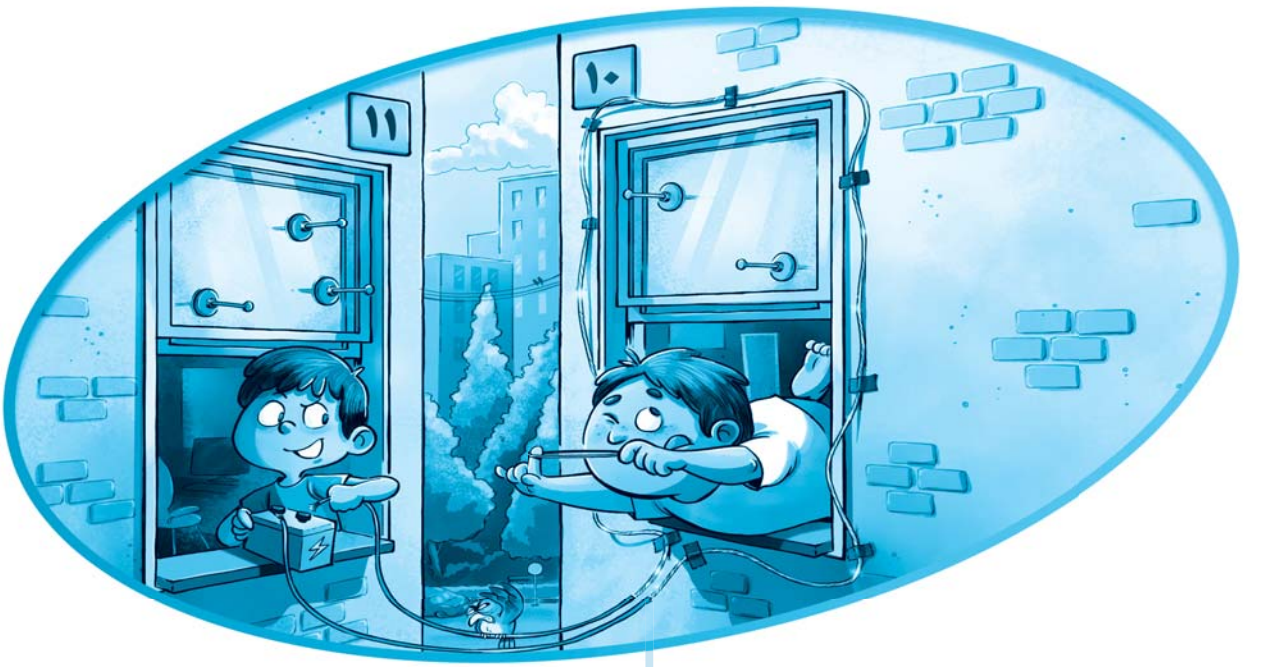
پاسخ‌های کاملاً تشریحی

جامع فیزیک پایه (تجربی)

پاسخ QRCode

قابل استفاده برای دانش آموزان و داوطلبان
آزمون سراسری دانشگاه‌ها



مؤلفان: رضا خالو
امیرعلی میری

آزمونک‌های فصل اول ۱
پاسخ‌های آزمونک‌های فصل اول ۶
آزمونک‌های فصل دوم ۱۱
پاسخ‌های آزمونک‌های فصل دوم ۲۱
آزمونک‌های فصل سوم ۳۱
پاسخ‌های آزمونک‌های فصل سوم ۴۰
آزمونک‌های فصل چهارم ۵۳
پاسخ‌های آزمونک‌های فصل چهارم ۶۲
آزمونک‌های فصل پنجم ۷۳
پاسخ‌های آزمونک‌های فصل پنجم ۸۲
آزمونک‌های فصل ششم ۹۵
پاسخ‌های آزمونک‌های فصل ششم ۱۰۶
آزمونک‌های فصل هفتم ۱۲۳
پاسخ‌های آزمونک‌های فصل هفتم ۱۳۲
بازی با سؤال ۱۴۵
فصل اول ۱۴۶
فصل دوم ۱۵۰
فصل سوم ۱۵۷
فصل چهارم ۱۶۴
فصل پنجم ۱۷۵
فصل ششم ۱۸۵
فصل هفتم ۲۰۱

Windows 10

فصل اول

فیزیک و اندازه‌گیری

در پاسخ این تست‌ها، تستی تحت عنوان بازی با سؤال قرار گرفته است.

منتخبی از تست‌هایی که می‌توانید برای دورهٔ فصل، آن‌ها را حل کنید.

با اسکن QR Code یا با مراجعه به سایت نشر الگو می‌توانید فایل آزمون و پاسخ تشریحی بازی با سؤال را دریافت کنید.

پنجره یک | رو به روی دو | آزمونک

۱ کامیونی در حرکت است. ناگهان راننده مانعی را می‌بیند و ترمز می‌کند و کامیون قبل از برخورد به مانع متوقف می‌شود. برای مدل‌سازی فیزیکی این پدیده، نادیده گرفتن کدام یک از موارد زیر باعث می‌شود تا نتیجه بررسی مدل با واقعیت، تفاوت آشکارتری داشته باشد؟

۱) وزش نسیم ۲) نیروی اصطکاک ۳) ابعاد کامیون ۴) گزینه‌های (۱) و (۳) صحیح است.

۲ اگر هر ذرع معادل ۱۰۴ سانتی‌متر و هر فرسنگ معادل ۶۰۰۰ ذرع باشد، در این صورت ۲۰/۸ کیلومتر معادل چند فرسنگ است؟ (از کتاب درسی)

۱) $\frac{۱}{۳}$ ۲) $\frac{۱۰}{۳}$ ۳) ۳ ۴) ۰/۳

۳ دریای نور الماسی به جرم ۱۸۰ قیراط است. اگر الماس از اتم کربن خالص تشکیل شده باشد، تعداد کربن موجود در دریای نور برابر کدام گزینه است؟ (هر قیراط ۲۰۰ میلی‌گرم است و جرم مولی کربن $12g/mol$ است. عدد آووگادرو 6×10^{23} است.)

۱) 3×10^{23} ۲) 10^{25} ۳) 18×10^{23} ۴) 3×10^{30}

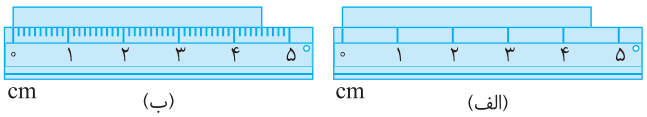
۴ قطر میانگین یک گلبول قرمز ۰/۰۰۶mm است. کدام گزینه مساحت هر سطح گلبول قرمز را بر حسب نماد علمی درست بیان می‌کند؟ (از کتاب درسی)

۱) $2/83\times10^{-6}(cm)^2$ ۲) $9\times10^{-11}(m)^2$ ۳) $2/83\times10^{7}(nm)^2$ ۴) $9\times10^{-6}(nm)^2$

۵ شیر آبی چکه می‌کند و آهنگ متوسط خروج آب از آن ۳۰ قطره در دقیقه است. اگر حجم ۱۲ قطره آب $1cm^3$ باشد، آهنگ متوسط خروج آب چند لیتر بر ساعت است؟

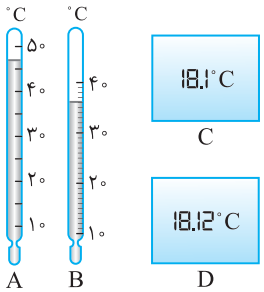
۱) ۰/۱۵ ۲) ۱/۵ ۳) ۰/۰۱۵ ۴) ۰/۰۶

۶ در شکل‌های (الف) و (ب) دقت اندازه‌گیری‌ها به‌ترتیب ..... است. (خارج ریاضی - ۹۸ با تغییر)



۱) ۱mm ، ۱cm
۲) ۱cm ، ۰/۱mm
۳) ۰/۵mm ، ۰/۵cm
۴) ۰/۵cm ، ۵mm

۷ در چهار دستگاه زیر بیشترین دقت مربوط به کدام دستگاه‌ها است؟



۱) B
۲) A
۳) D
۴) C

۸ رابطهٔ زیر انرژی آزاد شده از گاز متان به ازای حجم مشخصی از آن را نشان می‌دهد. جای خالی را با یکای مناسب پر کنید.

$۵۰/۷۲\ MJ/m^3 = ۵۰۷۲۰\ J/\square^3$

۱) dm ۲) cm ۳) km ۴) dm^2

۹ کدام کمیت‌ها، همگی از کمیت‌های اصلی هستند؟ (خارج تجربی - ۹۸)

۱) دما، نیرو، فشار ۲) فشار، زمان، سرعت ۳) جریان الکتریکی، جرم، نیرو ۴) دما، جریان الکتریکی، جرم

۱۰ در کدام گزینه، هر دو یکا مربوط به یک کمیت یکسان است؟ (آزمون مدارس برتر)

۱) سال نوری، روز خورشیدی ۲) گره دریایی، مایل دریایی ۳) یکای نجومی، آنگستروم ۴) مول، تن

پنجره دو روبه‌روی سه آزمونک

۱ چگالی ماده‌ای را توسط یک چگالی‌سنج رقمی اندازه‌گیری کرده‌ایم و چگال‌سنج عدد $52/4\ g/L$ را نشان می‌دهد. دقت این اندازه‌گیری بر حسب kg/m^3 کدام است؟

۱) ۱ ۲) ۰/۱ ۳) ۰/۰۱ ۴) ۰/۰۰۱

۲ چگالی جسم جامدی در سطح زمین ρ است. اگر این جسم را به سطح سیاره‌ای که شتاب گرانش آن ۲ برابر شتاب گرانشی در سطح زمین است ببریم، چگالی جسم چند برابر می‌شود؟ آزمون مدارس برتر

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) $\frac{1}{2}$ ۴) $\frac{1}{4}$

۳ دو کرهٔ مشابه A و B از یک فلز، یکی توپُر و دیگری توخالی به ترتیب با جرم‌های ۵۶۰g و ۳۵۰g در اختیار داریم. اگر چگالی فلز تشکیل دهنده دو کره $7g/cm^3$ باشد، حجم حفرهٔ داخل کرهٔ توخالی چند cm^3 است؟

۱) ۳۰ ۲) ۴۰ ۳) ۵۰ ۴) ۸۰

۴ سرعت یک جت جنگنده برابر $\frac{5}{9}$ ماخ است. سرعت این جت چند کیلومتر بر ساعت است؟ (هر ماخ برابر $340m/s$ است.)

۱) ۵۴۰ ۲) ۶۸۰ ۳) ۷۲۰ ۴) ۴۵۰

۵ جرم یک گلولهٔ آهنی ۳۹۰۰ گرم و چگالی آن $7800kg/m^3$ است. اگر گلولهٔ آهنی را به آرامی در ظرف پر از الکل فرو بریم و چگالی الکل $800kg/m^3$ باشد، چند گرم الکل از ظرف خارج می‌شود؟ خارج ریاضی - ۹۰

۱) ۴۰۰ ۲) ۳۹۰ ۳) ۵۰۰ ۴) ۴۰۰۰

۶ چند سانتی‌متر مکعب از فلز A را با ۱۸۰۰ گرم از فلز B به طور کامل مخلوط کنیم تا در نهایت ۱۸۰ سانتی‌متر مکعب آلیاژ فلزهای A و B با چگالی $15000kg/m^3$ به‌دست آید؟ ($\rho_A = 12000kg/m^3$ و تغییر حجم در اثر اختلاط ناچیز است.)

۱) ۷۵ ۲) ۹۰ ۳) ۱۰۵ ۴) می‌بایست چگالی فلز B مشخص باشد.

۷ اگر A کمیت سرعت، B کمیت طول، C کمیت زمان و D کمیت جرم باشد، کدام عمل ریاضی زیر در فیزیک قابل محاسبه و تعریف نیست؟

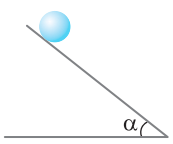
۱) $A \times C$ ۲) $\frac{A}{C} \times D$ ۳) $(C \times A) + B$ ۴) $\frac{B}{A} - D$

۸ از ظرفی مایع به بیرون می‌ریزد، اگر آهنگ حجم مایع خروجی $7/5L/min$ و آهنگ جرم مایع خروجی $0/1kg/s$ باشد، چگالی مایع چند g/cm^3 است؟

۱) ۱/۲۵ ۲) ۰/۸ ۳) ۷/۵ ۴) ۴/۵

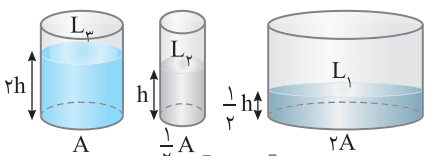
۹ مطابق شکل روبه‌رو گویی را از بالای سطح شیبدار رها می‌کنیم. مدت زمانی که طول می‌کشد تا گوی به پایین سطح شیبدار برسد را به وسیلهٔ یک کرنومتر رقمی اندازه می‌گیریم. این آزمایش را ۵ بار تکرار کرده‌ایم و عددهای به‌دست آمده مطابق جدول زیر است. عدد گزارش شده از این آزمایش کدام است؟

شماره آزمایش	۱	۲	۳	۴	۵
زمان (s)	۴/۱	۴/۲	۲/۱	۴/۲	۴/۴



۱) ۴/۲ ۲) ۴/۲۲۵ ۳) ۴/۳ ۴) ۴/۱

۱۰ درون سه ظرف استوانه‌ای، مطابق شکل‌های روبه‌رو، جرم‌های مساوی از سه مایع مخلوط نشدنی L_1، L_2، L_3 ریخته‌ایم. اگر این سه مایع را درون یک ظرف بریزیم، کدام شکل، ترتیب قرارگیری مایع‌ها در این ظرف را به درستی نشان می‌دهد؟



۱)

۲)

۳)

۴)

پنجره تو در تو ـ آزمون فصل

۱ چه تعداد از گزاره‌های زیر صحیح است؟

الف) بنابر آخرین توافق جهانی، یک متر برابر است با فاصلهٔ میان دو خط نازک حک شده در نزدیکی دو سر میله‌ای از جنس پلاتین - ایریدیوم، وقتی میله در دمای صفر درجهٔ سلسیوس قرار دارد. / ب) استاندارد یک کیلوگرم به‌صورت جرم استوانه‌ای فلزی از جنس آلیاژ پلاتین - ایریدیوم تعریف شده است. / پ) استاندارد کنونی زمان بر اساس دقت بسیار زیاد ساعت‌های اتمی تعریف شده است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) صفر

۲ یک لیوان از روغن کاملاً پر است. وقتی $40g$ شن درون لیوان می‌ریزیم به اندازهٔ $16g$ روغن از لیوان سرریز می‌شود. چگالی شن چند برابر چگالی روغن است؟ ریاضی - ۹۳

۱) $\frac{2}{5}$ ۲) $\frac{5}{2}$ ۳) $\frac{4}{5}$ ۴) $\frac{5}{4}$

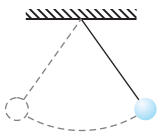
۳ یک بطری ۱/۵ لیتری به وسیلهٔ شلنگ آبی در مدت ۱۰ ثانیه پر می‌شود. آهنگ خروج آب از شلنگ برحسب یکای میلی‌متر مکعب بر دقیقه (mm^3/min) کدام است؟ از کتاب درسی

۱) 9×10^4 ۲) 9×10^6 ۳) 9×10^2 ۴) 9×10^8

۴ ظرفی می‌تواند حداکثر $2000g$ آب را در خود جای دهد. بیشینه مقدار روغنی که می‌توان در این ظرف ریخت چند کیلوگرم است؟ $(\rho_{روغن}=0/8g/cm^3$ و $\rho_{آب}=1g/cm^3)$ ریاضی - ۹۵

۱) ۱۶۰۰ ۲) ۱/۶ ۳) ۲/۵ ۴) ۲۵۰۰

۵ آونگ ساده، وزنهٔ کوچکی است به جرم m که با نخ سبکی به یک نقطهٔ ثابت آویخته شده است. آن را از حالت تعادل خارج کرده و حرکت آن را طی چند نوسان محدود بررسی می‌کنیم. اگر این حرکت مدل‌سازی شود کدام مورد شامل موارد جزئی قابل چشم‌پوشی نمی‌باشد؟



۱) ابعاد وزنه ۲) جرم نخ
۳) اصطکاک در نقطهٔ اتصال ۴) طول آونگ

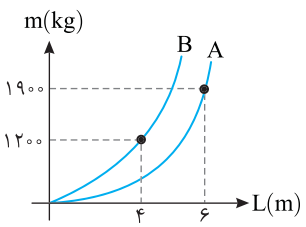
۶ شعاع یک کره فلزی به جرم $21/6kg$ برابر $10cm$ است. اگر ۲۵ درصد از حجم کره را یک حفره تشکیل داده باشد، چگالی فلزی که این کره از آن ساخته شده چند $\frac{g}{cm^3}$ خواهد بود؟ $(\pi=3)$ ریاضی - ۹۴

۱) ۲/۵ ۲) ۵ ۳) ۷/۲ ۴) ۲۱/۶

۷ صفحهٔ ساعتی به‌صورت روبه‌رو است، نسبت دقت ساعت عقربه‌ای به دقت ساعت دیجیتال کدام است؟ آزمون مدارس برتر

۱) $\frac{1}{2}$
۲) $\frac{1}{4}$
۳) ۱
۴) ۰/۱

۸ مطابق شکل روبه‌رو، نمودار تغییرات جرم بر حسب طول ضلع دو مکعب توپر نشان داده شده است. چگالی جسم A چند برابر چگالی جسم B است؟



۱) $\frac{171}{32}$ ۲) $\frac{19}{8}$
۳) $\frac{38}{81}$ ۴) $\frac{19}{18}$

۹ در یکای فرعی چه تعداد از کمیت‌های زیر از یکای کمیت اصلی طول استفاده شده است؟ «شتاب، نیرو، فشار، انرژی»

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۱

۱۰ مقدار ۴۰۰ گرم از فلز A به چگالی $۱۰g/cm^۳$ را با ۳۰۰ گرم از فلزی با چگالی $۱۲g/cm^۳$ مخلوط می‌کنیم، چنانچه از حجم کل به اندازهٔ $۱۵cm^۳$ کاسته شده باشد، چگالی مخلوط چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟ آزمون مدارس برتر

۱) ۲۸۰۰۰ ۲) ۲۸ ۳) ۱۴ ۴) ۱۴۰۰۰

۱۱ معادلهٔ مکان - زمان متحرکی در SI به صورت $x=\alpha t^۳+\frac{\beta}{t+۳}+۴$ می‌باشد که در این رابطه x دارای یکای متر و t دارای یکای ثانیه است. یکای α و β در SI به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟

۱) $m/s^۳$ ، m.s ۲) $m^۲/s^۲$ ، m/s ۳) $m.s^۳$ ، m/s ۴) $m/s^۳$ ، $m.s^۳$

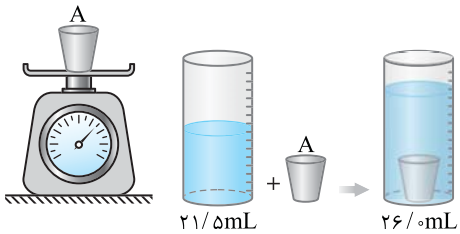
۱۲ اگر نور فاصلهٔ دو سیاره را در مدت ۳۶/۵ دقیقه طی کند، فاصلهٔ دو سیاره برحسب سال نوری کدام گزینه است؟ (سرعت نور در خلأ $c=۳\times۱۰^۸ m/s$) آزمون مدارس برتر

۱) ۱۴۴۰۰ ۲) $\frac{۱}{۱۴۴۰۰}$ ۳) ۱۲۰۰ ۴) $\frac{۱}{۱۲۰۰}$

۱۳ می‌دانیم هر اینچ معادل ۲/۵ سانتی‌متر است. در این صورت مساحت زمین مستطیل شکل زیر برحسب هکتار کدام است؟ ($۱h=۱۰^۲m$ ، $۱ft=۱۲in$ هکتومتر)

۱) ۱۸۰۰ ۲) ۱۸ ۳) ۲۴۰۰ ۴) ۲۴

۱۴ مطابق شکل برای تعیین چگالی جسم جامد A، آن را درون ظرف آب به چگالی $\rho=۱g/cm^۳$ قرار می‌دهیم. عددی که ترازو برحسب گرم نشان می‌دهد کدام گزینه می‌تواند باشد؟ از کتاب درسی



۱) ۴/۵
۲) ۴
۳) ۴/۲۵
۴) ۴/۷۵

۱۵ استوانهٔ A به چگالی ρ و شعاع و ارتفاع R و کرهٔ B به چگالی $\frac{\rho}{۲}$ و شعاع R در اختیار داریم. اگر این دو جسم را ذوب کرده و با آن‌ها مکعبی بسازیم، چگالی مکعب کدام است؟ (از تغییر حجم دو جسم صرف نظر شود)

۱) $\frac{۳}{۵}\rho$ ۲) $\frac{۵}{۳}\rho$ ۳) $\frac{۵}{۷}\rho$ ۴) $\frac{۷}{۵}\rho$

فصل اول: فیزیک و اندازه‌گیری

آزمونک (پنجرهٔ ۱ و ۲)

A ۱ ۲

کامیون در حرکت است و ترمز می‌کند و متوقف می‌شود. در این حرکت وزش نسیم نقش مؤثری در حرکت کامیون ندارد و در مدل‌سازی می‌توان آن را نادیده گرفت و مدل با واقعیت تفاوت محسوسی نخواهد داشت. در اثر نیروی اصطکاک چرخ کامیون با سطحی که در آن در حال حرکت است، کامیون متوقف می‌شود. پس نمی‌توان اصطکاک را ناچیز فرض کرد. چون با نادیده گرفتن اصطکاک کامیون هرگز متوقف نمی‌شود. یعنی صرف‌نظر کردن از اصطکاک تفاوت بسیار زیادی بین مدل و واقعیت به وجود می‌آورد. ابعاد کامیون نیز در این توقف نقش اساسی ندارد و حتی می‌توان کامیون را به صورت یک ذره فرض کرد. بنابراین گزینهٔ (۲) پاسخ مسئله است.

نمای ۱

A ۲ ۲

با توجه به روش تبدیل زنجیره‌ای داریم:

$$\text{فرسنگ}=\frac{۱۰}{۳}=\frac{\text{فرسنگ}۱}{\text{ذرع}۶۰۰۰}\times\frac{\text{ذرع}۱}{۱۰۴\text{cm}}\times\frac{۱۰^۲\text{cm}}{۱\text{m}}\times\frac{۱۰^۳\text{m}}{۱\text{km}}\times ۲۰/۸\text{km}$$

ضرب تبدیل ذرع به فرسنگ — ضرب تبدیل سانتی‌متر به ذرع — ضرب تبدیل متر به سانتی‌متر — ضرب تبدیل کیلومتر به متر

نمای ۳

A ۳ ۳

۱ ابتدا باید جرم الماس را برحسب گرم حساب کنیم.

$$m=\text{۱۸۰ قیراط}\times\frac{۲۰۰\text{mg}}{۱\text{ قیراط}}\Rightarrow m=۳۶\times۱۰^۳\text{mg}\Rightarrow m=۳۶\text{g}$$

ضرب تبدیل قیراط به میلی‌گرم

۲ جرم مولی کربن ۱۲g/mol است. اکنون مشخص می‌کنیم که ۳۶g کربن چند مول کربن است.

$$n=\frac{۳۶}{۱۲}=۳\text{mol}$$

۳ در هر مول ماده ۶×۱۰^{۲۳} اتم وجود دارد. بنابراین تعداد کربن موجود در این الماس خواهد شد.

۱ mol	۶×۱۰^{۲۳} اتم
۳mol	N $\Rightarrow$ $N=۱۸\times۱۰^{۲۳}$

نمای ۳

A ۴ ۳

ابتدا مساحت هر سطح از گلبول قرمز را به‌دست می‌آوریم:

$$A=\pi r^۲=۳/۱۴\times(۳\times۱۰^{-۶})^۲=۳/۱۴\times۹\times۱۰^{-۱۲}$$

$$=۲۸/۲۶\times۱۰^{-۱۲}\approx۲/۸۳\times۱۰^{-۱۱}\text{m}^۲\approx۲/۸۳\times۱۰^{-۵}(\text{mm})^۲$$

حال تبدیل واحدهای گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم:

گزینه(۱) برحسب $(\text{cm})^۲$: $۲/۸۳\times۱۰^{-۵}(\text{mm})^۲\times(\frac{۱\text{cm}}{۱۰\text{mm}})^۲\approx۲/۸۳\times۱۰^{-۷}(\text{cm})^۲$

گزینه(۲) برحسب $\text{m}^۲$: $۲/۸۳\times۱۰^{-۵}(\text{mm})^۲\times(\frac{۱\text{m}}{۱۰^۳\text{mm}})^۲\approx۲/۸۳\times۱۰^{-۱۱}\text{m}^۲$

گزینه (۳) و (۴) برحسب $(\text{nm})^۲$:

$$۲/۸۳\times۱۰^{-۵}(\text{mm})^۲\times(\frac{۱۰^۶\text{nm}}{۱\text{mm}})^۲\approx۲/۸۳\times۱۰^۷(\text{nm})^۲$$

بنابراین گزینهٔ (۳) درست است.

نمای ۳

B ۱ ۵

با توجه به صورت مسئله حجم ۱۲ قطره آب $۱\text{cm}^۳$ است. بنابراین حجم ۳۰ قطره آب خواهد شد:

۱۲ قطره	$۱\text{cm}^۳$
۳۰ قطره	$V\Rightarrow V=\frac{۳۰}{۱۲}=۲/۵\text{cm}^۳$

بنابراین آهنگ خروج آب، ۳۰ قطره در دقیقه یعنی $۲/۵\text{cm}^۳$ بر دقیقه است که باید آن را به L/h تبدیل کنیم.

$$۲/۵\frac{\text{cm}^۳}{\text{min}}\times\frac{۱\text{L}}{۱۰^۳\text{cm}^۳}\times\frac{۶۰\text{min}}{۱\text{h}}=\frac{۱۵۰}{۱۰^۳}\frac{\text{L}}{\text{h}}=۰/۱۵\frac{\text{L}}{\text{h}}$$

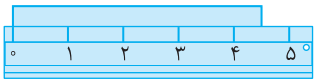
ضرب تبدیل $\text{cm}^۳$ به لیتر — ضرب تبدیل دقیقه به ساعت

نمای ۴

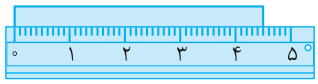
A ۱ ۶

دقت دستگاه مدرج برابر کمینه درجه‌بندی روی دستگاه است. در شکل (الف) کمینه درجه‌بندی ۱cm است و دقت آن نیز ۱cm است.

در شکل (ب) کمینه درجه‌بندی ۱mm یا $۰/۱\text{cm}$ است، بنابراین دقت آن $۰/۱\text{cm}$ و یا ۱mm است.



(الف)



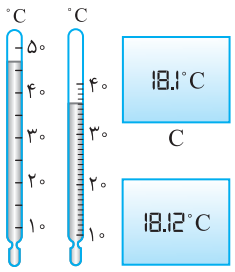
(ب)

نمای ۶

A ۳ ۷

با توجه به شکل در دماسنج مدرج A کمینه تقسیم‌بندی ۵°C است، بنابراین دقت آن ۵°C است و در دماسنج مدرج B کمینه تقسیم‌بندی برابر ۱°C است و دقت آن نیز ۱°C است.

در دماسنج رقمی، یک واحد از آخرین رقم اندازه‌گیری (اولین رقم سمت راست) برابر دقت است، بنابراین دقت اندازه‌گیری دماسنج C برابر $۰/۱^\circ\text{C}$ و دقت اندازه‌گیری دماسنج D برابر $۰/۰۱^\circ\text{C}$ است و پاسخ گزینهٔ (۳) است.



نمای ۶

B ۱ ۸

ابتدا مگاژول (MJ) را به ژول (J) تبدیل می‌کنیم:

$$۵۰/۷۲\frac{\text{MJ}}{\text{m}^۳}\times\frac{۱۰^۶\text{J}}{۱\text{MJ}}=۵۰۷۲\times۱۰^۴\text{J/m}^۳$$

حال مقدار به‌دست آمده را در رابطهٔ مسأله قرار می‌دهیم:

$$۵۰۷۲\times۱۰^۴\text{J/m}^۳=۵۰۷۲۰\frac{\text{J}}{\square^۳}\Rightarrow۱۰^۳\frac{\text{J}}{\text{m}^۳}=۱\frac{\text{J}}{\square^۳}$$

$$\Rightarrow۱۰^۳=\frac{\text{m}^۳}{\square^۳}\Rightarrow۱۰=\frac{\text{m}}{\square}\Rightarrow\square=\text{dm}$$

بنابراین جای خالی را باید با دسی‌متر پر کرد.

نمای ۳

A ۴ ۹

کمیت‌های اصلی عبارت‌اند از: جرم، طول، زمان، دما شدت روشنایی، شدت جریان الکتریکی و مقدار ماده

در گزینهٔ (۱): نیرو و فشار کمیت اصلی نیستند و این گزینه درست نیست.

در گزینهٔ (۲): فشار و سرعت کمیت اصلی نیستند، بنابراین گزینهٔ (۲) نادرست است.

در گزینهٔ (۳): نیرو کمیت اصلی نیست، در نتیجه گزینهٔ (۳) نادرست است.

در گزینهٔ (۴): هر سه کمیت دما، جریان الکتریکی و جرم کمیت اصلی هستند.

نمای ۲

A ۱۰ ۳

سال نوری یکای طول و روز خورشیدی یکای زمان است و این دو یکا مربوط به یک کمیت یکسان نیستند و گزینهٔ (۱) نادرست است.

گره دریایی یکای تندی وسایل دریایی و مایل دریایی یکای طول است و این دو نیز دو کمیت مختلف هستند و گزینهٔ (۲) نادرست است.

یکای نجومی و آنگستروم هر دو یکای اندازه‌گیری طول هستند و گزینهٔ (۳) درست است.

مول یکای مقدار ماده و تُن یکای جرم است و گزینهٔ (۴) نادرست است. نمای ۳

آزمونک (پنجرهٔ ۲ و ۳)

A ۲ ۱

دقت اندازه‌گیری وسایل رقمی (دیجیتال) برابر ۱ واحد از آخرین رقم گزارش شده (اولین رقم سمت راست عدد گزارش شده) است، بنابراین دقت اندازه‌گیری عدد $52/4\ L/g$ برابر $0/1\ L/g$ است. این دقت را به یکای kg/m^3 تبدیل می‌کنیم:

$$0/1\ g/L \times \frac{1\ kg}{1000\ g} \times \frac{1\ L}{10^{-3}\ m^3} = 0/1\ kg/m^3$$

نمای ۶

A ۲ ۱

چگالی یک جسم از ویژگی‌های ساختاری جسم است، بنابراین در همه جا چگالی جسم یکسان است.

نمای ۷

بازی با سؤال **کرهٔ توپُری به شعاع R از فلزی با چگالی ρ_0 ساخته شده است. اگر درون آن حفره‌ای کروی به شعاع $\frac{R}{2}$ و هم‌مرکز با کره ایجاد شود، چگالی آن چند برابر ρ_0 می‌شود؟**

۱) ۱ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) $\frac{1}{8}$ ۴) $\frac{7}{8}$

پاسخ **می‌دانیم چگالی یک جسم به جنس جسم و فاصلهٔ بین مولکول‌های آن بستگی دارد و در این مسأله هیچ کدام تغییر نکرده است، بنابراین چگالی ثابت است.**

گزینهٔ ۱

B ۳ ۱

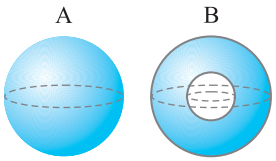
دو کره مشابه‌اند یعنی ابعاد یا حجم ظاهری یکسان دارند پس:

$$V_A = V_B = (\text{حجم کل}\ A, B)$$

امّا جرم A بیشتر از جرم B است پس کرهٔ A توپر و کرهٔ B تو خالی است.

از طرفی جرم کرهٔ توپر A، $560\ g$ است

بنابراین حجم کره A خواهد شد:



$$\rho = \frac{m_A}{V_A} \Rightarrow 7 = \frac{560}{V_A}$$

$$\Rightarrow V_A = 80\ cm^3 = V_B$$

حال با توجه به چگالی و جرم کرهٔ B حجم فلزی که کرهٔ B از آن ساخته شده است را حساب می‌کنیم:

$$\rho = \frac{m_B}{V'_B} \Rightarrow 7 = \frac{350}{V'_B} \Rightarrow V'_B = 50\ cm^3$$

حجم حفره درون کرهٔ B برابر است با تفاضل حجم ظاهری کرهٔ B و حجم فلزی که کره از آن ساخته شده است از این‌رو:

$$\text{حجم حفره} = \text{حجم ظاهری کره} - \text{حجم فلز} = 80 - 50 \Rightarrow V_{\text{حفره}} = 30\ cm^3$$

نمای ۱۰

بازی با سؤال **دو مکعب فلزی هم‌جنس A و B که به‌ترتیب طول ضلع آن‌ها a و ۲a و جرم آن‌ها m و ۲m است در اختیار داریم. اگر بدانیم یکی از مکعب‌ها توپر و دیگری توخالی است حجم حفره برابر کدام گزینه است؟**

۱) $2a^3$ ۲) $4a^3$ ۳) $6a^3$ ۴) $3a^3$

پاسخ **طول ضلع مکعب B، دو برابر طول ضلع مکعب A است، بنابراین حجم مکعب B، هشت برابر حجم مکعب A است.**

$$\begin{cases} V_A = a^3 \\ V_B = (2a)^3 = 8a^3 \end{cases} \Rightarrow V_B = 8V_A \xrightarrow{m=\rho V} m_B = 8m_A$$

از این‌رو باید جرم مکعب B، ۸ برابر جرم مکعب A باشد. اما در صورت مسأله جرم مکعب A، m و جرم مکعب B، 2m بیان شده است در نتیجه مکعب A توپر و مکعب B توخالی است. حجم فلز تشکیل دهندهٔ مکعب B برابر است با:

$$V = \frac{m_B}{\rho} \Rightarrow V_{\text{فلز}} = \frac{2m}{\rho} \quad (1)$$

حجم مکعب توپر B برابر است با: $V_B=\frac{۸m}{\rho}$ (۲)

دو رابطه (۱) و (۲) را بر هر تقسیم می‌کنیم تا حجم فلز را بر حسب $a^۳$ به‌دست بیاوریم:

$$(۱),(۲)\Rightarrow\frac{V_{\text{فلز}}}{۸a^۳}=\frac{۲m}{۸m}\Rightarrow V_{\text{فلز}}=۲a^۳$$

حجم حفره B برابر حجم ظاهری مکعب B منهای حجم فلزی است که مکعب از آن ساخته شده است.

$$V_{\text{حفره}}=۸a^۳-۲a^۳\Rightarrow V_{\text{حفره}}=۶a^۳$$

گزینهٔ ۳

B ۲ ۴

ضریب تبدیل ماخ به m/s به صورت $\frac{۳۴۰m/s}{۱\text{ ماخ}}$ است، بنابراین:

$$v=\frac{۵}{۹}\text{ماخ}\times\frac{۳۴۰m/s}{۱\text{ ماخ}}\Rightarrow v=\frac{۵}{۹}\times۳۴۰m/s$$

اکنون m/s را به km/h تبدیل می‌کند.

$$v=\frac{۵}{۹}\times۳۴۰m/s\times\frac{۳۶۰۰s}{۱h}\times\frac{۱km}{۱۰^۳m}\Rightarrow v=۵\times۳۴\times۴=۶۸۰km/h$$

A ۱ ۵

خط فکری حجم الکلی که از ظرف بیرون می‌ریزد برابر حجم گلولهٔ آهنی است که در ظرف محتوی الکل فرو می‌رود، بنابراین شما باید ابتدا حجم گلوله آهنی را به کمک چگالی و جرم آن حساب کنید، سپس جرم الکل خارج شده را به‌دست بیاورید.

حجم گلولهٔ آهنی را حساب می‌کنیم.

$$\rho=\frac{m}{V}\xrightarrow[m=۳۹۰۰g=۳/۹kg]{\rho=۷۸۰۰kg/m^۳}۷۸۰۰=\frac{۳/۹}{V}\Rightarrow V=۵\times۱۰^{-۴}m^۳$$

بنابراین حجم الکل خارج شده از ظرف نیز $۵\times۱۰^{-۴}m^۳$ بوده و جرم آن خواهد شد:

$$m_{\text{الکل}}=\rho_{\text{الکل}}V_{\text{الکل}}\Rightarrow m=۸۰۰\times۵\times۱۰^{-۴}\Rightarrow m=۰/۴kg\Rightarrow m=۴۰۰g$$

نمای ۸

B ۱ ۶

حجم آلیاژ در نهایت $۱۸۰cm^۳$ است یعنی $V_{\text{آلیاژ}}=V_A+V_B=۱۸۰cm^۳$. با توجه به تعریف چگالی، جرم کل آلیاژ را حساب می‌کنیم.

$$\rho_{\text{آلیاژ}}=\frac{m_{\text{آلیاژ}}}{V_{\text{آلیاژ}}}\xrightarrow{\rho_{\text{آلیاژ}}=۱۵۰۰kg/m^۳=۱۵g/cm^۳}۱۵=\frac{m_{\text{آلیاژ}}}{۱۸۰}\Rightarrow m_{\text{آلیاژ}}=۲۷۰۰g$$

در صورت مسئله جرم فلز A برابر $m_A=۱۸۰۰g$ بیان شده از این رو جرم فلز B خواهد شد: $m_{\text{آلیاژ}}=m_A+m_B\Rightarrow ۲۷۰۰=۱۸۰۰+m_B\Rightarrow m_B=۹۰۰g$

حال با توجه به چگالی و جرم A، حجم آن را حساب می‌کنیم:

$$\rho_A=\frac{m_A}{V_A}\Rightarrow ۱۲=\frac{۹۰۰}{V_A}=V_A=۷۵cm^۳$$

نمای ۱۱

B ۴ ۷

یادآوری در جمع جبری چند کمیت با هم باید آن کمیت‌ها یکسان باشند، اما برای ضرب و تقسیم، می‌توان کمیت‌های مختلف را در هم ضرب و بر هم تقسیم کرد. به‌طور مثال از ضرب جرم در شتاب کمیت نیرو حاصل می‌شود و یا از ضرب کمیت سرعت در کمیت زمان، جابه‌جایی به‌دست می‌آید. البته نمی‌توان کمیت جابه‌جایی را با کمیت سرعت جمع کرد.

در گزینهٔ (۱) از ضرب کمیت سرعت A در کمیت زمان C، $(v\times t)$ کمیت جابه‌جایی به دست می‌آید و گزینهٔ (۱) قابل محاسبه است. / در گزینهٔ (۲) از تقسیم کمیت سرعت بر کمیت زمان $(\frac{A}{C})$ کمیت شتاب و از ضرب کمیت شتاب در کمیت جرم، کمیت نیرو به‌دست می‌آید $(F=ma)$ و گزینهٔ (۲) قابل محاسبه است. / در گزینهٔ (۳) حاصل ضرب کمیت سرعت (A) در کمیت زمان (C) جابه‌جایی $(\Delta x=vt)$ به دست می‌آید که کمیت طول است و می‌توان کمیت طول $(A\times C)$ را با کمیت طول B جمع کرد و گزینهٔ (۳) قابل انجام است. / از تقسیم کمیت طول (B) بر کمیت سرعت (A)، کمیت زمان به دست می‌آید. $(\text{زمان}=\frac{\text{مسافت}}{\text{سرعت}})$ بنابراین کمیت جرم D را نمی‌توان از کمیت $(\frac{B}{A})$ زمان کم کرد و گزینهٔ (۴) نشدنی است.

نمای ۵

B ۲ ۸

آهنگ حجم خروجی $۷/۵\,L/min$ است. آهنگ خروجی را بر حسب $cm^۳/s$ حساب می‌کنیم.

$$۷/۵\frac{L}{min}\times\frac{۱۰^۳cm^۳}{۱L}\times\frac{۱min}{۶۰s}=۱۲۵\,cm^۳/s$$

(ضریب تبدیل لیتر به $cm^۳$ — ضریب تبدیل دقیقه به ثانیه)

آهنگ جرم خروجی $۰/۱kg/s$ را برحسب g/s به‌دست می‌آوریم.

$$۰/۱\frac{kg}{s}\times\frac{۱۰^۳g}{۱kg}=۱۰۰\,g/s$$

(ضریب تبدیل کیلوگرم به گرم)

بنابراین در هر ثانیه $۱۲۵cm^۳$ مایع که جرم آن ۱۰۰g است از ظرف خارج می‌شود، بنابراین چگالی مایع خواهد شد:

$$\rho=\frac{m}{V}=\frac{۱۰۰}{۱۲۵}\Rightarrow\rho=۰/۸g/cm^۳$$

نمای ٤ و ۷

B ۱ ۹

عدد گزارش شده $۲/۱s$ از بقیه اعداد فاصلهٔ زیادی دارد و آن را دور می‌ریزیم و بین چهار عدد دیگر میانگین‌گیری انجام می‌دهیم.

$$t_{\text{میانگین}}=\frac{۴/۱+۴/۲+۴/۲+۴/۴}{۴}=\frac{۱۶/۹}{۴}=۴/۲۲۵s$$

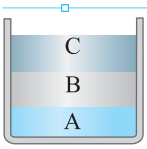
شماره آزمایش	۱	۲	۳	۴	۵
زمان (s)	۴/۱	۴/۲	۲/۱	۴/۲	۴/۴

اما نمی‌توان عدد $۴/۲۲۵$ را گزارش داد زیرا یک واحد از آخرین رقم اندازه‌گیری شده توسط این کورنومتر $۰/۱s$ است، یعنی عدد بیان شده بر حسب ثانیه دارای یک رقم اعشار است. بنابراین عدد گزارش شده نیز باید دارای یک رقم اعشار بوده و آن را به صورت $۴/۲۲۵\approx۴/۲s$ اعلام کرد.

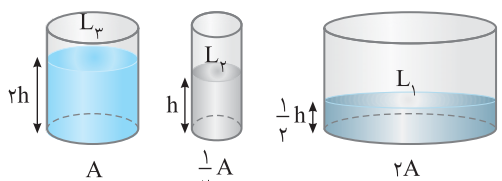
نمای ۶

B ۳ ۱۰

یادآوری هرگاه سه مایع مخلوط نشدنی A، B و C را در یک ظرف بریزیم، مایع دارای بیشترین چگالی ته‌نشین و مایع دارای کمترین چگالی سطح‌نشین می‌شود $\rho_A>\rho_B>\rho_C$



باید چگالی سه مایع را به‌دست بیاوریم تا به کمک آن بتوانیم نحوهٔ قرار گرفتن مایع‌ها را درون ظرف مشخص کنیم. ابتدا حجم هر مایع را حساب می‌کنیم و چگالی آن‌ها را به‌دست می‌آوریم:



$$\left.\begin{aligned}&m_۱=m_۲=m_۳=m\\&V_۱=۲A\times\frac{h}{۲}=Ah\Rightarrow\rho_{L_۱}=\frac{m}{Ah}\\&V_۲=\frac{۱}{۲}A\times h=\frac{Ah}{۲}\Rightarrow\rho_{L_۲}=\frac{m}{\frac{Ah}{۲}}=۲\frac{m}{Ah}\\&V_۳=۲h\times A=۲Ah\Rightarrow\rho_{L_۳}=\frac{m}{۲Ah}=\frac{۱}{۲}\frac{m}{Ah}\end{aligned}\right\}\Rightarrow\rho_{L_۲}>\rho_{L_۱}>\rho_{L_۳}$$

پس هنگامی که این سه مایع را در یک ظرف بریزیم مایعی که بیشترین چگالی را دارد در ته ظرف قرار می‌گیرد و مایعی که کمتری چگالی را دارد در بالا قرار می‌گیرد پس مایع ته ظرف مایع $L_۲$ و مایع روی سطح مایع $L_۳$ است.

نمای ۷

پنجرهٔ تودرتو (آزمون فصل)

A ۲ ۱

بنابر آخرین توافق جهانی، یک متر برابر است با مسافتی که نور در مدت $\frac{۱}{۲۹۹۷۹۲۴۵۸}$ ثانیه در خلأ طی می‌کند. بنابراین گزارهٔ (الف) نادرست است.

یکای جرم به‌صورت استوانه‌ای فلزی از جنس آلیاژ پلاتین - ایریدیوم تعریف شده است. جرم این استوانه که به دقت درون دو حباب شیشه‌ای قرار گرفته، کیلوگرم استاندارد بین‌المللی است که در موزهٔ سِوْر فرانسه نگهداری می‌شود، بنابراین گزارهٔ (ب) درست است.[۱]

استاندارد کنونی زمان بر اساس دقت بسیار زیاد ساعت‌های اتمی تعریف شده است. بنابراین گزارهٔ (پ) نیز درست است. نمای ۲

A ۲ ۲

حجم روغن سرریز شده از لیوان برابر حجم شن ریخته شده در آن است. با توجه به تعریف چگالی $\rho=\frac{m}{V}$ خواهیم داشت:

$$V_{\text{روغن}}=V_{\text{شن}} \xrightarrow{\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow V=\frac{m}{\rho}} \frac{m_{\text{روغن}}}{\rho_{\text{روغن}}}=\frac{m_{\text{شن}}}{\rho_{\text{شن}}}$$

$$\Rightarrow \frac{\rho_{\text{شن}}}{\rho_{\text{روغن}}}=\frac{m_{\text{شن}}}{m_{\text{روغن}}} \xrightarrow{m_{\text{روغن}}=۱۶g \text{ و } m_{\text{شن}}=۴۰g} \frac{\rho_{\text{شن}}}{\rho_{\text{روغن}}}=\frac{۴۰}{۱۶}=\frac{۵}{۲}$$

نمای ۸

B ۲ ۳

میزان آب خروجی از شلنگ در مدت ۱۰s برابر ۱/۵L است. بنابراین در هر ۱s میزان آب خروجی ۰/۱۵L است. یعنی آهنگ خروج آب $۰/۱۵\frac{L}{s}$ است. با روش تبدیل زنجیره‌ای آهنگ خروج را برحسب $\frac{mm^۳}{min}$ حساب می‌کنیم.

$$۰/۱۵\frac{L}{s}\times\frac{۱۰^۳cm^۳}{۱L}\times\frac{۱۰^۳mm^۳}{۱cm^۳}\times\frac{۶۰s}{۱min}=۹\times۱۰^۶\frac{mm^۳}{min}$$

نمای ٤

B ۲ ۴

ابتدا با دانستن جرم و چگالی آب، حجم آب که همان حجم ظرف است را به‌دست می‌آوریم:

$$\rho_{\text{آب}}=\frac{m_{\text{آب}}}{V_{\text{آب}}}\Rightarrow ۱۰۰۰=\frac{۲۰۰۰\times۱۰^{-۳}}{V}\Rightarrow V_{\text{آب}}=۲\times۱۰^{-۳}m^۳$$

حداکثر روغن یعنی روغن حجم کل ظرف را پر کند، بنابراین حجم روغن برابر است با:

$$V_{\text{روغن}}=۲\times۱۰^{-۳}m^۳$$

حال با توجه به چگالی روغن، جرم آن را به‌دست می‌آوریم:

$$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow m_{\text{روغن}}=\rho_{\text{روغن}}V=۰/۸\times۱۰^۳\times۲\times۱۰^{-۳}=۱/۶kg$$

نمای ۸

B ۴ ۵

می‌توان وزنه را به‌صورت یک ذره در نظر گرفت، بنابراین ابعاد وزنه قابل چشم‌پوشی است. از جرم نخ سبک می‌توان صرف نظر کرد زیرا در حرکت وزنه، تأثیر چندانی ندارد.

۱- در بیست و ششمین مجموع عمومی اوزان و مقیاس‌ها که در آبان ۱۳۹۷ برگزار شد، تعریف یکاهای کیلوگرم، آمپر، کلوین و مول تغییر کرد. براساس تعریف‌های جدید کیلوگرم براساس ثابت پلانک (h)، آمپر براساس بار بنیادی (e)، کلوین براساس ثابت بولتزمان (k) و مول براساس ثابت آووگادرو (N_A) باز تعریف شدند.

۲- یک روز خورشیدی، زمانِ بین ظاهر شدن‌های متوالی خورشید در بالاترین نقطهٔ آسمان در هر روز است.

۳- ساعت‌های اتمی پس از چندین و چند میلیون سال، تنها یک ثانیه جلو یا عقب می‌افتند!

۴- خوب است نگاهی به وبگاه موزه علوم و فناوری www.irstm.ir نیز داشته باشید.

برای چند نوسان محدود، اصطکاک در نقطهٔ اتصال قابل چشم‌پوشی است زیرا مانع نوسان در مدت کوتاه چند نوسان نمی‌شود. البته دقت کنید اگر بازهٔ زمانی نوسان طولانی شود، این اصطکاک باعث توقف آونگ شده و قابل چشم‌پوشی نیست. سه کمیت قبلی قابل چشم‌پوشی بود. بنابراین گزینهٔ (۴) یعنی طول آونگ قابل چشم‌پوشی نیست، زیرا اگر از طول آونگ صرف‌نظر کنیم دیگر آونگی برای نوسان وجود ندارد. از طرفی هرچه طول آونگ بلندتر باشد پس از رها شدن مسیر طولانی‌تری را طی می‌کند و زمان آن طولانی‌تر می‌شود. نمای ۱

B ۳ ۶

۱ حجم ظاهری کره را حساب می‌کنیم.

$$V=\frac{۴}{۳}\pi R^۳ \xrightarrow[\pi\approx۳]{R=۱۰cm} V=\frac{۴}{۳}\times۳\times(۱۰^۳)\Rightarrow V=۴۰۰۰cm^۳$$

۲ ۲۵ درصد حجم کره، حجم حفرهٔ درون آن است، بنابراین حجم فلزی که این کره از آن ساخته شده است ۷۵٪ حجم ظاهری کره است.

$$V_{\text{فلز}}=\frac{۷۵}{۱۰۰}(\text{حجم ظاهری})=\frac{۷۵}{۱۰۰}\times۴۰۰۰\Rightarrow V_{\text{فلز}}=۳۰۰۰cm^۳$$

جرم کرهٔ فلزی ۲۱/۶kg است. بنابراین چگالی فلز خواهد شد:

$$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow\rho=\frac{۲۱۶۰۰}{۳۰۰۰}=۷/۲g/cm^۳$$

نمای ۹

B ۳ ۷

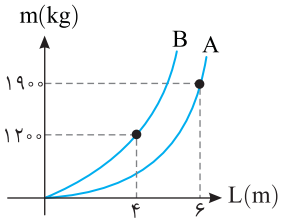
کمینه درجه‌بندی دستگاه مدرج برابر دقت دستگاه است. بنابراین دقت ساعت عقربه‌ای ۱s است. از طرفی دقت دستگاه رقمی برابر یک واحد از آخرین رقم اندازه‌گیری (اولین رقم سمت راست) یعنی ۱s است. از این‌رو نسبت دقت‌ها برابر $\frac{۱s}{۱s}=۱$ است. نمای ۶

A ۳ ۸

نسبت چگالی‌ها را می‌نویسیم:

$$\frac{\rho_A}{\rho_B}=\frac{\frac{m_A}{V_A}}{\frac{m_B}{V_B}}=\frac{m_A}{m_B}\times\frac{V_B}{V_A} \xrightarrow{V=L^۳}$$

$$\frac{\rho_A}{\rho_B}=\frac{۱۹۰۰}{۱۲۰۰}\times\frac{۴^۳}{۶^۳}=\frac{۱۹}{۱۲}\times\left(\frac{۲}{۳}\right)^۳=\frac{۱۹}{۱۲}\times\frac{۸}{۲۷}=\frac{۳۸}{۸۱}$$



نمای ۱۰

B ۳ ۹

یکای فرعی، یکایی است که با استفاده از یکاهای اصلی نوشته می‌شود. شتاب برابر است با تغییرات سرعت بر واحد زمان پس: $[\text{شتاب}]=[m/s^۲]$ و در یکای شتاب، یکای طول (متر) وجود دارد. با توجه به قانون دوم نیوتون شتاب×جرم=نیرو، پس: $[\text{نیرو}]=[kgm/s^۲]$ پس در یکای نیرو نیز یکای طول (متر) وجود دارد.

فشار برابر است با نیرو بر واحد سطح: $[\text{فشار}]=[kg/ms^۲]$ پس در یکای فشار، یکای طول (متر) وجود دارد. انرژی برابر است با حاصل‌ضرب نیرو در جابه‌جایی: $[\text{انرژی}]=[kgm^۲/s^۲]$ پس در یکای انرژی نیز یکای طول (متر) وجود دارد. پس در یکای فرعی همه کمیت‌های داده شده، متر وجود دارد، یعنی برحسب یکای اصلی طول نوشته شده‌اند. نمای ۲

B ۴ ۱۰

ابتدا حجم هریک از فلزها را با استفاده از چگالی آن‌ها به‌دست می‌آوریم:

$$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow V=\frac{m}{\rho}\Rightarrow V_1=\frac{m_1}{\rho_1}=\frac{۴۰۰}{۱۰}=۴۰cm^۳\ ,\ V_۲=\frac{m_۲}{\rho_۲}=\frac{۳۰۰}{۱۲}=۲۵cm^۳$$

مجموع حجم دو فلز قبل از مخلوط شدن برابر است با: $V_1+V_۲=۴۰+۲۵=۶۵cm^۳$

از حجم کل $۱۵cm^۳$ کاسته شده است، پس حجم مخلوط خواهد شد:

$$V_{\text{مخلوط}}=۶۵-۱۵=۵۰cm^۳$$

چگالی مخلوط را حساب می‌کنیم:

$$\rho=\frac{m}{V}=\frac{۴۰۰+۳۰۰}{۵۰}=۱۴g/cm^۳=۱۴۰۰kg/m^۳$$

نمای ۱۱

A ۱ ۱۱

یکاها باید در دو طرف تساوی سازگار باشند.

$$[x]=[\alpha][\beta]\Rightarrow m=[\alpha]\times s^۳\Rightarrow[\alpha]=m/s^۳,[x]=\frac{[\beta]}{[t+۳]}\Rightarrow m=\frac{\beta}{s}\Rightarrow\beta=m.s$$

دقت کنید که فقط کمیت‌های هم‌جنس را می‌توان با هم جمع یا تفریق کرد پس یکای ۳ در مخرج کسر باید با یکای t (زمان) یکی باشد.

نمای ۵

B ۲ ۱۲

۱ سال نوری برابر با مسافتی است که نور در مدت یکسال طی می‌کند. ابتدا یک سال را برحسب ثانیه به‌دست می‌آوریم.

$$۱y=۱y\times\frac{۳۶۵d}{۱y}\times\frac{۲۴h}{۱d}\times\frac{۳۶۰۰s}{۱h}\Rightarrow۱y=۳۶۵\times۲۴\times۳۶۰۰s$$

۲ مسافتی که نور در یک سال طی می‌کند:

$$۱Ly=\text{زمان}\times\text{تندی}\Rightarrow۱Ly=۳\times۱۰^۸\times۳۶۵\times۲۴\times۳۶۰۰\text{ مسافت طی شده در یک سال}$$

۳ فاصلهٔ دو سیاره برحسب متر خواهد شد:

$$l=\text{زمان}\times\text{تندی}\Rightarrow l=۳\times۱۰^۸\times۳۶/۵\times۶۰(m)\text{ :فاصله دو سیاره}$$

۴ فاصلهٔ دو سیاره برحسب سال نوری برابر است با:

$$l=۳\times۱۰^۸\times۳۶/۵\times۶۰m\times\frac{۱Ly}{\underbrace{۳\times۱۰^۸\times۳۶۵\times۲۴\times۳۶۰۰}_{\text{ضریب تبدیل متر به سال نوری}}m}\Rightarrow l=\frac{۱}{۱۴۴۰۰}Ly$$

نمای ۳

B ۲ ۱۳

هر هکتومتر مربع $۱(hm)^۲=۱۰^۴m^۲$ را هکتار می‌نامند. برای بیان مساحت این مستطیل برحسب هکتار ابتدا باید ابعاد زمین را برحسب هکتومتر حساب کرد.

$$\text{طول:}۶۰۰۰ft\times\frac{۱۲in}{۱ft}\times\frac{۲/۵cm}{۱in}\times\frac{۱m}{۱۰۰cm}\times\frac{۱hm}{۱۰۰m}=۱۸hm$$

$$\text{عرض:}۴۰۰۰in\times\frac{۲/۵cm}{۱in}\times\frac{۱m}{۱۰۰cm}\times\frac{۱hm}{۱۰۰m}=۱hm$$

مساحت زمین برحسب هکتار خواهد شد: $۱۸hm\times۱hm=۱۸(hm)^۲\Rightarrow$ هکتار ۱۸

نمای ۳

B ۴ ۱۴

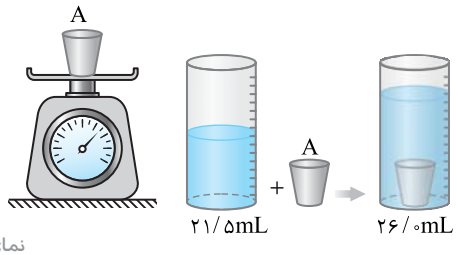
یادآوری هرگاه جسمی درون یک مایع قرار گیرد، حجم جسم برابر حجم مایع جابه‌جا شده است.

حجم جسم را به‌دست می‌آوریم: $V=۲۶-۲۱/۵\Rightarrow V=۴/۵mL\Rightarrow V=۴/۵cm^۳$

از طرفی هرگاه جسم درون یک مایع ته‌نشین شود قطعاً چگالی آن از چگالی مایع بیشتر است. جسم درون آب ته‌نشین شده است، بنابراین چگالی جسم باید از چگالی آب یعنی $(\rho_{\text{آب}}=۱g/cm^۳)$ بیشتر باشد. با توجه به تعریف چگالی خواهیم داشت:

$$\rho_{\text{جسم}}>\rho_{\text{آب}}\xrightarrow{\rho=\frac{m}{V}}\frac{m_{\text{جسم}}}{V_{\text{جسم}}}>۱\Rightarrow\frac{m_{\text{جسم}}}{۴/۵}>۱\Rightarrow m_{\text{جسم}}>۴/۵g$$

و تنها در گزینهٔ (۴) جرم بیشتر از ۴/۵g است.



نمای ۸

B ۳ ۱۵

۱ حجم استوانه A را حساب می‌کنیم: $V_A=\pi r^۲h\xrightarrow{\substack{r=R\\h=R}}V_A=\pi R^۳$

۲ جرم استوانهٔ A خواهد شد:

$$\rho_A=\frac{m}{V}\xrightarrow{\rho_A=\rho}\rho=\frac{m_A}{V_A}\Rightarrow m_A=\rho\pi R^۳$$

۳ حجم کره B را به‌دست می‌آوریم: $V_B=\frac{۴}{۳}\pi R^۳$

۴ جرم کره B برابر است با: $m_B=\rho_BV_B\xrightarrow{\rho_B=\frac{\rho}{۲}}m_B=\frac{\rho}{۲}(\frac{۴}{۳}\pi R^۳)$

۵ چگالی مکعب خواهد شد:

$$\rho_{\text{مکعب}}=\frac{m_A+m_B}{V_A+V_B}\Rightarrow\rho_{\text{مکعب}}=\frac{\rho\pi R^۳+\frac{۲}{۳}\rho\pi R^۳}{\pi R^۳+\frac{۴}{۳}\pi R^۳}=\frac{\frac{۵}{۳}\rho}{\frac{۷}{۳}}=\frac{۵}{۷}\rho$$

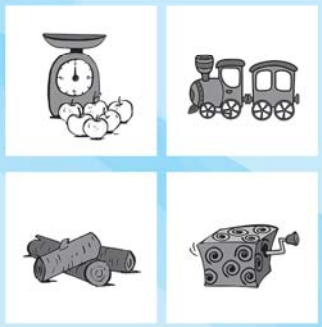
دقت کنید حجم مکعب برابر جمع حجم کره و حجم استوانه خواهد بود.

نمای ۱۰ و ۱۱

Windows 10

فصل دوم

ویژگی‌های فیزیکی مواد



در پاسخ این تست‌ها، تستی تحت عنوان بازی با سؤال قرار گرفته است.

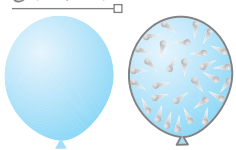
منتخبی از تست‌هایی که می‌توانید برای دورهٔ فصل، آن‌ها را حل کنید.

با اسکن QR Code یا با مراجعه به سایت نشر الگو می‌توانید فایل آزمون و پاسخ تشریحی بازی با سؤال را دریافت کنید.

پنجره یک روبه‌روی دو آزمونک

۱ شکل مقابل حرکت نامنظم ذرات گاز درون یک بادکنک را نشان می‌دهد. این شکل چه تعداد از ویژگی‌های گاز که در پایین ذکر شده‌اند، توجیه می‌کند؟

از کتاب درسی

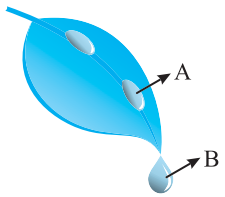


«تراکم‌پذیری گاز - پدیدهٔ پخش در گاز - نامشخص بودن شکل گاز»

۱) صفر ۲) ۱
۳) ۲ ۴) ۳

۲ مطابق شکل قطره‌های شبنمی روی برگ درختی قرار دارند، کدام گزینهٔ زیر درست است؟

از کتاب درسی



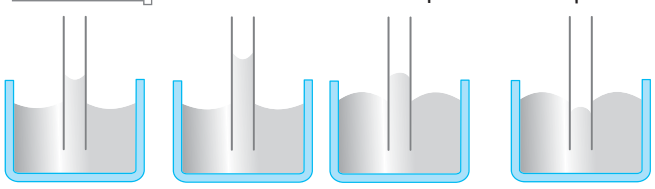
۱) شبنم A به‌دلیل اختلاف نیروی هم‌چسبی و دگرچسبی کروی قرار می‌گیرد.
۲) شبنم B به‌دلیل کشش سطحی کروی شده است.
۳) در شبنم A برخلاف شبنم B، هم‌چسبی بزرگ‌تر از دگرچسبی است.
۴) گزینه‌های (۱) و (۲) درست می‌باشند.

۳ در هریک از گزینه‌های زیر دو پدیده بیان شده است، در کدام گزینه علت هر دو یکسان است؟

از کتاب درسی

۱) تغییر رنگ آب در اثر ریختن جوهر، استشمام بوی عطر در هوا
۲) کروی شدن قطره‌های آب هنگام سقوط، قرار گرفتن سوزن فولادی روی آب
۳) استفاده از مایع شوینده در شستن ظرف، کوچک‌تر بودن قطره‌های آب در دماهای بالا
۴) هر سه گزینه درست است.

۴ اگر یک لوله مویین را که دو سر آن باز است، به‌طور قائم در جیوه فرو ببریم، به صورت کدام‌یک از شکل‌های زیر در می‌آید؟ خارج تجربی - ۹۹

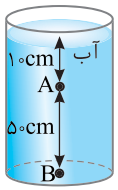


۱) A
۲) B
۳) C
۴) D

۵ یک مکعب فلزی همگن به چگالی $8\,g/cm^3$ بر سطح افقی قرار دارد و طول هر ضلع آن $10\,cm$ است. اگر فشاری که این مکعب بر سطح قاعده‌اش وارد می‌کند، ۷۲۰۰ پاسکال باشد، کدام گزینه درست است؟ $(g=10\,N/kg)$

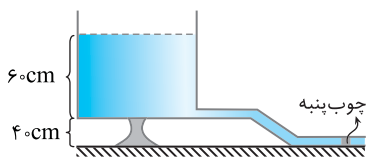
۱) این مکعب توپُر و کامل است.
۲) این مکعب دارای حفره‌ای به حجم $100\,cm^3$ است.
۳) این مکعب دارای حفره‌ای به حجم $900\,cm^3$ است.
۴) اطلاعات مسئله کافی نیست.

۶ در شکل مقابل فشار در نقطهٔ B چند برابر فشار در نقطهٔ A است؟ $(P_0=9/9\times10^4\,Pa\,,\rho_{آب}=1\,g/cm^3,g=10\,m/s^2)$ تجربی - ۸۹



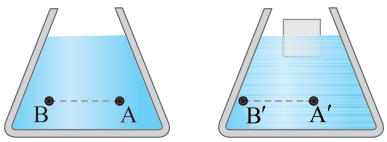
۱) $\frac{6}{5}$ ۲) $\frac{5}{4}$
۳) $\frac{20}{19}$ ۴) $\frac{21}{20}$

۷ آب یک مخزن توسط شیلنگی به سطح مقطع $4\,cm^2$ خارج می‌شود. اگر ته شیلنگ توسط یک چوب‌پنبه بسته شده باشد تا جریان آب متوقف شود، نیروی اصطکاک بین چوب‌پنبه و شیلنگ چند نیوتون است؟ (چگالی آب $1\,g/cm^3$، فشار هوا $10^5\,Pa$ و $g=10\,N/kg$)



۱) ۴ ۲) ۱۶
۳) ۴۴ ۴) ۲/۴

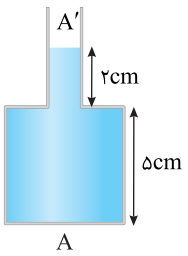
۸ مطابق شکل‌های روبه‌رو در حالت اول فشار در نقاط A و B برابر P_A و P_B و در حالت دوم که جسمی روی سطح آب شناور شده است، فشار در نقاط A و B برابر $P_{A'}$ و $P_{B'}$ می‌شود. کدام گزینه درست است؟



۱) $P_{A'}-P_A>P'_B-P_B$ ۲) $P_{A'}-P_B=P_{B'}-P_A$
۳) $P_{A'}-P_A=P_{B'}-P_B$ ۴) گزینهٔ (۲) و (۳) درست است.

۹ در ظرف روبه‌رو اگر یک لیتر آب به سر ظرف اضافه کنیم، فشار وارد بر کف ظرف ۴۰۰Pa زیاد می‌شود، نسبت $\frac{A}{A'}$ چقدر است؟ ($\rho_{آب}=1g/cm^3$ و حجم آب اولیه موجود در ظرف ۲L است.)

$(g=10N/kg)$

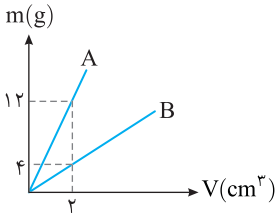


آزمون مدارس برتر

۱) ۱/۵
۲) ۱/۲
۳) ۲/۵
۴) ۳

۱۰ در یک ظرف استوانه‌ای‌شکل به مساحت قاعده $40cm^2$ دو مایع A و B ریخته شده است و ارتفاع مایع A، ۱۰cm است. اگر نمودار جرم برحسب حجم دو مایع به‌صورت روبه‌رو باشد و فشار وارد بر کف ظرف توسط دو مایع ۱۰kPa باشد، جرم مایع B ریخته شده در ظرف چند کیلوگرم است؟

$(g=10N/kg)$



۱) ۳/۲
۲) ۱/۶
۳) ۰/۸
۴) ۱/۲

پنجره دو رو به روی سه آزمونک

۱ مکعب مستطیل فلزی توپری به ابعاد $5cm\times4cm\times2cm$ و چگالی $8g/cm^3$ از طرف یکی از وجه‌هایش روی سطح افقی قرار می‌گیرد. بیشترین فشاری که مکعب مستطیل می‌تواند بر سطح وارد کند، چند پاسکال است؟ $(g=10N/kg)$

ریاضی - ۹۸

۱) $1/6\times10^2$
۲) 4×10^2
۳) $1/6\times10^3$
۴) 4×10^3

۲ کف استخر پر از آبی به عمق h از کاشی‌های $5cm\times5cm$ پوشانده شده است. اگر فشار کل وارد بر کف استخر $2/2\times10^5Pa$ و مساحت کف استخر $28m^2$ باشد، فشار و نیروی وارد بر یک کاشی کف این استخر از طرف آب به ترتیب از راست به چپ در SI کدام است؟

$(P_0=10^5Pa)$

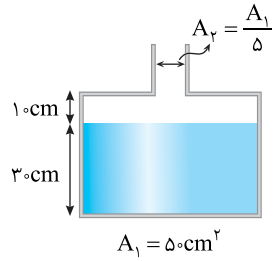
۱) $2/2\times10^5$ ، ۵۵۰
۲) $1/2\times10^5$ ، ۳۰۰
۳) $1/2\times10^5$ ، ۵۵۰
۴) $2/2\times10^5$ ، ۳۰۰

۳ مکعبی به ضلع ۶۰cm پر از آب است. اگر همهٔ آب این مکعب را درون استوانه‌ای که مساحت قاعدهٔ آن $0/72m^2$ است بریزیم، فشاری که این آب در کف استوانه ایجاد می‌کند چند برابر فشاری است که در کف مکعب ایجاد می‌کند؟

خارج تجربی - ۹۶

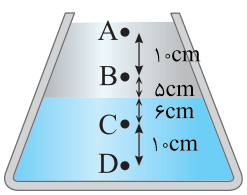
۱) π
۲) $\frac{1}{2}$
۳) $\sqrt{2}$
۴) ۱

۴ در شکل روبه‌رو چگالی مایع $1/5g/cm^3$ است. اگر ۹۰۰g از همین مایع به ظرف اضافه کنیم فشار وارد بر کف ظرف چند پاسکال می‌شود؟ $(g=10N/kg)$



۱) $2/5\times10^3$
۲) 5×10^3
۳) $7/5\times10^3$
۴) 10^4

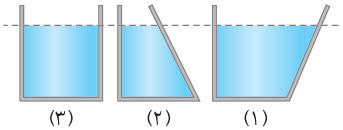
۵ در شکل روبه‌رو دو مایع درون ظرفی قرار دارد و اختلاف فشار بین نقاط A و B، ۸۰۰ پاسکال و اختلاف فشار بین نقاط C و D، ۱۲۰۰Pa است. اختلاف فشار بین نقاط B و C چند پاسکال است؟ $(g=10N/kg)$



خارج تجربی - ۹۹

۱) ۱۰۰۰
۲) ۱۱۲۰
۳) ۱۰۲۰
۴) ۹۲۰

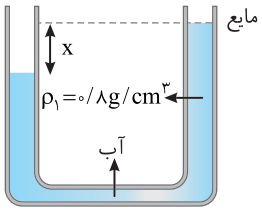
۶ در ظرف‌های شکل مقابل با سطح مقطع‌های یکسان، مقادیر متفاوتی از مایعی به چگالی ρ تا ارتفاع یکسان می‌ریزیم. اگر نیرویی که از طرف هر مایع به کف ظرف وارد می‌شود به ترتیب F_1 و F_2 و F_3 بنامیم، کدام‌یک از گزینه‌های زیر درست است؟



۱) $F_1 = F_2 = F_3$
۲) $F_1 > F_3 > F_2$
۳) $F_1 < F_3 < F_2$
۴) $F_1 > F_2 > F_3$

۷ مایعی به چگالی $0/8 g/cm^3$ که با آب مخلوط نمی‌شود، مطابق شکل روبه‌رو در حال تعادل است. اگر اختلاف ارتفاع آب در دو شاخه ۱۰ سانتی‌متر باشد، x چند سانتی‌متر است؟ $(g = 10 N/kg, \rho_{آب} = 1 g/cm^3)$

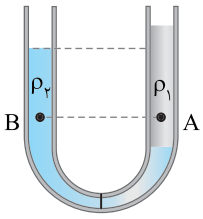
خارج ریاضی - ۹۱



۱) ۱۲/۵
۲) ۴/۵
۳) ۸
۴) ۲/۵

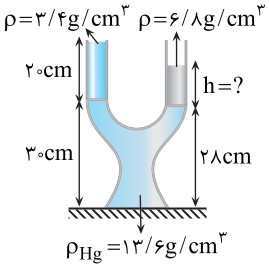
۸ در شکل مقابل درون لولهٔ U شکل دو مایع مخلوط‌نشدنی با چگالی‌های ρ_1 و ρ_2 ریخته شده و فشار در نقاط A و B درون دو مایع به ترتیب P_A و P_B است. کدام گزینه درست است؟

خارج تجربی - ۹۵



۱) $P_B < P_A$ ، $\rho_2 > \rho_1$
۲) $P_B > P_A$ ، $\rho_2 > \rho_1$
۳) $P_B < P_A$ ، $\rho_2 < \rho_1$
۴) $P_B > P_A$ ، $\rho_2 < \rho_1$

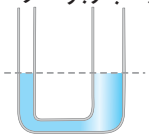
۹ در ظرفی مطابق شکل چند مایع ریخته‌ایم، فشار مایع‌ها در کف ظرف چند سانتی‌متر جیوه است؟ $(g = 10 N/kg)$



۱) ۵
۲) ۲۵
۳) ۳۵
۴) ۳۰

۱۰ در یک لولهٔ U شکل که مساحت قاعدهٔ لولهٔ سمت راست و چپ آن به ترتیب $5 cm^2$ و $2 cm^2$ است، مطابق شکل روبه‌رو، آب وجود دارد. در لولهٔ سمت چپ چند گرم روغن بریزیم تا سطح آب در لولهٔ سمت راست ۴ سانتی‌متر بالا رود؟ $(g = 10 m/s^2, \rho_{آب} = 1 g/cm^3, \rho_{روغن} = 0/8 g/cm^3)$

خارج ریاضی - ۹۶



۱) ۱۷/۵
۲) ۲۸
۳) ۳۵
۴) ۷۰

پنجره سه رو به روی چهار آزمونک

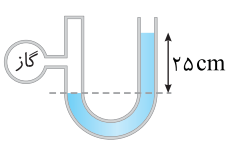
۱ فشار کل در عمق ۱۸ متری آب یک دریاچه ۱/۷۵ برابر فشار کل در عمق ۶ متری همان دریاچه است. فشار هوای محیط دریاچه تقریباً چند سانتی‌متر جیوه است؟ $(\rho_w = 1 g/cm^3, \rho_{Hg} = 13/6 g/cm^3, g = 10 N/kg)$

از کتاب درسی

۱) ۷۵
۲) ۷۳/۵
۳) ۷۶
۴) ۷۲

۲ در شکل روبه‌رو اختلاف فشار گاز درون مخزن با محیط (فشار پیمانه‌ای) $5 \times 10^3 Pa$ است. چگالی مایع چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟ $(g = 10 N/kg)$

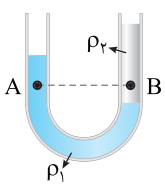
ریاضی - ۹۱



۱) ۱۲۰۰
۲) ۲۰۰۰
۳) ۱/۲
۴) ۲

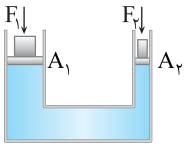
۳ در شکل مقابل، فشار در نقطهٔ A برابر P_A و فشار در نقطهٔ B برابر P_B است. کدام گزینه رابطهٔ این دو فشار را درست بیان می‌کند؟

تجربی - ۹۵



۱) $P_A = P_B$
۲) $P_A > P_B$
۳) $P_A < P_B$
۴) بستگی به چگالی دو مایع دارد.

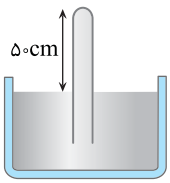
۴ در شکل روبه‌رو، به دو پیستون (با جرم ناچیز) که روی یک مایع قرار دارند نیروهای F_1 و F_2 وارد می‌شود و فشار P_1 و P_2 را روی دو سطح هم‌تراز A_1 و A_2 ایجاد می‌کنند. اگر پیستون‌ها تحت تأثیر این نیروها حرکت نکنند (در تعادل باشند)، نتیجه می‌گیریم که .....



خارج ریاضی - ۸۷

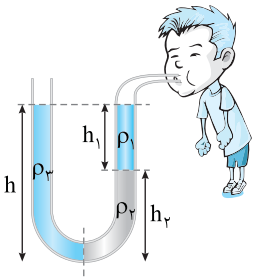
۱) $F_1 = F_2$ ۲) $F_1 = (\frac{A_1}{A_2})F_2$ ۳) $P_1 = (\frac{A_1}{A_2})P_2$ ۴) $F_1 = (\frac{A_2}{A_1})F_2$

۵ در شکل مقابل یک لولهٔ پُر از جیوه را وارد تشتک پُر از جیوه‌ای کرده‌ایم. اگر لوله را ۵cm از درون تشتک بیرون بکشیم، نیروی وارد بر ته لوله چه تغییری می‌کند؟ (فشار هوای محیط ۷۵cmHg است.)



۱) ۱۰٪ کاهش می‌یابد. ۲) ۲۰٪ افزایش می‌یابد.
۳) ۲۰٪ کاهش می‌یابد. ۴) ۱۰٪ افزایش می‌یابد.

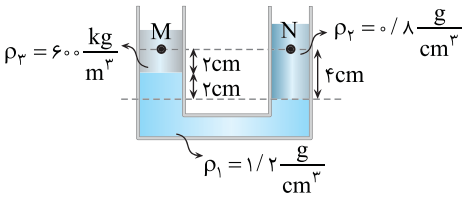
۶ در شکل روبه‌رو شخصی در سمت راست لوله‌ای که حاوی سه مایع به چگالی‌های ρ_1 و ρ_2 و ρ_3 است، می‌دمد. اگر رابطهٔ چگالی‌ها به صورت $\rho_3 = \rho_1 + \rho_2$ باشد، فشار پیمانه‌ای هوای درون ریهٔ شخص که از شاخهٔ سمت راست لوله در آن می‌دمد، چند پاسکال است؟



آزمون مدارس برتر

۱) $\rho_1 g h_2 + \rho_2 g h_1$ ۲) $\rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2$
۳) $\rho_3 g(h_1 + h_2)$ ۴) $(\rho_3 - \rho_1) g h$

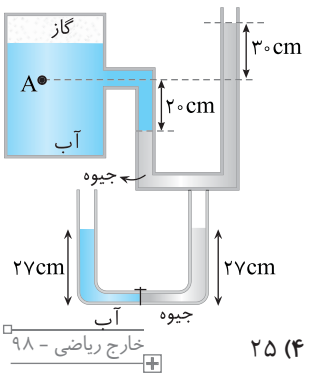
۷ در شکل مقابل سه مایع در حال تعادل‌اند. $P_N - P_M$ چند پاسکال است؟ $(g = 10 N/kg)$



خارج ریاضی - ۹۴

۱) ۴۰
۲) ۸۰
۳) ۱۲۰
۴) ۶۰

۸ در شکل مقابل، فشار در نقطهٔ A چند کیلوپاسکال است؟ (فشار هوا $= 10^5$ پاسکال، $\rho_{آب} = 1000 kg/m^3$، $g = 10 N/kg$، $\rho_{جیوه} = 13600 kg/m^3$)



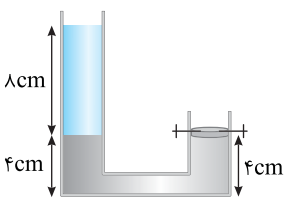
خارج ریاضی - ۹۴

۱) ۶۸
۲) ۱۴۱
۳) ۱۶۶
۴) ۱۷۰

۹ دو ظرف استوانه‌ای مشابه به وسیلهٔ لولهٔ بسیار باریک با حجم ناچیز به یکدیگر مربوط‌اند و مطابق شکل مقابل در یکی از استوانه‌ها آب و در دیگری جیوه قرار دارد. اگر شیر ارتباطی بین دو ظرف را باز کنیم، سطح جیوه در لوله چند سانتی‌متر پایین می‌آید؟ $(\rho_{جیوه} = 13/5 g/cm^3$ و $\rho_{آب} = 1 g/cm^3)$

۱) ۲ ۲) ۵ ۳) ۱۲/۵ ۴) ۲۵

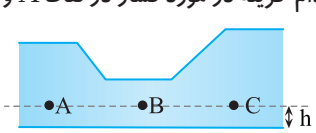
۱۰ در شکل مقابل لولهٔ رابطِ دو شاخه باریک بوده و حجم یکسانی از دو مایع $\rho_1 = 1200 kg/m^3$ و $\rho_2 = 800 kg/m^3$ در لوله ریخته‌ایم و فشار وارد بر درپوش از طرف مایع‌ها P_1 است. اگر دو مایع را از لوله خارج کرده و با هم مخلوط کنیم و دوباره در لوله بریزیم، فشار وارد بر درپوش از طرف مایع‌ها P_1 می‌شود. $\frac{P_2}{P_1}$ کدام است؟ (سطح مقطع لوله ثابت و لولهٔ رابط دارای حجم ناچیز است.) $(g = 10 N/kg)$



۱) $\frac{۴}{۳}$ ۲) $\frac{۳}{۴}$ ۳) $\frac{۵}{۴}$ ۴) $\frac{۴}{۵}$

پنجره چهار روبه‌روی پنج آزمونک

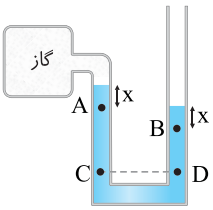
۱ در شکل روبه‌رو نقاط A و B و C در یک ارتفاع از لوله که دارای جریان پایا و لایه‌ای است قرار دارند. کدام گزینه در مورد فشار در نقاط A و B و C درست است؟



از کتاب درسی

۱) $P_A = P_B = P_C$ ۲) $P_B < P_A < P_C$
۳) $P_B > P_A > P_C$ ۴) $P_A = P_B < P_C$

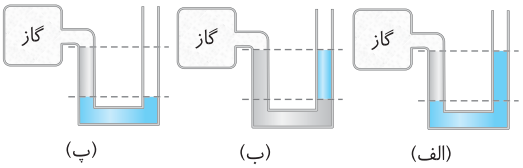
۲ در شکل مقابل مایع در حال تعادل است. اگر فشار در نقاط A، B، C و D به‌ترتیب P_A، P_B، P_C و P_D باشد، کدام گزینه درست است؟



تجربی - ۹۵

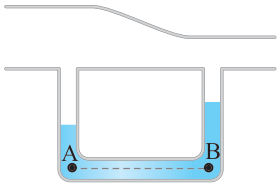
۱) $P_D = P_C > P_A > P_B$
۲) $P_D > P_C > P_B > P_A$
۳) $P_D = P_C > P_B > P_A$
۴) $P_D = P_C > P_B = P_A$

۳ کدام گزینه مخزن‌هایی با فشار پیمانه‌ای منفی را نشان می‌دهد؟



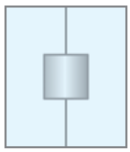
۱) (الف)، (ب)
۲) (الف)، (پ)
۳) (ب)، (پ)
۴) هر سه مخزن گاز، فشار پیمانه‌ای منفی دارند.

۴ در شکل زیر در لولهٔ افقی با سطح مقطع مختلف هوا در جریان است. اگر فشار مایع در نقاط A و B به‌ترتیب P_A و P_B باشد، کدام گزینه در مورد مقایسه فشار در این دو نقطه درست است؟



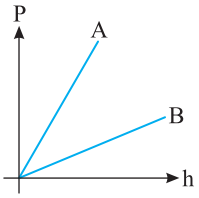
۱) $P_A = P_B$
۲) $P_A > P_B$
۳) $P_A < P_B$
۴) اظهارنظر قطعی نمی‌توان کرد.

۵ در شکل مقابل ظرف پر از مایع است و جسم توپری توسط دو نخ نازک به بالا و پایین ظرف متصل است. کدام نخ زودتر پاره می‌شود؟



۱) نخ بالایی
۲) نخ پایینی
۳) هیچ‌کدام از نخ‌ها پاره نمی‌شوند.
۴) بسته به شرایط هر سه گزینه ممکن است.

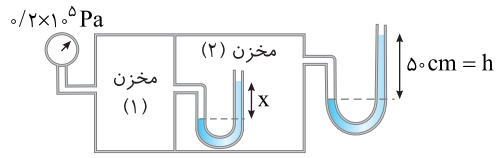
۶ نمودار روبه‌رو مربوط به تغییرات فشار مایع‌های A و B بر حسب عمق از سطح آزاد دو مایع است. یک قطعه چوب که چگالی آن کمتر از مایع‌های A و B است را یک‌بار در سطح مایع A و بار دیگر در سطح مایع B شناور می‌کنیم. در کدام حالت حجم بیشتری از چوب در مایع فرومی‌رود؟



۱) در مایع B
۲) در مایع A
۳) در هر دو میزان فرورفتن یکسان است.
۴) اظهارنظر قطعی نمی‌توان کرد.

۷ در شکل روبه‌رو، مقدار x چند سانتی‌متر است؟ (فشار هوای جو $۱۰^۵ Pa$، مایع درون لوله‌ها آب و چگالی آب $۱ g/cm^۳$ است.)

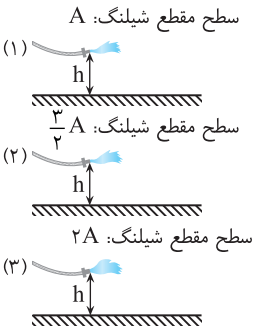
$(g = ۱۰ N/kg)$



از کتاب درسی

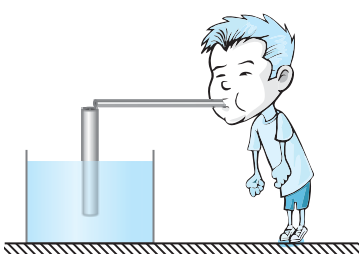
۱) ۱۵۰
۲) ۲۵۰
۳) ۱۰۰
۴) ۶۰

۸ مطابق شکل سه شیلنگ که در آن‌ها جریان آب با آهنگ یکسان وجود دارد در اختیار داریم. اگر محل فرود آب به سطح زمین در سه شیلنگ به ترتیب $d_۱$، $d_۲$ و $d_۳$ باشد، کدام گزینه درست است؟



۱) $d_۳ = d_۲ = d_۱$
۲) $d_۳ > d_۲ > d_۱$
۳) $d_۳ < d_۲ < d_۱$
۴) $d_۲ < d_۳ < d_۱$

۹ مطابق شکل به وسیلهٔ یک نی، بالای یک نی دیگر که درون آب است، می‌دمیم تا فشار بالای نی قائم $\frac{۱}{n}$ برابر شود. چه ارتفاعی از آب از نی بالا می‌آید؟

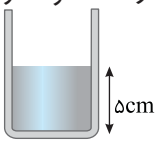


$(P_۰ = ۱۰^۵ Pa, \rho_{آب} = ۱ g/cm^۳, g = ۱۰ N/kg)$

۱) $\frac{۱۰}{n}$
۲) $\frac{۱۰}{n-۱}$
۳) $(\frac{n-۱}{n})۱۰$
۴) $(\frac{n+۱}{n})۱۰$

۱۰ درون ظرف استوانه‌ای به شعاع $2cm$ مقداری جیوه وجود دارد. روی این جیوه چند سانتی‌متر آب بریزیم تا فشار پیمانه‌ای در کف استوانه دو برابر شود؟ $(\rho_{آب}=1g/cm^3 \ , \ \rho_{Hg}=13/6g/cm^3)$

تجربی - ۹۹



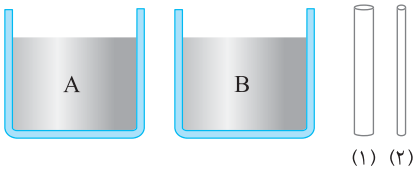
۱) ۳۴ ۲) ۱۰۲
۳) ۶۸ ۴) ۷۴

پنجره تو در تو · آزمون فصل ·

۱ فاصلهٔ میانگین بین مولکول‌های مجاور در یک ماده درحالت تعادل در حدود $1\mathring{A}$ است. اگر فرض کنیم فاصلهٔ بین دو مولکول از این ماده $10^{-13}m$ باشد، نیروی بین آن‌ها ..... و اگر فاصلهٔ بین آن‌ها $10^{-5}m$ باشد، نیروی بین آن‌ها ..... است.

۱) ربایشی - رانشی ۲) ربایشی - صفر ۳) رانشی - رانشی ۴) رانشی - صفر

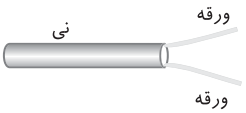
۲ دو لوله مویین هم‌جنس که قطر لوله اول بیشتر از قطر لوله دوم است، در اختیار داریم. مطابق شکل یک بار هر لوله را در ظرفی که حاوی مایع A است فرو می‌بریم و بار دیگر لوله اول را درون مایع A و لوله دوم را درون مایع B فرو می‌بریم. اگر نیروی دگرچسبی بین لوله‌ها و مایع در هر دو مایع بیشتر از نیروی هم‌چسبی مایع باشد، در حالت اول ..... و در حالت دوم ..... .



۱) ارتفاع مایع در دو لوله یکسان است - ممکن است ارتفاع مایع در دو لوله یکسان باشد.
۲) ارتفاع مایع در لوله دوم بیشتر از لوله اول است - ممکن است ارتفاع مایع در دو لوله یکسان باشد.
۳) ارتفاع مایع در لوله اول بیشتر از لوله دوم است - ارتفاع مایع در لوله اول بیشتر از لوله دوم است.
۴) ارتفاع مایع در لوله دوم بیشتر از لوله اول است - قطعاً ارتفاع مایع در لوله دوم بیشتر از لوله اول است.

۳ مطابق شکل اگر بخواهیم دو ورقه به‌هم نزدیک شوند، باید ..... .

از کتاب درسی



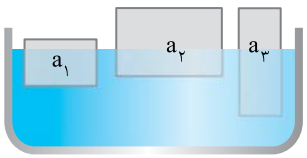
۱) درون نی بدمیم. ۲) بالای نی بدمیم.
۳) پایین نی بدمیم. ۴) بالا و پایین نی بدمیم.

۴ با یک دستگاه فشارخون عقربه‌ای، فشارخون فردی در شرایط یکسان یک‌بار در سطح زمین و با دیگر در بالای کوه اندازه‌گیری می‌شود. اگر فشارخون فرد در حالت اول P_1 و در حالت دوم P_2 باشد، کدام گزینه درست است؟

۱) $P_1=P_2$ ۲) $P_1>P_2$ ۳) $P_1<P_2$ ۴) اظهارنظر قطعی نمی‌توان کرد.

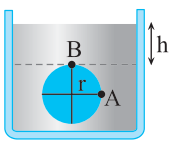
۵ سه جسم a_1، a_2 و a_3 با چگالی‌های متفاوت بر سطح آب شناورند. کدام رابطه بین چگالی آن‌ها درست است؟

خارج تجربی - ۹۹



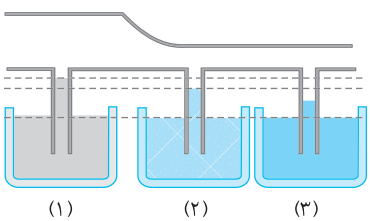
۱) $\rho_1>\rho_3>\rho_2$ ۲) $\rho_1>\rho_2>\rho_3$
۳) $\rho_3>\rho_1>\rho_2$ ۴) $\rho_3>\rho_2>\rho_1$

۶ مطابق شکل زیر، یک سطح دایره‌ای به شعاع r را درون شاره‌ای ساکن به چگالی ρ در نظر بگیرید. اختلاف فشار کل بین دو نقطه A و B کدام است؟



۱) $\rho g(h+r)$ ۲) ρgr
۳) $\rho g(h+\sqrt{2}r)$ ۴) $\rho g(h+2r)$

۷ با حرکت جریان هوا در لولهٔ افقی با سطح مقطع متغیر مطابق شکل، سطح مایع در لوله‌های عمودی محتوی مایع‌های (۱)، (۲) و (۳) مطابق شکل مقابل خواهد شد. کدام گزینه رابطهٔ بین چگالی سه مایع را به درستی نشان می‌دهد؟



۱) $\rho_3>\rho_2>\rho_1$ ۲) $\rho_3>\rho_1>\rho_2$
۳) $\rho_1=\rho_2>\rho_3$ ۴) $\rho_3>\rho_1=\rho_2$

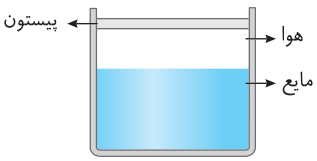
۸ یک زیردریایی در عمق ۱۰ متری دریا دارای حفره‌ای با مساحت $50cm^2$ است که با یک درپوش پوشانده شده است. حداقل چه نیرویی باید به درپوش وارد شود تا آب به داخل زیردریایی نفوذ نکند؟ (فشار هوای داخل زیردریایی $0/8atm$ و فشار جو $1atm$ است و $\rho_{آب}=1g/cm^3$، $1atm=10^5Pa$ و $g=10N/kg$)

آزمون مدارس برتر

۱) ۶۰ ۲) ۶۰۰ ۳) ۱۲۰ ۴) ۱۲۰۰

۹ در شکل مقابل، فشار در سطح مایع P_1 و در کف ظرف P_2 است. با پایین آوردن پیستون، فشار را در سطح مایع دو برابر می‌کنیم. فشار کل در کف ظرف در این حالت P'_2 می‌شود. کدام رابطه درست است؟

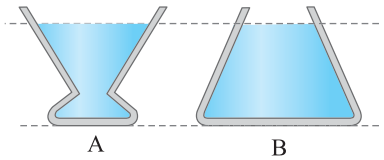
کنکور دهه‌های گذشته



۱) $P'_2=2P_2$ ۲) $P'_2=P_2$

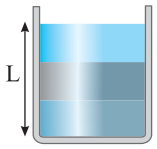
۳) $2P_2<P'_2<3P_2$ ۴) $P_2<P'_2<2P_2$

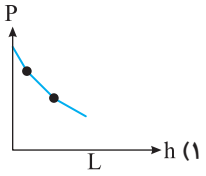
۱۰ مطابق شکل روبه‌رو، در دو ظرف A و B از یک مایع می‌ریزیم. اگر مساحت کف ظرف B، ۳ برابر مساحت کف ظرف A و همچنین وزن مایع A، ۱/۵ برابر وزن مایع B باشد، بعد از ایجاد تعادل، اگر نیرویی که هر یک از مایع‌ها به کف ظرف خودشان وارد می‌کنند را با F نشان دهیم، در این صورت $\frac{P_A}{P_B}$ و $\frac{F_A}{F_B}$ به‌ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟

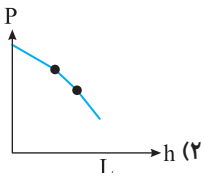


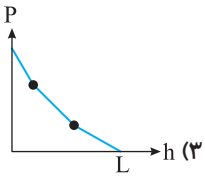
۱) $\frac{3}{2}$ و ۱ ۲) ۱ و $\frac{3}{2}$ ۳) ۱ و $\frac{1}{3}$ ۴) $\frac{1}{3}$ و ۱

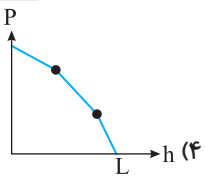
۱۱ سه مایع مخلوط نشدنی با چگالی‌های متفاوت را مطابق شکل در یک استوانه ریخته‌ایم. کدام نمودار فشار برحسب ارتفاع مایع از کف ظرف را به‌درستی نشان می‌دهد؟



۱) 

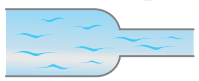
۲) 

۳) 

۴) 

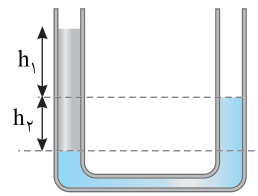
۱۲ مطابق شکل مقابل درون لوله‌ای افقی با دو سطح مقطع متفاوت آب با جریان لایه‌ای و پایا در حرکت است و همه جای لوله پر از آب است. اگر انرژی جنبشی یک گرم آب در قسمت راست لوله ۱۶ برابر انرژی جنبشی یک گرم آب در قسمت چپ لوله باشد، قطر قسمت راست لوله چند برابر قطر قسمت چپ آن است؟

آزمون مدارس برتر



۱) $\frac{1}{4}$ ۲) $\frac{1}{16}$ ۳) $\frac{1}{2}$ ۴) $\frac{1}{8}$

۱۳ در شکل روبه‌رو در یک لولهٔ U‌شکل مقداری آب و روغن در حال تعادل قرار دارند. نسبت $\frac{h_1}{h_2}$ کدام است؟

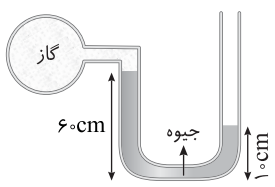


($\rho_{آب}=1g/cm^3$ و $\rho_{روغن}=0/8g/cm^3$)

۱) $\frac{5}{4}$ ۲) $\frac{1}{4}$

۳) ۴ ۴) $\frac{4}{5}$

۱۴ در شکل روبه‌رو جیوه در حال تعادل است. فشار گاز محبوس شده برحسب کیلوپاسکال کدام است؟

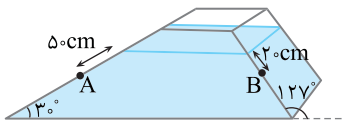


($P_0=10^5Pa$، $g=10N/kg$ و $\rho_{جیوه}=13600kg/m^3$)

۱) ۱۷ ۲) ۳۲

۳) ۲۵/۵ ۴) ۸/۵

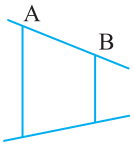
۱۵ مطابق شکل درون یک ظرف، مایعی به چگالی $3/4g/cm^3$ ریخته شده است. اختلاف فشار بین دو نقطهٔ A و B چند سانتی‌متر جیوه است؟



($\rho_{جیوه}=13/6g/cm^3$ و $P_{هوا}=76cmHg$)

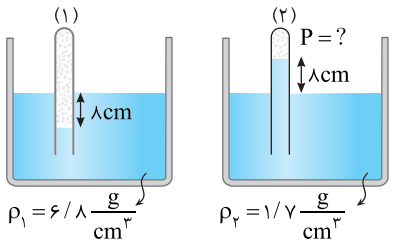
۱) ۲/۲۵ ۲) ۹ ۳) ۴/۵ ۴) ۲/۵

۱۶ در شکل روبه‌رو آهنگ جریان آب درون لوله از A به B به‌صورت پایا برقرار است. اگر حین حرکت آب از A تا B شعاع سطح مقطع لوله ۳۷/۵ درصد کاهش یابد، تندی جریان آب چگونه تغییر می‌کند؟



۱) ۱۵۶ درصد افزایش می‌یابد.
۲) ۱۴۴ درصد افزایش می‌یابد.
۳) تغییر نمی‌کند.
۴) ۲۰ درصد افزایش می‌یابد.

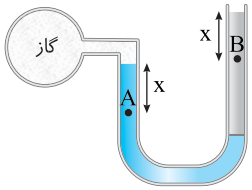
۱۷ در شکل مقابل، ظرف‌ها هر دو در یک محیط هستند، فشار گاز محبوس در بالای لوله در ظرف (۱) برابر ۷۹cmHg است. فشار گاز محبوس در بالای لوله در ظرف (۲) چند سانتی‌متر جیوه است؟ $(\rho_{\text{جیوه}}=13/6\,g/cm^3)$



۱) ۷۷
۲) ۷۵
۳) ۷۶
۴) ۷۴

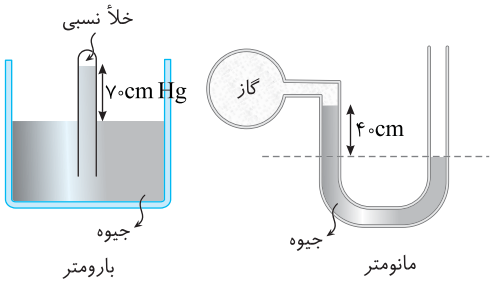
۱۸ در شکل زیر، دو مایع در لولهٔ U‌شکل در حال تعادل هستند. اگر فشار در نقاط A و B به ترتیب P_A و P_B باشد، کدام گزینه درست است؟

آزمون مدارس برتر



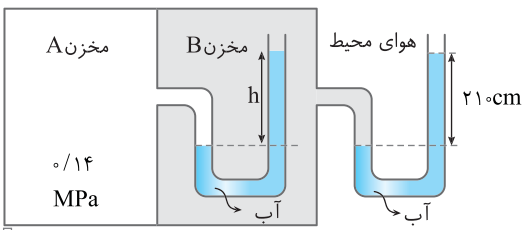
۱) $P_A<P_B$
۲) $P_A>P_B$
۳) $P_A=P_B$
۴) بسته به شرایط هر سه گزینه می‌تواند درست باشد.

۱۹ مطابق شکل مقابل درون اتاقی یک کپسول گاز را به یک مانومتر وصل کرده‌ایم و یک بارومتر قرار داده‌ایم. فشار کپسول گاز چند کیلوپاسکال است؟ $(g=10\,N/kg\ ،\ \rho_{Hg}=13/5\,g/cm^3)$



۱) ۳۰
۲) ۴۰
۳) ۴۰/۵
۴) ۵۴

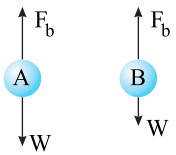
۲۰ در شکل روبه‌رو ارتفاع h چند سانتی‌متر است؟ $(g=10\,N/kg$ ، فشار هوای محیط $10^5\,Pa$ و چگالی آب $1000\,kg/m^3$ است.)



۱) ۱۸۰
۲) ۱۸۶
۳) ۱۹۰
۴) ۲۱۰

۲۱ به دو جسم از طرف مایع نیروی شناوری F_b و نیروی وزن W وارد شده است. کدام گزینه درست است؟

از کتاب درسی



۱) جسم A غوطه‌ور بوده و جسم B درون مایع بالا می‌رود.
۲) جسم A شناور بوده و جسم B درون مایع بالا می‌رود.
۳) جسم A غوطه‌ور بوده و جسم B پایین می‌رود.
۴) گزینهٔ (۱) و (۲) درست است.

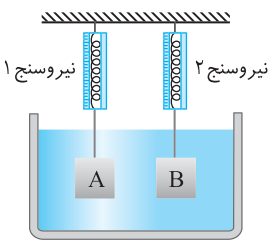
۲۲ یک محلول آب و الکل در اختیار داریم که حجم آب درون محلول V_1 و حجم الکل درون محلول V_2 است. اگر یک قالب یخ به محلول اضافه کنیم با چه شرایطی یخ روی سطح محلول شناور می‌ماند؟ $(\rho_{\text{آب}}=1\,g/cm^3\ ،\ \rho_{\text{یخ}}=0/9\,g/cm^3\ ،\ \rho_{\text{الکل}}=0/8\,g/cm^3)$

آزمون مدارس برتر

۱) $V_1=V_2$
۲) $V_1>V_2$
۳) $V_1<V_2$
۴) اظهارنظر قطعی نمی‌توان کرد.

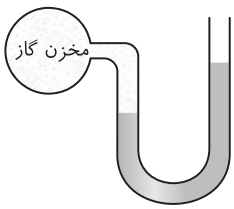
۲۳ دو مکعب هم‌جنس به شکل ظاهری یکسان درون مایعی قرار گرفته‌اند. اگر عددی که نیروسنج (۱) نشان می‌دهد بیشتر از عددی باشد که نیروسنج (۲) نشان می‌دهد، کدام گزینه می‌تواند درست باشد؟

آزمون مدارس برتر



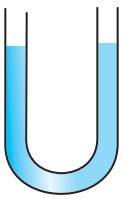
۱) مکعب A دارای حفره است و مکعب B توپر است.
۲) مکعب B دارای حفره است و مکعب A توپر است.
۳) هر دو مکعب توپر هستند.
۴) هر سه گزینه نادرست است.

۲۴ در شکل روبه‌رو، قطر دو شاخه یکسان است. اگر در مخزن گاز سوراخی ایجاد کنیم، سطح مایع در شاخه سمت راست $1\,m$ پایین می‌آید. فشار پیمانه‌ای گاز درون مخزن قبل از سوراخ کردن چند کیلو پاسکال بوده است؟ $(\rho_{\text{مایع}}=1\,g/cm^3, P_0=10^5\,Pa, g=10\,N/kg)$



۱) ۱
۲) ۲
۳) ۱۰
۴) ۲۰

۲۵ مطابق شکل مقابل درون لوله Uشکلی مقدار معینی جیوه ریخته‌ایم. اگر از دهانه سمت راست لوله آن‌قدر آب بریزیم که ارتفاع ستون آب در آن $40/8\,cm$ شود و از دهانه سمت چپ نیز آن‌قدر آب بریزیم که ارتفاع ستون آب $13/6\,cm$ شود، سطح جیوه در لوله سمت راست نسبت به حالت اولیه چگونه تغییر می‌کند؟ ($\rho_{\text{جیوه}}=13/6\,g/cm^3$ ، $\rho_{\text{آب}}=1\,g/cm^3$ و سطح مقطع لوله در سرتاسر آن یکسان است.)



۱) $1\,cm$ بالا می‌رود.
۲) $2\,cm$ بالا می‌رود.
۳) $1\,cm$ پایین می‌رود.
۴) $2\,cm$ پایین می‌رود.

فصل دوم: ویژگی‌های فیزیکی مواد

آزمونک (پنجرهٔ ۱ و ۲)

B ۴ ۱

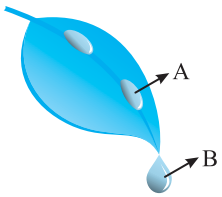
۱ شکل به فاصلهٔ مولکولی زیاد گازها که باعث تراکم‌پذیری آن‌ها می‌شود، اشاره دارد.

۲ همچنین شکل حرکت نامنظم گاز درون یک بادکنک را نشان می‌دهد که باعث می‌شود گازها شکل مشخصی نداشته باشند و پدیدهٔ پخش در آن‌ها رخ دهد.

نمای ۱

B ۴ ۲

آب روی برگ به‌صورت قطره درمی‌آید زیرا نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب از نیروی دگرچسبی بین مولکول‌های آب و سطح برگ بیشتر است و گزینهٔ (۱) درست است.



هنگام سقوط شبنم B به دلیل کشش سطحی به‌صورت کره در می‌آید، بنابراین گزینهٔ (۲) درست است.

در شبنم A و همچنین شبنم B هم‌چسبی بزرگ‌تر از دگرچسبی است و گزینهٔ (۳) نادرست است.

نمای ۲

B ۴ ۳

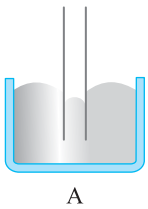
علت تغییر رنگ آب توسط جوهر و پخش شدن بوی عطر در هوا پدیده پخش در مایع و گاز است بنابراین گزینهٔ (۱) درست است.

کروی شدن قطره‌های آب هنگام سقوط و شناور ماندن سوزن فولادی بر سطح آب ناشی از پدیده کشش سطحی مولکول‌های آب است و گزینهٔ (۲) درست است.

استفاده از مایع شوینده سبب کاهش نیروی هم‌چسبی شده و شستن ظرف‌های چرب را ساده‌تر می‌کند و همچنین افزایش دما نیز نیروی هم‌چسبی را کاهش می‌دهد. بنابراین علت هر دو مورد کاهش نیروی هم‌چسبی است و گزینهٔ (۳) نیز درست است.

نمای ۱ و ۲

B ۴ ۴



به دلیل بزرگ بودن نیروی هم‌چسبی جیوه از نیروی دگرچسبی بین جیوه و لوله ، سطح جیوه درون لولهٔ مویین پایین‌تر از سطح جیوه درون ظرف است.

از طرفی سطح جیوه دارای برآمدگی (تحدب) است و شکل A درست است.

نمای ۳

B ۲ ۵

۱ در اولین مرحله با توجه به تعریف فشار، وزن و جرم این مکعب را حساب می‌کنیم.

$$P=\frac{W}{A}\xrightarrow[A=10^{-2}m^2]{P=7200Pa}7200=\frac{W}{10^{-2}}\Rightarrow W=72N\Rightarrow m=7/2kg$$

بنابراین جرم این مکعب $7/2kg$ است.

۲ حجم فلزی که این مکعب $7/2kg$ از آن ساخته شده است را به‌دست می‌آوریم:

$$\rho=\frac{m}{V}\xrightarrow{\rho=8g/cm^3=8000kg/m^3}8000=\frac{7/2}{V}$$

$$\Rightarrow V=9\times10^{-4}m^3\Rightarrow V=900cm^3$$

۳ حجم مکعبی که طول هر ضلع آن $10cm$ است خواهد شد:

$$V'=a^3=10^3\Rightarrow V'=1000\,cm^3$$

۴ درنتیجه مکعب توپر و کامل نیست، زیرا حجم فلزی که مکعب از آن ساخته شده $900cm^3$ و حجم مکعب کامل $1000cm^3$ است و حفره‌ای به حجم $1000-900=100cm^3$ درون این مکعب قرار دارد.

نمای ٤

B ۴ ۶

فشار در یک نقطه از مایع برابر است با: $P=P_0+\rho gh$

۱ فشار در نقطهٔ A را به‌دست می‌آوریم:

$$P_A=P_0+\rho gh_A\xrightarrow[\rho_{آب}=1g/cm^3=1000kg/m^3]{h_A=10cm=0/1m}P_A=9/9\times10^4+1000\times10\times0/1$$

$$\Rightarrow P_A=9/9\times10^4+0/1\times10^4=10\times10^4\,Pa$$

۲ فشار در نقطهٔ B را به‌دست می‌آوریم:

$$P_B=P_0+\rho gh_B\xrightarrow{h_B=60cm=0/6m}$$

$$P_B=9/9\times10^4+1000\times10\times0/6\Rightarrow P_B=9/9\times10^4+0/6\times10^4=10/5\times10^4\,Pa$$

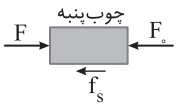
۳ نسبت خواسته شده را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{P_B}{P_A}=\frac{10/5\times10^4}{10\times10^4}\Rightarrow\frac{P_B}{P_A}=\frac{10/5}{10}=\frac{2/1}{2}=\frac{21}{20}$$

نمای ۵

B ۱ ۷

چوب‌پنبه ساکن است و نیروی خالص وارد بر آن صفر است. از طرفی فشار مایع در سمت چپ چوب‌پنبه برابر $P_{چوب‌پنبه}=P_0+\rho gh$ و در سمت راست چوب‌پنبه $P_1=P_0$ است. بنابراین نیرویی که از سمت راست توسط هوا بر چوب‌پنبه وارد می‌شود (F_0) از نیرویی که از سمت چپ توسط مایع بر چوب‌پنبه وارد می‌شود (F) کمتر است و باید چوب‌پنبه به بیرون پرت شود، اما چه نیرویی مانع خروج چوب‌پنبه شده است؟! قطعاً نیروی اصطکاک ایستایی بر چوب‌پنبه به سمت چپ وارد شده و با کمک F_0 مانع خروج چوب‌پنبه شده است. بنابراین می‌توان نوشت:



$$F_{net}=0\Rightarrow F-F_0-f_s=0$$

و $F_0=P_0A$ و $F=(P_0+\rho gh)A$ است.

$$(P_0+\rho gh)A-P_0A-f_s=0$$

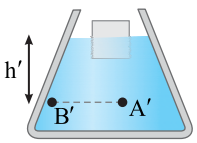
$$\Rightarrow f_s=(\rho gh)A=1000\times10\times(0/6+0/4)\times4\times10^{-4}=4N$$

میانبر از همان ابتدا می‌توانستیم تأثیر فشار هوا در دو طرف را حذف کنیم و نیروی اصطکاک را برابر نیروی ناشی از فشار آب بر چوب‌پنبه قرار دهیم. $f_s=P_{مایع}A$

نمای ۶

B ۴ ۸

یادآوری فشار در نقاط هم‌عمق در یک مایع ساکن با هم برابر است.



۱ با توجه به نکتهٔ بالا فشار در نقاط A و B با هم برابر است: $P_A=P_B=P$

۲ نقاط A' و B' نیز در عمق h' در مایع قرار دارد و فشار در نقاط A' و B' نیز با هم برابر است: $P_{A'}=P_{B'}=P'$

۳ بنابراین گزینه‌های (۲) و (۳) درست‌اند:

$$\begin{cases}P_A=P_B=P\\P_{A'}=P_{B'}=P'\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}P_{A'}-P_B=P'-P\\P_{B'}-P_A=P'-P\end{cases}\Rightarrow P_{A'}-P_B=P_{B'}-P_A$$

$$\begin{cases}P_A=P_B=P\\P'_{A'}=P_{B'}=P'\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}P_{A'}-P_A=P'-P\\P_{B'}-P_B=P'-P\end{cases}\Rightarrow P_{A'}-P_A=P_{B'}-P_B$$

نمای ۷

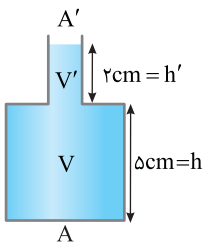
B ۲ ۹

خط فکری یک لیتر آب به ظرف اضافه شده و سبب شده تا فشار وارد بر کف ظرف $400Pa$ زیاد شود، یعنی فشاری که این $1L$ آب ایجاد کرده است، $400Pa$ است و با توجه به تعریف اصلی فشار $P=\frac{F}{A}$ ابتدا می‌توان مساحت دهانه ظرف

(A') را حساب کرد. سپس حجم آب موجود در قسمت باریک را $(A'h')$ به‌دست می‌آوریم. برای به‌دست آوردن حجم قسمت پهن ظرف، حجم قسمت باریک را از حجم کل آب $(2L)$ کم می‌کنیم.

۱ به کمک فشار ناشی از $1L$ آب، مساحت سطح دهانه را حساب می‌کنیم. (جرم $1lit$ آب $1kg$ است.)

$$P=\frac{F}{A'}\Rightarrow 400=\frac{10}{A'}$$
$$\Rightarrow A'=\frac{1}{40}m^2=2/5\times10^{-2}m^2$$



۲ حجم قسمت باریک را به‌دست می‌آوریم

$$V'=A'h'\Rightarrow V'=2/5\times10^{-2}\times\frac{2}{100}\Rightarrow V'=5\times10^{-4}m^3=0/5L$$

۳ حجم قسمت پایین ظرف خواهد شد: $V=2-0/5\Rightarrow V=1/5L=1500cm^3$

۴ اکنون مساحت سطح A قابل محاسبه است.

$$V=Ah\Rightarrow 1500=A\times5\Rightarrow A=300\,cm^2=3\times10^{-2}m^2$$

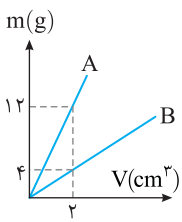
۵ نسبت $\frac{A}{A'}$ برابر است با:

$$\frac{A}{A'}=\frac{3\times10^{-2}}{2/5\times10^{-2}}=1/2$$

نمای ۹

B ۲ ۱۰

۱ ابتدا با توجه به نمودار چگالی هر مایع را حساب می‌کنیم.



$$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow\begin{cases}\rho_A=\frac{12}{2}=6g/cm^3=6000kg/m^3\\ \rho_B=\frac{4}{2}=2g/cm^3=2000kg/m^3\end{cases}$$

۲ فشار ناشی از مایع A را به‌دست می‌آوریم.

$$P_A=\rho_A g h_A\xrightarrow{h_A=10cm=0/1m}P_A=6000\times10\times\frac{10}{100}=6000Pa$$

۳ فشار مایع B را به کمک فشار در کف ظرف حساب می‌کنیم.

$$P_B=10000-6000\Rightarrow P_B=4000Pa$$

۴ ارتفاع مایع B خواهد شد:

$$P_B=\rho_B g h_B\Rightarrow 4000=2000\times10\times h_B\Rightarrow h_B=0/2m=20cm$$

۵ حجم مایع B برابر است با: $V_B=Ah_B\Rightarrow V_B=40\times20=800\,cm^3$

۶ اکنون جرم مایع B قابل محاسبه است.

$$\rho_B=\frac{m_B}{V_B}\Rightarrow m_B=\rho_B V_B\Rightarrow m_B=2\times800=1600g=1/6kg$$

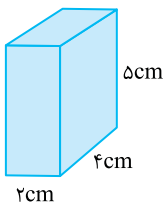
نمای ۱۰

آزمونک (پنجره ۲ و ۳)

B ۴ ۱

خط فکری بنا به تعریف فشار $P=\frac{F}{A}$ هر چه مساحت سطح A کمتر باشد، با ثابت بودن F فشار بیشتر می‌شود، بنابراین باید مسئله را این گونه حل کرد که مکعب مستطیل روی کوچک‌ترین سطح خود قرار دارد، در این حالت ارتفاع مکعب مستطیل بیشینه و فشار بیشینه است.

یادآوری برای یک جامد همگن توپر با شکل مکعب مستطیل فشار برابر است با: $P=\rho gh$



فشار بیشینه را حساب می‌کنیم.

$$P_{max}=\rho g h_{max}=8000\times10\times\frac{5}{100}$$
$$\Rightarrow P_{max}=4\times10^3Pa$$

نمای ٤

B ۲ ۲

فشار وارد از طرف آب بر کف استخر و بر سطح هر کاشی برابر است با:

$$P=P_{کل}-P_{\circ}\Rightarrow P=2/2\times10^5-10^5\Rightarrow P=1/2\times10^5Pa$$

نیروی وارد بر سطح هر کاشی خواهد شد:

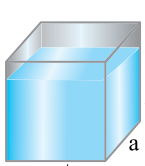
$$P=\frac{F}{A}\Rightarrow F=PA\Rightarrow F=1/2\times10^5\times(25\times10^{-4})\Rightarrow F=300N$$

نمای ۶

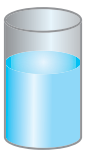
B ۲ ۳

نکته برای ظروفی که سطح مقطع آن‌ها ثابت است فشار حاصل از مایع درون آن‌ها از دو رابطهٔ مقابل به‌دست می‌آید: $P=\frac{mg}{A}=\rho gh$ (جرم مایع، مساحت سطح مقطع، چگالی مایع)

مقدار آب در هر دو ظرف مکعبی و استوانه‌ای یکسان است. بنابراین جرم آب در دو ظرف یکسان است:



$A_{مربع}=a^2=0/36m^2$



$A_{دایره}=0/72m^2$

$$\frac{P_{استوانه}}{P_{مکعب}}=\frac{\frac{m_1g}{A_{دایره}}}{\frac{m_2g}{A_{مربع}}}\xrightarrow{m_1=m_2}\frac{P_{استوانه}}{P_{مربع}}=\frac{A_{مربع}}{A_{دایره}}=\frac{0/36}{0/72}=\frac{1}{2}$$

$A_{دایره}=0/72m^2, A_{مربع}=0/36m^2$

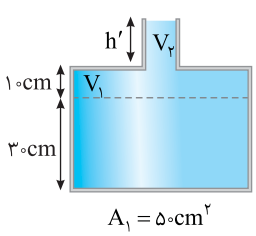
نمای ۶

B ۴ ۳

۱ ابتدا حجم $900g$ از مایع را به‌دست می‌آوریم:

$$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow 1/5=\frac{900}{V}\Rightarrow V=\frac{900}{1/5}=\frac{900\times2}{3}=600cm^3$$

۲ حال برای به‌دست آوردن فشار باید افزایش ارتفاع را به‌ازای $600cm^3$ مایع افزوده شده، محاسبه کرد.



$$V_1+V_2=600\Rightarrow 50\times10+h'\times10=600$$
$$\Rightarrow h'=10cm$$

۳ پس ارتفاع کل مایع درون ظرف برابر است با:

$$30+10+10=50cm$$

۴ فشار وارد بر کف ظرف خواهد شد:

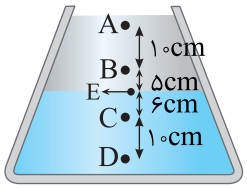
$$P=\rho gh=۱/۵\times۱۰^{۳}\times۱۰\times\frac{۵۰}{۱۰۰}=۷/۵\times۱۰^{۳}\,Pa$$

نمای ۹

B ۲ ۵

خط فکری اختلاف فشار بین دو نقطه از یک مایع به اختلاف عمق مایع بین آن دو نقطه بستگی دارد، یعنی $\Delta P=\rho g\Delta h$ است. بنابراین می‌توان به کمک اختلاف فشار (ΔP) و داشتن اختلاف عمق (Δh) چگالی مایع را حساب کرد.

۱ چگالی مایع بالایی را حساب می‌کنیم.



$$\Delta P_{AB}=\rho_۱ g(\Delta h_{AB})$$
$$\Rightarrow ۸۰۰=\rho_۱\times۱۰\times۰/۱$$
$$\Rightarrow \rho_۱=۸۰۰\,kg/m^{۳}$$

۲ چگالی مایع پایینی را به‌دست می‌آوریم.

$$\Delta P_{CD}=\rho_۲ g(\Delta h_{CD})\Rightarrow ۱۲۰۰=\rho_۲\times۱۰\times۰/۱=\rho_۲=۱۲۰۰\,kg/m^{۳}$$

۳ اکنون برای به‌دست آوردن اختلاف فشار بین نقاط B و C باید فشار حاصل از ۵cm از مایع $\rho_۱$ را با فشار حاصل از ۶cm از مایع $\rho_۲$ جمع کرد.

$$\Delta P_{BE}+\Delta P_{EC}=\rho_۱ g(\Delta h_{BE})+\rho_۲ g(\Delta h_{EC})=۸۰۰\times۱۰\times\frac{۵}{۱۰۰}+۱۲۰۰\times۱۰\times\frac{۶}{۱۰۰}$$
$$\Delta P_E=۴۰۰+۷۲۰=۱۱۲۰\,Pa$$

نمای ۱۰

B ۱ ۶

ارتفاع مایع در سه ظرف برابر است از طرفی مساحت کف هر سه ظرف یکسان است بنابراین نیرویی که از طرف مایع به کف هر ظرف وارد می‌شود خواهد شد:

$$F=PA=\rho ghA\xrightarrow[A_۱=A_۲=A_۳]{h_۱=h_۲=h_۳}F_۱=F_۲=F_۳$$

نمای ۹

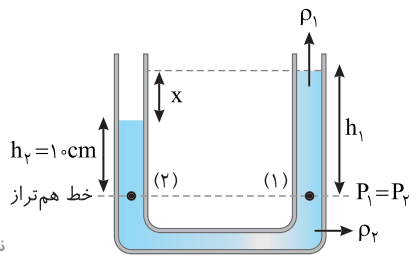
B ۴ ۷

خط هم‌تراز را رسم می‌کنیم و فشار در این نقاط را روی خط هم‌تراز برابر قرار می‌دهیم.

$$P_۱=P_۲\Rightarrow\rho_۱gh_۱+P_۰=\rho_۲gh_۲+P_۰\Rightarrow\rho_۱h_۱=\rho_۲h_۲\Rightarrow۰/۸\times h_۱=۱\times۱۰$$

$$h_۱=\frac{۱۰}{۰/۸}=۱۲/۵cm$$

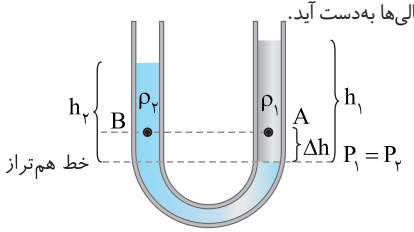
با توجه به شکل می‌توان نوشت: $h_۱=h_۲+x\Rightarrow۱۲/۵=۱۰+x\Rightarrow x=۲/۵cm$



نمای ۱۱

B ۱ ۸

خط هم‌تراز را رسم کرده، فشار در نقاط واقع بر آن را برابر قرار می‌دهیم تا به کمک آن رابطهٔ بین چگالی‌ها به‌دست آید.



$$P_۱=P_۲\Rightarrow\rho_۱gh_۱=\rho_۲gh_۲\xrightarrow{h_۱>h_۲}\rho_۲>\rho_۱$$

اکنون فشار نقاط A و B را مقایسه می‌کنیم:

$$P_۱=P_۲\Rightarrow\rho_۱g\Delta h+P_A=\rho_۲g\Delta h+P_B\xrightarrow{\rho_۲>\rho_۱}P_B<P_A$$

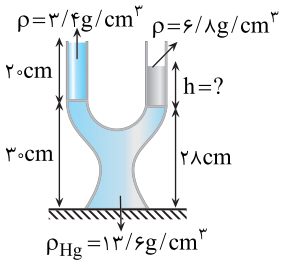
میانبر در لولهٔ U شکل مایعی که ته‌نشین می‌شود دارای چگالی بیشتری است. فشار دو نقطه که روی یک خط افقی در دو مایع در شاخه‌های لولهٔ U شکل قرار دارند با هم برابر نیست و در نقطه‌ای که ارتفاع مایع بالاسر آن بیشتر است بزرگ‌تر است.

نمای ۱۲

B ۳ ۹

خط فکری فشار در کف ظرف چه از شاخهٔ سمت چپ و چه از شاخهٔ سمت راست حساب شود، یکسان است. بنابراین به سراغ شاخهٔ سمت چپ می‌رویم زیرا ارتفاع مایعات در آن مشخص است.

فشار در کف ظرف بر حسب cmHg خواسته شده است، بنابراین فشار مایع با چگالی $\rho=۳/۴g/cm^{۳}$ و ارتفاع ۲۰cm را بر حسب cmHg به‌دست می‌آوریم.



$$\rho gh=\rho_{Hg}gh_{Hg}\Rightarrow۳/۴\times۲۰=۱۳/۶h_{Hg}\Rightarrow h_{Hg}=۵cm\Rightarrow P_{\text{مایع}}=۵cmHg$$

اکنون کافی است فشار مایع را با فشار ستون ۳۰cm جیوه جمع کنیم تا فشار در کف ظرف به‌دست آید.

$$P=۳۰+۵=۳۵cmHg$$

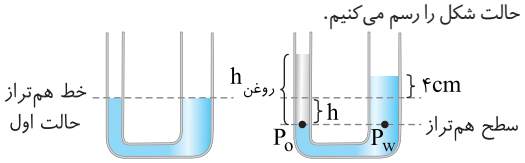
نمای ۱۰ و ۱۱

B ۲ ۱۰

خط فکری حجم آبی که در شاخه سمت چپ پایین می‌رود برابر حجم آبی است که در شاخه سمت راست بالا می‌آید و این کلید حل مسئله است.

$$\Delta V_{\text{چپ}}=\Delta V_{\text{راست}}\Rightarrow(Ah)_{\text{چپ}}=(Ah)_{\text{راست}}$$
$$۲\times h_{\text{چپ}}=۵\times۴\Rightarrow h_{\text{چپ}}=۱۰cm$$

در دو حالت شکل را رسم می‌کنیم.



اکنون با توجه به سطح هم‌تراز می‌توان نوشت:

$$P_o=P_w\Rightarrow\rho_o h_{\text{روغن}}=\rho_w h_{\text{آب}}$$

$$\Rightarrow۰/۸\times h_{\text{روغن}}=۱\times۱۴\Rightarrow h_{\text{روغن}}=\frac{۱۴۰}{۸}\Rightarrow h_{\text{روغن}}=۱۷/۵cm$$

حجم روغن اضافه شده برابر است با: $V=Ah_{\text{روغن}}=۲\times۱۷/۵=۳۵cm^{۳}$

جرم روغن اضافه شده را به‌دست می‌آوریم: $\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow m=۰/۸\times۳۵\Rightarrow m=۲۸g$

میانبر تغییر ارتفاع مایع در دو شاخهٔ لولهٔ U شکل با مساحت سطح مقطع لوله‌ها و هم‌چنین با مجذور قطر سطح مقطع لوله‌ها نسبت وارون دارد.

$$\frac{h_۲}{h_۱}=\left(\frac{A_۱}{A_۲}\right)=\left(\frac{D_۱}{D_۲}\right)^{۲}$$

نمای ۱۳

آزمونک (پنجره ۳ و ۴)

۱ ۲ B

خط فکری فشار کل برابر $P_{کل}=P_{\circ}+\rho gh$ است، بنابراین در حل این مسئله کافی است فشار کل را یک بار برای عمق ۱۸ متری و بار دیگر برای عمق ۶ متری بنویسیم، سپس نسبت آن‌ها را برابر ۱/۷۵ قرار دهیم.

۱ فشار در عمق ۱۸ متری و ۶ متری خواهد شد:

$$P=P_{\circ}+\rho gh\Rightarrow\begin{cases}\xrightarrow{h=18m}P=P_{\circ}+1000\times10\times18=P_{\circ}+18\times10^4\\ \xrightarrow{h=6m}P'=P_{\circ}+1000\times10\times6=P_{\circ}+6\times10^4\end{cases}$$

۲ با توجه به فرض مسئله که $\frac{P}{P'}=1/75$ است، می‌توان نوشت:

$$\frac{P_{\circ}+18\times10^4}{P_{\circ}+6\times10^4}=1/75\Rightarrow P_{\circ}+18\times10^4=1/75P_{\circ}+1/75\times6\times10^4$$

$$0/75P_{\circ}=18\times10^4-10/5\times10^4\Rightarrow0/75P_{\circ}=7/5\times10^4\Rightarrow P_{\circ}=10^5\,Pa$$

۳ اکنون فشار هوای محیط را بر حسب cmHg به‌دست می‌آوریم.

$$P=\rho_{Hg}gh_{Hg}\xrightarrow{\rho_{Hg}=13600kg/m^3}10^5=13600\times10\times h_{Hg}$$

$$h_{Hg}=\frac{100}{136}\sim0/735mHg=73/5cmHg$$

نمای ۱۴

۴ ۲ B

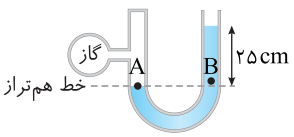
خط تراز را می‌کشیم. فشار در نقاط A و B واقع بر خط تراز برابر است و فشار در نقطهٔ A برابر فشار مخزن گاز $(P_A=P_{گاز})$ و فشار در نقطهٔ B برابر مجموع فشار هوا و فشار ستون ۲۵cm مایع است.

$$P_A=P_B\Rightarrow P_{گاز}=P_{\circ}+\rho gh$$

با توجه به فرض مسئله اختلاف فشار گاز درون مخزن با فشار هوا برابر $5\times10^3\,Pa$ است. بنابراین:

$$P_{گاز}-P_{\circ}=\rho gh\xrightarrow{P_{گاز}-P_{\circ}=5\times10^3}5\times10^3=\rho\times10\times\frac{25}{100}$$

$$\rho=2\times10^3kg/m^3\Rightarrow\rho=2g/cm^3$$



میانبر اختلاف فشار گاز و فشار هوا همان فشار ستون ۲۵cm مایع است.

$$P_{گاز}-P_{\circ}=\rho gh$$

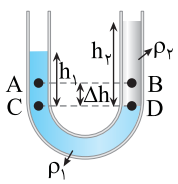
نمای ۱۶

۳ ۳ B

نقاط هم‌تراز درون یک مایع ساکن هم‌فشارند. بنابراین

$$P_C=P_D\Rightarrow P_{\circ}+\rho_1gh_1=P_{\circ}+\rho_2gh_2$$

$$\Rightarrow\rho_1h_1=\rho_2h_2\Rightarrow\frac{\rho_1}{\rho_2}=\frac{h_2}{h_1},h_2>h_1\Rightarrow\rho_1>\rho_2$$



(البته با توجه به شکل و بدون محاسبه، با توجه به اینکه مایع ρ_2 روی مایع ρ_1 قرار گرفته، نتیجه می‌گیریم مایع ρ_2 چگالی کمتری دارد.) می‌توان فشار در نقطهٔ C را جمع فشار در نقطهٔ A و فشار $\rho_1g\Delta h$ و فشار در نقطهٔ D را نیز جمع فشار در نقطهٔ B و فشار $\rho_2g\Delta h$ در نظر گرفت:

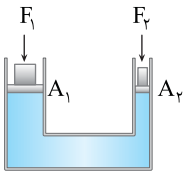
$$P_C=P_D\Rightarrow P_A+\rho_1g\Delta h=P_B+\rho_2g\Delta h$$

$$\Rightarrow P_B-P_A=(\rho_1-\rho_2)g\Delta h\xrightarrow{\rho_1>\rho_2}P_B>P_A$$

نتیجه در لوله‌های U شکل که دو مایع مخلوط نشدنی در آن قرار دارد، اگر نقاط روی یک خط افقی درون دو مایع باشند، نقطه‌ای که در مایع چگال‌تر قرار دارد، فشار کمتری خواهد داشت یا می‌توان گفت که هر نقطه‌ای که ارتفاع مایع بالای آن بیشتر باشد، فشار بیشتری دارد.

نمای ۱۲

۲ ۴ A

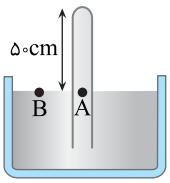


فشار P_1 و P_2 روی دو سطح هم‌تراز A_1 و A_2 برابر است. بنابراین:

$$P_1=P_2\Rightarrow\frac{F_1}{A_1}=\frac{F_2}{A_2}\Rightarrow F_1=(\frac{A_1}{A_2})F_2$$

نمای ۱۱

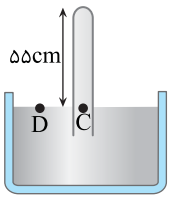
۳ ۵ B



به شکل روبه‌رو نگاه کنید، نقاط A و B روی یک خط ترازند و فشار آن‌ها با هم برابر است. فشار در نقطهٔ B برابر فشار هوا و فشار در نقطهٔ A برابر مجموع فشار وارد بر ته لوله (P_1) و فشار ستون ۵۰ سانتی‌متر جیوه است.

$$P_A=P_B\Rightarrow P_1+P_{جیوه}=P_{\circ}\Rightarrow P_1+50=75$$

$$\Rightarrow P_1=25\,cmHg$$



نیروی وارد بر ته لوله در این حالت برابر است با:

$$F_1=P_1A\Rightarrow F_1=25\times A$$

لوله را در حالت دوم ۵cm بیرون کشیده‌ایم، بنابراین خواهیم داشت:

$$P_C=P_D\Rightarrow P_2+P_{جیوه}=P_{\circ}$$

$$\Rightarrow P_2+55=75\Rightarrow P_2=20cmHg$$

نیروی وارد بر ته لوله در این حالت خواهد شد:

$$F_2=P_2A\Rightarrow F_2=20\times A$$

درصد تغییرات نیرو خواهد شد:

$$\frac{\Delta F}{F_1}\times100=\frac{20A-25A}{25A}\times100=-20\%$$

بنابراین نیروی وارد بر ته لوله ۲۰٪ کاهش می‌یابد.

نمای ۱۵

۱ ۶ B

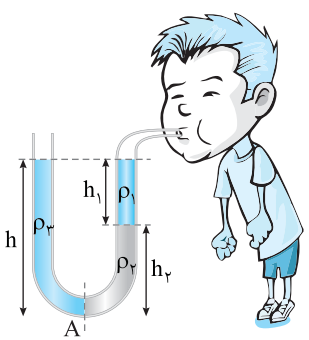
با توجه به شکل فشار شاخهٔ سمت چپ با فشار شاخهٔ سمت راست در نقطهٔ A برابر است. فشار در شاخهٔ چپ مجموع فشار هوا و فشار مایع ρ_3 است و فشار در شاخهٔ سمت راست، مجموع فشار ستون h_1 از مایع ρ_1، فشار ستون h_2 از مایع ρ_2 و فشار هوای درون ریه شخص است. بنابراین:

$$P_{شاخه\ چپ}=P_{شاخه\ راست}\Rightarrow P_{\circ}+\rho_3gh=\rho_1gh_1+\rho_2gh_2+P_{شخص}$$

$$\xrightarrow{\rho_3=\rho_1+\rho_2}P_{\circ}+(\rho_1+\rho_2)g(h_1+h_2)=\rho_1gh_1+\rho_2gh_2+P_{شخص}$$

$$P_{\circ}+\rho_1gh_1+\rho_1gh_2+\rho_2gh_1+\rho_2gh_2=\rho_1gh_1+\rho_2gh_2+P_{شخص}$$

$$P_{شخص}-P_{\circ}=\rho_1gh_2+\rho_2gh_1\Rightarrow P_g=\rho_1gh_2+\rho_2gh_1$$



نمای ۱۷

۱۷ C ۱

۱ خط هم‌تراز را رسم می‌کنیم. فشار $P_۱=P_۲$ است.

۲ برای به‌دست آوردن فشار در نقطهٔ N، از $P_۲$ مقدار $\rho_۲gh_۲$ را کم می‌کنیم.

$$P_N=P_۲-\rho_۲gh_۲=P_۲-۸۰۰\times۱۰\times\frac{۴}{۱۰۰}=P_۲-۳۲۰$$

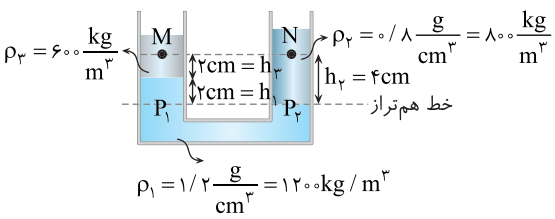
۳ برای به‌دست آوردن فشار در نقطهٔ M از فشار $P_۱$ مقدار $\rho_۱gh_۱$ و $\rho_۳gh_۳$ را کم می‌کنیم.

$$P_M=P_۱-(\rho_۱gh_۱+\rho_۳gh_۳)\Rightarrow P_M=P_۱-(۱۲۰۰\times۱۰\times\frac{۲}{۱۰۰}+۶۰۰\times۱۰\times\frac{۲}{۱۰۰})$$

$$\Rightarrow P_M=P_۱-(۲۴۰+۱۲۰)\Rightarrow P_M=P_۱-۳۶۰$$

۴ اکنون اختلاف فشار نقاط M و N را حساب می‌کنیم.

$$P_N-P_M=P_۲-۳۲۰-(P_۱-۳۶۰)\xrightarrow{P_۱=P_۲}P_N-P_M=۴۰Pa$$



نمای ۱۲

۱۸ B ۸ ۳

خط فکری خط تراز را رسم می‌کنیم. فشار نقطهٔ B و فشار نقطهٔ C با هم برابر است. فشار نقطهٔ C برابر مجموع فشار ۲۰+۳۰=۵۰cm جیوه و فشار هوای محیط است. فشار نقطهٔ C را به‌دست می‌آوریم، سپس فشار نقطهٔ B را با فشار نقطهٔ C برابر قرار می‌دهیم. برای یافتن فشار نقطهٔ A کافی است از فشار نقطهٔ B، فشار ستون ۲۰cm آب بالای B را کم کنیم.

۱ فشار در نقطهٔ C را حساب می‌کنیم.

$$P_C=P_۰+P_{Hg}\Rightarrow P=۱۰^۵+\rho_{Hg}gh_{Hg}$$

$$\Rightarrow P_C=۱۰^۵+۱۳۶۰۰\times۱۰\times\frac{۵۰}{۱۰۰}\Rightarrow P_C=۱۰^۵+۶۸۰۰۰\Rightarrow P_C=۱۶۸۰۰۰Pa$$

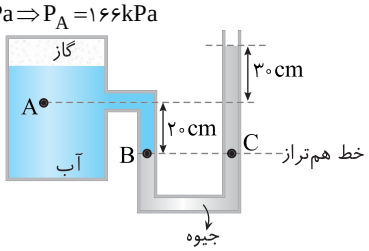
۲ فشار نقطهٔ B که روی خط تراز با نقطهٔ C قرار دارد نیز برابر است با:

$$P_B=P_C\Rightarrow P_B=۱۶۸۰۰۰Pa$$

۳ فشار در نقطهٔ A برابر فشار در نقطهٔ B، منهای فشار ۲۰cm آب بالای B است.

$$P_A=P_B-\rho_Wgh_W=۱۶۸۰۰۰-۱۰۰۰\times۱۰\times\frac{۲۰}{۱۰۰}$$

$$=۱۶۶۰۰۰Pa\Rightarrow P_A=۱۶۶kPa$$



نمای ۱۷

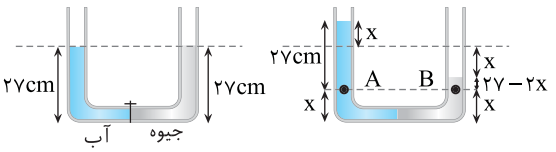
۱۹ B ۹ ۳

چگالی جیوه از چگالی آب بیشتر است، پس با باز کردن شیر، جیوه زیر آب قرار می‌گیرد. چون سطح مقطع دو لوله یکسان است، اگر در شاخه سمت راست جیوه به ارتفاع x پایین بیاید در شاخهٔ سمت چپ به همان اندازه بالا خواهد رفت.

در این حالت در شاخهٔ سمت چپ ۲۷cm آب و به اندازهٔ x سانتی‌متر جیوه قرار می‌گیرد و در شاخهٔ سمت راست به اندازه ۲۷−x جیوه قرار دارد. شکل را در دو حالت رسم می‌کنیم و خط هم‌تراز را می‌کشیم و فشار در این نقاط را برابر قرار می‌دهیم.

$$P_A=P_B\Rightarrow\rho_Wgh_W=\rho_{Hg}gh_{Hg}\Rightarrow۱\times۲۷=۱۳/۵(۲۷-۲x)$$

$$۲x=۲۵\Rightarrow x=۱۲/۵cm$$



نمای ۱۳

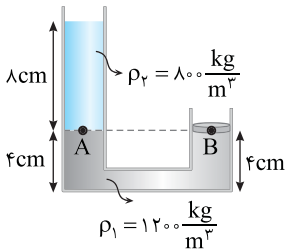
۲۰ A ۱۰ ۳

۱ در حالت اول با استفاده از خط تراز فشار وارد بر درپوش را حساب می‌کنیم.

یادآوری مایع با چگالی بیشتر در ظرف ته‌نشین می‌شود:

$$P_A=P_B\xrightarrow[\text{فشار وارد بر درپوش است}]{\text{فشار در نقطهٔ B}}\rho_۲gh=P_۱$$

$$\Rightarrow۸۰۰\times۱۰\times\frac{۸}{۱۰۰}=P_۱\Rightarrow۶۴۰Pa=P_۱$$



۲ در حالت دوم دو مایع با هم مخلوط شده‌اند. در واقع ۸cm مایع $\rho_۲$ با ۸cm مایع $\rho_۱$ مخلوط شده است:

$$\rho_{۱۲}=\frac{m_۱+m_۲}{V_۱+V_۲}=\frac{\rho_۱V_۱+\rho_۲V_۲}{V_۱+V_۲}=\frac{\rho_۱Ah_۱+\rho_۲Ah_۲}{Ah_۱+Ah_۲}\xrightarrow[\text{A را ساده می‌کنیم}]{\text{از صورت و مخرج}}$$

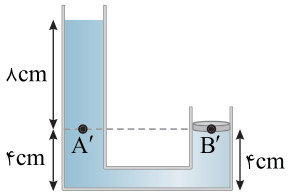
$$\rho_{۱۲}=\frac{\rho_۱h_۱+\rho_۲h_۲}{h_۱+h_۲}=\frac{۸۰۰\times\frac{۸}{۱۰۰}+۱۲۰۰\times\frac{۸}{۱۰۰}}{\frac{۸}{۱۰۰}+\frac{۸}{۱۰۰}}=\frac{۶۴+۹۶}{\frac{۱۶}{۱۰۰}}=۱۰۰۰kg/m^۳$$

۳ مایع مخلوط در لوله به صورت زیر قرار می‌گیرد:

$$P_{A'}=P_{B'}\Rightarrow\rho_{۱۲}g\frac{۸}{۱۰۰}=P_۲\Rightarrow۱۰۰۰\times۱۰\times\frac{۸}{۱۰۰}=P_۲\Rightarrow۸۰۰Pa=P_۲$$

۴ بنابراین:

$$\frac{P_۲}{P_۱}=\frac{۸۰۰}{۶۴۰}\Rightarrow\frac{P_۲}{P_۱}=\frac{۵}{۴}$$



نمای ۱۱ و ۱۳

آزمونک (پنجرهٔ ۴ و ۵)

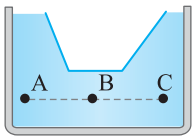
A ۱ ۲

شاره در حال جریان است، پس بنابر اصل برنولی هر قسمت از لوله که سطح مقطع بزرگ‌تری دارد، فشار بیشتری دارد:

$P_C > P_A > P_B$

نمای ۲۱

بازی با سؤال در شکل مقابل نقاط A و B و C در یک ارتفاع از ظرف قرار دارند. کدام گزینه درست است؟



۱) $P_A = P_B = P_C$

۲) $P_B < P_A < P_C$

۳) $P_B > P_A > P_C$

۴) $P_A = P_B < P_C$

گزینهٔ ۱

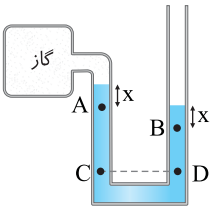
پاسخ برای مایع در حال سکون فشار نقاط در عمق یکسان با هم برابر است.

B ۲ ۳

۱ فشار در نقاط C و D برابر است، چرا؟

برای اینکه هر دو روی یک خط تراز درون یک مایع قرار دارند.

$P_C = P_D$



۲ قطعاً فشار نقاط C و D چون در عمق بیشتری نسبت به A و B قرار دارند، بیشتر است.

۳ اما در مورد نقطهٔ A و B:

با هم فکر کنیم، به نظر شما فشار گاز بیشتر است یا فشار هوا؟، مایع از سمت راست پایین رفته و از سمت چپ بالا آمده بنابراین باید فشار هوا از فشار گاز بیشتر باشد.

فشار در نقطهٔ A: $P_A = P_{\text{گاز}} + \rho g x$ $\xrightarrow{P_\circ > P_{\text{گاز}}}$ $P_B > P_A$

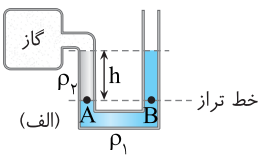
فشار در نقطهٔ B: $P_B = P_\circ + \rho g x$

نمای ۱۸

B ۳ ۳

خط فکری هرگاه فشار مخزن گاز از فشار هوا کمتر باشد، فشار پیمانه‌ای $(P_g = P_G - P_\circ)$ منفی به‌دست می‌آید.

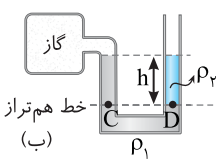
به شکل (الف) دقت کنید. مایع ρ_1 ته‌نشین شده بنابراین چگالی ρ_1 از چگالی ρ_2 بیشتر است. نقاط A و B روی خط تراز دارای فشار برابر هستند. از این رو:



$P_A = P_B \Rightarrow P_{\text{گاز}} + \rho_2 gh = P_\circ + \rho_1 gh \quad (1)$

همان‌گونه که گفته شد $\rho_1 > \rho_2$ بوده بنابراین $\rho_1 gh > \rho_2 gh$ است و برای آن که تساوی (۱) برقرار شود باید $P_\circ > P_{\text{گاز}}$ باشد، در نتیجه فشار پیمانه‌ای در شکل (الف) مثبت است.

برای شکل (ب) نیز مایع ρ_1 ته‌نشین شده بنابراین چگالی ρ_1 از چگالی ρ_2 بزرگ‌تر است $\rho_1 > \rho_2$. خط تراز را رسم می‌کنیم و فشار نقاط C و D واقع بر خط تراز را مساوی قرار می‌دهیم.

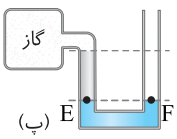


$P_C = P_D \Rightarrow P_{\text{گاز}} + \rho_1 gh = P_\circ + \rho_2 gh \quad (2)$

چون $\rho_1 > \rho_2$ بوده قطعاً $\rho_1 gh > \rho_2 gh$ است و برای آن که تساوی (۲) برقرار شود، باید $P_{\text{گاز}} < P_\circ$ باشد و فشار پیمانه‌ای گاز منفی است.

در شکل (پ) قطعاً فشار گاز از فشار هوا کمتر است، زیرا هوا توانسته است مایع را در شاخهٔ سمت چپ بالا ببرد یعنی با توجه به خط تراز:

$P_E = P_F \Rightarrow P_{\text{گاز}} + \rho gh = P_\circ \Rightarrow P_{\text{گاز}} < P_\circ$

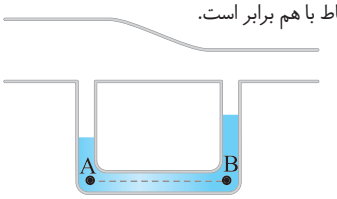


بنابراین فشار پیمانه‌ای منفی است.

نمای ۱۶

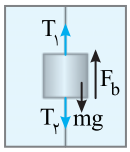
B ۴ ۱

با توجه به اینکه مایع در تعادل است و نقاط A و B در یک خط تراز در این مایع قرار دارند، فشار این نقاط با هم برابر است.



نمای ۲۱

B ۵ ۴



اگر نیروی وزن بیشتر از نیروی شناوری باشد، جسم تمایل به پایین رفتن دارد، پس نخ بالایی نیرو را تحمل می‌کند و ممکن است پاره شود. اگر نیروی شناوری بیشتر از نیروی وزن باشد جسم تمایل به بالا رفتن دارد پس نخ پایینی نیرو را تحمل می‌کند و ممکن است پاره شود و اگر نیروی شناوری و وزن با هم برابر باشند به هیچ‌کدام از نخ‌ها نیرو وارد نخواهد شد و در نتیجه هیچ‌کدام از آن‌ها پاره نمی‌شوند.

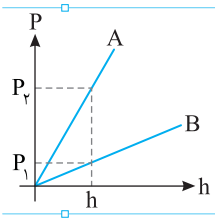
حالت اول: $mg > F_b \Rightarrow mg = F_b + T_1$

حالت دوم: $mg < F_b \Rightarrow F_b = mg + T_2$

حالت سوم: $mg = F_b$

نمای ۲۰

B ۶ ۱



با توجه به شکل روبه‌رو و رابطهٔ فشار داریم:

$P_2 > P_1 \Rightarrow \rho_A gh > \rho_B gh \Rightarrow \rho_A > \rho_B$

پس مایع A چگالی بیشتری دارد (غلیظ‌تره) و چوب در آن کمتر فرومی‌رود.

نمای ۲۰

B ۷ ۱

با توجه به هم‌فشار بودن نقاط هم‌تراز در یک مایع ساکن داریم:

یادآوری فشارسنج بوردون فشار پیمانه‌ای مخزن (۱) را نشان می‌دهد، بنابراین فشار مخزن (۱) برابر $P_\circ + 0/2\times10^5\,Pa$ یعنی $1/2\times10^5\,Pa$ است.

خط فکری فشار مخزن (۱) برابر $1/2\times10^5\,Pa$ است و فشار نقطهٔ A همان فشار مخزن (۱) و فشار نقطهٔ C همان فشار گاز مخزن (۲) است. به کمک رسم خط تراز در مخزن (۲) و خط تراز C و D مسئله قابل حل است.

۱) فشار نقاط A و B را که روی یک خط تراز قرار دارند برابر قرار می‌دهیم.

$P_A = P_B \Rightarrow (1)\text{ فشار مخزن } P_A = \overbrace{(2)\text{ فشار مخزن}}^{P_C} + \rho gx \Rightarrow P_A = P_C + \rho gx \quad (I)$

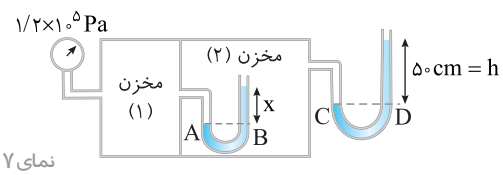
۲) فشار نقاط C و D که روی یک خط تراز قرار دارند با هم برابر است.

$P_C = P_D \Rightarrow (2)\text{ فشار مخزن } P_C = P_\circ + \rho gh \quad (II)$

۳) از رابطه (I) و (II) نتیجه می‌شود که:

$1/2\times10^5 = 10^5 + (1000\times10\times x) + (1000\times10\times0/5)$

$12 = 10 + x + 0/5 \Rightarrow x = 1/5\,m = 150\,cm$



نمای ۱۷

۳ ۸ A

آهنگ شارش حجمی شاره در هر سه شیلنگ یکسان است و با توجه به معادلهٔ پیوستگی می‌توان نوشت: $A_1v_1=A_2v_2=A_3v_3 \xrightarrow{A_3>A_2>A_1} v_1>v_2>v_3$

چون آب از شیلنگ (۱) با تندی بیشتری خارج می‌شود، مسافت بیشتری را طی می‌کند، با توجه به تندی‌ها داریم: $d_1>d_2>d_3$

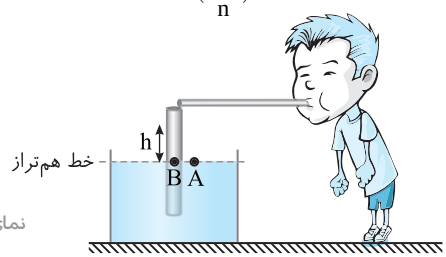
نمای ۲۲

۳ ۹ B

فشار در نقطهٔ A همان فشار هوای محیط $(P_A=P_0)$ است. اما فشار بالای هوای دهانهٔ لولهٔ قائم در اثر دمیدن در مقابل آن بنا به اصل برنولی کاهش یافته و برابر $\frac{P_0}{n}$ است. بنابراین فشار در نقطهٔ B برابر مجموع فشار هوا در دهانهٔ لوله و فشار مایع بالا آمده در لوله است $(P_B=\frac{P_0}{n}+\rho gh)$. نقاط A و B در یک خط تراز قرار دارند، پس:

$$P_A=P_B \Rightarrow P_0=\frac{P_0}{n}+\rho gh \Rightarrow \frac{n-1}{n}P_0=\rho gh$$

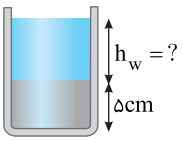
$$\frac{n-1}{n}\times 10^5=1000\times 10\times h \Rightarrow h=10\left(\frac{n-1}{n}\right)$$



نمای ۲۱

۳ ۱۰ B

فشار ۵cm جیوه برابر ۵cmHg است. برای آن که فشار پیمانه‌ای در کف ظرف دو برابر شود باید فشار آب اضافه شده نیز ۵cmHg باشد. اکنون، مشخص می‌کنیم که ارتفاع چند سانتی‌متر آب فشاری برابر ۵cmHg ایجاد می‌کند.



$$\rho_w gh_w=\rho_{Hg}gh_{Hg} \Rightarrow 1\times h_w=13/6\times 5 \Rightarrow h_w=68cm$$

نمای ۱۴

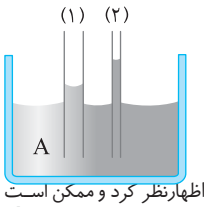
پنجرهٔ تودرتو (آزمون فصل)

۴ ۱ A

با کاهش فاصله از $1\mathring{A}=10^{-10}m$ به $10^{-13}m$ نیروی بین مولکولی رانشی خواهد شد و در فاصلهٔ $10^{-5}m$ مولکول‌ها دیگر بر هم نیرو وارد نمی‌کنند، زیرا نیروی بین مولکولی کوتاه بُرد است و در فاصله $10^{-5}m$ این نیرو عملاً صفر است.

نمای ۱

۲ ۲ A



در حالت اول که هر دو لوله در مایع A قرار دارند چون لولهٔ (۱) پهن‌تر از لولهٔ (۲) است، مایع درون آن کمتر از لولهٔ (۲) بالا می‌آید. اما وقتی که لولهٔ (۱) را در مایع A و لولهٔ (۲) را در مایع B وارد می‌کنیم چون اطلاعی از قدرت نیروی دگرچسبی این دو مایع با لولهٔ موبین نداریم نمی‌توان در مورد میزان بالا آمدن مایع در لوله‌ها اظهارنظر کرد و ممکن است ارتفاع مایع در هر دو لوله یکسان شود و گزینهٔ (۲) درست است.

نمای ۳

۱ ۳ A

با دمیدن درون نی تندی هوای بین دو ورقه زیاد می‌شود و بنا بر اصل برنولی فشار هوای بین دو ورقه کاهش می‌یابد و فشار هوا در طرفین ورقه‌ها باعث نزدیک شدن ورقه‌ها به هم می‌شود.

نمای ۲۱

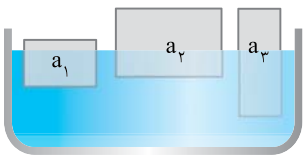
۱ ۴ A

با افزایش ارتفاع، فشار هوا کاهش می‌یابد، اما فشارسنج، فشار پیمانه‌ای یعنی اختلاف فشار هوا و مخزن $(P_g=P_G-P_0)$ را مشخص می‌کند، بنابراین با تغییر ارتفاع و فشار هوا در سطح زمین و بالای کوه فشار اندازه‌گیری توسط فشارسنج تغییری نکرده و یکسان است.

نمای ۱۶

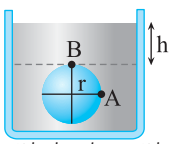
۲ ۵ B

نکتهٔ مهم هر چه درصد حجمی که یک جسم در مایعی فرورفته بیشتر باشد، آن جسم چگالی بیشتری دارد. در شکل مسئله بیشتر از نصف حجم جسم a_1 در آب فرورفته است و برای جسم a_3 کمی بیشتر از نصف حجمش در آب فرورفته و حجم فرورفتهٔ جسم a_2 در آب از نصف هم کمتر است بنابراین به ترتیب درصد فرورفتگی a_1 بیشتر از a_3 و a_3 بیشتر از a_2 است در نتیجه $\rho_1>\rho_3>\rho_2$.



نمای ۲۰

۲ ۶ A



فشار در نقاط A و B را به‌دست می‌آوریم و از هم کم می‌کنیم:

$$\begin{cases} P_B=P_0+\rho gh \\ P_A=P_0+\rho g(h+r) \end{cases}$$

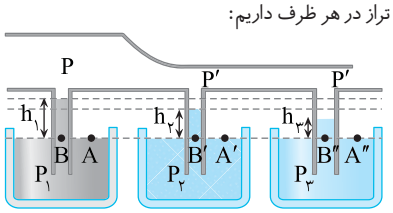
$$\Rightarrow \Delta P=P_0+\rho g(h+r)-P_0-\rho gh=\rho gr$$

میانبر فشار در مایع به عمق مایع بستگی دارد و اختلاف فشار به اختلاف عمق بستگی خواهد داشت $\Delta P_{AB}=\rho g\Delta h_{AB} \xrightarrow{\Delta h_{AB}=r} \Delta P_{AB}=\rho gr$

نمای ۸

۱ ۷ A

با توجه به خط تراز در هر ظرف داریم:



$$P_A=P_B \Rightarrow P_0=P+\rho_1gh_1$$

$$P_{A'}=P_{B'} \Rightarrow P_0=P'+\rho_2gh_2 \ , \ P_{A''}=P_{B''} \Rightarrow P_0=P'+\rho_3gh_3$$

با توجه به رابطه‌های بالا: $P'+\rho_۲gh_۲=P'+\rho_۳gh_۳ \xrightarrow{h_۲>h_۳} \rho_۳>\rho_۲$

حال در ظرف (۱) و (۲):

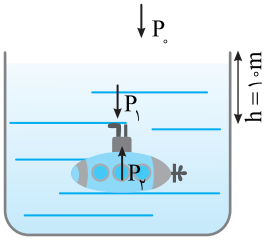
$$P+\rho_۱gh_۱=P'+\rho_۲gh_۲ \xrightarrow{P>P'} P-P'=\rho_۲gh_۲-\rho_۱gh_۱$$

$$\rho_۲gh_۲-\rho_۱gh_۱>۰ \Rightarrow \rho_۲gh_۲>\rho_۱gh_۱ \xrightarrow{h_۱>h_۲} \rho_۲>\rho_۱$$

نمای ۲۱

۸ | ۲ | B

ابتدا فشاری که بر درپوش از بیرون وارد می‌شود را حساب می‌کنیم:



$$P_۱=P_۰+\rho gh \xrightarrow{۱atm=۱۰^۵Pa} P_۱=۱۰^۵+۱۰۰۰\times۱۰\times۱۰ \Rightarrow P_۱=۲\times۱۰^۵Pa$$

برای اینکه آبی به داخل زیردریایی وارد نشود باید فشار وارد به درپوش از بیرون و داخل باهم برابر باشد:

$$P_۱=P_۲ \Rightarrow P_۱=P_{\text{هوای درون زیر دریایی}}+\frac{F}{A}$$

$$\Rightarrow ۲\times۱۰^۵=۰/۸\times۱۰^۵+\frac{F}{۵۰\times۱۰^{-۴}} \Rightarrow ۱/۲\times۱۰^۵=\frac{F}{۵۰\times۱۰^{-۴}} \Rightarrow F=۶۰\times۱۰=۶۰۰N$$

نمای ۶

۹ | ۴ | B

خط فکری فشاری که توسط هوا بر سطح مایع اعمال می‌شود توسط مایع در تمام جهت‌ها به‌طور یکسان منتقل می‌شود، بنابراین با دو برابر شدن فشار هوای بالای مایع، این افزایش فشار نیز به کف ظرف منتقل می‌شود.

۱ فشار کل مایع در کف ظرف در حالت اول برابر است با:

$P_۲=P_۱+\rho gh$ فشار کل در کف ظرف

۲ فشار کل مایع در کف ظرف پس از ۲ برابر شدن فشار هوای بالای مایع برابر خواهد شد با:

$P'_۲=۲P_۱+\rho gh$

بنابراین قطعاً $P'_۲>P_۲$ است اما به اندازهٔ $۲P_۲$ نمی‌شود. به استدلال زیر دقت کنید.

$$\frac{P'_۲}{P_۲}=\frac{۲P_۱+\rho gh}{P_۱+\rho gh}=\frac{P_۱+P_۱+\rho gh}{P_۱+\rho gh}=\frac{P_۱}{P_۱+\rho gh}+\frac{P_۱+\rho gh}{P_۱+\rho gh}=\frac{P_۱}{P_۱+\rho gh}+۱$$

کاملاً مشخص است که $\frac{P_۱}{P_۱+\rho gh}<۱$ است، بنابراین $\frac{P'_۲}{P_۲}<۲$ خواهد بود.

میانبر یادمان باشد یک دو جمله‌ای وقتی دو برابر می‌شود که هر جملهٔ آن دو برابر شود و همواره رابطهٔ زیر برقرار است.

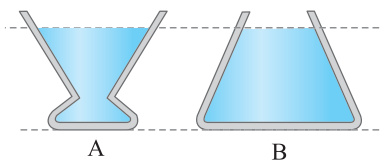
$$\left.\begin{matrix} y_۱=a+b \\ y_۲=۲a+b \end{matrix}\right\} \Rightarrow y_۱<y_۲<۲y_۱$$

نمای ۵

۱۰ | ۳ | B

فشار وارد بر کف ظرف تنها تابعی از چگالی و ارتفاع مایع $(P=\rho gh)$ است. با توجه به شکل ارتفاع مایع در دو ظرف یکسان است. از این‌رو:

$$\left\{\begin{matrix} P_A=\rho_A gh_A \\ P_B=\rho_B gh_B \end{matrix}\right. \xrightarrow[h_A=h_B]{\rho_A=\rho_B \text{ مایع‌ها هم‌جنس هستند}} P_A=P_B$$

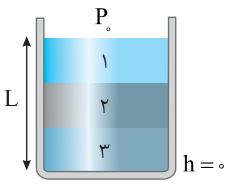


نیروی وارد بر کف ظرف‌ها توسط مایع برابر $F_{\text{کف}}=PA_{\text{کف}}$ است بنابراین:

$$\left\{\begin{matrix} F_A=P_A A_A \\ F_B=P_B A_B \end{matrix}\right. \Rightarrow \frac{F_A}{F_B}=\frac{P_A}{P_B}\times\frac{A_A}{A_B}=\frac{۱}{۳}$$

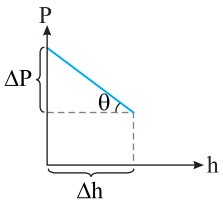
نمای ۹

۱۱ | ۳ | B



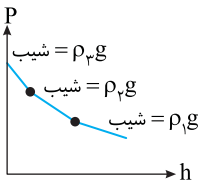
هر چه از کف ظرف به سمت سطح مایع‌های درون ظرف برویم فشار کمتر می‌شود و البته دقت کنید که در سطح آزاد بالاترین مایع $(h=L)$ فشار صفر نمی‌شود بلکه با فشار هوای محیط $(P_۰)$ برابر می‌شود، بنابراین گزینه‌های (۱) و (۲) نادرست‌اند.

تغییر فشار در یک مایع به چگالی مایع و تغییر ارتفاع مایع بستگی دارد $(\Delta P=\rho g\Delta h)$ و هرچه چگالی بیشتر باشد، شیب نمودار بیشتر است.



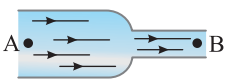
$$\text{شیب خط}=\tan\theta=\frac{\Delta P}{\Delta h}=\frac{\rho g\Delta h}{\Delta h}=\rho g$$

مایعی که ته‌نشین شده دارای بیشترین چگالی است، یعنی ترتیب چگالی‌ها به صورت $\rho_۳>\rho_۲>\rho_۱$ است، بنابراین شیب نمودار $\rho_۳$ از شیب نمودار $\rho_۲$ و آن نیز از شیب نمودار $\rho_۱$ بیشتر است $\tan\theta_۳>\tan\theta_۲>\tan\theta_۱$ و گزینهٔ (۳) درست است.



نمای ۱۰

۱۲ | ۳ | B



۱ انرژی جنبشی یک جسم از رابطه $K=\frac{۱}{۲}mv^۲$ به‌دست می‌آید. با توجه به فرض مسئله انرژی جنبشی یک گرم آب در نقطهٔ B (قسمت راست لوله) ۱۶ برابر انرژی جنبشی یک گرم آب درنقطهٔ A (قسمت چپ لوله) است. از این‌رو می‌توان نوشت:

$$K_B=۱۶K_A \Rightarrow \frac{۱}{۲}mv_B^۲=۱۶(\frac{۱}{۲}mv_A^۲) \Rightarrow v_B^۲=۱۶v_A^۲ \Rightarrow v_B=۴v_A$$

۲ معادله پایستگی را برای نقاط A و B می‌نویسیم:

$$A_Av_A=A_Bv_B \Rightarrow A_Av_A=A_B(۴v_A) \Rightarrow A_A=۴A_B$$

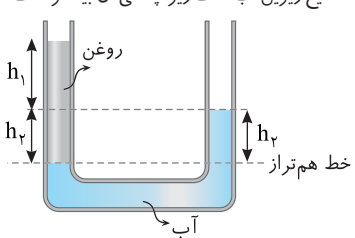
۳ مساحت سطح مقطع از رابطهٔ $A=\pi r^۲=\pi(\frac{D}{۲})^۲$ به‌دست می‌آید. بنابراین:

$$\pi(\frac{D_A}{۲})^۲=۴\pi(\frac{D_B}{۲})^۲ \Rightarrow D_A=۲D_B \Rightarrow \frac{D_B}{D_A}=\frac{۱}{۲}$$

نمای ۲۲

۱۳ | ۲ | A

خط فکری در لولهٔ Uشکل ابتدا باید خط هم‌تراز را رسم کنید، سپس فشار را در دوطرف لوله Uشکل در خط هم‌تراز برابر قرار دهید. خط هم‌تراز خطی است که از مرز جدایی دو مایع رسم می‌شود. یادمان است که فشار مایع به مساحت سطح مقطع ظرف بستگی ندارد و قطعاً مایع زیرین آب است زیرا چگالی آن بیشتر است.



$$P_{\text{روغن}}=P_{\text{آب}} \Rightarrow \rho_{\text{روغن}}h_{\text{روغن}}=\rho_{\text{آب}}h_{\text{آب}} \Rightarrow ۰/۸\times(h_۱+h_۲)=۱\times h_۲$$

$$\Rightarrow h_۱+h_۲=۱/۲۵h_۲ \Rightarrow h_۱=۰/۲۵h_۲ \Rightarrow \frac{h_۱}{h_۲}=\frac{۱}{۴}$$

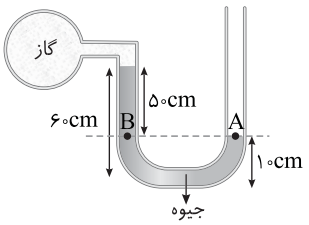
نمای ۱۱

A ۱۴ ۲

خط هم‌تراز را می‌کشیم. فشار در نقاط A و B روی خط هم‌تراز یکسان است. در نقطهٔ A، فشار برابر فشار هوای محیط $(P_\circ)$ و در نقطهٔ B فشار برابر مجموع فشار گاز و فشار ستون ۵۰cm جیوه است بنابراین خواهیم داشت:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_\circ = P_{\text{مخزن}} + \rho gh \Rightarrow 10^5 = P_{\text{مخزن}} + 13600 \times 10 \times \frac{50}{100}$$

$$10^2\,kPa = P_{\text{مخزن}} + 68kPa \Rightarrow P_{\text{مخزن}} = 32kPa$$



میانبر با توجه به اینکه مایع در شاخهٔ متصل به گاز بالاتر قرار گرفته از همان ابتدا مشخص است که فشار هوای محیط از فشار گاز بیشتر است و می‌توان نوشت:

$$P_G = P_\circ - \rho_{Hg} gh_{Hg}$$

نمای ۱۶

B ۱۵ ۱

خط فکری اختلاف فشار بین دو نقطه به اختلاف عمق دو نقطه بستگی دارد. از این‌رو ابتدا باید عمق نقطهٔ A و B را از سطح آزاد مایع به‌دست آوریم. سپس اختلاف عمق دو مایع را حساب کنیم تا بتوانیم اختلاف فشار را به‌دست آوریم.

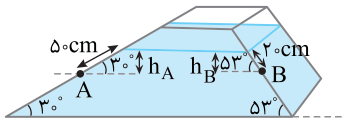
ابتدا عمق از سطح آزاد دو نقطهٔ A و B را به‌دست می‌آوریم:

$$\sin 30^\circ = \frac{h_A}{50} \Rightarrow h_A = 50 \sin 30^\circ = 25cm$$

$$\Rightarrow \Delta h = 25 - 16 = 9cm$$

$$\sin 53^\circ = \frac{h_B}{20} \Rightarrow h_B = 20 \sin 53^\circ = 16cm$$

اختلاف فشار بین دو نقطهٔ A و B خواهد شد:



$$\Delta P = \rho_{\text{مایع}} g \Delta h_{AB} = 3/4 \times 10^3 \times 10 \times (\frac{9}{100})$$

فشار به‌دست آمده برحسب پاسکال است که باید آن را به cmHg تبدیل کنیم به همین دلیل می‌نویسیم:

$$\Delta P_{Pa} = \rho_{Hg} gh_{Hg}$$

$$\Rightarrow 3/4 \times 10^3 \times 10 \times \frac{9}{100} = 13/6 \times 10^3 \times 10 \times h_{Hg} \Rightarrow h_{Hg} = 2/25cm$$

بنابراین اختلاف فشار خواهد شد: $\Delta P = 2/25 cmHg$

نمای ۱۴

B ۱۶ ۱

معادلهٔ پیوستگی را برای نقاط A و B می‌نویسیم:

$$A_A v_A = A_B v_B \Rightarrow \frac{v_B}{v_A} = \frac{A_A}{A_B} \xrightarrow{A = \pi r^2} \frac{v_B}{v_A} = (\frac{r_A}{r_B})^2$$

$$\xrightarrow{r_B = r_A - 0/375 r_A} \frac{v_B}{v_A} = (\frac{r_A}{0/625 r_A})^2$$

$$\Rightarrow \frac{v_B}{v_A} = (\frac{1000}{625})^2 = (\frac{8}{5})^2 \Rightarrow v_B = \frac{64}{25} v_A$$

درصد تغییرات تندی برابر است با:

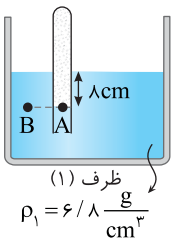
$$\frac{\Delta v}{v_A} \times 100 = \frac{v_B - v_A}{v_A} \times 100 = \frac{\frac{64}{25} v_A - v_A}{v_A} \times 100 = \frac{39}{25} \times 100 = 156\%$$

نمای ۲۲

B ۱۷ ۴

خط فکری برای هر ظرف با رسم خط تراز و برابر قرار دادن فشار نقاط روی خط تراز مسئله قابل حل است. البته باید فشار مایع‌ها را برحسب cmHg حساب کنیم.

۱ در شکل (۱) فشار ستون ۸cm مایع را برحسب cmHg به‌دست می‌آوریم



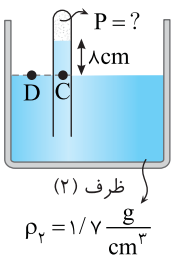
$$\rho_{\text{مایع}} gh_{\text{مایع}} = \rho_{Hg} gh_{Hg} \Rightarrow 6/8 \times 8 = 13/6 \times h_{Hg}$$

$$\Rightarrow h_{Hg} = 4cm \Rightarrow P_{\text{مایع}} = 4cmHg$$

۲ فشار نقاط A و B واقع بر خط تراز برابر است به کمک این مطلب می‌توان فشار هوای محیط را حساب کرد.

$$P_A = P_B \Rightarrow P_{\text{گاز}_1} = P_\circ + P_{\text{مایع}} \Rightarrow 79 = P_\circ + 4 \Rightarrow P_\circ = 75cmHg$$

۳ در ظرف (۲) فشار ستون ۸cm مایع را برحسب cmHg حساب می‌کنیم.



$$\rho_2 gh_2 = \rho_{Hg} gh_{Hg} \Rightarrow 1/7 \times 8 = 13/6 h_{Hg}$$

$$\Rightarrow h_{Hg} = 1cm \Rightarrow P_{\text{مایع}} = 1cmHg$$

۴ فشار نقاط C و D واقع بر خط تراز را برابر قرار می‌دهیم.

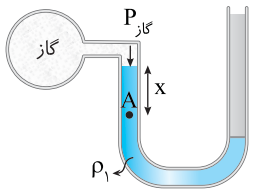
$$P_C = P_D \Rightarrow P_{\text{گاز}_2} + P_{\text{مایع}} = P_\circ$$

$$\Rightarrow P_{\text{گاز}_2} + 1 = 75 \Rightarrow P_{\text{گاز}_2} = 74cmHg$$

نمای ۱۸

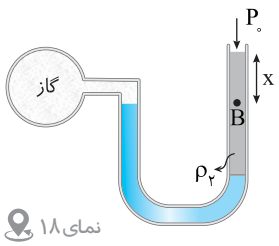
B ۱۸ ۴

۱ نقطهٔ A در عمق x از مایع ρ_1 در شاخهٔ سمت چپ قرار گرفته و فشار وارد بر آن برابر است با: $P_A = P_{\text{گاز}} + \rho_1 gx$



۲ نقطهٔ B در عمق x از مایع ρ_2 در شاخهٔ سمت راست قرار گرفته و فشار وارد بر آن برابر است با: $P_B = P_\circ + \rho_2 gx$

۳ مایع ρ_1 ته‌نشین شده و چگالی آن بیشتر از مایع ρ_2 است و $\rho_1 gx > \rho_2 gx$ اما مقایسه‌ای از فشار گاز و فشار هوا نداریم بنابراین بسته به شرایط هر سه گزینه می‌تواند درست باشد.



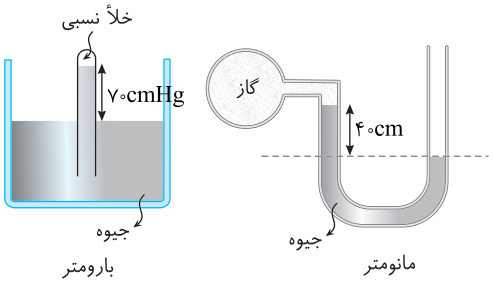
نمای ۱۸

B ۱۹ ۳

خط فکری بارومتر وسیله‌ای است برای اندازه‌گیری فشار هوای محیط.

به بارومتر نگاه کنید. ارتفاع ستون جیوه در آن ۷۰cm است، بنابراین فشار هوای محیط ۷۰cmHg است. با توجه به خط تراز مانومتر، فشار در سمت راست برابر فشار هوا و فشار در سمت چپ برابر مجموع فشار گاز و فشار ستون ۴۰cm جیوه است.

با توجه به عددهای روی بارومتر و مانومتر می‌توان نوشت:



$$P_{\text{گاز}} + P_{Hg} = P_\circ \Rightarrow P_{\text{گاز}} = P_\circ - P_{Hg} = 70 - 40 \Rightarrow P_{\text{گاز}} = 30cmHg$$

اکنون می‌توان فشار گاز مخزن را برحسب کیلو پاسکال به‌دست آورد:

$$P_{Pa}=\rho_{Hg}gh_{Hg}$$

$$\Rightarrow P_{Pa}=۱۳۵۰۰\times۱۰\times\frac{۳۰}{۱۰۰}=۴۰۵۰۰Pa\Rightarrow P_{\text{گاز}}=۴۰/۵kPa$$

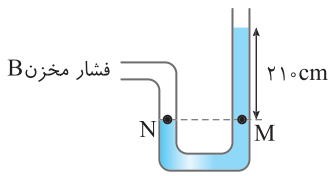
نمای ۱۷

B ۲۰ ۳

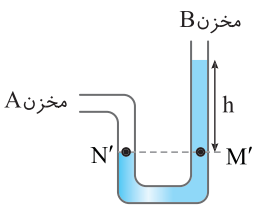
ابتدا خط تراز را برای لوله بیرونی رسم کرده و فشار مخزن B را محاسبه می‌کنیم:

$$P_M=P_N\Rightarrow P_\circ+\rho gh=P_B$$

$$\Rightarrow ۱۰^۵+۱۰^۳\times۱۰\times۲/۱=P_B\Rightarrow P_B=۱/۲۱\times۱۰^۵Pa$$



حال برای لوله Uشکل داخلی خط تراز را می‌کشیم:



$$P_{M'}=P_{N'}\Rightarrow P_B+\rho gh=P_A$$

$$\Rightarrow ۱/۲۱\times۱۰^۵+۱۰^۳\times۱۰\times h=۰/۱۴\times۱۰^۶Pa$$

$$۱/۲۱\times۱۰^۵+۱۰^۴h=۱/۴\times۱۰^۵$$

$$\Rightarrow ۰/۱۹\times۱۰^۵=۱۰^۴h$$

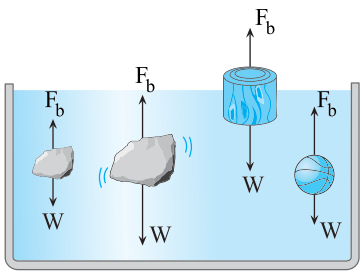
$$\Rightarrow h=۱/۹m=۱۹۰cm$$

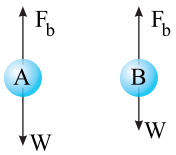
نمای ۱۷

A ۲۱ ۴

خط فکری به کمک شکل زیر که شکل کتاب درسی است مسئله را حل کنید.

نیروهای F_b و W برای جسم شناور، همچنین برای سنگ کوچک‌تر غوطه‌ور در آب برابر است $(F_b=W)$. اما توپ در حال حرکت روبه بالاست زیرا $F_b>W$ است و برای سنگ بزرگ که $F_b<W$ است سنگ در حال حرکت رو به پایین است.





به جسم A نیروهای هم‌اندازهٔ W و F_b وارد می‌شود بنابراین جسم A می‌تواند شناور یا غوطه‌ور باشد.

اما برای جسم B نیروی $F_b>W$ است و قطعاً جسم B درون مایع در حال حرکت رو به بالاست.

نمای ۱۹

B ۲۲ ۲

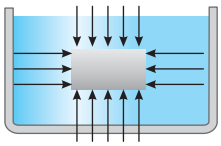
برای اینکه یخ روی سطح محلول شناور بماند باید چگالی یخ از چگالی محلول کمتر باشد.

بنابراین چگالی محلول باید از $\rho_{\text{یخ}}=۰/۹g/cm^3$ بیشتر باشد و با توجه به اینکه چگالی آب از چگالی الکل بیشتر است پس باید آب حجم بیشتری از محلول را تشکیل داده باشد و گزینهٔ (۲) درست است.

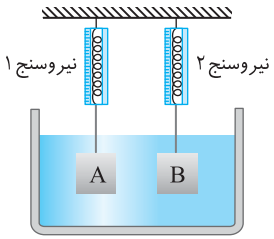
نمای ۲۰

B ۲۳ ۲

خط فکری به شکل روبه‌رو نگاه کنید. فشار در قسمت پایین جسم از فشار در قسمت بالای جسم بیشتر است، بنابراین نیروی وارد بر وجه پایینی این جسم توسط مایع از نیروی وارد بر وجه بالایی جسم بیشتر است و نیروی خالصی که به جسم وارد می‌شود یعنی نیروی شناوری رو به بالاست. حال اگر دو جسم با ظاهری یکسان داشته باشیم، این اختلاف فشار در وجه بالا و پایین شبیه هم است و نیروی شناوری وارد بر آن‌ها یکسان است.



شکل ظاهری دو مکعب یکسان است و دو مکعب هم‌جنس‌اند، بنابراین نیروی شناوری وارد بر هر دوی آن‌ها یکسان است. از آنجایی که نیروسنج (۱) عدد بزرگ‌تری را نشان می‌دهد و با توجه به یکسان بودن نیروی شناوری، باید وزن مکعب A از وزن مکعب B بیشتر باشد، بنابراین مکعب A توپر و مکعب B دارای حفره است.



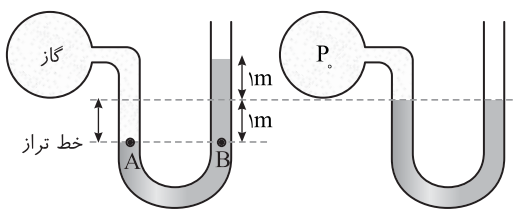
نمای ۲۰

C ۲۴ ۴

هنگامی که مخزن گاز سوراخ می‌شود فشار دو طرف لوله برابر $P_\circ$ خواهد شد و سطح مایع در دو طرف یکسان می‌شود. با توجه به صورت سؤال، مایع در شاخه سمت راست ۱m پایین آمده پس مایع در شاخه سمت چپ یک متر بالا می‌رود تا هر دو شاخه هم‌سطح شوند، بنابراین با توجه به شکل زیر اختلاف ارتفاع مایع در دو طرف لولهٔ Uشکل قبل از سوراخ‌شدن مخزن ۲m بوده است. فشار نقاط A و B روی خط تراز یکسان است.

$$P_A=P_B$$

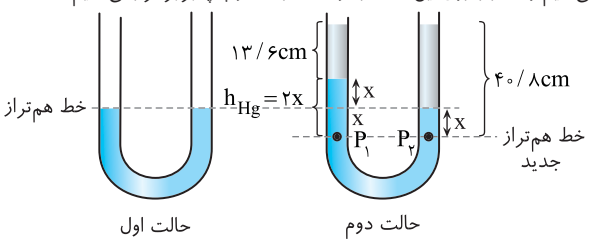
$$P_{\text{مخزن}}=P_\circ+\rho gh\Rightarrow \underbrace{P_{\text{مخزن}}-P_\circ}_{\text{فشار پیمانه‌ای}}=\rho gh=۱۰^۳\times۱۰\times۲=۲۰\times۱۰^۳Pa=۲۰kPa$$



نمای ۱۸

B ۲۵ ۳

خط فکری در شاخهٔ سمت راست مقدار ۴۰/۸cm آب و در شاخهٔ سمت چپ ۱۳/۶cm آب ریخته شده است، بنابراین در شاخهٔ سمت راست، جیوه به اندازهٔ x پایین می‌رود و در شاخهٔ سمت چپ جیوه به اندازهٔ x بالا می‌رود. خط هم‌تراز جدید را رسم می‌کنیم و فشار را روی این خط در دو شاخه راست و چپ برابر قرار می‌دهیم.



با توجه به شکل در شاخه سمت راست، ۴۰/۸cm آب در بالای خط هم‌تراز جدید قرار دارد و در شاخهٔ سمت چپ مقدار ۱۳/۶cm آب و ۲x جیوه قرار دارد، بنابراین:

$$P_۱=P_۲\Rightarrow \underbrace{(\rho gh)}_{\text{سمت چپ}}+(\rho_{Hg}gh_{Hg})=\underbrace{(\rho gh)}_{\text{سمت راست}}$$

$$\Rightarrow ۱\times۱۳/۶+۱۳/۶\times(۲x)=۱\times۴۰/۸\Rightarrow ۲۷/۲x=۲۷/۲\Rightarrow x=۱cm$$

بنابراین سطح جیوه در شاخه سمت راست ۱cm پایین می‌رود.

نمای ۱۳

Windows 10

فصل سوم

کار، انرژی و توان

در پاسخ این تست‌ها، تستی تحت عنوان بازی با سؤال قرار گرفته است.

منتخبی از تست‌هایی که می‌توانید برای دورهٔ فصل، آن‌ها را حل کنید.

با اسکن QR Code یا با مراجعه به سایت نشر الگو می‌توانید فایل آزمون و پاسخ تشریحی بازی با سؤال را دریافت کنید.

پنجره یک رو به روی دو آزمونک

۱ فضاپیمایی به جرم $80kg$ و تندی $3\times10^{-4}\,Au/h$ به دور سیاره‌ای در حال چرخیدن است. انرژی جنبشی فضاپیما چند گیگاژول است؟ $(1Au\approx1/5\times10^{11}m)$

آزمون مدارس برتر

۱) ۶۲۵ ۲) ۶/۲۵ ۳) ۲/۵ ۴) ۱۲/۵

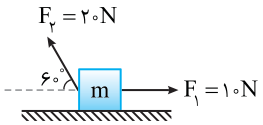
۲ جسمی به جرم $3kg$ روی سطح افقی در حالت سکون قرار دارد. نیروی ثابت $\vec{F}=15\vec{i}+20\vec{j}$ (در SI) بر جسم وارد می‌شود و جسم بر روی محور x، ۱۰ متر جابه‌جا می‌شود. کار نیروی F در این جابه‌جایی چند ژول است؟

خارج ریاضی - ۹۳

۱) ۲۵۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۱۵۰ ۴) ۹۰

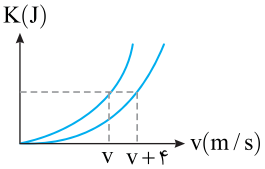
۳ در شکل زیر، جسم روی سطح افقی به اندازهٔ d به سمت چپ جابه‌جا می‌شود. نسبت «کار انجام شده توسط نیروی $\vec{F}_1$» به «کار انجام شده توسط نیروی $\vec{F}_2$» در این جابه‌جایی برابر کدام گزینه است؟

آزمون مدارس برتر



۱) -1 ۲) $+1$ ۳) $-\frac{\sqrt{3}}{3}$ ۴) $+\frac{\sqrt{3}}{3}$

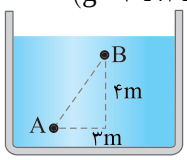
۴ نمودار $K-v$ دو متحرک A و B به‌صورت روبه‌رو است. اگر جرم جسم A چهار برابر جرم جسم B باشد، v در SI کدام است؟



۱) ۶ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) اطلاعات سؤال کافی نیست.

۵ در شکل روبه‌رو جسم به جرم $4kg$ از نقطهٔ A تا نقطهٔ B درون ظرف حاوی مایعی جابه‌جا می‌شود، اگر نیروی شناوری وارد بر جسم برابر $50N$ باشد، به‌ترتیب از راست به چپ کار نیروی وزن و کار نیروی شناوری وارد بر جسم از نقطهٔ A تا B چند ژول است؟ $(g=10N/kg)$

آزمون مدارس برتر



۱) ۲۰۰ ، ۲۵۰ ۲) ۱۶۰− ، ۲۰۰ ۳) ۱۶۰− ، ۲۵۰ ۴) ۲۰۰− ، ۲۵۰

۶ جسمی به جرم $4kg$ را روی یک سطح افقی پرتاب می‌کنیم و تندی جسم در اثر اصطکاک با سطح با آهنگ $2m/s^2$ کاهش می‌یابد و جسم پس از جابه‌جایی ۱۰ متر می‌ایستد. کار نیروی اصطکاک وارد بر جعبه در این جابه‌جایی چند ژول است؟

۱) ۸۰− ۲) ۴۰− ۳) ۱۲۰− ۴) ۶۰−

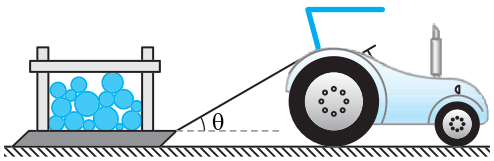
۷ اتومبیلی با سرعت $90km/h$ در حال حرکت است. سرعت اتومبیل تقریباً چند متر بر ثانیه افزایش یابد، تا انرژی جنبشی آن ۲ برابر شود؟

خارج تجربی - ۹۰

۱) ۱۰ ۲) ۲۵ ۳) ۳۵ ۴) ۵۰

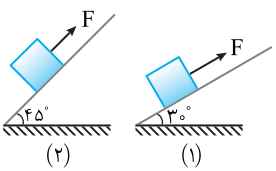
۸ مطابق شکل زیر، کشاورزی توسط تراکتور، سورتمه‌ای پُر از هیزم را در راستای یک زمین هموار به اندازهٔ $235m$ جابه‌جا می‌کند. وزن کل سورتمه و بار آن $1/47\times10^4\,N$ است و تراکتور نیرویی ثابت به بزرگی $F=4\sqrt{2}\times10^3\,N$ را تحت زاویهٔ $\theta=45^\circ$ بالای افق به سورتمه وارد می‌کند. اندازهٔ نیروی اصطکاک جنبشی نیز $3/4\times10^3\,N$ است که در خلاف جهت حرکت به سورتمه وارد می‌شود. کار کل انجام شده روی سورتمه چند ژول است؟ $(\cos45^\circ=\frac{\sqrt{2}}{2})$

از کتاب درسی



۱) ۱۴۱۰۰۰ ۲) ۹۴۰۰۰۰ ۳) ۱۴۱۰۰۰− ۴) ۹۴۰۰۰۰−

۹ مطابق شکل‌های زیر، شخصی با نیروی ثابت F، جسمی را روی دو سطح شیبدار از سطح زمین تا ارتفاع یکسان بالا می‌برد. اگر کار نیروی شخص در شکل (۱) را با W_1 و کار نیروی شخص در شکل (۲) را با W_2 نشان دهیم، کدام‌یک از گزینه‌های زیر، دربارهٔ مقایسهٔ آن‌ها درست است؟



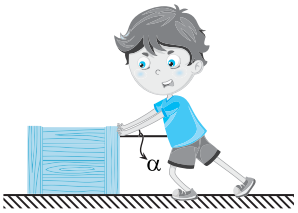
۱) $W_1<W_2$ ۲) $W_1>W_2$ ۳) $W_1=W_2$ ۴) بسته به شرایط، هر سه حالت می‌تواند درست باشد.

۱۰ خودرویی در یک جادهٔ افقی از حال سکون شروع به حرکت کرده و با مصرف V لیتر سوخت، تندی خود را از صفر به v می‌رساند. این خودرو برای آنکه تندی خود را از v به $2v$ برساند، باید چند V سوخت مصرف کند؟ (از اتلاف انرژی صرف‌نظر شود.)

۱) ۲ ۲) ۱ ۳) ۳ ۴) ۴

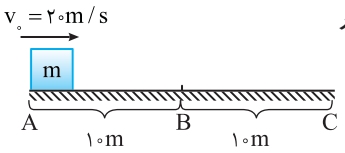
پنجره دو رو به روی سه آزمونک

۱ مطابق شکل شخصی جعبه‌ای را با نیروی $F=30N$ با تندی ثابت به سمت چپ هُل می‌دهد، در جابه‌جایی d کار نیروی اصطکاک وارد بر جعبه چند برابر کار انجام شده توسط شخص روی جعبه است؟



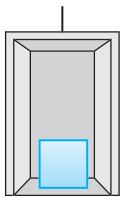
۱) ۱ ۲) -1
۳) -2 ۴) به زاویهٔ α بستگی دارد.

۲ مطابق شکل زیر، جسم ۴ کیلوگرمی را با تندی افقی $20m/s$ از نقطهٔ A روی سطح افقی پرتاب می‌کنیم. اگر بزرگی نیروی اصطکاک بین جسم و سطح افقی در مسیر AB برابر با $35N$ و در مسیر BC برابر با $40N$ باشد، تندی جسم در نقطهٔ B چند برابر تندی جسم در نقطهٔ C است؟



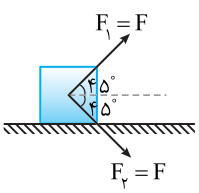
۱) ۶ ۲) ۳
۳) ۱/۵ ۴) ۴/۵

۳ مطابق شکل روبه‌رو جعبه‌ای به جرم $4kg$ درون آسانسوری قرار گرفته است. اگر آسانسور از حال سکون شروع به حرکت کند و پس از جابه‌جایی $5m$ تندی آسانسور به $4m/s$ برسد، کار نیرویی که کف آسانسور بر جعبه وارد می‌کند چند ژول می‌تواند باشد؟ $(g=10N/kg)$ تجربی - ۹۶

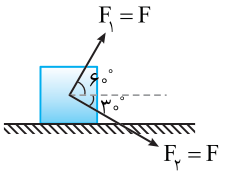


۱) ۲۳۲ ۲) ۱۶۸
۳) -168 ۴) گزینهٔ (۱) و (۳)

۴ در شکل‌های (۱) و (۲)، اگر کار کل انجام شده روی جسم را در جابه‌جایی افقی d روی سطح به‌ترتیب با W_1 و W_2 نشان دهیم، کدام گزینه صحیح است؟ (از اصطکاک بین جسم و سطح افقی صرف‌نظر کنید.) $(\sqrt{3}\simeq 1/7, \sqrt{2}\simeq 1/4)$



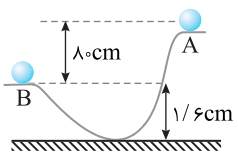
شکل (۱)



شکل (۲)

۱) $W_1=W_2=0$
۲) $W_2<W_1$
۳) $W_2>W_1$
۴) $W_1=W_2\neq 0$

۵ مطابق شکل روبه‌رو جسمی به جرم $2kg$ از نقطهٔ A رها می‌شود و پس از طی مسیر نشان داده شده به نقطهٔ B می‌رسد. کار نیروی وزن و کار نیروی عمودی سطح در این جابه‌جایی چند ژول است؟ $(g=10N/kg)$

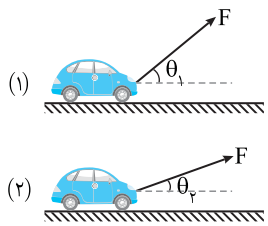


۱) ۱۶، صفر ۲) -16، ۱۶
۳) ۴۸، صفر ۴) -48، ۴۸

۶ به جسمی مطابق شکل زیر نیروی ثابت افقی F وارد می‌شود. قدر مطلق کار این نیرو در بازه‌های زمانی متوالی t در یک مدت معین ..... آزمون مدارس برتر

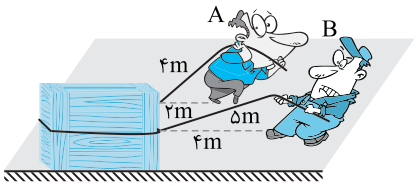
۱) افزایش می‌یابد. ۲) کاهش می‌یابد.
۳) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد. ۴) هر سه مورد می‌تواند درست باشد.

۷ مطابق شکل‌های زیر دو خودرو مشابه از حال سکون توسط نیروهای یکسان شروع به حرکت می‌کنند. اگر $\theta_1>\theta_2$ باشد، کدام گزینه درباره تندی دو خودرو در جابه‌جایی‌هایی یکسان درست است؟ آزمون مدارس برتر



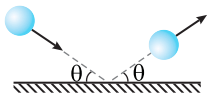
۱) $v_1>v_2$ ۲) $v_2>v_1$
۳) $v_1=v_2$ ۴) $v_2\geq v_1$

۸ در شکل روبه‌رو دو شخص A و B با نیروهای یکسان ۱۰ نیوتونی توسط دو طناب به طول‌های ۴m و ۵m جعبه‌ای را روی سطح افقی می‌کشند. در یک جابه‌جایی معین ۵ متر، کار نیروی شخص B چند ژول بیشتر از کار نیروی شخص A است؟



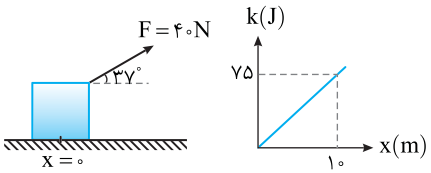
۱) ۲۵ ۲) صفر
۳) ۱۵ ۴) ۱۰

۹ یک توپ بیلیارد به جرم ۱۱۰g مطابق شکل با تندی ۴m/s به دیوارهٔ میز برخورد کرده و با سرعت $\sqrt{6}$m/s باز می‌گردد. کار کل (کار نیروی خالص) وارد بر توپ در مدت برخورد چند ژول است؟



۱) +۰/۵۵ ۲) −۰/۳۵ ۳) −۰/۵۵ ۴) +۰/۳۵

۱۰ نمودار انرژی جنبشی برحسب مکان جسمی که توسط نیروی F از حال سکون شروع به حرکت می‌کند، مطابق شکل روبه‌رو است. نیروی اصطکاک وارد بر جسم در این جابه‌جایی چند نیوتون است؟



۱) ۱۶/۵ ۲) ۳۲
۳) ۲۴/۵ ۴) ۱۸

پنجره سه روبه‌روی چهار آزمونک

۱ چه تعداد از جملات زیر درست است؟

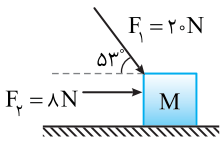
الف) کار کل انجام شده روی جسم در یک جابه‌جایی معین برابر تغییر انرژی جنبشی آن جسم در آن جابه‌جایی است.

ب) تغییر انرژی پتانسیل گرانشی یک جسم در یک جابه‌جایی معین برابر کار نیروی وزن در آن جابه‌جایی است.

پ) تغییر انرژی مکانیکی جسم در یک جابه‌جایی معین برابر کار نیروهای اتلافی وارد بر جسم در آن جابه‌جایی است.

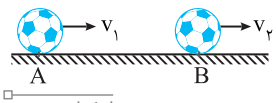
۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۲ مطابق شکل زیر، جسمی توسط دو نیروی $F_1 = 20N$ و $F_2 = 8N$ بر روی سطح افقی با تندی ثابت v در حال حرکت است. اگر اندازهٔ کار نیروی اصطکاک وارد بر جسم طی مدت ۵ ثانیه برابر با ۲۰۰J باشد، تندی v چند متر بر ثانیه است؟ $(\cos 53^\circ = 0/6)$



۱) ۴ ۲) ۲
۳) ۶ ۴) ۳

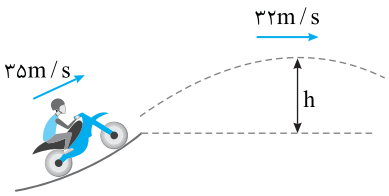
۳ توپی به جرم ۰/۵kg با تندی $v_1 = 8m/s$ از نقطهٔ A می‌گذرد. نیروی مقاومت هوا و نیروی اصطکاک در سطح تماس توپ با زمین، ۱۹ درصد انرژی جنبشی توپ را تا رسیدن به نقطهٔ B تلف می‌کنند. تندی توپ هنگام رسیدن به نقطهٔ B چند متر بر ثانیه است؟



از کتاب درسی

۱) ۶/۴ ۲) ۷/۲ ۳) ۴/۸ ۴) ۵/۶

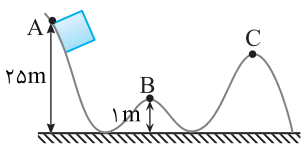
۴ موتورسواری که مجموع جرم او و موتورش ۲۰۰kg است از انتهای سکویی مطابق شکل، پرشی با تندی ۳۵m/s انجام می‌دهد. اگر تندی موتورسوار در بالاترین نقطهٔ مسیرش ۳۲m/s و اندازهٔ کار مقاومت هوا از لحظهٔ پرش تا رسیدن به بالاترین نقطهٔ مسیر ۴۰۰۰J باشد، ارتفاع h چند متر است؟



از کتاب درسی

۱) ۵/۰۶ ۲) ۶/۴
۳) ۸/۲ ۴) ۸/۰۵

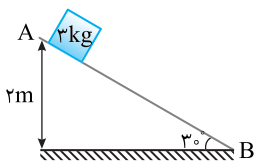
۵ مطابق شکل زیر، جسمی به جرم ۲kg از نقطه A و از حال سکون رها می‌شود و با تندی ۲۰m/s از نقطه C می‌گذرد. اندازه تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی جسم از B تا C چند ژول است؟ ($g = 10N/kg$، نیروی اصطکاک و نیروی مقاومت هوا ناچیز است و جسم همواره روی سطح می‌ماند.)



۱) ۱۲۰ ۲) ۸۰
۳) ۵۰ ۴) ۴۰

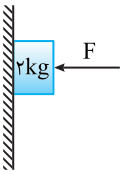
۶ در شکل روبه‌رو جسمی به جرم $3kg$ روی سطح شیبدار به سمت پایین می‌لغزد. اگر نیروی اصطکاک بین جسم و سطح برابر $15N$ باشد، به‌ترتیب از راست به چپ تغییر انرژی پتانسیل گرانشی جسم و تغییر انرژی مکانیکی جسم در جابه‌جایی A تا B چند ژول است؟ $(g=10m/s^2)$

آزمون مدارس برتر



۱) -60 ، -60
۲) -120 ، -120
۳) 60 ، 60
۴) 120 ، 120

۷ در شکل روبه‌رو به جسم نیروی افقی F وارد شده و جسم با تندی ثابت $4m/s$ در حال پایین آمدن است. کار نیروی اصطکاک وارد از طرف دیوار بر جسم در مدت $3s$ چند ژول است؟



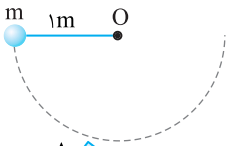
۱) -240
۲) صفر
۳) -120
۴) -60

۸ گلولهٔ A به جرم m و گلولهٔ B به جرم $2m$ از ارتفاع یکسان رها شده‌اند و با تندی یکسان به زمین می‌رسند. کار نیروی مقاومت هوای وارد بر گلولهٔ B چند برابر کار نیروی مقاومت هوای وارد بر گلولهٔ A است؟

آزمون مدارس برتر

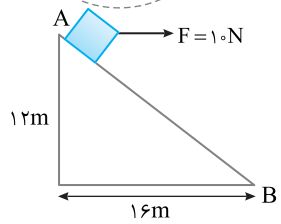
۱) ۲
۲) $\frac{1}{2}$
۳) $\frac{1}{3}$
۴) ۱

۹ مطابق شکل زیر، گلوله‌ای که به میلهٔ سبکی به‌طول $1m$ بسته شده است، از حالت افقی رها می‌شود و مسیری مطابق شکل را می‌پیماید. در لحظه‌ای که تندی گلوله $\frac{\sqrt{2}}{2}$ بیشینهٔ تندی آن در طول مسیر می‌شود، زاویه‌ای که میله با راستای قائم می‌سازد، چند درجه است؟ $(g=10N/kg$ و از کلیهٔ اصطکاک‌ها صرف‌نظر شود.)



۱) 30°
۲) 45°
۳) 53°
۴) 60°

۱۰ مطابق شکل جسمی به جرم $4kg$ از نقطهٔ A از حال سکون شروع به حرکت کرده و تا نقطهٔ B روی سطح شیبدار با اصطکاک ناچیز پایین می‌آید. اگر در طول مسیر نیروی افقی $F=10N$ بر جسم وارد شود، انرژی جنبشی جسم در پایین سطح (نقطهٔ B) چند ژول است؟ $(g=10m/s^2)$



۱) ۴۸۰
۲) ۶۳۰
۳) ۶۴۰
۴) ۳۳۰

پنجره چهار رو به روی پنج آزمونک

۱ چنانچه کار برایند نیروهای وارد بر جسمی در یک مسیر برابر صفر باشد، در این صورت کدام نتیجه‌گیری صحیح است؟

سراسری - ۸۸

۱) برایند نیروهای وارد بر جسم نیز لزوماً در آن مسیر صفر است.
۲) انرژی مکانیکی جسم در آن جابه‌جایی ثابت می‌ماند.
۳) مجموع کار نیروهای وارد بر جسم نیز در آن جابه‌جایی صفر است.
۴) در آن مسیر، انرژی مکانیکی جسم، ثابت است و برایند نیروهای وارد بر جسم لزوماً صفر نیست.

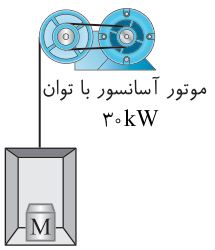
۲ خودرویی به جرم $2000kg$ در مسیری افقی با تندی $8m/s$ وارد میدان شده و در مدت زمان ۲ دقیقه، یک دور کامل می‌زند. سپس با تندی $10m/s$ به همان نقطهٔ اولیه رسیده و از میدان خارج می‌شود. حداقل توان متوسط موتور خودرو برای انجام این کار باید چند واحد SI باشد؟

۱) ۱۵۰
۲) ۳۰۰
۳) ۶۰۰
۴) به شعاع میدان بستگی دارد.

۳ یک گوی فلزی توپر به شعاع $4m$ از ارتفاع $10m$ رها می‌شود و تا رسیدن به زمین اندازهٔ کار نیروی مقاومت هوا روی جسم ۲۸ ژول است. تندی گوی هنگام رسیدن به زمین چند متر بر ثانیه است؟ $(\rho=5g/cm^3 , g=10m/s^2 , \pi\approx 3)$

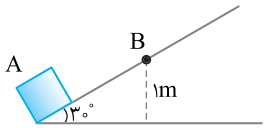
۱) ۱۰
۲) ۶/۲۵
۳) ۲۵
۴) ۱۲/۵

۴ جرم اتاقک آسانسور و جعبه آن برابر $۵۰۰kg$ است. اگر این بالابر در مدت $۲۰s$ از طبقهٔ همکف به طبقه چهارم برود و فاصلهٔ هر طبقه ۳ متر باشد، بازده موتور بالابر چند درصد است؟ کتاب درسی



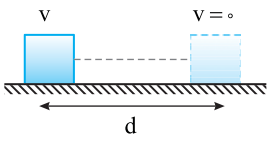
۱) ۵٪
۲) ۱۰٪
۳) ۲۵٪
۴) ۳۰٪

۵ جسمی به جرم $۲kg$ را از پایین سطح شیبداری با تندی $۶m/s$ به طرف بالا پرتاب می‌کنیم. اگر تندی جسم در نقطهٔ B برابر $۲m/s$ باشد، بیشینه ارتفاعی که جسم روی سطح شیبدار از سطح زمین می‌گیرد چند متر است؟ (نیروی اصطکاک روی سطح شیبدار مقدار ثابتی است، $g=۱۰N/kg$)



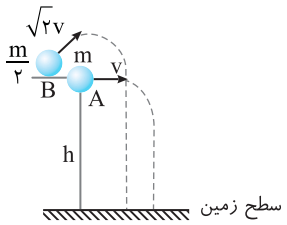
۱) $\frac{۳}{۲}$ ۲) $\frac{۹}{۸}$ ۳) $\frac{۸}{۵}$ ۴) $\frac{۵}{۴}$

۶ جسمی به جرم m را با تندی اولیه v روی سطح افقی پرتاب می‌کنیم. اگر بزرگی نیروی اصطکاک در طی لغزش، n برابر اندازهٔ وزن جسم باشد، جسم پس از طی چه مسافتی روی سطح افقی متوقف می‌شود؟ (g شتاب گرانش است.)



۱) $\frac{v^۲}{۲ng}$ ۲) $\frac{v^۲}{ng}$
۳) $\frac{mv^۲}{۲ng}$ ۴) $\frac{mv^۲}{ng}$

۷ مطابق شکل مقابل، گلولهٔ A به جرم m را با تندی v و گلولهٔ B به جرم $\frac{m}{۲}$ را با تندی $\sqrt{۲}v$ از ارتفاع یکسانی پرتاب می‌کنیم. در مورد تندی (v) و انرژی مکانیکی (E) دو گلوله در لحظهٔ رسیدن به سطح زمین، کدام گزینه درست است؟ (از اتلاف انرژی طرف‌نظر کنید.)

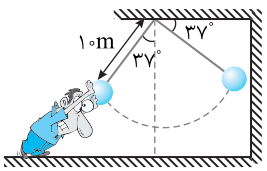


۱) v یکسان، E یکسان
۲) v یکسان، E متفاوت
۳) v متفاوت، E یکسان
۴) v متفاوت، E متفاوت

۸ آسانسورهای A و B با جرم یکسان در یک ساختمان نصب شده‌اند. اگر بازده و توان آسانسور A به‌ترتیب ۲ برابر و نصف بازده و توان آسانسور B باشد، وقتی هر دو بار مشابهی را در امتداد قائم با تندی ثابت به یک اندازه بالا ببرند، کار کل آسانسور A ..... کار کل آسانسور B و زمان حرکت آسانسور A ..... زمان حرکت آسانسور B خواهد بود؟

۱) دو برابر - نصف
۲) دو برابر - دو برابر
۳) نصف - برابر
۴) نصف - نصف

۹ در شکل روبه‌رو گوی آونگ را حداکثر با چه تندی از محل نشان داده شده پرتاب کنیم تا به دیوار قائم برخورد نکند؟ ($\sin ۳۷^\circ = \cos ۵۳^\circ = ۰/۶$ و $\sin ۵۳^\circ = \cos ۳۷^\circ = ۰/۸$ و مسیر حرکت آونگ بدون اصطکاک است.) آزمون مدارس برتر



۱) $۲\sqrt{۵}$
۲) $۲\sqrt{۱۰}$
۳) ۲۰
۴) $۲\sqrt{۶}$

۱۰ اگر تندی خودرویی با توان ثابت در مدت $t_۱$ از v به $۲v$ و در مدت $t_۲$ از $۲v$ به $۳v$ برسد، نسبت $\frac{t_۲}{t_۱}$ کدام است؟

۱) $\frac{۳}{۵}$ ۲) $\frac{۵}{۳}$ ۳) $\frac{۳}{۴}$ ۴) $\frac{۴}{۳}$

پنجره تو در تو — آزمون فصل

۱ توپی به جرم $۵۰۰g$ با تندی $۲۰m/s$ از روی سطح زمین شوت می‌شود و با تندی $۱۰m/s$ به تیرک افقی دروازه به ارتفاع $۲/۴m$ از سطح زمین برخورد می‌کند، کار کل انجام شده روی توپ و کار نیروهای مقاومت به ترتیب از راست به چپ چند ژول است؟ ($g=۱۰N/kg$) از کتاب درسی

۱) -۷۵ ، -۱۲
۲) -۷۵ ، -۶۳
۳) -۵۰ ، -۲۴
۴) -۵۰ ، -۱۲

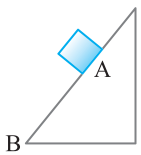
۲ چه تعداد از گزاره‌های زیر در مورد یک هواپیمای در حال اوج گرفتن درست است؟ از کتاب درسی

الف) کار نیروی وزن وارد بر هواپیما مثبت است. / **ب)** کار نیروی بالابر وارد بر هواپیما مثبت است. / **پ)** کار نیروی جلوبر هواپیما مثبت است.

ت) کار نیروی مقاومت هوای وارد بر هواپیما مثبت است.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۳ مطابق شکل زیر، جسمی از نقطهٔ A رها می‌شود و با حرکت روی مسیر شیبدار، به نقطهٔ B می‌رسد. اگر کار نیروی وزن در صورتی که از اصطکاک صرف‌نظر شود، W_1 و در صورتی که از اصطکاک صرف‌نظر نشود، W_2 باشد، کدام گزینه درست است؟



۱) $W_1 > W_2$ ۲) $W_1 = W_2$

۳) $W_1 < W_2$ ۴) هر سه ممکن است.

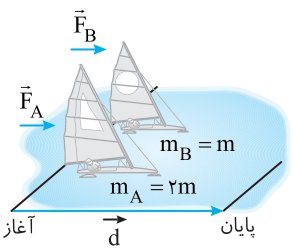
۴ گلوله‌ای از سطح زمین با تندی اولیهٔ $10\,m/s$ رو به بالا پرتاب می‌شود. تندی این گلوله وقتی به نصف ارتفاع اوج می‌رسد، چند متر بر ثانیه است؟ ($g = 10\,N/kg$ و مقاومت هوا ناچیز است.)

۱) ۵ ۲) $5\sqrt{2}$ ۳) $\frac{5\sqrt{2}}{2}$ ۴) $10\sqrt{2}$

۵ اتومبیلی با تندی ۱۰۸ کیلومتر بر ساعت در مسیری مستقیم و افقی در حال حرکت است، ناگهان راننده مانعی را می‌بیند و ترمز می‌کند. اگر انرژی جنبشی جسم تا لحظه رسیدن به مانع، ۹۶ درصد نسبت به حالت اولیه کاهش یابد، تندی اتومبیل در هنگام برخورد به مانع چند متر بر ثانیه بوده است؟

۱) ۲۱/۶ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۱۲

۶ مطابق شکل دو قایق بادبانی A و B روی سطح یخ‌زدهٔ بدون اصطکاکی به‌ترتیب تحت تأثیر دو نیروی ثابت و افقی F_A و F_B همزمان و از حال سکون شروع به حرکت می‌کنند. اگر انرژی جنبشی دو قایق در لحظهٔ عبور از خط پایان با یکدیگر برابر باشد، $\frac{F_A}{F_B}$ کدام است؟



۱) ۱ ۲) $\frac{1}{2}$

۳) ۲ ۴) $\sqrt{2}$

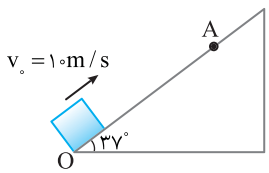
۷ اگر زمین را مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی در نظر بگیریم، هنگامی که جسمی به جرم ۲۰۰ گرم را از ارتفاع h_1 (از سطح زمین) تا ارتفاع h_2 (از سطح زمین) جابه‌جا می‌کنیم، انرژی پتانسیل گرانشی آن ۲۰J تغییر می‌کند. اگر $h_2 = \frac{3}{2}h_1$ باشد، h_1 چند متر است؟ $(g = 10\,m/s^2)$

۱) ۰/۲ ۲) ۰/۳ ۳) ۲۰ ۴) ۳۰

۸ در شکل روبه‌رو خودرویی به جرم ۲/۵ton با شتاب $1\,m/s^2$ روی خط راست در حرکت است. اگر نیروی پیشران وارد بر خودرو F و کار نیروهای مقاوم وارد بر خودرو در مسافت ۵۰m برابر ۸۰kJ باشد، F چند نیوتون است؟ آزمون مدارس برتر

۱) ۴۱۰۰ ۲) ۱۶۰۰ ۳) ۲۵۰۰ ۴) ۲۷۰۰

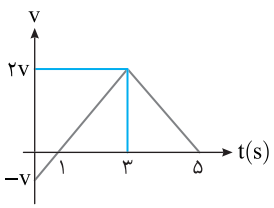
۹ جسمی به جرم m را مطابق شکل، از پایین سطح شیبدار با تندی $10\,m/s$ رو به بالا پرتاب می‌کنیم. جسم در نقطهٔ A می‌ایستد و دوباره بر می‌گردد. اگر تندی آن در نقطهٔ پرتاب $2\sqrt{5}\,m/s$ شود، طول OA چند متر است؟ $(\sin 53^\circ = \cos 37^\circ = 0/8, \sin 37^\circ = \cos 53^\circ = 0/6, g = 10\,m/s^2)$



۱) ۵ ۲) ۱۰

۳) $10\sqrt{5}$ ۴) $20\sqrt{5}$

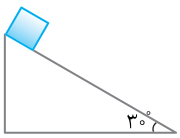
۱۰ نمودار سرعت - زمان جسمی که روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر کار برایند نیروی وارد بر جسم از لحظهٔ شروع حرکت تا $t = 3s$، برابر با W باشد، کار برایند نیروهای وارد بر جسم (کار کُل) از لحظهٔ $t = 3s$ تا $t = 5s$ کدام است؟

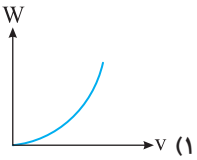


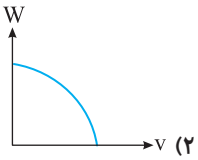
۱) $-\frac{4}{9}W$ ۲) $-\frac{4}{3}W$

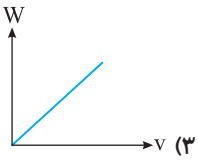
۳) $-W$ ۴) $-\frac{2}{8}W$

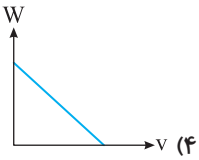
۱۱ در شکل زیر، جسمی، به جرم m از بالای سطح شیبدار بدون اصطکاکی رها می‌شود. کدام نمودار، تغییرات کار نیروی وزن جسم (W) را برحسب تندی آن درست نشان می‌دهد؟



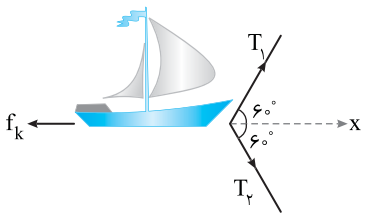
۱) 

۲) 

۳) 

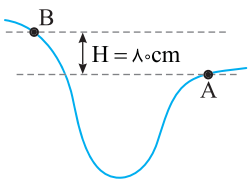
۴) 

۱۲ مطابق شکل زیر قایقی در گل فرو رفته است. برای کشیدن قایق از دو طناب استفاده می‌شود. اگر اندازهٔ نیروهای T_1 و T_2 هر یک برابر ۲۰۰ نیوتون و نیروی اصطکاک سطح تماس (f_k) ، ۵۰ نیوتون باشد، در جابه‌جایی افقی ۲۰ متری در جهت محور x، کار کل نیروهای مؤثر بر قایق چند ژول است؟



۱) ۵۰۰۰
۲) ۴۰۰۰
۳) ۳۰۰۰
۴) ۲۰۰۰

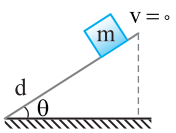
۱۳ جسمی به جرم m در نقطهٔ A دارای چه تندی‌ای برحسب متر بر ثانیه باشد تا با تلف شدن نیمی از انرژی جنبشی اولیهٔ آن در مسیر A تا B، در نقطهٔ B تندی آن نصف تندی در نقطهٔ A شود؟ $(g=10\,m/s^2)$



۱) ۴
۲) ۸
۳) ۱۶
۴) ۳۲

۱۴ در شکل روبه‌رو جسمی از بالای سطح شیبدار بدون اصطکاکی رها می‌شود، با چه تعداد از روش‌های زیر می‌توان تندی جسم را هنگام رسیدن به زمین افزایش داد؟

از کتاب درسی



الف) جرم جسم را افزایش دهیم (m). / ب) با ثابت ماندن طول سطح شیبدار زاویه بین سطح شیبدار و سطح افقی را افزایش دهیم (θ). / پ) با ثابت ماندن θ، طول سطح شیبدار را افزایش دهیم (d).

۱) صفر
۲) ۱
۳) ۲
۴) ۳

۱۵ جسمی به جرم $2kg$ روی سطح شیبداری که با سطح افق زاویه 30° می‌سازد، با سرعت ثابت رو به پایین می‌لغزد. اگر در این حرکت جسم به اندازه ۲ متر جابه‌جا شود، کار نیروی اصطکاک چند ژول است؟ $(g=10\,m/s^2)$

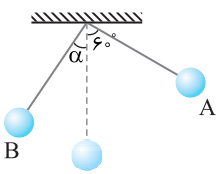
سراسری - ۹۴

۱) $-20\sqrt{3}$
۲) $-10\sqrt{3}$
۳) -10
۴) -20

۱۶ نیروی ثابت $\vec{F}$ که با جهت مثبت محور xها زاویهٔ 45° می‌سازد، در جابه‌جایی $\vec{r}=2\vec{i}$ متر به اندازهٔ $2J$ کار انجام می‌دهد. بردار این نیرو در SI کدام‌یک از گزینه‌های زیر می‌تواند باشد؟

۱) $\vec{i}+\vec{j}$
۲) $2\vec{i}+2\vec{j}$
۳) $3\vec{i}+3\vec{j}$
۴) $4\vec{i}+4\vec{j}$

۱۷ مطابق شکل، آونگی به طول $1m$ که جرم گلولهٔ آن $200g$ و جرم نخ آن ناچیز است، از نقطهٔ A رها می‌شود. اگر تا نقطهٔ B اندازهٔ کار نیروی مقاومت هوای وارد بر گلوله $0/2J$ باشد و در نقطهٔ B انرژی جنبشی و پتانسیل آن باهم برابر باشد، تندی حرکت گلوله در نقطهٔ B چند متر بر ثانیه است؟ $(g=10\,N/kg)$ و مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی پایین‌ترین نقطه مسیر است.)

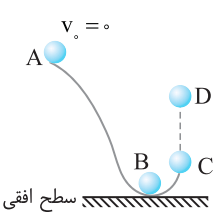


۱) ۴
۲) ۲
۳) $\sqrt{6}$
۴) به α بستگی دارد.

۱۸ برای آنکه تندی خودرویی که از حال سکون شروع به حرکت کرده است، در جابه‌جایی d به v برسد، باید نیروی F را در جهت حرکت به آن وارد کنیم. برای اینکه تندی خودرو در جابه‌جایی d از v به $2v$ برسد، باید نیروی $(\vec{F}+\vec{F}')$ را وارد کنیم، $\frac{F'}{F}$ کدام است؟ ($\vec{F}$ و $\vec{F}'$ هر دو در جهت حرکت هستند.)

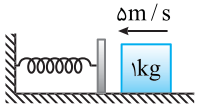
۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

۱۹ جسمی به جرم ۱۰۰ گرم از نقطهٔ A بر بالای سطح خمیده‌ای، از حال سکون شروع به لغزیدن می‌کند. پس از گذر از نقطهٔ B و جدایی از نقطهٔ C به طور قائم حداکثر تا نقطهٔ D بالا می‌رود. اگر ارتفاع نقطه‌های A، B، C و D از سطح افقی به ترتیب $1m$، صفر، $20cm$ و $65cm$ باشد، در لغزش جسم از نقطهٔ A تا نقطهٔ C، کار کل و کار نیروی اصطکاک به ترتیب از راست به چپ چند ژول است؟



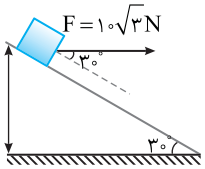
۱) $-0/35$ ، $0/45$
۲) $-0/45$ ، $0/8$
۳) $-0/8$ ، $0/45$
۴) $-0/35$ ، $0/8$

۲۰ در شکل روبه‌رو جسمی به جرم $1kg$ با تندی $5m/s$ به فنر برخورد می‌کند و فنر را حداکثر $10cm$ فشرده می‌کند. اگر نیروی اصطکاک وارد بر جسم $20N$ باشد، اندازهٔ کار نیروی فنر از ابتدای برخورد تا لحظه‌ای که فشردگی فنر بیشینه می‌شود، چند ژول است؟



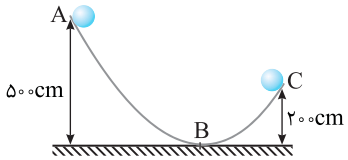
۱) ۱۰/۵ ۲) ۱۲/۵ ۳) ۱۴/۵ ۴) ۸/۵

۲۱ از بالای یک سطح شیبدار به طول ۱۰ متر، جسمی به جرم ۲ کیلوگرم از حالت سکون تحت نیروی افقی و ثابت $\vec{F}$ به سمت پایین حرکت می‌کند. اگر اندازه نیروی اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح شیبدار برابر ۵ نیوتون باشد، تندی جسم در پایین سطح شیبدار چند متر بر ثانیه است؟ $(g=10N/kg)$



۱) ۲۰ ۲) ۱۰
۳) $10\sqrt{3}$ ۴) $10\sqrt{2}$

۲۲ مطابق شکل گلوله‌ای از نقطهٔ A بدون تندی اولیه به پایین می‌لغزد و در نقطهٔ C متوقف می‌شود. اگر کار نیروی اصطکاک در مسیر AB، ۱/۵ برابر کار نیروی اصطکاک در مسیر BC باشد، تندی جسم در نقطهٔ B چند متر بر ثانیه است؟ $(g=10N/kg)$



۱) ۸ ۲) ۶۴
۳) $\sqrt{20}$ ۴) ۸۰

۲۳ یک قایق موتوری به جرم $300kg$ با تندی ثابت $12m/s$ در سطح دریاچه‌ای در حرکت است. اگر کل نیروهای مقاوم در برابر حرکت قایق $800N$ باشد، توان نیروی پیشرانهٔ موتور این قایق چند اسب بخار است؟ $(1hp\simeq 750W)$

۱) ۸ ۲) ۱۲ ۳) ۶/۴ ۴) ۱۲/۸

۲۴ از آبشاری به ارتفاع ۸۰ متر در هر ثانیه $250m^3$ آب بر روی یک مولد انرژی الکتریکی که در پایین آبشار است، می‌ریزد. اگر $\frac{3}{4}$ انرژی جنبشی آب توسط مولد به انرژی الکتریکی تبدیل شود، توان متوسط مولد چند مگا وات است؟ $(g=10N/kg, \rho_{آب}=1g/cm^3)$

۱) ۱۵۰ ۲) ۱۵ ۳) ۲۵ ۴) ۲۵۰

۲۵ کار خروجی ماشین A در هر ساعت با مصرف $30kJ$ انرژی برابر با $25kJ$ و کار خروجی ماشین B در هر ساعت با مصرف $35kJ$ انرژی برابر با $20kJ$ است. کدام گزینه در خصوص مقایسهٔ اندازهٔ توان اتلافی (P) و بازدهٔ (Ra) این دو ماشین درست است؟

۱) $P_A>P_B$ ، $Ra_A>Ra_B$ ۲) $P_A>P_B$ ، $Ra_A<Ra_B$
۳) $P_A<P_B$ ، $Ra_A<Ra_B$ ۴) $P_A<P_B$ ، $Ra_A>Ra_B$

فصل سوم: کار، انرژی و توان

آزمونک (پنجرهٔ ۱ و ۲)

۱ ۲ B

خط فکری در رابطهٔ انرژی جنبشی $K=\frac{1}{2}mv^2$، باید جرم بر حسب kg و تندی برحسب m/s باشد. بنابراین شما باید ابتدا تندی را برحسب m/s حساب کنید. تندی فضاپیما $3\times10^{-4}\,Au/h$ است. با روش تبدیل زنجیره‌ای خواهیم داشت:

$$v=3\times10^{-4}\frac{Au}{h}\times\frac{1/5\times10^{+11}m}{1Au}\times\frac{1h}{3600s}\Rightarrow v=\frac{5}{4}\times10^4\,m/s$$

ضریب تبدیل یکای نجومی به متر — ضریب تبدیل ساعت به ثانیه

انرژی جنبشی فضاپیما خواهد شد:

$$K=\frac{1}{2}mv^2\Rightarrow K=\frac{1}{2}\times800\times(\frac{5}{4}\times10^4)^2$$

$$K=400\times\frac{25}{16}\times10^8=625\times10^8\,J\Rightarrow K=6/25\times10^{10}\,J=6/25\,GJ$$

نمای ۱

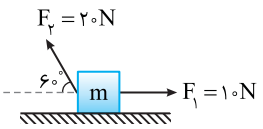
۳ ۲ B

با توجه به این‌که جسم در راستای محور xها در حرکت است، بنابراین تنها مؤلفهٔ افقی نیرو $F_x=15N$ که در راستای جابه‌جایی است، کار انجام می‌دهد، مؤلفهٔ قائم نیروی F $(F_y=20N)$ در راستای عمود بر محور جابه‌جایی یعنی محور x بوده و کار آن برابر صفر می‌باشد. بنابراین کار نیروی F در این جابه‌جایی برابر است با: $W=F_xd=15\times10=150\,J$

نمای ۸

۱ ۳ B

دقت کنید جابه‌جایی به سمت چپ است، از این رو کار نیروی F_2 برابر است با:



$$W_{F_2}=F_2d\cos60^\circ=\frac{1}{2}F_2d$$

$$\Rightarrow W_{F_2}=\frac{1}{2}\times20\times d=10d$$

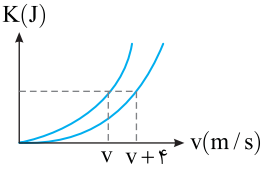
کار نیروی F_1 خواهد شد: $W_{F_1}=F_1d\cos180^\circ\Rightarrow W_{F_1}=10\times d\times(-1)=-10d$

نسبت W_{F_1} به W_{F_2} را حساب می‌کنیم

$$\frac{W_{F_1}}{W_{F_2}}=\frac{10d}{-10d}=-1$$

نمای ۶

۴ ۳ C



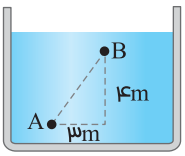
جرم جسم A چهار برابر جرم جسم B است $(m_A=4m_B)$. از طرفی اگر به نمودارها دقت کنید، وقتی یکی از دو جسم سرعتش v و دیگری سرعتش v+4 است انرژی جنبشی دو متحرک برابر شده است. بنابراین جسمی که سرعتش کمتر است باید جرمش بیشتر باشد تا انرژی جنبشی‌اش با انرژی جنبشی جسم سریع‌تر برابر شود. بنابراین جسم A دارای سرعت v و جسم B دارای سرعت v+4 است و می‌توان نوشت:

$$K_A=K_B\Rightarrow\frac{1}{2}m_Av^2=\frac{1}{2}m_B(v+4)^2\Rightarrow$$

$$\frac{1}{2}(4m_B)v^2=\frac{1}{2}m_B(v+4)^2\Rightarrow 2v=v+4\Rightarrow v=4\,m/s$$

نمای ۵

۵ ۲ B



کار نیروی وزن به مسیر بستگی ندارد و به ارتفاع قائم دو نقطهٔ ابتدایی و انتهایی مسیر بستگی دارد. بنابراین، در جابه‌جایی از A تا B، ارتفاع قائم $h=4m$ است و چون جسم روبه بالا حرکت کرده و نیروی وزن روبه پایین است، کار نیروی وزن منفی و برابر است با:

$$W_W=-mgh\Rightarrow W_W=-4\times10\times4\Rightarrow W_W=-160\,J$$

اما کار نیروی شناوری. نیروی شناوری همواره رو به بالاست و نیرو همواره در امتداد جابه‌جایی کار انجام می‌دهد. یعنی چون نیروی شناوری رو به بالاست، شما باز هم باید جابه‌جایی در امتداد قائم یعنی 4m را در نظر بگیرید. $W_{F_b}=F_bd\xrightarrow[F_b=50N]{d=4m}W_{F_B}=50\times4=200\,J$

نمای ۱۱ و ۷

۶ ۱ B

نیروی خالص وارد بر جسم که سبب کاهش سرعت و توقف جسم می‌شود، نیروی اصطکاک جنبشی است. ابتدا به کمک قانون دوم نیوتون اندازهٔ این نیروی اصطکاک را به‌دست می‌آوریم: $f=ma\Rightarrow f_k=4\times2=8N$

کار نیروی اصطکاک خواهد شد:

$$W_{f_k}=f_kd\cos\theta\xrightarrow[\cos\theta=-1]{\theta=180^\circ}W_{f_k}=8\times10\times(-1)=-80\,J$$

نمای ۱۱

۷ ۱ B

ابتدا سرعت اتومبیل را برحسب متر بر ثانیه به‌دست می‌آوریم:

$$v=90\frac{km}{h}=\frac{90}{3/6}\Rightarrow v=25\,m/s$$

قرار است انرژی جنبشی با افزایش سرعت دو برابر شود از این رو می‌نویسیم:

$$K_2=2K_1\xrightarrow{K=\frac{1}{2}mv^2}\frac{1}{2}mv_2^2=2\times\frac{1}{2}mv_1^2\Rightarrow$$

$$v_2^2=2v_1^2\Rightarrow v_2=\sqrt{2}v_1\Rightarrow v_2=\sqrt{2}\times25$$

اگر $\sqrt{2}$ را برابر ۱/۴ قرار دهیم خواهیم داشت: $v_2=1/4\times25\Rightarrow v_2=35\,m/s$

$$\Rightarrow v_2-v_1=35-25=10\,m/s$$

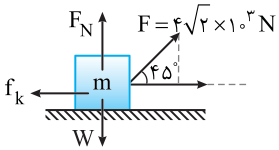
پس سرعت باید 10m/s افزایش یابد.

نمای ۲

۸ ۱ A

کار تک‌تک نیروهای وارد بر جسم را به دست می‌آوریم و با هم جمع می‌کنیم تا کار کل به‌دست آید.

۱ کار نیروی وزن و کار نیروی عمودی تکیه‌گاه که بر جابه‌جایی سورتمه عمودند، صفر است. $W_{F_N}=W_W=0$



۲ کار نیروی ثابت تراکتور برابر است با:

$$W_F=Fd\cos\theta\xrightarrow{\theta=45^\circ}$$

$$W_F=4\sqrt{2}\times10^3\times235\times\frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$W_F=940\times10^3\,J=940000\,J$$

۳ کار نیروی اصطکاک جنبشی را به‌دست می‌آوریم.

$$W_{f_k}=f_kd\cos(180)^\circ\xrightarrow{f_k=3/4\times10^3\,N}W_{f_k}=-3/4\times10^3\times235$$

$$W_{f_k}=-799\times10^3\,J=-799000\,J$$

۴ کار کل خواهد شد:

$$W_t=W_{F_N}+W_W+W_{f_k}+W_F=0+0+(-799000)+940000\Rightarrow W_t=141000\,J$$

نمای ۱۰

آزمونک (پنجره ۲ و ۳)

B ۲ ۱

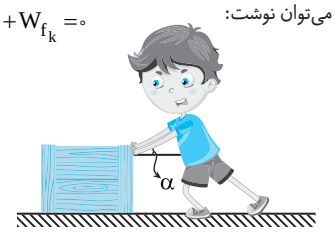
۱ تندی جعبه ثابت است و انرژی جنبشی آن تغییر نمی‌کند $(\Delta K=0)$.

۲ کار نیروی وزن و کار نیروی عمودی سطح (تکیه‌گاه) که بر مسیر حرکت عموداند صفر است. $W_{f_N}=W_W=0$

۳ بنـا به قضیه کار و انرژی جنبشـی، با توجه به صفر بودن تغییرات انرژی جنبشـی می‌توان نوشت:

$$W_t=\Delta K\Rightarrow W_{f_N}+W_W+W_F+W_{f_k}=0$$

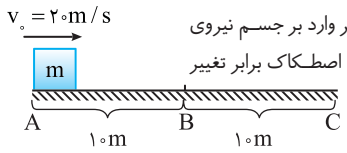
$$\Rightarrow W_{f_k}=-W_F\Rightarrow \frac{W_{f_k}}{W_F}=-1$$



نمای ۱۱

B ۲ ۲

در طول مسـیر A تا C کار نیروی وزن و کار نیروی عمودی سـطح صفر اسـت و تنها نیـروی مؤثر وارد بر جسـم نیروی اصطکاک اسـت بنابرایـن کار نیروی اصطـکاک برابر تغییر انرژی جنبشی جسم است.



حالت اول مسیر AB: بنا به قضیه کار و انرژی جنبشی خواهیم داشت:

$$W_{f_k}=\Delta K\Rightarrow -f_{k_{A\to B}}\times(AB)=\frac{1}{2}mv_B^2-\frac{1}{2}mv_A^2$$

$$\xrightarrow{f_{k_{A\to B}}=35N} -35\times10=\frac{1}{2}\times4\times v_B^2-\frac{1}{2}\times4\times20^2$$

$$\Rightarrow -350+800=2v_B^2\Rightarrow v_B^2=225\Rightarrow v_B=15m/s$$

حالت دوم مسیر BC: مجدداً قضیه کار و انرژی جنبشی را می‌نویسیم:

$$W_{f_k}=\Delta K\Rightarrow -f_{k_{(B\to C)}}\times(BC)=\frac{1}{2}mv_C^2-\frac{1}{2}mv_B^2$$

$$\xrightarrow{f_{k_{B\to C}}=40N} -40\times10=\frac{1}{2}\times4\times v_C^2-\frac{1}{2}\times4\times225$$

$$\Rightarrow -400=2v_C^2-450\Rightarrow 50=2v_C^2\Rightarrow v_C^2=25\Rightarrow v_C=5m/s$$

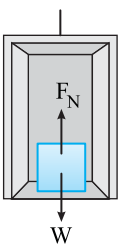
بنابراین نسبت $\frac{v_B}{v_C}$ خواهد شد:

$$\frac{v_B}{v_C}=\frac{15}{5}=3$$

نمای ۱۴

B ۳ ۴

خط فکری جهـت حرکـت آسانسـور مشـخص نیسـت بنابراین با دو حالت روبه‌رو هستیم:



۱ آسانسور روبه بالا حرکت کند.

۲ آسانسور رو به پایین حرکت کند.

بـر جعبـه دو نیـرو یکـی وزن و دیگـری نیـروی عمودی سـطح (تکیه‌گاه) وارد می‌شود.

مجمـوع کار نیـروی وزن و کار نیروی عمودی سـطح برابر تغییر انرژی جنبشی جعبه است، بنابراین: $W_{F_N}+W_W=\Delta K$

حالت اول: آسانسور رو به بالا شروع به حرکت کند. در این صورت کار نیروی وزن منفی و برابر $W_W=-mgh$ و کار نیروی عمودی سطح مثبت، برابر است با:

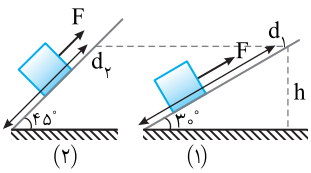
$$W_{F_N}-mgh=\frac{1}{2}mv^2-0\xrightarrow[h=5m,\ v=4m/s]{m=4kg}$$

$$W_{F_N}-4\times10\times5=\frac{1}{2}\times4\times16\Rightarrow W_{F_N}=232N$$

B ۲ ۹

خط فکری دقت کنید که با نیروی ثابت F، جسـم روی دو سطح تا ارتفاع یکسان h بالا برده شـده است. اکنون شما باید تشـخیص بدهید که جابه‌جایی روی کدام سطح شیبدار برای رسیدن به ارتفاع h بیشتر است.

در شـکل کاملاً مشـخص است که شـخص روی سـطح شـیبدار شماره (۱) مسیر طولانی‌تر را طی می‌کند و کار نیروی F روی سطح (۱) بزرگ‌تر است. اما این هم اثبات ریاضی:



$$\begin{cases}(1)\text{شکل}: \sin30^\circ=\frac{h}{d_1}\Rightarrow d_1=\frac{h}{\sin30^\circ}\Rightarrow d_1=2h\\ (2)\text{شکل}: \sin45^\circ=\frac{h}{d_2}\Rightarrow d_2=\frac{h}{\sin45^\circ}\Rightarrow d_2=\sqrt{2}h\end{cases}$$

$$\Rightarrow d_1>d_2\Rightarrow W_1>W_2$$

نمای ۹

B ۳ ۱۰

در صورت مسئله فرض شده است که از اتلاف انرژی صرف‌نظر می‌کنیم. در این صورت انرژی‌ای که از سوخت حاصل می‌شود به انرژی جنبشی خودرو تبدیل شده است.

در حالت اول، انرژی جنبشـی از صفر به $K_1=\frac{1}{2}mv^2$ می‌رسـد. یعنی مصرف V لیتر سوخت انرژی جنبشی $K_1=\frac{1}{2}mv^2$ را تأمین می‌کند.

در حالت دوم، انرژی جنبشی از $K_1=\frac{1}{2}mv^2$ به $K_2=\frac{1}{2}m(2v)^2$ می‌رسد. در این صورت خواهیم داشت: $K_2-K_1=\frac{1}{2}m(4v^2)-\frac{1}{2}mv^2=3(\frac{1}{2}mv^2)$

بنابراین برای هر $\frac{1}{2}mv^2$ مقدار V لیتر سـوخت مصرف می‌شـود و برای $3(\frac{1}{2}mv^2)$ مقدار $3V$ لیتر سوخت مصرف خواهد شد.

نمای ٤ و ۲

حالت دوم: آسانسور رو به پایین شروع به حرکت کند. در این صورت کار نیروی وزن مثبت و برابر $W_W=+mgh$ است و کار نیروی عمودی سطح خواهد شد:

$$W_t=\Delta K\Rightarrow W_{F_N}+W_W=\frac{1}{2}mv^2-0\Rightarrow W_{F_N}+mgh=\frac{1}{2}mv^2$$

$$W_{F_N}+4\times10\times5=\frac{1}{2}\times4\times(4)^2\Rightarrow W_{F_N}=-168J$$

نمای ۱۶

B ۲ ۴

شکل (۱): کار برابر مجموع جبری کار دو نیروی یکسان F است بنابراین:

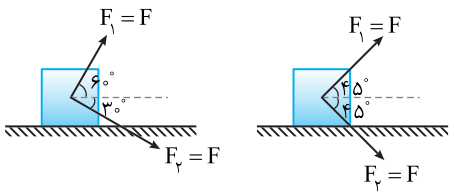
$$W_1=W_{F_1}+W_{F_2}=Fd\cos45^\circ+Fd\cos45^\circ=\sqrt{2}Fd=1/4Fd$$

شکل (۲): کار W_2 نیز خواهد شد:

$$W_2=W_{F_1}+W_{F_2}=Fd\cos60^\circ+Fd\cos30^\circ=\frac{Fd}{2}+Fd\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\Rightarrow W_2=\frac{\sqrt{3}+1}{2}Fd=\frac{1/7+1}{2}Fd=1/35Fd$$

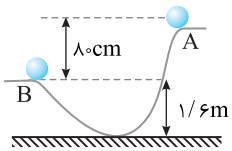
بنابراین $W_2<W_1$ است.



شکل (۱) شکل (۲) نمای ۱۰

A ۱ ۵

یادآوری کار نیروی وزن به مسیر بستگی ندارد و به ارتفاع قائم نقطهٔ ابتدایی و نقطه انتهایی از هم بستگی دارد. اگر جسم رو به پایین حرکت کند $W_W=+mgh$ و اگر جسم رو به بالا حرکت کند $W_W=-mgh$ است.

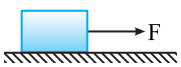


کار نیروی وزن در این مسئله خواهد شد:

$$W_W=mgh\xrightarrow[h=0/8m]{m=2kg}W_W=2\times10\times0/8=16J$$

نیروی عمودی سطح در تمام مسیر بر مسیر عمود است و کار آن صفر است. نمای ۷

C ۴ ۶



اگر جسم از حال سکون به حرکت درآید، در هر بازه‌ای که می‌گذرد، سرعت آن افزایش می‌یابد و در هر بازه نسبت به بازه قبل، مسیر طولانی‌تری را طی می‌کند (d بزرگ‌تر می‌شود) و کار نیروی F افزایش می‌یابد. اگر جسم از ابتدا در جهت نیروی F دارای سرعت باشد، به‌دلیل افزایش سرعت، کار نیروی F در بازه‌های متوالی افزایش می‌یابد، بنابراین گزینهٔ (۱) درست است. اگر جسم دارای سرعت اولیه به سمت چپ باشد، نیروی F باعث کاهش سرعت آن می‌شود و در بازه‌های متوالی کار نیروی F به دلیل کاهش جابه‌جایی کمتر می‌شود تا جسم متوقف شود، بنابراین گزینهٔ (۲) درست است.

اگر نیرو پس از توقف جسم همچنان به جسم وارد شود، جسم که ابتدا دارای حرکت کندشونده بوده دارای حرکت تندشونده می‌شود و کار نیروی F در بازه‌های زمانی t افزایش می‌یابد. یعنی ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد، بنابراین گزینهٔ (۳) نیز درست است. نمای ۱۷

B ۲ ۷

با توجه به تعریف کار نیروی ثابت $(W=Fd\cos\theta)$:

$$W_1=Fd\cos\theta_1\ ,\ W_2=Fd\cos\theta_2$$

نیروی F وارد بر خودروها و جابه‌جایی d با هم برابر است و برای مقایسه کار آن‌ها باید به بررسی زاویه θ بپردازیم. می‌دانیم هر چه θ کوچک‌تر باشد $\cos\theta$ بزرگ‌تر است، پس

$$\theta_2<\theta_1\Rightarrow\cos\theta_2>\cos\theta_1\Rightarrow W_2>W_1$$

با استفاده از قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$W_2>W_1\Rightarrow\Delta K_2>\Delta K_1$$

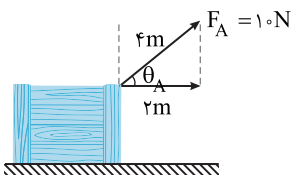
سرعت اولیه هر دو متحرک صفر می‌باشد پس:

$$K_0=0\Rightarrow\frac{1}{2}mv_2^2>\frac{1}{2}mv_1^2\Rightarrow v_2^2>v_1^2\Rightarrow v_2>v_1$$

نمای ۱۸

B ۳ ۸

یادآوری مؤلفه‌ای از نیرو کار انجام می‌دهد که در امتداد جابه‌جایی باشد و کار مؤلفه‌ای از نیرو که عمود بر راستای جابه‌جایی است، صفر است.

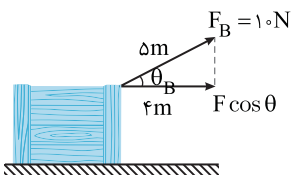


شخص A: با توجه به شکل زاویه بین نیروی F و جابه‌جایی برای شخص A برابر است با:

$$\cos\theta_A=\frac{\text{ضلع مجاور}}{\text{وتر}}=\frac{2}{4}=\frac{1}{2}$$

کار شخص A برابر خواهد شد با:

$$W_A=F_Ad\cos\theta_A\xrightarrow{d=5m}W_A=10\times5\times\frac{1}{2}=25J$$



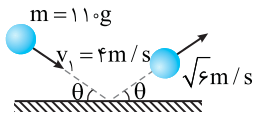
شخص B: کسینوس زاویه بین نیروی شخص B و راستای حرکت برابر است با:

$$\cos\theta_B=\frac{\text{ضلع مجاور}}{\text{وتر}}=\frac{4}{5}$$

کار شخص B برابر خواهد شد با: $W_B=F_Bd\cos\theta_B\Rightarrow W_B=10\times5\times\frac{4}{5}=40J$

کار نیروی شخص B $(40-25=15J)$ از کار نیروی شخص A بیشتر است. نمای ۱۵

A ۳ ۹



بنا به قضیه کار - انرژی جنبشی کافی است که تغییر انرژی جنبشی جسم را در مدت برخورد حساب کنیم.

$$W_t=\Delta K\Rightarrow W_t=K_2-K_1\Rightarrow W_t=\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_1^2$$

$$\Rightarrow W_t=\frac{1}{2}\times0/11\times(6-16)\Rightarrow W_t=-0/55J$$

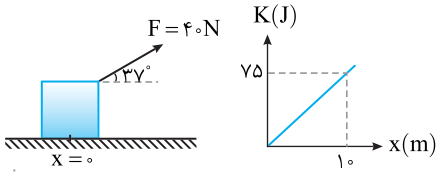
نمای ۱۴

B ۳ ۱۰

به نمودار نگاه کنید، در جابه‌جایی ۱۰ متر کار نیروی خالص وارد بر جسم برابر ۷۵J شده است، بنابراین به کمک قضیه کار و انرژی جنبشی می‌توان اصطکاک را حساب کرد.

$$W_t=W_F+W_{f_k}=\Delta K\Rightarrow Fd\cos\theta-f_kd=K-0$$

$$\Rightarrow40\times10\times0/8-f_k\times10=75\Rightarrow7/5=40\times0/8-f_k\Rightarrow f_k=24/5N$$



نمای ۱۳

آزمونک (پنجرهٔ ۳ و ۴)

A ۳ ۱

بنا به قضیهٔ کار و انرژی جنبشی، کار کل انجام شده روی جسم برابر تغییر انرژی جنبشی جسم است و جمله (الف) درست است. $(W_t=\Delta K)$

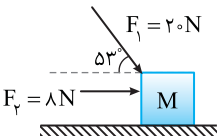
بنا به تعریف انرژی پتانسیل گرانشی، تغییر انرژی پتانسیل گرانشی در یک جابه‌جایی معین برابر منفی کار نیروی وزن در آن جابه‌جایی است که در جمله (ب) به منفی بودن آن اشاره نشده و جمله (ب) نادرست است. $(W_{mg}=-\Delta U_g)$

بنا به قانون پایستگی انرژی، تغییر انرژی مکانیکی یک جسم در یک جابه‌جایی معین برابر کار نیروهای اتلافی وارد بر جسم در آن جابه‌جایی است $(E_2-E_1=W_f)$ و جمله (پ) درست است.

نمای ۱۲، ۲۲ و ۲۹

A ۲ ۲

۱ کار نیروی F_1 را حساب می‌کنیم.



$W_1=F_1d\cos 53^\circ \Rightarrow W_1=20d\times 0/6=12d$

۲ کار نیروی F_2 را به‌دست می‌آوریم.

$W_2=F_2d\cos 0^\circ \Rightarrow W_2=8d$

۳ تندی جسم ثابت بوده و انرژی جنبشی تغییر نمی‌کند و بنا به قضیه کار و انرژی جنبشی می‌توان نوشت:

$$W_t=\Delta K \xrightarrow{\Delta K=0} W_{F_N}+W_{mg}+W_1+W_2+W_f=0$$

$$\Rightarrow 12d+8d-200=0\Rightarrow d=\frac{200}{20}\Rightarrow d=10m$$

۴ جسم در مدت ۵s با تندی ثابت v، ۱۰m جابه‌جا شده است، بنابراین:

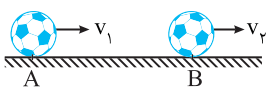
$$v=\frac{d}{t}\Rightarrow v=\frac{10}{5}=2m/s$$

نمای ۱۵

B ۳ ۲

قانون پایستگی انرژی را برای توپ در نقطهٔ A و نقطهٔ B می‌نویسیم.

$$E_B-E_A=W_f \xrightarrow{U_A=U_B=0} K_B-K_A=W_f$$



با توجه به فرض مسئله کار نیروهای اتلافی برابر ۱۹٪ انرژی جنبشی اولیه جسم است بنابراین: $W_f=\frac{-19}{100}K_A$

$$K_B-K_A=\frac{-19}{100}K_A\Rightarrow K_B=0/81K_A\Rightarrow \frac{1}{2}mv_B^2=0/81\left(\frac{1}{2}mv_A^2\right)$$

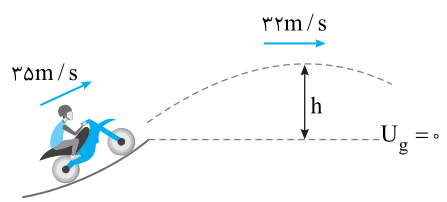
$$\xrightarrow{v_A=8m/s} v_B^2=0/81\times(8)^2\Rightarrow v_B=0/9\times 8\Rightarrow v_B=7/2m/s$$

نمای ۲۹

B ۴ ۴

سطحی که موتورسوار شروع به پرش می‌کند را مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی فرض می‌کنیم. انرژی مکانیکی موتورسوار در ابتدا برابر است با:

$$E_1=U_1+K_1 \xrightarrow{U_1=0} E_1=K_1=\frac{1}{2}mv_1^2$$



و در بالاترین نقطه مسیر، انرژی مکانیکی موتورسوار برابر است با:

$$E_2=U_2+K_2\Rightarrow E_2=mgh+\frac{1}{2}mv_2^2$$

قانون پایستگی انرژی را می‌نویسیم:

$$E_2-E_1=W_f \xrightarrow{W_f=-4000J} mgh+\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_1^2=-4000J$$

$$\xrightarrow{m=200kg} 200\times 10\times h+\frac{1}{2}\times 200(32^2-35^2)=-4000$$

$$20h+[(32+35)(32-35)]=-40\Rightarrow 20h+(67)(-3)=-40$$

$$\Rightarrow 20h-201=-40\Rightarrow h=\frac{161}{20}\Rightarrow h=8/5m$$

نمای ۳۰

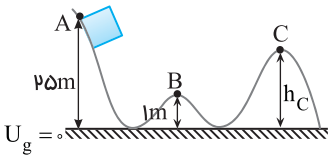
B ۵ ۲

خط فکری اندازهٔ تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی به مسیر حرکت بستگی ندارد و به فاصلهٔ قائم نقاط ابتدایی و انتهایی از هم بستگی دارد بنابراین شما ابتدا باید h_C را حساب کنید تا بتوانید از رابطه $\Delta U=mg\Delta h$ تغییر انرژی پتانسیل گرانشی را حساب کنید.

ابتدا اصل پایستگی انرژی مکانیکی را برای نقاط A و C می‌نویسیم تا به کمک آن h_C را به‌دست آوریم.

$$E_A=E_C\Rightarrow mgh_A+\frac{1}{2}mv_A^2=mgh_C+\frac{1}{2}mv_C^2$$

$$2\times 10\times 25=2\times 10\times h_C+\frac{1}{2}\times 2\times(20)^2\Rightarrow h_C=5m$$

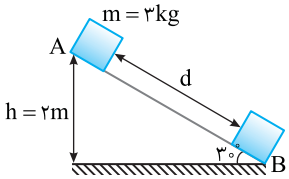


تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی برابر است با:

$$\Delta U_{BC}=mg\Delta h_{BC}\Rightarrow \Delta U=mg(h_C-h_B)\Rightarrow \Delta U=2\times 10\times(5-1)=80J$$

نمای ۲۲

A ۱ ۶



جسم از A تا B پایین می‌آید و انرژی پتانسیل گرانشی آن کم می‌شود از این رو تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی جسم از A تا B منفی بوده و برابر است با:

$$\Delta U=-mg\Delta h\Rightarrow \Delta U=-3\times 10\times 2=-60J$$

اما تغییر انرژی مکانیکی جسم برابر کار نیروی اصطکاک است و برای محاسبه کار نیروی اصطکاک باید طول مسیر از A تا B یعنی d را بیابیم.

$$\sin 30^\circ=\frac{h}{d}\Rightarrow \frac{1}{2}=\frac{2}{d}\Rightarrow d=4m$$

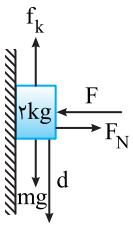
اکنون تغییر انرژی مکانیکی جسم را حساب می‌کنیم.

$$E_B-E_A=W_f\Rightarrow E_B-E_A=-f_kd \xrightarrow{f_k=15N} \Delta E=-15\times 4$$

$$\Rightarrow \Delta E=-60J$$

نمای ۳۱

B ۷ ۱



جابه‌جایی جسم در مدت ۳s، با تندی ۴m/s خواهد شد:

$$d=vt\Rightarrow d=4\times 3\Rightarrow d=12m$$

تندی جسم ثابت است و کار کل صفر است.

$$W_t=\Delta K \xrightarrow{\Delta K=0}$$

$$W_{F_N}+W_F+W_{mg}+W_{f_k}=0 \quad (1)$$

کار نیروی عمودی سطح و کار نیروی F که هر دو بر مسیر حرکت عمودند صفر است.
جسم در حال حرکت رو به پایین است و کار نیروی وزن مثبت و برابر $W_{mg}=+mgh$ می‌شود، بنابراین رابطه (۱) به‌صورت زیر در می‌آید.

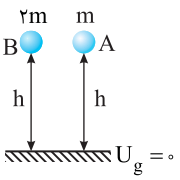
$$\circ+\circ+mgh+W_{f_k}=\circ \xrightarrow{h=d=۱۲m} ۲\times۱۰\times۱۲+W_f=\circ \Rightarrow W_f=-۲۴\circ J$$

نمای ۱۶

۱۸ B

خط فکری با نوشتن قانون پایستگی انرژی برای هر گلوله، کار نیروی مقاومت هوا وارد بر هر یک را حساب کنید و با هم مقایسه کنید.

تندی دو گلوله هنگام رسیدن به زمین یکسان است $(v_A=v_B=v)$. قانون پایستگی انرژی را می‌نویسیم.



$$A\text{گلوله}: E_{۲_A}-E_{۱_A}=W_{f_A}$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۲}mv^۲-mgh=W_{f_A} \qquad (۱)$$

$$B\text{گلوله}: E_{۲_B}-E_{۱_B}=W_{f_B} \Rightarrow \frac{۱}{۲}(۲m)v^۲-۲mgh=W_{f_B}$$

$$\Rightarrow ۲(\frac{۱}{۲}mv^۲-mgh)=W_{f_B} \qquad (۲)$$

رابطه (۲) را بر رابطه (۱) تقسیم می‌کنیم.

$$\frac{۲(\frac{۱}{۲}mv^۲-mgh)}{\frac{۱}{۲}mv^۲-mgh}=\frac{W_{f_B}}{W_{f_A}} \Rightarrow \frac{W_{f_B}}{W_{f_A}}=۲$$

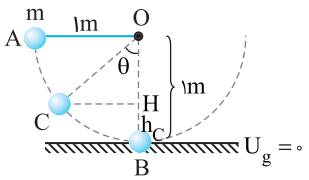
نمای ۳۲

۴ ۹ B

۱ گلوله هنگام گذر از پایین‌ترین نقطهٔ مسیر (B) دارای تندی بیشینه است. برای نقاط A و B اصل پایستگی انرژی مکانیکی را نوشته و تندی بیشینه را حساب می‌کنیم.

$$E_A=E_B \Rightarrow U_A+K_A=U_B+K_B \Rightarrow mgR+\circ=\circ+\frac{۱}{۲}mv_B^۲$$

$$\Rightarrow v_B^۲=\sqrt{۲gR} \xrightarrow{R=۱m} v_B=\sqrt{۲\circ}=۲\sqrt{۵}m/s$$



۲ اگر در نقطهٔ C تندی جسم $\frac{\sqrt{۲}}{۲}v_B$ باشد، ابتدا h_C را به‌دست می‌آوریم.

$$h_C=OB-OH \Rightarrow h_C=R-R\cos\theta \Rightarrow h_C=۱-۱\times\cos\theta=۱-\cos\theta \quad (I)$$

۳ اصل پایستگی انرژی مکانیکی را برای نقاط B و C می‌نویسیم:

$$E_B=E_C \Rightarrow \frac{۱}{۲}mv_B^۲+\circ=\frac{۱}{۲}mv_C^۲+mgh_C$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۲}(\sqrt{۲\circ})^۲=\frac{۱}{۲}(\frac{\sqrt{۲}}{۲}\times\sqrt{۲\circ})^۲+۱\circ h_C \Rightarrow ۱\circ=۵+۱\circ h_C \Rightarrow h_C=\circ/۵m$$

۴ اکنون می‌توان θ را حساب کرد:

$$(I) \Rightarrow h_C=۱-\cos\theta \Rightarrow \circ/۵=۱-\cos\theta \Rightarrow \cos\theta=\circ/۵ \Rightarrow \theta=۶\circ^\circ$$

نمای ۲۷

۳ ۱۰ B

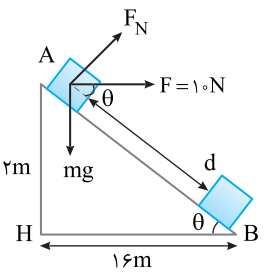
۱ ابتدا فاصلهٔ AB را حساب می‌کنیم. $AB^۲=۱۲^۲+۱۶^۲ \Rightarrow AB=۲\circ m$

۲ کار نیروی عمودی سطح وارد بر جسم که بر مسیر عمود بوده صفر است.

$$W_{F_N}=\circ$$

۳ کار نیروی وزن به مسیر بستگی ندارد. جسم از نقطه A تا B رو به پایین حرکت کرده و کار نیروی وزن مثبت و برابر است با:

$$W_{mg}=mgh \Rightarrow W_{mg}=۴\times۱\circ\times۱۲ \Rightarrow W_{mg}=۴۸\circ J$$



۴ با توجه به شکل و قضیه خطوط موازی و مورب زاویهٔ بین F و جابه‌جایی d همان زاویهٔ سطح با افق است از این‌رو می‌توان نوشت:

$$\cos\theta=\frac{HB}{AB} \Rightarrow \cos\theta=\frac{۱۶}{۲\circ} \Rightarrow \cos\theta=\frac{۴}{۵}$$

۵ کار نیروی F را حساب می‌کنیم.

$$W_F=Fd\cos\theta \Rightarrow W_F=۱\circ\times۲\circ\times\frac{۴}{۵} \Rightarrow W_F=۱۶\circ J$$

۶ قضیه کار و انرژی جنبشی را برای جسم در مسیر AB می‌نویسیم.

$$W_t=\Delta K \Rightarrow W_{F_N}+W_F+W_{mg}=K_B-\circ \Rightarrow \circ+۱۶\circ+۴۸\circ=K_B$$

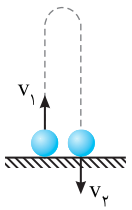
$$\Rightarrow K_B=۶۴\circ J$$

نمای ۲۰

آزمونک (پنجرهٔ ۴ و ۵)

۱ ۳ B

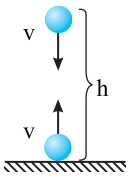
به شکل روبه‌رو دقت کنید اگر گلوله‌ای را در شرایط خلأ رو به بالا پرتاب کنید و گلوله یک مسیر رفت و برگشت را طی کند، وقتی به نقطهٔ پرتاب بازمی‌گردد تندی آن برابر تندی اولیه است $(v_1 = v_2)$ و تغییرات انرژی جنبشی گلوله در این مسیر صفر است $(\Delta K = 0)$ و بنا به قضیه کار و انرژی جنبشی، کار کل (کار نیروی برایند) نیز صفر است.



شکل (۱)

اما در تمام مسیر نیروی وزن بر جسم وارد می‌شود، یعنی نیروی برایند صفر نیست، بنابراین الزامی ندارد که گزینه (۱) درست باشد.

جسمی را با تندی ثابت v از سطح زمین بالا می‌برید، در این حالت تغییر انرژی جنبشی جسم صفر است بنابراین کار کل (کار نیروی برایند) صفر است اما با بالا رفتن جسم، انرژی پتانسیل گرانشی آن در حال افزایش است در نتیجه انرژی مکانیکی آن $(\uparrow E = U\uparrow + K)$ افزایش می‌یابد و گزینه (۲) نیز نادرست است.



شکل (۲)

می‌دانیم که کار برایند نیروهای وارد بر جسم، برابر با مجموع کار تک‌تک نیروهای وارد بر جسم (کار کل) است، بنابراین گزینه (۳) درست است.

شکل (۲) نشان می‌دهد که ممکن است انرژی مکانیکی ثابت نباشد اما قطعاً چون سرعت ثابت است و شتاب صفر است بنا به قانون دوم نیوتون الزاماً برایند نیروهای وارد بر جسم صفر است و گزینه (۴) نادرست است.

نمای ۱۹

۲ ۲ B

خط فکری منظور از حداقل توان متوسط خودرو این است که تمام توان صرف تغییر انرژی جنبشی خودرو شده است، بنابراین کافی است تغییر انرژی جنبشی را حساب کرده سپس توان متوسط خودرو را به‌دست آورد.

تغییر انرژی جنبشی خودرو:

$$W_{\text{موتور}} = \Delta K = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$W_{\text{موتور}} = \frac{1}{2}\times 2000\times(10^2 - 8^2) \Rightarrow W_{\text{موتور}} = 36\times 10^3\,J$$

توان متوسط موتور خواهد شد:

$$P = \frac{W}{t} \xrightarrow{t = 2\,min = 120\,s} P = \frac{36\times 10^3}{120} \Rightarrow P = 300\,W$$

نمای ۳۵

۳ ۴ B

۱ حجم گوی را حساب می‌کنیم.

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\times 3\times 4^3 \Rightarrow V = 256\,cm^3$$

۲ جرم گوی را به‌دست می‌آوریم.

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V \xrightarrow{\rho = 5\,g/cm^3} m = 5\times 256 \Rightarrow m = 1280\,g = 1/28\,kg$$

۳ قانون پایستگی انرژی را می‌نویسیم:

$$E_2 - E_1 = W_f \Rightarrow K_2 + U_2 - K_1 - U_1 = W_f$$

$$\xrightarrow{K_1 = 0} K_2 + (U_2 - U_1) = W_f \Rightarrow K_2 + \Delta U = W_f$$

جسم پایین آمده و تغییر انرژی پتانسیل آن منفی و برابر $(\Delta U = -mg\Delta h)$ است از این‌رو:

$$K_2 + (-mg\Delta h) = W_f \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 - mg\Delta h = W_f$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}\times 1/28\times v^2 - 1/28\times 10\times 10 = -28$$

$$0/64v^2 = 100 \Rightarrow 0/8v = 10 \Rightarrow v = 12/5\,m/s$$

نمای ۳۰

۴ ۲ B

۱ ارتفاعی که آسانسور به وسیله موتور بالا می‌رود برابر است با:

$$h = \text{تعداد طبقات} \times \text{ارتفاع هر طبقه} = 3\times 4 = 12\,m$$

۲ کار مفید موتور آسانسور، بالا بردن آسانسور ۵۰۰ کیلوگرمی به ارتفاع ۱۲ متر است، بنابراین کار مفید آن را حساب می‌کنیم.

$$W_{\text{خروجی}} = mgh \Rightarrow W_{\text{خروجی}} = 500\times 10\times 12 \Rightarrow W_{\text{خروجی}} = 60000\,J$$

۳ توان مفید موتور آسانسور برابر است با:

$$P_{\text{خروجی}} = \frac{W_{\text{خروجی}}}{t} \Rightarrow P_{\text{خروجی}} = \frac{60000}{20} = 3000\,W \Rightarrow P_{\text{خروجی}} = 3\times 10^3\,W$$

۴ بازده موتور آسانسور خواهد شد:

$$Ra = \frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{ورودی}}}\times 100 \xrightarrow{P_{\text{ورودی}} = 30\times 10^3\,W} Ra = \frac{3\times 10^3}{30\times 10^3}\times 100 \Rightarrow Ra = 10\%$$

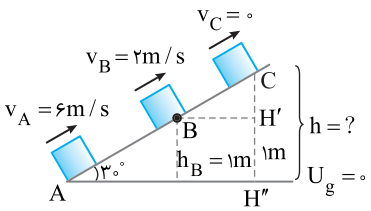
نمای ۳۵

۵ ۲ C

۱ با استفاده از قانون پایستگی انرژی در دو حالت A و B، کار نیروی اصطکاک از A تا B را به‌دست می‌آوریم.

$$E_B - E_A = W_f \Rightarrow (mgh_B + \frac{1}{2}mv_B^2) - \frac{1}{2}mv_A^2 = W_f$$

$$20 + 4 - \frac{1}{2}\times 2\times 36 = W_f \Rightarrow W_f = -12\,J$$



۲ فاصلهٔ A تا B را حساب می‌کنیم:

ضلع روبه‌رو به زاویهٔ ۳۰° نصف وتر است.

$$h_B = \frac{AB}{2} \Rightarrow AB = 2h_B = 2m$$

۳ نیروی اصطکاک خواهد شد:

$$W_{f_{A\to B}} = -f_k(AB) \Rightarrow -12 = -f_k(2) \Rightarrow f_k = 6N$$

۴ قانون پایستگی انرژی را برای نقاط B و C می‌نویسیم.

$$E_C - E_B = W_{f_{B\to C}} \Rightarrow mgh - (mgh_B + \frac{1}{2}mv_B^2) = W_{f_{B\to C}}$$

$$20\times h - (20\times 1 + \frac{1}{2}\times 2\times 4) = -f_k(BC) \Rightarrow 20h - (24) = -6(BC) \qquad (I)$$

۵ اکنون یک معادله با دو مجهول BC و h داریم بنابراین باید یک معادله دیگر به کمک شکل بنویسیم.

به شکل نگاه کنید می‌توانیم بنویسیم:

$$h = CH' + H'H'' \xrightarrow{H'H'' = 1} CH' = h - 1$$

از طرفی ضلع روبه‌رو به زاویهٔ ۳۰° نصف وتر است.

$$CH' = \frac{1}{2}BC \Rightarrow BC = 2CH' \Rightarrow BC = 2(h-1) \qquad (II)$$

۶ کافی است BC را در رابطه (I) جای‌گذاری کنیم.

$$20h - 24 = -6(2h-2) \Rightarrow 20h - 24 = -12h + 12 \Rightarrow 32h = 36 \Rightarrow h = \frac{9}{8}\,m$$

نمای ۳۱

۶ ۱ B

۱ نیروی اصطکاک بنا به فرض مسئله n برابر نیروی وزن است.

$$f_k = nW = nmg$$

۲ کار نیروی اصطکاک در جابه‌جایی d تا توقف برابر خواهد شد با:

$$W_f = -f_k d \Rightarrow W_f = -nmgd$$

۳ بنا به قانون پایستگی انرژی می‌توان نوشت:

$$E_2 - E_1 = W_f \xrightarrow[U_1 = U_2 = 0]{E_2 = 0} -E_1 = W_f$$

$$\Rightarrow -K_1 = W_f \Rightarrow -\frac{1}{2}mv^2 = -nmgd \Rightarrow d = \frac{v^2}{2ng}$$

نمای ۲۹

۴ ۷ B

سطح زمین را مبدأ پتانسیل گرانشی فرض می‌کنیم.

انرژی مکانیکی هر گلوله را در لحظهٔ پرتاب به‌دست می‌آوریم.

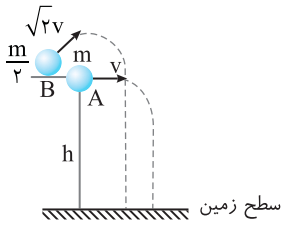
$$A: E_A = U_A + K_A = mgh + \frac{1}{2}mv^2$$

$$B: E_B = U_B + K_B = \frac{m}{2}gh + \frac{1}{2}\frac{m}{2}(\sqrt{2}v)^2 = \frac{m}{2}gh + \frac{1}{2}mv^2$$

بنابراین $E_A \neq E_B$ است و چون اتلاف انرژی ناچیز است انرژی مکانیکی آن‌ها در سطح زمین و نقطهٔ پرتاب یکسان است در نتیجه انرژی مکانیکی آن‌ها در رسیدن به زمین نیز متفاوت است.

تندی A هنگام برخورد به زمین را با اصل پایستگی انرژی مکانیکی به‌دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} A: E_A = E'_A \Rightarrow mgh + \frac{1}{2}mv^2 = 0 + \frac{1}{2}mv'^2_A \\ \Rightarrow v'^2_A = v^2 + 2gh \\ B: E_B = E'_B \Rightarrow \frac{m}{2}gh + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\frac{m}{2}v'^2_B \\ \Rightarrow v'^2_B = 2v^2 + 2gh \end{cases} \Rightarrow v'_A \neq v'_B$$



نمای ۲۸

۳ ۸ B

هر دو آسانسور دارای جرم یکسانی هستند و هر دو بار مشابهی را به یک اندازه بالا می‌برند. بنابراین کار مفید آن با هم برابر است.

($W_{O_A} = W_{O_B} = mgh$ ، منظور از W_O کار مفید و منظور از W_i کار ورودی است.)

بازده A دو برابر بازدهٔ B است از این رو می‌توان نوشت:

$$Ra_A = 2Ra_B \xrightarrow{Ra=\frac{W_O}{W_i}\times 100} \frac{W_{O_A}}{W_{i_A}} = \frac{2W_{O_B}}{W_{i_B}}$$

$$\xrightarrow{W_{O_A}=W_{O_B}} \frac{1}{W_{i_A}} = \frac{2}{W_{i_B}} \Rightarrow W_{i_A} = \frac{1}{2}W_{i_B} \quad (I)$$

با توجه به فرض مسئله توان A نصف توان B است در نتیجه:

$$P_A = \frac{1}{2}P_B \Rightarrow \frac{W_{i_A}}{t_A} = \frac{1}{2}\frac{W_{i_B}}{t_B} \qquad (II)$$

$$\xrightarrow{(I)} \frac{\frac{1}{2}W_{i_B}}{t_A} = \frac{1}{2}\frac{W_{i_B}}{t_B} \Rightarrow t_A = t_B$$

نمای ۳۶

۲ ۹ B

ابتدا فاصلهٔ قائم نقاط (۱) و (۲) را به‌دست می‌آوریم.

در مثلث OAE می‌توان نوشت:

$$\cos 53^\circ = \frac{OA}{OE} \Rightarrow OA = OE\cos 53^\circ \Rightarrow OA = 10 \times 0/6 = 6m$$

در مثلث OBD خواهیم داشت:

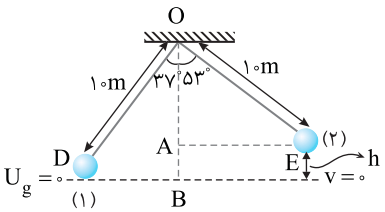
$$\cos 37^\circ = \frac{OB}{OD} \Rightarrow OB = OD\cos 37^\circ = 10 \times 0/8 = 8m$$

در این‌صورت h خواهد شد: $h = OB - OA = 8 - 6 \Rightarrow h = 2m$

اصل پایستگی انرژی مکانیکی را می‌نویسیم:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow U_1 + K_1 = U_2 + K_2 \xrightarrow[K_2=0]{U_1=0} K_1 = U_2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 = mgh \Rightarrow \frac{1}{2}v_1^2 = 20 \Rightarrow v_1^2 = 40 \Rightarrow v_1 = 2\sqrt{10}m/s$$



نمای ۲۷

۲ ۱۰ B

کار خالصی که با توان ثابت روی خودرو انجام می‌شود صرف تغییر انرژی جنبشی خودرو شده است از این‌رو:

در حالت اول: تغییر انرژی جنبشی خواهد شد:

$$W_1 = \Delta K_1 = \frac{1}{2}m(2v)^2 - \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow \Delta K_1 = 3(\frac{1}{2}mv^2) \qquad (I)$$

در حالت دوم: تغییر انرژی جنبشی خواهد شد:

$$W_2 = \Delta K_2 = \frac{1}{2}m(3v)^2 - \frac{1}{2}m(2v)^2 \Rightarrow \Delta K_2 = 5(\frac{1}{2}mv^2) \quad (II)$$

با توجه به فرض مسئله می‌توان نوشت:

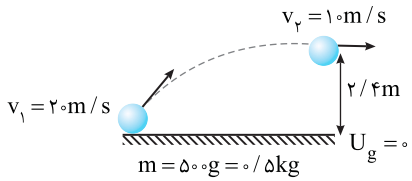
$$P_1 = P_2 \Rightarrow \frac{W_1}{t_1} = \frac{W_2}{t_2} \xrightarrow{(I)\text{و}(II)} \frac{3(\frac{1}{2}mv^2)}{t_1} = \frac{5(\frac{1}{2}mv^2)}{t_2} \Rightarrow \frac{t_2}{t_1} = \frac{5}{3}$$

نمای ۳۵

پنجرهٔ تودرتو (آزمون فصل)

۱ ۲ B

یادآوری بنا به قضیه کار و انرژی جنبشی کار کُل برابر تغییر انرژی جنبشی جسم است.



$$W_t = \Delta K = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 \Rightarrow W_t = \frac{1}{2}\times 0/5(10^2 - 20^2)$$

$$\Rightarrow W_t = \frac{1}{2}\times\frac{1}{2}(-300) \Rightarrow W_t = -75J$$

یادآوری کار کُل برابر مجموع جبری کار تک‌تک نیروهای وارد بر جسم است.

بر توپ دو نیروی وزن و نیروی مقاومت هوا وارد می‌شود. کار نیروی وزن به مسیر بستگی ندارد و به ارتفاع قائم نقطهٔ ابتدایی و انتهایی از هم بستگی دارد.

توپ رو به بالا حرکت کرده بنابراین کار نیروی وزن منفی و برابر است با:

$$W_{mg} = -mgh \Rightarrow W_{mg} = -0/5\times 10\times 2/4 \Rightarrow W_{mg} = -12J$$

اکنون کار نیروی مقاومت هوا را حساب می‌کنیم.

$$W_t = W_{mg} + W_f \xrightarrow{W_t = -75J} -75 = -12 + W_f \Rightarrow W_f = -63J$$

نمای ۱۲ و ۱۴

۳ ۲ A

نیروی وزن رو به پایین است، بنابراین هر گاه جسم رو به بالا حرکت کند، کار نیروی وزن منفی است و گزارهٔ (الف) نادرست است.

نیروی بالابر هواپیما باعث اوج گرفتن و بالا رفتن هواپیما می‌شود. بنابراین کار نیروی بالابر هواپیما مثبت است و گزارهٔ (ب) درست است.

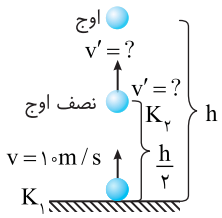
هنگام اوج گرفتن هواپیما قطعاً هواپیما به طرف جلو در حال حرکت است و کار نیروی جلوبر هواپیما مثبت بوده و گزارهٔ (پ) درست است. کار نیروی مقاومت هوا وارد بر هواپیما در خلاف جهت حرکت آن است و کارش منفی است و گزارهٔ (ت) نادرست است. نمای ۷

۲ ۳ A

کار نیروی وزن هنگام پایین آمدن جسم برابر $W_{mg} = mgh$ است و کار نیروی وزن ارتباطی به وجود اصطکاک یا نبود اصطکاک ندارد بنابراین $|W_1 = W_2|$ خواهد بود. نمای ۹

۲ ۴ B

روش اول: بـه نحـوهٔ حـل ایـن قسـمت دقت کنید. تا نصف ارتفاع اوج، نصف انرژی جنبشی اولیه گلوله به انرژی پتانسـیل گرانشـی تبدیل می‌شـود و نصف انرژی اولیـه به صورت انرژی جنبشی باقی می‌ماند.



$$K_2 = \frac{1}{2}K_1 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2}\times\frac{1}{2}mv_1^2 \Rightarrow v_2^2 = \frac{1}{2}v_1^2$$

$$v_2 = \frac{\sqrt{2}}{2}v_1 \Rightarrow v_2 = \frac{\sqrt{2}}{2}\times 10 = 5\sqrt{2}m/s$$

روش دیگر: البته معمولاً این نوع مسئله‌ها را به این گونه حل می‌کنیم:

۱ ابتدا با اصل پایستگی انرژی ارتفاع اوج را حساب می‌کنیم.

$$E_1 = E_{اوج} \Rightarrow U_1 + K_1 = U_{اوج} + K_{اوج} \xrightarrow[K_{اوج}=0]{U_1=0} \frac{1}{2}mv_1^2 = mgh_{اوج}$$

$$\Rightarrow h_{اوج} = \frac{v_1^2}{2g} \Rightarrow h_{اوج} = \frac{100}{20} \Rightarrow h_{اوج} = 5m$$

۲ نصف ارتفاع اوج را به‌دست می‌آوریم.

$$h = \frac{h_{اوج}}{2} = \frac{5}{2} = 2/5m$$

۳ اصل پایستگی انرژی را برای ابتدای مسیر و در ارتفاع $\frac{h}{2}$ (نصف ارتفاع اوج) می‌نویسیم.

$$E_1 = E_2 \Rightarrow U_1 + K_1 = U_2 + K_2 \xrightarrow{U_1=0} \frac{1}{2}mv_1^2 = mg(\frac{h}{2}) + \frac{1}{2}mv_2^2$$

$$\frac{1}{2}\times 10^2 = 10\times 2/5 + \frac{1}{2}v_2^2 \Rightarrow 50 - 25 = \frac{1}{2}v_2^2$$

$$\Rightarrow v_2^2 = 2\times 25 \Rightarrow v_2 = 5\sqrt{2}m/s$$

نمای ۲۳

۳ ۵ B

خط فکری راننده ترمز می‌کند. تندی و انرژی جنبشی اتومبیل کاهش پیدا می‌کند و تا رسـیدن به مانع ۹۶٪ انرژی جنبشـی تلف‌شده و تنها ۴٪ انرژی جنبشی اولیه باقی می‌ماند. بنابراین شـما کافی اسـت انرژی جنبشـی هنـگام برخـورد را برابر $\frac{4}{100}$ انرژی جنبشی اولیه قرار دهید.

با توجه به خط فکری بیان شده می‌توان نوشت:

$$K_2 = 0/04K_1 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_2^2 = 0/04\times\frac{1}{2}mv_1^2 \Rightarrow v_2^2 = 0/04v_1^2$$

$$\Rightarrow v_2 = 0/2v_1 \xrightarrow{v_1 = 108km/h} v_2 = 21/6km/h$$

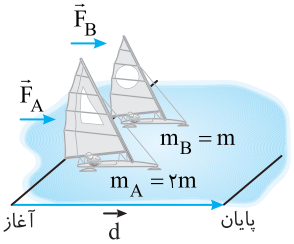
اکنون یکای تندی به‌دست آمده را از km/h به m/s تبدیل می‌کنیم.

$$v_2 = 21/6\frac{km}{h}\times\frac{10^3 m}{1km}\times\frac{1h}{3600s} \Rightarrow v_2 = \frac{21/6}{3/6} \Rightarrow v = 6m/s$$

نمای ٤

۱ ۶ A

خط فکری وقتی صحبت از انرژی جنبشی اسـت، یعنی معمولاً شما باید به سـراغ قضیه کار و انرژی جنبشی بروید و کار نیـروی F_A و کار نیـروی F_B را با توجه به برابر بودن انرژی جنبشی قایق‌ها در پایان مسیر برابر قرار دهید.



در حرکت هر دو قایق کار نیروی وزن و کار نیروی عمودی سـطح که بر مسـیر عمودند صفر است، بنابراین برای هر قایق می‌توان نوشت:

$$W_{t_A} = \Delta K_A \Rightarrow W_{F_N} + W_{mg} + W_{F_A} = K_A - 0$$

$$\Rightarrow W_{F_A} = K_A \quad (1)\ A\ \text{قایق}$$

$$W_{t_B} = \Delta K_B \Rightarrow W_{F_N} + W_{mg} + W_{F_B} = K_B - 0$$

$$\Rightarrow W_{F_B} = K_B \quad (2)\ B\ \text{قایق}$$

با توجه به فرض مسئله $K_A = K_B$ است، بنابراین:

$$W_{F_A} = W_{F_B} \Rightarrow F_A d = F_B d \Rightarrow F_A = F_B \Rightarrow \frac{F_A}{F_B} = 1$$

نمای ۱۸

۳ ۷ A

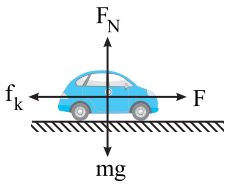
مسـئله ساده‌ای است، تغییر انرژی پتانسیل گرانشی از ارتفاع h_1 تا ارتفاع $h_2 = \frac{3}{2}h_1$ برابر $20J$ بیان شده است، بنابراین می‌توان نوشت

$$\Delta U = mg\Delta h \Rightarrow 20 = mg(h_2 - h_1) \Rightarrow 20 = 0/2\times 10\times(\frac{3}{2}h_1 - h_1)$$

$$\Rightarrow \frac{h_1}{2} = 10 \Rightarrow h_1 = 20m$$

نمای ۲۲

B ۱ ۸



برایند نیروهای مقاوم در مقابل حرکت، در خلاف جهت جابه‌جایی جسم است و کار آن منفی است. یعنی کار نیروهای مقاوم در این مسئله $W_f=-۸۰kJ$ است. با دانستن این مطلب ابتدا نیروهای مقاوم در مقابل حرکت را با توجه به تعریف کار به‌دست می‌آوریم.

$$W_{f_{\text{اصطکاکی}}}=f_{\text{اصطکاکی}}\times d\times\cos ۱۸۰^\circ \xrightarrow{W_f=-۸۰kJ}$$

$$-۸۰\times۱۰^۳=f_{\text{اصطکاکی}}\times۵۰\times(-۱)\Rightarrow f_{\text{اصطکاکی}}=۱۶۰۰N$$

اکنون به کمک قانون دوم نیوتون مسئله را حل می‌کنیم

$$F_{net}=ma\Rightarrow F-f_k=ma\Rightarrow F-۱۶۰۰=۲/۵\times۱۰^۳\times۱\Rightarrow F=۴۱۰۰N$$

بازی با سؤال **جسمی به جرم ۲kg از ارتفاع ۱۰ متری رها شده و روی خط راست با شتاب $۸m/s^۲$ به سمت پایین سقوط می‌کند. کار نیروی مقاومت هوا در این جابه‌جایی چند ژول است؟ $(g=۱۰m/s^۲)$** آزمون مدارس برتر

۱) −۴۰ ۲) ۴۰ ۳) −۱۶۰ ۴) ۱۶۰

گزینهٔ ۱

پاسخ **ابتدا کار نیروی خالص وارد بر جسم را به‌دست می‌آوریم:**

$$F_t=ma\Rightarrow F_t=۲\times۸=۱۶N$$

کار نیروی خالص وارد بر جسم برابر است با: $W_{F_t}=F_td=۱۶\times۱۰=۱۶۰J$

کار نیروی وزن هنگام پایین آمدن جسم برابر خواهد شد با:

$$W_g=mgd\cos۰=۲\times۱۰\times۱۰\times۱=۲۰۰J$$

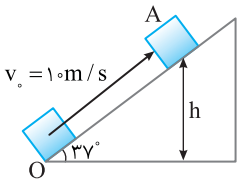
کار نیروی خالص وارد بر جسم برابر مجموع جبری کار تک‌تک نیروهاست (هر چند این جمله به‌طور مستقیم در کتاب درسی بیان نشده است، اما بهتر است شما آن را بدانید.)

$$W_{F_t}=W_g+W_f\Rightarrow ۱۶۰=۲۰۰+W_f\Rightarrow W_f=-۴۰J$$

نمای ۱۱

C ۱ ۹

خط فکری سرعت بازگشت جسم به محل پرتاب از سرعت اولیه کمتر شده است و این نشان می‌دهد که مسیر دارای اصطکاک است و بخشی از انرژی جسم در اثر اصطکاک تلف شده است، شما باید قضیه کار و انرژی جنبشی را یک‌بار برای مسیر رفت و بار دیگر برای مسیر برگشت بنویسید و یادتان باشد در هر دو مسیر کار نیروی عمود سطح صفر است و مجموع کار نیروی اصطکاک و نیروی وزن برابر تغییر انرژی جنبشی می‌شود. قضیهٔ کار و انرژی جنبشی را در در مسیر رفت می‌نویسیم



$$W_{mg}+W_{f_k}=\Delta K\Rightarrow -mgh+W_{f_k}=۰-\frac{۱}{۲}mv_۱^۲ \quad (۱)$$

قضیه کار و انرژی جنبشی را در مسیر برگشت می‌نویسیم:

$$W_{mg}+W_{f_k}=\Delta K\Rightarrow mgh+W_{f_k}=\frac{۱}{۲}mv_۲^۲-۰ \quad (۲)$$

کار نیروی اصطکاک در مسیر رفت و در مسیر برگشت باهم برابراند. ما می‌خواهیم h را حساب کنیم تا بتوانیم OA را به‌دست بیاوریم. بنابراین رابطهٔ (۱) و (۲) را از هم کم می‌کنیم.

$$mgh+W_f-(-mgh+W_f)=\frac{۱}{۲}mv_۲^۲-(-\frac{۱}{۲}mv_۱^۲)$$

$$۲mgh=\frac{۱}{۲}mv_۲^۲+\frac{۱}{۲}mv_۱^۲\Rightarrow ۲\times۱۰\times h=\frac{۱}{۲}(۲\sqrt{۵})^۲+\frac{۱}{۲}(۱۰)^۲$$

$$\Rightarrow ۲۰h=۶۰\Rightarrow h=۳m$$

اکنون به کمک سینوس زاویه ۳۷° در شکل، OA را حساب می‌کنیم.

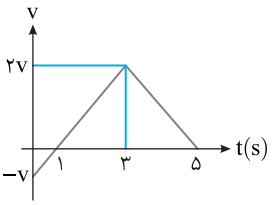
$$\sin ۳۷^\circ=\frac{h}{OA}\Rightarrow ۰/۶=\frac{۳}{OA}\Rightarrow OA=۵m$$

نمای ۲۰ و ۳۳

B ۲ ۱۰

کار نیروی برایند وارد بر جسم یا کار کُل خواسته شده است، یعنی باید به سراغ قضیه کار و انرژی جنبشی برویم.

به نمودار نگاه کنید. در بازهٔ ۰ تا ۳s خواهیم داشت:



$$W_t=\Delta K$$

$$\Rightarrow W_t=\frac{۱}{۲}m(۲v)^۲-\frac{۱}{۲}m(-v)^۲$$

$$\Rightarrow W_t=\frac{۳}{۲}mv^۲ \quad (۱)$$

در بازهٔ ۳s تا ۵s نیز می‌توان نوشت:

$$W'_t=\Delta K'\Rightarrow W'=۰-\frac{۱}{۲}m(۲v)^۲\Rightarrow W'=-۴(\frac{۱}{۲}mv^۲) \quad (۲)$$

اکنون با تقسیم رابطه (۲) بر رابطه (۱) خواهیم داشت:

$$\frac{W'}{W}=\frac{-۴(\frac{۱}{۲}mv^۲)}{۳(\frac{۱}{۲}mv^۲)}\Rightarrow\frac{W'}{W}=-\frac{۴}{۳}\Rightarrow W'=-\frac{۴}{۳}W$$

بازی با سؤال **معادلهٔ تندی - مکان متحرکی به‌صورت $v=x^۲+۲x+۴$ است. کار کل در دو متر اول حرکت چند برابر کار کل در دو متر بعدی حرکت است؟**

۱) ۵ ۲) $\frac{۱}{۵}$ ۳) $\frac{۱}{۳}$ ۴) ۳

گزینهٔ ۲

پاسخ **با استفاده از مکان جسم، تندی‌ها را محاسبه می‌کنیم و سپس با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی کار کل را محاسبه می‌کنیم:**

$$\begin{cases} x=۰\Rightarrow v_۱=۴m/s \\ x=۲m\Rightarrow v_۲=۲^۲+۲\times۲+۴=۱۲m/s \end{cases}$$

$$\Rightarrow W_{۱\,کل}=\frac{۱}{۲}mv_۲^۲-\frac{۱}{۲}mv_۱^۲=\frac{۱}{۲}m(۱۴۴-۱۶)=\frac{۱}{۲}m\times۱۲۸$$

$$\begin{cases} x=۲m\Rightarrow v_۲=۱۲m/s \\ x=۴m\Rightarrow v_۳=۴^۲+۲\times۴+۴=۲۸m/s \end{cases}$$

$$\Rightarrow W_{۱\,کل}=\frac{۱}{۲}mv_۳^۲-\frac{۱}{۲}mv_۲^۲=\frac{۱}{۲}m(۴^۲\times۷^۲-۴^۲\times۳^۲)$$

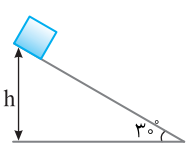
$$\frac{۱}{۲}m(۱۶(۴۹-۹))=\frac{۱}{۲}m\times۱۶\times۴۰$$

حال نسبت کار کل‌ها را حساب می‌کنیم:

$$\frac{W_{۱\,کل}}{W_{۲\,کل}}=\frac{\frac{۱}{۲}\times m\times۱۲۸}{\frac{۱}{۲}\times m\times۱۶\times۴۰}=\frac{۱}{۵}$$

نمای ۱۳

A ۱ ۱۱



سطح بدون اصطکاک است، از طرفی نیروی عمودی سطح بر مسیر عمود است و کار آن صفر است. بنابراین تنها کار نیروی وزن می‌ماند که آن نیز بنا بر قضیه کار و انرژی جنبشی خواهد شد:

$$W_t=\Delta K\Rightarrow W_{mg}=K-۰\Rightarrow W_{mg}=\frac{۱}{۲}mv^۲$$

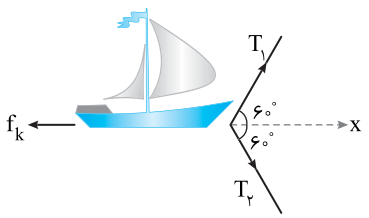
بنابراین کار نیروی وزن یک تابع درجه دو برحسب تندی است که نمودار آن یک سهمی است و گزینهٔ (۱) درست است.

نمای ۱۳

۳ ۱۲ A

۱ کار هر یک از نیروهای T_1 و T_2 را حساب می‌کنیم.

$$W=Fd\cos\theta \xrightarrow[\theta=60^\circ\ d=20m]{F=T_1=200N} W_{T_1}=W_{T_2}=200\times20\times\frac{1}{2}\Rightarrow W_{T_1}=W_{T_2}=2000J$$



۲ کار نیروی اصطکاک را به‌دست می‌آوریم:

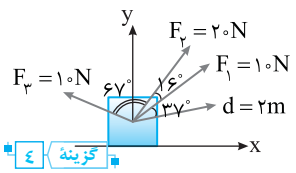
$$W_f=f_k d\cos\theta \xrightarrow{f_k=50N} W_{f_k}=50\times20\times(-1)=-1000J$$

۳ کار کل برابر مجموع جبری کار تک‌تک نیروهاست. بنابراین:

$$W_t=W_{T_1}+W_{T_2}+W_{f_k}=2000+2000+(-1000)=W_t=3000J$$

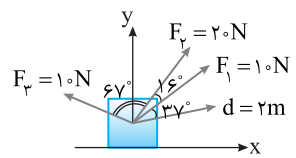
بازی با سؤال در شکل روبه‌رو جسمی تحت تأثیر سه نیروی F_1، F_2 و F_3 جابه‌جایی ۲m را در جهت نشان داده شده طی می‌کند. کار کل چند ژول است؟ $(\sin37^\circ=\cos53^\circ=0/6,\cos37^\circ=\sin53^\circ=0/8)$ آزمون مدارس برتر

۱) −۱۰
۲) ۲۴
۳) ۱۶
۴) ۳۰



گزینهٔ ۴

پاسخ با توجه به اندازه‌های نیرو و جابه‌جایی و زاویه بین نیرو جابه‌جایی، کار نیروها را به‌دست می‌آوریم.



$$W_{F_1}=F_1 d\cos\theta_1=10\times2\times\cos37^\circ=16J$$

$$W_{F_2}=F_2 d\cos\theta_2=20\times2\times\cos53^\circ=24J$$

$$W_{F_3}=F_3 d\cos\theta_3=10\times2\times\cos(67^\circ+16^\circ+37^\circ)=-20\times\frac{1}{2}=-10J$$

کار کل برابر است با مجموع کار تک‌تک نیروها پس:

$$W_t=W_{F_1}+W_{F_2}+W_{F_3}=16+24-10=30J$$

نمای ۱۰

۲ ۱۳ B

خط فکری به دو نکته در سؤال باید دقت کنید

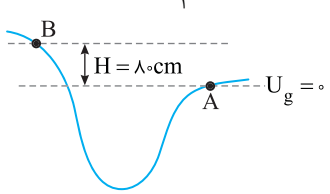
۱ نصف انرژی جنبشی اولیه از A تا B تلف می‌شود، یعنی $E_B=\frac{1}{2}E_A$ است.

۲ تندی در نقطهٔ B نصف تندی در نقطهٔ A است. $(v_B=\frac{1}{2}v_A)$ با نوشتن قانون پایستگی انرژی مسئله قابل حل است.

سطحی که نقطهٔ A بر آن قرار دارد را مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی فرض می‌کنیم

۱ انرژی مکانیکی در نقطهٔ A برابر است با:

$$E_A=U_A+K_A \xrightarrow{U_A=0} E_A=\frac{1}{2}mv_A^2$$



۲ انرژی مکانیکی در نقطهٔ B برابر است با:

$$E_B=U_B+K_B\Rightarrow E_B=mgH+\frac{1}{2}mv_B^2$$

۳ با توجه به فرض مسئله می‌توان نوشت:

$$E_B=\frac{1}{2}E_A\Rightarrow mgH+\frac{1}{2}mv_B^2=\frac{1}{2}(\frac{1}{2}mv_A^2)\xrightarrow{H=0/8m}$$

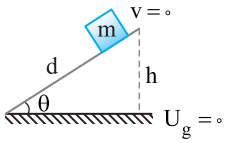
$$10\times0/8+\frac{1}{2}v_B^2=\frac{1}{4}v_A^2\xrightarrow{v_B=\frac{1}{2}v_A}8+\frac{1}{2}(\frac{1}{4}v_A^2)=\frac{1}{4}v_A^2$$

$$\Rightarrow8=\frac{1}{8}v_A^2\Rightarrow v_A=8m/s$$

نمای ۳۱

۳ ۱۴ B

ارتفاعی که جسم از آن رها می‌شود را حساب می‌کنیم.



$$\sin\theta=\frac{h}{d}\Rightarrow h=d\sin\theta \quad (1)$$

با توجه به اصل پایستگی انرژی مکانیکی تندی جسم را در پایین سطح به دست می‌آوریم.

$$E_1=E_2\Rightarrow U_1+K_1=U_2+K_2\Rightarrow mgh+0=0+\frac{1}{2}mv^2\Rightarrow v=\sqrt{2gh} \quad (2)$$

مقدار h را از رابطهٔ (۱) در رابطهٔ (۲) قرار می‌دهیم.

$$v=\sqrt{2gd\sin\theta}$$

نتایجی که از این رابطه به‌دست می‌آید این است که:

۱ تندی جسم در پایین سطح به جرم جسم بستگی ندارد و گزارهٔ (الف) نادرست است.

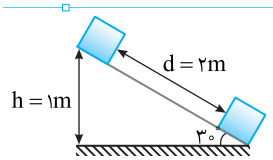
۲ با ثابت ماندن طول سطح شیبدار (d) هر چه زاویه سطح (θ) افزایش یابد تندی جسم در پایین سطح بیشتر می‌شود و گزاره (ب) درست است.

۳ با ثابت ماندن θ و افزایش d قطعاً تندی در پایین سطح افزایش می‌یابد و گزاره (پ) درست است. بنابراین دو گزاره درست است.

نمای ۲۸

۴ ۱۵ A

۱ جسم روی سطح ۲ متر جابه‌جا شده است، یعنی مطابق شکل به اندازهٔ $h=\frac{2}{2}=1m$ پایین آمده است (ضلع روبه‌رو به زاویهٔ 30° نصف وتر است). کار نیروی وزن مثبت و برابر است با:



$$W_{mg}=+mgh\Rightarrow W_g=+2\times10\times1\Rightarrow W_g=+20J$$

۲ نیروی عمودی سطح بر مسیر عمود و کار آن صفر است.

۳ تندی جسم ثابت است، بنابراین تغییر انرژی جنبشی جسم در این مسیر صفر است. $(\Delta K=0)$

۴ قضیه کار و انرژی جنبشی را نوشته و کار نیروی اصطکاک را به‌دست می‌آوریم

$$W_t=\Delta K\Rightarrow W_{mg}+W_{F_N}+W_{f_k}=0\Rightarrow+20+W_{f_k}=0\Rightarrow W_{f_k}=-20J$$

نمای ۳۱

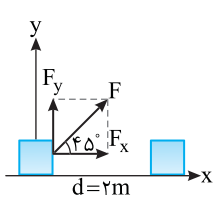
۱ ۱۶ C

اندازهٔ جابه‌جایی جسم ۲ متر و در جهت محور xها است، کار نیروی F در این جابه‌جایی خواهد شد:

$$W=Fd\cos\alpha \xrightarrow[d=2m,\alpha=45^\circ]{W=2J} 2=F\times2\times\frac{\sqrt{2}}{2}\Rightarrow F=\sqrt{2}N$$

هرگاه برداری با جهت مثبت محور xها زاویهٔ 45° بسازد، اندازهٔ مؤلفه‌های آن بردار روی محورهای x و y با هم برابر است. بنابراین با توجه به گزینه‌ها داریم:

$$\vec{F}=n\vec{i}+n\vec{j}\Rightarrow F=n\sqrt{2}\xrightarrow{F=\sqrt{2}}\sqrt{2}=n\sqrt{2}\Rightarrow n=1\Rightarrow\vec{F}=\vec{i}+\vec{j}$$



نمای ۸

B ۲ ۱۷

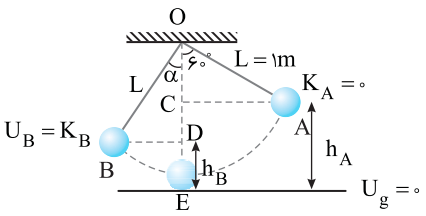
۱ ارتفاع قائم نقاط A و B را از پایین‌ترین نقطهٔ مسیر حساب می‌کنیم.

$$h_A = OE - OC \xrightarrow{OE=L\,,\,OC=L\cos 60^\circ} h_A = L - L\cos 60^\circ$$

$$\Rightarrow h_A = L(1-\cos 60^\circ) \Rightarrow h_A = 1\times(1-\tfrac{1}{2}) = \tfrac{1}{2}\,m$$

$$h_B = OE - OD \xrightarrow{OE=L\,,\,OD=L\cos\alpha} h_B = L - L\cos\alpha$$

$$\Rightarrow h_B = L\times(1-\cos\alpha) \Rightarrow h_B = 1\times(1-\cos\alpha) = 1-\cos\alpha$$



۲ بزرگی کار نیروی مقاومت هوا $W_{f_b} = -0/2J$ بیان شده بنابراین $0/2J$ است.

۳ قانون پایستگی انرژی را می‌نویسیم:

$$E_B - E_A = W_f \Rightarrow U_B + K_B - (U_A + K_A) = W_f$$

$$\xrightarrow[K_A=0\,,\,W_f=-0/2J]{U_B=K_B \text{ فرض مسئله}} 2K_B - U_A = -0/2J \Rightarrow 2\times\tfrac{1}{2}mv_B^2 - mgh_A$$

$$= -0/2J \xrightarrow{m=0/2kg} 0/2\times v_B^2 - 0/2\times 10\times\tfrac{1}{2} = -0/2$$

$$\Rightarrow 0/2v_B^2 = 0/8 \Rightarrow v_B^2 = 4 \Rightarrow v_B = 2m/s$$

جالب است اصلاً به حساب کردن h_B و داشتن α نیازی نبود و فقط وقت تلف کردیم.

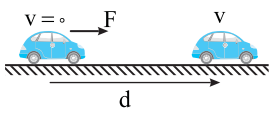
نمای ۳۱

B ۲ ۱۸

خط فکری در مسیر افقی نشان داده شده کار نیروی وزن و کار نیروی عمودی سطح صفر است. در مرحلهٔ اول به خودرو نیروی F و در مرحله دوم نیروی $F+F'$ وارد شده و از شما نسبت $\frac{F'}{F}$ خواسته شده است. بنابراین شما باید به کمک قضیه کار و انرژی جنبشی در هر مرحله نیروی F و F' را برحسب جرم خودرو (m)، تندی (v) و جابه‌جایی (d) به‌دست بیاورید تا بتوانید $\frac{F'}{F}$ را حساب کنید.

با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی در قسمت اول مسیر داریم:

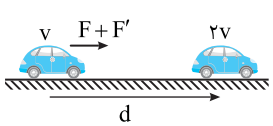
$$W_F = \Delta K \xrightarrow{v_1=0} Fd = \tfrac{1}{2}mv^2 \Rightarrow F = \frac{mv^2}{2d} \quad (1)$$



در قسمت دوم در جابه‌جایی d، تندی از v به $2v$ رسیده است. بنابراین

$$W_{F+F'} = \Delta K \Rightarrow (F+F')d = \tfrac{1}{2}m(2v)^2 - \tfrac{1}{2}mv^2$$

$$Fd + F'd = \tfrac{1}{2}m(3v^2) \xrightarrow{Fd=\frac{1}{2}mv^2} F'd = mv^2 \Rightarrow F' = \frac{mv^2}{d} \quad (2)$$



برای به‌دست آوردن $\frac{F'}{F}$ کافی است رابطه (۲) را بر رابطهٔ (۱) تقسیم کنیم:

$$\frac{F'}{F} = \frac{\frac{mv^2}{d}}{\frac{mv^2}{2d}} = 2$$

نمای ۱۷

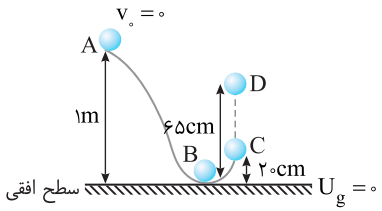
C ۱ ۱۹

۱ نکته مهم در حل این تست این است که از C تا D نیروی اصطکاک نداریم، پس انرژی مکانیکی نقاط C و D باهم برابر است $(E_C = E_D)$. از این‌رو می‌توان به جای E_C ، E_D را قرار داد. اما چرا چنین کاری را انجام می‌دهیم. زیرا در نقطهٔ D که ارتفاع آن از سطح زمین مشخص است تنها انرژی پتانسیل گرانشی داریم. پس برویم به دنبال حل مسئله. سطح افقی را مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی فرض می‌کنیم و با نوشتن قانون پایستگی انرژی برای نقاط A و C، کار نیروی اصطکاک را می‌توان به‌دست آورد.

$$E_C - E_A = W_{f_{A\to C}} \xrightarrow{E_C=E_D} E_D - E_A = W_{f_{A\to C}}$$

$$\Rightarrow mgh_D - mgh_A = W_{f_{A\to C}}$$

$$\Rightarrow W_{f_{A\to C}} = 0/1\times 10\times 0/65 - 0/1\times 10\times 1 = -0/35J$$



۲ کار کل مجموع کار تک‌تک نیروهای وارد بر جسم است. اگر کار نیروی وزن از A تا C و کار نیروی عمودی سطح از A تا C را حساب کنیم، کار کل به‌دست می‌آید. کار نیروی عمودی تکیه‌گاه از A تا C صفر است $(W_{F_N} = 0)$ زیرا این نیرو در هر نقطه از مسیر A تا C بر مسیر عمود است. کار نیروی وزن از A تا C به مسیر بستگی ندارد و برابر با منفی تغییر انرژی پتانسیل گرانشی جسم است.

$$W_g = -(U_C - U_A) = -(mgh_C - mgh_A)$$ کار نیروی وزن

$$\Rightarrow W_g = -(0/1\times 10\times 0/2 - 0/1\times 10\times R\times 1) = +0/8J$$

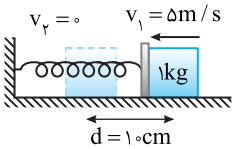
۳ اکنون کار کل را می‌توان حساب کرد

$$W_t = W_{mg} + W_f + W_{F_N} = 0/8 + (-0/35) + 0 \Rightarrow W_t = 0/45J$$ کار کل

نمای ۱۹ و ۱۶

B ۱ ۲۰

طبق معمول کار نیروی عمودی سطح و کار نیروی وزن در این مسیر افقی صفر است. پس از برخورد دو نیروی مؤثر بر جسم وارد می‌شود یکی نیروی اصطکاک (f_k) و دیگری نیروی فنر (F_e) و بنابر قضیه کار و انرژی جنبشی می‌توان نوشت:



$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_{F_N} + W_{mg} + W_{F_e} + W_{f_k} = \Delta K$$

$$W_{F_e} - f_k d = 0 - \tfrac{1}{2}mv^2 \xrightarrow[m=1kg]{f_k=20N} W_{F_e} - 20\times 0/1 = \frac{-1}{2}\times 1\times(5)^2$$

$$\Rightarrow W_{F_e} - 2 = -12/5 \Rightarrow W_{F_e} = -10/5J$$

نمای ۲۱

B ۴ ۲۱

خط فکری می‌خواهیم تندی جسم را در پایین سطح پیدا کنیم، باید به سراغ قضیه کار و انرژی جنبشی برویم، بنابراین باید کار تک‌تک نیروهای وارد بر جسم را حساب کنیم.

۱ با توجه به خطوط موازی و مورب زاویهٔ بین نیروی F و مسیر $\theta = 30^\circ$ خواهد شد. بنابراین کار نیروی F برابر است با:

$$W_F = Fd\cos\theta \Rightarrow W_F = 10\sqrt{3}\times 10\times\frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow W_F = 150J$$

۲ کار نیروی عمودی سطح که بر مسیر عمود بوده صفر است. $W_{F_N} = 0$

۳ کار نیروی وزن به ارتفاع قائم h بستگی دارد. ابتدا باید h را حساب کنید.

$$\sin 30^\circ = \frac{h}{d} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{h}{10} \Rightarrow h = 5m$$

جسم پایین می‌آید. کار نیروی وزن مثبت بوده و خواهد شد:

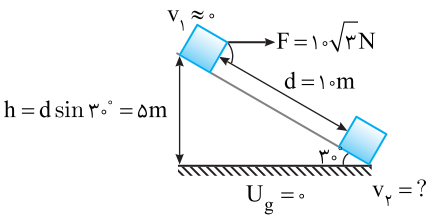
$$W_{mg} = +mgh \Rightarrow W_{mg} = 2\times 10\times 5 \Rightarrow W_{mg} = 100J$$

۴ کار نیروی اصطکاک را حساب می‌کنیم.

$$W_{f_k}=f_k d\cos\theta \xrightarrow{\theta=180^\circ} W_{f_k}=-f_k d$$
$$\xrightarrow{f_k=5N} W_{f_k}=-5\times 10=-50J$$

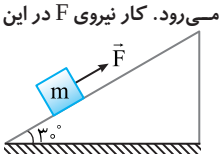
۵ اکنون با نوشتن قضیه کار و انرژی جنبشی مسئله حل می‌شود.

$$W_t=\Delta K\Rightarrow W_{mg}+W_{F_N}+W_F+W_{f_k}=\frac{1}{2}mv_2^2-K_1$$
$$\Rightarrow 100+150+0-50=\frac{1}{2}\times 2\times v_2^2\Rightarrow v_2^2=200\Rightarrow v_2=10\sqrt{2}m/s$$



نمای ۲۰

بازی با سؤال در شکل زیر، جسمی به جرم m با نیروی ثابت F و با تندی ثابت روی سطح بدون اصطکاکی به اندازه L بالا می‌رود. کار نیروی F در این جابه‌جایی کدام است؟

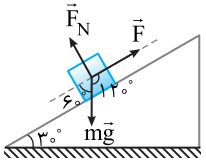


۱) mgl ۲) $\frac{mgl}{2}$

۳) $-mgl$ ۴) $-\frac{mgl}{2}$

گزینهٔ ۲

پاسخ سرعت ثابت است، بنابراین نیروی خالص، کار نیروی خالص و کار کل صفر است. بر جسم سه نیروی F، F_N و W وارد می‌شود.



$$W_{F_t}=W_t=W_F+W_g+W_{F_N}$$
$$\Rightarrow 0=W_F+mgL\cos 120^\circ+0$$
$$\Rightarrow W_F=+\frac{mgL}{2}$$

۲۲ C ۱

با توجه به پایستگی انرژی در مسیر A تا B داریم:

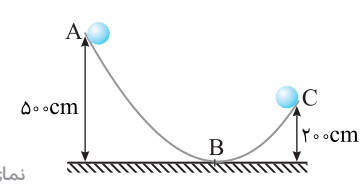
$$E_B-E_A=W_{f_{A\to B}} \xrightarrow[E_A=U_A]{E_B=K_B} \frac{1}{2}mv_B^2-mgh=W_{f_{A\to B}}$$
$$\Rightarrow \frac{1}{2}mv_B^2-m\times 10\times 5=W_{f_{A\to B}}$$

در مسیر B تا C نیز با توجه به پایستگی انرژی در مسیر B تا C داریم:

$$E_C-E_B=W_{f_{B\to C}} \xrightarrow[E_C=U_C]{E_B=K_B} mgh'-\frac{1}{2}mv_B^2=W_{f_{B\to C}}$$
$$\Rightarrow m\times 10\times 2-\frac{1}{2}mv_B^2=W_{f_{B\to C}}$$

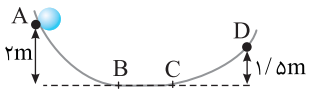
با توجه به سؤال کار نیروی اصطکاک در مسیر AB، ۱/۵ برابر کار نیروی اصطکاک در مسیر BC است، داریم:

$$W_{f_{A\to B}}=1/5W_{f_{B\to C}} \xrightarrow[W_{f_{B\to C}}=20m-\frac{1}{2}mv_B^2]{W_{f_{A\to B}}=\frac{1}{2}mv_B^2-50m}$$
$$\frac{1}{2}mv_B^2-50m=1/5(20m-\frac{1}{2}mv_B^2)$$
$$\frac{1}{2}mv_B^2-50m=30m-\frac{3}{4}mv_B^2 \xrightarrow[\text{ساده شود}]{m\text{ از دو طرف}}$$
$$80=\frac{5}{4}v_B^2\Rightarrow v_B^2=64\Rightarrow v_B=8m/s$$



نمای ۳۳ و ۳۱

بازی با سؤال در شکل زیر گلوله از حال سکون از نقطه A شروع به حرکت می‌کند و از طرف دیگر حداکثر تا نقطه D بالا می‌رود. اگر فقط قسمت افقی مسیر اصطکاک داشته باشد، وقتی گلوله از نقطه D بر می‌گردد و به نقطه B می‌رسد، اندازه سرعت آن چند متر بر ثانیه است؟



گزینهٔ ۱

۱) $2\sqrt{5}$ ۲) $2\sqrt{10}$ ۳) $\sqrt{10}$ ۴) $\sqrt{5}$

پاسخ قضیه کار و انرژی جنبشی را در مسیر A تا D می‌نویسیم:

$$W_{F_T}=\Delta K\Rightarrow K_D-K_A=W_{mg}+W_{f_k}\Rightarrow 0=-mg\Delta h+W_{f_k}$$
$$\Rightarrow 0=-m\times 10\times(1/5-2)+W_{f_k}\Rightarrow W_{f_k}=-5mJ$$

کار اصطکاک در مسیر B تا C و مسیر C تا B یکسان و برابر -5 میلی‌ژول است. قضیهٔ کار و انرژی جنبشی را از D تا B می‌نویسیم:

$$K_B-K_D=W_{mg}+W_{f_k}\Rightarrow \frac{1}{2}mv_B^2-0=-mg\Delta h+W_{f_k}$$
$$\Rightarrow \frac{1}{2}mv_B^2=-m\times 10\times(0-1/5)+(-5m)\Rightarrow \frac{v_B^2}{2}=15-5$$
$$\Rightarrow v_B^2=20\Rightarrow v_B=2\sqrt{5}m/s$$

۲۳ B ۴

۱ تندی جسم ثابت و نیروی خالص وارد بر جسم صفر است، بنابراین:

$$f_{مقاوم}=F_{پیشرانه} \xrightarrow{f_{مقاوم}=800N} F_{پیشرانه}=800N$$

۲ کار نیروی موتور قایق برابر است با: $W_F=Fd$

۳ توان نیروی موتور خواهد شد:

$$P=\frac{W}{t}=\frac{Fd}{t}\Rightarrow P=Fv\Rightarrow P=800\times 12\Rightarrow P=9600W$$

۴ توان را برحسب اسب بخار حساب می‌کنیم

$$P=9600W\times\frac{1hp}{750W}\Rightarrow P=12/8hp$$

ضریب تبدیل وات به اسب بخار

میانبر استفاده از رابطه $P=Fv$ برای یافتن توان نیروی وسیله‌ای که با تندی ثابت v در حرکت است.

نمای ۳۵

۲۴ B ۱

خط فکری $\frac{3}{4}$ انرژی جنبشی آب توسط مولد به انرژی الکتریکی تبدیل شده است، بنابراین شما باید از خود بپرسید که این انرژی جنبشی از کجا آمده است؟ قطعاً انرژی پتانسیل گرانشی $250m^3$ آب به انرژی جنبشی تبدیل شده است که این $\frac{3}{4}$ انرژی به انرژی مفید الکتریکی تبدیل شده است.

۱ جرم $250m^3$ آب را به‌دست می‌آوریم

$$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow m=\rho V \xrightarrow{\rho=1000kg/m^3} m=1000\times 250=25\times 10^4 kg$$

۲ سطح زمین را مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی فرض می‌کنیم و انرژی پتانسیل را حساب می‌کنیم: $E_1=U=mgh\Rightarrow E_1=25\times 10^4\times 10\times 80\Rightarrow E_1=20\times 10^7 J$

۳ $\frac{3}{4}$ این انرژی به انرژی مفید الکتریکی تبدیل شده است.

$$E_2=\frac{3}{4}E_1\Rightarrow E_2=\frac{3}{4}\times 20\times 10^7\Rightarrow E_2=15\times 10^7 J$$

۴ این انرژی در هر ثانیه تولید می‌شود، بنابراین توان برابر است با:

$$P_{مفید}=15\times 10^7 W\Rightarrow P=150MW$$ توان مفید:

نمای ۳۵

B ۲۵ ۴

ماشـین A، در هر سـاعت ۳۰kJ انرژی دریافت کـرده و ۲۵kJ کار مفید انجام داده اسـت، بنابراین در ماشـین A در مدت یک سـاعت ۳۰−۲۵=۵kJ انرژی تلف شـده است و بازده ماشین A برابر با:

$$Ra_A=\frac{W_{\text{خروجی}}}{W_{\text{ورودی}}}\times ۱۰۰\Rightarrow Ra_A=\frac{۲۵}{۳۰}\times ۱۰۰=\frac{۵}{۶}\times ۱۰۰ \quad (۱)$$

ماشـین B، در هر سـاعت ۳۵kJ انـرژی دریافت کرده و ۲۰kJ کار مفیـد انجام داده اسـت، بنابراین در ماشـین B در مدت یک سـاعت ۳۵−۲۰=۱۵kJ توان تلف شـده است و بازده ماشین B برابر است با:

$$Ra_B=\frac{W_{\text{خروجی}}}{W_{\text{ورودی}}}\times ۱۰۰\Rightarrow Ra_B=\frac{۲۰}{۳۵}\times ۱۰۰=\frac{۴}{۷}\times ۱۰۰ \quad (۲)$$

از رابطه (۱) و (۲) مشخص است که: $\frac{۵}{۶}>\frac{۴}{۷}\Rightarrow Ra_A>Ra_B$

از طرفی در ماشـین A، در هر ساعت ۵kJ و در ماشین B در هر ساعت ۱۵kJ انرژی تلف شده است، یعنی توان اتلافی A از توان اتلافی B کمتر است. $P_A<P_B$

نمای ۳۶

Windows 10

فصل چهارم

دما و گرما

در پاسخ این تست‌ها، تستی تحت عنوان بازی با سؤال قرار گرفته است.

منتخبی از تست‌هایی که می‌توانید برای دورهٔ فصل، آن‌ها را حل کنید.

با اسکن QR Code یا با مراجعه به سایت نشر الگو می‌توانید فایل آزمون و پاسخ تشریحی بازی با سؤال را دریافت کنید.

پنجره یک روبه‌روی دو آزمونک

۱ کدام گزینه درست است؟ (آزمون مدارس برتر)

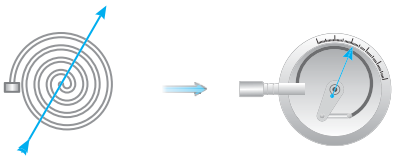
۱) کمیت دماسنجی همهٔ دماسنج‌ها براساس منبسط یا منقبض شدن مایع است.

۲) گسترهٔ دماسنجی همهٔ ترموکوپل‌ها در محدودهٔ $-۲۷۰^\circ C$ تا $۱۳۷۲^\circ C$ است.

۳) دقت همهٔ دماسنج‌هایی که برحسب کلوین مدرج شده‌اند، بیشتر از دماسنج‌هایی است که برحسب فارنهایت مدرج شده‌اند.

۴) جنس سیم‌هایی که در یک ترموکوپل به ولت‌سنج متصل می‌شوند، یکسان است.

۲ شکل‌های زیر فشارسنج بوردون و دماسنج نواری دو فلزهٔ پیچه‌ای را نشان می‌دهد. کدام گزینه درست است؟ (از کتاب درسی)



۱) در هر دو حالت تغییر فشار پیمانه‌ای باعث انحراف عقربه آن‌ها می‌شود.

۲) در هر دو حالت تغییر انبساط طولی فلز باعث انحراف عقربه آن‌ها می‌شود.

۳) در فشارسنج بوردون تغییر فشار پیمانه‌ای و در دماسنج نواری اختلاف انبساط طولی دو فلز باعث انحراف عقربه آن‌ها می‌شود.

۴) در فشارسنج بوردون انبساط طولی فلز و در دماسنج نواری تغییر فشار پیمانه‌ای باعث انحراف عقربه آن‌ها می‌شود.

۳ روی یک کرهٔ فلزی توخالی دو سوراخ به فاصلهٔ x از هم ایجاد می‌کنیم. سپس دمای کرهٔ فلزی را بالا می‌بریم. قطر سوراخ‌ها و فاصلهٔ x بین آن‌ها به ترتیب از راست به چپ چه تغییری می‌کند؟

۱) افزایش - کاهش ۲) کاهش - کاهش ۳) کاهش - افزایش ۴) افزایش - افزایش

۴ در دماسنج فرضی H، نقطهٔ ذوب یخ و جوش آب را در شرایط متعارفی ۱۰۰ و ۲۵۰ انتخاب کرده‌ایم. اگر دمای جسمی $۱^\circ C$ باشد، این دماسنج (H)، دمای آن را چه عددی نشان خواهد داد؟

۱) ۱ ۲) ۱/۵ ۳) ۱۰۰ ۴) ۱۰۱/۵

۵ یک تیرآهن در اثر افزایش دمای ۵۰ درجهٔ سلسیوس، ۰/۰۶ درصد به طولش اضافه می‌شود. ضریب انبساط طولی این تیرآهن در SI، کدام است؟ (تجربی - ۹۷)

۱) $۱/۲\times۱۰^{-۵}$ ۲) $۱/۶\times۱۰^{-۵}$ ۳) ۶×۱۰^{-۵} ۴) ۸×۱۰^{-۵}

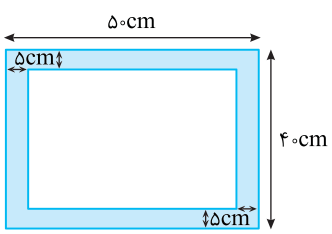
۶ دمای جسمی را چند درجهٔ فارنهایت افزایش دهیم تا چگالی آن ۲ درصد کاهش یابد؟ $(\beta=۲\times۱۰^{-۴}K^{-۱})$

۱) ۸۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۱۶۰ ۴) ۱۸۰

۷ یک نوار مسی و یک نوار آلمینیومی در اختیار داریم. طول نوار مسی در دمای اتاق برابر $۳۰۰cm$ است. طول نوار آلمینیومی در همین دما چقدر باشد تا اختلاف طول دو نوار همیشه مقدار ثابتی بماند؟ $(\alpha_{Al}=۲۴\times۱۰^{-۶}K^{-۱}\ ,\ \alpha_{Cu}=۱۸\times۱۰^{-۶}K^{-۱})$ (خارج ریاضی - ۹۳)

۱) ۲۲۵ ۲) ۲۷۵ ۳) ۲۵۰ ۴) ۲۳۵

۸ در شکل روبه‌رو یک قاب فلزی نشان داده شده است. اگر دمای قاب را $۱۰۰^\circ C$ بالا ببریم، مساحت قسمت خالی قاب چند سانتی‌متر مربع تغییر می‌کند؟ $(\alpha=۲\times۱۰^{-۴}K^{-۱})$ ضریب انبساط خطی)



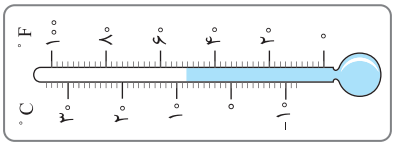
۱) ۴۸، کاهش

۲) ۴۸، افزایش

۳) ۲۴، کاهش

۴) ۲۴، افزایش

۹ دو طرف یک دماسنج برحسب فارنهایت و درجهٔ سلسیوس درجه‌بندی شده است. اختلاف دقت این دو درجه‌بندی برحسب درجهٔ سلسیوس کدام است؟



۱) ۱/۶ ۲) ۰/۲ ۳) $\frac{۱}{۹}$ ۴) ۹

۱۰ مقداری مایع در مخزنی استوانه‌ای به ارتفاع $h=۱۰m$ ریخته شده است. در دمای $-۱۰^\circ C$ فاصلهٔ بین سطح مایع تا بالای مخزن برابر $\Delta h=۵۰cm$ است. اگر بتوان از انبساط مخزن در نتیجهٔ افزایش دما چشم پوشی کرد، کدام گزاره‌ها درست است؟ ($\beta=۱۰^{-۳}K^{-۱}$ و تبخیر سطحی ناچیز است.)

از کتاب درسی

الف) دمای مجموعه را می‌توان تا دمای $۵۰^\circ C$ بالا برد بدون آنکه مایع از مخزن سرریز شود. / ب) با افزایش دما همواره فشار وارد بر کف ظرف ثابت می‌ماند. / پ) با افزایش دما اگر ارتفاع مایع درون ظرف a درصد افزایش یابد، چگالی مایع با تقریب مناسبی a درصد کاهش یافته است.

۱) (الف) ۲) (الف)، (ب) ۳) (پ) ۴) هر سه گزاره درست است.

پنجره دو روبه‌روی سه آزمونک

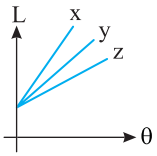
۱ کدام گزینه گزاره‌های درست را مشخص کرده است؟

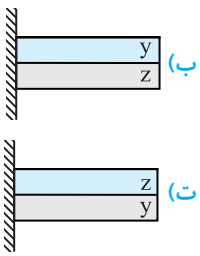
از کتاب درسی

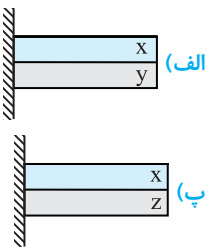
الف) اگر دو جسم با دماهای متفاوت را کنار یکدیگر قرار دهیم، تبادل گرما بین دو جسم در ابتدا به سرعت و سپس با آهنگ کندتری ادامه می‌یابد. / ب) دماسنج‌ها دمای خودشان را اندازه‌گیری می‌کنند. / پ) هنگامی که دو جسم به تعادل گرمایی می‌رسند، میانگین انرژی جنبشی ذرات دو جسم یکسان می‌شود.

۱) (الف) و (ب) ۲) (الف) و (پ) ۳) هر سه گزاره درست است. ۴) (ب) و (پ)

۲ در شکل مقابل نمودار تغییرات طول سه میلهٔ x، y و z نسبت به دما نشان داده شده است. اگر دما افزایش یابد در چه تعداد از شکل‌های زیر میله‌ها به طرف پایین خم می‌شود؟







۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

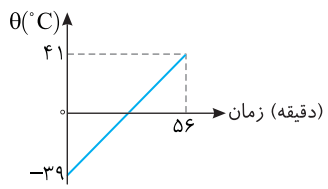
۳ دمای یک ورقهٔ فلزی را ۲۵۰ درجهٔ سلسیوس افزایش می‌دهیم و مساحت آن ۱ درصد افزایش می‌یابد. ضریب انبساط حجمی این فلز در SI کدام است؟

ریاضی - ۹۳

۱) ۲×۱۰^{-۴} ۲) ۲×۱۰^{-۵} ۳) ۶×۱۰^{-۴} ۴) ۶×۱۰^{-۵}

۴ به مایعی به جرم ۵۰۰ گرم در هر دقیقه ۱۰۰J گرما می‌دهیم. اگر نمودار تغییرات دما بر حسب زمان به‌صورت شکل مقابل باشد، گرمای ویژهٔ مایع در SI، کدام است؟

خارج ریاضی - ۹۹



۱) ۱۴۰
۲) ۱۶۰
۳) ۲۸۰
۴) ۳۲۰

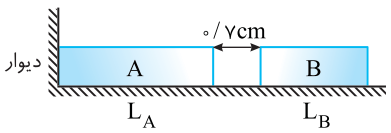
۵ به دو جسم هم‌حجم A و B گرمای مساوی داده‌ایم. اگر گرمای ویژهٔ A دو برابر گرمای ویژهٔ B و همچنین چگالی A دو برابر چگالی B باشد، تغییر دمای جسم A چند برابر تغییر دمای جسم B است؟

تجربی - ۹۸

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) ۱ ۴) ۴

۶ دو میلهٔ فلزی A و B مطابق شکل روی یک سطح در امتداد هم قرار گرفته‌اند و میلهٔ A به دیواری تکیه داده است. طول آن‌ها به‌ترتیب $3m$ و $2m$ و ضریب انبساط طولی آن‌ها به‌ترتیب $2\times10^{-5}K^{-1}$ و $10^{-5}K^{-1}$ است. دمای هریک از دو میله را به اندازهٔ $\theta^\circ C$ افزایش می‌دهیم تا دو میله به هم برسند، θ بر حسب درجهٔ سلسیوس کدام است؟

خارج تجربی - ۹۸



۱) ۲۵
۲) ۵۰
۳) ۷۵
۴) ۱۰۰

۷ یک ظرف فلزی به حجم ۹ لیتر لبریز از مایع است. ضریب انبساط طولی فلز $5\times10^{-5}K^{-1}$ است. وقتی دمای ظرف و مایع را $40^\circ C$ بالا می‌بریم، $162cm^3$ مایع از ظرف بیرون می‌ریزد. با چشم‌پوشی از تبخیر سطحی مایع، ضریب انبسط حجمی مایع چند K^{-1} است؟

ریاضی - ۸۶

۱) $5/6\times10^{-4}$
۲) $5/4\times10^{-4}$
۳) $6/2\times10^{-4}$
۴) 6×10^{-4}

۸ دو گوی A و B هم‌جرم و هم‌شعاع در اختیار داریم. گرمای ویژهٔ جسم A دو برابر گرمای ویژهٔ جسم B و دمای آن‌ها یکسان است. اگر دو جسم را تا وقتی که تعادل دمایی برقرار شود، درون ظرف بسیار بزرگی از آب درحال جوش $100^\circ C$ قرار دهیم. گرمای گرفته شده توسط دو جسم A و B به ترتیب Q_A و Q_B، تغییر شعاع دو جسم A و B به‌ترتیب ΔR_A و ΔR_B و تغییر دمای آن‌ها $\Delta\theta_A$ و $\Delta\theta_B$ است. چه تعداد از رابطه‌های زیر درست است؟

خارج ریاضی - ۹۱

الف) $\Delta\theta_A=\Delta\theta_B$ ب) $Q_A=Q_B$ پ) $Q_A=2Q_B$ ت) $\Delta R_A=\Delta R_B$

۱) ۴
۲) صفر
۳) ۲
۴) ۳

۹ یک قطعهٔ $100g$ از مس با دمای $354K$ را در ظرف عایقی که حاوی $200g$ آب با دمای $59^\circ F$ است، می‌اندازیم. اگر گرمای ویژهٔ مس و آب به‌ترتیب $400J/kg.K$ و $4200J/kg.K$ باشد، دمای تعادل چند درجهٔ سلسیوس می‌شود؟

کنکور دهه‌های گذشته

۱) ۱۸
۲) ۲۰
۳) ۲۳
۴) ۲۸

۱۰ مقدار $2kg$ آب با دمای $15^\circ C$ را بر روی $6kg$ جیوه با دمای $70^\circ C$ می‌ریزیم. برای رسیدن مجموعه به دمای $25^\circ C$ باید چند کیلوژول گرما به آن بدهیم؟ (از اتلاف گرما صرف‌نظر شود، $c_{جیوه}=140J/kg^\circ C$, $c_{آب}=4200J/kg^\circ C$)

۱) ۴۸
۲) ۴۶/۲
۳) ۸۴/۵
۴) ۶۴

پنجره سه رو به روی چهار آزمونک

۱ چه تعداد از گزاره‌های زیر نادرست است؟

از کتاب درسی

الف) در ترموکوپل کمیت دماسنجی ولتاژ است. / ب) سرعت بالای اندازه‌گیری دما و گسترهٔ زیاد دماهای قابل اندازه‌گیری از مزیت‌های ترموکوپل به حساب می‌آید. / پ) گرمای ویژه علاوه بر جنس به جرم ماده نیز بستگی دارد. / ت) در فرمول $Q=mL_V$ به Q گرمای تبخیر مایع گفته می‌شود. / ث) آهنگ تبخیر سطحی به عامل‌های مختلفی از جمله دمای مایع و مساحت سطح بستگی دارد.

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

۲ مقدار گرمای لازم برای آنکه $10g$ آب $15^\circ C$ را در دمای ثابت به بخار تبدیل کند Q_1 و مقدار گرمای لازم برای آنکه همان مقدار آب را در دمای ثابت $50^\circ C$ به بخار تبدیل کند Q_2 است. Q_1/Q_2 کدام است؟

۱) ۱
۲) $\frac{10}{3}$
۳) بین ۱ و ۲
۴) $\frac{3}{10}$

۳ اگر به ۱۰۰ گرم آب صفر درجهٔ سلسیوس ۱۶۸۰ ژول گرما بدهیم، حجم آب ..... ($c_{آب}=4200J/kg.^\circ C$)

خارج تجربی - ۸۷

۱) کاهش می‌یابد.
۲) افزایش می‌یابد.
۳) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.
۴) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

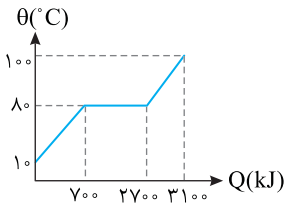
۴ دو کرهٔ فلزی توپُر و همگن A و B داریم. شعاع کرهٔ A دو برابر شعاع کرهٔ B و چگالی A نصف چگالی B و گرمای ویژهٔ A سه برابر گرمای ویژهٔ B است. به دو جسم گرمای یکسانی می‌دهیم، تغییر دمای کرهٔ A چند برابر تغییر دمای کرهٔ B است؟ تجربی - ۹۸

۱) ۱۲ ۲) $\frac{۱}{۱۲}$ ۳) $\frac{۳}{۴}$ ۴) $\frac{۴}{۳}$

۵ در شرایط استاندارد یک صفحهٔ فولادی با دمای $۲۰۰^\circ C$ و یک صفحهٔ برنجی با دمای $۱۰۰^\circ C$ را روی یک قطعه یخ بسیار بزرگ $۰^\circ C$ قرار می‌دهیم. اگر جرم یخ ذوب شده به واسطهٔ صفحهٔ برنجی دو برابر جرم یخ ذوب شده به واسطهٔ صفحهٔ فولادی باشد، جرم صفحهٔ فولادی چند برابر جرم صفحهٔ برنجی است؟ $(c_{\text{برنج}}=۴۰۰J/kg.K \text{ و } c_{\text{فولاد}}=۴۵۰J/kg.K)$ از کتاب درسی

۱) $\frac{۲}{۹}$ ۲) ۵/۵ ۳) ۴/۵ ۴) $\frac{۲}{۱۱}$

۶ در یک آزمایش به پنج کیلوگرم جسم جامد گرما می‌دهیم و دمای آن مطابق نمودار مقابل تغییر می‌کند. چه تعداد از جمله‌های زیر درست است؟ از کتاب درسی



الف) ظرفیت گرمایی ویژهٔ جامد $۲J/g.K$ است. / ب) نقطهٔ ذوب آن $۷۰^\circ C$ است. / پ) گرمای نهان ویژهٔ ذوب جسم $۴۰J/g$ است. / ت) ظرفیت گرمایی مایع $۲۰kJ/K$ است. / ث) نقطهٔ جوش آن $۱۰۰^\circ C$ است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷ گلوله‌ای به جرم m از ارتفاع ۵۰ متری سطح زمین رها می‌شود و نیروی مقاومت هوا در طول مسیر برابر نصف وزن جسم است. اگر نصف تغییرات انرژی جنبشی جسم از لحظهٔ برخورد تا توقف گلوله بر زمین باعث تغییر دمای جسم شود، از لحظهٔ برخورد تا توقف، دمای جسم چند درجه سلسیوس تغییر می‌کند؟ (ظرفیت گرمایی ویژهٔ گلوله $۱۰۰J/kg^\circ C$ و $g=۱۰N/kg$)

۱) ۱/۲۵ ۲) ۰/۸ ۳) ۱/۵ ۴) ۰/۶

۸ مخلوطی از یک کیلوگرم یخ و یک کیلوگرم آب در تعادل گرمایی قرار دارند. یک گلولهٔ فلزی ۳۰۰ گرمی که دمای آن $۸۰^\circ C$ و گرمای ویژه آن $۴۲۰J/kg.K$ است، درون آن می‌اندازیم. تا رسیدن به تعادل گرمایی، چند گرم از یخ ذوب می‌شود؟ $(c_{\text{آب}}=۴۲۰۰J/kg.K, L_F=۳۳۶kJ/kg)$ خارج ریاضی - ۹۶

۱) ۲۰ ۲) ۳۰ ۳) ۵۰ ۴) ۱۰۰

۹ یک قطعهٔ فلزی را درون گرماسنجی که حاوی $۱kg$ آب $۲۰^\circ C$ است، می‌اندازیم. برای رسیدن به تعادل گرمایی، گرماسنج $۲kJ$ گرما دریافت کرده و قطعه فلز $۲۳kJ$ گرما از دست داده است. دمای تعادل چند درجه سلسیوس است؟ $(c_{\text{آب}}=۴۲۰۰J/kg.K)$

۱) ۳۵ ۲) ۲۷ ۳) ۲۵ ۴) ۳۰

۱۰ به $۵۰۰g$ یخ $-۲۰^\circ C$ مقداری گرما با آهنگ $۱۰/۵kJ/min$ در مدت ۲۰ دقیقه می‌دهیم. دمای نهایی آب حاصل، چند درجهٔ سلسیوس است؟ $(c_{\text{آب}}=۲c_{\text{یخ}}=۴۲۰۰J/kg.^\circ C \text{ و } L_F=۳۳۶۰۰۰J/kg)$ تجربی - ۹۹

۱) صفر ۲) ۵ ۳) ۱۰ ۴) ۱۵

پنجره چهار رو به روی پنج آزمونک

۱ قابلیت رسانش گرمایی جامداتی مانند شیشه خیلی کمتر از فلزات است، زیرا .....

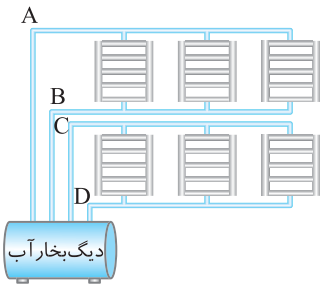
۱) مولکول‌های شیشه در هنگام گرم‌شدن حرکت نمی‌کنند.
۲) مولکول‌های فلزات آزادتر حرکت می‌کنند.
۳) فلزات دارای الکترون‌های آزادند که گرما را منتقل می‌کنند.
۴) فلزات از نظر شیمیایی فعال‌تر از مواد عایق مانند شیشه هستند.

۲ کدام گزینه، گزاره‌های درست را مشخص کرده است؟

الف) شب‌ها، پدیدهٔ همرفت موجب وزش نسیمی از سوی ساحل به سمت دریا می‌شود. / ب) در همرفت، برخلاف رسانش گرمایی، انتقال گرما با انتقال بخش‌هایی از خود ماده صورت می‌گیرد. / پ) در رساناهای فلزی، سهم الکترون‌های آزاد در رسانش گرما بیشتر از اتم‌ها است. ت) تابش گرمایی سطوح تیره، ناصاف و مات بیشتر از تابش گرمایی سطوح صاف، درخشان و با رنگ‌های روشن است.

۱) (پ) و (ت) ۲) (ب) و (پ) ۳) (الف) و (پ) ۴) تمام گزاره‌ها درست‌اند.

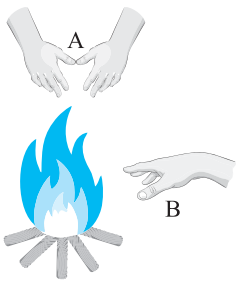
۳ شکل روبه‌رو یک سیستم گرمایش منزل را نشان می‌دهد، در لوله‌های ..... و ..... آب و بخار آب گرم و در لوله‌های ..... و ..... آب سرد در جریان است.



از کتاب درسی

۱) C و B، D و A
۲) B و D، C و A
۳) C و A، B و D
۴) D و A، C و B

۴ برای گرم‌شدن در یک شب سرد زمستانی آتشی روشن می‌کنیم. اگر دستان خود را در ناحیه ..... قرار دهیم، دست ما به دلیل ..... سریع‌تر گرم خواهد شد.



از کتاب درسی

۱) A، تابش گرمایی
۲) B، تابش گرمایی
۳) A، همرفت
۴) B، همرفت

۵ اگر مقداری بنزین را در دمای معمولی روی دست خود بریزیم و دستمان را در هوای آزاد نگه داریم، دستمان خنک می‌شود، زیرا .....

کنکور دهه‌های گذشته

۱) قابلیت رسانش گرمایی بنزین مایع زیاد است و گرمای دست را به خارج هدایت می‌کند.
۲) گرمای ویژهٔ بنزین مایع زیاد است و گرمای دست را به سرعت جذب می‌کند.
۳) اختلاف دمای بنزین و دست عامل اصلی جذب گرمای دست توسط بنزین است.
۴) تبخیر سریع بنزین، عامل اصلی خنک‌شدن دست خواهد بود.

۶ گرمای ویژهٔ مس $0/42 kJ/kg.K$ و گرمای ویژهٔ نقره تقریبا $0/21 kJ/kg.K$ است. دمای دو گلولهٔ مسی و نقره‌ای را که جرم هر دو ۱۰ گرم است به $20^\circ C$ می‌رسانیم و هر دو را روی قطعهٔ یخ بزرگی با دمای $0^\circ C$ قرار می‌دهیم؛ .....

کنکور دهه‌های گذشته

۱) گلولهٔ مسی دو برابر گلولهٔ نقره‌ای یخ ذوب می‌کند.
۲) گلولهٔ مسی نصف گلولهٔ نقره‌ای یخ ذوب می‌کند.
۳) دو گلوله به اندازهٔ مساوی یخ ذوب می‌کنند.
۴) اصلاً یخی ذوب نمی‌شود.

۷ توسط یک گرم‌کن الکتریکی با توان $2kW$ و بازده ٪۸۰ در مدت t ثانیه، $100g$ یخ با دمای اولیهٔ $-10^\circ C$ به آب $10^\circ C$ تبدیل می‌شود. t کدام است؟ $(c_{آب}=4200 J/kg.^\circ C$ ، $c_{یخ}=2100 J/kg.^\circ C$ و $L_F=337 J/g)$

۱) ۲۵ ۲) ۴۵ ۳) ۵۰ ۴) ۹۰

۸ برای تهیه M گرم آب $20^\circ C$، m گرم آب $15^\circ C$ را با m' گرم بخار آب $100^\circ C$ مخلوط می‌کنیم. $\frac{m'}{m}$ برابر کدام گزینه است؟ $(c=4200 J/kg^\circ C$ ، $L_V=2352 J/g)$

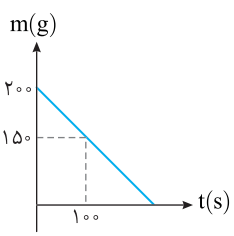
۱) $\frac{5}{640}$ ۲) $\frac{5}{320}$ ۳) $\frac{3}{640}$ ۴) $\frac{3}{320}$

۹ از ۵۰۰ گرم آب صفر درجهٔ سلسیوس، در فشار یک اتمسفر، $100/8 kJ$ گرما می‌گیریم. اگر گرمای نهان ذوب یخ $336 kJ/kg$ باشد، چند درصد آب، منجمد می‌شود؟

خارج تجربی - ۹۲

۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۶۰ ۴) ۸۰

۱۰ یک گرمکن الکتریکی را درون $250g$ مخلوط آب و یخ در حال تعادل قرار می‌دهیم. نمودار روبه‌رو تغییر جرم یخ برحسب زمان در فرایند گرما دادن است. در چه لحظه‌ای برحسب ثانیه، جرم آب و یخ برابر می‌شود؟ $(L_F=336 kJ/kg)$



۱) ۱۰۰ ۲) ۱۵۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۲۵۰

پنجره تو در تو — آزمون فصل

۱ اگر جرم ماده‌ای را نصف و گرمای داده شده به آن را دو برابر کنیم، گرمای ویژهٔ آن ماده چند برابر می‌شود؟

۱) ۴ ۲) $\frac{۱}{۴}$ ۳) ۲ ۴) ۱

۲ چند مورد از موارد زیر صحیح است؟

الف) کمیت دماسنجی دماسنج ترموکوپل، ولتاژ است. / ب) اگر دمای جسمی را $۲۰^\circ C$ تغییر دهیم، دمای آن $۲۰K$ تغییر خواهد کرد. / پ) اگر دمای جسمی را $۱۰^\circ C$ تغییر دهیم، دمای جسم $۴۰^\circ F$ تغییر می‌کند. / ت) در دماسنج ترموکوپل از دو سیم فلزی هم‌جنس مثل کنستانتان استفاده می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳ فضای داخلی یک کرهٔ چدنی بدون منفذ کاملاً از آب با دمای $۶^\circ C$ پُر شده است. این کره را در استخری حاوی یخ و نمک (که دمای زیر صفر درجهٔ سلسیوس دارد) قرار می‌دهیم. پس از مدتی جدارهٔ کره شکاف برمی‌دارد. زیرا .....

۱) قشر یخی که در جدارهٔ خارجی کره تشکیل می‌شود، بر کره فشار می‌آورد.

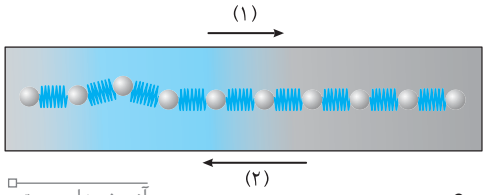
۲) اختلاف دمای داخلی و خارجی کره سبب تغییر شکل کره و شکافتن آن می‌شود.

۳) چدن در دمای زیر صفر شکننده می‌شود.

۴) افزایش حجم آب داخل کره سبب افزایش فشار بر جدارهٔ کره و شکافتن آن می‌شود.

۴ شکل زیر، مدل‌سازی انتقال گرما در ..... را نشان می‌دهد و جهت انتقال گرما به سمت ..... است.

آزمون مدارس برتر

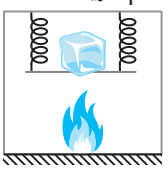


۱) رسانش - (۱) ۲) رسانش - (۲)

۳) همرفت - (۱) ۴) همرفت - (۲)

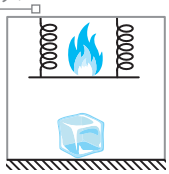
۵ در تمام گزینه‌ها قطعه یخ‌های یکسان وجود دارد. در کدام گزینه یخ زودتر ذوب می‌شود؟

آزمون مدارس برتر

۱) 

۲)

۳)

۴) 

۶ بارومتری فشار هوای مکان A را برابر $۷۰cmHg$ اندازه‌گیری کرده است. دمای نقطهٔ ذوب و جوش ماده‌ای در این مکان به ترتیب T_F و T_V است. اگر همین بارومتر فشار مکان B را $۷۸cmHg$ نشان دهد و در این منطقه دمای نقطهٔ ذوب و نقطه جوش همان ماده به ترتیب T'_F و T'_V باشد، کدام گزینه درست است؟

آزمون مدارس برتر

۱) $T'_F > T_F$ ، $T'_V > T_V$

۲) T'_F ممکن است بیشتر یا کمتر از T_F باشد، $T'_V > T_V$

۳) $T'_F < T_F$ ، $T'_V < T_V$

۴) T'_F ممکن است بیشتر یا کمتر از T_F باشد، $T'_V < T_V$

۷ چه تعداد از وسایل زیر براساس انبساط گرمایی کار می‌کند؟

از کتاب درسی

«ترموکوپل، دماسنج نواری، تف‌سنج، دماپا، دماسنج جیوه‌ای»

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸ دمای میله‌ای به طول L و سطح مقطع A را از $۰^\circ C$ تا $۲۰^\circ C$ افزایش می‌دهیم، تغییر طول میله ΔL می‌شود. اگر میله را بکشیم به‌طوری که بدون تغییر جرم، سطح مقطع آن $\frac{A}{۲}$ شود و سپس دمای میلهٔ جدید را از $۰^\circ C$ تا $۲۰^\circ C$ افزایش دهیم، تغییر طول آن $\Delta L'$ می‌شود، $\frac{\Delta L'}{\Delta L}$ کدام است؟

آزمون مدارس برتر

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) ۲ ۳) $\frac{۱}{۴}$ ۴) ۴

۹ ارلنی شیشه‌ای با دمای $۲۰^\circ C$ و گنجایش $۲۵۰cm^۳$ در اختیار داریم. این ارلن را با گلیسیرین (که با ارلن هم دماست) کاملاً پر کرده‌ایم. اگر دمای ارلن و گلیسیرین را به‌طور همزمان به $۶۰^\circ C$ برسانیم، حجم گلیسیرین بیرون ریخته از ظرف برحسب سانتی‌متر مکعب کدام است؟

$(\beta_{\text{گلیسیرین}} = ۵\times۱۰^{-۴}\frac{۱}{^\circ C}$ و $\alpha_{\text{شیشه}} = ۱۰^{-۵}\frac{۱}{^\circ C})$

۱) ۴/۷ ۲) ۴۷ ۳) ۵ ۴) ۵۰

۱۰ مخزنی با حجم ثابت ۸۰ لیتر محتوی مخلوطی از دو گاز هیدروژن و هلیم با دمای ثابت ۲۷ درجهٔ سلسیوس و فشار ۷/۵ اتمسفر است. اگر جرم مخلوط ۸۰ گرم باشد، چند درصد از جرم مخلوط را هلیم تشکیل می‌دهد؟ خارج ریاضی - ۹۶

$(R=8J/mol.K\,,1atm=10^5Pa\,,M_{He}=4g/mol\,,M_{H_2}=2g/mol)$

۱) ۲۵ ۲) ۴۰ ۳) ۶۰ ۴) ۷۵

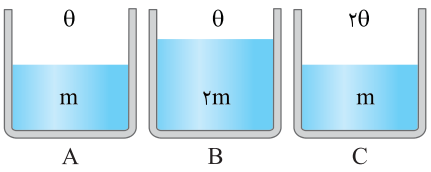
۱۱ گرمای لازم برای بالا بردن دمای یک کیلوگرم آب به اندازهٔ ۹ درجه فارنهایت با گرمای لازم برای بالا بردن دمای m کیلوگرم آب به اندازهٔ ۹ کلوین برابر است، m چند کیلوگرم است؟ آزمون مدارس برتر

۱) ۱ ۲) $\frac{5}{9}$ ۳) $\frac{9}{5}$ ۴) $\frac{4}{7}$

۱۲ به یک کرهٔ توخالی با شعاع خارجی ۲cm که از فلزی به چگالی $15000kg/m^3$ و گرمای ویژهٔ $400J/kg^\circ C$ ساخته شده است ۶۰۰۰J گرما می‌دهیم. اگر شعاع کره ۰/۵ درصد افزایش یابد، حجم اولیهٔ حفرهٔ درون کره چند سانتی‌متر مکعب بوده است؟ ($\pi=3$، ضریب انبساط طولی فلز $=10^{-4}k^{-1}$)

۱) ۱۲ ۲) ۲۲/۵ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

۱۳ مطابق شکل زیر، در ظرف‌های A، B و C مقادیر مختلفی از یک نوع مایع ریخته‌ایم. چنانچه جرم و دمای مایع‌ها مطابق شکل باشد، از ترکیب کدام دو ظرف، دمای تعادل بیشتری حاصل می‌شود؟ (اتلاف انرژی نداریم.)

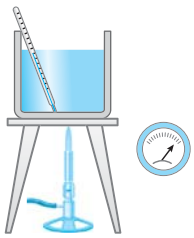


۱) A و B ۲) A و C ۳) B و C ۴) هر سه ترکیب یک دمای تعادل دارند.

۱۴ دمای گازی را در حجم ثابت از $20^\circ C$ به $50^\circ C$ می‌رسانیم. چگالی گاز چه تغییری می‌کند؟

۱) ۲/۵ برابر می‌شود. ۲) ۰/۴ برابر می‌شود. ۳) کمی کاهش می‌یابد. ۴) تغییر نمی‌کند.

۱۵ توان اجاق شکل روبه‌رو ۴۰۰W است. یک ظرف با ظرفیت گرمایی $2000J/^\circ C$ حاوی ۳kg آب به گرمای ویژهٔ $4200J/kg^\circ C$ و دمای $20^\circ C$ را روی اجاق قرار می‌دهیم. پس از چند ثانیه دمای آب به $77^\circ F$ می‌رسد؟ (از اتلاف گرما صرف‌نظر شود.)



۱) ۱۲۰/۵ ۲) ۱۸۲/۵ ۳) ۲۱۴ ۴) ۳۱۰

۱۶ یک گرمکن با توان الکتریکی ۲۰۰W و بازدهٔ ۸۰ درصد، دمای ۵۰g مایعی به گرمای ویژهٔ $1200J/kg^\circ C$ را در مدت t از $30^\circ C$ به $50^\circ C$ می‌رساند. اگر بازدهٔ این گرمکن ۱۰۰٪ بود، در همان مدت زمان، دمای مایع را از $30^\circ C$ به چند درجهٔ سلسیوس می‌رساند؟ آزمون مدارس برتر

۱) ۵۲ ۲) ۵۵ ۳) ۶۲ ۴) ۶۵

۱۷ به ۵۰۰g یخ با دمای صفر درجه سلسیوس به وسیله یک منبع گرمایی با توان ۴۲۰W به مدت ۷ دقیقه و ۱۰ ثانیه گرما می‌دهیم. حجم مجموعه چگونه تغییر می‌کند؟ $(L_F=336\times10^3J/kg\,,c_{آب}=4200J/kg^\circ C)$

۱) پیوسته افزایش می‌یابد. ۲) پیوسته کاهش می‌یابد.
۳) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد. ۴) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

۱۸ به یخ با دمای θ درجهٔ سلسیوس به اندازهٔ Q گرما می‌دهیم تا به آب $20^\circ C$ برسد. اگر ۷۰ درصد از گرمای داده شده به یخ صرف ذوب یخ شده باشد، دمای اولیهٔ یخ چند درجهٔ سلسیوس بوه است؟ (گرمای ویژه آب c و گرمای ویژه یخ $\frac{c}{2}$ و گرمای نهان ذوب $L_F=80c$)

۱) $-\frac{25}{7}$ ۲) $-\frac{50}{7}$ ۳) $-\frac{100}{7}$ ۴) $-\frac{200}{7}$ خارج ریاضی - ۸۷

۱۹ ۱۰g آب $20^\circ C$ روی شیشه‌ای به جرم ۱kg قرار دارد. اگر تمام آب $20^\circ C$ تبخیر سطحی شده و ۲۵ درصد گرمای لازم برای این عمل را از شیشه بگیرد، دمای شیشه چند درجه تغییر می‌کند؟ $(c_{شیشه}=840J/kg^\circ C\,,L_V=2436J/g)$ از کتاب درسی

۱) $15^\circ C$ کاهش می‌یابد. ۲) $15^\circ C$ افزایش می‌یابد. ۳) $7/25^\circ C$ کاهش می‌یابد. ۴) $7/25^\circ C$ افزایش می‌یابد.

۲۰ یـک قطعـه یـخ با دمای $-۲۰^\circ C$ را درون $۲۵۰g$ آب با دمای $۲۰^\circ C$ می‌اندازیم، اگر بعد از برقراری تعادل گرمایی، ۵۰ گرم یخ ذوب نشـده باقی‌مانده باشد، جرم قطعه یخ اولیه چند گرم بوده است؟ ($c_{آب}=۴/۲J/g.K$ ، $c_{یخ}=۲/۱J/g.K$ ، $L_F=۳۳۶J/g$ و تبادل گرما فقط بین آب و یخ بوده است.)

ریاضی - ۹۳

۱) ۵۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۲۵۰ ۴) ۳۰۰

۲۱ حداکثر چند گرم یخ $۰^\circ C$ را درون $۴۰۰g$ آب $۲۰^\circ C$ بیندازیم تا در مخلوط نهایی تنها آب داشته باشیم؟ $(c=۴/۲\frac{kJ}{kg.K}$ و $L_F=۳۳۶\frac{kJ}{kg})$

تجربی - ۸۸

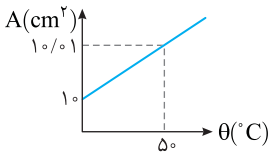
۱) ۰/۱ ۲) ۱۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۱۰۰۰

۲۲ درون ظرفـی با ظرفیت گرمایی $۱۰۰J/^\circ C$، مقدار $۲۰۰g$ آب و $۱۰۰g$ یخ در حال تعادل اسـت. چنـد کیلوژول گرما باید به مجموعه بدهیم تا دمای ظرف و محتویات آن به $۵^\circ C$ برسد؟ $(L_F=۳۳۶J/g$ و $c_{آب}=۴/۲J/g^\circ C)$

آزمون مدارس برتر

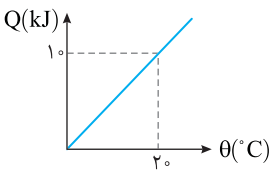
۱) ۳۹/۹ ۲) ۳۹۹۰۰ ۳) ۴۰/۴ ۴) ۴۰۴۰۰

۲۳ در شـکل زیر نمودار تغییرات مسـاحت سـطح یک حلقه برحسب دما نشان داده شـده است. در دمای $۶۸^\circ F$ مساحت سطح حلقه چند سانتی‌متر مربع است؟



۱) ۱۰/۰۱ ۲) ۱۰/۰۴
۳) ۱۰/۰۰۴ ۴) ۱۰/۰۰۱

۲۴ در شـکل روبه‌رو نمودار گرمای داده شده به جسـم A برحسب دما رسم شده است. اگر m_A گرم از جسم A با دمای θ_A را با m_B گرم از جسم B با دمای θ_B در مجاورت هم قرار دهیم، بعد از تعادل گرمایی، دمای تعادل دو جسـم برابر $\theta_e=\frac{\theta_A+\theta_B}{۲}$ می‌شـود. ظرفیت گرمایی جسم B در SI برابر کدام گزینه است؟



آزمون مدارس برتر

۱) ۲۰۰ ۲) ۲۵۰ ۳) ۵۰۰ ۴) ۴۰۰

فصل چهارم: دما و گرما

آزمونک (پنجرهٔ ۱ و ۲)

A ۴ ۱

در دماسنج‌های جیوه‌ای و الکلی کمیت دماسنجی، ارتفاع مایع درون لولهٔ دماسنج است و به جز چند مورد استثنا تمام مواد با افزایش دما، منبسط و با کاهش آن منقبض می‌شوند. بنابراین گزینهٔ (۱) نادرست است. در یکی از انواع ترموکوپل‌ها که جنس سیم‌ها از آلیاژ خاصی است، گسترهٔ دماسنجی از $-۲۷۰^\circ C$ تا $۱۳۷۲^\circ C$ است، بنابراین گزینهٔ (۲) نادرست است. برای مقایسه دقت دو دماسنج یکایی که بر اساس آن دماسنج درجه‌بندی شده مهم نیست، بلکه فاصلهٔ درجه‌بندی‌ها روی دماسنج مهم است. زیرا ممکن است بین دو درجهٔ متوالی روی دماسنج به قسمت‌های مختلفی تقسیم شده باشد. از طرفی ساختمان دماسنج مثلاً نازک و یا کلفت بودن لولهٔ آن در دقت تأثیر دارد از این‌رو گزینهٔ (۳) نادرست است. در دماسنج ترموکوپل از دو سیم رسانای غیرهم‌جنس مانند مس و کنستانتان استفاده می‌شود اما سیم‌هایی که به ولت‌سنج می‌رسند هم‌جنس‌اند و گزینهٔ (۴) درست است. نمای ۱

A ۲ ۳

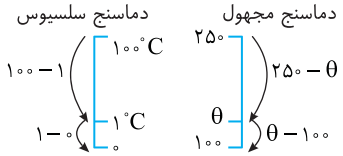
در فشارسنج بوردون برای اندازه‌گیری فشار یک شاره از یک لولهٔ خمیدهٔ یک‌سر بسته و قابل انعطاف استفاده می‌شود که انتهای این لوله به عقربه‌ای متصل است و فشار را روی صفحه‌ای مدرج نشان می‌دهد. تغییر فشار پیمانه‌ای شارهٔ درون لوله سبب تغییر شکل لوله و در نتیجه حرکت عقربه روی صفحه مدرج می‌شود. در دماسنج‌های نواری از دو فلز متفاوت مثلاً برنج و آهن که سرتاسری به‌هم جوش داده شده یا پرچ شده‌اند استفاده می‌شود و به دلیل متفاوت بودن ضریب انبساط طولی دو فلز با کاهش یا افزایش دما میله‌ها روی هم خم شده و باعث انحراف عقربه می‌شوند. نمای ۳

A ۴ ۳

در اثر افزایش دما، کرهٔ فلزی منبسط می‌شود، یعنی فاصلهٔ بین مولکولی زیاد شده و تمام سطح کره و اجزای روی آن بزرگ می‌شود، بنابراین قطر سوراخ‌ها و فاصلهٔ بین آن‌ها نیز افزایش می‌یابد. نمای ۳

A ۴ ۴

با توجه به شکل تناسب زیر را می‌نویسیم:



$$\frac{۱۰۰-۰}{۱-۰}=\frac{۲۵۰-\theta}{\theta-۱۰۰}\Rightarrow ۹۹=\frac{۲۵۰-\theta}{\theta-۱۰۰}\Rightarrow ۹۹\theta-۹۹۰۰=۲۵۰-\theta$$

$$\Rightarrow ۱۰۰\theta=۱۰۱۵۰\Rightarrow\theta=۱۰۱/۵^\circ C$$

نمای ۲

A ۱ ۵

درصد تغییرات طول برابر است با:

$$\frac{\Delta L}{L_۱}\times ۱۰۰=\frac{L_۱\alpha\Delta\theta}{L_۱}\times ۱۰۰=(\alpha\Delta\theta)\times ۱۰۰=(\alpha\times ۵۰)\times ۱۰۰=۶\times ۱۰^{-۲}$$

$$\Rightarrow\alpha=\frac{۶}{۵۰}\times ۱۰^{-۴}=۱۲\times ۱۰^{-۶}=۱/۲\times ۱۰^{-۵}\ K^{-۱}$$

نمای ۳

B ۴ ۶

تغییر چگالی از رابطهٔ $\Delta\rho=-\rho_۱\beta\Delta\theta$ به‌دست می‌آید، بنابراین درصد تغییرات چگالی خواهد شد:

$$\text{درصد تغییرات چگالی}=\frac{\Delta\rho}{\rho_۱}\times ۱۰۰=-۲\Rightarrow\frac{\Delta\rho}{\rho_۱}=-۰/۰۲$$

$$\Rightarrow -\beta\Delta\theta=-۰/۰۲\Rightarrow\beta\Delta\theta=۰/۰۲\Rightarrow ۲\times ۱۰^{-۴}\times\Delta\theta=۲\times ۱۰^{-۲}\Rightarrow\Delta\theta=۱۰۰^\circ C$$

اکنون تغییر دما را برحسب فارنهایت حساب می‌کنیم:

$$\Delta F=\frac{۹}{۵}\Delta\theta\Rightarrow\Delta F=\frac{۹}{۵}\times ۱۰۰=۱۸۰^\circ F$$

نمای ۶

A ۱ ۷

خط فکری برای آنکه اختلاف طول دو نوار فلزی در هر دمایی ثابت باشد، باید تغییر طول دو نوار در اثر تغییر دما یکسان باشد.

می‌خواهیم اختلاف طول دو نوار همیشه مقدار ثابتی بماند.

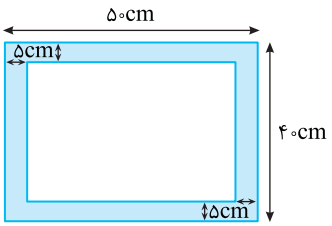
$$\Delta L_{Al}=\Delta L_{Cu}\Rightarrow(L_۱\alpha\Delta\theta)_{Al}=(L_۱\alpha\Delta\theta)_{Cu}$$

$$\Rightarrow L_۱\times ۲۴\times ۱۰^{-۶}=۳۰۰\times ۱۸\times ۱۰^{-۶}\Rightarrow L_{۱_{Al}}=۲۲۵cm$$

نمای ۳

B ۲ ۸

خط فکری هر گاه در یک جسم جامد با ضریب انبساط طولی α حفره‌ای باشد و از ما در مورد انبساط حفره در اثر تغییر دما پرسش شود، ما حفره را به صورت جسمی با همان ضریب انبساط طولی α در نظر می‌گیریم.



انبساط مساحت قسمت درونی قاب را از ما خواسته‌اند. ما برای حل مسئله فضای تو خالی را یک مستطیل از جنس همان فلز در نظر می‌گیریم و ابتدا مساحت این قسمت خالی را حساب می‌کنیم.

$$\text{طول مستطیل}=۵۰-۲\times(۵)=۴۰cm$$

$$\text{عرض مستطیل}=۴۰-۲\times(۵)=۳۰cm$$

مساحت قسمت درونی قاب خواهد شد: $A_۱=۳۰\times ۴۰=۱۲۰۰cm^۲$

انبساط این قسمت برابر است با:

$$\Delta A=A_۱۲\alpha\Delta\theta\Rightarrow\Delta A=۱۲۰۰\times ۲\times ۲\times ۱۰^{-۴}\times ۱۰۰=\Delta A=۴۸cm^۲$$ افزایش

نمای ٤

B ۳ ۹

یادآوری دقت وسیلهٔ اندازه‌گیری برابر کمینه مقدار درجه‌بندی وسیله است.

بین $۰^\circ F$ تا $۲۰^\circ F$ به ۱۰ قسمت مساوی تقسیم شده است. بنابراین دقت دماسنج فارنهایت برابر است با: $\text{کمینه درجه‌بندی}=\frac{۲۰}{۱۰}=۲^\circ F$

بین $-۱۰^\circ C$ تا $۰^\circ C$ به ۱۰ قسمت مساوی تقسیم شده است. بنابراین دقت دماسنج سلسیوس برابر است با: $\text{کمینه درجه‌بندی}=\frac{۱۰}{۱۰}=۱^\circ C$

اختلاف دقت‌ها برحسب درجهٔ سلسیوس خواسته شده بنابراین دقت دماسنج فارنهایت را برحسب درجه سلسیوس به‌دست می‌آوریم $\Delta F=\frac{۹}{۵}\Delta\theta\Rightarrow ۲=\frac{۹}{۵}\Delta\theta\Rightarrow\Delta\theta=\frac{۱۰}{۹}^\circ C$

حال اختلاف دقت‌ها برابر $\frac{۱۰}{۹}-۱=\frac{۱}{۹}^\circ C$ است. نمای ۲

B ۳ ۱۰

برای آنکه مایع سرریز نشود، باید در اثر افزایش دما حداکثر ارتفاع مایع $۵۰cm$ افزایش یابد. با توجه به اینکه از انبساط مخزن صرف‌نظر شده است، با افزایش دما مساحت سطح مقطع مخزن تغییر نمی‌کند. از این‌رو:

$$\Delta V=V_۱\beta\Delta\theta\Rightarrow A\Delta h=Ah_۱\beta\Delta\theta\Rightarrow\Delta h=h_۱\beta\Delta\theta$$

$$\xrightarrow[\beta=۱۰^{-۳}K^{-۱}]{h_۱=۱۰m,\ \Delta h=۰/۵m}۰/۵=۱۰\times ۱۰^{-۳}\Delta\theta\Rightarrow\Delta\theta=۵۰^\circ C$$

$$\Rightarrow\theta_۲-\theta_۱=۵۰\Rightarrow\theta_۲-(-۱۰)=۵۰\Rightarrow\theta_۲=۴۰^\circ C$$

بنابراین در دمای بالای $40^\circ C$ مایع سرریز می‌شود و گزاره (الف) نادرست است.

بـا افزایش دما به شـرط آنکه مایع از ظرف سـرریز نشـود، فشـار ثابت می‌مانـد و اگر با افزایش دما مایع آن‌قدر منبسط شود که مقداری از آن از ظرف سرریز شود، فشار کاهش می‌یابد و گزاره (ب) نادرست است.

$$\downarrow P=\frac{W\downarrow}{A_{\text{ثابت}}}$$

همان‌گونه که در قسمت (الف) دیدیم، تغییر ارتفاع برابر است با:

$$\Delta h=h_1\beta\Delta\theta\Rightarrow\frac{\Delta h}{h_1}=\beta\Delta\theta\xrightarrow[\Delta h=ah_1\text{ فرض مسئله}]{}\beta\Delta\theta=a\quad (I)$$

رابطهٔ تغییر چگالی با دما با تقریب مناسبی به صورت زیر است:

$$\rho_2=\rho_1(1-\beta\Delta\theta)\Rightarrow\Delta\rho=-\rho_1\beta\Delta\theta\Rightarrow\frac{\Delta\rho}{\rho_1}=-\beta\Delta\theta\quad (II)$$

با توجه به رابطهٔ (I) و (II) خواهیم داشت:

$$\frac{\Delta\rho}{\rho_1}=-a\%$$

بنابراین چگالی a درصد کاهش می‌یابد و گزاره (پ) درست است.

نمای ۸

آزمونک (پنجره ۲ و ۳)

A ۳ ۱

هرگاه دو جسـم گرم و سـرد در تماس با یکدیگر قرار گیرند، گرما از جسـم گرم به جسم سـرد منتقل می‌شـود و جسـم گرم، سرد شده و جسـم سرد، گرم می‌شـود. این گرم‌تر و سـردتر شـدن در ابتدا به سرعت رخ می‌دهد و سـپس با آهنگ کندتری ادامه می‌یابد تا اینکه دمای دو جسم برابر می‌شود بنابراین گزاره (الف) درست است.

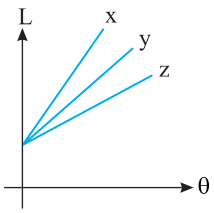
یک دماسنج برای آن‌که دمای جسمی یا محیطی را اندازه‌گیری کند، باید با آن در تماس باشد و تبادل گرمایی انجام دهد تا سرانجام با جسم یا محیط به تعادل گرمایی برسد و با آن‌ها هم‌دما شـود، بنابراین می‌توان گفت دماسنج دمای خود در تعادل گرمایی را نمایش می‌دهد و گزارهٔ (ب) درست است.

هرگاه دو جسم به تعادل گرمایی برسند، دمای آن‌ها یکی می‌شود و در این حالت میانگین انرژی جنبشی ذرات دو جسم یکسان می‌شود و گزارهٔ (پ) درست است. بنابراین هر سه گزاره درست هستند.

نمای ۱۱

B ۳ ۲

خط فکری هـر چه شـیب نمـودار $L-\theta$ بیشـتر باشـد، یعنی ضریب انبسـاط طولی جسم بیشتر است. با توجه به نمودار $\alpha_x>\alpha_y>\alpha_z$ است.

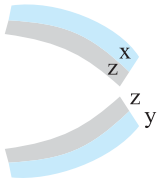


در شکل (الف) با افزایش دما طول x بیشتر از طول y رشد می‌کنـد $(\alpha_x>\alpha_y)$ و میلـهٔ x در قـوس بیرونـی قـرار می‌گیرد و تیغه به سمت پایین خمیده می‌شود. بنابراین شکل (الف) درست است.

در شـکل (ب) با افزایش دمـا، میلهٔ y در قوس بیرونی قرار می‌گیرد $(\alpha_y>\alpha_z)$، و تیغه رو به پایین خمیده می‌شود.

در شـکل (پ) نیز، در اثر افزایش دما قوس بیرونی، میلهٔ x می‌شـود زیـرا طولش در اثـر افزایش دما بیشـتر منبسـط می‌شود $(\alpha_x>\alpha_z)$ و تیغه رو به پایین خمیده می‌شود.

در شـکل (ت)، با افزایش دما میلهٔ y انبساط بیشتری دارد $(\alpha_y>\alpha_z)$ و تیغـه طـوری خمیده می‌شـود کـه میلهٔ y کمان بیرونی باشد. بنابراین تیغه رو به بالا خمیده می‌شود.



نمای ۳

B ۴ ۳

۱ ابتدا به کمک رابطهٔ انبساط سطحی جامد، ضریب انبساط طولی فلز را حساب می‌کنیم.

$$\Delta A=A_1(2\alpha\Delta\theta)\Rightarrow\frac{\Delta A}{A_1}=0/01\Rightarrow\frac{A_1(2\alpha)\Delta\theta}{A_1}=0/01\Rightarrow 2\alpha(\Delta\theta)=0/01$$

$$\Rightarrow\alpha=\frac{0/01}{2\times250}=\frac{0/01}{500}=\frac{0/02}{1000}=2\times10^{-5}\frac{1}{K}$$

۲ ضریب انبساط حجمی خواهد شد.

$$\beta=3\alpha\Rightarrow\beta\simeq6\times10^{-5}\frac{1}{K}\quad\text{ضریب انبساط حجمی جامد}$$

میانبر البته از همان ابتدا می‌توانستید بنویسید

$$\text{درصد تغییر مساحت}=\frac{\Delta A}{A_1}\times100$$

نمای ۵

B ۱ ۴

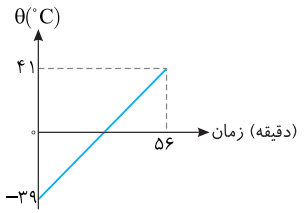
۱ با توجه به نمودار در مدت ۵۶ دقیقه دمای مایع از $-39^\circ C$ به $41^\circ C$ رسیده و در سـؤال گفته شـده در هر دقیقه به مایع $100J$ گرما داده شـده اسـت. بنابراین با یک تناسب ساده می‌توان گرمای داده شده به جسم در ۵۶ دقیقه را حساب کرد:

$$\begin{array}{c|c}1\min & 100J\\ \hline 56\min & Q\end{array}\Rightarrow Q=56\times100J=5600J$$

۲ با استفاده از رابطهٔ گرما، گرمای ویژه را به‌دست می‌آوریم:

$$Q=mc\Delta\theta\Rightarrow5600=mc\Delta\theta\xrightarrow[m=500g=0/5kg]{\Delta\theta=41-(-39)=80^\circ C}$$

$$5600=0/5\times c\times80\Rightarrow c=140J/kg^\circ C$$



نمای ۱۳

B ۱ ۵

گرمای داده شده به A و B یکسان است: $Q_A=Q_B\Rightarrow m_Ac_A\Delta\theta_A=m_Bc_B\Delta\theta_B$

$\xrightarrow{\text{فرض مسئله } c_A=2c_B} 2m_A\Delta\theta_A=m_B\Delta\theta_B$

$\Rightarrow\frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B}=\frac{m_B}{2m_A}\xrightarrow[V_A=V_B\,,\,\rho_A=2\rho_B]{m=\rho V}\frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B}=\frac{\rho_BV_B}{4\rho_BV_B}=\frac{\rho_B}{4\rho_B}=\frac{1}{4}$

نمای ۱۲

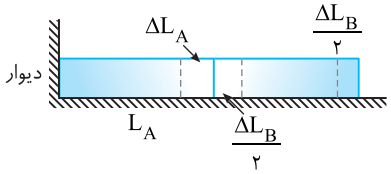
B ۴ ۶

میلهٔ A به دیوار تکیه داده شده است و هنگام انبساط تنها از سمت راست منبسط می‌شود و تمام افزایش طول آن به سمت راست است. اما میلهٔ B دارای دو سر آزاد است بنابراین هنگام انبساط به‌طور یکسان از دو طرف منبسط می‌شود. یعنی اگر افزایش طول B برابر ΔL_B باشد، $\frac{\Delta L_B}{2}$ آن از سمت چپ بوده و فاصلهٔ بین A و B را به اندازهٔ $\frac{\Delta L_B}{2}$ پُر می‌کند. در نتیجه برای آن‌که دو میله به هم برسند. باید مجموع افزایش طول A (ΔL_A) و $\frac{\Delta L_B}{2}$ برابر ۰/۷cm شود.

$\Delta L_A+\frac{\Delta L_B}{2}=7\times10^{-3}\,m\xrightarrow{\Delta L=L\alpha\Delta\theta}L_A\alpha_A(\theta)+\frac{L_B\alpha_B(\theta)}{2}=7\times10^{-3}$

$3\times2\times10^{-5}\times\theta+\frac{2\times10^{-5}\times\theta}{2}=7\times10^{-3}$

$6\times10^{-5}\times\theta+10^{-5}\times\theta=7\times10^{-3}\Rightarrow\theta=100^\circ C$



نمای ۳

B ۴ ۷

مقداری از مایع از ظرف بیرون ریخته است و حجم این مقدار مایع برابر است با:

تغییر حجم ظرف − تغییر حجم مایع = حجم مایع سرریزشده

۱ ابتدا انبساط ظرف را حساب می‌کنیم

$\Delta V_{\text{ظرف}}=V_1\times3\alpha\Delta\theta\Rightarrow\Delta V_{\text{ظرف}}=9\times10^3\times3\times5\times10^{-5}\times40\Rightarrow\Delta V=54cm^3$

۲ با توجه به فرض مسئله $162cm^3$ مایع بیرون می‌ریزد، بنابراین $\Delta V_{\text{مایع}}$ برابر است با:

$162=\Delta V_{\text{مایع}}-54\Rightarrow\Delta V_{\text{مایع}}=216cm^3$

۳ اکنون ضریب انبساط حجمی مایع را به‌دست می‌آوریم:

$\Delta V=V_1\beta\Delta\theta\Rightarrow216=9\times10^3\times\beta\times40\Rightarrow\beta=6\times10^{-4}K^{-1}$

نمای ۸

B ۳ ۸

گرمای ویژهٔ A دو برابر گرمای ویژه B است $(c_A=2c_B)$، جرم آن‌ها با هم برابر است $(m_A=m_B)$، هم‌چنین دمای اولیهٔ آن‌ها یکسان است و چون در ظرف پر از آب در حال جوش ۱۰۰°C قرار می‌گیرند، دمای نهایی آن‌ها یکسان و برابر ۱۰۰°C می‌شود، بنابراین تغییر دمای آن‌ها با هم برابر است $(\Delta\theta_A=\Delta\theta_B)$ و رابطهٔ (الف) درست است.

با توجه به رابطهٔ گرماسنجی $Q=mc\Delta\theta$ خواهیم داشت:

$\left.\begin{matrix}Q_A=mc_A\Delta\theta_A\\Q_B=mc_B\Delta\theta_B\end{matrix}\right\}\Rightarrow\frac{Q_A}{Q_B}=\frac{c_A\Delta\theta_A}{c_B\Delta\theta_B}\xrightarrow[c_A=2c_B]{\Delta\theta_A=\Delta\theta_B}\frac{Q_A}{Q_B}=2\Rightarrow Q_A=2Q_B$

بنابراین رابطهٔ (ب) نادرست و رابطهٔ (پ) درست است.

در مورد رابطهٔ (ت) باید به سراغ رابطهٔ انبساط طولی برویم $\Delta R=R\alpha\Delta\theta$، تغییر دمای هر دو یکسان و شعاع اولیه آن‌ها یکی است اما ضریب انبساط طولی آن‌ها متفاوت است بنابراین $\Delta R_A\neq\Delta R_B$ خواهد بود و رابطهٔ (ت) نادرست است. نمای ۱۶

B ۱ ۹

در حل مسائلی که در آن‌ها دما برحسب یکاهای مختلف بیان می‌شود، باید تمام یکاها را به یکای مشخصی که معمولاً درجه‌بندی سلسیوس است تبدیل کرد.

۱ دمای اولیه مس برحسب سلسیوس خواهد شد:

$T=273+\theta\Rightarrow354=273+\theta_{1_{Cu}}\Rightarrow\theta_{1_{Cu}}=81^\circ C$

۲ دمای اولیه آب برحسب سلسیوس برابر است با:

$F=\frac{9}{5}\theta+32\Rightarrow59=\frac{9}{5}\theta+32\Rightarrow27=\frac{9}{5}\theta\Rightarrow\theta_{1_w}=15^\circ C$

۳ اکنون دمای تعادل را برای این دو جسم به‌دست می‌آوریم:

$Q_w+Q_{Cu}=0\Rightarrow m_wc_w(\theta_e-\theta_{1_w})+m_{Cu}c_{Cu}(\theta_e-\theta_{1_{Cu}})=0$

$\xrightarrow[c_w=4200J/kgK\,,\,c_{Cu}=400J/kgK]{m_{Cu}=100g\,,\,m_w=200g}0/2\times4200(\theta_e-15)+0/1\times400(\theta_e-81)=0$

$21\theta_e-315+\theta_e-81=0\Rightarrow\theta_e=\frac{396}{22}=18^\circ C$

نمای ۱۷

B ۲ ۱۰

خط فکری ابتدا باید دمای تعادل 2kg آب 15°C و 6kg جیوه 70°C را حساب کرد تا مشخص شود که دمای تعادل از 25°C بیشتر است یا کمتر، سپس گرمای داده شده به مجموعه را بررسی کرد.

۱ رابطه تعادل گرمایی برای آب و جیوه را می‌نویسیم:

$Q_w+Q_{Hg}=0\Rightarrow m_wc_w(\theta_e-\theta_{1_w})+m_{Hg}c_{Hg}(\theta_e-\theta_{1Hg})=0$

$2\times4200(\theta_e-15)+6\times140(\theta_e-70)=0\Rightarrow2\times4200\times(\theta_e-15)=6\times140\times(70-\theta_e)$

$\Rightarrow10(\theta_e-15)=70-\theta_e\Rightarrow11\theta_e=70+150=220\Rightarrow\theta_e=20^\circ C$

۲ بنابراین گرمایی که باید به مجموعه داد تا دمای آن از 20°C به 25°C برسد یعنی تغییر دما 5°C باشد، برابر است با:

$Q=Q_w+Q_{Hg}\Rightarrow Q=m_Wc_W(5)+m_{Hg}c_{Hg}(5)$

$=2\times4200\times5+6\times140\times5=46200=46/2kJ$

نمای ۱۷ و ۱۵

آزمونک (پنجرهٔ ۳ و ۴)

A ۲ ۱

گزاره‌های (الف)، (ب) و (ث) درست است. گرمای ویژه به جرم جسم بستگی ندارد، بنابراین گزارهٔ (پ) نادرست است. L_V را گرمای نهان ویژهٔ تبخیر مایع (گرمای نهان تبخیر مایع) گویند، بنابراین گزارهٔ (ت) نادرست است.

نمای ۱۱ و ۲۱

B ۳ ۲

گرمای نهان تبخیر هر مایع به جنس و دمای آن بستگی دارد. هر چه دمای آب بالاتر رود به دلیل سست شدن پیوندهای مولکولی گرمای نهان تبخیر، کاهش می‌یابد، در این صورت $\frac{Q_1}{Q_2}>1$ است، اما این نسبت از ۲ کمتر است.

دما ($^\circ C$)	$L_V (kJ/kg)$
۰	۲۴۹۰
۱۵	۲۴۵۴
۵۰	۲۳۷۴
۱۰۰	۲۲۵۶
۱۵۰	۲۱۱۵

به جدول روبه‌رو که در کتاب درسی آمده است دقت کنید.

$$\begin{cases} Q_1 = m_1 L_V = \frac{10}{1000}\times 2454 \\ Q_2 = m_2 L_V = \frac{10}{1000}\times 2374 \end{cases} \Rightarrow \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{2454}{2374} < 2$$

نمای ۲۲

A ۱ ۳

ابتدا دمای ثانویهٔ آب را بر اثر دریافت ۱۶۸۰J گرما به‌دست می‌آوریم:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 1680 = 0/1\times 4200\times(\theta - 0) \Rightarrow \theta = 4^\circ C$$

آب دارای انبساط غیرعادی است و از $0^\circ C$ تا $4^\circ C$ حجم آن با افزایش دما به جای افزایش، کاهش می‌یابد. بنابراین گزینه (۱) درست است.

نمای ۱۶

B ۴ ۲

۱ شعاع کرهٔ A دو برابر شعاع کرهٔ B است. از این‌رو نسبت حجم‌های دو جسم خواهد شد:

$$V = \frac{4}{3}\pi R^3 \Rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \frac{\frac{4}{3}\pi R_A^3}{\frac{4}{3}\pi R_B^3} = 2^3 \Rightarrow \frac{V_A}{V_B} = 8$$

۲ چگالی A نصف چگالی B است، بنابراین می‌توان نسبت جرم‌های A و B را به‌دست آورد.

$$\begin{cases} \rho_A = \frac{m_A}{V_A} \\ \rho_B = \frac{m_B}{V_B} \end{cases} \Rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{m_A}{m_B}\times\frac{V_B}{V_A} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{m_A}{m_B}\times\frac{1}{8} \Rightarrow \frac{m_A}{m_B} = 4$$

۳ گرمای داده شده به دو جسم برابر است، بنابراین از رابطهٔ گرماسنجی استفاده می‌کنیم:

$$Q_A = Q_B \Rightarrow m_A c_A \Delta\theta_A = m_B c_B \Delta\theta_B$$

$$\xrightarrow[m_A = 4m_B]{c_A = 3c_B} 4\times 3\times\Delta\theta_A = \Delta\theta_B \Rightarrow \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} = \frac{1}{12}$$

نمای ۱۲

B ۵ ۱

خط فکری وقتی بیان می‌شود قطعه یخ بسیار بزرگ و دمای آن $0^\circ C$ است، یعنی دمای صفحهٔ فولادی و برنجی هر دو در نهایت $0^\circ C$ می‌شود و در اثر این تغییر دما دو صفحه با دادن گرما به یخ آن را ذوب می‌کنند. یعنی گرمایی که هر صفحه از دست می‌دهد تا دمایش $0^\circ C$ شود را باید با گرمایی که یخ $0^\circ C$ می‌گیرد تا ذوب شود برابر قرار دهیم.

۱ گرمایی که صفحهٔ برنجی از دست می‌دهد با گرمایی که یخ از صفحه می‌گیرد تا ذوب شود برابر قرار می‌دهیم:

صفحهٔ برنجی: $m_i L_F = mc\Delta\theta \Rightarrow m_i L_F = m_{\text{برنج}}\times 400\times 100$

۲ گرمایی که صفحه فولادی از دست می‌دهد با گرمایی که یخ از صفحه می‌گیرد تا ذوب شود برابر است.

صفحهٔ فولادی: $m_i' L_F = m'c'\Delta\theta' \Rightarrow m_i' L_F = m_{\text{فولاد}}\times 450\times 200$

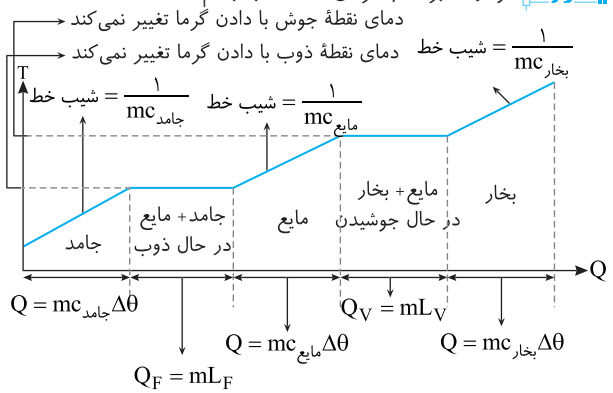
۳ جرم یخ ذوب شده توسط صفحه برنجی (m_i) دو برابر جرم یخ ذوب شده توسط صفحهٔ فولادی (m_i') است، بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{m_i}{m_i'} = \frac{m_{\text{برنج}}\times 400\times 100}{m_{\text{فولاد}}\times 450\times 200} \Rightarrow 2 = \frac{m_{\text{برنج}}}{m_{\text{فولاد}}}\times\frac{200}{450} \Rightarrow \frac{m_{\text{فولاد}}}{m_{\text{برنج}}} = \frac{2}{9}$$

نمای ۲۲ و ۱۵

B ۶ ۲

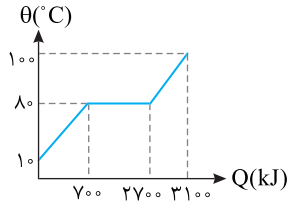
یادآوری نمودار دما برحسب گرمای داده شده به جسم:



با توجه به نمودار، دمای اولیهٔ جسم جامد $10^\circ C$ و دمای نقطهٔ ذوب آن $80^\circ C$ است که در این بازه، جسم ۷۰۰kJ گرما دریافت کرده است:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 700000 = 5\times c\times(80-10) \Rightarrow c = \frac{10000}{5} = 2000 J/kg.K = 2 J/g.K$$

بنابراین جملهٔ (الف) درست است و جملهٔ (ب) نادرست است، زیرا نقطهٔ ذوب جسم $80^\circ C$ است.



با توجه به نمودار، جسم 2700−700=2000kJ گرما دریافت کرده تا به‌طور کامل ذوب شود، از این‌رو:

$$Q_F = mL_F \Rightarrow 2000\times 10^3 = 5L_F \Rightarrow L_F = 400\times 10^3 J/kg \Rightarrow L_F = 400 J/g$$

بنابراین جملهٔ (پ) نادرست است.

پس از ذوب کامل، مایع 3100−2700=400kJ گرما دریافت کرده و دمایش $20^\circ C$ 100−80= افزایش یافته است. از این‌رو:

$$Q = C\Delta\theta \Rightarrow 40000 = C\times 20 \Rightarrow C = 2000 J/K = 2 kJ/K$$

بنابراین جملهٔ (ت) درست است.

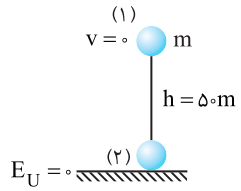
نقطهٔ جوش روی نمودار مشخص نبوده و قطعاً $100^\circ C$ نیست و جملهٔ (ث) نادرست است.

در نتیجه دو جملهٔ (الف) و (ت) درست هستند.

نمای ۲۵

B ۷ ۱

خط فکری در حل این نوع مسائل باید از روابط فصل کار و انرژی استفاده کنید. می‌توانید از قضیه کار و انرژی جنبشی $(W_g + W_f = \Delta K)$ و یا از قانون پایستگی انرژی $(E_2 - E_1 = W_f)$ استفاده کنید و انرژی جنبشی جسم هنگام برخورد به زمین را به‌دست آورید، سپس حساب کنید که نصف این انرژی جنبشی دمای گلوله را چند درجه بالا می‌برد.



۱ ما از قانون پایستگی انرژی مسئله را حل می‌کنیم:

$$E_۲-E_۱=W_f\Rightarrow(K_۲+U_۲)-(K_۱+U_۱)=W_f \xrightarrow{K_۱=۰,U_۲=۰} K_۲-U_۱=W_f \xrightarrow[W_f=-f_Dh]{U_۱=mgh} K_۲-mgh=-f_Dh$$

۲ با توجه به فرض مسئله $f_D=\frac{۱}{۲}mg$ بنابراین:

$$K_۲-mgh=-\frac{mg}{۲}h\Rightarrow K_۲=mg\frac{h}{۲}$$

۳ از این مقدار انرژی جنبشی نصف آن صرف گرم شدن جسم شده است، بنابراین:

$$Q=\frac{۱}{۲}K_۲=\frac{۱}{۲}mg\frac{h}{۲}=\frac{۱}{۴}mgh$$

۴ در رابطهٔ گرماسنجی به جای Q مقدار $\frac{۱}{۴}mgh$ را قرار می‌دهیم.

$$Q=mc\Delta\theta\Rightarrow\frac{۱}{۴}mgh=mc\Delta\theta$$

$$\xrightarrow[g=۱۰N/kg]{h=۵۰m,\ c=۱۰۰J/kg^\circ C}\frac{۱}{۴}\times۱۰\times۵۰=۱۰۰\Delta\theta\Rightarrow\Delta\theta=\frac{۵}{۴}=۱/۲۵^\circ C$$

نمای ۱۴

۲۸ B

خط فکری مخلوط آب و یخ در حال تعادل‌اند، یعنی دمای آب و یخ $۰^\circ C$ است و اگر به این مخلوط گرما بدهید، ابتدا یخ $۰^\circ C$ گرما می‌گیرد تا ذوب شود و بعد از ذوب کامل یخ، اگر همچنان به مخلوط گرما بدهیم دمای آن بالاتر از $۰^\circ C$ می‌شود. از طرفی فلز $۸۰^\circ C$ با از دست دادن گرما دمایش حداقل به $۰^\circ C$ می‌رسد و این گرما سبب ذوب یخ می‌شود. باید بررسی کنیم گرمایی که فلز از دست می‌دهد می‌تواند تمام یخ را ذوب کند و دمای مجموعه را بالا ببرد یا نه؟

گرمایی که ۳۰۰g فلز از دست می‌دهد تا دمایش به $۰^\circ C$ برسد را حساب می‌کنیم.

$$Q=mc\Delta\theta\Rightarrow Q=۰/۳\times۴۲۰\times۸۰$$

اکنون باید ببینیم این گرما چند گرم یخ را ذوب می‌کند:

$$Q_F=mL_F\Rightarrow۰/۳\times۴۲۰\times۸۰=m\times۳۳۶۰۰۰\Rightarrow m=۰/۰۳kg=۳۰g$$

در نتیجه تنها ۳۰g یخ $۰^\circ C$ به آب $۰^\circ C$ تبدیل می‌شود. بنابراین در نهایت دمای تعادل $۰^\circ C$ است و تا رسیدن به حالت تعادل تنها ۳۰g یخ ذوب شده است. نمای ۲۷

۳۹ B

خط فکری گرمایی که فلز از دست داده توسط گرماسنج و آب دریافت شده است، بنابراین گرمایی که به آب می‌رسد تفاضل گرمایی است که فلز از دست داده و گرماسنج دریافت کرده است.

گرمایی که آب دریافت کرده است برابر خواهد شد با:

$$Q_{آب}=Q_{فلز}-Q_{گرماسنج}=۲۳-۲=۲۱kJ$$

بنابراین دمای تعادل، دمای نهایی آب پس از دریافت ۲۱kJ گرما است. از رابطهٔ گرماسنجی می‌توان نوشت:

$$Q=mc\Delta\theta\Rightarrow۲۱۰۰۰=۱\times۴۲۰۰(\theta_e-۲۰)\Rightarrow\theta_e=۲۵^\circ C$$

نمای ۱۹

۱۰ B

ابتدا گرمای داده شده به یخ را به‌دست می‌آوریم:

$$P=\frac{Q}{t}\Rightarrow Q=Pt\Rightarrow Q=۱۰/۵kJ/min\times۲۰min=۲۱۰kJ=۲۱\times۱۰^۴J$$

گرمای ویژهٔ یخ نصف گرمای ویژهٔ آب است: $c_{یخ}=\frac{c}{۲}$

گرمای نهان ذوب یخ، ۸۰ برابر گرمای ویژهٔ آب است: $\frac{L_F}{c}=\frac{۳۳۶۰۰۰}{۴۲۰۰}\Rightarrow L_F=۸۰c$

گرمای داده شده به یخ را نیز برحسب c به‌دست می‌آوریم: $\frac{Q}{۴۲۰۰}c=\frac{۲۱۰\times۱۰^۳}{۴۲۰۰}c=۵۰c$

حال سؤال را حل می‌کنیم:

۱ ابتدا دمای یخ از $-۲۰^\circ C$ به $۰^\circ C$ می‌رسد که گرمای لازم برای این تغییر دما برابر است با:

$$Q_۱=mc_{یخ}\Delta\theta\Rightarrow Q_۱=۰/۵\times\frac{c}{۲}\times۲۰=۵c$$

۲ گرمای باقی‌مانده یعنی $۵۰c-۵c=۴۵c$ باعث ذوب یخ می‌شود، اما باید گرمای لازم برای ذوب یخ را حساب کنیم:

$$Q_۲=mL_F\Rightarrow Q_۲=۰/۵\times۸۰c=۴۰c$$

۳ بنابراین همچنان $۴۵c-۴۰c=۵c$ گرما باقی می‌ماند که باعث افزایش دمای آب می‌شود:

$$۵c=mc\times\Delta\theta\Rightarrow۵c=۰/۵c\times\Delta\theta\Rightarrow\Delta\theta=۱۰^\circ C$$

$$\Rightarrow\theta_۲-۰=۱۰\Rightarrow\theta_۲=۱۰^\circ C$$

نمای ۲۶

آزمونک (پنجرهٔ ۴ و ۵)

B ۳ ۱

مولکول‌های یک جسم جامد همواره در مکان‌های معینی نسبت به یکدیگر قرار دارند و در اطراف این مکان‌ها، نوسان بسیاری کوچکی دارند که با افزایش دما این حرکات شدیدتر می‌شود و گزینهٔ (۱) نادرست است.

در فلزات مانند جامدهای دیگر مولکول‌ها در جای خود دارای نوسان‌های بسیار کوچکی هستند و گزینهٔ (۲) نادرست است.

فلزها دارای الکترون‌های آزاد هستند که این الکترون‌ها می‌توانند به‌طور مستقل در ماده حرکت کنند و در رسانش گرمایی کمک کنند. هنگامی که به نقطه‌ای از فلز گرما می‌دهیم، الکترون‌های آزاد آن نقطه انرژی جنبشی بیشتری به‌دست می‌آورند و سریع‌تر حرکت می‌کنند. الکترون‌های حامل انرژی از قسمت‌های گرم فلز به قسمت‌های سرد فلز پخش می‌شوند و در برخورد با مولکول‌های فلز انرژی جنبشی خود را به آن‌ها منتقل می‌کنند. با این فرایند انرژی گرمایی به سرعت از قسمت‌های گرم فلز به قسمت‌های سرد آن منتقل می‌شود. توجه کنید که الکترون‌های آزاد نقش عمده‌ای در جریان‌های الکتریکی در رساناها (فلزات) نیز دارند، بنابراین گزینهٔ (۳) درست است.

فعالیت شیمیایی یک جسم ارتباطی به رسانش گرمایی آن ندارد و گزینهٔ (۴) نادرست است.

نمای ۲۸

B ۴ ۲

هنگام شب، زمین ساحل سردتر از آب دریاست و پدیدهٔ همرفت موجب وزش نسیمی از سوی ساحل به سمت دریا می‌شود و گزاره (الف) درست است.

در همرفت، بخشی از شاره که گرم‌تر است، به سمت بالا حرکت می‌کند و شارهٔ سردتر به جای آن قرار می‌گیرد و این سبب انتقال گرما می‌شود. یعنی در همرفت بخشی از شاره، گرما را جابه‌جا می‌کند و گزاره (ب) درست است.

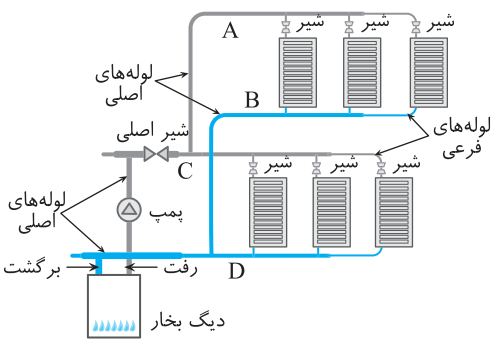
در فلزات افزون بر ارتعاش اتمی، الکترون‌های آزاد در انتقال گرما نقش دارند. به گونه‌ای که سهم الکترون‌های آزاد در رسانش گرمایی در فلزات بیشتر از اتم‌ها است و گزاره (پ) درست است.

تابش گرمایی سطوح تیره و ناصاف از تابش گرمایی سطوح صاف و صیقلی و با رنگ روشن بیشتر است. به همین علت اگر دو لیوان یکی با بدنهٔ تیره و دیگری با بدنهٔ روشن که محتوی آب جوش هستند را روی یک میز قرار دهیم، لیوان تیره سریع‌تر سرد می‌شود زیرا تابش گرمایی آن بیشتر است و گزاره (ت) نیز درست است.

نمای ۲۸ و ۲۹

B ۳ ۳

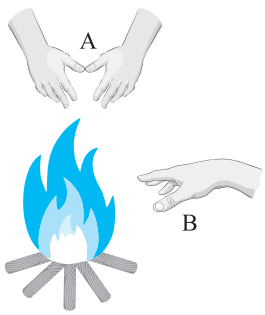
چگالی آب گرم و بخار آب کمتر از چگالی آب سرد است، پس باید آب گرم از بالا به منبع‌ها تزریق شود تا با کاهش دما، چگالی افزایش یافته و به پایین منتقل شود و از طریق لوله‌های دیگر که در پایین منبع قرار دارد آب سرد مجدداً خارج شود.



نمای ۲۹

B ۴ ۳

وقتی که آتش روشن می‌کنیم گرما به دو روش تابش گرمایی و همرفتی منتقل می‌شود. اگر دست شما در نقطهٔ B و یا در نقطهٔ A باشد، در گرمایی که در اثر تابش دریافت می‌کنید تفاوت چندانی وجود ندارد. اما در نقطهٔ A، هوای گرم بالای شعله در اثر همرفت به بالا می‌رود و دست گرم می‌شود. یعنی جریان همرفتی در نقطهٔ A بسیار شدیدتر از نقطهٔ B است و دست شما در نقطهٔ A در اثر پدیده همرفت سریع‌تر گرم می‌شود.



نمای ۲۹

A ۵ ۴

هنگامی که بنزین روی دست می‌ریزد، در اثر تبخیر سطحی به سرعت بخار می‌شود، اما برای بخار شدن به گرما نیاز دارد و این گرما را از دست می‌گیرد و شخص به دلیل از دست دادن گرما احساس خنکی می‌کند.

نمای ۲۱

B ۱ ۶

خط فکری گرمای ویژه مقدار گرمایی است که به $1kg$ از جسم داده می‌شود تا دمای آن یک کلوین $(1^\circ C)$ بالا برود. از این‌رو هر چه گرمای ویژهٔ جسمی بیشتر باشد، مقدار انرژی گرمایی که آن جسم دریافت می‌کند تا دمایش $1^\circ C$ بالا برود بیشتر است. یعنی اگر گرمای ویژه جسم A دو برابر گرمای ویژهٔ جسم B باشد، گرمایی که $1kg$ از جسم A به‌صورت انرژی درونی در خود ذخیره می‌کند دو برابر گرمایی است که $1kg$ از جسم B به‌صورت انرژی درونی در خود ذخیره می‌کند. از سویی وقتی بیان می‌شود که قطعه یخ بزرگی با دمای $0^\circ C$ در اختیار داریم یعنی دمای نهایی مجموعه $0^\circ C$ است، زیرا در حال تعادل هم یخ داریم و این یعنی یخ $0^\circ C$ و آب در حال تعادلند و یخ $0^\circ C$ که ذوب شده به آب $0^\circ C$ تبدیل شده و گرمای داده شده به آن تنها صرف ذوب یخ می‌شود.

گرمای ویژهٔ مس دو برابر گرمای ویژهٔ نقره است، یعنی وقتی دمای ۱۰ گرم از هر یک از آن‌ها را $20^\circ C$ افزایش دهیم، گرمایی که باید به مس بدهیم دو برابر گرمایی است که باید به نقره بدهیم. بنابراین هنگامی که هر دو را روی یک قطعه یخ بزرگ قرار می‌دهیم، وقتی دمای ۱۰ گرم از هر یک از آن‌ها $20^\circ C$ کاهش یابد، گرمایی که مس آزاد می‌کند دو برابر گرمایی است که نقره آزاد می‌کند و دمای نهایی هر دو از $20^\circ C$ به صفر می‌رسد، بنابراین جرم یخی که توسط مس ذوب می‌شود دو برابر جرم یخی است که توسط نقره ذوب می‌شود.

میانبر اگر دو جسم هم‌دما با ظرفیت گرمایی‌های C_1 و C_2 را روی یک قطعه یخ بزرگ قرار دهیم و هر یک از جسم‌ها به اندازهٔ m_1 گرم و m_2 گرم یخ ذوب کنند، داریم:

$$\frac{C_1}{C_2}=\frac{m_1}{m_2}$$

در واقع میزان یخ ذوب شده با ظرفیت گرمایی جسم متناسب است.

نمای ۲۲

B ۱ ۷

۱ با توجه به توان الکتریکی و بازده داده شده، توان مفید را به‌دست می‌آوریم:

$$Ra=\frac{P_{مفید}}{P_{کل}}\times 100 \Rightarrow 80=\frac{P_{مفید}}{2\times 10^3}\times 100 \Rightarrow P_{مفید}=1600W$$

۲ توان مفید به‌صورت گرما به یخ داده می‌شود:

یخ $-10^\circ C$ $\xrightarrow{Q_1=mc_{یخ}\Delta\theta}$ یخ $0^\circ C$ $\xrightarrow{Q_2=mL_F}$ آب $0^\circ C$ $\xrightarrow{Q_3=Mc_{آب}\Delta\theta}$ آب $10^\circ C$

$$P_{\text{مفید}}=\frac{Q}{t}\Rightarrow ۱۶۰۰=\frac{Q_۱+Q_۲+Q_۳}{t}$$

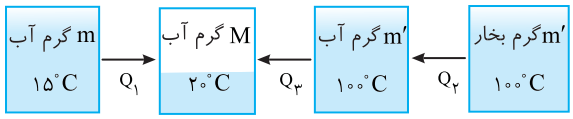
$$t=\frac{۰/۱\times۲۱۰۰\times۱۰+۰/۱\times۳۳۷\times۱۰^{۳}+۰/۱\times۴۲۰۰\times۱۰}{۱۶۰۰}\xrightarrow[\text{تقسیم می‌کنیم}]{\text{صورت و مخرج را بر }۱۰۰}$$

$$t=\frac{۲۱+۳۳۷+۴۲}{۱۶}=\frac{۴۰۰}{۱۶}=۲۵s$$

نمای ۲۴

B ۱ ۸

خط فکری بخار آب $۱۰۰^{\circ}C$ را با آب $۱۵^{\circ}C$ مخلوط کرده‌ایم تا M گرم آب $۲۰^{\circ}C$ به‌دست بیاوریم، بنابراین دمای تعادل $۲۰^{\circ}C$ است و گرمایی که بخار آب $۱۰۰^{\circ}C$ از دست می‌دهد تا به آب $۱۰۰^{\circ}C$ و سپس به آب $۲۰^{\circ}C$ تبدیل شود با گرمایی که آب $۱۵^{\circ}C$ می‌گیرد تا دمایش $۲۰^{\circ}C$ برابر است. نمودار تغییرات را رسم می‌کنیم.



$$Q_۱=Q_۲+Q_۳\Rightarrow\frac{m}{۱۰۰۰}\times۴۲۰۰\times۵=\frac{m'}{۱۰۰۰}\times۲۳۵۲\times۱۰۰۰+\frac{m'}{۱۰۰۰}\times۴۲۰۰\times۸۰$$

دو طرف معادله را بر ۴۲۰۰ تقسیم می‌کنیم:

$$\frac{۵m}{۱۰۰۰}=\frac{۵۶۰m'}{۱۰۰۰}+\frac{۸۰m'}{۱۰۰۰}\Rightarrow ۵m=۶۴۰m'\Rightarrow\frac{m'}{m}=\frac{۵}{۶۴۰}$$

نمای ۲۷

A ۳ ۹

با توجه به رابطهٔ گرمای نهان ذوب (انجماد)، جرمی از آب را که یخ می‌زند به دست می‌آوریم.

$$Q_F=mL_F\Rightarrow ۱۰۰/۸=m(۳۳۶)\Rightarrow m=۰/۳kg=۳۰۰g$$

از ۵۰۰g آب، ۳۰۰g یخ زده است بنابراین $\frac{۳۰۰}{۵۰۰}\times۱۰۰=۶۰٪$ از آب یخ می‌زند.

نمای ۲۶

C ۲ ۱۰

یادآوری گرمکن به آب و یخ در حال تعادل، گرما می‌دهد. دمای آب و یخ در حال تعادل، صفر درجهٔ سلسیوس است و هر چه بیشتر به آن‌ها گرما داده شود، تنها باعث ذوب یخ می‌شود و دمای تعادل همان صفر درجه سلسیوس باقی بماند.

۱ در سؤال گفته شده ۲۵۰g مخلوط آب و یخ داریم و با توجه به نمودار در ابتدا ۲۰۰g یخ در ظرف قرار دارد، بنابراین در مخلوط ابتدایی ۲۰۰g یخ و ۵۰g آب درحال تعادل قرار دارد و با ذوب یخ به مقدار آب اضافه و از مقدار یخ کاسته می‌شود. به طور مثال اگر پس از t ثانیه x گرم یخ ذوب شود، جرم یخ برابر $۲۰۰-x$ گرم شده و جرم آب $۵۰+x$ می‌شود. حالت نهایی خواسته شده زمانی است که جرم آب و یخ با هم برابر شود:

$$۲۰۰-x=۵۰+x\Rightarrow ۲x=۱۵۰\Rightarrow x=۷۵g$$

۲ بنابراین با ذوب ۷۵g یخ، مقدار آب و یخ موجود در ظرف با هم برابر می‌شود. با توجه به خطی بودن نمودار، به یخ با آهنگ ثابت گرما داده شده است و می‌توان سؤال را با تناسب حل کرد. با توجه به نمودار در مدت ۱۰۰s، ۱۵۰−۲۰۰=۵۰g یخ ذوب می‌شود:

جرم ذوب‌شده یخ	زمان فرایند
۵۰g	۱۰۰s
۷۵g	t′=?

$$\Rightarrow t'=۱۵۰s$$

نمای ۲۷

پنجره تودرتو (آزمون فصل)

A ۱ ۴

گرمای ویژه یک جسم به جنس مادهٔ تشکیل‌دهندهٔ آن و دما بستگی دارد که معمولاً در حل مسائل گرمای ویژه گسترهٔ دمایی را ثابت فرض می‌کنند، بنابراین گرمای ویژه جسم به جرم جسم و گرمای داده شده به جسم بستگی ندارد و ثابت می‌ماند.

نمای ۱۱

A ۲ ۲

در دماسنج ترموکوپل، کمیت دماسنجی ولتاژ است و از دو سیم رسانای غیر هم‌جنس مانند مس و کنستانتان استفاده می‌شود. از این‌رو عبارت (الف) درست و عبارت (ت) نادرست است. در درجه‌بندی سلسیوس و کلوین تقسیمات یکسان است و تغییر دما در این دو مقیاس برابر است و عبارت (ب) درست است.

هر $۱^{\circ}C$ معادل $۱/۸^{\circ}F$ است، پس $\Delta\theta=۱۰^{\circ}C$ معادل $\Delta\theta=۱/۸\times۱۰=۱۸^{\circ}F$ است و عبارت (پ) نادرست است.

نمای ۱ و ۲

بازی با سؤال در چه دمایی برحسب درجهٔ سلسیوس، دمای جسم برحسب درجهٔ سلسیوس و درجه فارنهایت باهم برابر می‌شود؟

۱) −۴۰ ۲) ۲۳۳ ۳) −۲۰ ۴) ۲۵۳

گزینهٔ ۱

پاسخ رابطهٔ بین دما برحسب درجهٔ سلسیوس و درجه فارنهایت برابر است با:

$$F=\frac{۹}{۵}\theta+۳۲$$

با توجه به فرض مسئله عدد θ و F باهم برابر شده است $(F=\theta)$ از این‌رو:

$$\theta=\frac{۹}{۵}\theta+۳۲\Rightarrow -۳۲=\frac{۴}{۵}\theta\Rightarrow\theta=-۴۰^{\circ}C$$

البته این دما $-۴۰^{\circ}F$ نیز هست.

B ۳ ۴

دمای آب درون کرهٔ چدنی بالاتر از $۰^{\circ}C$ است و دمای مخلوط یخ و نمک زیر $۰^{\circ}C$ است. در اثر تبادل گرمایی بین آب و مخلوط یخ و نمک، دمای آب کاهش می‌یابد و وقتی دما به زیر $۴^{\circ}C$ می‌رسد، آب شروع به انبساط غیرعادی کرده و با فشار زیادی که ایجاد می‌کند، کرهٔ چدنی شکاف برمی‌دارد.

نمای ۳ و ۹

B ۱ ۴

شکل ارتعاش اتم‌ها را که باعث انتقال گرما به وسیلهٔ رسانش می‌شود، نشان می‌دهد دامنهٔ ارتعاش ذرات در سمت چپ جسم بیشتر از سمت راست آن است بنابراین دمای قسمت چپ جسم بیشتر است و گرما از دمای بیشتر به دمای کمتر منتقل شده و در جهت (۱) است.

نمای ۲۸

A ۱ ۵

چگالی هوای گرم کمتر از هوای سرد است، بنابراین هوای گرم بالا می‌رود. در گزینهٔ (۱) یخ بیشتر در مجاورت هوای گرم قرار می‌گیرد بنابراین زودتر ذوب می‌شود.

نمای ۲۹

A ۲ ۶

افزایش فشار وارد بر مایع همواره سبب بالا رفتن دمای نقطهٔ جوش می‌شود $(T'_V>T_V)$. از طرفی افزایش فشار وارد بر جامد **معمولاً** سبب بالا رفتن نقطهٔ ذوب می‌شود و در جامداتی مانند یخ افزایش فشار باعث کاهش نقطهٔ ذوب می‌شود.

نمای ۲۱

A ۳ ۷

دماسنج ترموکوپل براساس تغییر ولتاژ و تغییر دما کار می‌کند.

دماسنج نواری براساس اختلاف انبساط طولی دو فلز مختلف کار می‌کند.

اساس کار تف‌سنج، تابش گرمایی است.

دماپا یا ترموستات براساس اختلاف انبساط طولی دو فلز مختلف کار می‌کند.

اساس کار در دماسنج جیوه‌ای تغییر طول ستون جیوه در اثر تغییر دما است.

بنابراین در دماسنج نواری، دماپا و دماسنج جیوه‌ای اساس کار انبساط گرمایی است.

نمای ۱ و ۳

B ۲ ۸

خط فکری با کشیدن میله، مساحت سطح مقطع آن کاهش می‌یابد. چون حجم ثابت مانده است، طول میله به همان نسبت افزایش می‌یابد و این مطلب کلید حل مسئله است.

مساحت سطح مقطع نصف شده است، بنابراین:

$$V_۲=V_۱ \xrightarrow{V=AL} A_۲L_۲=A_۱L_۱ \xrightarrow{A_۲=\frac{A_۱}{۲}} L_۲=۲L_۱$$

از طرفی با افزایش دمای یکسان (از ۰ تا $۲۰^\circ C$) انبساط طول میله در حالت جدید بیشتر از حالت اول است.

$$\begin{cases}\Delta L'=L_۲\alpha\Delta\theta\\ \Delta L=L_۱\alpha\Delta\theta\end{cases}\Rightarrow\frac{\Delta L'}{\Delta L}=\frac{L_۲}{L_۱}=۲$$

نمای ۳

بازی با سؤال **اگر در سؤال بیان شده بود که قطر سطح مقطع نصف شده است، تغییر طول میله چند برابر می‌شود؟**

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{۱}{۴}$ ۳) ۲ ۴) ۴

گزینهٔ ۴

پاسخ

$$\frac{A_۲}{A_۱}=\left(\frac{D_۲}{D_۱}\right)^۲=\frac{۱}{۴}\ ,\ \frac{L_۲}{L_۱}=\frac{A_۱}{A_۲}=۴\Rightarrow\frac{\Delta L_۲}{\Delta L_۱}=\frac{L_۲}{L_۱}=۴$$

B ۱ ۹

یادآوری حجم ابتدایی مایع و ظرف یکسان است. با افزایش دما، حجم مایع و ظرف افزایش پیدا می‌کند و چون ضریب انبساط حجمی مایع بزرگ‌تر از ضریب انبساط حجمی ظرف است، مایع بیشتر منبسط شده و از ظرف سرریز می‌شود. $\Delta V_{\text{سرریز}}=\Delta V_{\text{مایع}}-\Delta V_{\text{ظرف}}$

۱ افزایش حجم ظرف را به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta V_{\text{ظرف}}=V_{\text{ظرف}}\,۳\alpha\Delta\theta\Rightarrow\Delta V_{\text{ظرف}}=۲۵۰\times۳\times۱۰^{-۵}\times(۶۰-۲۰)=۰/۳cm^۳$$

۲ افزایش حجم گلیسیرین را به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta V_{\text{مایع}}=V_{\text{مایع}}\beta\Delta\theta\Rightarrow\Delta V_{\text{مایع}}=۲۵۰\times(۵\times۱۰^{-۴})\times(۶۰-۲۰)=۵cm^۳$$

۳ گلیسیرین $۵cm^۳$ و ظرف $۰/۳cm^۳$ منبسط شده‌اند، بنابراین حجم گلیسیرین سرریز شده برابر است با:

$$\Delta V_{\text{سرریز}}=\Delta V_{\text{مایع}}-\Delta V_{\text{ظرف}}\Rightarrow\Delta V_{\text{سرریز}}=۵-۰/۳=۴/۷cm^۳$$

نمای ۸

B ۴ ۱۰

۱ تعداد مول‌های مخلوط گاز در مخزن را به‌دست می‌آوریم. برای این منظور باید از قانون گازها کمک بگیریم. البته همهٔ یکاها باید در SI باشد:

$$PV=nRT\xrightarrow[T=۲۷۳+\theta=۲۷۳+۲۷\Rightarrow T=۳۰۰K]{V=۸۰L=۸۰\times۱۰^{-۳}m^۳\ ,\ P=۷/۵\times۱۰^۵Pa}$$

$$۷/۵\times۱۰^۵\times۸۰\times۱۰^{-۳}=n\times۸\times۳۰۰\Rightarrow n=۲۵mol$$

۲ جمع مول‌های گاز هلیم و هیدروژن برابر $۲۵mol$ است، از این رو:

$$n_{He}+n_{H_۲}=۲۵\xrightarrow[M_{H_۲}=۲g/mol\ ,\ M_{He}=۴g/mol]{n=\frac{m}{M}}\frac{m_{He}}{۴}+\frac{m_{H_۲}}{۲}=۲۵\ \ (I)$$

۳ مجموع جرم هیدروژن و جرم هلیم با توجه به فرض مسأله $۸۰g$ است. بنابراین در رابطهٔ (I) می‌توانیم به جای جرم هیدروژن، مقدار $۸۰-m_{He}$ را قرار بدهیم:

$$\frac{۸۰-m_{He}}{۲}+\frac{m_{He}}{۴}=۲۵\Rightarrow\frac{۱۶۰-۲m_{He}+m_{He}}{۴}=۲۵\Rightarrow m_{He}=۶۰g$$

۴ جرم گاز هلیم $۶۰g$ و جرم کل گاز مخلوط $۸۰g$ گرم است، بنابراین درصد جرم گاز هلیم در مخلوط خواهد شد:

$$\frac{m_{He}}{m_{\text{کل}}}\times۱۰۰=\frac{۶۰}{۸۰}\times۱۰۰=۷۵٪$$

نمای ۳۳

A ۲ ۱۱

ابتدا افزایش دمای $۹^\circ F$ را برحسب سلسیوس به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta F=\frac{۹}{۵}\Delta\theta\Rightarrow۹=\frac{۹}{۵}\Delta\theta\Rightarrow\Delta\theta=۵^\circ C$$

افزایش دمای $۹K$ برابر $۹^\circ C$ است.

با توجه به فرض مسئله گرمای لازم در دو حالت برابر است، از این‌رو:

$$Q_۱=Q_۲\Rightarrow m_۱c\Delta\theta_۱=m_۲c\Delta\theta_۲\xrightarrow[m_۲=m]{m_۱=۱kg}۱\times۵=m\times۹\Rightarrow m=\frac{۵}{۹}kg$$

نمای ۱۲

B ۱ ۱۲

۱ در اثر افزایش دما، شعاع کره ۰/۵ درصد افزایش یافته است $\left(\Delta R=\frac{۰/۵}{۱۰۰}R_۱\right)$، اکنون به کمک رابطهٔ انبساط طولی، افزایش دمای کره را حساب می‌کنیم:

$$\Delta R=R_۱\alpha\Delta\theta\Rightarrow\frac{\Delta R}{R_۱}=\alpha\Delta\theta\Rightarrow۵\times۱۰^{-۳}=۱۰^{-۴}\times\Delta\theta\Rightarrow\Delta\theta=۵۰^\circ C$$

۲ از رابطهٔ گرماسنجی با داشتن تغییر دما جرم فلزی که کره از آن ساخته شده است را حساب می‌کنیم: $Q=mc\Delta\theta\Rightarrow۶۰۰۰=m\times۴۰۰\times۵۰\Rightarrow m=۰/۳kg$

۳ حجم فلز به‌کار برده شده در ساخت این کره را از تعریف چگالی به‌دست می‌آوریم:

$$\rho=\frac{m}{V}\xrightarrow{\rho=۱۵۰۰۰kg/m^۳}۱۵۰۰۰=\frac{۰/۳}{V_{\text{فلز}}}\Rightarrow V_{\text{فلز}}=۲\times۱۰^{-۵}m^۳=۲۰cm^۳$$

۴ حجم کره با شعاع $۲cm$ خواهد شد: $V_{\text{ظاهری}}=\frac{۴}{۳}\pi r^۳=۴\times۸=۳۲cm^۳$

۵ اکنون می‌توان حجم حفره را به‌دست آورد:

$$V_{\text{حفره}}=V_{\text{ظاهری}}-V_{\text{توپر}}=۳۲-۲۰=۱۲cm^۳$$

نمای ۱۶

بازی با سؤال **دو کرهٔ آهنی به شعاع $۲۰cm$ در اختیار داریم که کرهٔ A توپر بوده و در کرهٔ B حفره‌ای کروی به شعاع $۱۰cm$ وجود دارد. پس از آنکه به هر دو کره به یک اندازه گرما می‌دهیم، حجم کرهٔ A، $۲۸۰cm^۳$ افزایش می‌یابد، حجم حفرهٔ داخل کرهٔ B چند سانتی‌متر مکعب تغییر می‌کند؟**

۱) ۱۴۰ ۲) ۴۰ ۳) ۲۸۰ ۴) ۷۲

گزینهٔ ۲

پاسخ

۱ **حجم کره A برابر است با:** $V_A=\frac{۴}{۳}\pi r_A^۳=\frac{۴}{۳}\pi\times(۲۰)^۳=\frac{۴}{۳}\pi(۸۰۰۰)$

۲ **حجم فلزی که کره B از آن ساخته شده است، خواهد شد:**

$$V_{B_{\text{فلز}}}=\frac{۴}{۳}\pi(r_{\text{خارجی}}^۳-r_{\text{داخلی}}^۳)=\frac{۴}{۳}\pi(۲۰^۳-۱۰^۳)=\frac{۴}{۳}\pi(۷۰۰۰)$$

۳ **نسبت حجم فلز B به حجم کره توپر A را حساب می کنیم:**

$$\frac{V_{B_{\text{فلز}}}}{V_A}=\frac{\frac{۴}{۳}\pi(۷۰۰۰)}{\frac{۴}{۳}\pi(۸۰۰۰)}=\frac{۷}{۸}$$

۴ **چگالی دو کره یکسان است زیرا هر دو آهنی هستند.**

$$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow m=\rho V\Rightarrow\frac{m_{B_{\text{فلز}}}}{m_A}=\frac{V_{B_{\text{فلز}}}}{V_A}=\frac{۷}{۸}\Rightarrow\frac{m_{B_{\text{فلز}}}}{m_A}=\frac{۷}{۸}\qquad(I)$$

۵ **به هر دو به یک اندازه گرما داده‌ایم، بنابراین:**

$$Q_A=Q_B\xrightarrow{Q=mc\Delta\theta}m_Ac\Delta\theta_A=m_{B_{\text{فلز}}}c\Delta\theta_B$$

$$\xrightarrow{(I)}\Delta\theta_A=\frac{۷}{۸}\Delta\theta_B$$

۶ با توجه به رابطهٔ انبساط حجمی برای کرهٔ A و حفرهٔ کرهٔ B می‌توان نوشت:

$$\begin{cases}\Delta V_A = V_A\beta\Delta\theta_A \\ \Delta V_{B_{حفره}} = V_{B_{حفره}}\beta\Delta\theta_B\end{cases} \Rightarrow \frac{\Delta V_A}{\Delta V_{B_{حفره}}} = \frac{V_A\Delta\theta_A}{V_{B_{حفره}}\Delta\theta_B}$$

$$\frac{\Delta V_A}{\Delta V_{B_{حفره}}} = \frac{\frac{۴}{۳}\pi(۲۰)^۳}{\frac{۴}{۳}\pi(۱۰)^۳}\times\frac{۷}{۸} \Rightarrow \frac{۲۸۰}{\Delta V_{B_{حفره}}} = ۷ \Rightarrow \Delta V_{حفره} = ۴۰\,cm^۳$$

۱۳ **B** **۲**

دمای ظرف A و ظرف B یکسان و برابر θ است، بنابراین اگر آن‌ها را باهم ترکیب کنیم، دمای تعادل همان $\theta_{e_{AB}} = \theta$ است.

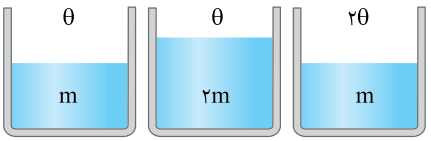
اگر A و C را باهم ترکیب کنیم، چون جرم آن‌ها یکی است و گرمای ویژهٔ آن‌ها برابر است دمای تعادل، میانگین دمای اولیهٔ A و C است. $\theta_{e_{AC}} = \frac{\theta+۲\theta}{۲} = \frac{۳}{۲}\theta$

اگر B و C را باهم ترکیب کنیم، خواهیم داشت:

$$Q_B + Q_C = ۰ \Rightarrow ۲mc(\theta_e - \theta) + mc(\theta_e - ۲\theta) = ۰$$

$$\Rightarrow ۲\theta_e - ۲\theta + \theta_e - ۲\theta = ۰ \Rightarrow ۳\theta_e = ۴\theta \Rightarrow \theta_{e_{BC}} = \frac{۴}{۳}\theta$$

بنابراین $\theta_{e_{AB}} < \theta_{e_{BC}} < \theta_{e_{AC}}$ است و گزینهٔ (۲) درست می‌باشد.



نمای ۱۷

۱۴ **A** **۴**

بنابر تعریف چگالی $\rho = \frac{m}{V}$، در حجم ثابت دما تغییر کرده است اما جرم گاز ثابت مانده است، بنابراین چگالی نیز تغییر نمی‌کند.

نمای ۳۲

۱۵ **B** **۲**

دمای اولیه آب و ظرف $۲۰^\circ C$ است و اجاق دمای هر دوی آن‌ها را افزایش می‌دهد.

۱ در اولین گام، دمای نهایی را که $۷۷^\circ F$ است به سلسیوس تبدیل می‌کنیم.

$$F = \frac{۹}{۵}\theta + ۳۲ \Rightarrow ۷۷ = \frac{۹}{۵}\theta + ۳۲ \Rightarrow ۴۵ = \frac{۹}{۵}\theta \Rightarrow \theta = ۲۵^\circ C$$

۲ گرمایی که اجاق به مجموعه می‌دهد را به کمک رابطهٔ گرماسنجی به‌دست می‌آوریم:

$$Q = Q_{آب} + Q_{ظرف} \Rightarrow Q = mc\Delta\theta + C\Delta\theta$$

$$\xrightarrow[C=۲۰۰J/^\circ C]{m=۳kg,\ c=۴۲۰۰J/kg^\circ C} Q = ۳\times۴۲۰۰(۲۵-۲۰) + ۲۰۰۰\times(۲۵-۲۰)$$

$$\Rightarrow Q = ۶۳۰۰۰ + ۱۰۰۰۰ = ۷۳۰۰۰J$$

۳ این گرما توسط اجاق ۴۰۰ واتی به مجموعه داده شده است، بنابراین:

$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow ۴۰۰ = \frac{۷۳۰۰۰}{t} \Rightarrow t = ۱۸۲/۵s$$

نمای ۱۵

۱۶ **B** **۲**

یادآوری توان گرمایی برابر $P_{گرمایی} = \frac{Q}{t}$ است و بازده وسیلهٔ گرمایی برابر $Ra = \frac{P_{گرمایی}}{P_{الکتریکی}}\times۱۰۰$ است.

حالت اول: از این حالت مدت t را به‌دست می‌آوریم:

$$Ra = \frac{P_{گرمایی}}{P_{الکتریکی}}\times۱۰۰ \Rightarrow ۸۰ = \frac{P_{گرمایی}}{۲۰۰}\times۱۰۰ \Rightarrow P_{گرمایی} = ۱۶۰W$$

$$P_{گرمایی} = \frac{Q}{t} \Rightarrow ۱۶۰ = \frac{mc\Delta\theta}{t} \xrightarrow[m=۵\times۱۰^{-۳}kg]{m=۵۰g} ۱۶۰ = \frac{(۵۰\times۱۰^{-۳})(۱۲۰۰)(۲۰)}{t} \Rightarrow ۱۶۰ = \frac{۵۰\times۲۴}{t} \Rightarrow t = \frac{۵۰\times۲۴}{۱۶۰} \Rightarrow t = ۷/۵s$$

حالت دوم: اگر بازده ۱۰۰٪ باشد توان گرمایی گرمکن ۲۰۰W می‌شود. حال بررسی می‌کنیم که در مدت ۷/۵s دمای مایع به چند درجه سلسیوس می‌رسد:

$$P'_{گرمایی} = \frac{Q'}{t} \Rightarrow ۲۰۰ = \frac{mc\Delta\theta'}{t} \Rightarrow ۲۰۰ = \frac{(۵۰\times۱۰^{-۳})(۱۲۰۰)(\Delta\theta')}{۷/۵}$$

$$\Rightarrow \Delta\theta' = \frac{۲۰۰\times۷/۵}{۵\times۱۲} \Rightarrow \Delta\theta' = ۲۵^\circ C$$

$$\Delta\theta' = ۲۵ \Rightarrow \theta_۲ - ۳۰ = ۲۵ \Rightarrow \theta_۲ = ۵۵^\circ C$$

بنابراین دمای مایع از $۳۰^\circ C$ به اندازهٔ $۲۵^\circ C$ افزایش می‌یابد و به $۵۵^\circ C$ می‌رسد.

نمای ۱۳

۱۷ **B** **۴**

خط فکری گرمایی که گرمکن به یخ می‌دهد را در مدت بیان شده به‌دست می‌آوریم، سپس مشخص می‌کنیم این مقدار گرما، یخ $۰^\circ C$ را به آب چند درجه سلسیوس تبدیل می‌کند. اگر دمای نهایی آب کمتر از $۴^\circ C$ باشد، حجم پیوسته کاهش یافته اما اگر از $۴^\circ C$ بزرگ‌تر باشد، حجم آب ابتدا کاهش و سپس افزایش یافته است.

۱ گرمایی که گرمکن به یخ می‌دهد، برابر است با:

$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow Q = Pt \xrightarrow{P=۴۲۰W,\ t=۴۳۰s} Q = ۴۲۰\times۴۳۰J = ۱۸۰۶۰۰J$$

۲ گرمای لازم برای ذوب یخ را حساب می‌کنیم:

$$Q = mL_F \Rightarrow Q = ۰/۵\times۳۳۶\times۱۰^۳ = ۱۶۸۰۰۰J$$

۳ گرمایی که برای افزایش دمای آب $۰^\circ C$ در اختیار داریم برابر است با:

$$۱۸۰۶۰۰ - ۱۶۸۰۰۰ = ۱۲۶۰۰J$$

۴ افزایش دمای آب $۰^\circ C$ توسط ۱۲۶۰۰J گرما را به‌دست می‌آوریم:

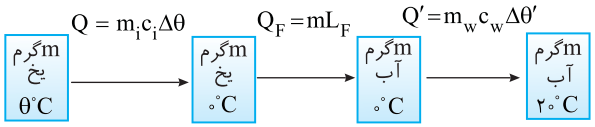
$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow ۱۲۶۰۰ = ۰/۵\times۴۲۰۰\theta \Rightarrow \theta = ۶^\circ C$$

دمای نهایی $۶^\circ C$ شده است، بنابراین ابتدا از $۰^\circ C$ تا $۴^\circ C$ حجم مجموعه کاهش و سپس از $۴^\circ C$ تا $۶^\circ C$ حجم مجموعه افزایش می‌یابد.

نمای ۲۴

۱۸ **B** **۴**

یادآوری با رسم نمودار مراحل افزایش دما و تغییر حالت یخ را نمایش دهید. یخ به آب $۲۰^\circ C$ تبدیل شده است، بنابراین تمام یخ ذوب می‌شود.



در تمام مراحل یخ گرما دریافت کرده و Q مثبت است.

$$Q_T = Q + Q_F + Q' \Rightarrow Q_T = m\frac{c}{۲}(۰-\theta) + m\times۸۰c + m\times c\times۲۰$$

$$\Rightarrow Q_T = \frac{mc(۰-\theta)}{۲} + ۱۰۰mc$$

با توجه به فرض مسئله $Q_F = \frac{۷۰}{۱۰۰}Q_T$ بنابراین می‌توان نوشت:

$$Q_F = \frac{۷۰}{۱۰۰}Q_T \Rightarrow m\times۸۰c = \frac{۷۰}{۱۰۰}\left(\frac{mc(-\theta)}{۲} + ۱۰۰mc\right)$$

$$\Rightarrow ۸۰ = -\frac{۷}{۲۰}\theta + ۷۰ \Rightarrow ۱۰ = -\frac{۷}{۲۰}\theta \Rightarrow \theta = -\frac{۲۰۰}{۷}\ ^\circ C$$

نمای ۲۶

۱۹ | ۳ | B

خط فکری ابتدا گرمای لازم برای تبخیر آب $20^\circ C$ را حساب می‌کنیم، سپس ۲۵٪ این مقدار را به‌دست می‌آوریم، این مقدار گرما سبب کاهش دمای شیشه شده است و از رابطه $Q=mc\Delta\theta$ تغییر دمای شیشه را حساب می‌کنیم.

۱ گرمایی که آب در تبخیر سطحی دریافت می‌کند برابر است با:

$$Q=mL_V \xrightarrow[L_V=2436J/g]{m=10g} Q=10\times 2436 \Rightarrow Q=24360J$$

۲ ۲۵٪ این مقدار گرما توسط شیشه به آب داده شده است، از این‌رو:

$$Q=mc\Delta\theta \Rightarrow \frac{25}{100}\times 24360=1\times 840\times\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta=\frac{24360}{4\times 840}=7/25^\circ C$$

بنابراین دمای شیشه به دلیل گرمایی که به آب داده است، $7/25^\circ C$ کاهش می‌یابد.

نمای ۲۷

۲۰ | ۲ | B

وقتی یخ ذوب نشده باقی بماند، یعنی دمای تعادل $0^\circ C$ است. گرمایی را که آب $20^\circ C$ از دست می‌دهد تا دمایش $0^\circ C$ شود، به‌دست می‌آوریم:

$$Q=mc\Delta\theta \Rightarrow Q=250\times 10^{-3}\times 4/2\times 20 \Rightarrow Q=\frac{1}{4}\times 4/2\times 20=21kJ$$

این مقدار گرما توسط یخ $-20^\circ C$ دریافت شده و دمای آن از $-20^\circ C$ به $0^\circ C$ رسیده و بخشی از یخ نیز ذوب و به آب $0^\circ C$ تبدیل شده و $50g$ آن باقی مانده است. از طرفی جرم یخی که ذوب شده برابر (m_i-50) است. از این‌رو:

$$m_i c\Delta\theta+(m_i-50)L_F=21\times 10^3 \Rightarrow m_i\times 2/1\times 20+336m_i-50\times 336$$

$$=21\times 10^3 \Rightarrow 2m_i+16m_i-50\times 16=10^3$$

$$\Rightarrow 18m_i=1800 \Rightarrow m_i=\frac{1800}{18}=100g$$

نمای ۲۷

۲۱ | ۳ | B

خط فکری یک بار دیگر صورت مسئله را بخوانید. قرار است در آخر داستان تنها آب داشته باشیم. در این صورت آب $20^\circ C$ باید به یخ گرما بدهد و یخ $0^\circ C$ را به آب $0^\circ C$ تبدیل کند، از طرفی دمای آب $20^\circ C$ کاهش یابد تا به $0^\circ C$ برسد، یعنی گرمایی که یخ می‌گیرد تا کل آن ذوب شود با گرمایی که آب $20^\circ C$ از دست می‌دهد تا دمایش $0^\circ C$ شود برابر است.

گرمای دریافتی توسط یخ $0^\circ C$ را با گرمایی که آب $20^\circ C$ از دست می‌دهد، برابر قرار می‌دهیم.

$$Q_{\text{یخ}}=Q_{\text{آب}} \Rightarrow m_{\text{یخ}}L_F=m_{\text{آب}}c_{\text{آب}}\Delta\theta_{\text{آب}} \xrightarrow[c=4/2kJ/kg.K]{L_F=336kJ/kg,\ \Delta\theta=20^\circ C}$$

$$m_{\text{یخ}}\times 336\times 10^3=\frac{400}{1000}\times 4/2\times 10^3\times 20 \Rightarrow m=0/1kg \Rightarrow m=100g$$

نمای ۲۷

بازی با سؤال درون ظرفی $200g$ یخ $-10^\circ C$ قرار دارد. حداقل چند گرم آب با دمای $20^\circ C$ به آن اضافه کنیم تا تمام یخ ذوب شود؟ (تبادل گرما فقط بین آب و یخ انجام می‌شود و $L_F=336J/g$ ، $c_{\text{یخ}}=2/1J/g.K=\frac{1}{2}c_{\text{آب}}$ است.)

ریاضی - ۹۲

۱) ۵۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۸۵۰ ۴) ۱۲۰۰

گزینهٔ ۳

یاسخ **خط فکری** سؤال حداقل مقدار آب $20^\circ C$ که روی $200g$ یخ $-10^\circ C$ ریخته شود و تمام یخ ذوب شود را خواسته است. بنابراین ابتدا باید آب به یخ گرما بدهد تا یخ $-10^\circ C$ به یخ $0^\circ C$ تبدیل شود، سپس یخ $0^\circ C$ به آب $0^\circ C$ تبدیل شود.

باید گرمای دریافتی یخ را با گرمایی که قرار است آب از دست بدهد برابر قرار دهیم:

$$\text{یخ } 200g,\ -10^\circ C \xrightarrow{Q_1} \text{یخ } 200g,\ 0^\circ C$$

$$\xrightarrow{Q_2} \text{آب } 0^\circ C \xleftarrow{Q_3} \text{گرم آب } m,\ 20^\circ C$$

$$Q_1+Q_2=Q_3 \Rightarrow m_i c\Delta\theta_i+m_i L_F=m_w c\Delta\theta_w$$

$$200\times 2/1\times 10+200\times 336=m_w\times 4/2\times 20$$

$$1000+16000=20m_w \Rightarrow m_w=\frac{17000}{2}=850g$$

۲۲ | ۳ | B

یادآوری ۱ در ابتدا ظرف و آب و یخ با یکدیگر در حال تعادل‌اند، یعنی دمای اولیهٔ هر سه صفر درجهٔ سلسیوس است.

یادآوری ۲ اگر به مخلوط آب و یخ در حال تعادل گرما داده شود، ابتدا گرما باعث ذوب یخ شده و سپس با ادامه گرما دادن دمای آب و یخ ذوب شده افزایش می‌یابد.

با توجه به سؤال دمای نهایی $5^\circ C$ است بنابراین:

۱ گرمای لازم برای اینکه $100g$ یخ $0^\circ C$ به آب $5^\circ C$ تبدیل شود را حساب می‌کنیم:

$$Q_1=m_i L_F+m_i c_w\Delta\theta \Rightarrow Q_1=0/1\times 336\times 10^3+0/1\times 4200\times 5=35700J$$

۲ گرمای لازم برای اینکه دمای $200g$ آب $0^\circ C$ به $5^\circ C$ برسد را حساب می‌کنیم:

$$Q_2=m_w c_w\Delta\theta \Rightarrow Q_2=0/2\times 4200\times 5=4200J$$

۳ حال گرمای لازم برای اینکه دمای ظرف از $0^\circ C$ به $5^\circ C$ برسد را حساب می‌کنیم. ظرفیت گرمایی ظرف داده شده و با استفاده از رابطهٔ $Q=C\Delta\theta$ گرمای لازم برای ظرف را به‌دست می‌آوریم:

$$Q_3=C\Delta\theta \Rightarrow Q_3=100\times 5=500J$$

بنابراین کل گرمای داده شده به ظرف و محتویات آن برابر است با:

$$Q_T=Q_1+Q_2+Q_3 \Rightarrow Q_T=35700+4200+500=40400J=40/4kJ$$

نمای ۲۷

۲۳ | ۳ | B

۱ با توجه به نمودار با افزایش دما از $0^\circ C$ به $50^\circ C$، مساحت سطح حلقه به اندازهٔ $10/01-10=0/01cm^2$ افزایش می‌یابد:

$$\Delta A=A_1 2\alpha\Delta\theta \Rightarrow 0/01=10\times 2\alpha\times 50 \Rightarrow \alpha=10^{-5}\ ^\circ C^{-1}$$

۲ حال دمای $68^\circ F$ را برحسب درجه سلسیوس به‌دست می‌آوریم:

$$F=\frac{9}{5}\theta+32 \Rightarrow 68=\frac{9}{5}\theta+32 \Rightarrow \frac{9}{5}\theta=36 \Rightarrow \theta=20^\circ C$$

۳ مساحت ثانویه حلقه را در دمای $20^\circ C$ به‌دست می‌آوریم:

$$A_2=A_1(1+2\alpha\Delta\theta)$$

$$A_2=10(1+2\times 10^{-5}\times(20-0)) \Rightarrow A_2=10(1+4\times 10^{-4})$$

$$\Rightarrow A_2=10+4\times 10^{-3}=10/004cm^2$$

نمای ۷

۲۴ | ۳ | B

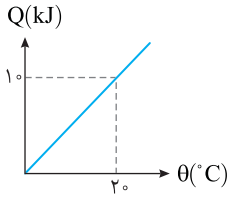
خط فکری هر گاه ظرفیت گرمایی دو جسم A و B که باهم در تماس گرمایی هستند برابر باشد، دمای تعادل آن‌ها، میانگین دمای اولیه دو جسم است.

$$Q_A+Q_B=0 \Rightarrow C_A\Delta\theta_A+C_B\Delta\theta_B=0$$

$$\xrightarrow{C_A=C_B} (\theta_e-\theta_A)+(\theta_e-\theta_B)=0 \Rightarrow \theta_e=\frac{\theta_A+\theta_B}{2}$$

از روی نمودار ظرفیت گرمایی A را به‌دست می‌آوریم که با توجه به خط فکری همان ظرفیت گرمایی B است.

$$C_A=C_B=\frac{Q}{\Delta\theta}=\frac{10\times 10^3}{20}=500J/K$$



نمای ۱۱ و ۱۸

بازی با سوال دو جسم با دماهای اولیهٔ θ_1 و θ_2 باهم مبادلهٔ گرما می‌کنند. اگر پس از برقراری تعادل دمای مشترک آن‌ها $\theta_e=\frac{\theta_1+\theta_2}{2}$ شود، کدام گزینه درست است؟

آزمون‌های آزمایشی

۱) دو جسم قطعاً مشابه هستند.

۲) بین جرم و گرمای ویژهٔ دو جسم رابطهٔ $\frac{m_1}{m_2}=\frac{c_2}{c_1}$ برقرار است.

۳) گرمای ویژه دو جسم برابر است.

۴) بین جرم و گرمای ویژه دو جسم رابطهٔ $\frac{m_1}{m_2}=\frac{c_1}{c_2}$ برقرار است.

گزینهٔ ۲

پاسخ با توجه به قانون پایستگی انرژی می‌توان نوشت:

$$m_1c_1(\theta_e-\theta_1)+m_2c_2(\theta_e-\theta_2)=0$$

$$\Rightarrow m_1c_1(\frac{\theta_1+\theta_2}{2}-\theta_1)+m_2c_2(\frac{\theta_1+\theta_2}{2}-\theta_2)=0$$

$$\Rightarrow m_1c_1(\frac{\theta_1+\theta_2-2\theta_1}{2})+m_2c_2(\frac{\theta_1+\theta_2-2\theta_2}{2})=0$$

$$\Rightarrow m_1c_1(\frac{\theta_2-\theta_1}{2})+m_2c_2(\frac{\theta_1-\theta_2}{2})=0$$

$$\Rightarrow m_1c_1(\frac{\theta_2-\theta_1}{2})=m_2c_2(\frac{\theta_2-\theta_1}{2})\Rightarrow\frac{m_1}{m_2}=\frac{c_2}{c_1}$$

میانبر هر گاه تعدادی جسم با دمای θ_1 و θ_2 و θ_3 و ... که باهم دارای تبادل گرمایی هستند به دمای تعادل برسند، چنانچه دمای تعادل آن‌ها میانگین دماهای اولیه آن‌ها باشد می‌توان نتیجه گرفت که ظرفیت گرمایی آن‌ها باهم برابر است.

$$\theta_e=\frac{\theta_1+\theta_2+\cdots+\theta_n}{n}\Rightarrow m_1c_1=m_2c_2=\cdots=m_nc_n$$

Windows 11

فصل پنجم

الکتریسیتهٔ ساکن

در پاسخ این تست‌ها، تستی تحت عنوان بازی با سؤال قرار گرفته است.

منتخبی از تست‌هایی که می‌توانید برای دورهٔ فصل، آن‌ها را حل کنید.

با اسکن QR Code یا با مراجعه به سایت نشر الگو می‌توانید فایل آزمون و پاسخ تشریحی بازی با سؤال را دریافت کنید.

پنجره یک رو به روی دو آزمونک

۱ مطابق شکل، دو نی از جنس a را از انتهایشان خم می‌کنیم و یکی از نی‌ها را با پارچهٔ b و دیگری را با پارچهٔ c مالش می‌دهیم تا باردار شوند. اگر آن‌ها را به هم نزدیک کنیم و نیروی دافعه بین دو نی احساس کنیم، کدام گزینه درست است؟

از کتاب درسی

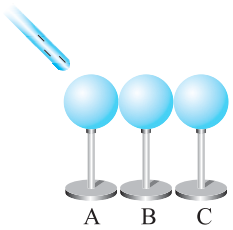
۱) الزاماً b و c در جدول الکتریسیته مالشی بالاتر از a قرار می‌گیرند.

۲) الزاماً b و c در جدول الکتریسیته مالشی پایین‌تر از a قرار می‌گیرند.

۳) الزاماً b و c بین a در جدول الکتریسیته مالشی قرار می‌گیرند.

۴) الزاماً b و c در جدول الکتریسیته مالشی در یک طرف a قرار می‌گیرند.

۲ مطابق شکل سه گوی فلزی خنثی در کنار هم قرار دارند. اگر میله با بار منفی را به گوی A نزدیک کنیم و با حضور میله، ابتدا گوی B را از دو گوی جدا کنیم، بار گوی C برابر q می‌شود و اگر بار دیگر، همان میله را به گوی A نزدیک کرده و ابتدا گوی A و سپس میله را دور کنیم و سرانجام گوی B را از گوی C جدا کنیم، بار گوی C، q' خواهد شد. $\frac{q'}{q}$ برابر کدام گزینه است؟

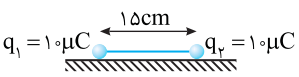


آزمون مدارس برتر

۱) ۱ ۲) -1

۳) $\frac{1}{2}$ ۴) $-\frac{1}{2}$

۳ دو گلولهٔ مشابه به وسیلهٔ ریسمان سبکی به هم متصل شده‌اند و روی سطح افقی بدون اصطکاکی با فاصلهٔ ۱۵cm از هم قرار دارند. اگر بار هر یک از گلوله‌ها برابر $q=10\mu C$ باشد، نیرویی که ریسمان تحمل می‌کند برابر چند نیوتون است؟ $(k=9\times10^9 N.m^2/C^2)$

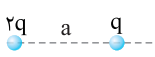


۱) ۸۰ ۲) ۴۰ ۳) ۲۰ ۴) ۱۰

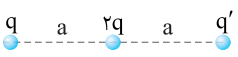
۴ دو کره کوچک بر اثر مالش با یکدیگر باردار شده‌اند. اگر بزرگی نیرویی که این دو کره در فاصلهٔ ۴cm برهم وارد می‌کنند، ۳۶۰N باشد، تعداد الکترون‌های منتقل شده بین دو کره در اثر مالش و نوع نیرویی که این دو بر هم وارد می‌کنند به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ $(k=9\times10^9 Nm^2/C^2, e=1/6\times10^{-19}C)$

۱) 5×10^{13}، رباییشی ۲) 5×10^{13}، رانشی ۳) $2/5\times10^{13}$، رباییشی ۴) $2/5\times10^{13}$، رانشی

۵ در کدام شکل برایند نیروی وارد بر q' بزرگ‌تر است؟

۱) 

۲)

۳) 

۴)

۶ دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و $q_2=-9\mu C$ به ترتیب در مختصات $A(2cm, 0)$ و $B(6cm, 0)$ واقع شده‌اند. اگر بار q_3 را در مبدأ مختصات قرار دهیم، بار q_1 چند میکروکولن باشد تا برایند نیروهای وارد بر q_3 صفر شود؟

خارج ریاضی - ۹۸

۱) $+1$ ۲) -1 ۳) $+3$ ۴) -3

۷ در شکل روبه‌رو دو بار الکتریکی $+q$ نشان داده شده است. اگر بار $+q'$ را از نقطهٔ A تا نقطهٔ B جابه‌جا کنیم، نیروی خالص وارد بر q' چه تغییری می‌کند؟

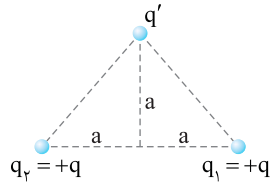
۱) ابتدا افزایش سپس کاهش، جهت آن تغییر نمی‌کند.

۲) ابتدا کاهش سپس افزایش، جهت آن تغییر نمی‌کند.

۳) ابتدا افزایش سپس کاهش، جهت آن وارون می‌شود.

۴) ابتدا کاهش سپس افزایش، جهت آن وارون می‌شود.

۸ در شکل روبه‌رو اگر علامت بار q_1 عوض شود، بردار نیروی برایند وارد بر ذره q' چند درجه می‌چرخد؟

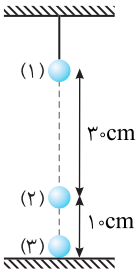


از کتاب درسی

۱) ۴۵° ۲) ۹۰°

۳) ۱۸۰° ۴) تغییری نمی‌کند.

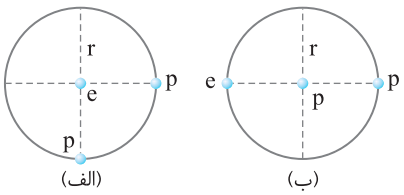
۹ در شکل روبه‌رو سه گوی مشابه با بار الکتریکی یکسان $+۲\mu C$ در فاصله‌های مشخص قرار دارند. اگر گوی (۲) در حال تعادل باشد، جرم گوی‌ها چند گرم است؟ $(k=۹\times۱۰^۹ Nm^۲/C^۲, g=۱۰m/s^۲)$



۱) ۳۲۰
۲) ۰/۳۲
۳) ۴۰۰
۴) ۰/۴

۱۰ در شکل (الف) بزرگی نیروی خالص وارد بر الکترون از طرف پروتون‌ها برابر $F_۱$ و در شکل (ب) بزرگی نیروی خالص وارد بر الکترون از طرف پروتون‌ها برابر $F_۲$ است. $F_۱/F_۲$ کدام است؟

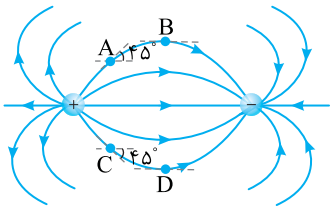
آزمون مدارس برتر



۱) ۲
۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۵}$
۳) $\frac{۴\sqrt{۲}}{۵}$
۴) $\frac{۲\sqrt{۲}}{۳}$

پنجره دو رو به روی سه آزمونک

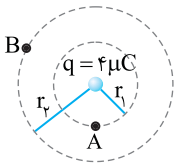
۱ ذره‌ای با بار منفی درون میدان الکتریکی نشان داده شده در شکل مقابل، قرار دارد. اگر نیروی الکتریکی وارد بر ذره به‌صورت $\vec{F}=-a\vec{i}+a\vec{j}$ باشد، این ذره در کدام نقطه است؟



۱) A
۲) B
۳) C
۴) D

۲ ذره‌ای باردار را در مرکز دو دایره به شعاع‌های $r_۱=۳cm$ ، $r_۲=a$ قرار می‌دهیم. اگر میدان در نقطه A به اندازه $۳\times۱۰^۷(N/C)$ از اندازهٔ میدان در نقطهٔ B بیش‌تر باشد، a چند سانتی‌متر است؟ $(k=۹\times۱۰^۹ N.m^۲/C^۲)$

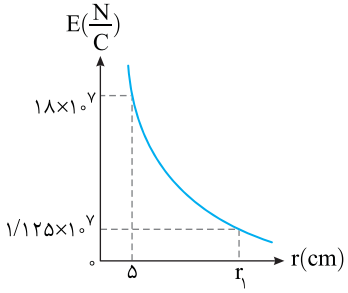
آزمون مدارس برتر



۱) ۴
۲) ۵
۳) ۴/۵
۴) ۶

۳ نمودار تغییرات میدان الکتریکی حاصل از بار نقطه‌ای q بر حسب فاصله از آن به صورت شکل مقابل است، اندازهٔ q چند میکروکولن و $r_۱$ چند سانتی‌متر است؟ $(k=۹\times۱۰^۹ N.m^۲/C^۲)$

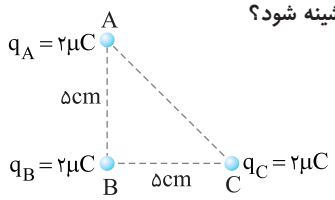
خارج ریاضی - ۹۹



۱) ۱۰ ،۵۰
۲) ۲۰ ،۵۰
۳) ۱۰ ،۲۵
۴) ۲۰ ،۲۵

۴ در شکل روبه‌رو، بار $q=۴\mu C$ را در وسط کدام ضلع قرار دهیم تا بزرگی برایند نیروهای وارد بر آن بیشینه شود؟

آزمون مدارس برتر

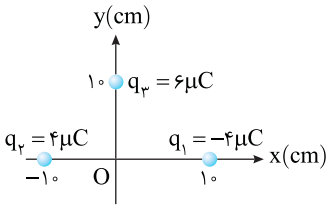


۱) AB
۲) BC
۳) AC
۴) در هر سه حالت نیروی یکسانی وارد می‌شود.

۵ دو کرهٔ رسانای مشابه با بار الکتریکی q و $۴q$ در فاصلهٔ d از هم قرار دارند و برایند نیروهای وارد بر q' در نقطهٔ M صفر است. اگر بارهای q و $۴q$ را با هم تماس داده و در مکان اولیهٔ خود قرار دهیم، بار q' را چقدر جابه‌جا کنیم تا برایند نیروهای وارد بر q'، دوباره صفر شود؟

۱) $\frac{d}{۶}$ از q دور کنیم.
۲) $\frac{d}{۶}$ به q نزدیک کنیم.
۳) $\frac{d}{۳}$ از q دور کنیم.
۴) $\frac{d}{۳}$ به q نزدیک کنیم.

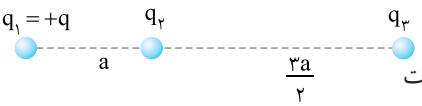
۶ در شکل زیر، سه بار الکتریکی در نقاط مشخص شده قرار دارند. بردار میدان الکتریکی در مبدأ مختصات در SI کدام است؟ $(k=۹\times۱۰^۹ N.m^۲/c^۲)$



خارج ریاضی - ۹۱

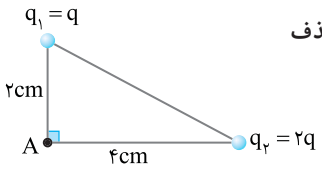
۱) $۹\times۱۰^۶\vec{i}$
۲) $-۵/۴\times۱۰^۶\vec{j}$
۳) $۱۰^۶\times(۷/۲\vec{i}-۵/۴\vec{j})$
۴) $(۵/۴\vec{i}-۷/۲\vec{j})\times۱۰^۶$

۷ در شکل مقابل برایند نیروهای وارد بر بار $q_۲$ به اندازهٔ F و به سمت راست است. اگر اندازهٔ نیرویی که $q_۲$ به $q_۱$ وارد می‌کند $\frac{F}{۲}$ و به سمت چپ باشد، کدام گزینه در مورد نیروی وارد بر $q_۳$ از سوی بار $q_۲$ درست است؟



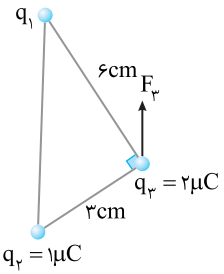
۱) F به سمت راست
۲) $\frac{F}{۲}$ به سمت راست
۳) $\frac{F}{۲}$ به سمت چپ
۴) F به سمت چپ

۸ در شکل روبه‌رو میدان الکتریکی خالص در رأس مثلث قائم‌الزاویه (نقطه A) برابر E است. اگر بار $۲q$ حذف شود میدان الکتریکی در نقطه A چند E می‌شود؟



۱) $\sqrt{۵}$
۲) $\frac{۲\sqrt{۵}}{۵}$
۳) $\frac{\sqrt{۵}}{۵}$
۴) ۲

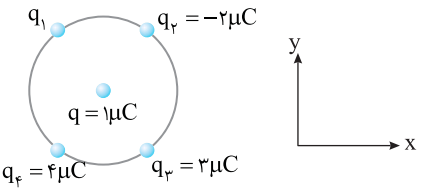
۹ در شکل روبه‌رو، سه بار نقطه‌ای در سه رأس مثلث قائم‌الزاویه‌ای ثابت شده‌اند. اگر $F_۳$ برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار $q_۳$ موازی خط واصل $q_۱$ و $q_۲$ باشد، $F_۳$ چند نیوتون است؟ $(k=۹\times۱۰^۹ \frac{N.m^۲}{C^۲})$



خارج ریاضی - ۸۸

۱) $۸\sqrt{۵}$
۲) $۱۲\sqrt{۵}$
۳) $۱۶\sqrt{۵}$
۴) $۲۰\sqrt{۵}$

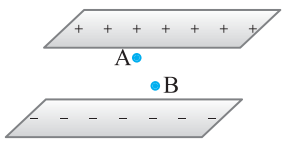
۱۰ چهار ذره باردار را در فاصله‌های یکسانی روی دایرهٔ شکل زیر قرار داده‌ایم. اگر نیروی خالص وارد بر بار $q=۱\mu C$ در مرکز دایره در جهت محور xها باشد، $q_۱$ چند میکروکولن است؟



۱) ۹
۲) ۸
۳) ۵
۴) ۶

پنجره سه رو به روی چهار آزمونک

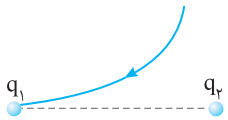
۱ در شکل روبه‌رو، اگر نیروی وارد بر بار نقطه‌ای $(-q)$ و انرژی پتانسیل این بار را در نقطهٔ A به‌ترتیب با F_A و U_A و همین کمیت‌ها را در نقطهٔ B با F_B و U_B نشان دهیم، کدام رابطه درست است؟



کنکور دهه‌های گذشته

۱) $U_A>U_B$ و $F_A=F_B$
۲) $U_A\le U_B$ و $F_A>F_B$
۳) $U_A\ge U_B$ و $F_A<F_B$
۴) $U_A<U_B$ و $F_A=F_B$

۲ در شکل مقابل، طرحی از یکی از خط‌های میدان الکتریکی برایند حاصل از دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱$ و $q_۲$ نشان داده شده است. کدام‌یک از گزینه‌های زیر در مورد این دو بار درست بیان شده است؟



۱) هر دو بار منفی و $|\frac{q_۱}{q_۲}|>۱$ است.
۲) هر دو بار مثبت و $|\frac{q_۱}{q_۲}|<۱$ است.
۳) هر دو بار منفی و $|\frac{q_۱}{q_۲}|<۱$ است.
۴) هر دو بار مثبت و $|\frac{q_۱}{q_۲}|>۱$ است.

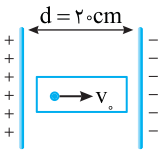
۳ انـرژی پتانسـیل الکتریکـی ذره‌ای با بار الکتریکـی $-۷\mu C$ در جابه‌جایی از نقطـهٔ A به نقطهٔ B، $۲۱۰\mu J$ کاهش می‌یابد. اختلاف پتانسـیل $(V_A - V_B)$ چند ولت است؟ ریاضی - ۹۶

۱) -۳۰ ۲) ۱۵ ۳) $+۳۰$ ۴) -۱۵

۴ دو بار $q_۱ = ۴\mu C$ و $q_۲$ در فاصلهٔ $۵۰cm$ از هم قرار دارند و میدان الکتریکی خالص در نقطهٔ A بین دو بار و در فاصلهٔ $۳۰cm$ از بار $q_۲$ صفر است. اگر جای دو بار را عوض کنیم، میدان الکتریکی در نقطهٔ A چند N/C می‌شود؟ $(k = ۹\times۱۰^۹ N.m^۲/C^۲)$

۱) $۱۶/۲۵\times۱۰^۵$ ۲) $۲۴/۲۵\times۱۰^۵$ ۳) $۱۶/۲۵\times۱۰^۴$ ۴) $۲۴/۲۵\times۱۰^۴$

۵ مطابق شـکل زیر درون یک میدان یکنواخت به بزرگی $۲۰۰N/C$ یک جعبهٔ تو خالی رسـانا که هوای داخل آن خارج شـده است، ذره‌ای با بار $-۲\mu C$ با تندی $v_۰ = ۴m/s$ به سـمت وجه دیگر پرتاب می‌شـود. تندی ذره هنگام رسـیدن به وجه دیگر چند متر بر ثانیه است؟ (از نیروی وزن صرف نظر شود.)

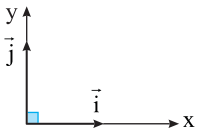


۱) ۸ ۲) ۴
۳) صفر ۴) ۱۲

۶ دو بار الکتریکی نقطه‌ای هم‌اندازه و ناهمنام در فاصلهٔ $۵cm$ از یکدیگر، نیرویی به بزرگی $۰/۹N$ بر هم وارد می‌کنند. اندازهٔ میدان الکتریکی ناشی از یکی از بارها در محل بار دیگر در SI کدام است؟ $(k = ۹\times۱۰^۹ N.m^۲/C^۲)$

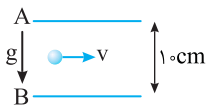
۱) ۹×۱۰^۴ ۲) ۹×۱۰^۵ ۳) $۱/۸\times۱۰^۵$ ۴) $۱/۸\times۱۰^۶$

۷ سـه بـار ذره‌ای $q_A = ۱\mu C$، $q_B = ۲\mu C$ و $q_C = -۲\mu C$ بـه ترتیـب در نقـاط $A(۲cm, ۰)$، $B(۶cm, ۰)$ و $C(۴cm, ۲cm)$ از صفحه مختصات واقع‌اند. میدان در نقطه $M(۴cm, ۰)$ برحسب $\vec{i}$ و $\vec{j}$ کدام گزینه می‌باشد؟ $(k = ۹\times۱۰^۹ N.m^۲/C^۲)$ آزمون مدارس برتر



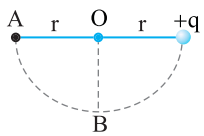
۱) $(\frac{۹}{۴}\vec{i} + \frac{۹}{۴}\vec{j})\times۱۰^۷$ ۲) $(\frac{۹}{۴}\vec{i} - \frac{۹}{۴}\vec{j})\times۱۰^۷$ ۳) $(-\frac{۹}{۴}\vec{i} + \frac{۹}{۲}\vec{j})\times۱۰^۷$ ۴) $(-\frac{۹}{۲}\vec{i} + \frac{۹}{۲}\vec{j})\times۱۰^۷$

۸ در شـکل روبه‌رو بین دو صفحهٔ افقی باردار A و B یک ذره به جرم $۴g$ و بار $-۴\mu C$ با تندی $۴\frac{m}{s}$ به‌صـورت افقی پرتاب می‌شـود. برای آنکه ذره از مسـیرش منحرف نشـود، جهت میـدان الکتریکی و اختلاف پتانسیل بین A و B در SI کدام است؟



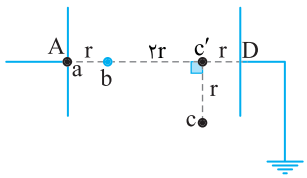
۱) روبه بالا، $۱۰^۳$ ۲) رو به پایین، $۱۰^۳$ ۳) رو به بالا، $۱۰^۴$ ۴) رو به پایین، $۱۰^۴$

۹ در شکل مقابل، بار الکتریکی $-q$ روی ربع دایرهٔ AB در تمام نقاط می‌تواند قرار بگیرد. اندازهٔ بیشینهٔ میدان الکتریکی برایند در نقطهٔ O به کمینهٔ اندازهٔ آن کدام است؟ آزمون مدارس برتر



۱) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$ ۲) ۲
۳) $\sqrt{۲}$ ۴) $۲\sqrt{۲}$

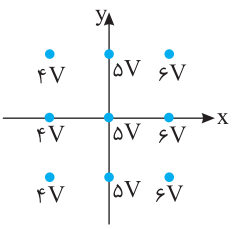
۱۰ در شـکل مقابل دو صفحـهٔ فلزی طوری مقابل هم قرار دارند که میـدان الکتریکی یکنواختی بین آن‌ها تشکیل شده است. اگر $V_c - V_b = ۵V$ باشد، پتانسیل نقطهٔ a برابر چند ولت است؟ تجربی - ۹۹



۱) ۱۰ ۲) ۲۰
۳) -۱۰ ۴) -۲۰

پنجره چهار روبه‌روی پنج آزمونک

۱ در شکل روبه‌رو پتانسیل الکتریکی در چند نقطه از میدان الکتریکی نوشته شده است. میدان الکتریکی در مبدأ مختصات در چه جهتی است؟



۱) در جهت محور xها ۲) در خلاف جهت محور xها
۳) در جهت محور yها ۴) در خلاف جهت محور yها

۲ چه تعداد از گزاره‌های زیر درست است؟

الف) با حرکت بار الکتریکی در میدان الکتریکی، الزاماً انرژی پتانسیل الکتریکی بار تغییر می‌کند.

ب) هرگاه در ناحیه‌ای از فضا با حرکت بار الکتریکی انرژی پتانسیل الکتریکی بار تغییر کند، ممکن است میدان الکتریکی در آن ناحیه ثابت باشد.

پ) با حرکت در میدان الکتریکی الزاماً پتانسیل الکتریکی تغییر می‌کند.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۳ بار الکتریکی -۵ میلی‌کولنی، از نقطه A به پتانسیل الکتریکی ۲ ولت به نقطه B منتقل می‌شود. اگر در این جابه‌جایی کار نیروی میدان الکتریکی ۵ میلی‌ژول باشد، پتانسیل نقطه B چند ولت است؟ تجربی - ۹۰

۱) ۱ ۲) ۳ ۳) ۱۰ ۴) ۳۰

۴ اختلاف پتانسیل یک خازن را به اندازهٔ a ولت افزایش می‌دهیم. در این صورت بار ذخیره شده روی صفحات خازن $۱/۲۵a$ میکروکولن افزایش می‌یابد. ظرفیت اولیهٔ خازن چند میکروفاراد است؟ از کتاب درسی

۱) ۱ ۲) ۱/۲۵ ۳) ۱/۵ ۴) ۱/۷۵

۵ فاصلهٔ بین صفحات خازنی $۵mm$، مساحت هریک از صفحه‌های آن $۴۰cm^۲$ و بین صفحات آن هوا است. اگر فاصلهٔ بین صفحات خازن $۴mm$ کاهش یابد، ظرفیت خازن چند پیکوفاراد افزایش می‌یابد؟ $(\varepsilon_۰ = ۹\times ۱۰^{-۱۲} C^۲/N.m^۲)$ خارج ریاضی - ۹۸

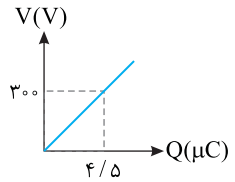
۱) ۷/۲ ۲) ۲۴ ۳) ۲۸/۸ ۴) ۳۶

۶ بار q درون میدان الکتریکی یکنواخت E به اندازهٔ d در راستای خطوط میدان جابه‌جا می‌شود. اگر اندازهٔ بار را نصف کنیم و مجدد بار همان اندازه در میدان جابه‌جا شود، چه تعداد از گزاره‌های زیر درست است؟ تجربی - ۹۹

الف) کار میدان الکتریکی تغییر نمی‌کند. / ب) اختلاف پتانسیل الکتریکی تغییر نمی‌کند. / پ) انرژی پتانسیل الکتریکی تغییر نمی‌کند.

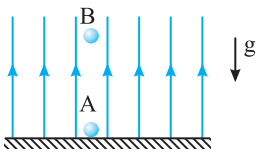
۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۷ شکل روبه‌رو، نمودار تغییرات ولتاژ بر حسب بار یک خازن را نشان می‌دهد. اگر این خازن را به اختلاف پتانسیل‌های بیشتر از $۴۰۰۰V$ وصل کنیم خازن دچار فرو ریزش می‌شود. بیشینه انرژی ذخیره شده در این خازن چند ژول است؟ آزمون مدارس برتر



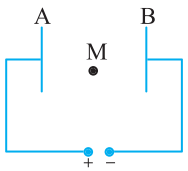
۱) ۰/۱۲ ۲) ۱/۲ ۳) ۰/۲۴ ۴) ۲/۴

۸ مطابق شکل روبه‌رو، گلوله‌ای به جرم $۱۰g$ در میدان الکتریکی یکنواخت قائمی به سمت بالا و به بزرگی $۵۰۰۰N/C$ با تندی ثابت از نقطهٔ A به پتانسیل الکتریکی $V_A = ۳۰۰V$ به نقطهٔ B به پتانسیل $V_B = ۱۰۰V$ می‌رود. به ترتیب از راست به چپ، ارتفاع B از سطح زمین چند متر است و اندازهٔ بار گلوله چند میکروکولن است؟ $(g = ۱۰N/kg)$



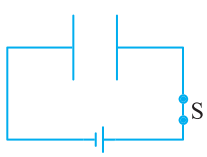
۱) ۰/۰۱ ، ۲۰ ۲) ۰/۰۴ ، ۲۰ ۳) ۰/۰۴ ، ۴۰ ۴) ۰/۰۱ ، ۴۰

۹ مطابق شکل مقابل، ذره‌ای با بار $۴\mu C$ و جرم $۱mg$ از نقطهٔ M وسط فاصلهٔ بین دو صفحهٔ A و B با تندی $۲۰m/s$ به سمت صفحهٔ B پرتاب می‌شود. اگر این ذره به صفحهٔ B برخورد نکند، کمترین اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحهٔ A و B چند ولت است؟



۱) ۵۰ ۲) ۱۲۵ ۳) ۱۰۰ ۴) ۱۵۰

۱۰ در شکل مقابل، خازنی که دی‌الکتریک بین صفحات آن هواست متصل به باتری و باردار است. یک بار در حالی که خازن به باتری متصل است بین صفحات خازن یک دی‌الکتریک با ثابت κ قرار می‌دهیم، انرژی ذخیره شده در آن $۲۷۰۰\mu J$ می‌شود. بار دیگر کلید S را قطع کرده، سپس دی‌الکتریک را بین صفحات قرار می‌دهیم در این حالت انرژی خازن $۳۰۰\mu J$ می‌شود. κ کدام است؟



۱) ۹ ۲) ۳ ۳) ۴/۵ ۴) ۶

پنجره تو در تو · آزمون فصل

۱ میدان الکتریکی در فاصلهٔ ۲۱ سانتی‌متری از بار q برابر $18\,N/C$ است. چند سانتی‌متر به بار نزدیک شویم تا میدان الکتریکی ۹۶ درصد افزایش یابد؟

کنکور دهه‌های گذشته

۱) ۱۵ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۶

۲ یک میلهٔ سربی را که با دستهٔ عایقی گرفته‌ایم یک بار با پارچهٔ پشمی مالش داده و به کلاهک یک الکتروسکوپ نزدیک می‌کنیم، بار دیگر میلهٔ سربی را با پارچهٔ ابریشمی مالش داده و به کلاهک یک الکتروسکوپ نزدیک می‌کنیم. در حالت اول در کلاهک الکتروسکوپ بار ..... و در حالت دوم در ورقه‌های الکتروسکوپ بار ..... القا می‌شود.

انتهای مثبت سری
پشم
سرب
ابریشم
انتهای منفی سری

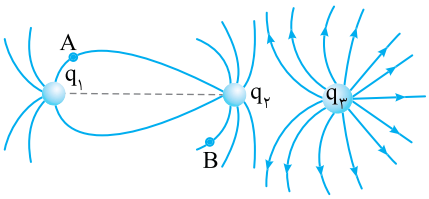
۱) منفی – منفی ۲) منفی – مثبت
۳) مثبت – مثبت ۴) مثبت – منفی

۳ دو کره کوچک با بار الکتریکی $12\mu C$ و $3\mu C$ در فاصلهٔ r از یکدیگر قرار دارند. ٪۳۷/۵ از بار کرهٔ با بار بیشتر را به کرهٔ با بار کمتر منتقل می‌کنیم. اگر بخواهیم نیرویی که دو کره بر هم وارد می‌کنند تغییر نکند، فاصلهٔ دو کره را باید چند برابر کنیم؟

تجربی – ۸۸

۱) ۱ ۲) ۱/۲۵ ۳) ۱/۵ ۴) ۲

۴ در شکل زیر، خطوط میدان الکتریکی در مجاورت بارهای الکتریکی q_1، q_2 و q_3 رسم شده‌اند. کدام عبارت صحیح است؟



۱) اندازهٔ بار q_3 از دو بار دیگر بیشتر و اندازهٔ بار q_1 کمتر از دو بار دیگر است.
۲) بردار میدان در نقطهٔ A به‌صورت ↙ است.
۳) اگر بار منفی در نقطهٔ B قرار گیرد نیروی الکتریکی وارد بر آن به‌صورت ↗ است.
۴) هر سه گزینه درست است.

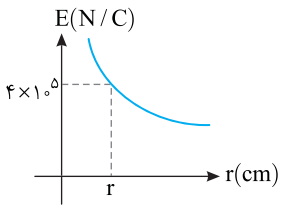
۵ چه تعداد از گزاره‌های زیر در مورد نقش‌های لیچنبرگ درست است؟

آزمون مدارس برتر

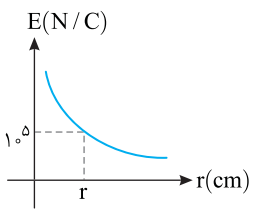
الف) هنگام فروریزش تشکیل می‌شود. / ب) هنگامی که دی‌الکتریک رسانا باشد تشکیل می‌شود. / پ) پس از تشکیل قطعاً خازن می‌سوزد.
ت) هنگام تشکیل مسیرهای رسانشی در دی‌الکتریک ایجاد می‌شود.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۶ دو بار الکتریکی مثبت q_1 و q_2 در راستای افقی و در فاصلهٔ $18cm$ از یکدیگر ثابت شده‌اند. اگر نمودار بزرگی میدان الکتریکی بر حسب فاصله برای هر کدام از بارها به صورت شکل‌های روبه‌رو باشد، فاصلهٔ نقطه‌ای که برایند میدان‌های الکتریکی ناشی از دو بار صفر می‌شود، تا بار بزرگ‌تر چند سانتی‌متر است؟



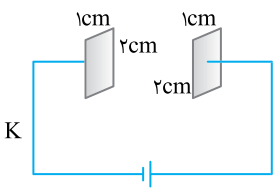
(نمودار مربوط به بار q_2)



(نمودار مربوط به بار q_1)

۱) ۳۶ ۲) ۱۸
۳) ۶ ۴) ۱۲

۷ ابعاد صفحات خازن تخت شکل روبه‌رو $1cm\times2cm$ است. کلید K را باز می‌کنیم، اگر یکی از صفحات را حول محوری که از مرکز آن می‌گذرد، 90° بچرخانیم، اختلاف پتانسیل دو سر خازن چند برابر می‌شود؟



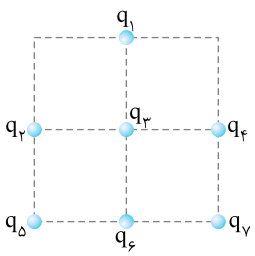
آزمون مدارس برتر

۱) ۲ ۲) $\frac{1}{2}$
۳) ۴ ۴) $\frac{1}{4}$

۸ دو کره فلزی مشابه، دارای بار الکتریکی $10^{-4}\,C$ و $-10^{-5}\,C$ هستند. دو کره را با هم تماس داده و سپس در فاصله r از یکدیگر قرار می‌دهیم. اگر در این حالت دو کره نیروی الکتریکی به بزرگی $2/025\,N$ بر یکدیگر وارد کنند، فاصله r چند متر است؟ $(k=9\times10^9\,N.m^2/C^2)$

۱) ۲ ۲) ۱ ۳) ۴ ۴) ۳

۹ مطابق شکل روبه‌رو چهار مربع به ضلع $1cm$ را به یکدیگر چسبانده‌ایم و در بعضی از رأس‌های آن‌ها بارهای نقطه‌ای هم‌اندازه $+300nC$ قرار داده‌ایم. بزرگی نیروی الکتریکی وارد بر بار q_3 چند نیوتون است؟ $(k=9\times10^9 N.m^2/C^2)$

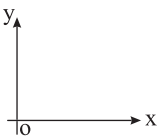


۱) $1/35\sqrt{2}$ ۲) $4/05\sqrt{2}$
۳) $1/35$ ۴) $4/05$

۱۰ یک ذرهٔ باردار که بار الکتریکی آن $-20\mu C$ و جرم آن $2mg$ است، وارد یک میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}=2000\vec{i}-1500\vec{j}$ (بر حسب N/C) می‌شود. کدام گزینه بردار شتاب حاصل از نیروی الکتریکی وارد بر ذره در SI را به‌درستی نشان می‌دهد؟ آزمون مدارس برتر

۱) $1/5\times10^4\vec{i}-2\times10^4\vec{j}$ ۲) $-1/5\times10^{-4}\vec{i}+2\times10^4\vec{j}$ ۳) $2\times10^{+4}\vec{i}-1/5\times10^4\vec{j}$ ۴) $-2\times10^4\vec{i}+1/5\times10^4\vec{j}$

۱۱ دو بار نقطه‌ای $+q$ و $-q$ را در دو نقطهٔ $(0,0)$ و $(4,0)$ روی محور xoy قرار می‌دهیم. اگر بار آزمونی را از نقطه $A(2,4)$ تا نقطه $B(2,-4)$ روی خط راست جابه‌جا کنیم، انرژی پتانسیل الکتریکی بار چگونه تغییر می‌کند؟ آزمون مدارس برتر ۹۶

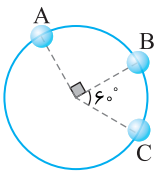


۱) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد. ۲) کاهش می‌یابد.
۳) افزایش می‌یابد. ۴) تغییری نمی‌کند.

۱۲ ظرفیت خازنی $2\mu F$ است. اختلاف پتانسیل بین دو صفحهٔ آن را یک ولت افزایش می‌دهیم، انرژی آن $5\times10^{-6}J$ افزایش می‌یابد. اختلاف پتانسیل اولیهٔ این خازن چند ولت بوده است؟ خارج تجربی - ۹۹

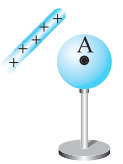
۱) ۵ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۲

۱۳ سه بار الکتریکی نقطه‌ای مطابق شکل بر روی دایره‌ای به شعاع $4cm$ قرار دارند. اگر اندازهٔ نیروی الکتریکی‌ای که بارهای A و B بر هم وارد می‌کنند $8N$ و اندازهٔ نیروی الکتریکی‌ای که بارهای B و C برهم وارد می‌کنند $10N$ باشد، حاصل $\frac{|q_A|}{|q_C|}$ چقدر است؟



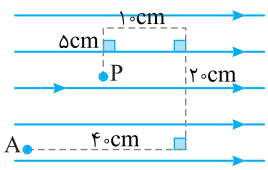
۱) $\frac{16}{5}$ ۲) $\frac{8}{5}$ ۳) $\frac{5}{16}$ ۴) $\frac{5}{8}$

۱۴ در شکل روبه‌رو میدان حاصل از میله، در نقطهٔ A درون کرهٔ رسانا برابر E است. میدان حاصل از بارهای القا شده در کره در این نقطه برابر کدام گزینه می‌باشد؟ آزمون مدارس برتر



۱) صفر ۲) $\vec{E}$
۳) $-\vec{E}$ ۴) هر سه گزینه ممکن است.

۱۵ بار الکتریکی $q=+4\mu C$ را از نقطهٔ A درون میدان الکتریکی $E=5\times10^6 N/C$ در مسیر خط چین نشان داده شده از نقطهٔ A به نقطهٔ P رسانده‌ایم. تغییر انرژی پتانسیل بار در این جابه‌جایی (U_P-U_A) چند ژول است؟ ریاضی - ۹۹



۱) ۲۴ ۲) ۱۲ ۳) ۶ ۴) ۳

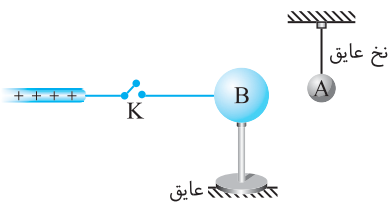
۱۶ در یک دستگاه رفع لرزش نامنظم قلب، خازن با دستگاهی با ظرفیت $9\mu F$ و با ولتاژ $6kV$ شارژ می‌شود. اگر تخلیه انرژی در بدن بیماری تقریباً در مدت $2ms$ صورت پذیرفته باشد، این انرژی با چه توان متوسطی بر حسب کیلووات در بدن بیمار تخلیه می‌شود؟ از کتاب درسی

۱) 81×10^3 ۲) ۸۱ ۳) ۱۶۲ ۴) 162×10^3

۱۷ چهار بار الکتریکی نقطه‌ای با اندازهٔ $|q|=10\mu C$ با فواصل مساوی از هم روی محیط دایره‌ای به شعاع $30cm$ توزیع شده‌اند. حداکثر اندازهٔ میدان الکتریکی خالص ناشی از این بارها در مرکز دایره چقدر از حداقل اندازهٔ میدان الکتریکی خالص این بارها در مرکز دایره برحسب نیوتون بر کولن بیشتر است؟ $(k=9\times10^9 N.m^2/C^2)$

۱) 2×10^6 ۲) $\frac{\sqrt{2}}{2}\times10^6$ ۳) $2\sqrt{2}\times10^6$ ۴) $\sqrt{2}\times10^6$

۱۸ مطابق شکل روبه‌رو، دو کرهٔ فلزی خنثی و سبک A و B در فاصلهٔ کمی از هم هستند. جسم رسانایی با بار الکتریکی مثبت و یک سیم و کلید باز K در کنار کرهٔ B وجود دارد. با بسته شدن کلید K، کرهٔ رسانای A که از نخ سبکی آویزان است، .....



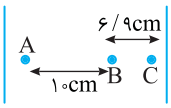
۱) به همان حالت باقی می‌ماند.

۲) از کرهٔ B دور می‌شود.

۳) به کرهٔ B می‌چسبد و در این حالت باقی می‌ماند.

۴) ابتدا به کرهٔ B نزدیک می‌شود و اگر تماس ایجاد شود، بعد از تماس از آن دور می‌شود.

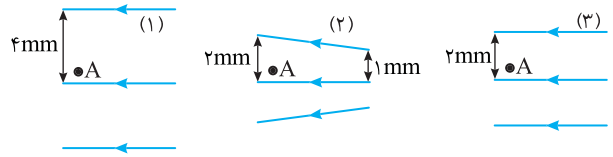
۱۹ مطابق شکل مقابل، در یک میدان الکتریکی یکنواخت پروتونی از نقطهٔ A رها می‌شود. نسبت تندی ذره در نقطهٔ C به تندی آن در نقطهٔ B کدام است؟



۱) ۱/۳ ۲) ۰/۷۷ ۳) ۰/۸۳ ۴) ۱/۲

۲۰ شکل‌های زیر سه آرایش خطوط میدان الکتریکی را نشان می‌دهند. اگر در هر سه میدان، یک پروتون با تندی v از نقطهٔ A به سمت راست پرتاب کنیم پروتون در کدام حالت سریع‌تر متوقف خواهد شد؟

آزمون مدارس برتر



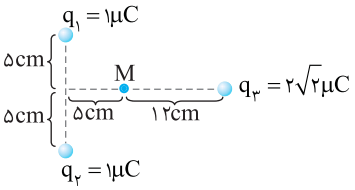
۱) در میدان شماره ۱

۲) در میدان شماره ۲

۳) در میدان شماره ۳

۴) در سه حالت پس از مدت زمانی برابر پروتون متوقف می‌شود.

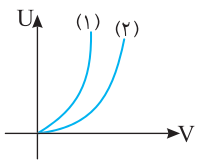
۲۱ در شکل مقابل، بار q_3 را چند سانتی‌متر و در چه جهتی جابجا کنیم تا برایند میدان‌های الکتریکی در نقطهٔ M صفر شود؟



۱) ۶cm به طرف راست ۲) ۶cm به طرف چپ

۳) ۲cm به طرف چپ ۴) ۲cm به طرف راست

۲۲ نمودار تغییرات انرژی ذخیره شده در خازن بر حسب ولتاژ دو سر خازن، برای دو خازن مختلف مطابق شکل روبه‌رو است. اگر بار صفحات هر دو خازن یکسان باشد، کدام گزینه در مورد انرژی ذخیره شده (U) درست است؟

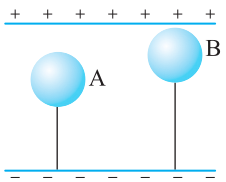


آزمون مدارس برتر

۱) $U_1 > U_2$ ۲) $U_1 < U_2$

۳) $U_1 = U_2$ ۴) هر سه گزینه ممکن است.

۲۳ در شکل روبه‌رو دو گوی مشابه A و B به جرم m با بار $-q$ توسط دو ریسمان به صفحهٔ A متصل و هر دو ریسمان در امتداد قائم کشیده شده‌اند. نیروی وارد بر گوی A توسط ریسمان F_A و نیروی وارد بر گوی B توسط ریسمان F_B است کدام گزینه درست است؟



آزمون مدارس برتر

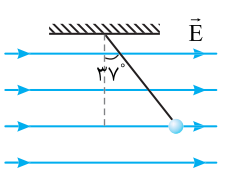
۱) $F_A > F_B$ ۲) $F_A = F_B$

۳) $F_A < F_B$ ۴) هر سه حالت ممکن است.

۲۴ اگر کرهٔ رسانای A را با کرهٔ رسانای B تماس دهیم، بار الکتریکی کرهٔ رسانای B بدون تغییر علامت به اندازهٔ ۱۲۵ درصد افزایش می‌یابد. اگر کرهٔ B تعداد ۵×۱۰^{۱۳} الکترون گرفته باشد، بار اولیهٔ آن چند میکروکولن بوده است؟ $(e=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C)$

۱) $-\frac{۳۲}{۹}$ ۲) ۶/۴ ۳) $\frac{۳۲}{۹}$ ۴) $-۶/۴$

۲۵ مطابق شکل مقابل، گلوله فلزی کوچکی به جرم ۸۰ گرم و بار الکتریکی q که به نخی متصل است، در میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}$ با بزرگی $۲\times۱۰^{۵}N/C$ به حالت تعادل قرار دارد. بار q چند میکروکولن است؟ $(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶, g=۱۰N/kg)$



۱) $\frac{۱}{۳}$ ۲) ۳

۳) $-\frac{۱}{۳}$ ۴) -۳

فصل پنجم: الکتریسیتهٔ ساکن

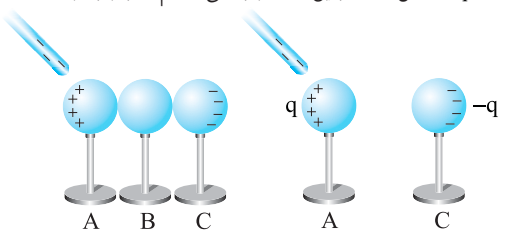
آزمونک (پنجرهٔ ۱ و ۲)

A ۴ ۱

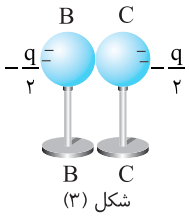
دو نی در اثر مالش دارای بار همنام شده‌اند و بر هم نیروی دافعه وارد می‌کنند، بنابراین ممکن است پارچهٔ b و پارچهٔ c هر دو به نی با جنس a الکترون داده و بار نی را منفی کرده باشند. در این صورت b و c هر دو باید در سری الکتریسیتهٔ مالشی بالاتر از جسم a باشند اما ممکن است که هر دو نی دارای بار مثبت شده باشند یعنی پارچهٔ b و پارچهٔ c از نی a الکترون دریافت کرده و هر دو در جدول پایین‌تر از a قرار داشته باشند. بنابراین تنها چیزی که با قاطعیت می‌توان گفت این است که پارچهٔ b و پارچهٔ c هر دو در یک طرف a قرار دارند. نمای ۲

B ۳ ۲

با نزدیک کردن میله باردار به گوی A، بار q_1 در گوی A القا شده و بار $-q_1$ در گوی C القا می‌شود. (شکل (۱)) در حالت اول با دور کردن B بار $-q_1$ در C باقی می‌ماند پس $q=-q_1$. (شکل (۲)) در این حالت بار منفی C هم‌اندازهٔ بار مثبت A است.



در حالت دوم با دور کردن گوی A سپس میله، دو گوی B و C در تماس باهم می‌مانند (شکل (۳)) و بار بین آن‌ها، با توجه به اینکه دو گوی مشابه هستند بین هر دو به‌طور مساوی تقسیم می‌شود و بار گوی‌های B و C یکسان می‌شود: $q'=q_B=q_C=\frac{-q+0}{2}=\frac{-q}{2}$،



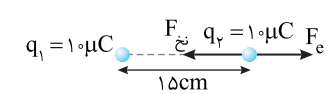
بنابراین $\frac{q'}{q}$ برابر است با: $\frac{q'}{q}=\frac{-\frac{q}{2}}{-q}=\frac{1}{2}$ نمای ۵

B ۳ ۳

کافی است نیروهای وارد بر یکی از دو گلوله را بررسی کنیم. بر هر بار در امتداد افقی دو نیرو یکی دافعهٔ الکتریکی F_e و دیگری نیروی ریسمان وارد می‌شود که این دو نیرو در خلاف جهت هم هستند و باید این دو نیرو هم‌اندازه باشند تا گلوله در تعادل بماند. $F_{نخ}=F_e$

با توجه به قانون کولن می‌توان نوشت

$$F_{نخ}=|F|=k\frac{q_1q_2}{r^2}=9\times10^9\times\frac{10\times10\times10^{-12}}{(15\times10^{-2})^2}=\frac{9\times10^9\times10^2\times10^{-12}}{225\times10^{-4}}=40N$$



نمای ۷

B ۴ ۱

خط فکری در اثر مالش دو جسم به هم یکی از دو جسم بار مثبت و دیگری بار منفی به دست می‌آورند و این بارها بنا به اصل پایستگی بار برابراند. اکنون که این مطلب را می‌دانید می‌توانید به کمک قانون کولن ابتدا بار هر کره و سپس تعداد الکترون‌های انتقال‌یافته را به کمک $q=ne$ به دست بیاورید.

۱ به کمک قانون کولن با داشتن نیروی بین ذره‌ها و فاصلهٔ آن‌ها از هم می‌توان مقدار بار هر ذره را به‌دست آورد.

$$F=k\frac{|q_1||q_2|}{r^2}\xrightarrow{|q_1|=|q_2|=q}360=9\times10^9\times\frac{q^2}{(4\times10^{-2})^2}$$

$$\Rightarrow q^2=\frac{4\times16\times10^{-3}}{10^9}\Rightarrow q=2\times4\times10^{-6}\Rightarrow q=8\times10^{-6}C$$

۲ تعداد الکترون‌های شارش شده خواهد شد:

$$q=ne\Rightarrow8\times10^{-6}=n\times1/6\times10^{-19}\Rightarrow n=\frac{8\times10^{-6}}{1/6\times10^{-19}}=5\times10^{13}$$

۳ قطعاً چون بار دو کره ناهمنام است نیروی بین آن‌ها ربایشی است. نمای ۷

B ۵ ۳

چون بارهایی که بر بار q' نیرو وارد می‌کنند، هم‌علامت هستند، اگر q' بین دو بار q و $2q$ قرار گیرد، نیروهای وارد بر q' خلاف جهت یکدیگراند و برای محاسبه نیروی برایند آن‌ها، دو نیرو از هم کم می‌شوند، پس نیروی وارد بر q' هنگامی بزرگ‌ترین است که q' خارج از دو بار باشد. بنابراین تنها گزینه‌های (۳) و (۴) را بررسی می‌کنیم:

گزینهٔ (۳):

$$\begin{cases}F_{13}=k\frac{q_1q_3}{4a^2}=k\frac{qq'}{4a^2}\\ F_{23}=k\frac{q_2q_3}{a^2}=k\frac{2qq'}{a^2}\end{cases}\Rightarrow F_T=k\frac{qq'}{4a^2}+k\frac{2qq'}{a^2}=\frac{9}{4}k\frac{qq'}{a^2}$$

$q_1=q$ a $q_2=2q$ a $q_3=q'$ F_{13} F_{23}

گزینهٔ (۴):

$$\begin{cases}F_{13}=k\frac{q_1q_3}{4a^2}=k\frac{2qq'}{4a^2}=k\frac{qq'}{2a^2}\\ F_{23}=k\frac{q_2q_3}{a^2}=k\frac{qq'}{a^2}\end{cases}\Rightarrow F_T=k\frac{qq'}{2a^2}+k\frac{qq'}{a^2}=\frac{3}{2}k\frac{qq'}{a^2}$$

$q_1=2q$ a $q_2=q$ a $q_3=q'$ F_{13} F_{23}

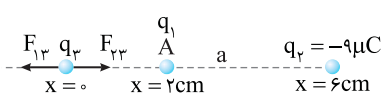
که مشخص است گزینهٔ (۳) مقدار بیشتری دارد. نمای ۹

B ۱ ۶

هر دو بار روی محور x قرار دارند، بار q_1 در فاصلهٔ ۲cm و بار q_2 در فاصلهٔ ۶cm مبدأ مختصات قرار دارد. از طرفی اگر بار q_2 بار q_3 را دفع کند (براند) باید بار q_1 با همان نیرو بار q_3 را جذب کند تا نیروی خالص صفر شود، بنابراین q_1 و q_2 باید ناهمنام باشند یعنی q_1 مثبت است.

نیرویی که دو بار بر بار q_3 وارد می‌کنند را مساوی قرار می‌دهیم و q_1 را به دست می‌آوریم.

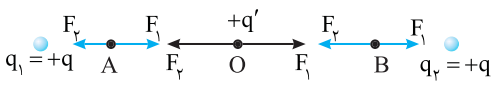
$$F_{13}=F_{23}\Rightarrow k\frac{q_1|q_3|}{2^2}=k\frac{9\times10^{-6}\times|q_3|}{6^2}\Rightarrow q_1=+1\mu C$$



نمای ۱۰

B ۴ ۷

ابتدا نیرو در نقطهٔ O وسط پاره‌خط بین دو بار مثبت q را بررسی می‌کنیم، نیرویی که دو بار در این نقطه بر بار q' وارد می‌کنند هم‌اندازه و در خلاف جهت هم است و این دو نیرو یکدیگر را خنثی کرده، نیروی خالص وارد بر q' در نقطهٔ O صفر می‌شود. بنابراین اگر بار q' را از A به B ببریم ابتدا نیروی وارد بر آن کاهش یافته تا در نقطهٔ O صفر می‌شود و از O تا B نیرو افزایش می‌یابد.

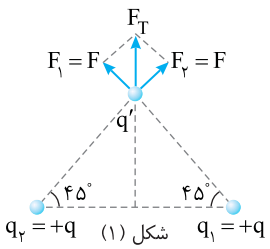


در نقطهٔ A نیروی F_1 بزرگ‌تر از نیروی F_2 است زیرا نقطهٔ A به بار q_1 نزدیک‌تر است و جهت نیروی خالص وارد بر q' در جهت F_1 یعنی به سمت راست است.

در نقطهٔ B نیروی F_2 بزرگ‌تر از نیروی F_1 می‌شود و جهت نیروی خالص وارد بر بار q' به سمت چپ است یعنی جهت نیروی خالص عوض می‌شود. نمای ۹

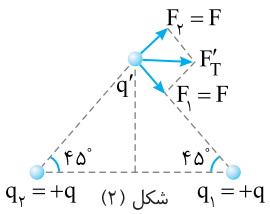
B ۸ ۲

فرض می‌کنیم q' بار مثبت باشد. بارهای q_1 و q_2 هر دو بار q' را می‌رانند (دفع می‌کنند) و نیروی برایند وارد بر q' به صورت شکل روبه‌رو خواهد بود.



شکل (۱)

اگر علامت بار q_1 عوض شود بار q_1 بار q' را می‌رباید و جذب می‌کند در این حالت نیروی برایند مطابق شکل (۲) خواهد شد. با مقایسه شکل (۱) و شکل (۲) نیروی برایند ۹۰° چرخیده است.



شکل (۲)

اگر بار q' منفی باشد باز به همین نتیجه می‌رسیم، باور ندارید امتحان کنید. نمای ۱۲

B ۹ ۱

سه نیرو بر گوی (۲) وارد می‌شود:

۱ نیروی وزن رو به پایین

۲ نیرویی که بار q_1 بر بار q_2 وارد می‌کند که آن نیز رو به پایین است زیرا هر دو بار همنام هستند و یکدیگر را دفع می‌کنند.

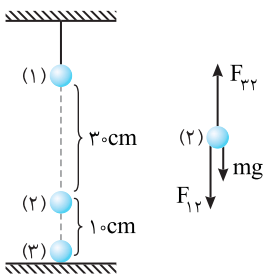
۳ نیرویی که بار q_3 بر بار q_2 وارد می‌کند و آن نیرو رو به بالاست زیرا بار q_3 بار q_2 را دفع می‌کند.

نیروهای وارد بر گوی (۲) را رسم می‌کنیم، چون گوی (۲) در حال تعادل است پس برایند نیروهای وارد بر آن صفر است. در واقع نیروی به سمت بالا (F_{32}) با برایند نیروهای رو به پایین $(mg+F_{12})$ برابر می‌باشد.

$$F_{32} = mg + F_{12} \Rightarrow k\frac{q_3 q_2}{r_{23}^2} = mg + k\frac{q_1 q_2}{r_{12}^2}$$

$$\Rightarrow 9\times10^9 \times \frac{2\times2\times10^{-12}}{100\times10^{-4}} = mg + 9\times10^9 \times \frac{2\times2\times10^{-12}}{900\times10^{-4}}$$

$$\Rightarrow 3/6 = mg + 0/4 \Rightarrow mg = 3/2N \Rightarrow m\times10 = 3/2N \Rightarrow m = 0/32kg = 320g$$

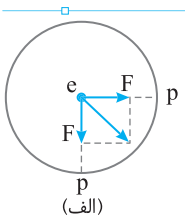


نمای ۱۳

B ۱۰ ۳

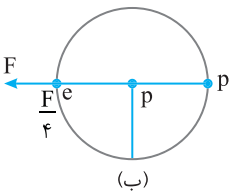
نیرویی که پروتون بر الکترون وارد می‌کند، جاذبه است. نیروهای وارد بر الکترون را در شکل (الف) رسم می‌کنیم. اگر نیرویی که p در فاصلهٔ شعاع (r) بر e وارد می‌کند را F بنامیم نیروی خالص وارد بر الکترون برابر است با:

$$F_1 = F_{net} = \sqrt{F^2 + F^2} = \sqrt{2}F$$



(الف)

در شکل (ب) نیرویی که پروتون که در مرکز دایره است بر الکترون وارد می‌کند نیز برابر F است، اما پروتونی که روی محیط و در فاصله (2r) از الکترون قرار گرفته است، نیرویی که به الکترون وارد می‌کند $\frac{F}{4}$ است، چون فاصله‌اش دو برابر شده است البته F و $\frac{F}{4}$ هم‌جهت بوده و نیروی خالص وارد بر الکترون خواهد شد.



(ب)

$$F_2 = F + \frac{F}{4} = \frac{5F}{4}$$

در نتیجه:

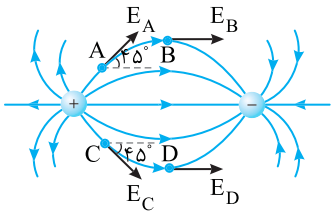
$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\sqrt{2}F}{\frac{5}{4}F} \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{4\sqrt{2}}{5}$$

نمای ۱۱

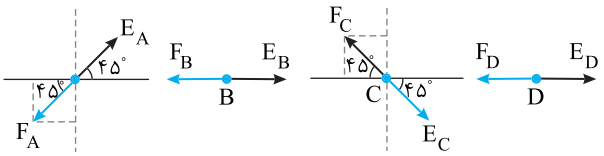
آزمونک (پنجرهٔ ۲ و ۳)

C ۳ ۱

میدان الکتریکی در هر نقطه مماس بر خط میدان و هم‌سو با آن است. جهت میدان را در نقاط A، B و C رسم می‌کنیم.



چون ذره دارای بار منفی است پس نیروی وارد بر آن در هر نقطه خلاف جهت میدان در آن نقطه است.

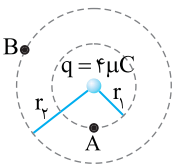


بردارهای نیرو در نقاط B و D مؤلفهٔ افقی دارند و مؤلفهٔ قائم ندارند، بردار نیرو در نقطهٔ A، دارای مؤلفه افقی منفی و مؤلفهٔ قائم منفی است و بردار نیرو در نقطهٔ C، یک مؤلفه قائم مثبت و یک مؤلفه افقی منفی دارد، بنابراین ذره در نقطه C است. نمای ۱۹

A ۲ ۴

خط فکری کافی است میدان الکتریکی بار q را در نقطهٔ A و در نقطهٔ B بنویسید و تفاضل آن‌ها را برابر $۳\times۱۰^۷ N/C$ قرار دهید. یادتان باشد $E_A > E_B$ است زیرا A به بار نزدیک‌تر است.

نقطهٔ A در فاصله ۳cm از بار $q=۴\mu C$ قرار دارد پس میدان در این نقطه برابر است با:



$$E_A = ۹\times۱۰^۹ \times \frac{۴\times۱۰^{-۶}}{۹\times۱۰^{-۴}} = ۴\times۱۰^۷ N/C$$

نقطه B در فاصلهٔ a از بار $q=۴\mu C$ قرار دارد، پس میدان در این نقطه برابر است با:

$$E_B = ۹\times۱۰^۹ \times \frac{۴\times۱۰^{-۶}}{a^۲} = \frac{۳۶\times۱۰^۳}{a^۲}$$

$$E_A - E_B = ۳\times۱۰^۷ \Rightarrow ۴\times۱۰^۷ - \frac{۳۶\times۱۰^۳}{a^۲} = ۳\times۱۰^۷$$

$$\Rightarrow \frac{۳۶\times۱۰^۳}{a^۲} = (۴-۳)\times۱۰^۷ \Rightarrow a^۲ = ۳۶\times۱۰^{-۴} \Rightarrow a = ۶\times۱۰^{-۲} = ۶cm$$

نمای ۱۴

B ۳ ۲

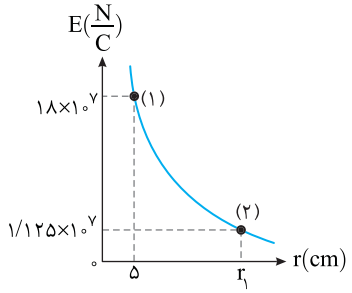
با توجه به اطلاعات نقطه (۱) نمودار، در فاصله ۵cm از بار q میدان الکتریکی $۱۸\times۱۰^۷ N/C$ است، بنابراین می‌توان مقدار بار q را حساب کرد:

$$E = k\frac{q}{r^۲} \Rightarrow ۱۸\times۱۰^۷ = ۹\times۱۰^۹ \times \frac{q}{۲۵\times۱۰^{-۴}} \Rightarrow q = ۵۰\times۱۰^{-۶} C = ۵۰\mu C$$

حال با توجه به اطلاعات نقطه (۲)، در فاصلهٔ $r_۱$ از بار $q=۵۰\mu C$ میدان الکتریکی $۱/۱۲۵\times۱۰^۷ N/C$ است، بنابراین $r_۱$ قابل محاسبه است:

$$E' = k\frac{q}{r_۱^۲} \Rightarrow ۱/۱۲۵\times۱۰^۷ = ۹\times۱۰^۹ \times \frac{۵۰\times۱۰^{-۶}}{r_۱^۲}$$

$$r_۱^۲ = \frac{۹\times۵۰}{۱/۱۲۵}\times۱۰^{-۴} \Rightarrow r_۱^۲ = ۴۰۰\times۱۰^{-۴} \Rightarrow r_۱ = ۲۰\times۱۰^{-۲} m = ۲۰cm$$



میانبر برای میدان یک بار الکتریکی در دو نقطه می‌توان نوشت:

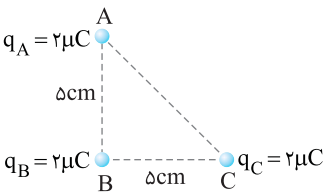
$$\frac{E_۲}{E_۱} = (\frac{r_۱}{r_۲})^۲$$

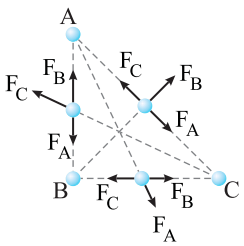
نمای ۱۴

B ۳ ۴

اگر بار $q=۴\mu C$ را در وسط ضلع AB قرار دهیم، نیروهای F_A و F_B یکدیگر را خنثی می‌کنند و تنها نیروی F_C باقی می‌ماند. اگر در وسط ضلع BC قرار گیرد، نیروهای F_B و F_C برابر بوده و یکدیگر را خنثی می‌کنند و تنها نیروی F_A باقی می‌ماند که نیروی F_A در این حالت با نیروی F_C در وسط ضلع AB برابر است.

اگر بار $q=۴\mu C$ در وسط ضلع AC قرار گیرد، نیروی F_A و F_C برابر بوده و یکدیگر را خنثی می‌کنند و نیروی F_B باقی می‌ماند و به دلیل آن که در این حالت فاصله بار q تا q_B از حالت‌های قبلی کمتر است، بنابراین نیروی F_B بزرگ‌تر است و گزینه (۳) درست است.



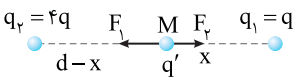


نمای ۱۱

B ۱ ۵

حالت اول: برایند نیروهای وارد بر q' در نقطهٔ M صفر شده است از این رو ابتدا مکان اولیهٔ M را به‌دست می‌آوریم:

$$F_۲ = F_۱ \Rightarrow k\frac{۴qq'}{(d-x)^۲} = k\frac{qq'}{x^۲} \Rightarrow ۴x^۲ = (d-x)^۲ \Rightarrow ۲x = d-x \Rightarrow x = \frac{d}{۳}$$

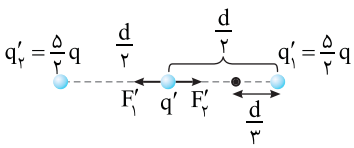


حالت دوم: پس از تماس دو کره با هم، بار کره‌ها با هم برابر می‌شود:

$$q'_۱ = q'_۲ = \frac{q_۱+q_۲}{۲} = \frac{q+۴q}{۲} = \frac{۵}{۲}q$$

چون بار دو کره هم‌اندازه می‌شود، پس در نقطه‌ای وسط دو بار یعنی $\frac{d}{۲}$ برایند نیروهای وارد بر بار q' صفر می‌شود. از این‌رو باید بار q' را از فاصلهٔ $\frac{d}{۳}$ از بار $q_۱$ به وسط دو بار $(\frac{d}{۲})$ منتقل کنیم.

$$\Delta d = \frac{d}{۲} - \frac{d}{۳} = \frac{d}{۶}$$

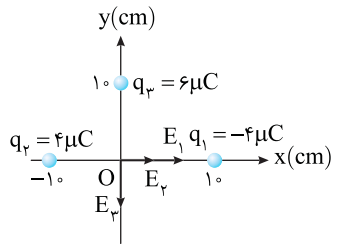


نمای ۱۰

B ۳ ۶

میدان الکتریکی هر بار را در نقطهٔ O حساب می‌کنیم. بارهای $q_۱$ و $q_۲$ هم‌اندازه‌اند و فاصلهٔ آن‌ها از O برابر است، از این رو میدان‌های الکتریکی بارهای $q_۱$ و $q_۲$ روی محور xها مساوی و هم‌جهت بوده و مقدار هر میدان خواهد شد:

$$E_۱=E_۲=k\frac{q_۱}{r^۲}=۹\times۱۰^۹\times\frac{۴\times۱۰^{-۶}}{۱۰^{-۲}}\ ,\ E_۱=E_۲=۳/۶\times۱۰^۶\ N/C$$



برایند $E_۱$ و $E_۲$ از جمع آن‌ها به‌دست می‌آید:

$$E_x=E_۱+E_۲=۳/۶\times۱۰^۶+۳/۶\times۱۰^۶=۷/۲\times۱۰^۶\ N/C$$

بار $q_۳$ مثبت است و میدان الکتریکی آن در نقطهٔ O روی محور yها و در خلاف جهت محور است. میدان $E_۳$ خواهد شد:

$$E_y=E_۳=k\frac{q_۳}{r^۲}\Rightarrow E_y=۹\times۱۰^۹\times\frac{۶\times۱۰^{-۶}}{۱۰^{-۲}}=۵/۴\times۱۰^۶\ N/C$$

با داشتن E_x و E_y بردار میدان الکتریکی در مبدأ مختصات برابر خواهد شد با:

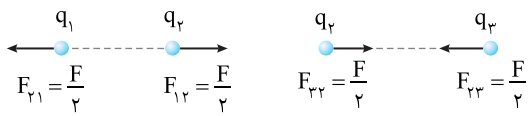
$$\vec{E}=E_x\vec{i}+E_y\vec{j}\Rightarrow\vec{E}=(۷/۲\vec{i}-۵/۴\vec{j})\times۱۰^۶$$

نمای ۱۱

B ۳ ۷

نیرویی که $q_۲$ به $q_۱$ وارد کرده $\frac{F}{۲}$ و به سمت چپ است یعنی بار $q_۲$ بار $q_۱$ را می‌راند، بنابراین $q_۲$ و $q_۱$ همنام و هر دو مثبت‌اند، بنابراین $q_۱$ نیز بر بار $q_۲$ نیروی رانش $\frac{F}{۲}$ را به سمت راست وارد می‌کند. (دلیل این موضوع هم قانون سوم نیوتون است.) بار $q_۳$ نیز باید نیروی $\frac{F}{۲}$ به سمت راست را بر بار $q_۲$ وارد کند تا برایند نیروهای وارد بر $q_۲$، F و به سمت راست شود.

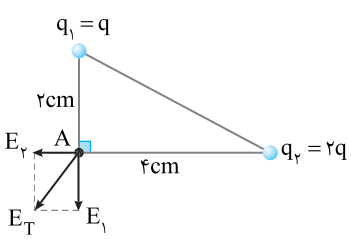
بنابه قانون سوم نیوتون بار $q_۲$ به بار $q_۳$ همان نیروی $\frac{F}{۲}$ را به سمت چپ وارد می‌کند.



نمای ۹

B ۲ ۸

خط فکری در صورت مسئله، میدان خالص در نقطه A برابر E در نظر گرفته شده است، یعنی شما باید میدان الکتریکی بارهای $q_۱$ و $q_۲$ را در نقطهٔ A حساب کنید، سپس برایند آن‌ها را به دست آورید و برابر E قرار دهید و در حالت دوم بار $q_۲=۲q$ را حذف کنید که در این حالت میدان خالص قطعاً $E'_T=E_۱$ می‌شود. پس پیشنهاد می‌کنیم همه میدان‌های الکتریکی را برحسب $E_۱$ حساب کنید.



۴ میدان الکتریکی بار $q_۱=q$ در فاصلهٔ ۲cm برابر است با:

$$E_۱=k\frac{|q_۱|}{r_۱^۲}\Rightarrow E_۱=k\frac{q}{۲^۲\times۱۰^{-۴}}\quad(۱)$$

۵ میدان الکتریکی بار $q_۲=۲q$ در فاصلهٔ ۴cm خواهد شد:

$$E_۲=k\frac{|q_۲|}{r_۲^۲}\Rightarrow E_۲=k\frac{۲q}{۴^۲\times۱۰^{-۴}}\quad(۲)$$

۶ $E_۲$ را برحسب $E_۱$ حساب می‌کنیم.

$$\frac{E_۲}{E_۱}=\frac{k\frac{۲q}{۴^۲}}{k\frac{q}{۲^۲}}\Rightarrow E_۲=\frac{E_۱}{۲}$$

۷ میدان خالص در نقطهٔ A که آن را E نامیده‌ایم برابر است با:

$$E_T=\sqrt{E_۱^۲+E_۲^۲}\Rightarrow E_T=\sqrt{E_۱^۲+(\frac{E_۱}{۲})^۲}\Rightarrow E_T=\frac{\sqrt{۵}}{۲}E_۱$$

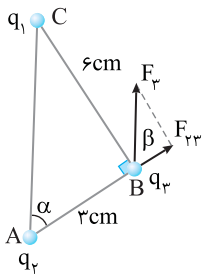
با حذف بار $۲q$ تنها بار $q_۱$ باقی می‌ماند و میدان الکتریکی در نقطه A برابر است با:

$$\begin{cases}E'_T=E_۱\\ E_T=\frac{\sqrt{۵}}{۲}E_۱\end{cases}\Rightarrow\frac{E'_T}{E_T}=\frac{۲}{\sqrt{۵}}=\frac{۲\sqrt{۵}}{۵}$$

نمای ۱۷

C ۴ ۹

۱ بارهای $q_۲=۱\mu C$ و $q_۳=۲\mu C$ و فاصلهٔ بین آن‌ها $r=۳cm$ را داریم، بنابراین می‌توانیم نیروی بین $q_۲$ و $q_۳$ را به‌دست بیاوریم. البته نیروی بین دو بار همنام، نیروی رانش (دافعه) است.



$$F=k\frac{|q_۲||q_۳|}{r_{۲۳}^۲}\Rightarrow F_{۲۳}=۹\times۱۰^۹\times\frac{۱\times۱۰^{-۶}\times۲\times۱۰^{-۶}}{(۳\times۱۰^{-۲})^۲}\Rightarrow F_{۲۳}=۲۰N$$

۲ با توجه به فرض مسئله نیروی $F_۳$ موازی خط واصل $q_۱$ و $q_۲$ است، پس بنا بر خطوط موازی و مورب زاویه‌های α و β با هم برابرند. ($\vec{F}_{۲۳}$ در راستای خط وصل‌کننده نقاط A و B است.)

۳ وتر مثلث AC را به دست می‌آوریم.

$$AC^۲=AB^۲+BC^۲\Rightarrow AC^۲=۳^۲+۶^۲$$

$$\Rightarrow AC^۲=۳^۲(۱+۲^۲)\Rightarrow AC=۳\sqrt{۵}cm$$

۴ کسینوس زاویه‌های α و β را نوشته و با هم برابر قرار می‌دهیم.

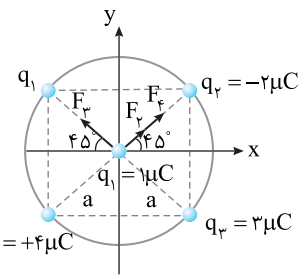
$$\cos\alpha=\cos\beta\Rightarrow\frac{۳}{۳\sqrt{۵}}=\frac{F_{۲۳}}{F_۳}\Rightarrow\frac{۳}{۳\sqrt{۵}}=\frac{۲۰}{F_۳}\Rightarrow F_۳=۲۰\sqrt{۵}N$$

تذکر مثل اینکه دانستن ریاضی و مثلثات در حل مسائل فیزیکی کاربرد زیادی دارد، پس آن‌ها را یاد بگیرید.

نمای ۱۲

C ۱ ۱۰

خط فکری چهار ذره باردار روی محیط دایره است و فاصلهٔ آن‌ها از هم یکسان است و نیروی خالص از طرف آن‌ها بر بار q در امتداد محور xهاست. بنابراین مانند این است که چهار ذره روی رئوس یک مربع باشند و q در مرکز آن مربع تک تک نیروها را حساب کنید و مؤلفه‌های آن‌ها را روی محورهای x و y طبق آنچه در فصل کار و انرژی پایه دهم یا ریاضیات پایه هشتم خوانده‌اید، به‌دست آورید.



فاصلهٔ بارها تا بار q یکسان است، این فاصله را با حرف a نمایش می‌دهیم.

۱ نیرویی که $q_۲$ بر $q_۱$ وارد می‌کند برابر است با:

$$F_۲ = k\frac{|q_۲||q_۱|}{r^۲} \Rightarrow F_۲ = k\frac{۲\times۱\times۱۰^{-۱۲}}{a^۲} = ۲\times۱۰^{-۱۲}\frac{k}{a^۲}$$

۲ برای پیدا کردن نیرویی که $q_۴$ بر q وارد می‌کند کافی است بگویید چون $q_۴$ دو برابر $q_۲$ است نیروی آن نیز دو برابر است.

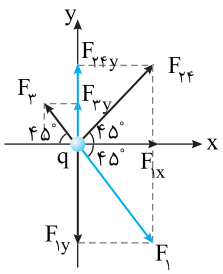
$$F_۴ = ۲F_۲ = ۴\times۱۰^{-۱۲}\frac{k}{a^۲}$$

۳ برایند $F_۲$ و $F_۴$ که هم‌جهت هستند خواهد شد:

$$F_{۲۴} = F_۲ + F_۴ \Rightarrow F_{۲۴} = ۶\times۱۰^{-۱۲}\frac{k}{a^۲}$$

۴ نیرویی که $q_۳$ بر q وارد می‌کند چون $q_۳$، ۱/۵ برابر $q_۲$ است خواهد شد:

$$F_۳ = ۱/۵F_۲ = ۳\times۱۰^{-۱۲}\frac{k}{a^۲}$$



برای آن که نیروی خالص تنها مؤلفهٔ x داشته باشد باید مؤلفه‌های y نیروها یکدیگر را خنثی کنند یعنی باید رابطهٔ زیر برقرار باشد.

$$F_{۲۴y} + F_{۳y} = F_{۱y} \qquad (۱)$$

با توجه به مثلثات:

$$\sin ۴۵^\circ = \frac{F_{۲۴y}}{F_{۲۴}} \Rightarrow F_{۲۴y} = F_{۲۴}\sin ۴۵^\circ$$

$$\sin ۴۵^\circ = \frac{F_{۳y}}{F_۳} \Rightarrow F_{۳y} = F_۳\sin ۴۵^\circ$$

$$\sin ۴۵^\circ = \frac{F_{۱y}}{F_۱} \Rightarrow F_{۱y} = F_۱\sin ۴۵^\circ$$

در رابطهٔ (۱) جای‌گذاری کنید تا ببینید $\sin ۴۵^\circ$ از دو طرف حذف می‌شود.

$$F_{۲۴}\sin ۴۵^\circ + F_۳\sin ۴۵^\circ = F_۱\sin ۴۵^\circ \Rightarrow F_{۲۴} + F_۳ = F_۱ \qquad (۲)$$

نیروهای به‌دست آمده را در رابطه (۲) قرار می‌دهیم.

$$۶\times۱۰^{-۱۲}\frac{k}{a^۲} + ۳\times۱۰^{-۱۲}\frac{k}{a^۲} = k\frac{q_۱\times۱\times۱۰^{-۶}}{a^۲}$$

$$\Rightarrow (۶+۳)\times۱۰^{-۶} = q_۱ \Rightarrow q_۱ = ۹\mu C$$

خوب خوشحالیم حل تموم شد.

نمای ۱۱ و ۱۲

آزمونک (پنجرهٔ ۳ و ۴)

A ۴ ۱

یادآوری تعیین افزایش - کاهش:

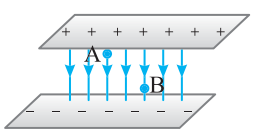
۱ میدان الکتریکی ← هرچه تراکم خطوط بیشتر باشد، میدان الکتریکی افزایش می‌یابد و بالعکس

۲ انرژی پتانسیل الکتریکی ← اگر حرکت خود به خودی باشد (مثلاً حرکت بار منفی به سمت صفحهٔ مثبت انرژی پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد و بالعکس.

۳ کار میدان الکتریکی ← اگر حرکت خود به خودی باشد (مثلا حرکت بار منفی به سمت صفحهٔ مثبت) کار میدان الکتریکی مثبت است و بالعکس.

۴ پتانسیل الکتریکی ← اگر در جهت خطوط میدان حرکت کنیم، پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد و بالعکس

توجه کنید که افزایش یا کاهش پتانسیل الکتریکی و میدان الکتریکی به نوع ذره (مثبت یا منفی بودن آن) بستگی ندارد.



بین دو صفحهٔ رسانا، میدان یکنواخت است و نیروی وارد بر بار در تمام نقاط یکسان است. $(F_A = F_B)$ هرگاه بار منفی در جهت خطوط میدان جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد.

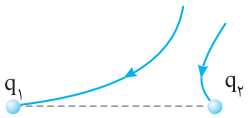
نمای ۲۲

B ۲ ۱

۱ خط میدان از $q_۱$ به $q_۲$ وصل نشده است، بنابراین دو بار هم‌نام هستند.

۲ خط میدان به بار $q_۱$ وارد شده است، در نتیجه بار $q_۱$ منفی است و هم‌چنین بار $q_۲$ نیز منفی است.

۳ فضای اطراف بار $q_۱$ با توجه به شکل بیشتر از بار $q_۲$ است، پس تعداد خطوط میدان بیشتری می‌تواند اطراف بار $q_۱$ قرار گیرد و میدان بار $q_۱$ بزرگ‌تر است، بنابراین:



$$|q_۱| > |q_۲| \Rightarrow \frac{|q_۱|}{|q_۲|} > ۱$$

نمای ۱۹

B ۳ ۱

خط فکری انرژی پتانسیل بار منفی $-۷\mu C$ از نقطهٔ A تا B کاهش یافته است. در این صورت باید $V_A < V_B$ باشد، زیرا بار منفی به‌طور خودبه‌خودی از پتانسیل کمتر به پتانسیل بیشتر می‌رود و انرژی پتانسیل آن کاهش می‌یابد.

با توجه به خط فکری بیان شده در بالا و تعریف اختلاف پتانسیل بین دو نقطه خواهیم داشت:

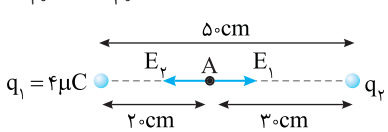
$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow V_B - V_A = \frac{-۲۱\times۱۰^{-۶}}{-۷\times۱۰^{-۶}} = ۳\,V \Rightarrow V_A - V_B = -۳\,V$$

نمای ۲۳

B ۴ ۱

میدان الکتریکی در نقطهٔ A بین دو بار صفر شده است. بنابراین باید میدان‌های $E_۱$ و $E_۲$ هم‌اندازه و در خلاف جهت هم باشند. بار $q_۱ = ۴\mu C$ مثبت و میدان آن در نقطهٔ A به سمت راست است، بنابراین میدان بار الکتریکی $q_۲$ باید در نقطهٔ A به سمت چپ یعنی به سمت خارج بار باشد، بنابراین بار $q_۲$ نیز مثبت است. میدان‌ها را برابر قرار می‌دهیم تا $q_۲$ را به دست بیاوریم.

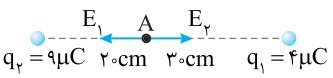
$$E_۱ = E_۲ \Rightarrow k\frac{۴\times۱۰^{-۶}}{۲۰^۲} = k\frac{q_۲}{۳۰^۲} \Rightarrow q_۲ = ۹\mu C$$



با جابه‌جا کردن بار q_1 و q_2 با هم، باید میدان الکتریکی دو بار را در حالت جدید حساب کرده و از هم کم کنیم تا میدان الکتریکی خالص را در نقطهٔ A به دست آوریم.

$$E_T = E_2 - E_1 = 9\times10^9\times\left(\frac{9\times10^{-6}}{4\times10^{-2}} - \frac{4\times10^{-6}}{9\times10^{-2}}\right) \Rightarrow E_T = 9\times10^5\times\left(\frac{81-16}{36}\right)$$

$$\Rightarrow E_T = 9\times10^5\times\left(\frac{65}{36}\right) \Rightarrow E_T = 16/25\times10^5\ N/C$$



نمای ۲۴ و ۲۷

۲ ۵ B

شکل مسئله و داده‌های آن شما را گول نزند. میدان الکتریکی درون رسانا صفر است، بنابراین بر این ذره نیرویی وارد نمی‌شود و ذره با همان تندی به وجه مقابل در جعبه رسانا خواهد رسید.

نمای ۲۷

۴ ۶ B

۱ قانون کولن را نوشته و مقدار هر بار را حساب می‌کنیم.

$$F = K\frac{|q_1||q_2|}{r^2} \xrightarrow[r=5\times10^{-2}m]{F=0/9N} 0/9 = 9\times10^9\times\frac{q^2}{25\times10^{-4}}$$

$$q^2 = 25\times10^{-14} \Rightarrow q = 5\times10^{-7}\mu C$$

۲ بر این بار در میدان الکتریکی ناشی از بار دیگر نیروی $0/9N$ وارد شده است، از این رو:

$$E = \frac{F}{q} \Rightarrow E = \frac{0/9}{5\times10^{-7}} \Rightarrow E = \frac{0/9\times10^7}{5} \Rightarrow E = 1/8\times10^6\ \frac{N}{C}$$

نمای ۱۴

۳ ۷ B

ابتدا محل سه بار را روی محور مختصات مشخص می‌کنیم و جهت میدان آن‌ها را مشخص می‌کنیم، سپس اندازهٔ هر بار را به کمک رابطه $E = k\frac{q}{r^2}$ در نقطهٔ M به‌دست می‌آوریم.

$$\vec{E}_A = 9\times10^9\times\frac{1\times10^{-6}}{4\times10^{-4}}\vec{i} = \frac{9}{4}\times10^7\vec{i},\ \vec{E}_B = -9\times10^9\times\frac{2\times10^{-6}}{4\times10^{-4}}\vec{i} = -\frac{9}{2}\times10^7\vec{i}$$

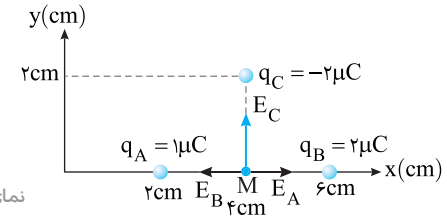
$$\vec{E}_C = 9\times10^9\times\frac{2\times10^{-6}}{4\times10^{-4}}\vec{j} = \frac{9}{2}\times10^7\vec{j}$$

میدان‌های $\vec{E}_A$ و $\vec{E}_B$ با توجه به شکل، در خلاف جهت هم هستند و برایند آن‌ها خواهد شد:

$$\vec{E}_{AB} = \vec{E}_A + \vec{E}_B = \frac{9}{4}\times10^7\vec{i} - \frac{9}{2}\times10^7\vec{i} = -\frac{9}{4}\times10^7\vec{i}$$

اکنون می‌توان بردار میدان الکتریکی را برحسب بردارهای $\vec{i}$ و $\vec{j}$ نوشت:

$$\vec{E} = \vec{E}_{AB}\vec{i} + \vec{E}_C\vec{j} = -\frac{9}{4}\times10^7\vec{i} + \frac{9}{2}\times10^7\vec{j}$$



نمای ۱۷

۲ ۸ B

خط فکری در حل این مسائل حتماً باید راجع به نیروها فکر کنید، بر ذره دو نیرو وارد می‌شود، یکی نیروی وزن رو به پایین و دیگری نیروی الکتریکی که میدان بر ذره باردار وارد می‌کند که این نیرو باید رو به بالا و هم‌اندازهٔ نیروی وزن باشد، تا مانع انحراف ذره رو به پایین شود و ذره به حرکت خود بدون انحراف ادامه دهد.

۱ نیروهای وارد بر ذره را رسم می‌کنیم.

۲ نیروی وزن و نیروی الکتریکی را برابر قرار می‌دهیم.

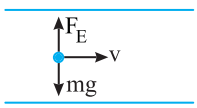
$$F_{net} = 0\ ,\ F_E = mg \xrightarrow{F_E = |q|E} |q|E = mg$$

$$\Rightarrow 4\times10^{-6}\times E = 4\times10^{-3}\times10 \Rightarrow E = 10^4\ N/C$$

۳ میدان الکتریکی بر بار منفی نیرویی خلاف جهت میدان وارد می‌کند و چون نیروی الکتریکی وارد بر بار $-4\mu C$ رو به بالاست، جهت میدان الکتریکی رو به پایین است.

۴ اختلاف پتانسیل بین دو نقطه در میدان یکنواخت برابر با:

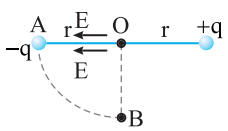
$$|\Delta V| = Ed \Rightarrow |\Delta V| = 10^4\times0/1 \Rightarrow |\Delta V| = 10^3\ V$$



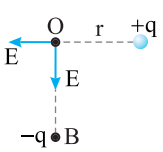
نمای ۲۱

۳ ۹ B

میدان الکتریکی بار q در فاصلهٔ r را E می‌نامیم، چون بارهای $+q$ و $-q$ هم‌اندازه‌اند و در فاصلهٔ یکسان r از نقطهٔ O قرار می‌گیرند میدان آن‌ها برابر E است. میدان الکتریکی بیشینه وقتی است که میدان دو بار هم‌جهت باشند و با هم جمع شوند در این صورت بار $-q$ باید در نقطهٔ A باشد و اندازهٔ میدان برایند خواهد شد: $E_{max} = E + E = 2E$



اگر بار $-q$ در نقطهٔ B باشد میدان الکتریکی کمینه خواهد شد. دو میدان بر هم عمود می‌شوند و بردار میدان بنا به رابطهٔ فیثاغورس خواهد شد:

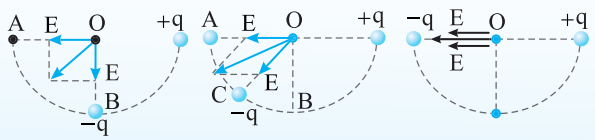


$$E_{min} = \sqrt{E^2 + E^2} = \sqrt{2}E$$

بنابراین خواهیم داشت:

$$\frac{E_{max}}{E_{min}} = \frac{2E}{\sqrt{2}E} = \sqrt{2}$$

یادداشت ریاضی هر گاه زاویهٔ بین دو بردار افزایش یابد، برایند دو بردار کاهش می‌یابد. به شکل‌های زیر نگاه کنید:



اگر بار $-q$ به جای نقطهٔ B در نقطهٔ C بود، اندازهٔ بردار برایند بزرگ‌تر بود، بنابراین در B بردار برایند از بقیهٔ نقاط A تا B کوچک‌تر است.

نمای ۱۷

۳ ۱۰ B

به خط cc' دقت کنید. این خط بر خطوط میدان بین دو نقطه عمود است. پتانسیل الکتریکی تمام نقاط واقع بر خط عمود بر خطوط میدان با هم برابر است. بنابراین پتانسیل الکتریکی نقطهٔ c و c' با هم برابر است $V_c = V_{c'}$ از طرفی پتانسیل نقطهٔ a همان اختلاف پتانسیل بین نقطهٔ a و اتصال به زمین است.

در صورت مسئله $V_c - V_b = 5V$ بیان شده است به کمک رابطهٔ اختلاف پتانسیل بین دو نقطهٔ در میدان الکتریکی یکنواخت خواهیم داشت:

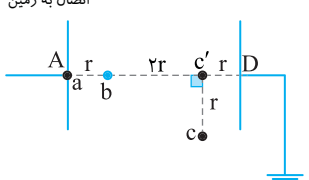
$$\Delta V = Ed \xrightarrow{\Delta V = 5V} 5 = E(2r) \Rightarrow E = \frac{5}{2r}$$

در تمام نقاط این میدان یکنواخت و ثابت است بنابراین اختلاف پتانسیل بین دو صفحهٔ فلزی خواهد شد.

$$|\Delta V_{AD}| = Ed \xrightarrow{d=4r} |\Delta V_{AD}| = \frac{5}{2r}\times4r = 10V$$

در صورت سؤال $V_c - V_b = 5V$ شده است پس پتانسیل نقطهٔ c بیشتر از پتانسیل نقطهٔ b است بنابراین باید پتانسیل صفحهٔ D نیز از پتانسیل صفحهٔ A بیشتر باشد، پس:

$$V_D - V_A = 10 \xrightarrow[\text{اتصال به زمین}]{V_D = 0} V_a = -10V$$



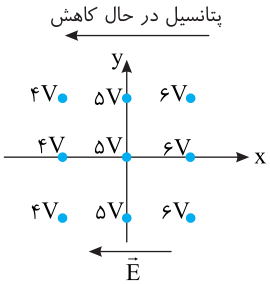
نمای ۲۶

آزمونک (پنجرهٔ ۴ و ۵)

B ۲ ۱

خط فکری می‌دانیم که با حرکت در جهت میدان الکتریکی، پتانسیل الکتریکی نقاط کاهش می‌یابد و اگر بین دو نقطه پتانسیل الکتریکی تغییری نکرد، خط وصل‌کننده آن دو نقطه بر میدان الکتریکی عمود است.

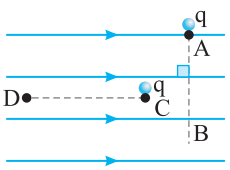
با توجه به مقدارهای پتانسیل الکتریکی بیان شده برای نقاط می‌فهمیم که میدان الکتریکی بر محور y عمود است، یعنی در راستای محور x است و از طرف دیگر هرچه به سمت چپ (خلاف محور xها) حرکت کردیم پتانسیل الکتریکی کاهش یافته پس جهت میدان الکتریکی نیز به سمت چپ است.



نمای ۲۳

B ۲ ۲

اگر بار عمود بر خطوط میدان الکتریکی حرکت کند، انرژی پتانسیل الکتریکی بار ثابت می‌ماند (مانند شکل، حرکت بار q روی مسیر AB). بنابراین الزاماً با حرکت بار در میدان الکتریکی انرژی پتانسیل الکتریکی بار تغییر نمی‌کند و گزاره (الف) نادرست است. همچنین با حرکت در راستای عمود بر خطوط میدان، پتانسیل الکتریکی ثابت می‌ماند و گزاره (پ) نیز نادرست است.



اگر بار $+q$ مطابق شکل در میدان الکتریکی یکنواخت از نقطهٔ C به نقطهٔ D برود با آنکه میدان ثابت است، انرژی پتانسیل الکتریکی بار $+q$ که در خلاف جهت میدان در حرکت است افزایش می‌یابد. بنابراین ممکن است که با ثابت بودن میدان الکتریکی، انرژی پتانسیل الکتریکی بار تغییر کند و گزاره (ب) درست است. نمای ۲۲ و ۲۳

B ۲ ۳

یادآوری کار نیروی میدان الکتریکی برابر منفی تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار است. $W_E=-\Delta U_E$

اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه برابر تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار بین آن دو نقطه است. $\Delta V=\frac{\Delta U}{q}$ که در این رابطه باید بار را با علامت قرار بدهیم.

کار نیروی میدان الکتریکی، برابر با منفی تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی است.

$$W_{E_{A\to B}}=-\Delta U_{E_{A\to B}} \xrightarrow{\Delta U_E=q\Delta V} W_{E_{A\to B}}=-q\Delta V$$

$$\Rightarrow W_{E_{A\to B}}=-q(V_B-V_A)\Rightarrow 5\times10^{-3}=-(-5\times10^{-3})(V_B-2)$$

$$\Rightarrow V_B=3V$$

نمای ۲۳

B ۲ ۴

در حالت اول ظرفیت خازن برابر است با: $C=\frac{Q}{V}$ (۱)

ظرفیت خازن مقدار ثابتی است و با تغییرات اختلاف پتانسیل، ظرفیت خازن تغییر نمی‌کند. با افزایش ولتاژ به اندازهٔ a، بار الکتریکی به اندازهٔ ۱/۲۵a میکروکولن افزایش می‌یابد و ظرفیت هم‌چنان C خواهد بود، بنابراین: $C=\frac{Q+1/25a}{V+a}$ (۲)

حال با توجه به تساوی معادلهٔ (۱) و (۲) داریم:

$$\frac{Q}{V}=\frac{Q+1/25a}{V+a}$$

$$\Rightarrow QV+aQ=QV+1/25aV\Rightarrow aQ=1/25aV\Rightarrow\frac{Q}{V}=1/25$$

می‌دانیم که $\frac{Q}{V}$ برابر ظرفیت خازن است. یعنی ظرفیت خازن برابر $C=1/25\mu F$ است.

نمای ۲۸

B ۳ ۵

ظرفیت خازن از رابطهٔ $C=\kappa\varepsilon_0\frac{A}{d}$ به‌دست می‌آید. ظرفیت خازن در حالت اول برابر است با:

$$C_1=\kappa\varepsilon_0\frac{A}{d_1}\xrightarrow[\text{بین صفحات خازن هواست}]{\kappa=1}$$

$$C_1=1\times9\times10^{-12}\times\frac{40\times10^{-4}}{5\times10^{-3}}\Rightarrow C_1=7/2\times10^{-12}F=7/2pF$$

ظرفیت خازن در حالت دوم خواهد شد:

$$C_2=\kappa\varepsilon_0\frac{A}{d_2}\xrightarrow{d_2=d_1-4=1mm}C_2=1\times9\times10^{-12}\times\frac{40\times10^{-4}}{1\times10^{-3}}$$

$$\Rightarrow C_2=36\times10^{-12}F=36pF$$

افزایش ظرفیت خازن را به‌دست می‌آوریم: $\Delta C=C_2-C_1=36-7/2=28/8pF$

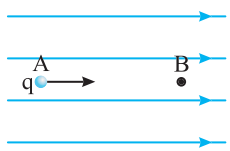
نمای ۲۹

A ۲ ۶

یادآوری ۱ در میدان الکتریکی یکنواخت، اختلاف پتانسیل بین دو نقطه برابر است با: $\Delta V=E.d$

یادآوری ۲ کار نیروی میدان الکتریکی برابر است با:

$$W_{E_{A\to B}}=F.d\cos\theta\xrightarrow{F=qE}W=qEd\cos\theta$$

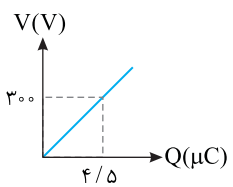


یادآوری ۳ تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی قرینهٔ کار میدان است.

با توجه به یادآوری‌های بالا کار میدان و انرژی پتانسیل الکتریکی به مقدار بار بستگی دارد، بنابراین کار میدان الکتریکی و انرژی پتانسیل الکتریکی با نصف شدن بار نصف شده و تغییر می‌کند اما ولتاژ بین دو نقطه ثابت می‌ماند و تنها گزارهٔ (ب) درست است.

نمای ۲۳ و ۲۶

B ۱ ۷



ابتدا با توجه به رابطهٔ $C=\frac{Q}{V}$ و نمودار داده شده، C را به‌دست می‌آوریم:

$$C=\frac{Q}{V}=\frac{4/5\times10^{-6}}{300}=1/5\times10^{-8}F$$

حال با استفاده از رابطهٔ $U=\frac{1}{2}CV^2$ و اینکه بیشینه اختلاف پتانسیل قابل تحمل ۴۰۰۰V است، بیشینه انرژی ذخیره شده در خازن را به‌دست می‌آوریم.

$$U_{max}=\frac{1}{2}CV_{max}^2\Rightarrow U_{max}=\frac{1}{2}\times1/5\times10^{-8}\times(4000)^2$$

$$=\frac{1}{2}\times1/5\times10^{-8}\times16\times10^6=0/12J$$

نمای ۳۰ و ۳۱

C ۲ ۸

میدان الکتریکی یکنواخت است، به کمک رابطهٔ اختلاف پتانسیل الکتریکی در میدان الکتریکی یکنواخت فاصله AB را به‌دست می‌آوریم:

$$|E|=\frac{|\Delta V|}{d}\Rightarrow5000=\frac{|V_B-V_A|}{AB}\Rightarrow5000=\frac{200}{AB}$$

$$\Rightarrow AB=\frac{2}{50}=\frac{4}{100}=0/04m$$

حرکت گلوله با تندی ثابت انجام می‌شود و تغییر انرژی جنبشی آن صفر است، بنا به قضیهٔ کار و انرژی جنبشی باید مجموع کار نیروهای وارد بر جسم صفر شود.

$$W_t=\Delta K \xrightarrow[K_1=K_2 \text{ سرعت ثابت}]{W_g\neq 0 \text{ جسم در راستای قائم حرکت کرده}} W_E+W_g=0$$

$$\Rightarrow W_E=-W_g \xrightarrow{W_g<0 \text{ جسم به سمت بالا حرکت کرده}}$$

$$W_E=-(-mgd)\Rightarrow W_E=(10\times10^{-3})\times10\times(0/04)$$

$$\xrightarrow{W_E=|q|Ed} |q|\times5000\times0/04=10^{-1}\times0/04$$

از دو طرف معادله $0/04m$ را ساده می‌کنیم:

$$5000|q|=10^{-1}\Rightarrow|q|=\frac{10^{-1}}{5000}=\frac{10^{-1}}{5\times10^{+3}}=\frac{10^{-1}\times10^{-3}}{5}=\frac{1}{5}\times10^{-4}C$$

$$=0/2\times10^{-4}\times10^{6}\mu C\Rightarrow|q|=20\mu C$$

نمای ۲۴

B ۳ ۹

خط فکری قرار است که ذره به صفحهٔ B برخورد نکند یعنی قبل از رسیدن به صفحهٔ B در اثر نیروی میدان الکتریکی متوقف شود در این حالت کار نیروی میدان الکتریکی برابر تغییر انرژی جنبشی جسم است. شما باید کار نیروی میدان را بیابید سپس تغییر انرژی پتانسیل بار را حساب کنید $(W_E=-\Delta U_E)$ و سرانجام اختلاف پتانسیل را از رابطهٔ $\Delta V=\Delta U/q$ به‌دست آورید.

۱ بنابه قضیهٔ کار و انرژی جنبشی کار نیروی میدان خواهد شد:

$$W=\Delta K\Rightarrow W_E=K_2-K_1=0-\frac{1}{2}mv^2 \xrightarrow{m=10^{-6}kg,\ v=20m/s}$$

$$W_E=-\frac{1}{2}\times10^{-6}\times(20)^2\Rightarrow W_E=-2\times10^{-4}J$$

۲ تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار برابر است با:

$$\Delta U_E=-W_E\Rightarrow\Delta U_E=2\times10^{-4}J$$

۳ اختلاف پتانسیل بین نقطهٔ M و صفحهٔ B خواهد شد:

$$\Delta V=\frac{\Delta U}{q}\Rightarrow\Delta V=\frac{2\times10^{-4}}{4\times10^{-6}}\Rightarrow\Delta V=50V$$

۴ نقطهٔ M وسط دو صفحه است و اختلاف پتانسیل بین آن و یکی از صفحه‌ها $50V$ است، بنابراین اختلاف پتانسیل بین دو صفحه برابر $2\times50=100V$ خواهد شد.

نمای ۲۴

B ۲ ۱۰

با قرار دادن دی‌الکتریک بین صفحات خازن ظرفیت خازن افزایش می‌یابد.

بدون دی‌الکتریک $C_0=\varepsilon_0\frac{A}{d}$

با دی‌الکتریک $C=\kappa\varepsilon_0\frac{A}{d}$

$$\Rightarrow\frac{C}{C_0}=\kappa\Rightarrow C=\kappa C_0$$

وقتی که خازن به باتری متصل است، اختلاف پتانسیل دو سر آن ثابت می‌ماند بنابراین در مورد انرژی ذخیره می‌توان نوشت:

قبل از ورود دی‌الکتریک $U_0=\frac{1}{2}C_0V^2$

بعد از ورود دی‌الکتریک $U_1=\frac{1}{2}CV^2$

$$\Rightarrow\frac{U_1}{U_0}=\frac{C}{C_0}\Rightarrow U_1=\kappa U_0 \quad (1)$$

وقتی کلید S را باز می‌کنیم، بار روی صفحات خازن ثابت می‌ماند و وقتی دی‌الکتریک را بین صفحات خازن قرار می‌دهیم، انرژی خازن خواهد شد:

بدون دی‌الکتریک $U_0=\frac{Q^2}{2C_0}$

با دی‌الکتریک $U_2=\frac{Q^2}{2C}$

$$\Rightarrow\frac{U_2}{U_0}=\frac{C_0}{C}\xrightarrow{C=\kappa C_0}U_2=\frac{1}{\kappa}U_0 \quad (2)$$

در صورت مسئله U_1 و U_2 به‌ترتیب $2700\mu J$ و $300\mu J$ بیان شده، دو رابطهٔ (۱) و (۲) را بر هم تقسیم می‌کنیم تا U_0 حذف شود و انرژی‌های داده شده را در آن قرار می‌دهیم.

$$\frac{U_2}{U_1}=\frac{\frac{1}{\kappa}U_0}{\kappa U_0}\Rightarrow\frac{U_2}{U_1}=\frac{1}{\kappa^2}\Rightarrow\frac{300}{2700}=\frac{1}{\kappa^2}\Rightarrow\kappa=3$$

نمای ۳۲

پنجرهٔ تودرتو (آزمون فصل)

B ۴ ۱

با توجه به رابطهٔ میدان الکتریکی بار نقطه‌ای $E=kq/r^2$، میدان حاصل از بار با مربع فاصله نسبت وارون دارد. $\frac{E_2}{E_1}=(\frac{r_1}{r_2})^2$ (I)

در صورت سؤال بیان شده که در فاصلهٔ r_2 میدان ۹۶٪ افزایش یافته است یعنی:

$E_2=E_1+۰/۹۶E_1 \Rightarrow E_2=۱/۹۶E_1$

بنابراین با استفاده از رابطه (I) می‌توان نوشت:

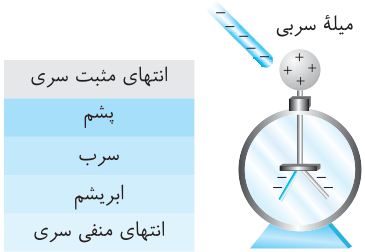
$\frac{E_2}{E_1}=(\frac{r_1}{r_2})^2 \xrightarrow[E_2=۱/۹۶E_1]{r_1=۲۱cm} ۱/۹۶=(\frac{۲۱}{r_2})^2$

از دو طرف رابطه جذر می‌گیریم. $۱/۴=\frac{۲۱}{r_2} \Rightarrow r_2=\frac{۲۱}{۱/۴} \Rightarrow r_2=۱۵cm$

بنابراین باید $۲۱-۱۵=۶cm$ به بار نزدیک شد. نمای ۱۴

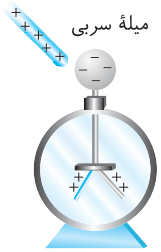
B ۳ ۲

یادآوری در جدول سری الکتریستهٔ مالشی هر چه به سمت پایین برویم الکترون‌خواهی بیشتر می‌شود.



حالت اول: وقتی سرب را با پشم مالش می‌دهیم، سرب که پایین‌تر از پشم است دارای بار منفی می‌شود و هنگام نزدیک کردن میلهٔ سربی با بار منفی، در کلاهک الکتروسکوپ **بار مثبت** و در ورقه‌های آن بار منفی القا می‌شود.

حالت دوم: وقتی سرب را با ابریشم مالش می‌دهیم، سرب به ابریشم الکترون می‌دهد و خود دارای بار مثبت می‌شود و وقتی میله سربی با بار مثبت به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک شود کلاهک دارای بار منفی و ورقه‌ها دارای **بار مثبت** القایی می‌شوند.



نمای ۶

B ۲ ۳

۳۷/۵ درصد از بار بزرگ‌تر برابر است با: $x=q_1\times\frac{۳۷/۵}{۱۰۰}=۱۲\times\frac{۳۷/۵}{۱۰۰}=۴/۵\mu C$

بار کره‌ها در حالت دوم برابر خواهد شد با:

$q'_1=q_1-x=۱۲-۴/۵=۷/۵\mu C \;,\; q'_2=q_2+x=۳+۴/۵=۷/۵\mu C$

حال نیرو را در هر دو حالت از قانون کولن به‌دست آورده و با هم برابر قرار می‌دهیم.

$F=k\frac{q_1q_2}{r^2}\begin{cases}F_1=k\times\frac{۳\times۱۲\times۱۰^{-۱۲}}{r^2}\\ F_2=k\times\frac{۷/۵\times۷/۵\times۱۰^{-۱۲}}{(r')^2}\end{cases}\Rightarrow F_1=F_2\Rightarrow$

$k\times\frac{۳۶\times۱۰^{-۱۲}}{r^2}=k\times\frac{(۷/۵)^2\times۱۰^{-۱۲}}{(r')^2}\Rightarrow r'^2=\frac{(۷/۵)^2}{۳۶}\times r^2$

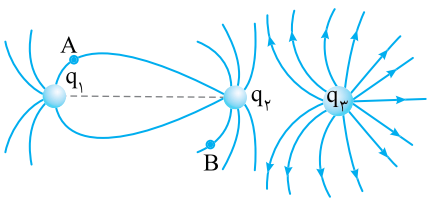
$\Rightarrow r'=\frac{۷/۵}{۶}\times r=۱/۲۵r$

نمای ۸

B ۴ ۴

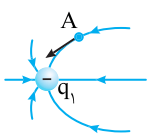
یادآوری هر چه تعداد خطوط در اطراف یک بار بیشتر و تراکم خطوط میدان بیشتر باشد، آن بار بزرگ‌تر است.

۱ با توجه به شکل تعداد خطوط خارج شده از بار q_3 و تراکم خطوط در نزدیکی آن از بقیه بارها بیشتر است بنابراین بار q_3 از دو بار دیگر بزرگ‌تر است و تعداد خطوط میدان بار q_1 از بقیه کمتر و بار q_1 از بقیه بارها کوچک‌تر است و گزینه (۱) درست است.

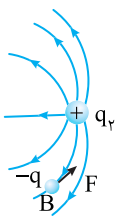


۲ خطوط میدان الکتریکی از بار مثبت خارج می‌شوند و خطوط میدان بار q_3 به سمت خارج بار است، بنابراین بار q_3 مثبت است. با توجه به آرایش خطوط میدان بین q_2 و q_3، این دو بار یکدیگر را می‌رانند بنابراین همنام هستند یعنی بار q_2 مثبت است و با توجه به آرایش خطوط میدان بین q_2 و q_1 که خطوط میدان به هر دو بار متصل است این دو بار ناهمنام بوده بنابراین بار q_1 منفی است و خطوط میدان به سمت q_1 است.

چنانچه بردار میدان را در نقطهٔ A مماس بر خط میدان رسم کنیم جهت آن به‌صورت ↙ است و گزینهٔ (۲) نیز درست است.



اگر بار $-q$ را در نقطهٔ B قرار دهیم با توجه به مثبت بودن بار q_2 جهت نیروی وارد بر بار $-q$ به‌صورت ↗ خواهد بود و گزینهٔ (۳) نیز درست است.



نمای ۱۹

B ۳ ۵

هنگام فروریزش میدان الکتریکی قوی اعمال شده به صفحات خازن سبب می‌گردد که در دی‌الکتریک، مسیرهای رسانشی ایجاد شده که این مسیرها نقش‌های لیچنبرگ را ایجاد می‌کنند بنابراین گزاره‌های (الف) و (ت) درست است.

دی‌الکتریک همان‌گونه که از نامش پیداست عایق الکتریکی است و بین صفحات خازن رسانا قرار نمی‌دهند و گزاره (ب) نادرست است.

هنگام فروریزش اغلب خازن‌ها می‌سوزند و سوختن خازن همواره رخ نمی‌دهد. بنابراین گزاره (پ) نادرست است.

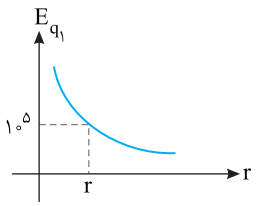
نمای ۳۰

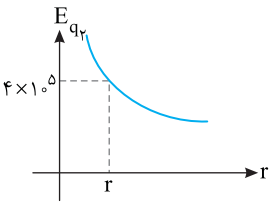
A ۴ ۶

ابتدا با توجه به نمودار داده شده و رابطهٔ $E=k\frac{q}{r^2}$ نسبت دو بار q_1 و q_2 را به‌دست می‌آوریم:

$\begin{cases}\xrightarrow{\text{برای بار } q_1} E_1=k\frac{q_1}{r^2}\Rightarrow ۱۰^5=k\frac{q_1}{r^2}\\ \xrightarrow{\text{برای بار } q_2} E_2=k\frac{q_2}{r^2}\Rightarrow ۴\times۱۰^5=k\frac{q_2}{r^2}\end{cases}$

$\xrightarrow[\text{بر هم تقسیم می‌کنیم}]{\text{دو طرف معادله را}} \frac{۱۰^5}{۴\times۱۰^5}=\frac{k\frac{q_1}{r^2}}{k\frac{q_2}{r^2}}\Rightarrow\frac{۱}{۴}=\frac{q_1}{q_2}$



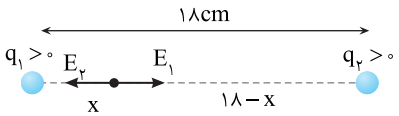


فاصلهٔ دو بار از هم $18cm$ بوده و چون هر دو بار مثبت هستند، پس در نقطه‌ای بین دو بار و نزدیک به بار کوچک‌تر (q_1) میدان خالص صفر می‌شود.

$$E_1=E_2\Rightarrow k\frac{q_1}{x^2}=k\frac{q_2}{(18-x)^2}\Rightarrow\frac{q_1}{q_2}=\frac{x^2}{(18-x)^2}\xrightarrow{\frac{q_1}{q_2}=\frac{1}{4}}\frac{1}{4}=\frac{x^2}{(18-x)^2}$$

از دو طرف معادله جذر می‌گیریم:

$$\sqrt{\frac{1}{4}}=\sqrt{\frac{x^2}{(18-x)^2}}\Rightarrow\frac{1}{2}=\frac{x}{18-x}\Rightarrow18-x=2x\Rightarrow3x=18\Rightarrow x=6cm$$

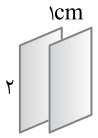


عجله نکنید، مسئله فاصلهٔ نقطه تا بار بزرگ‌تر را می‌خواهد یعنی $18-6=12cm$ جواب است.

نمای ۱۶

B ۱ ۷

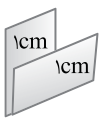
خط فکری در رابطه $C=\kappa\varepsilon_0\frac{A}{d}$، A مساحت سطح مشترک بین دو صفحهٔ خازن است و با چرخاندن صفحه با توجه به ابعاد صفحات مساحت قسمت مشترک آن تغییر می‌کند، از طرفی خازن از باتری جدا شده و بار روی صفحات آن ثابت است. بنابراین باید شما بررسی کنید که با چرخاندن 90° یکی از صفحات مساحت سطح مشترک صفحات چه تغییری می‌کند.



شکل (۱)

به شکل (۱) دقت کنید.

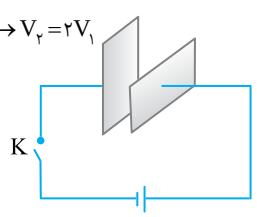
مساحت سطح مشترک $2\times1=2cm^2$ است اگر یکی از صفحات را 90° حول محور گذرنده از مرکز صفحه بچرخانیم مساحت سطح مشترک $1\times1=1cm^2$ می‌شود. یعنی با چرخاندن 90° یکی از صفحه‌ها، قسمت مشترک دو صفحه که روبه‌روی هم قرار می‌گیرند نصف خواهد شد. در نتیجه:



شکل (۲)

$$\begin{cases}A_1=2\times1=2cm^2\\A_2=1\times1=1cm^2\end{cases}\Rightarrow A_2=\frac{A_1}{2}\xrightarrow{C=\kappa\varepsilon_0\frac{A}{d}}C_2=\frac{C_1}{2}$$

$$C=\frac{Q}{V}\xrightarrow[Q=\text{ثابت}]{C_2=\frac{1}{2}C_1}V_2=2V_1$$



نمای ۳۲

A ۸ ۴

دو کره مشابه‌اند بنابراین پس از تماس با یکدیگر دارای بار یکسان می‌شوند.

$$q'_A=q'_B=\frac{q_A+q_B}{2}=\frac{-10^{-5}+10^{-4}}{2}=+4/5\times10^{-5}C$$

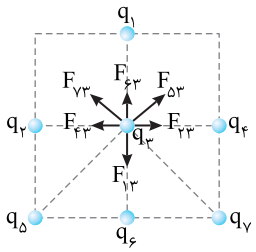
نیرویی که دو کره بر هم وارد می‌کنند $2/025N$ است بنابراین با توجه به قانون کولن می‌توان فاصله r را حساب کرد.

$$F=k\frac{q'_Aq'_B}{r^2}\Rightarrow2/025=9\times10^9\times\frac{4/5\times10^{-5}\times4/5\times10^{-5}}{r^2}\Rightarrow r=3m$$

نمای ۸

B ۹ ۲

بردار نیروهایی وارد بر بار q_3 که توسط هر بار را رسم می‌کنیم. بارهای q_1، q_2، q_4 و q_6 هم‌اندازه و در فاصلهٔ یکسان از بار q_3 قرار دارند. بنابراین اندازه نیروهای آن‌ها یکسان است. نیرویی که q_1 و q_6 بر q_3 وارد می‌کنند خلاف جهت هم است و یکدیگر را خنثی می‌کنند. هم‌چنین نیرویی که q_2 و q_4 بر q_3 وارد می‌کنند در خلاف جهت هم است و یکدیگر را خنثی می‌کنند، بنابراین تنها نیروهایی که دو بار q_5 و q_7 بر q_3 وارد می‌کنند باقی می‌ماند، این نیروها را به‌دست می‌آوریم. ابتدا فاصله بار q_5 و q_7 را از بار q_3 حساب می‌کنیم.

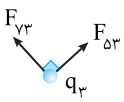


$$r=\sqrt{1^2+1^2}=\sqrt{2}cm$$

$$F=k\frac{|q_1||q_2|}{r^2}\Rightarrow F_{53}=F_{73}=9\times10^9\times\frac{300\times10^{-9}\times300\times10^{-9}}{(\sqrt{2}\times10^{-2})^2}$$

$$F=\frac{9\times9\times10^{-5}}{2\times10^{-4}}=4/05N$$

نیروی خالص وارد بر q_3 خواهد شد:



$$F_T=\sqrt{F_{53}^2+F_{73}^2}=4/05\sqrt{2}N$$

نمای ۱۱

B ۱۰ ۴

خط فکری به ذرهٔ باردار درون میدان الکتریکی نیرو وارد می‌شود که با توجه به قانون دوم نیوتون $(\vec{F}=m\vec{a})$ با داشتن نیرو و جرم ذره می‌توان شتاب حاصل از این نیرو را به‌دست آورد. ابتدا نیروی وارد بر ذره را به‌دست می‌آوریم. به ذرهٔ باردار درون میدان الکتریکی نیروی $\vec{F}=q\vec{E}$ وارد می‌شود.

$$\vec{F}=q\vec{E}\Rightarrow\vec{F}=-20\times10^{-6}(2000\vec{i}-1500\vec{j})\Rightarrow\vec{F}=-4\times10^{-2}\vec{i}+3\times10^{-2}\vec{j}$$

حال با استفاده از قانون دوم نیوتون بردار شتاب را به‌دست می‌آوریم:

$$\vec{F}=m\vec{a}\xrightarrow{m=2mg=2\times10^{-6}kg}-4\times10^{-2}\vec{i}+3\times10^{-2}\vec{j}=2\times10^{-6}\times\vec{a}$$

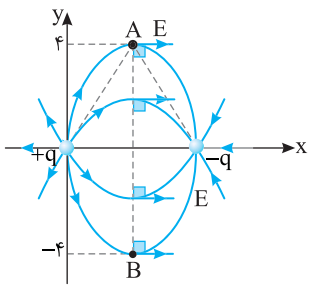
$$\Rightarrow\vec{a}=\frac{1}{2\times10^{-6}}(-4\times10^{-2}\vec{i}+3\times10^{-2}\vec{j})\Rightarrow\vec{a}=-2\times10^{+4}\vec{i}+1/5\times10^{4}\vec{j}$$

نمای ۲۰

B ۱۱ ۴

محل بار $+q$ و $-q$ را روی صفحهٔ $x-y$ مشخص می‌کنیم. محل نقطهٔ A و B دقیقاً روی خط عمود منصف دو بار است و با توجه به تقارن خطوط میدان دو قطبی الکتریکی، بار آزمون در تمام مسیر در امتداد عمود بر خطوط میدان جابه‌جا می‌شود و چون نیروی الکتریکی و جابه‌جایی در تمام مسیر بر هم عمودند $(\theta=90^\circ)$، کار میدان الکتریکی روی بار آزمون صفر است، بنابراین تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار آزمون صفر است.

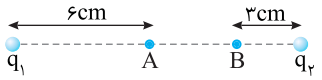
$$W_E=0\xrightarrow{\Delta U_E=-W_E}\Delta U_E=0$$



نمای ۲۵

بازی با سؤال دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1=8\mu C$ و $q_2=2\mu C$ در فاصلهٔ ۱۲cm از یکدیگر قرار گرفته‌اند. یک بار نقطه‌ای منفی را بین دو بار q_1 و q_2 مطابق شکل زیر، با سرعت ثابت از نقطهٔ A تا نقطهٔ B جابه‌جا می‌کنیم. در این جابه‌جایی انرژی پتانسیل الکتریکی بار چگونه تغییر می‌کند؟

۱) افزایش می‌یابد.
۲) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.
۳) کاهش می‌یابد.
۴) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

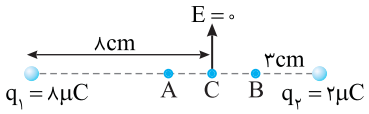


گزینهٔ ۲

پاسخ می‌دانیم که هر گاه بار منفی در جهت میدان الکتریکی حرکت کند، انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد و اگر در خلاف جهت میدان الکتریکی حرکت کند، انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد، بنابراین باید بررسی کنیم که در فاصلهٔ A تا B جهت میدان چگونه است.

ابتدا محلی را که میدان در آن صفر می‌شود، به‌دست می‌آوریم:

$$E_1=E_2\Rightarrow k\frac{q_1}{x^2}=k\frac{q_2}{(12-x)^2}\Rightarrow\frac{8}{x^2}=\frac{2}{(12-x)^2}\Rightarrow 24-2x=x\Rightarrow x=8cm$$



در فاصلهٔ ۸cm از بار q_1 میدان الکتریکی صفر است. بنابراین میدان در نقطهٔ C که بین نقاط A و B قرار دارد، صفر است. از A تا C میدان E_1 بزرگ‌تر است و جهت میدان برایند به سمت راست است و بار منفی از A تا C در جهت میدان حرکت است و بنابراین انرژی پتانسیل الکتریکی آن در حال افزایش است. از C تا B میدان E_2 بزرگ‌تر و برایند میدان به سمت چپ است و بار منفی در خلاف جهت میدان در حرکت بوده و انرژی پتانسیل آن در حال کاهش است.

۴ ۱۲ B

با توجه به رابطهٔ انرژی خازن برای دو حالت می‌توان نوشت:

$$U_1=\frac{1}{2}C_1V_1^2\Rightarrow U_1=\frac{1}{2}\times 2\times 10^{-6}V_1^2\Rightarrow U_1=10^{-6}V_1^2\quad(1)$$

با افزایش 1V به اختلاف پتانسیل دو سر خازن انرژی آن $5\times10^{-6}J$ افزایش یافته است.

از این‌رو: $U_2=U_1+5\times10^{-6}\Rightarrow U_1+5\times10^{-6}=\frac{1}{2}\times2\times10^{-6}(V_1+1)^2\quad(2)$

از رابطهٔ (۱) در رابطهٔ (۲) جای‌گذاری می‌کنیم.

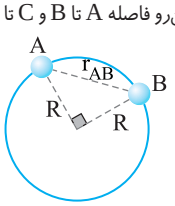
$$10^{-6}V_1^2+5\times10^{-6}=10^{-6}V_1^2+2\times10^{-6}V_1+10^{-6}$$

$$\Rightarrow 2\times10^{-6}V_1=4\times10^{-6}\Rightarrow V_1=2V$$

نمای ۳۱

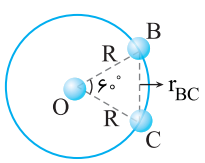
۲ ۱۳ B

خط فکری برای محاسبهٔ اندازهٔ نیروی الکتریکی از قانون کولن $F=k\frac{|q_1||q_2|}{r^2}$ استفاده می‌کنیم که باید فاصلهٔ دو بار (r) را داشته باشیم. از این‌رو فاصله A تا B و C تا B را حساب می‌کنیم.



$$r_{AB}=\sqrt{R^2+R^2}\Rightarrow r_{AB}=R\sqrt{2}$$

مثلث BOC متساوی‌الاضلاع است $\Rightarrow r_{BC}=R$



نیروی بین بار q_A و q_B و نیروی بین بار q_B و q_C را حساب می‌کنیم.

$$F_{AB}=k\frac{|q_A||q_B|}{(R\sqrt{2})^2}=k\frac{|q_A||q_B|}{2R^2}=8N$$

$$F_{BC}=k\frac{|q_C||q_B|}{R^2}=10N$$

$$\frac{F_{AB}}{F_{BC}}=\frac{8}{10}\Rightarrow\frac{k\frac{|q_A||q_B|}{2R^2}}{k\frac{|q_C||q_B|}{R^2}}=\frac{4}{5}\xrightarrow[\text{سمت راست تساوی ساده می‌کنیم}]{k,R^2\text{ و }|q_B|\text{ را از صورت و مخرج کسر}}$$

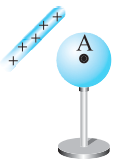
$$\frac{\frac{|q_A|}{2}}{\frac{|q_C|}{1}}=\frac{4}{5}\xrightarrow[\text{نزدیک در نزدیک انجام می‌دهیم}]{\text{در سمت راست تساوی دور در دور،}}\frac{|q_A|}{2|q_C|}=\frac{4}{5}\Rightarrow\frac{|q_A|}{|q_C|}=\frac{8}{5}$$

نمای ۷

۳ ۱۴ B

یادآوری وقتی یک رسانای خنثی در یک میدان الکتریکی خارجی قرار می‌گیرد در مدت زمان کوتاهی (از مرتبه $10^{-9}s$) الکترون‌های آزاد تحت تأثیر میدان الکتریکی خارجی، به‌طوری روی سطح خارجی توزیع می‌شوند (القا می‌شوند) که میدان الکتریکی ناشی از آن‌ها اثر میدان الکتریکی خارجی را درون رسانا خنثی کند و به این ترتیب میدان الکتریکی خالص درون رسانا صفر شود.

میدان الکتریکی خارجی در نقطه A:



با توجه به صورت مسئله میدان ناشی از میلهٔ باردار در نقطهٔ A برابر $\vec{E}$ است اما میله باعث ایجاد بار القایی در رسانا می‌شود به گونه‌ای که این بارهای القایی با ایجاد یک میدان الکتریکی باید میدان الکتریکی $\vec{E}$ را خنثی کنند تا میدان درون کرهٔ رسانا صفر شود بنابراین میدان حاصل از بارهای القایی برابر $-\vec{E}$ خواهد بود.

نمای ۲۷

۳ ۱۵ B

خط فکری ۱ بنا به تعریف اختلاف پتانسیل خواهیم داشت:

$$V_P-V_A=\frac{U_P-U_A}{q}\quad(1)$$

۲ رابطهٔ اختلاف پتانسیل در میدان الکتریکی یکنواخت برابر است با

$$|\Delta V_{PA}|=Ed\quad(2)$$

۳ خط PP′ بر خطوط میدان عمود است و تمام نقاط واقع بر خط PP′ دارای پتانسیل یکسان هستند یعنی $V_P=V_{P'}$، بنابراین:

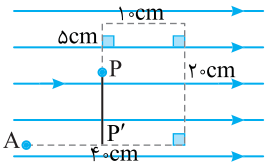
$$V_P-V_A=V_{P'}-V_A\quad(3)$$

با توجه به رابطه (۲) و (۳) اختلاف پتانسیل بین P و A را به‌دست می‌آوریم.

$$|\Delta V_{PA}|=|\Delta V_{P'A}|=E(P'A)\xrightarrow[P'A=40-10=30cm]{E=5\times10^6\,N/C}$$

$$|\Delta V_{PA}|=5\times10^6\times0/3\Rightarrow|\Delta V_{PA}|=1/5\times10^6\,V$$

اکنون تغییر انرژی پتانسیل بار را از A تا P به‌دست می‌آوریم. با توجه به رابطهٔ (۱):



$$|\Delta V_{PA}|=\frac{\Delta U}{q}\Rightarrow\Delta U=q|\Delta V_{PA}|$$

$$\xrightarrow{q=+4\mu C}\Delta U=4\times10^{-6}\times1/5\times10^6=6J$$

نمای ۲۲

۲ ۱۶ A

انرژی ذخیره شده در این دستگاه برابر است با:

$$U=\frac{1}{2}CV^2\xrightarrow{C=9\mu F,V=6\times10^3\,V}U=\frac{1}{2}\times9\times10^{-6}\times36\times10^6=162J$$

توان متوسط یعنی آهنگ مصرف انرژی تخلیه شده در بدن بیمار خواهد شد:

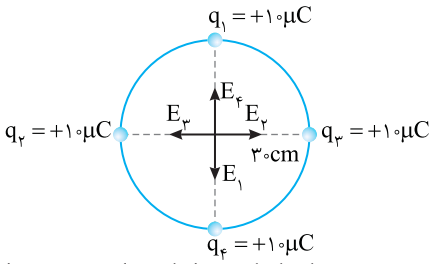
$$P=\frac{U}{t}=\frac{162}{2\times10^{-3}}=81\times10^3\,W=81kW$$

نمای ۳۱

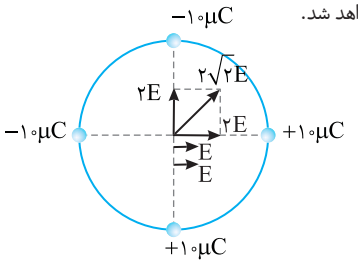
۱۷ B **۳**

خط فکری علامت بارها مشخص نیست بنابراین این شما هستید که باید بررسی کنید علامت بارها چگونه باشد تا نیرو بیشینه و یا کمینه شود.

فاصله چهار بار از هم یکسان است و بردار میدان همواره روی امتداد خطی است که نقطهٔ مورد نظر را به بار وصل می‌کند. اگر هر چهار بار همنام باشند، مثلاً همه مثبت باشند مطابق شکل زیر میدان‌های یکدیگر را خنثی می‌کنند و حداقل میدان صفر است.



اما اگر دو بار روبه‌روی به هم ناهمنام باشد، بردارهای میدان به‌صورت زیر است و میدان برایند بیشینه خواهد شد.



$$E_{max}=\sqrt{(۲E)^۲+(۲E)^۲}\Rightarrow E_{max}=۲\sqrt{۲}E \xrightarrow{E=kq/r^۲}$$

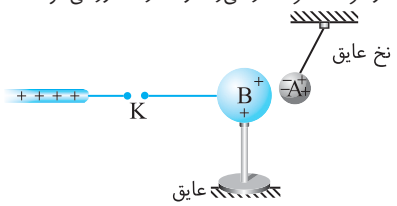
$$E_{max}=۲\sqrt{۲}\times۹\times۱۰^۹\times\frac{۱۰\times۱۰^{-۶}}{۹\times۱۰^{-۲}}\Rightarrow E_{max}=۲\sqrt{۲}\times۱۰^۶\,N/C$$

بنابراین E_{max} به اندازه $۲\sqrt{۲}\times۱۰^۶\,N/C$ از $E_{min}=۰$ بیشتر است. نمای ۱۱

۱۸ B **۴**

میلهٔ باردار رساناست، کره B نیز فلزی است بنابراین با بستن کلید K کره B دارای بار مثبت می‌شود یعنی مقداری از بار مثبت میله به دلیل تماس به B منتقل می‌شود که سبب القای بار در کره A شده و کره A به سوی کرهٔ B منحرف می‌شود.

البته اگر A با B تماس یابد، A نیز مقداری از بار مثبت را دریافت کرده و دارای بار همنام با B شده و کره B، کره A را می‌راند و A از B دور می‌شود.



نمای ۵

۱۹ C **۱**

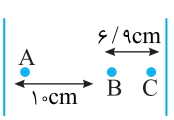
پروتون تحت تأثیر نیروی میدان الکتریکی از A به سوی C می‌رود و کار نیروی میدان وارد بر آن برابر $W_E=|q|Ed$ است و بنا به قضیه کار و انرژی جنبشی، کار نیروی میدان برابر تغییر انرژی جنبشی جسم است بنابراین در مسیر AB و مسیر AC قضیه کار و انرژی جنبشی را می‌نویسیم.

$$W_{E_{A\to B}}=\Delta K\Rightarrow |q|E(AB)=\frac{۱}{۲}mv_B^۲-۰$$

$$W_{E_{A\to C}}=\Delta K\Rightarrow |q|E(AC)=\frac{۱}{۲}mv_C^۲-۰$$

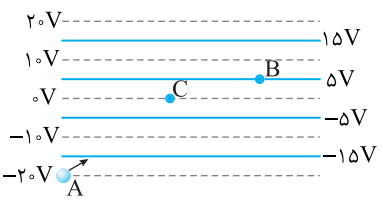
دو رابطه را بر هم تقسیم می‌کنیم.

$$\frac{|q|E(AC)}{|q|E(AB)}=\frac{\frac{۱}{۲}mv_C^۲}{\frac{۱}{۲}mv_B^۲}\Rightarrow\frac{v_C^۲}{v_B^۲}=\frac{AC}{AB}\Rightarrow\frac{v_C^۲}{v_B^۲}=\frac{۱۶/۹}{۱۰}\Rightarrow\frac{v_C}{v_B}=۱/۳$$



نمای ۲۴

بازی با سوال در شکل زیر پتانسیل الکتریکی نقاط مختلف یک میدان الکتریکی یکنواخت مشخص شده است. اگر ذره‌ای به جرم ۵g و بار ۲۵۰μC با سرعت ۲m/s از نقطه A وارد میدان شود و از نقاط B و C بگذرد، نسبت سرعت در نقطه C به سرعت در نقطه B برابر با کدام گزینه است؟



۱) $\sqrt{۲}$ ۲) $\frac{\sqrt{۳}}{۳}$ ۳) $\frac{۲\sqrt{۳}}{۳}$ ۴) $\sqrt{۱/۵}$

گزینهٔ ۳

پاسخ قانون پایستگی انرژی را برای دو نقطه C و B می‌نویسیم.

$$E_A=E_C\Rightarrow\Delta K_{AC}+\Delta U_{AC}=۰\Rightarrow\frac{۱}{۲}m(v_C^۲-v_A^۲)+q(V_C-V_A)=۰$$

$$\Rightarrow\frac{۱}{۲}\times۵\times۱۰^{-۳}\times(v_C^۲-۴)+۲۵۰\times۱۰^{-۶}\times(۰-(-۲۰))=۰$$

$$\Rightarrow\frac{۱}{۲}\times۵\times۱۰^{-۳}(۴-v_C^۲)=۲۵۰\times۱۰^{-۶}(۲۰)\Rightarrow v_C^۲=۲\Rightarrow v_C=\sqrt{۲}m/s$$

$$E_A=E_B\Rightarrow\Delta K_{AB}+\Delta U_{AB}=۰\Rightarrow\frac{۱}{۲}m(v_B^۲-v_A^۲)+q(V_B-V_A)=۰$$

$$\Rightarrow\frac{۱}{۲}\times۵\times۱۰^{-۳}(v_B^۲-۴)+۲۵۰\times۱۰^{-۶}(۵-(-۲۰))=۰$$

$$\Rightarrow\frac{۱}{۲}\times۵\times۱۰^{-۳}(۴-v_B^۲)=۲۵۰\times۱۰^{-۶}\times۲۵\Rightarrow۴-v_B^۲=۲/۵\Rightarrow v_B=\sqrt{۱/۵}$$

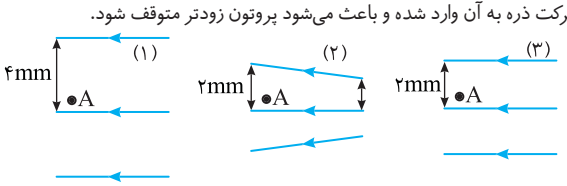
بنابراین نسبت سرعت بار در نقطه‌های C و B برابر است با:

$$\frac{v_C}{v_B}=\frac{\sqrt{۲}}{\sqrt{۱/۵}}=\sqrt{\frac{۲}{۱/۵}}=\sqrt{\frac{۲۰}{۱۵}}=\sqrt{\frac{۴}{۳}}=\frac{۲\sqrt{۳}}{۳}$$

۲۰ B **۲**

خط فکری پروتون دارای بار مثبت است و در نقطهٔ A به سمت راست یعنی در خلاف جهت میدان پرتاب شده و میدان به آن نیرویی به سمت چپ وارد می‌کند که باعث کاهش سرعت پروتون می‌شود. هر چه این نیرو قوی‌تر باشد، پروتون سریع‌تر متوقف می‌شود بنابراین باید مشخص کرد در کدام شکل نیروی وارد بر پروتون قوی‌تر است. یعنی باید مشخص کنیم که میدان الکتریکی در کدام شکل قوی‌تر است.

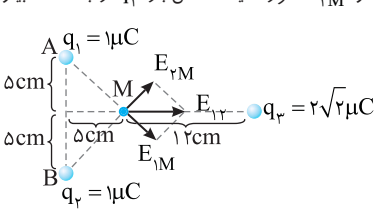
با توجه به میدان‌ها، تراکم خطوط میدان در میدان شماره (۲) بیشتر است پس میدان قوی‌تر است و از آن‌جایی که $F=qE$ است پس نیروی بزرگ‌تری در خلاف جهت حرکت ذره به آن وارد شده و باعث می‌شود پروتون زودتر متوقف شود.



نمای ۲۴

۲۱ C **۳**

خط فکری می‌خواهیم میدان در نقطهٔ M صفر شود یعنی برایند $E_{۱M}$ و $E_{۲M}$ با میدان $E_{۳M}$ هم‌اندازه شود از این‌رو باید میدان $q_۱$ و $q_۲$ در نقطهٔ M را حساب کنید و برایند آن‌ها را به‌دست بیاورید، سپس میدان بار $q_۳$ در نقطهٔ M را برابر برایند میدان‌های $E_{۱M}$ و $E_{۲M}$ قرار دهید تا محل بار $q_۳$ را به دست بیاورید.



۱ فاصلهٔ بارهای q_1 و q_2 تا نقطهٔ M را حساب می‌کنیم.

$$AM=BM=\sqrt{۵^۲+۵^۲}=۵\sqrt{۲}cm$$

۲ بارهای q_1 و q_2 هم‌اندازه و فاصلهٔ آن‌ها از نقطهٔ M برابر است بنابراین اندازهٔ میدان E_{1M} با E_{2M} برابر است.

$$E=k\frac{|q|}{r^۲}\Rightarrow E_{1M}=E_{2M}=۹\times۱۰^۹\frac{۱۰^{-۶}}{۵۰\times۱۰^{-۴}}\Rightarrow E_{1M}=E_{2M}=۱۸\times۱۰^۵N/C$$

۳ برایند E_{1M} و E_{2M} را به‌دست می‌آوریم.

$$E_{12}=\sqrt{E_{1M}^۲+E_{2M}^۲}=\sqrt{۲}E_{1M}\Rightarrow E_{12}=۱۸\sqrt{۲}\times۱۰^۵N/C$$

به دلیلی برابری E_{1M} و E_{2M} نیروی E_{12} روی نیمساز و افقی است.

۴ میدان q_3 در نقطهٔ M را برابر $۱۸\sqrt{۲}\times۱۰^{+۵}$ قرار می‌دهیم:

$$E_{3M}=k\frac{|q_3|}{r^۲}\Rightarrow ۱۸\sqrt{۲}\times۱۰^۵=۹\times۱۰^۹\times\frac{۲\sqrt{۲}\times۱۰^{-۶}}{r^۲}\Rightarrow$$

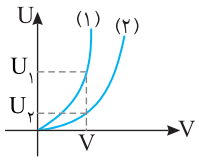
$$r^۲=۱۰^{-۲}\Rightarrow r=۰/۱m=۱۰cm$$

باید بار q_3 را به اندازه $۱۲-۱۰=۲cm$ به سمت چپ ببریم. نمای ۱۷

B ۲ ۲۲

به نمودار نگاه کنید در ولتاژ یکسان V انرژی خازن C_1 از انرژی خازن C_2 بیشتر شده است بنابراین با توجه به رابطهٔ $U=\frac{۱}{۲}CV^۲$ باید ظرفیت خازن C_1 از ظرفیت خازن C_2 بیشتر باشد. $(C_1>C_2)$

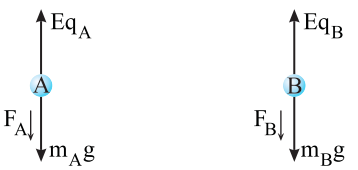
اگر بار صفحات خازن یکسان شود با توجه به رابطهٔ $U=\frac{Q^۲}{۲C}$ چون $C_1>C_2$ است $U_1<U_2$ خواهد شد.



نمای ۳۱

A ۲ ۲۳

بر هر گوی، سه نیروی وزن، نیروی الکتریکی و نیروی ریسمان وارد می‌شود. نیروها را رسم می‌کنیم.



$$F_A=Eq_A-m_Ag \qquad F_B=Eq_B-m_Bg$$

با توجه به صورت سؤال $m_A=m_B$ و $|q_A|=|q_B|$ است بنابراین $F_A=F_B$ می‌شود.

نمای ۲۱

B ۴ ۲۴

خط فکری علامت بار کرهٔ B پس از دریافت ۵×۱۰^{۱۳} الکترون تغییر نکرده است بنابراین بار اولیه کرهٔ B منفی بوده و با دریافت این مقدار الکترون بار آن ۱۲۵ درصد افزایش یافته است. یعنی مقدار افزایش بار q_B برابر اندازهٔ بار ۵×۱۰^{۱۳} الکترون است. اکنون که این مطلب را می‌دانید مسئله قابل حل است.

ابتدا مقدار بار ۵×۱۰^{۱۳} الکترون را حساب می‌کنیم.

$$q=-ne\Rightarrow q=-۵\times۱۰^{۱۳}\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\Rightarrow q=-۸\times۱۰^{-۶}C$$

با توجه به خط فکری:

$$q=\frac{۱۲۵}{۱۰۰}q_B\Rightarrow -۸\times۱۰^{-۶}=\frac{۵}{۴}q_B\Rightarrow q_B=-\frac{۳۲}{۵}\times۱۰^{-۶}=-۶/۴\mu C$$

نمای ٤

C ۲ ۲۵

یادآوری اگر بار ذره‌ای مثبت باشد و آن را درون میدان الکتریکی قرار دهیم، نیروی الکتریکی در جهت میدان الکتریکی به آن وارد می‌شود. در این سؤال چون q در جهت میدان الکتریکی منحرف شده پس $q>۰$ است.

خط فکری نیروهای وارد بر بار را مشخص می‌کنیم. سه نیرو بر آن وارد می‌شود.

۱ نیروی وزن $W=mg$

۲ نیروی الکتریکی $F_E=|q|E$

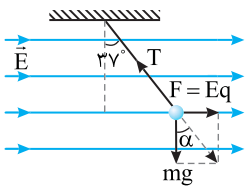
۳ نیروی ریسمان

این سه نیرو را روی شکل نمایش می‌دهیم. برایند این سه نیرو باید صفر باشد یعنی برایند دو نیروی F_E و W باید در امتداد نیروی ریسمان و در خلاف جهت آن باشد.

نیروها را رسم می‌کنیم. بنا به خطوط موازی و مورب، زاویهٔ α برابر ۳۷° خواهد شد، با نوشتن تانژانت زاویه α خواهیم داشت:

$$\tan ۳۷^\circ=\frac{Eq}{mg}\Rightarrow\frac{۳}{۴}=\frac{۲\times۱۰^۵\times q}{۸۰\times۱۰^{-۳}\times۱۰}\Rightarrow q=۳\times۱۰^{-۶}C=۳\mu C$$

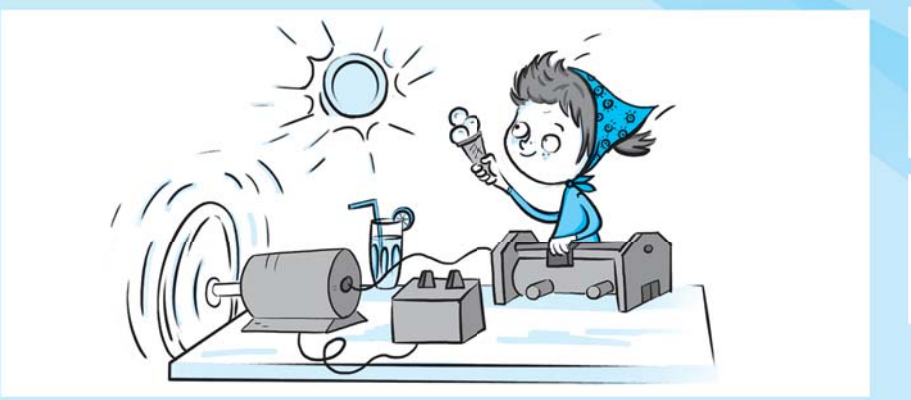
نمای ۲۱

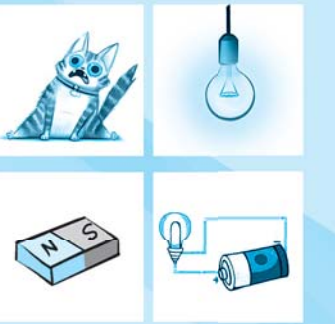


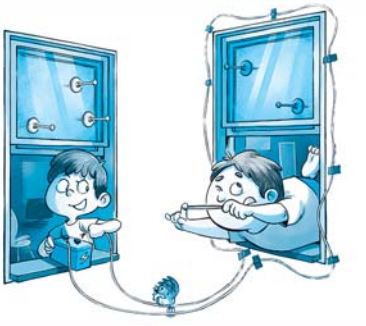
Windows 11

فصل ششم

جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم







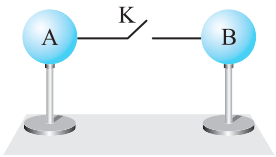
در پاسخ این تست‌ها، تستی تحت عنوان بازی با سؤال قرار گرفته است.

منتخبی از تست‌هایی که می‌توانید برای دورهٔ فصل، آن‌ها را حل کنید.

با اسکن QR Code یا با مراجعه به سایت نشر الگو می‌توانید فایل آزمون و پاسخ تشریحی بازی با سؤال را دریافت کنید.

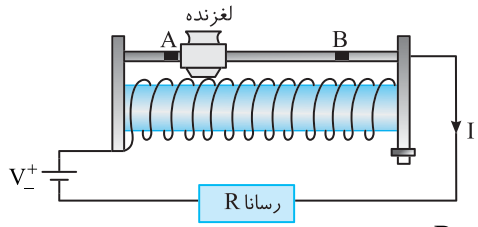
پنجره یک رو به روی دو

۱ مطابق شکل مقابل، دو کرهٔ رسانای مشابه A و B با بارهای $q_A=-4\mu C$ و $q_B=-20\mu C$ روی پایه‌های عایقی قرار دارند. اگر کلید K را ببندیم، در مدت زمان ۰/۴ms بار دو کره به تعادل می‌رسد. جریان متوسط عبوری از سیم طی این مدت چند آمپر و در کدام جهت است؟



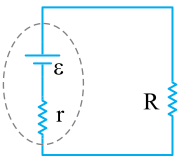
۱) ۰/۰۲ و از A به B
۲) ۰/۰۲ و از B به A
۳) ۰/۰۴ و از B به A
۴) ۰/۰۴ و از A به B

۲ در شکل روبه‌رو، دو سر یک رسانا را به باتری وصل کرده‌ایم و جریان از رئوستا می‌گذرد. اگر لغزنده رئوستا را از نقطهٔ A تا B به سمت راست حرکت دهیم، جریان گذرنده از رسانا چه تغییری می‌کند؟



۱) افزایش می‌یابد.
۲) کاهش می‌یابد.
۳) ثابت می‌ماند.
۴) ابتدا افزایش می‌یابد و سپس ثابت می‌ماند.

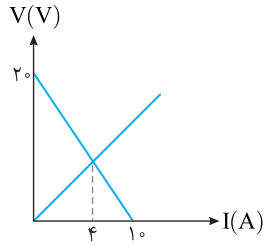
۳ در شکل روبه‌رو توان خروجی باتری با توان تلف شده در مقاومت درونی باتری برابر است. نسبت $\frac{R}{r}$ کدام است؟



۱) ۱
۲) $\frac{۱}{۲}$
۳) ۲
۴) ۴

۴ در شکل روبه‌رو نمودار V بر حسب I یک باتری و یک مقاومت رسم شده است. مقدار R چند اهم است؟

آزمون مدارس برتر



۱) ۴
۲) ۶
۳) ۳
۴) ۲

۵ باتری یک چراغ قوه ۱۰۰۰mAh است، ولتاژ مورد نیاز برای روشن ماندن لامپ ۱/۵ ولت است و مقاومت رشته لامپ هنگام روشن بودن آن، ۱۰۰Ω است. با این باتری چند دقیقه می‌توان این چراغ قوه را روشن نگه داشت؟

از کتاب درسی

۱) ۴×۱۰^{۲} ۲) $۱۰^{۴}$ ۳) ۴×۱۰^{۳} ۴) ۲×۱۰^{۳}

۶ سیمی را به قطر ۶mm و مقاومت ویژهٔ $۱۰^{-۶}\Omega.m$، روی استوانه‌ای به شعاع ۹cm می‌پیچیم و آهنگ مصرف انرژی سیم ۱۲W است. اگر جریان عبوری از سیم ۲A باشد، تعداد حلقه‌های سیم به دور استوانه کدام است؟

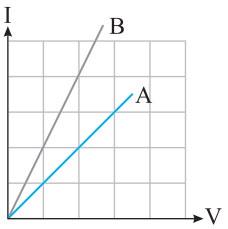
خارج ریاضی - ۹۸

۱) ۱۵ ۲) ۲۵ ۳) ۱۵۰ ۴) ۲۵۰

۷ سیم رسانایی به اختلاف پتانسیل V وصل است. اگر در دمای ثابت سیم را بکشیم به طوری که طول سیم بدون تغییر جرم n برابر شود و آن را دوباره به همان اختلاف پتانسیل وصل کنیم، توان مصرفی مقاومت چند برابر می‌شود؟

۱) $n^{۲}$ ۲) $\frac{۱}{n^{۲}}$ ۳) n ۴) $\frac{۱}{n}$

۸ شکل مقابل نمودار $I-V$ را برای دو رسانای A و B نشان می‌دهد. یک‌بار از دو مقاومت جریان یکسانی عبور می‌دهیم و توان مصرفی مقاومت A، x برابر توان مصرفی مقاومت B می‌شود، بار دیگر هر دو مقاومت را به یک اختلاف پتانسیل ثابت وصل می‌کنیم. این بار توان مصرفی مقاومت A، x' برابر توان مصرفی مقاومت B می‌شود. $\frac{x'}{x}$ کدام است؟

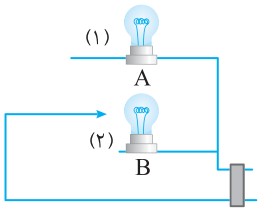


ریاضی - ۹۸

۱) ۲ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) ۴ ۴) $\frac{۱}{۴}$

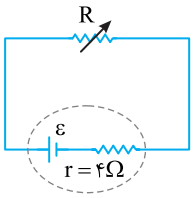
۹ در شکل روبه‌رو مدار را به اختلاف پتانسیل ثابت $220V$ وصل می‌کنیم. اگر کلید در وضعیت (۱) قرار گیرد، لامپ A توان $100W$ را مصرف می‌کند و اگر کلید در وضعیت (۲) قرار گیرد، لامپ B توان $25W$ را مصرف می‌کند، مقاومت لامپ B، ..... اهم از مقاومت لامپ A ..... است.

کنکور دهه‌های گذشته



۱) ۱۴۵۲، بیشتر
۲) ۱۴۵۲، کمتر
۳) ۴۸۴، بیشتر
۴) ۴۸۴، کمتر

۱۰ در مدار شکل روبه‌رو مقاومت رئوستا را تغییر می‌دهیم. اگر توان خروجی مولد به ازای مقاومت‌های $R_A=2\Omega$ و $R_B=6\Omega$ و $R_C=10\Omega$ به‌ترتیب P_A، P_B و P_C باشد، در این صورت کدام گزینه صحیح است؟



۱) $P_A > P_B > P_C$
۲) $P_B > P_A > P_C$
۳) $P_B > P_C > P_A$
۴) $P_C > P_B > P_A$

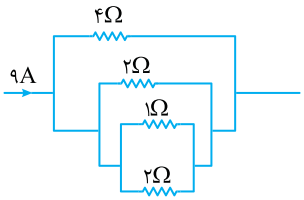
پنجره دو روبه‌روی سه

۱ روی یک لامپ رشته‌ای معمولی نوشته شده است « $220V$ ، $100W$ ». دانش‌آموزی مقاومت این لامپ را با اهم‌سنج اندازه می‌گیرد و با توجه به رابطه $P=\frac{V^2}{R}$ به این نتیجه می‌رسد که توان این مقاومت با برق ۲۲۰ ولت، باید خیلی بیشتر از ۱۰۰ وات باشد که روی لامپ نوشته شده است، پس این نوشته اشکال دارد. کدام توضیح نتیجه‌گیری را تصحیح می‌کند؟

خارج تجربی - ۹۱

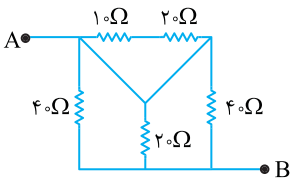
۱) به احتمال زیاد، اهم‌سنج خطا داشته است.
۲) برق خانه متناوب است و قانون اهم در آن صادق نیست.
۳) با افزایش دمای رشته، مقاومت الکتریکی آن و همچنین توان مصرفی آن کاهش خواهد یافت.
۴) مقاومت الکتریکی رشته لامپ، وقتی که گداخته می‌شود، بیشتر از آنچه که دانش‌آموز اندازه گرفته خواهد بود.

۲ در شکل مقابل، جریان گذرنده از مقاومت 1Ω چند آمپر است؟



۱) ۴
۲) ۲
۳) ۶
۴) ۳

۳ در مدار شکل مقابل، مقاومت معادل بین A و B چند اهم است؟



۱) ۱۰
۲) ۲۰
۳) ۴۰
۴) ۸۰

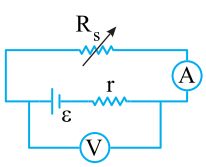
۴ اختلاف پتانسیل دو سر یک سیم را ۲۰ درصد کاهش می‌دهیم، چه تعداد از گزاره‌های زیر درست است؟ (دما ثابت فرض شود.)

الف) مقاومت سیم، ۲۰ درصد کاهش می‌یابد. / ب) تعداد بارهای شارش شده در سیم در یک بازهٔ زمانی معین ۲۰ درصد کاهش می‌یابد.

پ) توان مصرفی مقاومت ۳۶ درصد کاهش می‌یابد.

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) صفر

۵ در شکل روبه‌رو اگر مقاومت متغیر دو برابر شود، نسبت عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد به عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد چند برابر می‌شود؟



۱) ۱
۲) ۲
۳) بیشتر از ۲
۴) کمتر از دو

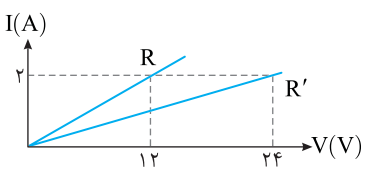
۶ سه مقاومت ۱۰Ω را به صورت متوالی به هم بسته و مجموعه را به یک باتری وصل می‌کنیم. اگر ولت‌سنج آرمانی را به صورت موازی با باتری ببندیم، $۱۰V$ و اگر همان ولت‌سنج آرمانی را به صورت متوالی با مقاومت‌ها در مدار قرار دهیم $۱۲V$ را نشان می‌دهد. مقاومت درونی باتری چند اهم است؟

۱) ۱۰ ۲) ۱۲ ۳) ۵ ۴) ۶

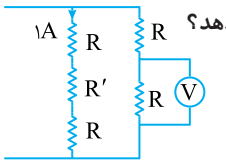
۷ یک باتری را یک بار به مقاومت ۶Ω و بار دیگر به مقاومت ۵۴Ω وصل می‌کنیم، گرمای تولیدشده در یک مدت معین در هر دو حالت برابر است. مقاومت درونی باتری چند اهم است؟

۱) ۱۵ ۲) ۶ ۳) ۹ ۴) ۱۸

۸ نمودار جریان بر حسب ولتاژ $(I-V)$ دو مقاومت R و R' مطابق شکل (الف) است. بخشی از مدار شامل دو مقاومت R و R' در شکل (ب) نشان داده شده است، ولت‌سنج آرمانی چند ولت را نشان می‌دهد؟



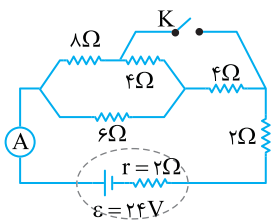
شکل (الف)



شکل (ب)

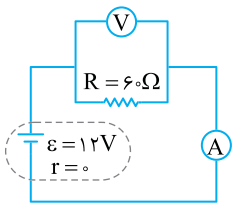
۱) ۶
۲) ۱۲
۳) ۱۸
۴) ۲۴

۹ در مدار شکل روبه‌رو، اگر کلید K بسته شود، عددی که آمپرسنج ایده‌آل (آرمانی) نشان می‌دهد چند برابر می‌شود؟



۱) $\frac{۳}{۲}$ ۲) $\frac{۲}{۳}$
۳) $\frac{۳}{۵}$ ۴) $\frac{۵}{۳}$

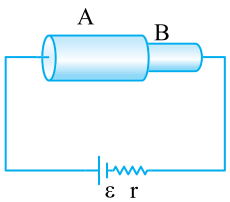
۱۰ در مدار مقابل اگر جای آمپرسنج و ولت‌سنج را عوض کنیم، کدام عبارت زیر صحیح است؟ (ولت‌سنج و آمپرسنج هر دو آرمانی هستند.)



۱) جریان مدار صفر می‌شود و ولت‌سنج عدد ۱۲ ولت را نشان می‌دهد.
۲) جریان مدار صفر می‌شود و ولت‌سنج عدد صفر را نشان می‌دهد.
۳) جریان مدار افزایش می‌یابد و ولت‌سنج عدد ۱۲ ولت را نشان می‌دهد.
۴) جریان مدار افزایش می‌یابد و ولت‌سنج عدد صفر را نشان می‌دهد.

پنجره سه روبه‌روی چهار

۱ دو سیم هم‌جنس A و B با طول‌های یکسان و سطح مقطع‌های $۲mm^۲$ و $۱mm^۲$ را مطابق شکل روبه‌رو به یک باتری وصل کرده‌ایم. توان مصرفی در مقاومت A چند برابر توان مصرفی در مقاومت B است؟

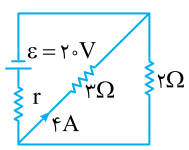


۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) ۲
۳) $\frac{۱}{۴}$ ۴) ۴

۲ دو مقاومت یکسان R را به طور متوالی به ولتاژ ثابتی می‌بندیم. توانی که در مجموعهٔ دو مقاومت مصرف می‌شود، $۴۰W$ است. اگر این دو مقاومت را به طور موازی به همان اختلاف پتانسیل ببندیم، توان مصرفی در مجموعهٔ دو مقاومت در این حالت چند وات است؟ خارج تجربی - ۹۷

۱) ۱۰ ۲) ۴۰ ۳) ۸۰ ۴) ۱۶۰

۳ در شکل روبه‌رو، مقاومت درونی باتری چند اهم است؟ خارج تجربی - ۹۳

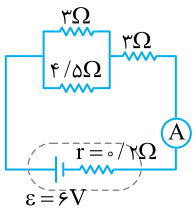


۱) ۱/۸ ۲) ۰/۸
۳) ۰/۵ ۴) ۰/۲

۴ چند لامپ $۱۰V$ و $۲W$ را به طور موازی به هم ببندیم و آن‌ها را به یک باتری با نیروی محرکهٔ $۱۲V$ و مقاومت درونی ۱Ω وصل کنیم تا با نور عادی روشن شوند؟

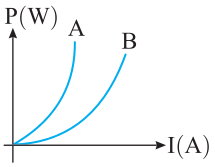
۱) ۱۲ ۲) ۱۰ ۳) ۸ ۴) ۵

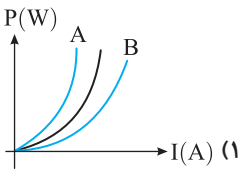
۵ در مدار روبه‌رو اگر آمپرسنج آرمانی باشد، جریان مدار را I و اگر آمپرسنج دارای مقاومت 1Ω باشد، جریان مدار را I' نمایش می‌دهد. I' چه تفاوتی با I دارد؟

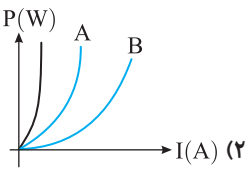


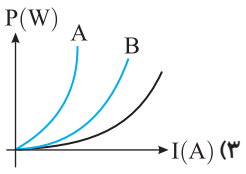
۱) $0/2A$ کمتر از I است.
۲) $0/2A$ بیشتر از I است.
۳) $0/4A$ کمتر از I است.
۴) I و I' برابرند.

۶ نمودار توان مصرفی نسبت به جریان عبوری از دو مقاومت به شکل روبه‌رو است . اگر دو مقاومت را به طور موازی به هم ببندیم، کدام گزینه نمودار $P-I$ را برای مجموعهٔ دو مقاومت درست نشان می‌دهد؟ آزمون مدارس برتر



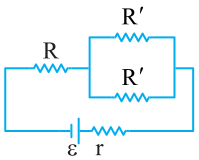
۱) 

۲) 

۳) 

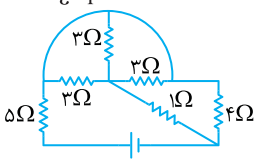
۴) اظهار نظر قطعی نمی‌توان کرد.

۷ در مدار روبه‌رو اگر توان خروجی باتری سه برابر توان مصرفی R باشد، نسبت $\frac{R}{R'}$ برابر چند است؟



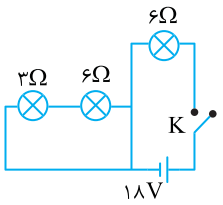
۱) ۴ ۲) $\frac{1}{4}$ ۳) ۲ ۴) $\frac{1}{2}$

۸ در شکل روبه‌رو مقاومت معادل مدار چند اهم است؟



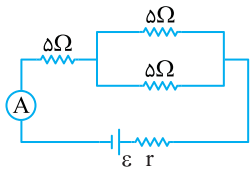
۱) ۶/۸ ۲) $\frac{19}{3}$
۳) ۱۹ ۴) ۸/۸

۹ در شکل روبه‌رو اگر کلید K وصل شود، چه جریانی از لامپ 3Ω می‌گذرد؟



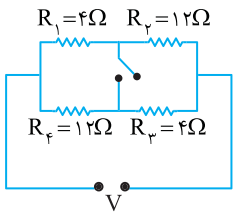
۱) $1A$
۲) $2A$
۳) $3A$
۴) صفر

۱۰ در مدار روبه‌رو بیشینه توان قابل تحمل هر مقاومت $180W$ است. برای آنکه بیشینه توان در مدار مصرف شود و هیچ یک از مقاومت‌ها آسیب نبینند، بیشترین عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد چند آمپر است؟ (با فرض آسیب ندیدن آمپرسنج)



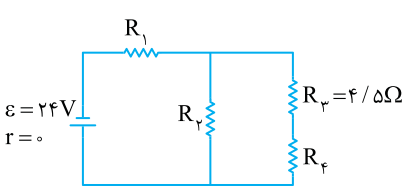
۱) ۲ ۲) ۳
۳) ۶ ۴) ۸

۱۱ در مدار روبه‌رو در صورتی که کلید باز باشد، از مقاومت R_1 جریان I می‌گذرد و وقتی کلید بسته است، از همان مقاومت جریان I' عبور می‌کند، $\frac{I'}{I}$ کدام است؟ ریاضی - ۹۱



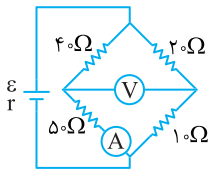
۱) ۲ ۲) $\frac{2}{3}$
۳) ۱ ۴) $\frac{1}{2}$

۱۲ در مدار مقابل، توان مصرفی هر یک از مقاومت‌ها یکسان است، جریان عبوری از مقاومت R_2 چند آمپر است؟ خارج ریاضی - ۹۹



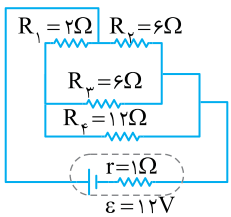
۱) ۱ ۲) ۲
۳) ۳ ۴) ۴

۱۳ در شکل روبه‌رو آمپرسنج و ولت‌سنج آرمانی هستند. عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد ۲ آمپر است، عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد چند ولت است؟



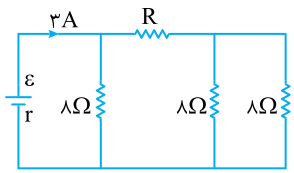
۱) ۲۰
۲) ۴۰
۳) ۸۰
۴) باید مشخصات باتری معلوم باشد.

۱۴ در مدار روبه‌رو جریان عبوری از مقاومت R_1 برابر $1A$ است. ولتاژ دو سر باتری برابر چند ولت می‌شود؟



۱) ۹
۲) ۳
۳) ۶
۴) ۱۰

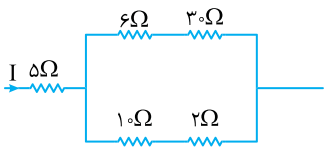
۱۵ در شکل روبه‌رو، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R، ۱۲ ولت است، R چند اهم است؟ تجربی - ۹۹



۱) ۴
۲) ۶
۳) ۸
۴) ۱۲

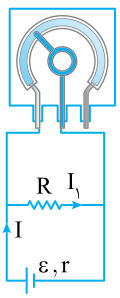
پنجره چهار روبه‌روی پنج

۱ در مدار روبه‌رو، توان مصرفی مقاومت ۱۰ اهمی چند برابر توان مصرفی مقاومت ۵ اهمی است؟ ریاضی - ۹۱



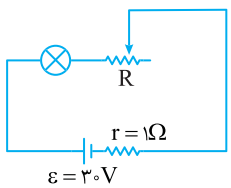
۱) $\frac{۹}{۸}$
۲) $\frac{۳}{۲}$
۳) $\frac{۸}{۹}$
۴) $\frac{۲}{۳}$

۲ در شکل روبه‌رو اگر لغزندهٔ پتانسیومتر به صورت ساعتگرد بچرخد، جریان‌های I و I_1 به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟ کنکور دهه‌های گذشته



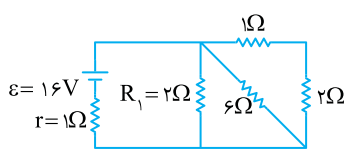
۱) افزایش، افزایش
۲) کاهش، کاهش
۳) افزایش، کاهش
۴) کاهش، افزایش

۳ در مدار شکل روبه‌رو یک لامپ با مشخصات ۱۰V و ۴۰W به یک رئوستا وصل شده است. حداقل توان مصرفی رئوستا چند وات باشد تا لامپ نسوزد؟ آزمون مدارس برتر



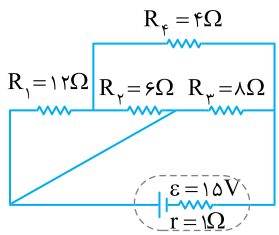
۱) ۶۴
۲) ۴۸
۳) ۳۲
۴) ۱۶

۴ در مدار زیر مقدار بار الکتریکی که باتری می‌تواند به مدار بدهد تا به‌طور ایمن تخلیه شود، ۱۲۰ آمپر - ساعت است. انرژی مصرفی در مقاومت $R_1 = 2\Omega$ تا زمانی که باتری خالی شود، چند کیلووات ساعت است؟ آزمون مدارس برتر



۱) ۰/۳۶
۲) ۰/۴۸
۳) ۳/۶
۴) ۴/۸

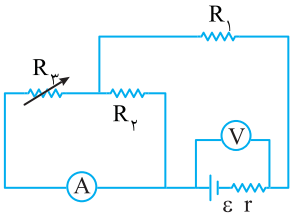
۵ در مدار شکل روبه‌رو، در مدت ۲s چند ژول انرژی الکتریکی در مقاومت ۴ اهمی تلف می‌شود؟



۱) ۱۸
۲) ۳۰
۳) ۳۲
۴) ۲۴

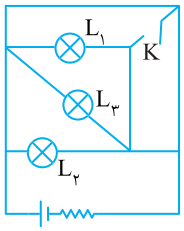
۶ در مـدار روبـه‌رو اگـر مقاومت R_3 را افزایش دهیم، عددی که آمپرسـنج و ولت‌سـنج نشـان می‌دهند، به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟

آزمون مدارس برتر



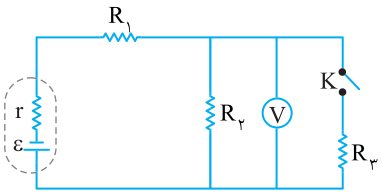
۱) کاهش، کاهش
۲) افزایش، افزایش
۳) کاهش، افزایش
۴) افزایش، کاهش

۷ در شکل مقابل با بسته شدن کلید K روشنایی لامپ L_1 چگونه تغییر می‌کند؟



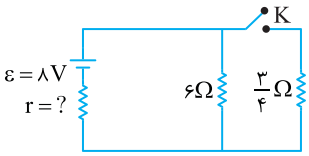
۱) کاهش می‌یابد.
۲) افزایش می‌یابد.
۳) ابتدا خاموش است و سپس روشن می‌شود.
۴) تغییری نمی‌کند.

۸ در مدار شـکل مقابل با بسـتن کلید K، توان مصرفی مقاومت R_1 و توان خروجی باتری به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟



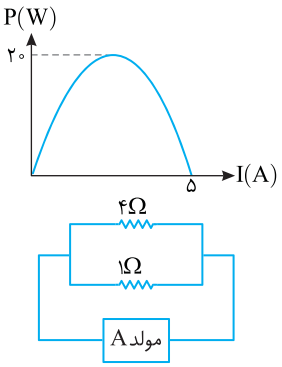
۱) افزایش، کاهش
۲) افزایش، قابل بررسی نیست.
۳) کاهش، کاهش
۴) کاهش، افزایش

۹ در مـدار روبـه‌رو اگر کلیـد K را ببندیم، توان خروجی باتری ثابـت می‌ماند. مقاومت درونی باتری چند اهم است؟



۱) ۱/۵
۲) ۰/۵
۳) ۱
۴) ۲

۱۰ نمودار توان خروجی باتری A برحسب جریان عبوری از آن مطابق شکل مقابل است. در مدار نشان داده شده، توان مصرفی مقاومت‌های خارجی چند وات است؟



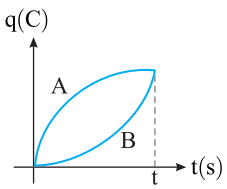
۱) ۳
۲) ۴/۵
۳) ۵۴
۴) ۱۲/۸

پنجره تو در تو ـ آزمون فصل

۱ در دمای ثابت اختلاف پتانسیل دو سر یک رسانای اهمی $2/5\Omega$ را از ۲۰ ولت به ۳۰ ولت می‌رسانیم. جریان الکتریکی عبوری از این رسانا چند آمپر و چگونه تغییر می‌کند؟

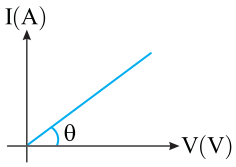
۱) ۲A افزایش می‌یابد.
۲) ۲A کاهش می‌یابد.
۳) ۴A افزایش می‌یابد.
۴) ۴A کاهش می‌یابد.

۲ کدام گزینه در مورد نمودار روبه‌رو درست است؟



۱) جریان متوسط A در هر بازه زمانی دلخواه از جریان متوسط B در همان بازه بیشتر است.
۲) جریان متوسط B در هر بازه زمانی دلخواه از جریان متوسط A در همان بازه بیشتر است .
۳) جریان متوسط A و B در بازه زمانی صفر تا t باهم برابر است.
۴) هر سه گزینه درست می‌باشد.

۳ نمودار $I-V$ مقاومت اهمی به صورت روبه‌رو می‌باشد. در دمای ثابت ولتاژ را چند برابر کنیم تا زاویه θ، دو برابر شود؟



۱) دو برابر
۲) نصف
۳) بیش از دو برابر
۴) با تغییر V، θ تغییر نمی‌کند.

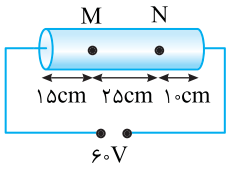
۴ طول یک سیم فلزی همگن $۴۰cm$، قطر آن $۱/۵mm$ و مقاومت آن ۱۶۰Ω است. سیم را ذوب کرده و از آن سیمی همگن به مقاومت $۲/۵\Omega$ می‌سازیم. طول سیم جدید چند سانتی‌متر است؟ (دمای اولیه و نهایی سیم یکسان است)

۱) ۶۴ ۲) ۸ ۳) ۵ ۴) ۲۰

۵ دو سر سیمی به اختلاف پتانسیل ثابتی متصل است و در بازهٔ زمانی معینی از هر مقطع آن تعداد $n_۱$ الکترون عبور می‌کند. اگر دو سر سیم دیگری را با همین طول و جنس اما قطر سطح مقطع دو برابر به همان اختلاف پتانسیل ثابت وصل کنیم، در همان بازهٔ زمانی، تعداد $n_۲$ الکترون از هر مقطع سیم عبور می‌کند. حاصل $\frac{n_۱}{n_۲}$ کدام است؟ (دما ثابت و برای دو حالت یکسان فرض می‌شود.)

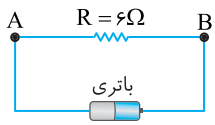
۱) ۲ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) ۴ ۴) $\frac{۱}{۴}$

۶ در مدار روبه‌رو یک قطعه رسانا به اختلاف پتانسیل ثابتی متصل است. اختلاف پتانسیل بین M و N چند ولت است؟



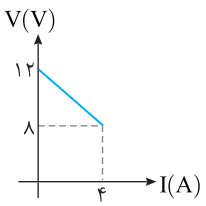
۱) ۲۰ ۲) ۴۸
۳) ۳۰ ۴) ۱۲

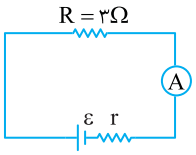
۷ در مدار شکل روبه‌رو انرژی پتانسیل الکتریکی بار $q=-۱۲\mu C$ در نقطهٔ B، $۹۶\mu J$ بیشتر از انرژی پتانسیل الکتریکی آن در نقطهٔ A است. اگر نیروی محرکهٔ باتری $۱۲V$ باشد، مقاومت درونی باتری چند اهم است و نقطهٔ A توسط سیم بدون مقاومت به کدام پایانهٔ باتری متصل است؟



۱) ۲، مثبت ۲) ۳، منفی
۳) ۲، منفی ۴) ۳، مثبت

۸ در شکل روبه‌رو، نمودار تغییرات ولتاژ دو سر یک باتری که در مدار سمت راست قرار گرفته است برحسب جریان الکتریکی عبوری از آن نشان داده شده است. در این مدار آمپرسنج ایده‌آل چند آمپر را نشان می‌دهد؟

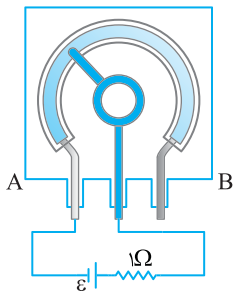




۱) ۱ ۲) ۲
۳) ۳ ۴) ۴

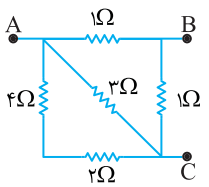
۹ در شکل مقابل مقاومت پتانسیومتر از صفر تا $۱۰k\Omega$ می‌تواند تغییر کند. بیشینه جریان باتری $۵A$ است، بیشینه توان خروجی باتری چند وات است؟

آزمون مدارس برتر



۱) ۱۲/۵
۲) ۱۰
۳) ۶/۲۵
۴) ۱۵

۱۰ شکل روبه‌رو، قسمتی از یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد. مقاومت معادل بین دو نقطهٔ A و B چند برابر مقاومت معادل بین دو نقطهٔ A و C است؟



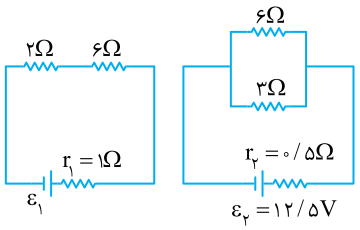
۱) $\frac{۱}{۳}$ ۲) ۳
۳) $\frac{۴}{۳}$ ۴) $\frac{۳}{۴}$

۱۱ سیم یکنواختی به مقاومت R را به سه طول مساوی بریده و یکی از این سه سیم را به شکل دایره درآورده و هر سه سیم را مطابق شکل به هم متصل می‌کنیم. مقاومت معادل بین a و b برابر کدام است؟

آزمون مدارس برتر

۱) $\frac{۳R}{۴}$ ۲) R ۳) $\frac{R}{۴}$ ۴) $\frac{۴R}{۵}$

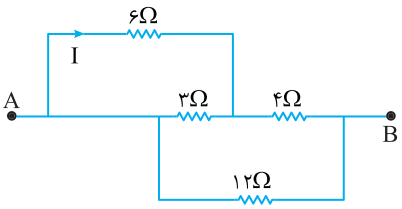
۱۲ در دو مدار شکل روبه‌رو اگر اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌های 6Ω یکسان باشد، ε_1 چند ولت است؟



شکل (۲) شکل (۱)

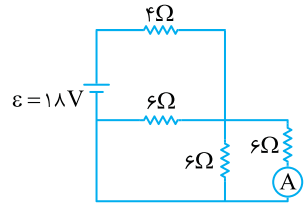
۱) ۱۲/۵
۲) ۱۲
۳) ۱۵
۴) ۱۳/۵

۱۳ در شکل روبه‌رو که قسمتی از یک مدار الکتریکی است، اگر اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطهٔ A و B برابر با $12V$ باشد، جریان I چند آمپر است؟



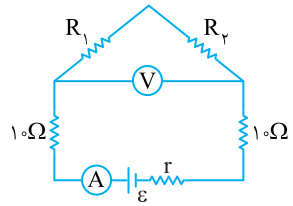
۱) $\frac{2}{3}$
۲) ۰/۸
۳) ۲
۴) ۱

۱۴ در مدار روبه‌رو، آمپرسنج A چند آمپر را نشان خواهد داد؟



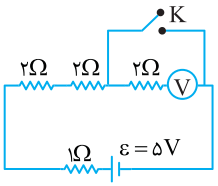
۱) ۱
۲) ۱/۵
۳) ۳
۴) ۲

۱۵ در مدار روبه‌رو اگر ولت‌سنج آرمانی و آمپرسنج آرمانی به ترتیب $10V$ و $2A$ را نشان دهند، مقاومت معادل مدار چند اهم است؟ آزمون مدارس برتر



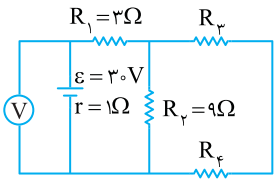
۱) ۴۰
۲) ۱۵
۳) ۲۵
۴) قابل محاسبه نیست.

۱۶ در مدار روبه‌رو اگر کلید K بسته شود، عددی که ولت‌سنج آرمانی نشان می‌دهد چند ولت تغییر می‌کند؟ آزمون مدارس برتر



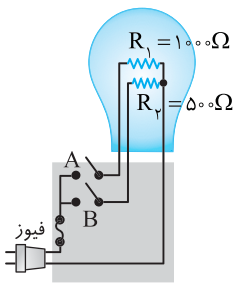
۱) ۵ ولت کاهش می‌یابد.
۲) ۵ ولت افزایش می‌یابد.
۳) تغییری نمی‌کند.
۴) ۲ ولت کاهش می‌یابد.

۱۷ در مدار روبه‌رو، اگر ولت‌سنج آرمانی ۲۷ ولت را نشان دهد و توان مصرفی مقاومت R_4 برابر ۶ وات باشد، اندازهٔ مقاومت R_3 چند اُهم است؟ خارج تجربی - ۹۱



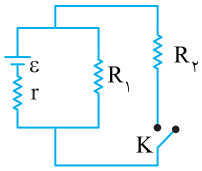
۱) ۶
۲) ۹
۳) ۱۲
۴) ۱۸

۱۸ یک لامپ سه راهه $200V$ که دو رشته دارد، مطابق شکل برای کار در سه توان ساخته شده است، اگر در ابتدای این لامپ یک فیوز $0/5A$ ببندیم، کدام گزینه درست است؟ آزمون مدارس برتر



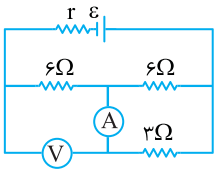
۱) اگر تنها کلید A بسته شود، فیوز می‌پرد.
۲) اگر تنها کلید B بسته شود، فیوز می‌پرد.
۳) اگر کلید A و B بسته شود، فیوز می‌پرد.
۴) در هر حالتی با برقراری جریان، فیوز می‌پرد.

۱۹ در شکل روبه‌رو، اگر با وصل کردن کلید K، جریان عبوری از مولد تغییر نکند، کدام‌یک از عبارت‌های زیر صحیح است؟



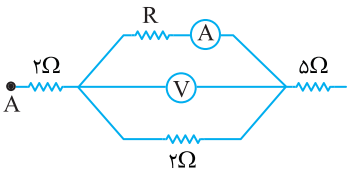
۱) R_2 خیلی بزرگ‌تر از R_1 است.
۲) $r = 0$
۳) $R_2 = r$
۴) R_1 خیلی بزرگ‌تر از R_2 است.

۲۰ در مدار شکل مقابل آمپرسنج آرمانی عدد $2A$ را نشان می‌دهد. ولت‌سنج ایده‌آل چه عددی را برحسب ولت نشان می‌دهد؟



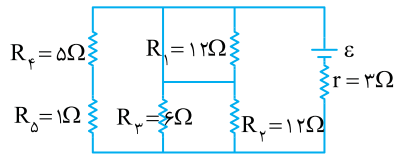
۱) صفر ۲) ۶
۳) ۱۲ ۴) ۱۸

۲۱ در شکل مقابل که بخشی از مدار است آمپرسنج و ولت‌سنج آرمانی نیستند و مقاومت آن‌ها برابر $R_A = 1\Omega$ و $R_V = 10^3\Omega$ است و اعدادی که نشان می‌دهند برابر $4/95A$ و $50V$ است. توان مصرفی مقاومت 5Ω برابر چند وات است؟



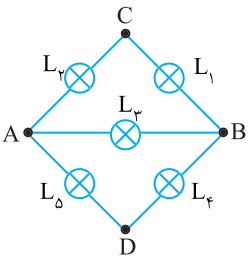
۱) ۴۵۰۰ ۲) ۳۰۰۰
۳) ۱۵۰۰ ۴) ۱۰۰۰

۲۲ در مدار الکتریکی شکل روبه‌رو، اگر اختلاف پتانسیل دو سر مقاومتی که بیشترین توان مصرفی را دارد، برابر با ۱۰ ولت باشد، نیروی محرکهٔ باتری چند ولت است؟



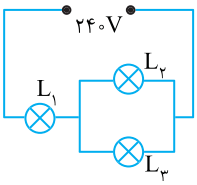
۱) ۱۲/۵ ۲) ۱۸
۳) ۲۲/۵ ۴) ۴۵

۲۳ در شکل روبه‌رو هر پنج لامپ مشابه هم هستند. مدار را از کدام نقاط به باتری ۸ ولتی متصل کنیم تا روشنایی لامپ L_1 بیشینه باشد؟



۱) A و C
۲) B و C
۳) C و D
۴) B و A

۲۴ در مدار شکل روبه‌رو، لامپ‌ها مشابه و مشخصات هر یک $(100W, 240V)$ است. در این مدار، توان مصرفی لامپ L_1 چند وات است؟



۱) $\frac{400}{9}$ ۲) $\frac{200}{9}$
۳) $\frac{200}{3}$ ۴) $\frac{400}{3}$

۲۵ دو مقاومت $R_1 = 6\Omega$ و R_2 را به هم می‌بندیم. سپس به سر مجموعهٔ آن‌ها ولتاژ $12V$ اعمال می‌کنیم. اگر توان الکتریکی مصرفی آن‌ها $60W$ باشد، مقاومت R_2 برابر ..... اهم و مقاومت‌ها به‌طور ..... بسته شده‌اند.

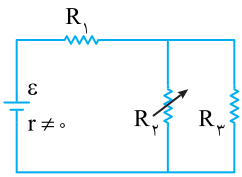
آزمون مدارس برتر

۱) ۴، متوالی ۲) ۴، موازی ۳) ۲، متوالی ۴) ۲، موازی

۲۶ می‌خواهیم یک لامپ $20V$ و $10W$ را با استفاده از برق ۲۲۰ ولت مستقیم روشن کنیم. برای این کار مقاومتی را با لامپ به طور متوالی در مدار قرار می‌دهیم. اندازهٔ این مقاومت (بر حسب اهم) و توانی که در آن مصرف می‌شود (بر حسب وات) از راست به چپ کدام‌اند؟

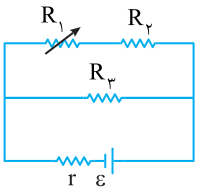
۱) ۴۰۰، ۱۰۰ ۲) ۲۰، ۱۱۰ ۳) ۲۴۰، ۲۰۰ ۴) ۱۰۰، ۴۰۰

۲۷ در مدار روبه‌رو مقاومت R_2 را به تدریج افزایش می‌دهیم، ولتاژ دو سر آن چگونه تغییر می‌کند؟ تجربی - ۹۴



۱) ثابت می‌ماند.
۲) افزایش می‌یابد.
۳) کاهش می‌یابد.
۴) بسته به مقاومت درونی مولد هر سه گزینه ممکن است.

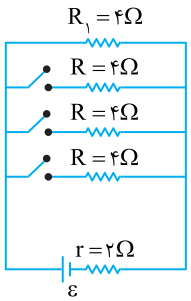
۲۸ در مدار شکل مقابل، با افزایش مقاومت متغیر R_1، توان مصرفی مقاومت‌های R_2 و R_3 به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کنند؟



۱) کاهش - افزایش ۲) کاهش - ثابت
۳) افزایش - کاهش ۴) افزایش - ثابت

۲۹ **در مدار شکل روبه‌رو ابتدا همهٔ کلیدها باز هستند. کلیدها را یکی پس از دیگری می‌بندیم، توان مصرفی مقاومت R_1 ..... و توان خروجی باتری ..... می‌یابد.**

آزمون مدارس برتر



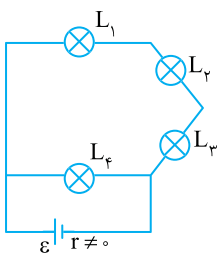
۱) افزایش، کاهش

۲) کاهش، افزایش

۳) کاهش، ابتدا افزایش سپس کاهش

۴) افزایش، ابتدا کاهش سپس افزایش

۳۰ **در شکل روبه‌رو با سوختن لامپ L_2 روشنایی لامپ L_4 چگونه تغییر می‌کند؟**



۱) افزایش می‌یابد.

۲) کاهش می‌یابد.

۳) تغییر نمی‌کند.

۴) هر سه حالت ممکن است.

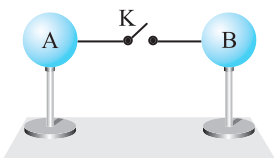
فصل ششم: جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم

آزمونک (پنجره ۱ و ۲)

۱ ۱ B

خط فکری دو کره رسانا مشابه هستند و بعد از اتصال کلید، بار الکتریکی آن‌ها برابر می‌شود.

$$q'_A = q'_B = \frac{q_A + q_B}{۲}$$



بار هر یک از کره‌ها را پس از بستن کلید حساب می‌کنیم.

$$q'_A = q'_B = \frac{-۴ + (-۲۰)}{۲} = -۱۲\mu C$$

بنابراین بار شارش شده بین دو کرهٔ A و B، $\Delta q = q'_B - q_B = -۱۲ - (-۲۰) = +۸\mu C$ است که این بار مثبت از کرهٔ A به کرهٔ B منتقل شده است. سوی جریان در جهت حرکت بار مثبت است، یعنی جریان از کرهٔ A به کرهٔ B است و مقدار آن برابر است با:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \xrightarrow{\Delta t = ۰/۴ \times ۱۰^{-۳}\,s} I = \frac{۸ \times ۱۰^{-۶}}{۰/۴ \times ۱۰^{-۳}} \Rightarrow I = ۰/۰۲A$$

نمای ۱

۲ ۲ A

با توجه به خروجی رئوستا با تغییر وضعیت لغزنده از A به B، طول بیشتری از مقاومت در مدار قرار می‌گیرد پس مقاومت معادل $R_{رسانا} + R_{رئوستا}$ افزایش می‌یابد:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{V}{\uparrow R_{رسانا} + R_{رئوستا}} \Rightarrow \text{جریان کاهش می‌یابد}$$

نمای ۴

۱ ۳ A

توان خروجی باتری همان توان مصرفی در مقاومت R است که مقدار آن $P = RI^۲$ است. از طرفی توان تلف‌شده در مقاومت درونی باتری نیز از رابطهٔ $rI^۲$ به‌دست می‌آید. با توجه به فرض مسئله این دو توان با هم برابر است، در نتیجه:

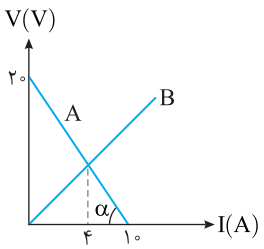
$$RI^۲ = rI^۲ \Rightarrow \frac{R}{r} = ۱$$

نمای ۱

۳ ۴ B

خط فکری معادله ولتاژ دو سر باتری بر حسب جریان به صورت $V = \varepsilon - Ir$ است که شیب آن برابر قرینه مقاومت درونی و عرض از مبدأ آن نیروی محرکهٔ باتری است. از طرفی نمودار ولتاژ بر حسب جریان یک مقاومت اهمی به صورت یک خط راست است که شیب آن برابر مقاومت است. $(V = RI)$

با توجه به اینکه شیب نمودار A منفی است، نمودار A مربوط به باتری و نمودار B مربوط به مقاومت اهمی است. با توجه به نمودار A نیروی محرکهٔ باتری ۲۰V و مقاومت درونی آن برابر است با:



$$\tan\alpha = -r \Rightarrow -r = \frac{۲۰ - ۰}{۰ - ۱۰} \Rightarrow r = ۲\Omega$$

وقتی که جریان مدار ۴A است، مقدار مقاومت R را حساب می‌کنیم.

$$V_A = V_B \Rightarrow \varepsilon - I_r = RI \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R + r} \Rightarrow ۴ = \frac{۲۰}{R + ۲} \Rightarrow R + ۲ = ۵ \Rightarrow R = ۳\Omega$$

نمای ۷

۳ ۵ A

با توجه به قانون اهم، جریان مدار را حساب می‌کنیم:

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow I = \frac{۱/۵}{۱۰۰} = ۱/۵ \times ۱۰^{-۲}\,A = ۱۵mA$$

این جریان از باتری می‌گذرد، باتری ۱۰۰۰mAh است، بنابراین:

$$Q = It \Rightarrow ۱۰۰۰(mAh) = ۱۵t(mA) \Rightarrow t = \frac{۱۰۰۰}{۱۵}h$$

$$\Rightarrow t = \frac{۱۰۰۰}{۱۵} \times ۶۰ \Rightarrow t = ۴۰۰۰\,min$$

نمای ۵

۳ ۶ B

از آخر مسئله باید به اول آن برویم یعنی از آنجا که جریان مدار ۲A و آهنگ مصرف انرژی $P = ۱۲W$ است. ابتدا باید مقاومت سیم را به‌دست آوریم.

$$P = RI^۲ \Rightarrow ۱۲ = R(۲)^۲ \Rightarrow R = ۳\Omega$$

به اول مسئله برمی‌گردیم.

با داشتن قطر سیم، مساحت سطح مقطع سیم را حساب می‌کنیم.

$$A = \pi r^۲ \xrightarrow{r = \frac{۶}{۲} = ۳ \times ۱۰^{-۳}\,m} A = \pi \times ۹ \times ۱۰^{-۶}\,m^۲$$

به کمک رابطهٔ ساختمانی مقاومت، طول سیم را به‌دست می‌آوریم:

$$R = \rho\frac{L}{A} \xrightarrow{\rho = ۱۰^{-۶}\,\Omega.m} ۳ = ۱۰^{-۶} \times \frac{L}{۹\pi \times ۱۰^{-۶}} \Rightarrow L = ۲۷\pi\,m$$

طول سیم برابر تعداد حلقه ضرب در محیط هر حلقه است، بنابراین:

$$L = N(۲\pi R) \xrightarrow{R = ۹cm} ۲۷\pi = N \times ۲\pi(۹ \times ۱۰^{-۲}) \Rightarrow N = ۱۵۰$$

نمای ۳

۲ ۷ B

خط فکری اول باید یادمان باشد که اختلاف پتانسیل در دو حالت V است. یعنی برای مقایسه توان‌ها باید از رابطهٔ $P = \frac{V^۲}{R}$ استفاده کنیم، بعد از آن باید بدانیم که با ثابت بودن جرم، حجم سیم ثابت می‌ماند و اگر طول آن زیاد شود، مساحت سطح مقطع آن کوچک می‌شود.

۱ طول سیم n برابر شده است $(\frac{L_۲}{L_۱} = n)$ بنابراین:

$$V_۱ = V_۲ \Rightarrow A_۱L_۱ = A_۲L_۲ \Rightarrow \frac{A_۱}{A_۲} = \frac{L_۲}{L_۱} \Rightarrow \frac{A_۱}{A_۲} = n$$

۲ اکنون بررسی می‌کنیم که مقاومت سیم بعد از کشیدگی چند برابر شده است.

$$\frac{R_۲}{R_۱} = \frac{\rho_۲}{\rho_۱} \times \frac{L_۲}{L_۱} \times \frac{A_۱}{A_۲} \Rightarrow \frac{R_۲}{R_۱} = ۱ \times n \times n \Rightarrow R_۲ = n^۲R_۱$$

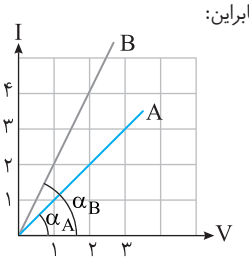
۳ نسبت توان مصرفی در حالت دوم خواهد شد:

$$\frac{P_۲}{P_۱} = \frac{\frac{V^۲}{R_۲}}{\frac{V^۲}{R_۱}} \Rightarrow \frac{P_۲}{P_۱} = \frac{R_۱}{R_۲} \Rightarrow \frac{P_۲}{P_۱} = \frac{۱}{n^۲}$$

نمای ۳

۴ ۸ B

شیب نمودار $I-V$ برابر وارون مقاومت است، بنابراین:



$$\frac{R_B}{R_A} = \frac{\tan\alpha_A}{\tan\alpha_B} = \frac{\frac{۲}{۲}}{\frac{۴}{۲}}$$

$$\Rightarrow \frac{R_B}{R_A} = \frac{۱}{۲} \Rightarrow R_A = ۲R_B$$

وقتی جریان دو مقاومت یکسان است، برای به دست آوردن توان از رابطهٔ $P=RI^2$ استفاده می‌کنیم، بنابراین بنابر فرض مسئله:

$$\frac{P_A}{P_B}=x\Rightarrow\frac{R_AI^2}{R_BI^2}=x\Rightarrow\frac{2R_B}{R_B}=x\Rightarrow x=2$$

وقتی ولتاژ مقاومت‌ها برابر است، برای به دست آوردن توان از رابطهٔ $P=\frac{V^2}{R}$ استفاده می‌کنیم.

$$\frac{P'_A}{P'_B}=x'\Rightarrow\frac{\frac{V^2}{R_A}}{\frac{V^2}{R_B}}=x'\Rightarrow\frac{R_B}{R_A}=x'\Rightarrow\frac{R_B}{2R_B}=x'\Rightarrow x'=\frac{1}{2}$$

اکنون نسبت $\frac{x'}{x}$ خواهد شد:

$$\frac{x'}{x}=\frac{\frac{1}{2}}{2}=\frac{1}{4}$$

نمای ۲ و ۶

۹ B ۱

ولتاژ دو سر هر لامپ $220V$ است و توان هر لامپ مشخص است، بنابراین می‌توان به کمک رابطهٔ $P=\frac{V^2}{R}$، مقاومت هر لامپ را حساب می‌کرد.

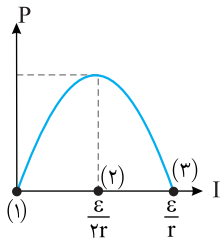
$$P=\frac{V^2}{R}\Rightarrow\begin{cases}P_A=100W\rightarrow 100=\frac{220\times220}{R_A}\Rightarrow R_A=484\Omega\\ P_B=25W\rightarrow 25=\frac{220\times220}{R_B}\Rightarrow R_B=1936\Omega\end{cases}$$

بنابراین مقاومت لامپ B به اندازه $1936-484=1452\Omega$ از مقاومت لامپ A بیشتر است.

نمای ۶

۱۰ B ۲

خط فکری ۱ با توجه به رابطهٔ خروجی $P=\varepsilon I-rI^2$ نمودار توان خروجی (P) برحسب جریان (I) به‌صورت سهمی شکل روبه‌رو است و جریان در سه نقطهٔ معروف آن به‌ترتیب $I_1=0$، $I_2=\frac{\varepsilon}{2r}$ و $I_3=\frac{\varepsilon}{r}$ است:



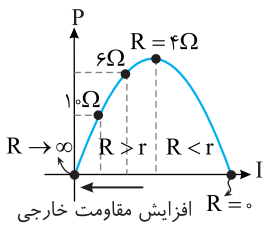
با توجه به رابطهٔ جریان در مدار ساده داریم:

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}\begin{cases}\frac{\varepsilon}{R+r}=0\Rightarrow R\to\infty\\ \frac{\varepsilon}{R+r}=\frac{\varepsilon}{2r}\Rightarrow R=r\Rightarrow R=4\Omega\\ \frac{\varepsilon}{R+r}=\frac{\varepsilon}{r}\Rightarrow R=0\end{cases}$$

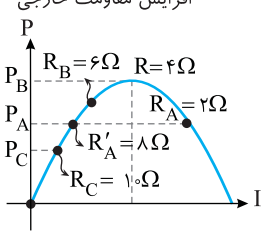
با توجه به مقاومت‌های به‌دست آمده:

مقاومت‌های $R_B=6\Omega$ و $R_C=10\Omega$

چون $R>r$ است، در سمت چپ خط‌چین رسم شده در رأس سهمی، قرار دارند و چون $R_B=6\Omega$ کوچک‌تر از $R_C=10\Omega$ است پس توان خروجی آن بزرگ‌تر است.



خط فکری ۲ با توجه به سهمی بودن نمودار در هر دو جریانی که در دو طرف رأس سهمی‌اند، باید توان خروجی یکسان داشته باشیم که برای مقاومت‌های این دو جریان رابطهٔ زیر را داریم:



$$r=\sqrt{R_1R_2}\Rightarrow 4=\sqrt{R_AR'_A}\xrightarrow{R_A=2\Omega}R'_A=8\Omega$$

$R'_A=8\Omega$، باید بین دو نقطهٔ R_B و R_C روی نمودار باشد، بنابراین:

$$P_B>P_{A'}>P_C\xrightarrow{P_{A'}=P_A}P_B>P_A>P_C$$

نمای ۸

آزمونک (پنجره ۲ و ۳)

B ۴ ۱

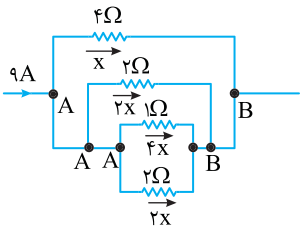
یادآوری وقتی لامپ روشن است، دمای رشتهٔ لامپ بیشتر از حالتی است که لامپ خاموش است. از طرفی با افزایش دمای فلزات، مقاومت الکتریکی آن‌ها افزایش می‌یابد.

در رابطهٔ $P=\frac{V^2}{R}$ فرض بر این است که مقاومت رشتهٔ لامپ با افزایش دما ثابت می‌ماند و همچنان R است. در حالی که وقتی دمای یک سیم رسانا افزایش می‌یابد، مقاومت الکتریکی آن نیز افزایش یافته و در نتیجه با ثابت ماندن ولتاژ $(V=۲۲۰V)$ توان الکتریکی کاهش می‌یابد.

نمای ۶

A ۲ ۱

هر چهار مقاومت با هم موازی هستند و در مقاومت‌های موازی جریان به نسبت وارون مقاومت‌ها تقسیم می‌شود. اگر جریان مقاومت ۴Ω را x فرض کنیم، جریان مقاومت‌های ۲Ω اهمی هر کدام $۲x$ و جریان مقاومت ۱Ω برابر $۴x$ می‌شود. از طرفی مجموع جریان‌ها با جریان ورودی به مدار $(۹A)$ برابر است.



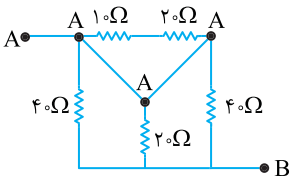
$$I_{کل}=x+۲x+۲x+۴x\Rightarrow ۹=۹x\Rightarrow x=۱A$$

بنابراین جریان مقاومت ۱Ω برابر $۴\times ۱=۴A$ است.

نمای ۱۰

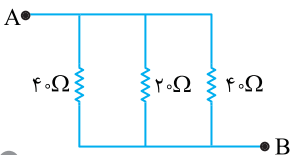
A ۱ ۳

البته این مسئله نیازی به نام‌گذاری ندارد فقط خواستیم که شما ببینید. دو سر مقاومت‌های ۱۰Ω و ۲۰Ω حروف یکسانی قرار گرفته و این دو مقاومت حذف می‌شوند و سه مقاومت دیگر بین A و B بسته شده و با هم موازی‌اند.



$$\frac{۱}{R_{eq}}=\frac{۱}{۴۰}+\frac{۱}{۲۰}+\frac{۱}{۴۰}=\frac{۱+۲+۱}{۴۰}\Rightarrow R_{eq}=۱۰\Omega$$

البته شما باید سریع بگویید که ۴۰ و ۴۰ می‌شود ۲۰ سپس ۲۰ و ۲۰ می‌شود ۱۰ و مقاومت معادل ۱۰Ω است.



نمای ۱۱

B ۲ ۴

گزاره (الف): مقاومت سیم در دمای ثابت به ویژگی‌های ساختمانی مقاومت $(R=\rho\frac{L}{A})$ بستگی دارد و به اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت بستگی ندارد، بنابراین مقاومت سیم تغییر نمی‌کند و گزاره (الف) نادرست است.

گزاره (ب): وقتی اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ٪۲۰ کاهش می‌یابد، بنابر قانون اهم، جریان سیم نیز ٪۲۰ کاهش می‌یابد.

$$\begin{cases} I_۲=\frac{V_۲}{R_۲} \\ I_۱=\frac{V_۱}{R_۱} \end{cases} \xrightarrow{R_۲=R_۱} \frac{I_۲}{I_۱}=\frac{V_۲}{V_۱}\Rightarrow \frac{I_۲}{I_۱}=\frac{۰/۸V_۱}{V_۱}=۰/۸\Rightarrow I_۲=۰/۸I_۱$$

یعنی جریان همان گونه که گفتیم ٪۲۰ کاهش می‌یابد.

با کاهش ٪۲۰ جریان، بار شارش شده $(\downarrow \Delta q=\downarrow It)$، ٪۲۰ کاهش می‌یابد بنابراین گزاره (ب) درست است.

گزاره (پ): مقاومت ثابت و ولتاژ تغییر کرده بنابراین می‌توان از رابطهٔ $P=\frac{V^2}{R}$ استفاده کرد.

$$\begin{cases} P_۲=\frac{V_۲^2}{R} \\ P_۱=\frac{V_۱^2}{R} \end{cases} \Rightarrow \frac{P_۲}{P_۱}=(\frac{V_۲}{V_۱})^۲\Rightarrow \xrightarrow{V_۲=۰/۸V_۱} \frac{P_۲}{P_۱}=(۰/۸)^۲\Rightarrow P_۲=۰/۶۴P_۱$$

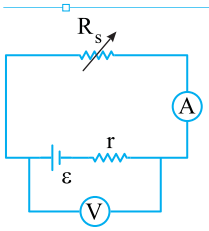
بنابراین خواهیم داشت: $\Delta P=P_۲-P_۱\Rightarrow \Delta P=۰/۶۴P_۱-P_۱=-۰/۳۶P_۱$

توان ٪۳۶ کاهش یافته است و گزاره (پ) درست است.

نمای ۶

B ۲ ۵

مسئلهٔ ساده و زیبایی است. ولتسنج ولتاژ دو سر باتری و البته ولتاژ دو سر مقاومت متغیر را نشان می‌دهد، زیرا این مقاومت به طور موازی به دو سر باتری وصل شده است. از طرفی آمپرسنج در هر دو حالت، جریان عبوری از مقاومت را نشان می‌دهد، بنابراین با توجه به قانون اهم نسبت $\frac{V}{I}$ برابر مقاومت R است و وقتی مقاومت ۲ برابر شده نسبت $\frac{V}{I}$ نیز ۲ برابر می‌شود.

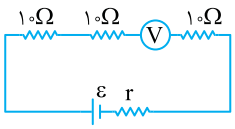


نمای ۵

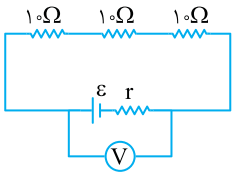
B ۴ ۶

خط فکری مسئله را از آخر حل کنید یعنی از اتصال متوالی ولتسنج به مجموعه، نیروی محرکهٔ باتری را به‌دست بیاورید سپس به حالت اولیه برگردید و اختلاف پتانسیل دو سر باتری را به کمک ولتسنج مشخص کنید تا بتواند مقاومت درونی را حساب کنید.

حالت دوم: اگر ولتسنج آرمانی را به صورت متوالی در مدار قرار دهیم، به دلیل بزرگ بودن مقاومت ولتسنج ایده‌آل، جریانی از مدار عبور نمی‌کند و ولتسنج، نیرومحرکه باتری را نشان می‌دهد. $V=\varepsilon=۱۲V$



حالت اول: مطابق شکل ولتسنج به صورت موازی با باتری بسته شده و ولتسنج اختلاف پتانسیل دو سر باتری و دو سر مدار خارجی (مقاومت معادل) را $۱۰V$ نشان می‌دهد. سه مقاومت ۱۰Ω متوالی هستند و مقاومت معادل آن‌ها برابر است با: $R_{eq}=۳\times ۱۰=۳۰\Omega$



اختلاف پتانسیل دو سر مدار برابر $V=IR_{eq}$ است و از طرفی جریان برابر $I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}$ است، بنابراین می‌توان نوشت:

$$V=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}R_{eq}\xrightarrow[\varepsilon=۱۲V]{V=۱۰V}۱۰=\frac{۱۲}{۳۰+r}\times ۳۰\Rightarrow r=۶\Omega$$

نمای ۱۶

B ۴ ۷

یادآوری گرمای تولیدشده بنابر قانون ژول برابر $U=RI^2t$ است.

گرمای تولیدشده در دو حالت یکسان است از این‌رو می‌توان نوشت:

$$U_۱=U_۲\Rightarrow R_۱I_۱^2t=R_۲I_۲^2t\xrightarrow[R_۲=۵۴\Omega]{R_۱=۶\Omega}۶I_۱^2=۵۴I_۲^2$$

$$\Rightarrow I_۱^2=۹I_۲^2\Rightarrow I_۱=۳I_۲$$

جریان مدار برابر است با:

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}\Rightarrow\begin{cases} I_۱=\frac{\varepsilon}{۶+r} \\ I_۲=\frac{\varepsilon}{۵۴+r} \end{cases}\xrightarrow{I_۱=۳I_۲}\frac{\varepsilon}{۶+r}=۳\frac{\varepsilon}{۵۴+r}$$

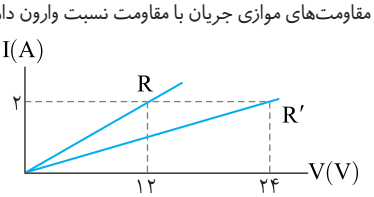
$$\Rightarrow ۱۸+۳r=۵۴+r\Rightarrow ۲r=۳۶\Rightarrow r=۱۸\Omega$$

نمای ۷

B ۲ ۸

یادآوری شیب نمودار $I-V$ برابر وارون مقاومت است. ابتدا مقاومت‌ها را به‌دست بیاورید.

یادآوری در مقاومت‌های موازی جریان با مقاومت نسبت وارون دارد.

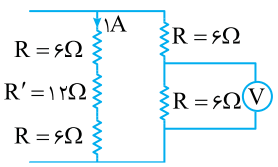


۱۸ B

۱ مقاومت R و R' خواهد شد:

$$R=\frac{V}{I}\Rightarrow R=\frac{۱۲}{۲}\Rightarrow R=۶\Omega\ ,\ R'=\frac{۲۴}{۲}=۱۲\Omega$$

۲ مقاومت معادل شاخهٔ سمت چپ برابر $۶+۱۲+۶=۲۴\Omega$ و مقاومت معادل سمت راست برابر $۶+۶=۱۲\Omega$ است و وقتی از مقاومت ۲۴Ω جریان ۱A می‌گذرد، از مقاومت ۱۲Ω موازی با آن، جریان ۲A می‌گذرد.

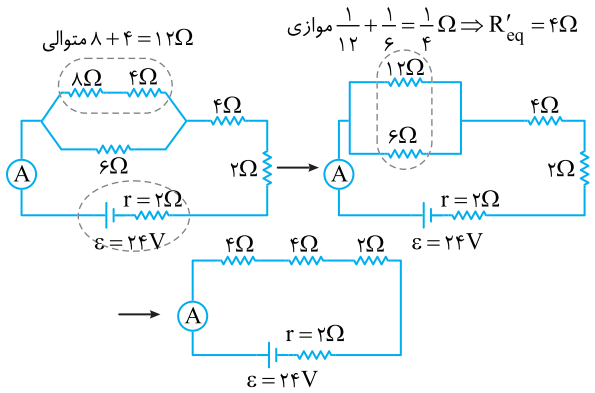


۳ ولت‌سنج مقدار مقابل را نمایش می‌دهد. $V=IR\Rightarrow V=۶\times۲=۱۲V$

نمای ۱۰

۱۹ B

حالت اول: اگر کلید باز باشد، مدار به صورت زیر است:

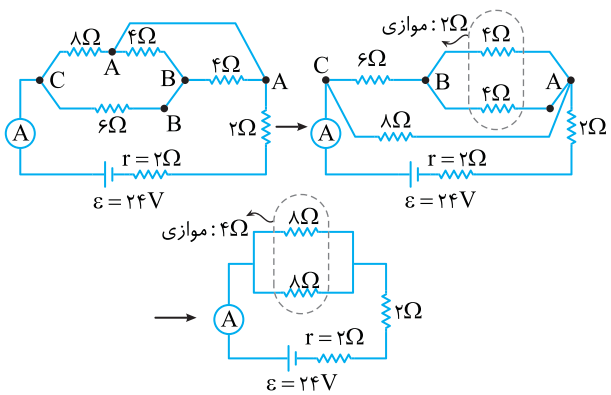


بنابراین مقاومت معادل برابر است با: $R_{eq}=۴+۴+۲=۱۰\Omega$

آمپرسنج جریان مدار را نشان می‌دهد، از این‌رو:

$$I_۱=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\Rightarrow I_۱=\frac{۲۴}{۱۰+۲}\Rightarrow I_۱=۲A$$

حالت دوم: کلید بسته باشد مدار به صورت زیر است.



مقاومت معادل در این حالت خواهد شد: $R_{eq}=۴+۲=۶\Omega$

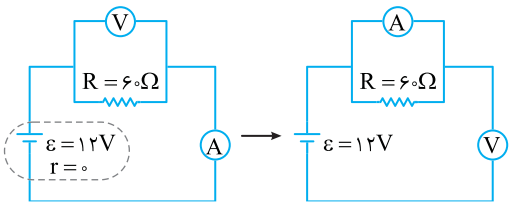
جریان مدار خواهد شد: $I_۲=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}=\frac{۲۴}{۶+۲}=۳A$

نسبت جریان در حالت دوم به حالت اول برابر است با: $\frac{I_۲}{I_۱}=\frac{۳}{۲}$

نمای ۱۳

۱۰ B

اگر جای ولت‌سنج و آمپرسنج را عوض کنیم مدار به شکل زیر درمی‌آید:



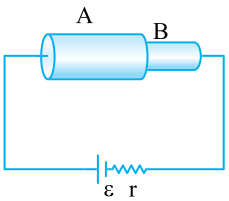
ولت‌سنج به طور متوالی با باتری بسته شده است و به دلیل مقاومت بسیار زیاد ولت‌سنج آرمانی، جریان مدار صفر خواهد شد و از آمپرسنج و مقاومت R جریانی نمی‌گذرد و آمپرسنج عدد صفر را نشان می‌دهد، در این حالت مانند این است که ولت‌سنج مستقیماً به دو سر باتری متصل است و ولت‌سنج نیروی محرکهٔ باتری یعنی ۱۲V را نشان می‌دهد.

نمای ۱۶

آزمونک (پنجره ۳ و ۴)

A ۱ ۱

یادآوری در مقاومت‌های متوالی، جریان‌ها یکسان است، بنابراین با توجه به رابطهٔ $P=RI^2$ توان با مقاومت نسبت مستقیم دارد. با توجه به رابطهٔ ساختمانی مقاومت می‌توان نوشت:



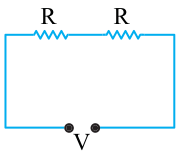
$$\frac{P_A}{P_B}=\frac{R_A}{R_B}\xrightarrow[\rho_A=\rho_B,L_A=L_B]{R=\rho\frac{L}{A}}\frac{P_A}{P_B}=\frac{\rho\frac{L}{A_A}}{\rho\frac{L}{A_B}}\Rightarrow\frac{P_A}{P_B}=\frac{A_B}{A_A}$$

$$\xrightarrow[A_A=۲mm^۲]{A_B=۱mm^۲}\frac{P_A}{P_B}=\frac{۱}{۲}$$

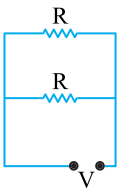
نمای ۱۸

B ۲ ۴

خط فکری در دو حالت ولتاژ یکسان است. بنابراین برای مقایسه توان‌ها باید به سراغ رابطهٔ $P=\frac{V^2}{R}$ بروید. البته اول باید مقاومت معادل در هر حالت را به‌دست بیاورید.



حالت اول: هنگامی که دو مقاومت به صورت متوالی به یک منبع وصل می‌شوند، مقاومت معادل این دو مقاومت $R_{eq}=R+R=۲R$ می‌شود و توان مصرفی خواهد شد: (۱) $P_{کل}=\frac{V^2}{R_{eq}}=\frac{V^2}{۲R}$



حالت دوم: اگر مقاومت‌ها را موازی وصل کنیم، مقاومت معادل برابر $\frac{۱}{R'_{eq}}=\frac{۱}{R}+\frac{۱}{R}=\frac{۲}{R}\Rightarrow R'_{eq}=\frac{R}{۲}$ شده و توان مصرفی کل برابر است با: (۲) $P'_{کل}=\frac{V^2}{R'_{eq}}=\frac{V^2}{\frac{R}{۲}}=۲\frac{V^2}{R}$

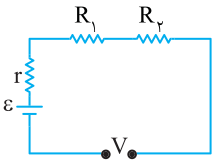
از دو رابطهٔ (۱) و (۲) نتیجه می‌شود.

$$\frac{P'_{کل}}{P_{کل}}=\frac{۲\frac{V^2}{R}}{\frac{V^2}{۲R}}\Rightarrow\frac{P'_{کل}}{۴۰}=۴\Rightarrow P'_{کل}=۱۶۰W$$

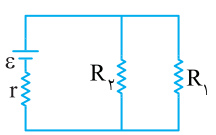
نمای ۱۸

بازی با سؤال مقاومت‌های $R_۱$ و $R_۲$ هر کدام ۱۰ اهم هستند. اگر توان مصرفی در مقاومت $R_۱$ در دو مدار برابر باشد، مقاومت درونی باتری چند اهم است؟

۱) ۱۰
۲) ۲
۳) $\frac{۵}{۲}$
۴) ۵



(ب)



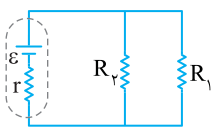
(الف)

گزینهٔ ۱

پاسخ ابتدا مدار (الف) را تحلیل می‌کنیم و توان مصرفی مقاومت $R_۱$ را به‌دست می‌آوریم: مدار (الف): $\frac{۱}{R_{eq}}=\frac{۱}{R_۱}+\frac{۱}{R_۲}=\frac{۱}{۱۰}+\frac{۱}{۱۰}=\frac{۱}{۵}\Rightarrow R_{eq}=۵\Omega$

جریان کل را حساب می‌کنیم:

$$I_{کل}=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}=\frac{\varepsilon}{۵+r}$$



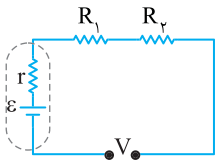
(الف)

جریان کل بین دو مقاومت یکسان و موازی به طور برابر تقسیم می‌شود:

$$R_۱=R_۲\Rightarrow I_۱=I_۲=\frac{I_{کل}}{۲}=\frac{\varepsilon}{۱۰+۲r}$$

بنابراین توان مصرفی در $R_۱$ خواهد شد: $P_{R_۱}=R_۱I_۱^۲=R_۱\times\frac{(\varepsilon)^۲}{(۱۰+۲r)^۲}$

حال مدار (ب) را تحلیل کرده و توان مصرفی مقاومت $R_۱$ را به‌دست می‌آوریم.



(ب)

مدار (ب): $R'_{eq}=R_۱+R_۲=۲۰\Omega$

$$\Rightarrow I'_{کل}=\frac{\varepsilon}{R'_{eq}+r}=\frac{\varepsilon}{۲۰+r}$$

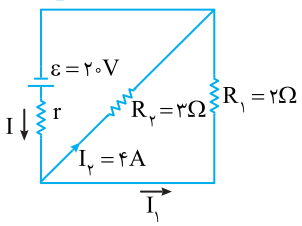
مقاومت‌های $R_۱$ و $R_۲$ متوالی هستند و جریان آن‌ها برابر جریان کل مدار است، از این‌رو توان مقاومت $R_۱$ خواهد شد: $P'_{R_۱}=R_۱I_۱^۲=R_۱\times\frac{(\varepsilon)^۲}{(۲۰+r)^۲}$

با توجه به فرض مسأله، توان مصرفی مقاومت $R_۱$ در دو مدار با هم برابر است:

$$P_{R_۱}=P'_{R_۱}\Rightarrow R_۱\times\frac{(\varepsilon)^۲}{(۱۰+۲r)^۲}=R_۱\times\frac{(\varepsilon)^۲}{(۲۰+r)^۲}$$

$$\Rightarrow(۲۰+r)^۲=(۱۰+۲r)^۲\Rightarrow۲۰+r=۱۰+۲r\Rightarrow r=۱۰\Omega$$

B ۲ ۳



۱ مقاومت‌های ۲Ω و ۳Ω با هم موازی هستند و در مقاومت‌های موازی اختلاف پتانسیل‌ها برابر است. بنابراین می‌توان جریان مقاومت $R_۱=۲\Omega$ را به‌دست آورد.

$$V_۲=V_۱\Rightarrow I_۲R_۲=I_۱R_۱\Rightarrow۴\times۳=I_۱\times۲\Rightarrow I_۱=۶A$$

(در واقع همان نکته‌ای که می‌گفتیم جریان در مقاومت‌های موازی به نسبت عکس مقدار مقاومت تقسیم می‌شود.)

۲ جریان مدار برابر مجموع جریان دو شاخه موازی است.

$$I=I_۱+I_۲\Rightarrow I=۶+۴\Rightarrow I=۱۰A$$

۳ مقاومت معادل مدار برابر است با:

$$(R_۱\text{ و }R_۲\text{ موازی}):R_{eq}=\frac{R_۱R_۲}{R_۱+R_۲}=\frac{۳\times۲}{۳+۲}=۱/۲\Omega$$

اکنون مقاومت درونی به کمک رابطهٔ جریان قابل محاسبه است.

$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\Rightarrow۱۰=\frac{۲۰}{۱/۲+r}\Rightarrow r=۰/۸\Omega$$

نمای ۱۲

B ۲ ۴

قرار است لامپ‌های ۱۰V به دو سر باتری ۱۲V به طور موازی متصل شوند. بنابراین برای آنکه روشنایی لامپ‌ها عادی باشد، یعنی با همان توان ۲W روشن شوند، باید درون باتری افت پتانسیل $Ir=۲V$ رخ دهد تا ولتاژ دو سر باتری ۱۰V شده و با ولتاژ دو سر هر لامپ برابر شود. اکنون که این مطلب را می‌دانید باید ابتدا جریان هر لامپ را به کمک توان و ولتاژ حساب کنید. سپس جریان کل مدار را وقتی ولتاژ دو سر باتری ۱۰V می‌شود به‌دست بیاورید تا بتوانید تعداد لامپ‌های موازی را حساب کنید. یادمان باشد که در مقاومت‌های (لامپ‌های) موازی یکسان همواره جریان کل مدار برابر تعداد لامپ ضربدر جریان هر لامپ است: $I_{کل}=nI_{لامپ}$

۱ جریان هر لامپ را به‌دست می‌آوریم. $P=VI\Rightarrow۲=۱۰I\Rightarrow I_{لامپ}=۰/۲A$

۲ باید ولتاژ دو سر باتری ۱۰V شود، در این صورت جریان کل مدار خواهد شد:

$$V=\varepsilon-Ir\Rightarrow۱۰=۱۲-I\times۱\Rightarrow I=۲A$$

لامپ‌ها با هم موازی هستند، از این‌رو تعداد لامپ‌ها خواهد شد:

$$I_{کل}=nI_{لامپ}\Rightarrow۲=n\times۰/۲\Rightarrow n=۱۰$$

نمای ۲۱

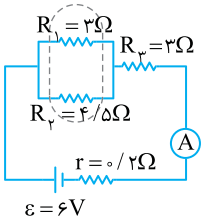
۱ ۵ B

حالت اول: آمپرسنج با باتری متوالی است، بنابراین جریان کل مدار را نشان می‌دهد.

ابتدا باید مقاومت معادل را حساب کنیم.

R_1 و R_2 موازی هستند.

$$R_{12}=\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}\Rightarrow R_{12}=\frac{۳\times ۴/۵}{۳+۴/۵}=\frac{۱/۵(۳\times ۳)}{۱/۵(۲+۳)}=\frac{۹}{۵}=۱/۸\Omega$$



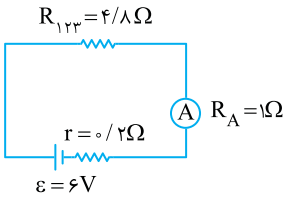
مقاومت معادل برابر است با:

$$R_{eq}=R_{12}+R_3=۱/۸+۳=۴/۸\Omega$$

جریانی که آمپرسنج آرمانی نشان می‌دهد خواهد شد:

$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\Rightarrow I=\frac{۶}{۴/۸+۰/۲}\Rightarrow I=۱/۲A$$

حالت دوم: اکنون مقاومت معادل مدار را با توجه به اینکه مقاومت آمپرسنج ۱Ω است و با مقاومت مدار متوالی است، به‌دست می‌آوریم:



$$R'_{eq}=۴/۸+۱=۵/۸\Omega$$

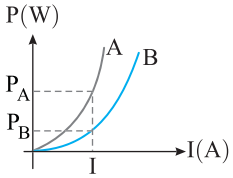
جریانی که در این حالت آمپرسنج نشان می‌دهد برابر است با:

$$I'=\frac{\varepsilon}{R'_{eq}+r}\Rightarrow I'=\frac{۶}{۵/۸+۰/۲}=۱A$$

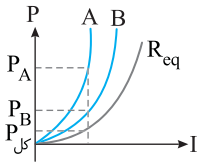
بنابراین آمپرسنج $۱/۲-۱=۰/۲A$ کمتر نشان می‌دهد. نمای ۱۶

۳ ۶ B

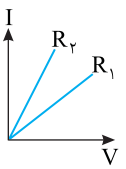
به شکل نگاه کنید. به ازای جریان برابری که از دو مقاومت می‌گذرد، توان مصرفی مقاومت A بیشتر است و بنا بر رابطهٔ $P=RI^2$، مقاومت A از مقاومت B بزرگ‌تر است.

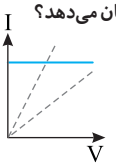


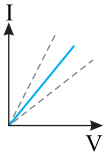
در مقاومت‌های موازی، مقاومت معادل از تک‌تک مقاومت‌ها کمتر است، بنابراین در جریان یکسان وقتی A و B را موازی می‌بندیم توان مصرفی در مجموعه هم از توان مصرفی در A و هم از توان مصرفی در B کمتر است و گزینه (۳) درست است. نمای ۱۸

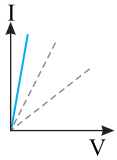


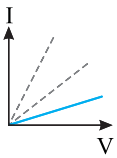
بازی با سؤال نمودار جریان نسبت به اختلاف پتانسیل برای دو مقاومت به شکل مقابل است. اگر این دو مقاومت را به طور موازی به هم ببندیم، کدام گزینه نمودار I-V را برای مجموعهٔ دو مقاومت درست نشان می‌دهد؟



۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

گزینهٔ ۳

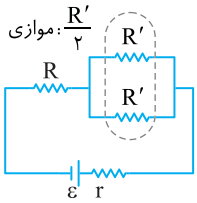
پاسخ خط فکری ۱ شیب نمودار I-V برابر وارون مقاومت است و هرچه مقاومت کمتر باشد، شیب خط بیشتر است.

۲ وقتی دو مقاومت را با هم موازی می‌بندیم، مقاومت معادل از هر دو مقاومت کوچک‌تر است بنابراین شیب نمودار حاصل باید افزایش یابد و بیشتر از هر دو نمودار باشد، پس گزینهٔ (۳) درست است.

۲ ۷ A

بنا بر فرض مسئله، توان خروجی باتری، ۳ برابر توان مصرفی در مقاومت R (RI^2) است. در این صورت:

$$\frac{R_{eq}I^2}{RI^2}=۳\Rightarrow R_{eq}=۳R \quad (۱)$$



مقاومت معادل را حساب می‌کنیم.

$$R_{eq}=R+\frac{R'}{۲} \quad (۲)$$

از رابطه‌های (۱) و (۲) می‌توان نوشت:

$$R+\frac{R'}{۲}=۳R\Rightarrow ۲R=\frac{R'}{۲}\Rightarrow\frac{R}{R'}=\frac{۱}{۴}$$

یادآوری توان خروجی باتری یعنی توان مصرفی در مقاومت خارجی مدار:

$$P_{\text{خروجی}}=R_{eq}I^2$$

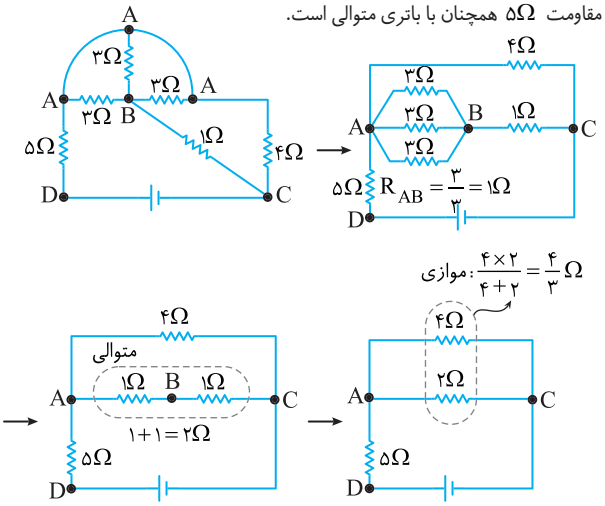
نمای ۱۹

۲ ۸ B

نقاط را نام‌گذاری می‌کنیم.

هر سه قسمت ۳ اهمی بین نقاط A و B بسته شده و موازیند.

مقاومت ۱Ω بین نقاط B و C و مقاومت ۴Ω بین نقاط C و A بسته شده است. البته مقاومت ۵Ω همچنان با باتری متوالی است.

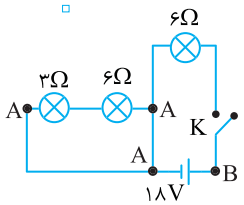


$$R_{eq}=۵+\frac{۴}{۳}=\frac{۱۹}{۳}\Omega$$

نمای ۱۱

۴ ۹ A

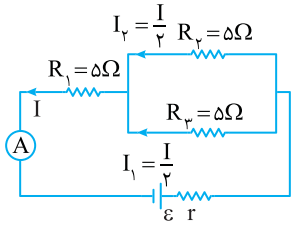
در شکل روبه‌رو اگر کلید بسته و یا باز باشد مقاومت‌های ۳Ω و ۶Ω اتصال کوتاه هستند و از آن‌ها جریانی نمی‌گذرد. دقت کنید دو سر مجموعه ۳Ω و ۶Ω دارای حرف یکسان A است.



نمای ۱۳

۳ ۱۰ A

مقاومت‌های R_2 و R_3 موازی و با مقاومت R_1 متوالی هستند. از طرفی آمپرسنج به طور متوالی با باتری قرار دارد، بنابراین اگر جریانی که آمپرسنج نشان می‌دهد، برابر I باشد، جریان R_1 نیز I و جریان هر یک از مقاومت‌های موازی R_2 و R_3 برابر $I_2=I_3=\frac{I}{۲}$ است.



در این صورت توان هر مقاومت را به کمک رابطهٔ $P=RI^2$ به‌دست می‌آوریم:

$$P_1=R_1I_1^2=RI^2,\ P_2=R_2I_2^2=\frac{RI^2}{4},\ P_3=R_3I_3^2=\frac{RI^2}{4}$$

به توان‌ها نگاه کنید، توان P_1 از همه بزرگ‌تر است، بنابراین این توان $180W$ است. از این‌رو:

$$P_1=RI^2=180W\Rightarrow 5I^2=180\Rightarrow I^2=36A\Rightarrow I=6A$$

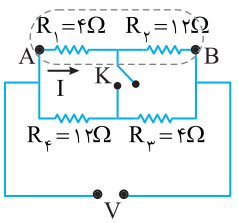
روش دیگر: وقتی مقاومت‌ها یکسان هستند، مقاومتی که به طور متوالی به باتری وصل شده است، جریان بیشینه از آن عبور کرده و با توجه به $P=RI^2$ دارای توان مصرفی بیشتری است، برابر $180W$ است. جریانی که از این مقاومت می‌گذرد، برابر جریانی است که آمپرسنج نشان می‌دهد، پس: $P_1=RI^2\Rightarrow 180=5I^2\Rightarrow I=6A$

نمای ۲۰

B ۱ ۱۱

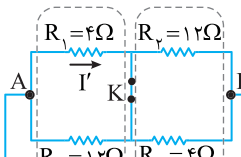
حالت اول: به مدار نگاه کنید. دو مقاومت R_1 و R_2 متوالی هستند و دو سر آن‌ها به دو سر منبع نیروی محرکه متصل است و اختلاف پتانسیل دو سر R_1 و R_2 برابر V می‌باشد. از این‌رو جریان R_1 در این حالت برابر است با:

متوالی: $R_{12}=4+12=16\Omega$

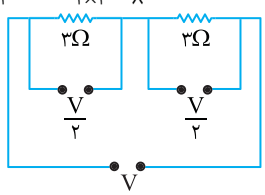


$$V=V_{AB}=I(R_1+R_2)\Rightarrow V=I(4+12)\Rightarrow I=\frac{V}{16}$$

حالت دوم: با بستن کلید K، مقاومت‌های R_1 و R_4 همان‌گونه که در مدار نشان داده شده با هم موازی می‌شوند. مقاومت‌های R_2 و R_3 نیز موازی می‌شوند. مقاومت معادل $R_{14}=3\Omega$ و مقاومت معادل $R_{23}=3\Omega$ است، بنابراین ولتاژ دو سر هر یک از آن‌ها نصف ولتاژ دو سر مدار یعنی $V_{14}=V_{23}=\frac{V}{2}$ است. در این صورت ولتاژ دو سر مقاومت $R_1=4\Omega$ نیز $\frac{V}{2}$ خواهد بود.



$$V_{14}=\frac{V}{2}\Rightarrow R_1I'=\frac{V}{2}\Rightarrow I'=\frac{V}{2\times 4}=\frac{V}{8}$$



حاصل $\frac{I'}{I}$ به‌دست می‌آید.

$$\frac{I'}{I}=\frac{\frac{V}{8}}{\frac{V}{16}}=2$$

نمای ۱۳

C ۱ ۱۲

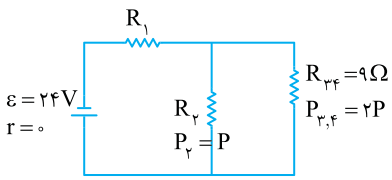
توان همه مقاومت‌ها یکسان و برابر P است. دو مقاومت R_3 و R_4 متوالی‌اند، پس جریان عبوری از آن‌ها یکسان است و با توجه به رابطهٔ $P=RI^2$ چون جریان‌ها و توان‌ها برای دو مقاومت R_3 و R_4 یکسان است، بنابراین:

$$P_3=P_4=P\Rightarrow R_3I^2=R_4I^2\Rightarrow R_3=R_4=4/5\Omega$$

دو مقاومت R_3 و R_4، $4/5$ اهم بوده و مقاومت معادل آن‌ها برابر $4/5+4/5=9\Omega$ و توان مصرفی معادل آن‌ها برابر $P+P=2P$ است. مقاومت R_2 با مقاومت R_{34} موازی بوده و توان مصرفی مقاومت R_2 (P_2) نیز برابر P است.

$$\Rightarrow P_{34}=2P=2P_2\Rightarrow\frac{V_{34}^2}{R_{34}}=2\frac{V_2^2}{R}$$

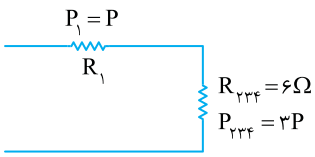
$$\xrightarrow{V_{34}=V_2=V}\frac{V^2}{R_{34}}=2\frac{V^2}{R_2}\Rightarrow R_2=2R_{34}=18\Omega$$



مقاومت معادل R_{34} و R_2 برابر است با:

$$\frac{1}{R_{234}}=\frac{1}{18}+\frac{1}{9}\Rightarrow\frac{1}{R_{234}}=\frac{3}{18}\Rightarrow R_{234}=6\Omega$$

توان مصرفی مقاومت R_{234} برابر $P+2P=3P$ و توان مصرفی مقاومت R_1 (P_1)، برابر P است و این دو مقاومت باهم متوالی‌اند:



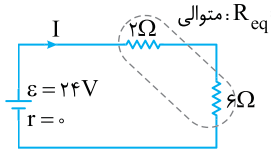
$$P_{234}=3P=3P_1\Rightarrow R_{234}I_{234}^2=3R_1I_1^2\xrightarrow{I_1=I_{234}}R_{234}=3R_1$$

$$\Rightarrow 6=3R_1\Rightarrow R_1=2\Omega$$

بنابراین مدار به صورت زیر است، حال مقاومت معادل و جریان خروجی از باتری را به‌دست می‌آوریم.

$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\xrightarrow{R_{eq}=2+6=8\Omega}I=\frac{24}{8}=3A$$

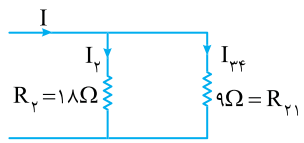
متوالی: $R_{eq}=2+6=8\Omega$



جریان در مقاومت‌های موازی به نسبت عکس مقدار مقاومت‌ها تقسیم می‌شود:

$$\frac{I_{34}}{I_2}=\frac{R_2}{R_{34}}=\frac{18}{9}\Rightarrow I_{34}=2I_2$$

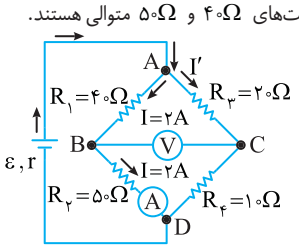
$$I=I_{34}+I_2\Rightarrow 3=2I_2+I_2\Rightarrow I_2=1A$$



نمای ۲۰

C ۲ ۱۳

از ولت‌سنج آرمانی جریانی نمی‌گذرد. مقاومت‌های ۴۰Ω و ۵۰Ω متوالی هستند.



$R_{12}=R_1+R_2=90\Omega$

مقاومت‌های $R_3=20\Omega$ و $R_4=10\Omega$ نیز متوالی هستند.

$R_{34}=10+20=30\Omega$

مقاومت‌های R_{12} و R_{34} با هم موازی هستند و جریان به نسبت وارون مقاومت‌ها تقسیم می‌شود. مقاومت $R_{34}=30\Omega$، $\frac{1}{3}$ مقاومت $R_{12}=90\Omega$ است، بنابراین جریان آن ۳ برابر جریان R_{12} است.

$$I'=3I\xrightarrow{I=2A}I'=3\times 2=6A$$

برای یافتن اختلاف پتانسیل دو سر ولت‌سنج یعنی V_{BC} ، اختلاف پتانسیل بین A و B و اختلاف پتانسیل بین A و C را حساب می‌کنیم.

$$V_A - V_B = R_1 I = ۴۰ \times ۲ = ۸۰V$$

$$V_A - V_C = R_۳ I' = ۲۰ \times ۶ = ۱۲۰V$$

اکنون این دو رابطه را از هم کم می‌کنیم.

$$V_A - V_C - (V_A - V_B) = ۱۲۰ - ۸۰ \Rightarrow V_B - V_C = ۴۰V$$

ولت‌سنج ۴۰V را نشان می‌دهد.

نمای ۱۶

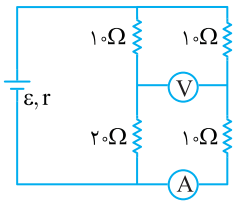
بازی با سؤال در مدار روبه‌رو اگر ولت‌سنج آرمانی ۱۰V را نشان دهد، آمپرسنج چند آمپر را نشان خواهد داد؟

۱) ۱

۲) ۲

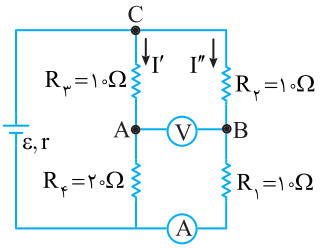
۳) ۳

۴) ۴



گزینهٔ ۳

پاسخ ولت‌سنج ایده‌آل مقاومت بسیار زیادی داشته و از آن جریانی عبور نمی‌کند. می‌توان این طور در نظر گرفت که به جای ولت‌سنج، اختلاف پتانسیل دو نقطه A و B را در نظر می‌گیریم. با توجه به مدار، آمپرسنج آرمانی با مقاومت R_1 متوالی بوده و جریان عبوری از مقاومت R_1 را نشان می‌دهد. مقاومت معادل R_1 و $R_۲$ با مقاومت معادل $R_۳$ و $R_۴$ موازی می‌باشد، پس ولتاژ دو سر مقاومت $R_{۱۲}$ با ولتاژ دو سر مقاومت $R_{۳۴}$ برابر است.



مقاومت معادل $R_{۳۴}=۳۰\Omega$ و مقاومت معادل $R_{۱۲}=۲۰\Omega$ است و در مقاومت‌های موازی جریان به نسبت وارون مقاومت‌ها تقسیم می‌شود بنابراین:

$$\frac{I''}{I'} = \frac{R_{۳۴}}{R_{۱۲}} \Rightarrow \frac{I''}{I'} = \frac{۳۰}{۲۰} \Rightarrow I' = \frac{۲}{۳} I''$$

اختلاف پتانسیل بین A و C و بین B و C را به‌دست می‌آوریم.

$$V_C - V_A = I' R_۳ \Rightarrow V_C - V_A = ۱۰ I' \quad (۱)$$

$$V_C - V_B = I'' R_۲ \Rightarrow V_C - V_B = ۱۰ I'' \quad (۲)$$

دقت کنید که $I' < I''$ است پس $V_C - V_A < V_C - V_B$ است. حال معادلهٔ (۲) را از معادله (۱) کم می‌کنیم و برابر عدد ولت‌سنج یعنی ۱۰V قرار می‌دهیم.

$$V_C - V_B - (V_C - V_A) = ۱۰ I'' - ۱۰ I' \Rightarrow V_B - V_A = ۱۰ I'' - ۱۰ I'$$

$$۱۰ = ۱۰ I'' - ۱۰ I' \Rightarrow I'' - I' = ۱A$$

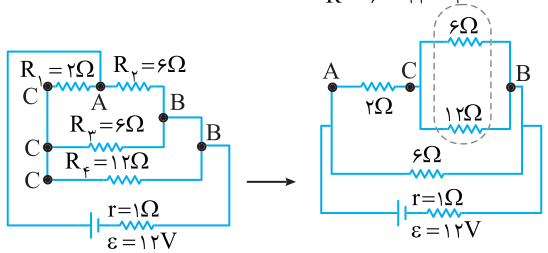
اکنون $I' = \frac{۲}{۳} I''$ را در رابطهٔ بالا قرار می‌دهیم.

$$I'' - \frac{۲}{۳} I'' = ۱ \Rightarrow I'' = ۳A$$

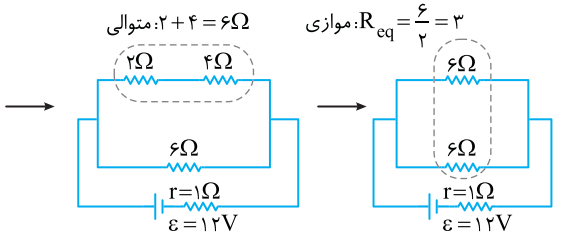
۱۴ B ۱

با نام‌گذاری نقاط هم‌پتانسیل مشخص می‌شود که مقاومت‌های $R_۴$ و $R_۳$ بین دو نقطه B و C بسته شده و موازی هستند، مقاومت R_1 بین A و C و مقاومت $R_۲$ بین A و B بسته شده است. اکنون شکل ساده‌تر مدار را رسم می‌کنیم و مقاومت معادل را حساب می‌کنیم.

موازی: $\frac{۱}{R} = \frac{۱}{۶} + \frac{۱}{۱۲} = \frac{۱}{۴} \Rightarrow R = ۴\Omega$



متوالی: ۲+۴=۶Ω ؛ موازی: $R_{eq} = \frac{۶}{۲} = ۳$



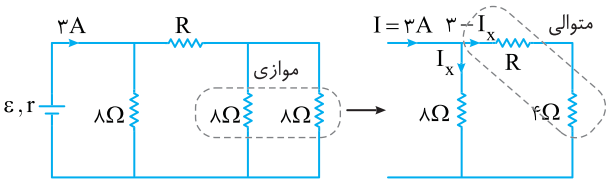
با داشتن مقاومت معادل جریان مدار را به‌دست می‌آوریم: $I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{۱۲}{۳+۱} = ۳A$

ولتاژ دو سر باتری خواهد شد: $V = \varepsilon - Ir = ۱۲ - ۳ \times ۱ = ۹V$

نمای ۱۰

۱۵ C ۴

دو مقاومت ۸Ω نشان داده شده موازی هستند:



اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۸Ω و دو سر دو مقاومت‌های متوالی R و ۴Ω یکسان است.

$$V_{۸\Omega} = V_{R+۴} \xrightarrow{V=IR} ۸ I_x = V_R + V_{۴\Omega}$$

با توجه به فرض مسئله $V_R = ۱۲V$ است از این‌رو:

$$۸ I_x = ۱۲ + ۴(۳ - I_x) \Rightarrow ۸ I_x = ۲۴ - ۴ I_x \Rightarrow ۱۲ I_x = ۲۴ \Rightarrow I_x = ۲A$$

بنابراین جریان عبوری از مقاومت R برابر ۳−۲=۱A است و مقاومت R خواهد شد:

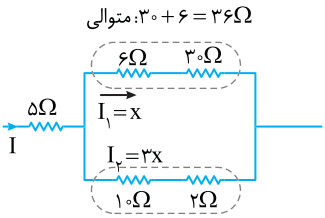
$$\begin{cases} I = ۱A \\ V = ۱۲V \end{cases} \Rightarrow R = \frac{V}{I} = \frac{۱۲}{۱} = ۱۲\Omega$$

نمای ۱۲

آزمونک (پنجرهٔ ۴ و ۵)

B ۱ ۱

مقاومت شاخهٔ بالایی ۳۶Ω و مقاومت شاخهٔ پایینی ۱۲Ω است و در مقاومت‌های موازی جریان با مقاومت نسبت وارون دارد و اگر جریان شاخهٔ بالایی x باشد، جریان شاخهٔ پایینی $۳x$ است. از طرفی مجموع این دو جریان برابر جریان I خواهد بود از این‌رو:



متوالی: $۳۰+۶=۳۶\Omega$

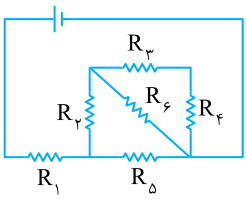
$$I=I_۱+I_۲\Rightarrow I=x+۳x\Rightarrow I=۴x$$

توان مقاومت‌های ۱۰Ω و ۵Ω را به دست می‌آوریم.

$$P=RI^۲\Rightarrow\begin{cases}R=۱۰\Omega\rightarrow P_{۱۰\Omega}=۱۰(۳x)^۲\\R=۵\Omega\rightarrow P_{۵\Omega}=۵(۴x)^۲\end{cases}\Rightarrow\frac{P_{۱۰\Omega}}{P_{۵\Omega}}=\frac{۹}{۸}$$

نمای ۱۸

بازی با سؤال در شکل زیر همهٔ مقاومت‌ها یکسان هستند، توان مصرفی در مقاومت $R_۶$ چند برابر توان مصرفی در مقاومت $R_۱$ است؟

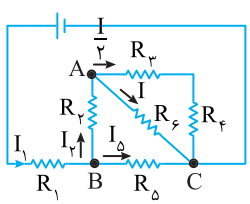


۱) $\frac{۱}{۱۶}$ ۲) $\frac{۱}{۸}$

۳) $\frac{۳}{۵}$ ۴) $\frac{۲}{۷}$

گزینهٔ ۱

پاسخ جریان مقاومت $R_۶$ را برابر I می‌گیریم. در مقاومت‌های موازی جریان به نسبت وارون مقاومت تقسیم می‌شود، پس جریان شاخه شامل $R_۳$ و $R_۴$ که مقاومتش دو برابر مقاومت $R_۶$ است، برابر $\frac{I}{۲}$ می‌شود. برای جریان $I_۲$ می‌توان نوشت:



$$I_۲=I+\frac{I}{۲}\Rightarrow I_۲=\frac{۳I}{۲}$$

مقاومت معادل مقاومت‌های $R_۲$، $R_۳$، $R_۴$ و $R_۶$ را به‌دست می‌آوریم.

مقاومت‌های $R_۳$ و $R_۴$ باهم متوالی هستند. $R_{۳۴}=R+R=۲R$

مقاومت $R_{۳۴}$ با مقاومت $R_۶$ موازی است: $R_{۳۴۶}=\frac{۲R\times R}{۲R+R}=\frac{۲}{۳}R$

و مقاومت $R_{۳۴۶}$ با مقاومت $R_۲$ متوالی است: $R_{۲۳۴۶}=R+\frac{۲}{۳}R=\frac{۵}{۳}R$

این مقاومت با مقاومت $R_۵$ موازی است و ولتاژ دو سر آن‌ها باهم برابر است، از این‌رو می‌توان نوشت:

$$I_۵R_۵=I_۲(R_{۲۳۴۶})\Rightarrow I_۵R=I_۲\frac{۵}{۳}R\Rightarrow I_۵=\frac{۵}{۳}I_۲$$

$$\Rightarrow I_۵=\frac{۵}{۳}\times\frac{۳}{۲}I\Rightarrow I_۵=\frac{۵}{۲}I$$

با داشتن جریان‌های $I_۲$ و $I_۵$، جریان $I_۱$ را به‌دست می‌آوریم:

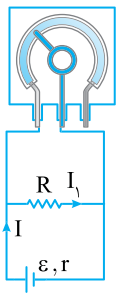
$$I_۱=I_۲+I_۵=\frac{۳}{۲}I+\frac{۵}{۲}I=۴I$$

اکنون نسبت توان‌ها را حساب می‌کنیم:

$$\frac{P_۶}{P_۱}=\frac{R_۶I_۶^۲}{R_۱I_۱^۲}=\frac{R(I)^۲}{R(۴I)^۲}=\frac{۱}{۱۶}$$

B ۲ ۴

۱ با حرکت ساعتگرد لغزندهٔ پتانسیومتر، مقاومت پتانسیومتر افزایش می‌یابد و این یعنی مقاومت معادل مدار هم افزایش می‌یابد. $(R_{eq}\uparrow)$



۲ با افزایش مقاومت معادل مدار، جریان کل مدار (I) کاهش می‌یابد. $(\downarrow I=\frac{\varepsilon}{\uparrow R_{eq}+r})$

۳ با کاهش جریان مدار ولتاژ دو سر باتری افزایش می‌یابد. $(\uparrow V=\varepsilon-\downarrow Ir)$

۴ مقاومت R با باتری موازی است و اختلاف پتانسیل دو سر آن با اختلاف پتانسیل دو سر باتری برابر است. با افزایش ولتاژ باتری، ولتاژ دو سر R نیز بالا می‌رود و با توجه به رابطهٔ $V=RI$ جریان $I_۱$ زیاد می‌شود. $(\uparrow I_۱=\frac{V\uparrow}{R_{ثابت}})$

نمای ۲۲

C ۳ ۱

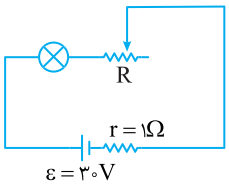
خط فکری ولتاژ دو سر باتری، حاصل جمع ولتاژ دو سر لامپ و دو سر رئوستا است. $(V_{باتری}=V_{لامپ}+V_{رئوستا})$. حداکثر ولتاژ دو سر لامپ که لامپ نسوزد و با توان $۴۰W$ روشن بماند، $۱۰V$ است، بنابراین حداقل ولتاژ رئوستا خواهد شد:

$$V_{رئوستا}=V_{باتری}-V_{لامپ}=V_{باتری}-۱۰$$

به کمک مشخصات لامپ، جریان بیشینه قابل تحمل لامپ را بیابید سپس به سراغ ولتاژ دو سر باتری بروید و سرانجام ولتاژ دو سر مقاومت متغیر R (رئوستا) را به‌دست آورید.

بیشینه جریان قابل تحمل لامپ را حساب می‌کنیم. $P=VI\Rightarrow ۴۰=۱۰I\Rightarrow I=۴A$

اگر جریان مدار از $۴A$ بیشتر شود، لامپ می‌سوزد. در این حالت اختلاف پتانسیل دو سر باتری برابر است با:



$$V_{باتری}=\varepsilon-Ir\Rightarrow V=۳۰-۴\times۱\Rightarrow V=۲۶V$$

حداکثر ولتاژ دو سر لامپ $۱۰V$ است، بنابراین حداقل ولتاژ دو سر مقاومت متغیر R باید $۲۶-۱۰=۱۶V$ باشد تا لامپ نسوزد. در این صورت حداقل توان مصرفی در مقاومت R خواهد شد:

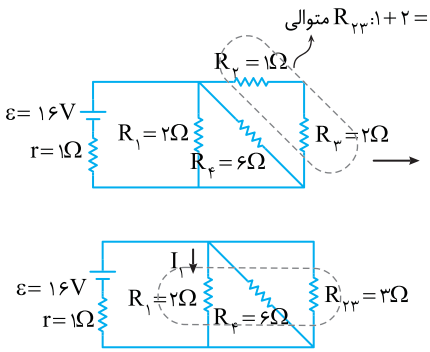
$$P=VI\Rightarrow P=۱۶\times۴\Rightarrow P=۶۴W$$

نمای ۲۱

B ۴ ۲

خط فکری باید توان مصرفی در مقاومت $R_۱$ را به‌دست بیاوریم. بنابراین باید جریان عبوری از $R_۱$ و مدت زمان عبور جریان را حساب کنیم، بنابراین باید ابتدا مقاومت معادل، سپس جریان مدار و به کمک جریان و مقدار آمپر - ساعت، زمان کار کرد باتری را حساب کنیم تا مسئله قابل حل شود.

۱ ابتدا مقاومت معادل را به‌دست می‌آوریم.



مقاومت معادل برابر است با: $\frac{۱}{R_{eq}}=\frac{۱}{۲}+\frac{۱}{۶}+\frac{۱}{۳}=\frac{۳+۱+۲}{۶}\Rightarrow R_{eq}=۱\Omega$

۲ جریان کل مدار را حساب می‌کنیم. $I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\Rightarrow I=\frac{۱۶}{۱+۱}\Rightarrow I=۸A$

۳ با جریان $۸A$ مدتی که باتری کار می‌کند برابر است با:

$Q=It\Rightarrow ۱۲۰=۸t\Rightarrow t=۱۵h$

۴ مقاومت معادل $R_{۲۳}$ و $R_۴$، برابر $\frac{۶\times۳}{۶+۳}=۲$ اهم است، پس جریان $۸A$ به دو قسمت مساوی تقسیم می‌شود و از مقاومت‌های $R_۱=۲\Omega$ و $R_{۲۳۴}=۲\Omega$ می‌گذرد. یعنی جریان مقاومت $R_۱$ برابر $\frac{۸}{۲}=۴A$ است.

۵ بنابراین توان مصرفی در مقاومت $R_۱$ در مدت $۱۵h$ خواهد شد:

$P=RI^۲\Rightarrow P_۱=۲\times(۴)^۲=۳۲W$

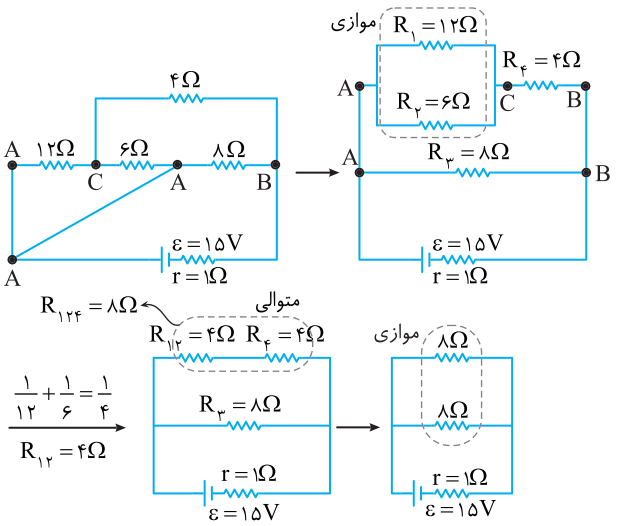
۶ انرژی مصرفی در $R_۱$ را به‌دست می‌آوریم.

$U=Pt\Rightarrow U=\frac{۳۲}{۱۰۰۰}\times۱۵\Rightarrow U=۰/۴۸kWh$

نمای ۱۸ و ۱۹

B ۵ ۱

ابتدا با نامگذاری شکل ساده‌تری از مدار را رسم می‌کنیم، مقاومت معادل را به‌دست می‌آوریم و جریان را در شاخه‌ها تقسیم می‌کنیم:

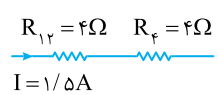


$\Rightarrow R_{eq}=\frac{۸\times۸}{۸+۸}=۴\Omega$

اکنون با داشتن مقاومت معادل جریان را حساب می‌کنیم: $I_{کل}=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}=\frac{۱۵}{۴+۱}=۳A$

چون دو مقاومت ۸Ω باهم موازی بسته شده‌اند، جریان کل مدار بین این دو مقاومت تقسیم می‌شود و از هر مقاومت جریان $\frac{۳}{۲}=۱/۵A$ می‌گذرد.

چون در شاخهٔ بالایی مقاومت $R_۴$ با مقاومت $R_{۱۲}$ متوالی بسته شده است، پس جریان عبوری از $R_۴$ نیز $۱/۵A$ است و انرژی مصرفی در مقاومت $R_۴=۴\Omega$ در مدت $۲s$ خواهد شد:



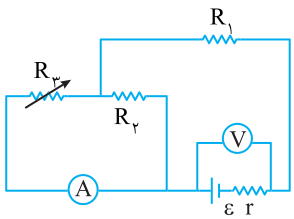
$U=Pt=RI^۲t=۴\times(\frac{۳}{۲})^۲\times۲=۴\times\frac{۹}{۴}\times۲=۱۸J$

نمای ۱۸

B ۶ ۳

۱ با افزایش مقاومت $R_۳$، مقاومت معادل مدار افزایش می‌یابد. $(R_{eq}\uparrow)$

۲ با افزایش مقاومت معادل، جریان مدار کاهش می‌یابد. $(\downarrow I=\frac{\varepsilon}{\uparrow R_{eq}+r})$



۳ با کاهش جریان، ولتاژ دو سر باتری افزایش می‌یابد $(\uparrow V_{باتری}=\varepsilon-\downarrow Ir)$ و ولت‌سنج عدد بزرگ‌تری را نشان می‌دهد.

۴ از مقاومت $R_۱$ جریان کل می‌گذرد و با کاهش جریان مدار ولتاژ دو سر مقاومت $R_۱$ نیز کاهش می‌یابد. $(\downarrow V_۱=I\downarrow R_۱)$

۵ مقاومت‌های $R_۲$ و $R_۳$ موازی هستند و ولتاژ دو سر آن‌ها برابر است با:

$V_{۲۳}=V_{باتری}-V_۱$

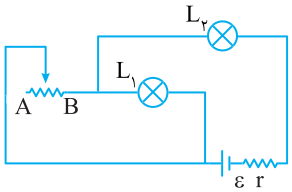
که با کاهش $V_۱$ و افزایش $V_{باتری}$، $V_{۲۳}$ افزایش می‌یابد. نمای ۲۲

۶ ولتاژ دو سر مقاومت $R_۲$ زیاد شده، یعنی جریان $I_۲$ افزایش یافته است.

۷ جریان کل مدار کاهش و جریان $I_۲$ افزایش یافته است، از این‌رو جریان $R_۳$ کم شده است و آمپرسنج عدد کمتری را نمایش می‌دهد.

میانبر می‌توان ثابت کرد که هر گاه یک مقاومت در مدار افزایش یابد، ولتاژ دو سر آن افزایش می‌یابد اما جریان عبوری آن کاهش می‌یابد، بنابراین آمپرسنج عدد کمتری را نمایش می‌دهد. نمای ۱

بازی با سؤال **در مدار شکل زیر، چنانچه لغزندهٔ رئوستا به سمت نقطهٔ A حرکت کند، نور لامپ‌های $L_۱$ و $L_۲$ به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟**



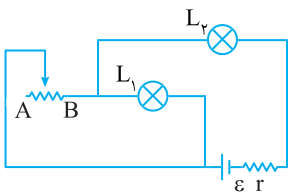
۱) افزایش، افزایش

۲) کاهش، افزایش

۳) افزایش، کاهش

۴) کاهش، کاهش

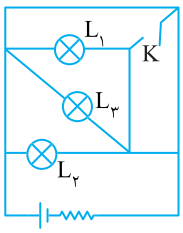
پاسخ **به شکل مسئله به دقت نگاه کنید. هر چه لغزنده به سمت نقطهٔ A برود، مقاومت بزرگ‌تری از AB در مدار قرار می‌گیرد. با افزایش مقاومت AB، مقاومت کل مدار افزایش می‌یابد. می‌توان نشان داد که با افزایش یک مقاومت مدار، ولتاژ دو سر آن مقاومت افزایش می‌یابد. مقاومت AB با لامپ $L_۱$ موازی است، بنابراین ولتاژ دو سر لامپ $L_۱$ نیز افزایش یافته است و نور لامپ $L_۱$ زیاد می‌شود. اما با افزایش مقاومت AB، مقاومت معادل مدار افزایش و جریان کل مدار کاهش می‌یابد، یعنی جریان عبوری از لامپ $L_۲$ که با باتری متوالی است، کاهش می‌یابد و نور لامپ $L_۲$ کم می‌شود.**



گزینهٔ ۳

A ۴ ۷

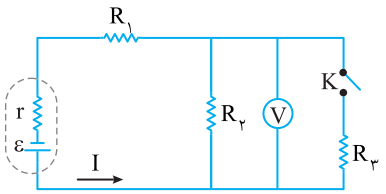
در هر دو حالت (کلید باز و کلید بسته) تمام لامپ‌ها اتصال کوتاه هستند و در واقع همهٔ لامپ‌ها خاموش هستند و قطع و وصل کلید K تغییری در مدار ایجاد نمی‌کند.



نمای ۲۲

C ۲ ۸

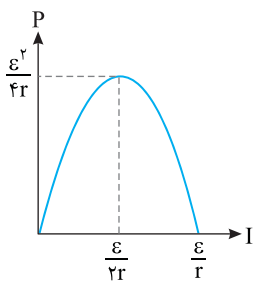
۱ با بستن کلید K مقاومت R_3 با مقاومت R_2 موازی می‌شوند و مقاومت معادل مدار کاهش می‌یابد.



۲ با کاهش مقاومت معادل مدار، جریان مدار افزایش می‌یابد.

۳ مقاومت R_1 با باتری متوالی است و جریان مدار از آن می‌گذرد، بنابراین با افزایش جریان مدار، توان مصرفی در مقاومت R_1 افزایش می‌یابد.

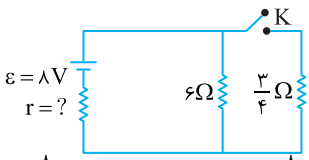
اما دربارهٔ توان خروجی باتری نمی‌توان اظهار نظر کرد، زیرا با توجه به رابطهٔ توان خروجی برحسب جریان، توان تابع درجه ۲ از جریان است $(P=-rI^2+\varepsilon I)$ و نمودار آن به صورت سهمی روبه‌رو است و تغییر جریان از ۰ تا $\frac{\varepsilon}{2r}$ باعث افزایش توان و از $\frac{\varepsilon}{2r}$ تا $\frac{\varepsilon}{r}$ باعث کاهش توان می‌شود.



نمای ۲۳

C ۴ ۹

توان خروجی باتری همان توان مصرفی در مقاومت خارجی مولد است. $P=R_{eq}I^2$ وقتی کلید باز است تنها مقاومت ۶Ω در مدار وجود دارد.



$I=\frac{8}{6+r}$, $P=R_{eq}I^2\Rightarrow P=6\times(\frac{8}{6+r})^2$

وقتی کلید بسته است مقاومت معادل خواهد شد:

$$R_{eq}=\frac{6\times\frac{3}{4}}{6+\frac{3}{4}}=\frac{18}{27}=\frac{2}{3}\Omega$$

$$I'=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\Rightarrow I'=\frac{8}{\frac{2}{3}+r}=\frac{24}{2+3r}$$

$$P'=R_{eq}I'^2\Rightarrow P'=\frac{2}{3}\times(\frac{24}{2+3r})^2$$

با توجه به فرض مسأله: $P=P'\Rightarrow 6\times(\frac{8}{6+r})^2=\frac{2}{3}\times(\frac{24}{2+3r})^2\Rightarrow 3\times\frac{8}{6+r}=\frac{24}{2+3r}$

$\Rightarrow 6+r=2+3r\Rightarrow 4=2r\Rightarrow r=2\Omega$

میانبر هرگاه توان خروجی باتری برای مقاومت‌های خارجی R_1 و R_2 برابر شود آن‌گاه خواهیم داشت: $r=\sqrt{R_1R_2}$

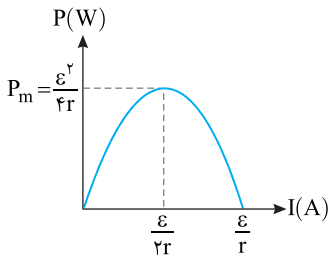
در حالت اول مقاومت معادل $R_1=6\Omega$ و در حالت دوم مقاومت معادل $R_2=\frac{2}{3}\Omega$ است بنابراین: $r=\sqrt{6\times\frac{2}{3}}\Rightarrow r=2\Omega$

نمای ۱۹

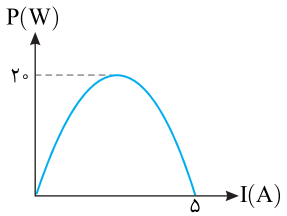
B ۴ ۱۰

خط فکری ابتدا به کمک نمودار باید نیروی محرکه و مقاومت درونی باتری را به‌دست بیاورید، سپس با داشتن ε و r جریان مدار خارجی را حساب کرده و توان کل را به‌دست بیاورید.

یادآوری در نمودار توان خروجی برحسب جریان، توان بیشینه برابر $P_m=\frac{\varepsilon^2}{4r}$ است. همچنین وقتی توان خروجی صفر است، جریان $I=\frac{\varepsilon}{r}$ است.



۱ با توجه به نمودار خواهیم داشت: $(\frac{\varepsilon}{r}=5\,,\frac{\varepsilon^2}{4r}=20)$



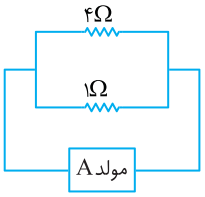
دو رابطه را برهم تقسیم می‌کنیم:

$$\frac{\frac{\varepsilon^2}{4r}}{\frac{\varepsilon}{r}}=\frac{20}{5}\Rightarrow\frac{\varepsilon}{4}=4\Rightarrow\varepsilon=16V$$

۲ مقاومت درونی خواهد شد:

$$\frac{\varepsilon}{r}=5\Rightarrow\frac{16}{r}=5\Rightarrow r=3/2\Omega$$

۳ مقاومت‌های ۱Ω و ۴Ω



موازی هستند و مقاومت معادل آن‌ها برابر است با: $R_{eq}=\frac{4\times1}{4+1}=0/8\Omega$

۴ جریان مدار خواهد شد: $I=\frac{\varepsilon}{R+r}\Rightarrow I=\frac{16}{0/8+3/2}\Rightarrow I=4A$

۵ توان مصرفی در مقاومت‌های خارجی مدار برابر است با:

$$P=R_{eq}I^2\Rightarrow P=0/8\times(4)^2\Rightarrow P=12/8W$$

نمای ۱۹

پنجرهٔ تودرتو (آزمون فصل)

A ۳ ۱

با استفاده از قانون اهم، جریان را در دو ولتاژ ۲۰V و ۳۰V حساب می‌کنیم.

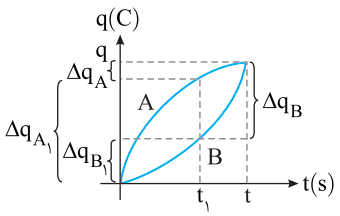
$$I=\frac{V}{R}\Rightarrow\begin{cases}V_1=20V\longrightarrow I_1=\frac{20}{2/5}=8A\\ V_2=30V\longrightarrow I_2=\frac{30}{2/5}=12A\end{cases}$$

بنابراین جریان مدار $12-8=4A$ افزایش می‌یابد.

نمای ۲

B ۳ ۲

جریان متوسط برابر است با آهنگ شارش بار از هر مقطع مدار: $\bar{I}=\frac{\Delta q}{\Delta t}$



در بازه ۰ تا t بار گذرنده از A و B برابر q است بنابراین جریان متوسط در این بازه برابر است، $\bar{I}_A=\bar{I}_B=\frac{q}{t}$ و گزینهٔ (۳) درست است. اما به سراغ گزینه‌های دیگر برویم. در گزینهٔ (۱) بیان شده در هر بازهٔ زمانی دلخواه $\bar{I}_A>\bar{I}_B$ اما به بازهٔ دلخواه t_1 تا t روی شکل دقت کنید، کاملاً مشخص است که در این بازه $\Delta q_B>\Delta q_A$ است و جریان متوسط B $(\bar{I}_B=\frac{\Delta q_B}{t-t_1})$ از جریان A $(\bar{I}_A=\frac{\Delta q_A}{t-t_1})$ بیشتر است و گزینهٔ (۱) نادرست است.

برای بررسی گزینهٔ (۲) که در آن ادعا شده که در هر بازه $\bar{I}_B>\bar{I}_A$ است، بازهٔ صفر تا t_1 را بررسی می‌کنیم، در این بازه $\Delta q_{A_1}>\Delta q_{B_1}$ بوده بنابراین $\bar{I}_{A_1}>\bar{I}_{B_1}$ است و گزینهٔ (۲) نادرست است.

نمای ۱

B ۳ ۳

مقاومت یک سیم رسانا که از قانون اهم پیروی می‌کند در دمای ثابت مقدار ثابتی است و به ولتاژ دو سر مقاومت و جریان عبوری از آن بستگی ندارد، بنابراین با دو برابر کردن ولتاژ در دمای ثابت مقاومت ثابت می‌ماند از طرفی شیب نمودار جریان برحسب ولتاژ بنا به قانون اهم $(R=\frac{V}{I})$ برابر وارون مقاومت $(\frac{1}{R})$ است، بنابراین با افزایش ولتاژ و ثابت بودن R، وارون مقاومت یعنی شیب نمودار ثابت می‌ماند.

ثابت می‌ماند: θ ثابت می‌ماند $\Rightarrow\tan\theta$ ثابت می‌ماند: $\tan\theta=$ شیب خط

نمای ۲

B ۳ ۴

خط فکری فرض کنید طول سیم n برابر شود، چون حجم سیم در دو حالت برابر است قطعاً مساحت سطح مقطع سیم $\frac{1}{n}$ برابر می‌شود بنابراین:

$$\frac{R_2}{R_1}=\frac{L_2}{L_1}\times\frac{A_1}{A_2}=n\times n\Rightarrow\frac{R_2}{R_1}=n^2$$

اکنون با این خط فکری مسئله به راحتی قابل حل است.

$$\frac{R_2}{R_1}=n^2\xrightarrow[R_2=2/5\Omega]{R_1=160\Omega}\frac{2/5}{160}=n^2\Rightarrow n^2=\frac{25}{1600}\Rightarrow n=\frac{5}{40}\Rightarrow n=\frac{1}{8}$$

بنابراین طول سیم برابر است با:

$$L_2=nL_1\Rightarrow L_2=\frac{1}{8}\times40=5cm$$

دقت کنید قطر سطح مقطع در این مسئله کاربردی ندارد.

نمای ۳

B ۴ ۵

۶ اختلاف پتانسیل در دو حالت برابر است از این‌رو جریان عبوری از دو سیم به مقاومت آن‌ها بستگی دارد.

$$V_1=V_2\xrightarrow{V=IR}I_1R_1=I_2R_2\Rightarrow\frac{I_2}{I_1}=\frac{R_1}{R_2}\quad(I)$$

۷ باید به سراغ نسبت مقاومت‌ها برویم، طول دو سیم و جنس آن‌ها یکی است از این‌رو:

$$\begin{cases}R_1=\rho\frac{L_1}{A_1}\\ R_2=\rho\frac{L_2}{A_2}\end{cases}\Rightarrow\frac{R_1}{R_2}=\frac{L_1}{L_2}\times\frac{A_2}{A_1}\xrightarrow{L_1=L_2}\frac{R_1}{R_2}=\frac{A_2}{A_1}$$

$$\xrightarrow{A=\pi\frac{D^2}{4}}\frac{R_1}{R_2}=(\frac{D_2}{D_1})^2\xrightarrow{D_2=2D_1}\frac{R_1}{R_2}=(2)^2=4\xrightarrow{(I)}\frac{I_2}{I_1}=4$$

۸ اکنون بار گذرنده از هر مقاومت را می‌توان حساب کرد:

$$\begin{cases}I_2=\frac{q_2}{t}\\ I_1=\frac{q_1}{t}\end{cases}\Rightarrow\frac{I_2}{I_1}=\frac{q_2}{q_1}\Rightarrow\frac{q_2}{q_1}=4$$

۹ بار الکتریکی یک جسم برابر $q=ne$ است از این‌رو:

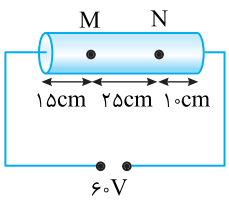
$$\begin{cases}q_1=n_1e\\ q_2=n_2e\end{cases}\Rightarrow\frac{q_1}{q_2}=\frac{n_1}{n_2}\xrightarrow{\frac{q_1=1}{q_2=4}}\frac{n_1}{n_2}=\frac{1}{4}$$

میانبر می‌توانید مسئله را ذهنی به گونهٔ زیر حل کنید.

قطر سیم (۲)، دو برابر، سطح مقطع آن ۴ برابر، بنابراین مقاومت الکتریکی آن $\frac{1}{4}$ برابر و جریان آن ۴ برابر خواهد شد، بنابراین بار الکتریکی سیم (۲)، ۴ برابر سیم (۱) و تعداد الکترون گذرنده در سیم (۲)، ۴ برابر سیم (۱) یعنی $\frac{n_1}{n_2}=\frac{1}{4}$ است.

نمای ۳

A ۳ ۶



طول قطعهٔ رسانا $15+25+10=50cm$ است و اختلاف پتانسیل دو سر آن 60V است. فاصلهٔ MN برابر 25cm است، با توجه به رابطهٔ ساختمانی مقاومت $R=\rho\frac{L}{A}$ مقاومت این قسمت نصف مقاومت کل قطعهٔ رساناست و باتوجه به قانون اهم، ولتاژ دو سر این قسمت نیز نصف ولتاژ دو سر کل قطعه رساناست.

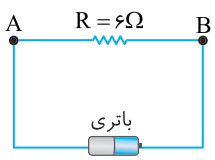
$$\begin{cases}V_{MN}=IR_{MN}\\ V_{کل}=IR_{کل}\end{cases}\Rightarrow\frac{V_{MN}}{V_{کل}}=\frac{R_{MN}}{R_{کل}}\xrightarrow{R_{MN}=\frac{1}{2}R_{کل}}$$

$$\frac{V_{MN}}{V_{کل}}=\frac{1}{2}\Rightarrow\frac{V_{MN}}{60}=\frac{1}{2}\Rightarrow V_{MN}=30V$$

نمای ۳ و ۵

B ۲ ۷

خط فکری این سؤال ترکیبی از فصل (۱) و فصل (۲) کتاب یازدهم است. وقتی بار الکتریکی منفی از پتانسیل کمتر به پتانسیل بیشتر شارش می‌کند، انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد. از طرفی تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی برابر $\Delta U=q\Delta V$ است که در آن ΔV ولتاژ دو سر باتری است. با این دانسته‌ها شما می‌توانید مسئله را حل کنید.



انرژی پتانسیل الکتریکی بار $q=-12\mu C$ در B، $96\mu J$ بیشتر از انرژی پتانسیل آن در نقطهٔ A است، بنابراین نقطهٔ A باید به پتانسیل پایین‌تر یعنی پایانهٔ منفی باتری وصل باشد.

از طرفی اختلاف پتانسیل بین A و B یا همان اختلاف پتانسیل دو سر باتری برابر است با:

$$\Delta V_{AB}=V=\left|\frac{U}{q}\right|=\frac{۹۶}{۱۲}\Rightarrow V=۸V$$

اکنون می‌توان جریان مقاومت ۶Ω یعنی جریان مدار را حساب کرد.

$$I=\frac{V}{R}\Rightarrow I=\frac{۸}{۶}=\frac{۴}{۳}A$$

مقاومت درونی باتری خواهد شد:

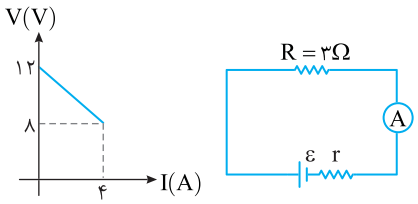
$$V=\varepsilon-Ir\Rightarrow ۸=۱۲-\frac{۴}{۳}r\Rightarrow r=۳\Omega$$

نمای ۷

۳ ۸ B

عرض از مبدأ نمودار $V-I$ یک باتری برابر نیروی محرکهٔ باتری و شیب آن برابر $-r$ است از این‌رو نیروی محرکهٔ این باتری $\varepsilon=۱۲V$ و مقاومت درونی باتری برابر است با:

$$\tan\alpha=-r\Rightarrow\frac{۸-۱۲}{۴-۰}=-r\Rightarrow r=۱\Omega$$



اکنون جریان مدار را حساب می‌کنیم:

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}\Rightarrow I=\frac{۱۲}{۳+۱}=۳A$$

نمای ۵

۳ ۹ B

بیشینهٔ جریان باتری برای حالتی است که مقاومت خارجی مدار یعنی مقاومت پتانسیومتر $R=۰$ باشد، بنابراین نیروی محرکهٔ باتری خواهد شد:

$$I_{max}=\frac{\varepsilon}{r}\Rightarrow ۵=\frac{\varepsilon}{۱}\Rightarrow\varepsilon=۵V$$

یادآوری بیشینه توان خروجی یک باتری با نیروی محرکهٔ ε و مقاومت درونی r برابر $P_{max}=\frac{\varepsilon^۲}{۴r}$ است.

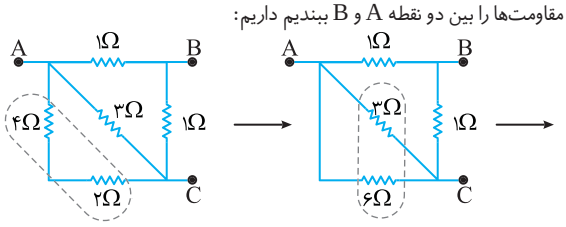
بیشینه توان خروجی باتری برابر است با:

$$P_{max}=\frac{\varepsilon^۲}{۴r}=\frac{۲۵}{۴}=۶/۲۵W$$

نمای ۸

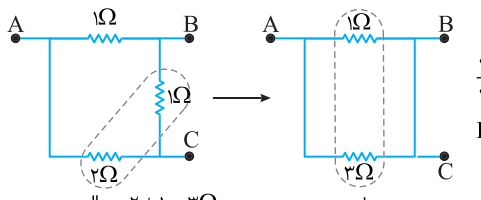
۴ ۱۰ B

اگر مقاومت‌ها را بین دو نقطه A و B ببندیم داریم:



$۴+۲=۶\Omega$: متوالی

موازی: $\frac{۳\times۶}{۳+۶}=۲\Omega$

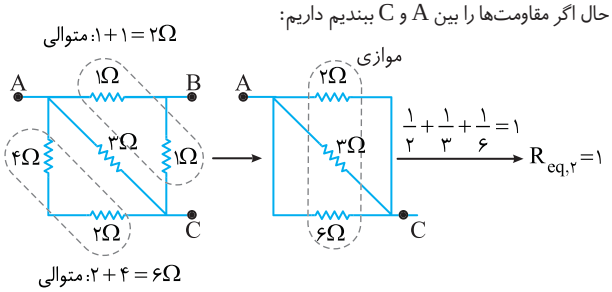


$۲+۱=۳\Omega$: متوالی

موازی

$$\frac{۱}{۱}+\frac{۱}{۳}=\frac{۴}{۳}$$
$$R_{eq,۱}=\frac{۳}{۴}$$

حال اگر مقاومت‌ها را بین A و C ببندیم داریم:



$۲+۴=۶\Omega$: متوالی

بنابراین:

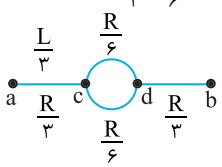
$$\frac{R_{eq,۱}}{R_{eq,۲}}=\frac{\frac{۳}{۴}}{\frac{۱}{۴}}=\frac{۳}{۴}$$

نمای ۹

۱ ۱۱ A

سیمی به مقاومت R به سه قسمت مساوی تقسیم شده است و بنا به رابطهٔ ساختمانی مقاومت $(R=\rho\frac{L}{A})$ چون طول هر قسمت $\frac{L}{۳}$ است، مقاومت هر قسمت $\frac{R}{۳}$ می‌شود. از طرفی یک قسمت از مقاومت را به صورت دایره در آورده‌ایم. در این صورت آن قسمت به صورت دو مقاومت موازی که مقاومت هر کدام $\frac{R}{۶}$ است در می‌آید. $\frac{R}{۲}=\frac{R}{۶}$

مقاومت معادل ناحیهٔ دایره‌ای را حساب می‌کنیم:



$$R_{cd}=\frac{\frac{R}{۶}}{۲}=\frac{R}{۱۲}$$

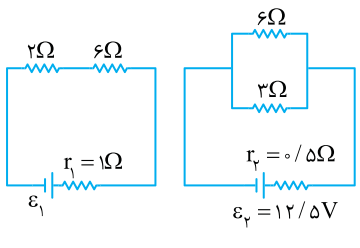
مقاومت معادل بین دو نقطه a و b برابر است با:

$$R_{ab}=\frac{R}{۳}+\frac{R}{۱۲}+\frac{R}{۳}\Rightarrow R_{ab}=\frac{۳}{۴}R$$

نمای ۹

۳ ۱۲ B

خط فکری داده‌های روی شکل (۲) کامل است و باید از آن‌جا شروع کنید. مقاومت معادل، جریان و ولتاژ دو سر مقاومت ۶Ω را به‌دست آورید، سپس به سراغ مدار (۱) بروید و ولتاژ به‌دست آمده برای مقاومت ۶Ω در شکل (۲) را برای مقاومت ۶Ω قرار بدهید و جریان مدار (۱) را حساب کنید تا بتوانید نیروی محرکهٔ $\varepsilon_۱$ را به‌دست بیاورید.



شکل (۱)

شکل (۲)

۱ در مدار شکل (۲) دو مقاومت ۳Ω و ۶Ω موازی هستند:

$$R_{eq}=\frac{۳\times۶}{۳+۶}=۲\Omega$$

۲ جریان مدار را حساب می‌کنیم:

$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}=I=\frac{۱۲/۵}{۲+۰/۵}\Rightarrow I=۵A$$

۳ ولتاژ دو سر مقاومت ۳Ω و ۶Ω و مقاومت معادل آن‌ها یعنی ۲Ω باهم برابر است از این‌رو:

$$V_{۶\Omega}=V_{کل}=IR_{eq}\Rightarrow V=۵\times۲=۱۰V$$

۴ با توجه به فرض مسئله در مدار (۱) ولتاژ دو سر مقاومت ۶Ω برابر ۱۰V است بنابراین جریان مدار (۱) برابر است با:

$$I=\frac{V}{R}\xrightarrow[R=۶\Omega]{V=۱۰V}I=\frac{۱۰}{۶}=\frac{۵}{۳}A$$

۵ اکنون نیروی محرکهٔ باتری $\varepsilon_۱$ را می‌توان به‌دست آورد.

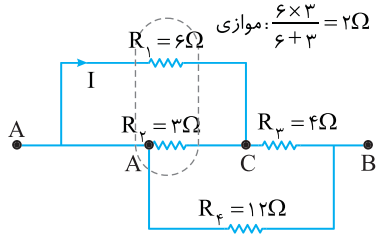
$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\xrightarrow{R_{eq}=۲+۶=۸\Omega}\frac{۵}{۳}=\frac{\varepsilon_۱}{۸+۱}\Rightarrow\varepsilon_۱=۱۵V$$

نمای ۱۰

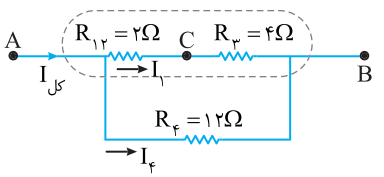
B ۱۳ ۱

مدار را به صورت واضح‌تری رسم می‌کنیم. مقاومت‌های R_1 و R_2 موازی و با مقاومت R_3 متوالی هستند. ولتاژ بین A و B، ۱۲V است بنابراین ولتاژ دو سر شاخهٔ بالایی که بین A و B بسته شده ۱۲V است. در مقاومت متوالی، ولتاژ با مقاومت نسبت مستقیم دارد یعنی اگر ولتاژ بین C و A که دارای مقاومت ۲Ω است x فرض کنیم، ولتاژ بین C و B، برابر ۲x می‌شود و مجموع x و ۲x باید ۱۲V شود بنابراین:

$$3x=12\Rightarrow x=4V$$



متوالی: $R_{123}=2+4=6\Omega$



در نتیجه ولتاژ دو سر مقاومت‌های ۳Ω و ۶Ω که باهم موازی و بین C و A بسته شده‌اند، برابر ۴V است و جریان مقاومت ۶Ω برابر است با:

$$I=\frac{V}{R}\Rightarrow I=\frac{4}{6}=\frac{2}{3}A$$

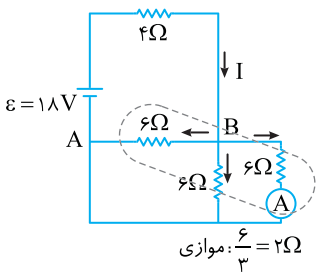
نمای ۱۱

A ۱۴ ۱

مسئلهٔ ساده‌ای است.

۱ سه مقاومت ۶Ω باهم موازی هستند و مقاومت معادل آن‌ها با مقاومت ۴Ω متوالی است بنابراین مقاومت معادل خواهد شد: $R_{eq}=4+2=6\Omega$

۲ جریان کل مدار را حساب می‌کنیم.



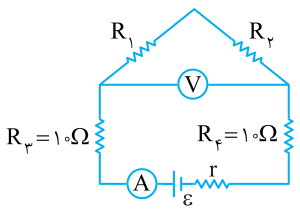
$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\Rightarrow I=\frac{18}{6+0}\Rightarrow I=3A$$

۳ جریان کل مدار به سه شاخه مساوی تقسیم می‌شود و از هر مقاومت ۶Ω جریان $\frac{3}{3}=1A$ می‌گذرد و آمپرسنج عدد ۱A را نشان می‌دهد.

نمای ۱۰

B ۱۵ ۳

۱ آمپرسنج جریان ۲A را نشان می‌دهد و این جریان از هر چهار مقاومت می‌گذرد. یعنی جریان R_1 و R_2 نیز ۲A است.



۲ ولتسنج ولتاژ دو سر مقاومت R_1 و R_2 را ۱۰V نشان می‌دهد، بنابراین مقاومت معادل R_1 و R_2 را به کمک قانون اهم می‌توان به‌دست آورد.

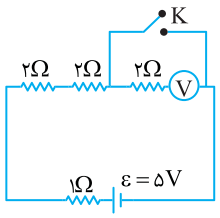
$$R_{12}=\frac{V}{I}\Rightarrow R_{12}=\frac{10}{2}=5\Omega$$

۳ هر چهار مقاومت متوالی هستند.، بنابراین مقاومت معادل مدار برابر است با:

$$R_{eq}=R_3+R_{12}+R_4=10+5+10\Rightarrow R_{eq}=25\Omega$$

نمای ۱۶

A ۱۶ ۱



حالت اول (کلید باز): در مدار سه مقاومت ۲Ω متوالی وجود دارد اما ولتسنج با آن‌ها متوالی بسته شده یعنی از این مقاومت‌ها جریانی نمی‌گذرد و ولتاژ دو سر همهٔ آن‌ها برابر صفر است در این حالت ولتسنج، اختلاف پتانسیل دو سر باتری یعنی نیروی محرکهٔ آن (۵V) را نشان می‌دهد.

حالت دوم (کلید بسته): در این حالت دو سر ولتسنج و یک مقاومت ۲Ω اتصال کوتاه می‌شود و ولتسنج ولتاژ دو سر این اتصال کوتاه یعنی صفر را نشان می‌دهد.

بنابراین عددی که ولتسنج نشان می‌دهد ۵V کاهش می‌یابد.

نمای ۱۳ و ۱۶

C ۱۷ ۳

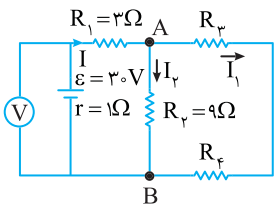
خط فکری در حل این‌گونه مسائل باید با آرامش مرحله به مرحله از معلومات مسئله استفاده کنید و یک به یک مجهول به‌دست بیاورید تا نهایتاً به مجهول مورد نظر طراح برسید. مثلاً از عدد ولتسنج و مشخصات باتری می‌توانید جریان مدار را بیابید، سپس به کمک آن ولتاژ R_1 را به‌دست بیاورید سپس ولتاژ بین AB را حساب کنید و ...

۱ ولتسنج، اختلاف پتانسیل دو سر باتری را ۲۷ ولت نشان داده است. از این‌رو می‌توان نوشت:

$$V=\varepsilon-Ir\Rightarrow 27=30-I\times1\Rightarrow I=3A$$

۲ اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_1 که از آن جریان ۳A می‌گذرد برابر است با:

$$V_1=IR_1\Rightarrow V_1=3\times3=9V$$



۳ اختلاف پتانسیل بین نقاط A و B خواهد شد:

$$V_{باتری}=V_1+V_{AB}\Rightarrow 27=9+V_{AB}\Rightarrow V_{AB}=18V$$

۴ مقاومت R_3 و R_4 متوالی و معادل آن‌ها با مقاومت R_2 موازی است و اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها با ولتاژ بین دو نقطهٔ A و B برابر است بنابراین ولتاژ دو سر مقاومت $R_2=9\Omega$ برابر ۱۸V است و جریان آن خواهد شد.

$$V=RI\Rightarrow 18=9\times I_2\Rightarrow I_2=2A$$

۵ جریان ۳A مدار در نقطهٔ A، به دو قسمت I_1 و $I_2=2A$ تقسیم می‌شود، بنابراین جریان گذرنده از شاخهٔ R_3 و R_4 خواهد شد:

$$I=I_1+I_2\Rightarrow 3=I_1+2\Rightarrow I_1=1A$$

۶ توان مقاومت R_4 برابر ۶ وات است، می‌توان به کمک این مطلب ولتاژ دو سر R_4 را به‌دست آورد.

$$P_4=I_1V_4\Rightarrow 6=1V_4\Rightarrow V_4=6V$$

۷ بنابراین ولتاژ دو سر مقاومت R_3 خواهد شد.

$$V_{AB}=V_3+V_4\Rightarrow 18=V_3+6\Rightarrow V_3=12V$$

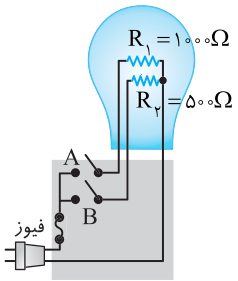
۸ می‌دانیم جریان شاخهٔ R_3 و R_4، برابر ۱A است، بنابراین مقاومت R_3 خواهد شد:

$$V_3=I_1R_3\Rightarrow 12=1\times R_3\Rightarrow R_3=12\Omega$$

نمای ۱۸

B ۳ ۱۸

خط فکری برای حل این مسئله باید مشخص کنید که با بستن هر کلید یا هر دو کلید کدام مقاومت یا مقاومت‌ها در مدار قرار می‌گیرد تا بتوانید جریان مدار را به کمک قانون اهم به‌دست بیاورید. اگر جریان از تحمل فیوز بیشتر باشد فیوز می‌پرد.



وقتی فقط کلید A بسته است تنها مقاومت $R_۱=۱۰۰۰\Omega$ در مدار قرار دارد و جریان مدار خواهد شد:

$$I=\frac{V}{R}=\frac{۲۰۰}{۱۰۰۰}\Rightarrow I=۰/۲A<۰/۵A$$

بنابراین در این حالت فیوز نمی‌پرد.

با بستن کلید B و باز بودن کلید A تنها مقاومت $R_۲=۵۰۰\Omega$ در مدار است و جریان خواهد شد: فیوز نمی‌پرد

$$I=\frac{۲۰۰}{۵۰۰}\Rightarrow I=۰/۴A<۰/۵A$$

اما وقتی هر دو کلید بسته‌اند، دو مقاومت باهم موازی شده و مقاومت معادل خواهد شد:

$$R_{eq}=\frac{۱۰۰۰\times۵۰۰}{۱۰۰۰+۵۰۰}=\frac{۱۰۰۰}{۳}\Omega$$

جریان مدار خواهد شد:

$$I=\frac{۲۰۰}{\frac{۱۰۰۰}{۳}}=۰/۶A>۰/۵A$$

بنابراین در این حالت فیوز می‌پرد. نمای ۲۱

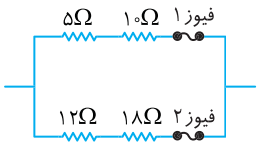
بازی با سوال **در مدار زیر توان کل مصرفی در مقاومت‌ها در یک لحظه برابر ۹۰۰۰W است. اگر فیوزهای (۱) و (۲) هر دو یکسان و ۱۵A باشند، کدام گزینه درست است؟** آزمون مدارس برتر

۱) در این لحظه فیوز (۱) می‌پرد.

۲) در این لحظه فیوز (۲) می‌پرد.

۳) در این لحظه فیوز (۱) و (۲) هر دو می‌پرد.

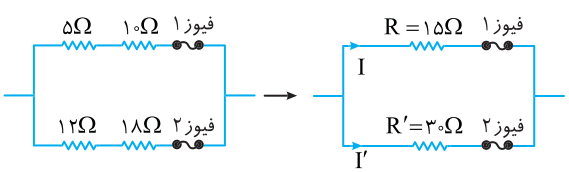
۴) هیچ‌کدام از فیوزها نمی‌پرد.



گزینهٔ ۱

پاسخ **مقاومت‌های ۵Ω و ۱۰Ω باهم متوالی و مقاومت‌های ۱۲Ω و ۱۸Ω نیز باهم متوالی هستند و معادل آن‌ها با هم موازی است. در مقاومت‌های موازی توان به نسبت عکس مقاومت‌ها تقسیم می‌شود، $(P=\frac{V^۲}{R})$ یعنی توان مقاومت $R=۱۵\Omega$ دو برابر توان مقاومت ۳۰Ω است از این‌رو:**

$$P_R=۲P_{R'},\ P_R+P_{R'}=۹۰۰۰W\Rightarrow ۳P_{R'}=۹۰۰۰W$$
$$\Rightarrow P_{R'}=۳۰۰۰W,\ P_R=۶۰۰۰W$$

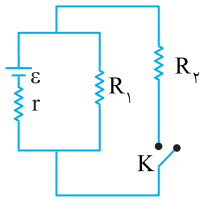


جریان هر شاخه را حساب می‌کنیم:

$$P_R=RI^۲\Rightarrow ۶۰۰۰=۱۵I^۲\Rightarrow I=۲۰A$$
$$P_{R'}=R'I'^۲\Rightarrow ۳۰۰۰=۳۰I'^۲\Rightarrow I'=۱۰A$$

فیوزها ۱۵A بوده و با جریان بیش از ۱۵A می‌پرند، از فیوز (۱) جریان بیش از ۱۵A عبور کرده و در این لحظه فیوز (۱) می‌پرد.

B ۱ ۱۹



جریان در دو حالت تغییر نکرده یعنی با بستن کلید K مقاومت خارجی مدار تغییر نکرده است.

در حالت اول که کلید باز است تنها مقاومت $R_۱$ در مدار قرار دارد و در حالت دوم که کلید بسته است مقاومت $R_۲$ موازی مقاومت $R_۱$ است و در این دو حالت باید مقاومت‌های معادل برابر باشد:

$$R_۱=\frac{R_۱R_۲}{R_۱+R_۲}\Rightarrow R_۱=۰$$

اما مفهوم صفر شدن مقاومت $R_۱$ چیست؟ مفهوم آن این است که مقاومت $R_۲$ بسیار بزرگ‌تر از $R_۱$ است و با اتصال موازی آن به مقاومت $R_۱$، مقاومت معادل همچنان $R_۱$ است. به مثال عددی زیر دقت کنید.

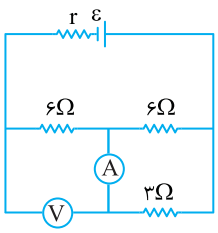
مقاومت معادل دو مقاومت موازی $R_۱=۱۰\Omega$ و $R_۲=۱۰۰۰۰۰\Omega$ را بیابید.

$$\frac{۱}{R}=\frac{۱}{۱۰۰۰۰۰}+\frac{۱}{۱۰}=\frac{۱۰۰۰۱}{۱۰۰۰۰۰}\Rightarrow R\approx۱۰\Omega$$

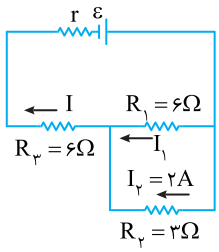
همان‌طور که می‌بینید مقاومت معادل تقریباً برابر با مقاومت کوچک‌تر است. نمای ۱۳

B ۴ ۲۰

خط فکری از شاخهٔ شامل ولت‌سنج جریانی نمی‌گذرد. از طرفی آمپرسنج دارای مقاومت ناچیز است و در شکل آمپرسنج جریان مقاومت ۳Ω را نشان می‌دهد. در ذهن خود جای آمپرسنج یک سیم قرار دهید و ولت‌سنج را از مدار بردارید تا بتوانید متوالی و موازی بودن مقاومت‌ها را تشخیص دهید.



در مقاومت‌های موازی جریان با مقاومت نسبت وارون دارد. مقاومت‌های $R_۱=۶\Omega$ و $R_۲=۳\Omega$ باهم موازی‌اند و از مقاومت ۳Ω جریان ۲A می‌گذرد، بنابراین از مقاومت ۶Ω جریان ۱A خواهد گذشت و جریان کل مدار که از مقاومت $R_۳=۶\Omega$ می‌گذرد برابر است با:



$$I=I_۱+I_۲=۱+۲=۳A$$

ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۶Ω را نشان می‌دهد، بنابراین:

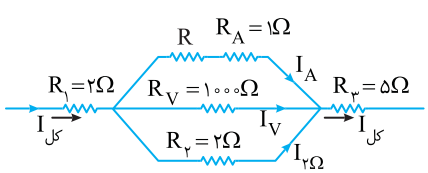
$$V=IR_۳\Rightarrow V=۳\times۶=۱۸V$$

نمای ۱۶

B ۱ ۲۱

خط فکری در حل این‌گونه مسائل، وسایل اندازه‌گیری را برداشته و به جای آن‌ها مقاومت‌هایشان را در مدار قرار می‌دهیم، سپس مسئله را مانند یک مدار معمولی حل می‌کنیم.

به جای آمپرسنج و ولت‌سنج مقاومت‌های آن‌ها را می‌گذاریم. جریان عبوری از مقاومت $R_A=۱\Omega$ برابر ۴/۹۵A و ولتاژ دو سر مقاومت ولت‌سنج برابر ۵۰V است. چون مقاومت R_A و R متوالی هستند، بنابراین جریان کل مقاومت‌های R_A و R برابر ۴/۹۵A می‌شود.



مقاومت‌های R_V و $R_۲=۲\Omega$ باهم موازی‌اند، بنابراین ولتاژ دو سر آن‌ها باهم برابر است بنابراین جریان مقاومت $R_۲=۲\Omega$ خواهد شد: $I_{۲\Omega}=\frac{V}{R_۲}=\frac{۵۰}{۲}=۲۵A$

ولتاژ دو سر ولت‌سنج $۵۰V$ و مقاومت آن ۱۰۰۰Ω است بنابراین می‌توان جریان عبوری از مقاومت ولت‌سنج را حساب کرد. $I_V=\frac{V}{R}=\frac{۵۰}{۱۰۰۰}=۰/۰۵A$

جریان مقاومت ۵Ω برابر مجموع جریان سه شاخه موازی است:

$I_{کل}=I_A+I_V+I_{۲\Omega}=۲۵+۰/۰۵+۴/۹۵=۳۰A\Rightarrow I_{۵\Omega}=۳۰A$

اکنون توان مقاومت ۵Ω را حساب می‌کنیم: $P_{۵\Omega}=RI^۲=۵\times(۳۰)^۲=۴۵۰۰W$

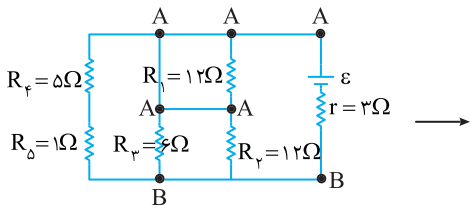
نمای ۱۶

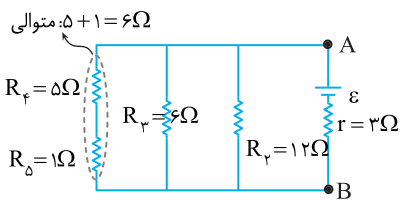
C ۲۲ ۳

خط فکری ۱ طراح از شما می‌خواهد که در گام اول مشخص کنید کدام مقاومت دارای بیشینه توان مصرفی است تا بتواند ولتاژ دو سر آن را برابر $۱۰V$ قرار دهید و مسئله را حل کنید.

۲ یکی از راه‌های سریع برای یافتن مقاومتی که دارای بیشینه توان است، این است که مقاومت موازی باتری را پیدا کنید زیرا ولتاژ دو سرش برابر ولتاژ دو سر باتری است و در این‌صورت ولتاژ آن از بقیهٔ مقاومت‌ها بیشتر است. بنابراین توان مصرفی آن نیز بیشینه است. البته یادتان باشد که در مقاومت‌های موازی مقاومت کوچک‌تر دارای توان مصرفی بیشتری است.

با نام‌گذاری مشخص می‌شود که مقاومت $R_۱=۱۲\Omega$ اتصال کوتاه است و از مدار خارج می‌شود و مدار به شکل زیر در می‌آید که در آن مقاومت $R_۲=۱۲\Omega$ و $R_۳=۶\Omega$ با باتری موازی هستند و مقاومت $R_۴=۶\Omega$ دارای توان مصرفی بیشتری است. پس ولتاژ دو سر آن بنا به فرض مسئله $۱۰V$ است. سه شاخه باهم موازی هستند و ولتاژ آن‌ها یکسان است مقاومت معادل مدار خواهد شد: $\frac{۱}{R_{eq}}=\frac{۱}{۶}+\frac{۱}{۶}+\frac{۱}{۱۲}\Rightarrow R_{eq}=۲/۴\Omega$





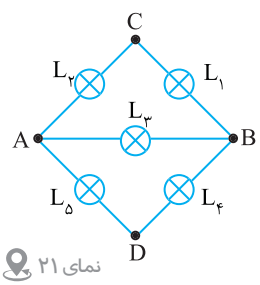
ولتاژ دو سر مدار خارجی $۱۰V$ است بنابراین:

$V=IR_{eq}\Rightarrow V=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}R_{eq}\Rightarrow ۱۰=\frac{\varepsilon}{۲/۴+۳}\times ۲/۴\Rightarrow \varepsilon=۲۲/۵V$

نمای ۲۰

A ۲۳ ۲

برای آنکه روشنایی لامپ $L_۱$ بیشینه شود باید ولتاژ دو سر آن بیشینه باشد بنابراین در حالتی که لامپ $L_۱$ با باتری موازی است و دو سر آن به دو سر باتری مستقیماً وصل است توان مصرفی آن بیشینه است، بنابراین باتری را باید بین دو نقطهٔ B و C ببندیم.

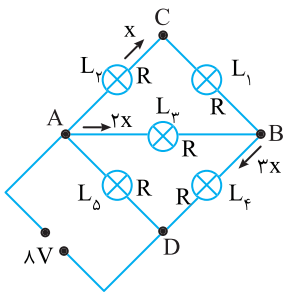


نمای ۲۱

بازی با سوال اگر دو سر A و D را به باتری وصل کنیم، توان مصرفی کدام لامپ کمینه است؟

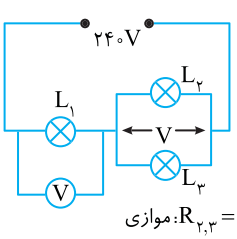
پاسخ لامپ $L_۵$ که مستقیماً به باتری متصل است دارای بیشینه توان مصرفی است و آن را از بررسی خود خارج می‌کنیم.

اگر جریان شاخهٔ $L_۱$ و $L_۲$ که دو مقاومت متوالی دارد را x فرض کنیم، جریان شاخهٔ شامل $L_۳$ که با شاخهٔ $L_۱$ و $L_۲$ موازی است $۲x$ می‌شود. در این صورت جریان لامپ $L_۴$ برابر $x+۲x=۳x$ است بنابراین لامپ‌های $L_۱$ و $L_۲$ که دارای جریان کوچک‌تری هستند، توان مصرفی کمتری دارند.



B ۲۴ ۱

لامپ‌ها را به صورت سه مقاومت یکسان R فرض کنید. مقاومت معادل $L_۲$ و $L_۳$ برابر $R_{۲۳}=\frac{R}{۲}$ است. در مقاومت‌های متوالی اختلاف پتانسیل با مقاومت رابطهٔ مستقیم دارد یعنی اگر ولتاژ دو سر $R_{۲۳}=\frac{R}{۲}$ برابر V باشد ولتاژ دو سر مقاومت لامپ $L_۱$ برابر $۲V$ است بنابراین:



موازی: $R_{۲,۳}=\frac{R}{۲}$

$V+۲V=۲۴۰\Rightarrow ۳V=۲۴۰\Rightarrow V=\frac{۲۴۰}{۳}=۸۰V$

بنابراین ولتاژ دو سر مقاومت $L_۱$ برابر $۲V=۱۶۰V$ است اکنون توان $L_۱$ را به‌دست می‌آوریم.

$P=\frac{V^۲}{R}\Rightarrow\begin{cases}\xrightarrow{V=۲۴۰V,\ P=۱۰۰W}۱۰۰=\frac{۲۴۰^۲}{R}\\ \xrightarrow{V=۱۶۰V,\ P=?}P=\frac{۱۶۰^۲}{R}\end{cases}$

$\Rightarrow\frac{P}{۱۰۰}=\frac{(۱۶۰)^۲}{(۲۴۰)^۲}\Rightarrow\frac{P}{۱۰۰}=(\frac{۲}{۳})^۲\Rightarrow P=\frac{۴۰۰}{۹}W$

نمای ۲۱

B ۲۵ ۲

خط فکری توان کل و ولتاژ دو سر مجموعه را داریم، بنابراین می‌توانیم مقاومت معادل را به‌دست بیاوریم. اگر مقاومت معادل از مقاومت $R_۱$ کوچک‌تر باشد دو مقاومت به‌طور موازی به هم بسته شده‌اند و اگر مقاومت معادل از مقاومت $R_۱$ بزرگ‌تر باشد، دو مقاومت به‌طور متوالی به هم بسته شده‌اند.

مقاومت معادل را به‌دست می‌آوریم:

$P=\frac{V^۲}{R}\xrightarrow{P=۶۰W,\ V=۱۲V}۶۰=\frac{۱۲\times۱۲}{R_{eq}}\Rightarrow R_{eq}=۲/۴\Omega<R_۱=۶\Omega$

در نتیجه دو مقاومت موازی بسته شده‌اند و مقاومت $R_۲$ خواهد شد:

$R_{eq}=\frac{R_۱R_۲}{R_۱+R_۲}\Rightarrow ۲/۴=\frac{۶R_۲}{۶+R_۲}\Rightarrow ۲/۴+۰/۴R_۲=R_۲$

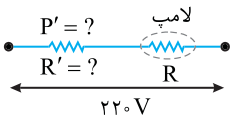
$\Rightarrow ۲/۴=۰/۶R_۲\Rightarrow R_۲=۴\Omega$

نمای ۱۸

B ۲۶ ۱

برای لامپ داریم:

$$P=VI\Rightarrow ۱۰=۲۰I\Rightarrow I=۰/۵A$$



دو مقاومت R و R' متوالی هستند. می‌دانیم که اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R برابر با ۲۰ ولت و ولتاژ دو سر مجموعه ۲۲۰ ولت است، پس ولتاژ دو سر مقاومت R' برابر با $۲۰۰V$ می‌شود.

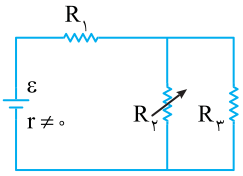
$$R'=\frac{V'}{I}=\frac{۲۰۰}{۰/۵}=۴۰۰\Omega \quad , \quad P'=R'I^۲=۴۰۰\times(۰/۵)^۲=۱۰۰W$$

نمای ۱۸

B ۲۷ ۲

یادآوری هر گاه یک مقاومت مدار افزایش یابد، مقاومت معادل مدار افزایش می‌یابد.

۱ با افزایش مقاومت $R_۲$، مقاومت معادل مدار زیاد می‌شود. $(R_۲\uparrow\Rightarrow R_{eq}\uparrow)$



۲ با افزایش مقاومت معادل مدار، جریان مدار کاهش می‌یابد. $(\downarrow I=\frac{\varepsilon}{\uparrow R_{eq}+r})$

۳ با کاهش جریان، ولتاژ دو سر باتری افزایش می‌یابد.

$$(\uparrow V_{\text{باتری}}=\varepsilon-\downarrow Ir)$$

۴ اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت $R_۱$ کاهش می‌یابد.

$$(\downarrow V_۱=R_{\text{ثابت}۱}I\downarrow)$$

۵ مقاومت $R_۲$ و $R_۳$ موازی و اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها باهم برابر است از طرفی می‌توان نوشت:

$$V_{\text{باتری}}=V_۱+V_{۲۳}\Rightarrow V_{۲۳}=\uparrow V_{\text{باتری}}-V_۱\downarrow$$

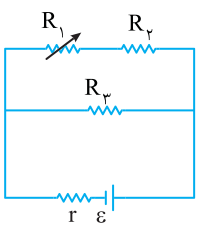
ولتاژ دو سر $R_۲$ و $R_۳$ افزایش می‌یابد.

میانبر هر گاه در یک مدار، یک مقاومت افزایش یابد می‌توان ثابت کرد که ولتاژ دو سر آن افزایش و جریان آن کاهش می‌یابد و این مطلب را به خاطر سپرد.

نمای ۲۲

B ۲۸ ۱

۱ با افزایش مقاومت $R_۱$، مقاومت معادل مدار افزایش می‌یابد. $(R_۱\uparrow\Rightarrow R_{eq}\uparrow)$



۲ جریان مدار با افزایش مقاومت معادل کاهش می‌یابد. $\downarrow I=\frac{\varepsilon}{\uparrow R_{eq}+r}$

۳ اختلاف پتانسیل دو سر باتری با کاهش جریان افزایش می‌یابد. $\uparrow V_{\text{باتری}}=\varepsilon-\downarrow Ir$

۴ مقاومت $R_۳$ با باتری موازی است و اختلاف پتانسیل دو سر آن با اختلاف پتانسیل دو سر باتری برابر است. با افزایش ولتاژ باتری، ولتاژ دو سر $R_۳$ افزایش می‌یابد و توان مصرفی آن نیز افزایش می‌یابد. $\uparrow P_۳=\frac{\uparrow V_۳^۲}{R_{\text{ثابت}۳}}$

۵ از طرفی با افزایش ولتاژ دو سر $R_۳$، جریان آن نیز افزایش می‌یابد. $\uparrow I_۳=\frac{V\uparrow}{R_۳}$

۶ جریان کل مدار کاهش و جریان مقاومت شاخه پایینی افزایش یافته است، بنابراین جریان شاخهٔ بالایی که شامل $R_۱$ و $R_۲$ است، کاهش می‌یابد.

$$\downarrow I_{\text{کل}}=I_{۱۲}+I_۳\uparrow\Rightarrow I_{۱۲}\downarrow$$

۷ با کاهش جریان مقاومت $R_۲$، توان مصرفی آن کاهش می‌یابد.

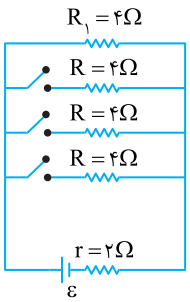
$$\downarrow P_۲=\downarrow I_۲^۲R_{\text{ثابت}۲}$$

میانبر با افزایش مقاومت $R_۱$ ولتاژ دو سر آن افزایش و جریان آن کاهش می‌یابد بنابراین جریان مقاومت $R_۲$ که با $R_۱$ متوالی است، کاهش می‌یابد و توان مصرفی $R_۲$ کاهش می‌یابد. با کاهش جریان شاخهٔ بالایی، جریان شاخه موازی آن افزایش و توان مصرفی $R_۳$ افزایش می‌یابد.

نمای ۲۳

C ۲۹ ۳

۱ با بسته شدن هر کلید، یک مقاومت موازی به مدار اضافه می‌شود و مقاومت معادل کاهش می‌یابد (دقت کنید وقتی کلیدها باز هستند مقاومت مدار $R_{eq}=۴\Omega$ است و با بستن کلید اول مقاومت معادل $R_{eq}=\frac{۴}{۲}=۲\Omega$ می‌شود و مقاومت کاهش می‌یابد) و با بستن آخرین کلید مقاومت معادل $\frac{۴}{۴}=۱\Omega$ می‌شود.

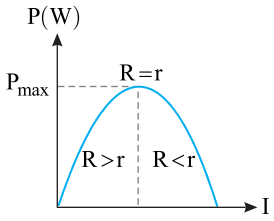


۲ با کاهش مقاومت معادل جریان مدار افزایش می‌یابد. $\uparrow I=\frac{\varepsilon}{\downarrow R_{eq}+r}$

۳ ولتاژ دو سر باتری کاهش می‌یابد. $\downarrow V_{\text{باتری}}=\varepsilon-\uparrow Ir$

۴ ولتاژ دو سر مقاومت $R_۱$ با ولتاژ دو سر باتری برابر است زیرا تمام مقاومت‌ها موازی به باتری بسته شده‌اند بنابراین با کاهش ولتاژ دو سر $R_۱$، توان مصرفی آن کاهش می‌یابد. $\downarrow P_۱=\frac{\downarrow V^۲}{R_{\text{ثابت}۱}}$

۵ اما در مورد توان خروجی در ابتدا مقاومت معادل ۴Ω بوده که از مقاومت درونی باتری $r=۲\Omega$ بزرگ‌تر است. با بستن کلید اول مقاومت معادل $R_{eq}=r=۲\Omega$ می‌شود یعنی مقاومت خارجی با مقاومت داخلی باتری برابر می‌شود، می‌دانیم توان خروجی وقتی بیشینه است که $R_{eq}=r$ باشد، بنابراین ابتدا توان خروجی باتری افزایش می‌یابد. اما با بستن کلیدهای دیگر مقاومت معادل از مقاومت داخلی باتری کمتر شده یعنی R_{eq} از r دور می‌شود و توان خارجی کاهش می‌یابد.



نمای ۲۳

B ۳۰ ۱

۱ با سوختن لامپ $L_۲$، شاخهٔ بالایی که در آن لامپ‌های $L_۱$، $L_۲$ و $L_۳$ متوالی هستند به‌طور کامل از مدار حذف می‌شود و با حذف شاخهٔ موازی، مقاومت کل مدار افزایش می‌یابد.

۲ با افزایش مقاومت مدار، جریان مدار کاهش می‌یابد. $\downarrow I=\frac{\varepsilon}{\uparrow R_{eq}+r}$

۳ با کاهش جریان، ولتاژ دو سر باتری افزایش می‌یابد. $\uparrow V_{\text{باتری}}=\varepsilon-\downarrow Ir$

۴ لامپ $L_۴$ با باتری موازی بسته شده و ولتاژ دو سر آن با ولتاژ دو سر باتری برابر است و با افزایش ولتاژ دو سر باتری، ولتاژ دو سر $L_۴$ زیاد شده و توان مصرفی آن (روشنایی آن) افزایش می‌یابد. $\uparrow P=\frac{\uparrow V^۲}{R_{\text{ثابت}۴}}$

نمای ۲۲

Windows 11

فصل هفتم

مغناطیس و القای الکترومغناطیسی

در پاسخ این تست‌ها، تستی تحت عنوان بازی با سؤال قرار گرفته است.

منتخبی از تست‌هایی که می‌توانید برای دورهٔ فصل، آن‌ها را حل کنید.

با اسکن QR Code یا با مراجعه به سایت نشر الگو می‌توانید فایل آزمون و پاسخ تشریحی بازی با سؤال را دریافت کنید.

پنجره یک روبه‌روی دو آزمونک

کنکور دهه‌های گذشته

۱ کدام گزاره درباره مواد مغناطیسی نادرست است؟

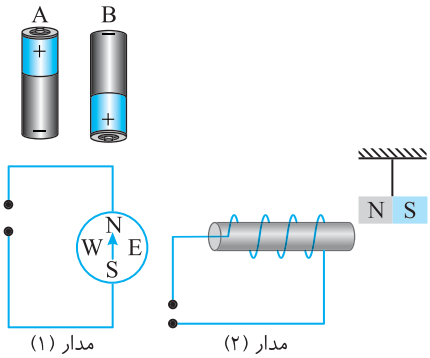
۱) ماده فرومغناطیس نرم به سختی خاصیت آهنربایی را از دست می‌دهد.

۲) مواد پارامغناطیس فقط در میدان‌های مغناطیسی قوی آهنربا می‌شوند.

۳) مواد فرومغناطیس نرم به سهولت آهنربا شده و به سهولت هم این خاصیت را از دست می‌دهند.

۴) در مواد فرومغناطیس سخت بعد از حذف میدان، خاصیت مغناطیسی باقی می‌ماند.

۲ در مدارهای (۱) و (۲) به‌ترتیب از راست به چپ کدام باتری‌ها را قرار دهیم تا در مدار (۱) عقربه مغناطیسی که روی سیم حامل جریان قرار دارد پادساعتگرد بچرخد و در مدار (۲)، قطب N آهنربا به سمت پایین کشیده شود؟ (عقربهٔ مغناطیسی بالای مدار قرار دارد یعنی خارج از صفحه.)



از کتاب درسی

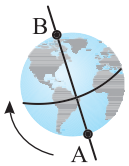
۱) A ،A

۲) B ،A

۳) B ،B

۴) A ،B

۳ اگر یک کشتی بتواند از قطب جنوب راه بیافتد و در یک مسیر نیم‌دایره مطابق شکل خود را به قطب شمال برساند در صورتیکه کشتی یک قطب‌نما باشد، عقربهٔ آن چند درجه می‌چرخد؟



۱) ۷۲۰

۲) ۳۶۰°

۳) ۱۸۰°

۴) ۵۴۰°

۴ در شکل زیر نیروی وارد بر بار متحرک $q=-2\mu C$ که با تندی $10^4 m/s$ در میدان مغناطیسی یکنواخت $B=400G$ در حرکت است، درونسو و بیشینه است. اگر جهت میدان در صفحهٔ شامل v و B، ۶۰° ساعتگرد بچرخد، اندازه و جهت نیروی وارد بر بار چگونه تغییر می‌کند؟

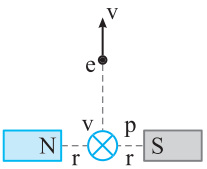
۱) ۵۰ درصد کاهش، ۶۰° ساعتگرد

۲) ۵۰ درصد کاهش، تغییر نمی‌کند.

۳) ۲۵ درصد کاهش، ۶۰° ساعتگرد

۴) ۲۵ درصد کاهش، تغییر نمی‌کند.

۵ در شکل روبه‌رو یک الکترون و یک پروتون در جهت‌های نشان داده شده پرتاب می‌شوند. زاویهٔ بین نیروی مغناطیسی وارد بر آن‌ها در لحظه نشان داده شده چند درجه است؟



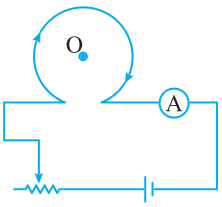
۱) ۳۰

۲) ۴۵

۳) ۶۰

۴) ۹۰

۶ در شکل روبه‌رو میدان مغناطیسی ناشی از پیچه در نقطهٔ O ..... است و با حرکت لغزنده به سمت راست میدان مغناطیسی در نقطهٔ O ..... می‌یابد.



۱) درونسو - افزایش

۲) درونسو - کاهش

۳) برونسو - کاهش

۴) برونسو - افزایش

۷ اگر جریان عبوری از سیملوله‌ای به طول ۴۰cm را ۱۰A افزایش دهیم، میدان مغناطیسی درون سیملوله 36×10^{-4} تسلا افزایش می‌یابد. این سیملوله چند حلقه دارد؟ $(\mu_0=12\times10^{-7} T.m/A)$

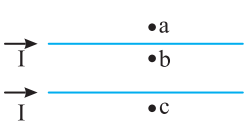
۱) ۶۰

۲) ۱۲۰

۳) ۸۰

۴) ۲۰۰

۸ جهت میدان مغناطیسی برایند (خالص) ناشی از سیم‌های موازی و بلند حامل جریان یکسان، در هریک از نقطه‌های a، b و c به‌ترتیب کدام است؟



خارج تجربی - ۱۴۰۱

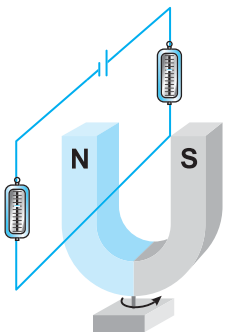
۱) درونسو - درونسو - برونسو

۲) برونسو - درونسو - درونسو

۳) درونسو - برونسو - برونسو

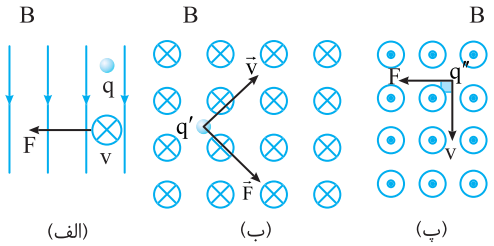
۴) برونسو - برونسو - درونسو

۹ شکل روبه‌رو سیمی حامل جریان $۴A$ با جرم $۲۰g$ است که $۵۰cm$ از طول این سیم درون آهنربایی با میدان مغناطیسی $۰/۰۳T$ قرار دارد. اگر آهنربا را ۱۸۰° (در جهت نشان داده شده) بچرخانیم، عددی که هر یک از نیروسنج‌ها نشان می‌دهند چند نیوتون تغییر می‌کند؟



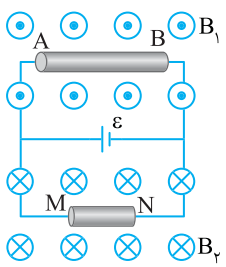
۱) ۰/۰۷
۲) ۰/۱۲
۳) ۰/۰۵
۴) ۰/۰۶

۱۰ نیروی مغناطیسی وارد بر ذره‌های q، q' و q'' از طرف میدان مغناطیسی B به صورت مقابل است. علامت بارهای q، q' و q'' به‌ترتیب از راست به چپ چگونه است؟



۱) مثبت، مثبت، مثبت
۲) مثبت، مثبت، منفی
۳) منفی، مثبت، منفی
۴) مثبت، منفی، مثبت

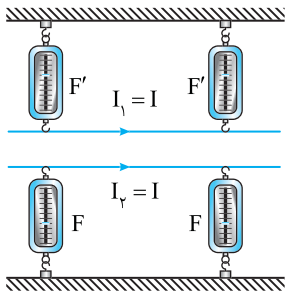
۱۱ در شکل روبه‌رو دو سیم رسانای هم‌جنس AB و MN دارای سطح مقطع یکسان بوده و طول سیم AB دو برابر طول سیم MN است. اندازهٔ دو میدان $B_۱$ و $B_۲$ برابر است. بر سیم AB و MN به‌ترتیب نیروی مغناطیسی $F_۱$ و $F_۲$ وارد می‌شود. کدام گزینه درست است؟



۱) $\vec{F}_۱ = ۲\vec{F}_۲$
۲) $\vec{F}_۱ = -۲\vec{F}_۲$
۳) $\vec{F}_۲ = \vec{F}_۱$
۴) $\vec{F}_۲ = -\vec{F}_۱$

۱۲ در شکل روبه‌رو دو سیم مشابه به نیروسنج‌هایی متصل هستند. اگر از دو سیم جریان I عبور کند، کدام گزینه در مورد نیرویی که نیروسنج‌ها نشان می‌دهند، درست است؟

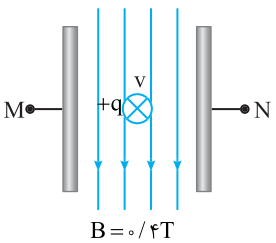
آزمون مدارس برتر



۱) $F = F'$
۲) $F < F'$
۳) $F > F'$
۴) هر سه گزینه درست می‌باشد.

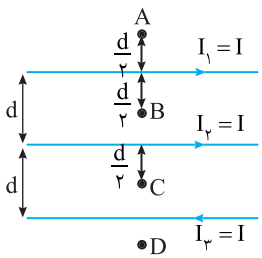
۱۳ در شکل روبه‌رو دو صفحهٔ رسانای بزرگ متصل به یک اختلاف پتانسیل در فاصلهٔ $۱۰cm$ از هم قرار دارند. ذره‌ای با بار مثبت q با سرعت $۲۰۰۰m/s$ درونسو بین دو صفحه شلیک می‌شود و در اثر میدان مغناطیسی یکنواخت پایین‌سو، ذره در مسیر مستقیم به حرکتش ادامه می‌دهد. اختلاف پتانسیل $V_N - V_M$ چند ولت است؟

آزمون مدارس برتر



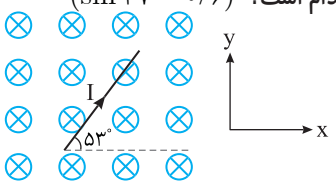
۱) ۸۰
۲) -۸۰
۳) ۱۲۰
۴) -۱۲۰

۱۴ در شکل روبه‌رو میدان مغناطیسی برایند، در کدام نقطه ممکن است صفر شود؟



۱) D
۲) B
۳) C
۴) A

۱۵ بردار نیروی وارد بر سیم حامل جریان I در میدان مغناطیسی B به‌صورت $\vec{F}=\alpha\vec{i}+\beta\vec{j}$ است. $\frac{\alpha}{\beta}$ کدام است؟ $(\sin 37^\circ=0/6)$



۱) ۰/۶ ۲) ۰/۸ ۳) $\frac{۳}{۴}$ ۴) $\frac{۴}{۳}$

پنجره دو رو به روی سه آزمونک

۱ آهنگ تغییر شار مغناطیسی از جنس کدام کمیت فیزیکی است؟ تجربی - ۹۱

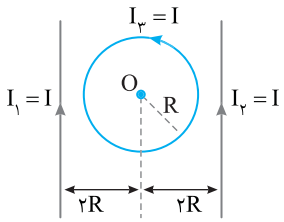
۱) میدان مغناطیسی ۲) نیرو محرکهٔ الکتریکی ۳) شدت جریان الکتریکی ۴) نیروی الکترومغناطیسی

۲ توصیف زیر مربوط به کدام مادهٔ مغناطیسی است؟ از کتاب درسی

«حضور میدان مغناطیسی خارجی، می‌تواند سبب القای دوقطبی‌های مغناطیسی در خلاف سوی میدان خارجی شود.»

۱) پارامغناطیس ۲) فرومغناطیس نرم ۳) فرومغناطیس سخت ۴) دیامغناطیس

۳ در شکل روبه‌رو یک حلقه به شعاع R و دو سیم بلند موازی حامل جریان I، هر سه در یک صفحه قرار دارند. میدان مغناطیس خالص در مرکز حلقه به کدام سو است؟ خارج ریاضی - ۹۰

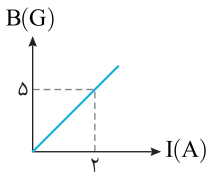


۱) درونسو
۲) برونسو
۳) به سمت پایین
۴) اظهار نظر قطعی نمی‌توان کرد.

۴ پیچهٔ مسطحی به قطر مقطع D درون میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی B قرار دارد. اگر قطر پیچه و تعداد دورهای آن نصف و زاویهٔ بین خط‌های میدان مغناطیسی و خط عمود بر سطح پیچه دو برابر شود و همین‌طور اندازهٔ میدان مغناطیسی یکنواخت عبوری از پیچه ۲۰ درصد کاهش یابد، شار عبوری از پیچه $\frac{\sqrt{۳}}{۱۵}$ برابر می‌شود. زاویه‌ای که در حالت اول خط عمود بر سطح با خطوط میدان می‌سازد چند درجه است؟ $(\pi\approx ۳)$

۱) ۳۰ ۲) ۶۰ ۳) ۴۵ ۴) ۹۰

۵ شکل روبه‌رو میدان مغناطیسی درون یک سیملوله حامل جریان را برحسب جریان نشان می‌دهد. این سیملوله شامل یک ردیف حلقه‌های به هم چسبیده است. قطر سیمی که سیملوله از آن ساخته شده چند میلی‌متر است؟ $(\mu_۰=۱۲\times۱۰^{-۷}\,T.m/A)$

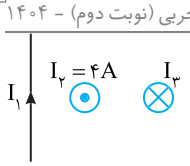


۱) ۲/۴ ۲) ۴/۸ ۳) ۱/۲ ۴) ۳/۶

۶ پیچه‌ای شامل ۲۰۰ دور سیم که مساحت هر حلقهٔ آن $۵۰cm^۲$ است، عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی قرار دارد. در مدت ۲ms اندازهٔ میدان از ۰/۵T به ۰/۴۵T کاهش می‌یابد. اگر مقاومت پیچه ۲۰Ω باشد، جریان القایی متوسط که از پیچه می‌گذرد، چند آمپر است؟ تجربی (نوبت دوم) - ۱۴۰۴

۱) ۲/۵ ۲) ۱/۵ ۳) ۱/۲۵ ۴) ۰/۵

۷ در شکل روبه‌رو میدان حاصل از دو سیم (۱) و (۳) در مکان سیم (۲) به‌ترتیب $B_۱=۰/۳T$ و $B_۳=۰/۴T$ است. نیروی خالص وارد بر یک متر از سیم (۲) چند نیوتون است؟

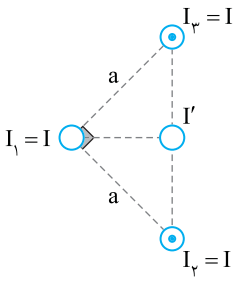


۱) ۲ ۲) ۱/۶ ۳) ۰/۹ ۴) ۱/۲

۸ از یک سیملولهٔ ۵۰ حلقه‌ای به‌طول ۶/۲۸cm جریان الکتریکی ۵ آمپر می‌گذرد. اگر قطر حلقه‌های سیملوله $D=\frac{۴}{\sqrt{\pi}}cm$ باشد و میدان مغناطیسی درون سیملوله را یکنواخت در نظر بگیریم، شار مغناطیسی گذرنده از سیملوله چند وبر است؟ $(\pi=۳/۱۴\,,\,\mu_۰=۴\pi\times۱۰^{-۷}\,T.m/A)$

۱) $۱۰^{-۶}$ ۲) ۲×۱۰^{-۶} ۳) ۴×۱۰^{-۶} ۴) ۴×۱۰^{-۸}

۹ در شکل روبه‌رو چهار سیم موازی و طویل عمود بر صفحهٔ کاغذ نشان داده شده است. اگر نیروی خالص وارد بر سیم I_1 صفر باشد، جهت جریان I' و I_1 به‌ترتیب از راست به چپ کدام است؟ تجربی - ۹۶



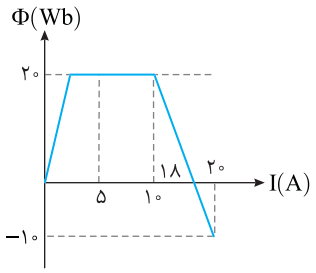
۱) درونسو، درونسو

۲) برونسو، برونسو

۳) درونسو، درونسو یا برونسو

۴) برونسو، درونسو یا برونسو

۱۰ نمودار تغییرات شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه برحسب زمان، مطابق شکل روبه‌رو است. در کدام‌یک از بازه‌های زمانی، بزرگی نیروی محرکه القایی متوسط در حلقه با هم برابر است؟ آزمون مدارس برتر



۱) $(t=۰s \text{ تا } t=۷s)$ با $(t=۴s \text{ تا } t=۱s)$

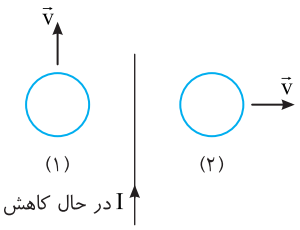
۲) $(t=۱۱s \text{ تا } t=۱۸s)$ با $(t=۴s \text{ تا } t=۱s)$

۳) $(t=۱۰s \text{ تا } t=۲۰s)$ با $(t=۱۱s \text{ تا } t=۱۵s)$

۴) $(t=۸s \text{ تا } t=۱۸s)$ با $(t=۱۰s \text{ تا } t=۲۰s)$

پنجره سه — روبه‌روی چهار — آزمونک

۱ مطابق شکل زیر، دو حلقه در جهت‌های نشان داده شده در نزدیکی یک سیم حامل جریان الکتریکی I حرکت می‌کنند. کدام مورد درست است؟ تجربی (نوبت دوم) - ۱۴۰۲



۱) در حلقهٔ (۱) جریان القا نمی‌شود و در حلقهٔ (۲) جریان القایی پادساعتگرد است.

۲) جهت جریان القایی در حلقهٔ (۱) پاد ساعتگرد و در حلقهٔ (۲) ساعتگرد است.

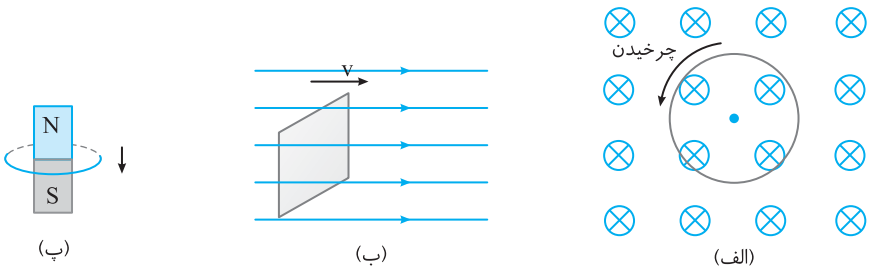
۳) در حلقهٔ (۱) جریان القا نمی‌شود و در حلقهٔ (۲) جریان القایی ساعتگرد است.

۴) جهت جریان القایی در حلقهٔ (۱) ساعتگرد و در حلقهٔ (۲) پادساعتگرد است.

۲ پیچهٔ تختی با مساحت $۴۰cm^2$ که دارای ۱۰۰ حلقه است در یک میدان مغناطیسی یکنواخت به اندازهٔ ۱۰۰ گاوس که در جهت محور x است، قرار دارد. اگر پیچه در مدت $۱۰^{-۴}s$ از وضعیتی که عمود بر محور x است به وضعیتی که سطح حلقه با محور x زاویهٔ ۳۰° می‌سازد تغییر حالت دهد، نیرو محرکهٔ متوسط القا شده در پیچه چند ولت است؟ کنکور دهه‌های گذشته

۱) ۲۰۰ ۲) ۴۰۰ ۳) ۴۰ ۴) ۲۰

۳ در چه تعداد از شکل‌های زیر با توجه به حرکت حلقه یا قاب در لحظهٔ نشان داده شده در آن‌ها جریان القایی به وجود می‌آید؟



۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۴ سطح حلقه‌های پیچه‌ای که دارای ۱۰۰۰ حلقه است، عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی که اندازهٔ آن $۰/۰۴T$ است، قرار دارد. میدان مغناطیسی در مدت $۰/۰۱s$ تغییر می‌کند و به $۰/۰۴T$ در خلاف جهت اولیه می‌رسد. اگر مساحت هر حلقهٔ پیچه $۵۰cm^2$ باشد، بزرگی نیروی محرکهٔ القایی متوسط در پیچه، چند ولت است؟ تجربی - ۹۸

۱) صفر ۲) ۰/۴ ۳) ۴ ۴) ۴۰

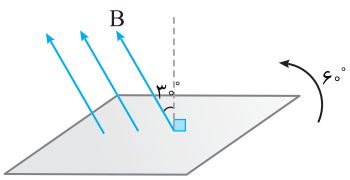
۵ از سیملوله‌ای به ضریب القاوری $۵mH$، جریان $۸mA$ عبور می‌کند، انرژی ذخیره شده در سیملوله چند میلی‌ژول است؟ خارج ریاضی - ۹۱

۱) $۱/۶\times۱۰^{-۴}$ ۲) ۳۲×۱۰^{-۴} ۳) $۱/۶\times۱۰^{-۱}$ ۴) $۳/۲\times۱۰^{-۱}$

۶ پیچه‌ای دارای ۲۵ حلقه با مقاومت 5Ω، عمود بر میدان مغناطیسی برونسویی به بزرگی $0/8T$ قرار دارد و سطح هر حلقه $10cm^2$ است. میدان مغناطیسی را تغییر می‌دهیم. میدان در نهایت چگونه باشد تا از حلقه بار الکتریکی القایی ۸ میلی‌کولن بگذرد؟

۱) ۰/۸، برونسو ۲) ۰/۸، درونسو ۳) ۱/۶، درونسو ۴) ۱/۶، برونسو

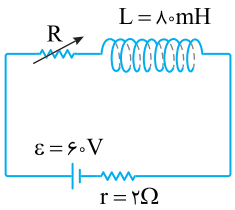
۷ در شکل روبه‌رو اگر قاب را 60° در جهت نشان داده شده بچرخانیم، شار مغناطیسی عبوری از قاب چند برابر می‌شود؟



۱) ۱ ۲) $\sqrt{3}$

۳) $\frac{\sqrt{3}}{3}$ ۴) $\frac{\sqrt{3}}{2}$

۸ در مدار روبه‌رو اگر مقاومت سیملوله ناچیز باشد و مقاومت رئوستا را از 4Ω به 8Ω تغییر دهیم، در این مدت سیملوله ..... ژول انرژی ..... می‌کند.



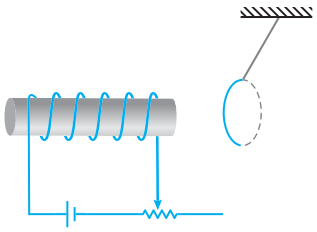
۱) ۱/۴۴، آزاد

۲) ۱/۴۴، ذخیره

۳) ۲/۵۶، آزاد

۴) ۲/۵۶، ذخیره

۹ در شکل روبه‌رو یک حلقهٔ مسی که یک سطح آن موازی سطح مقطع سیملوله است از یک ریسمان آویزان است با توجه به وضعیت قرارگیری حلقه در لحظهٔ نشان داده شده کدام گزینه در مورد حرکت لغزنده درست است؟



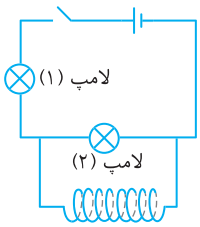
۱) لغزنده در حال کشیده شدن به سمت راست است.

۲) لغزنده در حال کشیده شدن به سمت چپ است.

۳) لغزنده حرکت نمی‌کند.

۴) اظهارنظر قطعی نمی‌توان کرد.

۱۰ در شکل روبه‌رو با فرض آرمانی بودن القاگر از لحظه بسته شدن کلید تا مدتی پس از آن روشنایی لامپ‌های (۱) و (۲) به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟



۱) روشنایی لامپ (۱) کاهش یافته، روشنایی لامپ (۲) کاهش یافته و خاموش می‌شود.

۲) روشنایی لامپ (۱) افزایش یافته، روشنایی لامپ (۲) کاهش یافته اما خاموش نمی‌شود.

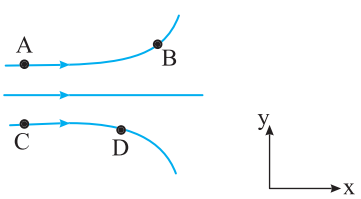
۳) روشنایی لامپ (۱) افزایش یافته، روشنایی لامپ (۲) کاهش یافته و خاموش می‌شود.

۴) روشنایی لامپ (۱) کاهش یافته، روشنایی لامپ (۲) افزایش می‌یابد.

پنجره تو در تو — آزمون فصل

۱ بردار میدان مغناطیسی در کدام نقطه در SI به صورت $\vec{B}=0/02\vec{i}+0/02\vec{j}$ است؟

آزمون مدارس برتر



۱) A ۲) B

۳) C ۴) D

۲ کدام مقایسه درباره خواص مغناطیسی آهن خالص و فولاد درست است؟

۱) در فولاد حجم حوزه‌های مغناطیسی به سهولت تغییر می‌کند، ولی در آهن خالص به سختی تغییر می‌کند.

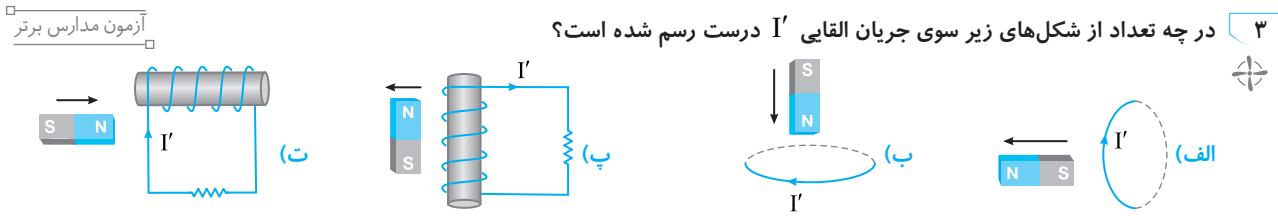
۲) آهن خالص مناسب ساخت آهنربای دائمی و فولاد مناسب ساخت آهنربای غیردائمی است.

۳) فولاد فرومغناطیسی سخت و آهن خالص فرومغناطیسی نرم است.

۴) آهن و فولاد هر دو پارامغناطیسی هستند.

۳ در چه تعداد از شکل‌های زیر سوی جریان القایی I' درست رسم شده است؟

آزمون مدارس برتر



۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴ برای یک دستگاه تصویربرداری پزشکی احتیاج به میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $1/5\,T$ است. اگر برای ایجاد این میدان از سیملوله‌ای استفاده کنیم که جریان $50\,A$ از آن می‌گذرد، تعداد دور سیم‌های آن در واحد طول سیملوله در SI کدام است؟

۱) ۲۵ ۲) ۲۵۰ ۳) ۲۵۰۰ ۴) 25×10^{3}

۵ معادلهٔ بار گذرنده از یک سیملوله برحسب زمان در SI به صورت $q=5t-3$ است. اگر ضریب القاوری سیملوله $0/4\,H$ باشد، انرژی ذخیره شده در سیملوله چند ژول است؟

آزمون مدارس برتر

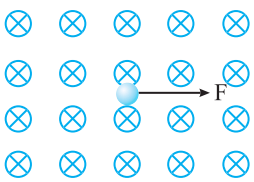
۱) ۲/۵ ۲) ۵ ۳) ۳ ۴) قابل محاسبه نیست.

۶ الکترونی در لامپ تصویر یک تلویزیون قدیمی در میدان مغناطیسی به بزرگی $91\,mT$ و با سرعت $6\times10^{5}\,m/s$ حرکت می‌کند. اگر در نقطه‌ای شتاب حرکت الکترون برابر با $4/8\times10^{15}\,m/s^{2}$ باشد، زاویه میان بردار سرعت الکترون و بردار میدان مغناطیسی چند درجه می‌تواند باشد؟ (از نیروی وزن صرف‌نظر کنید.) $(|q_e|=1/6\times10^{-19}\,C\,,\,m_e=9/1\times10^{-31}\,kg)$

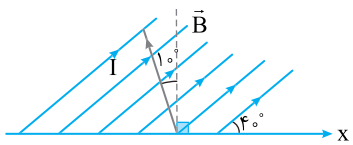
۱) ۶۰ ۲) ۹۰ ۳) ۴۵ ۴) ۳۰

۷ در شکل روبه‌رو، الکترونی با تندی v در مسیری عمود بر میدان مغناطیسی در حرکت است. نیروی مغناطیسی وارد بر الکترون در یک لحظه نشان داده شده است. از آن لحظه، قسمتی از مسیر حرکت الکترون در میدان کدام است؟

حارج ریاضی - ۸۷

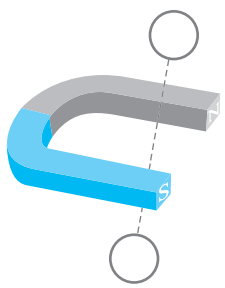


۸ مطابق شکل روبه‌رو یک سیم با جریان $2\,A$ و طول $20\,cm$ درون میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $400\,G$ قرار گرفته است. جهت و اندازهٔ نیروی وارد بر سیم برحسب میلی نیوتون کدام است؟



۱) $8\sqrt{3}$، $\otimes$ ۲) ۸، $\odot$
۳) ۸، $\otimes$ ۴) $8\sqrt{3}$، $\odot$

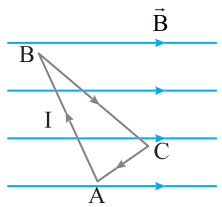
۹ در شکل روبه‌رو یک حلقه از بین قطب‌های یک آهنربای نعلی‌شکل عبور می‌کند. جریان القایی در حلقه هنگام ورود به آهنربا و هنگام خروج از آن به‌ترتیب از راست به چپ کدام است؟



۱) ساعتگرد، ساعتگرد
۲) پادساعتگرد، پادساعتگرد
۳) ساعتگرد، پادساعتگرد
۴) پادساعتگرد، ساعتگرد

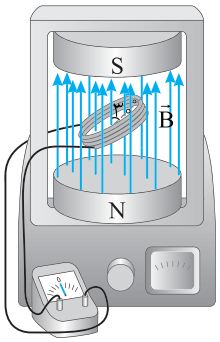
نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی

۱۰ در شکل روبه‌رو، مثلث متساوی‌الساقین ABC از سه سیم راست رسانای حامل جریان تشکیل شده است و در میدان مغناطیسی یکنواخت B قرار دارد. اگر F_{AB} نیروی وارد بر سیم AB، F_{BC} نیروی وارد بر سیم BC و F_{AC} نیروی وارد بر سیم AC باشند، کدام گزینه درست است؟



۱) $F_{AC}=F_{BC}=F_{AB}$ ۲) $F_{AC}<F_{BC}<F_{AB}$
۳) $F_{AC}>F_{BC}>F_{AB}$ ۴) $F_{BC}>F_{AB}>F_{AC}$

۱۱ پیچه‌ای شامل ۲۰۰ دور که مساحت هر حلقه آن $25cm^2$ است، مطابق شکل روبه‌رو بین قطب‌های آهنربای الکتریکی قرار گرفته است، به گونه‌ای که پیچه با خط‌های میدان زاویه 30° می‌سازد. اگر اندازه میدان در بازه زمانی $2ms$ از $0/18T$ به $0/22T$ افزایش یابد، نیروی محرکه القایی متوسط ایجاد شده در پیچه چند ولت است؟



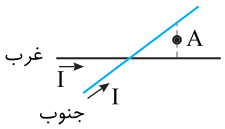
۱) -5

۲) -10

۳) -15

۴) $-2/5$

۱۲ از دو سیم افقی که یکی در راستای شرقی - غربی و دیگری در بالای آن و در راستای شمال - جنوب است، جریان الکتریکی مساوی در جهتی که در شکل مشخص شده است، می‌گذرد. کدام گزینه دربارهٔ جهت میدان مغناطیسی حاصل در نقطهٔ A دقیقاً واقع در بین دو سیم، درست است؟



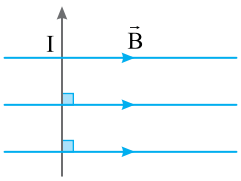
۱) شمال شرقی ۲) شمال غربی ۳) جنوب شرقی ۴) جنوب غربی

۱۳ سطح حلقه‌های پیچه‌ای که دارای ۵۰۰ حلقه و مقاومت 5Ω است، عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی به اندازهٔ $0/04T$ است، میدان مغناطیسی در مدت $0/02s$ تغییر می‌کند و به $0/04T$ در خلاف جهت اولیه می‌رسد. اگر مساحت هر حلقه پیچه $50cm^2$ باشد، در این مدت چند میکروکولن الکتریسیته در قاب جریان می‌یابد؟

آزمون مدارس برتر

۱) 4×10^{-2} ۲) 4×10^{4} ۳) ۳ ۴) 3×10^{6}

۱۴ در شکل مقابل، بردار نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان به طول l از طرف میدان برابر با $\vec{E}$ است. سیم حداقل چند درجه در صفحهٔ کاغذ بچرخد تا بردار نیروی مغناطیسی وارد بر همین طول l از سیم، $-\frac{\vec{F}}{2}$ شود؟

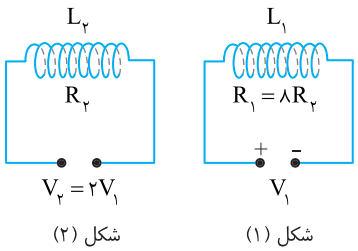


۱) 120° ۲) 30°

۳) 60° ۴) 150°

انرژی ذخیره شده در القاگر

۱۵ اگر نسبت انرژی مغناطیسی ذخیره شده در سیملوله مدار شکل (۱) به سیملوله مدار شکل (۲) برابر $\frac{3}{2}$ باشد، نسبت ضریب القاوری سیملوله در شکل (۱) به شکل (۲) کدام است؟

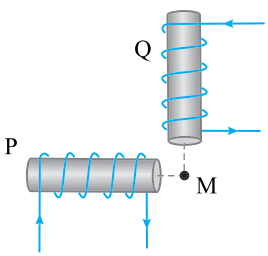


شکل (۲) شکل (۱)

۱) $\frac{32}{3}$ ۲) $\frac{3}{32}$

۳) ۳۸۴ ۴) $\frac{1}{384}$

۱۶ در شکل روبه‌رو دو سیملولهٔ P و Q با طول‌های یکسان $20cm$ که محورهای آن‌ها بر هم عمود است، در کنار یکدیگر قرار دارند. تعداد دورهای P، ۵۰۰ و تعداد دورهای Q، ۴۰۰ است. اگر جریان عبوری از سیملوله‌های P و Q به‌ترتیب $3A$ و $5A$ باشد، بزرگی و جهت میدان خالص حاصل از دو سیملوله در نقطهٔ M کدام است؟



۱) $1/5\times10^{-2}$، ↗ ۲) 3×10^{-2}، ↗

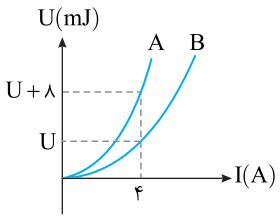
۳) $1/5\times10^{-2}$، ↙ ۴) 3×10^{-2}، ↙

۱۷ جریان متناوبی با دورهٔ تناوب ۲۰ میلی‌ثانیه که بیشینه مقدار آن برابر با $1A$ است، از رسانایی با مقاومت الکتریکی ۱۰ اهم می‌گذرد. اگر در لحظهٔ $t=0$ هیچ جریانی از رسانا عبور نکند، در چه لحظه‌ای برحسب ثانیه، اختلاف پتانسیل دو سر رسانا برای اولین بار برابر با $5V$ می‌شود؟

۱) $\frac{1}{50}$ ۲) $\frac{1}{100}$ ۳) $\frac{1}{300}$ ۴) $\frac{1}{600}$

۱۸ شکل مقابل، نمودار انرژی دو سیملولهٔ A و B برحسب جریان است. ضریب القاوری سیملولهٔ A، ۳ برابر ضریب القاوری سیملولهٔ B است. در این صورت ضریب القاوری سیملولهٔ A چند میلی‌هانری است؟

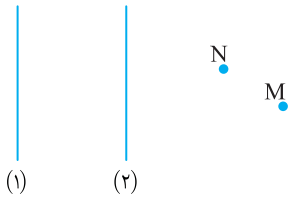
ریاضی - ۸۹



۱) ۱ ۲) ۲

۳) ۳ ۴) ۱/۵

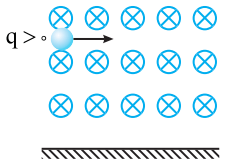
۱۹ مطابق شکل مقابل از دو سیم راست، بلند و موازی که در صفحهٔ کاغذ قرار دارند، جریان‌های ثابتی عبور می‌کند. اگر بزرگی میدان مغناطیسی برایند در نقطهٔ M بزرگ‌تر از نقطهٔ N باشد، جهت جریان عبوری از دو سیم و نوع نیرویی که به یکدیگر وارد می‌کنند، به ترتیب از راست به چپ کدام است؟



۱) هم‌سو، ربایش
۲) هم‌سو، رانش
۳) ناهمسو، ربایش
۴) ناهمسو، رانش

۲۰ در شکل روبه‌رو، ذره به جرم M بدون انحراف در حال حرکت است، اگر میدان مغناطیسی بچرخد و برونسو شود، پس از چرخش میدان شتاب ذره در لحظهٔ نشان داده شده در شکل چند m/s^2 می‌شود؟ $(g=10 m/s^2)$

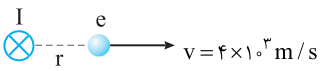
آزمون مدارس برتر



۱) ۱۰
۲) ۵
۳) ۲۰
۴) اطلاعات سؤال کافی نیست.

۲۱ در شکل زیر، یک سیم حامل جریان I و یک الکترون در فاصلهٔ r از سیم نشان داده شده است. اندازهٔ میدان مغناطیسی سیم در فاصلهٔ r برابر ۵۰G است. اگر در این لحظه تندی الکترون $v=4\times10^3 m/s$ باشد، نیروی وارد بر الکترون در این لحظه چند نیوتون و در چه جهتی است؟ $(e=1/6\times10^{-19} C)$

آزمون مدارس برتر



۱) $3/2\times10^{-18}$ - درونسو
۲) $3/2\times10^{-18}$ - برونسو
۳) $1/6\times10^{-18}$ - درونسو
۴) $1/6\times10^{-18}$ - برونسو

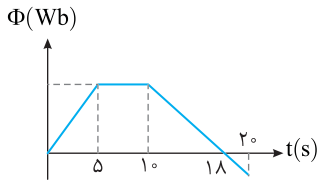
۲۲ پیچه‌ای با ۲۰۰ حلقه که مساحت سطح هر حلقهٔ آن $400 cm^2$ است عمود بر محور x و در یک میدان مغناطیسی یکنواخت که معادلهٔ آن در SI به صورت $\vec{B}=0/03\vec{i}+0/04\vec{j}$ است، قرار دارد. اگر این پیچه در مدت ۰/۵s، ۱۸۰° بچرخد تا دوباره بر محور x عمود شود، نیروی محرکهٔ القایی متوسط در پیچه چند ولت است؟

آزمون مدارس برتر

۱) ۰/۹۶
۲) ۰/۴۸
۳) ۱/۴۴
۴) ۱/۶

۲۳ نمودار تغییرات شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه برحسب زمان مطابق شکل است. در کدام بازهٔ زمانی بزرگی نیروی محرکهٔ القایی متوسط در حلقه بیشتر است؟

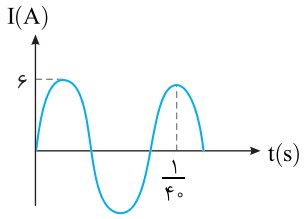
ریاضی - ۸۸



۱) صفر تا ۵s
۲) ۱۰s تا ۱۸s
۳) ۵s تا ۲۰s
۴) ۱۰s تا ۲۰s

۲۴ از یک سیملولهٔ آرمانی، جریان متناوب سینوسی که نمودار تغییرات آن برحسب زمان به صورت شکل روبه‌رو است، عبور می‌کند. اگر انرژی ذخیره شده در سیملوله در لحظهٔ $\frac{1}{400}$ ثانیه برابر ۷۲ میلی‌ژول باشد، ضریب القاوری (خودالقایی) سیملوله چند میلی‌هانری است؟

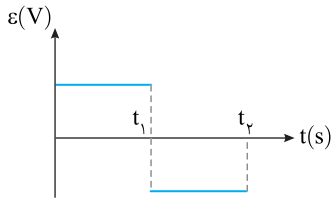
خارج ریاضی - ۹۹

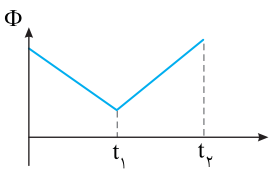


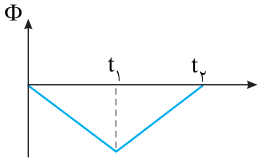
۱) ۸
۲) ۶
۳) ۴
۴) ۳

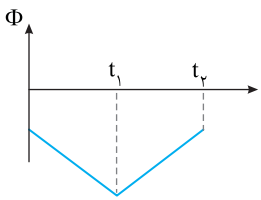
۲۵ نمودار نیروی محرکهٔ القایی متوسط در یک حلقه برحسب زمان مطابق شکل روبه‌رو است. کدام گزینه می‌تواند نمودار شار گذرنده از حلقه برحسب زمان باشد؟

آزمون مدارس برتر



۱)


۲)


۳)


۴) هر سه نمودار می‌توانند درست باشند.

آزمونک (پنجرهٔ ۱ و ۲)

A ۱ ۱

حوزه‌های مغناطیسی مواد فرومغناطیس نرم در حضور میدان مغناطیسی خارجی به سهولت تغییر می‌کند و ماده به سادگی آهنربا می‌شود و همچنین با حذف میدان خارجی، خاصیت آهنربایی خود را به آسانی از دست می‌دهد، بنابراین گزینهٔ (۱) نادرست و گزینهٔ (۳) درست است.

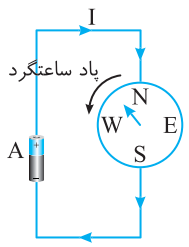
در مورد مواد پارامغناطیس باید این را بدانیم که این مواد در حضور میدان‌های مغناطیسی قوی خاصیت مغناطیسی ضعیف و موقت پیدا می‌کنند، بنابراین گزینهٔ (۲) درست است.

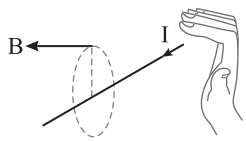
در مواد فرومغناطیس سخت پس از حذف میدان خارجی تا مدت زمان زیادی تقریباً سمت‌گیری دو قطبی‌های مغناطیسی حوزه‌ها بدون تغییر باقی می‌ماند و گزینهٔ (۴) درست است.

نمای ۳۱

B ۱ ۲

دقت کنید که عقربهٔ مغناطیسی روی سیم قرار گرفته جهت و میدان مغناطیسی بالای سیم را نشان می‌دهد، در واقع جریان در سیم باید به‌گونه‌ای باشد تا خط میدان حاصل از سیم به صورت زیر شده و میدان در بالای سیم در جهت عقربهٔ مغناطیسی و به سمت چپ باشد.

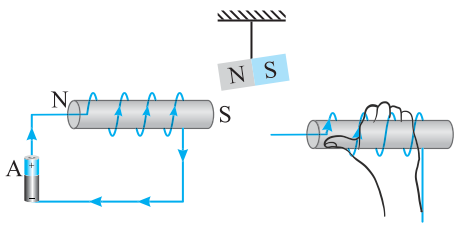




خط میدان مغناطیسی حاصل از سیم حامل جریان

چون جریان مدار از پایانه مثبت باتری به سوی پایانه منفی است پس باید باتری A را در مدار قرار گیرد.

در مدار (۲) وقتی N به پایین کشیده می‌شود یعنی سمتی از سیملوله که نزدیک آهنربا است در اثر عبور جریان قطب S شده است. جهت میدان مغناطیسی درون سیملوله به سمت قطب N یعنی سمت چپ است. حال با توجه به قاعدهٔ دست راست جهت جریان در سیملوله و مدار را به‌دست می‌آوریم:

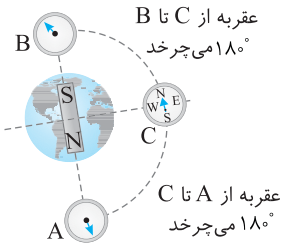


بنابراین باید باتری A انتخاب شود.

نمای ۳۰ و ۲۵

A ۲ ۳

زمین مانند یک آهنربای بسیار بزرگ رفتار می‌کند و قطب شمال آن در نزدیکی قطب جنوب جغرافیایی و قطب جنوب آن در نزدیکی قطب شمال جغرافیایی قرار دارد. بنابراین در جابه‌جایی از A تا B خود قطب‌نما ۱۸۰° چرخیده اما عقربه آن ۳۶۰° می‌چرخد:



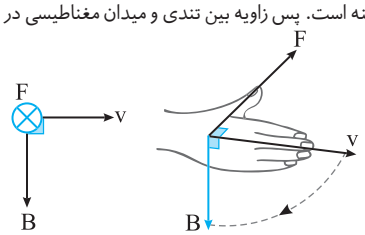
محور مغناطیسی

نمای ۱۴

B ۲ ۴

یادآوری نیروی وارد بر ذرهٔ باردار متحرک در میدان مغناطیسی برابر $F=qvB\sin\theta$ است که θ زاویهٔ بین سرعت ذره و خطوط میدان مغناطیسی است.

در ابتدا نیرو بیشینه است. پس زاویه بین تندی و میدان مغناطیسی در ابتدا ۹۰° است.

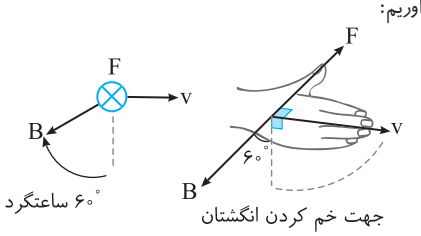


جهت خم کردن انگشتان

$$F_1=qvB\sin\theta_1 \xrightarrow[\theta_1=90^\circ]{F_1=F_{max}} F_1=qvB$$

میدان B در صفحهٔ شامل بردار v و B، به اندازهٔ ۶۰° ساعتگرد می‌چرخد و بردار B به‌صورت زیر کشیده می‌شود، بنابراین با توجه به قاعدهٔ دست راست جهت نیرو درونسو خواهد بود و جهت نیرو تغییر نمی‌کند.

زاویهٔ بین B و v برابر ۱۵۰° است، حال اندازهٔ نیروی مغناطیسی را در این حالت به‌دست می‌آوریم:



جهت خم کردن انگشتان

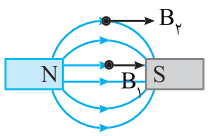
$$|F_2|=|qvB\sin 150^\circ| \Rightarrow |F_2|=\frac{1}{2}qvB$$

پس نیرو نصف می‌شود، یعنی ۵۰ درصد کاهش می‌یابد.

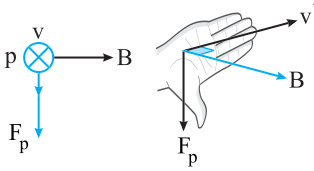
نمای ۱۶

B ۴ ۵

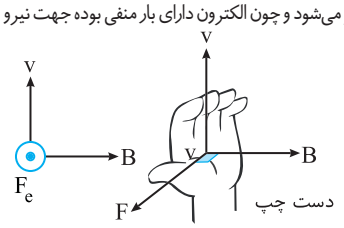
یادآوری خطوط میدان مغناطیسی از قطب N خارج می‌شود و به قطب S وارد می‌شود. میدان مغناطیسی در هر نقطه بر خط میدان مماس است.



۱ ابتدا نیروی وارد بر پروتون را به‌دست می‌آوریم. جهت میدان مغناطیسی در محل پروتون سمت راست است با توجه به قاعدهٔ دست راست جهت نیروی وارد بر پروتون مطابق شکل پایین‌سوست.

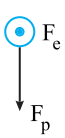


۲ میدان مغناطیسی در محل حرکت الکترون نیز به سمت راست است و الکترون به سمت بالا در حال حرکت بوده است، بنابراین با توجه به قاعدهٔ دست راست چهار انگشت در جهت v گرفته شده به طوری که کف دست در جهت B بوده و در این صورت شست دست راست به سمت داخل صفحه یعنی درونسو می‌شود و چون الکترون دارای بار منفی بوده جهت نیرو برونسو است:



دست چپ

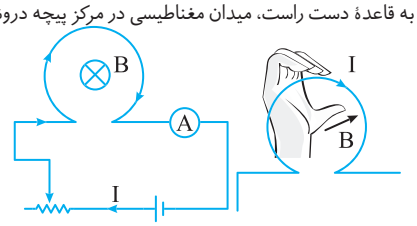
بنابراین F_p پایین‌سو و F_e در جهت برونسو است و این دو نیرو برهم عمودند و زاویهٔ بین آن‌ها ۹۰° است.



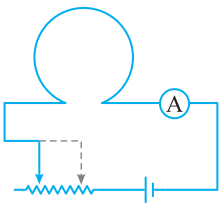
نمای ۱۵

A ۶ ۱

جریـان از پایانـه مثبت باتری خارج می‌شـود، بنابراین جریان در پیچه سـاعتگرد خواهد بود و با توجه به قاعدهٔ دست راست، میدان مغناطیسی در مرکز پیچه درونسو می‌شود.



با حرکت لغزنده به سـمت راسـت مطابق شـکل، طـول کمتـری از مقاومـت در مدار قـرار می‌گیرد بنابرایـن مقاومـت مدار در حال کاهش اسـت و با کاهش مقاومت در مدار جریان افزایش می‌یابد.



I در حال افزایش $\Rightarrow I=\frac{\varepsilon}{\downarrow R+r}$

نمای ۲۹

B ۷ ۲

یادآوری بزرگی میدان مغناطیسی داخل سیملوله از رابطهٔ $B=\mu_{\circ}\frac{N}{l}I$ به‌دست می‌آید.

با توجه به سـؤال اگر جریان اولیهٔ عبوری از سـیملوله I_1 و میدان مغناطیسی در آن B_1 باشد، در حالتی که جریان سیملوله $10A$ افزایش می‌یابد $(I_2=I_1+10)$، میدان داخل سیملوله $36\times10^{-4}T$ بیشتر می‌شود $(B_2=B_1+36\times10^{-4})$ بنابراین:

$$B_2-B_1=\mu_{\circ}\frac{N}{l}I_2-\mu_{\circ}\frac{N}{l}I_1\Rightarrow B+36\times10^{-4}-B=\mu_{\circ}\frac{N}{l}(I+10)-\mu_{\circ}\frac{N}{l}I$$

در سمت راست معادلهٔ بالا از $\mu_{\circ}\frac{N}{l}$ فاکتور می‌گیریم:

$$36\times10^{-4}=\mu_{\circ}\frac{N}{l}(10)\xrightarrow{l=0/4m}$$

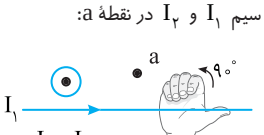
$$36\times10^{-4}=12\times10^{-7}\times\frac{N}{0/4}\times10\Rightarrow36\times10^{-4}=3\times10^{-5}(N)\Rightarrow N=120$$

نمای ۳۰

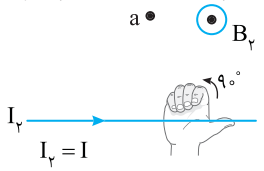
B ۸ ۲

یادآوری برای به دسـت آوردن جهت میدان مغناطیسـی ناشی از سیم حامل جریان، انگشـت باز شـصت دسـت راسـت را در جهت جریان قرار می‌دهیم به گونه‌ای که چهار انگشـت دست راسـت در جهت خط واصل بین سیم و نقطه‌ای که میدان در آن خواسته شـده قرار گیرد، حال اگر چهار انگشـت دسـت راسـت را 90° خم کنیـم، جهت میدان مغناطیسی در آن نقطه به دست می‌آید:

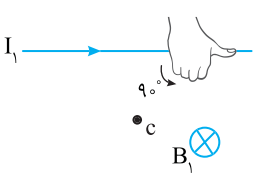
الف) میدان مغناطیسی سیم I_1 و I_2 در نقطهٔ a:



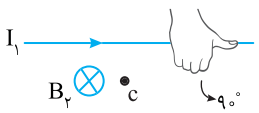
هر دو میدان برنوسو بوده بنابراین میدان در نقطهٔ a برونسو است.



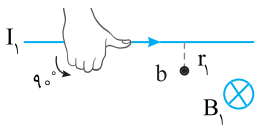
ب) میدان مغناطیسی در نقطهٔ c ناشی از I_1 و I_2:



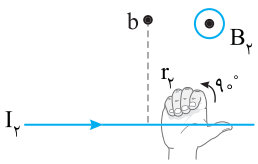
هر دو میدان در نقطهٔ c درونسو بوده بنابراین میدان در نقطهٔ C درونسو است.



نکته میدان مغناطیسـی حاصل از سیم راست با جریان سیم رابطهٔ مستقیم و با فاصله رابطهٔ عکس دارد.



پ) میـدان مغناطیسـی در نقطـهٔ b ناشـی از سـیم I_1 درونسـو و ناشـی از سـیم I_2 برونسوست.

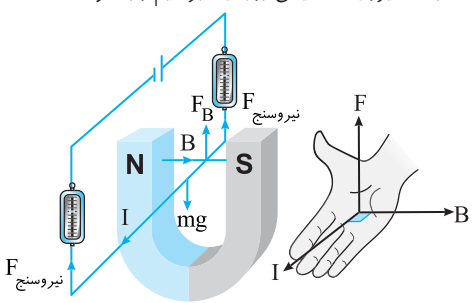


جریان دو سـیم برابر اما نقطهٔ b از سـیم (۲) دورتر اسـت پس $B_1>B_2$ بوده و میدان خالص در جهت میدان قوی‌تر یعنی درونسو خواهد بود.

B ۹ ۴

خط فکری حـل این مسـئله دو مرحلـه دارد. ابتدا بـا توجه به جهـت قطب‌های آهنربای داده شـده میدان مغناطیسـی به سمت راست بوده و با توجه به آن نیروهایی که به سیم وارد می‌شود را حساب می‌کنیم، دقت کنید که سیم آویزان بوده و در تعادل است پـس برایند نیروهای وارد بر آن صفر می‌شـود. در حالـت دوم هنگامی که آهنربا 180° می‌چرخد جهت میدان مغناطیسـی نیز 180° چرخیده و به سـمت چپ می‌شود و جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سیم نیز وارونه می‌شود.

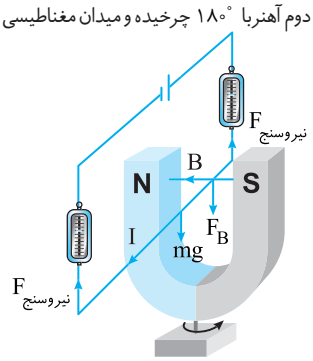
حالت اول: بر سـیم، نیروی وزن (mg) رو به پایین وارد می‌شـود، هم‌چنین با توجه به قاعدهٔ دست راست نیروی مغناطیسی رو به بالا بر سیم وارد خواهد شد:



$$\begin{cases}F_{net}=0\Rightarrow \underbrace{F_B+2F_{\text{نیروسنج}}}_{\text{رو به بالا}}-\underbrace{mg}_{\text{گ گ گ گ گ}}=0\\ F_B=BIl\sin\alpha\Rightarrow F_B=0/03\times4\times0/5\times1=0/06N\end{cases}\Rightarrow 2F_{\text{نیروسنج}}+F_B=mg$$

$$\Rightarrow 2F_{\text{نیروسنج}}+0/06=0/2\Rightarrow 2F_{\text{نیروسنج}}=0/14\Rightarrow F_{\text{نیروسنج}}=0/07N$$

حالت دوم: در حالت دوم آهنربا 180° چرخیده و میدان مغناطیسی به سمت چپ است.



$$\begin{cases} F_{net}=0 \Rightarrow \underbrace{2F_{\text{نیروسنج}}}_{\text{رو به بالا}} - \underbrace{F_B - mg}_{\text{رو به پایین}} = 0 \Rightarrow 2F_{\text{نیروسنج}} = F_B + mg \\ F_B = BIl\sin\alpha = 0/06N \end{cases}$$

$$\Rightarrow 2F_{\text{نیروسنج}} = 0/26 \Rightarrow F_{\text{نیروسنج}} = 0/13N$$

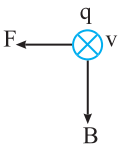
تغییر نیروی نیروسنج خواهد شد: $\Delta F = |0/13 - 0/07| = 0/06N$

میانبر در این سؤال تنها جهت نیروی مغناطیسی به دلیل تغییر جهت میدان مغناطیسی تغییر می‌کند و از به سمت بالا به سمت پایین تغییر می‌کند بنابراین تغییر نیرو برابر $2F_B$ است که این تغییرات توسط ۲ نیروسنج تحمل می‌شود پس نیروی نیروسنج به اندازهٔ یک نیروی مغناطیسی F_B تغییر می‌کند. نمای ۲۴

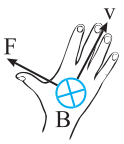
۴ ۱۰ B

یادآوری اگر جهت‌های میدان مغناطیسی، سرعت و نیروی مغناطیسی از قاعدهٔ دست راست پیروی کند بار ذره مثبت است و اگر یکی از این جهت‌ها قرینهٔ جهتی باشد که با قاعدهٔ دست راست به‌دست می‌آید، بار ذره منفی خواهد بود.

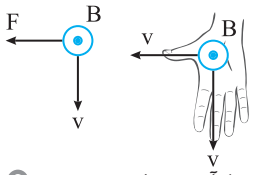
شکل (الف): چهار انگشت باز دست راست به سمت داخل صفحه به گونه‌ای قرار می‌دهیم که کف دست به سمت پایین باشد، در این صورت شست باز دست راست به سمت چپ بوده و مطابق جهتی است که در شکل کشیده شده پس q مثبت است.



شکل (ب): چهار انگشت دست راست به سمت v قرار می‌دهیم به‌طوری که کف دست روی صفحه قرار گرفته و جهت میدان مغناطیسی را درونسو نشان دهد، در این صورت شست باز دست جهت نیرو را قرینهٔ جهت نشان داده شده در شکل نشان می‌دهد بنابراین بار q' منفی است.



شکل (پ): چهار انگشت دست راست به سمت پایین قرار می‌دهیم به‌طوری که خم شدن چهار انگشت در جهت میدان برونسو باشد (همان جهت کف دست) در این صورت جهت شست دست در جهت نیروی F کشیده شده قرار می‌گیرد و بار آن مثبت است. نمای ۱۵



۴ ۱۱ B

خط فکری دو سیم رسانای AB و MN با هم موازی‌اند و می‌دانیم در مقاومت‌های موازی جریان به نسبت عکس مقدار مقاومت تقسیم می‌شود، بنابراین ابتدا با توجه به مشخصات سیم‌ها و رابطهٔ $R=\rho\frac{L}{A}$ نسبت مقاومت‌ها را به‌دست می‌آوریم و در گام بعد نسبت جریان عبوری از آن‌ها را حساب می‌کنیم و در نهایت با توجه به رابطهٔ $F=BIl$ نسبت نیروهای خواسته شده را به‌دست می‌آوریم:

۱ دو سیم هم‌جنس‌اند و مقاومت ویژه (ρ) یکسانی دارند:

$$\frac{R_{AB}}{R_{MN}} = \frac{\rho\frac{L_{AB}}{A_{AB}}}{\rho\frac{L_{MN}}{A_{MN}}} \xrightarrow[A_{AB}=A_{MN}]{L_{AB}=2L_{MN}} \frac{R_{AB}}{R_{MN}} = \frac{L_{AB}}{L_{MN}} = 2 \Rightarrow R_{AB} = 2R_{MN}$$

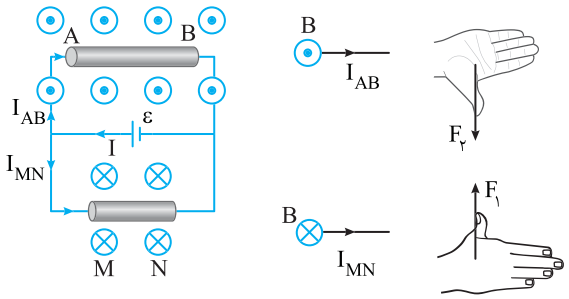
۲ جریان در مقاومت‌های موازی با مقدار مقاومت رابطهٔ عکس دارد، بنابراین چون مقاومت AB، دو برابر مقاومت MN است، جریان عبوری از AB نصف جریان عبوری از MN خواهد بود: $I_{AB} = \frac{1}{2}I_{MN}$

۳ با توجه به رابطهٔ نیروی مغناطیسی، اندازهٔ نروهای مغناطیسی وارد به سیم‌های AB و MN را با هم مقایسه می‌کنیم:

$$\begin{cases} F_1 = B_1 I_{AB} l_{AB} \\ F_2 = B_2 I_{MN} l_{MN} \end{cases} \xrightarrow[B_1=B_2]{\div}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{I_{AB}}{I_{MN}} \times \frac{l_{AB}}{l_{MN}} \xrightarrow[L_{AB}=2L_{MN}]{I_{AB}=\frac{I_{MN}}{2}} \frac{F_1}{F_2} = 1 \Rightarrow F_1 = F_2$$

۴ حال با توجه به قاعدهٔ دست راست جهت این نیروها را حساب می‌کنیم:



بنابراین دو نیرو هم‌اندازه و خلاف جهت یکدیگرند: $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$

نمای ۲۱

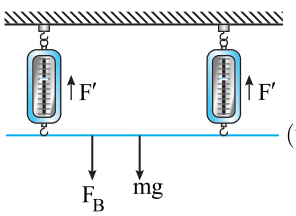
۲ ۱۲ B

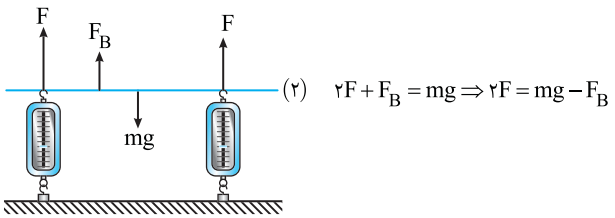
۱ جریان‌های دو سیم همسو هستند و برهم نیروی ربایشی مغناطیسی وارد می‌کنند.

۲ نیروهای وارد بر سیم (۱) عبارتند از نیروی وزن رو به پایین، نیروی ربایشی مغناطیسی رو به پایین و نیروهای F' رو به بالا بنابراین: $2F' = mg + F_B$

۳ نیروهای وارد بر سیم (۲) عبارتند از نیروی وزن رو به پایین، نیروی ربایشی مغناطیسی رو به بالا و نیروهای F رو به بالا، بنابراین:

$$2F + F_B = mg \Rightarrow 2F = mg - F_B$$



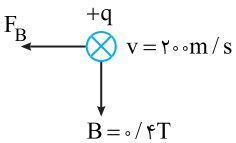


با توجه به معادله‌های بالا نیروی نیروسنج‌های سیم بالایی به اندازهٔ F_B افزایش یافته و عدد نیروسنج‌های سیم پایینی به اندازهٔ F_B کاهش یافته است: $F < F'$

نمای ۲۷

۲ ۱۳

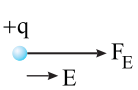
۱ برای نیروی مغناطیسی وارد بر ذره: با توجه به قاعدهٔ دست راست جهت نیروی مغناطیسی و با توجه به رابطهٔ $F_B = qvB$ اندازهٔ نیروی مغناطیسی به‌دست می‌آید:



$$F_B = q \times 2000 \times 0/4 = 800q$$

با توجه به‌صورت مسئله به نیروی مغناطیسی به سمت چپ وارد شده و جهت حرکت ذره تغییر نکرده، برای اینکه مسیر حرکت ذره ثابت بماند باید برایند نیروهای وارد بر آن صفر شود.

۲ بررسی نیروی الکتریکی: نیروی الکتریکی باید باعث شود تا مسیر حرکت ذره تغییر نکند پس باید نیروی الکتریکی وارد بر ذره هم‌اندازه با نیروی مغناطیسی و خلاف جهت آن وارد شود.



$$F_E = F_B \xrightarrow{F_B = 800q} Eq = 800q \Rightarrow E = 800N/C$$

بار ذره مثبت بوده و F_E و E هم‌جهت‌اند پس میدان الکتریکی نیز به سمت راست است.

یادآوری اختلاف پتانسیل بین دو صفحهٔ رسانا از رابطهٔ $\Delta V = Ed$ به‌دست می‌آید.

یادآوری دقت کنید هرچه در جهت خطوط حرکت کنیم پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد بنابراین $V_N < V_M$.

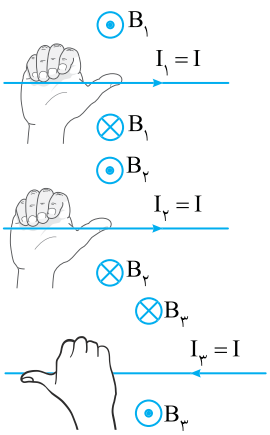
$$\Delta V_{MN} = Ed \Rightarrow \Delta V_{MN} = ۸۰۰ \times \frac{۱۰}{۱۰۰} = ۸۰V$$

$$\xrightarrow{V_M > V_N} V_N - V_M = -۸۰V$$

نمای ۱۹

B ۱۴ ۱

جهت جریان سیم (۱) به سمت راست است، بنابراین با توجه به قاعدهٔ دست راست جهت میدان مغناطیسی بالای و پایین این سیم را به‌دست می‌آوریم:



جهت جریان سیم (۲) نیز به سمت راست است و جهت میدان مغناطیسی در اطراف آن به‌صورت روبه‌رو می‌شود:

جهت جریان سیم (۳) به سمت چپ بوده و جهت میدان مغناطیسی در اطراف آن با توجه به قاعدهٔ دست راست به‌صورت روبه‌رو است:

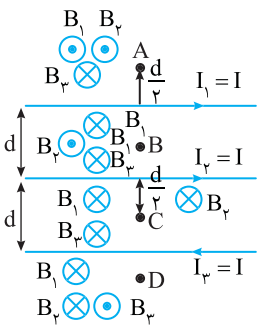
حال با توجه به جهت‌های به‌دست آمده، جهت هرکدام از این سه سیم را در نقاط A، B، C و D مشخص کنیم:

در نقطه A میدان دو سیم I_1 و I_2 برونسو بوده و با هم جمع می‌شوند و میدان سیم I_3 درونسو است. جریان سیم‌ها یکسان است و فاصله A از نقطهٔ I_3 بیشتر از فاصله I_1 و I_2 از نقطه A است، بنابراین میدان B_3 نمی‌تواند میدان برایند B_1 و B_2 را خنثی کند و میدان در نقطه A صفر نمی‌شود.

در نقطه B میدان‌های B_1 و B_2 یکدیگر را خنثی می‌کنند و میدان سیم I_3 (B_3) در نقطه B باقی می‌ماند بنابراین در نقطه B میدان صفر نمی‌شود.

در نقطه C هر سه میدان B_1، B_2 و B_3 درونسو بوده پس میدان برایند در نقطه C صفر نمی‌شود.

در نقطه D میدان‌های B_1 و B_2 درونسو و میدان B_3 برونسو است. نقطه D به سیم I_2 نزدیک است و ممکن است میدان B_3 با میدان برایند B_1 و B_2 برابر شده و میدان برایند صفر است.

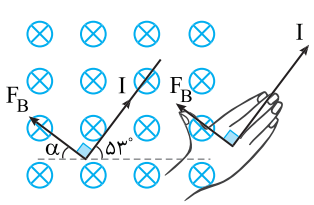


نمای ۲۶

C ۱۵ ۴

یادآوری نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان همواره بر میدان مغناطیسی عمود است.

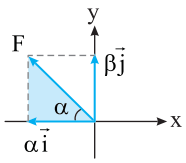
۱ با توجه به قاعدهٔ دست راست جهت نیروی مغناطیسی را مشخص می‌کنیم:



۲ حال زاویه‌ای که نیروی مغناطیسی با افق می‌سازد را مشخص می‌کنیم:

$$\alpha + ۹۰ + ۵۳ = ۱۸۰ \Rightarrow \alpha = ۳۷^\circ$$

۳ با توجه به جهت و زاویه‌ای که نیروی F با افق می‌سازد، مؤلفه‌های $\vec{i}$ و $\vec{j}$ نیروی F را مشخص می‌کنیم:



در مثلث رنگی $\tan\alpha = \frac{\text{ضلع روبه‌رو}}{\text{ضلع مجاور}} \xrightarrow{\alpha = ۳۷^\circ} \tan ۳۷^\circ = \frac{\beta}{\alpha}$

$$\Rightarrow \frac{۳}{۴} = \frac{\beta}{\alpha} \Rightarrow \frac{\alpha}{\beta} = \frac{۴}{۳}$$

نمای ۲۲

آزمونک (ینجره ۲ و ۳)

A ۲ ۱

با توجه به قانون القای فاراده $(\bar{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t})$ آهنگ تغییر شارش $(\frac{\Delta\Phi}{\Delta t})$ از جنس نیروی محرکهٔ الکتریکی است.

نمای ۳۴

A ۴ ۲

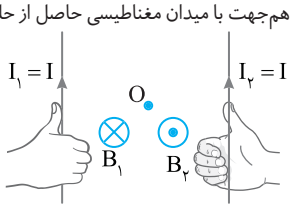
مادهٔ دیامغناطیس دارای دوقطبی مغناطیسی نیست و اگر در میدان مغناطیس خارجی قوی قرار گیرد در اثر القای مغناطیسی، دوقطبی‌های مغناطیسی در خلاف جهت میدان مغناطیسی خارجی در آن ایجاد می‌شود بنابراین توصیف بیان شده مربوط به مادهٔ دیامغناطیس است.

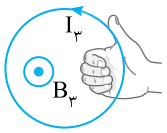
نمای ۳۱

A ۲ ۳

۱ ابتدا میدان مغناطیسی حاصل از سیم‌های راست حامل جریان را بررسی می‌کنیم و با استفاده از قاعدهٔ دست راست جهت آن‌ها را در نقطهٔ O به‌دست می‌آوریم:

جهت جریان و فاصله سیم‌ها تا نقطهٔ O با یکدیگر برابر است پس میدان‌های B_1 و B_2 هم‌اندازه و خلاف جهت یکدیگرند، بنابراین برایند B_1 و B_2 صفر است و میدان مغناطیسی در نقطهٔ O هم‌جهت با میدان مغناطیسی حاصل از حلقه است.





۱ با توجه به قاعدهٔ دست راست، میدان حاصل از حلقهٔ I_3 را به‌دست می‌آوریم.

این میدان برونسو بوده و بنابراین میدان خالص در نقطهٔ O برونسوست.

نمای ۲۹

C ۱ ۴

خداروشکر در این سؤال تمام پارامترهای وابسته به شار $\Phi=BA\cos\theta$ تغییر کرده است. ☺

۱ تغییر مساحت سطح: قطر سطح مقطع پیچه نصف شده پس شعاع سطح مقطع پیچه نیز نصف می‌شود بنابراین خواهیم داشت:

$$\frac{A_2}{A_1}=\frac{\pi r_2^2}{\pi r_1^2}\Rightarrow\frac{A_2}{A_1}=(\frac{\frac{r_1}{2}}{r_1})^2=\frac{1}{4}\Rightarrow\frac{A_2}{A_1}=\frac{1}{4}$$

۲ زاویه: منظور از θ در رابطهٔ $\Phi=BA\cos\theta$ زاویهٔ بین نیم‌خط عمود بر سطح و خطوط میدان مغناطیسی است که با توجه به سؤال این زاویه دو برابر شده است:

$$\theta_2=2\theta_1\Rightarrow\cos\theta_2=\cos2\theta_1$$

۳ میدان مغناطیسی: میدان مغناطیسی ۲۰ درصد کاهش یافته یعنی $B_2=B_1-\frac{20}{100}B_1=0/8B_1$ است.

۴ در صورت مسئله نسبت شار مغناطیسی در دو حالت برابر $\frac{\sqrt{3}}{15}$ بیان شده است از این‌رو می‌توان نوشت:

$$\frac{\Phi_2}{\Phi_1}=\frac{\sqrt{3}}{15}\Rightarrow\frac{B_2A_2\cos\theta_2}{B_1A_1\cos\theta_1}=\frac{\sqrt{3}}{15}\Rightarrow0/8\times\frac{1}{4}\times\frac{\cos2\theta_1}{\cos\theta_1}=\frac{\sqrt{3}}{15}$$

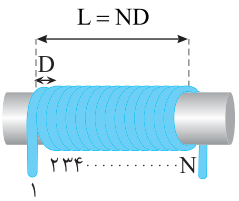
$$\Rightarrow\frac{\cos2\theta_1}{\cos\theta_1}=\frac{\sqrt{3}}{3}\Rightarrow\frac{\cos2\theta_1}{\cos\theta_1}=\tan30^\circ\Rightarrow\frac{\cos2\theta_1}{\cos\theta_1}=\frac{\sin30^\circ}{\cos30^\circ}$$

$$\xrightarrow{\sin30^\circ=\cos60^\circ}\frac{\cos2\theta_1}{\cos\theta_1}=\frac{\cos60^\circ}{\cos30^\circ}\Rightarrow\theta_1=30^\circ$$

نمای ۳۳

B ۲ ۵

یادآوری هرگاه N حلقهٔ یک سیم به قطر مقطع D در یک ردیف و کنار هم قرار گیرند، مطابق شکل طول سیملوله برابر ND می‌شود:



$$B=\mu_0\frac{N}{l}I\Rightarrow B=\mu_0\frac{N}{ND}I\Rightarrow B=\frac{\mu_0 I}{D}$$

با توجه به نمودار به‌ازای جریان ۲A میدان مغناطیسی در سیملوله ۵G شده است:

$$B=\frac{\mu_0 I}{D}\Rightarrow5\times10^{-4}=\frac{12\times10^{-7}\times2}{D}\Rightarrow D=\frac{24}{5}\times10^{-3}$$

$$\Rightarrow D=4/8\times10^{-3}m=4/8mm$$

نمای ۳۰

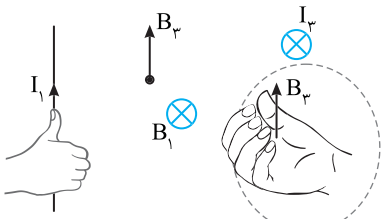
B ۳ ۶

$$I=\frac{\varepsilon}{R},\varepsilon=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

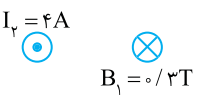
$$\Rightarrow I=\frac{-N}{R}\frac{(\Delta B)A\cos\theta}{\Delta t}=\frac{200\times0/05\times50\times10^{-4}}{20\times2\times10^{-3}}=1/25A$$

B ۲ ۷

۱ ابتدا جهت میدان‌های مغناطیسی حاصل از سیم‌های (۱) و (۳) را با توجه به قاعدهٔ دست راست در محل سیم (۲) به‌دست می‌آوریم:



۲ میدان مغناطیسی B_1 حاصل از سیم I_1 درونسو بوده و جریان سیم I_2 برونسو است یعنی جریان I_2 در راستای میدان مغناطیسی B_1 است بنابراین از طرف میدان مغناطیسی B_1 بر سیم I_2 نیرویی وارد نمی‌کند.



$$F_{12}=B_1I_2l\sin\theta\xrightarrow[\theta=180^\circ]{\text{I و B خلاف جهت هم}}F_{12}=0$$

۳ میدان مغناطیسی B_3 ناشی از سیم I_3 و جهت جریان سیم (۲) برهم عمودند در نتیجه نیروی وارد بر سیم I_2 خواهد شد:

$$F_{32}=B_3I_2l\sin\theta\xrightarrow{\theta=90^\circ}F_{32}=0/4\times4\times1=1/6N$$

بنابراین نیروی خالص وارد بر سیم I_2، $1/6N$ است.

نمای ۲۷

B ۲ ۸

شار گذرنده از سیملوله برابر است با: $\Phi=B_{\text{سیملوله}}A\cos\theta$

پس ابتدا A و B را حساب می‌کنیم:

$$B_{\text{سیملوله}}=\mu_0\frac{N}{l}I=4\times3/14\times10^{-7}\times\frac{50}{6/28\times10^{-2}}\times5$$

$$\Rightarrow B_{\text{سیملوله}}=5\times10^{-3}T$$

مساحت سطح هر حلقه را به‌دست می‌آوریم:

$$A=\frac{\pi D^2}{4}=\frac{\pi\times\frac{16}{\pi}\times10^{-4}}{4}=4\times10^{-4}\,m^2$$

بنابراین:

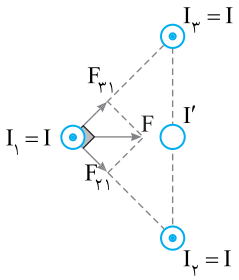
$$\Phi=BA\cos\theta=5\times10^{-3}\times4\times10^{-4}\times\cos0^\circ\Rightarrow\Phi=2\times10^{-6}\,Wb$$

نمای ۳۲

۳ ۹ C

یادآوری دو سیم با جریان‌های همسو یکدیگر را می‌ربایند و دو سیم با جریان‌های ناهمسو یکدیگر را می‌رانند.

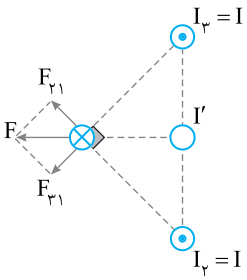
حالت اول جریان سیم I_1 برونسو باشد: جریان سیم‌های I_3 و I_2 همسو جریان سیم I_1 است پس این دو سیم، سیم (۱) را می‌ربایند.



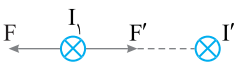
با توجه به شکل برای آنکه نیروی خالص وارد بر سیم I_1 صفر شود باید این سیم توسط جریان I' رانده شود، در واقع باید جریان I' خلاف جهت جریان I_1 یعنی درونسو باشد.

حالت دوم جریان سیم I_1 درونسو باشد:

جریان سیم‌های I_3 و I_2 ناهمسو جریان سیم I_1 است پس این دو سیم، سیم (۱) را می‌رانند.



با توجه به شکل برای آنکه نیروی خالص وارد بر سیم I_1 صفر شود باید این سیم توسط جریان I' جذب شود، در واقع جریان I' باید هم‌جهت با جریان I_1 و درونسو باشد:



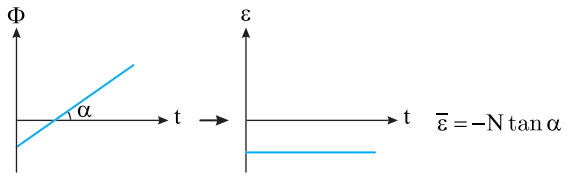
بنابراین سیم I_1 می‌تواند جریان برونسو یا درونسو داشته باشد، اما جریان سیم I' همواره درونسو می‌شود.

نمای ۲۷

۳ ۱۰ B

بنابر قانون القای الکترومغناطیسی فاراده $\varepsilon=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$، اگر نمودار $\Phi-t$ خط راست مایل باشد، $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ برابر شیب نمودار $\Phi-t$ است و N برابر شیب این خط (همان $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$) برابر قرینه نیرو محرکه القایی است:

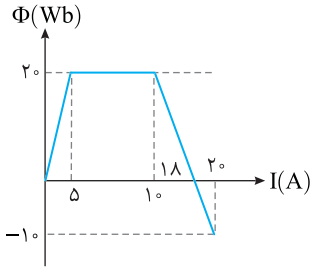
$$\bar{\varepsilon}=-N\tan\alpha$$



در بازهٔ صفر تا ۵s شیب خط نمودار $\Phi-t$ ثابت است پس در تمام بازه‌های این مدت (۰ تا ۵s) نیرو محرکهٔ القایی متوسط با هم برابر است.

همچنین در بازهٔ ۱۰s تا ۲۰s نیز شیب خط نمودار ثابت است و در تمام بازه‌های این مدت (۱۰s تا ۲۰s) نیروی محرکهٔ القایی متوسط باهم برابر است.

در بازه‌های $|t=15s$ تا $t=20s|$ و $|t=11s$ تا $t=10s|$ شیب نمودار $\Phi-t$ ثابت و یکسان است. بنابراین نیروی محرکه القایی متوسط در این دو بازه برابر است.

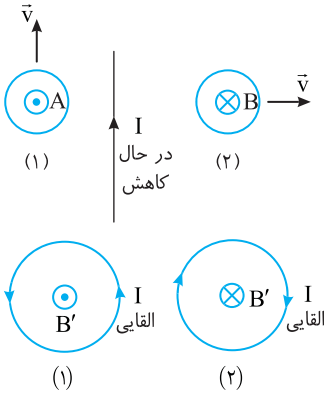


نمای ۴۲

آزمونک (پنجرهٔ ۳ و ۴)

B ۲ ۱

دقت کنید جریان سیم در حال کاهش است. بنابراین میدان مغناطیسی حاصل از سیم در حال کاهش بوده $(\vec{B}\downarrow)$ شار مغناطیسی در هر دو حلقه در حال کاهش است و جهت حرکت حلقه‌ها در بررسی مسئله نقشی ندارد.



حلقه ۱: میدان مغناطیسی در مرکز حلقه برونسوست بنابراین با کاهش B بنا به قانون لنز باید جهت میدان مغناطیسی القایی $(\vec{B}')$ حلقه نیز برونسو باشد تا با کاهش شار مخالفت کند و بنا به قاعده دست راست جریان القایی حلقه (۱) پادساعتگرد است. حلقه (۲): میدان مغناطیسی القایی در محل حلقهٔ (۲) باید درونسو باشد تا با کاهش شار مخالفت کند. بنابراین طبق قاعدهٔ دست راست جریان حلقه (۲) ساعتگرد است.

A ۲ ۴

یادآوری در شار مغناطیسی $\Phi = BA\cos\theta$ ، θ زاویه بین نیم‌خط عمود بر سطح پیچه و خطوط میدان است.

حالت اول: سطح پیچه عمود بر خطوط میدان مغناطیسی بوده و زاویهٔ نیم‌خط عمود بر سطح با خطوط میدان $\theta_1 = 0$ است:

$$\Phi_1 = BA\cos\theta_1 \Rightarrow \Phi_1 = 100\times10^{-4}\times(40\times10^{-4}) = 4\times10^{-5}\,Wb$$

حالت دوم: سطح پیچه با خطوط میدان زاویهٔ 30° می‌سازد پس زاویهٔ نیم‌خط عمود بر سطح با خطوط میدان $\theta_2 = 60^\circ$ است:

$$\Phi_2 = BA\cos\theta_2 \Rightarrow \Phi_2 = 100\times10^{-4}\times(40\times10^{-4})\times\cos 60^\circ = 2\times10^{-5}\,Wb$$

حال با توجه به قانون القای فاراده، نیروی محرکه را حساب می‌کنیم:

$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = -100\times\frac{(2\times10^{-5})-(4\times10^{-5})}{10^{-4}} = 20\,V$$

نمای ۳۶

بازی با سؤال **حلقه‌ای رسانا به مساحت سطح $200\,cm^2$ در یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی $0/2\,T$ قرار دارد و با خطوط میدان زاویهٔ 60° می‌سازد. اگر در مدت $0/02\,s$ زاویهٔ حلقه با خطوط میدان 15° کاهش یابد و هم‌زمان با آن بزرگی میدان مغناطیسی به گونه‌ای افزایش یابد تا نیرو محرکهٔ القایی در حلقه صفر باشد، بزرگی میدان مغناطیسی در انتهای این زمان چند برابر حالت اول می‌شود؟**

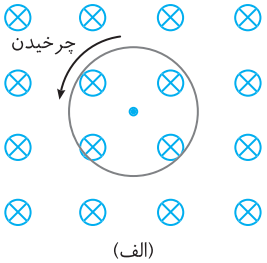
۱) $\sqrt{6}$ ۲) $\frac{\sqrt{6}}{2}$ ۳) $\frac{\sqrt{6}}{3}$ ۴) $\frac{\sqrt{6}}{6}$

گزینهٔ ۲

B ۱ ۳

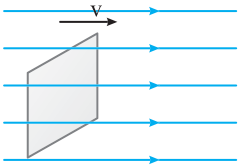
برای ایجاد جریان القایی یا نیرو محرکهٔ القایی در یک حلقه باید شار عبوری از حلقه تغییر کند:

در شکل (الف): با چرخش حلقه همچنان سطح عمود بر خطوط میدان بوده، مساحت سطح حلقه نیز تغییر نمی‌کند و بزرگی میدان مغناطیسی ثابت مانده است، بنابراین شار تغییر نمی‌کند و جریانی در حلقه ایجاد نمی‌شود.



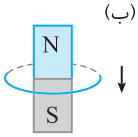
(الف)

در شکل (ب): با حرکت قاب مستطیل شکل با توجه به اینکه میدان مغناطیسی یکنواخت است پس بزرگی میدان ثابت می‌ماند، همچنین زاویهٔ قاب با خطوط میدان و مساحت سطح قاب ثابت است و شار مغناطیسی در قاب تغییر نمی‌کند و جریانی در قاب القا نمی‌شود.



(ب)

در شکل (پ): در هنگام عبور حلقه از وسط یک آهنربای میله‌ای شار مغناطیسی عبوری از حلقه تغییر نمی‌کند و جریانی در حلقه ایجاد نمی‌شود.



(پ)

نمای ۴۳ و ۴۴

B ۴ ۴

خط فکری سطح حلقه‌ها بر میدان مغناطیسی عمود است، در حل این مسائل که در آن جهت میدان مغناطیسی 180° تغییر می‌کند، ابتدا نیم‌خط عمود بر سطح را در جهت میدان مغناطیسی در نظر می‌گیریم. در این صورت $\theta = 0$ خواهد شد. بعد از آنکه میدان مغناطیسی در خلاف جهت اولیه شد، زاویه بین نیم‌خط عمود بر سطح و بردار میدان مغناطیسی $\theta = 180^\circ$ می‌شود و با این دانسته‌ها مسئله را حل می‌کنیم. با توجه به قانون القای الکترومغناطیسی فاراده:

$$|\bar{\varepsilon}| = |-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}| = |N\frac{\Phi_2-\Phi_1}{\Delta t}| = |N\frac{BA\cos\theta_2 - BA\cos\theta_1}{\Delta t}|$$

$$\xrightarrow[\theta_2=180^\circ]{\theta_1=0} |\bar{\varepsilon}| = |1000\times\frac{0/04\times50\times10^{-4}\times(-1)-0/04\times50\times10^{-4}}{0/01}|$$

$$\Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = 40\,V$$

نمای ۳۵

A ۱ ۵

یادآوری انرژی ذخیره شده در سیملوله برابر $U=\frac{1}{2}LI^2$ است:

$$U=\frac{1}{2}LI^2 \xrightarrow[I=8mA=8\times10^{-3}A]{L=5mH=5\times10^{-3}H} U=\frac{1}{2}\times5\times10^{-3}\times(64\times10^{-6})$$

$$=160\times10^{-9}J = 1/6\times10^{-7}J$$

هر $1\,J$ برابر $1000\,mJ$ است، بنابراین

$$U = 1/6\times10^{-7}J = 1/6\times10^{-4}\,mJ$$

نمای ۴۹

B ۶ ۲

یادآوری با توجه به قانون القای فاراده، نیرو محرکه القایی متوسط برابر است با:

$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \xrightarrow{R=\frac{V}{I}\Rightarrow\bar{I}=\frac{\bar{\varepsilon}}{R}} \bar{I} = -\frac{N}{R}\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$\xrightarrow{\bar{I}=\frac{\Delta q}{\Delta t}\Rightarrow\Delta q=\bar{I}\Delta t} \Delta q = \frac{N}{R}|\Delta\Phi|$$

با توجه به بار الکتریکی القایی، تغییر شار را حساب می‌کنیم:

$$\Delta q = \frac{N}{R}|\Delta\Phi| \Rightarrow 8\times10^{-3} = \frac{25}{5}\times|\Delta\Phi|$$

$$\Rightarrow |\Delta\Phi| = 1/6\times10^{-3}\,Wb$$

جهت برونسوی میدان را مثبت فرض می‌کنیم و حال با توجه به رابطهٔ شار $(\Phi = BA\cos\theta)$، شار ثانویه را به‌دست می‌آوریم:

$$|\Delta\Phi| = |\Phi_2-\Phi_1| \Rightarrow |\Delta\Phi| = |B_2A - B_1A|$$

$$\Rightarrow |\Delta\Phi| = 10\times10^{-4}|B_2-0/8| = 1/6\times10^{-3}$$

$$\Rightarrow |B_2-0/8| = 1/6$$

دقت کنید که این معادلهٔ قدرمطلقی دو جواب خواهد داشت:

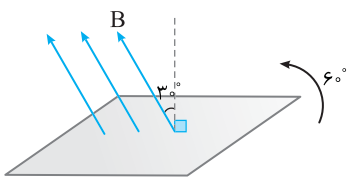
$$\begin{cases} B_۲ - ۰/۸ = ۱/۶ \Rightarrow B_۲ = ۲/۴T \\ B_۲ - ۰/۸ = -۱/۶ \Rightarrow B_۲ = -۰/۸T \end{cases}$$

میدان مغناطیسی ۲/۴ تسلا در گزینه‌ها وجود ندارد، بنابراین پاسخ $۰/۸T$ است که با توجه به علامت منفی جهت آن با جهت $B_۱$ مخالف بوده و درونسو است. نمای ۴۱

B ۱۷ ۱

۱ با توجه به شکل، نیم‌خط عمود بر سطح با خطوط میدان مغناطیسی زاویهٔ ۳۰° ساخته است بنابراین شار مغناطیسی در حالت اول خواهد شد:

$$\Phi_۱ = BA\cos\theta_۱ \Rightarrow \Phi_۱ = BA\cos ۳۰^\circ \Rightarrow \Phi_۱ = BA\frac{\sqrt{۳}}{۲}$$

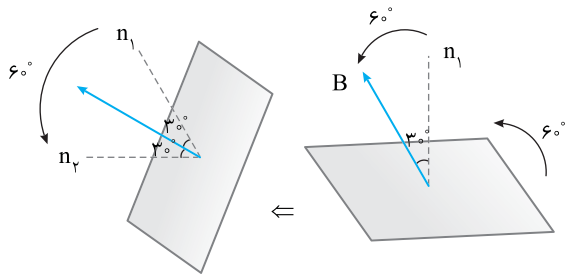


نکته اگر سطح یک قاب (پیچه) α درجه بچرخد، نیم خط عمود بر سطح قاب (پیچه) نیز α درجه در همان جهت می‌چرخد.

۲ سطح قاب ۶۰° پادساعتگرد چرخیده بنابراین نیم‌خط عمود بر سطح قاب نیز ۶۰° می‌چرخد، با توجه به شکل‌های زیر با چرخیدن ۶۰° نیم‌خط عمود بر سطح، زاویه‌ای که میدان با نیم‌خط عمود می‌سازد همچنان ۳۰° است:

$$\Phi_۲ = BA\cos\theta_۲ \Rightarrow \Phi_۲ = BA\cos ۳۰^\circ \Rightarrow \Phi_۲ = BA\frac{\sqrt{۳}}{۲}$$

بنابراین $\Phi_۱ = \Phi_۲$ است.



نمای ۳۳

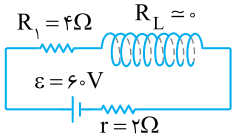
B ۸ ۳

حالت اول: مقاومت متغیر ۴Ω بوده و با توجه به ناچیز بودن مقاومت سیملوله، جریان مدار را به‌دست می‌آوریم:

$$I_۱ = \frac{\varepsilon}{R_۱ + r} \Rightarrow I_۱ = \frac{۶۰}{۴+۲} = ۱۰A$$

انرژی ذخیره شده در سیملوله در این حالت برابر است با:

$$U_۱ = \frac{۱}{۲}LI_۱^۲ \Rightarrow U_۱ = \frac{۱}{۲}\times ۸۰\times ۱۰^{-۳}\times ۱۰۰ = ۴J$$



نکته با تغییر جریان عبوری از سیملوله ضریب القاوری سیملوله تغییر نمی‌کند.

حالت دوم: مقاومت متغیر مدار ۸Ω شده است و جریان مدار خواهد شد:

$$I_۲ = \frac{\varepsilon}{R_۲ + r} \Rightarrow I_۲ = \frac{۶۰}{۸+۲} = ۶A$$

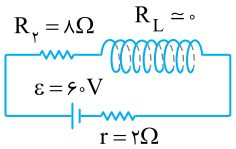
انرژی ذخیره شده در سیملوله در این حالت برابر است با:

$$U_۲ = \frac{۱}{۲}LI_۲^۲ \Rightarrow U_۲ = \frac{۱}{۲}\times ۸۰\times ۱۰^{-۳}\times ۳۶ = ۱/۴۴J$$

حال تغییرات انرژی را به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta U = U_۲ - U_۱ \Rightarrow \Delta U = ۱/۴۴ - ۴ \Rightarrow \Delta U = -۲/۵۶J$$

علامت منفی نشان می‌دهد که سیملوله ۲/۵۶J انرژی از دست داده یا بهتر است بگوییم ۲/۵۶J انرژی آزاد کرده است.

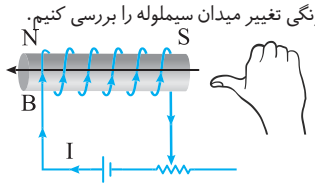


نمای ۵۰

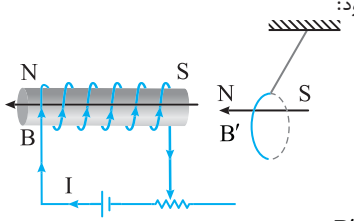
C ۹ ۱

خط فکری حلقه از جنس مس است به همین دلیل جذب میدان مغناطیسی سیملوله حامل جریان نمی‌شود، بنابراین علت جذب حلقهٔ مسی باید تغییر شار و ایجاد جریان القایی باشد به همین دلیل باید چگونگی تغییر میدان سیملوله را بررسی کنیم.

۱ با توجه به قاعدهٔ دست راست جهت میدان مغناطیسی در سیملوله و قطب‌های مغناطیسی القایی در آن را به‌دست می‌آوریم:



۲ چون حلقه جذب سیملوله شده پس باید قطب‌های حلقه به صورت زیر باشد و جهت میدان القایی در حلقه نیز به سمت چپ می‌شود:

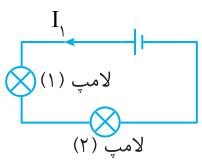


۱ چون B و B' هم‌جهت شده پس با توجه به قانون لنز، با کاهش شار مخالف شده و شار در حال کاهش است. برای کاهش شار باید میدان B داخل سیملوله $(B = \mu_۰ \frac{N}{l} I)$ در حال کاهش باشد یعنی جریان مدار کاهش یابد که در این صورت $\downarrow I = \frac{\varepsilon}{\uparrow R_S + r}$ باید مقاومت رئوستا افزایش یابد و لغزنده به سمت راست کشیده شود.

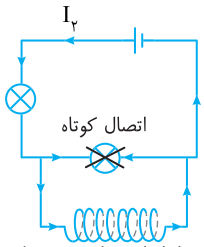
میانبر از حلقه شار مغناطیسی ناشی از میدان مغناطیسی سیملوله می‌گذرد، حلقه به سیملوله نزدیک شده است یعنی شار مغناطیسی سیملوله کاهش یافته است و بنا به قانون لنز حلقه خود را به سیملوله نزدیک کرده تا با کاهش مخالفت کند. نمای ۴۵

C ۱۰ ۳

در لحظهٔ بسته شدن کلید به علت ایجاد اثر خود القاوری در سیملوله (القاگر) جریانی از آن عبور نمی‌کند و در واقع تنها دو لامپ در مدار باقی مانده و روشن می‌شوند. $I_۱ = \frac{\varepsilon}{R_{\text{لامپ }(۱)} + R_{\text{لامپ }(۲)}}$



پس از مدتی که از بسته شدن کلید می‌گذرد، اثر خودالقاوری در القاگر از بین رفته و جریان می‌تواند از آن بگذرد و چون سیملوله مقاومت نداشته، پس لامپ (۲) اتصال کوتاه شده و جریان عبوری از آن با گذشت زمان صفر می‌شود و روشنایی آن کم شده تا خاموش شود، اما برای لامپ (۱) چه اتفاقی می‌افتد؟ زود تصمیم نگیرید، در حالت دوم چون لامپ (۲) از مدار خارج شده پس، مقاومت مدار کاهش می‌یابد و جریان مدار افزایش یافته و روشنایی لامپ (۱) افزایش خواهد یافت. $I_۲ = \frac{\varepsilon}{R_{\text{لامپ }(۱)}}$



نمای ۴۸

بازی با سوال **اگر القاگر مقاومت داشته باشد، روشنایی لامپ‌ها چگونه تغییر می‌کند؟**

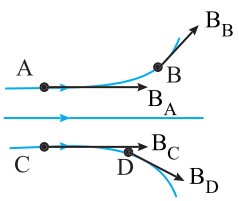
۱) روشنایی لامپ (۱) کاهش یافته، روشنایی لامپ (۲) کاهش یافته و خاموش می‌شود.
۲) روشنایی لامپ (۱) افزایش یافته، روشنایی لامپ (۲) کاهش یافته اما خاموش نمی‌شود.
۳) روشنایی لامپ (۱) افزایش یافته، روشنایی لامپ (۲) کاهش یافته و خاموش می‌شود.
۴) روشنایی لامپ (۱) کاهش یافته، روشنایی لامپ (۲) افزایش می‌یابد.

گزینهٔ ۲

پنجرهٔ تودرتو (آزمون فصل)

B ۲ ۱

بردار میدان مغناطیسی در هر نقطه بر خطوط میدان مماس است و جهت آن در سوی خطوط میدان است، بنابراین اگر بردار میدان مغناطیسی را در نقاط A، B، C و D رسم کنیم به صورت شکل مقابل خواهد بود.



به چهار بردار میدان دقت کنید. تنها در نقطهٔ B، بردار میدان مغناطیسی دارای مؤلفه قائم و افقی مثبت بوده و می‌تواند به صورت میدان $\vec{B}=۰/۰۲\vec{i}+۰/۰۲\vec{j}$ باشد. نمای ۱۴

A ۳ ۲

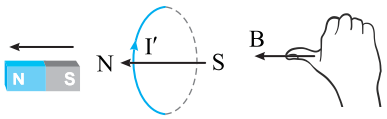
فولاد و آهن هر دو ماده فرومغناطیسی هستند، با این تفاوت که فولاد فرومغناطیس سخت است و حجم حوزه‌های آن به سختی تغییر می‌کند اما آهن خالص فرومغناطیس نرم است و حجم حوزه‌های مغناطیسی آن به سهولت تغییر می‌کند، بنابراین گزینه‌های (۱) و (۴) نادرست‌اند و گزینه (۳) درست است. برای ساخت آهنرباهای دائمی و غیر دائمی به ترتیب باید از یک ماده فرومغناطیسی سخت (فولاد) و یک مادهٔ فرومغناطیسی نرم (آهن خالص) استفاده کرد، بنابراین گزینه (۲) نیز نادرست است. نمای ۳۱

B ۳ ۲

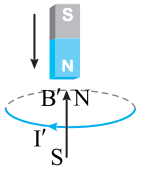
در تمام شکل‌ها در اثر حرکت آهنربا، به سوی حلقه یا سیملوله جریان القایی به‌وجود آمده است و بنا بر قانون لنز جهت جریان القایی باید به گونه‌ای باشد که با عامل تغییر شار (یعنی حرکت آهنربا) مخالفت کند.

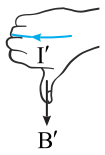
شکل (الف): آهنربا در حال دور شدن است پس جریان I' باید به‌گونه‌ای القا شود که با دور شدن آهنربا مخالفت کند یعنی سمت چپ حلقه قطب N شود.

با توجه به قاعدهٔ دست راست مطابق شکل، سوی جریان I' در شکل (الف) درست است.

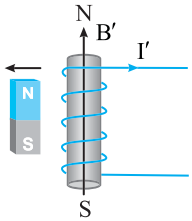


شکل (ب): آهنربا در حال نزدیک شدن به حلقه است و باید قسمت بالای حلقه قطب N شود تا با نزدیک شدن آهنربا مخالفت کند، اما با توجه به سوی I'، جهت میدان القایی رو به پایین است و این شکل درست نیست.

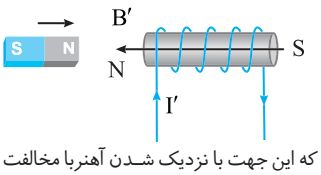




شکل (پ): آهنربا در حال دور شدن از سیملوله است و با توجه به جهت جریان القایی در شکل و قاعدهٔ دست راست جهت میدان مغناطیسی القایی به صورت مقابل است که این جهت با حرکت آهنربا مخالفت نمی‌کند در نتیجه جهت جریان القایی رسم شده نادرست است.

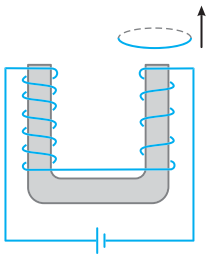


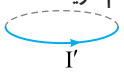
شکل (ت): آهنربا به سیملوله نزدیک شده و با توجه به جهت جریان القایی I' در شکل و قاعدهٔ دست راست جهت میدان مغناطیسی القایی در سیملوله به سمت چپ است که این جهت با نزدیک شدن آهنربا مخالفت می‌کند و جهت جریان القایی درست است.

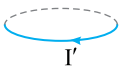


بنابراین سوی جریان القایی در شکل‌های (الف) و (ت) درست رسم شده است. نمای ۴۳

بازی با سؤال در شکل زیر، وقتی حلقهٔ رسانا را از آهنربای الکتریکی دور کنیم، جهت جریان القایی در حلقه مطابق کدام گزینه است؟



۱) 

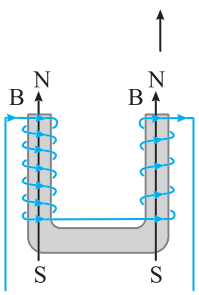
۲) 

۳) جریانی القا نمی‌شود.

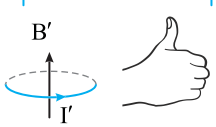
۴) اظهار نظر قطعی نمی‌توان کرد.

گزینهٔ ۱

پاسخ ابتدا قطب‌های آهنربای الکتریکی را به‌دست می‌آوریم.



وقتی حلقه از آهنربا دور می‌شود، میدان عبوری از آن تغییر می‌کند، پس طبق قانون لنز در حلقه جریان القایی به‌وجود می‌آید. جهت جریان القایی در حلقه باید به‌گونه‌ای باشد که با دور شدن حلقه مخالفت کند پس باید میدان مغناطیسی القایی نیز مثل B به سمت بالا باشد، حال با توجه به قاعده دست راست جهت جریان القایی مشخص می‌شود.



B ۴ ۴

یادآوری در رابطهٔ میدان مغناطیسی سیملوله $B=\mu_{\circ}\frac{N}{l}I$، $\frac{N}{l}$ تعداد دور سیم‌ها در واحد طول است.

با توجه به رابطه $B_{\text{سیملوله}}=\mu_{\circ}\frac{N}{l}I$ داریم:

$$B=\mu_{\circ}\frac{N}{l}I \xrightarrow[\mu_{\circ}=۱۲\times۱۰^{-۷}\,T.m/A]{B=۱/۵T,\,I=۵۰A} ۱/۵=۱۲\times۱۰^{-۷}\times\frac{N}{l}\times۵۰$$

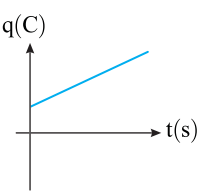
$$\Rightarrow\frac{N}{l}=۲۵\times۱۰^{۳}\ \text{دور / متر}$$

نمای ۳۰

B ۲ ۵

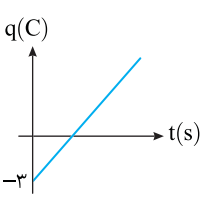
یادآوری ۱ جریان الکتریکی متوسط، آهنگ شارش بار است. $\left(\bar{I}=\frac{\Delta q}{\Delta t}\right)$

یادآوری ۲ اگر جریان مستقیم باشد، معادله بار شارش‌شده برحسب زمان به صورت $\Delta q=It$ خواهد بود و نمودار $q-t$ آن خط راست مایلی است که شیب آن ثابت و برابر I است.



در رابطه $\bar{I}=\frac{\Delta q}{\Delta t}$، $\frac{\Delta q}{\Delta t}$ شیب خط نمودار $q-t$ است که مقدار آن ۵ است. $(q=۵t-۳)$ از این‌رو، $I=۵A$ بوده و انرژی ذخیره شده در سیملوله برابر است با:

$$U=\frac{۱}{۲}LI^{۲}\Rightarrow U=\frac{۱}{۲}\times۰/۴\times(۵)^{۲}=۵J$$



نمای ۴۹

B ۴ ۶

۱ ابتدا با دانستن شتاب و استفاده از قانون دوم نیوتون، نیروی وارد بر الکترون را محاسبه می‌کنیم:

$$F_B=m_e a \xrightarrow[a=۴/۸\times۱۰^{۱۵}\,m/s^{۲}]{m_e=۹/۱\times۱۰^{-۳۱}\,kg} F_B=۹/۱\times۱۰^{-۳۱}\times۴/۸\times۱۰^{۱۵}$$

$$=۹/۱\times۴/۸\times۱۰^{-۱۶}\,N$$

۲ نیرویی که به ذره وارد شده است، نیروی مغناطیسی وارد بر ذرهٔ باردار در میدان مغناطیسی است. بنابراین:

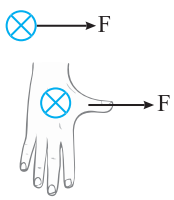
$$F_B=|q|vB\sin\theta \xrightarrow{B=۹\times۱۰^{-۳},\ v=۶\times۱۰^{۵}\,m/s,\ e=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\,C} ۹/۱\times۴/۸\times۱۰^{-۱۶}$$

$$=(۱/۶\times۱۰^{-۱۹})\times(۶\times۱۰^{۵})\times(۹۱\times۱۰^{-۳})\times\sin\theta\Rightarrow\sin\theta=\frac{۱}{۲}\Rightarrow\theta=۳۰^\circ$$

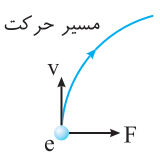
نمای ۱۶

A ۲ ۷

میدان مغناطیسی درونسو و نیروی مغناطیسی به سمت راست است، پس جهت حرکت ذره در لحظه نشان داده شده را با قاعدهٔ دست راست به‌دست می‌آوریم. دقت کنید چون بار ذره منفی است، هر جهتی که با دست راست به‌دست آید باید قرینه شود:



پس ذره به سمت بالا در حال حرکت است که توسط نیروی F به سمت راست منحرف می‌شود:



البته می‌توانستید از همان اول از دست چپ استفاده کنید.

نمای ۱۸

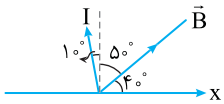
B ۱ ۸

۱ ابتدا زاویهٔ بین سیم و خطوط میدان مغناطیسی را به‌دست می‌آوریم.

الف) سیم حامل جریان با خط قائم، زاویهٔ ۱۰° می‌سازد.

ب) میدان مغناطیسی با افق زاویهٔ ۴۰° و با خط قائم، زاویهٔ ۵۰° می‌سازد.

بنابراین زاویهٔ بین جریان و میدان برابر $\theta=۱۰^\circ+۵۰^\circ=۶۰^\circ$ است.

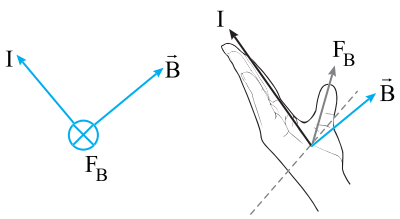


۲ حال با توجه به رابطهٔ $F_B=IlB\sin\theta$، که θ زاویهٔ بین میدان مغناطیسی (B) و جریان سیم (I) است، نیروی مغناطیسی را به‌دست می‌آوریم:

$$F_B=IlB\sin\theta \xrightarrow[\theta=۶۰^\circ,\ I=۲A,\ l=۰/۲m]{B=۴۰۰=۴۰۰\times۱۰^{-۴}\,T} F_B=(۴\times۱۰^{-۲})\times(۲)\times(۰/۲)\times(\frac{\sqrt{۳}}{۲})$$

$$\Rightarrow F_B=۸\sqrt{۳}\times۱۰^{-۳}\,N\Rightarrow F_B=۸\sqrt{۳}\,mN$$

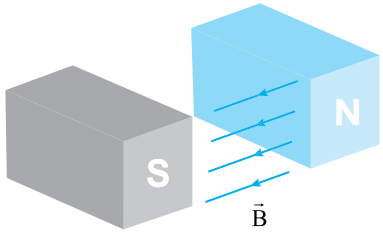
۳ با استفاده از قاعدهٔ دست راست جهت میدان مغناطیسی را به‌دست می‌آوریم:



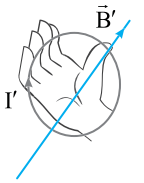
نمای ۲۱

B ۳ ۹

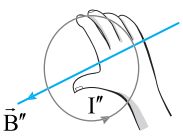
میدان مغناطیسی از قطب N خارج و به قطب S وارد می‌شود:



الف) هنگام ورود حلقه به آهنربا، میدان مغناطیسی و شار مغناطیسی عبوری از آن در حال افزایش است. پس طبق قانون لنز باید میدان مغناطیسی القایی خلاف جهت میدان مغناطیسی آهنربا باشد تا با افزایش شار مخالفت کند و با توجه به قاعدهٔ دست راست، سوی جریان القایی ساعتگرد است.



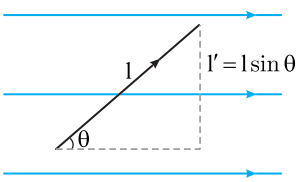
ب) هنگام خروج حلقه از آهنربا، میدان مغناطیسی و شار مغناطیسی در حال کاهش است و بنا بر قانون لنز باید جهت میدان مغناطیسی القایی (B'') در جهت میدان مغناطیسی آهنربا باشد، تا با کاهش شار مخالفت کند و بنا بر قاعدهٔ دست راست، جریان القایی پادساعتگرد است.



نمای ۴۳

B ۲ ۱۰

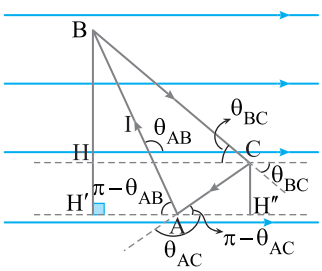
خط فکری نیرویی که به سیم حامل جریان وارد می‌شود برابر $F=IlB\sin\theta$ است که θ زاویه بین سوی جریان و میدان مغناطیسی است، با توجه به شکل زیر $l\sin\theta$ در واقع معادل طول قائمی است که از سیم می‌توان در نظر گرفت.



$$\sin\theta=\frac{\text{ضلع روبه‌رو}}{\text{وتر}}$$

$$\Rightarrow\sin\theta=\frac{l'}{l}\Rightarrow l'=l\sin\theta$$

بنابراین هر سیمی که طول معادل قائم آن بیشتر باشد، نیروی وارد بر آن بزرگ‌تر است. در شکل زیر $l_{BC}\times\sin\theta_{BC}=BH$، $l_{AC}\times\sin\theta_{AC}=l_{AC}\times\sin(\pi-\theta_{AC})=CH''$ و $l_{AB}\times\sin\theta_{AB}=l_{AB}\times\sin(\pi-\theta_{AB})=BH'$ است.



بنابراین نیرویی که به سیم‌ها وارد می‌شود به صورت زیر است.

$$\left.\begin{aligned}F_{BC}&=I(BH)B\\F_{AC}&=I(CH'')B\\F_{AB}&=I(BH')B\end{aligned}\right\}\xrightarrow{BH'>BH>CH''}F_{AB}>F_{BC}>F_{AC}$$

نمای ۲۳

B ۱ ۱۱

زاویهٔ θ در رابطهٔ شار مغناطیسی $(\Phi=BA\cos\theta)$ زاویهٔ بین نیم‌خط عمود بر سطح و خطوط میدان است و این زاویه همواره متمم زاویه‌ای است که سطح با خطوط میدان می‌سازد، در این صورت θ در حالت اول $\theta_۱=۹۰-۳۰=۶۰$ است.

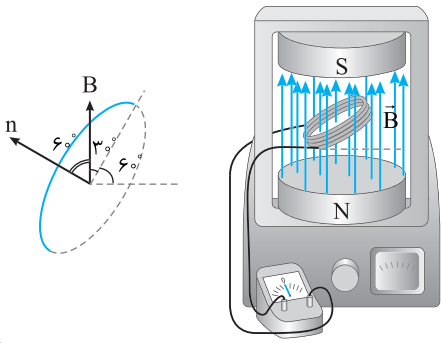
ابتدا شار مغناطیسی را در دو حالت به‌دست می‌آوریم:

$$\Phi_۱=B_۱A\cos\theta=۰/۱۸\times۲/۵\times۱۰^{-۳}\cos۶۰^\circ=۲/۲۵\times۱۰^{-۴}\,Wb$$

$$\Phi_۲=B_۲A\cos\theta=۰/۲۲\times۲/۵\times۱۰^{-۳}\cos۶۰^\circ=۲/۷۵\times۱۰^{-۴}\,Wb$$

اکنون نیروی محرکه القایی متوسط را به‌دست می‌آوریم:

$$\varepsilon=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=-۲۰۰\times\frac{۲/۷۵\times۱۰^{-۴}-۲/۲۵\times۱۰^{-۴}}{۲\times۱۰^{-۳}}\Rightarrow\varepsilon=-۵V$$

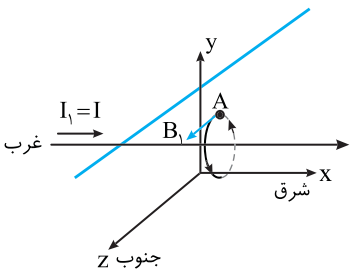


نمای ۳۵

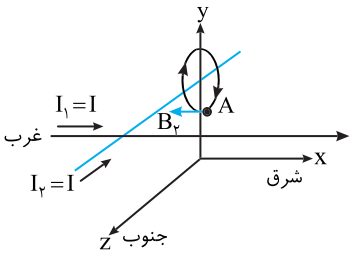
C ۱۲ | ۴

اگر محورهای x، y و z را رسم کنیم، داریم:

سیم I_1 موازی با محور x ها است و میدانی که این سیم در نقطهٔ A ایجاد می‌کند، به سمت جنوب است.



سیم I_2 موازی با محور z ها است و میدانی که ایجاد می‌کند، در نقطهٔ A به سمت غرب است.



پس میدان برایند در نقطهٔ A به سمت جنوب غربی است.

نمای ۲۶

B ۱۳ | ۲

یادآوری برای به‌دست آوردن بار القایی، با توجه به قانون القای فاراده داریم:

$$|\bar{I}|=\frac{|\bar{\varepsilon}|}{R}\xrightarrow{|\bar{\varepsilon}|=|-\frac{N\Delta\Phi}{\Delta t}|}|\bar{I}|=|-\frac{N}{R}\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}|$$

$$\Delta q=|\bar{I}|\Delta t\xrightarrow{|\bar{I}|=|-\frac{N\Delta\Phi}{R\Delta t}|}\Delta q=|-\frac{N}{R}\Delta\Phi|$$

اگر نیم‌خط عمود بر سطح پیچه را در جهت خطوط میدان فرض کنیم.

۱ در حالت اول نیم‌خط عمود بر حلقه در جهت خطوط میدان مغناطیسی و $\theta=0$ است و در حالت دوم نیم‌خط عمود بر حلقه و میدان در خلاف جهت هم‌اند و $\theta=180^\circ$ شده است:

$$\Phi_1=B_1A\cos\theta\Rightarrow\Phi_1=(0/04)(50\times10^{-4})\times1=2\times10^{-4}\,Wb$$

$$\Phi_2=B_2A\cos\theta\Rightarrow\Phi_2=(0/04)(50\times10^{-4})\times(-1)=-2\times10^{-4}\,Wb$$

۲ بار شارش شده را حساب می‌کنیم:

$$\Delta q=|-\frac{N}{R}\Delta\Phi|\xrightarrow[R=5\Omega]{N=500}\Delta q=|-\frac{500}{5}(-2\times10^{-4}-2\times10^{-4})|$$

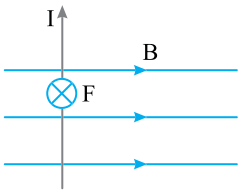
$$=4\times10^{-2}C=4\times10^{4}\mu C$$

تبدیل C به μC با ضریب 10^6

نمای ۴۱

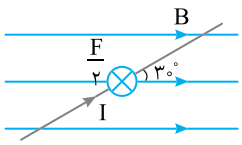
C ۱۴ | ۱

اگر چهار انگشت دست راست خود را در جهت جریان قرار دهید به‌گونه‌ای که کف دست راست شما در جهت B باشد، انگشت باز دست راست شما رو به درون صفحه کاغذ خواهد بود یعنی بردار F درونسو است. اکنون می‌خواهیم بردار F علاوه بر نصف شدن برونسو نیز شود، در این صورت با دو حالت زیر سروکار داریم.

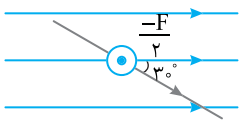


البته باید زاویهٔ بین I و B، 30° باشد تا در رابطهٔ نیرو $\sin\theta=\frac{1}{2}$ شود و نیرو نصف شود.

حالت اول: اگر زاویهٔ بین I و B، 30° باشد، با توجه به قاعدهٔ دست راست نیرو درونسو می‌شود و زاویهٔ 30° در شکل (الف) جواب مسئله نیست.



حالت دوم: اگر زاویهٔ بین I و B مطابق شکل (ب) 30° باشد، یعنی سیم را از حالت قائم 120° بچرخانیم، آن‌گاه علاوه بر نصف شدن نیرو، جهت نیرو نیز برونسو و خلاف جهت اولیه خواهد شد.



نمای ۲۱

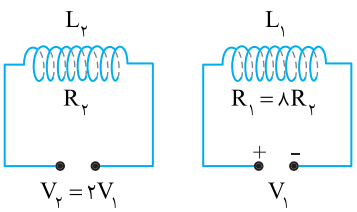
B ۱۵ | ۳

۱ با توجه به اختلاف پتانسیل و مقاومت داده شده و استفاده از قانون اهم نسبت جریان عبوری از دو سیملوله را به‌دست می‌آوریم:

$$\begin{cases}R_1=\frac{V_1}{I_1}\Rightarrow I_1=\frac{V_1}{R_1}\xrightarrow{R_1=8R_2}I_1=\frac{V_1}{8R_2}\\ R_2=\frac{V_2}{I_2}\Rightarrow I_2=\frac{V_2}{R_2}\xrightarrow{V_2=2V_1}I_2=\frac{2V_1}{R_2}\end{cases}\Rightarrow\frac{I_1}{I_2}=\frac{1}{16}$$

۲ حال انرژی ذخیره شده در دو سیملوله را با هم مقایسه می‌کنیم:

$$\frac{U_1}{U_2}=\frac{\frac{1}{2}L_1I_1^2}{\frac{1}{2}L_2I_2^2}\Rightarrow\frac{3}{2}=\frac{L_1}{L_2}\times(\frac{I_1}{I_2})^2\Rightarrow\frac{3}{2}=\frac{L_1}{L_2}\times\frac{1}{256}\Rightarrow\frac{L_1}{L_2}=384$$

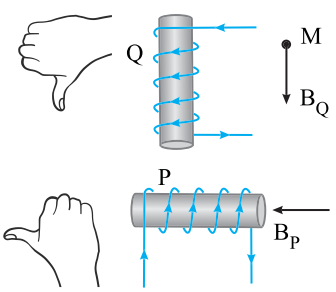


شکل (۲) شکل (۱)

نمای ۵۰

B ۱۶ | ۳

ابتدا جهت میدان هر کدام از سیملوله‌ها را در نقطهٔ M با توجه به قاعدهٔ دست راست مشخص می‌کنیم.

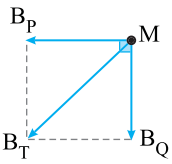


اندازهٔ میدان مغناطیسی هر کدام از سیملوله‌ها را با توجه به رابطهٔ $B=\mu_0\frac{N}{l}I$ به‌دست می‌آوریم:

$$B_Q=\mu_0\frac{N_Q}{l_Q}I_Q\Rightarrow B_Q=12\times10^{-7}\times\frac{400}{0/2}\times5=12\times10^{-3}T$$

$$B_P=\mu_0\frac{N_P}{l_P}I_P\Rightarrow B_P=12\times10^{-7}\times\frac{500}{0/2}\times3=9\times10^{-3}T$$

دو بردار برهم عمودند بنابراین:



$$B_T=\sqrt{B_Q^2+B_P^2}$$
$$\Rightarrow B_T=3\times10^{-3}\sqrt{4^2+3^2}=15\times10^{-3}T$$
$$\Rightarrow B_T=1/5\times10^{-2}T$$

نمای ۳۰

۴ ۱۷ B

ابتدا بیشینه اختلاف پتانسیل را با توجه به قانون اهم به‌دست می‌آوریم:

$$R=\frac{V}{I}\Rightarrow V_{max}=RI_{max}\Rightarrow V_{max}=10\times1=10V$$

یادآوری معادلهٔ اختلاف پتانسیل برحسب زمان در مولد جریان متناوب به صورت $V=V_{max}\sin\frac{2\pi}{T}t$ است.

معادلهٔ اختلاف پتانسیل را می‌نویسیم:

$$V=10\sin\frac{2\pi}{20\times10^{-3}}t\Rightarrow V=10\sin100\pi t$$

لحظه‌ای که $V=5V$ می‌شود، برابر است با:

$$V=10\sin100\pi t\xrightarrow{V=5V}5=10\sin100\pi t\Rightarrow\sin100\pi t=\frac{1}{2}$$

$$\xrightarrow[\sin\frac{\pi}{6}\text{است}]{\text{بار اولی که sin برابر }\frac{1}{2}\text{ شود}}\sin100\pi t=\sin\frac{\pi}{6}\Rightarrow100\pi t=\frac{\pi}{6}\Rightarrow t=\frac{1}{600}s$$

نمای ۵۱

۴ ۱۸ B

انرژی ذخیره شده در سیملوله برابر $U=\frac{1}{2}LI^2$ است:

$$(1)\ U_A=\frac{1}{2}L_AI_A^2\xrightarrow[L_A=3L_B]{I_A=4A}U+8=\frac{1}{2}(3L_B)(16)$$

$$(2)\ U_B=\frac{1}{2}L_BI_B^2\xrightarrow{I_B=4A}U=\frac{1}{2}(L_B)(16)$$

$$\xrightarrow[\text{تقسیم می‌کنیم}]{\text{دو معادله را بر هم}}\frac{U+8}{U}=3\Rightarrow U+8=3U\Rightarrow U=4mJ$$

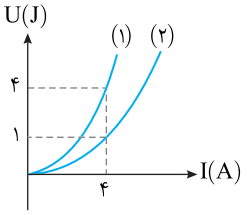
حال با توجه به معادلهٔ (۱) ضریب القاوری سیملولهٔ A را به‌دست می‌آوریم:

$$U_A=\frac{1}{2}L_AI_A^2\xrightarrow[U_A=U+8=12mJ]{I_A=4A}12\times10^{-3}=\frac{1}{2}\times L_A\times16$$

$$\Rightarrow L_A=1/5\times10^{-3}H=1/5mH$$

نمای ۴۹

بازی با سؤال انرژی ذخیره شده در دو سیملوله با سطح مقطع و طول یکسان مطابق شکل زیر است. تعداد دور سیملوله (۱) چند برابر سیملوله (۲) است؟



۱) ۲
۲) ۱/۵
۳) ۳
۴) ۴

گزینهٔ ۱

پاسخ انرژی ذخیره شده در سیملوله از رابطهٔ $U=\frac{1}{2}LI^2$ به‌دست می‌آید.

$$\frac{U_1}{U_2}=\frac{\frac{1}{2}L_1I_1^2}{\frac{1}{2}L_2I_2^2}=\frac{L_1}{L_2}\times(\frac{I_1}{I_2})^2\xrightarrow[U_1=4mJ,U_2=1mJ]{I_1=I_2\text{ با توجه به نمودار}}\frac{U_1}{U_2}=\frac{L_1}{L_2}\Rightarrow\frac{L_1}{L_2}=4$$

با توجه به رابطهٔ ضریب القاوری $L=\frac{\mu_0N^2A}{l}$

$$\frac{L_1}{L_2}=(\frac{N_1}{N_2})^2\times(\frac{A_1}{A_2})\times(\frac{l_2}{l_1})$$

$$\xrightarrow[A_1=A_2,l_1=l_2]{\text{با توجه به صورت سؤال}}\frac{L_1}{L_2}=4=(\frac{N_1}{N_2})^2\Rightarrow N_1=2N_2$$

۴ ۱۹ C

خط فکری با دور شدن از سیم راست حامل جریان، میدان مغناطیسی ناشی از آن کاهش می‌یابد. اگر جریان دو سیم هم‌سو باشد، میدان ناشی از دو سیم در دو نقطهٔ N و M هم‌جهت هم می‌شوند، مثلاً اگر جریان دو سیم به سمت بالا باشد میدان ناشی از سیم حامل جریان در دو نقطهٔ N و M درونسو است و اگر هر دو جریان رو به پایین باشند جهت میدان‌ها در دو نقطهٔ N و M برونسو است و در هر صورت میدان مغناطیسی خالص برایند در هر دو نقطه N و M از جمع میدان‌ها به‌دست می‌آید.

$$B_N=B_{1N}+B_{2N}\quad,\quad B_M=B_{1M}+B_{2M}$$

فاصلهٔ نقطهٔ M از دو سیم بیشتر از فاصلهٔ نقطهٔ N از دو سیم است و میدان‌های مغناطیسی سیم‌ها در نقطهٔ M کمتر از میدان‌های مغناطیسی سیم‌ها در نقطهٔ N است.

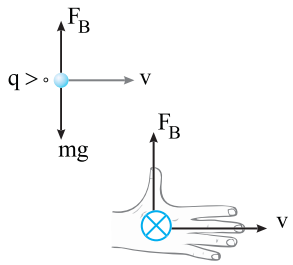
$$\left.\begin{matrix}B_{1M}<B_{1N}\\B_{2M}<B_{2N}\end{matrix}\right\}\Rightarrow B_{1M}+B_{2M}<B_{1N}+B_{2N}\Rightarrow B_M<B_N$$

اما در صورت مسئله بیان شده که میدان در نقطهٔ M بزرگ‌تر از میدان در نقطهٔ N است، بنابراین جریان‌های دو سیم نمی‌تواند هم‌سو باشد و باید جریان‌ها ناهمسو باشند و دو سیم موازی حامل جریان ناهمسو بر هم نیروی رانشی وارد می‌کنند.

نمای ۲۷

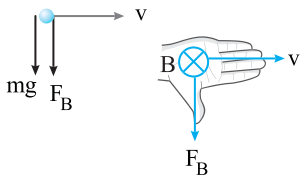
۳ ۲۰ C

حالت اول: حرکت ذره بدون انحراف است، یعنی نیروهای وارد بر ذره متوازن‌اند و نیروی خالص وارد بر ذره برابر صفر است. بنابراین باید نیروی وزن رو به پایین با نیروی مغناطیسی وارد بر ذره رو به بالا برابر باشد. $F_B=mg$



حالت دوم: جهت میدان مغناطیسی چرخیده و برونسو شده پس طبق قاعدهٔ دست راست جهت نیروی مغناطیسی به سمت پایین می‌شود. با چرخیدن میدان مغناطیسی، اندازهٔ نیروی مغناطیسی تغییر نمی‌کند:

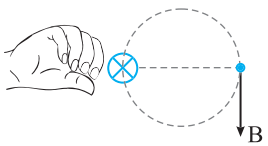
$$F_{net}=ma\Rightarrow F_B+mg=ma\xrightarrow{F_B=mg}2mg=ma\Rightarrow a=2g=20m/s^2$$



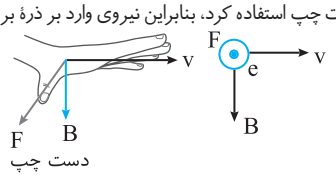
نمای ۱۹

B ۲۱ ۲

۱ با قاعدهٔ دست راست، جهت میدان مغناطیسی حاصل از سیم راست را در محل الکترون به‌دست می‌آوریم. انگشت شست باز دست راست خود را به سمت درون صفحهٔ کاغذ بگیرید و چهار انگشت خود را روی خط واصل نقطه و سیم قرار دهید و با چرخش ۹۰° آن‌ها مشخص می‌شود که میدان مغناطیسی پایین‌سو خواهد بود.



۲ با توجه به جهت سرعت و میدان مغناطیسی برای الکترون و استفاده از قاعدهٔ دست راست جهت نیروی وارد بر الکترون به‌دست می‌آید. دقت کنید که الکترون دارای بار منفی است و با قاعدهٔ دست راست نیرو در هر جهتی به‌دست آمده، باید قرینه شود و یا می‌توان از همان ابتدا از دست چپ استفاده کرد، بنابراین نیروی وارد بر ذرهٔ برونسو است.



۳ با استفاده از رابطهٔ $F_B = qvB\sin\theta$ ، نیروی مغناطیسی را به‌دست می‌آوریم:

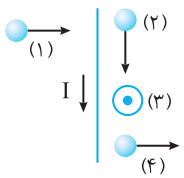
$$F_B = (1/6\times10^{-19})\times(4\times10^{3})\times(50\times10^{-4})\times(\sin 90^\circ) = 32\times10^{-19}\,N$$

$$= 3/2\times10^{-18}\,N$$

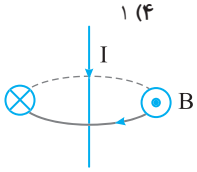
نمای ۲۸

بازی با سؤال مطابق شکل روبه‌رو، چهار ذرهٔ باردار در اطراف سیم راست، بلند و حامل جریان I در جهت‌های نشان داده شده در حال حرکت هستند. نیروی مغناطیسی وارد بر کدام ذره در لحظه نشان داده شده در شکل، صفر است؟ (ذرات و سیم همگی در یک صفحه قرار دارند.)

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱



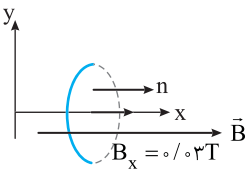
پاسخ با حرکت ذره در راستای میدان مغناطیسی، نیروی مغناطیسی وارد بر آن صفر می‌شود که با توجه به جهت میدان در اطراف سیم حامل جریان، تنها ذره (۳) در راستای میدان در حال حرکت است، پس نیروی وارد بر آن صفر است.



گزینهٔ ۲

B ۲۲ ۱

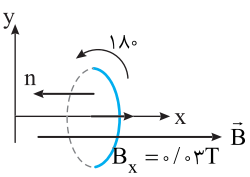
۱ پیچه عمود بر محور x است و شکل آن به صورت زیر است و خطوط میدان مغناطیسی که در راستای محور x هستند عمود بر حلقه از حلقه عبور می‌کند، بنابراین شار گذرنده از سطح پیچه تنها ناشی از مؤلفهٔ $B_x = 0/03\,T$ است.



۲ شار مغناطیسی در حالت اول و پس از ۱۸۰° چرخاندن را به‌دست می‌آوریم:

$$\Phi_1 = BA\cos 0 \Rightarrow \Phi_1 = 0/03\times400\times10^{-4}\times1 = 1/2\times10^{-3}\,Wb$$

$$\Phi_2 = BA\cos 180^\circ \Rightarrow \Phi_2 = -1/2\times10^{-3}\,Wb$$



۳ با استفاده از قانون القای فاراده، نیروی محرکهٔ القایی را حساب می‌کنیم:

$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

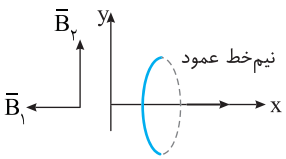
$$\Rightarrow \bar{\varepsilon} = -200\times\frac{(-1/2\times10^{-3} - 1/2\times10^{-3})}{0/5} = 9/6\times10^{-1} = 0/96\,V$$

نمای ۳۶

بازی با سؤال حلقه‌ای به شعاع ۱۰cm در دستگاه مختصات xoy طوری قرار دارد که مرکز آن روی مبدأ مختصات است و بردار نیم‌خط عمود بر سطح آن در جهت محور x می‌باشد. شار مغناطیسی گذرنده از حلقه توسط دو میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}_1 = -0/5\vec{i}$ و $\vec{B}_2 = \vec{j}$ (در SI) برابر با چند وبر است؟ $(\pi = 3)$

۱) صفر ۲) ۰/۰۱۵ ۳) −۰/۰۴۵ ۴) −۰/۰۱۵

پاسخ شار عبوری از سطح از رابطهٔ $\Phi = BA\cos\theta$ به‌دست می‌آید که θ زاویه بین میدان و نیم‌خط عمود است.



$$\Phi_1 = B_1A\cos\theta_1 \xrightarrow[\theta_1 = 180^\circ]{\text{نیم‌خط در جهت محور x‌ها}} \Phi_1 = 0/5\times\pi(0/1)^2\times(-1)$$

$$= -0/015\,Wb$$

$$\Phi_2 = B_2A\cos\theta_2 \xrightarrow[\theta_2 = 90^\circ]{\text{نیم‌خط در جهت محور y‌ها}} \Phi_2 = 0$$

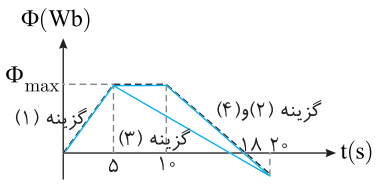
در نتیجه شار عبوری از سطح برابر −۰/۰۱۵Wb است.

گزینهٔ ۴

B ۲۳ ۱

یادآوری با توجه به قانون القای فاراده، بزرگی نیرو محرکهٔ القایی $|\bar{\varepsilon}| = |-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}|$ است که در آن $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ شیب نمودار $\Phi - t$ است، در هر بازه‌ای که شیب نمودار $\Phi - t$ بیشتر باشد، نیروی محرکهٔ القایی بزرگ‌تر است.

در شکل زیر خود نمودار $(\Phi - t)$ را نقطه‌چین کشیدیم و شیب نمودار در بازه‌ها را روی آن مشخص کردیم:



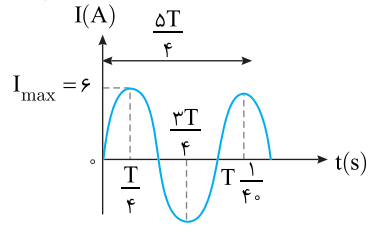
شیب نمودار در بازهٔ ۰ تا ۵s تندتر و نیروی محرکهٔ القایی متوسط در آن بزرگ‌تر است.

نمای ۴۲

B ۲۴ ۱

یادآوری معادلهٔ جریان متناوب به‌صورت $I = I_{max}\sin\frac{2\pi}{T}t$ است.

۱ ابتدا با توجه به نمودار معادلهٔ جریان متناوب را می‌نویسیم:



$\frac{5T}{4}=\frac{1}{40}\Rightarrow T=\frac{1}{50}s$

$I=I_{max}\sin(\frac{2\pi}{T}t)\Rightarrow I=6\sin(\frac{2\pi}{\frac{1}{50}}t)\Rightarrow I=6\sin 100\pi t$

۲ حال جریان عبوری از سیملوله را در لحظهٔ $t=\frac{1}{400}s$ را به‌دست می‌آوریم:

$I=6\sin 100\pi\times\frac{1}{400}\Rightarrow I=6\sin\frac{\pi}{4}\xrightarrow{\sin\frac{\pi}{4}=\frac{\sqrt{2}}{2}} I=3\sqrt{2}A$

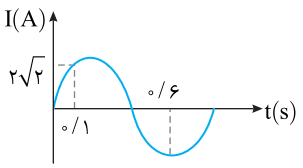
انرژی ذخیره شده در سیملوله برابر است با:

$U=\frac{1}{2}LI^2\xrightarrow[U=72mJ=72\times10^{-3}J]{I=3\sqrt{2}A}$

$72\times10^{-3}=\frac{1}{2}L\times(3\sqrt{2})^2\Rightarrow 72\times10^{-3}=9L\Rightarrow L=8\times10^{-3}H=8mH$

نمای ۵۳

بازی با سؤال نمودار جریان متناوب عبوری از یک سیملوله به ضریب القاوری ۱۸mH مطابق شکل است. بیشینه انرژی ذخیره شده در سیملوله چند ژول است؟

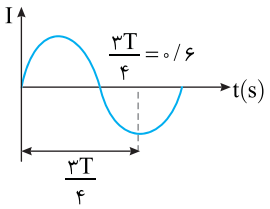


آزمون مدارس برتر

۱) ۱۴۴ ۲) ۲۸۸ ۳) ۰/۱۴۴ ۴) ۰/۲۸۸

گزینهٔ ۳

پاسخ با توجه به شکل دورهٔ تناوب برابر است با:



$\frac{3T}{4}=0/6\Rightarrow T=0/8s$

معادلهٔ جریان متناوب برابر است با:

$I=I_{max}\sin\frac{2\pi}{T}t\Rightarrow I=I_{max}\sin\frac{20\pi}{8}t$

با توجه به نمودار در لحظهٔ $t=0/1s$، جریان $2\sqrt{2}A$ است:

$2\sqrt{2}=I_{max}\times\sin(\frac{10\pi}{4}\times(0/1))\Rightarrow 2\sqrt{2}=I_{max}\sin\frac{\pi}{4}\Rightarrow$

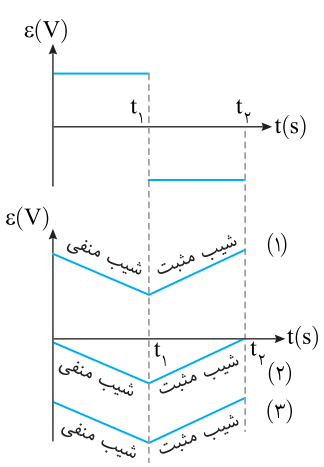
$2\sqrt{2}=I_{max}\times\frac{\sqrt{2}}{2}\Rightarrow I_{max}=4A$

بیشینه انرژی ذخیره شده در سیملوله برابر است با:

$U_{max}=\frac{1}{2}LI_{max}^2\Rightarrow U_{max}=\frac{1}{2}(18\times10^{-3})(16)=144\times10^{-3}J=0/144J$

B ۲۵ **۴**

قانون القای فاراده به صورت $\overline{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ است، چون در بازهٔ صفر تا t_1 نیروی محرکهٔ القایی ثابت و مثبت است، پس در این بازه باید $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ مقدار ثابت داشته باشد و شیب آن منفی باشد $(\overline{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t})$، پس هر سه گزینه در بازهٔ صفر تا t_1 درست رسم شده‌اند.



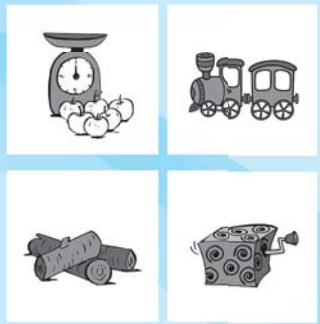
در بازهٔ t_1 تا t_2 نیروی محرکه القایی ثابت و منفی است، پس باید $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ مقدار ثابت داشته باشد و حتماً شیب آن مثبت باشد $(\overline{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t})$، در این بازه هم هر سه نمودار درست رسم شده‌اند. بنابراین گزینه (۴) درست است.

نمای ۴۲

Windows10&11

جامع فیزیک پایه (تجربی)

*** بازی با سؤال ***



فصل اول

A ۱۴ ۳

بازی با سؤال کمیت‌های عنوان شده در کدام گزینه همگی اصلی هستند؟

۱) شدت روشنایی، طول، نیرو

۲) گرما، زمان، جرم

۳) جریان الکتریکی، دما، جرم

۴) اختلاف پتانسیل الکتریکی، مقدار ماده، زمان

پاسخ فیزیک‌دان‌ها هفت کمیت جرم، طول، زمان، جریان الکتریکی، دما، مقدار ماده و شدت روشنایی را به عنوان کمیت‌های اصلی اختیار کرده‌اند.

A ۴۰ ۲

بازی با سؤال فاصلهٔ اختروشی از منظومهٔ شمسی برابر $10^{15}\,Au$ است. این فاصله برحسب سال نوری تقریباً برابر کدام گزینه می‌باشد؟ (مسافتی که نور در یک ماه طی می‌کند تقریباً $8\times10^{13}\,m$ بوده و میانگین فاصلهٔ زمین تا خورشید برابر $1/5\times10^{11}\,m$ است.)

۱) $1/5\times10^{8}$ ۲) $1/5\times10^{11}$ ۳) 3×10^{14} ۴) 3×10^{17}

پاسخ یکای نجومی (AU) برابر میانگین فاصلهٔ زمین تا خورشید یعنی $1AU\approx1/5\times10^{11}\,m$ است. فاصلهٔ اختروش از منظومهٔ شمسی برابر $10^{15}\,AU$ است که آن را برحسب متر به‌دست می‌آوریم.

$$10^{15}\,AU\times\left(\frac{1/5\times10^{11}\,m}{1\,AU}\right)=1/5\times10^{26}\,m$$

سال نوری مسافتی است که نور در مدت یک سال طی می‌کند و هر سال ۱۲ ماه است. مسافتی که نور در یک ماه طی می‌کند $8\times10^{13}\,m$ است، بنابراین مسافت طی شده توسط نور در یک سال خواهد شد. $12\times8\times10^{13}=96\times10^{13}\,m=1\,ly$ سال نوری

اکنون فاصلهٔ اختروش تا منظومهٔ شمسی را برحسب سال نوری با روش تبدیل زنجیره‌ای به‌دست می‌آوریم:

$$10^{15}\,AU=1/5\times10^{26}\,m\times\frac{1\,ly}{96\times10^{13}\,m}=\frac{15}{96}\times10^{12}\simeq1/5\times10^{11}\,ly$$

B ۴۶ ۲

بازی با سؤال ارتفاع یک گیاه در هر هفته به اندازهٔ $10/08\,cm$ رشد می‌کند. آهنگ متوسط رشد این گیاه چند $\mu m/s$ است؟ از کتاب درسی

۱) $\frac{1}{3}$ ۲) $\frac{1}{6}$ ۳) $\frac{1}{2}$ ۴) $\frac{1}{4}$

پاسخ آهنگ رشد گیاه $10/08\,\frac{cm}{\text{هفته}}$ است که باید هفته را به ثانیه (s) تبدیل کنیم:

$$10/08\,\frac{cm}{\text{هفته}}\times\frac{1\,\text{هفته}}{7\,\text{روز}}\times\frac{1\,\text{روز}}{24\,h}\times\frac{1\,h}{3600\,s}=\frac{1}{6}\times10^{-4}\,cm/s$$

حال cm را به μm تبدیل می‌کنیم:

$$\frac{1}{6}\times10^{-4}\,cm/s\times\frac{10^{-2}\,m}{1\,cm}\times\frac{10^{6}\,\mu m}{1\,m}=\frac{1}{6}\,\mu m/s$$

B ۵۷ ۲

بازی با سؤال با در نظر گرفتن یکای کمیت‌های جابه‌جایی، سرعت، شتاب و زمان، در چه تعداد از روابط زیر، یکای دو طرف تساوی با یکدیگر سازگاری دارد؟ (x نماد جابه‌جایی، v نماد سرعت، a نماد شتاب و t نماد زمان است.)

الف) $x=vt$ ب) $v^3=2ax^2$ پ) $t=\sqrt{\frac{2x}{a}}$

ت) $v=at$ ث) $v=\frac{1}{2}at^3$

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

پاسخ باید یکای دو طرف تساوی یکسان باشد، گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم: الف) $x=vt\Rightarrow[x]=[v][t]\Rightarrow m=m/s\times s\Rightarrow m=m$ یکاها در دو طرف رابطه سازگار است. / ب) $v^3=2ax^2\Rightarrow m^3/s^3=m/s^2\times m^2\Rightarrow\frac{1}{s}=1$

در رابطهٔ (ب) $\frac{1}{s}=1$ را به‌دست آوردیم که منطقی نیست و مفهوم آن این است که رابطهٔ (ب) نمی‌تواند یک رابطهٔ فیزیکی درست باشد.

پ) $t=\sqrt{\frac{2x}{a}}\Rightarrow s=\sqrt{\frac{m}{m/s^2}}\Rightarrow s=s$: یکاها در دو طرف رابطه سازگار است.

ت) $v=at\Rightarrow m/s=m/s^2\times s\Rightarrow m/s=m/s$: یکاها در دو طرف رابطه سازگار است. / ث) $v=\frac{1}{2}at^3\Rightarrow m/s=m/s^2\times s^3\Rightarrow 1=s^2$

در رابطهٔ (ث) به نتیجهٔ $1=s^2$ رسیده‌ایم که نمی‌تواند درست باشد، بنابراین رابطه (ث)، یک رابطهٔ فیزیکی درست نیست.

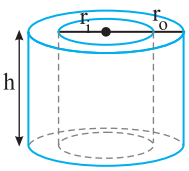
یادآوری می‌کنیم که اگر یکاها را در طرفین تساوی برابر قرار می‌دهیم، باید عددهای ثابت را مثل $\frac{1}{3}$ و ۲ در اینجا، بدون یکا به حساب آوریم.

A ۹۲ ۴

بازی با سؤال می‌خواهیم از فلزی به چگالی $6\,g/cm^3$، یک استوانهٔ توخالی با شعاع داخلی $5\,cm$ و شعاع خارجی $10\,cm$ و ارتفاع $20\,cm$ بسازیم، جرم این استوانه چند کیلوگرم می‌شود؟ $(\pi\simeq3)$

۱) ۷ ۲) ۴۸ ۳) ۲۴ ۴) ۳۶

پاسخ در رابطهٔ چگالی، V حجم ماده‌ای است که جسم از آن ساخته شده است.



به‌طور مثال: در یک لولهٔ فلزی استوانه به شعاع داخلی r_i و شعاع خارجی r_o منظور از حجم فلز مقدار زیر است:

$$V_{\text{فلز}}=\pi(r_o^2-r_i^2)h$$

حجم فلز به‌کار برده شده در این استوانه را حساب می‌کنیم.

$$V=\frac{4}{3}\pi(r_o^2-r_i^2)h=\frac{4}{3}\times3(10^2-5^2)\times20$$

$$\Rightarrow V=4\times75\times20\Rightarrow V=6000\,cm^3$$

جرم را حساب می‌کنیم.

$$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow m=\rho V\Rightarrow m=6\times6000=36000\,g\Rightarrow m=36\,kg$$

A ۹۶ ۲

بازی با سؤال درون یک ظرف دارای پیستون مقداری گاز محبوس است. اگر توسط پیستون حجم ظرف را نصف کنیم، چگالی گاز درون ظرف چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{1}{2}$ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) تغییر نمی‌کند

پاسخ حجم گاز نصف شده اما جرم آن ثابت است بنابراین:

$$\begin{cases}\rho=\frac{m}{V}\\ \rho'=\frac{m}{V'}\end{cases}\Rightarrow\frac{\rho'}{\rho}=\frac{V}{V'}\xrightarrow{V'=\frac{V}{2}}\frac{\rho'}{\rho}=\frac{V}{\frac{V}{2}}\Rightarrow\rho'=2\rho$$

B ۱۱۵ ۱

بازی با سؤال درون مکعبی برنزی به جرم $6/4kg$ که طول هر ضلع آن $10cm$ است، حفره‌ای وجود دارد، اگر چگالی برنز $8g/cm^3$ باشد، چند درصد از حجم این مکعب برنزی را حفره تشکیل داده است؟

۱) ۲۰ ۲) ۱۰ ۳) ۵ ۴) ۱۵

پاسخ ۱ چگالی ρ برحسب kg/m^3 برابر است با:

$$\rho=8g/cm^3=8\frac{g}{cm^3}\times\frac{10^{-3}kg}{1g}\times\frac{10^6cm^3}{1m^3}=8\times10^3kg/m^3$$

۲ ابتدا حجم فلز برنزی که در ساخت مکعب به کار رفته را حساب می‌کنیم.

$$\rho=\frac{m_{برنز}}{V_{برنز}}\Rightarrow8000=\frac{6/4}{V_{برنز}}$$

$$\Rightarrow V_{برنز}=\frac{6/4}{8000}=\frac{0/8}{1000}=8\times10^{-4}m^3\times\frac{10^6cm^3}{1m^3}=800cm^3$$

۳ حجم ظاهری کل مکعب برابر است با:

$$V_{کل}=a^3=(10cm)^3=1000cm^3$$

حجم حفره را به‌دست می‌آوریم:

$$V_{حفره}=V_{ظاهری}-V_{برنز}\Rightarrow V_{حفره}=1000-800=200cm^3$$

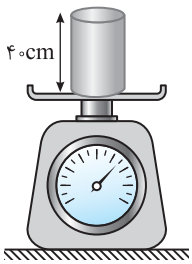
حجم حفره به حجم کل برابر است با:

$$\frac{V_{حفره}}{V_{کل}}=\frac{200}{1000}=\frac{1}{5}$$

پس $\frac{1}{5}$ یا $\frac{1}{5}\times100=20\%$ حجم کل را حفره تشکیل داده است.

C ۱۱۶ ۲

بازی با سؤال مطابق شکل استوانه‌ای توخالی به ارتفاع $40cm$ به شعاع داخلی $5cm$ و شعاع خارجی R از یک فلز با چگالی $3500kg/m^3$ ساخته شده است. اگر استوانه را از آب پر کنیم، جرم مجموع برابر $7/62$ کیلوگرم می‌شود. R چند سانتی‌متر است؟ $(\pi\approx3,\rho_{آب}=1kg/L)$



۱) ۲ ۲) ۶ ۳) ۴ ۴) ۳

پاسخ ابتدا جرم ظرف را با توجه به چگالی فلز و حجم ظرف به‌دست می‌آوریم.

$$V_{ظرف}=h(\pi R^2_{خارجی}-\pi R^2_{داخلی})=40(3\times(R^2-25))$$

$$=120(R^2-25)=120R^2-3000cm^3$$

$$\rho_{ظرف}=m_{ظرف}/V_{ظرف}=3500kg/m^3=3/5g/cm^3$$

$$m_{ظرف}=\rho V=420R^2-10500g\quad(1)$$

آب درون فضای خالی ظرف به حجم $V=\pi r^2_{داخلی}h=3\times25\times40=3\times10^3cm^3$ قرار می‌گیرد:

$$\rho_{آب}=\frac{m_{آب}}{V_{آب}}\Rightarrow\rho=1kg/L=1g/cm^3=\frac{m}{3\times10^3}\Rightarrow m=3\times10^3g=3kg$$

پس از $7/62kg$، $3kg$ جرم آب بوده و مابقی جرم ظرف است، بنابراین:

$$m_{ظرف}=7/62-3=4/62kg=4620g\quad(2)$$

با توجه به رابطه (۱) و (۲) داریم:

$$(1),(2)=420R^2-10500=4620\Rightarrow420R^2=15120$$

$$\Rightarrow R^2=36\Rightarrow R=6cm$$

A ۱۱۷ ۴

بازی با سؤال چگالی جسم A، $\frac{2}{3}$ چگالی جسم B است. اگر جرم $50cm^3$ از جسم A برابر $750g$ باشد، جرم $60cm^3$ از جسم B چند گرم است؟ کنکور دهه‌های گذشته

۱) ۹۰۰ ۲) ۶۰۰ ۳) ۱۱۲۵ ۴) ۱۳۵۰

پاسخ بنا به فرض مسئله و داده‌های آن می‌توان نوشت:

$$\rho_A=\frac{2}{3}\rho_B\xrightarrow{\rho=m/V}\frac{m_A}{V_A}=\frac{2}{3}\frac{m_B}{V_B}$$

$$\xrightarrow[m_B=?,V_B=60cm^3]{m_A=750g,V_A=50cm^3}\frac{750}{50}=\frac{2}{3}\frac{m_B}{60}\Rightarrow m_B=1350g$$

A ۱۱۸ ۳

بازی با سؤال قطر یک گلولهٔ توپر آلومینیمی دو برابر قطر یک گلولهٔ توپر مسی است. اگر جرم گلولهٔ آلومینیمی $2/4$ برابر جرم گلولهٔ مسی باشد، چگالی آلومینیم چند برابر چگالی مس است؟ خارج ریاضی - ۸۷

۱) ۰/۱ ۲) ۰/۲ ۳) ۰/۳ ۴) ۰/۴

پاسخ ابتدا نسبت حجم دو گلوله را حساب می‌کنیم

$$\frac{V_{Al}}{V_{Cu}}=\frac{\frac{4}{3}\pi(r_{Al})^3}{\frac{4}{3}\pi(r_{Cu})^3}\xrightarrow[r_{Al}=2r_{Cu}]{r=\frac{D}{2}}\frac{V_{Al}}{V_{Cu}}=8$$

نسبت چگالی‌ها خواهد شد:

$$\frac{\rho_{Al}}{\rho_{Cu}}=\frac{\frac{m_{Al}}{V_{Al}}}{\frac{m_{Cu}}{V_{Cu}}}\Rightarrow\frac{\rho_{Al}}{\rho_{Cu}}=\frac{m_{Al}}{m_{Cu}}\times\frac{V_{Cu}}{V_{Al}}$$

$$\xrightarrow{m_{Al}=2/4m_{Cu}}\frac{\rho_{Al}}{\rho_{Cu}}=2/4\times\frac{1}{8}\Rightarrow\frac{\rho_{Al}}{\rho_{Cu}}=0/3$$

C ۱۳۰ ۴

بازی با سؤال ظرفی محتوی آب را که قطعه یخی بر سطح آن شناور است حرارت می‌دهیم تا همهٔ یخ ذوب شود به‌طوری که $3cm^3$ از حجم مخلوط آب و یخ کاسته می‌شود. اگر چگالی یخ $0/9g/cm^3$ و چگالی آب $1g/cm^3$ باشد، حجم یخ اولیه چند سانتی‌متر مکعب بوده است؟

۱) ۲۷ ۲) ۱/۸ ۳) ۴/۵ ۴) ۳۰

پاسخ حجم آب تولید شده در اثر ذوب یخ $3cm^3$ از حجم یخ کمتر است. بنابراین: $V_W=V_i-3$

جرم آب حاصل از ذوب یخ و جرم یخ برابر است از این‌رو:

$$m_W=m_i\Rightarrow\rho_WV_W=\rho_iV_i\Rightarrow1\times(V_i-3)=0/9V_i\Rightarrow V_i=30cm^3$$

C ۱۴۰ ۲

بازی با سؤال جواهرفروشی در ساختن یک قطعه جواهر به جای طلای خالص، مقداری نقره نیز به کار برده است. اگر حجم قطعهٔ ساخته شده ۵ سانتی‌متر مکعب و چگالی آن $13/6g/cm^3$ باشد، جرم نقرهٔ به کار رفته چند گرم است؟ (چگالی نقره و طلا به‌ترتیب $10g/cm^3$ و $19g/cm^3$ فرض شود.) خارج ریاضی - ۹۵

۱) ۸ ۲) ۳۰ ۳) ۳۴ ۴) ۳۸

پاسخ چگالی قطعه جواهر و حجم آن را در اختیار داریم بنابراین جرم قطعه جواهر را حساب می‌کنیم.

$$\rho=\frac{m}{V}\xrightarrow[\rho=۱۳/۶g/cm^۳]{V=۵cm^۳}۱۳/۶=\frac{m}{۵}\Rightarrow m=۶۸g$$

بنابراین مجموع جرم طلا و نقره‌ای که در این جواهر به‌کار برده شده ۶۸g است.

$$m_{Ag}+m_{Au}=۶۸\xrightarrow{m=\rho V}\rho_{Ag}V_{Ag}+\rho_{Au}V_{Au}=۶۸$$

$$\xrightarrow[\rho_{Ag}=۱۰g/cm^۳]{\rho_{Au}=۱۹g/cm^۳}۱۰V_{Ag}+۱۹V_{Au}=۶۸\quad(۱)$$

حجم کل قطعه $۵cm^۳$ است یعنی مجموع حجم طلا و نقره در این آلیاژ برابر $۵cm^۳$ شده است.

$$V_{Ag}+V_{Au}=۵\quad(۲)$$

دستگاه دو معادله دو مجهول (۱) و (۲) را حل می‌کنیم.

$$-۱۹\times\begin{cases}۱۰V_{Ag}+۱۹V_{Au}=۶۸\\V_{Ag}+V_{Au}=۵\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}۱۰V_{Ag}+۱۹V_{Au}=۶۸\\-۱۹V_{Ag}-۱۹V_{Au}=-۹۵\end{cases}$$

$$-۹V_{Ag}=-۲۷\Rightarrow V_{Ag}=۳cm^۳$$

اکنون می‌توان جرم نقره را حساب کرد.

$$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow m_{Ag}=\rho_{Ag}V_{Ag}=۱۰\times۳\Rightarrow m_{Ag}=۳۰g$$

فصل دوم

A ۱۶۱ ۳

بازی با سؤال اگر فاصلهٔ بین دو مولکول مایع یک بار $10^{-12}m$ و بار دیگر $10^{-8}m$ باشد، نیروی بین دو مولکول به ترتیب از چه نوعی است؟

۱) ربایشی، رانشی

۲) رانشی، ربایشی

۳) رانشی، نیروی بین مولکولی صفر است.

۴) ربایشی، نیروی بین مولکولی صفر است.

پاسخ در حالت عادی، فاصلهٔ بین مولکول‌ها در مایع‌ها حدود $10^{-10}m$ است و بین مولکول‌ها نیروی ربایشی وجود دارد. هنگامی که فاصلهٔ بین مولکول‌ها کمتر از $10^{-10}m$ می‌شود، بین مولکول‌ها نیروی رانشی به وجود می‌آید و هنگامی که فاصلهٔ مولکول‌ها کمی زیاد شود بین آن‌ها نیروی ربایشی به وجود می‌آید. اگر این افزایش فاصله زیاد باشد، نیروی بین مولکولی ناچیز و عملاً صفر می‌شود. وقتی فاصلهٔ مولکول‌ها $10^{-8}m$ می‌شود، فاصله صد برابر شده است. پس نیروی بین مولکول‌ها صفر می‌شود.

A ۱۶۶ ۲

بازی با سؤال دو ظرف آب A و B در دو دمای T_A و T_B در اختیار داریم. اگر $T_B < T_A$ باشد، کدام گزینه درست است؟

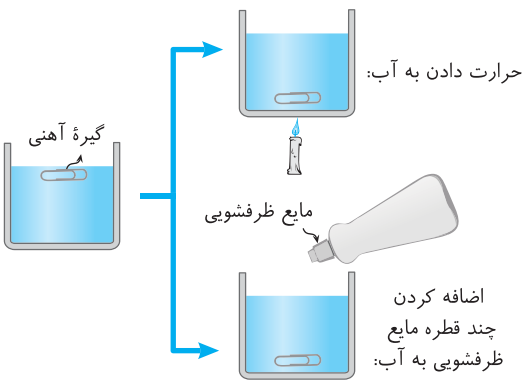
۱) قطره‌های آب ظرف A از قطره‌های آب ظرف B بزرگ‌تر است.

۲) اگر آب درون ظرف A روی سطح شیشه‌ای به صورت قطره باقی بماند، قطعاً آب درون ظرف B نیز روی سطح به صورت قطره باقی می‌ماند.

۳) اگر گیره‌ای فلزی در ظرف A روی سطح آن باقی نماند، قطعاً روی سطح ظرف B نیز باقی نمی‌ماند.

۴) هر سه گزینه درست است.

پاسخ **خط فکری** افزایش دمای مایع باعث کاهش نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع و کشش سطحی آن می‌شود. افزودن ناخالصی به آب باعث کاهش کشش سطحی آب می‌شود مثلاً در شکل زیر اگر یک گیرهٔ آهنی روی سطح آب قرار گرفته باشد، داریم:



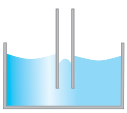
با توجه به خط فکری، با افزایش دما نیروی هم‌چسبی کاهش می‌یابد، بنابراین نیروی هم‌چسبی A کمتر از نیروی هم‌چسبی B است و قطره‌های آب A کوچک‌تر از قطره‌های آب B است زیرا کشش سطحی که حاصل از نیروی هم‌چسبی است در A کمتر از B بوده و قطره‌های آن نیز کوچک‌تر است و گزینهٔ (۱) نادرست است. / هم‌چنین با توجه به اینکه کشش سطحی A کمتر از B است، اگر گیرهٔ فلزی در سطح آب A باقی نماند ممکن است در سطح آب B که کشش سطحی بیشتری دارد، باقی بماند پس گزینهٔ (۳) نیز نادرست است.

اگر آب A روی سطح شیشه‌ای به صورت قطره باقی بماند یعنی نیروی هم‌چسبی آن از نیروی دگرچسبی A و شیشه بیشتر است و با توجه به اینکه نیروی هم‌چسبی B از A بیشتر است پس مطمئناً آب B نیز روی سطح آن شیشه به صورت قطره باقی می‌ماند و گزینهٔ (۲) درست است.

A ۱۷۴ ۳

بازی با سؤال هر گاه سطح درونی لولهٔ شیشه‌ای را روغن‌اندود کرده و سپس لوله را وارد ظرف آب کنیم، سطح آب درون لوله ..... می‌ایستد، زیرا نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های آب از نیروی دگرچسبی بین آب و روغن ..... است.

۱) کوژ - کمتر ۲) کاو - کمتر ۳) کوژ - بیشتر ۴) کاو - بیشتر



پاسخ نیروی بین مولکول‌های آب از نیروی دگرچسبی بین آب و روغن بیشتر است و همین امر سبب می‌گردد که سطح آب درون لوله به شکل کوژ و پایین‌تر از سطح آب درون ظرف قرار گیرد.

B ۱۷۶ ۳

بازی با سؤال کدام‌یک از گزاره‌های زیر در مورد مایع ریخته شده بر سطح جامد درست است؟

۱) الزاماً سطح جامد چرب است.

۲) سطح این مایع درون لولهٔ مویین از جنس این جامد دارای تحدب (کوژ) خواهد بود.

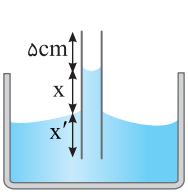
۳) مایع درون لولهٔ مویین از جنس این جامد بالاتر از سطح مایع قرار می‌گیرد.

۴) تمام موارد بالا

پاسخ با توجه به شکل، مایع به صورت لایه‌ای روی جامد قرار گرفته است بنابراین نیروی دگر چسبی بین این مایع و این جامد از نیروی هم‌چسبی بین مولکول‌های مایع بیشتر است و سطح مایع درون لولهٔ مویین این جامد از سطح مایع درون ظرف بالاتر می‌رود و سطح آن دارای تقعر (کاو) است. گزینهٔ (۲) نادرست و گزینهٔ (۳) درست است. در مورد گزینهٔ (۱) باید گفت که لزومی ندارد که سطح جامد چرب باشد.

A ۱۷۹ ۳

بازی با سؤال با توجه به شکل روبه‌رو کدام گزینه درست است؟



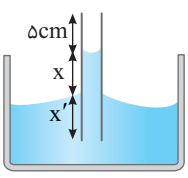
۱) اگر x' ، ۱cm افزایش پیدا کند، x نیز ۱cm افزایش می‌یابد.

۲) اگر x' ، ۱cm افزایش پیدا کند، x کمتر از ۱cm افزایش می‌یابد.

۳) اگر x' ، ۱cm افزایش پیدا کند، x تغییر نمی‌کند.

۴) اگر x' ، ۱cm افزایش پیدا کند، x بیشتر از ۱cm افزایش می‌یابد.

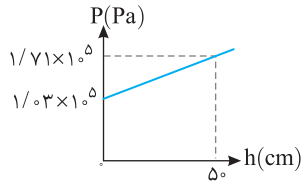
پاسخ **خط فکری** در لوله‌های مویین، میزان بالا آمدن مایع درون لوله به میزان فرورفتگی لولهٔ مویین درون ظرف بستگی ندارد.



به شکل نگاه کنید با توجه به خط فکری بیان شده اگر لوله را ۱cm بیشتر وارد مایع کنیم مقدار x تغییر نمی‌کند و گزینهٔ (۳) درست است.

B ۲۰۱ ۴

بازی با سؤال شکل زیر، فشار درون یک مایع را برحسب h نشان می‌دهد و h فاصله تا سطح آزاد مایع است. فشار پیمانه‌ای در عمق ۱۰ سانتی‌متری این مایع، چند پاسکال است؟ ($g=10N/kg$ و چگالی مایع ثابت فرض شود.)



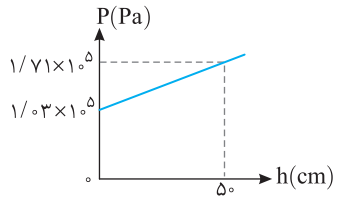
۱) $1/34\times10^5$
۲) $1/166\times10^5$
۳) $6/8\times10^4$
۴) $1/36\times10^4$

گزینهٔ ۳

پاسخ ۱) چگالی مایع را حساب می‌کنیم. در سطح آزاد مایع $h=0$ ، فشار هوا $P_0=1/03\times10^5 Pa$ و فشار در عمق $h=0/50m$ برابر $P=1/71\times10^5 Pa$ است، بنابراین می‌توان نوشت:

$$P=P_0+\rho gh\Rightarrow 1/71\times10^5=1/03\times10^5+\rho\times10\times0/5$$

$$0/68\times10^5=5\rho\Rightarrow\rho=13600kg/m^3$$



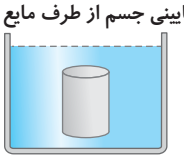
یادآوری: فشار پیمانه‌ای اختلاف فشار یک نقطه با فشار هوای محیط است.

۲) فشار پیمانه‌ای در عمق $h=0/1m$ یعنی فشار ناشی از فشار مایع.

$$P=\rho gh\Rightarrow P=13600\times10\times0/1\Rightarrow P=13600Pa\Rightarrow P=1/36\times10^4 Pa$$

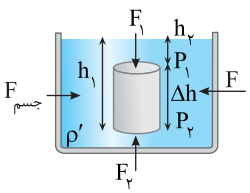
B ۲۳۰ ۲

بازی با سؤال مطابق شکل، جسمی درون مایعی قرار دارد. اختلاف نیروی وارد بر سطح بالایی جسم با نیروی وارد بر سطح پایینی جسم از طرف مایع به کدام عامل بستگی ندارد؟



۱) ابعاد جسم ۲) چگالی جسم
۳) چگالی مایع ۴) شتاب گرانش

پاسخ در شکل روبه‌رو F_1 نیروی وارد بر سطح بالایی و F_2 نیروی وارد بر سطح پایینی است. ρ چگالی جسم و ρ' چگالی مایع است. اختلاف نیروی وارد بر دو سطح خواهد شد:

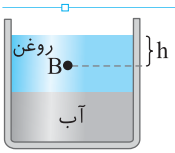


$$\Delta F=F_2-F_1=P_2A-P_1A=(\Delta P)A\xrightarrow{\Delta P=\rho' g\Delta h}\Delta F=\rho' g(\Delta h)A$$

به حاصل‌ضرب Δh در A دقت کنید، این حجم جسمی است که در مایع قرار گرفته است، بنابراین اختلاف نیرو $(\Delta F=\rho' gV)$ به چگالی مایع (ρ') و حجم جسم (V) و شتاب گرانش (g) بستگی دارد و به چگالی جسم بستگی ندارد.

C ۲۷۷

بازی با سؤال فشار در نقطهٔ B را قبل و بعد از مخلوط شدن دو مایع با هم مقایسه کنید؟



پاسخ در حالت اول فشار در نقطهٔ B برابر $\rho_{روغن}gh$ است و پس از هم زدن و مخلوط شدن فشار در نقطهٔ B برابر $\rho_{مخلوط}gh$ است و چون چگالی مخلوط از چگالی روغن بیشتر است پس فشار در نقطهٔ B افزایش می‌یابد.

C ۲۸۳ ۱

بازی با سؤال اختلاف فشار بین دو نقطه درون ظرف پر از آبی در حال سکون P می‌باشد. اگر ظرف آب با شتاب ثابت گرانش سقوط کند، اختلاف فشار بین این دو نقطه .....

۱) برابر صفر می‌شود. ۲) بزرگ‌تر از صفر و کوچک‌تر از P می‌شود.
۳) برابر P می‌شود. ۴) بزرگ‌تر از P می‌شود.

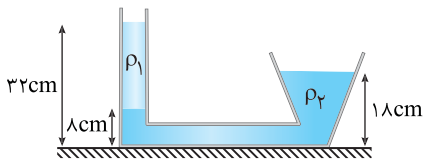
پاسخ وقتی که ظرف با شتاب ثابت گرانش $(a=g)$ سقوط می‌کند، فشار در هر نقطه برابر خواهد شد با:

$$P=\rho h(g-a)\xrightarrow{a=g}P=\rho h(g-g)=0$$

بنابراین اختلاف فشار صفر می‌شود.

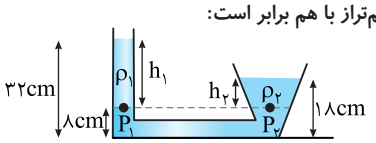
A ۲۸۴ ۳

بازی با سؤال با توجه به شکل زیر، ρ_1/ρ_2 کدام است؟



۱) $\frac{16}{9}$ ۲) $\frac{12}{5}$ ۳) $\frac{5}{12}$ ۴) $\frac{9}{16}$

پاسخ فشار در نقاط هم‌تراز با هم برابر است:



$$h_1=32-8=24cm$$

$$h_2=18-8=10cm$$

$$P_1=P_2\Rightarrow\rho_1h_1=\rho_2h_2\Rightarrow\rho_1\times24=\rho_2\times10\Rightarrow\frac{\rho_1}{\rho_2}=\frac{5}{12}$$

B ۲۳۱ ۳

بازی با سؤال چه ارتفاعی از آب (برحسب متر) فشاری برابر با ۱۵۰ میلی‌متر جیوه دارد؟ (چگالی آب و جیوه به ترتیب $1000kg/m^3$ و $13600kg/m^3$ است.)

۱) ۰/۱۵ ۲) ۱/۵۰ ۳) ۲/۰۴ ۴) ۸/۰۲

پاسخ **خط فکری** در واقع پرسش این است که فشار ستون چند متری آب با فشار ستون ۱۵۰ میلی‌متری جیوه برابر است. $(P_W=P_{Hg})$

با توجه به خط فکری فشار جیوه را با فشار آب برابر قرار می‌دهیم. ارتفاع جیوه $h_{Hg}=150mm=15cm$ است.

$$\rho_{Hg}h_{Hg}=\rho_{آب}h_{آب}\Rightarrow13/6\times15=1\times h\Rightarrow h=13/6\times15=204cm=2/04m$$

A ۲۳۳ ۳

بازی با سؤال ارتفاع سقف یک سالن از کف آن برابر ۸ متر است. چنانچه چگالی هوا $1/25g/L$ باشد، فشار هوا در سقف سالن چند پاسکال از فشار هوا در کف سالن کمتر است؟ $(g=10N/kg)$ از کتاب درسی

۱) صفر ۲) ۱۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۱۰۰۰

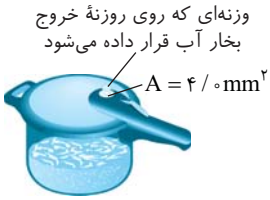
پاسخ چگالی هوا را برحسب kg/m^3 به‌دست می‌آوریم:

$$\rho=1/25\frac{g}{L}\times\frac{1L}{10^{-3}m^3}\times\frac{1kg}{10^3g}=1/25kg/m^3$$

برای فشار هوا می‌توان از رابطهٔ ρgh استفاده کرد، یعنی اگر فشار در کف اتاق P باشد و به اندازهٔ h از کف اتاق بالا برویم. فشار هوا به اندازه ρgh کم می‌شود، بنابراین با فرض اینکه در این فاصله چگالی هوا و شتاب گرانش ثابت است می‌توان نوشت: $\Delta P=\rho g\Delta h\Rightarrow\Delta P=1/25\times10\times8=100Pa$

B ۲۳۹ ۱

بازی با سؤال مساحت روزنهٔ خروج بخار آب روی در یک زودپز $۴mm^۲$ است. جرم وزنه‌ای که روی این روزنه باید گذاشت چند گرم باشد تا فشار داخل زودپز در $۲atm$ نگه داشته شود؟ $(P_۰ = ۱\,atm)$



۱) ۴۰
۲) ۰/۰۴
۳) ۸۰
۴) ۰/۰۸

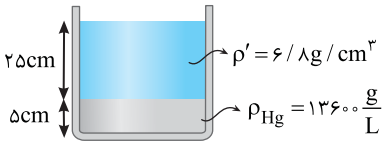
پاسخ باید مجموع فشار ناشی از وزنه و فشار هوا با فشار داخل دیگ زودپز برابر شود.

$$P_{\text{دیگ}} = P_۰ + \frac{W}{A} \Rightarrow ۲\times۱۰^۵ = ۱\times۱۰^۵ + \frac{W}{۴\times۱۰^{-۶}}$$

$$۱۰^۵ = \frac{W}{۴\times۱۰^{-۶}} \Rightarrow W = ۴\times۱۰^{-۱} = m\times۱۰ \Rightarrow m = ۰/۰۴kg = ۴۰g$$

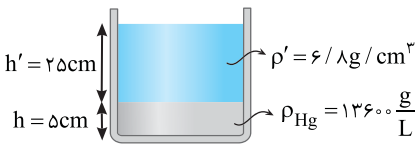
B ۲۴۱ ۳

بازی با سؤال در ظرفی مطابق شکل دو مایع روی هم قرار گرفته‌اند، فشار ناشی از مایع در کف ظرف P کیلوپاسکال و P' سانتی‌متر جیوه است. P و P' به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ $(g = ۱۰N/kg)$



۱) ۱۷/۵ ،۱۶/۸
۲) ۱۲/۵ ،۱۶/۸
۳) ۱۷/۵ ،۲۳/۸
۴) ۱۲/۵ ،۲۳/۸

پاسخ ابتدا فشار حاصل از مایع‌ها را برحسب پاسکال به‌دست می‌آوریم:



$$P_{\text{کف}} = \rho' g h' + \rho g h \xrightarrow[\rho_{Hg}=۱۳۶۰۰kg/m^۳]{\rho'=۶/۸g/cm^۳=۶۸۰۰kg/m^۳}$$

$$P_{\text{کف}} = ۶۸۰۰\times۱۰\times\frac{۲۵}{۱۰۰} + ۱۳۶۰۰\times۱۰\times\frac{۵}{۱۰۰}$$

$$P_{\text{کف}} = ۱۷۰۰۰ + ۶۸۰۰ = ۲۳۸۰۰Pa \Rightarrow P = ۲۳/۸kPa$$

حال به‌دست می‌آوریم این فشار چند سانتی‌متر جیوه است:

$$P_{\text{کف}} = \rho_{Hg} g h_{Hg} \Rightarrow ۲۳۸۰۰ = ۱۳۶۰۰\times۱۰\times h_{Hg}$$

$$\Rightarrow h_{Hg} = ۰/۱۷۵m = ۱۷/۵cm \Rightarrow P' = ۱۷/۵cmHg$$

B ۳۵۵ ۲

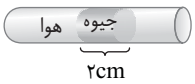
بازی با سؤال درون لولهٔ فشارسنجی که قطر مقطع آن یک سانتی‌متر است، تا ارتفاع ۶۵ سانتی‌متر جیوه وجود دارد. در فشارسنج دیگری که قطر مقطع لولهٔ آن $\frac{۱}{۲}$ سانتی‌متر است. ارتفاع ستون جیوه در همان مکان چند سانتی‌متر می‌شود؟

۱) ۳۲/۵
۲) ۶۵
۳) ۱۳۰
۴) $۶۵\sqrt{۲}$

پاسخ فشارسنج هوای محیط را اندازه‌گیری می‌کند. بنابراین ارتفاع h که معرف فشار هوای محیط است تغییر نمی‌کند.

B ۳۶۱ ۴

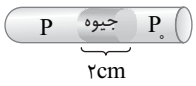
بازی با سؤال به وسیلهٔ $۲cm$ جیوه، مقداری هوا درون لولهٔ افقی محبوس شده است. هرگاه لوله را به صورت قائم در آوریم و جیوه نریزد فشار هوای محبوس شده چگونه تغییر می‌کند؟



۱) ۲ سانتی‌متر جیوه افزایش می‌یابد.
۲) ۲ سانتی‌متر جیوه کاهش می‌یابد.
۳) تغییر نمی‌کند.
۴) گزینه‌های (۱) و (۲)

پاسخ این سؤال کمی شبیه تست‌های هوش است.

بسته به اینکه لوله را چگونه به حالت قائم درآوریم دو جواب خواهیم داشت. در شکل (۱) داریم:



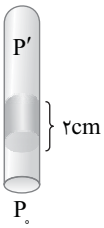
شکل (۱)

$$P = P_۰$$

در شکل (۲) دهانهٔ لوله رو به پایین است:

$$P' + P_{\text{جیوه}} = P_۰ \Rightarrow P' = P_۰ - ۲$$

بنابراین فشار گاز محبوس $۲cmHg$ کاهش می‌یابد.

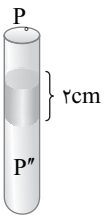


شکل (۲)

در شکل (۳) دهانهٔ لوله رو به بالا است:

$$P_۰ + P_{\text{جیوه}} = P'' \Rightarrow P'' = P_۰ + ۲$$

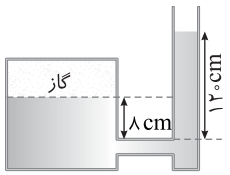
بنابراین فشار گاز محبوس $۲cmHg$ افزایش می‌یابد در نتیجه گزینهٔ (۴) درست است.



شکل (۳)

A ۳۶۴ ۴

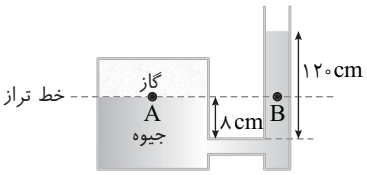
بازی با سؤال در شکل مقابل، مایع درون ظرف جیوه است. اگر فشار هوا ۷۵ سانتی‌متر جیوه باشد، فشار گاز درون محفظه چند سانتی‌متر جیوه است؟



۱) ۴۵
۲) ۸۳
۳) ۱۷۵
۴) ۱۸۷

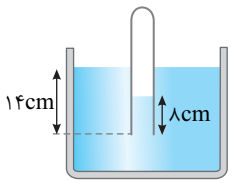
پاسخ خط تراز را رسم می‌کنیم، فشار در نقاط A و B روی خط تراز برابر است. در سمت چپ در نقطهٔ A فشار برابر فشار گاز و در سمت راست در نقطهٔ B، فشار برابر مجموع فشار هوا و فشار ستون $۱۲۰-۸=۱۱۲cm$ جیوه است، بنابراین می‌توان نوشت:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_{\text{گاز}} = P_۰ + P_{\text{جیوه}} \Rightarrow P_{\text{گاز}} = ۷۵ + ۱۱۲ = ۱۸۷cmHg$$



B ۳۶۷ ۳

بازی با سؤال مطابق شکل، دهانهٔ لولـهٔ قائمـی تا عمـق ۱۴ سـانتی‌متر درون مایعـی بـه چگالی $0/9 g/cm^3$ فـرو برده شده است. اگر ارتفاع مایع در داخل لوله ۸ سانتی‌متر باشد، فشار هوای داخل لوله چند سـانتی متـر جیـوه اسـت؟ (فشـار هـوا $76 cmHg$ و $\rho_{جیوه}=13/5 g/cm^3$ است.)



۱) ۷۵/۵ ۲) ۷۵/۶ ۳) ۷۶/۴ ۴) ۷۶/۵

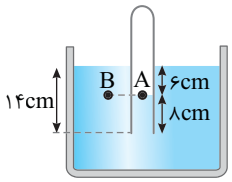
پاسخ با توجه به شـکل، سـطح مایع درون لوله از سـطح مایع درون ظرف پایین‌تر است. از این‌رو، فشار هوای درون لوله از فشار هوای بیرون بیشتر است. نقاط A و B روی یک خط تراز قرار دارند، بنابراین: $P_A=P_B \Rightarrow P_A=P_{\circ}+P_{مایع}$

فشار مایع را برحسب cmHg به‌دست می‌آوریم:

$$(\rho gh)_{مایع}=\rho_{Hg}gh_{Hg}$$

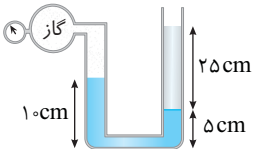
$$\Rightarrow h_{Hg}=\frac{(\rho h)_{مایع}}{\rho_{Hg}} \Rightarrow P_{مایع}=\frac{0/9\times 6}{13/5}=0/4 cmHg$$

بنابراین فشـار در نقطهٔ A (فشار گاز) برابر است با: $P_A=76+0/4=76/4 cmHg$



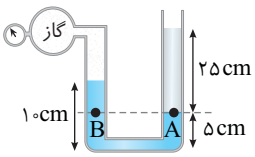
A ۳۷۶ ۱

بازی با سؤال درون لولهٔ U شـکلی که به یک مخزن محتوی گاز وصل شده است. دو مایع به چگالی $\rho_1=1200 kg/m^3$ و $\rho_2=900 g/L$ قرار دارد. فشارسـنج بوردون متصل به مخزن فشـار چند کیلوپاسـکال را نشان می‌دهد؟ $(P_{\circ}=10^5 Pa, g=10 N/kg)$



۱) ۱/۶۵
۲) ۱۰۱/۵۵۰
۳) ۱۰۴/۵۵۰
۴) ۴/۵۵۰

پاسخ می‌دانیم که در مقایسـه دو مایع، مایعی که ته‌نشین می‌شود دارای چگالی بیشتری است پس در لولهٔ سمت راست، ρ_1 مایع با ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر است. فشارسنج بوردون فشار پیمانه‌ای مخزن را اندازه می‌گیرد:



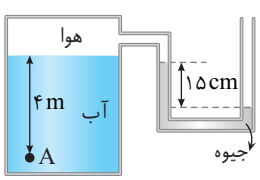
$$P_B=P_A \Rightarrow P_{مخزن}+\rho_1 g\frac{5}{100}=\rho_2 g\frac{25}{100}$$

$$P_{مخزن}+1200\times 10\times\frac{5}{100}=900\times 10\times\frac{25}{100}$$

$$P_{مخزن}=1650 Pa=1/65 kPa$$

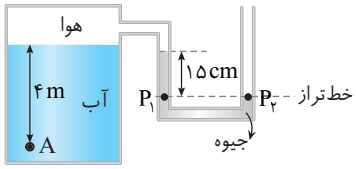
B ۳۷۹ ۲

بازی با سؤال فشـار در نقطهٔ A چند کیلوپاسـکال است؟ (چگالی آب $1000 kg/m^3$، چگالـی جیوه $13600 kg/m^3$، فشـار هـوای بیرون $10^5 Pa$ و $g=10 N/kg$ است.) تجربی - ۹۴



۱) ۷۹/۶
۲) ۱۱۹/۶
۳) ۶۸/۴
۴) ۱۲۰/۴

پاسخ ابتدا فشار هوای درون مخزن را به‌دست می‌آوریم. قطعاً فشار هوای محیط از فشـار هوای مخزن بیشتر است زیرا سـطح جیوه در سمت مخزن بالاتر است. خط تراز را می‌کشیم و فشار را در دو شاخه در خط تراز برابر قرار می‌دهیم.



$$P_1=P_2 \Rightarrow P_{مخزن}+P_{جیوه}=P_{\circ} \Rightarrow P_{مخزن}=P_{\circ}-P_{جیوه}$$

$$P_{مخزن}=P_{\circ}-\rho_{Hg}gh_{Hg} \Rightarrow P_{مخزن}=10^5-13600\times 10\times\frac{15}{100} \Rightarrow$$

$$P=100000-20400=79600 Pa$$

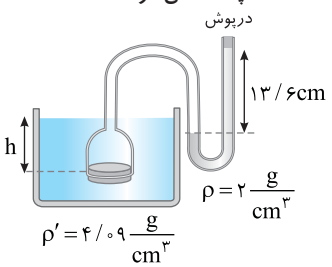
فشار در نقطهٔ A برابر مجموع فشار هوای مخزن و فشار آب است. در نتیجه:

$$P_A=P_{مخزن}+\rho_W gh_W=79600+1000\times 10\times 4=79600+40000$$

$$\Rightarrow P_A=119600 Pa=119/6 kPa$$

B ۳۹۶ ۳

بازی با سؤال در شـکل زیر نیروی وارد بـر درپوش بالایی لوله ۶۰N و سـطح مقطع لوله $20 cm^2$ اسـت و در طرف دیگر لولهٔ U شکل، پیستون سبکی مقداری هوا را در لوله محبوس کرده است. h چند سانتی‌متر است؟



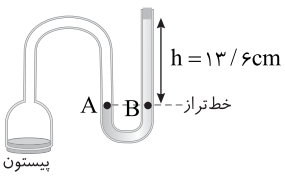
۱) ۰/۸
۲) ۰/۶
۳) ۸۰
۴) ۶۰

پاسخ ۱ ابتدا با توجه به لولهٔ U شـکل و اسـتفاده از خط تراز فشـار هوای محبوس را به‌دست می‌آوریم:

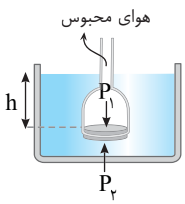
$$P_A=P_B$$

$$P_{هوای محبوس}=P_{درپوش}+P_{مایع} \Rightarrow P_{هوای محبوس}=\frac{F_{درپوش}}{A_{درپوش}}+\rho gh$$

$$P_{هوای محبوس}=2000\times 10\times\frac{13/6}{100}+\frac{60}{20\times 10^{-4}} \Rightarrow P_{هوای محبوس}=32720 Pa$$



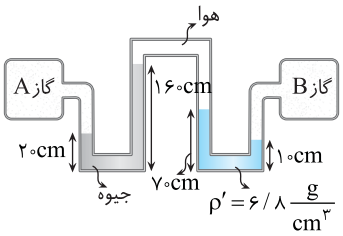
۲ فشـار هوای محبوس وارد بر پیسـتون برابر $32720 Pa$ است و از طرف مایع درون ظرف به پیستون فشاری به اندازهٔ $\rho' gh$ وارد می‌شود و چون پیستون در حال تعادل است، داریم: $P_1=P_2 \Rightarrow 32720=4090\times 10\times h \Rightarrow h=0/8 m=80 cm$



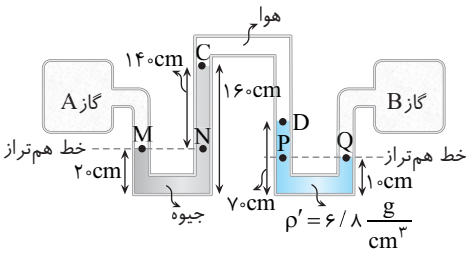
C ۳۹۹ ۱

بازی با سؤال در شکل زیر، فشار گاز مخزن B از فشار گاز مخزن A ..... سانتی‌متر جیوه ..... است. $(\rho_{\text{جیوه}}=۱۳/۶\,g/cm^۳, g=۱۰\,N/kg)$

۱) ۱۱۰، بیشتر
۲) ۱۱۰، کمتر
۳) ۵۵، بیشتر
۴) ۵۵، کمتر



پاسخ **خط فکری** فشار گاز در یک مخزن در همهٔ نقاط آن یکسان است، بنابراین فشار در نقاط C و D یکسان است. خط تراز را برای هر لوله U شکل می‌کشیم و فشار نقاط واقع بر خط‌های تراز را برابر قرار می‌دهیم.



۱ با توجه به شکل، فشار نقاط N و M برابر است.

$$P_M=P_N\Rightarrow P_{\text{گاز }A}=P_C+P_{\text{جیوه}}\Rightarrow P_{\text{گاز }A}=P_C+(۱۶۰-۲۰)=P_C+۱۴۰$$

$$P_{\text{گاز }A}=P_C+۱۴۰ \quad (I)$$

۲ برای نقاط P و Q که روی یک خط تراز قرار دارند، خواهیم داشت.

$$P_P=P_Q\Rightarrow P_D+P_{\text{مایع}}=P_{\text{گاز }B} \quad (II)$$

ارتفاع ستون مایع بالای خط تراز برابر $۷۰-۱۰=۶۰cm$ است. فشار این ستون مایع را برحسب cmHg حساب می‌کنیم.

$$\rho_{\text{مایع}}gh_{\text{مایع}}=\rho_{Hg}gh_{Hg}\Rightarrow ۶/۸\times۶۰=۱۳/۶\times h_{Hg}\Rightarrow$$

$$h_{Hg}=۳۰cm\Rightarrow P_{\text{مایع}}=۳۰cmHg$$

در رابطهٔ (II) خواهیم داشت:

$$P_D+۳۰=P_{\text{گاز }B}\Rightarrow P_{\text{گاز }B}=P_D+۳۰\xrightarrow{P_C=P_D}P_{\text{گاز }B}=P_C+۳۰ \quad (III)$$

با مقایسهٔ رابطهٔ (I) و (III) مشخص است.

$$P_{\text{گاز }A}-P_{\text{گاز }B}=P_C+۱۴۰-P_C-۳۰=۱۱۰cmHg$$

A ۴۱۳ ۳

بازی با سؤال اگر سنگ را از بیرون آب رها کنیم تا وارد آب شده و در آن فرو رود، نیروی شناوری وارد بر آن چه تغییری می‌کند؟

۱) همواره ثابت است.
۲) افزایش می‌یابد.
۳) ابتدا افزایش و سپس ثابت
۴) هر سه گزینه ممکن است.

پاسخ وقتی سنگ روی سطح آب شروع به پایین رفتن می‌کند هر چه بیشتر در آب فرو می‌رود، نیروی شناوری وارد بر آن افزایش می‌یابد تا لحظه‌ای که به طور کامل در آب فرو می‌رود از آن لحظه به بعد با پایان رفتن سنگ درون آب، نیروی شناوری ثابت می‌ماند.

B ۴۱۵

بازی با سؤال نیروی شناوری وارد بر قایق چگونه تغییر می‌کند؟

پاسخ جسم روی سطح آب شناور است و نیروی وزن با نیروی شناوری برابر است. با انداختن توپ بولینگ در آب، نیروی وزن قایق کمتر می‌شود و همچنان قایق بر سطح آب شناور است پس نیروی شناوری وارد بر قایق کمتر می‌شود.

B ۴۱۶ ۱

بازی با سؤال تکه چوبی در آب شناور می‌ماند، به‌طوری که نیمی از حجم آن زیر سطح آب قرار می‌گیرد. اگر همین تکه چوب در نفت شناور شود، چه کسری از حجم آن زیر سطح نفت قرار می‌گیرد؟

$(\rho_O=۰/۸g/cm^۳, \rho_W=۱g/cm^۳)$

۱) بیش از نصف
۲) نصف
۳) کمتر از نصف
۴) پاسخ به شکل تکه چوب بستگی دارد.

پاسخ **خط فکری** هرچه چگالی مایع کمتر باشد، فرورفتگی یک جسم شناور در آن مایع بیشتر می‌شود.

چگالی نفت کمتر از چگالی آب است، از این‌رو میزان فرورفتگی چوب در نفت بیشتر از آب است. با توجه به فرض مسئله نصف حجم چوب در آب فرو رفته است، بنابراین بیش از نصف حجم چوب در نفت فرو می‌رود.

B ۴۱۷ ۲

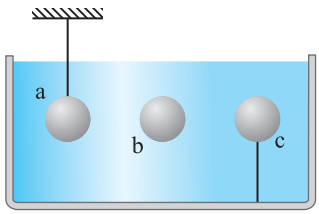
بازی با سؤال اگر نیروی شناوری وارد بر دو جسم برابر و حجم جسم A بیشتر از حجم B باشد، چگالی A و B را با هم مقایسه کنید؟

۱) $\rho_{\text{مایع}}<\rho_A=\rho_B$
۲) $\rho_A<\rho_B<\rho_{\text{مایع}}$
۳) $\rho_B<\rho_A<\rho_{\text{مایع}}$
۴) $\rho_{\text{مایع}}<\rho_A<\rho_B$

پاسخ با برابر بودن نیروی شناوری با توجه به حل سؤال اصلی، جرم دو جسم برابر است و چون حجم A بیشتر است $(\rho=\frac{m}{V})$، چگالی A کمتر از چگالی B است.

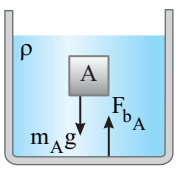
B ۴۱۸ ۲

بازی با سؤال در شکل زیر سه جسم a، b و c جرم برابر دارند و هر سه در یک مایع فرو رفته‌اند. جسم a از یک ریسمان کشیده شده آویزان است و جسم c نیز به یک ریسمان کشیده شده متصل است و هر سه جسم در تعادل‌اند. اگر نیروی شناوری وارد بر آن‌ها به‌ترتیب F_{b_a}، F_{b_b} و F_{b_c} باشد، کدام گزینه درست است؟



۱) $F_{b_a}=F_{b_b}=F_{b_c}$
۲) $F_{b_a}<F_{b_b}<F_{b_c}$
۳) $F_{b_a}>F_{b_b}=F_{b_c}$
۴) $F_{b_a}=F_{b_b}>F_{b_c}$

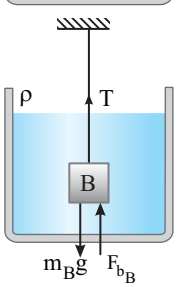
پاسخ **خط فکری** توجه کنید برای حالتی که جسم درون مایع قرار دارد سه حالت ممکن است.



۱ چگالی جسم با چگالی مایع برابر باشد $(\rho_A=\rho)$.

در این صورت نیروی وزن برابر نیروی شناوری است.

$$m_Ag=F_{b_A}$$



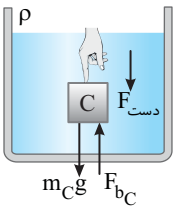
۲ چگالی جسم از چگالی مایع بزرگ‌تر باشد $(\rho_B>\rho)$.

در این حالت برای آنکه جسم درون مایع سقوط نکند، باید نیرویی مانند نیروی ریسمان (T) به کمک نیروی شناوری بیاید.

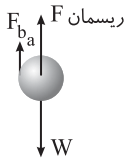
$$F_{b_B}+T=m_Bg$$

۳ چگالی جسم از چگالی مایع کمتر باشد $(\rho_C < \rho)$.

در این حالت نیروی شناوی از نیروی وزن بزرگ‌تر است و جسم را رو به بالا می‌راند و باید نیروی رو به پایینی (مثلاً با نیروی دست) جسم را درون مایع نگه داشت. $F_{دست} + m_C g = F_{b_C}$



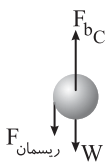
جسم a در تعادل است. بر جسم a نیروی وزن رو به پایین و نیروی شناوری و نیروی ریسمان رو به بالا وارد می‌شود، بنابراین نیروی شناوری وارد بر a از وزن a کمتر است.



$F_{b_a} < W$

جسم b در تعادل است و بر آن نیروی شناوری و نیروی وزن وارد می‌شود که این دو نیرو باید با هم برابر باشند تا جسم b درون مایع در تعادل باشد. $F_{b_b} = W$

بر جسم c نیروی وزن و نیروی ریسمان رو به پایین و F_{b_c} رو به بالا وارد می‌شود، بنابراین F_{b_c} باید با مجموع W و $F_{ریسمان}$ برابر شود تا جسم در تعادل بماند بنابراین $F_{b_c} > W$ خواهد بود.



دقت کنید جرم هر سه جسم برابر، یعنی وزن هر سه جسم برابر است، بنابراین خواهیم داشت:

$F_{b_a} < F_{b_b} < F_{b_c}$

B ۴۲۵ ۴

بازی با سؤال ظرفی استوانه‌ای‌شکل، حاوی آب روی سطح افقی قرار دارد. اگر جسمی درون مایع غوطه‌ور شود، افزایش نیروی وارد بر کف ظرف برابر است با:

۱) صفر ۲) وزن جسم

۳) نیروی شناوری وارد بر جسم ۴) گزینهٔ (۲) و (۳) درست است.

پاسخ ۱ جسم غوطه‌ور بوده و نیروی شناوری و نیروی وزن وارد بر جسم با هم برابر است.

۲ مایع به جسم نیروی شناوری رو به بالا و جسم به مایع نیروی شناوری رو به پایین وارد می‌کند، پس به اندازهٔ نیروی شناوری بر نیروی وارد بر کف ظرف اضافه می‌شود.

با توجه به دو مورد ذکر شده، گزینهٔ (۴) درست است.

A ۴۲۸ ۱

بازی با سؤال با توجه به شکل زیر و متلاطم بودن جریان در مقطع (۱)، نوع جریان در مقطع (۲) چگونه می‌تواند باشد؟

۱) جریان در قسمت (۲) الزاماً متلاطم است.

۲) جریان در قسمت (۲) می‌تواند لایه‌ای باشد.

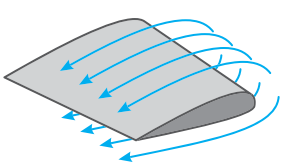
۳) جریان در قسمت (۲) می‌تواند متلاطم باشد.

۴) گزینه‌های (۲) و (۳) درست است.

پاسخ چون در قسمت (۲) سرعت شاره افزایش می‌یابد، پس جریان به سمت متلاطم‌تر شدن پیش می‌رود، پس ممکن نیست جریان در قسمت (۲) لایه‌ای شود و الزاماً جریان در قسمت (۲) متلاطم است.

B ۴۳۱ ۱

بازی با سؤال شکل روبه‌رو بال هواپیما را نشان می‌دهد، اگر جریان تند هوا در زیر بال و جریان آرام هوا بالای بال باشد، کدام گزینه درست است؟



۱) نیروی خالص وارد بر بال توسط هوا به سمت پایین است.

۲) نیروی خالص وارد بر بال توسط هوا به سمت بالا است.

۳) نیروی خالص وارد بر بال توسط هوا افقی است.

۴) هر سه حالت ممکن است.

پاسخ جریان تند هوا در زیر بال است، پس فشار در زیر بال کمتر از فشار در بالای بال است، چون فشار بیشتر در بالای بال هواپیما است، بنابراین هواپیما به سمت پایین حرکت می‌کند.

A ۴۳۳ ۳

بازی با سؤال وقتی شیر آب را کمی باز می‌کنیم، آب به آرامی جریان پیدا می‌کند و مشاهده می‌شود که باریکه آب با نزدیک شدن به زمین باریک‌تر می‌شود. دلیل این موضوع آن است که .....

۱) نیروی هم‌چسبی مولکول‌های آب، با نزدیک‌تر شدن به زمین کمتر می‌شود.

۲) نیروی هم‌چسبی مولکول‌های آب، با نزدیک‌تر شدن به زمین زیادتر می‌شود.

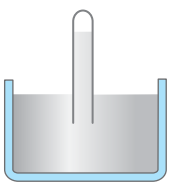
۳) تندی جریان آب، با نزدیک‌تر شدن به زمین زیادتر می‌شود.

۴) نیروی جاذبهٔ زمین در نزدیکی سطح زمین بیشتر است.

پاسخ با پایین آمدن باریکه آب، تندی آن افزایش می‌یابد، پس طبق اصل برنولی با افزایش تندی، سطح مقطع کاهش می‌یابد.

B ۴۳۵ ۱

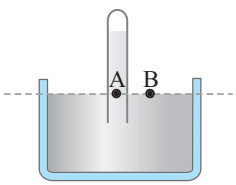
بازی با سؤال در شکل روبه‌رو یک لولهٔ آزمایش را درون ظرف حاوی مایع به‌صورت وارون قرار داده‌ایم و مایع درون لوله در حال تعادل است. اگر بالای ظرف و به موازات سطح مایع با یک دمندهٔ قوی به شدت بدمیم، ارتفاع مایع درون لوله چگونه تغییر می‌کند؟



۱) کاهش می‌یابد. ۲) افزایش می‌یابد.

۳) تغییری نمی‌کند. ۴) اظهارنظر قطعی نمی‌توان کرد.

پاسخ فشار نقطهٔ A و B روی خط تراز با هم برابر است. فشار در نقطهٔ B برابر فشار هوا و فشار در نقطهٔ A برابر فشار گاز محبوس در انتهای لوله و فشار ستون مایع بالای این نقطه است.



با دمیدن و افزایش تندی جریان هوای بالای سطح مایع، فشار هوا کاهش می‌یابد. با کاهش فشار هوا فشار در نقطهٔ B کاهش یافته، بنابراین فشار در نقطهٔ A نیز باید کاهش یابد درنتیجه ارتفاع مایع درون لوله کاهش می‌یابد.

A ۴۴۰ ۱

بازی با سؤال آهنگ شارش حجمی شاره در یک لوله برابر $۳۷/۵ L/s$ است. اگر قطر سطح مقطع لوله $۱۰cm$ باشد، تندی جریان شاره در لوله چند m/s است؟ $(\pi = ۳)$

۱) ۵ ۲) ۲/۵ ۳) ۶/۲۵ ۴) ۱۰

پاسخ آهنگ شارش حجمی شاره را برحسب $m^۳/s$ حساب می‌کنیم.

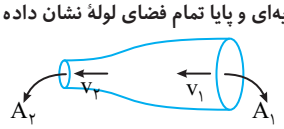
$$۳۷/۵\frac{L}{s} = ۳۷/۵\frac{L}{s} \times \frac{۱۰^{-۳} m^۳}{۱ L} = ۳/۷۵ \times ۱۰^{-۲} m^۳/s$$

آهنگ شارش حجمی شاره برابر است با:

$$Av = ۳/۷۵ \times ۱۰^{-۲} \Rightarrow \pi(\frac{۱۰}{۲})^۲ \times ۱۰^{-۴} \times v = ۳/۷۵ \times ۱۰^{-۲} \Rightarrow v = ۵ m/s$$

A ۴۴۱ ۳

بازی با سؤال شاره‌ای با جریان لایه‌ای و پایا تمام فضای لولهٔ نشان داده شده در شکل را پر کرده است. شعاع سطح مقطع در قسمت بزرگ‌تر لوله $r_۱ = ۴cm$ و شعاع سطح مقطع کوچک‌تر $r_۲ = ۱/۵cm$ است. اگر تندی شاره در عبور از سطح بزرگ‌تر $۹cm/s$ باشد، تندی شاره در عبور از سطح کوچک‌تر چند سانتی‌متر بر ثانیه خواهد بود؟



۱) ۱۶ ۲) ۳۲ ۳) ۶۴ ۴) ۴

پاسخ با توجه به معادله پیوستگی می‌توان نوشت:

$$A_1v_1=A_2v_2\Rightarrow \pi r_1^2v_1=\pi r_2^2v_2\Rightarrow$$
$$16\times 9=2/25\times v_2\Rightarrow v_2=16\times 4=64\,cm/s$$

A ۱ ۴۴۴

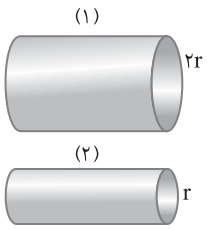
بازی با سؤال در شکل زیر به علت تشکیل رسوب در لوله، مساحت سطح قسمتی از لوله ۲۰ درصد کاهش یافته است. اگر درون لوله شاره‌ای پایا و لایه‌ای برقرار باشد، آهنگ شارش حجمی شاره در قسمت بدون رسوب چند برابر قسمت رسوب کرده است؟

۱) ۱ ۲) ۱/۲
۳) ۱/۴۴ ۴) ۰/۸

پاسخ هرگاه شارهٔ درون لوله هنگام حرکت تمام فضای لوله را پر کند و حرکت آن یکنواخت و لایه‌ای باشد، آهنگ شارش حجمی شاره در آن ثابت است، بنابراین در قسمت بدون رسوب و قسمت دارای رسوب، آهنگ شارش حجمی شاره برابر است.

B ۲ ۴۴۷

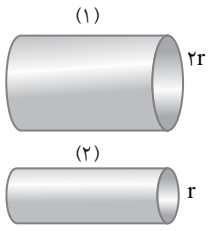
بازی با سؤال در شکل روبه‌رو دو لوله با شعاع‌های مختلف داریم و تندی جریان آب در لولهٔ (۱) نصف تندی جریان آب در لولهٔ (۲) است. اگر مقدار آب خارج شده از لولهٔ (۱) در مدت زمان t_1 برابر مقدار آب خارج شده از لولهٔ (۲) در مدت t_2 باشد، $\frac{t_2}{t_1}$ برابر کدام گزینه است؟



۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ **خط فکری** آب در مدت t با تندی v به اندازهٔ $L=vt$ جابه‌جا می‌شود و حجم آب خروجی در مدت t برابر $V=AL$ است که در آن A مساحت سطح مقطع لوله است. بنابراین مقدار آب خارج شده از لوله‌ای به سطح مقطع A برابر $V=Avt$ خواهد شد.

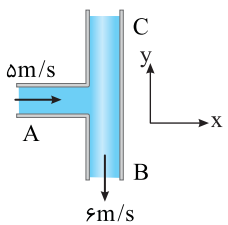
در فرض مسئله، مقدار آب خارج شده از دو لوله یکسان است. با توجه به خط فکری بیان شده



$$V_1=V_2\Rightarrow A_1v_1t_1=A_2v_2t_2\xrightarrow{v_1=\frac{1}{2}v_2}$$
$$\pi(2r)^2(\tfrac{1}{2}v_2)t_1=\pi(r^2)v_2t_2\Rightarrow\frac{t_2}{t_1}=2$$

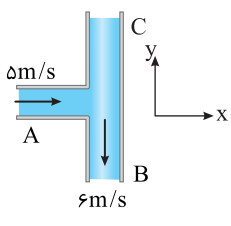
B ۱ ۴۴۸

بازی با سؤال در یک لولهٔ سه راهه افقی که سطح مقطع سه شاخهٔ آن یکسان است آب جریان دارد. سرعت در مقطع C در SI کدام است؟



۱) $-1\vec{j}$ ۲) $+1\vec{j}$
۳) $-2\vec{j}$ ۴) $+2\vec{j}$

پاسخ بنا به پایستگی جرم، آهنگ شارش حجمی آب باید ثابت بماند. از طرفی مساحت سطح مقطع سه لوله یکسان است $(A_A=A_B=A_C)$ و با توجه به شکل



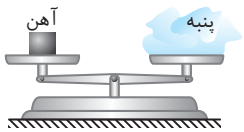
$$v_A<v_B\xrightarrow{A_A=A_B}v_AA_A<v_BA_B$$

یعنی آهنگ مایع ورودی به A از آهنگ مایع خروجی از B کمتر است و باید از قسمت C آب وارد شود و جریان آب C رو به پایین وخلاف جهت محور yها باشد. برای ثابت ماندن آهنگ شارش حجمی آب باید مجموع آب ورودی به قسمت A و آب ورودی به قسمت C با آب خروجی از قسمت B برابر باشد و بنا به معادلهٔ پیوستگی خواهیم داشت:

$$A_Av_A+A_Cv_C=A_Bv_B\Rightarrow 5+v_C=6\Rightarrow v_C=1\,m/s$$

C ۳ ۴۵۳

بازی با سؤال مقداری پنبه و مقداری آهن در دو کفهٔ ترازو قرار دارند و ترازو در تعادل است. نیروی گرانش وارد بر .....



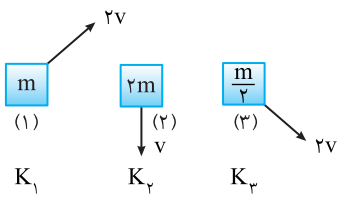
۱) پنبه و آهن برابر است.
۲) پنبه از آهن کمتر است.
۳) پنبه از آهن بیشتر است.
۴) اظهارنظر قطعی نمی‌توان کرد.

پاسخ حجم پنبه از آهن بسیار بیشتر است و هوای بیشتری را جابه‌جا می‌کند، بنابراین نیروی شناوری که توسط هوا بر پنبه وارد می‌شود از نیروی شناوری که توسط هوا بر آهن وارد می‌شود، بزرگ‌تر است. پنبه و آهن در تعادل هستند، بنابراین نیروی وزن پنبه باید از نیروی وزن آهن بزرگ‌تر باشد و پنبه جرم بیشتری دارد.

فصل سوم

A ۴۶۲ | ۳

بازی با سؤال در کدام گزینه انرژی جنبشی اجسام زیر به‌درستی مقایسه شده است؟



۱) $K_۲<K_۳<K_۱$

۲) $K_۳<K_۲<K_۱$

۳) $K_۳=K_۲<K_۱$

۴) $K_۳=K_۲=K_۱$

پاسخ انرژی جنبشی هر جسم را به‌دست می‌آوریم و با هم مقایسه می‌کنیم.

(۱) جسم: $K_۱=\frac{۱}{۲}m(۲v)^۲\Rightarrow K_۱=۲mv^۲$

(۲) جسم: $K_۲=\frac{۱}{۲}(۲m)v^۲\Rightarrow K_۲=mv^۲ \quad \Rightarrow K_۳=K_۲<K_۱$

(۳) جسم: $K_۳=\frac{۱}{۲}(\frac{m}{۲})(۲v)^۲\Rightarrow K_۳=mv^۲$

A ۴۷۰ | ۴

بازی با سؤال نسبت انرژی جنبشی جسمی به جرم $m_۱$ که با تندی $v_۱$ در حرکت است، به انرژی جنبشی جسم دیگری که جرم آن $۲m_۱$ و تندی‌اش $\frac{۱}{۲}v_۱$ است، چقدر است؟ کنکور دهه‌های گذشته

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) ۱ ۴) ۲

پاسخ باید انرژی جنبشی جسم اول را بر انرژی جنبشی جسم دوم تقسیم کنیم:

$$\frac{K_۱}{K_۲}=\frac{\frac{۱}{۲}m_۱v_۱^۲}{\frac{۱}{۲}m_۲v_۲^۲}\xrightarrow[v_۲=\frac{۱}{۲}v_۱]{m_۲=۲m_۱}\frac{K_۱}{K_۲}=\frac{m_۱v_۱^۲}{۲m_۱(\frac{۱}{۲}v_۱)^۲}=\frac{v_۱^۲}{۲\times\frac{۱}{۴}v_۱^۲}=۲$$

A ۴۷۴ | ۲

بازی با سؤال جسمی با سرعت $v_۱$ در حرکت است. اگر به سرعت آن $۶m/s$ افزوده شود، انرژی جنبشی آن ۲۱٪ افزایش می‌یابد، $v_۱$ چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۳۰ ۲) ۶۰ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

پاسخ با توجه به فرض مسأله می‌توان نوشت:

$$K_۲=K_۱+\frac{۲۱}{۱۰۰}K_۱\Rightarrow K_۲=۱/۲۱K_۱\Rightarrow\frac{۱}{۲}m(v_۱+۶)^۲=۱/۲۱(\frac{۱}{۲}mv_۱^۲)$$

$$\Rightarrow v_۱+۶=۱/۱v_۱\Rightarrow ۰/۱v_۱=۶\Rightarrow v_۱=۶۰m/s$$

A ۵۱۴ | ۱

بازی با سؤال نیروی $\vec{F}=(۳۰N)\vec{i}+(۴۰N)\vec{j}$ به جسمی به جرم $۵kg$ وارد می‌شود و آن را روی سطح افقی به‌اندازهٔ $\Delta\vec{x}=(۶m)\vec{i}$ جابه‌جا می‌کند. کار نیروی $\vec{F}$ در این جابه‌جایی چند ژول است؟ خارج ریاضی - ۹۳

۱) ۱۸۰ ۲) ۲۴۰ ۳) ۳۰۰ ۴) ۴۲۰

پاسخ **خط فکری** هرگاه بردار نیرو $\vec{F}$ و بردار جابه‌جایی $\vec{d}$ برحسب بردارهای یکه $\vec{i}$ و $\vec{j}$ بیان شود و کار نیروی $\vec{F}$ در جابه‌جایی $\vec{d}$ از شما خواسته شود، باید این‌گونه عمل کنید: مؤلفهٔ F_x که عمود بر d_y است $(\theta=۹۰^\circ)$ بنابراین کار این مؤلفه در امتداد محور yها صفر است و تنها در امتداد محور xها کار انجام می‌دهد و مؤلفهٔ F_y نیز که عمود بر امتداد d_x است، کارش در این امتداد صفر است و تنها در امتداد d_y کار انجام می‌دهد،

بنابراین کار $\vec{F}=F_x\vec{i}+F_y\vec{j}$ در جابه‌جایی $\vec{d}=d_x\vec{i}+d_y\vec{j}$ برابر است با:

$$W_F=F_xd_x+F_yd_y$$

برای یافتن کار نیروی $\vec{F}=۳۰\vec{i}+۴۰\vec{j}$ در جابه‌جایی $\Delta\vec{x}=۶\vec{i}$ باید بنویسیم:

کار مؤلفهٔ قائم نیروی $\vec{F}=۳۰\vec{i}+۴۰\vec{j}$ در امتداد محور xها صفر است.

$$W_y=Fd\cos\theta\xrightarrow{\theta=۹۰^\circ}W_y=۰$$

حال کار نیروی مؤلفه x را به‌دست می‌آوریم:

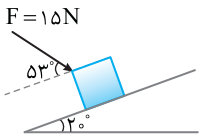
$$W_x=Fd\cos\theta\Rightarrow W_x=۳۰\times۶=۱۸۰J$$

البته از همان ابتدا می‌توانستید بنویسید:

$$W_F=F_xd_x+F_yd_y\xrightarrow{d_y=۰}W_F=۳۰\times۶+۰=۱۸۰J$$

B ۵۲۴ | ۱

بازی با سؤال جسمی را از پایین سطح شیبداری مطابق شکل با نیروی $F=۱۵N$ بالا می‌بریم. در بازه‌ای که جسم ۲ متر جابه‌جا می‌شود، کار نیروی F چند ژول است؟

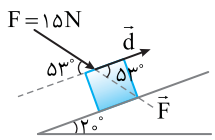


۱) ۱۸

۲) ۱/۸

۳) ۲۰

۴) ۲۴



پاسخ

$$W=Fd\cos۵۳^\circ\Rightarrow W=۱۵\times۲\times۰/۶=۱۸J$$

C ۵۴۱ | ۲

بازی با سؤال در صفحهٔ xoy بر جسمی که بردار جابه‌جایی آن به صورت $\vec{d}=۵\vec{i}+۴\vec{j}$ است، نیروی $\vec{F}=\alpha\vec{i}+۵\vec{j}$ وارد شده است. اگر کار این نیرو در این جابه‌جایی، سه برابر کار آن در جابه‌جایی روی محور xها باشد، α کدام است؟ (تمامی واحدها در دستگاه اندازه‌گیری SI می‌باشند.)

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ ابتدا کار نیروی $\vec{F}$ را در جابه‌جایی روی هر یک از محورهای x و y به صورت جدا محاسبه می‌کنیم. با توجه به عمود بودن مؤلفه‌های x و y داریم:

$$W_x=F_xx\Rightarrow W_x=۵\alpha J,\ W_y=F_yy\Rightarrow W_y=۵\times۴=۲۰J$$

کار یک کمیت نرده‌ای است، بنابراین کل کار نیروی $\vec{F}$ در جابه‌جایی $\vec{d}$ برابر است با:

$$W_t=W_x+W_y\Rightarrow W_t=(۵\alpha+۲۰)J$$

با توجه به صورت سؤال داریم:

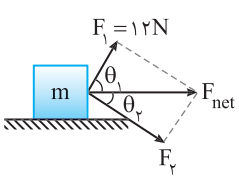
$$W_t=۳W_x\Rightarrow ۵\alpha+۲۰=۳\times۵\alpha\Rightarrow\alpha=۲N$$

B ۵۴۵ | ۳

بازی با سؤال بر جسم ساکنی که روی سطح افقی بدون اصطکاک قرار دارد، دو نیروی افقی عمود بر هم $|\vec{F}_۱|=۱۲N$ و $\vec{F}_۲$ وارد می‌شود. اگر در یک جابه‌جایی معین کار نیروی $\vec{F}_۱$، ۹ برابر کار نیروی $\vec{F}_۲$ باشد، بزرگی نیروی $\vec{F}_۲$ چند نیوتون است؟

۱) ۳۶ ۲) $\frac{۴}{۳}$ ۳) ۴ ۴) ۶

پاسخ جسم ساکن در جهت نیروی خالص به حرکت درمی‌آید. نسبت به $F_۱$ خواهد شد:



(۱) $\tan\theta_۱=\frac{F_۲}{F_۱}$

کار نیروهای F_1 و F_2 خواهد شد:

$$W=Fd\cos\theta\Rightarrow\begin{cases}W_1=F_1d\cos\theta_1\\W_2=F_2d\cos\theta_2\end{cases}\Rightarrow\frac{W_2}{W_1}=\frac{F_2}{F_1}\times\frac{\cos\theta_2}{\cos\theta_1}$$

$$\xrightarrow{\theta_1+\theta_2=90^\circ\Rightarrow\cos\theta_2=\sin\theta_1}\frac{W_2}{W_1}=\frac{F_2}{F_1}\times\frac{\sin\theta_1}{\cos\theta_1}=\frac{F_2}{F_1}\times\tan\theta_1$$

$$\xrightarrow{(1)}\frac{W_2}{W_1}=\frac{F_2}{F_1}\times\frac{F_2}{F_1}\Rightarrow\frac{W_2}{W_1}=(\frac{F_2}{F_1})^2$$

$$\xrightarrow[F_1=12N]{\frac{W_2}{W_1}=\frac{1}{9}}\frac{1}{9}=(\frac{F_2}{12})^2\Rightarrow\frac{1}{3}=\frac{F_2}{12}\Rightarrow F_2=4N$$

B ۴ ۵۶۰

بازی با سؤال جسمی با سرعت $8m/s$ در جهت مثبت محور xها حرکت می‌کند و انرژی جنبشی آن $64J$ است. پس از مدتی سرعت این جسم تغییر می‌کند و در جهت منفی محور xها به $16m/s$ می‌رسد. کار کل وارد بر جسم در این مدت چند ژول است؟

۱) ۱۲۸ ۲) −۱۹۲ ۳) −۱۲۸ ۴) ۱۹۲

پاسخ کار کل بنا بر قضیه کار و انرژی جنبشی خواهد شد:

$$K_1=\frac{1}{2}mv_1^2\Rightarrow64=\frac{1}{2}\times m\times64\Rightarrow m=2kg$$

$$W_t=K_2-K_1\Rightarrow W=\frac{1}{2}\times2\times((16)^2-64)\Rightarrow W=256-64\Rightarrow W=192J$$

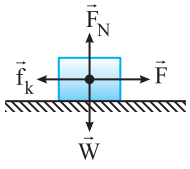
B ۴ ۵۶۲

بازی با سؤال جسمی به جرم $2kg$ روی سطح افقی ساکن است و تحت تأثیر نیروی افقی $20N$ شروع به حرکت می‌کند و تندی‌اش پس از طی مسافت ۵ متر به $8m/s$ می‌رسد. نیروی اصطکاک جسم با سطح چند نیوتون است؟ $(g=10m/s^2)$

۱) ۹ ۲) صفر

۳) ۳/۶ ۴) ۷/۲

پاسخ بنا بر قضیهٔ کار و انرژی جنبشی، کار کل برابر با تغییر انرژی جنبشی است، بنابراین:



$$W_t=\Delta K\xrightarrow[W_{F_N}=W_W=0]{W_f=-f_kd,\ W_F=Fd}$$

$$(F-f_k)d=\frac{1}{2}mv^2-0$$

$$\Rightarrow(20-f_k)\times5=\frac{1}{2}\times2\times64\Rightarrow f_K=7/2N$$

B ۲ ۵۶۹

بازی با سؤال مکعبی به جرم $2kg$ روی سطح افقی با تندی اولیه v_0 پرتاب می‌شود. در لحظه‌ای که کار نیروی اصطکاک به ۲۴ ژول می‌رسد، تندی جسم $4m/s$ کمتر از تندی اولیهٔ آن است. v_0 چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۴ ۲) ۵ ۳) ۳ ۴) ۲/۵

پاسخ **خط فکری** کار کل وارد بر جسم برابر مجموع جبری کار تک تک نیروهای وارد بر جسم است. در اینجا کار نیروی وزن و کار نیروی عمودی سطح که بر سطح افقی عمود هستند صفر است و کار کل همان کار نیروی اصطکاک است. بنا به قضیه کار و انرژی جنبشی کار کل برابر تغییر انرژی جنبشی است. البته دقت کنید که کار کل برابر $-24J$ است.

$$W_F=W_t=\Delta K\Rightarrow-24=\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_1^2$$

$$\xrightarrow[v_2=v_0-4,\ v_1=v_0]{m=2kg}-24=\frac{1}{2}\times2(v_0-4)^2-\frac{1}{2}\times2v_0^2$$

$$-24=v_0^2-8v_0+16-v_0^2\Rightarrow8v_0=40\Rightarrow v_0=5m/s$$

B ۳ ۵۷۲

بازی با سؤال در سؤال اصلی جابه‌جایی جسم از ابتدا تا انتهای حرکت چند متر است؟

۱) ۵ ۲) ۲۰ ۳) ۲۵ ۴) ۱۵

پاسخ یک راه‌حل همان راه‌حل مسئله قبل است و کافی است $20m$ و $5m$ را باهم جمع کنید و عدد $25m$ را به‌دست بیاورید.

اما راه‌حل دیگر این است که در ابتدا و انتهای مسیر تندی صفر است بنابراین:

$$W_t=\Delta K\xrightarrow{\Delta K=0}W_t=0\Rightarrow W_F+W_{f_k}=0$$

برای نیروی F جابه‌جایی $5m$ است اما در کل جابه‌جایی نیروی f_k بر جسم وارد می‌شود بنابراین:

$$Fd-f_kd_{کل}\Rightarrow20\times5-4d_{کل}=0\Rightarrow d_{کل}=25m$$

B ۲ ۵۷۶

بازی با سؤال جسمی به جرم ۱۶۰۰ گرم فقط تحت تأثیر سه نیروی $\vec{F}_1$، $\vec{F}_2$ و $\vec{F}_3$ قرار گرفته و در ۲۰ متر جابه‌جایی، تندی آن از $36km/h$ به $72km/h$ می‌رسد. اگر کار نیروی $\vec{F}_1$ در این جابه‌جایی معادل $60J$ باشد، کار برایند نیروهای $\vec{F}_2$ و $\vec{F}_3$ در همین جابه‌جایی چند ژول است؟

۱) ۳۰۰ ۲) ۱۸۰

۳) ۲۴۰ ۴) ۱۲۰

پاسخ تندی‌ها را برحسب m/s به‌دست می‌آوریم:

$$v_1=36\frac{km}{h}=\frac{36}{3/6}=10\frac{m}{s},\ v_2=72\frac{km}{h}=\frac{72}{3/6}=20\frac{m}{s}$$

تغییر انرژی جنبشی جسم را حساب می‌کنیم:

$$\Delta K=K_2-K_1\Rightarrow\Delta K=\frac{1}{2}mv_2^2-\frac{1}{2}mv_1^2$$

$$\Rightarrow\Delta K=\frac{1}{2}\times1/6\times(20^2-10^2)=0/8\times300=240J$$

بنا به قضیه کار و انرژی جنبشی خواهیم داشت:

$$W_t=\Delta K\Rightarrow W_{F_1}+W_{F_{23}}=\Delta K\Rightarrow60+W_{F_{23}}=240$$

$$\Rightarrow W_{F_{23}}=180J$$

B ۳ ۵۷۸

بازی با سؤال دو نیروی عمود برهم F_1 و $F_2=30N$ بر جسم ساکن ۵ کیلوگرمی وارد می‌شوند. تندی جسم پس از ۱۰ متر جابه‌جایی برابر $10\sqrt{2}m/s$ می‌شود. F_1 چند نیوتون است؟

۱) ۵۰ ۲) ۳۰ ۳) ۴۰ ۴) ۴۵

پاسخ جسم از حال سکون در جهت برایند نیروها شروع به حرکت می‌کند. پس جابه‌جایی و برایند نیروها هم‌راستا هستند.

$$W_F=\Delta K\Rightarrow F\times10=\frac{1}{2}\times5\times(200-0)\Rightarrow F=50N$$

F برایند دو نیروی عمود برهم F_1 و F_2 است، در نتیجه:

$$F=\sqrt{F_1^2+F_2^2}\Rightarrow F^2=F_1^2+F_2^2\Rightarrow2500=F_1^2+900\Rightarrow F_1^2=1600$$

$$\Rightarrow F_1=40N$$

B ۲ ۵۸۲

بازی با سؤال چتربازی از ارتفاع ۸۰۰ متری از حال سکون رها می‌شود. جرم چترباز همراه چترش $80kg$ است. اگر چترباز با تندی $5m/s$ به زمین برسد کار نیروی مقاومت هوا در مسیر سقوط چند کیلوژول است؟ $(g=10N/kg)$

۱) −۶۲۹ ۲) −۶۳۹ ۳) -629×10^3 ۴) 639×10^3

پاسخ با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$W_{کل}=\Delta K\Rightarrow W_{mg}+W_{f_D}=\Delta K\Rightarrow mgh+W_{f_D}=\frac{1}{2}m(v_2^2-v_1^2)$$

$$\xrightarrow[v_1=0]{v_2=5m/s} 800\times10\times800+W_{f_D}=40\times25$$

$$64\times10^4+W_f=1000\Rightarrow W_f=-639000=-639kJ$$

A ۶۰۰ | ۲

بازی با سؤال ماهواره‌ای به جرم $500kg$ با تندی $3m/s$ در فاصلهٔ $7200km$ از مرکز زمین به گرد زمین می‌چرخد، در مدتی که ماهواره نیم دور به گرد زمین می‌چرخد، انرژی جنبشی آن چند ژول می‌شود؟ از کتاب درسی

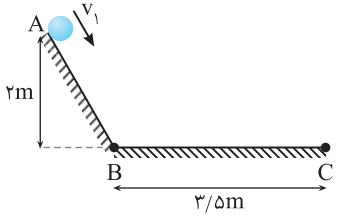
۱) صفر ۲) ۲۲۵۰ ۳) ۴۵۰۰ ۴) 4500π

پاسخ تنها نیروی وارد بر ماهواره در طول مسیر حرکت، نیروی گرانشی است که بر مسیر حرکت عمود بوده و کار این نیرو صفر است. از این‌رو بنا به قضیه کار و انرژی جنبشی، انرژی جنبشی تغییر نمی‌کند و برابر است با:

$$K=\frac{1}{2}mv^2\Rightarrow K=\frac{1}{2}\times500\times3^2\Rightarrow K=2250J$$

A ۶۰۵ | ۱

بازی با سؤال مطابق شکل زیر، گلوله‌ای به جرم $1kg$ با تندی اولیهٔ v_1 از نقطهٔ A شروع به حرکت می‌کند و مماس بر مسیر بدون اصطکاک AB با تندی $7m/s$ به نقطه B می‌رسد و پس از طی مسافت $3/5$ متر در مسیر افقی، در نقطهٔ C می‌ایستد. کار کل انجام شده روی گلوله چند ژول است؟ $(g=10\frac{m}{s^2})$



۱) $-4/5$
۲) $4/5$
۳) ۹
۴) -9

پاسخ در مسیر A تا B تنها نیروی وزن به گلوله وارد می‌شود:

$$W_{AB}=mgh\Rightarrow W_{AB}=1\times10\times2=20J$$

در مسیر B تا C تندی گلوله از $7m/s$ به صفر می‌رسد:

$$W_{BC}=\Delta K\Rightarrow W_{BC}=\frac{1}{2}m(v_C^2-v_B^2)\Rightarrow W_{BC}=\frac{1}{2}\times1\times(-49)=-\frac{49}{2}J$$

کار کل در مسیر ABC برابر است با:

$$W_t=W_{AB}+W_{BC}\Rightarrow W_t=20+(\frac{-49}{2})=-\frac{9}{2}J=-4/5J$$

A ۶۲۹ | ۱

بازی با سؤال سنگی به جرم $1kg$ از ارتفاع ۱۰ متری سطح زمین، با تندی $20m/s$ به طرف بالا پرتاب شده و با تندی $22m/s$ به زمین می‌رسد، تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی آن در طول این حرکت چند برابر کار نیروی وزن است؟ $(g=10m/s^2)$

۱) -1 ۲) ۲ ۳) -2 ۴) ۱

پاسخ همواره تغییر انرژی پتانسیل گرانشی منفی کار نیروی وزن است.

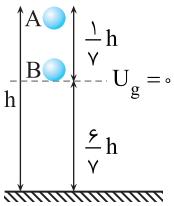
$$\frac{\Delta U_g}{W_W}=-1$$

B ۶۴۳ | ۱

بازی با سؤال جسمی به جرم $2kg$ در شرایط خلأ از ارتفاع h رها می‌شود. اگر انرژی جنبشی آن در لحظه‌ای که $\frac{1}{7}$ مسیر را طی کرده است برابر $30J$ باشد، ارتفاع h چند متر است؟ $(g=10N/kg)$

۱) $10/5$ ۲) ۱۲ ۳) ۱۴ ۴) $3/5$

پاسخ بنا به اصل پایستگی انرژی مکانیکی:



انرژی پتانسیل را در ارتفاعی که جسم $\frac{1}{7}h$ پایین آمده صفر در نظر می‌گیریم در این نقطه طبق فرض مسئله انرژی جنبشی $K_B=30J$ است. بنا به اصل پایستگی انرژی مکانیکی:

$$E_A=E_B\Rightarrow U_A+K_A=U_B+K_B$$

$$mg(\frac{1}{7}h)+0=0+K_B\Rightarrow2\times10\times(\frac{1}{7}h)=30\Rightarrow h=10/5m$$

B ۶۴۷ | ۱

بازی با سؤال جسمی را از سطح زمین با تندی $20m/s$ در راستای قائم به طرف بالا پرتاب می‌کنیم. در ارتفاع چند متری از سطح زمین انرژی جنبشی جسم یک پنجم انرژی جنبشی آن در لحظهٔ پرتاب خواهد شد؟ $(g=10N/kg$ و مقاومت هوا ناچیز است.$)$

۱) ۱۶ ۲) ۴ ۳) ۲۰ ۴) ۵

پاسخ اصل پایستگی انرژی را می‌نویسیم:

$$E_1=E_2\Rightarrow U_1+K_1=U_2+K_2$$

$$\xrightarrow[K_2=\frac{1}{5}K_1]{U_1=0} 0+\frac{1}{2}mv_0^2=mgh+\frac{1}{5}\times\frac{1}{2}mv_0^2$$

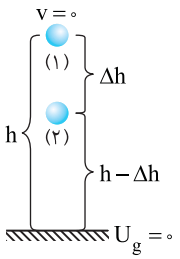
$$\frac{4}{5}\times\frac{1}{2}v_0^2=gh\Rightarrow\frac{2}{5}\times400=10\times h\Rightarrow h=16m$$

B ۶۴۹ | ۲

بازی با سؤال گلوله‌ای بدون سرعت اولیه از ارتفاع h رها می‌شود و پس از طی Δh، انرژی جنبشی آن با $\frac{1}{5}$ انرژی پتانسیل گرانشی اولیه آن برابر می‌شود. $\frac{\Delta h}{h}$ کدام است؟ (مبدأ پتانسیل سطح زمین است و مقاومت هوا ناچیز است.) خارج ریاضی - ۹۷

۱) $\frac{2}{5}$ ۲) $\frac{1}{5}$ ۳) $\frac{1}{4}$ ۴) $\frac{3}{4}$

پاسخ اصل پایستگی انرژی مکانیکی را می‌نویسیم و به جای انرژی جنبشی ثانویه، $\frac{1}{5}$ انرژی پتانسیل گرانشی اولیه $(K_2=\frac{1}{5}U_1)$ را قرار می‌دهیم.



$$E_1=E_2\Rightarrow U_1+K_1=U_2+K_2$$

$$\xrightarrow[K_2=\frac{1}{5}U_1]{K_1=0} U_1+0=U_2+\frac{1}{5}U_1$$

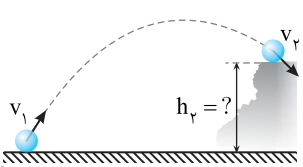
$$\Rightarrow U_2=\frac{4}{5}U_1\xrightarrow[U_2=mg(h-\Delta h)]{U_1=mgh}$$

$$mg(h-\Delta h)=\frac{4}{5}mgh\Rightarrow\Delta h=\frac{1}{5}h$$

A ۶۵۴ | ۱

بازی با سؤال توپی مطابق شکل از سطح زمین با تندی $40m/s$ به طرف صخره‌ای پرتاب می‌شود و با تندی $20m/s$ با بالای صخره برخورد می‌کند. اگر از مقاومت هوا صرف‌نظر کنیم، ارتفاع h_2 چند متر است؟ از کتاب درسی

۱) ۶۰
۲) ۴۰
۳) ۵۰
۴) ۳۰



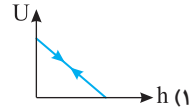
پاسخ اصل پایستگی انرژی مکانیکی را می‌نویسیم البته سطح زمین را مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی فرض می‌کنیم.

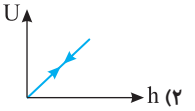
$$E_1=E_2\Rightarrow U_1+K_1=U_2+K_2\xrightarrow[K=\frac{1}{2}mv^2]{U_1=0}0+\frac{1}{2}mv_1^2=mgh+\frac{1}{2}mv_2^2$$

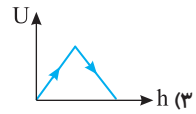
$$\Rightarrow\frac{1}{2}\times1600=10\times h+\frac{1}{2}\times400\Rightarrow h=60m$$

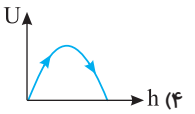
C ۶۵۹ ۲

بازی با سؤال جسمی را با سرعت اولیهٔ v_0 در شرایط خلأ از سطح زمین و در راستای قائم، رو به بالا پرتاب می‌کنیم. نمودار انرژی پتانسیل بر حسب ارتفاع از زمین در زمان رفت و برگشت کدام است؟ (سطح زمین مبدأ پتانسیل است.)

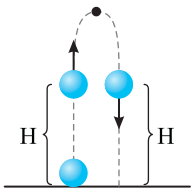
۱) 

۲) 

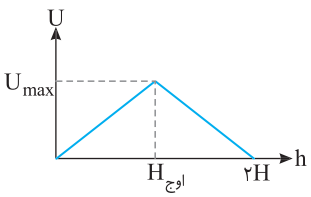
۳) 

۴) 

پاسخ با پرتاب تـوپ رو به بالا تندی توپ کاهش و انرژی جنبشی آن نیز کاهش می‌یابد، اما ارتفاع توپ از سطح زمین افزایش می‌یابد و انرژی پتانسـیل گرانشی (mgh) زیاد خواهد شد، پس گزینه (۱) نادرست است. دقت کنید که در مسیر رفت و برگشـت، در یک ارتفاع معین H مقدار انرژی پتانسیل گرانشی یکسان و برابر mgH است. بنابراین نمودارهای انرژی پتانسیل گرانشی توپ در مسیر رفت از سـطح زمین به ارتفاع H و در برگشـت از H به سـطح زمین $(h=0)$ بر هم منطبق می‌شوند و گزینهٔ (۲) درست است.



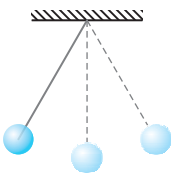
یک اشـتباه متـداول در مورد این تسـت، انتخاب گزینهٔ (۳) است. دقت کنیـد گلوله بالا می‌رود و به ارتفاع H می‌رسد و مجدداً همین مسـیر را برمی‌گردد اما به شـکل گزینهٔ (۳) (شـکل روبـه‌رو) دقت کنید در این شکل جسم به ارتفاع H و در ادامه به ارتفاع $2H$ می‌رود که این متفاوت با مسیر حرکت توپی است که به بالا پرتاب می‌شود (به‌طور عمودی) و به پایین برمی‌گردد. چرا که در مسألهٔ ما جسم از $h=0$ به $h=H$ می‌رود و همین مسیر را بازمی‌گردد.



B ۶۷۰ ۳

بازی با سؤال آونگی به طول ۱/۶ متر در حال نوسـان است. وقتی گلولهٔ آونگ از پایین‌ترین نقطهٔ مسیر می‌گذرد، سرعتش $4m/s$ اسـت. زاویهٔ راستای نخ با خط قائم وقتی گلوله به بالاترین نقطهٔ مسیر می‌رسد، چند درجه است؟ ($g=10m/s^2$ و مقاومت هوا ناچیز است.)

۱) ۴۵ ۲) ۳۰ ۳) ۶۰ ۴) ۹۰

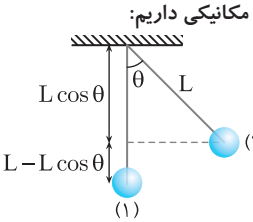


پاسخ با توجه به قانون پایستگی انرژی مکانیکی داریم:

$$E_1=E_2\Rightarrow\frac{1}{2}mv_1^2=mg(L-L\cos\theta)$$

$$\frac{1}{2}\times16=10(1/6-1/6\cos\theta)$$

$$\Rightarrow8=16-16\cos\theta\Rightarrow\cos\theta=\frac{1}{2}$$



بنابراین $\theta=60^\circ$ است.

B ۶۸۹ ۲

بازی با سؤال اتومبیلی به جرم $800kg$ و تندی $10m/s$ ترمز کرده و متوقف می‌شود. چه مقدار انرژی برحسب ژول به گرما تبدیل می‌شود؟ کنکور دهه‌های گذشته

۱) 4×10^3 ۲) 4×10^4

۳) 8×10^4 ۴) باید نیروی اصطکاک معلوم باشد.

پاسخ کافی است انرژی جنبشی اولیه خودرو را حساب کنیم:

$$Q_{\text{گرما}}=|\Delta K|\Rightarrow Q=\frac{1}{2}mv^2\Rightarrow Q=\frac{1}{2}\times800\times10^2$$

$$\Rightarrow Q=40000J\Rightarrow Q=4\times10^4J$$

A ۶۹۲ ۲

بازی با سؤال توپی به جرم ۲ کیلوگرم را از سـطح زمیـن با تندی اولیه $10m/s$ در راسـتای قائـم به طرف بـالا پرتاب می‌کنیم و توپ پـس از چند بار برخورد به زمین نهایتاً روی سـطح زمین متوقف می‌شـود. چند ژول گرما در این حرکت به توپ و محیط اطراف آن داده شده است؟

۱) ۵۰ ۲) ۱۰۰

۳) صفر ۴) اطلاعات مسئله کافی نیست.

پاسخ تمام انرژی جسـم به‌صورت انرژی جنبشـی اولیه اسـت که پس از پرتاب و برگشت به زمین پس از چند برخورد نهایتاً متوقف می‌شود و بنا به قانون پایسـتگی انـرژی، این انرژی جنبشـی به گرمـا تبدیل می‌شـود بنابراین خواهیم داشت:

$$Q=K=\frac{1}{2}mv_1^2=\frac{1}{2}\times2\times10^2=100J$$

B ۷۰۲ ۳

بازی با سؤال در حین سـقوط جسـمی در نزدیکی سـطح زمین نسبت تغییرات انرژی جنبشـی به قدرمطلق کار نیروی مقاومت هوا برابر ۳ است. نسبت تغییرات انرژی جنبشی به تغییرات انرژی پتانسیل کدام است؟

۱) $\frac{1}{4}$ ۲) $\frac{2}{3}$ ۳) $\frac{3}{4}$ ۴) $\frac{2}{5}$

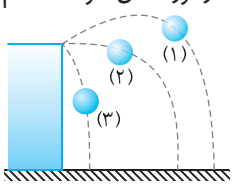
پاسخ در فرض مسئله $|\Delta K|=3|W_f|$ است بنابراین می‌توان نوشت:

$$|\Delta U|=|\Delta K|+|W_f|\xrightarrow{|W_f|=\frac{1}{3}|\Delta K|}|\Delta U|=|\Delta K|+\frac{1}{3}|\Delta K|$$

$$\Rightarrow|\Delta K|=\frac{3}{4}|\Delta U|\Rightarrow\frac{|\Delta K|}{|\Delta U|}=\frac{3}{4}$$

A ۷۲۷ ۴

بازی با سؤال مطابق شکل سه گلوله یکسان را در سه حالت نشان داده شـده با تندی یکسان پرتاب می‌کنیم. کدام گزینه در مورد تندی گلوله‌ها هنگام رسیدن به زمین می‌تواند درست باشد؟



۱) تندی هر سه گلوله با هم برابر است.

۲) تندی گلولهٔ (۱) از همه بیشتر است.

۳) تندی گلولهٔ (۳) از همه بیشتر است.

۴) گزینه‌های (۱) و (۳) می‌توانند درست باشند.

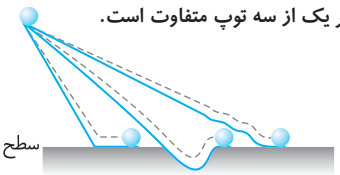
پاسخ یادآوری اگر جسمی را از سه وضعیت مختلف زیر پرتاب کنیم داریم:

۱ کار نیروی وزن در هر سه حالت یکسان است.

۲ تغییر انرژی پتانسیل گرانشی برای سه جسم یکسان است.

۳ اگر سـه توپ دارای سـرعت اولیه یکسـان و مسـیرهای بدون اصطکاک باشـند، تندی هر سه جسـم در رسیدن به سطح افقی برابر است. (حتی اگر جرم توپ‌ها متفاوت باشند زیرا $v=\sqrt{2gh}$)

۴ اگر مسـیرها اصطکاک داشته باشند، کار نیروی اصطکاک به مسیر وابسته است و برای هر یک از سه توپ متفاوت است.



اگر مسـیر بدون اصطکاک باشـد، در هر سـه حالت انرژی پتانسـیل گرانشـی یکسـانی به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود و تندی هر سه گلوله در هنگام رسیدن به زمین با هم برابر است و گزینه (۱) درست است.

اما اگر اصطکاک در طول مسیر وجود داشته باشد چون گلولهٔ (۱) مسیر طولانی‌تری

طی می‌کند، اتلاف انرژی آن بیشتر بوده و تندی آن از دو گلوله دیگر کمتر است و گلولهٔ (۳) که مسیر کوتاه‌تری را طی می‌کند اتلاف انرژی آن کمتر است و تندی آن هنگام رسیدن به زمین بیشتر است، بنابراین گزینه (۳) نیز می‌تواند درست باشد.

B ۷۳۰ ۲

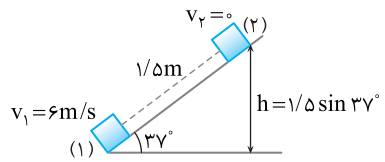
بازی با سوال جسمی به جرم ۳۰۰ گرم را از پایین سطح شیبداری با زاویهٔ شیب ۳۷° با تندی اولیهٔ ۶m/s مماس بر سطح، رو به بالا پرتاب می‌کنیم. پس از ۱/۵ متر پیش‌روی جسم متوقف شده و بازمی‌گردد. کار نیروی اصطکاک و کار نیروی وزن در تمام مسیر رفت و برگشت به‌ترتیب از راست به چپ چند ژول است؟ $(g=10N/kg, \sin 37^\circ=0/6)$

۱) صفر، صفر ۲) $-5/4$ ، صفر ۳) صفر، $+5/4$ ۴) $-5/4$ ، $+5/4$

پاسخ کار نیروی وزن به مسیر بستگی ندارد و در مسیر رفت و برگشت، جسم به مکان اولیه برمی‌گردد، بنابراین کار نیروی وزن صفر است. اما برای دو نقطه (۱) و (۲) قانون پایستگی انرژی را می‌نویسیم و کار نیروی اصطکاک در مسیر رفت را حساب می‌کنیم.

$$E_2-E_1=W_f \Rightarrow mgh-\frac{1}{2}mv^2=W_f$$

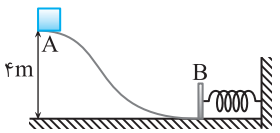
$$\xrightarrow[h=0/9m]{h=1/5\sin 37^\circ} W_f=0/3\times10\times0/9-\frac{1}{2}\times0/3\times36 \Rightarrow W_f=-2/7J$$



کار نیروی اصطکاک در رفت و برگشت برابر است با: $2\times(-2/7)=-5/4J$

B ۷۳۵ ۳

بازی با سوال مطابق شکلی جسمی به جرم ۲۰۰g از نقطهٔ A رها می‌شود. از زمان شروع حرکت جسم تا لحظه‌ای که جسم توسط فنر به‌طور لحظه‌ای متوقف می‌شود، ۱۰ درصد انرژی مکانیکی اولیه آن تلف می‌شود. بیشترین مقدار ذخیره شده در فنر چند ژول است؟



۱) ۱/۸ ۲) ۳/۶ ۳) ۷/۲ ۴) ۱۰/۸

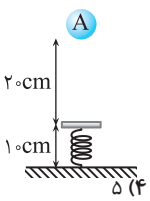
پاسخ بیشینه فشردگی فنر و بیشینه انرژی پتانسیل کشسانی فنر زمانی است که تندی جسم صفر می‌شود. از طرفی کار نیروی اصطکاک ۱۰٪ انرژی مکانیکی اولیه است و با توجه به قانون پایستگی انرژی داریم:

$$E_B-E_A=W_f \Rightarrow U_{فنر}-E_A=-\frac{10}{100}(E_A)$$

$$U_{فنر}=\frac{90}{100}E_A \Rightarrow U_{فنر}=\frac{9}{10}\times(0/2\times10\times4)=7/2J$$

B ۷۳۷ ۲

بازی با سوال جسمی از نقطهٔ A رها شده است، هنگامی که تندی متحرک 1/5m/s می‌شود، انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل کشسانی فنر با هم برابر خواهد شد. در این لحظه فاصلهٔ جسم از سطح زمین چند سانتی‌متر است؟ (از نیروی مقاومت‌ها صرف‌نظر کنید.)



۱) ۲۲/۵ ۲) ۷/۵ ۳) ۲۵ ۴) ۵

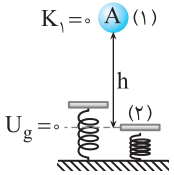
پاسخ اصل پایستگی انرژی مکانیکی را برای دو حالت (۱) و (۲) می‌نویسیم:

$$E_1=E_2 \Rightarrow K_1+U_1=K_2+U_2$$

$$\xrightarrow{K_1=0} mgh=(\frac{1}{2}mv^2)+U_{فنر}$$

$$mgh=2(\frac{1}{2}mv^2) \Rightarrow 10\times h=2/25$$

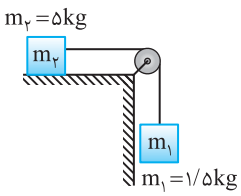
$$h=0/225m=22/5cm$$



فاصله جسم از سطح زمین برابر است با: $30-22/5=7/5cm$

B ۷۵۲ ۳

بازی با سوال در شکل زیر دستگاه را از حال سکون رها می‌کنیم. پس از ۱۰cm جابه‌جایی سرعت وزنه‌ها ۴۰cm/s می‌شود. نیروی اصطکاک بین جسم ۵ کیلوگرمی و سطح افقی میز چند نیوتون است؟



$(g=10N/kg$ ، جرم نخ و قرقره ناچیز$)$

۱) ۴/۹ ۲) ۵ ۳) ۹/۸ ۴) ۶/۵

پاسخ پس از ۱۰cm جابه‌جایی انرژی پتانسیل گرانشی آزاد شده خواهد شد:

$$\Delta U=mgh \Rightarrow \Delta U=1/5\times10\times0/1 \Rightarrow \Delta U=1/5J$$

انرژی جنبشی مجموعه دستگاه برابر می‌شود با:

$$\Delta K_t=\frac{1}{2}(m_1+m_2)v^2 \Rightarrow \Delta K_t=\frac{1}{2}\times(6/5)\times(0/16) \Rightarrow \Delta K_t=0/52J$$

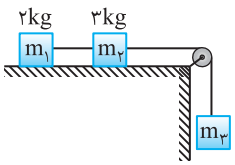
کار نیروی اصطکاک برابر تفاضل ΔU و ΔK است.

$$W_f=0/52-1/5 \Rightarrow W_f=-0/98J$$

$$W_f=-f_k d \Rightarrow -0/98=-f_k\times0/1 \Rightarrow f_k=9/8N$$

B ۷۵۳ ۲

بازی با سوال در شکل زیر وزنه m_3 از حال سکون رها می‌شود. اگر تا لحظه‌ای که وزنهٔ m_3، ۹۰ سانتی‌متر پایین می‌آید، مجموع انرژی جنبشی دو وزنهٔ m_1 و m_2 روی سطح افقی به ۲۲/۵ ژول برسد، m_3 چند کیلوگرم است؟ ($g=10m/s^2$ و کلیهٔ اصطکاک‌ها و جرم نخ و قرقره ناچیز است.)



۱) ۴ ۲) ۵ ۳) ۸ ۴) ۱۰

پاسخ ابتدا به کمک جمع انرژی جنبشی جسم m_1 و m_2، تندی هر سه جسم را حساب می‌کنیم:

$$K_1+K_2=22/5 \Rightarrow \frac{1}{2}m_2v^2+\frac{1}{2}m_1v^2=\frac{3}{2}v^2+v^2=\frac{5}{2}v^2=22/5$$

$$\Rightarrow v^2=9 \Rightarrow v=3m/s$$

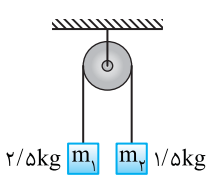
با پایین آمدن جسم m_3 به اندازهٔ 90cm، انرژی پتانسیل گرانشی به اندازهٔ $\Delta U_g=mgh=m_3\times10\times\frac{9}{10}=9m_3$ کاهش می‌یابد که این انرژی به انرژی جنبشی هر سه جسم تبدیل می‌شود:

$$9m_3=\frac{1}{2}m_3v^2+\frac{1}{2}m_2v^2+\frac{1}{2}m_1v^2=\frac{1}{2}m_3v^2+22/5$$

$$\Rightarrow 9m_3=\frac{9}{2}m_3+22/5 \Rightarrow \frac{9}{2}m_3=22/5 \Rightarrow m_3=5kg$$

C ۷۵۴ ۲

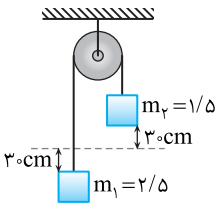
بازی با سوال در شکل روبه‌رو جرم نخ و قرقره و اصطکاک ناچیز است، دستگاه را از حال سکون رها می‌کنیم. در لحظه‌ای که هریک از وزنه‌ها ۳۰cm جابه‌جا شده است، انرژی جنبشی وزنهٔ ۱/۵ کیلوگرمی چند ژول است؟ $(g=10N/kg)$



۱) $\frac{3}{2}$ ۲) $\frac{9}{8}$ ۳) $\frac{15}{8}$ ۴) $\frac{5}{4}$

پاسخ با رها شدن دستگاه از حال سکون، وزنه ۲/۵ کیلوگرمی پایین می‌آید و کاهش انرژی پتانسیل آن برابر است با:

$\Delta U_1 = m_1 gh = ۲/۵ \times ۱۰ \times ۰/۳ = ۷/۵J$



وزنه ۱/۵ کیلوگرمی بالا رفته و افزایش انرژی پتانسیل آن خواهد شد:

$\Delta U_۲ = m_۲ gh = ۱/۵ \times ۱۰ \times ۰/۳ = ۴/۵J$

تفاوت انرژی پتانسیل دو وزنه برابر انرژی جنبشی مجموعه است.

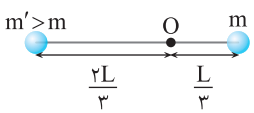
$K_{کل} = ۷/۵ - ۴/۵ = ۳J$

چون تندی وزنه‌ها برابر است:

$\frac{۱}{۲}(m_۱ + m_۲)v^۲ = ۳ \Rightarrow \frac{۱}{۲} \times ۴ \times v^۲ = ۳ \Rightarrow v^۲ = ۳ \Rightarrow \frac{K_۲ = \frac{۱}{۲}mv^۲}{} K_۲ = \frac{۱}{۲} \times \frac{۳}{۲} \times \frac{۳}{۲} = \frac{۹}{۸} J$

C ۷۵۶ ۲

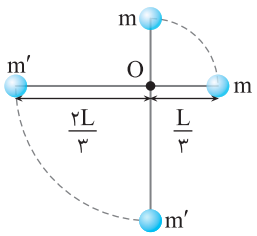
بازی با سؤال در شکل زیر به دو سر میلهٔ سبکی دو گلولهٔ m و m' متصل است. میله می‌تواند حول نقطهٔ O بدون اصطکاک در صفحهٔ قائم بچرخد.



اگر میله را از وضع افقی رها کنیم، لحظه‌ای که میله به وضع قائم در می‌آید مجموع انرژی جنبشی گلوله‌ها برابر mgL می‌شود. $\frac{m'}{m}$ کدام است؟

۱) $\frac{۳}{۲}$ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ وزنه m' به اندازه $\frac{۲L}{۳}$ پایین می‌آید و به اندازه $m'g(\frac{۲L}{۳})$ انرژی پتانسیل از دست می‌دهد. وزنه m به اندازه $\frac{L}{۳}$ بالا می‌رود و به اندازه $mg\frac{L}{۳}$ به انرژی پتانسیل آن افزوده می‌شود که تفاضل این دو مقدار به انرژی جنبشی مجموعه تبدیل می‌شود، بنابراین می‌توان نوشت: $m'g\frac{۲L}{۳} - mg\frac{L}{۳} = K$



با توجه به فرض مسئله $K = mgL$ خواهیم داشت:

$m'g\frac{۲L}{۳} - mg\frac{L}{۳} = mgL \Rightarrow m' = ۲m \Rightarrow \frac{m'}{m} = ۲$

B ۷۵۹ ۲

بازی با سؤال یک پمپ آتش‌نشانی در هر دقیقه ۳۰۰ لیتر آب را با تندی $۲۰m/s$ پرتاب می‌کند. توان خروجی این پمپ چند وات است؟

۱) ۱۰۰ ۲) ۱۰۰۰ ۳) ۱۰ ۴) ۱

پاسخ جرم ۳۰۰ لیتر آب، ۳۰۰ کیلوگرم است.

$P = \frac{W}{t} \Rightarrow P = \frac{\frac{۱}{۲}mv^۲}{t} \Rightarrow P = \frac{\frac{۱}{۲} \times ۳۰۰ \times ۴۰۰}{۶۰} \Rightarrow P = ۱۰۰۰W$

B ۷۶۶ ۲

بازی با سؤال تندی خودرویی به جرم ۱۲۰۰kg در مدت ۱۰s و طی مسافت افقی ۱۰۰m از $۵m/s$ به $۱۵m/s$ می‌رسد. نیروی اصطکاک وارد بر خودرو در طول مسیر ثابت و برابر ۳۰۰N است. توان متوسط موتور پیشران خودرو چند اسب بخار است؟ $(۱hp = ۷۵۰W)$

۱) ۱۵۰۰۰ ۲) ۲۰ ۳) ۱۵ ۴) ۷۵۰

پاسخ ۱ کار نیروی وزن و کار نیروی عمودی سطح که بر مسیر حرکت عمودند صفر است. $W_{F_N} = W_{mg} = ۰$

۲ کار نیروی اصطکاک در مسافت ۱۰۰متر را حساب می‌کنیم.

$W_{f_k} = -f_k d \xrightarrow[d=۱۰۰m]{f_k=۳۰۰N} W_f = -۳۰۰ \times ۱۰۰ = -۳۰۰۰۰J$

۳ تغییر انرژی جنبشی خودرو را به‌دست می‌آوریم.

$\Delta K = K_۲ - K_۱ \Rightarrow \Delta K = \frac{۱}{۲}mv_۲^۲ - \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ \Rightarrow \Delta K = \frac{۱}{۲} \times ۱۲۰۰(۱۵^۲ - ۵^۲)$

$\Rightarrow \Delta K = ۶۰۰ \times ۲۰۰ \Rightarrow \Delta K = ۱۲۰۰۰۰J$

۴ اکنون به کمک قضیه کار و انرژی جنبشی نیروی پیشران خودرو را حساب می‌کنیم.

$W_t = \Delta K \Rightarrow W_{F_N} + W_W + W_{f_k} + W_F = \Delta K$

$\Rightarrow ۰ + ۰ + (-۳۰۰۰۰) + W_F = ۱۲۰۰۰۰ \Rightarrow W_F = ۱۵۰۰۰۰J$

۵ توان متوسط موتور پیشران خودرو برابر است با:

$P = \frac{W}{t} \xrightarrow{t=۱۰s} P = \frac{۱۵۰۰۰۰}{۱۰} \Rightarrow P = ۱۵۰۰۰W$

$\Rightarrow P = ۱۵۰۰۰W \times \frac{۱hp}{۷۵۰W} \Rightarrow P = ۲۰hp$

B ۷۷۰ ۲

بازی با سؤال جسمی به جرم ۱kg روی سطح شیبداری که با افق زاویه ۳۰° می‌سازد، قرار دارد. به آن نیروی ثابت F که موازی سطح شیبدار است، وارد می‌کنیم. این نیرو جسم را با تندی ثابت $۰/۵m/s$ به سمت بالا جابه‌جا می‌کند. اگر توان نیروی F، ۵ وات باشد، کار نیروی اصطکاک وارد بر جسم در مدت ۱۰s چند ژول است؟ $(g = ۱۰N/kg)$

۱) ۴۵- ۲) ۲۵- ۳) ۵۰- ۴) ۱۵-

پاسخ ۱ کار نیروی F را به کمک تعریف توان به‌دست می‌آوریم:

کار نیروی F: $W_F = P.t \Rightarrow W_F = ۵ \times ۱۰ = ۵۰J$

۲ جابه‌جایی جسم در مدت ۱۰s را به‌دست می‌آوریم: $d = vt = ۰/۵ \times ۱۰ = ۵m$

۳ ارتفاعی که جسم در این مدت بالا می‌رود را حساب می‌کنیم.

$\sin ۳۰^\circ = \frac{h}{d} \Rightarrow h = \frac{۵}{۲} = ۲/۵m$

۴ کار نیروی وزن در بالا رفتن جسم به اندازه ۲/۵ متر منفی و برابر است با:

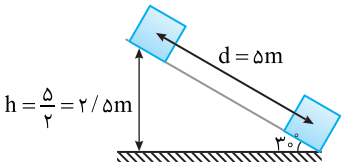
$W_{mg} = -mgh \Rightarrow W_{mg} = -۱ \times ۱۰ \times ۲/۵ \Rightarrow W_{mg} = -۲۵J$

۵ کار نیروی عمودی سطح که بر مسیر حرکت عمود بوده صفر است.

۶ چون سرعت ثابت است، کار نیروی برایند (کار کل) صفر است.

$W_t = ۰ \Rightarrow W_F + W_g + W_N + W_f = ۰ \Rightarrow ۵۰ + (-۲۵) + ۰ + W_f = ۰$

$\Rightarrow W_f = -۲۵J$ کار نیروی اصطکاک



A ۷۷۸ ۳

بازی با سؤال توان موتور آبی ۵۰۰ وات و بازده آن ۸۰ درصد است. به کمک این پمپ پس از چند ثانیه، می‌توان ۲۰۰۰ لیتر آب را تا ارتفاع ۱۰ متر بالا برد؟ $(\rho_{آب} = ۱g/cm^۳, g = ۱۰N/kg)$

۱) ۱۰۰ ۲) ۴۰۰ ۳) ۵۰۰ ۴) ۶۰۰

پاسخ جرم آب را به‌دست می‌آوریم:

$$\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow 1=\frac{m}{2000\times 10^{+3}}\Rightarrow m=2000\times 10^{3}g=2000kg$$

کار مفیدی که پمپ انجام می‌دهد بالا بردن ۲۰۰۰ لیتر آب یعنی ۲۰۰۰kg آب به ارتفاع ۱۰ متر است. $W_O=mgh=2000\times 10\times 10=2\times 10^{5}J$:کار مفید

کار کل پمپ برابر است با: $P_{\text{ورودی}}=\frac{W_{\text{ورودی}}}{t}\Rightarrow W_{\text{ورودی}}=P_{\text{ورودی}}t$

به کمک بازده، زمان را حساب می‌کنیم.

$$Ra=\frac{W_O}{W_{\text{ورودی}}}\Rightarrow\frac{80}{100}=\frac{2\times 10^{5}}{500\times t}\Rightarrow t=500s$$

۷۸۱ B ۴

بازی با سؤال پمپ آبی با توان ورودی ۱۰kW و بازده ۷۹/۵ درصد، در هر ثانیه ۲۵ لیتر آب به چگالی $1g/cm^3$ را از ته چاهی به عمق ۳۰ متر بالا می‌کشد و با تندی v به بیرون پمپاژ می‌کند، v چند متر بر ثانیه است؟ $(g=10N/kg)$

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۶

پاسخ با توجه به توان ورودی و بازده داده شده، توان خروجی را به‌دست می‌آوریم:

$$Ra=\frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{ورودی}}}\times 100=79/5\Rightarrow 79/5=\frac{P_{\text{خروجی}}}{10}\times 100\Rightarrow P_{\text{خروجی}}=7/95kJ$$

$$\xrightarrow{W_{\text{خروجی}}=P_{\text{خروجی}}t} W_{\text{خروجی}}=7/95\times 1=7/95kJ$$

جرم هر لیتر آب برابر ۱kg است بنابراین ۲۵L آب یعنی $m=25kg$.

با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی:

$$W_t=W_{\text{پمپ}}+W_{mg}=\Delta K\Rightarrow 7950-mgh=\frac{1}{2}mv^2-0$$

$$\Rightarrow 7950-25\times 10\times 30=\frac{1}{2}\times 25v^2\Rightarrow v^2=\frac{900}{25}\Rightarrow v=6m/s$$

۷۸۲ B ۱

بازی با سؤال انرژی شیمیایی ذخیره شده در هر لیتر بنزین ۲۰۰۰kJ است. اگر ۱۰ درصد از انرژی ذخیره شده در بنزین توسط موتور خودرویی به جرم یک تن به انرژی جنبشی خودرو تبدیل شود، برای آنکه تندی خودرو به $72km/h$ برسد، چند لیتر بنزین مصرف خواهد شد؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۱/۵

پاسخ ۱ ابتدا تندی خودرو را برحسب m/s به‌دست می‌آوریم.

$$v=72\frac{km}{h}=72\frac{km}{h}\times\frac{1h}{3600s}\times\frac{1000m}{1km}=20m/s$$

۲ جرم خودرو ۱ تن یعنی ۱۰۰۰kg است. بنابراین انرژی جنبشی آن خواهد شد:

$$K=\frac{1}{2}mv^2\Rightarrow K=\frac{1}{2}\times 1000\times(20)^2\Rightarrow K=2\times 10^{5}J$$

۳ این مقدار انرژی، ۱۰٪ کل انرژی حاصل از سوختن بنزین است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$K=\frac{10}{100}U\Rightarrow 2\times 10^{5}=\frac{1}{10}U\Rightarrow U=2\times 10^{6}J=2\times 10^{3}kJ=2000kJ$$

انرژی شیمیایی ذخیره شده در هر لیتر برابر ۲۰۰۰kJ است. در نتیجه با مصرف یک لیتر بنزین این خودرو می‌تواند به تندی $72km/h$ برسد.

۷۸۸ B ۳

بازی با سؤال توان مصرفی بالابر A، ۲۰ درصد از توان مصرفی بالابر B بیشتر است و بازدهٔ آن $\frac{6}{5}$ برابر بازدهٔ بالابر B است. اگر m کیلوگرم بار با تندی ثابت توسط بالابرهای A و B به‌ترتیب در مدت زمان t_A و t_B تا یک ارتفاع مشخص بالا رود. حاصل $\frac{t_A}{t_B}$ کدام است؟

۱) $\frac{36}{25}$ ۲) $\frac{6}{5}$ ۳) $\frac{25}{36}$ ۴) $\frac{5}{6}$

پاسخ ۱ هر دو بالابر، m کیلوگرم بار را تا یک ارتفاع معین بالا می‌برند پس کار مفید آن‌ها $(W_{\text{خروجی}})$ برابر است: $(W_{\text{خروجی}_A}=W_{\text{خروجی}_B})$

۲ بازدهٔ بالابر A، $\frac{6}{5}$ برابر بازدهٔ بالابر B است از این‌رو:

$$Ra_A=\frac{6}{5}Ra_B\Rightarrow\frac{W_{\text{خروجی}_A}}{W_{\text{ورودی}_A}}=\frac{6}{5}\frac{W_{\text{خروجی}_B}}{W_{\text{ورودی}_B}}\Rightarrow W_{\text{ورودی}_B}=\frac{6}{5}W_{\text{ورودی}_A}\ (I)$$

۳ توان مصرفی بالابر A، ۲۰٪ از توان مصرفی بالابر B بیشتر است بنابراین:

$$P_{\text{ورودی}_A}=1/2P_{\text{ورودی}_B}\Rightarrow\frac{W_{\text{ورودی}_A}}{t_A}=1/2\frac{W_{\text{ورودی}_B}}{t_B}$$

$$\xrightarrow{(I)}\frac{W_{\text{ورودی}_A}}{t_A}=1/2\frac{\frac{6}{5}W_{\text{ورودی}_A}}{t_B}\Rightarrow\frac{t_A}{t_B}=\frac{25}{36}$$

فصل چهارم

A ۷۹۸ ۳

بازی با سؤال اساس کار دماسنج ترموکوپل چیست؟

۱) تبدیل انرژی الکتریکی به گرمایی ۲) تبدیل انرژی شیمیایی به گرمایی

۳) تبدیل انرژی گرمایی به الکتریکی ۴) تبدیل انرژی گرمایی به شیمیایی

پاسخ اساس کار دماسنج ترموکوپل تبدیل انرژی گرمایی به انرژی الکتریکی و ایجاد جریان الکتریکی بوده که به کمک این جریان الکتریکی، دما اندازه‌گیری می‌شود.

A ۸۰۲ ۳

بازی با سؤال در کدام گزینه اختلاف دو دما $10^\circ C$ است؟

از کتاب درسی

۱) $23^\circ C$ و $300K$ ۲) $20^\circ C$ و $68^\circ F$

۳) $50^\circ C$ و $140^\circ F$ ۴) $-23^\circ C$ و $243K$

پاسخ **خط فکری** کافی است در هر گزینه، دماها را بر حسب مقیاس سلسیوس به‌دست آوریم سپس اختلاف دو دما را حساب کنیم.

گزینه‌ها را یک‌به‌یک بررسی می‌کنیم:

در گزینهٔ (۱) داریم:
$$\left.\begin{matrix}\theta_1=23^\circ C\\ T=273+\theta_2\Rightarrow 300=273+\theta_2\Rightarrow\theta_2=27^\circ C\end{matrix}\right\}\Rightarrow\Delta\theta=4^\circ C$$

گزینهٔ (۲):
$$\left.\begin{matrix}\theta_1=20^\circ C\\ F=\frac{9}{5}\theta_2+32\Rightarrow 68=\frac{9}{5}\theta_2+32\Rightarrow\theta_2=20^\circ C\end{matrix}\right\}\Rightarrow\Delta\theta=0$$

گزینهٔ (۳):
$$\left.\begin{matrix}\theta_1=50^\circ C\\ F=\frac{9}{5}\theta_2+32\Rightarrow 140=\frac{9}{5}\theta_2+32\Rightarrow\theta_2=60^\circ C\end{matrix}\right\}\Rightarrow\Delta\theta=10^\circ C$$

گزینهٔ (۴):
$$\left.\begin{matrix}\theta_1=-23^\circ C\\ T=273+\theta_2\Rightarrow 243=273+\theta_2\Rightarrow\theta_2=-30^\circ C\end{matrix}\right\}\Rightarrow\Delta\theta=-7^\circ C$$

A ۸۰۴ ۱

بازی با سؤال دمای جسمی x درجه فارنهایت افزایش می‌یابد. افزایش دمای این جسم بر حسب کلوین چند x است؟

۱) $\frac{5}{9}$ ۲) $\frac{9}{5}$ ۳) $\frac{273}{5}$ ۴) $\frac{5}{273}$

پاسخ با توجه به نکته: $\Delta F=\frac{9}{5}\Delta\theta$

از طرفی تغییرات دما بر حسب درجه سلسیوس و کلوین یکسان است، بنابراین:

$$\Delta F=\frac{9}{5}\Delta T\Rightarrow x=\frac{9}{5}\Delta T\Rightarrow\Delta T=\frac{5}{9}x$$

B ۸۰۸ ۱

بازی با سؤال مجموع عددی دمای جسمی بر حسب کلوین و درجه سلسیوس ۶۰۰ می‌باشد. دمای جسم چند درجه سلسیوس است؟

۱) ۱۶۳/۵ ۲) ۳۲۷ ۳) ۴۶۳/۵ ۴) ۶۰۰

پاسخ با توجه به رابطهٔ بین مقیاس سلسیوس و کلوین خواهیم داشت:

$$T=273+\theta\quad (I)$$

از طرفی بنا به فرض مسئله مجموع عددی دماها بر حسب کلوین و سلسیوس ۶۰۰ می‌باشد.

$$T+\theta=600\quad (II)$$

بنابراین خواهیم داشت:

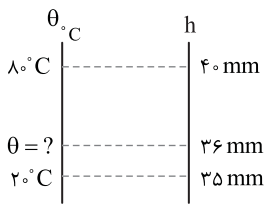
$$(I),(II)\Rightarrow 273+\theta+\theta=600\Rightarrow 2\theta=327\Rightarrow\theta=163/5^\circ C$$

B ۸۱۰ ۲

بازی با سؤال کمیت دماسنجی در یک دماسنج، ارتفاع ستون مایع است. اگر در دمای $20^\circ C$ ارتفاع ستون مایع ۳۵ میلی‌متر و در دمای $80^\circ C$ ارتفاع ستون مایع ۴۰ میلی‌لیتر باشد، چنانچه ارتفاع ستون مایع ۳۶ میلی‌متر شود، دما چند درجهٔ سلسیوس است؟

۱) ۲۲ ۲) ۳۲ ۳) ۲۴ ۴) ۳۴

پاسخ رابطهٔ دما با ارتفاع ستون مایع یک رابطهٔ خطی است. از این‌رو به کمک نمودار شکل روبه‌رو که در آن ارتفاع مایع و دمای نظیر آن ارتفاع را در مقابل هم نوشته‌ایم و برقراری یک تناسب ساده مسأله قابل حل است:



$$\frac{80-20}{\theta-20}\left|\frac{40-35}{36-35}\right.\Rightarrow 12=\theta-20\Rightarrow\theta=32^\circ C$$

A ۸۱۱ ۱

بازی با سؤال یک دماسنج که طریقهٔ مدرج کردن آن مشخص نیست، دمای مخلوط آب و یخ در حال تعادل را صفر و دمای بخار آب جوش در فشار ۱atm را ۲۵۰° نشان می‌دهد، این دماسنج $41^\circ F$ را چند درجه نشان می‌دهد؟

۱) ۱۲/۵ ۲) ۲۵ ۳) ۳۷ ۴) ۱۵

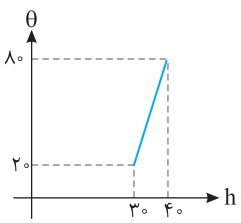
پاسخ دماسنج فارنهایت دمای مخلوط آب و یخ در حال تعادل را $32^\circ F$ و دمای بخار آب جوش در فشار ۱atm را $212^\circ F$ نشان می‌دهد، از این رو:

$212^\circ F$	۲۵۰°
$41^\circ F$	$\theta=?$
$32^\circ F$	۰

$$\frac{212-32}{41-32}=\frac{250-0}{\theta-0}\Rightarrow\frac{180}{9}=\frac{250}{\theta}\Rightarrow\theta=12/5^\circ$$

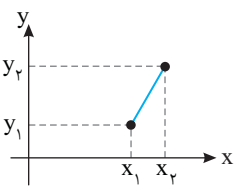
B ۸۱۲ ۳

بازی با سؤال کمیت دماسنجی در یک دماسنج، ارتفاع ستون مایع است. اگر نمودار تغییرات ارتفاع بر حسب دما به‌صورت مقابل باشد، در کدام ارتفاع اندازهٔ دما با مقدار ارتفاع برابر است؟



۱) ۲۸
۲) ۳۰
۳) ۳۲
۴) ۳۶

پاسخ **یادآوری** برای نوشتن معادلهٔ خطی که مختصات دو نقطهٔ آن معلوم است می‌توان نوشت:



$$\frac{y-y_1}{y_2-y_1}=\frac{x-x_1}{x_2-x_1}$$

و مختصات هر نقطه از خط در این معادله صدق می‌کند.

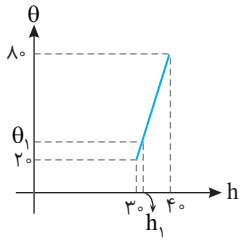
با توجه به نمودار، معادله خط $\theta-h$ را می‌نویسیم:

$$\frac{\theta-۲۰}{۸۰-۲۰}=\frac{h-۳۰}{۴۰-۳۰}\Rightarrow\frac{\theta-۲۰}{۶۰}=\frac{h-۳۰}{۱۰}\Rightarrow\frac{\theta-۲۰}{۶}=h-۳۰$$

مختصات $\theta_۱$ و $h_۱$ در این معادله صدق می‌کند که با توجه به فرض مسئله، عدد $\theta_۱$ و $h_۱$ با هم برابر است از این‌رو می‌توان نوشت:

$$\frac{\theta_۱-۲۰}{۶}=h_۱-۳۰\xrightarrow{\theta_۱=h_۱}\frac{h_۱-۲۰}{۶}=h_۱-۳۰\Rightarrow h_۱-۲۰=۶h_۱-۱۸۰$$

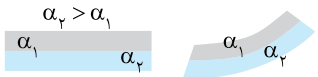
$$\Rightarrow ۵h_۱=۱۶۰\Rightarrow h_۱=۳۲$$



A ۸۱۴

بازی با سؤال اگر دمای نوار سؤال اصلی را افزایش دهیم، شکل قرارگیری آن چگونه خواهد شد؟

پاسخ با افزایش دما طول میله‌ها افزایش می‌یابد و چون $\alpha_۲>\alpha_۱$ است، بنابراین طول میلهٔ (۲) بیشتر افزایش می‌یابد و طول ثانویهٔ این میله بیشتر از میلهٔ (۱) خواهد شد و میلهٔ (۲) قوس خارجی نوار خواهد بود.

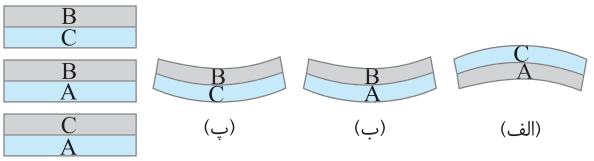


دما افزایش یافته — شکل (۳)

در دمای معمولی — شکل (۱)

B ۸۱۵ ۳

بازی با سؤال شکل‌های زیر، تیغه‌های فلزی A ، B و C را نشان می‌دهد که در دمای اولیهٔ یکسان $T_۰$ دارای طول‌های اولیهٔ یکسانی هستند و دوبه‌دو به یکدیگر به‌طور سراسری جوش داده شده‌اند و سپس دمایشان تغییر داده شده است. اگر مقایسهٔ بین ضرایب انبساط طولی آن‌ها به‌صورت $\alpha_A>\alpha_B>\alpha_C$ باشد، در شکل‌های (الف)، (ب) و (پ) به‌ترتیب از راست به چپ نوع تغییر دمای تیغه‌ها نسبت به دمای $T_۰$ چگونه بوده است؟

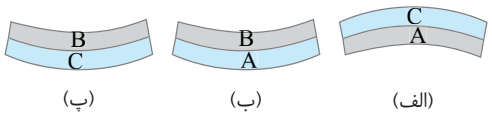


۱) افزایش - افزایش - افزایش
۲) کاهش - کاهش - افزایش
۳) کاهش - افزایش - کاهش
۴) افزایش - افزایش - کاهش

پاسخ **خط فکری** هرگاه به دو تیغهٔ فلزی با طول یکسان که به یکدیگر به‌طور سراسری جوش خورده باشند، گرما دهیم، فلزی که دارای ضریب انبساط بیشتری است، دارای انبساط بزرگ‌تری است و این امر سبب می‌گردد تیغه خمیده شده و کمان بیرونی آن فلز دارای α بزرگ‌تر باشد و هنگامی که دما را پایین می‌آوریم تیغه با ضریب انبساط طولی بیشتر، کمان داخلی تیغه خواهد بود.

در شکل (الف) $\alpha_A>\alpha_C$ است و با تغییر دمای یکسان تغییرات طولی A از تغییرات طولی C بیشتر است. با توجه به شکل، طول ثانویهٔ A کوچک‌تر از طول ثانویهٔ C است (تیغهٔ C سطح خارجی را دربرمی‌گیرد) پس باید دما کاهش یافته باشد تا کاهش طول تیغهٔ A بیشتر از کاهش طول تیغهٔ C باشد و طول ثانویهٔ A کوچک‌تر از طول ثانویهٔ C بشود. در شکل (پ) هم با همین استدلال به این نتیجه می‌رسیم که کاهش دما داشته‌ایم.

در شکل (ب) با توجه به اینکه $\alpha_A>\alpha_B$ و تغییرات طولی A بیشتر از تغییرات طولی B است، افزایش دما داشته‌ایم که در آن افزایش طول A بیشتر از افزایش طول B است و طول ثانویهٔ A بیشتر از طول ثانویه B شده است.



B ۸۲۰ ۲

بازی با سؤال طول میله‌ای در دمای صفر درجه سلسیوس برابر ۸۰۰cm است. اگر طول آن در دمای ۵۰ درجه سلسیوس به ۸۰۱cm برسد، ضریب انبساط طولی آن در SI کدام است؟ کنکور دهه‌های گذشته

۱) $۲/۵\times۱۰^{-۴}$ ۲) $۲/۵\times۱۰^{-۵}$ ۳) ۴×۱۰^{-۴} ۴) ۴×۱۰^{-۵}

پاسخ طول میله از ۸۰۰cm به ۸۰۱cm رسیده است، بنابراین طول میله ۱cm افزایش یافته است:

$$\Delta L=L_۱\alpha\Delta\theta\Rightarrow ۱=۸۰۰\times\alpha\times۵۰\Rightarrow\alpha=\frac{۱}{۴}\times۱۰^{-۴}=۲/۵\times۱۰^{-۵}K^{-۱}$$

A ۸۲۲ ۱

بازی با سؤال طول تیرآهنی ۱۲ متر است. اگر دمای آن از صفر درجه سلسیوس به ۵۰ درجه سلسیوس برسد، طول آن چند میلی‌متر افزایش می‌یابد؟ خارج تجربی - ۹۲

$(\alpha=۱/۲\times۱۰^{-۵}\ ^\circ C^{-۱})$

۱) ۷/۲ ۲) ۷۲ ۳) $۷/۲\times۱۰^{-۱}$ ۴) $۷/۲\times۱۰^{-۲}$

پاسخ یک تست ساده و راحت که با جای‌گذاری در فرمول انبساط طولی حل می‌شود.

$$\Delta L=L_۱\alpha\Delta\theta\xrightarrow{L_۱=۱۲m,\alpha=۱/۲\times۱۰^{-۵}\ ^\circ C^{-۱},\Delta\theta=۵۰^\circ C}$$

$$\Delta L=۱۲\times۱/۲\times۱۰^{-۵}\times۵۰\Rightarrow\Delta L=۷۲۰\times۱۰^{-۵}m\Rightarrow$$

$$\Delta L=۷۲۰\times۱۰^{-۳}mm\Rightarrow\Delta L=۷/۲mm$$

A ۸۲۴ ۲

بازی با سؤال پیچ و مهره‌ای با ضریب انبساط طولی متفاوت $\alpha_{پیچ}$ و $\alpha_{مهره}$ در اختیار داریم. اگر مهره درون پیچ گیر کرده باشد، چه تعداد از گزاره‌های زیر می‌تواند باعث بیرون آمدن مهره شود؟

الف) $\alpha_{پیچ}>\alpha_{مهره}$ باشد و دمای پیچ و مهره را افزایش دهیم. / ب) $\alpha_{پیچ}<\alpha_{مهره}$ باشد و دمای پیچ و مهره را افزایش دهیم. / پ) $\alpha_{مهره}>\alpha_{پیچ}$ باشد و دمای پیچ و مهره را کاهش دهیم.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

پاسخ اگر $\alpha_{پیچ}>\alpha_{مهره}$ باشد با افزایش دما تغییر سطح مقطع در مهره بیشتر از تغییر سطح مقطع پیچ می‌باشد و باعث بیرون آمدن مهره خواهد شد بنابراین گزارهٔ (الف) درست است. / اگر $\alpha_{پیچ}<\alpha_{مهره}$ باشد با افزایش دما، سطح مقطع پیچ بیشتر افزایش می‌یابد پس پیچ و مهره همچنان درگیر خواهند بود و گزارهٔ (ب) نادرست است. / اگر $\alpha_{پیچ}>\alpha_{مهره}$ باشد و دما را کاهش دهیم، کاهش سطح مقطع مهره بیشتر خواهد شد و باعث می‌شود که همچنان مهره درگیر پیچ بماند و گزاره (پ) نادرست است.

A ۸۳۲ ۱

بازی با سؤال طول یک میلهٔ آهنی در دمای صفر درجهٔ سلسیوس ۴cm بیشتر از طول یک میلهٔ نقره‌ای در همان دما است. طول اولیهٔ میلهٔ نقره‌ای در دمای صفر درجه سلسیوس چند سانتی‌متر باشد تا اختلاف طول آن‌ها در دمای ۶۰°C برابر ۴cm شود؟ (ضریب انبساط طولی آهن و نقره به‌ترتیب $۱/۲\times۱۰^{-۵}\ ^\circ C^{-۱}$ و $۱/۸\times۱۰^{-۵}\ ^\circ C^{-۱}$)

۱) ۸ ۲) ۱۰ ۳) ۱۲ ۴) ۲۰

پاسخ طول میلهٔ آهنی در دمای $0^\circ C$، $4cm$ از طول میلهٔ نقره‌ای بیشتر است.

$$L_{\circ Fe}-L_{\circ Ag}=4cm \qquad (I)$$

با توجه به صورت مسئله اختلاف طول میله‌ها در دمای $60^\circ C$ همچنان $4cm$ است یعنی باید افزایش طول دو میله یکسان باشد.

$$\Delta L_{Fe}=\Delta L_{Ag}\Rightarrow L_{\circ Fe}\alpha_{Fe}\Delta\theta=L_{\circ Ag}\alpha_{Ag}\Delta\theta\Rightarrow$$

$$\frac{L_{\circ Fe}}{L_{\circ Ag}}=\frac{\alpha_{Ag}}{\alpha_{Fe}}=\frac{1/8\times10^{-5}}{1/2\times10^{-5}}=\frac{3}{2}\Rightarrow L_{\circ Fe}=\frac{3}{2}L_{\circ Ag} \qquad (II)$$

از رابطهٔ (II) در رابطهٔ (I) جای‌گذاری می‌کنیم.

$$L_{\circ Fe}-L_{\circ Ag}=4\Rightarrow\frac{3}{2}L_{\circ Ag}-L_{\circ Ag}=4\Rightarrow\frac{1}{2}L_{\circ Ag}=4\Rightarrow L_{\circ Ag}=8cm$$

A ۴ ۸۳۶

بازی با سؤال ریل‌های ۱۰ متری راه‌آهنی را در یک روز زمستانی با دمای $-10^\circ C$ به دنبال هم کار می‌گذارند. اگر دما در تابستان تا $40^\circ C$ بالا رود، از ابتدا (در دمای $-10^\circ C$) حداقل چند میلی‌متر باید فاصلهٔ بین ریل‌ها خالی بماند تا در اثر انبساط حرارتی به هم فشار نیاورند؟ تجربی - ۸۶

$(\alpha_{\text{آهن}}=12\times10^{-6}K^{-1})$

۱) ۳/۶۵ ۲) ۴/۸ ۳) ۵ ۴) ۶

پاسخ هر قطعه از ریل دارای دو سر آزاد است، بنابراین در اثر انبساط هر قطعه از دو طرف منبسط می‌شود و مطابق شکل اگر فاصلهٔ بین دو قطعه x باشد، هر قطعه از هر طرف $\frac{x}{2}$ منبسط می‌شود تا دو قطعه به هم برسند. یعنی هر قطعه در مجموع به اندازهٔ $\frac{x}{2}+\frac{x}{2}=x$ منبسط می‌شود.

مقدار فاصله‌گذاری بین ریل‌ها حداقل باید به اندازهٔ مقدار انبساط طول هر ریل باشد:

$$\Delta L=L_1\alpha\Delta\theta\Rightarrow\Delta L=10\times12\times10^{-6}\times(40-(-10))$$

$$\Rightarrow\Delta L=60\times10^{-4}m=6mm$$

A ۲ ۸۴۳

بازی با سؤال ضریب انبساط سطحی فلزی $10^{-5}\,^\circ C^{-1}$ است. اگر شعاع صفحه‌ای دایره‌ای‌شکل از آن فلز در دمای صفر درجهٔ سلسیوس $1m$ باشد، افزایش قطر آن در دمای $100^\circ C$ چند میلی‌متر می‌شود؟ ریاضی - ۹۳

۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) $\sqrt{2}$ ۴) ۲

پاسخ شعاع دایره $1m$ است، بنابراین قطر آن $2m$ است. از طرفی ضریب انبساط سطحی دو برابر ضریب انبساط طولی است، از این‌رو:

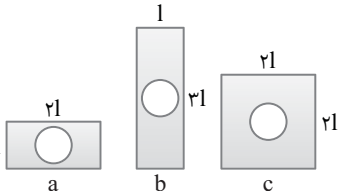
$$2\alpha=10^{-5}\Rightarrow\alpha=5\times10^{-6}\,^\circ C^{-1}$$

انبساط قطر صفحه، انبساط طولی است بنابراین می‌توان نوشت:

$$\Delta L=L_1\alpha\Delta\theta\Rightarrow\Delta L=(2\times1)\times5\times10^{-6}\times100\Rightarrow\Delta L=10^{-3}m=1mm$$

B ۴ ۸۴۶

بازی با سؤال شکل زیر سه صفحهٔ فلزی هم‌جنس را در یک دما، نشان می‌دهد. اگر حفره‌های موجود در هر سه صفحه هم‌اندازه باشند، با افزایش دمای یکسان سطح کدام صفحه و سطح کدام حفره بیشتر از بقیه افزایش خواهد یافت؟ از کتاب درسی

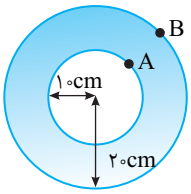


۱) a ، c
۲) c ، a
۳) a ، b
۴) c ، هر سه حفره یکسان افزایش سطح می‌یابند.

پاسخ هر سه سطح هم‌جنس‌اند، پس ضریب انبساط سطحی آن‌ها باهم برابر است، پس هر سطحی که مساحت اولیهٔ بیشتری داشته باشد انبساط آن بیشتر خواهد بود، بنابراین سطح c بیشترین انبساط سطحی را خواهد داشت. سطح حفره‌ها یکسان و ضریب انبساط‌ها نیز به‌دلیل هم‌جنس بودن سطح‌ها یکسان است، بنابراین با افزایش دمای یکسان، افزایش سطح حفره‌ها یکسان خواهد بود.

B ۱ ۸۴۹

بازی با سؤال در شکل مقابل، دمای صفحهٔ فلزی را به اندازهٔ ۲۰ درجهٔ سلسیوس افزایش می‌دهیم. فاصلهٔ نقاط A و B چگونه تغییر می‌کند؟ (ضریب انبساط سطحی فلز $=3\times10^{-5}K^{-1}$)



۱) ۰/۰۳ میلی‌متر افزایش ۲) ۰/۰۳ میلی‌متر کاهش
۳) ۰/۰۶ میلی‌متر افزایش ۴) ثابت می‌ماند.

پاسخ ضریب انبساط سطحی جسم جامد تقریباً دو برابر ضریب انبساط طولی آن است. از این رو:

$$2\alpha=3\times10^{-5}\Rightarrow\alpha=\frac{3}{2}\times10^{-5}K^{-1}$$

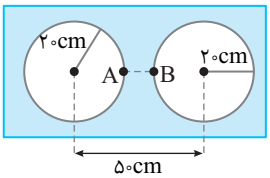
با توجه به رابطهٔ انبساط طولی جامدات می‌توان نوشت:

$$\Delta(AB)=(AB)\alpha\Delta\theta=\frac{(20-10)}{100}\times(\frac{3}{2}\times10^{-5})\times20=3\times10^{-5}m=0/03mm$$

بنابراین فاصلهٔ دو نقطهٔ A و B از هم $0/03mm$ افزایش می‌یابد.

B ۲ ۸۵۰

بازی با سؤال در شکل زیر صفحه از جنس فلزی به ضریب انبساط سطحی $5\times10^{-6}K^{-1}$ است. اگر دما به‌طور یکنواخت $60^\circ C$ افزایش یابد، فاصلهٔ بین A و B چگونه تغییر می‌کند؟



۱) ۰/۰۱۵ درصد کاهش می‌یابد.
۲) ۰/۰۱۵ درصد افزایش می‌یابد.
۳) ۰/۰۳ درصد کاهش می‌یابد.
۴) ۰/۰۳ درصد افزایش می‌یابد.

پاسخ ضریب انبساط سطحی این فلز برابر $2\alpha=5\times10^{-6}K^{-1}$ است بنابراین ضریب انبساط طولی آن خواهد شد:

$$\alpha=\frac{5\times10^{-6}}{2}\Rightarrow\alpha=2/5\times10^{-6}K^{-1}$$

با افزایش دمای ورقه، فاصلهٔ بین A و B دارای انبساط طولی خواهد بود. با توجه به گزینه‌ها درصد تغییر فاصله خواسته شده است و درصد تغییر طول خواهد شد:

$$\frac{\Delta L_{AB}}{L_{AB}}\times100=\frac{L_{AB}\alpha\Delta\theta}{L_{AB}}\times100=\alpha\Delta\theta\times100=2/5\times10^{-6}\times60\times100$$

درصد تغییرات $AB=1/5\times10^{-2}\%=0/015\%$

B ۲ ۸۵۶

بازی با سؤال ضریب انبساط طولی فلزی $10^{-5}K^{-1}$ است. اگر دمای قطعه‌ای از این فلز را $100^\circ C$ افزایش دهیم، حجم آن چند درصد افزایش می‌یابد؟ تجربی - ۹۴

۱) ۰/۱ ۲) ۰/۳ ۳) ۱ ۴) ۳

پاسخ درصد تغییرات حجم خواسته شده است، بنابراین:

$$\text{درصد تغییرات حجم}=\frac{\Delta V}{V_1}\times100=\frac{V_1(3\alpha)\Delta\theta}{V_1}\times100\Rightarrow$$

$$\text{درصد تغییرات حجم}=3\alpha\Delta\theta\times100$$

ضریب انبساط طولی فلز $10^{-5}K^{-1}$ و افزایش دما $100^\circ C$ است. بنابراین:

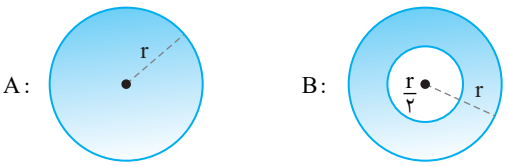
$$\text{درصد تغییرات حجم}=3\times10^{-5}\times100\times100=0/3\%$$

A ۸۵۹ ۲

بازی با سؤال دمای کرهٔ مسی توپر A به شعاع r و کرهٔ مسی توخالی B به شعاع داخلی $\frac{r}{۲}$ و خارجی r را به‌طور یکسان بالا می‌بریم. افزایش حجم مس به‌کار رفته در کرهٔ A چند برابر افزایش حجم مس به‌کار رفته در کرهٔ B است؟

۱) $\frac{۷}{۸}$ ۲) $\frac{۸}{۷}$ ۳) ۱ ۴) $\frac{۱}{۸}$

پاسخ هر دو کره هم‌جنس‌اند و تغییر دمای آن‌ها یکسان است، اما حجم مس به‌کار رفته در کره‌های A و B متفاوت است:



$$V_A=\frac{۴}{۳}\pi r^۳$$

$$V_B=\frac{۴}{۳}\pi r^۳-\frac{۴}{۳}\pi\frac{r^۳}{۸}\Rightarrow V_B=\frac{۴}{۳}\pi(r^۳-\frac{r^۳}{۸})\Rightarrow V_B=\frac{۴}{۳}\pi(\frac{۷}{۸}r^۳)$$

حال نسبت افزایش حجم مس به‌کار رفته در دو حالت را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B}=\frac{V_A\,۳\alpha\Delta\theta}{V_B\,۳\alpha\Delta\theta}\Rightarrow\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B}=\frac{V_A}{V_B}\Rightarrow\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B}=\frac{۸}{۷}$$

B ۸۶۴ ۱

بازی با سؤال اگر دمای یک لولهٔ مسی به تدریج افزایش یابد، کدام کمیت وابسته به آن کاهش می‌یابد؟

۱) چگالی ۲) قطر خارجی ۳) قطر داخلی ۴) چگالی و قطر داخلی

پاسخ هنگام انبساط جسم جامد تمام ابعاد آن منبسط شده و قطر داخلی، قطر خارجی و حجم آن افزایش می‌یابد. اما در مورد چگالی $(\rho=\frac{m}{V})$ چون جرم ثابت مانده است با افزایش حجم، چگالی کاهش می‌یابد.

B ۸۶۵ ۱

بازی با سؤال دمای جسم جامدی را $۱۰۰۰^\circ C$ تغییر داده‌ایم. بدون تغییر فاز جسم، چگالی آن از $۳/۹g/cm^۳$ به $۳g/cm^۳$ کاهش می‌یابد. ضریب انبساط خطی جسم جامد برحسب $K^{-۱}$ چند است؟ از کتاب درسی

۱) $۱۰^{-۴}$ ۲) ۳×۱۰^{-۴} ۳) $۱۰^{-۵}$ ۴) ۳×۱۰^{-۵}

پاسخ **خط فکری** با افزایش دما چگالی جسم کاهش می‌یابد و با کاهش دما، چگالی جسم افزایش خواهد یافت. در این سؤال چگالی از $۳/۹g/cm^۳$ به $۳g/cm^۳$ رسیده بنابراین دمای جسم $۱۰۰۰^\circ C$ افزایش یافته است.

هنگام تغییر دمای جسم، جرم آن ثابت است و حجم آن تغییر می‌کند. با توجه به تعریف چگالی خواهیم داشت:

$$\begin{cases}\rho_۱=\frac{m}{V_۱}\\ \rho_۲=\frac{m}{V_۲}\end{cases}\Rightarrow\frac{\rho_۲}{\rho_۱}=\frac{V_۱}{V_۲}\xrightarrow{V_۲=V_۱(۱+۳\alpha\Delta\theta)}\frac{\rho_۲}{\rho_۱}=\frac{V_۱}{V_۱(۱+۳\alpha\Delta\theta)}\Rightarrow$$

$$\rho_۲=\frac{\rho_۱}{۱+۳\alpha\Delta\theta}\Rightarrow۳=\frac{۳/۹}{۱+۳\alpha(۱۰۰۰)}\Rightarrow۱/۳=۱+۳۰۰۰\alpha\Rightarrow\alpha=۱۰^{-۴}K^{-۱}$$

تذکر ممکن است برخی از شما از رابطهٔ $\Delta\rho=-\rho_۱(۳\alpha)\Delta\theta$ سؤال را حل کرده باشید. دقت کنید که دو رابطهٔ $\rho_۲=\frac{\rho_۱}{۱+۳\alpha\Delta\theta}$ و $\Delta\rho=-\rho_۱(۳\alpha)\Delta\theta$ با تقریب خوبی با هم برابرند:

$$\Delta\rho=-\rho_۱(۳\alpha)\Delta\theta\xrightarrow[\Delta\theta=۱۰۰۰^\circ C]{\Delta\rho=۳-۳/۹=-۰/۹g/cm^۳}-۰/۹=-۳/۹(۳\alpha)(۱۰۰۰)$$

$$\Rightarrow\frac{۰/۹}{۳/۹}\times۱۰^{-۳}=۳\alpha\Rightarrow۳\alpha=\frac{۹}{۳۹}\times۱۰^{-۳}\Rightarrow\alpha=\frac{۳}{۳۹}\times۱۰^{-۳}\Rightarrow\alpha\sim۱۰^{-۴}K^{-۱}$$

B ۸۶۶ ۴

بازی با سؤال در اثر افزایش دما، چگالی میله‌ای n درصد کاهش می‌یابد، طول میله چند برابر می‌شود؟ آزمون مدارس برتر

۱) $\frac{n}{۱۰۰}$ ۲) $\frac{n}{۳۰۰}$ ۳) $۱+\frac{n}{۱۰۰}$ ۴) $۱+\frac{n}{۳۰۰}$

پاسخ **خط فکری** با افزایش دما، حجم میله افزایش می‌یابد و با توجه به ثابت بودن جرم میله چگالی $(\downarrow\rho=\frac{m}{V\uparrow})$ کاهش می‌یابد.

$$(\rho_۲=\frac{m}{V_۲},\rho_۱=\frac{m}{V_۱})\Rightarrow\frac{\rho_۲}{\rho_۱}=\frac{V_۱}{V_۲}\xrightarrow{V_۲=V_۱(۱+\beta\Delta\theta)}\rho_۲=\frac{\rho_۱}{۱+\beta\Delta\theta}$$

البته با تقریب مناسبی رابطهٔ چگالی با دما خواهد شد.

$$\rho_۲=\rho_۱(۱-\beta\Delta\theta)\Rightarrow\Delta\rho=-\rho_۱\beta\Delta\theta$$

با توجه به صورت مسئله چگالی n درصد کاهش یافته است بنابراین:

$$\Delta\rho=-\frac{n}{۱۰۰}\rho_۱\Rightarrow-\rho_۱\beta\Delta\theta=-\frac{n}{۱۰۰}\rho_۱\Rightarrow\frac{n}{۱۰۰}=+\beta\Delta\theta$$

$$\xrightarrow{\beta=۳\alpha}\frac{n}{۱۰۰}=+۳\alpha\Delta\theta\Rightarrow\alpha\Delta\theta=+\frac{n}{۳۰۰}$$

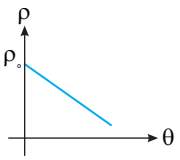
طول میله در اثر افزایش دما برابراست با:

$$L_۲=L_۱(۱+\alpha\Delta\theta)\Rightarrow\frac{L_۲}{L_۱}=(۱+\alpha\Delta\theta)\Rightarrow\frac{L_۲}{L_۱}=(۱+\frac{n}{۳۰۰})$$

B ۸۶۹

بازی با سؤال اگر از رابطهٔ $\rho_۲=\rho_۱(۱-۳\alpha\Delta\theta)$ استفاده می‌کردیم نمودار چگالی بر حسب دما چگونه می‌شد؟

پاسخ رابطه خطی است و نمودار آن خط راستی با شیب منفی خواهد بود. که همانطور که در کتاب درسی گفته شده دو رابطهٔ مربوط به چگالی یعنی $\rho_۲=(۱-۳\alpha\Delta\theta)\rho_۱$ و $\rho_۲=\frac{\rho_۱}{۱+۳\alpha\Delta\theta}$ تقریباً با هم برابرند و نمودار هر دو رابطه نیز تقریباً با هم یکسان‌اند.



A ۸۷۶ ۳

بازی با سؤال در دمای صفر درجهٔ سلسیوس، حجم ظرفی شیشه‌ای توسط یک لیتر جیوه کاملاً پر شده است. هنگامی که دمای مجموعه را به $۸۰^\circ C$ می‌رسانیم $۱۲cm^۳$ جیوه از ظرف خارج می‌شود. اگر ضریب انبساط حجمی جیوه $۱/۸\times۱۰^{-۴}K^{-۱}$ باشد، ضریب انبساط خطی شیشه در SI کدام است؟ ریاضی - ۸۶

۱) $۱/۲\times۱۰^{-۴}$ ۲) $۱۰^{-۴}$ ۳) $۱۰^{-۵}$ ۴) ۳×۱۰^{-۵}

پاسخ ظرف پر از مایع بوده و با افزایش دما، مایع از ظرف بیرون می‌ریزد. ابتدا افزایش حجم جیوه را به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta V=V_۱\beta\Delta\theta=۱۰۰۰\times۱/۸\times۱۰^{-۴}\times۸۰=۱۴/۴cm^۳$$

حجمی از مایع که از ظرف بیرون می‌ریزد برابر تفاضل انبساط حجمی جیوه و انبساط حجمی ظرف است.

$$\text{حجم مایع سرریز}=\Delta V_{\text{مایع}}-\Delta V_{\text{ظرف}}\Rightarrow۱۲=۱۴/۴-\Delta V_{\text{ظرف}}\Rightarrow$$

$$\Delta V_{\text{ظرف}}=۲/۴cm^۳$$

اکنون ضریب انبساط طولی ظرف را حساب می‌کنیم:

$$\Delta V=V_۱(۳\alpha)\Delta\theta\Rightarrow۲/۴=۱۰۰۰\times(۳\times\alpha)\times۸۰\Rightarrow\alpha=\frac{۲/۴}{۲۴۰۰۰}=۱۰^{-۵}K^{-۱}$$

B ۸۷۷ ۲

بازی با سؤال ظرفی به گنجایش ۲ لیتر از مایعی پر شده است. اگر دمای مایع و ظرف را $80^\circ C$ کاهش دهیم، چند سانتی‌متر مکعب از ظرف خالی خواهد ماند؟ ریاضی - ۸۶

$(\beta_{\text{مایع}}=0/5\times10^{-3}K^{-1},\alpha_{\text{ظرف}}=1/5\times10^{-5}K^{-1})$

۱) ۴۶/۴ ۲) ۷۲/۸ ۳) ۱۹۲۰ ۴) ۵۶/۷

پاسخ ۱ کاهش حجم ظرف خواهد شد:

$$\Delta V_{\text{ظرف}}=V(3\alpha)\Delta\theta \xrightarrow[\Delta\theta=-80^\circ C]{\alpha=1/5\times10^{-5}K^{-1}}$$

$$\Delta V_{\text{ظرف}}=2000\times3\times1/5\times10^{-5}(-80)\Rightarrow\Delta V_{\text{ظرف}}=-7/2cm^3$$

۲ گنجایش ظرف در حالت جدید برابر است با:

$$V_{\text{ظرف}}=2000-7/2=1992/8cm^3$$

۳ کاهش حجم مایع را حساب می‌کنیم:

$$\Delta V_{\text{مایع}}=V\beta\Delta\theta \xrightarrow[\Delta\theta=-80^\circ C]{V=2000cm^3,\beta=0/5\times10^{-3}K^{-1}}$$

$$\Delta V_{\text{مایع}}=2000\times0/5\times10^{-3}\times(-80)\Rightarrow\Delta V_{\text{مایع}}=-80cm^3$$

۴ حجم مایع در حالت جدید برابر است با: $V_{\text{مایع}}=2000-80=1920cm^3$

۵ اکنون حجم خالی ظرف را به‌دست می‌آوریم: $1992/8-1920=72/8cm^3$

میانبر اگر ظرفی از مایع پر شده باشد و دما کاهش یابد حجم خالی ظرف برابر است با:

$$\Delta V_{\text{خالی ظرف}}=|\Delta V_{\text{مایع}}|-|\Delta V_{\text{ظرف}}|$$

A ۸۸۴ ۴

بازی با سؤال حجم آب از دمای $0^\circ C$ تا ..... کاهش می‌یابد.

۱) $4^\circ C$ ۲) $277K$

۳) $39/2^\circ F$ ۴) هر سه گزینه درست است.

پاسخ **خط فکری** در حل این مسائل حتماً باید به گزینه‌ها دقت کرد. آن چه مشخص است آب دارای انبساط غیرعادی است و از $0^\circ C$ تا $4^\circ C$ به‌جای آنکه حجم آب افزایش یابد، حجم آب کاهش می‌یابد. بنابراین باید بررسی کنیم که $4^\circ C$ چند کلوین و چند $^\circ F$ است.

تبدیل $4^\circ C$ به کلوین: $T=273+4=277K$

تبدیل $4^\circ C$ به فارنهایت: $F=\frac{9}{5}\theta+32\Rightarrow F=\frac{9}{5}\times4+32\Rightarrow F=39/2^\circ F$

بنابراین هر سه گزینه درست است.

C ۸۹۸ ۳

بازی با سؤال درون ظرفی به حجم $500cm^3$، مقدار $49/25cm^3$ مایع وجود دارد. حداکثر دمای ظرف را چند درجهٔ سلسیوس افزایش دهیم تا مایع از ظرف سرریز نشود؟ $(\beta_{\text{مایع}}=10^{-3}K^{-1},\alpha_{\text{ظرف}}=\frac{2/5}{3}\times10^{-5}K^{-1})$

۱) ۱۶/۲۵ ۲) ۱۵/۲۵ ۳) ۱۵/۶۲۵ ۴) ۱۶/۶۲۵

پاسخ **خط فکری** حجم مایع به اندازهٔ $50-49/25=0/75cm^3$ از گنجایش ظرف کمتر است، بنابراین باید در اثر افزایش دما، مقدار انبساط مایع منهای انبساط ظرف برابر $0/75cm^3$ شود.

با توجه به خط فکری که باید دنبال می‌کردیم، می‌توان نوشت:

$$\Delta V_{\text{مایع}}-\Delta V_{\text{ظرف}}=0/75\Rightarrow V_{1\,\text{مایع}}\beta_{\text{مایع}}\Delta\theta-V_{1\,\text{ظرف}}(3\alpha)\Delta\theta=0/75$$

$$49/25\times10^{-3}\Delta\theta-50\times3\times\frac{2/5}{3}\times10^{-5}\Delta\theta=0/75$$

$$49/25\times10^{-3}\Delta\theta-1/25\times10^{-3}\Delta\theta=0/75$$

$$48\times10^{-3}\Delta\theta=0/75\Rightarrow\Delta\theta=\frac{75\times10^{-2}}{48\times10^{-3}}=\frac{750}{48}\Rightarrow\Delta\theta=15/625^\circ C$$

A ۹۰۶ ۲

بازی با سؤال ..... آب از سایر مواد بیشتر است، بنابراین وقتی یک کیلوگرم آب به اندازهٔ یک درجه سلسیوس تغییر دما می‌دهد، در مقایسه با سایر مواد، گرمای ..... با محیط اطراف خود مبادله می‌کند که ..... به دلیل همین ویژگی آب است.

۱) ظرفیت گرمایی - بیشتری - یخ زدن سطح دریاچه‌ها در زمستان

۲) گرمای ویژه - بیشتری - استفاده از آب در رادیاتور ماشین

۳) ظرفیت گرمایی - کمتری - استفاده از آب در رادیاتور ماشین

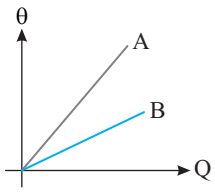
۴) گرمای ویژه - کمتری - یخ زدن سطح دریاچه‌ها در زمستان

پاسخ گرمای ویژه مقدار گرمایی است که باید به یک کیلوگرم از جسم داده شود تا دمایش $1K$ یا $1^\circ C$ بالا رود. گرمای ویژهٔ آب از سایر مواد بیشتر است. همین امر سبب می‌گردد که گرمای لازم برای تغییر دمای آب به اندازهٔ $1^\circ C$ از بقیهٔ مواد با همان جرم بیشتر باشد. این ویژگی آب، سبب استفاده از آب در رادیاتور ماشین برای خنک کردن موتور یا در رادیاتورهای گرمایشی منازل برای گرم کردن منازل می‌شود:

$$Q=mc\Delta\theta \xrightarrow[\Delta\theta=1^\circ C]{mc_{\text{آب}}>mc_{\text{بقیه مواد}}} Q_{\text{آب}}>Q_{\text{بقیه مواد}}$$

A ۹۱۵ ۲

بازی با سؤال کدام گزینهٔ زیر در مورد نمودار دما برحسب گرمای روبه‌رو، درست است؟



۱) ظرفیت گرمایی A بیشتر از ظرفیت گرمایی B است.

۲) ظرفیت گرمایی B بیشتر از ظرفیت گرمایی A است.

۳) گرمای ویژهٔ A بیشتر از گرمای ویژهٔ B است.

۴) گرمای ویژهٔ B بیشتر از گرمای ویژهٔ A است.

پاسخ راه‌حل اول: با توجه به شکل در یک گرمای یکسان که به دو جسم می‌دهیم $\theta_B<\theta_A$ می‌شود.

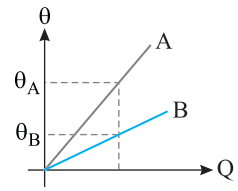
$$\begin{cases}Q=m_Ac_A(\theta_A-0)\\Q=m_Bc_B(\theta_B-0)\end{cases}\Rightarrow m_Ac_A\theta_A=m_Bc_B\theta_B\Rightarrow\frac{m_Ac_A}{m_Bc_B}=\frac{\theta_B}{\theta_A}$$

با توجه $\theta_B<\theta_A$ داریم:

$$\theta_B<\theta_A\Rightarrow\frac{\theta_B}{\theta_A}<1\ ,\ \frac{m_Ac_A}{m_Bc_B}=\frac{\theta_B}{\theta_A}\xrightarrow{\frac{\theta_B}{\theta_A}<1}\frac{m_Ac_A}{m_Bc_B}<1$$

$$\Rightarrow m_Ac_A<m_Bc_B\Rightarrow C_A<C_B$$

راه‌حل دوم: شیب خط نمودار $\theta-Q$ برابر وارون ظرفیت گرمایی $(\frac{1}{C})$ می‌باشد و با توجه به شکل شیب خط A بیشتر از شیب خط B می‌باشد:



$$\frac{1}{C_A}>\frac{1}{C_B}\Rightarrow C_B>C_A$$

A ۹۱۸ ۲

بازی با سؤال به دو جسم A و B که نسبت جرم آن‌ها $\frac{M_A}{M_B}=\frac{4}{3}$ و نسبت گرمای ویژهٔ آن‌ها $\frac{c_A}{c_B}=\frac{3}{5}$ است، به یک اندازه گرما می‌دهیم. اگر افزایش دمای جسم A برابر ۴۰ درجهٔ سلسیوس باشد، افزایش دمای جسم B چند درجهٔ سلسیوس خواهد بود؟

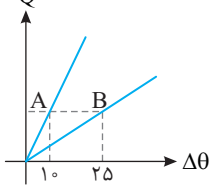
۱) ۱۸ ۲) ۳۲ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

پاسخ گرمای داده شده به دو جسم با هم برابر است، بنابراین:

$$Q_A=Q_B\Rightarrow M_Ac_A\Delta\theta_A=M_Bc_B\Delta\theta_B\Rightarrow$$
$$(\frac{۴}{۳}M_B)(\frac{۳}{۵}c_B)\Delta\theta_A=M_Bc_B\Delta\theta_B\Rightarrow$$
$$\frac{۴}{۳}\times\frac{۳}{۵}\times۴۰=\Delta\theta_B\Rightarrow\Delta\theta_B=۳۲^\circ C$$

۲ ۹۲۵ A

بازی با سؤال نمودار گرمای داده شده به دو جسم A و B با جرم‌های یکسان، بر حسب تغییر دما به صورت روبه‌رو است. نسبت $\frac{c_A}{c_B}$ کدام است؟



۱) $\frac{۲}{۵}$ ۲) $\frac{۵}{۲}$ ۳) $\frac{۳}{۵}$ ۴) $\frac{۵}{۳}$

پاسخ به نمودار خوب نگاه کنید، به‌ازای گرمای یکسان دمای جسم A، $۱۰^\circ C$ و دمای جسم B، $۲۵^\circ C$ بالا رفته بنابراین:

$$Q_A=Q_B\Rightarrow m_Ac_A\times۱۰=m_Bc_B\times۲۵$$
$$\xrightarrow{m_A=m_B}\frac{c_A}{c_B}=\frac{۵}{۲}$$

۳ ۹۳۵ B

بازی با سؤال یک گرمکن با توان P و بازده ۸۴ درصد در مدت ۱۲۵s می‌تواند دمای ۶۰۰g آب $۳۰^\circ C$ را به $۸۰^\circ C$ برساند، P چند وات است؟ ($c_{آب}=۴۲۰۰J/kg.K$، از اتلاف انرژی صرف‌نظر شود.) آزمون مدارس برتر

۱) ۱۸۰۰ ۲) ۱۵۰۰ ۳) ۱۲۰۰ ۴) ۱۰۰۰

پاسخ بازده گرمکن ۸۴ درصد است، از این‌رو توان گرمایی که گرمکن به آب می‌دهد $\frac{۸۴}{۱۰۰}P$ است:

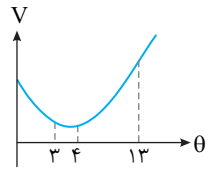
$$P_{گرمایی}=\frac{Q}{t}\Rightarrow\frac{۸۴}{۱۰۰}P=\frac{Q}{t}\Rightarrow\frac{۸۴}{۱۰۰}P=\frac{۰/۶\times۴۲۰۰\times۵۰}{۱۲۵}\Rightarrow P=۱۲۰۰W$$

۳ ۹۴۴ B

بازی با سؤال از ۵۰۰ گرم آب $۱۳^\circ C$ مقدار ۲۱kJ گرما می‌گیریم. حجم آب چگونه تغییر می‌کند؟ ($c_{آب}=۴۲۰۰J/kg^\circ C$)

۱) کاهش می‌یابد. ۲) افزایش می‌یابد.
۳) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد. ۴) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

پاسخ ابتدا از رابطهٔ گرماسنجی دمای آب را پس از گرفتن گرما حساب می‌کنیم:



$$Q=mc\Delta\theta\xrightarrow{\text{گرما گرفتیم }Q<۰}$$
$$-۲۱\times۱۰^{+۳}=۰/۵\times۴۲۰۰\times\Delta\theta$$
$$\Rightarrow\Delta\theta=-۱۰^\circ C\Rightarrow\theta_۲-۱۳=-۱۰\Rightarrow\theta_۲=۳^\circ C$$

با کاهش دما از $۱۳^\circ C$ تا $۴^\circ C$ حجم آب کاهش می‌یابد. اما آب از $۴^\circ C$ تا $۳^\circ C$ در حالت استثناء خود قرار دارد و با کاهش دما حجم آن افزایش می‌یابد.

۴ ۹۴۶ A

بازی با سؤال دو میلهٔ فلزی A و B در دمای اتاق هم‌طول هستند. اگر به هر کدام از میله‌ها گرمای برابر بدهیم، افزایش طول میله B چند برابر افزایش طول میله A خواهد بود؟ (m جرم و c ظرفیت گرمایی ویژه و α ضریب انبساط طولی است.)

۱) $\frac{m_B\alpha_Bc_B}{m_Ac_A\alpha_A}$ ۲) $\frac{m_B\alpha_Ac_B}{m_Ac_A\alpha_B}$
۳) $\frac{m_A\alpha_Ac_A}{m_Bc_B\alpha_B}$ ۴) $\frac{m_Ac_A\alpha_B}{m_Bc_B\alpha_A}$

پاسخ تغییر طول هر دو را نوشته و برهم تقسیم می‌کنیم:

$$\begin{cases}\Delta L_B=L\alpha_B\Delta\theta_B\\ \Delta L_A=L\alpha_A\Delta\theta_A\end{cases}\Rightarrow\frac{\Delta L_B}{\Delta L_A}=\frac{\alpha_B\Delta\theta_B}{\alpha_A\Delta\theta_A}\quad(۱)$$

گرمای داده شده به هر دو برابر است. رابطهٔ گرماسنجی را برای دو میله می‌نویسیم:

$$Q=mc\Delta\theta\xrightarrow{Q_A=Q_B}m_Ac_A\Delta\theta_A=m_Bc_B\Delta\theta_B$$
$$\Rightarrow\frac{\Delta\theta_B}{\Delta\theta_A}=\frac{m_Ac_A}{m_Bc_B}\quad(۲)$$

با توجه به روابط (۱) و (۲) خواهیم داشت:

$$\frac{\Delta L_B}{\Delta L_A}=\frac{m_Ac_A\alpha_B}{m_Bc_B\alpha_A}$$

۳ ۹۴۷ B

بازی با سؤال از یک ورقهٔ آلومینیمی دو صفحهٔ دایره‌ای شکل به مساحت‌های $S_۱=S$ و $S_۲=nS$ بریده و جدا کرده‌ایم. حال اگر به صفحهٔ اول گرمای $Q_۱=Q$ و به صفحهٔ دوم گرمای $Q_۲=nQ$ را بدهیم و بر اثر این گرما، افزایش شعاع آن‌ها به ترتیب $\Delta R_۱$ و $\Delta R_۲$ باشد، $\frac{\Delta R_۲}{\Delta R_۱}$ چقدر است؟ سراسری تجربی - ۹۲

۱) ۱ ۲) n ۳) $\sqrt{n}$ ۴) $\frac{۱}{n}$

پاسخ دو صفحه هم‌جنس بوده و گرمای ویژهٔ آن‌ها برابر است. سطح $S_۲$، n برابر سطح $S_۱$ است پس جرم صفحهٔ $S_۲$، n برابر جرم صفحهٔ $S_۱$ می‌باشد.

$$Q_۲=nQ_۱\Rightarrow m_۲c\Delta\theta_۲=nm_۱c\Delta\theta_۱$$
$$\xrightarrow{m_۲=nm_۱}nm_۱\Delta\theta_۲=nm_۱\Delta\theta_۱\Rightarrow\Delta\theta_۲=\Delta\theta_۱$$

حال برای استفاده از رابطهٔ انبساط شعاع $\Delta R=\alpha R\Delta\theta$، نسبت شعاع‌های اولیه را به‌دست می‌آوریم: $S_۲=nS_۱\xrightarrow{S=\pi R^۲}R_۲^۲=nR_۱^۲\Rightarrow R_۲=\sqrt{n}R_۱$

$$\Delta R_۱=\alpha R_۱\Delta\theta\xrightarrow[R_۲=\sqrt{n}R_۱]{\alpha_۱=\alpha_۲,\Delta\theta_۱=\Delta\theta_۲}\frac{\Delta R_۲}{\Delta R_۱}=\frac{\alpha R_۲\Delta\theta_۲}{\alpha R_۱\Delta\theta_۱}=\frac{R_۲}{R_۱}=\sqrt{n}$$

۴ ۹۵۰ B

بازی با سؤال دو کره مسی داریم که قطر خارجی آن‌ها برابر ولی یکی توپر و دیگری تو خالی است. اگر آن‌ها را در آب جوش بیندازیم، پس از تعادل گرمایی، افزایش قطر کره توپر ..... کنکور دهه‌های گذشته

۱) کمتر از افزایش قطر خارجی کره تو خالی است.
۲) بیشتر از افزایش قطر خارجی کره توخالی است.
۳) به اندازه افزایش قطر داخلی کره توخالی است.
۴) به اندازه افزایش قطر خارجی کره توخالی است.

پاسخ در مسائل مربوط به انبساط فقط جنس جسم، ابعاد ظاهری و تغییر دمای آن مهم است و در این مسأله قطر خارجی (ظاهری) و جنس و افزایش دمای دو کره (چون هر دو کره با آب جوش به تعادل رسیده‌اند) یکسان است.

۳ ۹۵۴ B

بازی با سؤال دو کرهٔ فلزی هم‌جنس، هم‌دما و هم‌شعاع A و B در اختیار داریم. کرهٔ A توپُر و کرهٔ B توخالی است، به‌طوری که $m_A=۲m_B$. اگر به هر دو کره گرمای یکسان دهیم، افزایش حجم کرهٔ A چند برابر افزایش حجم کرهٔ B خواهد بود؟

۱) ۲ ۲) ۱ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) $\frac{۱}{۶}$

پاسخ هر دو کره هم‌جنس‌اند پس $c_A=c_B$ است و گرمای داده شده به دو کره A و B یکسان است از این‌رو:

$$Q_A=Q_B\Rightarrow m_Ac_A\Delta\theta_A=m_Bc_B\Delta\theta_B\xrightarrow{m_A=۲m_B}\Delta\theta_B=۲\Delta\theta_A$$

هر دو کره هم‌شعاع هستند، پس حجم اولیه آن‌ها با هم برابر است و همچنین چون دو کره هم‌جنس‌اند پس ضریب انبساط حجمی آن‌ها نیز یکی است $(\beta_A=\beta_B)$ و خواهیم داشت: $\Delta V=V_1\beta\Delta\theta\Rightarrow\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B}=\frac{V_{1A}\beta_A\Delta\theta_A}{V_{1B}\beta_B\Delta\theta_B}=\frac{1}{2}$

B ۹۶۱ ۲

بازی با سؤال ۲۰۰g آب ۲۲/۵°C را با ۱۵۰g آب ۴۰°C مخلوط می‌کنیم. پس از تعادل گرمایی، دمای آب به چند درجهٔ سلسیوس می‌رسد؟

تجربی - ۹۲

۱) ۲۷/۵ ۲) ۳۰ ۳) ۳۲ ۴) ۳۲/۵

پاسخ چنانچه در مسائل تعادل گرمایی، اجسام تغییر حالت ندهند، می‌توانیم از رابطهٔ تعادل گرمایی مستقیماً به رابطه‌ای برای دمای تعادل برسیم:

$$m_1c_1(\theta-\theta_1)+m_2c_2(\theta-\theta_2)+m_3c_3(\theta-\theta_3)+\cdots=0$$

$$\Rightarrow\theta=\frac{m_1c_1\theta_1+m_2c_2\theta_2+m_3c_3\theta_3+\cdots}{m_1c_1+m_2c_2+m_3c_3+\cdots}$$

به حل تست می‌پردازیم:

$$\theta=\frac{0/2\times c\times 22/5+0/15\times c\times 40}{0/2\times c+0/15\times c}=\frac{c(4/5+6)}{c(0/35)}=\frac{10/5}{0/35}=\frac{105\times10^{-1}}{35\times10^{-2}}=30^\circ C$$

A ۹۶۲ ۱

بازی با سؤال m_1 کیلوگرم آب با دمای ۱۰°C را با m_2 کیلوگرم آب با دمای ۵۰°C مخلوط می‌کنیم و دمای تعادل بدون اتلاف گرما ۳۰°C می‌شود. m_2 چند برابر m_1 است؟

خارج ریاضی - ۸۸

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) $\frac{5}{3}$ ۴) $\frac{3}{5}$

پاسخ پایستگی انرژی را می‌نویسیم:

$$Q_1+Q_2=0\Rightarrow m_1c(30-10)+m_2c(30-50)=0\Rightarrow m_1=m_2$$

میانبر چون دمای تعادل دو مقدار آب میانگین دماهای اولیه آن‌ها است، پس جرم آن‌ها باهم برابر است.

A ۹۶۳ ۳

بازی با سؤال یک قطعه آهن به دمای ۸۸°C و ظرفیت گرمایی ۴۲۰J/K را در یک کیلوگرم آب صفر درجهٔ سلسیوس وارد می‌کنیم. اگر اتلاف گرما ناچیز باشد، دمای تعادل چند درجهٔ سلسیوس خواهد بود؟ $(c_{آب}=4200J/kg.K)$

تجربی - ۸۹

۱) ۰/۸۸ ۲) ۸/۸ ۳) ۸ ۴) ۲۶

پاسخ با توجه به پایستگی انرژی مجموع گرمای مبادله شده بین آهن و آب برابر صفر است. از طرفی دقت کنید که در صورت مسئله ظرفیت گرمایی آهن $C=420J/K$ داده شده است نه گرمای ویژهٔ آهن بنابراین:

$$Q_{Fe}+Q_W=0\Rightarrow C_{Fe}(\theta_e-\theta_{1Fe})+m_Wc_w(\theta_e-\theta_{1W})=0$$

$$\xrightarrow{C_{Fe}=420J/K,\ c_W=4200J/kg.K,\ \theta_{1Fe}=88^\circ C,\ \theta_{1W}=0}$$

$$420\times(\theta_e-88)+1\times4200(\theta_e-0)=0\Rightarrow\theta_e=8^\circ C$$

A ۹۶۶ ۱

بازی با سؤال یک ظرف عایق گرما حاوی ۸۰g آب ۱۱/۵°C است. یک قطعه مس به جرم ۴۲۰g و دمای ۱۰۰°C را در این ظرف می‌اندازیم. اگر فقط بین آب و مس تبادل گرما صورت گیرد و $c_{آب}=4200J/kg.K$ و $c_{مس}=380J/kg.K$ باشد، تا برقراری تعادل گرمایی، دمای آب چند کلوین افزایش می‌یابد؟

خارج تجربی - ۹۳

۱) ۲۸/۵ ۲) ۴۰ ۳) ۳۱۳ ۴) ۳۰۱/۵

پاسخ **خط فکری** در واقع مسئله از ما دمای تعادل را می‌خواهد. البته پس از یافتن دمای تعادل می‌توان با کم کردن دمای اولیهٔ آب (۱۱/۵°C) افزایش دمای آب را حساب کرد، پس برویم و مسئله را حل کنیم.

۱ با توجه به پایستگی انرژی خواهیم داشت:

$$Q_{Cu}+Q_W=0\Rightarrow m_{Cu}c_{Cu}(\theta_e-\theta_{Cu})+m_Wc_W(\theta_e-\theta_W)=0$$

$$\xrightarrow{m_{Cu}=420g,\ m_W=80g,\ \theta_W=11/5^\circ C,\ \theta_{Cu}=100^\circ C,\ c_{Cu}=380J/kg.K,\ c_W=4200J/kg.K}$$

$$420\times380(\theta_e-100)+80\times4200\times(\theta_e-11/5)=0$$

$$\xrightarrow[\text{۴۲۰ را فاکتور گرفته و ساده می‌کنیم}]{\text{از معادلهٔ سمت چپ}}38(\theta_e-100)+80(\theta_e-11/5)=0$$

$$\Rightarrow(38\theta_e-3800)+(80\theta_e-920)=0\Rightarrow\theta_e=\frac{4720}{118}=40^\circ C$$

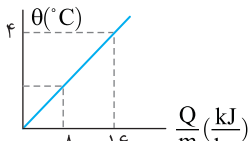
۲ افزایش دمای آب خواهد شد: $\Delta\theta=\theta_e-\theta_1=40-11/5=28/5^\circ C$

۳ می‌دانیم تغییر دما برحسب کلوین و درجه سلسیوس یکسان است، بنابراین:

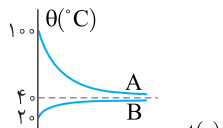
$$\Delta T=28/5K$$

A ۹۷۸ ۳

بازی با سؤال دو مادهٔ A و B با دماهای اولیهٔ مختلف را در ظرف عایقی قرار می‌دهیم. نمودار (الف) تغییر دمای آن‌ها را برحسب زمان نشان می‌دهد و نمودار (ب) برای مادهٔ B رسم شده است. گرمای ویژهٔ A در SI کدام است؟ $(m_A=5kg,\ m_B=1/5kg)$



نمودار (ب)



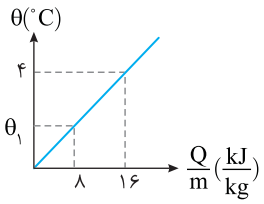
نمودار (الف)

۱) ۱۰۰ ۲) ۲۰ ۳) ۴۰۰ ۴) ۳۰۰

پاسخ ۱ نمودار (ب) به صورت خطی است که از مبدأ می‌گذرد، بنابراین می‌توانیم تناسب ساده‌ای بنویسیم:

$$\frac{16}{8}=\frac{4}{\theta_1}\Rightarrow\theta_1=2^\circ C$$

$$Q=mc\Delta\theta\Rightarrow\frac{Q}{m}=c\Delta\theta\Rightarrow16\times10^3J/kg=c_B\times4\Rightarrow c_B=4\times10^3J/kg^\circ C$$

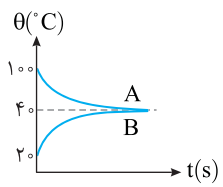


نمودار (ب)

۲ با توجه به نمودار (الف)، تا رسیدن به حالت تعادل یعنی دمای ۴۰°C، تغییر دماها نیز مشخص شده است، قانون پایستگی انرژی گرمایی را می‌نویسیم:

$$Q_A+Q_B=0\Rightarrow m_Ac_A(40-\theta_A)+m_Bc_B(40-\theta_B)=0$$

$$\Rightarrow5\times c_A(40-100)+1/5\times4\times10^3\times(40-20)=0\Rightarrow c_A=400J/kg^\circ C$$



نمودار (الف)

B ۴ ۹۸۶

بازی با سؤال یک گلولهٔ فلزی به دمای $100^\circ C$ را درون $2kg$ آب صفر درجهٔ سلسیوس می‌اندازیم. اگر $\frac{1}{6}$ گرمایی که گلوله از دست می‌دهد به محیط اطراف داده شود و دمای تعادل $20^\circ C$ گردد، ظرفیت گرمایی گلوله چند $J/^\circ C$ است؟ $(c_{آب}=4200 J/kg^\circ C)$

۱) ۲۵۲ ۲) ۱۲۶۰۰ ۳) ۱۲۶۰ ۴) ۲۵۲۰

پاسخ با توجه به صورت مسئله $\frac{1}{6}$ گرمایی که گلوله از دست می‌دهد سهم محیط است بنابراین $\frac{5}{6}$ گرمایی که گلوله از دست می‌دهد سبب گرم شدن آب می‌شود. بنابه قانون پایستگی انرژی می‌توان نوشت:

$$Q_{آب}+\frac{5}{6}Q_{گلوله}=0 \Rightarrow m_{آب}c_{آب}(\theta_e-\theta_{آب})+\frac{5}{6}C_{گلوله}(\theta_e-\theta_{گلوله})=0$$

$$\Rightarrow 2\times 4200(20-0)+\frac{5}{6}C_{گلوله}(20-100)=0 \Rightarrow 2\times 4200\times 20=\frac{5}{6}C_{گلوله}(80)$$

$$\Rightarrow C_{گلوله}=2520 J/^\circ C$$

C ۲ ۹۹۶

بازی با سؤال به دو مایع A و B با جرم‌های یکسان m و دمای اولیه $0^\circ C$، گرمای یکسان (Q) داده شده است و دمای مایع A و B به ترتیب به اندازهٔ θ و 2θ افزایش یافته است. اگر این دو مایع را باهم مخلوط کرده و به آن‌ها همان گرمای Q را داده بودیم، دمای نهایی مخلوط چند θ می‌شد؟

۱) $\frac{1}{2}$ ۲) $\frac{2}{3}$ ۳) $\frac{3}{4}$ ۴) ۱

پاسخ گرمای داده شده به مایع‌های A و B برابر است، از این‌رو با برابر قرار دادن Q می‌توانیم رابطه‌ای بین گرمای ویژه A و B پیدا کنیم.

$$Q_A=Q_B \xrightarrow{Q=mc\Delta\theta} m_Ac_A\Delta\theta_A=m_Bc_B\Delta\theta_B$$

$$\xrightarrow[\Delta\theta_A=\theta,\Delta\theta_B=2\theta]{m_A=m_B=m} c_A\times\theta=c_B(2\theta)\Rightarrow c_A=2c_B$$

دو مایع را باهم مخلوط کرده‌ایم و به مخلوط همان گرمای Q را داده‌ایم و این گرما دمای هر دو مایع را بالا می‌برد بنابراین:

$$Q=Q'_A+Q'_B \Rightarrow Q=m_Ac_A\theta'+m_Bc_B\theta'$$

$$=m(2c_B)\theta'+mc_B\theta' \Rightarrow Q=3mc_B\theta' \quad (I)$$

اکنون این رابطه را با گرمای داده شده به مایع B مقایسه می‌کنیم:

$$Q=mc_B(2\theta) \quad (II)$$

$$(I)\text{ و }(II) \Rightarrow 3mc_B\theta'=mc_B(2\theta) \Rightarrow \theta'=\frac{2}{3}\theta$$

B ۴ ۱۰۰۱

بازی با سؤال کدام‌یک از فرایندهای زیر گرماگیر است؟ کنکور دهه‌های گذشته

۱) چگالش، تبخیر ۲) انجماد، میعان ۳) ذوب، میعان ۴) تصعید، ذوب

پاسخ یادآوری فرایندهای ذوب، تبخیر و تصعید گرماگیر و فرایندهای انجماد، میعان و چگالش گرماده‌اند، بنابراین گزینهٔ (۴) یعنی تصعید و ذوب هر دو گرماگیراند.

B ۱ ۱۰۰۴

بازی با سؤال وقتی دست شما خیس است، در کدام حالت سریع‌تر خشک می‌شود؟

۱) فشار و رطوبت هوا کم باشد. ۲) رطوبت هوا زیاد و فشار هوا کم باشد.

۳) فشار و رطوبت هوا زیاد باشد. ۴) فشار هوا زیاد باشد و رطوبت هوا کم باشد.

پاسخ هر چه تبخیر سطحی آب روی دست سریع‌تر صورت گیرد، دست سریع‌تر خشک می‌شود. کاهش فشار هوا و کاهش رطوبت هوا، تبخیر سطحی را سریع‌تر می‌کند، بنابراین گزینهٔ (۱) درست است.

دقت کنید در مناطق کویری ایران که هوا خشک است، حتی در شب سرعت خشک شدن اجسام خیس بسیار سریع‌تر از مناطقی مانند شمال کشور است که رطوبت هوا در آنجا بالاست.

B ۲ ۱۰۱۶

بازی با سؤال چند کیلوژول گرما لازم است تا ۵۰ گرم یخ $-10^\circ C$ به بخار آب $120^\circ C$ تبدیل شود؟ ($L_V=2260kJ/kg$ ، $L_F=336kJ/kg$ ، $c_{بخار}=c_{یخ}=2/1kJ/kg.K$ و $c_{آب}=4/2kJ/kg.K$)

۱) ۱۵۲/۹۴ ۲) ۱۵۳/۹۵ ۳) ۱۵۱/۹۸ ۴) ۱۵۴/۹۷

پاسخ گرما را در مراحل مختلف مطابق نمودار زیر به‌دست می‌آوریم:

یخ $-10^\circ C$ $\xrightarrow{Q_1}$ یخ $0^\circ C$ $\xrightarrow{Q_F}$ آب $0^\circ C$ $\xrightarrow{Q_2}$ آب $100^\circ C$

$\xrightarrow{Q_V}$ بخار آب $100^\circ C$ $\xrightarrow{Q_3}$ بخار آب $120^\circ C$

$$Q_1=mc_i\Delta\theta \Rightarrow Q_1=\frac{50}{1000}\times 2/1\times 10=1/05kJ$$

$$Q_F=mL_F \Rightarrow Q_F=\frac{50}{1000}\times 336=16/8kJ$$

$$Q_2=mc_w\Delta\theta \Rightarrow Q_2=\frac{50}{1000}\times 4/2\times 100=21kJ$$

$$Q_V=mL_V=\frac{50}{1000}\times 2260=113kJ$$

$$Q_3=mc_v\Delta\theta \Rightarrow Q=\frac{50}{1000}\times 2/1\times 20=2/1kJ$$

بنابراین گرمای لازم برابر خواهد شد با:

$$Q_t=Q_1+Q_F+Q_2+Q_V+Q_3$$

$$\Rightarrow Q_t=1/05+16/8+21+113+2/1=153/95kJ$$

B ۲ ۱۰۲۳

بازی با سؤال مقداری آب $40^\circ C$ را در محلی که نقطهٔ جوش آب $100^\circ C$ است به بخار آب $100^\circ C$ تبدیل می‌کنیم. در صورتی که گرمای نهان ویژهٔ تبخیر آب ۵۴۰ برابر گرمای ویژهٔ آب باشد، چند درصد گرمای داده شده صرف افزایش دمای آب شده است؟

۱) ۹ ۲) ۱۰ ۳) ۵۰ ۴) ۱۰۰

پاسخ ابتدا گرمای لازم برای تبدیل آب $40^\circ C$ به آب $100^\circ C$ و سپس گرمای لازم برای تبدیل آب $100^\circ C$ به بخار آب $100^\circ C$ را به‌دست می‌آوریم:

$$Q_1=mc\Delta\theta \Rightarrow Q_1=m\times c\times 60 \Rightarrow Q_1=60mc$$

$$Q_2=mL_V \Rightarrow Q_2=m\times 540c \Rightarrow Q_2=540mc$$

گرمای کل داده شده به آب برابر است با:

$$Q_T=Q_1+Q_2 \Rightarrow Q_T=60mc+540mc=600mc$$

اکنون گرمای داده شده به آب برای افزایش دمای آب را به گرمای کل تقسیم می‌کنیم.

$$\frac{Q_1}{Q_T}=\frac{60mc}{600mc}=\frac{10}{100}=10\%$$

B ۳ ۱۰۲۹

بازی با سؤال یک اجاق برقی دمای مقدار معینی آب را در مدت ۸ دقیقه از ۲۰ درجهٔ سلسیوس به نقطهٔ جوش $100^\circ C$ می‌رساند. چند دقیقهٔ دیگر

طـول می‌کشـد تا بـا ثابت ماندن تـوان گرمایی اجـاق، تمام آب تبخیر شـود؟ $(L_V=۲۲۶۸J/g, c=۴/۲J/g.K)$

۱) ۲۸ ۲) ۳۶ ۳) ۵۴ ۴) ۱۰۸

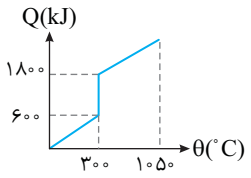
پاسخ توان گرمایی اجاق ثابت است:

$$P_۱=P_۲\Rightarrow\frac{Q_۱}{t_۱}=\frac{Q_۲}{t_۲}\Rightarrow\frac{mc\Delta\theta}{t_۱}=\frac{mL_V}{t_۲}$$

$$\Rightarrow\frac{۴/۲\times(۱۰۰-۲۰)}{۸}=\frac{۲۲۶۸}{t_۲}\Rightarrow t_۲=۵۴\,min$$

B ۲ ۱۰۳۴

بازی با سؤال نمـودار مقابـل نمودار گرما بر حسب دما برای مایعی به جرم ۴kg اسـت. اگر به ایـن مایع به اندازهٔ ۹۰۰kJ حرارت بدهیم با توجه به نمودار، چند کیلوگرم آن به صورت مایع باقی می‌ماند؟



۱) ۱ ۲) ۳ ۳) ۲/۵ ۴) ۰/۵

پاسخ **خط فکری** چون گفته شـده به مایع گرما دادیـم، پس تغییر حالـت در دمای ۳۰۰°C تبدیل مایع به بخار اسـت و با توجه بـه نمودار، برای تبخیر ۴kg مایع در نقطهٔ جوش ۱۲۰۰kJ گرما لازم اسـت و از ۹۰۰kJ گرمای داده شـده به مایع، ۶۰۰kJ صرف افزایش دمای جسم و رسیدن به دمای نقطهٔ جوش شده است، پس تنها ۳۰۰kJ آن صرف تبخیر مایع می‌شود.

در ابتدا با توجه به نمودار، گرمای نهان ویژهٔ تبخیر مایع را به‌دست می‌آوریم:

$$۱۲۰۰\times۱۰^۳=۴\times L_V\Rightarrow L_V=۳\times۱۰^۵J/kg=۳\times۱۰^۲kJ/kg$$

$$Q=mL_V\Rightarrow ۳۰۰=m\times۳\times۱۰^۲\Rightarrow m=۱kg\text{ , تبخیر می‌شود }\quad m_{\text{مایع}}=۴-۱=۳kg$$

B ۳ ۱۰۴۸

بازی با سؤال بـه ۴۰۰ گرم آب صفر درجهٔ سلسـیوس در فشـار ۱atm مقدار ۳۹۴ کیلوژول گرما می‌دهیم. در نهایت .....

$(L_V=۲۲۶۰kJ/kg\ ،\ c_{\text{آب}}=۴/۲kJ/kg.K\ ،\ c_{\text{بخار}}=۲/۱kJ/kg.K)$

۱) دمای نهایی ۱۲۰°C و تمام آب بخار می‌شود.

۲) دمای نهایی ۱۰۰°C و ۳۰۰ گرم آب بخار می‌شود.

۳) دمای نهایی ۱۰۰°C و ۱۰۰ گرم آب بخار می‌شود.

۴) دمای نهایی ۸۰°C و آب بخار نمی‌شود.

خط فکری در حل این نوع مسـائل بهتر اسـت ابتدا نیم‌نگاهی به گزینه‌ها داشـته باشیم زیرا به ما در حل مسئله کمک می‌کند. کاملاً مشخص است که ابتدای گرمای لازم برای تبدیل آب ۰°C به آب ۱۰۰°C را به‌دسـت می‌آوریم و آن را با گرمای داده شـده به آب مقایسه می‌کنیم، اگر از آن بیشتر باشد، آب به ۱۰۰°C نمی‌رسد و اگر از گرمای داده شده به آب کمتر باشد، آب به ۱۰۰°C می‌رسد و شروع به تبخیر شدن می‌کند.

۱ ابتـدا گرمایـی که آب می‌گیرد تا دمایش از ۰°C به ۱۰۰°C برسـد را به‌دسـت می‌آوریم: $Q=mc\Delta\theta\Rightarrow Q=۰/۴\times۴/۲\times۱۰۰\Rightarrow Q=۱۶۸kJ<۳۹۴kJ$

بنابراین دمای آب به ۱۰۰°C می‌رسد و شروع به تبخیر شدن می‌کند.

۲ گرمای لازم برای تبخیر کامل آب را به‌دست می‌آوریم:

$$Q_V=mL_V\Rightarrow Q_V=۰/۴\times۲۲۶۰\Rightarrow Q_V=۹۰۴kJ>۳۹۴kJ-۱۶۸kJ$$

بنابراین گرمایی که به آب داده‌ایم نمی‌تواند تمام آب را به بخار ۱۰۰°C تبدیل کند.

۳ دمای نهایی ۱۰۰°C است. اما چه مقدار آب تبخیر می‌شود؟ از ۳۹۴kJ، ۱۶۸kJ آن برای تبدیل آب ۰°C به ۱۰۰°C صرف شده و بقیهٔ آن برای تبدیل آب به بخار آب صرف می‌شود. $Q_V=m'L_V\Rightarrow ۲۲۶=m'\times۲۲۶۰\Rightarrow m'=۰/۱kg=۱۰۰g$

در نهایت ۳۰۰g آب ۱۰۰°C و ۱۰۰ گرم بخار آب ۱۰۰°C در اختیار داریم.

B ۲ ۱۰۵۶

بازی با سؤال مقـداری بخـار ۱۰۰°C را وارد ۵۰۰ گـرم آب ۱۰°C می‌کنیـم، دمـای تعادل ۴۰°C می‌شـود. اگـر گرمای نهـان ویـژهٔ تبخیر آب ۲۲۶۸J/g باشد، بخار آب چند گرم بوده است؟ $(c_{\text{آب}}=۴/۲J/g.°C)$

۱) ۱۲ ۲) ۲۵ ۳) ۱۲۰ ۴) ۲۵۰

پاسخ نمودار مسیر فرایند را رسم می‌کنیم.

$$\text{بخار }۱۰۰°C\ m_۱\xrightarrow{Q_۱}\text{آب }۱۰۰°C\ m_۱\xrightarrow{Q_۲}$$

$$\text{آب }۴۰°C\xleftarrow{Q_۳}\text{آب }۱۰°C\ m_۲$$

با فرض ناچیز بودن اتلاف انرژی گرمایی بنا به پایستگی انرژی خواهیم داشت:

$$Q_۱+Q_۲+Q_۳=۰$$

چون بخار گرما از دست می‌دهد، mL_V را با علامت منفی در رابطه قرار می‌دهیم:

$$-m_۱L_V+m_۱c(\Delta\theta)+m_۲c(\Delta\theta')=۰$$

$$\Rightarrow -۲۲۶۸m_۱+m_۱\times۴/۲\times(-۶۰)+۵۰۰\times۴/۲\times(۳۰)=۰$$

دو طرف را بر ۴/۲ تقسیم می‌کنیم:

$$-۵۴۰m_۱+(m_۱\times۱\times(-۶۰))+۵۰۰\times۱\times۳۰=۰$$

$$\Rightarrow -۶۰۰m_۱=-۱۵۰۰۰\Rightarrow m_۱=\frac{-۱۵۰۰۰}{-۶۰۰}=۲۵g$$

B ۴ ۱۰۶۱

بازی با سؤال درون ۲kg آب ۴۰°C مقداری یخ ۲۴°C− می‌اندازیم. اگر در تبادل گرما بین آب و یخ، آب ۳۰۲/۴kJ گرما از دسـت بدهد، جرم یخ چند گرم بوده است؟ $(L_F=۳۳۶kJ/kg\ ,c_{\text{آب}}=۴۲۰۰J/kgK\ ,c_{\text{یخ}}=۲۱۰۰J/kgK)$

۱) ۸۰۰ ۲) ۷۰۰ ۳) ۸۵۰ ۴) ۷۵۰

پاسخ ابتـدای دمای نهایی آب را هنگامی که ۳۰۲/۴kJ گرما از دسـت بدهد، حساب می‌کنیم:

$$Q=mc\Delta\theta\xrightarrow[\text{گرما داده}]{Q=-۳۰۲/۴kJ}-۳۰۲/۴\times۱۰^۳=۲\times۴۲۰۰\times\Delta\theta$$

$$\Rightarrow\Delta\theta=-۳۶°C$$

دمای آب ۳۶°C کاهش یافته و از ۴۰°C به ۴°C می‌رسـد و دمای نهایی یخ نیز با گرفتن همین مقدار گرما باید به ۴°C برسد:

یخ $-۲۴°C$ ← یخ $۰°C$ ← آب $۰°C$ ← آب $۴°C$

$$m\times۲۱۰۰\times۲۴+m\times۳۳۶۰۰۰+m\times۴۲۰۰\times۴=۳۰۲/۴\times۱۰^۳$$

$$\xrightarrow[\text{تقسیم می‌کنیم}]{\text{دو طرف را بر }۴۲۰۰}۱۲m+۸۰m+۴m=۷۲$$

$$۹۶m=۷۲\Rightarrow m=\frac{۷۲}{۹۶}=\frac{۳}{۴}kg\Rightarrow m=۷۵۰g$$

B ۲ ۱۰۶۳

بازی با سؤال یک قطعه یخ به جرم ۰/۵kg و دمای ۳۳/۶°C− را در ظرف بزرگ محتوی آب ۰°C می‌اندازیم. پس از تعادل جرم یخ درون ظرف چند گرم می‌شود؟ $(L_F=۳۳۶۰۰J/kg\text{ و }c_{\text{یخ}}=۲۱۰J/kg.°C\ ،c_{\text{آب}}=۴۲۰۰J/kg.°C)$

۱) ۵۰۰ ۲) ۶۰۵ ۳) ۷۰۵ ۴) ۵۷۵

پاسخ چـون جرم آب صفر درجهٔ درون ظرف بسـیار بیشـتر از جرم یخ با دمای ۳۳/۶°C− اسـت. دمای تعادل صفر درجه خواهد بود.

$$\text{یخ صفر درجه}\xrightarrow{Q_۱}\text{یخ }-۳۳/۶°C$$

گرمایی که برای تبدیل یخ ۳۳/۶°C− به یخ صفر درجه لازم اسـت از آب صفر

درجهٔ درون ظرف گرفته می‌شود. یعنی مقداری از آب درون ظرف (m') باید گرما از دست بدهد و در نتیجه به یخ صفر درجه تبدیل شود.

m' آب صفر درجه $\xrightarrow{Q_2}$ m' یخ صفر درجه

$$Q_1+Q_2=0\Rightarrow mc_{\text{یخ}}\Delta\theta-m'L_F=0\Rightarrow 0/5\times 2100\times 33/6=m'\times 336000$$

$$m'=0/105kg=105g$$ جرم یخ تولیدشده

$$m''=500+105=605g$$ جرم کل یخ درون ظرف

۴ | ۱۰۶۸ | B

بازی با سؤال ظرفی حاوی ۱۰۰g یخ صفر درجه سلسیوس است. حداقل چند گرم آب ۵۰°C باید داخل آن بریزیم تا تمام یخ ذوب شود؟ $(L_F=334kJ/kg\ ،c_{\text{آب}}=4200J/kg.K$ و از مبادله گرمای آب و یخ با محیط صرف‌نظر کنید.)

۱) ۸۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۱۴۰ ۴) ۱۶۰

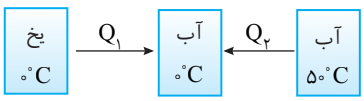
پاسخ **خط فکری** حداقل مقدار آب یعنی آنکه تمام گرمایی که آب می‌تواند از دست بدهد چه مقدار باشد تا یخ ۰°C به آب ۰°C تبدیل شود، اما دمای آن از صفر بالاتر نرود. در واقع به طور غیرمستقیم بیان شده است که دمای نهایی صفر درجه سلسیوس است.

با توجه به پایستگی انرژی مجموع گرمای مبادله شده بین یخ و آب صفر است، بنابراین:

$$Q_1+Q_2=0\Rightarrow mc(0-50)+m'L_F=0$$

$$m'L_F=mc\times 50\Rightarrow 0/1\times 334000=m\times 4200\times 50$$

$$\Rightarrow m=\frac{33400}{4200\times 50}=0/159kg\approx 160g$$



۴ | ۱۰۷۲ | B

بازی با سؤال یک قطعه مس به جرم ۳ kg با دمای ۱۱/۱ درجهٔ سلسیوس را داخل ظرف عایق‌بندی شده‌ای حاوی مخلوط به تعادل رسیدهٔ آب و یخ می‌اندازیم. هنگامی‌که تعادل مجدد برقرار شود، دمای مس صفر درجهٔ سلسیوس است. چند گرم یخ در این فرایند ذوب شده است؟ خارج تجربی - ۸۵

$(L_F=333kJ/kg\ ،c_{\text{مس}}=400J/kg\cdot K)$

۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۲۰ ۴) ۴۰

پاسخ آب و یخ در تعادل بوده‌اند، از این‌رو دمای آن‌ها ۰°C است. پس از برقراری مجدد تعادل دمای مس ۰°C است، در نتیجه گرمایی که مس از دست داده است، تنها صرف ذوب یخ ۰°C شده است. یعنی گرمایی که مس از دست می‌دهد تا دمایش ۰°C شود با گرمایی که یخ دریافت می‌کند تا ذوب شود برابر است بنابراین

$$|Q_{\text{مس}}|=Q_F\Rightarrow|m_{Cu}c\Delta\theta=m_iL_F\xrightarrow{(c_{\text{مس}}=400J/kg.K,L_F=333kJ/kg)}$$

$$\Rightarrow 3\times 400\times 11/1=m_F\times 333000\Rightarrow m_F=0/04kg=40g$$

۲ | ۱۰۷۵ | B

بازی با سؤال توان گرمایی یک گرمکن الکتریکی ۸۴۰ وات است. آن را در مخلوط آب و یخ در حال تعادل قرار می‌دهیم. اگر جرم اولیهٔ یخ ۱۰۰g باشد، جرم یخ ذوب‌شده در مدت ۵s چند گرم است؟ $(L_F=336kJ/kg)$

۱) ۲/۵ ۲) ۱۲/۵ ۳) ۱۰۰ ۴) ۲۰

پاسخ **خط فکری** دمای مخلوط آب و یخ در حال تعادل ۰°C است و وقتی که به مخلوط آب و یخ گرما می‌دهیم، ابتدا گرما صرف ذوب شدن یخ ۰°C و تبدیل آن به آب ۰°C می‌شود و اگر تمام یخ ذوب شد، آن‌گاه دما شروع به بالا رفتن می‌کند.

ابتدا گرمایی را که گرمکن در مدت ۵s به مخلوط آب و یخ در حال تعادل می‌دهد حساب می‌کنیم:

$$P=\frac{Q}{t}\Rightarrow Q=Pt\Rightarrow 840\times 5\Rightarrow Q=4200J$$

اکنون جرم یخ ذوب شده را به‌دست می‌آوریم:

$$Q=mL_F\Rightarrow 4200=m\times 336\Rightarrow m=12/5g$$

۳ | ۱۰۷۹ | B

بازی با سؤال قابلیت رسانش گرمایی جامداتی مانند شیشه خیلی کمتر از فلزات است، زیرا .....

۱) مولکول‌های شیشه در هنگام گرم‌شدن حرکت نمی‌کنند.

۲) مولکول‌های فلزات آزادتر حرکت می‌کنند.

۳) فلزات دارای الکترون‌های آزادند که گرما را منتقل می‌کنند.

۴) فلزات از نظر شیمیایی فعال‌تر از مواد عایق مانند شیشه هستند.

پاسخ مولکول‌های یک جسم جامد همواره در مکان‌های معینی نسبت به یکدیگر قرار دارند و در اطراف این مکان‌ها، نوسان بسیاری کوچکی دارند که با افزایش دما این حرکات شدیدتر می‌شود و گزینهٔ (۱) نادرست است.

در فلزات مانند جامدهای دیگر مولکول‌ها در جای خود دارای نوسان‌های بسیار کوچکی هستند و گزینهٔ (۲) نادرست است.

فلزها دارای الکترون‌های آزاد هستند که این الکترون‌ها می‌توانند به‌طور مستقل در ماده حرکت کنند و در رسانش گرمایی کمک کنند. هنگامی که به نقطه‌ای از فلز گرما می‌دهیم، الکترون‌های آزاد آن نقطه انرژی جنبشی بیشتری به‌دست می‌آورند و سریع‌تر حرکت می‌کنند. الکترون‌های حامل انرژی از قسمت‌های گرم فلز به قسمت‌های سرد فلز پخش می‌شوند و در برخورد با مولکول‌های فلز انرژی جنبشی خود را به آن‌ها منتقل می‌کنند. با این فرایند انرژی گرمایی به سرعت از قسمت‌های گرم فلز به قسمت‌های سرد آن منتقل می‌شود. توجه کنید که الکترون‌های آزاد نقش عمده‌ای در جریان‌های الکتریکی در رساناها (فلزات) نیز دارند، بنابراین گزینهٔ (۳) درست است.

فعالیت شیمیایی یک جسم ارتباطی به رسانش گرمایی آن ندارد و گزینهٔ (۴) نادرست است.

۴ | ۱۰۸۱ | B

بازی با سؤال کدام گزینه، گزاره‌های درست را مشخص کرده است؟

الف) شب‌ها، پدیدهٔ همرفت موجب وزش نسیمی از سوی ساحل به سمت دریا می‌شود. / ب) در همرفت، برخلاف رسانش گرمایی، انتقال گرما با انتقال بخش‌هایی از خود ماده صورت می‌گیرد. / پ) در رساناهای فلزی، سهم الکترون‌های آزاد در رسانش گرما بیشتر از اتم‌ها است. / ت) تابش گرمایی سطوح تیره، ناصاف و مات بیشتر از تابش گرمایی سطوح صاف، درخشان و با رنگ‌های روشن است.

۱) (پ) و (ت) ۲) (ب) و (پ)

۳) (الف) و (پ) ۴) تمام گزاره‌ها درست‌اند.

پاسخ هنگام شب، زمین ساحل سردتر از آب دریاست و پدیدهٔ همرفت موجب وزش نسیمی از سوی ساحل به سمت دریا می‌شود و گزاره (الف) درست است.

در همرفت، بخشی از شاره که گرم‌تر است، به سمت بالا حرکت می‌کند و شارهٔ سردتر به جای آن قرار می‌گیرد و این سبب انتقال گرما می‌شود. یعنی در همرفت بخشی از شاره، گرما را جابه‌جا می‌کند و گزاره (ب) درست است.

در فلزات افزون بر ارتعاش اتمی، الکترون‌های آزاد در انتقال گرما نقش دارند. به گونه‌ای که سهم الکترون‌های آزاد در رسانش گرمایی در فلزات بیشتر از اتم‌ها است و گزاره (پ) درست است.

تابش گرمایی سطوح تیره و ناصاف از تابش گرمایی سطوح صاف و صیقلی و با رنگ روشن بیشتر است. به همین علت اگر دو لیوان یکی با بدنهٔ تیره و دیگری با بدنهٔ روشن که محتوی آب جوش هستند را روی یک میز قرار دهیم، لیوان تیره سریع‌تر سرد می‌شود زیرا تابش گرمایی آن بیشتر است و گزاره (ت) نیز درست است.

۱ | ۱۰۸۷ | A

بازی با سؤال مناسب‌ترین رنگ برای بیرون یخچال، رنگ ..... و برای سطح بخاری، رنگ ..... است.

۱) روشن - تیره ۲) روشن - روشن ۳) تیره - تیره ۴) تیره - روشن

پاسخ سطوح روشن، جذب ضعیف گرما و بازتابندگی خوبی دارند، پس بهتر است سطح بیرونی یخچال روشن باشد تا بازتاب بیشتری داشته و جذب تابش آن ناچیز باشد و دمای بدنه بالا نرود. اجسام تیره، جذب خوب گرما و تابندگی خوبی نیز دارند، پس سطح بیرونی بخاری بهتر است تیره باشد تا تابش گرمایی بیشتری داشته باشد.

B ۱۰۹۹ ۴

بازی با سؤال یک قطعهٔ مس به جرم $2/7kg$ و دمای $13/4^\circ C$ را درون مخلوطی از آب و یخ در حال تعادل می‌اندازیم. هنگامی که مجموعه به تعادل برسد، دمای مس صفر درجهٔ سلسیوس می‌شود. در نهایت حجم مخلوط آب و یخ چند سانتی‌متر مکعب تغییر می‌کند؟ ($c_{مس}=400J/kg^\circ C$ ، $L_F=335kJ/kg$ ، $\rho_{آب}=1g/cm^3$ و $\rho_{یخ}=0/9g/cm^3$) آزمون مدارس برتر

۱) صفر ۲) ۰/۴۸ ۳) ۰/۴۳۲ ۴) ۴/۸

پاسخ بعد از تبادل گرما بین مس و مخلوط آب و یخ در حال تعادل، دمای مس به صفر درجه سلسیوس رسیده است، بنابراین دمای تعادل نهایی مجموعه $0^\circ C$ است و این یعنی تنها یخ (بخشی از آن یا همهٔ آن) ذوب شده است:

گرمایی که مس از دست می‌دهد را با گرمایی که یخ $0^\circ C$ می‌گیرد تا ذوب شود، برابر قرار می‌دهیم.

$$\Delta m L_F = m_{مس} c_{مس} \Delta\theta \Rightarrow \Delta m \times 335 \times 10^3 = 2/7 \times 400 \times 13/4$$

$$\Delta m = 0/0432kg = 43/2g$$ مقدار یخ ذوب شده

بنابراین $43/2g$ یخ با چگالی $0/9g/cm^3$ به آب با چگالی $1g/cm^3$ تبدیل شده است. حجم این مقدار یخ و آب را حساب می‌کنیم:

$$\rho_{یخ}=\frac{\Delta m}{V_1} \Rightarrow V_1=\frac{43/2}{0/9}=48 \Rightarrow V_1=48cm^3$$

$$\rho_{آب}=\frac{\Delta m}{V_2} \Rightarrow V_2=\frac{43/2}{1}=43/2 \Rightarrow V_2=43/2cm^3$$

$$\Rightarrow \Delta V = 4/8cm^3$$

فصل پنجم

A ۱۱۲۱ ۳

بازی با سؤال اگر بار پروتون برابر e باشد، کدام یک از گزینه‌های زیر نمی‌تواند معرف بار الکتریکی یک جسم باشد؟

۱) $\frac{۲}{۵}\times۱۰^{۳}e$ ۲) $\frac{۵}{۲}\times۱۰^{۳}e$ ۳) $\frac{۲}{۳}\times۱۰^{۳}e$ ۴) $\frac{۳}{۲}\times۱۰^{۳}e$

پاسخ بار کمیتی کوانتیده $(q=\pm ne)$ است و باید در این رابطه نسبت $(\frac{q}{e}=n)$ عدد درست باشد.

گزینهٔ (۱): $\frac{۲\times۱۰^{۳}}{۵}e=۴۰۰e\Rightarrow n=۴۰۰$ ممکن

گزینهٔ (۲): $\frac{۵\times۱۰^{۳}}{۲}e\Rightarrow n=۲۵۰۰$ ممکن

گزینهٔ (۳): $\frac{۲\times۱۰^{۳}}{۳}\Rightarrow n=۶۶۶/۶۶۰۰۰$ غیرممکن

گزینهٔ (۴): $\frac{۳\times۱۰^{۳}}{۲}e\Rightarrow n=۱۵۰۰$ ممکن

A ۱۱۲۳ ۲

بازی با سؤال جسمی دارای بار مثبت است. اگر از این جسم ۵×۱۰^{۱۳} الکترون بگیریم، بار آن ۵ برابر می‌شود. بار اولیه جسم چند میکروکولن بوده است؟ $(e=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C)$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ با گرفتن الکترون از جسم، به بار مثبت جسم افزوده می‌شود:

$$\Delta q=q_۲-q_۱=ne\xrightarrow{q_۲=۵q_۱}۵q_۱-q_۱=۵\times۱۰^{۱۳}\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹}=۸\times۱۰^{-۶}$$

$$\Rightarrow ۴q_۱=۸\times۱۰^{-۶}\Rightarrow q_۱=۲\times۱۰^{-۶}C=۲\mu C$$

A ۱۱۲۷ ۲

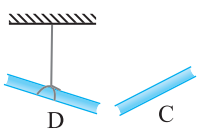
بازی با سؤال هنگامی که جسم A را با جسم B مالش می‌دهیم، A دارای بار منفی می‌شود و هنگامی که جسم A را با جسم C مالش می‌دهیم، A دارای بار مثبت می‌شود. اجسام A و B و C در سری الکتریسیته مالشی (تریبوالکتریک) به‌ترتیب از بالا به پایین چگونه قرار می‌گیرند؟

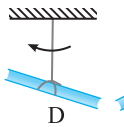
۱) C ،B ،A ۲) C ،A ،B ۳) B ،C ،A ۴) A ،B ،C

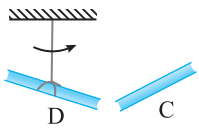
پاسخ وقتی دو جسم به هم مالش داده می‌شوند، جسمی که در اثر مالش بار منفی می‌گیرد در سری الکتریسیته مالشی، پایین‌تر از جسم دیگر قرار می‌گیرد. A را با B مالش داده‌ایم و A دارای بار منفی شده است، پس در جدول A در زیر B قرار می‌گیرد. از طرفی A را با C مالش داده‌ایم و C دارای بار منفی شده است، پس در جدول C در زیر A قرار می‌گیرد. در نتیجه در سری تریبوالکتریک ابتدا B، سپس A و در انتها C قرار می‌گیرد. بنابراین گزینهٔ (۲) درست است.

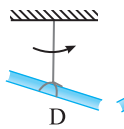
A ۱۱۲۸ ۳

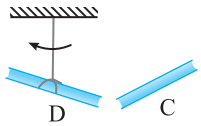
بازی با سؤال هنگامی که میله A را با میله B مالش دهیم، میله A دارای بار منفی می‌شود و هنگامی که میله A را با میله C مالش دهیم، میله A دارای بار مثبت می‌شود. اگر میله خنثی C را با میلهٔ خنثی B مالش دهیم و سپس مطابق شکل میله C را به میله پلاستیکی خنثی D نزدیک کنیم، کدام گزینه در مورد نوع نیرویی که میله C به میله D وارد می‌کند و جهت چرخش میله D درست است؟



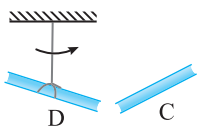
۱) ربایش،


۲) رانش،


۳) ربایش،


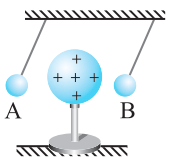
۴) رانش،


پاسخ میلهٔ خنثی C در اثر مالش با میلهٔ خنثی B دارای بار الکتریکی می‌شود و هر گاه یک جسم باردار را به جسم بدون باری نزدیک کنیم آن را می‌رباید و داده‌های دیگر مسئله مهم نیست، بنابراین گزینه (۳) درست است. (دقت کنید که وقتی یک شانه پلاستیکی را با موی سر خود مالش دهید و به تکه‌های کوچک کاغذ نزدیک کنیم، شانه پلاستیکی باردار تکه‌های کاغذ بدون بار را می‌رباید.



B ۱۱۳۵ ۱

بازی با سؤال وضعیت قرارگیری دو آونگ A و B به صورت زیر است. کدام گزینه الزاماً درست است؟



۱) بار آونگ A مثبت است.

۲) بار آونگ A منفی است.

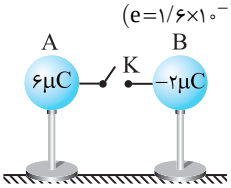
۳) بار آونگ B مثبت است.

۴) بار آونگ B منفی است.

پاسخ ربایش الکتریکی بین کره و آونگ B به ما اطلاع دقیقی نمی‌دهد زیرا B ممکن است دارای بار ناهمنام با کره باشد و یا بدون بار باشد. کره دارای بار مثبت کرهٔ A را دفع کرده است بنابراین قطعاً کرهٔ A دارای بار مثبت بوده است.

A ۱۱۳۷ ۳

بازی با سؤال مطابق شکل زیر کره‌های فلزی مشابه A و B بر روی پایه‌های عایقی قرار دارند. اگر سیم رابط دو کره را ببندیم ..... از کره ..... به کره ..... منتقل می‌شود. $(e=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C)$



۱) ۱ الکترون، B ،A

۲) ۱ پروتون، B ،A

۳) $۲/۵\times۱۰^{۱۳}$ الکترون، B ،A

۴) $۱/۲۵\times۱۰^{۱۳}$ پروتون، B ،A

پاسخ با وصل کلید، دو کره در تماس با هم هستند و با توجه به اینکه کره‌ها با هم مشابه‌اند، بار کره‌ها با هم برابر می‌شود:

$$q'_A=q'_B=\frac{q_A+q_B}{۲}=\frac{۶-۲}{۲}=۲\mu C$$

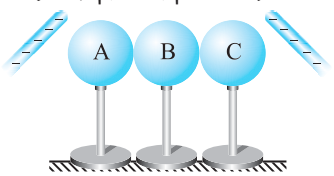
چون در فلزات الکترون است که شارش می‌یابد، پس باید $-۴\mu C$ بار از کره B به کره A منتقل شده باشد تا بار کره A از $+۶\mu C$ به $+۲\mu C$ تغییر کند و بار کره B به دلیل از دست دادن $-۴\mu C$ بار از $-۲\mu C$ به $+۲\mu C$ تغییر کند. بنابراین تعداد الکترون‌های شارش‌شده از B به A برابر است با:

$$q=-ne\Rightarrow -۴\times۱۰^{-۶}=-n\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹}$$

$$\Rightarrow n=\frac{۴}{۱/۶}\times۱۰^{۱۳}=۲/۵\times۱۰^{۱۳}$$

B ۱۱۵۵ ۳

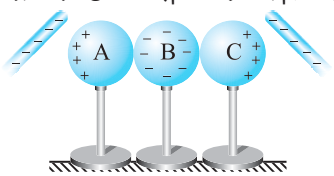
بازی با سؤال سه کرهٔ فلزی A، B و C کاملاً مشابه و خنثی از نظر الکتریکی روی پایه‌های عایق قرار دارند. مطابق شکل هم‌زمان دو میله با بارهای هم‌اندازه و همنام در فاصله‌های یکسانی از کره‌های A و B و C قرار می‌گیرند. اگر در حضور میله‌ها سه گوی را از هم جدا کنیم، بار کرهٔ B کدام است؟



۱) خنثی ۲) مثبت

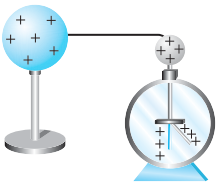
۳) منفی ۴) ابتدا منفی سپس خنثی

پاسخ میله‌های دارای بار منفی، بار مثبت را به خود جذب و بار منفی را از خود دفع می‌کنند. بنابراین در اثر القا شکل زیر ایجاد می‌شود. یعنی کرهٔ A و C دارای بار مثبت و کرهٔ B دارای بار منفی القایی می‌شود. اگر در حضور میله‌ها، کره‌ها را از هم دور کنیم بار کرهٔ B همچنان منفی خواهد بود.



C ۱۱۵۷ ۲

بازی با سؤال در شکل زیر کره و الکتروسکوپ دارای بار مثبت‌اند. حال اگر یک میلهٔ رسانای خنثی به کره نزدیک کنیم، انحراف ورقه‌های الکتروسکوپ چگونه تغییر می‌کند؟



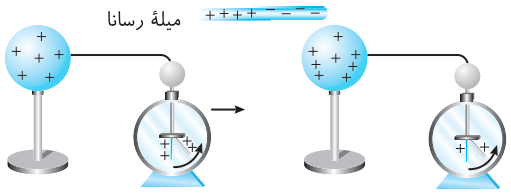
۱) ورقه‌ها از هم دورتر می‌شوند.

۲) ورقه‌ها به هم نزدیک‌تر می‌شوند.

۳) فاصلهٔ ورقه‌ها تغییر نمی‌کند.

۴) اظهار نظر قطعی نمی‌توان کرد.

پاسخ با نزدیک کردن میلهٔ رسانا به کره، سمتی از میله که به کره نزدیک است، دارای بار ناهمنام با کره و الکتروسکوپ می‌شود. (یعنی دارای بار منفی می‌شود) و این بارهای منفی مقداری از بار مثبت ورقه‌ها را به سوی کلاهک می‌کشند و انحراف ورقه‌ها کاهش می‌یابد.



A ۱۱۶۶ ۱

بازی با سؤال در اتم هلیم، دو پروتون به فاصلهٔ تقریبی $۲\times۱۰^{-۱۵}m$ از هم درون هسته قرار دارند و دو الکترون هر یک به فاصلهٔ تقریبی $۵\times۱۰^{-۱۱}m$ از مرکز هسته قرار گرفته‌اند. نیروی دافعهٔ الکتریکی درون هسته چند برابر نیروی جاذبهٔ الکتریکی‌ای است که هسته به هر الکترون وارد می‌کند؟

۱) $\frac{۲۵}{۸}\times۱۰^{۸}$ ۲) $\frac{۲۵}{۴}\times۱۰^{۸}$ ۳) $\frac{۵}{۴}\times۱۰^{۴}$ ۴) $\frac{۵}{۲}\times۱۰^{۴}$

پاسخ نیروی بین دو پروتون در هسته برابر است با:

$$F=k\frac{|q_۱||q_۲|}{r^۲}\Rightarrow F=k\frac{e\times e}{(۲\times۱۰^{-۱۵})^۲}$$

نیرویی که هسته بر هر الکترون وارد می‌کند را حساب می‌کنیم. البته هسته دارای دو پروتون بوده و بار آن ۲e است.

$$F'=\frac{k|q_۱||q_۲|}{r^۲}\xrightarrow{\text{بار هسته}=۲e}F'=\frac{k(۲e\times e)}{(۵\times۱۰^{-۱۱})^۲}$$

بنابراین:

$$\frac{F}{F'}=\frac{\frac{ke^۲}{۴\times۱۰^{-۳۰}}}{\frac{k۲e^۲}{۲۵\times۱۰^{-۲۲}}}=\frac{۲۵\times۱۰^{-۲۲}}{۸\times۱۰^{-۳۰}}=\frac{۲۵}{۸}\times۱۰^{۸}$$

A ۱۱۷۶ ۲

بازی با سؤال نیروی بین دو بار الکتریکی $q_۱$ و $q_۲$ که به فاصلهٔ r از یکدیگر قرار دارند، F است. اگر اندازهٔ یکی از بارها و همچنین فاصلهٔ بین دو بار نیز نصف شود، نیروی بین آن‌ها چند برابر می‌شود؟ خارج تجربی - ۸۷

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) $\frac{۳}{۲}$

پاسخ در حالت اول نیروی F برابر است با:

$$F=k\frac{|q_۱||q_۲|}{r^۲}$$

در حالت دوم نیروی F' برابر است با:

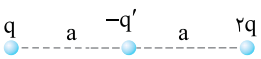
$$F'=k\frac{\frac{۱}{۲}|q_۱||q_۲|}{(\frac{۱}{۲}r)^۲}\Rightarrow F'=k\frac{۲|q_۱||q_۲|}{r^۲}$$

بنابراین خواهیم داشت:

$$\frac{F'}{F}=\frac{k\frac{۲|q_۱||q_۲|}{r^۲}}{k\frac{|q_۱||q_۲|}{r^۲}}=۲$$

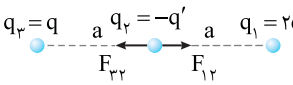
C ۱۲۰۴ ۴

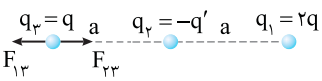
بازی با سؤال در شکل زیر $\frac{q'}{q}$ برابر چند باشد تا اندازه نیروی خالص وارد بر بار q و $-q'$ باهم برابر باشد؟



۱) ۱ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) $\frac{۱}{۳}$ ۴) $\frac{۱}{۴}$

پاسخ نیروهای وارد بر q' و q را رسم کرده و حساب می‌کنیم.





$$\begin{cases}F_{۱۲}=k\frac{|q_۱||q_۲|}{a^۲}=k\frac{(۲q)(q')}{a^۲}\\ F_{۳۲}=k\frac{|q_۳||q_۲|}{a^۲}=k\frac{qq'}{a^۲}\end{cases}\Rightarrow F_{۲T}=k\frac{(۲q)q'}{a^۲}-k\frac{qq'}{a^۲}=k\frac{qq'}{a^۲}$$

$$F_{۱۳}==k\frac{(۲q)(q)}{(۲a)^۲}=\frac{۱}{۲}k\frac{q^۲}{a^۲}\quad,\quad F_{۲۳}=k\frac{|q_۲||q_۳|}{a^۲}=k\frac{q'q}{a^۲}$$

اکنون باید نیروی خالص وارد بر بار $q_۳$ را حساب کنیم اما مشخص نیست کدام نیرو را باید از دیگری کم کنیم یعنی دو حالت داریم:

حالت اول: $F_{۲۳}>F_{۱۳}\Rightarrow F_{۳T}=k\frac{q'q}{a^۲}-\frac{۱}{۲}k\frac{q^۲}{a^۲}$

حالت دوم: $F_{۲۳}<F_{۱۳}\Rightarrow F_{۳T}=\frac{۱}{۲}k\frac{q^۲}{a^۲}-k\frac{q'q}{a^۲}$

اکنـون نیروی خالـص وارد بر $q_۳$ و نیروی خالص وارد بـر $q_۲$ را در دو حالت مساوی قرار می‌دهیم تا جواب مسئله به‌دست آید.

حالت اول: $F_{۲T}=F_{۳T}\Rightarrow k\frac{qq'}{a^۲}=k\frac{qq'}{a^۲}-\frac{۱}{۲}k\frac{q^۲}{a^۲}\Rightarrow\frac{۱}{۲}k\frac{q^۲}{a^۲}=۰\Rightarrow q=۰$

q ذرهٔ باردار بوده، بنابراین نادرست است.

حالت دوم: $F_{۲T}=F_{۳T}\Rightarrow k\frac{qq'}{a^۲}=\frac{۱}{۲}k\frac{q^۲}{a^۲}-k\frac{qq'}{a^۲}\Rightarrow ۲k\frac{qq'}{a^۲}=\frac{۱}{۲}k\frac{q^۲}{a^۲}$

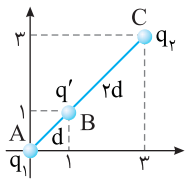
$\Rightarrow q=۴q'\Rightarrow\frac{q'}{q}=\frac{۱}{۴}$

B ۱۲۲۴ | ۱

بازی با سؤال دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱$ و $q_۲=-۹\mu C$ به ترتیب در مختصـات $(۰,۰)$ و $(۳,۳)$ واقع شـده‌اند. اگر در نقطـهٔ $(۱,۱)$ برایند نیروهای وارد بر q' صفر شود، اندازه $q_۱$ برابر چند میکروکولن است؟

۱) $\frac{۹}{۴}$ ۲) $\frac{۴}{۹}$ ۳) ۴ ۴) ۳

پاسخ بـا توجه به شـکل فاصله $q_۱$ تا بـار q' را اگر با d نشـان دهیم، فاصلهٔ $q_۲$ تا بار q'، $۲d$ خواهد شد. در این صورت:



$AB=\sqrt{۱^۲+۱^۲}=\sqrt{۲}$, $BC=\sqrt{(۳-۱)^۲+(۳-۱)^۲}=۲\sqrt{۲}$

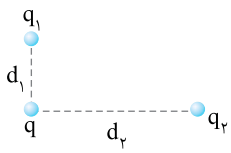
$\Rightarrow BC=۲AB$

$F_T=۰\Rightarrow F_۱=F_۲\Rightarrow k\frac{|q_۱||q'|}{d^۲}=k\frac{|q_۲||q'|}{(۲d)^۲}\Rightarrow|q_۱|=\frac{۹}{۴}\mu C$

با توجه به اینکه نیروی وارد بر q' صفر می‌شود، علامت بار $q_۱$ همنام با بار $q_۲$ و منفی است.

B ۱۲۲۶ | ۲

بازی با سؤال سـه بار ذره‌ای مثبت مطابق شکل کنار یکدیگر قرار دارند، به گونـه‌ای که $\frac{q_۲}{q_۱}=۱۲$ و $\frac{d_۲}{d_۱}=۴$ اسـت. چنان‌چه نیروی وارد از طـرف $q_۱$ به q، F باشد، برایند نیرو الکتریکی وارد بر q چند F است؟



۱) ۴ ۲) $\frac{۵}{۴}$

۳) $\sqrt{۱۰}$ ۴) $\frac{۳}{۵}$

پاسخ نیرویی را که $q_۲$ به q وارد می‌کند، برحسب F به‌دست می‌آوریم.

$\frac{F'}{F}=\frac{q_۲q}{q_۱q}\times(\frac{d_۱}{d_۲})^۲\Rightarrow\frac{F'}{F}=۱۲\times(\frac{۱}{۴})^۲\Rightarrow\frac{F'}{F}=\frac{۱۲}{۱۶}\Rightarrow\frac{F'}{F}=\frac{۳}{۴}$

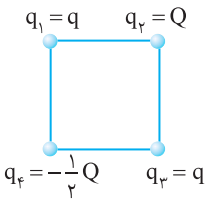
نیروی خالص وارد بر q برابر خواهد شد با:

$F_{net}=\sqrt{F^۲+F'^۲}\Rightarrow F_{net}=\sqrt{F^۲+(\frac{۳}{۴}F)^۲}$

$\Rightarrow F_{net}=\sqrt{\frac{۱۶F^۲+۹F^۲}{۱۶}}\Rightarrow F_{net}=\frac{۵}{۴}F$

B ۱۲۳۶ | ۲

بازی با سؤال چهار ذرهٔ بـاردار در رأس‌های یک مربع قرار دارند. برایند نیروهای الکتریکی وارد بر ذرهٔ باردار $q_۲$ صفر است.



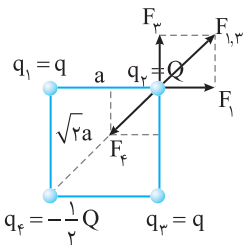
$\frac{Q}{q}$ کدام است؟

۱) $۲\sqrt{۲}$ ۲) $۴\sqrt{۲}$

۳) $-۲\sqrt{۲}$ ۴) $-۴\sqrt{۲}$

پاسخ

خط فکری ۱ در حل مسئله باید دقت کنید که نوع بارها چگونه باشد تا برایند نیروها صفر شـود و همیشـه از جایی شـروع کنید که جهت نیرو مشخص است که در این مسئله شما باید از نیرویی که $q_۴$ بر $q_۲$ وارد می‌کند، شروع کنید زیرا می‌دانیم این دو بار همنام هستند و می‌توانیم جهت $F_۴$ را مشخص کنیم و سپس به حل مسئله بپردازیم.



بارهای $q_۲$ و $q_۴$ ناهمنام هستند و نیروی وارد بر $q_۲$ از طرف $q_۴$ ربایشـی (جاذبه) اسـت. بنابرایـن باید بارهـای q و Q همنام باشـند و نیـروی بین بارهـای $q_۱$ و $q_۲$ و نیروی بین بارهای $q_۳$ و $q_۲$ رانشـی باشد تا برایند نیروهای وارد بر $q_۲$ صفر شود.

از طرفی بارهای $q_۱$ و $q_۳$ هم‌اندازه هسـتند و فاصلهٔ آن‌ها از بار $q_۲=Q$ برابر است، بنابراین نیرویی که این دو بار بر بار $q_۲$ وارد می‌کنند یکسان است $(F_۱=F_۲)$. به شکل نگاه کنید. برایند $F_۱$ و $F_۲$ نیرویی است که در امتداد قطر مربع است $(F_{۱۳})$ و مقدار آن خواهد شد:

$F_{۱۳}=\sqrt{۲}F=\sqrt{۲}(k\frac{qQ}{a^۲})$

نیرویی را که بار $q_۴$ بر بار $q_۲$ وارد می‌کند به‌دست می‌آوریم: $F_۴=k\frac{\frac{۱}{۲}Q\times Q}{(\sqrt{۲}a)^۲}=\frac{۱}{۴}k\frac{Q^۲}{a^۲}$

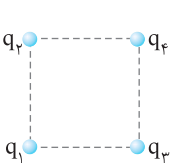
اکنون نیروهای $F_{۱۳}$ و $F_۴$ را مساوی قرار می‌دهیم. البته هنوز یادمان هست که q و Q همنام هستند.

$\sqrt{۲}(\frac{kqQ}{a^۲})=\frac{۱}{۴}k\frac{Q^۲}{a^۲}\Rightarrow\frac{\sqrt{۲}q}{۱}=\frac{Q}{۴}\Rightarrow\frac{Q}{q}=۴\sqrt{۲}$

میانبر هـرگاه در چهار رأس مربـع بارهایی قرار گیرند تا برایند نیروهای وارد بر بار موجود در یک رأس (مثلاً $q_۴$) صفر شود:

۱ باید دو بار مجاور یعنی $q_۲$ و $q_۳$ همنام باشند.

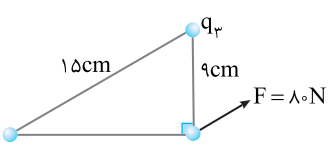
۲ می‌توان ثابت کرد $\frac{q_۱}{q_۲}=-۲\sqrt{۲}$



B ۱۲۵۵ | ۲

بازی با سؤال سه بار نقطه‌ای مطابق شکل در جای خود ثابت شده‌اند. برایند نیروهایی که بارهای $q_۲$ و $q_۳$ بر بار $q_۱$ وارد می‌کنند، بردار F موازی با قاعده مثلث رسـم شـده اسـت. نیرویی که بار $q_۲$ بر بـار $q_۱$ وارد می‌کند، چند نیوتون اسـت؟ $(k=۹\times۱۰^۹\frac{N.m^۲}{C^۲})$

آزمون مدارس برتر



۱) $\frac{۸۱}{۴}$

۲) ۶۴

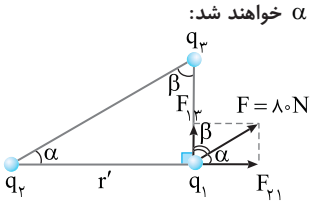
۳) ۴۸

۴) ۵۴

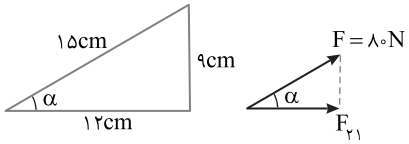
پاسخ ابتدا، نیروی F را در امتداد نیروهایی که بار $q_۳$ و $q_۲$ می‌توانند بر $q_۱$ وارد کنند، تجزیه می‌کنیم:

$$۱۵^۲=\sqrt{۹^۲+r'^۲}\Rightarrow ۲۲۵=۸۱+r'^۲\Rightarrow r'^۲=۱۴۴\Rightarrow r'=۱۲cm$$

بـا توجه به قضیهٔ موازی و مورب، F و وتر مثلث موازی یکدیگرند، بنابراین زاویهٔ بین $F_{۲۱}$ و F برابر α خواهند شد:

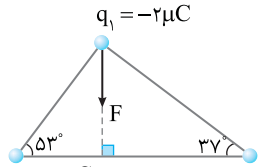


$$\cos\alpha=\frac{۱۲}{۱۵},\ \cos\alpha=\frac{F_{۲۱}}{F}\Rightarrow\frac{۱۲}{۱۵}=\frac{F_{۲۱}}{۸۰}\Rightarrow F_{۲۱}=۶۴N$$



B ۱۲۵۶ ۳

بازی با سؤال در شـکل زیـر، نیـروی خالـص الکتریکـی وارد بـر بار $q_۱=-۲\mu C$ از طرف دو بار دیگر (F) نشان داده شده است. اندازهٔ این نیرو چند نیوتون است؟ $(\sin ۳۷^\circ=۰/۶, k=۹\times۱۰^۹\frac{N.m^۲}{C^۲})$



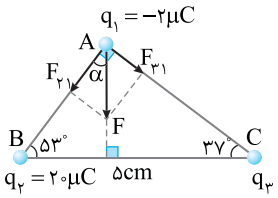
۱) ۳۰۰
۲) ۴۰۰
۳) ۵۰۰
۴) ۶۰۰

پاسخ ۱ طـول ضلع‌هـای AB و BC را به کمک نسبت‌های مثلثاتی حساب می‌کنیم:

$$\sin ۳۷^\circ=\frac{AB}{BC}\Rightarrow ۰/۶=\frac{AB}{۵}\Rightarrow AB=۳cm$$

$$\cos ۳۷^\circ=\frac{AC}{BC}\Rightarrow ۰/۸=\frac{AC}{۵}\Rightarrow AC=۴cm$$

۱ نیروی F را در امتداد اضلاع AB و AC تجزیه می‌کنیم:



۲ نیروی بین بارهای $q_۲$ و $q_۱$ را حساب می‌کنیم.

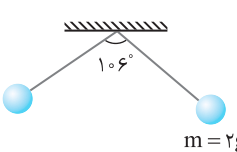
$$F_{۲۱}=k\frac{|q_۲||q_۱|}{(AB)^۲}\Rightarrow F_{۲۱}=۹\times۱۰^۹\times\frac{۲۰\times۱۰^{-۶}\times۲\times۱۰^{-۶}}{(۳\times۱۰^{-۲})^۲}\Rightarrow F_{۲۱}=۴۰۰N$$

۳ مجمـوع زاویـهٔ α روی شـکل بـا زاویهٔ ۵۳° برابـر ۹۰° بـوده بنابراین $\alpha=۳۷^\circ$ است. اکنون به کمک زاویهٔ α نیروی F را به دست می‌آوریم.

$$\cos\alpha=\frac{F_{۲۱}}{F}\Rightarrow ۰/۸=\frac{۴۰۰N}{F}\Rightarrow F=۵۰۰N$$

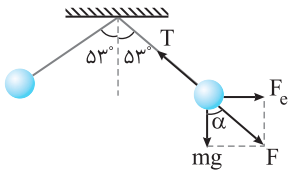
B ۱۲۶۵ ۲

بازی با سؤال در شـکل روبه‌رو دو کـرهٔ کوچک هم‌جرم با بار یکسـان $q=۲\mu C$ از دو ریسمان سبک هم‌طول آویزان و در تعادل هستند، نیروی کششی هر ریسمان چند نیوتون است؟



۱) ۰/۰۲
۲) ۰/۰۲۵
۳) ۰/۰۴
۴) ۰/۰۱۵

پاسخ ۱ جرم گوی‌ها یکسان و وزن آن‌ها یکی است. بنابراین دو گوی به اندازهٔ یکسان از راستای قائم منحرف می‌شوند و زاویهٔ بین هر نخ و امتداد قائم $\frac{۱۰۶}{۲}=۵۳^\circ$ می‌شود.



۲ نیروهـای وارد بر یکی از گوی‌ها را رسـم می‌کنیم. باید نیروی کشـش نخ هم‌اندازهٔ نیروی برایند F_e و W و در خلاف جهت آن باشـد تا نیروها یکدیگر را خنثی کرده و جسم در تعادل باشد.

۳ نیروی وزن کره برابر است با: $W=mg=۲\times۱۰^{-۳}\times۱۰\Rightarrow W=۰/۰۲N$

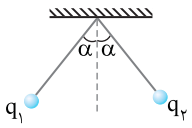
۴ بـا توجـه به خطوط موازی و مـورب زاویه α برابر ۵۳° اسـت. اکنون با استفاده از تعریف کسینوس α نیروی آن را حساب می‌کنیم.

$$\cos\alpha=\frac{\text{ضلع مجاور}}{\text{وتر}}\Rightarrow\cos ۵۳^\circ=\frac{W}{F}\xrightarrow{F=T}۰/۸=\frac{۰/۰۲}{T}$$

$$T=\frac{۰/۰۲}{۰/۸}=\frac{۰/۲}{۸}\Rightarrow T=۰/۰۲۵N$$

B ۱۲۷۴ ۲

بازی با سؤال مطابق شـکل دو گوی با بارهای $q_۱=۲q$ و $q_۲=۴q$ در حال تعادل‌اند، چنـد درصد از بار $q_۲$ را به بار $q_۱$ منتقل کنیم تا زاویه بین دو گوی بیشینه شود؟



۱) ۵۰٪
۲) ۲۵٪
۳) ۴۰٪
۴) ۱۵٪

پاسخ فاصله گرفتن دو گوی از هم به خاطر نیروی الکتریکی است که دو گـوی به هـم وارد می‌کنند. می‌توان اثبات کرد زمانـی حاصل‌ضرب دو عدد که مجموع ثابتی دارند بیشـینه است که آن دو عدد هم‌اندازه باشند، فرض می‌کنیم دو گوی $q_۱$ و $q_۲$ ابتدا در فاصلهٔ r از هم باشند و در حالت دوم فرض می‌شود دو بـار $q_۱$ و $q_۲$ را بـه هم تماس داده‌ایم و بار خالص آن‌ها $q_۳$ شـده اسـت و در فاصله r از هم قرار داده‌ایم. $(q'_۱=q'_۲=q_۳=\frac{q_۱+q_۲}{۲})$

$$F=k\frac{q_۱q_۲}{r^۲}=k\frac{۸q^۲}{r^۲},\quad F'=k\frac{(\frac{q_۱+q_۲}{۲})^۲}{r^۲}\Rightarrow F'=k\frac{۹q^۲}{r^۲}$$

که مشخص است F' بزرگتر از F می‌باشد، پس زمانی فاصله دو گوی آونگ بیشینه می‌شود که بار گوی‌ها با هم برابر شوند. در واقع باید بار q از $q_۲$ برداشته و به $q_۱$ اضافه شود تا بار هر دو گوی $۳q$ شود، پس:

$$\frac{q}{q^۲}\times۱۰۰=\frac{q}{۴q}\times۱۰۰=۲۵٪$$

A ۱۲۸۲ ۱

بازی با سؤال میدان حاصل از هسـتهٔ اتم آهن $(^{۵۶}_{۲۶}Fe)$ در فاصلهٔ یک آنگستروم از آن چند kN/C است؟ $(e=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C, k=۹\times۱۰^۹Nm^۲/C^۲)$

۱) $۳/۷۴۴\times۱۰^{۱۲}$
۲) $۳/۷۴۴\times۱۰^{۱۰}$
۳) $۳/۷۴۴\times۱۰^۹$
۴) $۳/۷۴۴\times۱۰^۸$

پاسخ یادآوری ۱ در نمایـش یک عنصر به صورت ^A_ZX ، Z عدد اتمی یعنی تعداد پروتون‌ها است.

۲ یک آنگستروم برابر $۱۰^{-۱۰}m$ است.

تعداد پروتون‌های آهن ۲۶ است، بنابراین بار کل هستهٔ آهن خواهد شد:

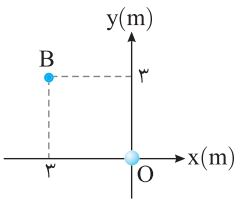
$$q=ne\Rightarrow q=۲۶\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C$$

اکنون به راحتی می‌توان میدان الکتریکی هسته را در فاصلهٔ $1\mathring{A}$ به‌دست آورد.

$$E=k\frac{q}{r^2}\Rightarrow E=9\times10^9\times\frac{26\times1/6\times10^{-19}}{10^{-20}}\Rightarrow E=374/4\times10^{10}N/C$$
$$\Rightarrow E=3/744\times10^{12}N/C=3/744\times10^{9}KN/C$$

۱ ۱۲۸۷ B

بازی با سؤال در شکل زیر یک کرهٔ خنثی در مرکز مختصات قرار گرفته است. تعداد الکترون‌های آن چگونه تغییر کند تا بردار میدان در نقطهٔ B برابر $\vec{E}=(8\sqrt{2}\vec{i}-8\sqrt{2}\vec{j})\times10^3$ شود؟



۱) 2×10^{11} الکترون دریافت کند.
۲) 2×10^{11} الکترون از دست بدهد.
۳) 10^9 الکترون دریافت کند.
۴) 10^9 الکترون از دست بدهد.

پاسخ

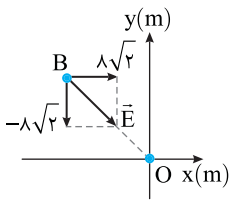
۲ فاصلهٔ OB را حساب می‌کنیم.

$$OB=\sqrt{3^2+3^2}\Rightarrow OB=3\sqrt{2}m$$

۳ اندازه میدان الکتریکی را به‌دست می‌آوریم.

$$E=\sqrt{E_x^2+E_y^2}=\sqrt{(8\sqrt{2})^2+(8\sqrt{2})^2}\Rightarrow E=16N/C$$

۴ مهم‌ترین نکته در حل این تست این است که شما باید جهت میدان الکتریکی در نقطهٔ B را تشخیص دهید. مؤلفهٔ x میدان مثبت و مؤلفهٔ y آن منفی است و مطابق شکل جهت میدان به سمت بار (نقطهٔ O) است بنابراین بار کره منفی است، یعنی به کره مقداری الکترون اضافه شده است.



۵ بار کره را حساب می‌کنیم.

$$E=k\frac{|q|}{r^2}\Rightarrow16=9\times10^9\times\frac{q}{18}\Rightarrow q=32\times10^{-9}C$$

۶ تعداد الکترون‌های داده شده به کره برابر خواهد شد با:

$$q=ne\Rightarrow32\times10^{-9}=n\times1/6\times10^{-19}\Rightarrow n=2\times10^{11}$$

۱ ۱۲۹۴ A

بازی با سؤال میدان الکتریکی در فاصلهٔ ۲۰cm از بار q برابر $18N/C$ است. چند سانتی‌متر دیگر از بار فوق دور شویم تا میدان الکتریکی $8N/C$ برابر شود؟ کنکور دهه‌های گذشته

۱) ۱۰ ۲) ۲۰
۳) ۳۰ ۴) ۴۰

پاسخ با توجه به میدان بار نقطه‌ای می‌توان نوشت:

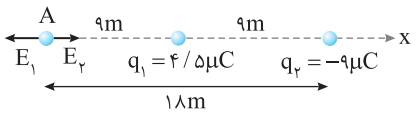
$$\frac{E_2}{E_1}=(\frac{r_1}{r_2})^2\Rightarrow\frac{8}{18}=(\frac{20}{20+x})^2\Rightarrow\frac{2}{3}=\frac{20}{20+x}$$
$$30=20+x\Rightarrow x=10cm$$

۱ ۱۲۹۸ B

بازی با سؤال مطابق شکل، دو ذره با بارهای $q_1=4/5\mu C$ و $q_2=-9\mu C$ در فاصلهٔ ۹ متری از یکدیگر ثابت شده‌اند. در نقطه‌ای روی خط واصل دو ذره به فاصلهٔ ۹m از بار q_1 و ۱۸m از بار q_2 میدان خالص چند نیوتون بر کولن و در چه جهتی است؟ $(k=9\times10^9N.m^2/C^2)$ از کتاب درسی

۱) ۲۵۰، در جهت مثبت محور x ها
۲) ۲۵۰، در جهت منفی محور x ها
۳) ۷۵۰، در جهت مثبت محور x ها
۴) ۷۵۰، در جهت منفی محور x ها

پاسخ **خط فکری** فاصله دو بار از هم ۹m و فاصلهٔ نقطهٔ مورد نظر از بار q_1، ۹m، و از بار q_2، ۱۸m است، یعنی نقطهٔ مورد نظر در سمت چپ بار q_1 است.



بردار میدان الکتریکی هر بار را رسم کنید. البته یادتان باشد که میدان بار مثبت به سمت خارج بار و میدان بار منفی به سمت خود بار است. سپس میدان‌ها را حساب کرده میدان خالص را بیابید.

۱ میدان بار $q_1=4/5\mu C$ در نقطهٔ مورد نظر به سمت چپ است و مقدار آن برابر است با:

$$E_1=k\frac{|q|}{r^2}\Rightarrow E_1=9\times10^9\times\frac{4/5\times10^{-6}}{81}\Rightarrow E_1=500N/C$$

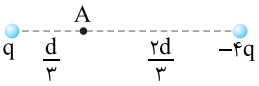
۲ میدان بار $q_2=-9\mu C$ در نقطهٔ مورد نظر به سمت راست است و مقدار آن برابر است با:

$$E_2=k\frac{|q|}{r_2^2}\Rightarrow E_2=9\times10^9\times\frac{9\times10^{-6}}{18\times18}\Rightarrow E_2=250N/C$$

میدان برایند خواهد شد: به سمت چپ: $E_t=500-250=250N/C$

۱ ۱۳۰۹ B

بازی با سؤال در شکل زیر دو بار الکتریکی نقطه‌ای q و $-4q$ به فاصلهٔ d از یکدیگر قرار دارند و میدان الکتریکی در نقطهٔ A برابر $\vec{E}$ است. اگر بار q را خنثی کنیم، میدان الکتریکی در نقطهٔ A برابر کدام خواهد شد؟ کنکور دهه‌های گذشته



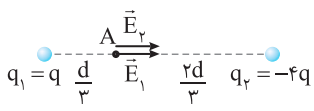
۱) $\frac{\vec{E}}{2}$ ۲) $-\frac{\vec{E}}{2}$
۳) $\frac{\vec{E}}{4}$ ۴) $-\frac{\vec{E}}{4}$

پاسخ میدان بار $q_1=q$ در نقطهٔ A به سمت راست است و برابر است با:

$$E_1=k\frac{|q|}{(\frac{d}{3})^2}\Rightarrow E_1=9k\frac{q}{d^2}$$

میدان بار $q_2=-4q$ در نقطهٔ A به سمت راست است و برابر است با:

$$E_2=k\frac{4q}{(2\frac{d}{3})^2}\Rightarrow E_2=9k\frac{q}{d^2}\Rightarrow E_2=E_1$$



میدان در نقطهٔ A برابر است با: $\vec{E}=\vec{E}_1+\vec{E}_2=2\vec{E}_1$

اگر بار $q_1=q$ را خنثی کنیم، تنها بار الکتریکی $q_2=-4q$ با میدانی برابر E_1 باقی می‌ماند. $\vec{E}'=\vec{E}_1$

با توجه به اینکه $\vec{E}=2\vec{E}_1$ است، از این‌رو: $E'=\frac{1}{2}\vec{E}$

۴ ۱۳۱۷ B

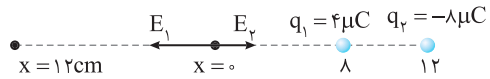
بازی با سؤال بارهای الکتریکی $q_1=4\mu C$ و $q_2=-8\mu C$ روی محور xها به ترتیب در مکان‌های $x=8cm$ و $x=12cm$ قرار دارند. بار $q_3=-18\mu C$ را در چه نقطه‌ای روی محور x قرار دهیم تا میدان الکتریکی خالص در مبدأ محور x برابر صفر شود؟

۱) $+18\sqrt{2}cm$ ۲) $-18\sqrt{2}cm$ ۳) $-36\sqrt{2}cm$ ۴) $+36\sqrt{2}cm$

پاسخ ابتدا برایند میدان الکتریکی بارهای q_1 و q_2 را در مبدأ محور x، به‌دست می‌آوریم.

$$|\vec{E}|=k\frac{|q|}{r^2}\Rightarrow\begin{cases}E_1=9\times10^9\times\frac{4\times10^{-6}}{64\times10^{-4}}\Rightarrow E_1=\frac{9}{16}\times10^7N/C\\ E_2=9\times10^9\times\frac{8\times10^{-6}}{12\times12\times10^{-4}}\Rightarrow E_2=\frac{1}{2}\times10^7N/C\end{cases}$$

به سمت چپ $E_{۱۲}=\frac{۹}{۱۶}\times۱۰^{۷}-\frac{۱}{۲}\times۱۰^{۷}\Rightarrow E_{۱۲}=\frac{۱}{۱۶}\times۱۰^{۷}\,N/C$



در نقطه $x=۰$ میدان برایند $\vec{E}_{۱۲}$ هم‌جهت با میدان $\vec{E}_{۱}$ و در جهت منفی محور x است، بنابراین میدان الکتریکی $E_{۳}$ باید به سمت راست (در جهت مثبت محور x) باشد، چون بار $q_{۳}$ منفی است باید آن را در سمت راست مبدأ قرار دهیم تا جهت میدان آن در نقطهٔ $x=۰$ به سمت راست باشد.

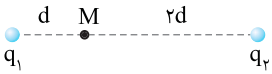
$$\begin{cases}E_{۳}=E_{۱۲}\\ E_{۳}=k\frac{q_{۳}}{r^{۲}}\end{cases}\Rightarrow\frac{۱}{۱۶}\times۱۰^{۷}=۹\times۱۰^{۹}\times\frac{۱۸\times۱۰^{-۶}}{r^{۲}}$$

$$\Rightarrow r^{۲}=۱۶\times۹\times۱۸\times۱۰^{-۴}\Rightarrow r^{۲}=۴^{۲}\times۳^{۲}\times۳^{۲}\times۲\times۱۰^{-۴}$$

$$\Rightarrow r=۴\times۹\times\sqrt{۲}\times۱۰^{-۲}\,m\Rightarrow r=۳۶\sqrt{۲}\,cm$$

B ۱۳۱۹ | ۱

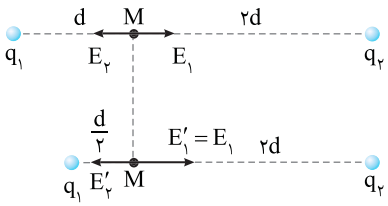
بازی با سؤال در شکل زیر برایند میدان الکتریکی بارهای $q_{۱}$ و $q_{۲}$ در نقطهٔ M صفر شده است. اگر فاصلهٔ بار $q_{۱}$ تا نقطهٔ M نصف شود، بار $q_{۲}$ چند برابر بار $q_{۱}$ شود تا میدان الکتریکی خالص در نقطهٔ M صفر شود؟



۱) ۴ ۲) ۱۶ ۳) ۲ ۴) ۸

پاسخ حالت اول: برایند میدان الکتریکی در نقطهٔ M صفر است، از این‌رو دو بار $q_{۱}$ و $q_{۲}$ همنام هستند و میدان‌های آن‌ها در نقطهٔ M هم‌اندازه و در خلاف جهت هم است.

$$E_{۱}=E_{۲}\Rightarrow k\frac{q_{۱}}{d^{۲}}=k\frac{q_{۲}}{(۲d)^{۲}}\Rightarrow q_{۲}=۴q_{۱}$$



در حالت جدید بار $q_{۱}$ به اندازه $\frac{d}{۲}$ به نقطهٔ M نزدیک شده و فاصلهٔ بار $q_{۲}$ از نقطهٔ M همچنان ۲d است. بنابراین مجدداً میدان را در نقطه M برابر قرار می‌دهیم:

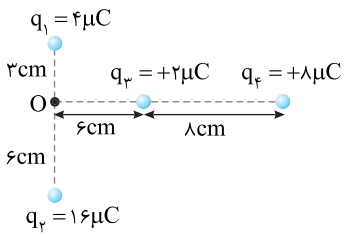
$$E'_{۱}=E'_{۲}\Rightarrow k\frac{q_{۱}}{(\frac{d}{۲})^{۲}}=k\frac{q'_{۲}}{(۲d)^{۲}}\Rightarrow ۴q_{۱}=\frac{q'_{۲}}{۴}\Rightarrow q'_{۲}=۱۶q_{۱}$$

بنابراین $\frac{q'_{۲}}{q_{۲}}=\frac{۱۶q_{۱}}{۴q_{۱}}=۴$.

A ۱۳۵۵ | ۳

بازی با سؤال بارهای الکتریکی $q_{۱}$، $q_{۲}$، $q_{۳}$ و $q_{۴}$ مطابق شکل زیر قرار گرفته‌اند. بار الکتریکی $q_{۴}$ را چند سانتی‌متر و در کدام جهت جابه‌جا کنیم تا میدان حاصل از بارها در نقطه O برابر صفر شود؟

آزمون مدارس برتر



۱) ۵cm به سمت راست
۲) ۵cm به سمت چپ
۳) ۲۶cm به سمت چپ
۴) ۲۶cm به سمت راست

پاسخ **خط فکری** میدان الکتریکی بارهای $q_{۳}$ و $q_{۴}$ روی محور xها و میدان الکتریکی بارهای $q_{۱}$ و $q_{۲}$ روی محور yها است. می‌خواهیم با جابه‌جا کردن بار $q_{۴}$ میدان در نقطهٔ O صفر شود. بنابراین باید میدان روی محور yها که ناشی از دو بار الکتریکی $q_{۱}$ و $q_{۲}$ است صفر باشد. زیرا در غیر این صورت با جابه‌جا کردن بار $q_{۴}$ میدان در نقطهٔ O هرگز صفر نمی‌شود. می‌خواهیم با جابه‌جا کردن بار $q_{۴}$ میدان در O صفر شود. بنابراین حتماً میدان الکتریکی بارهای $q_{۱}$ و $q_{۲}$ روی محور yها صفر است. اکنون این مطلب را بررسی می‌کنیم. در راستای قائم با توجه به فاصله $q_{۱}$ و $q_{۲}$ از نقطه O و اندازه بارهای $q_{۱}$ و $q_{۲}$ میدان‌ها با هم برابر و خلاف جهت هم می‌باشند.

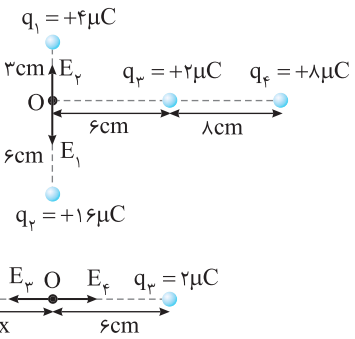
$$E_{۱}=k\times\frac{۴\times۱۰^{-۶}}{۹\times۱۰^{-۴}}$$

$$E_{۲}=k\times\frac{۱۶\times۱۰^{-۶}}{۳۶\times۱۰^{-۴}}=k\times\frac{۴\times۱۰^{-۶}}{۹\times۱۰^{-۴}}\Rightarrow E_{۱}=E_{۲}\Rightarrow E_{۱۲}=۰$$

بنابراین $E_{۱۲}$ صفر شده و باید به سراغ بارهای روی محور xها برویم. در راستای افقی چون بارهای $q_{۳}$ و $q_{۴}$ همنام‌اند برای صفر شدن میدان خالص در نقطهٔ O باید نقطه O بین دو بار و نزدیک بار کوچک‌تر قرار بگیرد. $E_{۴}=E_{۳}$

$$\Rightarrow k\times\frac{۸\times۱۰^{-۶}}{x^{۲}}=k\times\frac{۲\times۱۰^{-۶}}{(۶\times۱۰^{-۲})^{۲}}\Rightarrow\frac{x^{۲}}{(۶\times۱۰^{-۲})^{۲}}=۴$$

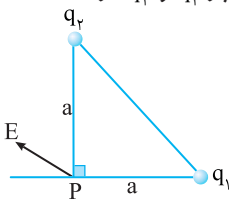
$$\Rightarrow\frac{x}{۶\times۱۰^{-۲}}=۲\Rightarrow x=۱۲\times۱۰^{-۲}\,m\Rightarrow x=۱۲\,cm$$



بنابراین $q_{۴}$ باید از مکان $+۱۴cm$ به مکان $-۱۲cm$ منتقل شود. یعنی بار $q_{۴}$ باید ۲۶cm به سمت چپ جابه‌جا شود.

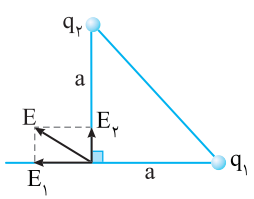
B ۱۳۶۱ | ۱

بازی با سؤال در شکل زیر میدان الکتریکی ناشی از دو بار $q_{۱}$ و $q_{۲}$ در نقطه P نشان داده شده است. کدام گزینه درباره بار $q_{۱}$ و $q_{۲}$ درست است؟



۱) $q_{۱}$ مثبت، $q_{۲}$ منفی، $|q_{۱}|>|q_{۲}|$
۲) $q_{۱}$ مثبت، $q_{۲}$ منفی، $|q_{۱}|<|q_{۲}|$
۳) $q_{۱}$ منفی، $q_{۲}$ مثبت، $|q_{۱}|>|q_{۲}|$
۴) $q_{۱}$ منفی، $q_{۲}$ مثبت، $|q_{۱}|<|q_{۲}|$

پاسخ میدان E را در دو راستای عمود بر هم مطابق شکل تجزیه می‌کنیم.

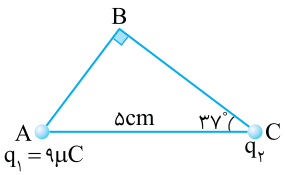


با توجه به جهت و اندازهٔ میدان‌های $E_{۱}$ و $E_{۲}$ مشخص می‌شود که بار $q_{۱}$ مثبت و بار $q_{۲}$ منفی است و چون بردار $\vec{E}$ به سمت $\vec{E}_{۱}$ متمایل‌تر است، بنابراین $|q_{۱}|>|q_{۲}|$ است.

C ۱۳۶۲ ۳

بازی با سوال در شکل زیر بار $q_۲$ چند μC باشد تا امتداد میدان خالص در نقطهٔ B بر خط AC عمود شود؟ $(\sin ۵۳^\circ = \cos ۳۷^\circ = ۰/۸)$

۱) ۱۸
۲) -۱۸
۳) ۱۲
۴) -۱۲

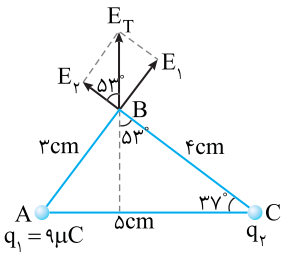


پاسخ طول ضلع‌های AB و BC را به‌دست می‌آوریم:

$$AB = AC \sin ۳۷^\circ = ۵ \times ۰/۶ = ۳cm$$

$$BC = AC \cos ۳۷^\circ = ۵ \times ۰/۸ = ۴cm$$

میدان خالص در نقطهٔ B را عمود بر ضلع AC رسم می‌کنیم. سپس این میدان را در امتداد دو ضلع AB و BC تجزیه می‌کنیم. میدان $E_۱$ به سوی خارج بار $q_۱$ است، بنابراین برای اینکه E_T در راستای عمود بر AC باشد باید $q_۲$ نیز مثبت باشد. با توجه به شکل می‌توان نوشت:



$$\tan ۵۳^\circ = \frac{E_۱}{E_۲} \Rightarrow \frac{۰/۸}{۰/۶} = \frac{k\frac{q_۱}{۳^۲}}{k\frac{q_۲}{۴^۲}} \Rightarrow \frac{۴}{۳} = \frac{۱۶ \times ۹}{q_۲ \times ۹} \Rightarrow q_۲ = ۱۲\mu C$$

B ۱۳۸۱ ۱

بازی با سوال ذره‌ای به جرم ۲g و بار الکتریکی $۸\mu C$ را در میدان الکتریکی خارجی $۵ \times ۱۰^۳ N/C$ قرار می‌دهیم. شتاب حاصل از نیروی الکتریکی وارد بر این ذره چند متر بر مجذور ثانیه است؟ کنکور دهه‌های گذشته

۱) ۲۰
۲) ۱۰
۳) ۴۰
۴) ۵۰

پاسخ نیروی الکتریکی وارد بر ذره را حساب می‌کنیم.

$$F = qE \Rightarrow F = ۸ \times ۱۰^{-۶} \times ۵ \times ۱۰^۳ \Rightarrow F = ۰/۰۴N$$

شتاب حاصل از نیروی الکتریکی خواهد شد:

$$F = ma \Rightarrow ۰/۰۴ = ۲ \times ۱۰^{-۳} a \Rightarrow a = ۲۰ m/s^۲$$

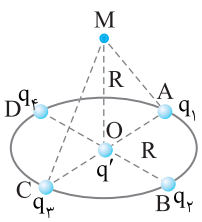
C ۱۳۹۶ ۴

بازی با سوال چهار بار الکتریکی یکسان $+q$ روی محیط دایره‌ای به شعاع R در فاصله‌های مساوی از هم قرار دارند. اگر بار q' را در مرکز دایره قرار دهیم، میدان خالص در نقطه‌ای روی محور دایره در فاصله R از مرکز صفر می‌شود. نسبت $\frac{q'}{q}$ برابر کدام گزینه می‌باشد؟

۱) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$
۲) $\frac{-\sqrt{۲}}{۲}$
۳) $\sqrt{۲}$
۴) $-\sqrt{۲}$

پاسخ فاصلهٔ هر بار q از نقطهٔ M را حساب می‌کنیم: $d = \sqrt{R^۲ + R^۲} = \sqrt{۲}R$

میدان هر بار q در نقطهٔ M را E فرض می‌کنیم.



برایند هر دو بار روبه‌روی هم که روی یک قطره دایره قرار دارند برابر است با:

$$E_{۱۳} = \sqrt{(E^۲) + (E^۲)} = \sqrt{۲}E$$

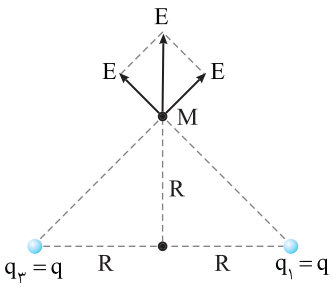
برایند میدان‌های بار $q_۲$ و $q_۴$ نیز خواهد شد: $E_{۲۴} = \sqrt{(E^۲) + (E^۲)} = \sqrt{۲}E$

در این صورت میدان برایند چهار بار $+q$ در نقطهٔ M خواهد شد:

$$E_{۱۲۳۴} = \sqrt{۲}E + \sqrt{۲}E = ۲\sqrt{۲}E = ۲\sqrt{۲}k\frac{|q|}{d^۲} = ۲\sqrt{۲}k\frac{|q|}{(\sqrt{۲}R)^۲} = \sqrt{۲}k\frac{|q|}{R^۲}$$

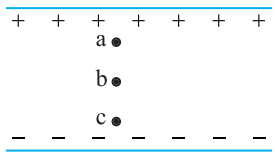
میدان بار q' باید خلاف جهت میدان برایند چهار بار دیگر و هم‌اندازهٔ آن باشد. بنابراین بار q' باید منفی باشد.

$$E' = E_{۱۲۳۴} \Rightarrow k\frac{|q'|}{R^۲} = \sqrt{۲}k\frac{|q|}{R^۲} \Rightarrow |q'| = \sqrt{۲}|q| \Rightarrow \frac{q'}{q} = -\sqrt{۲}$$



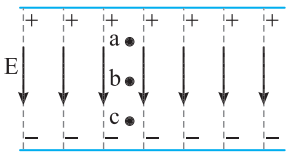
A ۱۴۰۷ ۲

بازی با سوال در شکل زیر سه نقطه در میدان الکتریکی یکنواختی مشخص شده است. کدام گزینه در مورد مقایسه پتانسیل نقطه‌های a، b و c درست است؟ کنکور دهه‌های گذشته



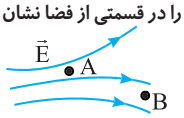
۱) $V_a = V_b = V_c$
۲) $V_a > V_b > V_c$
۳) $V_a < V_b < V_c$
۴) $V_b = V_a + V_c$

پاسخ از a به سوی c در جهت خطوط میدان حرکت کرده‌ایم و پتانسیل در حال کاهش است. از این‌رو: $V_a > V_b > V_c$



A ۱۴۰۹ ۱

بازی با سوال شکل زیر خطوط میدان الکتریکی را در قسمتی از فضا نشان می‌دهد. پتانسیل الکتریکی نقطهٔ A نسبت به پتانسیل الکتریکی نقطهٔ B ..... است و در انتقال بار مثبت q از B تا A، انرژی پتانسیل آن ..... می‌یابد.



۱) بزرگ‌تر - افزایش
۲) بزرگ‌تر - کاهش
۳) کوچک‌تر - کاهش
۴) کوچک‌تر - افزایش

پاسخ با حرکت در جهت خطوط میدان، پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد، بنابراین $V_B < V_A$ است. ذره دارای بار مثبت بوده و از A تا B در جهت خطوط میدان در حال حرکت است، بنابراین انرژی پتانسیل ذره کاهش می‌یابد.

B ۱۴۱۸ ۲

بازی با سوال ذره‌ای با بار $+۱۲\mu C$ در یک میدان الکتریکی یکنواخت از نقطهٔ A به نقطهٔ B رفته است. اگر $V_A = ۲/۳ \times ۱۰^۳ V$ و $V_B = ۱/۷ \times ۱۰^۳ V$ باشد، کار میدان الکتریکی در این جابه‌جایی چند میلی‌ژول است؟

۱) $-۷/۲$
۲) $+۷/۲$
۳) $-۳/۶$
۴) $+۳/۶$

پاسخ با توجه به تعریف اختلاف پتانسیل الکتریکی:
کار میدان الکتریکی قرینهٔ تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی است $(\Delta U_E=-W_E)$.
از طرفی بنا بر تعریف اختلاف پتانسیل الکتریکی داریم:

$$V_B-V_A=\frac{\Delta U_E}{q}\Rightarrow V_B-V_A=\frac{-W}{q}$$

داده‌های مسئله را در رابطه بالا قرار می‌دهیم، مسئله حل است.

$$۱/۷\times۱۰^{۳}-۲/۳\times۱۰^{۳}=\frac{-W}{۱۲\times۱۰^{-۶}}\Rightarrow W=+۷/۲\times۱۰^{-۳}J\Rightarrow W=+۷/۲mJ$$

A ۳ | ۱۴۲۰

بازی با سؤال ذره‌ای با بار $+۶\mu C$ از نقطهٔ A با پتانسیل الکتریکی $V_A=۲۰V$ به نقطهٔ B با پتانسیل الکتریکی $V_B=-۶۰V$ جابه‌جا شده است. اگر انرژی پتانسیل الکتریکی ذره در نقطهٔ B برابر $۰/۴mJ$ باشد، انرژی پتانسیل الکتریکی ذره در نقطهٔ A چند میلی‌ژول است؟

۱) ۰/۸ ۲) −۰/۸ ۳) +۰/۸۸ ۴) −۰/۸۸

پاسخ با توجه به تعریف اختلاف پتانسیل خواهیم داشت:

$$V_B-V_A=\frac{U_B-U_A}{q}\Rightarrow -۶۰-۲۰=\frac{۰/۴\times۱۰^{-۳}-U_A}{۶\times۱۰^{-۶}}$$

$$-۰/۴۸\times۱۰^{-۳}=۰/۴\times۱۰^{-۳}-U_A\Rightarrow U_A=۰/۸۸\times۱۰^{-۳}J\Rightarrow U_A=۰/۸۸mJ$$

A ۳ | ۱۴۲۱

بازی با سؤال اختلاف پتانسیل بین دو نقطه -۵۰ ولت است. با صرف چند ژول انرژی، ۵×۱۰^{۱۲} الکترون بین این دو نقطه جاری می‌شود؟ $(e=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C)$

مشابه سراسری - ۸۶

۱) ۴×۱۰^{-۳} ۲) ۸×۱۰^{-۳} ۳) ۴×۱۰^{-۵} ۴) ۸×۱۰^{-۴}

پاسخ ابتدا بار جابه‌جا شده را به‌دست می‌آوریم

$$q=-ne\Rightarrow q=-۵\times۱۰^{۱۲}\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\Rightarrow q=-۸\times۱۰^{-۷}C$$

انرژی لازم برای انتقال بار در اختلاف پتانسیل $-۵۰V$ برابر است با:

$$\Delta V=\frac{\Delta U_E}{q}\Rightarrow \Delta U_E=q\Delta V\Rightarrow \Delta U_E=-۸\times۱۰^{-۷}\times(-۵۰)$$

$$\Rightarrow \Delta U=۴\times۱۰^{-۵}J$$

B ۴ | ۱۴۲۸

بازی با سؤال ذره‌ای با جرم ناچیز و بار $+۱۷\mu C$ در یک میدان الکتریکی یکنواخت از حال سکون رها می‌شود. اگر پس از جابه‌جایی $۱۰cm$ انرژی جنبشی ذره ۳۴ میلی‌ژول شود، بزرگی میدان الکتریکی چند V/m است؟

۱) ۲×۱۰^{۳} ۲) ۲×۱۰^{۴} ۳) ۲×۱۰^{۵} ۴) ۲×۱۰^{۶}

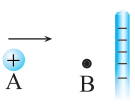
پاسخ با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی می‌توان نوشت:

$$\Delta K=W\Rightarrow ۳۴\times۱۰^{-۳}=|q|Ed\Rightarrow ۳۴\times۱۰^{-۳}=۱۷\times۱۰^{-۶}E\times۰/۱$$

$$\Rightarrow E=۲\times۱۰^{۴}V/m$$

B ۳ | ۱۴۳۲

بازی با سؤال مطابق شکل، بار الکتریکی $q=+۴۰۰\mu C$ با جرم $۱۰g$ در نقطهٔ A از حال سکون رها می‌شود تا تحت تأثیر میدان الکتریکی، به طرف صفحهٔ منفی حرکت کند. اگر تندی ذرهٔ باردار هنگام عبور از نقطهٔ B برابر $۴m/s$ باشد، اختلاف انرژی پتانسیل ذرهٔ باردار بین دو نقطهٔ A و B (U_B-U_A) و اختلاف پتانسیل میان نقاط A و B (V_B-V_A) به ترتیب از راست به چپ در SI کدام است؟



مشابه آزمون‌های آزمایشی

۱) $-۰/۰۴$ و $۱۰۰-$ ۲) $۰/۰۴$ و ۱۰۰
۳) $-۰/۰۸$ و $۲۰۰-$ ۴) $۰/۰۸$ و ۲۰۰

پاسخ با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی $W=\Delta K$ و همچنین $W=-\Delta U$ می‌توان نوشت:

$$-\Delta U=\Delta K\Rightarrow \Delta U=U_B-U_A=-(K_B-K_A)$$

جسم از نقطهٔ A رها شده پس $K_A=۰$ است.

$$U_B-U_A=-(\frac{۱}{۲}mv_B^{۲})=-\frac{۱}{۲}\times۱۰\times۱۰^{-۳}\times۱۶=-۰/۰۸J$$

حال با توجه به رابطهٔ $\Delta V=\frac{\Delta U}{q}$ اختلاف پتانسیل را به‌دست می‌آوریم:

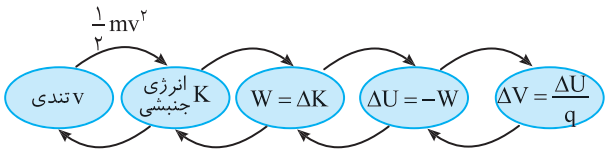
$$V_B-V_A=\Delta V=\frac{-۰/۰۸}{+۴۰۰\times۱۰^{-۶}}=-۲\times۱۰^{۲}=-۲۰۰V$$

B ۲ | ۱۴۳۵

بازی با سؤال در یک میدان الکتریکی یکنواخت ذره‌ای به جرم $۵mg$ و بار الکتریکی $-۸\mu C$ از نقطهٔ A با تندی $۸\sqrt{۵}m/s$ به سوی نقطهٔ B می‌رود، اگر پتانسیل الکتریکی نقاط A و B به ترتیب $-۴۰V$ و $+۶۰V$ باشد، هنگام رسیدن ذره به نقطهٔ B سرعت ذره چند m/s است؟ (از اثر گرانش صرف‌نظر شود.)

۱) ۸ ۲) $۸\sqrt{۱۰}$ ۳) ۱۶ ۴) $۱۶\sqrt{۱۰}$

پاسخ **خط فکری** اینفوگرافی زیر را به یاد بسپارید.



در بیشتر تست‌ها (مخصوصاً کنکور) کل این زنجیره یا قسمتی از آن را باید طی کنیم تا از تندی به تغییر پتانسیل و بالعکس برسیم.
ابتدا تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار از A تا B را به‌دست می‌آوریم.

$$V_B-V_A=\frac{\Delta U}{q}\Rightarrow ۶۰-(-۴۰)=\frac{\Delta U}{-۸\times۱۰^{-۶}}\Rightarrow \Delta U=-۸\times۱۰^{-۴}J$$

کار نیروی میدان الکتریکی در این جابه‌جایی خواهد شد:

$$\Delta U_E=-W_E\Rightarrow W_E=+۸\times۱۰^{-۴}J$$

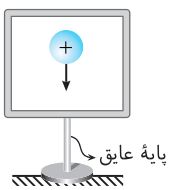
بنا به قانون کار و انرژی جنبشی خواهیم داشت:

$$W_E=\Delta K\Rightarrow ۸\times۱۰^{-۴}=\frac{۱}{۲}\times۵\times۱۰^{-۶}[v_B^{۲}-(۸\sqrt{۵})^{۲}]$$

$$\Rightarrow ۳۲۰=v_B^{۲}-۳۲۰\Rightarrow v_B=۸\sqrt{۱۰}m/s$$

A ۳ | ۱۴۶۰

بازی با سؤال مطابق شکل جعبهٔ نارسانای بدون باری در اختیار داریم. اگر گلوله‌ای فلزی که دارای بار الکتریکی مثبت است، روی جداره داخل جعبه قرار داده شود. بار مثبت، .....

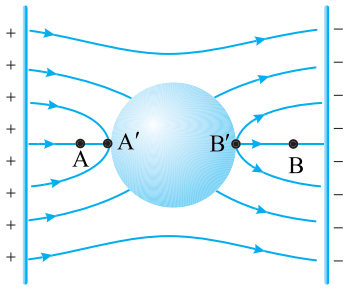


۱) در سطح داخلی جعبه پخش می‌شود.
۲) در سطح خارجی جعبه پخش می‌شود.
۳) در همان محل تماس باقی می‌ماند.
۴) در حجم جعبه پخش می‌شود.

پاسخ بر اثر تماس گلوله فلزی باردار با سطح داخلی جعبه نارسانا و خنثی، مقداری از بار الکتریکی مثبت گلوله در محل تماس به جعبه نارسانا منتقل می‌شود. به دلیل نبود الکترون آزاد در نارسانا، امکان جابه‌جایی بارهای الکتریکی وجود ندارد و بار مثبت در همان محل اتصال باقی می‌ماند.

A ۳ | ۱۴۶۶

بازی با سؤال جسم رسانایی را در میدان الکتریکی یکنواختی قرار می‌دهیم. پس از تعادل الکتروستاتیکی کدام گزینه در مورد مقایسهٔ پتانسیل و میدان در نقاط مختلف درست است؟



۱) $E_A=E_B=E_{B'}=E_{A'}, V_A>V_{A'}>V_{B'}>V_B$

۲) $E_A>E_{A'}>E_{B'}>E_B, V_A>V_{A'}=V_{B'}>V_B$

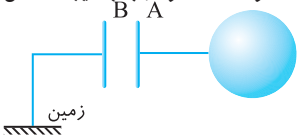
۳) $E_A>E_B, E_{A'}=E_{B'}, V_A>V_{A'}=V_{B'}>V_B$

۴) $E_A>E_B, E_{A'}=E_{B'}, V_A>V_{A'}>V_{B'}>V_B$

پاسخ پتانسیل نقاط درون رسانا باهم برابر است، پس $V_{A'}=V_{B'}$ و می‌دانیم هر چه در جهت خطوط میدان حرکت کنیم، پتانسیل کاهش می‌یابد. پس $V_A>V_{A'}=V_{B'}>V_B$ می‌شود. میدان درون رسانا صفر است، پس $E_{A'}=E_{B'}=0$ و میدان در ناحیه‌هایی که تراکم خطوط بیشتر باشد قوی‌تر است. پس $E_A>E_B$.

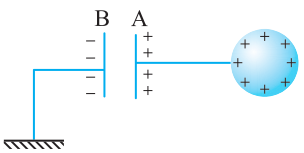
B ۱۴۸۱ ۳

بازی با سوال مطابق شکل، کره و صفحهٔ رسانای A با سیم به هم متصل شده و هر دو دارای بار مثبت هستند. اگر انگشت خود را بدون ایجاد تماس به کره نزدیک کنیم، بار صفحهٔ رسانای B چگونه تغییر می‌کند؟

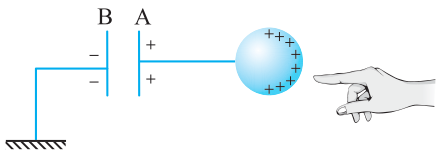


۱) تغییر نمی‌کند.
۲) افزایش می‌یابد.
۳) کاهش می‌یابد.
۴) افزایش می‌یابد یا بدون تغییر می‌ماند.

پاسخ مقدار بار القا شده در صفحهٔ B برابر بار موجود در صفحهٔ A است.



با نزدیک شدن انگشت که رسانا است به کره، بار منفی در انگشت القا شده و بارهای مثبت بیشتر به سمت انگشت کشیده می‌شوند و از مقدار بار مثبت صفحهٔ A کاسته می‌شود. بنابراین مقدار بار القا شده روی صفحهٔ B نیز کاهش می‌یابد.



A ۱۵۰۱ ۴

بازی با سوال مساحت صفحات خازن تختی را که دی‌الکتریک آن هواست، نصف و فاصلهٔ بین دو صفحه آن را ۳ برابر می‌کنیم، اگر فضای بین دو صفحه را با دی‌الکتریک به ثابت ۴/۵ پُر کنیم، ظرفیت خازن چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{1}{3}$ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) $\frac{2}{3}$ ۴) $\frac{3}{4}$

پاسخ بنابر رابطهٔ ظرفیت خازن داریم:

$$C=\kappa\varepsilon_0\frac{A}{d}\Rightarrow\frac{C_2}{C_1}=\frac{\kappa_2}{\kappa_1}\times\frac{A_2}{A_1}\times\frac{d_1}{d_2}\Rightarrow\frac{C_2}{C_1}=4/5\times\frac{1}{2}\times\frac{1}{3}=\frac{3}{4}$$

A ۱۵۰۳ ۲

بازی با سوال اختلاف پتانسیل دو سر خازنی ۶V است. برای آن‌که میدان الکتریکی بین صفحات آن ۱۵٪ افزایش یابد، اختلاف پتانسیل دو سر آن باید چند ولت شود؟

۱) ۷/۵ ۲) ۶/۹ ۳) ۴/۵ ۴) ۵/۱

پاسخ با توجه به رابطهٔ $E=V/d$، اگر بخواهیم میدان الکتریکی بین صفحات خازن افزایش یابد، باید ولتاژ دو سر آن را افزایش دهیم. با توجه به فرض مسئله خواهیم داشت:

$$\text{درصد تغییرات میدان}=\frac{\Delta E}{E_1}\times100\Rightarrow\frac{E_2-E_1}{E_1}=\frac{15}{100}\Rightarrow\frac{\frac{V_2}{d}-\frac{V_1}{d}}{\frac{V_1}{d}}=\frac{15}{100}$$

$$\Rightarrow\frac{V_2-6}{6}=\frac{15}{100}\Rightarrow V_2=6/9V$$

A ۱۵۱۳ ۳

بازی با سوال خازنی به منبع برق ۲۰۰ ولت وصل است. اگر انرژی ذخیره شده در آن ۱/۸J باشد، ظرفیت خازن چند میکروفاراد است؟ خارج تجربی - ۹۳

۱) ۲۷ ۲) ۳۶ ۳) ۹۰ ۴) ۱۸۰

پاسخ **یادآوری** انرژی ذخیره شده در خازن دارای سه رابطهٔ زیر است:

$$U=\frac{1}{2}CV^2,\ U=\frac{Q^2}{2C},\ U=\frac{1}{2}QV$$

در حل این مسئله با توجه به داشتن ولتاژ دو سر خازن و مجهول بودن ظرفیت خازن می‌توان نوشت:

$$U=\frac{1}{2}CV^2\Rightarrow1/8=\frac{1}{2}\times C\times(200)^2\Rightarrow C=90\mu F$$

A ۱۵۲۴ ۳

بازی با سوال چند درصد انرژی خازنی را تخلیه کنیم تا اختلاف پتانسیل بین صفحات آن نصف شود؟

۱) ۱۲/۵ ۲) ۲۵ ۳) ۷۵ ۴) ۵۰

پاسخ **خط فکری** با توجه به اینکه ظرفیت الکتریکی خازن مقداری ثابت است، با استفاده از رابطهٔ $U=\frac{1}{2}CV^2$، نسبت انرژی‌های ذخیره شده در خازن را در دو حالت اولیه و ثانویه به‌دست آورده و با توجه به آن درصد تغییرات انرژی ذخیره شده در خازن را محاسبه می‌کنیم.

ولتاژ دو سر خازن نصف شده است. $V_2=\frac{1}{2}V_1$

نسبت انرژی در حالت دوم U_2 به حالت اول U_1 را حساب می‌کنیم:

$$\frac{U_2}{U_1}=\frac{\frac{1}{2}CV_2^2}{\frac{1}{2}CV_1^2}\Rightarrow\frac{U_2}{U_1}=\frac{(\frac{1}{2}V_1)^2}{V_1^2}=\frac{\frac{1}{4}V_1^2}{V_1^2}=\frac{1}{4}\Rightarrow U_2=\frac{1}{4}U_1$$

تغییرات انرژی خواهد شد: $\Delta U=U_2-U_1=\frac{1}{4}U_1-U_1\Rightarrow\Delta U=\frac{-3}{4}U_1$

درصد تغییرات را به‌دست می‌آوریم:

$$\text{درصد تغییرات انرژی}=\frac{\Delta U}{U_1}\times100=-\frac{3}{4}\times100=-75\%$$

علامت منفی نشان‌دهندهٔ کاهش یا همان تخلیهٔ انرژی ذخیره شده در خازن است.

B ۱۵۲۵ ۲

بازی با سوال ظرفیت خازنی ۲۲μF است. اگر بار الکتریکی آن ۲۰ درصد افزایش یابد، انرژی آن ۱۶ میکروژول افزایش می‌یابد. بار اولیهٔ آن چند میکروکولن است؟ خارج از کشور ریاضی - ۸۶

۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) 2×10^{-2} ۴) 4×10^{-2}

پاسخ برای مقایسهٔ انرژی ذخیره شده در حالت‌های اولیه و ثانویهٔ این خازن از رابطهٔ $U=\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$ استفاده می‌کنیم. با معلوم بودن ظرفیت الکتریکی خازن و تفاوت انرژی‌های ذخیره شده در خازن می‌توانیم بنویسیم:

$$C=22\mu F,\ Q_2=Q_1+\frac{20}{100}Q_1=1/2Q_1,\ U_2=U_1+16\mu J$$

$$U_1=\frac{1}{2}\frac{Q_1^2}{C}\Rightarrow U_1=\frac{1}{2}\times\frac{Q_1^2}{22}=\frac{Q_1^2}{44},\ U_2=\frac{1}{2}\frac{Q_2^2}{C}\Rightarrow U_2=\frac{1}{2}\times\frac{(1/2Q_1)^2}{22}=\frac{1/44Q_1^2}{44}$$

$$U_2-U_1=16\mu J\Rightarrow\frac{1/44Q_1^2}{44}-\frac{Q_1^2}{44}=16\Rightarrow\frac{0/44Q_1^2}{44}=16$$

$$\Rightarrow Q_1^2=\frac{16\times44}{0/44}=1600\Rightarrow Q_1=40\mu C$$

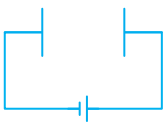
B ۱ ۱۵۳۰

بازی با سؤال ظرفیت خازنی ۷ میکروفاراد و بار الکتریکی آن $27\mu C$ است. اگر بار الکتریکی $+q$ را از صفحه منفی جدا کرده و به صفحه مثبت منتقل کنیم، انرژی ذخیره شده در خازن به اندازه $8J$ زیاد می‌شود. q چند میکروکولن است؟ ریاضی - ۹۹

۱) ۲ ۲) ۵۶

۳) ۵۸ ۴) گزینه (۱) و (۲) درست است.

پاسخ بار هر صفحه $27\mu C$ است پس بار صفحه منفی $-27\mu C$ و بار صفحه مثبت $+27\mu C$ می‌باشد. با کندن بار $+q$ از صفحه منفی بار صفحه منفی $-27-q$ و با اضافه شدن بار $+q$ به صفحه مثبت بار آن، $+27+q$ می‌شود.



$$\left.\begin{aligned}U_1&=\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}\\U_2&=\frac{1}{2}\frac{(Q+q)^2}{C}\end{aligned}\right\}\Rightarrow U_2-U_1=\frac{1}{2}\frac{(Q+q)^2}{C}-\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$$

$$=\frac{1}{2}\times\frac{1}{C}\left((Q+q)^2-Q^2\right)=8J$$

$$(Q+q)^2-Q^2=112\mu C\Rightarrow 2\times27\times q+q^2=112\Rightarrow q^2+54q-112=0$$

$$\Rightarrow(q+56)(q-2)=0\Rightarrow\begin{cases}q=+2\mu C\\q=-56\mu C\end{cases}$$

چون بار q مثبت است پس بار $q=+2\mu C$ می‌باشد.

A ۱۵۵۹ ۴

بازی با سؤال اگر یک سیم رسانای حامل جریان را در امتدادهای جغرافیایی فرض کنیم، کدام گزینه می‌تواند جهت سرعت سوق و میدان درون رسانا باشد؟

۱) شمال شرقی، جنوب شرقی ۲) جنوب غربی، شمال غربی

۳) جنوب غربی، جنوب شرقی ۴) جنوب غربی، شمال شرقی

پاسخ به سرعت شارش الکترون‌ها در اثر میدان اعمال شده بر رسانا سرعت سوق می‌گوییم. بنابراین جهت سرعت سوق همان جهت حرکت الکترون‌ها است که خلاف جهت جریان و همچنین خلاف جهت میدان اعمال شده بر رسانا است که تنها در گزینهٔ (۴) سرعت سوق و میدان در خلاف جهت هم بیان شده‌اند.

A ۱۵۶۱ ۳

بازی با سؤال با توجه به اینکه اندازهٔ بار الکتریکی هر الکترون برابر $1/6\times10^{-19}C$ است، وقتی جریانی به شدت یک آمپر از مداری می‌گذرد در هر ثانیه به‌طور خالص، چند الکترون از یک مقطع این مدار خواهد گشت؟ کنکور دهه‌های گذشته

۱) $6/25\times10^{23}$ ۲) $1/6\times10^{19}$ ۳) $6/25\times10^{18}$ ۴) $1/6\times10^{20}$

پاسخ بار گذرنده از هر مقطع مدار با جریان ۱A در مدت ۱s برابر است با:

$$q=It\Rightarrow q=1\times1=1C$$

تعداد الکترون‌های گذرنده از هر مقطع مدار خواهد شد.

$$q=ne\Rightarrow1=n\times1/6\times10^{-19}\Rightarrow n=6/25\times10^{18}$$ الکترون

A ۱۵۶۶ ۲

بازی با سؤال بار شارش‌شده در هر مقطع از یک سیم حامل جریان برحسب زمان در SI به صورت $q=at+10$ است. اگر جریان متوسط عبوری از سیم در یک بازهٔ زمانی دلخواه Δt برابر ۵A باشد، a کدام است؟

۱) ۲/۵

۲) ۵

۳) ۷/۵

۴) مقدار بازهٔ زمانی Δt باید مشخص باشد.

پاسخ ابتدا و انتهای بازهٔ زمانی Δt را به ترتیب t_1 و t_2 در نظر می‌گیریم. بنابراین:

$$\begin{cases}q_1=at_1+10\\q_2=at_2+10\end{cases}\Rightarrow\Delta q=(at_2+10)-(at_1+10)\Rightarrow\Delta q=at_2-at_1=a(t_2-t_1)$$

جریان متوسط برابر ۵A است، بنابراین: $\overline{I}=\frac{\Delta q}{\Delta t}\Rightarrow5=\frac{a(t_2-t_1)}{t_2-t_1}\Rightarrow a=5$

A ۱۵۶۷ ۲

بازی با سؤال دو کرهٔ فلزی مشابه A و B به ترتیب دارای بارهای الکتریکی $-2nC$ و $+6nC$ هستند. اگر این دو کره را با یک سیم رسانا به هم متصل کنیم، در مدت یک میکروثانیه، دو کره به تعادل الکتریکی می‌رسند. جریان الکتریکی متوسط گذرنده از این سیم رسانا چند میلی‌آمپر است؟

۱) ۰/۰۰۴ ۲) ۴ ۳) ۰/۰۰۲ ۴) ۲

پاسخ **خط فکری** هرگاه دو کرهٔ مشابه را به هم وصل کنیم بار هر دو کره یکسان و برابر میانگین بارهای اولیه دو کره رسانا می‌شود. با توجه به قانون پایستگی بار و مشابه بودن دو کرهٔ فلزی داریم:

$$q'_A=q'_B=\frac{q_A+q_B}{2}\Rightarrow q'_A=q'_B=\frac{-2+6}{2}=2nC$$

بار کرهٔ A از $-2nC$ به $2nC$ رسیده یعنی باری که به وسیلهٔ سیم شارش شده برابر است با:

$$\Delta q=q'_A-q_A\Rightarrow\Delta q=2-(-2)=4nC$$

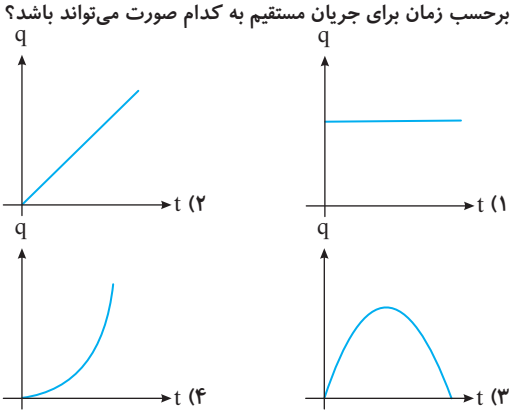
در این صورت جریان متوسط شارش شده برابر خواهد بود با:

$$I=\frac{\Delta q}{\Delta t}\Rightarrow I=\frac{4\times10^{-9}}{10^{-6}}=4\times10^{-3}A=4mA$$

راستی اگه جهت جریان خواسته شده بود جهت جریان خلاف جهت شارش الکترونه و چون بار کرهٔ A منفی بوده و بعد مثبت شده پس الکترون از کرهٔ A به کرهٔ B رفته و جهت جریان از کرهٔ B به کرهٔ A است.

A ۱۵۶۸ ۲

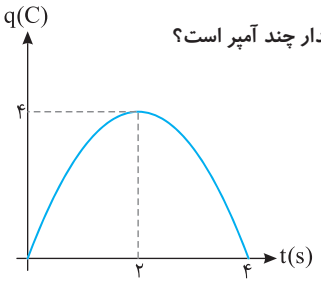
بازی با سؤال نمودار بار خالص الکتریکی گذرنده از یک سطح مقطع برحسب زمان برای جریان مستقیم به کدام صورت می‌تواند باشد؟ از کتاب درسی



پاسخ بنا بر تعریف، جریان الکتریکی متوسط برابر آهنگ شارش بار از مقطعی از مدار است $(I=\Delta q/\Delta t)$ و در جریان مستقیم، مقدار جریان ثابت است، بنابراین آهنگ شارش بار ثابت خواهد بود، در این صورت $q=It$ می‌شود و نمودار بار الکتریکی گذرنده از هر سطح مقطع مدار برحسب زمان یک خط راست مایل گذرنده از مبدأ خواهد شد و گزینهٔ (۲) درست است.

B ۱۵۷۰ ۱

بازی با سؤال نمودار بار الکتریکی گذرنده از هر مقطع یک مدار بر حسب زمان، مطابق سهمی شکل زیر است. در بازهٔ زمانی $t=1s$ تا $t=3s$ جریان الکتریکی متوسط عبوری از مدار چند آمپر است؟



۱) صفر

۲) ۲

۳) ۴

۴) ۶

پاسخ در صورت سؤال گفته شده که نمودار سهمی است $(y=ax^2+bx+c)$. چون محور قائم تابع (yها) برابر q و محور افقی (xها) برابر با t است، داریم:

$$q=at^2+bt+c\Rightarrow\begin{cases}t=0,q=0\Rightarrow0=a(0)^2+b(0)+c\Rightarrow c=0 & (1)\\ t=2,q=4\Rightarrow4=a(2)^2+b(2)+0\Rightarrow4=4a+2b & (2)\\ t=4s,q=0\Rightarrow0=a(4)^2+b(4)+0 \text{ با توجه به تقارن سهمی}\\ \Rightarrow0=16a+4b & (3)\end{cases}$$

$$(2),(3)\Rightarrow a=-1,b=4$$

بنابراین تابع q برحسب t برابر است با: $q=-t^2+4t$

حال جریان الکتریکی متوسط در بازهٔ زمانی $t=1s$ تا $t=3s$ را محاسبه می‌کنیم.

$$\bar{I}=\frac{\Delta q}{\Delta t}=\frac{-(3)^2+4(3)-(-(1)^2+4(1))}{3-1}=\frac{-9+12-3}{2}=\frac{0}{2}=0$$

A ۱۵۷۳ ۳

بازی با سؤال یک مقاومت 10Ω را که رسانای اهمی است به یک باتری وصل می‌کنیم. اگر اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت $5V$ باشد، در مدت $32s$ چه تعداد الکترون از مقاومت عبور می‌کند؟ $(e=1/6\times10^{-19})$

۱) 10^{19} ۲) 10^{17} ۳) 10^{20} ۴) 10^{18}

پاسخ با استفاده از قانون اهم داریم:

$$R=\frac{V}{I}\Rightarrow I=\frac{V}{R}=\frac{5}{10}=0/5A\,,q=It\Rightarrow q=0/5\times32C$$

$$q=ne\Rightarrow 0/5\times32=n\times1/6\times10^{-19}$$

$$\Rightarrow n=\frac{0/5\times32}{1/6}\times10^{+19}=10\times10^{19}\Rightarrow n=10^{+20}$$

A ۱۵۷۴ ۱

بازی با سؤال اختلاف پتانسیل بین دو سر یک سیم در دمای ثابت از ۲۸ ولت به ۴۰ ولت افزایش می‌یابد. اگر با این کار جریان عبوری از مقاومت ۱/۵ آمپر افزایش یابد، مقاومت سیم چند اهم است؟

۱) ۸ ۲) ۴ ۳) ۱۲ ۴) ۱۰

پاسخ قانون اهم را در حالت اول و دوم می‌نویسیم:

$$\begin{cases}R=\frac{V_1}{I_1}\Rightarrow R=\frac{28}{I_1}\\ R=\frac{V_2}{I_2}\Rightarrow R=\frac{40}{I_2}\end{cases}\Rightarrow\frac{28}{I_1}=\frac{40}{I_2}\xrightarrow{I_2=I_1+1/5}\frac{7}{I_1}=\frac{10}{I_1+1/5}$$

$$\Rightarrow 7I_1+10/5=10I_1\Rightarrow 3I_1=10/5\Rightarrow I_1=3/5A$$

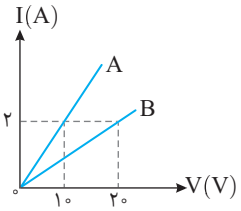
اکنون می‌توان مقاومت اهمی را به‌دست آورد:

$$R=\frac{28}{3/5}=8\Omega$$

A ۱۵۷۸ ۱

بازی با سؤال نمودار شدت جریان عبوری از دو مقاومت A و B برحسب اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌های A و B مطابق شکل است. مقاومت B چند برابر مقاومت A است؟ کنکور دهه‌های گذشته

۱) ۲
۲) ۵
۳) $\frac{1}{2}$
۴) $\frac{1}{5}$



پاسخ مقاومت A و مقاومت B با توجه به نمودار خواهد شد:

$$R_A=\frac{V_A}{I}\Rightarrow R_A=\frac{10}{2}=5\Omega\,,R_B=\frac{V_B}{I}\Rightarrow R_B=\frac{20}{2}=10\Omega$$

بنابراین:

$$\frac{R_B}{R_A}=\frac{10}{5}=2$$

البته از همان ابتدا می‌توانستیم بگوییم چون در جریان یکسان $2A$ ولتاژ B دو برابر ولتاژ A شده است، بنابراین

$$\frac{R_B}{R_A}=2$$

B ۱۵۸۰ ۳

بازی با سؤال معادلهٔ اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر یک رسانای اهمی به مقاومت 3Ω برحسب زمان در SI به‌صورت $V=3t^2-12$ است. در چه لحظه‌ای برحسب ثانیه، جریان عبوری از رسانا برابر با ۵ آمپر می‌شود؟ (دما ثابت فرض شود.)

۱) ۹ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ در لحظه‌ای که جریان $5A$ است بنا به قانون اهم، اختلاف پتانسیل دو سر رسانا برابر خواهد شد با: $V=IR\Rightarrow V=5\times3\Rightarrow V=15V$

اکنون به کمک معادله ولتاژ برحسب زمان $V=3t^2-12$، لحظه‌ای که اختلاف پتانسیل برابر $15V$ است را به‌دست می‌آوریم.

$$V=3t^2-12\xrightarrow{V=15V}15=3t^2-12\Rightarrow 27=3t^2\Rightarrow 9=t^2\Rightarrow t=3s$$

A ۱۵۸۶ ۱

بازی با سؤال مقاومت ویژهٔ سیم A، ۳ برابر مقاومت ویژهٔ سیم B است. اگر طول و مقاومت الکتریکی این سیم‌ها باهم برابر باشند، قطر مقطع سیم A چند برابر قطر مقطع سیم B است؟ خارج ریاضی -۹۳

۱) $\sqrt{3}$ ۲) ۳ ۳) $\frac{\sqrt{3}}{3}$ ۴) ۹

پاسخ با توجه به رابطهٔ میانبر می‌توان نوشت:

$$\frac{R_A}{R_B}=\frac{\rho_A}{\rho_B}\times\frac{L_A}{L_B}\times(\frac{D_B}{D_A})^2$$

$$\xrightarrow[L_A=L_B]{\rho_A=3\rho_B\,,R_A=R_B}1=3\times1\times(\frac{D_B}{D_A})^2\Rightarrow\frac{D_B}{D_A}=\frac{1}{\sqrt{3}}\Rightarrow\frac{D_A}{D_B}=\sqrt{3}$$

B ۱۵۸۷ ۴

بازی با سؤال طول سیم مسی A، دو برابر طول سیم مسی B است و قطر مقطع سیم A، نصف قطر مقطع سیم B است. مقاومت الکتریکی سیم A، چند برابر مقاومت الکتریکی سیم B است؟ تجربی - ۹۱

۱) $\frac{1}{2}$ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۸

پاسخ با توجه به رابطهٔ نسبی ساختمان مقاومت خواهیم داشت:

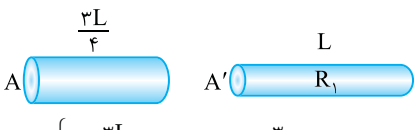
$$\frac{R_A}{R_B}=\frac{\rho_A}{\rho_B}\times\frac{L_A}{L_B}\times(\frac{D_B}{D_A})^2=1\times2\times(2)^2=8$$

B ۱۵۹۸ ۱

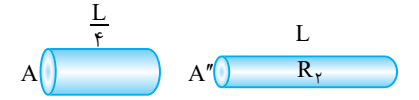
بازی با سؤال سیمی به طول L را به نسبت ۱ به ۳ می‌بریم. سیم بزرگ‌تر را از دستگاهی عبور می‌دهیم تا بدون تغییر جرم طول آن برابر طول اولیه (L) شود، در این حالت مقاومت سیم R_1 می‌شود. سیم کوچک‌تر را از دستگاه عبور می‌دهیم تا بدون تغییر جرم، طول آن به طول اولیه (L) برسد، در این حالت مقاومت سیم R_2 می‌شود. $\frac{R_2}{R_1}$ کدام است؟

۱) ۳ ۲) $\frac{1}{3}$ ۳) $\frac{3}{4}$ ۴) $\frac{4}{3}$

پاسخ سیم به نسبت ۱ و ۳ تقسیم شده بنابراین طول سیم بزرگ‌تر $\frac{3}{4}L$ و طول سیم کوچک‌تر برابر $\frac{L}{4}$ می‌شود. در هر دو حالت گفته شده سیم‌ها کشیده شده‌اند و جرم تغییر نکرده بنابراین:



$$A_1L_1=A_2L_2\Rightarrow\begin{cases}A\times\frac{3L}{4}=A'\times L\Rightarrow A'=\frac{3}{4}A\\ A\times\frac{L}{4}=A''L\Rightarrow A''=\frac{1}{4}A\end{cases}$$



هر دو سیم هم‌جنس و هم‌طول‌اند، بنابراین:

$$\frac{R_2}{R_1}=\frac{\rho\frac{L}{A''}}{\rho\frac{L}{A'}}=\frac{\rho\frac{4L}{A}}{\rho\frac{4L}{3A}}=3$$

۱ ۱۶۰۵ A

بازی با سؤال جرم دو سیم مسی A و B با هم برابر است ولی قطر مقطع سیم A، $\sqrt{۲}$ برابر قطر مقطع سیم B است. اگر مقاومت الکتریکی سیم B برابر ۱۰Ω باشد، مقاومت الکتریکی سیم A چند اهم است؟ ریاضی - ۹۰

۱) ۲/۵ ۲) ۵ ۳) ۱۲/۵ ۴) ۲۰

پاسخ جرم دو سیم برابر است و دو سیم هم‌جنس‌اند، بنابراین حجم آن‌ها برابر است. با توجه به اینکه قطر A، $\sqrt{۲}$ برابر قطر B است نسبت سطح مقطع‌ها را حساب می‌کنیم.

$$D_A=\sqrt{۲}D_B \xrightarrow{A=\pi\frac{D^۲}{۴}} A_A=۲A_B$$

$$\xrightarrow[V_A=V_B]{V=AL} A_AL_A=A_BL_B\Rightarrow L_A=\frac{۱}{۲}L_B$$

با توجه به رابطه ساختمانی مقاومت خواهیم داشت:

$$\frac{R_B}{R_A}=\frac{\rho_B\frac{L_B}{A_B}}{\rho_A\frac{L_A}{A_A}}=\frac{L_B}{L_A}\times\frac{A_A}{A_B}\Rightarrow\frac{۱۰}{R_A}=۲\times۲\Rightarrow R_A=۲/۵\Omega$$

۱ ۱۶۰۶ B

بازی با سؤال دو سیم هم‌طول A و B در یک دمای معین دارای مقاومت الکتریکی یکسانی هستند. اگر چگالی A و B به‌ترتیب $۱۸g/cm^۳$ و $۵/۴g/cm^۳$ و مقاومت ویژهٔ A، $\frac{۱}{۳}$ برابر مقاومت ویژهٔ B باشد، جرم سیم A چند برابر جرم سیم B است؟

۱) $\frac{۱۰}{۹}$ ۲) $\frac{۵}{۹}$ ۳) $\frac{۹}{۱۰}$ ۴) $\frac{۹}{۵}$

پاسخ با توجه به رابطه $R=\rho\frac{L}{A}$ برای دو سیم A و B داریم:

$$\begin{cases}R_A=\rho_A\frac{L_A}{A_A}\\ R_B=\rho_B\frac{L_B}{A_B}\end{cases}\xrightarrow[R_A=R_B]{L_A=L_B}\rho_A\frac{L_A}{A_A}=\rho_B\frac{L_B}{A_B}\Rightarrow\frac{A_A}{A_B}=\frac{\rho_A}{\rho_B}$$

$$\xrightarrow{\frac{\rho_A}{\rho_B}=۳}\frac{A_A}{A_B}=\frac{۱}{۳}\Rightarrow A_B=۳A_A$$

حال با توجه به رابطهٔ چگالی $\rho=\frac{m}{V}$ داریم:

$$\begin{cases}\rho_A=\frac{m_A}{V_A}\\ \rho_B=\frac{m_B}{V_B}\end{cases}\Rightarrow\frac{\rho_A}{\rho_B}=\frac{۱۸}{۵/۴}\Rightarrow\frac{\frac{m_A}{V_A}}{\frac{m_B}{V_B}}=\frac{۱۸}{۵/۴}\Rightarrow\frac{m_A}{m_B}\times\frac{V_B}{V_A}=\frac{۱۸}{۵/۴}$$

$$\Rightarrow\frac{m_A}{m_B}\times\frac{A_BL_B}{A_AL_A}=\frac{۱۸}{۵/۴}\xrightarrow[L_A=L_B]{A_B=۳A_A}\frac{m_A}{m_B}\times۳=\frac{۱۸}{۵/۴}\Rightarrow\frac{m_A}{m_B}=\frac{۱۰}{۹}$$

۱ ۱۶۰۸ B

بازی با سؤال سیم رسانایی به قطر مقطع ۲mm را به دور استوانه‌ای به شعاع ۱۰cm می‌پیچیم. تعداد دورهای سیم به دور استوانه چه تعداد باشد تا مقاومت سیم ۲Ω شود؟ $(\rho=۲\times۱۰^{-۷}\Omega.m)$ آزمون مدارس برتر

۱) ۵۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۲۵۰ ۴) ۵۰۰

پاسخ ابتدا سطح مقطع سیم را حساب می‌کنیم.

$$A=\pi r^۲\xrightarrow{r=۱۰^{-۳}m}A=\pi(۱۰^{-۳})^۲\Rightarrow A=\pi\times۱۰^{-۶}m^۲$$

طول سیم را به کمک رابطهٔ ساختمانی مقاومت به‌دست می‌آوریم:

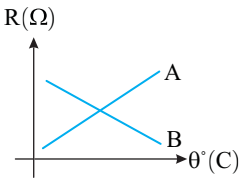
$$R=\rho\frac{L}{A}\Rightarrow۲=۲\times۱۰^{-۷}\frac{L}{\pi\times۱۰^{-۶}}\Rightarrow L=۱۰\pi\ m$$

طول سیم برابر حاصل‌ضرب تعداد دورهای سیم در محیط یک حلقه است از این‌رو:

$$L=n(۲\pi R)\xrightarrow{R=۰/۱m}۱۰\pi=n(۲\pi\times۰/۱)\Rightarrow n=۵۰$$

۲ ۱۶۱۰ A

بازی با سؤال نمودار تغییر مقاومت دو سیم A و B بر حسب دما در یک محدوده دمایی مطابق شکل زیر است. جنس A و B مطابق کدام گزینه زیر است؟

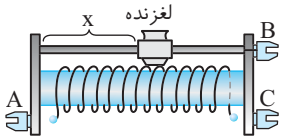


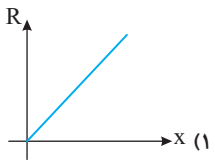
۱) نیم‌رسانا، نیم‌رسانا
۲) رسانا، نیم‌رسانا
۳) نیم‌رسانا، رسانا
۴) رسانا، رسانا

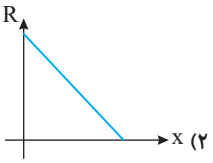
پاسخ در رساناها با افزایش دما مقاومت افزایش می‌یابد، بنابراین سیم A، رسانا است. در نیم‌رساناها با افزایش دما، مقاومت کاهش می‌یابد بنابراین سیم B، نیم‌رسانا است.

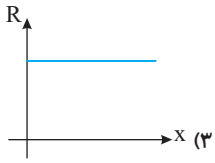
۳ ۱۶۱۳ B

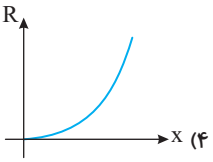
بازی با سؤال در رئوستای زیر، اگر ورودی سیم A و خروجی سیم C باشد، کدام نمودار مقاومت بر حسب فاصله لغزنده از ورودی می‌باشد؟



۱) 

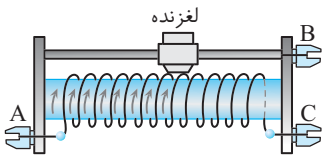
۲) 

۳) 

۴) 

پاسخ اگر اتصال‌ها A و C باشند، لغزنده از مسیر خارج می‌شود و مقاومت رئوستا ثابت و بیشینه مقدار است.

چون جریان ورودی به رئوستا از C خارج می‌شود (نه از B) بنابراین مکان لغزنده تأثیری در طول سیم مقاومت نداشته و مقاومت رئوستا ثابت می‌ماند.



۴ ۱۶۱۴ B

بازی با سؤال بار الکتریکی گذرنده از یک مدار بر حسب زمان در SI به صورت $q=۲t^۲+at+۴$ می‌باشد، اگر در بازهٔ $t=۲s$ تا $t=۳s$ جریان متوسط صفر شود، a برابر کدام گزینه است؟

۱) ۵ ۲) -۵ ۳) ۱۰ ۴) -۱۰

پاسخ بار گذرنده در لحظه‌های $t_۱=۲s$ و $t_۲=۳s$ را حساب می‌کنیم:

$$q=۲t^۲+at+۴\Rightarrow\begin{cases}t_۱=۲s\Rightarrow q_۱=۸+۲a+۴\Rightarrow q_۱=۱۲+۲a\\ t_۲=۳s\Rightarrow q_۲=۱۸+۳a+۴\Rightarrow q_۲=۲۲+۳a\end{cases}$$

با توجه به تعریف جریان متوسط $\bar{I}=\frac{\Delta q}{\Delta t}$ و فرض مسئله $\bar{I}=۰$ خواهیم داشت:

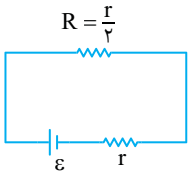
$$\bar{I}=۰\Rightarrow\frac{\Delta q}{\Delta t}=۰\Rightarrow\Delta q=۰\Rightarrow q_۲=q_۱\Rightarrow۱۲+۲a=۲۲+۳a\Rightarrow a=-۱۰$$

B ۱۶۲۸ ۱

بازی با سؤال دو قطب یک باتری به مقاومت درونی r را به دو سر سیمی به مقاومت $\frac{r}{2}$ می‌بندیم. اختلاف پتانسیل باتری در این حالت چند برابر نیروی محرکهٔ آن است؟ کنکور دهه‌های گذشته

۱) $\frac{1}{3}$ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) $\frac{2}{3}$ ۴) $\frac{3}{4}$

پاسخ در یک مدار ساده اختلاف پتانسیل باتری و مقاومت با هم برابر است.



$$V_{\text{باتری}} = RI \xrightarrow{I=\frac{\varepsilon}{R+r}} V_{\text{باتری}} = \frac{\varepsilon}{R+r}\times R$$

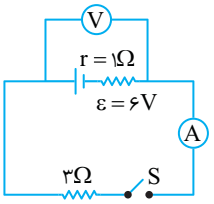
با توجه به رابطهٔ فوق مسئله به‌راحتی قابل حل است:

$$V=\frac{\varepsilon}{R+r}\times R \Rightarrow \frac{V}{\varepsilon}=\frac{R}{R+r}=\frac{\frac{r}{2}}{\frac{r}{2}+r}=\frac{\frac{1}{2}}{\frac{3}{2}} \Rightarrow \frac{V}{\varepsilon}=\frac{1}{3}$$

B ۱۶۳۶ ۳

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو با بستن کلید S عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد چند ولت کاهش می‌یابد؟ از کتاب درسی

۱) ۴/۵ ۲) ۳
۳) ۱/۵ ۴) ۲



پاسخ وقتی کلید باز است، ولت‌سنج نیروی محرکهٔ باتری، $\varepsilon=6V$ را نشان می‌دهد. با بستن کلید S و برقراری جریان عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد، به اندازه Ir کاهش می‌یابد. بنابراین ابتدا جریان مدار را به دست می‌آوریم.

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r} \Rightarrow I=\frac{6}{3+1}=1/5A$$

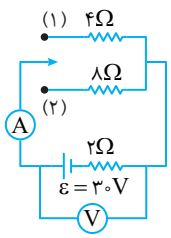
اکنون مقدار کاهش عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد یعنی افت پتانسیل خواهد شد:

$$Ir=1/5\times 1=1/5V$$

B ۱۶۳۷ ۲

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو اگر کلید را از وضعیت (۱) به وضعیت (۲) تغییر دهیم، عددی که آمپرسنج آرمانی و ولت‌سنج آرمانی نشان می‌دهند به‌ترتیب از راست به چپ چند برابر می‌شود؟

۱) ۱/۸ ، ۰/۳ ۲) ۱/۲ ، ۰/۶
۳) ۱/۸ ، ۰/۶ ۴) ۱/۲ ، ۰/۳



پاسخ در حالت اول مقاومت ۴Ω در مدار قرار می‌گیرد و جریان مدار خواهد شد:

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r} \Rightarrow I=\frac{30}{4+2}=5A$$

اختلاف پتانسیل دو سر باتری برابر است با: $V=\varepsilon-Ir \Rightarrow V=30-5\times 2=20V$

بنابراین در حالت اول آمپرسنج 5A و ولت‌سنج 20V را نشان می‌دهد. در حالت دوم با وصل کلید به نقطهٔ (۲) مقاومت خارجی مدار 8Ω می‌شود و جریانی که آمپرسنج نشان می‌دهد خواهد شد:

$$I'=\frac{\varepsilon}{R+r}=\frac{30}{8+2}=3A$$

ولتاژی که ولت‌سنج در این حالت نشان می‌دهد برابر است با:

$$V'=\varepsilon-Ir \Rightarrow V=30-3\times 2 \Rightarrow V=24V$$

جریان مدار از 5A به 3A رسیده:

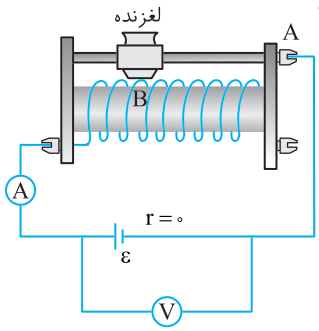
$$\frac{I'}{I}=\frac{3}{5}=0/6$$

اختلاف پتانسیل دو سر باتری از 20V به 24V رسیده:

$$\frac{V'}{V}=\frac{24}{20}=1/2$$

B ۱۶۴۴

بازی با سؤال در مدار شکل روبه‌رو اگر لغزندهٔ رئوستا، به سمت راست حرکت کند، عددی که ولت‌سنج و آمپرسنج نشان می‌دهد به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟

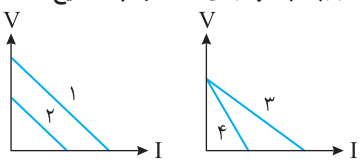


پاسخ با حرکت لغزنده به راست، قسمت بیشتری از سیم رئوستا در مدار قرار می‌گیرد و مقاومت مدار افزایش می‌یابد و جریان مدار کاهش می‌یابد و آمپرسنج عدد کمتری را نمایش می‌دهد، اما باتری آرمانی است و مقاومت درونی ندارد بنابراین $Ir=0$ است و در همهٔ حالت‌ها ولت‌سنج، نیروی محرکهٔ باتری ε را نشان می‌دهد و عدد ولت‌سنج تغییر نمی‌کند.

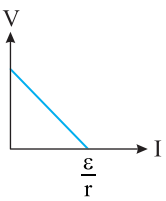
B ۱۶۴۸ ۲

بازی با سؤال در نمودارهای زیر، اختلاف پتانسیل دو سر چهار مولد بر حسب جریان رسم شده است. کدام گزینه در رابطه با نمودارهای «الف» و «ب» صحیح است؟

۱) $\varepsilon_3>\varepsilon_4$ ، $r_1>r_2$
۲) $\varepsilon_3=\varepsilon_4$ ، $r_1=r_2$
۳) $\varepsilon_3<\varepsilon_4$ ، $r_1<r_2$
۴) $\varepsilon_1<\varepsilon_2$ ، $r_3=r_4$



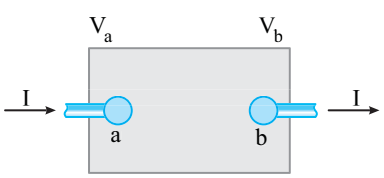
پاسخ نمودار اختلاف پتانسیل دو سر یک مولد بر حسب شدت جریان آن $(V=\varepsilon-Ir)$ یک خط راست مایل است که عرض از مبدأ آن نیروی محرکهٔ باتری و منفی شیب آن برابر مقاومت درونی باتری است.



در شکل (الف) نیروی محرکهٔ دو مولد (۳) و (۴) با هم برابر و مقاومت درونی مولد (۴) بیشتر است، بنابراین $\varepsilon_3=\varepsilon_4$ و $r_4>r_3$. در شکل (ب) نیروی محرکهٔ مولد (۱) از نیروی محرکهٔ مولد (۲) بیشتر است، اما مقاومت درونی آن‌ها یکسان است، زیرا شیب نمودار آن‌ها یکی است، بنابراین $\varepsilon_1>\varepsilon_2$ و $r_1=r_2$.

A ۱۶۵۱

بازی با سؤال در شکل داده شده انرژی مصرفی جعبهٔ رسم شده که بخشی از یک مدار را نشان می‌دهد، در هر دقیقه برابر 4/8kJ است و در این مدت 240 کولن بار از این بخش مدار شارش شده است. اگر پتانسیل نقطهٔ a برابر 10V باشد، پتانسیل نقطهٔ b چند ولت است؟



پاسخ انرژی 4/8kJ مصرف شده است، بنابراین:

$$\Delta U=4/8\times 10^3 J \xrightarrow{\Delta U=q\Delta V} 240\times\Delta V=4/8\times 10^3 \Rightarrow \Delta V=20V$$

در مقاومت انرژی مصرف می‌شود، بنابراین جهت جریان از پتانسیل بیشتر به پتانسیل کمتر است، پس:

$$V_a-V_b=20 \Rightarrow 10-V_b=20 \Rightarrow V_b=-10V$$

B ۲ ۱۶۵۶

بازی با سؤال وقتی یک بخاری برقی را به اختلاف پتانسیل ۲۲۰V وصل کنیم، از آن جریان ۱۰A می‌گذرد. اگر این بخاری به مدت ۳h در روز کار کند و قیمت برق مصرفی به ازای هر کیلووات ساعت ۵۰ تومان باشد، از ابتدا تا انتهای فصل پاییز هزینهٔ مصرف این بخاری چند تومان می‌شود؟ از کتاب درسی

۱) ۲۹۵۲۰ ۲) ۲۹۷۰۰ ۳) ۳۹۵۲۰ ۴) ۳۹۷۲۰

پاسخ ۱ توان مصرفی لامپ را حساب می‌کنیم:

$$P=VI \xrightarrow{V=۲۲۰V, I=۱۰A} P=۲۲۰\times۱۰=۲۲۰۰W$$

۲ انرژی مصرفی در مدت ۳h در هر روز خواهد شد.

$$U=Pt \Rightarrow U=\frac{۲۲۰۰}{۱۰۰۰}kW\times۳ \Rightarrow U=۶/۶kWh$$

۳ انرژی مصرفی از ابتدا تا انتهای فصل پاییز یعنی به مدت ۹۰ روز برابر است با:

$$U_t=۶/۶\times۹۰=۵۹۴kWh$$

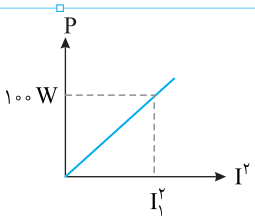
۴ بهای برق مصرفی خواهد شد:

۱kWh	۵۰ تومان
۵۹۴kWh	?

$$\Rightarrow ?=۲۹۷۰۰ \text{ تومان}$$

B ۲ ۱۶۶۷

بازی با سؤال نمودار توان مصرفی یک مقاومت ۲۵Ω بر حسب مربع جریان به صورت مقابل است. جریان $I_۱$ چند آمپر است؟



۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ **خط فکری** با تغییر جریان مقدار مقاومت ثابت و برابر ۲۵Ω باقی می‌ماند. مسأله جریان $I_۱$ را خواسته است. با توجه به نمودار در جریان عبوری $I_۱$ از مقاومت، توان مصرفی ۱۰۰W است، پس از رابطهٔ $P=RI^۲$ می‌توانیم $I_۱$ را به‌دست آوریم.

$$P=RI^۲ \Rightarrow ۱۰۰=۲۵I_۱^۲ \Rightarrow I_۱^۲=۴ \Rightarrow I_۱=۲A$$

B ۳ ۱۶۷۱

بازی با سؤال از یک گرمکن الکتریکی جریان ۱۰A می‌گذرد. اگر این گرمکن را درون ۴kg آب ۲۰°C قرار دهیم، پس از ۵۶ دقیقه آب را به نقطهٔ جوش می‌رساند. اگر فرض کنیم ۲۰ درصد انرژی گرمکن تلف می‌شود، مقاومت الکتریکی گرمکن چند اهم است؟ $(c_{آب}=۴۲۰۰J/kg\,°C)$

۱) ۱۰ ۲) ۱۵ ۳) ۵ ۴) ۲۵

پاسخ مسیر حل کردن دقیقاً شبیه مسئلهٔ قبلی است، تنها به‌جای بازده، درصد اتلاف انرژی (۲۰٪) بیان شده که یعنی بازده ۸۰٪ است.

$$Q=mc\Delta\theta \Rightarrow Q=۴\times۴۲۰۰\times(۱۰۰-۲۰) \Rightarrow Q=۴\times۴۲۰۰\times۸۰$$

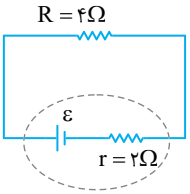
$$Ra=\frac{Q}{U} \Rightarrow \frac{۸۰}{۱۰۰}=\frac{۴\times۴۲۰۰\times۸۰}{U} \Rightarrow U=۴\times۴۲\times۱۰^۴J$$

این بار از رابطهٔ $U=RI^۲t$ استفاده می‌کنیم، زیرا جریان را در اختیار داریم.

$$U=RI^۲t \Rightarrow ۴\times۴۲\times۱۰^۴=R\times(۱۰)^۲\times۵۶\times۶۰ \Rightarrow R=۵\Omega$$

A ۳ ۱۶۷۴

بازی با سؤال در مدار شکل روبه‌رو، اگر توان مصرفی در مقاومت R برابر با ۳۶W باشد، نیروی محرکهٔ باتری و افت پتانسیل در باتری در SI به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ قلم‌چی



۱) ۱۲ ،۲۴
۲) ۶ ،۲۴
۳) ۶ ،۱۸
۴) ۱۲ ،۱۸

پاسخ به کمک توان مصرفی در مقاومت، جریان مدار را حساب می‌کنیم.

$$P=RI^۲ \Rightarrow ۳۶=۴I^۲ \Rightarrow I=۳A$$

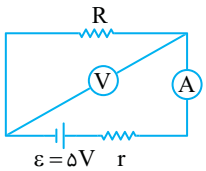
نیروی محرکهٔ باتری را به کمک جریان به‌دست می‌آوریم.

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r} \Rightarrow ۳=\frac{\varepsilon}{۴+۲} \Rightarrow \varepsilon=۱۸V$$

افت پتانسیل در باتری برابر خواهد شد با: $rI=۲\times۳=۶V$

B ۳ ۱۶۷۸

بازی با سؤال در شکل زیر، آمپرسنج ۱A و ولت‌سنج ۴V را نشان می‌دهد. اگر وسایل اندازه‌گیری آرمانی باشند، توان کل باتری چند وات از توان خروجی باتری بیشتر است؟



۱) ۴
۲) ۲
۳) ۱
۴) ۵

پاسخ از قیافهٔ عجیب مدار نترسید، این مدار همان مدار شکل قبلی است که در آن آمپرسنج، جریان مدار و ولت‌سنج، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R و دو سر باتری را نشان می‌دهد. با داشتن جریان مدار و نیروی محرکهٔ باتری، توان کل باتری εI و با داشتن ولتاژ دو سر مقاومت R و جریان مدار توان خروجی باتری P=VI به‌دست می‌آید.

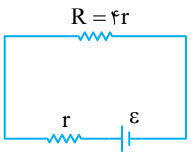
توان کل برابر است با: $P_{کل}=\varepsilon I=۵\times۱=۵W$

توان خروجی برابر است با: $P=VI=۴\times۱=۴W$

بنابراین توان کل ۵−۴=۱W از توان خروجی بیشتر است. در واقع اختلاف توان کل و توان خروجی، اتلاف توان در مقاومت درونی باتری است. از این رو می‌توانستید افت پتانسیل در باتری ε−V=۵−۴=۱V را به‌دست آورید و در جریان مدار (۱A) ضرب کنید تا اتلاف توان را حساب کنید (۱×۱=۱W)

B ۲ ۱۶۷۹

بازی با سؤال در مدار روبه‌رو توان مصرفی در مقاومت خارجی چند برابر توان مصرفی در مقاومت داخلی است؟



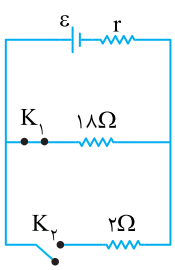
۱) ۲ ۲) ۴
۳) ۸ ۴) ۱۶

پاسخ جریان مدار را I در نظر می‌گیریم. توان مصرفی در مقاومت خارجی برابر $P=RI^۲$ و در مقاومت داخلی برابر $P'=rI^۲$ است:

$$\frac{P}{P'}=\frac{RI^۲}{rI^۲} \xrightarrow{R=۴r} \frac{P}{P'}=۴$$

B ۳ ۱۶۸۴

بازی با سؤال در شکل زیر اگر کلید $K_۱$ را باز و کلید $K_۲$ را ببندیم، توان خروجی باتری تغییر نمی‌کند. مقاومت درونی باتری چند اهم است؟ آزمون مدارس برتر



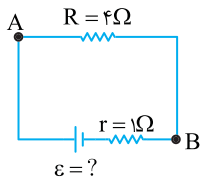
۱) ۲/۵
۲) ۳
۳) ۶
۴) ۸

پاسخ در حالت اول مقاومت $R_۱=۱۸\Omega$ در مدار است و در حالت دوم مقاومت $R_۲=۲\Omega$ در مدار قرار دارد و در دو حالت توان خروجی باتری برابر است. از این رو:

$$r=\sqrt{R_۱R_۲} \Rightarrow r=\sqrt{۱۸\times۲} \Rightarrow r=۶\Omega$$

B ۱۶۹۴ ۱

بازی با سؤال خازنی به ظرفیت $5\mu F$ را به ولتاژی برابر اختلاف پتانسیل بین A و B متصل می‌کنیم، انرژی ذخیره شده در خازن برابر $250\mu J$ می‌شود، نیروی محرکهٔ باتری چند ولت است؟



۱) ۱۲/۵ ۲) ۱۰ ۳) ۲/۵ ۴) ۲۰

پاسخ ۱ به کمک انرژی خازن، ولتاژ دو سر خازن را به‌دست می‌آوریم:

$$U=\frac{1}{2}CV^2 \Rightarrow 250=\frac{1}{2}\times 5\times V^2 \Rightarrow V^2=100 \Rightarrow V=10V$$

۲ ولتاژ دو سر خازن با اختلاف پتانسیل بین A و B برابر است، بنابراین جریان مدار خواهد شد:

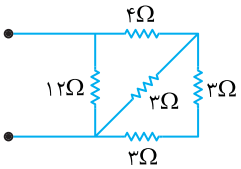
$$V_{AB}=IR \Rightarrow 10=I\times 4 \Rightarrow I=2/5A$$

۳ نیروی محرکهٔ باتری برابر است با:

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r} \Rightarrow 2/5=\frac{\varepsilon}{4+1} \Rightarrow \varepsilon=12/5V$$

A ۱۷۰۴ ۲

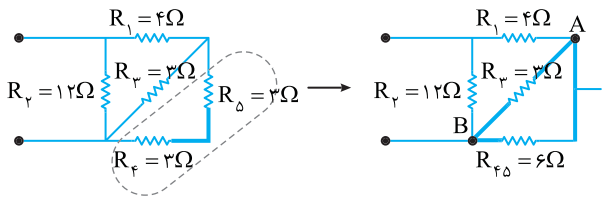
بازی با سؤال مقاومت معادل مدار زیر چند اهم است؟



۱) ۲
۲) ۴
۳) ۶
۴) ۸

پاسخ دوباره از جایی شروع می‌کنیم که قابل تشخیص است. مقاومت‌های R_4 و R_5 پشت سرهم هستند، بنابراین:

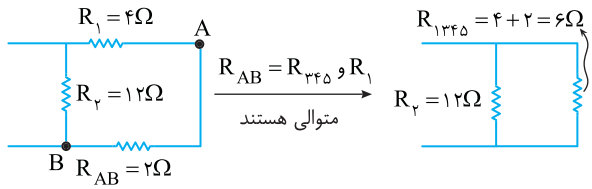
$$R_{45}=R_4+R_5=3+3=6\,\Omega$$



مقاومت R_3 و R_{45} از نقاط A و B دست‌شان در دست هم است و موازی‌اند.

$$\frac{1}{R_{AB}}=\frac{1}{6}+\frac{1}{3} \Rightarrow R_{AB}=2\,\Omega$$

پس مدار به صورت شکل زیر است:

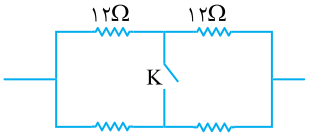


اکنون این دو مقاومت R_{1345} و R_2 موازی هستند.

$$\frac{1}{R_{eq}}=\frac{1}{12}+\frac{1}{6}=\frac{1+2}{12} \Rightarrow R_{eq}=4\,\Omega$$

A ۱۷۰۶ ۴

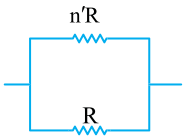
بازی با سؤال در مدار شکل زیر اگر کلید K بسته شود، مقاومت مدار چند برابر می‌شود؟



۱) ۲ ۲) ۴/۵ ۳) ۳/۵ ۴) ۱

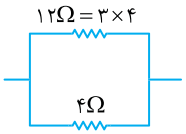
پاسخ دقت کنید وقتی کلید باز است مدار شبیه شکل (الف) است و وقتی کلید بسته است مدار شبیه شکل (ب) است و حل آن با آنچه انجام شد فرقی نمی‌کند.

میانبر اگر دو مقاومت موازی داشتیم که نسبت مقدار مقاومت‌های آن‌ها برابر n' باشد، مقاومت معادل برابر است با:



$$\Rightarrow R_{eq}=\frac{n'R}{n'+1}$$

به‌طور مثال:

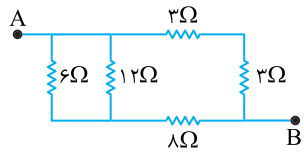


$$\Rightarrow R_{eq}=\frac{12}{3+1}=\frac{12}{4}=3\Omega$$

B ۱۷۰۷ ۲

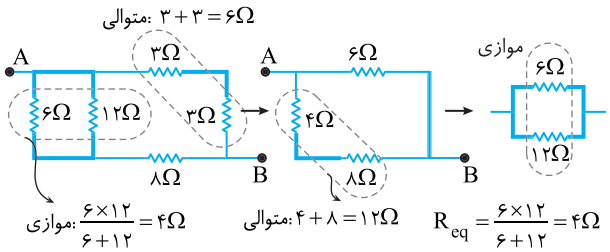
بازی با سؤال در شکل زیر، مقاومت معادل بین دو نقطه A و B چند اهم است؟

ریاضی - ۸۷



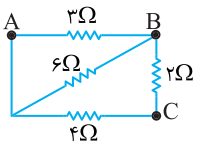
۱) ۳
۲) ۴
۳) ۶
۴) ۸

پاسخ این بار روی خود مدار مسئله را حل می‌کنیم.



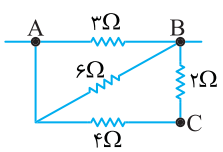
B ۱۷۱۵ ۲

بازی با سؤال در شکل زیر مقاومت معادل بین دو نقطهٔ A و B چند برابر مقاومت معادل بین دو نقطهٔ A و C است؟



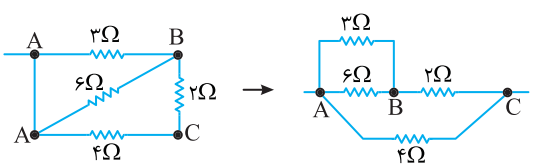
۱) ۱ ۲) $\frac{3}{4}$ ۳) $\frac{4}{3}$ ۴) $\frac{5}{6}$

پاسخ در حالت اول مقاومت‌های 2Ω و 4Ω متوالی و معادل آن‌ها با مقاومت‌های 3Ω و 6Ω موازی است از این‌رو:



$$\frac{1}{R_{AB}}=\frac{1}{4+2}+\frac{1}{6}+\frac{1}{3} \Rightarrow R_{AB}=1/5\Omega$$

در حالتی که مقاومت بین A و C را می‌خواهیم، ابتدا مدار را ساده می‌کنیم.



مقاومت‌های ۳Ω و ۶Ω موازی هستند و مقاومت معادل آن‌ها با ۲Ω متوالی است و مقاومت معادل کل آن‌ها موازی ۴Ω است.

$$R_{AB}=\frac{۶\times۳}{۶+۳}=۲\,\Omega\Rightarrow R'=۲+۲=۴\,\Omega, R_{AC}=\frac{۴}{۲}=۲\,\Omega$$

بنابراین:

$$\frac{R_{AB}}{R_{AC}}=\frac{۱/۵}{۲}=\frac{۳}{۴}$$

B ۱ ۱۷۱۶

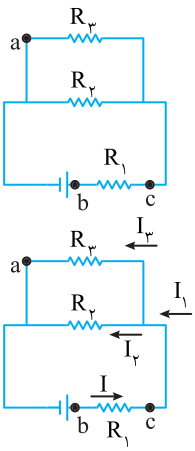
بازی با سؤال در شکل مقابل اگر بار شارش شده در بازه‌های زمانی یکسان از مقاطع a، b و c به ترتیب q_a، q_b و q_c باشد. کدام گزینه درست است؟ آزمون مدارس برتر

۱) $q_b=q_c>q_a$

۲) $q_a=q_b=q_c$

۳) $q_b=q_c<q_a$

۴) $q_b>q_a>q_c$

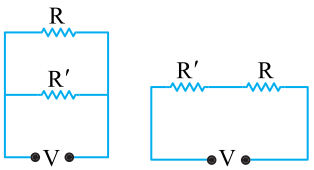


پاسخ با توجه به شکل جریان عبوری از نقطهٔ b و c برابر بوده از این‌رو بار گذرنده از نقطهٔ b و c یکسان است $(q=It)$ از نقطهٔ b و c یکسان است $(q_b=q_c)$ اما جریان مدار بین دو مقاومت $R_۲$ و $R_۳$ تقسیم می‌شود در واقع بار الکتریکی بین دو مقاومت $R_۲$ و $R_۳$ تقسیم می‌شود، بنابراین بار گذرنده از نقطهٔ a از بار گذرنده از نقطهٔ b و c کمتر است.

$$q_b=q_c>q_a$$

B ۱ ۱۷۲۵

بازی با سؤال در شکل زیر دو مقاومت را به دو صورت به اختلاف پتانسیل V وصل می‌کنیم. اگر جریان عبوری از مقاومت R' در شکل (۱)، ۱/۵ برابر جریان عبوری از مقاومت R' در شکل (۲) باشد، $\frac{R}{R'}$ کدام است؟



شکل (۱) شکل (۲)

مشابه سراسری ۸۸

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) ۲ ۳) $\frac{۱}{۳}$ ۴) ۳

پاسخ در شکل (۱) دو مقاومت موازی هستند و اختلاف پتانسیل دو سر هر یک از مقاومت‌ها برابر اختلاف پتانسیل کل مدار (V) و جریان مقاومت R' خواهد شد:

$$I=\frac{V}{R'}$$

در شکل (۲) دو مقاومت متوالی‌اند و مقاومت معادل آن‌ها برابر $R'_{eq}=R+R'$ است. جریان عبوری از دو مقاومت R و R' یکسان و برابر است با:

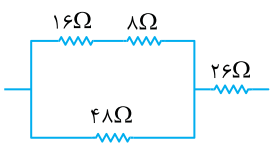
$$I'=\frac{V}{R+R'}$$

با توجه به فرض مسئله خواهیم داشت:

$$I=۱/۵I'\Rightarrow\frac{V}{R'}=۱/۵\frac{V}{R+R'}\Rightarrow ۱/۵R'=R+R'\Rightarrow ۰/۵R'=R\Rightarrow\frac{R}{R'}=\frac{۱}{۲}$$

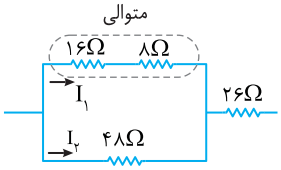
B ۱ ۱۷۲۷

بازی با سؤال در شکل زیر که بخشی از یک مدار را نشان می‌دهد، جریان عبوری از مقاومت ۸Ω چند برابر جریان عبوری از مقاومت ۴۸Ω است؟



۱) ۲ ۲) $\frac{۱}{۲}$ ۳) ۶ ۴) $\frac{۱}{۶}$

پاسخ مسئلهٔ ساده‌ای است، کافی است مقاومت شاخه بالایی که در آن دو مقاومت ۸Ω و ۱۶Ω وجود دارد را حساب کنیم.



$$R_{\text{بالایی}}=۱۶+۸=۲۴\,\Omega$$

دو مقاومت ۸Ω و ۱۶Ω با هم متوالی بوده و جریان آن‌ها یکسان و برابر $I_۱$ است. مقاومت ۲۴Ω با مقاومت ۴۸Ω موازی است و در مقاومت‌های موازی جریان‌ها با مقاومت نسبت وارون دارند، بنابراین:

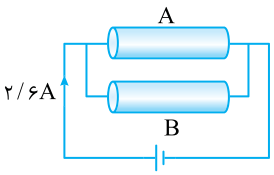
$$\frac{I_۱}{I_۲}=\frac{R_{\text{پایینی}}}{R_{\text{بالایی}}}=\frac{۴۸}{۲۴}=۲$$

B ۱ ۱۷۳۰

بازی با سؤال قطر مقطع دو سیم مسی A و B به ترتیب ۰/۲mm و ۰/۳mm و طول این دو سیم باهم برابر است. این دو سیم به‌طور موازی به اختلاف پتانسیل ثابتی بسته شده‌اند و از مجموعه جریان ۲/۶ آمپر می‌گذرد. جریان عبوری از سیم A چند آمپر است؟ خارج تجربی - ۸۸

۱) ۰/۸ ۲) ۱/۱۴ ۳) ۱/۵۶ ۴) ۱/۸

پاسخ



$$V_A=V_B\Rightarrow I_AR_A=I_BR_B$$

$$\Rightarrow\frac{I_B}{I_A}=\frac{R_A}{R_B}$$

$$R_A=\rho_A\frac{L_A}{A_A}, R_B=\rho_B\frac{L_B}{A_B}\xrightarrow[L_A=L_B]{\rho_A=\rho_B}\frac{R_A}{R_B}=\frac{A_B}{A_A}=\frac{\pi(\frac{D_B}{۲})^۲}{\pi(\frac{D_A}{۲})^۲}$$

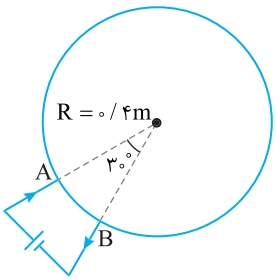
$$\Rightarrow\frac{R_A}{R_B}=\frac{D_B^۲}{D_A^۲}=\frac{(۳\times۱۰^{-۴})^۲}{(۲\times۱۰^{-۴})^۲}=\frac{۹}{۴}$$

$$\frac{I_B}{I_A}=\frac{R_A}{R_B}, \frac{R_A}{R_B}=\frac{۹}{۴}\Rightarrow\frac{I_B}{I_A}=\frac{۹}{۴}\Rightarrow I_B=\frac{۹}{۴}I_A$$

$$I_A+I_B=۲/۶A\Rightarrow I_A+\frac{۹}{۴}I_A=۲/۶\Rightarrow\frac{۱۳}{۴}I_A=\frac{۲۶}{۱۰}\Rightarrow I_A=۰/۸A$$

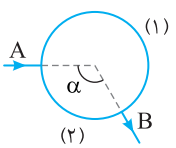
B ۱ ۱۷۳۲

بازی با سؤال مقاومت هر متر از طول یک سیم رسانا ۵۰Ω است. آن را مطابق شکل به‌صورت یک حلقه درمی‌آوریم و در مدار قرار می‌دهیم، مقاومت معادل مدار چند اهم می‌شود؟ $(\pi=۳)$



۱) $\frac{۵۵}{۶}$ ۲) $\frac{۳۵}{۶}$ ۳) $\frac{۲۵}{۶}$ ۴) $\frac{۱۵}{۶}$

پاسخ **خط فکری** اگر سیمی را به شکل دایره درآوریم مقاومت هر قسمت برابر می‌شود با:



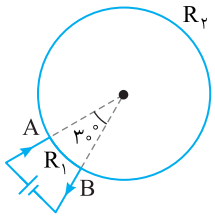
$$R_{AB,۱}=\frac{۳۶۰-\alpha}{۳۶۰}R_{\text{کل}}$$

$$R_{AB,۲}=\frac{\alpha}{۳۶۰}R_{\text{کل}}$$

ابتدا محیط دایره را به‌دست می‌آوریم:

$l=2\pi r \Rightarrow l=2\times 3\times 0/4=2/4m$

مقاومت هر متر سیم 50Ω است، بنابراین مقاومت کل این حلقه $2/4\times 50=120\Omega$ است. حلقه به‌گونه‌ای در مدار است که به دو مقاومت موازی R_1 و R_2 تبدیل شده است.



مقاومت R_1، $\frac{30}{360}=\frac{1}{12}$ مقاومت کل حلقه است بنابراین:

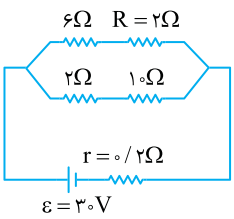
$$R_1=\frac{1}{12}\times 120 \Rightarrow R_1=10\Omega \quad , \quad R_2=\frac{11}{12}\times 120 \Rightarrow R_2=110\Omega$$

$$R_{eq}=\frac{10\times 110}{120}=\frac{55}{6}\Omega$$

B ۲ ۱۷۳۶

بازی با سؤال در مدار شکل روبه‌رو افت پتانسیل دو مقاومت R چند ولت است؟

۱) ۴/۸ ۲) ۷/۲ ۳) ۲/۴ ۴) ۳/۶



پاسخ مقاومت 2Ω و 6Ω در شاخهٔ بالایی متوالی بوده و مقاومت معادل آن خواهد شد:

$R_{\text{بالایی}}=6+2=8\Omega$

همچنین در شاخهٔ پایینی، مقاومت‌های 2Ω و 10Ω متوالی هستند، بنابراین:

$R_{\text{پایینی}}=2+10=12\Omega$

شاخهٔ بالایی و پایینی موازی هستند و مقاومت معادل مدار خواهد شد:

$$\frac{1}{R_{eq}}=\frac{1}{12}+\frac{1}{8}=\frac{2+3}{24} \Rightarrow R_{eq}=4/8\Omega$$

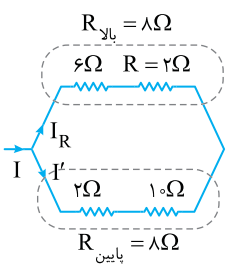
جریان مدار را حساب می‌کنیم:

$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}=\frac{30}{4/8+0/2}=6A$$

جریان کل مدار را در مقاومت کل مدار ضرب می‌کنیم تا ولتاژ دو سر مدار به‌دست آید: $V=IR'=6\times 4/8=28/8V$

با تقسیم ولتاژ به مقاومت شاخهٔ بالایی، جریان مقاومت $R=2\Omega$ به‌دست می‌آید.

$$I_R=\frac{V}{R_{\text{بالا}}}=\frac{28/8}{8}=3/6A$$



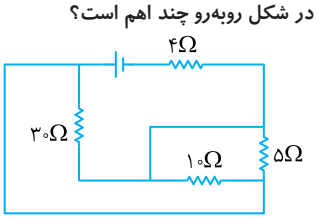
افت پتانسیل از رابطهٔ $V=RI$ به‌دست می‌آید.

$V_R=RI_R \Rightarrow V_R=3/6\times 2=7/2V$

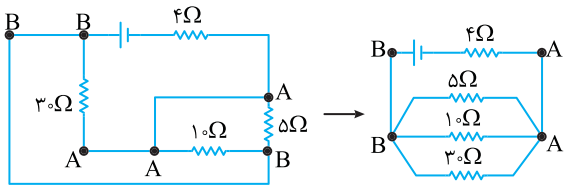
A ۳ ۱۷۵۱

بازی با سؤال مقاومت معادل در شکل روبه‌رو چند اهم است؟

۱) ۴
۲) صفر
۳) ۷
۴) ۱۲



پاسخ مدار را نام‌گذاری کرده و مجدداً آن را رسم می‌کنیم.



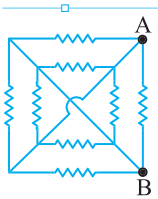
مشاهده می‌شود که هر سه مقاومت 5Ω، 10Ω و 30Ω بین دو نقطهٔ A و B بسته شده است و با هم موازی هستند:

$$\frac{1}{R_{AB}}=\frac{1}{10}+\frac{1}{5}+\frac{1}{30}=\frac{3+6+1}{30} \Rightarrow R_{AB}=3\Omega, R_{eq}=4+3=7\Omega$$

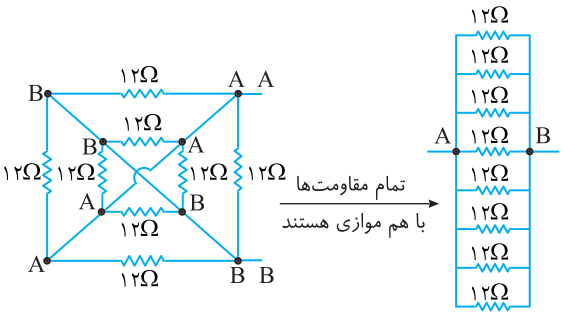
B ۲ ۱۷۵۳

بازی با سؤال در مدار روبه‌رو مقاومت معادل بین A و B چند اهم است؟

۱) ۲ ۲) ۱/۵
۳) ۶ ۴) ۴



پاسخ حال شکل دیگری از مقاومت را رسم می‌کنیم:



$$\Rightarrow R_{eq}=\frac{12}{8}=1/5\Omega$$

A ۱ ۱۷۶۸

مقاومت‌های R_1 و R_2 موازی‌اند و نسبت جریان این مقاومت‌ها عکس نسبت مقاومت‌های آنها است:

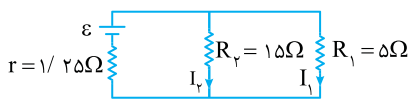
$$\frac{R_2}{R_1}=\frac{I_1}{I_2} \Rightarrow \frac{15}{5}=\frac{3}{I_2} \Rightarrow I_2=1A$$

$$I_{\text{کل}}=I_1+I_2=3+1=4A$$

مقاومت معادل مقاومت‌های معادل R_2 و R_1 برابر است با:

$$R_{eq}=\frac{R_1R_2}{R_1+R_2} \Rightarrow R_{eq}=\frac{5\times 15}{20}=\frac{15}{4}=3/75\Omega$$

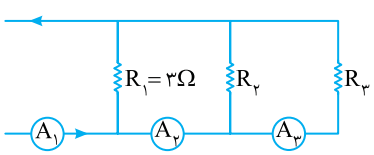
$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+1/25} \Rightarrow 4=\frac{\varepsilon}{3/75+1/25} \Rightarrow \varepsilon=20V$$



B ۲ ۱۷۷۵

بازی با سؤال شکل زیر قسمتی از یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد. آمپرسنج‌های ایده‌آل A_1، A_2 و A_3 به‌ترتیب ۵، ۳ و ۲/۵ آمپر را نشان می‌دهند. اگر $R_1=3\Omega$ باشد، مقاومت‌های R_2 و R_3 به‌ترتیب از راست به چپ چند اُهم هستند؟

۱) ۲ و ۶
۲) ۲ و ۳
۳) ۱۲ و ۲/۴
۴) ۶ و ۳



پاسخ **خط فکری** در مقاومت‌هـای موازی اختلاف پتانسـیل دو سـر مقاومت‌ها با هم برابر است، بنابراین می‌توان اختلاف پتانسیل دو سر R_1 را حساب کرد و به کمک آن مقاومت شاخه‌های موازی دیگر را به‌دست آورد.

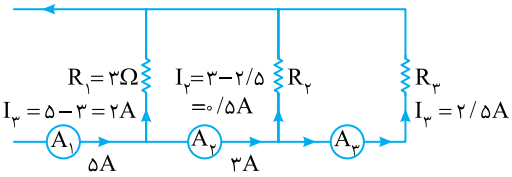
$V_1 = R_1 I_1 = ۳ \times ۲ = ۶V$

بنابراین ولتاژ دو سر مقاومت R_2 و R_3 هر کدام $6V$ می‌شود. از این‌رو:

$V_2 = I_2 R_2 \Rightarrow ۶ = ۰/۵ R_2 \Rightarrow R_2 = ۱۲\Omega$

$V_3 = I_3 R_3 \Rightarrow ۶ = ۲/۵ R_3 \Rightarrow R_3 = ۲/۴\Omega$

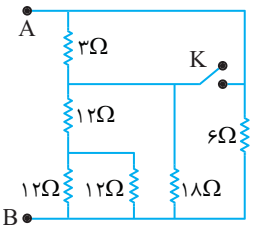
تقسـیم جریان‌ها را بررسـی می‌کنیم. آمپرسـنج A_1 جریان کل مدار یعنی $5A$، آمپرسـنج A_2 جریان $3A$ را نشـان می‌دهد بنابراین جریـان مقاومت R_1 برابر $5-3=2A$ می‌شـود. جریان $3A$ بین مقاومت‌های R_2 و R_3 تقسیم می‌شود، آمپرسـنج A_3، جریان عبوری از R_3 را نشان می‌دهد پس جریان مقاومت R_3، برابر $2/5A$ است و سهم R_2 از جریان $I_2 = ۳ - ۲/۵ = ۰/۵A$ است.



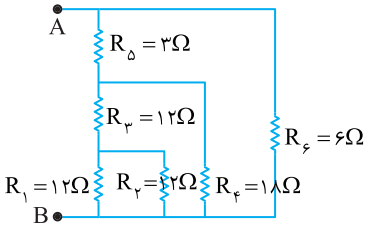
B ۱۷۹۴ **۱**

بازی با سؤال در مدار زیر ابتدا کلید باز اسـت. اگر کلید بسـته شود، مقاومت معادل بین A و B چند اهم تغییر می‌کند؟ خارج ریاضی - ۹۲

۱) ۰/۴
۲) ۲
۳) ۲/۶
۴) ۴



پاسخ وقتی کلید K باز است. مدار مطابق شکل زیر است:



مقاومت R_1 و R_2 موازی‌اند: $R_{12} = \frac{۱۲}{۲} = ۶\Omega$

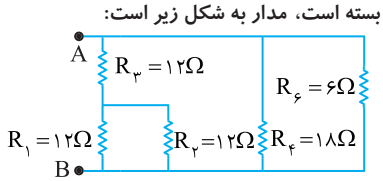
R_{12} با R_3 متوالی است: $R_{123} = ۱۲ + ۶ = ۱۸\Omega$

R_{123} با R_4 موازی است: $R_{1234} = \frac{۱۸}{۲} = ۹\Omega$

R_{1234} با R_5 متوالی است: $R_{12345} = ۳ + ۹ = ۱۲\Omega$

R_{12345} با R_6 موازی است: $R_{eq} = \frac{۱۲ \times ۶}{۱۲ + ۶} \Rightarrow R_{eq} = ۴\Omega$

وقتی کلید K بسته است، مدار به شکل زیر است:



$R_5 = ۳\Omega$ اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می‌شود. مقاومت معادل R_1، R_2 و R_3 مانند قبل بوده و برابر ۱۸Ω است و مقاومت‌های R_4 و R_6 و R_{123} با هم موازی‌اند:

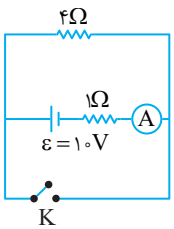
$\frac{۱}{R'_{eq}} = \frac{۱}{۱۸} + \frac{۱}{۱۸} + \frac{۱}{۶} \Rightarrow \frac{۱}{R'_{eq}} = \frac{۱+۱+۳}{۱۸} \Rightarrow R'_{eq} = ۳/۶\Omega$

تغییر مقاومت برابر خواهد شد با: $R_{eq} - R'_{eq} = ۴ - ۳/۶ = ۰/۴\Omega$

B ۱۷۹۶ **۳**

بازی با سؤال در مدار شکل روبه‌رو با بسته شـدن کلید جریان عبـوری از آمپرسـنج چند برابر می‌شود؟ (فرض این است که آمپرسنج آرمانی است و آسیب نمی‌بیند.)

۱) ۱۰
۲) ۲
۳) ۵
۴) ۵/۲



پاسخ وقتی کلید باز است جریان مدار برابر است با:

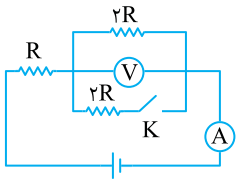
$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \Rightarrow I = \frac{۱۰}{۴ + ۱} = ۲A$

وقتی کلید بسـته می‌شـود، جریانی از مقاومت ۴Ω نمی‌گذرد و تمام جریان از سیم بدون مقاومت می‌گذرد و جریان مدار برابر است با: $I' = \frac{\varepsilon}{r} \Rightarrow I = \frac{۱۰}{۱} = ۱۰A$

بنابراین $\frac{I'}{I} = \frac{۱۰}{۲} = ۵$

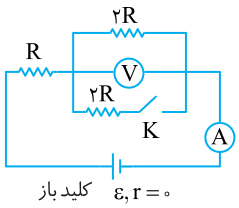
B ۱۸۰۵ **۴**

بازی با سؤال در مدار شـکل زیر در ابتدا کلید K باز اسـت. اگر کلید را ببندیم، اعدادی که ولت‌سـنج و آمپرسنج نشان می‌دهند به ترتیب از راست به چپ چند برابر می‌شوند؟ کنکور دهه‌های گذشته



۱) صفر، ۲
۲) $\frac{۴}{۳}$ ، $\frac{۳}{۲}$
۳) $\frac{۲}{۳}$ ، $\frac{۳}{۴}$
۴) $\frac{۳}{۴}$ ، $\frac{۳}{۲}$

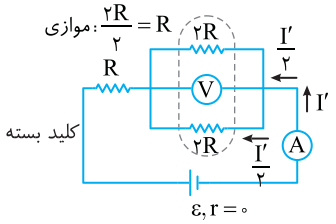
پاسخ حالت اول زمانی که کلید باز اسـت، مقاومت‌هـای متوالـی R و $2R$ در مدار قرار دارند و مقاومت معادل مدار برابر $R + ۲R = ۳R$ می‌شـود و جریـان مـدار (عدد آمپرسـنج) $I = \frac{\varepsilon}{۳R}$ است. ولت‌سنج



ولتاژ دو سر مقاومت $2R$ را نشان می‌دهد، پس ولت‌سنج عدد $V = I(۲R) = \frac{۲\varepsilon}{۳}$ را نمایش می‌دهد.

حالـت دوم زمانی کـه کلید بسته اسـت، مقاومت معادل مدار خواهد شد:

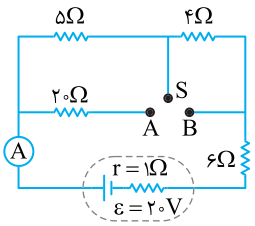
$R'_{eq} = R + R = ۲R$



و جریان مدار (عدد آمپرسنج) برابر با $I' = \frac{\varepsilon}{۲R}$ است و چون دو مقاومت موازی‌اند و با هم برابرند جریان هر یک نصف جریان کل مدار است. بنابراین ولت‌سنج عدد $V' = \frac{I'}{۲} \times ۲R = \frac{\varepsilon}{۲}$ را نشان می‌دهد، بنابراین $\frac{V'}{V} = \frac{۳}{۴}$ و $\frac{I'}{I} = \frac{۳}{۲}$ است.

C ۱۸۱۳ ۳

بازی با سؤال در شکل زیر ابتدا کلید S به نقطهٔ A وصل است. اگر کلید S به نقطهٔ B وصل شود، عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد چند آمپر تغییر می‌کند؟



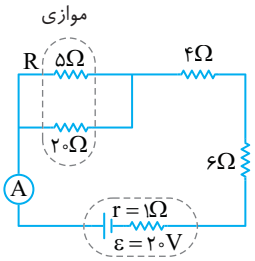
۱) $\frac{۱}{۲}$A، افزایش

۲) $\frac{۱}{۳}$A، کاهش

۳) $\frac{۱}{۳}$A، افزایش

۴) تغییر نمی‌کند

پاسخ وقتی کلید S به نقطهٔ A وصل است، مدار به صورت شکل روبه‌رو است. مقاومت معادل مدار را به‌دست می‌آوریم:



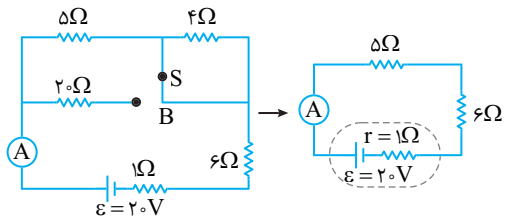
$$R=\frac{۵\times ۲۰}{۵+۲۰}=۴\Omega$$

$$R_{eq}=۴+۴+۶=۱۴\Omega$$

جریان مدار خواهد شد:

$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}=\frac{۲۰}{۱۴+۱}=\frac{۲۰}{۱۵}=\frac{۴}{۳}A$$

وقتی کلید S به نقطهٔ B وصل است، مطابق شکل مقاومت ۲۰Ω به مدار وصل نیست و مقاومت ۴Ω اتصال کوتاه می‌شود، بنابراین مدار به صورت شکل زیر است. در این صورت مقاومت‌های ۵Ω و ۶Ω در مدار با هم متوالی هستند.



$$\Rightarrow R_{eq}=۵+۶=۱۱\Omega$$

جریان مدار خواهد شد:

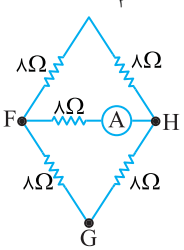
$$I'=\frac{۲۰}{۱۱+۱}=\frac{۵}{۳}A$$

بنابراین تغییر جریان مدار برابر است با:

$$\Delta I=I'-I=\frac{۵}{۳}-\frac{۴}{۳}=\frac{۱}{۳}A$$

C ۱۸۲۳ ۴

بازی با سؤال در شکل زیر هنگامی که نقاط H و F به یک باتری آرمانی وصل باشند، آمپرسنج عدد $A_۱$ را نشان می‌دهد و هنگامی که نقاط F و G را به همان باتری وصل کنیم، آمپرسنج عدد $A_۲$ را نشان می‌دهد، $\frac{A_۱}{A_۲}$ برابر کدام گزینه است؟



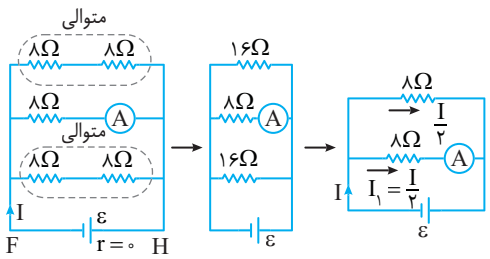
۱) ۱

۲) ۱/۵

۳) ۲

۴) ۲/۵

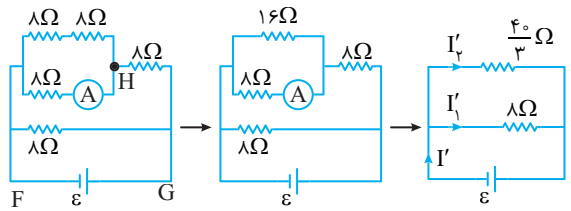
پاسخ هنگامی که مدار، در نقاط H و F به باتری آرمانی وصل شود، داریم:



اگر جریان مدار I باشد، این جریان با توجه به شکل به دو جریان یکسان $\frac{I}{۲}$ تقسیم می‌شود. اختلاف پتانسیل دو سر هر یک از مقاومت‌های ۸Ω که جریان $\frac{I}{۲}$ از آن می‌گذرد با نیروی محرکهٔ باتری آرمانی برابر است از این‌رو:

$$I_۱=\frac{I}{۲}=\frac{\varepsilon}{۸}$$

زمانی که مدار در نقاط F و G به پتانسیل وصل شود، شکل مدار به صورت زیر است:



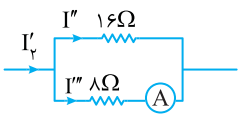
$$\frac{۱}{R_{eq}}=\frac{۳}{۴۰}+\frac{۱}{۸}=\frac{۸}{۴۰}=\frac{۱}{۵}\Rightarrow R_{eq}=۵\Omega\Rightarrow I'=\frac{\varepsilon}{۵}\quad (۱)$$

مقاومت‌های ۸Ω و $\frac{۴۰}{۳}\Omega$ با هم موازی‌اند و اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها برابر است از این‌رو:

$$V_۱=V_۲\Rightarrow ۸I'_۱=\frac{۴۰}{۳}I'_۲\Rightarrow I'_۱=\frac{۵}{۳}I'_۲$$

$$I'_۱+I'_۲=I'\Rightarrow\frac{۸}{۳}I'_۲=I'\Rightarrow I'_۲=\frac{۳}{۸}I'$$

حال مقاومت‌های ۱۶Ω و ۸Ω با هم موازی‌اند و جریان $I'_۲$ بین آن‌ها تقسیم می‌شود.



$$۸I'''=۱۶I''\Rightarrow I''=\frac{۱}{۲}I'''$$

جریان $I'_۲$ برابر مجموع جریان I'' و I''' است از این‌رو:

$$I''+I'''=I'_۲\Rightarrow\frac{۳}{۲}I'''=\frac{۳}{۸}I'\Rightarrow I'''=\frac{۱}{۴}I'\quad (۲)$$

آمپرسنج جریان I''' را نشان می‌دهد که با توجه به رابطه (۱) و (۲)، جریان I''' خواهد شد:

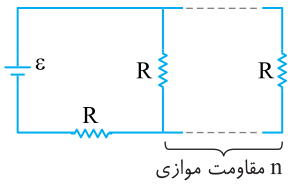
$$A_۲=I'''=\frac{\varepsilon}{۲۰}$$

در این صورت نسبت $\frac{A_۱}{A_۲}$ خواهد شد:

$$\frac{A_۱}{A_۲}=\frac{I_۱}{I'''}=\frac{\frac{\varepsilon}{۸}}{\frac{\varepsilon}{۲۰}}=\frac{۲۰}{۸}=\frac{۵}{۲}=۲/۵$$

C ۱۸۲۴ ۳

بازی با سؤال در شکل زیر، n مقاومت موازی و یک مقاومت متوالی به یک باتری آرمانی بسته شده است. اگر مقاومت R دیگری را به طور موازی به مدار اضافه کنیم، جریان خروجی از باتری به اندازهٔ ۱/۲۵ درصد تغییر می‌کند، n کدام است؟



۱) ۱

۲) ۳۲

۳) ۸

۴) ۴

پاسخ **نکته** در صورت سؤال تغییرات جریان داده شده اما افزایش یا کاهش آن بیان نشده که با توجه به اینکه یک مقاومت به صورت موازی به مدار اضافه شده، مقاومت معادل کاهش می‌یابد، در نتیجه I افزایش می‌یابد. با توجه به حل بالا با اضافه شدن یک مقاومت دیگر جریان مدار از $I_1=\frac{n}{n+1}\frac{\varepsilon}{R}$ به $I_2=\frac{n+1}{n+2}\frac{\varepsilon}{R}$ می‌رسد:

$$I_2=I_1+\frac{۱/۲۵}{۱۰۰}I_1\Rightarrow I_2=\frac{۱۰۱/۲۵}{۱۰۰}I_1$$

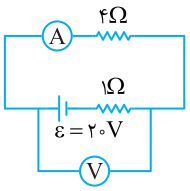
$$\Rightarrow\frac{n+1}{n+2}\frac{\varepsilon}{R}=\frac{۱۰۱/۲۵}{۱۰۰}\frac{n}{n+1}\frac{\varepsilon}{R}\Rightarrow\frac{n+1}{n+2}=\frac{۴/۰۵}{۴}\frac{n}{n+1}$$

$$۴n^2+8n+4=۴/۰۵n^2+۸/۱n\Rightarrow ۰/۰۵n^2+۰/۱n-۴=۰$$

$$\xrightarrow{\times ۲۰} n^2+2n-۸۰=۰\Rightarrow(n+۱۰)(n-۸)=۰\Rightarrow n=۸$$

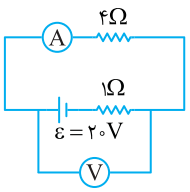
B ۱۸۳۲ **۳**

بازی با سؤال در مدار شکل زیر با جابه‌جا کردن جای آمپرسنج و ولت‌سنج آرمانی، به ترتیب از راست به چپ اعدادی که نشان می‌دهند چقدر تغییر می‌کند؟ (با فرض آسیب نرسیدن به آمپرسنج)



۱) ۴ و ۱۶
۲) ۱۶ و ۴
۳) ۱۶ و ۱۶
۴) ۴ و ۴

پاسخ در حالت اول آمپرسنج جریان مدار را نشان می‌دهد:

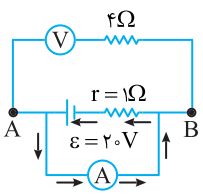


$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}=\frac{۲۰}{۴+۱}=\frac{۲۰}{۵}=۴A$$

و ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو سر باتری را:

$$V=\varepsilon-Ir=۲۰-۴=۱۶V$$

در حالت دوم چون مقاومت ولت‌سنج بسیار بالا است، جریانی از مقاومت ۴Ω عبور نمی‌کند و تمام جریان در مسیر نشان داده شده شارش می‌کند



$$I'=\frac{\varepsilon}{r}\Rightarrow I'=\frac{۲۰}{۱}=۲۰A$$

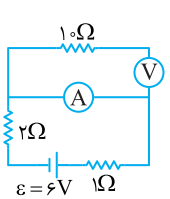
ولت‌سنج اختلاف پتانسیل بین A و B که همان اختلاف پتانسیل دو سر باتری است را نشان می‌دهد که برابر است با:

$$V'=\varepsilon-Ir=۲۰-۲۰=۰$$

بنابراین عدد آمپرسنج از ۴ به ۲۰ رسیده و ۱۶ واحد تغییر کرده و هم‌چنین عدد ولت‌سنج از ۱۶ به صفر می‌رسد پس ۱۶ واحد تغییر کرده است.

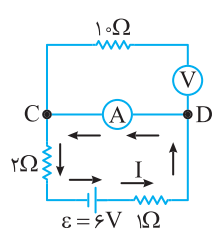
B ۱۸۳۵ **۱**

بازی با سؤال در مدار روبه‌رو اگر آمپرسنج و ولت‌سنج آرمانی باشند، به ترتیب از راست به چپ چه عددی را نشان می‌دهند؟ آزمون مدارس برتر



۱) ۲، صفر
۲) ۲، ۴
۳) صفر، صفر
۴) صفر، ۴

پاسخ ولت‌سنج با مقاومت ۱۰Ω متوالی بسته شده است، بنابراین از شاخهٔ بالایی جریانی نمی‌گذرد. جریان گذرنده از آمپرسنج همان جریان باتری است از این‌رو:

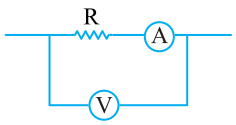


$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\Rightarrow I=\frac{۶}{۲+۱}=۲A$$

آمپرسنج ۲A را نشان می‌دهد. اما ولت‌سنج اختلاف پتانسیل بین C و D را نشان می‌دهد که برابر صفر است.

A ۱۸۴۱ **۴**

بازی با سؤال در مدار شکل زیر ولت‌سنج آرمانی ۲۰V و آمپرسنج ۲A را نشان می‌دهند. اگر مقاومت آمپرسنج ۱Ω باشد، مقاومت R چند اهم است؟



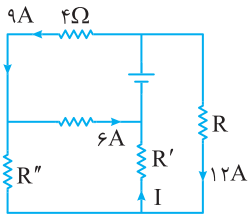
۱) ۴
۲) ۴/۵
۳) ۸
۴) ۹

پاسخ ولت‌سنج آرمانی بوده و مجموع اختلاف پتانسیل مقاومت و آمپرسنج را نشان می‌دهد؟

$$V=V_R+V_A\xrightarrow[V_A=R_AI]{V_R=RI}۲۰=۲R+۲\Rightarrow ۲R=۱۸\Rightarrow R=۹\Omega$$

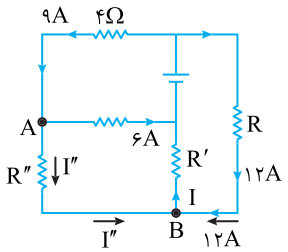
B ۱۸۴۹ **۱**

بازی با سؤال در مدار شکل زیر جریان I چند آمپر است؟ ریاضی - ۹۷



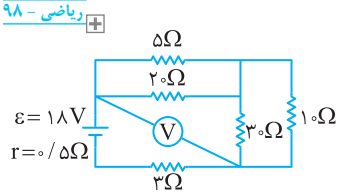
۱) ۱۵
۲) ۹
۳) ۱۸
۴) ۱۴

پاسخ به نقطهٔ A دقت کنید. جریان ۹A وارد نقطهٔ A شده و جریان ۶A به سمت راست رفته بنابراین جریان مقاومت R″ $I''=۳A\Rightarrow I''=۶+۹=۳A$ خواهد شد. اکنون به نقطهٔ B بنگرید، از سمت راست جریان ۱۲A و از سمت چپ جریان I″=۳A به سوی B می‌روند و جریان I از آن خارج می‌شود از این‌رو: I=۳+۱۲=۱۵A



B ۱۸۵۴ **۴**

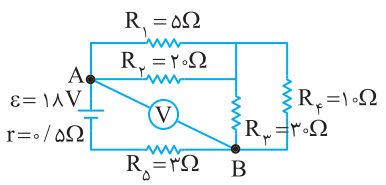
بازی با سؤال در شکل زیر ولت‌سنج آرمانی چند ولت را نشان می‌دهد؟ ریاضی - ۹۸



۱) ۱۵
۲) ۱/۲
۳) ۱۲/۴
۴) ۱۳/۸

پاسخ ابتدا مقاومت معادل مدار را به‌دست می‌آوریم. مقاومت‌های R_1 و R_2 موازی هستند.

$$R_{12}=\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}=\frac{۵\times۲۰}{۵+۲۰}\Rightarrow R_{12}=۴\Omega$$



مقاومت‌های R_3 و R_4 موازی هستند.

$$R_{34}=\frac{R_3R_4}{R_3+R_4}=\frac{۳۰\times۱۰}{۳۰+۱۰}=۷/۵\Omega$$

مقاومت معادل مدار خواهد شد:

$$R_{eq}=R_{۱۲}+R_{۳۴}+R_{۵}=۴+۷/۵+۳=۱۴/۵\Omega$$

جریان مدار را به‌دست می‌آوریم. $I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\Rightarrow I=\frac{۱۸}{۱۴/۵+۰/۵}\Rightarrow I=\frac{۶}{۵}A$

ولت‌سنج اختلاف پتانسیل بین دو نقطهٔ A و B را نشان می‌دهد که برای به‌دست آوردن عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد، باید جریان مدار را در مقاومت بین دو نقطهٔ A و B ضرب کرد.

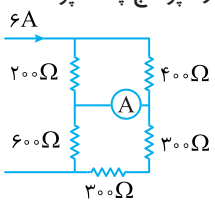
$$V_{AB}=IR_{AB}\Rightarrow V_{AB}=\frac{۶}{۵}\times(۴+۷/۵)=\frac{۶}{۵}\times۱۱/۵=\frac{۶}{۵}\times\frac{۲۳}{۲}$$

$$\Rightarrow V_{AB}=\frac{۱۳۸}{۱۰}=۱۳/۸V$$

B ۱۸۶۲ ۲

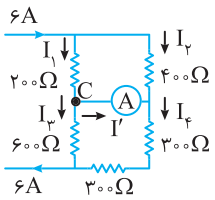
بازی با سؤال در مدار زیر، جریان عبوری از آمپرسنج چند آمپر است؟

مشابه ریاضی - ۹۰



۱) صفر
۲) ۱
۳) ۳
۴) ۴

پاسخ این مسئله ساده‌تر است، شما تنها کاری که باید بکنید تقسیم جریان ۶A بین شاخه‌های موازی است.



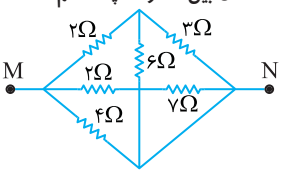
جریان ۶A بین مقاومت‌های ۲۰۰Ω و ۴۰۰Ω به نسبت ۲ به ۱ تقسیم می‌شود، یعنی از مقاومت ۲۰۰Ω جریان $I_۱=۴A$ و از مقاومت ۴۰۰Ω، جریان $I_۲=۲A$ می‌گذرد. مقاومت ۶۰۰Ω با مقاومت ۶۰۰=۳۰۰+۳۰۰Ω (دو مقاومت متوالی ۳۰۰Ω) موازی است و جریان ۶A به دو قسمت مساوی تقسیم شده است: $I_۳=I_۴=\frac{۶}{۲}=۳A$

اکنون به نقطهٔ C دقت کنید و برای آن رابطهٔ جریان را بنویسید.

$$I_۱=I'+I_۳\Rightarrow ۴=I'+۳\Rightarrow I'=۱A$$

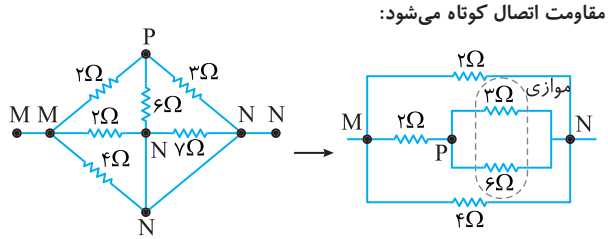
B ۱۸۶۶ ۱

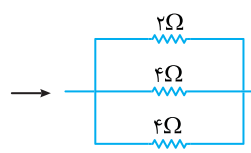
بازی با سؤال در شکل زیر مقاومت معادل بین M و N چند اهم است؟



۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

پاسخ با توجه به نام‌گذاری دو سر مقاومت ۷Ω همنام شده و این مقاومت اتصال کوتاه می‌شود:



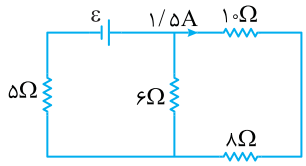


$$\frac{۱}{R_{eq}}=\frac{۱}{۲}+\frac{۱}{۴}+\frac{۱}{۴}\Rightarrow R_{eq}=۱\Omega$$

B ۱۸۹۳ ۴

بازی با سؤال در مدار شکل زیر، توان مصرفی مقاومت ۵ اهمی چند وات است؟

خارج تجربی - ۸۶



۱) ۲۰
۲) ۶۰
۳) ۱۲۰
۴) ۱۸۰

پاسخ ۱ مقاومت‌های $R_۱=۱۰\Omega$ و $R_۲=۸\Omega$ متوالی بوده و مقاومت معادل آن‌ها ۱۸Ω است، مقاومت $R_۳=۶\Omega$ با مقاومت ۱۸Ω موازی است و مقدار آن $\frac{۱}{۳}$ مقاومت $R_{۱۲}$ بوده، پس جریان آن ۳ برابر جریان مقاومت $R_{۱۲}$ یعنی $I_۲=۳\times۱/۵=۴/۵A$ است.

۲ جریان مدار برابر مجموع جریان $I_۱$ و $I_۲$ است، بنابراین:

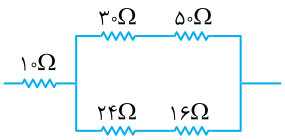
$$I=I_۱+I_۲\Rightarrow I=۱/۵+۴/۵\Rightarrow I=۶A$$

۳ توان مصرفی در مقاومت $R_۴=۵\Omega$ برابر است با:

$$P=I^۲R_۴\Rightarrow P=۳۶\times۵\Rightarrow P=۱۸۰W$$

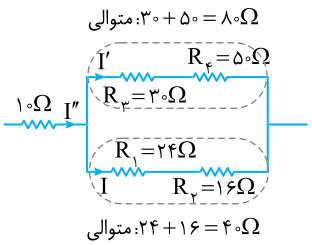
B ۱۸۹۷ ۳

بازی با سؤال در شکل مقابل توان مصرفی در مقاومت ۱۶ اهمی چند برابر توان مصرفی در مقاومت ۱۰ اهمی است؟

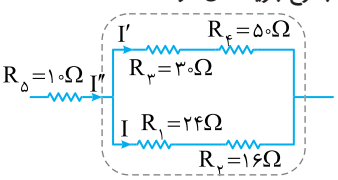


۱) $\frac{۱۶}{۹}$
۲) $\frac{۹}{۱۶}$
۳) $\frac{۳۲}{۴۵}$
۴) $\frac{۴۵}{۳۲}$

پاسخ جریان عبوری از مقاومت ۱۶Ω را I در نظر می‌گیریم. مقاومت‌های ۲۴Ω و ۱۶Ω با هم متوالی و جریان عبوری از آن‌ها با هم یکسان و برابر I است. مقاومت‌های ۳۰Ω و ۵۰Ω با مقاومت‌های ۱۶Ω و ۲۴Ω موازی‌اند. پس اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها با هم برابر است. مقاومت معادل شاخهٔ بالایی دو برابر مقاومت معادل شاخهٔ پایینی است. از این رو جریان شاخهٔ بالایی نصف جریان شاخهٔ پایینی است. $(I'=\frac{I}{۲})$



مقاومت ۱۰Ω با مقاومت معادل مقاومت‌های $R_{۱۲}$ و $R_{۳۴}$ متوالی است و جریان I'' برابر مجموع جریان‌های I و I' است.

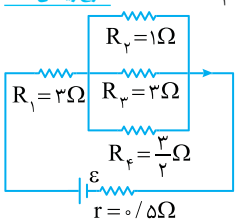


$$I''=I+I'=I+\frac{I}{۲}=\frac{۳I}{۲}$$

$$\begin{cases}P_۲=R_۲I^۲\\P_۵=R_۵I''^۲\end{cases}\Rightarrow\frac{P_۲}{P_۵}=\frac{R_۲I^۲}{R_۵I''^۲}=\frac{۱۶\times I^۲}{۱۰\times\frac{۹I^۲}{۴}}=\frac{۱۶}{۱۰}\times\frac{۴}{۹}=\frac{۳۲}{۴۵}$$

A ۱۸۹۹ ۴

بازی با سوال در شکل زیر که قسمتی از یک مدار الکتریکی است، توان مصرفی مقاومت R_1 چند برابر توان مصرفی مقاومت R_3 است؟ خارج ریاضی - ۹۷

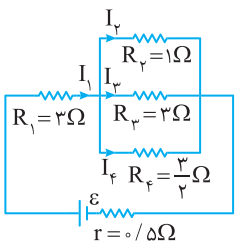


۱) ۱
۲) ۶
۳) ۹
۴) ۳۶

پاسخ **خط فکری** از شما خواسته شده که نسبت توان مصرفی در مقاومت R_1 به توان مصرفی در مقاومت R_3 را به‌دست بیاورید، برای این کار، شما باید نسبت جریان‌های مقاومت‌های R_1 و R_3 را حساب کنید. البته یادتان هست که در مقاومت‌های موازی جریان به نسبت وارون مقاومت‌ها تقسیم می‌شود.

۱ سه مقاومت R_2 و R_3 و R_4 با هم موازی‌اند. اگر جریان مقاومت $R_3=3\Omega$ را با $I_3=x$ نشان دهیم، جریان مقاومت $R_2=1\Omega$ که مقدار مقاومت آن $\frac{1}{3}$ مقدار مقاومت R_3 است، برابر $I_2=3x$ می‌شود. مقاومت $R_4=\frac{3}{2}\Omega$ نصف مقاومت $R_3=3\Omega$ است و جریان آن دو برابر جریان مقاومت R_3 یعنی $I_4=2x$ است.

۲ جریان I_1 برابر مجموع جریان I_2، I_3 و I_4 است، از این رو:



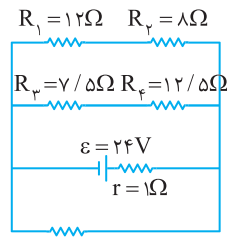
$$I_1=I_2+I_3+I_4\Rightarrow I_1=3x+x+2x$$
$$\Rightarrow I_1=6x$$

۳ اکنون می‌توان نسبت توان‌ها را از رابطهٔ $P=RI^2$ به دست آورد:

$$\frac{P_1}{P_3}=\frac{R_1I_1^2}{R_3I_3^2}\Rightarrow\frac{P_1}{P_3}=\frac{3\times(6x)^2}{3\times(x^2)}\Rightarrow\frac{P_1}{P_3}=36$$

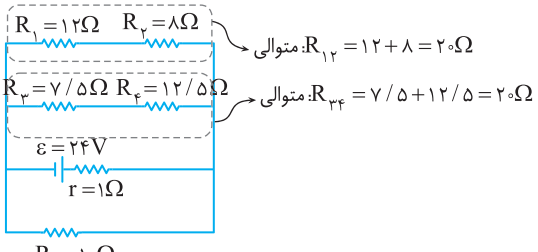
B ۱۹۰۰ ۱

بازی با سوال در مدار زیر توان مصرفی مقاومت R_1 چند وات است؟



۱) ۱۲
۲) ۶
۳) ۱۸
۴) ۲۴

پاسخ ابتدا مقاومت معادل مدار را به دست می‌آوریم:



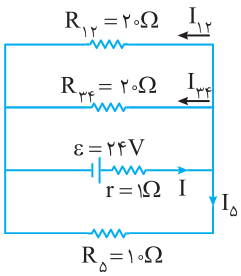
مدار دارای سه شاخه موازی با مقاومت‌های $R_{12}=20\Omega$، $R_{34}=20\Omega$ و $R_5=10\Omega$ است و مقاومت معادل آن خواهد شد:

$$\frac{1}{R_{eq}}=\frac{1}{20}+\frac{1}{20}+\frac{1}{10}\Rightarrow R_{eq}=5\Omega$$

جریان مدار را به دست می‌آوریم:

$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\Rightarrow I=\frac{24}{5+1}=4A$$

جریان ۴A بین سه شاخهٔ موازی تقسیم می‌شود. اگر جریان شاخه‌های ۲۰ اهمی را x فرض کنیم، جریان شاخهٔ $R_5=10\Omega$ که مقاومتش نصف آن‌هاست، $2x$ می‌شود، بنابراین خواهیم داشت:



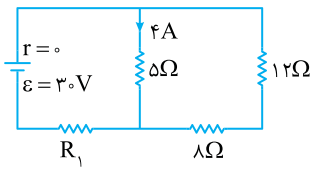
$$I_{کل}=x+x+2x\Rightarrow 4=4x$$
$$\Rightarrow x=1A\Rightarrow I_{12}=1A$$

از مقاومت $R_1=12\Omega$ جریان ۱A می‌گذرد و توان مصرفی آن خواهد شد.

$$P=R_1I_1^2\Rightarrow P=12\times1=12W$$

B ۱۹۱۳ ۳

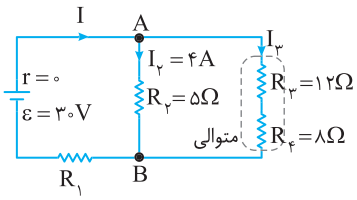
بازی با سوال در مدار شکل زیر، توان مصرفی مقاومت R_1 چند وات است؟ خارج تجربی - ۸۷



۱) ۲۵
۲) ۴۰
۳) ۵۰
۴) ۶۰

پاسخ ۱ جریان مقاومت ۵Ω برابر ۴A است، بنابراین اختلاف پتانسیل دو سر آن را می‌توان به دست آورد.

$$V_{AB}=V_{R_2}=I_2R_2\Rightarrow V_{AB}=4\times5=20V$$



۲ مقاومت‌های R_3 و R_4 متوالی هستند و مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:

$$R_{34}=R_3+R_4=12+8=20\Omega$$

اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت $R_{34}=20\Omega$ با اختلاف پتانسیل V_{AB} برابر است، زیرا R_{34} و R_2 موازی هستند.

$$V_3=I_3R_{34}\Rightarrow 20=I_3\times20\Rightarrow I_3=1A$$

۳ مجموع جریان‌های I_2 و I_3 برابر جریان مقاومت R_1 است.

$$I=I_1+I_2\Rightarrow I=4+1=5A$$

۴ نکتهٔ مهم در حل این مسئله این است که بدانیم اختلاف پتانسیل دو سر منبع نیروی محرکه برابر جمع اختلاف پتانسیل مدار خارجی است:

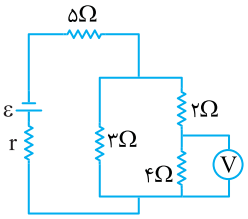
$$V_{R_1}+V_{AB}=\varepsilon\Rightarrow V_{R_1}+20=30\Rightarrow V_{R_1}=10V$$

۵ توان مقاومت R_1 را به کمک رابطهٔ $P=VI$ حساب می‌کنیم.

$$P=10\times5\Rightarrow P=50W$$

B ۱۹۲۹ ۴

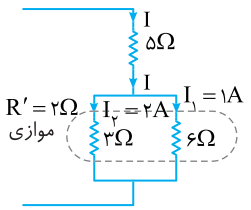
بازی با سوال در مدار شکل زیر، ولت‌سنج آرمانی ۴V را نشان می‌دهد. توان خروجی باتری چند وات است؟ قلم چی



۱) ۱۴
۲) ۲۸
۳) ۲۱
۴) ۶۳

پاسخ ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۴Ω را نشان می‌دهد، جریان این مقاومت را به دست می‌آوریم:

$$V=RI\Rightarrow ۴=۴I\Rightarrow I=۱A$$



جریان شاخهٔ سمت راست که دو مقاومت متوالی ۲Ω و ۴Ω روی آن بسته شده برابر $۱A$ است، مقاومت شاخهٔ سمت چپ نصف ۶Ω است، پس جریان این شاخه دو برابر جریان $I_۱$ یعنی $۲A$ است:

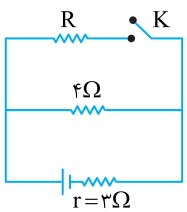
$$I=I_۱+I_۲=۳A$$

توان خروجی از باتری برابر توان مصرفی در مقاومت‌های خارجی مدار است:

$$R_{eq}=۵+\frac{۶\times ۳}{۶+۳}=۷\Omega\ ,\ P=R_{eq}I^۲\Rightarrow P=۷\times(۳)^۲=۶۳\Omega$$

B ۱۹۳۸ ۲

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو با بسته شدن کلید K توان خروجی باتری تغییر نمی‌کند، R چند اهم است؟



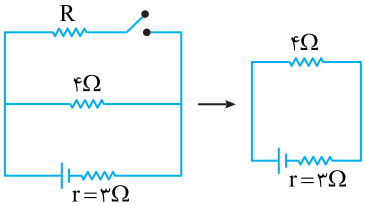
۱) ۱۲

۲) $\frac{۳۶}{۷}$

۳) ۶

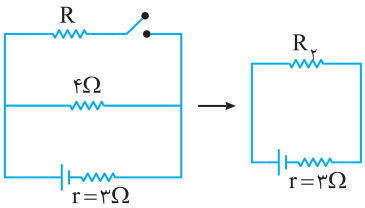
۴) $\frac{۲۵}{۳}$

پاسخ حالت اول کلید باز: مقاومت خارجی مدار تنها مقاومت ۴Ω است و مقاومت R در مدار حضور ندارد. $R_۱=۴\Omega$



حالت دوم کلید بسته: مقاومت خارجی مدار، مقاومت معادل دو مقاومت موازی ۴Ω و R است.

$$R_۲=\frac{۴\times R}{۴+R}$$



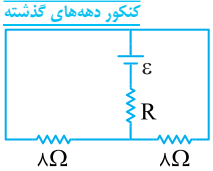
با توجه به رابطهٔ $r=\sqrt{R_۱R_۲}$ خواهیم داشت:

$$۳=\sqrt{۴\times\frac{۴R}{۴+R}}\Rightarrow ۹=\frac{۱۶R}{۴+R}\Rightarrow ۳۶+۹R=۱۶R\Rightarrow ۳۶=۷R\Rightarrow R=\frac{۳۶}{۷}\Omega$$

B ۱۹۵۴ ۲

بازی با سؤال اگر در مدار زیر توان هر سه مقاومت با هم برابر باشند، R چند اهم است؟

کنکور دهه‌های گذشته



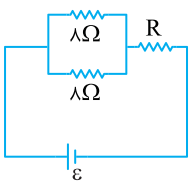
۱) ۱

۲) ۲

۳) ۴

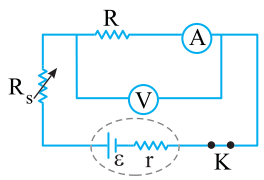
۴) ۱۶

پاسخ اگر با نام‌گذاری مدار را مجدداً رسم کنید خواهید دید که مدار دقیقاً شبیه مدار مسئلهٔ اصلی است و حل آن نیز مشابه آن است و گزینهٔ (۲) درست است.



B ۱۹۵۹ ۱

بازی با سؤال در شکل زیر، ولت‌سنج ایده‌آل عدد $۲۴V$ و آمپرسنج $۰/۲A$ را نشان می‌دهند. اگر مقاومت آمپرسنج $R_A=۱\Omega$ باشد، توان مصرفی مقاومت R چند برابر توان مصرفی آمپرسنج خواهد بود؟



۱) ۱۱۹ ۲) ۱۲۰ ۳) ۲۴ ۴) ۴۶

پاسخ اختلاف پتانسیل دو سر آمپرسنج که از آن جریان $۰/۲A$ می‌گذرد برابر است با:

$$V_A=IR_A\Rightarrow V_A=۰/۲\times ۱\Rightarrow V_A=۰/۲V$$

ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو سر مجموعهٔ مقاومت R و آمپرسنج را $۲۴V$ نشان می‌دهد بنابراین اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R خواهد شد:

$$V_V=V_A+V_R\Rightarrow ۲۴=۰/۲+V_R\Rightarrow V_R=۲۳/۸V$$

اکنون نسبت توان مصرفی در مقاومت R به توان مصرفی در آمپرسنج را به‌دست می‌آوریم. برای این کار از رابطهٔ $P=VI$ استفاده می‌کنیم زیرا جریان مقاومت و آمپرسنج برابر است، بنابراین:

$$\frac{P_R}{P_A}=\frac{V_RI}{V_AI}=\frac{۲۳/۸}{۰/۲}\Rightarrow\frac{P_R}{P_A}=۱۱۹$$

B ۱۹۶۹ ۲

بازی با سؤال لامپ‌های (۱) و (۲) را به‌طور موازی به یکدیگر وصل می‌کنیم و مجموعه را به اختلاف پتانسیل V وصل می‌کنیم، در این حالت لامپ (۱) پرنورتر است. اگر دو لامپ را به‌طور متوالی به هم وصل کنیم و به همان اختلاف پتانسیل متصل کنیم، کدام گزینه در این حالت درست است؟

۱) لامپ (۱) پرنورتر است. ۲) لامپ (۲) پرنورتر است.

۳) روشنایی لامپ‌ها یکسان است. ۴) اظهار نظر قطعی نمی‌توان کرد.

پاسخ در مقاومت‌های (لامپ‌های) موازی اختلاف پتانسیل‌ها با هم برابر است از این‌رو می‌توان نوشت:

$$\text{موازی:}\ \frac{P_۲}{P_۱}=\frac{\frac{V^۲}{R_۲}}{\frac{V^۲}{R_۱}}\Rightarrow\frac{P_۲}{P_۱}=\frac{R_۱}{R_۲}$$

بنابراین چون لامپ (۱) پرنورتر است یعنی توان مصرفی‌اش بزرگ‌تر است و مقاومت آن کمتر است.

$$P_۱>P_۲\Rightarrow R_۱<R_۲$$

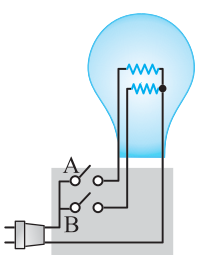
در حالت دوم: دو مقاومت (دو لامپ) به‌طور متوالی به مدار بسته شده و در مقاومت‌های (لامپ‌های) متوالی جریان‌ها یکسان است و بنا به رابطهٔ $P=RI^۲$، لامپی که مقاومتش بزرگ‌تر است توان مصرفی‌اش بیشتر و پرنورتر است.

$$\text{متوالی:}\ \frac{P_۲}{P_۱}=\frac{R_۲I^۲}{R_۱I^۲}\Rightarrow\frac{P_۲}{P_۱}=\frac{R_۲}{R_۱}$$

بنابراین در این حالت لامپ (۲) که مقاومتش بزرگ‌تر است، توان مصرفی‌اش بیشتر و نوردهی بیشتری دارد.

B ۱۹۷۲ ۲

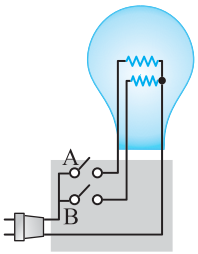
بازی با سؤال یک لامپ سه راهه $۲۰۰V$ در اختیار داریم. اگر مقاومت کوچک‌تر رشته‌های لامپ، ۱۲Ω باشد و نسبت کمترین و بیشترین توان این لامپ در حالتی که آن را به ولتاژ $۲۰۰V$ وصل می‌کنیم $\frac{۱}{۳}$ باشد، مقاومت رشتهٔ دیگر لامپ چند اهم است؟



۱) ۱۲ ۲) ۲۴

۳) ۱۴ ۴) ۱۸

پاسخ با ثابت بودن ولتاژ با توجه به رابطهٔ توان $(P=\frac{V^2}{R})$ کمترین مقدار توان وقتی است که مقاومت بیشینه و بیشینهٔ مقدار توان وقتی است که مقاومت کمترین مقدار باشد:



$$P=\frac{V^2}{R}\Rightarrow P_{min}=\frac{V^2}{R_{max}}\ ,\ P_{max}=\frac{V^2}{R_{min}}$$

کمینهٔ مقدار مقاومت (R_{min}) مربوط به حالتی است که دو مقاومت با هم موازی باشند (یعنی هر دو کلید وصل باشد) بنابراین R_{max} و $\frac{1}{R_{eq}}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}$ مربوط به حالتی است که تنها کلید مقاومتی که بیشترین مقدار را دارد وصل باشد.

$$\begin{cases}P_{min}=\frac{V^2}{R_{max}}\\ P_{max}=\frac{V^2}{R_{eq}}\end{cases}\Rightarrow\frac{P_{min}}{P_{max}}=\frac{R_{eq}}{R_{max}}=\frac{1}{3}\Rightarrow R_{eq}=\frac{1}{3}R_{max}$$

$$\frac{1}{R_{eq}}=\frac{1}{R_{max}}+\frac{1}{12}\Rightarrow\frac{3}{R_{max}}=\frac{1}{R_{max}}+\frac{1}{12}\Rightarrow\frac{2}{R_{max}}=\frac{1}{12}\Rightarrow R_{max}=24\Omega$$

۳ | ۱۹۷۵ | B

بازی با سوال اختلاف پتانسیل دو سر مداری ۲۲۰V است. اگر در این مدار یک فیوز ۱/۰A قرار داده باشیم، حداکثر چند وسیلهٔ برقی یکسان با مشخصات (۲۲۰V,۱۱۰W) را می‌توان به‌صورت متوالی در مدار قرار داد تا فیوز نپرد؟

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۵ ۴) ۷

پاسخ با توجه به مشخصات داده شده وسیله‌های برقی (۲۲۰V,۱۱۰W) مقاومت آن‌ها را به‌دست می‌آوریم: $P=\frac{V^2}{R}\Rightarrow\frac{220\times220}{110}=R\Rightarrow R=440\Omega$

جریان عبوری از مدار می‌تواند تا ۰/۱ آمپر باشد. پس:

$$I=\frac{V}{R_{eq}}\Rightarrow0/1=\frac{220}{n\times440}\Rightarrow n=5$$

۱ | ۱۹۷۶ | A

بازی با سوال در سیم‌کشی منازل، همهٔ مصرف‌کننده‌ها به طور موازی متصل می‌شوند. اگر در یک خانه یک اتوی ۱۲۰۰W، یک نان برشته‌کن (توستر) ۱۸۰۰W و شش لامپ رشته‌ای ۱۰۰W به پریزهای ۲۲۰ ولت وصل شوند، حداقل فیوز چند آمپر را باید در مدار ورودی این خانه قرار داد که با کار کردن همهٔ وسیله‌ها فیوز نپرد؟

۱) ۱۶/۳۶ ۲) ۳/۳ ۳) ۵/۲۱ ۴) ۵/۵۲

پاسخ **خط فکری** باید جریان تک‌تک وسیله‌های برقی را به‌دست بیاورید و جریان‌ها را با هم جمع کنید تا مشخص شود فیوز چند آمپر به بالا لازم است.

جریان هر یک از وسیله‌ها را به کمک رابطهٔ $P=VI$ به‌دست می‌آوریم.

اتو: $1200=220I_{اتو}\Rightarrow I_{اتو}=\frac{1200}{220}A$

توستر: $1800=220I_{توستر}\Rightarrow I_{توستر}=\frac{1800}{220}A$

۶ لامپ رشته‌ای ۱۰۰W: $600=220I_{لامپ‌ها}\Rightarrow I_{لامپ‌ها}=\frac{600}{220}A$

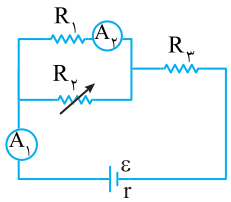
جریان کل مدار خواهد شد:

$$I_{کل}=\frac{1200}{220}+\frac{1800}{220}+\frac{600}{220}\Rightarrow I_{کل}=\frac{3600}{220}\Rightarrow I_{کل}=16/36A$$

البته می‌توانستید از ابتدا تمام توان‌ها را با هم جمع کنید، سپس جریان کل را از رابطهٔ $P_t=VI_t$ به‌دست بیاورید.

۲ | ۱۹۹۴ | B

بازی با سوال در شکل روبه‌رو با کاهش مقاومت R_2 عددی که آمپرسنج‌های A_1 و A_2 نمایش می‌دهند به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟



۱) کاهش - کاهش ۲) افزایش - کاهش

۳) کاهش - افزایش ۴) افزایش - افزایش

پاسخ ۱ با کاهش مقاومت R_2، مقاومت کل مدار کاهش می‌یابد.

۲ جریان کل مدار افزایش می‌یابد $(\uparrow I=\frac{\varepsilon}{\downarrow R_{eq}+r})$ و آمپرسنج A_1 عدد بیشتری را نشان می‌دهد.

۳ با افزایش جریان مدار ولتاژ دو سر باتری کاهش می‌یابد. $(\downarrow V=\varepsilon-\uparrow Ir)$

۴ ولتاژ دو سر مقاومت R_3 افزایش می‌یابد. $(\uparrow V_3=\uparrow IR_3)$

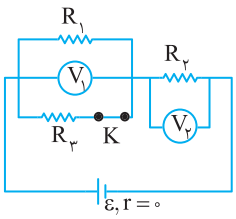
۵ ولتاژ دو سر مقاومت‌های R_1 و R_2 کاهش می‌یابد.

$(\downarrow V_{12}=V_{باتری}-V_3\uparrow)$

۶ جریان مقاومت R_1 کاهش می‌یابد $(\downarrow I_1=\frac{\downarrow V_1}{R_{1ثابت}})$ و آمپرسنج A_2 عدد کمتری نشان می‌دهد.

۴ | ۱۹۹۶ | B

بازی با سوال در مدار شکل روبه‌رو با باز کردن کلید K، ولتاژی که ولت‌سنج‌های V_1 و V_2 نشان می‌دهند، به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟



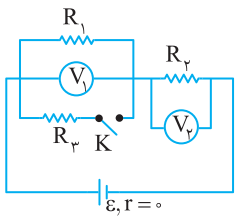
۱) افزایش - کاهش

۲) افزایش - افزایش

۳) کاهش - کاهش

۴) کاهش - افزایش

پاسخ با باز کردن کلید، یک مقاومت موازی از مدار حذف می‌شود.



۱ حذف یک مقاومت موازی از مدار باعث افزایش مقاومت معادل مدار می‌شود.

۲ پس جریان مدار کاهش می‌یابد.

۳ $V_2=R_2I$ نیز کم می‌شود.

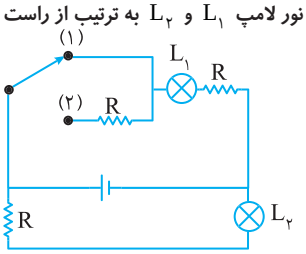
۴ مولد مقاومت درونی ندارد، بنابراین ولتاژ دو سر آن برابر با ε و ثابت است.

۵ از این‌رو با کاهش V_2، V_1 افزایش می‌یابد، زیرا:

$$\varepsilon=V_1+V_2\Rightarrow\uparrow V_1=\underset{\text{ثابت}}{\varepsilon}-V_2\downarrow$$

۱ | ۲۰۱۸ | B

بازی با سوال در مدار شکل زیر اگر باتری آرمانی باشد و کلید را از وضعیت (۱) به وضعیت (۲) تغییر دهیم، نور لامپ L_1 و L_2 به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟



۱) کاهش می‌یابد - تغییر نمی‌کند.

۲) افزایش می‌یابد - تغییر نمی‌کند.

۳) افزایش می‌یابد - افزایش می‌یابد.

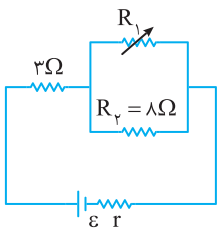
۴) کاهش می‌یابد - کاهش می‌یابد.

پاسخ باتری آرمانی است و ولتاژ دو سر آن همواره برابر نیروی محرکهٔ آن است. شاخهٔ پایینی شامل مقاومت R و لامپ $L_۲$ است این شاخه با باتری موازی است. و ولتاژ دو سر آن ثابت و برابر نیروی محرکهٔ باتری است بنابراین هر تغییری در شاخهٔ بالایی، تأثیری در نور لامپ $L_۲$ ندارد و نور آن بدون تغییر می‌ماند.

با وصل کلید به وضعیت (۲) مقاومت R به‌طور متوالی به شاخهٔ بالایی اضافه شده و مقاومت شاخه بالایی و در نتیجه جریان آن کاهش می‌یابد و با کاهش جریان، نور لامپ $L_۱$ کاهش می‌یابد.

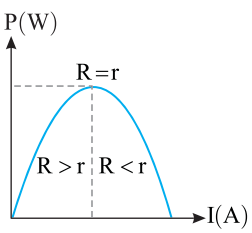
C ۲۰۱۹ **۳**

بازی با سؤال در مدار روبه‌رو مقاومت رئوستا $(R_۱)$ را به تدریج از ۱۲Ω به ۸Ω کاهش می‌دهیم. اگر توان مصرفی ابتدا افزایش و سپس کاهش یابد، مقاومت r کدام‌یک از گزینه‌های زیر می‌تواند باشد؟



۱) ۲ ۲) ۴/۵ ۳) ۷/۵ ۴) ۹

پاسخ توان ابتدا افزایش و سپس کاهش پیدا کرده است بنابراین بیشینه مقدار توان P_{max} در این بازه قرار می‌گیرد و می‌دانیم بیشینهٔ توان، زمانی است که مقاومت معادل برابر مقاومت درونی مولد باشد. مقاومت‌های $R_۱$ و $R_۲$ موازی بوده و با کاهش مقاومت، مقاومت معادل آن پیوسته کاهش می‌یابد بنابراین:



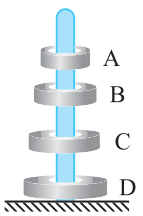
$$(R_{۱۲})_{min}=\frac{۱}{\frac{۱}{۸}+\frac{۱}{۸}}=۴\,\Omega \quad , \quad (R_{۱۲})_{max}=\frac{۱}{\frac{۱}{۱۲}+\frac{۱}{۸}}=۴/۸\,\Omega$$

مقاومت معادل کل مدار باید $۴+۳<R_{eq}<۴/۸+۳$ باشد و مقاومت درونی نیز بین این دو عدد است در نتیجه تنها گزینهٔ (۳) درست است.

فصل هفتم

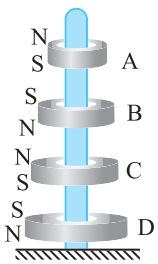
A ۲۰۳۰ ۳

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو مطابق شکل یک میلهٔ پلاستیکی با اصطکاک ناچیز از درون چهار آهنربای حلقه‌ای می‌گذرد و این آهنرباها در حال تعادل قرار دارند. اگر قطب N آهنربای A قسمت بالایی آن آهنربا باشد، قسمت بالایی آهنرباهای C و D به‌ترتیب از راست به چپ چگونه است؟



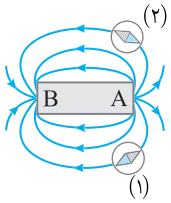
۱) N ،N ۲) S ،S ۳) S ،N ۴) N ،S

پاسخ هر چهار آهنربای حلقه‌ای یکدیگر را رانده‌اند، یعنی قطب‌های همنام آهنرباها در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند و اگر قسمت بالایی آهنربای حلقه‌ای A قطب N باشد، باید قطب‌های آهنرباها به‌ترتیب به شکل روبه‌رو قرار گرفته باشند، یعنی قسمت بالایی آهنربای C قطب N و قسمت بالایی آهنربای D قطب S است.



A ۲۰۳۵ ۲

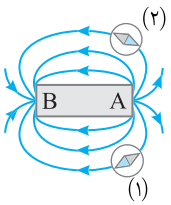
بازی با سؤال در شکل روبه‌رو قطب‌های A و B به‌ترتیب از راست به چپ کدام‌اند و کدام عقربه مغناطیسی درست قرار گرفته است؟ خارج ریاضی - ۸۸



عقربهٔ مغناطیسی

۱) N ،S (۱)
۲) S ،N (۱)
۳) S ،N (۲)
۴) N ،S (۲)

پاسخ خطهای میدان مغناطیسی از قطب N خارج و به قطب S وارد می‌شوند. عقربه مغناطیسی در یک میدان مغناطیسی همواره به‌گونه‌ای قرار می‌گیرد که قطب N آن سوی خطوط میدان را نشان می‌دهد. بنابراین عقربهٔ مغناطیسی (۱) که قطب N آن هم‌سو با خطهای میدان مغناطیسی بوده درست قرار گرفته است.

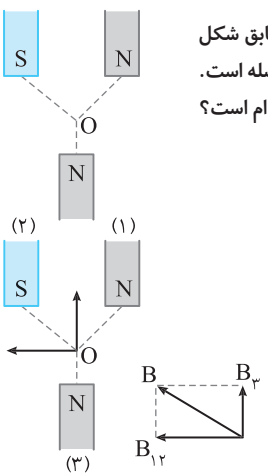


عقربهٔ مغناطیسی

A ۲۰۳۹ ۱

بازی با سؤال سه آهنربای مشابه مطابق شکل قرار گرفته و نقطهٔ O از هر سه قطب به یک فاصله است. جهت میدان مغناطیسی خالص در نقطهٔ O کدام است؟

پاسخ میدان حاصل از آهنرباهای (۱) و (۲) در نقطهٔ O به‌سمت چپ و میدان آهنربای (۳) در نقطهٔ O رو به بالاست و جهت برایند این دو میدان خواهد شد:

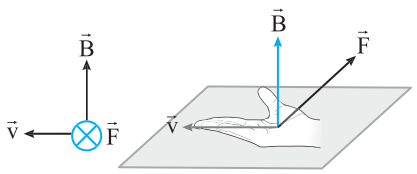


B ۲۰۵۱ ۳

بازی با سؤال الکترونی با سرعت $\vec{v}$ در یک میدان مغناطیسی یکنواخت، عمود بر میدان در حرکت است. اگر شکل مقابل نشان‌دهندهٔ جهت میدان $(\vec{B})$ و جهت نیروی وارد بر الکترون $(\vec{F})$ باشد، جهت $\vec{v}$ کدام است؟ ریاضی - ۹۸

۱) ⊙ ۲) ⊗ ۳) → ۴)

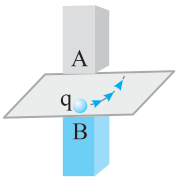
پاسخ چون ذره دارای بار منفی است، پس با توجه به قاعدهٔ دست راست هر جهتی برای $\vec{v}$ به‌دست آید، جهت $\vec{v}$ بار منفی خلاف جهت آن است: با توجه به قاعدهٔ دست راست چهار انگشت دست راست در جهت $\vec{v}$ به‌گونه‌ای که با خم کردن آن جهت میدان مغناطیسی مشخص شود. در این صورت شست دست در جهت $\vec{F}$ قرار دارد، بنابراین جهت حرکت ذره با بار منفی به سمت راست است.



نکته اگر بار منفی باشد شما می‌توانید همان قاعده را با دست چپ انجام دهید.

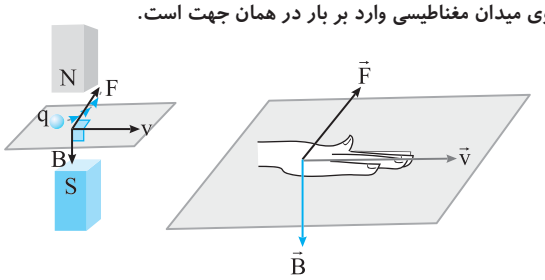
B ۲۰۵۵ ۱

بازی با سؤال جهت حرکت ذره‌ای با بار مثبت q در بین دو قطب A و B آهنرباهایی به‌صورت مقابل است. قطب‌های A و B به‌ترتیب از راست به چپ کدام گزینه می‌توانند باشند؟



۱) S ،N ۲) S ،S
۳) N ،S ۴) N ،N

پاسخ هرگاه بار وارد میدان مغناطیسی شود به هر سویی که منحرف شود، نیروی میدان مغناطیسی وارد بر بار در همان جهت است.



یعنی شما باید شست باز دست راست خود را در آن جهت قرار دهید، بنابراین با توجه به قاعده دست راست، میدان مغناطیسی به سمت پایین است و ناحیهٔ A قطب N و ناحیهٔ B، قطب S است.

B ۲۰۵۷ ۴

بازی با سؤال یک ذرهٔ آلفا (هستهٔ هلیم) با تندی $10^4\,m/s$ وارد یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی $5T$ می‌شود. بیشینه نیروی وارد بر این ذره چند نیوتون است؟ $(e=1/6\times10^{-19}C)$

۱) $1/6\times10^{-12}$ ۲) $1/6\times10^{-13}$ ۳) $1/6\times10^{-15}$ ۴) $1/6\times10^{-14}$

پاسخ ابتدا بار ذره آلفا را حساب می‌کنیم، هسته هلیم دارای دو پروتون است، یعنی بار آن $+2e$ است.

$$q=ne=2\times1/6\times10^{-19}C=3/2\times10^{-19}C$$

بیشینه نیرو هنگامی بر ذره وارد می‌شود که ذره به‌طور عمود بر راستای میدان وارد میدان شود.

$$\theta=90^\circ\Rightarrow\sin\theta=1\Rightarrow F=qvB$$

$$\Rightarrow F=3/2\times10^{-19}\times10^4\times5\Rightarrow F=1/6\times10^{-14}\,N$$

A ۲۰۵۸ ۳

بازی با سؤال ذرهٔ بارداری با بار $2\mu C$ با تندی $3\times10^{4}\,m/s$ وارد میدان مغناطیسی $B=0/2T$ می‌شود به‌گونه‌ای که هنگام ورود جهت بار با خطوط میدان زاویهٔ 37° می‌سازد. نیروی وارد بر بار چند نیوتون است؟ $(\cos 37^\circ=0/8)$

۱) $3/6\times10^{-3}$ ۲) $5/4\times10^{-3}$ ۳) $7/2\times10^{-3}$ ۴) $7/6\times10^{-3}$

پاسخ اندازهٔ نیروی وارد بر بار الکتریکی متحرک از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید.

اندازهٔ میدان مغناطیسی بزرگی بار الکتریکی

$F=|q|vB\sin\theta$

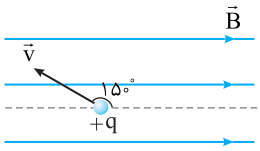
تندی (اندازهٔ سرعت) $\vec{B}$ و بردار $\vec{v}$ زاویه بین بردار

اکنون در رابطهٔ نیرو جای‌گذاری می‌کنیم:

$$F=|q|vB\sin\theta \xrightarrow[B=0/2T]{|q|=2\times10^{-6}C \text{ و } v=3\times10^{4}\,m/s} F=2\times10^{-6}\times3\times10^{4}\times0/2\times\sin37^\circ \Rightarrow F=7/2\times10^{-3}N$$

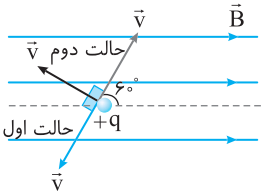
A ۲۰۶۲ ۲

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو اگر جهت v در صفحهٔ شامل v و B، 90° پادساعتگرد تغییر کند، نیروی مغناطیسی وارد بر ذره، F_1 می‌شود و اگر 90° ساعتگرد تغییر کند، نیروی مغناطیسی وارد بر ذرهٔ باردار، $\vec{F}_2$ می‌شود. کدام گزینه درست است؟



۱) $\vec{F}_1=\vec{F}_2$ ۲) $\vec{F}_1=-\vec{F}_2$ ۳) $\vec{F}_1=\sqrt{3}\vec{F}_2$ ۴) $\vec{F}_1=-\sqrt{3}\vec{F}_2$

پاسخ برای به‌دست آوردن جهت نیرو، از قاعده دست راست استفاده می‌کنیم، به این صورت که چهارانگشت باز دست راست را در جهت v قرار می‌دهیم به طوری که جهت بسته شدن انگشتان در جهت B باشد، در این صورت انگشت باز شست جهت F را نشان می‌دهد. در حالت اول با توجه به قاعدهٔ دست راست جهت F برونسو است و در حالت دوم جهت F، درونسو است، بنابراین $\vec{F}_1=-\vec{F}_2$



A ۲۰۶۹ ۱

بازی با سؤال ذره‌ای با بار الکتریکی $+2\mu C$ و جرم $0/01$ گرم با سرعت $2\times10^{4}\,m/s$ وارد میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $0/2$ تسلا می‌شود. در صورتی که در لحظه ورود، راستای حرکت ذره با خط‌های میدان مغناطیسی زاویه 30° درجه بسازد، بزرگی شتاب حاصل از نیروی الکترومغناطیسی وارد بر ذره در لحظه ورود آن به میدان، چند متر بر مجذور ثانیه می‌شود؟

۱) ۴۰ ۲) $0/04$ ۳) ۸۰ ۴) $0/08$

پاسخ ابتدا با توجه به داده‌ها نیروی مغناطیسی را محاسبه می‌کنیم:

$$F_B=qvB\sin\theta=(2\times10^{-6})\times(2\times10^{4})\times(2\times10^{-2})\sin30^\circ$$

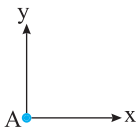
$$\Rightarrow F_B=4\times10^{-4}N$$

حال با توجه به قانون دوم نیوتون داریم:

$$F_B=ma\Rightarrow4\times10^{-4}=(1\times10^{-5})\times a\Rightarrow a=40\,m/s^2$$

B ۲۰۷۴ ۳

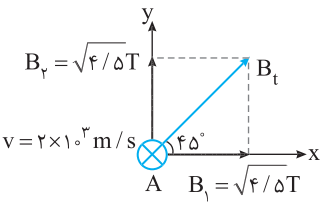
بازی با سؤال ذره‌ای با بار $100\mu C$ و تندی $2\times10^{3}\,m/s$ به صورت درونسو مطابق شکل (عمود بر صفحهٔ کاغذ به طرف داخل) از نقطهٔ A که در آن دو میدان مغناطیسی یکنواخت هم‌اندازه $\vec{B}_1=\sqrt{4/5}\vec{i}\,(T)$ و $\vec{B}_2=\sqrt{4/5}\vec{j}\,(T)$ وجود دارد، عبور می‌کند. در این لحظه اندازهٔ نیروی مغناطیسی چند نیوتون و جهت آن به کدام سمت است؟ (یکاها در SI)



۱) $0/9$، ۲) $0/9$، ۳) $0/6$، ۴) $0/6$،

پاسخ ۱ میدان‌های B_1 و B_2 هم‌اندازه هستند و اندازهٔ برایند آن‌ها خواهد شد:

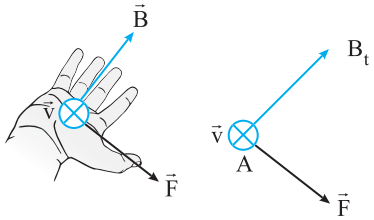
$$B_t=\sqrt{B_1^2+B_2^2}\Rightarrow B_t=\sqrt{4/5+4/5}\Rightarrow B_t=3T$$



۲ ذره عمود بر میدان به‌طور درونسو پرتاب شده است و $\theta=90^\circ$ است. نیروی وارد بر ذره را حساب می‌کنیم.

$$F=|q|vB\sin\theta \xrightarrow{q=10^{-4}C} F=10^{-4}\times2\times10^{3}\times3\Rightarrow F=0/6N$$

۳ با توجه به قاعدهٔ دست راست جهت نیروی F وارد بر ذره به‌صورت زیر است.



B ۲۰۸۲ ۲

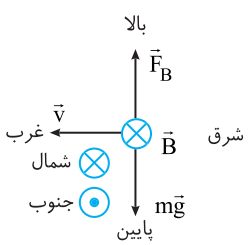
بازی با سؤال ذره‌ای به جرم $0/5g$ دارای بار $-0/05\mu C$ با سرعت $2/5\times10^{5}\,m/s$ در سطح افقی به طرف غرب، در حرکت است. کمترین بزرگی میدان مغناطیسی چند تسلا و در کدام جهت باشد تا مسیر حرکت ذره به‌همان صورت اولیه (در جهت غرب) بماند و منحرف نشود؟ $(g=10N/kg)$

کنکور دهه‌های گذشته

۱) $\frac{2}{5}$، به سمت جنوب ۲) $\frac{2}{5}$، به سمت شمال

۳) $\frac{5}{2}$، به سمت جنوب ۴) $\frac{5}{2}$، به سمت شمال

پاسخ ذره‌ای به سمت غرب در حرکت است $(\vec{v}\leftarrow)$. به ذره نیروی وزن به‌طرف پایین اثر می‌کند $(\downarrow mg)$. چون ذره در میدان مغناطیسی حرکت می‌کند، به آن نیروی مغناطیسی وارد می‌شود. برای آنکه ذره بدون انحراف به حرکت خود ادامه دهد، باید نیروهای وزن و نیروی مغناطیسی در خلاف جهت هم و هم اندازه باشند، تا همدیگر را خنثی کنند. پس نیروی مغناطیسی باید به سمت بالا باشد و برای این منظور طبق قاعده دست راست



جهت میدان مغناطیسی باید به سمت شمال باشد، حداقل بزرگی میدان مغناطیسی نیز هنگامی به‌دست می‌آید که $\theta=۹۰^\circ$ باشد یعنی $F_m=qvB$ ، داریم:

$$mg=qvB\Rightarrow ۰/۵\times۱۰^{-۳}\times۱۰=۰/۰۵\times۱۰^{-۶}\times۲/۵\times۱۰^{۵}\times B\Rightarrow B=\frac{۲}{۵}T$$

B ۲۰۸۵ ۲

بازی با سؤال در ناحیه‌ای از فضا میدان الکتریکی E عمود بر میدان مغناطیسی B است. ذره بارداری با جرم ناچیز و تندی v وارد این ناحیه می‌شود و در حالی که نیروی میدان مغناطیسی بیشینه است، بدون انحراف از این فضا خارج می‌شود. کدام رابطه بین v، E و B برقرار است؟

۱) $E=\frac{v}{B}$ ۲) $B=\frac{E}{v}$

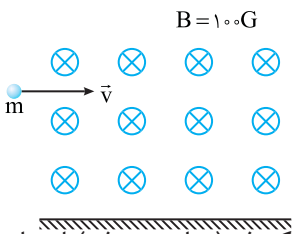
۳) $B=vE$ ۴) به مقدار بار ذره بستگی دارد.

پاسخ برای آنکه ذره بدون انحراف خارج شود باید نیرویی که میدان الکتریکی بر آن وارد می‌کند با نیرویی که میدان مغناطیسی بر آن وارد می‌کند، برابر باشند.

$$F_E=F_B\Rightarrow qE=qvB\Rightarrow E=vB\Rightarrow B=\frac{E}{v}$$

B ۲۰۹۴ ۴

بازی با سؤال در شکل زیر گلوله‌ای به جرم ۱۰g با بار الکتریکی $+۴\mu C$ و با سرعت افقی $۲\times۱۰^{۶}m/s$ عمود بر راستای میدان مغناطیسی درونسوی یکنواختی با بزرگی ۱۰۰G درون میدان شلیک می‌شود. جهت و بزرگی میدان الکتریکی که سبب ثابت ماندن بردار سرعت می‌شود کدام است؟ $(g=۱۰N/kg)$



۱) $۲\times۱۰^{۴}N/C$ ، بالاسو

۲) $۲\times۱۰^{۴}N/C$ ، پایین‌سو

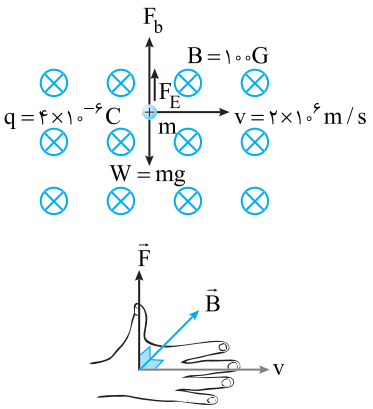
۳) $۵\times۱۰^{۳}N/C$ ، پایین‌سو

۴) $۵\times۱۰^{۳}N/C$ ، بالاسو

پاسخ برای ثابت ماندن مسیر حرکت ذره (بردار سرعت ذره) باید برایند نیروهای الکتریکی و مغناطیسی و گرانشی وارد بر ذره صفر شود.

با توجه به قاعدهٔ دست راست، نیروی مغناطیسی وارد بر ذره رو به بالا و اندازهٔ آن برابر است با:

$$F_b=qvB=۴\times۱۰^{-۶}\times۲\times۱۰^{۶}\times۱۰۰\times۱۰^{-۴}=۰/۰۸N$$



نیروی وزن را حساب می‌کنیم:

$$W=mg=۰/۰۱\times۱۰=۰/۱N$$

نیروی وزن از نیروی مغناطیسی بزرگ‌تر است و ذره به سمت پایین منحرف می‌شود، بنابراین میدان الکتریکی باید نیروی $F_E=qE$ را رو به بالا بر ذره وارد کند تا به کمک میدان مغناطیسی مانع انحراف ذره شوند.

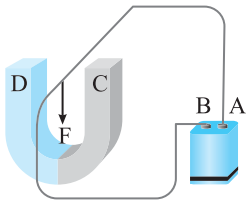
$$W=F_E+F_b\Rightarrow ۰/۱=F_E+۰/۰۸\Rightarrow F_E=۰/۰۲N$$

$$F_E=qE\Rightarrow ۰/۰۲=۴\times۱۰^{-۶}E\Rightarrow E=۵\times۱۰^{۳}N/C$$

ذره دارای بار مثبت است و جهت میدان الکتریکی باید رو به بالا باشد.

A ۲۱۰۰ ۲

بازی با سؤال گزاره‌های زیر برای شکل زیر نوشته شده است. کدام گزینه گزاره‌های درست را بیان می‌کند؟

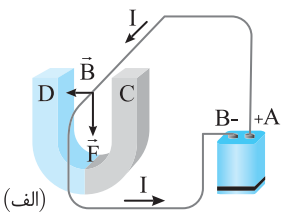


الف) اگر A قطب مثبت باشد، C باید قطب N باشد. / ب) اگر A قطب مثبت باشد، D باید قطب N باشد. / پ) اگر B قطب مثبت باشد، C باید قطب N باشد. / ت) اگر B قطب مثبت باشد، D باید قطب N باشد.

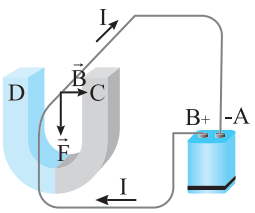
۱) (الف)، (پ) ۲) (الف)، (ت)

۳) (ب)، (پ) ۴) (ب)، (ت)

پاسخ اگر A قطب مثبت باشد جهت جریان به صورت روبه‌رو خواهد بود. اکنون به کمک قاعدهٔ دست راست مشخص می‌شود که جهت میدان به سمت چپ است و C قطب N و D قطب S آهنرباست و گزاره (الف) درست است.

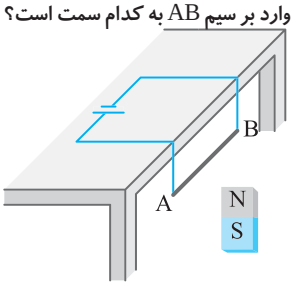


اگر B قطب مثبت باشد جهت جریان به‌صورت روبه‌رو خواهد بود، حال با داشتن جریان و نیرو طبق قاعده دست راست، جهت میدان و قطب‌ها را به‌دست می‌آوریم. میدان به سمت راست است و C قطب S و D قطب N و گزاره (ت) درست است.



A ۲۱۰۱ ۲

بازی با سؤال در شکل زیر نیروی وارد بر سیم AB به کدام سمت است؟



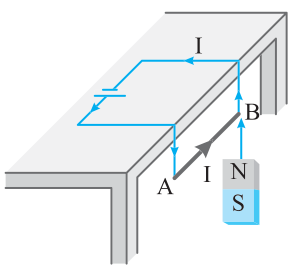
۱) چپ

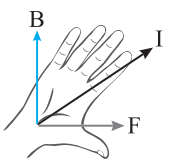
۲) راست

۳) بالا

۴) پایین

پاسخ جهت جریان از قطب مثبت باتری به قطب منفی است و میدان مغناطیسی از قطب N خارج می‌شود پس قاعده دست راست جهت نیروی وارد بر سیم از دید ما به سمت راست است.





B ۲ ۲۱۱۸

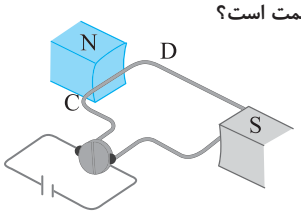
بازی با سؤال در شکل روبه‌رو که طرحی ساده از یک موتور الکتریکی است در مدت ۱s، قاب موتور ۳۶۰° می‌چرخد. پس از ۳s از لحظهٔ نشان داده شده نیروی وارد بر سیم CD به کدام سمت است؟

۱) بالا

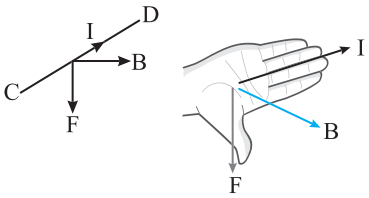
۲) پایین

۳) چپ

۴) صفر



پاسخ در مدت ۱s قاب ۳۶۰° می‌چرخد یعنی یک دور می‌زند و سیم CD به همین وضعیت می‌رسد بنابراین در مدت ۳s، مجدداً سیم CD در همین حالت است و نیروی وارد بر سیم CD مطابق شکل رو به پایین است.



B ۳ ۲۱۲۲

بازی با سؤال چنانچه این قاب قابلیت چرخش داشته باشد، برای قاب چه اتفاقی می‌افتد؟

۱) به سمت چپ می‌رود.

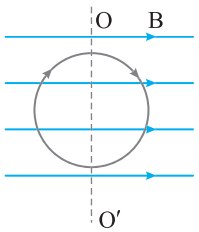
۲) ثابت می‌ماند.

۳) می‌چرخد.

۴) مشخص نیست.

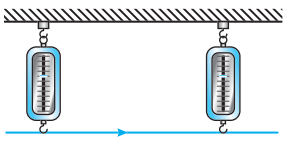
پاسخ قطعاً این دو نیروی خلاف جهت هم که در فیزیک به آن زوج نیرو می‌گویند باعث چرخش قاب می‌شود.

نتیجه اگر حلقه‌ای مطابق شکل در یک میدان مغناطیسی قرار گیرد نیروی خالص وارد بر حلقه صفر است و در لحظهٔ نشان داده شده حلقه حرکت انتقالی ندارد (جابه‌جا نمی‌شود) اما می‌تواند طول محور OO' بچرخد.



B ۱ ۲۱۲۹

بازی با سؤال مطابق شکل سیمی به طول ۵۰cm حامل جریان ۱۰A به جرم ۲۰۰g به وسیله دو نیروسنج آویزان است. اگر با برقراری یک میدان مغناطیسی هرکدام از نیروسنج‌ها ۱/۱N را نشان دهند، کمینه اندازه میدان و جهت آن را مشخص کنید؟ $(g=10N/kg)$



۱) ۰/۰۴، برونسو

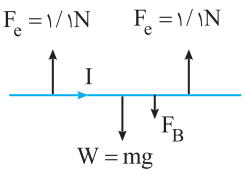
۲) ۰/۰۲، برونسو

۳) ۰/۰۴، درونسو

۴) ۰/۰۲، درونسو

پاسخ کمینه اندازهٔ میدان مغناطیسی یعنی میدان مغناطیسی بر سیم عمود بوده $(\theta=90^\circ)$ و $\sin\theta=1$ باشد.

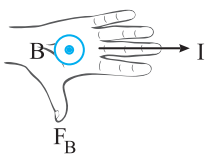
نیروی وزن رو به پایین بر میله وارد می‌شود و مقدار آن برابر است با



$$W=mg\Rightarrow W=0/2\times10=2N$$

هر فنر نیروی ۱/۱N یعنی جمعاً ۲/۲N رو به بالا وارد می‌کند بنابراین برای تعادل سیم باید میدان مغناطیسی نیروی $F_B=2/2-2=0/2N$ را بر سیم رو به پایین وارد کند.

$$F_B=IlB\sin\theta\Rightarrow0/2=10\times0/5\times B\times1\Rightarrow B=\frac{0/2}{5}\Rightarrow B=0/04T$$



و با توجه به قاعدهٔ دست راست باید میدان مغناطیسی برونسو باشد.

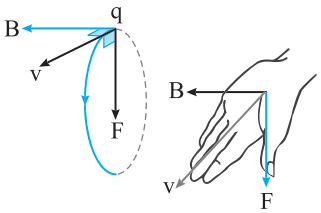
B ۲ ۲۱۳۷

بازی با سؤال بار الکتریکی $q>0$ در یک میدان مغناطیسی یکنواخت در حال چرخش است. اگر مسیر حرکت بار q مطابق شکل باشد، جهت میدان مغناطیسی کدام است؟ ریاضی - ۹۱

۱) $\rightarrow$ ۲) $\leftarrow$

۳) $\odot$ ۴) $\otimes$

پاسخ نیروی میدان مغناطیسی در هر نقطه بر v عمود است و v نیز مماس بر مسیر است، بنابراین F رو به مرکز دایره و در امتداد شعاع دایره است.



در یک نقطه مانند شکل جهت F و v را داریم و با استفاده از قانون دست راست، جهت میدان مغناطیسی به‌دست می‌آید.

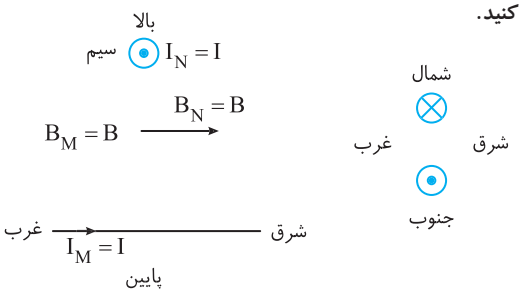
چهار انگشت دست راست را مماس بر حلقه در سوی حرکت بار قرار دهید به گونه‌ای که انگشت شست دست راست شما به سمت مرکز دایره (در جهت نیروی F) باشد در این حالت کف دست شما (خم کردن چهار انگشت) به سمت چپ شکل است یعنی جهت B به‌صورت $(\leftarrow)$ خواهد بود.

A ۲ ۲۱۴۸

بازی با سؤال از سیم راست و افقی M جریان I به‌سوی شرق می‌گذرد، سیم راست و افقی N از بالای سیم اول می‌گذرد و از آن نیز جریان I رو به جنوب می‌گذرد. در نقطه‌ای دقیقاً بین دو سیم جهت میدان مغناطیسی خالص در کدام جهت است؟

۱) جنوب غربی ۲) جنوب شرقی ۳) شمال غربی ۴) شمال شرقی

پاسخ جهت شمال را درونسو در نظر بگیرید و جهت‌ها را روی کاغذ رسم کنید.



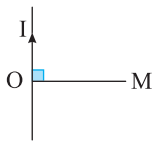
جریان سیم M به سمت راست و در نقطه‌ای بالای آن مطابق شکل میدان مغناطیسی حاصل از آن رو به جنوب (برونسو) است.

جریان سیم N رو به جنوب یعنی برونسو بوده و در نقطه‌ای زیر آن میدان مغناطیسی به سوی شرق است.

بنابراین میدان برایند دو میدان یکسان که یکی از آن‌ها به‌سوی جنوب و دیگری به سوی شرق است میدانی است در جهت جنوب شرقی.

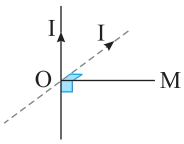
B ۲۱۵۵ ۳

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو اگر سیم حامل جریان حول محور OM، ۳۰° رو به بیرون صفحه (برونسو) بچرخد، میدان مغناطیسی حاصل از سیم در نقطه M چه تغییری می‌کند؟



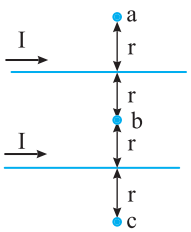
۱) افزایش می‌یابد
۲) کاهش می‌یابد
۳) تغییر نمی‌کند
۴) اظهار نظر قطعی نمی‌توان کرد

پاسخ با حرکت و دوران سیم حول محور OM فاصلهٔ نقطهٔ O از سیم حامل جریان تغییر نمی‌کند بنابراین میدان مغناطیسی حاصل از جریان نیز تغییر نمی‌کند.



B ۲۱۵۶ ۱

بازی با سؤال جهت میدان مغناطیسی برایند (خالص) ناشی از دو سیم موازی و بلند حامل جریان در هر یک از نقطه‌های a، b و c به‌ترتیب از راست به چپ کدام است؟ از کتاب درسی

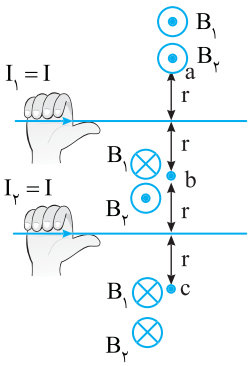


۱) برونسو - صفر - درونسو
۲) درونسو - صفر - برونسو
۳) برونسو - برونسو - درونسو
۴) درونسو - برونسو - برونسو

گزینهٔ ۱

پاسخ خط فکری باید ابتدا جهت میدان مغناطیسی حاصل از هر سیم را در نقاط مورد نظر مشخص کنید. هرچه از سیم حامل جریان دورتر شویم میدان مغناطیسی حاصل از آن کاهش می‌یابد به‌طور مثال میدان مغناطیسی $I_1=I$ در محل a از میدان مغناطیسی سیم $I_2=I$ در محل a بزرگ‌تر است.

با دانستن جهت میدان‌ها در هر نقطه و اینکه کدام میدان مغناطیسی قوی‌تر است می‌توانید جهت میدان خالص را مشخص کنید.



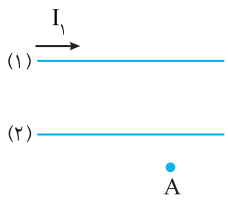
۱ در نقطه a با توجه به قاعدهٔ دست راست میدان‌های مغناطیسی هر دو سیم برونسو بوده و با هم جمع می‌شوند و میدان خالص برونسوست.

۲ در نقطهٔ b میدان سیم I_1 درونسو و میدان سیم I_2 برونسوست و چون جریان هر دو سیم یکسان (I) است و فاصله نقطهٔ b از هر دو سیم برابر است میدان مغناطیسی هر دو هم‌اندازه اما در خلاف جهت هم بوده و میدان خالص صفر است.

۳ در نقطهٔ c میدان هر دو سیم درونسوست بنابراین میدان خالص نیز درونسوست.

B ۲۱۵۹ ۱

بازی با سؤال شکل روبه‌رو، دو سیم موازی و بلند حامل جریان را نشان می‌دهد. اگر میدان مغناطیسی برایند حاصل از این سیم‌ها در نقطهٔ A صفر باشد، کدام گزینه در مورد جهت جریان در سیم (۲) و مقایسه بزرگی جریان‌ها در سیم (۱) و (۲) درست است؟ از کتاب درسی



۱) $I_2 < I_1$ ، ←
۲) $I_2 > I_1$ ، ←
۳) $I_2 < I_1$ ، →
۴) $I_2 > I_1$ ، →

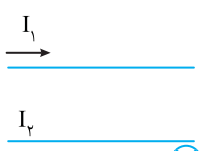
گزینهٔ ۱

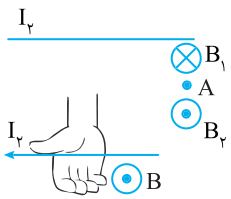
پاسخ خط فکری برای آنکه میدان مغناطیسی حاصل از دو سیم جریان در یک نقطه صفر شود باید این میدان‌ها خلاف جهت و هم‌اندازه باشند. پس در حل این مسئله نیز شما باید جهت میدان مغناطیسی سیم I_1 را در نقطهٔ A مشخص کنید و به کمک آن جهت میدان مغناطیسی سیم I_2 و سوی جریان را تعیین کنید.

۱ میدان مغناطیسی حاصل از سیم حامل جریان I_1 در محل A درونسو است.

۲ میدان سیم I_2 در خلاف جهت میدان سیم I_1 است بنابراین میدان B_2 برونسوست.

۳ میدان B_2 برونسو است پس با توجه به قاعدهٔ دست راست جریان سیم I_2 باید به سمت چپ باشد.



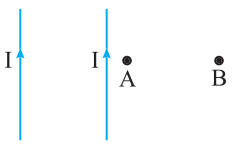


۴ میدان‌های B_1 و B_2 هم‌اندازه هستند اما فاصلهٔ I_2 از A کمتر از فاصلهٔ I_1 از A است بنابراین باید جریان I_2 نیز از جریان I_1 کمتر باشد تا میدان‌های آن‌ها هم‌اندازه شوند.

$I_2 < I_1$

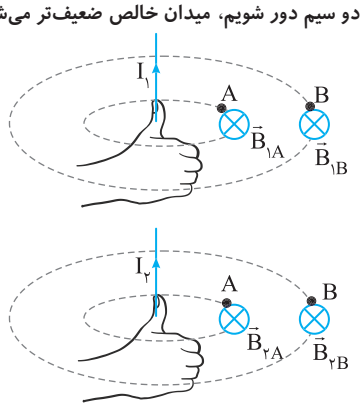
B ۲۱۷۷ ۱

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو با حرکت از نقطهٔ A تا نقطهٔ B میدان خالص حاصل از دو سیم راست حامل جریان چگونه تغییر می‌کند؟



۱) کاهش می‌یابد.
۲) افزایش می‌یابد.
۳) ابتدا کاهش و سپس افزایش
۴) ابتدا افزایش و سپس کاهش

پاسخ با توجه به قاعده دست راست، در نقطهٔ A و B میدان مغناطیسی حاصل از هر دو سیم درونسو بوده و میدان خالص برابر جمع میدان B_1 و B_2 است و هرچه از دو سیم دور شویم، میدان خالص ضعیف‌تر می‌شود.



A ۲۱۷۹ ۲

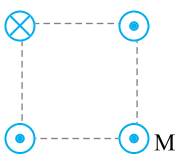
بازی با سؤال از دو سیم راست، موازی و طویل که به فاصله ۱ متر از هم قرار دارند به‌ترتیب جریان‌های $I_۱=۱۰A$ و $I_۲=۱۲A$ می‌گذرد. اگر نیرویی که سیم (۱) به سیم (۲) وارد می‌کند $\vec{F}$ باشد، بردار نیرویی که سیم (۲) بر سیم (۱) وارد خواهد کرد، کدام گزینه است؟

۱) $\vec{F}$ ۲) $-\vec{F}$ ۳) $۱/۲\vec{F}$ ۴) $-۱/۲\vec{F}$

پاسخ اندازه نیروها طبق سوم نیوتون با هم برابر است. برای مثال نیرویی که سیم (۱) بر سیم (۲) وارد می‌کند برابر نیرویی است که سیم (۲) بر سیم (۱) وارد می‌کند، اما در خلاف جهت آن. پس اگر نیرویی که سیم (۱) بر سیم (۲) وارد می‌کند $\vec{F}$ باشد، نیرویی که سیم (۲) بر سیم (۱) وارد می‌کند $-\vec{F}$ می‌شود.

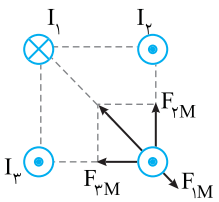
A ۲۱۸۱ ۳

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو، ۴ سیم راست، دراز و موازی با جریان‌های یکسان از رئوس یک مربع می‌گذرند، نیروی وارد بر سیم M در کدام جهت است؟



۱) ↗ ۲) ↘ ۳) ↖ ۴) ↙

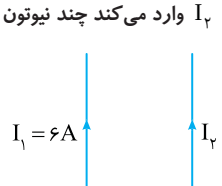
پاسخ سیم‌های حامل جریان‌های همسو یکدیگر را می‌ربایند و سیم‌های حامل جریان ناهمسو یکدیگر را می‌رانند، بنابراین نیروهای وارد بر سیم M به‌صورت شکل روبه‌رو است اما برایند نیروهای $F_{۲M}$ و $F_{۳M}$ از نیروی $F_{۱M}$ بزرگ‌تر بوده و برایند نیروها مطابق گزینه (۳) است.



B ۲۱۹۱ ۳

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو دو سیم حامل جریان $I_۱=۶A$ و $I_۲$ در کنار هم قرار دارند و بر هم نیروی ۵N وارد می‌کنند. اگر جریان سیم $I_۱$، ۲۵ درصد کاهش پیدا کند، نیرویی که سیم $I_۱$ به سیم $I_۲$ وارد می‌کند چند نیوتون خواهد شد؟

مشابه خارج تجربی - ۹۰



۱) ۲/۷۵
۲) ۴
۳) ۳/۷۵
۴) قابل محاسبه نیست.

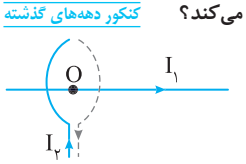
پاسخ دقت کنید که نیرویی که سیم $I_۱$ بر سیم $I_۲$ وارد می‌کند، بنا به قانون سوم نیوتون برابر نیرویی است که سیم $I_۲$ بر سیم $I_۱$ وارد می‌کند. نیروی وارد بر سیم $I_۱$ برابر ۵N است و این نیرو برابر $F_{۲۱}=I_۱lB_۱$ است. یعنی نیرو با جریان رابطهٔ مستقیم دارد و وقتی جریان $I_۱$، ۲۵٪ کاهش می‌یابد، نیروی وارد بر آن نیز ۲۵٪ کاهش می‌یابد یعنی نیرو خواهد شد:

$$F'=F-۰/۲۵F\Rightarrow F'=\frac{۳}{۴}\times F=\frac{۳}{۴}\times ۵\Rightarrow F'=۳/۷۵N$$

B ۲۲۰۵ ۴

بازی با سؤال در شکل زیر سیم مستقیم حامل جریان $I_۱$ به‌صورت عمود از مرکز حلقه می‌گذرد. حلقهٔ فلزی نیز مطابق شکل دارای جریان $I_۲$ است. در مورد حلقه و سیم، کدام گزینه صدق می‌کند؟

کنکور دهه‌های گذشته

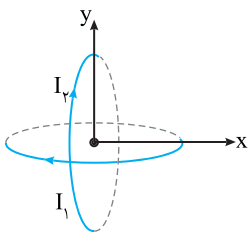


۱) یکدیگر را می‌رانند.
۲) یکدیگر را جذب می‌کنند.
۳) اگر $I_۱=I_۲$ باشد به هم نیرویی وارد نمی‌کند.
۴) با هر جریانی به یکدیگر نیرو وارد نمی‌کنند.

پاسخ خط میدان مغناطیسی حلقه حامل جریان موازی محور حلقه است و سیم راست حامل جریان $I_۱$ در امتداد محور حلقه قرار دارد، بنابراین نیرویی توسط میدان مغناطیسی حلقه بر سیم راست وارد نمی‌شود و سیم راست نیز بر حلقه نیرویی وارد نمی‌کند.

B ۲۲۰۸ ۱

بازی با سؤال دو حلقه هم‌مرکز مطابق شکل در صفحهٔ xoy قرار گرفته‌اند. اگر بزرگی میدان‌های حاصل از حلقه‌ها دارای جریان $I_۱$ و $I_۲$ در مرکز آن‌ها به‌ترتیب برابر ۳π و ۲π تسلا باشد، کدام گزینه بردار میدان مغناطیسی در مرکز دو حلقه را درست نشان می‌دهد؟

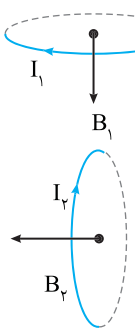


۱) $(-۲\pi\vec{i}-۳\pi\vec{j})$ ۲) $(-۲\pi\vec{i}+۳\pi\vec{j})$
۳) $(-۳\pi\vec{i}-۲\pi\vec{j})$ ۴) $(-۳\pi\vec{i}+۲\pi\vec{j})$

پاسخ ابتدا با توجه به قاعدهٔ دست راست جهت میدان حاصل از پیچه‌ها را به‌دست می‌آوریم:

$$\vec{B}_۲=-|B_۲|\vec{i}=-۲\pi\vec{i}$$

$$\vec{B}_۱=-|B_۱|\vec{j}=-۳\pi\vec{j}$$

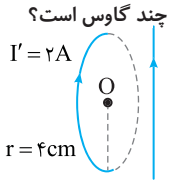


بنابراین بردار میدان خالص خواهد شد:

$$\vec{B}=(-۲\pi\vec{i}-۳\pi\vec{j})$$

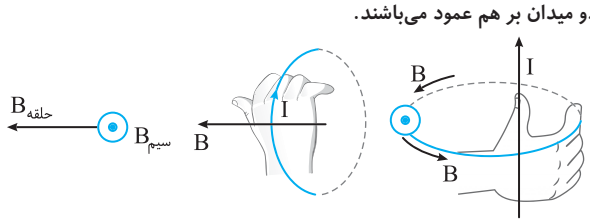
B ۲۲۰۹ ۴

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو میدان حاصل از سیم راست در مرکز حلقه برابر ۰/۴G و میدان مغناطیسی حاصل از جریان حلقه در مرکز آن ۰/۳G است. میدان برایند حاصل از سیم راست و حلقه در نقطه O برابر چند گاوس است؟



۱) ۰/۴۵
۲) ۰/۷
۳) ۰/۱
۴) ۰/۵

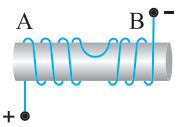
پاسخ جهت میدان حلقه در مرکز آن با توجه به قاعدهٔ دست راست به سمت چپ است و جهت میدان سیم راست در مرکز حلقه برونسوست، بنابراین دو میدان بر هم عمود می‌باشند.



$$|B|=\sqrt{B_{حلقه}^۲+B_{سیم}^۲}=\sqrt{(۰/۳)^۲+(۰/۴)^۲}=۰/۵G$$

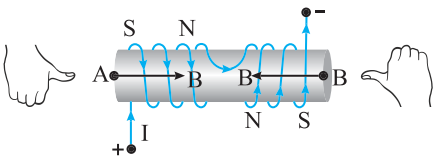
۴ ۲۲۱۵ B

بازی با سؤال از سیم‌پیچی که دارای هستهٔ آهنی است، مطابق شکل جریان I می‌گذرد. دو انتهای A و B به‌ترتیب از راست به چپ به کدام قطب تبدیل می‌شوند؟



۱) S ،N
۲) N ،S
۳) N ،N
۴) S ،S

پاسخ با توجه به پایانه‌های مثبت و منفی جهت جریان در سیملوله مطابق شکل زیر است و با استفاده از قاعدهٔ دست راست جهت میدان را در هر قسمت به‌دست می‌آوریم.



با توجه به جهت میدان هر دو انتها قطب S می‌باشد.

۱ ۲۲۲۴ A

بازی با سؤال از دو سیملولهٔ کاملاً مشابه جریان یکسان I می‌گذرد، اگر میدان درون هر سیملوله برابر B باشد، چنانچه دو سیملوله را به هم متصل کرده تا یک سیملوله طویل‌تر بسازیم و از آن جریان I بگذرد، میدان مغناطیسی درون این سیملوله چند برابر B می‌شود؟

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۴
۴) ۸

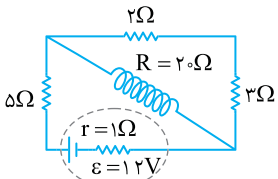
پاسخ وقتی دو سیملوله را به‌هم متصل می‌کنیم طول سیملوله دو برابر می‌شود. هم‌چنین تعداد حلقه‌ها نیز دو برابر خواهد شد پس:

$$l'=2l\ ,\ N'=2N$$

بنابراین نسبت $\frac{N}{l}$ تغییری نمی‌کند و چون همان جریان I از سیملوله می‌گذرد پس میدان در این حالت همان میدان حالت قبل خواهد شد.

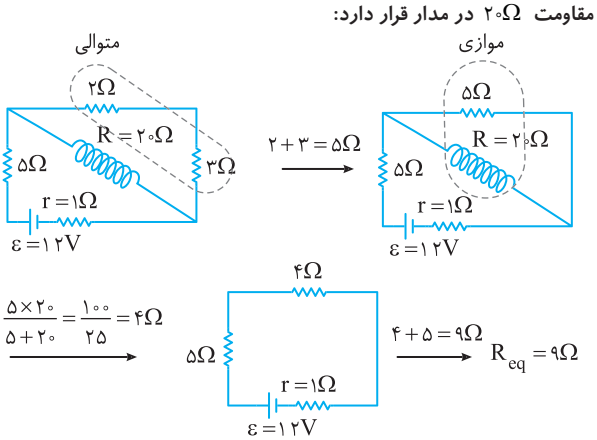
۳ ۲۲۳۰ B

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو مقاومت اهمی سیملوله ۲۰Ω است. اگر طول سیملوله ۴cm، تعداد حلقه‌های آن ۴۰ دور و قطر دهانهٔ آن ۵ میلی‌متر باشد، میدان مغناطیسی درون سیملوله چند گاوس است؟ $(\mu_0=12\times10^{-7}\,T.m/A)$



۱) ۱/۴۴
۲) ۱۴/۴
۳) ۲/۸۸
۴) ۲۸/۸

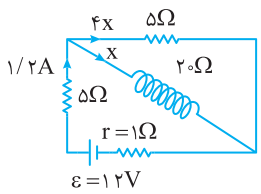
پاسخ ابتدا باید جریان عبوری از سیملوله را حساب کنیم، سیملوله با مقاومت ۲۰Ω در مدار قرار دارد:



$$I_{\text{مدار}}=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\Rightarrow I_{\text{مدار}}=\frac{12}{9+1}=1/2A$$

حال با تقسیم جریان ۱/۲A بین مقاومت ۵Ω و مقاومت ۲۰ اهمی سیملوله، جریان عبوری از سیملوله به‌دست می‌آید، در مقاومت‌های موازی جریان به نسبت عکس مقدار مقاومت‌ها تقسیم می‌شود:

$$x+4x=1/2A\Rightarrow 5x=1/2A\Rightarrow x=\frac{1/2}{5}=0/24A$$



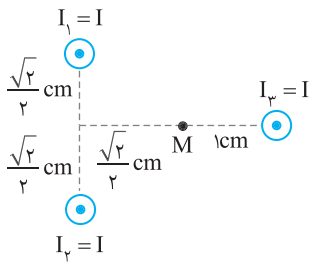
جریان شاخه شامل سیملوله ۰/۲۴A است، بنابراین میدان مغناطیسی درون سیملوله خواهد شد:

$$B=\mu_0\frac{N}{l}I\Rightarrow B=12\times10^{-7}\times\frac{40}{4\times10^{-2}}\times0/24$$

$$\Rightarrow B=28/8\times10^{-5}T=28/8\times10^{-1}G=2/88G$$

۳ ۲۲۵۰ B

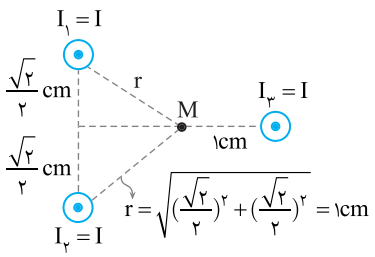
بازی با سؤال مطابق شکل زیر، از سه سیم مستقیم و بلند که بر صفحهٔ کاغذ عمودند، جریان I می‌گذرد. میدان خالص در نقطهٔ M چند برابر میدان حاصل از سیم I_3 در نقطهٔ M است؟ مشابه تجربی - ۹۵



۱) $\sqrt{2}$
۲) $(\sqrt{2}-2)$
۳) $(\sqrt{2}-1)$
۴) $(\sqrt{2}+1)$

پاسخ ۱ در این سؤال علاوه بر جهت میدان‌ها باید حواسمان به بزرگی میدان‌های مغناطیسی هم باشد. میدان مغناطیسی حاصل از سیم با جریان سیم رابطهٔ مستقیم و با فاصله رابطهٔ عکس دارد، با توجه به شکل روبه‌رو فاصله تمام سیم‌ها تا نقطهٔ M برابر ۱cm و جریان آن‌ها با هم برابر است، پس اندازهٔ هر سه میدان باهم برابر است. $|B_1|=|B_2|=|B_3|$

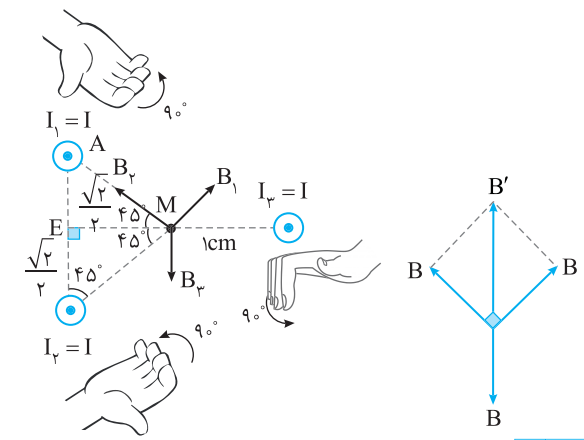
۲ با توجه به قاعدهٔ دست راست، جهت میدان سیم‌های مختلف را به‌دست می‌آوریم:



زاویه‌ای که رأس N در مثلث ENM می‌سازد با توجه به طول ساق‌ها برابر ۴۵° است، بنابراین مثلث NMA مثلث قائم‌الزاویهٔ متساوی‌الساقین است.

$$\begin{cases} B'=\sqrt{B^2+B^2}=\sqrt{2}B \\ B:B'-B=\sqrt{2}B-B=(\sqrt{2}-1)B \end{cases}$$

B′ و B خلاف جهت‌هم‌اند



۱ ۲۲۵۹ A

بازی با سؤال حلقه‌ای به مساحت A در یک میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ قرار دارد. اگر زاویهٔ بین بردار میدان مغناطیسی $\vec{B}$ با سطح حلقه ۶۰° باشد، شار میدان مغناطیسی یکنواخت که از سطح حلقه می‌گذرد برابر است با:

کنکور دهه‌های گذشته

۱) $\frac{\sqrt{3}}{2}BA$ ۲) $2BA$ ۳) $\frac{1}{2}BA$ ۴) $\sqrt{3}BA$

پاسخ زاویهٔ بین خط‌های میدان و نیم‌خط عمود بر سطح برابر است با:

$\theta = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$

با توجه به تعریف شار مغناطیسی داریم: $\Phi = BA\cos\theta = \frac{\sqrt{3}}{2}BA$

۲ ۲۲۶۰ A

بازی با سؤال قاب مستطیل شکلی با طول و عرض ۸cm و ۲/۵cm درون میدان مغناطیسی به بزرگی ۵۰۰G قرار گرفته و صفحه با خطوط میدان زاویهٔ ۳۷° می‌سازد. شار مغناطیسی عبوری از صفحه چند میلی‌وبر است؟

$(\sin 37^\circ = \cos 53^\circ = 0/6)$

۱) 6×10^{-1} ۲) 6×10^{-2} ۳) 3×10^{-1} ۴) 3×10^{-2}

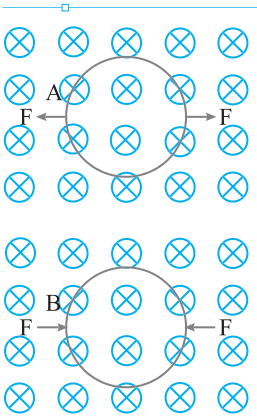
پاسخ زاویهٔ قاب با خطوط میدان مغناطیسی ۳۷° است بنابراین زاویه‌ای که نیم‌خط عمود بر قاب با خطوط میدان مغناطیسی (θ) می‌سازد برابر $90-37=53^\circ$ است:

$\Phi = BA\cos\theta \xrightarrow[B=500G=500\times10^{-4}T]{A=8\times2/5=20cm^2=20\times10^{-4}m^2} \Phi = 500\times10^{-4}\times20\times10^{-4}\times\cos 53^\circ$

$0/6\times10^{-4}Wb = 0/6\times10^{-1}mWb = 6\times10^{-2}mWb$

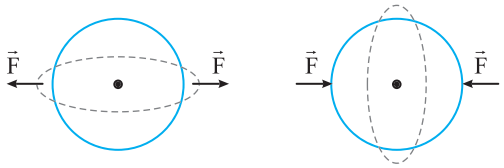
۴ ۲۲۶۲ A

بازی با سؤال دو پیچه دایره‌ای را در میدان‌های درونسو قرار می‌دهیم. اگر پیچه A را از دو طرف بکشیم و پیچه B را از دو طرف بفشاریم، شار عبوری از پیچه در هر کدام از شکل‌های A و B به ترتیب چگونه تغییر می‌کند؟ از کتاب درسی



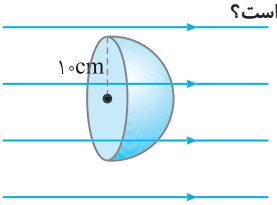
۱) افزایش می‌یابد - کاهش می‌یابد.
۲) کاهش می‌یابد - افزایش می‌یابد.
۳) افزایش می‌یابد - افزایش می‌یابد.
۴) کاهش می‌یابد - کاهش می‌یابد.

پاسخ با کشیده شدن یا فشرده شدن پیچه مساحت سطح پیچه کاهش می‌یابد و با توجه به رابطهٔ شار مغناطیسی $\Phi = BA\cos\theta$، با کاهش مساحت سطح شار مغناطیسی نیز کاهش می‌یابد.



۱ ۲۲۶۷ B

بازی با سؤال در شکل مقابل یک پوسته به شکل نیم‌کره‌ای به شعاع ۱۰cm در آمده و درون میدان مغناطیسی ۴۰۰G قرار گرفته است. شار مغناطیسی عبوری از نیم‌کره چند میکروویر است؟



۱) ۱۲۵۶
۲) ۱۲۵/۶
۳) ۳۱۴
۴) ۳۱/۴

پاسخ با توجه به شکل داده شده تعداد خطوط عبوری از نیم‌کره با تعداد خطوط عبوری از سطح دایره به شعاع ۱۰cm یکسان است، بنابراین در رابطهٔ $\Phi = BA\cos\theta$، A برابر مساحت دایره به شعاع ۱۰cm است:

$A = \pi r^2 \Rightarrow A = 3/14\times10^2 = 314cm^2$

$\Phi = BA\cos\theta \xrightarrow[\theta=0]{\text{سطح بر خطوط میدان عمود است}} \Phi = 400\times10^{-4}\times314\times10^{-4}$

$\Phi = 1256\times10^{-6}Wb = 1256\mu Wb$

۳ ۲۲۶۸ A

بازی با سؤال از یک سیملوله به طول ۴۰cm که شامل ۲۰۰ حلقه می‌باشد و قطر هر حلقه ۱۰cm است، جریان ۴A می‌گذرد. شار گذرنده از سیملوله چند وبر است؟ $(\pi=3, \mu_0=12\times10^{-7}T.m/A)$ مشابه خارج ریاضی - ۹۲

۱) $1/8\times10^{-4}$ ۲) $7/2\times10^{-4}$ ۳) $1/8\times10^{-5}$ ۴) $7/2\times10^{-5}$

پاسخ ۱ ابتدا میدان مغناطیسی سیملوله را حساب می‌کنیم:

$B = \mu_0\frac{N}{l}I \Rightarrow B = 12\times10^{-7}\times\frac{200}{0/4}\times4 \Rightarrow B = 2/4\times10^{-3}T$

۲ میدان مغناطیسی درون سیملوله بر سطح حلقه عمود بوده و در رابطهٔ شار $\Phi = BA\cos\theta$، θ برابر صفر است، بنابراین شار گذرنده از سیملوله خواهد شد:

$\Phi = BA\cos\theta = 2/4\times10^{-3}\times(3\times25\times10^{-4})\times\cos 0$

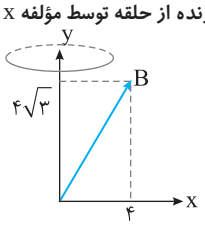
$\Rightarrow \Phi = 1/8\times10^{-5}Wb$

۲ ۲۲۷۱ B

بازی با سؤال بردار میدان مغناطیسی یکنواختی در SI به صورت $\vec{B} = 4\vec{i} + 4\sqrt{3}\vec{j}$ است. اگر حلقه‌ای به مساحت سطح $20cm^2$ را عمود بر محور y در میدان قرار دهیم، شار مغناطیسی عبوری از حلقه چند وبر است؟

۱) 8×10^{-1} ۲) $8\sqrt{3}\times10^{-3}$ ۳) 8×10^{-3} ۴) 16×10^{-3}

پاسخ اگر به شکل روبه‌رو دقت کنید شار گذرنده از حلقه توسط مؤلفه x میدان صفر است و تنها مؤلفه y سبب گذر شار از حلقه می‌شود.



$\Phi = B_y A = 20\times10^{-4}\times4\sqrt{3}$

$= 8\sqrt{3}\times10^{-3}Wb$

۱ ۲۲۷۲ C

بازی با سؤال اگر بردار میدان مغناطیسی در SI به صورت $\vec{B}=-۰/۴\vec{i}+۰/۴\sqrt{۳}\vec{j}$ باشد، شار عبوری از حلقه نسبت به حالت قبل چند برابر می‌شود؟

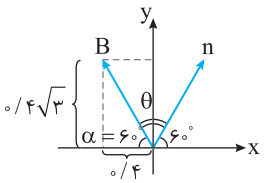
۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$ ۳) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$ ۴) ۱

پاسخ ابتدا زاویهٔ بین نیم‌خط عمود و خطوط میدان را به‌دست می‌آوریم:

$$\tan\alpha=\frac{\text{ضلع روبه‌رو}}{\text{ضلع مجاور}}=\frac{۰/۴\sqrt{۳}}{۰/۴}=\sqrt{۳}\Rightarrow\alpha=۶۰^\circ$$

$$\theta=۱۸۰-(۶۰+۶۰)=۶۰^\circ$$

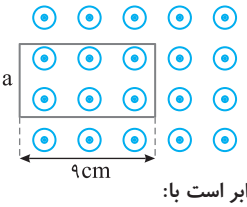
بنابراین شار در این حالت برابر $\Phi_۲=BA\cos۶۰^\circ=\frac{BA}{۲}$ خواهد شد و نصف حالت قبلی است.



۳ ۲۲۸۱ B

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو یک قاب رسانا در میدان مغناطیسی یکنواخت برونسو قرار گرفته است. اگر این قاب شامل ۳۰ حلقه باشد و میدان مغناطیسی یکنواخت از ۱۰mT به ۲۰mT برونسو تغییر کند، قاب را چند سانتی‌متر از میدان خارج کنیم تا شار عبوری از هر حلقه تغیر نکند؟

۱) ۴
۲) ۵/۵
۳) ۴/۵
۴) ۵

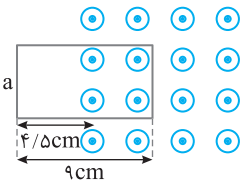


پاسخ شار مغناطیسی گذرنده از قاب برابر است با:

$$\Phi=BA\cos\theta$$

$$\Phi_۲=\Phi_۱\Rightarrow۲۰\times(x\times a)=۱۰\times(۹\times a)$$

$$\Rightarrow x=۴/۵cm$$



در این صورت باید قاب را $۹-۴/۵=۴/۵cm$ از میدان خارج کرد.

۴ ۲۲۸۲ A

بازی با سؤال یکای ولت. ثانیه معادل کدام یک از یکاهای زیر است؟

۱) تسلا ۲) کولن ۳) آمپر ۴) وبر

پاسخ با توجه به قانون القای فاراده، نیروی محرکهٔ القایی متناسب با آهنگ تغییر شار $(\frac{\Delta\Phi}{\Delta t})$ است:

$$|\bar{\varepsilon}|=N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\Rightarrow\underbrace{|\bar{\varepsilon}|}_{\text{ولت}}\underbrace{\Delta t}_{\text{ثانیه}}=N\underbrace{\Delta\Phi}_{\text{وبر}}$$

بنابراین یکای ولت. ثانیه معادل وبر است.

۴ ۲۲۸۷ A

بازی با سؤال پیچه‌ای شامل ۴۰ حلقه در میدان مغناطیسی متغیری قرار دارد. اگر تغییر شار مغناطیسی در هر حلقه در بازهٔ زمانی ۰/۰۱s برابر $۲/۵\times۱۰^{-۳}$ وبر باشد، نیرو محرکه القایی متوسط در پیچه چند ولت خواهد بود؟

کنکور دهه‌های گذشته

۱) ۰/۵ ۲) ۵ ۳) ۱ ۴) ۱۰

پاسخ با استفاده از قانون القای فاراده، نیروی محرکهٔ القایی را به‌دست می‌آوریم:

$$|\bar{\varepsilon}|=|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}|\Rightarrow|\bar{\varepsilon}|=۴۰\times\frac{۲/۵\times۱۰^{-۳}}{۰/۰۱}=۱۰V$$

۴ ۲۲۸۸ B

بازی با سؤال پیچهٔ مسطحی که دارای ۲۰ حلقه است و مساحت هر حلقه آن $۵۰cm^۲$ است، عمود بر میدان مغناطیسی ۴×۱۰^{-۲} تسلا قرار دارد، اگر در مدت ۰/۲s میدان به صفر برسد، متوسط نیروی محرکهٔ القایی در پیچه چند ولت خواهد بود؟

۱) ۲۰ ۲) ۲ ۳) ۲×۱۰^{-۱} ۴) ۲×۱۰^{-۲}

پاسخ تنها میدان مغناطیسی در حال تغییر است:

$$\bar{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\Rightarrow\bar{\varepsilon}=-N\frac{\Delta B}{\Delta t}A\cos\theta\Rightarrow\bar{\varepsilon}=-۲۰\times\frac{۰-۴\times۱۰^{-۲}}{۰/۲}\times۵۰\times۱۰^{-۴}\times۱$$

$$\Rightarrow\bar{\varepsilon}=۲\times۱۰^{-۲}V$$

۳ ۲۲۹۱ B

بازی با سؤال یک پیچه با ۲۰ دور سیم که مساحت هر حلقه آن ۱۰۰ سانتی‌متر مربع است، عمود بر خطوط میدان مغناطیسی قرار گرفته است. اگر میدان مغناطیسی در مدت ۰/۲ ثانیه از ۰/۲۵ تسلا در یک جهت تا ۰/۵ تسلا در خلاف جهت اولیه تغییر کند، اندازه اختلاف پتانسیل متوسط القاشده بین دو سر پیچه چند ولت است؟

۱) ۰/۲۵ ۲) ۰/۰۵ ۳) ۰/۷۵ ۴) ۰/۱۵

پاسخ ایجاد نیروی محرکه در اثر تغییر میدان مغناطیسی صورت گرفته است. دقت کنید در بررسی تغییر میدان مغناطیسی باید جهت میدان در نظر گرفته شود.

$$\theta=۰\ ,\ B_۱=۰/۲۵T\ ,\ B_۲=-۰/۵T$$

$$|\varepsilon|=|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}|=|\frac{-N\Delta BA\cos\theta}{\Delta t}|$$

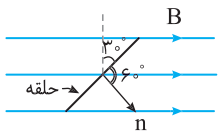
$$\Rightarrow|\varepsilon|=|\frac{-۲۰\times(-۰/۵-۰/۲۵)\times۱۰^{-۲}\times۱}{۲\times۱۰^{-۱}}|\Rightarrow|\varepsilon|=۰/۷۵V$$

۲ ۲۳۰۰ A

بازی با سؤال پیچه‌ای شامل ۲۰۰ حلقه درون میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی ۰/۴T طوری قرار گرفته است که سطح آن با خطوط میدان زاویهٔ ۳۰° می‌سازد. آهنگ تغییر مساحت سطح حلقه چند $cm^۲/s$ باشد تا نیروی محرکه‌ای به بزرگی $۲\times۱۰^{-۲}V$ در حلقه القا شود؟

۱) ۲/۵ ۲) ۵ ۳) ۵×۱۰^{-۴} ۴) $۲/۵\times۱۰^{-۴}$

پاسخ سطح حلقه با خطوط میدان زاویهٔ ۳۰° ساخته است، پس زاویهٔ بین نیم‌خط عمود بر پیچه با خطوط میدان برابر ۶۰° − ۳۰° = ۶۰° است. از این‌رو می‌توان نوشت:

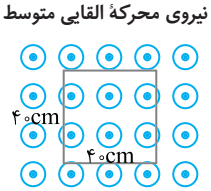


$$|\bar{\varepsilon}|=|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}|\xrightarrow[\text{تغییر است}]{\text{مساحت سطح در حال}}|\bar{\varepsilon}|=|-NB\frac{\Delta A}{\Delta t}\cos\theta|$$

$$\xrightarrow{\theta=۶۰^\circ}۲\times۱۰^{-۲}=۲۰۰\frac{\Delta A}{\Delta t}\times۰/۴\times\frac{۱}{۲}\Rightarrow\frac{\Delta A}{\Delta t}=۵\times۱۰^{-۴}m^۲/s=۵cm^۲/s$$

۲ ۲۳۰۵ B

بازی با سؤال مطابق شکل زیر، قاب مربعی شکلی با طول ضلع ۴۰cm بر خطوط میدان مغناطیسی به بزرگی $B=۵\times۱۰^{-۲}T$ عمود است. اگر سطح قاب در مدت ۱۰۰ms کاملاً از میدان خارج شود، اندازهٔ نیروی محرکهٔ القایی متوسط در قاب چند ولت است؟



۱) ۰/۸
۲) ۰/۰۸
۳) ۰/۴
۴) ۰/۰۴

پاسخ مساحت سطح اولیه درون میدان برابر $A_1=۴۰\times۴۰=۱۶۰۰cm^۲$ یا $۱۶\times۱۰^{-۲}m^۲$ است و با خروج کامل قاب از میدان، مساحت سطحی از قاب که درون میدان مغناطیسی است صفر می‌شود:

$$\Phi_۱=BA_۱\cos\theta \xrightarrow{\theta=۰} \Phi_۱=۵\times۱۰^{-۲}\times۱۶\times۱۰^{-۲}=۸\times۱۰^{-۳}Wb$$

$$\Phi_۲=BA_۲\cos\theta \xrightarrow[A_۲=۰]{\theta=۰} \Phi_۲=۰$$

حال نیروی محرکهٔ القایی را به‌دست می‌آوریم:

$$|\bar{\varepsilon}|=|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}|\Rightarrow\bar{\varepsilon}=۱\times\frac{۸\times۱۰^{-۳}}{۱۰۰\times۱۰^{-۳}}=۰/۰۸V$$

۳ ۲۳۰۷ B

بازی با سؤال شار مغناطیسی گذرنده از پیچه مسطحی که دارای ۵۰۰ حلقه است با تابع $\Phi=۰/۴t+۶$ وابسته به زمان است. نیروی محرکه القا شده متوسط در پیچه در ثانیه سوم چند ولت است؟ (یکاها در SI)

۱) ۲ ۲) ۲۰

۳) ۲۰۰ ۴) قابل محاسبه نیست.

پاسخ نیروی محرکه متوسط القا شده بنا به قانون القای الکترومغناطیسی فاراده برابر $\bar{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ است که در آن $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ شیب نمودار شار - زمان است و با توجه به تابع درجه یک $\Phi=۰/۴t+۶$، شیب نمودار $\Phi-t$ برابر شیب این خط یعنی $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=۰/۴Wb/s$ است که مقدار ثابتی است و در هر بازه زمانی مقدار متوسط آن $۰/۴Wb/s$ است، از این‌رو:

$$|\bar{\varepsilon}|=|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}|=|-۵۰۰\times۰/۴|=۲۰۰V$$

۴ ۲۳۰۸ B

بازی با سؤال معادلهٔ شار مغناطیسی عبوری از یک پیچه که شامل ۶۰ حلقه است، در SI به صورت $\Phi=۴\times۱۰^{-۳}\cos۱۰۰\pi t$ است. اندازهٔ نیروی محرکهٔ القایی متوسط در پیچه در بازهٔ زمانی $t=\frac{۱}{۲۰۰}s$ تا $t_۲=\frac{۱}{۱۰۰}s$ چند ولت است؟

ریاضی - ۹۸

۱) ۲/۴ ۲) ۴/۸ ۳) ۲۴ ۴) ۴۸

پاسخ خط فکری π رادیان، برابر ۱۸۰° درجه است، پس $\frac{\pi}{۲}$ رادیان، ۹۰°، $\frac{۳\pi}{۲}$ رادیان، ۲۷۰° و ۲π رادیان، ۳۶۰° است.

۳ شار عبوری در لحظه‌های $t=\frac{۱}{۲۰۰}s$ و $t=\frac{۱}{۱۰۰}s$ را به‌دست می‌آوریم.

$$t_۱=\frac{۱}{۲۰۰}s\Rightarrow\Phi_۱=۴\times۱۰^{-۳}\cos۱۰۰\pi\times\frac{۱}{۲۰۰}\Rightarrow\Phi_۱=۴\times۱۰^{-۳}\cos\frac{\pi}{۲}$$

$$\xrightarrow[\frac{\pi}{۲}=۹۰^\circ]{\cos\frac{\pi}{۲}=۰}\Phi_۱=۰$$

$$t_۲=\frac{۱}{۱۰۰}s\Rightarrow\Phi_۲=۴\times۱۰^{-۳}\cos۱۰۰\pi\times\frac{۱}{۱۰۰}\Rightarrow\Phi_۲=۴\times۱۰^{-۳}\cos\pi$$

$$\Rightarrow\Phi_۲=۴\times۱۰^{-۳}\cos۱۸۰^\circ=-۴\times۱۰^{-۳}Wb$$

۴ حال با توجه به قانون القای الکترومغناطیسی فاراده، نیروی محرکهٔ القایی متوسط را حساب می‌کنیم:

$$|\bar{\varepsilon}|=|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}|\xrightarrow{N=۱}|\bar{\varepsilon}|=|-۶۰\times\frac{\Phi_۲-\Phi_۱}{t_۲-t_۱}|$$

$$\Rightarrow|\bar{\varepsilon}|=|\frac{-۶۰(-۴\times۱۰^{-۳}-۰)}{\frac{۱}{۱۰۰}-\frac{۱}{۲۰۰}}|\Rightarrow|\bar{\varepsilon}|=۴۸V$$

۲ ۲۳۲۰ B

بازی با سؤال سیملوله‌ای با ۱۰۰۰ دور، مقاومت الکتریکی ۵ اهم و مساحت سطح مقطع $۲۵cm^۲$ در یک میدان مغناطیسی یکنواخت ۴۰۰G به‌گونه‌ای قرار گرفته که محور سیملوله با خطوط میدان موازی است. برای آنکه جریان متوسطی برابر ۱۰mA در سیملوله القا شود، در چه مدت باید میدان مغناطیسی صفر شود؟

۱) ۰/۲ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۰/۵

پاسخ با توجه به قانون اهم نیروی محرکه القایی متوسط را به‌دست می‌آوریم:

$$\bar{\varepsilon}=R\bar{I}=۵\times۱۰^{-۲}V$$

با توجه به قانون الکترومغناطیسی فاراده و اینکه تنها میدان مغناطیسی در حال تغییر است، می‌توان نوشت: $\bar{\varepsilon}=|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}|=|-N\frac{\Delta B}{\Delta t}A\cos\theta|$

خط‌های میدان موازی محور سیملوله و عمود بر سطح حلقه‌ها است بنابراین $\theta=۰$ است.

$$۵\times۱۰^{-۲}=|-۱۰۰۰\times(\frac{۰-۴\times۱۰^{-۲}}{\Delta t})\times۲۵\times۱۰^{-۴}\times۱|\Rightarrow\Delta t=۲s$$

۳ ۲۳۲۲ A

بازی با سؤال پیچه‌ای با ۴۰۰ دور سیم، مقاومت ۳Ω دارد. مقطع این پیچه که مساحت $۲\times۱۰^{-۲}m^۲$ دارد، عمود بر یک میدان مغناطیسی است. این میدان با چه آهنگی برحسب تسلا بر ثانیه تغییر کند تا جریانی به بزرگی ۴mA در پیچه القا شود؟

کنکور دهه‌های گذشته

۱) $۱/۵\times۱۰^{-۲}$ ۲) $۱/۲\times۱۰^{-۲}$ ۳) $\frac{۳}{۲}\times۱۰^{-۳}$ ۴) $\frac{۲}{۳}\times۱۰^{-۳}$

پاسخ ابتدا با استفاده از قانون اهم، نیروی محرکهٔ القایی را به‌دست می‌آوریم و سپس به کمک قانون القا، آهنگ میدان مغناطیسی را حساب می‌کنیم:

$$R=\frac{V}{I}\Rightarrow\bar{\varepsilon}=R\bar{I}\Rightarrow\bar{\varepsilon}=۳\times۴\times۱۰^{-۳}=۱۲\times۱۰^{-۳}V$$

$$|\bar{\varepsilon}|=|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}|\Rightarrow۱۲\times۱۰^{-۳}=۴۰۰\times\frac{\Delta B}{\Delta t}\times A$$

$$\xrightarrow{A=۲\times۱۰^{-۲}m^۲}۱۲\times۱۰^{-۳}=۴۰۰\times\frac{\Delta B}{\Delta t}\times۲\times۱۰^{-۲}$$

$$\Rightarrow\frac{\Delta B}{\Delta t}=\frac{۳}{۲}\times۱۰^{-۳}T/s$$

۱ ۲۳۲۵ B

بازی با سؤال یک پیچه شامل ۲۰۰۰ دور که مساحت هر حلقه آن $۴۰cm^۲$ است عمود بر میدان مغناطیسی B قرار دارد و میدان مغناطیسی در SI به‌صورت $B=۲\times۱۰^{-۳}\cos(۵\pi t+\frac{\pi}{۶})$ است. اگر مقاومت الکتریکی پیچه ۵ اهم و دو سر آن به دو سر مقاومت ۲۰Ω متصل باشد، جریان متوسط مقاومت در مدت ۰/۲s تا ۰/۳s برابر چند میلی‌آمپر است؟ $(\sqrt{۳}\approx۱/۷)$

۱) ۸/۶۴ ۲) $۱/۲۲\times۱۰^{-۳}$ ۳) ۰/۸۶۴ ۴) ۱/۲۲

پاسخ ابتدا شار مغناطیسی در لحظه‌های بیان شده را به‌دست می‌آوریم، برای این منظور، میدان مغناطیسی را حساب می‌کنیم:

$$t=۰/۲s\Rightarrow B_۱=۲\times۱۰^{-۳}\cos(\pi+\frac{\pi}{۶})=۲\times۱۰^{-۳}(-\cos\frac{\pi}{۶})=-\sqrt{۳}\times۱۰^{-۳}T$$

$$t=۰/۳s\Rightarrow B_۲=۲\times۱۰^{-۳}\cos(\frac{۳\pi}{۲}+\frac{\pi}{۶})=۲\times۱۰^{-۳}\sin(\frac{\pi}{۶})=۱۰^{-۳}T$$

$$\Delta\Phi=\Phi_۲-\Phi_۱\Rightarrow\Delta\Phi=B_۲A\cos\theta-B_۱A\cos\theta$$

$$\xrightarrow{\theta=۰}\Delta\Phi=۴۰\times۱۰^{-۴}[۱۰^{-۳}-(-\sqrt{۳}\times۱۰^{-۳})]$$

$$\Rightarrow\Delta\Phi=۴۰\times۱۰^{-۴}\times۲/۷\times۱۰^{-۳}=۱۰/۸\times۱۰^{-۶}Wb$$

اکنون نیروی محرکه القایی متوسط را به‌دست می‌آوریم:

$$\bar{\varepsilon}=\left|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right|=\left|-۲۰۰۰\times\frac{۱۰/۸\times۱۰^{-۶}}{۰/۱}\right|=۲۱۶\times۱۰^{-۳}V$$

$$\bar{I}=\frac{\bar{\varepsilon}}{R_{eq}}=\frac{۲۱/۶\times۱۰^{-۳}}{(۲۰+۵)}=۸/۶۴\times۱۰^{-۳}A\Rightarrow I=۸/۶۴mA$$

B ۲۳۲۷ **۳**

بازی با سؤال شار مغناطیسی که از یک سیم‌پیچ شامل ۱۰۰ حلقه و مقاومت ۵ اهم عبور می‌کند، برابر ۰/۲ وبر است. اگر این شار به‌طور یکنواخت کاهش یافته و در مدت $\frac{۱}{۱۰۰}$ ثانیه به صفر برسد، مقدار بار القایی چند کولن است؟

۱) ۱۰ ۲) ۵ ۳) ۴ ۴) صفر

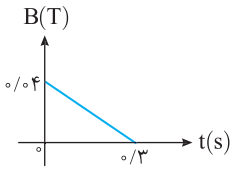
پاسخ بار الکتریکی القایی در سیملوله برابر است با:

$$\Delta q=-\frac{N}{R}\Delta\Phi\Rightarrow\Delta q=\frac{۱۰۰}{۵}\times۰/۲\Rightarrow\Delta q=۴C$$

B ۲۳۳۹ **۲**

بازی با سؤال حلقه‌ای به شعاع ۱۰cm و مقاومت ۵Ω عمود بر میدان مغناطیسی که مطابق شکل روبه‌رو با زمان تغییر می‌کند، قرار دارد. جریان القایی متوسط حلقه در بازهٔ t=۰/۱s تا t=۰/۲s چند میلی‌آمپر است؟ $(\pi\simeq۳)$

تجربی - ۸۷ با تغییر



۱) ۰/۶
۲) ۰/۸
۳) ۱
۴) ۴

پاسخ جریان القایی با توجه به قانون اهم برابر $I=\frac{\varepsilon}{R}$ است و بنا بر قانون القای الکترومغناطیسی فاراده، نیروی محرکهٔ القایی برابر $\varepsilon=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ است. از طرفی حلقه بر خطوط میدان عمود بوده، $\theta=۰$ و $\cos\theta=۱$ است و $\Phi=BA$ خواهد شد. سطح حلقه ثابت است و تغییرات شار ناشی از تغییرات میدان است:

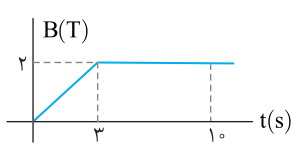
$$I=\frac{\varepsilon}{R}=-\frac{۱}{R}\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\Rightarrow I=-\frac{۱}{R}A\frac{\Delta B}{\Delta t}$$

$\frac{\Delta B}{\Delta t}$، شیب نمودار است، بنابراین شیب را از هر محدوده‌ای به‌دست آوریم یکسان است، از این رو به جای بازهٔ t=۰/۱s تا t=۰/۲s از بازهٔ t=۰ تا t=۰/۳s استفاده می‌کنیم:

$$I=\frac{۱}{۵}\times[۳\times(۰/۱)^{۲}]\times\left(\frac{۰-۰/۰۴}{۰/۳-۰}\right)\Rightarrow I=۸\times۱۰^{-۴}A\Rightarrow I=۰/۸mA$$

B ۲۳۴۰ **۲**

بازی با سؤال یک پیچه مسطح شامل ۱۰۰۰ دور به شعاع ۳cm از سیم رسانایی به مقاومت ۱۰Ω ساخته شده و در یک میدان مغناطیسی عمود بر خطوط میدان قرار دارد. میدان مغناطیسی مطابق شکل روبه‌رو در تغییر است. جریان القایی متوسط در بازه t=۱s تا t=۲/۵s چند آمپر است؟

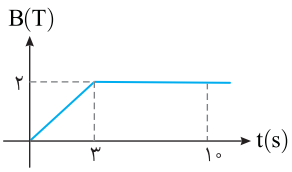


۱) $۶\pi\times۱۰^{-۱}$ ۲) $۶\pi\times۱۰^{-۲}$ ۳) $۳\pi\times۱۰^{-۱}$ ۴) $۳\pi\times۱۰^{-۲}$

۱ در بازه صفر تا ۳s میدان مغناطیسی به صورت یکنواخت تغییر می‌کند، بنابراین آهنگ تغییر میدان در کل این بازه ثابت است و

$$\left(\frac{\Delta B}{\Delta t}\right)_{۱s\text{ تا }۲/۵s}=\left(\frac{\Delta B}{\Delta t}\right)_{۰\text{ تا }۳s}\Rightarrow\left(\frac{\Delta B}{\Delta t}\right)_{۱s\text{ تا }۲/۵s}=\frac{۲}{۳}T/s$$

۲ تغییر شار را حساب می‌کنیم:



$$\Delta\Phi=\Phi_۲-\Phi_۱$$

$$\Rightarrow\Delta\Phi=B_۲A\cos\theta-B_۱A\cos\theta$$

سطح پیچه عمود بر خطوط میدان است $\theta=۰$

$$\Delta\Phi=(B_۲-B_۱)A=\Delta BA$$

۳ جریان متوسط برابر است با:

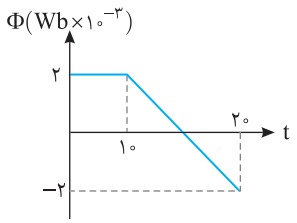
$$\bar{I}=\frac{\bar{\varepsilon}}{R}\xrightarrow{\bar{\varepsilon}=-\frac{N\Delta\Phi}{\Delta t}}\bar{I}=-\frac{N\Delta\Phi}{\Delta t}\xrightarrow{\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=\frac{\Delta B}{\Delta t}A}$$

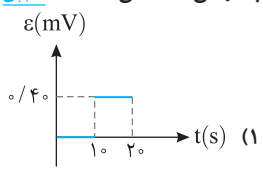
$$|\bar{I}|=\left|-\frac{N}{R}\times\frac{\Delta B}{\Delta t}A\right|\xrightarrow[A=\pi r^{۲}=۹\pi\times۱۰^{-۴}]{N=۱۰۰۰,\ r=۳cm}$$

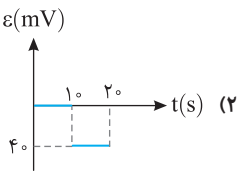
$$\bar{I}=\left|-\frac{۱۰۰۰}{۱۰}\times\frac{\Delta B\times\pi\times۹\times۱۰^{-۴}}{\Delta t}\right|=۱۰۰\times\frac{۲}{۳}\times\pi\times۹\times۱۰^{-۴}=۶\pi\times۱۰^{-۲}A$$

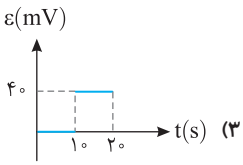
A ۲۳۴۳ **۱**

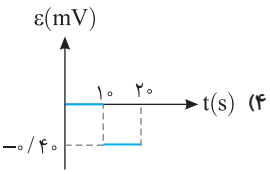
بازی با سؤال نمودار شار مغناطیسی گذرنده از یک حلقه برحسب زمان به صورت شکل مقابل است. کدام گزینه نمودار نیروی محرکهٔ القایی ایجاد شده در حلقه در بازهٔ زمانی صفر تا ۲۰s را به‌درستی نشان می‌دهد؟ قلم‌چی



۱)


۲)


۳)


۴)


پاسخ در بازهٔ ۰ تا ۱۰s شار مغناطیسی تغییر نکرده و نیروی محرکهٔ القایی صفر است.

در بازهٔ ۱۰s تا ۲۰s شیب نمودار Φ−t منفی است و با توجه به رابطهٔ نیروی محرکهٔ القایی $\bar{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$، چون $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ یک عدد منفی است، پس نیروی محرکهٔ القایی یک عدد مثبت است و گزینه‌های (۲) و (۴) نادرست‌اند. حال نیروی محرکه القایی در بازهٔ ۱۰s تا ۲۰s را حساب می‌کنیم:

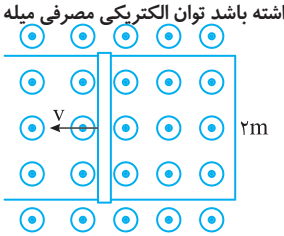
$$\bar{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\xrightarrow{\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=\frac{(-۲-۲)\times۱۰^{-۳}}{۱۰}}\bar{\varepsilon}=-۱\times(-۴\times۱۰^{-۴})V$$

$$\bar{\varepsilon}=۴\times۱۰^{-۴}V=۰/۴mV$$

بنابراین نمودار گزینه (۱) درست است.

B ۲۳۶۱ **۳**

بازی با سؤال در شکل زیر یک میله فلزی با تندی ۰/۵m/s و مقاومت ۰/۲Ω به سمت چپ در حال حرکت است. اگر قاب به صورت عمود بر خطوط میدان مغناطیسی به بزرگی ۰/۲ تسلا قرار داشته باشد توان الکتریکی مصرفی میله فلزی چند وات است؟



۱) ۰/۱
۲) ۰/۲
۳) ۱
۴) ۲

پاسخ ابتدا اندازهٔ نیروی محرکه القایی را حساب می‌کنیم:

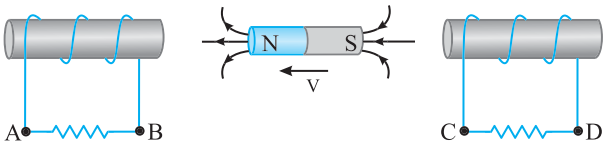
$$\varepsilon = Blv = ۰/۲ \times ۲ \times ۰/۵ = ۰/۲V$$

حال با توجه به رابطه توان مصرفی در مقاومت داریم:

$$P = \frac{V^۲}{R} = \frac{\varepsilon^۲}{R} = \frac{۰/۲ \times ۰/۲}{۰/۲} = ۰/۲W$$

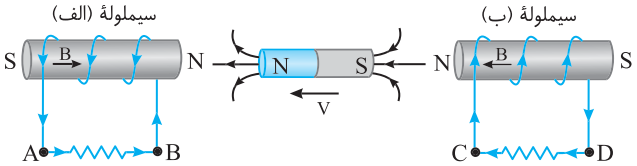
B ۲۳۶۹ **۱**

بازی با سؤال در شکل زیر سیملوله‌ها ثابت‌اند و آهنربا به سمت چپ در حرکت است. جهت جریان القایی در مقاومت‌ها کدام است؟



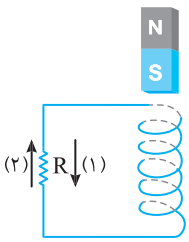
۱) از D به C و از A به B
۲) از C به D و از A به B
۳) از D به C و از B به A
۴) از C به D و از B به A

پاسخ هنگامی که آهنربا به سمت چپ می‌رود باعث تغییر شار در سیملوله‌ها می‌شود. بنا بر قانون لنز، جریان القایی در سیملوله‌ها با ایجاد اثرات مغناطیسی با عامل تغییر شار یعنی حرکت آهنربا به سمت چپ مخالفت می‌کند. در این صورت سمت راست سیملولهٔ (الف) قطب N شده تا با نزدیک شدن آهنربا مخالفت کند و سمت چپ سیملولهٔ (ب) قطب N شده تا قطب S آهنربا را برباید و با دور شدن آهنربا مخالفت کند. اکنون به کمک قاعدهٔ دست راست برای میدان مغناطیسی سیملوله، سوی جریان در هر سیملوله را مشخص می‌کنیم. با توجه به شکل در مدار (الف) جریان در مقاومت AB از A به B و در مدار (ب) جریان در مقاومت CD از D به C خواهد بود.



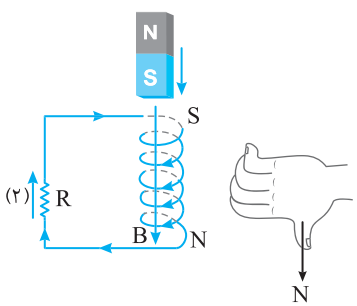
B ۲۳۷۷ **۳**

بازی با سؤال مطابق شکل زیر یک آهنربا را از بالای سیملولهٔ بدون هسته‌ای رها می‌کنیم تا از درون سیملوله عبور کرده و خارج شود. جهت جریان القایی در مقاومت الکتریکی R به هنگام ورود و خروج از سیملوله به‌ترتیب از راست به چپ در کدام جهت است؟

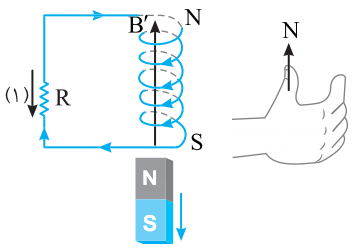


۱) (۱) و (۱)
۲) (۲) و (۲)
۳) (۱) و (۲)
۴) (۲) و (۱)

پاسخ هنگامی که آهنربا در حال نزدیک شدن به سیملوله است، به دلیل تغییر شار مغناطیسی، در سیملوله جریان القایی به‌وجود می‌آید به‌گونه‌ای که بالای سیملوله قطب S می‌شود تا بنا به قانون لنز با نزدیک شدن آهنربا مخالفت کند و با توجه به قاعدهٔ دست راست مطابق شکل جریان القایی در جهت (۲) است.

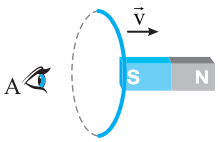


هنگام خروج از سیملوله مجدداً طبق قانون لنز سیملوله با خروج آهنربا مخالفت می‌کند یعنی پایین سیملوله قطب S می‌شود تا جریان القایی در جهت (۱) است.
قطب N را جذب کرده با دور شدن آهنربا مخالفت کند، با توجه به قاعدهٔ دست راست برای میدان مغناطیسی سیملوله، جهت جریان مطابق شکل در مسیر (۱) خواهد شد.



B ۲۳۷۸ **۳**

بازی با سؤال مطابق شکل روبه‌رو، حلقه‌ای از قطب S آهنربا به سمت قطب N حرکت می‌دهیم (آهنربا درون حلقه)، سوی جریان القایی در حلقه از دید ناظر A کدام است؟

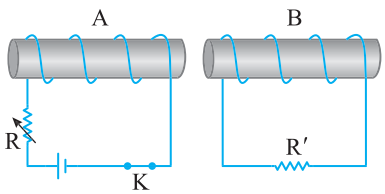


۱) ساعتگرد
۲) پادساعتگرد
۳) ابتدا پادساعتگرد و سپس ساعتگرد
۴) ابتدا ساعتگرد و سپس پادساعتگرد

پاسخ حل دقیقاً شبیه سؤال اصلی است با این تفاوت که جای ناظر قرینه شده، بنابراین سوی جریان‌ها از دید او نیز قرینه می‌شود و گزینهٔ (۳) پاسخ صحیح است.

B ۲۳۹۵ **۳**

بازی با سؤال جهت جریان القایی در R' در هنگام قطع کلید K مانند جهت جریان القایی در هنگام ..... است.

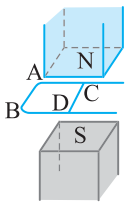


۱) کاهش R
۲) حرکت دادن سیملوله A به طرف راست
۳) حرکت دادن سیملوله B به طرف راست
۴) وصل کلید K

پاسخ در هنگام قطع کلید، جریان سیملوله A کاهش می‌یابد که سبب کاهش شار می‌شود بنابراین شار گذرنده از سیملوله B کاهش می‌یابد اکنون گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم که ببینیم در کدام حالت شار گذرنده از سیملوله B کاهش می‌یابد.
گزینه (۱): با کاهش R جریان مدار افزایش می‌یابد و شار مغناطیسی ایجاد شده افزایش می‌یابد پس گزینه (۱) نادرست است.
گزینه (۲): با حرکت سیملوله A به سمت راست و نزدیک شدن سیملولهٔ A و B، شار مغناطیسی گذرنده از B افزایش می‌یابد و گزینه (۲) نادرست است.
گزینه (۳): با جرکت دادن سیملوله B به سمت راست و دور شدن از سیملوله A، شار گذرنده از سیملوله B کاهش می‌یابد بنابراین گزینه (۳) درست است.
گزینه (۴): با وصل کلید پدیده‌های القایی، وارون با حالت قطع کلید است گزینه (۴) نادرست است.

B ۲۴۰۰ ۲

بازی با سؤال در شکل روبه‌رو سیم رسانای CD روی سیم رسانای U شکل به کدام جهت حرکت داده شود تا جهت جریان القایی در سیم AB از B به سوی A باشد؟



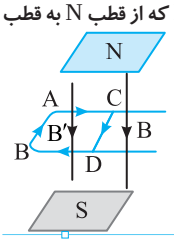
۱) به سمت راست

۲) به سمت چپ

۳) در امتداد سیم به جلو برده شود

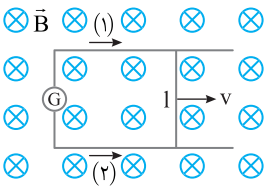
۴) در امتداد سیم به عقب کشیده شود

پاسخ وقتی جهت جریان در سیم AB از B به A باشد، جریان در سیم CD از C به D است و جهت میدان مغناطیسی القایی (B') ناشی از جریان، مطابق شکل است که با جهت میدان مغناطیسی خارجی B که از قطب N به قطب S است، هم‌جهت می‌باشد. یعنی شار در حال کاهش بوده و میدان B' در مخالفت با این کاهش با میدان B هم‌جهت شده است. بنابراین سطح مدار در حال کاهش بوده است، یعنی سیم CD را باید به سمت چپ حرکت دهیم.



B ۲۴۱۲ ۴

بازی با سؤال در شکل زیر میدان مغناطیسی ۰/۰۵ تسلا، سطح قاب عمود بر میدان است و ضلع l به‌طول ۴۰cm با سرعت ۲۰ متر بر ثانیه در جهت نشان داده شده در حرکت است. نیروی محرکهٔ القایی چند ولت و جریان القایی در کدام جهت است؟ ریاضی - ۸۷



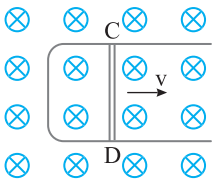
۱) ۱/۲، (۱)

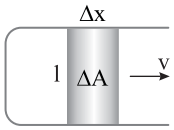
۲) ۱/۲، (۲)

۳) ۰/۴، (۱)

۴) ۰/۴، (۲)

پاسخ در شکل روبه‌رو سیم رسانای CD روی یک سیم U شکل می‌تواند بلغزد. اگر سیم CD با تندی ثابت v به سمت راست حرکت کند داریم:





$$\bar{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\xrightarrow{N=1}$$

$$|\varepsilon|=|-B\frac{\Delta A}{\Delta t}|\ \bar{\varepsilon}=|B\frac{l\Delta x}{\Delta t}|$$

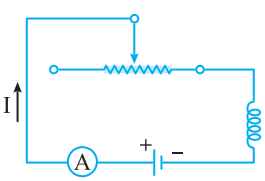
$$\Rightarrow|\varepsilon|=Bl\frac{\Delta x}{\Delta t}|\xrightarrow{v=\frac{\Delta x}{\Delta t}}\varepsilon=Blv$$

ابتدا نیروی محرکهٔ القایی را به‌دست می‌آوریم: $\varepsilon=vBl=۲۰\times۰/۰۵\times۰/۴=۰/۴V$

با توجه به جهت حرکت سیم، مساحت افزایش و شار مغناطیسی نیز افزایش می‌یابد. طبق قانون لنز میدان مغناطیسی القایی باید خلاف میدان اولیه و برونسو باشد. طبق قانون دست راست جهت جریان در جهت (۲) می‌باشد.

B ۲۴۱۸

بازی با سؤال در مدار شکل مقابل، افزایش مقاومت رئوستا سبب القای نیروی محرکه‌ای در القاگر می‌شود که با نیرو محرکهٔ باتری ..... و این نیرو محرکه ..... است. از کتاب درسی



پاسخ با افزایش مقاومت رئوستا با توجه به اینکه $I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}$ جریان مدار کاهش می‌یابد و با توجه به کاهش جریان در القاگر (سیملوله) نیروی محرکه‌ای هم‌جهت با باتری به طور موقت ایجاد می‌شود.

A ۲۴۳۱ ۱

بازی با سؤال جریان گذرنده از یک القاگر را چند درصد افزایش دهیم تا انرژی ذخیره شده در آن ۴۴ درصد افزایش یابد؟

۱) ۲۰ ۲) ۱۰ ۳) ۲۵ ۴) ۲۱

پاسخ انرژی ۴۴٪ افزایش یافته بنابراین:

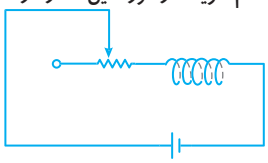
$$U_۲=U_۱+۰/۴۴U_۱\Rightarrow U_۲=۱/۴۴U_۱\xrightarrow{U=\frac{۱}{۲}LI^۲}\frac{۱}{۲}LI_۲^۲=۱/۴۴(\frac{۱}{۲}LI_۱^۲)$$

$$\Rightarrow I_۲=۱/۲I_۱\Rightarrow\Delta I=۰/۲I_۱$$

$$\text{درصد تغییرات جریان}=\frac{\Delta I}{I_۱}\times۱۰۰=۰/۲\times۱۰۰=۲۰٪$$

B ۲۴۴۱ ۱

بازی با سؤال شکل زیر مداری را نشان می‌دهد که شامل یک القاگر و یک رئوستا می‌باشد. کدام گزینه در مورد این مدار درست است؟



۱) با حرکت لغزنده به سمت راست انرژی ذخیره شده در القاگر افزایش می‌یابد.

۲) با حرکت لغزنده به سمت چپ انرژی ذخیره شده در القاگر افزایش می‌یابد.

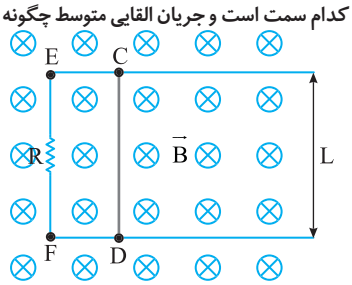
۳) با حرکت لغزنده به هر سمتی انرژی ذخیره شده در القاگر افزایش می‌یابد.

۴) با حرکت لغزنده انرژی ذخیره شده در سیملوله تغییری نمی‌کند.

پاسخ با حرکت لغزنده به راست، مقاومت رئوستا کاهش و جریان مدار و در نتیجه انرژی ذخیره شده در القاگر $(U=\frac{۱}{۲}LI^۲)$ افزایش می‌یابد.

B ۲۴۴۹ ۲

بازی با سؤال شکل زیر رسانای U شکلی را درون میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ که عمود بر صفحه شکل و رو به داخل صفحه است نشان می‌دهد. اگر میله فلزی CD را با سرعت اولیه $v_۰$ به طرف راست پرتاب کنیم جهت جریان القایی در مقاومت R به کدام سمت است و جریان القایی متوسط چگونه تغییر می‌کند؟



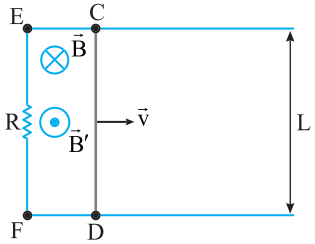
۱) از E به F - ثابت می‌ماند.

۲) از E به F - کاهش می‌یابد.

۳) از F به E - کاهش می‌یابد و سپس ثابت می‌ماند.

۴) از E به F - کاهش می‌یابد و سپس ثابت می‌ماند.

پاسخ با حرکت سیم CD به سمت راست، مساحت سطح بسته افزایش می‌یابد و با افزایش سطح شار گذرنده از آن افزایش می‌یابد و جریان القایی به وجود می‌آید. بنا به قانون لنز میدان مغناطیسی القایی باید برونسو باشد تا با افزایش شار مخالفت کند در نتیجه جهت جریان القایی در مقاومت R از E به F خواهد بود. از طرفی این جریان القایی با عامل به‌وجود آورنده‌اش که حرکت میله است مخالفت می‌کند و باعث کاهش تندی میله و در نتیجه کاهش آهنگ تغییر شار می‌شود، پس اندازه جریان القایی کاهش می‌یابد و وقتی میله متوقف شود به صفر می‌رسد.



B ۳ ۲۴۵۰

بازی با سؤال اگر از هر گونه اتلاف انرژی صرف‌نظر کنیم، کدام گزینه در مورد نوسان‌های آهنربا درست است؟

۱) به مدت طولانی به نوسان خود ادامه می‌دهد.

۲) در تمام مدت طولانی مسیر رفت و برگشت آن ثابت است.

۳) با چند نوسان و کاهش طول مسیر رفت و برگشت به سرعت متوقف می‌شود.

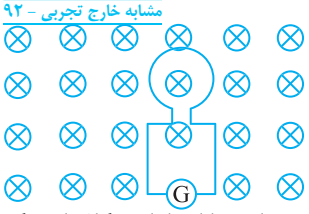
۴) هر سه حالت ممکن است.

پاسخ حتی اگر اتلاف انرژی توسط نیروهای مقاومی مانند مقاومت هوا یا اصطکاک صفر باشد، مسیر آهنربا در هر رفت و برگشت دائماً کوتاه‌تر می‌شود و آهنربا بعد از چند نوسان به سرعت متوقف می‌شود. اما علت چیست؟ علت آن قانون لنز است. حرکت آهنربا باعث ایجاد جریان القایی می‌شود که با عامل به‌وجود آورنده‌اش یعنی حرکت آهنربا مخالف است و سبب توقف آهنربا می‌شود.

C ۳ ۲۴۵۳

بازی با سؤال در شکل زیر حلقه در یک میدان مغناطیسی درونسو قرار دارد. اگر شار مغناطیسی حاصل از میدان مغناطیسی با توجه به معادلهٔ $\Phi=(4t^2-8t)\times10^{-2}$ در SI با زمان شروع به تغییر کند، بزرگی نیروی محرکهٔ القایی متوسط در بازهٔ $t=0/5s$ تا $t=3s$ چند میلی‌ولت و جهت جریان القایی در مدت $t=0$ تا $t=2s$ کدام است؟

مشابه خارج تجربی - ۹۲



۱) ۶۰، ابتدا ساعتگرد سپس پادساعتگرد

۲) ۴۰، ابتدا ساعتگرد سپس پادساعتگرد

۳) ۶۰، ابتدا پادساعتگرد سپس ساعتگرد

۴) ۴۰، ابتدا پادساعتگرد سپس ساعتگرد

پاسخ ۱ قسمت اول که مربوط به نیروی محرکهٔ القایی متوسط است به راحتی قابل حل است کافی است که $t_1=0/5s$ و $t_2=3s$ را در معادله شار - زمان قرار دهیم.

$$t=0/5s \xrightarrow{\Phi=(4t^2-8t)\times10^{-2}} \Phi=(1-4)\times10^{-2}\Rightarrow\Phi_1=-0/03Wb$$

$$t=3s\Rightarrow\Phi=(4\times9-8\times3)\times10^{-2}\Rightarrow\Phi_2=0/12Wb$$

۲ به کمک قانون القای الکترومغناطیسی فاراده نیروی محرکهٔ القایی متوسط را حساب می‌کنیم:

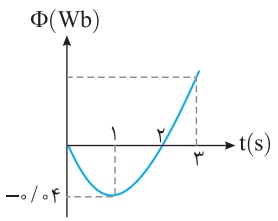
$$\overline{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\Rightarrow|\overline{\varepsilon}|=\frac{|\Phi_2-\Phi_1|}{\Delta t}\Rightarrow|\overline{\varepsilon}|=\left|\frac{0/12-(-0/03)}{3-0/5}\right|$$

$$\Rightarrow\overline{\varepsilon}=0/06V\Rightarrow\overline{\varepsilon}=60mV$$

۳ نمودار شار - زمان را رسم کنید تا مشخص شود که اندازهٔ شار در حال کاهش است یا در حال افزایش. نمودار یک سهمی است که مختصات رأس آن برابر است با:

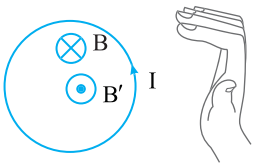
$$t=-\frac{b}{2a}\Rightarrow t=-\frac{(-8)}{2\times4}\Rightarrow t=1s \xrightarrow{\Phi=(4t^2-8t)\times10^{-2}}$$

$$\Phi=(4\times1-8)\times10^{-2}\Rightarrow\Phi=-0/04Wb$$

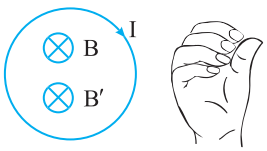


در بازهٔ صفر تا ۱s اندازهٔ شار مغناطیسی در حال افزایش است و در حلقه جریان القایی به‌وجود می‌آید که بنابر قانون لنز باید جهت میدان مغناطیسی القایی B' خلاف جهت میدان مغناطیسی درونسوی B باشد تا با افزایش شار مخالفت کند یعنی B' برونسو باشد و جریان حلقه پادساعتگرد است. از لحظهٔ $t=1s$ تا $t=2s$ شار در حال کاهش و صفر شدن است بنابراین B' باید با B هم‌سو باشد، یعنی B' درونسو بوده و با توجه به قاعدهٔ دست راست جریان القایی آن ساعتگرد می‌شود.

حالت اول: (صفر تا $t=1s$)



حالت دوم: ($t=1s$ تا $t=2s$)



A ۲ ۲۰۸۰

بازی با سؤال حلقه‌ای رسانا به مساحت سطح $200cm^2$ در یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی $0/2T$ قرار دارد و با خطوط میدان زاویهٔ 60° می‌سازد. اگر در مدت $0/02s$ زاویهٔ حلقه با خطوط میدان 15° کاهش یابد و هم‌زمان با آن بزرگی میدان مغناطیسی به گونه‌ای افزایش یابد تا نیرو محرکهٔ القایی در حلقه صفر باشد، بزرگی میدان مغناطیسی در انتهای این زمان چند برابر حالت اول می‌شود؟

۱) $\sqrt{6}$ ۲) $\frac{\sqrt{6}}{2}$ ۳) $\frac{\sqrt{6}}{3}$ ۴) $\frac{\sqrt{6}}{6}$

پاسخ شار مغناطیسی در حالت اول را به‌دست می‌آوریم:

$$\Phi_1=BA\cos\theta_1 \xrightarrow[\theta_1=90-60=30^\circ]{\text{زاویه حلقه با خطوط میدان }60^\circ\text{ است}}$$

$$\Phi_1=BA\cos30^\circ\Rightarrow\Phi_1=\frac{\sqrt{3}}{2}BA$$

شار مغناطیسی در حالت دوم را به‌دست می‌آوریم:

$$\Phi_2=B'A\cos\theta_2 \xrightarrow[\theta_2=90-45=45^\circ]{\text{زاویه حلقه با خطوط میدان }45^\circ\text{ است}}$$

$$\Phi_2=B'A\cos45^\circ\Rightarrow\Phi_2=\frac{\sqrt{2}}{2}B'A$$

برای آنکه نیروی محرکهٔ القایی متوسط در حلقه صفر شود باید تغییر شار صفر باشد.

$$\Delta\Phi=0\Rightarrow\Phi_2=\Phi_1\Rightarrow\frac{\sqrt{2}}{2}B'A=\frac{\sqrt{3}}{2}BA\Rightarrow B'=\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}}B\Rightarrow B'=\frac{\sqrt{6}}{2}B$$

C ۲ ۲۰۸۰

بازی با سؤال اگر القاگر مقاومت داشته باشد، روشنایی لامپ‌ها چگونه تغییر می‌کند؟

۱) روشنایی لامپ (۱) کاهش یافته، روشنایی لامپ (۲) کاهش یافته و خاموش می‌شود.

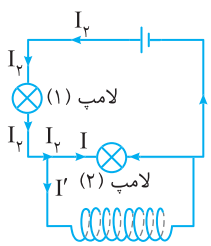
۲) روشنایی لامپ (۱) افزایش یافته، روشنایی لامپ (۲) کاهش یافته اما خاموش نمی‌شود.

۳) روشنایی لامپ (۱) افزایش یافته، روشنایی لامپ (۲) کاهش یافته و خاموش می‌شود.

۴) روشنایی لامپ (۱) کاهش یافته، روشنایی لامپ (۲) افزایش می‌یابد.

پاسخ در ابتدای بسته شدن کلید همانند حالت قبل خواهد شد با همان توضیحات که گفته شد.

اما پس از مدتی اثر خود القاوری از بین رفته و در واقع یک مقاومت موازی با لامپ (۲) در مدار اضافه می‌شود.



یادآوری با اضافه شدن یک مقاومت موازی، مقاومت معادل مدار کاهش می‌یابد:

$$\downarrow R_{eq} \Rightarrow \uparrow I=\frac{\varepsilon}{\downarrow R_{eq}+r}$$

با افزایش جریان، جریان عبوری از لامپ (۱) افزایش می‌یابد. باتری آرمانی بوده و اختلاف پتانسیل آن ثابت می‌ماند، اما اختلاف پتانسیل دو سر لامپ (۱) با توجه به افزایش جریان I لامپ $V=R_{(1)}$ لامپ افزایش می‌یابد:

$$V_{\text{باتری}}=V_{(1)}\text{ لامپ}+V_{\text{لامپ (۲) و الگار}}$$

$$\xrightarrow[\text{لامپ (۱) افزایش می‌یابد}]{\text{باتری } V \text{ ثابت است}} \text{لامپ (۱) و الگار } V \text{ کاهش یافته}$$

پس اختلاف پتانسیل دو سر لامپ (۲) کم شده و روشنایی آن کاهش می‌یابد اما خاموش نمی‌شود.

A ۲۴۶۰ ۱

بازی با سؤال بیشینهٔ جریان متناوبی $5A$ و دورهٔ آن $0/04$ ثانیه است. در لحظهٔ $t=\frac{1}{200}s$ بزرگی جریان چند آمپر است؟ از کتاب درسی

۱) $2/5\sqrt{2}$ ۲) ۵ ۳) $5\sqrt{2}$ ۴) ۲/۵

پاسخ **خط فکری** جریان الگایی یک مولد جریان متناوب از معادلهٔ $I=I_{max}\sin\frac{2\pi}{T}t$ به‌دست می‌آید. در سؤالاتی که جریان در یک لحظه خواسته شده باید ابتدا، معادلهٔ جریان متناوب را بنویسیم سپس در معادله لحظهٔ مورد نظر را قرار دهیم.

۱ معادلهٔ جریان متناوب را می‌نویسیم:

$$I=I_{max}\sin\frac{2\pi}{T}t \xrightarrow[I_{max}=5A]{T=\frac{4}{100}s} I=5\sin\frac{2\pi}{\frac{4}{100}}t \Rightarrow I=5\sin 50\pi t$$

۲ در معادلهٔ جریان متناوب $t=\frac{1}{200}s$ را قرار می‌دهیم:

$$I=5\sin 50\pi\times\frac{1}{200} \Rightarrow I=5\sin\frac{\pi}{4} \xrightarrow{\sin\frac{\pi}{4}=\frac{\sqrt{2}}{2}} I=5\times\frac{\sqrt{2}}{2}=2/5\sqrt{2}A$$

یادداشت ریاضی در روابط جریان متناوب زاویه بر حسب رادیان به‌دست می‌آید و نسبت‌های مثلثاتی برای زاویه‌هایی که باید حفظ باشیم به صورت زیر است:

زاویه	sin	cos
۰	۰	۱
$\frac{\pi}{6}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$
$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$
$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$
$\frac{\pi}{2}$	۱	۰
π	۰	-1
$\frac{3\pi}{2}$	-1	۰
2π	۰	۱

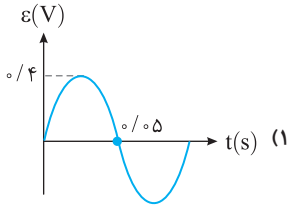
بقیه زاویه‌ها را نیز می‌توان با توجه به زاویه‌های بالا به‌دست آورد مثلاً $\frac{11\pi}{4}$ برابر $3\pi-\frac{\pi}{4}$ است که در ربع دوم قرار می‌گیرد، بنابراین:

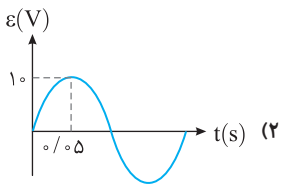
$$\cos\frac{11\pi}{4}=\cos(3\pi-\frac{\pi}{4})=-\cos\frac{\pi}{4}=-\frac{\sqrt{2}}{2}$$

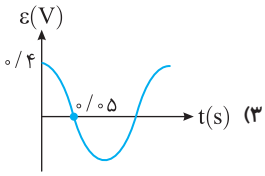
$$\sin\frac{11\pi}{4}=\sin(3\pi-\frac{\pi}{4})=\sin\frac{\pi}{4}=\frac{\sqrt{2}}{2}$$

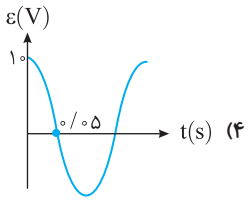
B ۲۴۷۴ ۲

بازی با سؤال معادلهٔ جریان متناوب یک پیچه در SI به‌صورت $I=2\sin 10\pi t$ است. اگر مقاومت پیچه 5Ω باشد، نمودار نیرو محرکه برحسب زمان کدام است؟

۱)


۲)


۳)


۴)


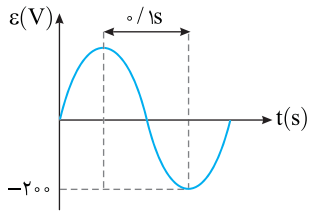
پاسخ ابتدا با توجه به قانون اهم معادلهٔ نیرو محرکهٔ الگایی را می‌نویسیم:

$$R=\frac{V}{I}\Rightarrow\varepsilon=RI \xrightarrow[I=2\sin 10\pi t]{R=5\Omega} \varepsilon=10\sin 10\pi t \Rightarrow \varepsilon_m=10V$$

نمودار $\varepsilon-t$ باید سینوس باشد و بیشینه مقدار آن $10V$ است پس گزینهٔ (۲) درست است.

B ۲۴۷۵ ۴

بازی با سؤال شکل روبه‌رو نمودار تغییرات نیروی محرکهٔ مولد جریان متناوبی را نشان می‌دهد که به دو سر مقاومت اهمی 400Ω متصل است. معادلهٔ جریان زمان این رسانا در SI کدام گزینهٔ زیر است؟



۱) $I=2\sin 10\pi t$
۲) $I=0/5\sin 20\pi t$
۳) $I=2\sin 20\pi t$
۴) $I=0/5\sin 10\pi t$

پاسخ با توجه به نمودار:

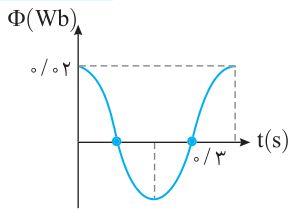
$$\frac{T}{2}=0/1\Rightarrow T=0/2s \quad , \quad \varepsilon_m=200V \quad , \quad I_m=\frac{\varepsilon_m}{R}\Rightarrow I_m=\frac{200}{400}=0/5A$$

معادله جریان - زمان خواهد شد:

$$I=I_m\sin\frac{2\pi}{T}t\Rightarrow I=0/5\sin\frac{2\pi}{0/2}t\Rightarrow I=0/5\sin 10\pi t$$

B ۲۴۷۷ ۲

بازی با سؤال نمودار شار - زمان یک مولد جریان متناوب شامل ۳۰۰ دور به صورت مقابل است، در بازهٔ زمانی $t=0$ تا $t=0/15s$ نیروی محرکهٔ الگایی متوسط چند ولت است؟ $(\sin 45^\circ=\frac{\sqrt{2}}{2}, \sqrt{2}=1/4)$ آزمون مدارس برتر



۱) ۲۸
۲) ۶۸
۳) ۴۸
۴) ۳۸

پاسخ **۱** ابتدا دورهٔ تناوب و معادلهٔ شار - زمان را می‌نویسیم:

$$\begin{cases}\frac{۳T}{۴}=۰/۳\Rightarrow T=۰/۴s\\ \Phi_{max}=۰/۰۲Wb\end{cases}\Rightarrow\Phi=\Phi_{max}\cos\frac{۲\pi}{T}t\Rightarrow\Phi=۰/۰۲\cos\frac{۲\pi}{۰/۴}t$$

$$\Rightarrow\Phi=۰/۰۲\cos۵\pi t$$

۲ با توجه به قانون القای فاراده، نیرو محرکهٔ القایی متوسط را به‌دست می‌آوریم:

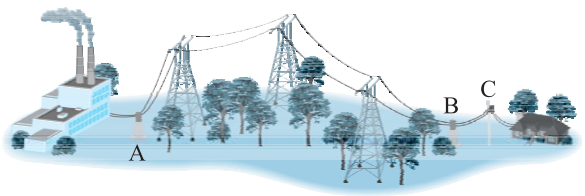
$$\overline{\varepsilon}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\Rightarrow\overline{\varepsilon}=-۳۰۰\times\frac{۰/۰۲\cos۰/۷۵\pi-۰/۰۲\cos۰}{۰/۱۵}$$

$$\Rightarrow\overline{\varepsilon}=-۳۰۰\times\frac{۰/۰۲(\cos\frac{۳\pi}{۴}-\cos۰)}{۰/۱۵}\Rightarrow\overline{\varepsilon}=-۴۰(-\frac{\sqrt{۲}}{۲}-۱)$$

$$\Rightarrow\overline{\varepsilon}=-۴۰(-۱/۷)=۶۸V$$

A **۲۴۹۱** **۲**

بازی با سؤال شکل زیر انتقال توان الکتریکی از نیروگاه تا محل مصرف را نشان می‌دهد. مبدل‌های A، B و C به ترتیب از راست به چپ از چه نوعی می‌باشند؟



۱) افزاینده، کاهنده، افزاینده ۲) افزاینده، کاهنده، کاهنده

۳) کاهنده، افزاینده، کاهنده ۴) کاهنده، افزاینده، افزاینده

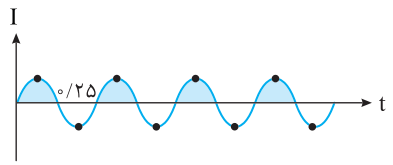
پاسخ برای کاهش اتلاف انرژی ابتدا با استفاده از مبدل A ولتاژ برق را بالا برده و سپس با مبدل‌های B و C ولتاژ را پایین می‌آوریم.

C **۲۴۹۵** **۱**

بازی با سؤال مولد جریان متناوبی در هر ثانیه ۸ بار جریانش max می‌شود. در مدت ۲/۵s جهت جریان این مولد چند ثانیه مثبت است؟

۱) ۱/۲۵ ۲) ۲/۵ ۳) ۰/۷۵ ۴) ۱/۷۵

پاسخ با توجه به نمودار روبه‌رو برای ۸ بار max شدن باید ۴ دورهٔ کامل یا $۴T$ گذشته باشد. پس $T=۰/۲۵s$ می‌شود. $۴T=۱s=T=۰/۲۵s$

تعداد دوره‌ها را در مدت زمان ۲/۵s به‌دست می‌آوریم و می‌دانیم که در هر دوره $\frac{T}{۲}=۰/۱۲۵s$ جریان مثبت است. بنابراین:

$$T=\frac{t}{N}\Rightarrow۰/۲۵=\frac{۲/۵}{N}\Rightarrow N=۱۰\Rightarrow(۱۰\times۰/۱۲۵)=۱/۲۵s$$