

Windows 10



فصل اول

فیزیک و اندازه‌گیری



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

در پاسخ این تست‌ها، تستی تحت عنوان بازی با سؤال قرار گرفته است. منتخبی از تست‌هایی که می‌توانید برای دوره فصل، آن‌ها را حل کنید.

پنجره

بک

رو به روی

دو

آزمونک

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

(۱) وزن نسیم (۲) نیروی اصطکاک (۳) ابعاد کامیون (۴) گزینه های (۱) و (۳) صحیح است.

۲ اگر هر ذره معادل 10^4 سانتی متر و هر فرسنگ معادل 6000 ذره باشد، در این صورت $20/8$ کیلومتر معادل چند فرسنگ است؟ از کتاب درسی

(۱) $\frac{1}{3}$ (۲) $\frac{10}{3}$ (۳) ۳ (۴) $0/3$

۳ دریای نور الماسی به جرم 180 قیراط است. اگر الماس از اتم کربن خالص تشکیل شده باشد، تعداد کربن موجود در دریای نور برابر کدام گزینه است؟ (هر قیراط 200 میلی گرم است و جرم مولی کربن 12 g/mol است. عدد آووگادرو 6×10^{23} است.)

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

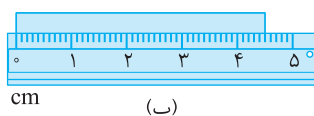
۴ قطر میانگین یک گلبول قرمز 6 mm است. کدام گزینه مساحت هر سطح گلبول قرمز را بر حسب نماد علمی درست بیان می کند؟ از کتاب درسی

(۱) $(2/83 \times 10^{-6} \text{ cm})^2$ (۲) $(9 \times 10^{-11} \text{ m})^2$ (۳) $(2/83 \times 10^{-7} \text{ nm})^2$ (۴) $(9 \times 10^{-6} \text{ nm})^2$

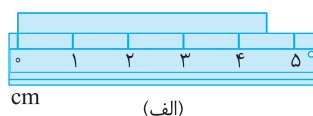
۵ شیر آبی چکه می کند و آهنگ متوسط خروج آب از آن 30 قطره در دقیقه است. اگر حجم 12 قطره آب 1 cm^3 باشد، آهنگ متوسط خروج آب چند لیتر بر ساعت است؟

(۱) $0/15$ (۲) $1/5$ (۳) $0/15$ (۴) $0/06$

۶ در شکل های (الف) و (ب) دقت اندازه گیری ها به ترتیب است. خارج ریاضی - ۹۸ با تغییر



(ب)



(الف)

(۱) 1 mm ، 1 cm

(۲) 1 cm ، $0/1 \text{ mm}$

(۳) $0/5 \text{ mm}$ ، $0/5 \text{ cm}$

(۴) $0/5 \text{ cm}$ ، 5 mm

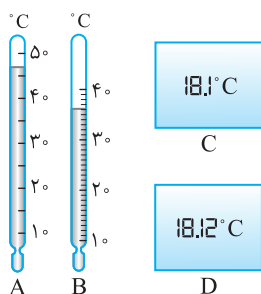
۷ در چهار دستگاه زیر بیشترین دقت مربوط به کدام دستگاه ها است؟

B (۱)

A (۲)

D (۳)

C (۴)



C

D

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

$$50/72 \text{ MJ/m}^3 = 50720 \text{ J/} \square^3$$

dm^2 (۴)

km (۳)

cm (۲)

dm (۱)

۹ کدام کمیت ها، همگی از کمیت های 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



دو

رو به روی

سه

آزمونک

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

- (۱) ۱ (۲) $5/1$ (۳) $5/01$ (۴) $5/001$

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؟

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

۳ دو کره مشابه A و B از یک فلز، یکی توپُر و دیگری توخالی به ترتیب با جرم‌های 56g و 35g در اختیار داریم. اگر چگالی فلز تشکیل دهنده دو کره 7g/cm^3 باشد، حجم حفره داخل کره 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 گلوله آهنی 3900g گرم و چگالی آن 7800kg/m^3 است. اگر گلوله آهنی را به آرامی در ظرف پر از الکل فرو ببریم و چگالی الکل 800kg/m^3 باشد، چند گرم الکل از ظرف خارج می‌شود؟

- (۱) ۴۰۰ (۲) ۳۹۰ (۳) ۵۰۰ (۴) ۴۰۰۰

۶ چند سانتی‌متر مکعب از فلز A را با 1800g گرم از فلز B به طور کامل مخلوط کنیم تا در نهایت 180 سانتی‌متر مکعب آلیاژ فلزهای A و B با چگالی 15000kg/m^3 به دست آید؟ ($\rho_A = 12000\text{kg/m}^3$ 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 $7/5\text{L/min}$ و آهنگ جرم مایع خروجی 1kg/s باشد، چگالی مایع چند g/cm^3 است؟

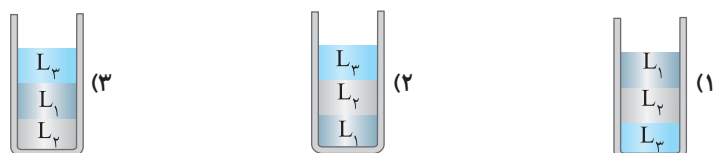
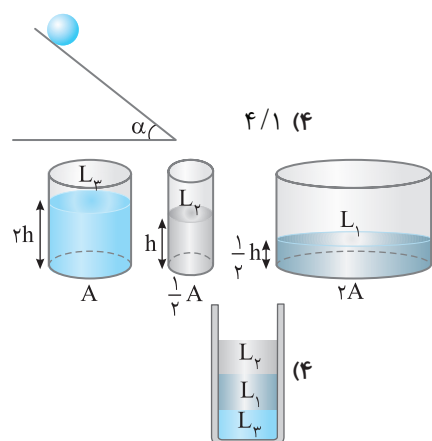
- (۱) $1/25$ (۲) $5/8$ (۳) $7/5$ (۴) $4/5$

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 وسیله 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) $4/2$ (۲) $4/225$ (۳) $4/3$ (۴) $4/1$

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؟



یئجره تو در تو

آزمون فصل

۱ چه تعداد از گزاره های زیر صحیح است؟

الف) بنابر آخرین توافق جهانی، یک متر برابر است با فاصله میان دو خط نازک حک شده در نزدیکی دو سر میله ای از جنس پلاتین - ایریدیوم، وقتی میله در دمای صفر درجه سلسیوس قرار دارد. / ب) استاندارد یک کیلوگرم به صورت جرم استوانه ای فلزی از جنس آلیاژ پلاتین - ایریدیوم تعریف شده است. / پ) استاندارد کنونی زمان بر اساس دقت بسیار زیاد ساعت های 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 می ریزیم به اندازه 16g روغن از لیوان سرریز می شود. چگالی شن چند برابر چگالی روغن است؟

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

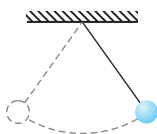
۳ یک بطری $1/5$ لیتری به وسیله شلنگ آبی در مدت 10 ثانیه پر می شود. آهنگ خروج آب از شلنگ برحسب یکای میلی متر مکعب بر دقیقه از کتاب درسی

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

۴ ظرفی می تواند حداکثر 2000g آب را در خود جای دهد. بیشینه مقدار روغنی که می توان در این ظرف ریخت چند کیلوگرم است؟
($\rho_{\text{روغن}} = 0.8\text{g/cm}^3$ و $\rho_{\text{آب}} = 1\text{g/cm}^3$)

- (۱) 1600 (۲) $1/6$ (۳) $2/5$ (۴) 2500

۵ آونگ ساده، وزنه کوچکی است به جرم m که با نخ سبکی به یک نقطه ثابت آویخته شده است. آن را از حالت تعادل خارج کرده و حرکت آن را طی چند نوسان محدود بررسی می کنیم. اگر این حرکت مدل سازی شود کدام مورد شامل موارد جزئی قابل چشم پوشی نمی باشد؟



- (۱) ابعاد وزنه (۲) جرم نخ (۳) اصطکاک در نقطه اتصال (۴) طول آونگ

۶ شعاع یک کره فلزی به جرم $21/6\text{kg}$ برابر 10cm است. اگر 25 درصد از حجم کره را یک حفره تشکیل داده باشد، چگالی فلزی که این کره از آن ساخته شده چند $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ خواهد بود؟ ($\pi = 3$)

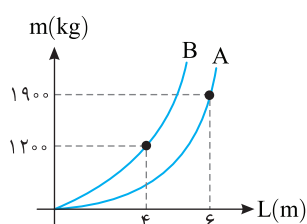
- (۱) $2/5$ (۲) 5 (۳) $7/2$ (۴) $21/6$

۷ صفحه ساعتی به صورت روبه رو است، نسبت دقت ساعت عقربه ای به دقت ساعت دیجیتال کدام است؟

- (۱) $\frac{1}{2}$ (۲) $\frac{1}{4}$ (۳) 1 (۴) $0/1$



۸ مطابق شکل روبه رو، 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»

- ۲ (۱) ۳ (۲) ۴ (۳) ۱ (۴)

۱۰ مقدار ۴۰۰ گرم از فلز A به چگالی 10 g/cm^3 را با ۳۰۰ گرم از فلزی با چگالی 12 g/cm^3 مخلوط می‌کنیم، چنانچه از حجم کل به اندازه

آزمون مدارس برتر

15 cm^3 کاسته شده باشد، چگالی مخلوط چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟

- ۲۸۰۰۰ (۱) ۲۸ (۲) ۱۴ (۳) ۱۴۰۰۰ (۴)

۱۱ معادله مکان - زمان متحرکی در SI به صورت $x = \alpha t^3 + \frac{\beta}{t+3} + 4$ 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 ، m/s^3 (۲) m^2/s^2 ، m/s (۳) m.s^3 ، m/s (۴) m/s^3 ، m.s^3

۱۲ اگر نور فاصله دو سیاره را در مدت $36/5$ دقیقه طی کند، فاصله دو سیاره برحسب سال نوری کدام گزینه است؟

آزمون مدارس برتر

(سرعت نور در خلأ $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$)

- ۱۴۴۰۰ (۱) $\frac{1}{14400}$ (۲) ۱۲۰۰ (۳) $\frac{1}{1200}$ (۴)

۱۳ می‌دانیم هر اینچ معادل $2/5$ سانتی‌متر است. در این صورت مساحت زمین مستطیل شکل زیر برحسب هکتار کدام است؟

($1 \text{ h} = 10^2 \text{ m}$ ، $1 \text{ ft} = 12 \text{ in}$)

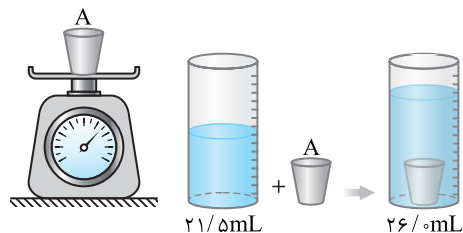


- ۱۸۰۰ (۱) ۱۸ (۲) ۲۴۰۰ (۳) ۲۴ (۴)

۱۴ مطابق شکل برای تعیین چگالی جسم جامد A، آن را درون ظرف آب به چگالی $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$ قرار می‌دهیم. عددی که ترازو برحسب گرم

از کتاب درسی

نشان می‌دهد کدام گزینه می‌تواند باشد؟



۴/۵ (۱)

۴ (۲)

۴/۲۵ (۳)

۴/۷۵ (۴)

۱۵ استوانه A به چگالی ρ و شعاع و ارتفاع R و کره B به چگالی $\frac{\rho}{4}$ 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)

- $\frac{3}{5}\rho$ (۱) $\frac{5}{3}\rho$ (۲) $\frac{5}{4}\rho$ (۳) $\frac{4}{5}\rho$ (۴)

فصل اول: فیزیک و اندازه‌گیری

خواهد شد:

$$\frac{1 \text{ cm}^3}{12 \text{ قطره}} \Rightarrow V = \frac{30}{12} \text{ cm}^3 = 2.5 \text{ cm}^3$$

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

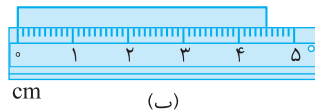
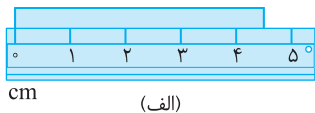
$$\frac{2.5 \text{ cm}^3}{\text{min}} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ cm}^3} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} = \frac{150}{1000} \frac{\text{L}}{\text{h}} = 0.15 \frac{\text{L}}{\text{h}}$$

ضرب تبدیل دقیقه به ساعت ضرب تبدیل cm^۳ به لیتر

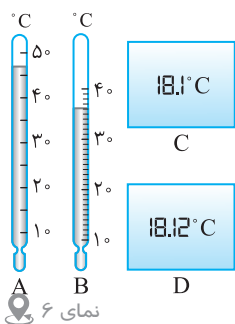
نمای ۴

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

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



نمای ۶



نمای ۶

با توجه به شکل در دماسنج مدرج A کمینه تقسیم‌بندی ۵°C است، بنابراین دقت آن ۵°C است.

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 D برابر C برابر ۰/۱°C و دقت اندازه‌گیری دماسنج D برابر ۰/۱°C است و پاسخ گزینه (۳) است.

A ۱ ۸

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

$$50.72 \frac{\text{MJ}}{\text{m}^3} \times \frac{10^6 \text{ J}}{1 \text{ MJ}} = 5.072 \times 10^4 \text{ J/m}^3$$

حال مقدار به‌دست آمده را در رابطه مسأله قرار می‌دهیم:

$$5.072 \times 10^4 \text{ J/m}^3 = 5.072 \times \frac{\text{J}}{\text{m}^3} \Rightarrow 10^3 \frac{\text{J}}{\text{m}^3} = 1 \frac{\text{J}}{\text{m}^3}$$

$$\Rightarrow 10^3 = \frac{\text{m}^3}{\text{m}^3} \Rightarrow 10^3 = \frac{\text{m}}{\text{m}^3} \Rightarrow \text{m}^3 = \text{dm}^3$$

نمای ۳

بنابراین جای خالی را باید با دسی‌متر پر کرد.

A ۴ ۹

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

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

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

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

نمای ۲

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

آزمونک (بجای ۱ و ۲)

۲ ۱

کامیون در حرکت است و ترمز می‌کند و متوقف می‌شود. در این حرکت ورزش 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 گزینه (۲) پاسخ مسئله است.

نمای ۱

۲ ۲

با توجه به روش تبدیل زنجیره‌ای داریم:

$$20.8 \text{ km} \times \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \times \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} \times \frac{1 \text{ ذره}}{10^4 \text{ cm}} \times \frac{1 \text{ فرسنگ}}{6000 \text{ ذره}} = \frac{1}{3} \text{ فرسنگ}$$

ضرب تبدیل کیلومتر به متر ضرب تبدیل متر به سانتی‌متر ضرب تبدیل سانتی‌متر به ذره ضرب تبدیل ذره به فرسنگ

نمای ۳

۳ ۳

۱. ابتدا باید جرم الماس را برحسب گرم حساب کنیم.

$$m = 180 \text{ قیراط} \times \frac{200 \text{ mg}}{1 \text{ قیراط}} \Rightarrow m = 36 \times 10^3 \text{ mg} \Rightarrow m = 36 \text{ g}$$

ضرب تبدیل قیراط به میلی‌گرم

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

$$n = \frac{36}{12} = 3 \text{ mol}$$

چند مول کربن است.

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

$$\begin{array}{l|l} 1 \text{ mol} & 6 \times 10^{23} \text{ اتم} \\ \hline 3 \text{ mol} & N \Rightarrow N = 18 \times 10^{23} \end{array}$$

نمای ۳

۳ ۴

ابتدا مساحت هر سطح از گلیول قرمز را به‌دست می‌آوریم:

$$A = \pi r^2 = 3.14 \times (3 \times 10^{-6})^2 = 3.14 \times 9 \times 10^{-12} = 28.26 \times 10^{-12} \approx 2.83 \times 10^{-11} \text{ m}^2 \approx 2.83 \times 10^{-5} (\text{mm})^2$$

حال تبدیل واحدهای گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم:

$$\text{گزینه (۱) برحسب (cm): } 2.83 \times 10^{-5} (\text{mm})^2 \times \left(\frac{1 \text{ cm}}{10 \text{ mm}}\right)^2 \approx 2.83 \times 10^{-7} (\text{cm})^2$$

$$\text{گزینه (۲) برحسب m: } 2.83 \times 10^{-5} (\text{mm})^2 \times \left(\frac{1 \text{ m}}{10^3 \text{ mm}}\right)^2 \approx 2.83 \times 10^{-11} \text{ m}^2$$

گزینه (۳) و (۴) برحسب (nm):

$$2.83 \times 10^{-5} (\text{mm})^2 \times \left(\frac{10^6 \text{ nm}}{1 \text{ mm}}\right)^2 \approx 2.83 \times 10^7 (\text{nm})^2$$

نمای ۳

بنابراین گزینه (۳) درست است.

۱ ۵

با توجه به صورت مسئله حجم ۱۲ قطره آب ۱ cm^۳ است. بنابراین حجم ۳۰ قطره آب



آزمونک (ینجره ۲ و ۳)

۲ ۱ A

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 $52/4 \text{ L/g}$ برابر $0/1 \text{ L/g}$ است. این دقت را به یکای kg/m^3 تبدیل می‌کنیم:

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

نمای ۶

۱ ۲ A

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

نمای ۷

بازی با سؤال: کره توپری به شعاع R از فلزی با چگالی ρ ساخته شده

است. اگر درون آن حفره‌ای کروی به شعاع $\frac{R}{2}$ و هم‌مرکز با کره ایجاد شود، چگالی

آن چند برابر ρ می‌شود؟

$$1) \frac{1}{8} \quad 2) \frac{1}{2} \quad 3) \frac{1}{8} \quad 4) \frac{7}{8}$$

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

گزینه ۱

۱ ۳ B

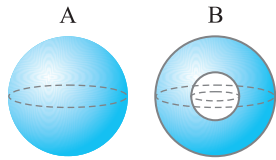
دو کره مشابه‌اند یعنی ابعاد یا حجم ظاهری یکسان دارند پس:

$$(B, A) = V_A = V_B \quad (\text{حجم کل})$$

اما جرم A بیشتر از جرم B است پس کره A توپر و کره B تو خالی است.

از طرفی جرم کره توپر A ، 560 g است

بنابراین حجم کره A خواهد شد:



$$\rho = \frac{m_A}{V_A} \Rightarrow V = \frac{560}{\rho} = \frac{560}{8} \text{ cm}^3 = 70 \text{ cm}^3$$

$$\Rightarrow V_A = 80 \text{ cm}^3 = V_B$$

حال با توجه به چگالی و جرم کره B حجم فلزی که کره B از آن ساخته شده است را

$$\rho = \frac{m_B}{V_B} \Rightarrow V = \frac{350}{\rho} = \frac{350}{8} \text{ cm}^3 = 43.75 \text{ cm}^3$$

حساب می‌کنیم:

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

$$V_{\text{حفره}} = 80 - 43.75 = 36.25 \text{ cm}^3$$

نمای ۱۰

بازی با سؤال: دو مکعب فلزی هم‌جنس A و B که به‌ترتیب طول ضلع

آن‌ها a و $2a$ و جرم آن‌ها m و $2m$ است در اختیار داریم. اگر بدانیم یکی از

مکعب‌ها توپر و دیگری توخالی است حجم حفره برابر کدام گزینه است؟

$$1) 2a^3 \quad 2) 4a^3 \quad 3) 6a^3 \quad 4) 8a^3$$

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

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

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 دهنده مکعب B برابر است با:

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

۳ ۱۰ A

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

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

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

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



گزینه (۳) قابل انجام است. / از تقسیم کمیت طول (B) بر کمیت سرعت (A)، کمیت زمان به دست می‌آید. (مسافت = زمان) بنابراین کمیت جرم D را نمی‌توان از کمیت سرعت

نمای ۵ (B/A) زمان کم کرد و گزینه (۴) نشدنی است.

۲ ۸ B

آهنگ حجم خروجی ۷/۵ L/min است. آهنگ خروجی را بر حسب cm^3/s حساب می‌کنیم.

$$7.5 \frac{\text{L}}{\text{min}} \times \frac{10^3 \text{ cm}^3}{1 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 125 \text{ cm}^3/\text{s}$$

ضریب تبدیل
لیتر به cm^3
دقیقه به ثانیه

آهنگ جرم خروجی 1 kg/s را بر حسب g/s به دست می‌آوریم.

$$1 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \times \frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ kg}} = 1000 \text{ g/s}$$

ضریب تبدیل
کیلوگرم به گرم

بنابراین در هر ثانیه 125 cm^3 مایع که جرم آن 1000 g است از ظرف خارج می‌شود. بنابراین چگالی مایع خواهد شد:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{1000}{125} \Rightarrow \rho = 8 \text{ g/cm}^3$$

نمای ۷ و ۸

۱ ۹ B

عدد گزارش شده $2/15$ از بقیه اعداد فاصله زیادی دارد و آن را دور می‌ریزیم و بین چهار عدد دیگر میانگین‌گیری انجام می‌دهیم.

$$t_{\text{میانگین}} = \frac{4/1 + 4/2 + 4/3 + 4/4}{4} = \frac{16/9}{4} = 4/225 \text{ s}$$

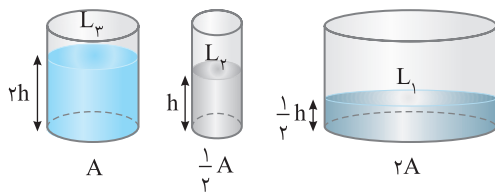
شماره آزمایش	۱	۲	۳	۴	۵
زمان (s)	۴/۱	۴/۲	۲/۱	۴/۲	۴/۴

اما نمی‌توان عدد $4/225$ را گزارش داد زیرا یک واحد از آخرین رقم اندازه‌گیری شده توسط این کورنومتر $1/5$ 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 $4/225 \approx 4/25$ اعلام کرد.

نمای ۶

۳ ۱۰ B

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



$$\left. \begin{aligned} m_1 &= m_2 = m_3 = m \\ V_1 &= 2A \times \frac{h}{2} = Ah \Rightarrow \rho_{L_1} = \frac{m}{Ah} \\ V_2 &= \frac{1}{2} A \times h = \frac{Ah}{2} \Rightarrow \rho_{L_2} = \frac{m}{\frac{Ah}{2}} = 2 \frac{m}{Ah} \\ V_3 &= 2h \times A = 2Ah \Rightarrow \rho_{L_3} = \frac{m}{2Ah} = \frac{1}{2} \frac{m}{Ah} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \rho_{L_2} > \rho_{L_1} > \rho_{L_3}$$

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_2 و مایع روی سطح مایع L_3 است.

نمای ۷

حجم مکعب توپر B برابر است با:

$$V_B = \frac{\lambda m}{\rho} \quad (2)$$

دو رابطه (۱) و (۲) را بر هر تقسیم می‌کنیم تا حجم فلز را بر حسب a^3 به دست بیاوریم:

$$(1), (2) \Rightarrow \frac{V_{\text{فلز}}}{\lambda a^3} = \frac{2m}{\lambda m} \Rightarrow V_{\text{فلز}} = 2a^3$$

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

$$V_{\text{حفره}} = \lambda a^3 - 2a^3 \Rightarrow V_{\text{حفره}} = 6a^3$$

گزینه ۳

۲ ۴ B

ضریب تبدیل ماخ به m/s به صورت $\frac{340 \text{ m/s}}{1 \text{ ماخ}}$ است، بنابراین:

$$v = \frac{5}{9} \times \frac{340 \text{ m/s}}{1 \text{ ماخ}} \Rightarrow v = \frac{5}{9} \times 340 \text{ m/s}$$

اکنون m/s را به km/h تبدیل می‌کند.

$$v = \frac{5}{9} \times 340 \text{ m/s} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \times \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} \Rightarrow v = 5 \times 340 \times 4 = 6800 \text{ km/h}$$

۱ ۵ A

خط فکری حجم الکلی که از ظرف بیرون می‌ریزد برابر حجم گلوله 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 به دست بیاورید. حجم گلوله آهنی را حساب می‌کنیم.

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \frac{\rho = 7800 \text{ kg/m}^3}{m = 3900 \text{ g} = 3.9 \text{ kg}} \Rightarrow V = \frac{3.9}{7800} \Rightarrow V = 5 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

بنابراین حجم الکل خارج شده از ظرف نیز $5 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ بوده و جرم آن خواهد شد:

$$m_{\text{الکل}} = \rho_{\text{الکل}} V_{\text{الکل}} \Rightarrow m = 800 \times 5 \times 10^{-4} \Rightarrow m = 0.4 \text{ kg} \Rightarrow m = 400 \text{ g}$$

نمای ۸

۱ ۶ B

حجم آلیاژ در نهایت 180 cm^3 است یعنی $V_{\text{آلیاژ}} = V_A + V_B = 180 \text{ cm}^3$. با توجه به تعریف چگالی، جرم کل آلیاژ را حساب می‌کنیم.

$$\rho_{\text{آلیاژ}} = \frac{m_{\text{آلیاژ}}}{V_{\text{آلیاژ}}} \Rightarrow \frac{\rho_{\text{آلیاژ}} = 15000 \text{ kg/m}^3 = 15 \text{ g/cm}^3}{V_{\text{آلیاژ}} = 180} \Rightarrow m_{\text{آلیاژ}} = 2700 \text{ g}$$

در صورت مسئله جرم فلز A برابر $m_A = 1800 \text{ g}$ بیان شده از این رو جرم فلز B خواهد شد:

$$m_{\text{آلیاژ}} = m_A + m_B \Rightarrow 2700 = 1800 + m_B \Rightarrow m_B = 900 \text{ g}$$

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

$$\rho_A = \frac{m_A}{V_A} \Rightarrow 12 = \frac{900}{V_A} \Rightarrow V_A = 75 \text{ cm}^3$$

نمای ۱۱

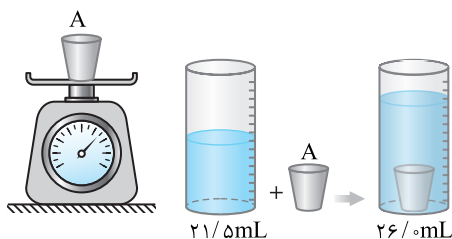
۴ ۷ B

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 به دست می‌آید. البته نمی‌توان کمیت جابه‌جایی را با کمیت سرعت جمع کرد.

در گزینه (۱) از ضرب کمیت سرعت A در کمیت زمان C، $(v \times t)$ کمیت جابه‌جایی به دست می‌آید و گزینه (۱) قابل محاسبه است. / در گزینه (۲) از تقسیم کمیت سرعت

بر کمیت زمان $\left(\frac{A}{C}\right)$ کمیت شتاب و از ضرب کمیت شتاب در کمیت جرم، کمیت نیرو

به دست می‌آید ($F = ma$) و گزینه (۲) قابل محاسبه است. / در گزینه (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



نمای ۸

B ۱۵ ۳

۱. حجم استوانه A را حساب می‌کنیم: $V_A = \pi r^2 h \xrightarrow{\frac{r=R}{h=R}} V_A = \pi R^3$

۲. جرم استوانه A خواهد شد:

$$\rho_A = \frac{m}{V} \xrightarrow{\rho_A = \rho} \rho = \frac{m_A}{V_A} \Rightarrow m_A = \rho \pi R^3$$

۳. حجم کره B را به دست می‌آوریم: $V_B = \frac{4}{3} \pi R^3$

$$m_B = \rho_B V_B \xrightarrow{\rho_B = \rho} m_B = \rho \left(\frac{4}{3} \pi R^3 \right)$$

۵. چگالی مکعب خواهد شد:

$$\rho_{\text{مکعب}} = \frac{m_A + m_B}{V_A + V_B} \Rightarrow \rho_{\text{مکعب}} = \frac{\rho \pi R^3 + \frac{4}{3} \rho \pi R^3}{\pi R^3 + \frac{4}{3} \pi R^3} = \frac{\frac{7}{3} \rho}{\frac{7}{3}} = \rho$$

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

نمای ۱۰ و ۱۱

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

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho} \Rightarrow V_1 = \frac{m_1}{\rho_1} = \frac{400}{10} = 40 \text{ cm}^3, V_2 = \frac{m_2}{\rho_2} = \frac{300}{12} = 25 \text{ cm}^3$$

مجموع حجم دو فلز قبل از مخلوط شدن برابر است با: $V_1 + V_2 = 40 + 25 = 65 \text{ cm}^3$

از حجم کل 15 cm^3 کاسته شده است، پس حجم مخلوط خواهد شد:

$$V_{\text{مخلوط}} = 65 - 15 = 50 \text{ cm}^3$$

چگالی مخلوط را حساب می‌کنیم:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{400 + 300}{50} = 14 \text{ g/cm}^3 = 14000 \text{ kg/m}^3$$

نمای ۱۱

A ۱۱ ۱

یک‌ها باید در دو طرف تساوی سازگار باشند.

$$[x] = [\alpha][\beta] \Rightarrow m = [\alpha] \times s^3 \Rightarrow [\alpha] = m/s^3, [x] = \frac{[\beta]}{[t+s]} \Rightarrow m = \frac{\beta}{s} \Rightarrow \beta = m.s$$

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 ۱۲ ۲

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

$$1y = 1y \times \frac{365d}{1y} \times \frac{24h}{1d} \times \frac{3600s}{1h} \Rightarrow 1y = 365 \times 24 \times 3600s$$

۲. مسافتی که نور در یک سال طی می‌کند:

$$1Ly = 3 \times 10^8 \times 365 \times 24 \times 3600$$

۳. فاصله دو سیاره برحسب متر خواهد شد:

$$l = 3 \times 10^8 \times 36/5 \times 60(m)$$

۴. فاصله دو سیاره برحسب سال نوری برابر است با:

$$l = 3 \times 10^8 \times 36/5 \times 60 \times \frac{1Ly}{3 \times 10^8 \times 365 \times 24 \times 3600} \Rightarrow l = \frac{1}{14400} Ly$$

ضریب تبدیل متر به سال نوری

نمای ۳

B ۱۳ ۲

هر هکتومتر مربع $10^4 m^2$ را هکتار می‌نامند. برای بیان مساحت این

مستطیل برحسب هکتار ابتدا باید ابعاد زمین را برحسب هکتومتر حساب کرد.

$$\text{طول} = 6000 \text{ ft} \times \frac{12 \text{ in}}{1 \text{ ft}} \times \frac{2/5 \text{ cm}}{1 \text{ in}} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} \times \frac{1 \text{ hm}}{100 \text{ m}} = 18 \text{ hm}$$

$$\text{عرض} = 40000 \text{ in} \times \frac{2/5 \text{ cm}}{1 \text{ in}} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} \times \frac{1 \text{ hm}}{100 \text{ m}} = 1 \text{ hm}$$

مساحت زمین برحسب هکتار خواهد شد: $18 \text{ hm} \times 1 \text{ hm} = 18 (\text{hm})^2 \Rightarrow 18 \text{ هکتار}$

نمای ۳

B ۱۴ ۴

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

$$V = 26 - 21/5 \Rightarrow V = 4/5 \text{ mL} \Rightarrow V = 4/5 \text{ cm}^3$$

از طرفی هرگاه جسم درون یک مایع ته‌نشین نشود قطعاً چگالی آن از چگالی مایع بیشتر است. جسم درون آب ته‌نشین شده است، بنابراین چگالی جسم باید از چگالی آب یعنی $(\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3)$ بیشتر باشد. با توجه به تعریف چگالی خواهیم داشت:

$$\rho_{\text{جسم}} > \rho_{\text{آب}} \xrightarrow{\rho = \frac{m}{V}} \frac{m_{\text{جسم}}}{V_{\text{جسم}}} > 1 \Rightarrow \frac{m_{\text{جسم}}}{4/5} > 1 \Rightarrow m_{\text{جسم}} > 4/5 \text{ g}$$

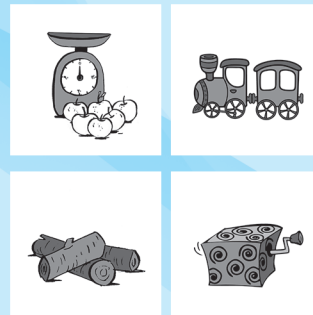
و تنها در گزینه (۴) جرم بیشتر از $4/5 \text{ g}$ است.

Windows 10



فصل دوم

ویژگی‌های فیزیکی مواد



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

در پاسخ این تست‌ها، تستی تحت عنوان بازی با سؤال قرار گرفته است.   منتخبی از تست‌هایی که می‌توانید برای دوره فصل، آن‌ها را حل کنید.

آزمونک

دو

رو به روی

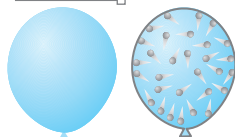
بک

یخچره



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



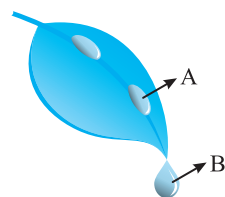
«تراکم‌پذیری گاز - پدیدهٔ پخش در گاز - نامشخص بودن شکل گاز»

۱ (۲)

صفر

۳ (۴)

۲ (۳)



از کتاب درسی

۲ مطابق شکل قطره‌های شبنمی روی برگ درختی قرار دارند. کدام گزینه زیر درست است؟

(۱) شبنم A به دلیل اختلاف نیروی هم‌چسبی و دگرچسبی کروی قرار می‌گیرد.

(۲) شبنم B به دلیل کشش سطحی کروی شده است.

(۳) در شبنم A برخلاف شبنم B، هم‌چسبی بزرگ‌تر از دگرچسبی است.

(۴) گزینه‌های (۱) و (۲) درست می‌باشند.

از کتاب درسی

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

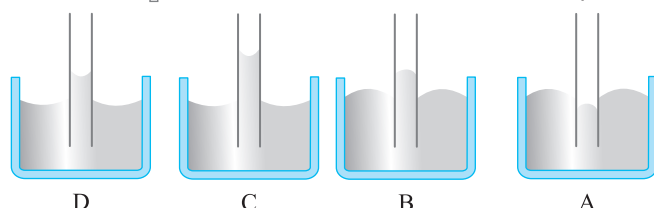
(۱) تغییر رنگ آب در اثر ریختن جوهر، استنشام بوی عطر در هوا

(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.

خارج تجربی - ۹۹



D

C

B

A

A (۱)

B (۲)

C (۳)

D (۴)

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، 7200 پاسکال باشد، کدام گزینه درست است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)

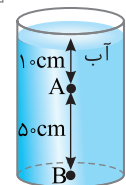
(۱) این مکعب توپر و کامل است.

(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.

تجربی - ۸۹



$\frac{5}{4}$ (۲)

$\frac{21}{20}$ (۴)

$\frac{6}{5}$ (۱)

$\frac{20}{19}$ (۳)

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

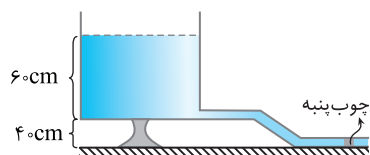
چند نیوتون است؟ (چگالی آب 1 g/cm^3 ، فشار هوا 10^5 Pa و $g = 10 \text{ N/kg}$)

۱۶ (۲)

$2/4$ (۴)

۴ (۱)

۴۴ (۳)

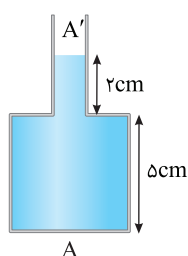


۸ مطابق شکل‌های روبه‌رو در حالت اول فشار در نقاط A و B برابر P_A و P_B و در حالت

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) گزینه (۲) و (۳) درست است.



در ظرف روبه‌رو اگر یک لیتر آب به سر ظرف اضافه کنیم، فشار وارد بر کف ظرف 400 Pa زیاد می‌شود، نسبت $\frac{A}{A'}$ چقدر است؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$ و حجم آب اولیه موجود در ظرف 2 L است.)

($g = 10 \text{ N/kg}$)

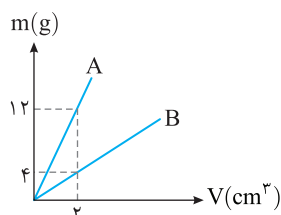
۱/۵ (۱)

۱/۲ (۲)

۲/۵ (۳)

۳ (۴)

آزمون مدارس برتر



در یک ظرف استوانه‌ای شکل به مساحت قاعده 40 cm^2 دو مایع A و B ریخته شده است و ارتفاع مایع A، 10 cm است. اگر نمودار جرم بر حسب حجم دو مایع به صورت روبه‌رو باشد و فشار وارد بر کف ظرف توسط دو مایع 10 kPa باشد، جرم مایع B ریخته شده در ظرف چند کیلوگرم است؟

($g = 10 \text{ N/kg}$)

۳/۲ (۱)

۱/۶ (۲)

۱/۲ (۴)

۰/۸ (۳)

آزمونک

سه

رو به روی

دو

یینجره

مکعب مستطیل فلزی توپری به ابعاد $5 \text{ cm} \times 4 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}$ و چگالی 8 g/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؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)

ریاضی - ۹۸

4×10^3 (۴)

$1/6 \times 10^3$ (۳)

4×10^2 (۲)

$1/6 \times 10^2$ (۱)

کف استخر پر از آبی به عمق h از کاشی‌های $5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$ پوشانده شده است. اگر فشار کل وارد بر کف استخر $2/2 \times 10^5 \text{ Pa}$ و مساحت کف استخر 28 m^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؟ ($P_0 = 10^5 \text{ Pa}$)

$300, 2/2 \times 10^5$ (۴)

$550, 1/2 \times 10^5$ (۳)

$300, 1/2 \times 10^5$ (۲)

$550, 2/2 \times 10^5$ (۱)

مکعبی به ضلع 6 cm پر از آب است. اگر همه آب این مکعب را درون استوانه‌ای که مساحت قاعده آن 72 m^2 است بریزیم، فشاری که این آب در کف استوانه ایجاد می‌کند چند برابر فشاری است که در کف مکعب ایجاد می‌کند؟

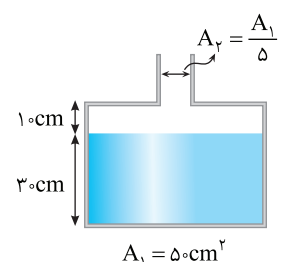
خارج تجربی - ۹۶

۱ (۴)

$\sqrt{2}$ (۳)

$\frac{1}{2}$ (۲)

π (۱)



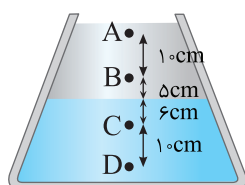
در شکل روبه‌رو چگالی مایع $1/5 \text{ g/cm}^3$ است. اگر 900 g از همین مایع به ظرف اضافه کنیم فشار وارد بر کف ظرف چند پاسکال می‌شود؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)

$2/5 \times 10^3$ (۱)

5×10^3 (۲)

$7/5 \times 10^3$ (۳)

10^4 (۴)



در شکل روبه‌رو دو مایع درون ظرفی قرار دارد و اختلاف فشار بین نقاط A و B، 800 پاسکال و اختلاف فشار بین نقاط C و D، 1200 Pa است. اختلاف فشار بین نقاط B و C چند پاسکال است؟

خارج تجربی - ۹۹

($g = 10 \text{ N/kg}$)

۱۱۲۰ (۲)

۱۰۰۰ (۱)

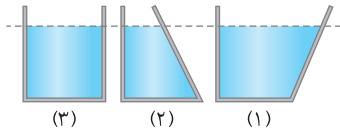
۹۲۰ (۴)

۱۰۲۰ (۳)



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؟

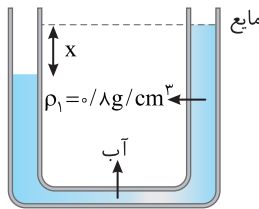


$$F_1 > F_2 > F_3 \quad (2)$$

$$F_1 = F_2 = F_3 \quad (1)$$

$$F_1 > F_2 > F_3 \quad (4)$$

$$F_1 < F_2 < F_3 \quad (3)$$



۷ مایعی به چگالی 0.8 g/cm^3 که با آب مخلوط نمی‌شود، مطابق شکل روبه‌رو در حال تعادل است. اگر

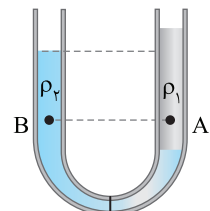
اختلاف ارتفاع آب در دو شاخه ۱۰ سانتی‌متر باشد، x چند سانتی‌متر است؟
 خارج ریاضی - ۹۱

$$4/5 \quad (2)$$

$$12/5 \quad (1)$$

$$2/5 \quad (4)$$

$$8 \quad (3)$$



۸ در شکل مقابل درون لوله U شکل دو مایع مخلوط‌نشده با چگالی‌های ρ_1 و ρ_2 ریخته شده و فشار در

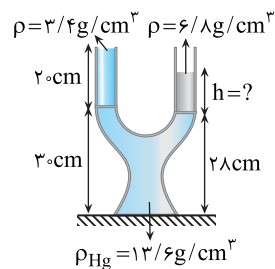
نقاط A و B درون دو مایع به ترتیب P_A و P_B است. کدام گزینه درست است؟
 خارج تجربی - ۹۵

$$P_B > P_A, \rho_2 > \rho_1 \quad (2)$$

$$P_B < P_A, \rho_2 > \rho_1 \quad (1)$$

$$P_B > P_A, \rho_2 < \rho_1 \quad (4)$$

$$P_B < P_A, \rho_2 < \rho_1 \quad (3)$$



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

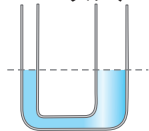
$$5 \quad (1)$$

$$25 \quad (2)$$

$$35 \quad (3)$$

$$30 \quad (4)$$

۱۰ در یک لوله U شکل که مساحت قاعده لوله سمت راست و چپ آن به ترتیب 5 cm^2 و 2 cm^2 است، مطابق شکل روبه‌رو، آب وجود دارد.



در لوله سمت چپ چند گرم روغن بریزیم تا سطح آب در لوله سمت راست ۴ سانتی‌متر بالا رود؟
 خارج ریاضی - ۹۶

$$70 \quad (4)$$

$$35 \quad (3)$$

$$28 \quad (2)$$

$$17/5 \quad (1)$$

آزمونک

چهار

رو به روی

سه

یینجره



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

$$72 \quad (4)$$

$$76 \quad (3)$$

$$73/5 \quad (2)$$

$$75 \quad (1)$$

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

ریاضی - ۹۱

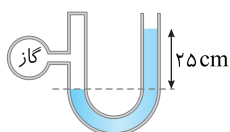
$$(g = 10 \text{ N/kg})$$

$$2000 \quad (2)$$

$$1200 \quad (1)$$

$$2 \quad (4)$$

$$1/2 \quad (3)$$



۳ در شکل مقابل، فشار در نقطه A برابر P_A و فشار در نقطه B برابر P_B است. کدام گزینه رابطه این دو فشار

تجربی - ۹۵

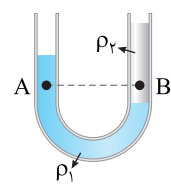
را درست بیان می‌کند؟

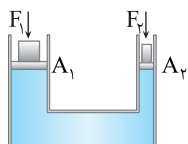
$$P_A > P_B \quad (2)$$

$$P_A = P_B \quad (1)$$

$$P_A < P_B \quad (3)$$

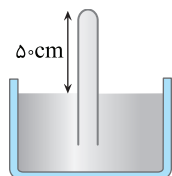
(۴) بستگی به چگالی دو مایع دارد.



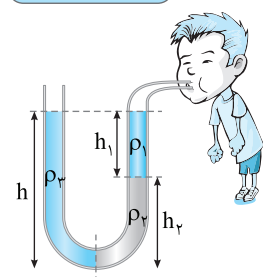


در شکل روبه‌رو، به دو پیستون (با جرم ناچیز) که روی یک مایع قرار دارند نیروهای F_1 و F_2 وارد می‌شود و فشار P_1 و P_2 را روی دو سطح هم‌تراز A_1 و A_2 ایجاد می‌کنند. اگر پیستون‌ها تحت تأثیر این نیروها حرکت نکنند (در تعادل باشند)، نتیجه می‌گیریم که

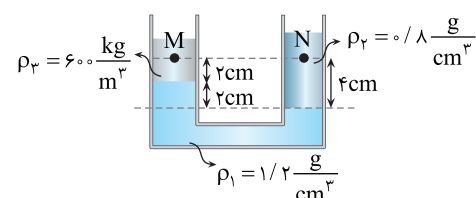
$$F_1 = F_2 \quad (1) \quad F_1 = \left(\frac{A_1}{A_2}\right)F_2 \quad (2) \quad P_1 = \left(\frac{A_1}{A_2}\right)P_2 \quad (3) \quad F_1 = \left(\frac{A_1}{A_2}\right)F_2 \quad (4)$$



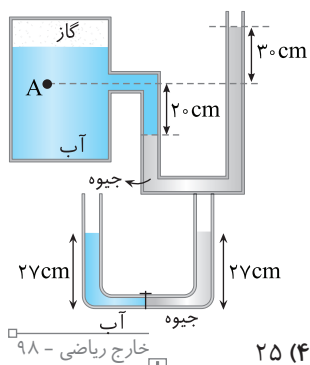
در شکل مقابل یک لوله پُر از جیوه را وارد تشتک پُر از جیوه‌ای کرده‌ایم. اگر لوله را ۵cm از درون تشتک بیرون بکشیم، نیروی وارد بر ته لوله چه تغییری می‌کند؟ (فشار هوای محیط ۷۵cmHg است.)
(۱) ۱۰٪ کاهش می‌یابد.
(۲) ۲۰٪ افزایش می‌یابد.
(۳) ۲۰٪ کاهش می‌یابد.
(۴) ۱۰٪ افزایش می‌یابد.



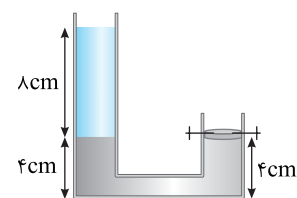
در شکل روبه‌رو شخصی در سمت راست لوله‌ای که حاوی سه مایع به چگالی‌های ρ_1 و ρ_2 و ρ_3 است، می‌دمد. اگر رابطه چگالی‌ها به صورت $\rho_3 = \rho_1 + \rho_2$ باشد، فشار پیمانه‌ای هوای درون ریه شخص که از شاخه سمت راست لوله در آن می‌دمد، چند پاسکال است؟
(۱) $\rho_1 g h_2 + \rho_2 g h_1$
(۲) $\rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2$
(۳) $\rho_3 g (h_1 + h_2)$
(۴) $(\rho_3 - \rho_1) g h$



در شکل مقابل سه مایع در حال تعادل‌اند. $P_N - P_M$ چند پاسکال است؟
(۱) ۴۰
(۲) ۸۰
(۳) ۱۲۰
(۴) ۶۰



در شکل مقابل، فشار در نقطه A چند کیلوپاسکال است؟ (فشار هوا = ۱۰۵ پاسکال، $\rho_{\text{آب}} = ۱۰۰۰ \text{ kg/m}^3$ ، $\rho_{\text{جیوه}} = ۱۳۶۰۰ \text{ kg/m}^3$ ، $g = ۱۰ \text{ N/kg}$)
(۱) ۶۸
(۲) ۱۴۱
(۳) ۱۶۶
(۴) ۱۷۰



در شکل مقابل لوله رابط دو شاخه باریک بوده و حجم یکسانی از دو مایع $\rho_1 = ۱۲۰۰ \text{ kg/m}^3$ و $\rho_2 = ۸۰۰ \text{ kg/m}^3$ در لوله ریخته‌ایم و فشار وارد بر درپوش از طرف مایع 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 مایع P_2 می‌شود. کدام است $\frac{P_2}{P_1}$ ؟ (سطح مقطع لوله ثابت و لوله رابط دارای حجم ناچیز است.) ($g = ۱۰ \text{ N/kg}$)
(۱) $\frac{۴}{۳}$
(۲) $\frac{۳}{۴}$
(۳) $\frac{۵}{۴}$
(۴) $\frac{۴}{۵}$

آزمونک

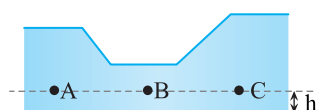
پنج

روبه‌روی

چهار

سینج

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؟

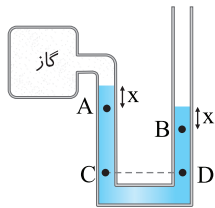


$$P_B < P_A < P_C \quad (2)$$

$$P_A = P_B < P_C \quad (4)$$

$$P_A = P_B = P_C \quad (1)$$

$$P_B > P_A > P_C \quad (3)$$



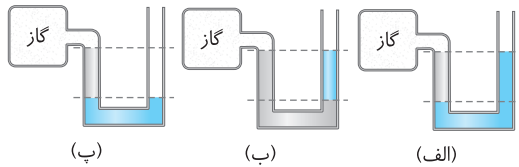
۲ در شکل مقابل مایع در حال تعادل است. اگر فشار در نقاط A، B، C و D به ترتیب P_B ، P_A ، P_C و P_D باشد، کدام گزینه درست است؟

$$P_D > P_C > P_B > P_A \quad (۲)$$

$$P_D = P_C > P_B = P_A \quad (۴)$$

$$P_D = P_C > P_A > P_B \quad (۱)$$

$$P_D = P_C > P_B > P_A \quad (۳)$$



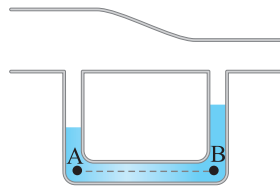
۳ کدام گزینه مخزن‌هایی با فشار پیمانه‌ای منفی را نشان می‌دهد؟

(۱) (الف)، (ب)

(۲) (الف)، (پ)

(۳) (ب)، (پ)

(۴) هر سه مخزن گاز، فشار پیمانه‌ای منفی دارند.



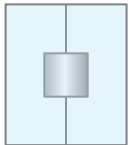
۴ در شکل زیر در لوله افقی با سطح مقطع مختلف هوا در جریان است. اگر فشار مایع در نقاط A و B به ترتیب P_A و P_B باشد، کدام گزینه در مورد مقایسه فشار در این دو نقطه درست است؟

$$P_A > P_B \quad (۲)$$

$$P_A = P_B \quad (۱)$$

$$P_A < P_B \quad (۳)$$

(۴) اظهار نظر قطعی نمی‌توان کرد.



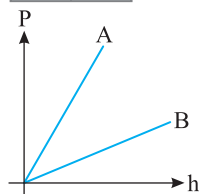
۵ در شکل مقابل ظرف پر از مایع است و جسم توپری توسط دو نخ نازک به بالا و پایین ظرف متصل است. کدام نخ زودتر پاره می‌شود؟

(۱) نخ بالایی

(۲) نخ پایینی

(۳) هیچ کدام 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 فرو می‌رود؟

(۱) در مایع B

(۲) در مایع A

(۳) در هر دو میزان فرو رفتن یکسان است.

(۴) اظهار نظر قطعی نمی‌توان کرد.

۷ در شکل روبه‌رو، مقدار X چند سانتی‌متر است؟ (فشار هوای جو 10^5 Pa ، مایع درون لوله‌ها آب و چگالی آب 1 g/cm^3 است.)

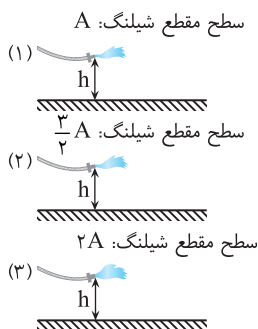
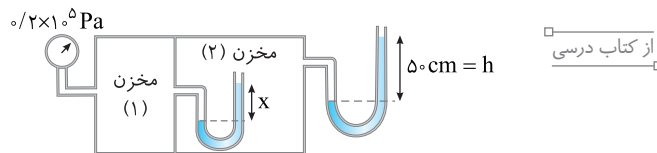
$$(g = 10 \text{ N/kg})$$

$$150 \quad (۱)$$

$$250 \quad (۲)$$

$$100 \quad (۳)$$

$$60 \quad (۴)$$



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_1 ، d_2 و d_3 باشد، کدام گزینه درست است؟

$$d_3 = d_2 = d_1 \quad (۱)$$

$$d_3 > d_2 > d_1 \quad (۲)$$

$$d_3 < d_2 < d_1 \quad (۳)$$

$$d_2 < d_3 < d_1 \quad (۴)$$

۹ مطابق شکل به وسیله یک نی، بالای یک نی دیگر که درون آب است، می‌دمیم تا فشار بالای نی قائم $\frac{1}{n}$ برابر شود. چه ارتفاعی از آب از نی بالا می‌آید؟

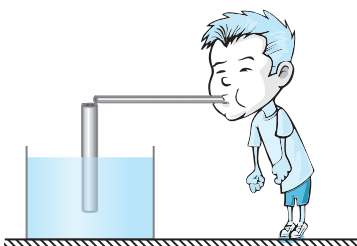
$$(P_0 = 10^5 \text{ Pa}, \rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3, g = 10 \text{ N/kg})$$

$$\frac{10}{n-1} \quad (۲)$$

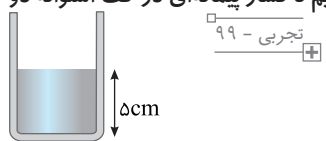
$$\frac{10}{n} \quad (۱)$$

$$\left(\frac{n+1}{n}\right) 10 \quad (۴)$$

$$\left(\frac{n-1}{n}\right) 10 \quad (۳)$$



۱۰ درون ظرف استوانه‌ای به شعاع ۲cm مقداری جیوه وجود دارد. روی این جیوه چند سانتی‌متر آب بریزیم تا فشار پیمانه‌ای در کف استوانه دو برابر شود؟ ($\rho_{\text{Hg}} = 13.6 \text{ g/cm}^3$, $\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$)



۱۰۲ (۲)
۷۴ (۴)

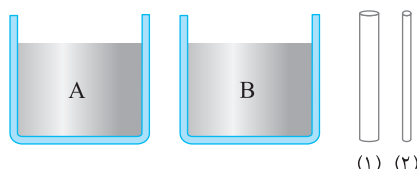
۳۴ (۱)
۶۸ (۳)

آزمون فصل

یخچره تو در تو

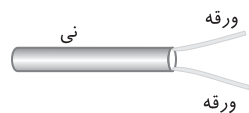
۱ فاصله میانگین بین مولکول‌های مجاور در یک ماده در حالت تعادل در حدود $1 \text{ \AA}$ است. اگر فرض کنیم فاصله بین دو مولکول از این ماده 10^{-13} m باشد، نیروی بین آن‌ها و اگر فاصله بین آن‌ها 10^{-5} m باشد، نیروی بین آن‌ها است.

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



۲ دو لوله موئین 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.



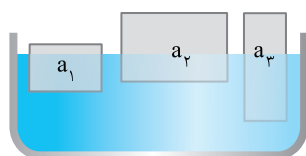
از کتاب درسی

۳ مطابق شکل اگر بخواهیم دو ورقه به هم نزدیک شوند، باید

(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 یک بار 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؟

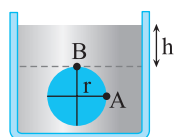
(۱) $P_1 = P_2$ (۲) $P_1 > P_2$ (۳) $P_1 < P_2$ (۴) اظهار نظر قطعی نمی‌توان کرد.



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

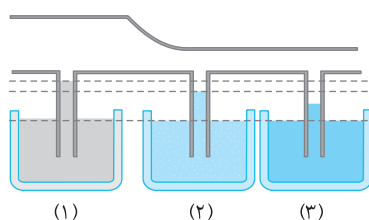
خارج تجریمی - ۹۹

(۱) $\rho_1 > \rho_2 > \rho_3$ (۲) $\rho_1 > \rho_3 > \rho_2$
(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) $\rho g r$
(۳) $\rho g(h+\sqrt{r})$ (۴) $\rho g(h+2r)$



۷ با حرکت جریان هوا در لوله 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 رابطه 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 50 cm^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 0.8 atm و فشار جو 1 atm است و $\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$ ، $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$ و $g = 10 \text{ N/kg}$)

آزمون مدارس برتر

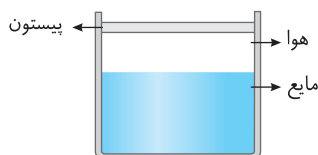
۱۲۰۰ (۴)

۱۲۰ (۳)

۶۰۰ (۲)

۶۰ (۱)

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

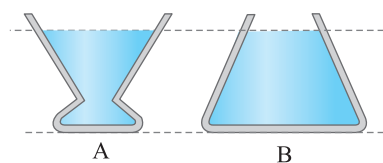
$$P'_2 = P_2 \quad (2)$$

$$P'_2 = 2P_2 \quad (1)$$

$$P_2 < P'_2 < 2P_2 \quad (4)$$

$$2P_2 < P'_2 < 3P_2 \quad (3)$$

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، $1/5$ 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 $\frac{F_A}{F_B}$ به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟



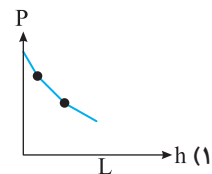
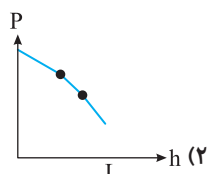
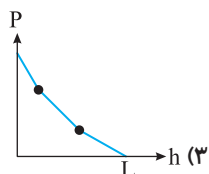
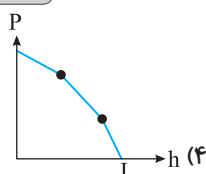
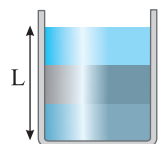
$$1 \text{ و } \frac{1}{3} \quad (4)$$

$$1 \text{ و } \frac{1}{3} \quad (3)$$

$$\frac{3}{2} \text{ و } 1 \quad (2)$$

$$1 \text{ و } \frac{3}{2} \quad (1)$$

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



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؟



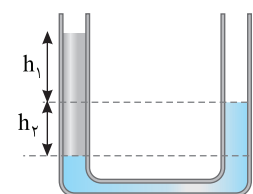
$$\frac{1}{8} \quad (4)$$

$$\frac{1}{2} \quad (3)$$

$$\frac{1}{16} \quad (2)$$

$$\frac{1}{4} \quad (1)$$

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



$$(\rho_{\text{روغن}} = 0.8 \text{ g/cm}^3 \text{ و } \rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3)$$

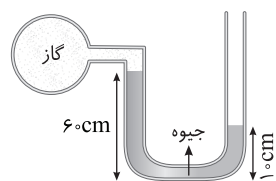
$$\frac{1}{4} \quad (2)$$

$$\frac{5}{4} \quad (1)$$

$$\frac{4}{5} \quad (4)$$

$$4 \quad (3)$$

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

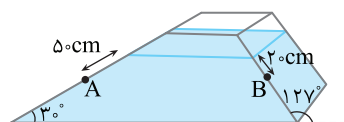


$$32 \quad (2)$$

$$17 \quad (1)$$

$$8/5 \quad (4)$$

$$25/5 \quad (3)$$



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

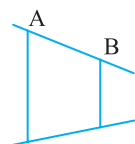
$$(P_{\text{هوای}} = 76 \text{ cmHg} \text{ و } \rho_{\text{جیوه}} = 13.6 \text{ g/cm}^3)$$

$$2/5 \quad (4)$$

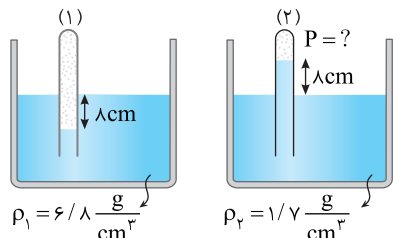
$$4/5 \quad (3)$$

$$9 \quad (2)$$

$$2/25 \quad (1)$$

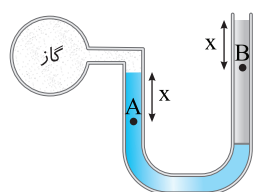


- در شکل روبه‌رو آهنگ جریان آب درون لوله از A به B به‌صورت پایا برقرار است. اگر حین حرکت آب از A تا B شعاع سطح مقطع لوله $37/5$ درصد کاهش یابد، تندی جریان آب چگونه تغییر می‌کند؟
- (۱) ۱۵۶ درصد افزایش می‌یابد.
(۲) ۱۴۴ درصد افزایش می‌یابد.
(۳) تغییر نمی‌کند.
(۴) ۲۰ درصد افزایش می‌یابد.



- در شکل مقابل، طرف‌ها هر دو در یک محیط هستند، فشار گاز محبوس در بالای لوله در ظرف (۱) برابر 79 cmHg است. فشار گاز محبوس در بالای لوله در ظرف (۲) چند سانتی‌متر جیوه است؟ ($\rho_{\text{جیوه}} = 13/6 \text{ g/cm}^3$)

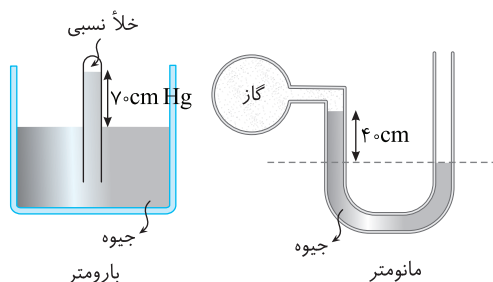
- (۱) ۷۷
(۲) ۷۵
(۳) ۷۶
(۴) ۷۴



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

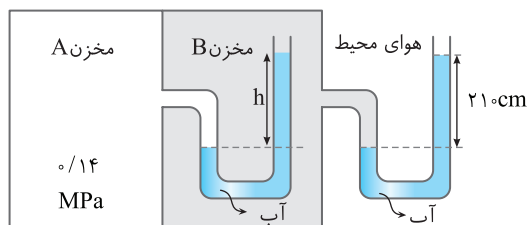
- (۱) $P_A < P_B$
(۲) $P_A > P_B$
(۳) $P_A = P_B$

- (۴) بسته به شرایط هر سه گزینه می‌تواند درست باشد.



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

- (۱) ۳۰
(۲) ۴۰
(۳) ۴۰/۵
(۴) ۵۴

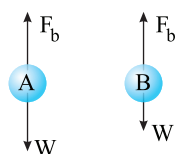


- در شکل روبه‌رو ارتفاع h چند سانتی‌متر است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$ ، فشار هوای محیط 10^5 Pa و چگالی آب 1000 kg/m^3 است.)

- (۱) ۱۸۰
(۲) ۱۸۶
(۳) ۱۹۰
(۴) ۲۱۰

از کتاب درسی

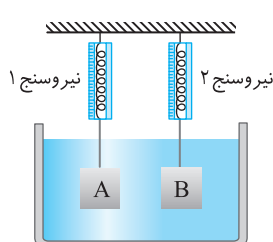
- به دو جسم از طرف مایع نیروی شناوری F_b و نیروی وزن W وارد شده است. کدام گزینه درست است؟



- (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) گزینه (۱) و (۲) درست است.

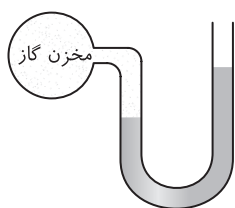
- یک محلول آب و الکل در اختیار داریم که حجم آب درون محلول V_1 و حجم الکل درون محلول V_2 است. اگر یک قالب یخ به محلول اضافه کنیم با چه شرایطی یخ روی سطح محلول شناور می‌ماند؟ ($\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$ ، $\rho_{\text{یخ}} = 0/9 \text{ g/cm}^3$ ، $\rho_{\text{الکل}} = 0/8 \text{ g/cm}^3$)

- (۱) $V_1 = V_2$
(۲) $V_1 > V_2$
(۳) $V_1 < V_2$
(۴) اظهار نظر قطعی نمی‌توان کرد.



- 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؟

- (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.



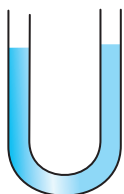
۲۴ در شکل روبه‌رو، قطر دو شاخه یکسان است. اگر در مخزن گاز سوراخی ایجاد کنیم، سطح مایع در شاخه سمت راست ۱ m پایین می‌آید. فشار پیمانه‌ای گاز درون مخزن قبل از سوراخ کردن چند کیلو پاسکال بوده است؟ ($\rho_{\text{مایع}} = 1 \text{ g/cm}^3$, $P_0 = 10^5 \text{ Pa}$, $g = 10 \text{ N/kg}$)

۲ (۲)

۱ (۱)

۲۰ (۴)

۱۰ (۳)



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

۲ cm پایین می‌رود. (۴)

۱ cm پایین می‌رود. (۳)

۲ cm بالا می‌رود. (۲)

۱ cm بالا می‌رود. (۱)

فصل دوم: ویژگی‌های فیزیکی مواد

آزمونک (یمنجه ۱ و ۲)

۱ فشار در نقطه A را به دست می‌آوریم:

$$P_A = P_0 + \rho gh_A \xrightarrow{h_A = 1 \text{ cm} = 0.01 \text{ m}} P_A = 9/9 \times 10^4 + 1000 \times 0.01 \times 10 = 10000 \text{ Pa}$$

$$\Rightarrow P_A = 9/9 \times 10^4 + 0.01 \times 10^4 = 10000 \text{ Pa}$$

۲ فشار در نقطه B را به دست می‌آوریم:

$$P_B = P_0 + \rho gh_B \xrightarrow{h_B = 6 \text{ cm} = 0.06 \text{ m}} P_B = 9/9 \times 10^4 + 1000 \times 0.06 \times 10 = 10600 \text{ Pa}$$

۳ نسبت خواسته شده را به دست می‌آوریم:

$$\frac{P_B}{P_A} = \frac{10600}{10000} \Rightarrow \frac{P_B}{P_A} = \frac{106}{100} = \frac{53}{50}$$

نمای ۵

۱ ۷ B

چوب‌پنبه ساکن است و نیروی خالص وارد بر آن صفر است. از طرفی فشار مایع در سمت چپ چوب‌پنبه برابر $P_0 + \rho gh$ 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:

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

$$F = (P_0 + \rho gh)A \text{ و } F_0 = P_0 A \text{ است.}$$

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

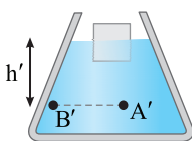
$$\Rightarrow f_s = (\rho gh)A = 1000 \times 10 \times (0.06/1000) \times 4 \times 10^{-4} = 4 \text{ N}$$

۴ 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. $f_s = P_{\text{مایع}} A$

نمای ۶

۴ ۸ B

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



۲ با توجه به نکته بالا فشار در نقاط A و B با هم برابر است:

$$P_A = P_B = P$$

۳ نقاط A' و B' نیز در عمق h' در مایع قرار دارد و فشار در نقاط A' و B' نیز با هم برابر است:

$$P_{A'} = P_{B'} = P'$$

۴ 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

۲ ۹ B

۱ خط‌کشی یک لیتر آب به ظرف اضافه شده و سبب شده تا فشار وارد بر کف ظرف ۴۰۰ Pa زیاد شود، یعنی فشاری که این ۱ L آب ایجاد کرده است، ۴۰۰ Pa

است و با توجه به تعریف اصلی فشار $P = \frac{F}{A}$ ابتدا می‌توان مساحت دهانه ظرف

۱ شکل به فاصله 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 پدیده پخش در آن‌ها رخ دهد. نمای ۱

۴ ۲ B

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

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

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

نمای ۲

۴ ۳ B

علت تغییر رنگ آب توسط جوهر و پخش شدن بوی عطر در هوا پدیده پخش در مایع و گاز است بنابراین گزینه (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 گزینه (۲) درست است.

استفاده از مایع شونده 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 گزینه (۳) نیز درست است. نمای ۱ و ۲

۱ ۴ B

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

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

نمای ۳

۲ ۵ B

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

$$P = \frac{W}{A} \xrightarrow{P = 7200 \text{ Pa}, A = 0.01 \text{ m}^2} 7200 = \frac{W}{0.01} \Rightarrow W = 72 \text{ N} \Rightarrow m = 7/2 \text{ kg}$$

بنابراین جرم این مکعب ۷/۲ kg است.

۲ حجم فلزی که این مکعب ۷/۲ kg از آن ساخته شده است را به دست می‌آوریم:

$$\rho = \frac{m}{V} \xrightarrow{\rho = 8000 \text{ kg/m}^3, m = 7/2 \text{ kg}} 8000 = \frac{7/2}{V} \Rightarrow V = 9 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \Rightarrow V = 900 \text{ cm}^3$$

۳ حجم مکعبی که طول هر ضلع آن ۱۰ cm است خواهد شد:

$$V' = a^3 = 10^3 \Rightarrow V' = 1000 \text{ cm}^3$$

۴ در نتیجه مکعب توپر و کامل نیست، زیرا حجم فلزی که مکعب از آن ساخته شده

۹۰۰ cm^۳ و حجم مکعب کامل ۱۰۰۰ cm^۳ است و حفره‌ای به حجم ۱۰۰ cm^۳ درون این مکعب قرار دارد. نمای ۴

۴ ۶ B

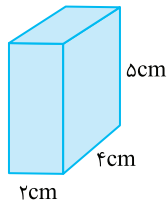
فشار در یک نقطه از مایع برابر است با: $P = P_0 + \rho gh$

آزمونک (پنجمه ۲ و ۳)

B ۱ ۴

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:
فشار بیشینه را حساب می‌کنیم.

$$P = \rho gh$$

$$P_{\max} = \rho gh_{\max} = 8000 \times 10 \times \frac{5}{100}$$

$$\Rightarrow P_{\max} = 4 \times 10^3 \text{ Pa}$$

نمای ۴

B ۲ ۲

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

$$P = P_{\text{کل}} - P_0 \Rightarrow P = 2/2 \times 10^5 - 10^5 \Rightarrow P = 1/2 \times 10^5 \text{ Pa}$$

نیروی وارد بر سطح هر کاشی خواهد شد:

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = PA \Rightarrow F = 1/2 \times 10^5 \times (25 \times 10^{-4}) \Rightarrow F = 300 \text{ N}$$

نمای ۶

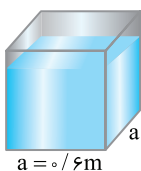
B ۳ ۲

نکته برای ظرفی که سطح مقطع آن‌ها ثابت است فشار حاصل از مایع درون

آن‌ها از دو رابطه مقابل به دست می‌آید:

$$P = \frac{mg}{A} = \rho gh$$

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



$$A_{\text{مربع}} = a^2 = 0.36 \text{ m}^2$$

$$a = 0.06 \text{ m}$$



$$A_{\text{دایره}} = 0.72 \text{ m}^2$$

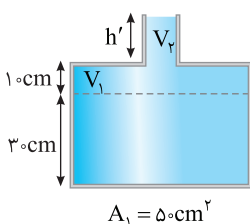
$$\frac{P_{\text{استوانه}}}{P_{\text{مکعب}}} = \frac{\frac{m_1 g}{A_{\text{دایره}}}}{\frac{m_2 g}{A_{\text{مربع}}}} \xrightarrow{m_1 = m_2} \frac{P_{\text{استوانه}}}{P_{\text{مربع}}} = \frac{A_{\text{مربع}}}{A_{\text{دایره}}} = \frac{0.36}{0.72} = \frac{1}{2}$$

نمای ۶

B ۴ ۳

۱ ابتدا حجم ۹۰۰ g مایع را به دست می‌آوریم:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 1/5 = \frac{900}{V} \Rightarrow V = \frac{900 \times 2}{1/5} = 600 \text{ cm}^3$$



۲ حال برای به دست آوردن فشار باید افزایش ارتفاع را به ازای ۶۰۰ cm³ مایع افزوده شده، محاسبه کرد.

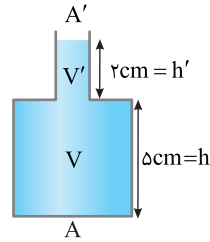
$$V_1 + V_2 = 600 \Rightarrow 50 \times 10 + h' \times 10 = 600$$

$$\Rightarrow h' = 10 \text{ cm}$$

۳ پس ارتفاع کل مایع درون ظرف برابر است با:

$$30 + 10 + 10 = 50 \text{ cm}$$

(A') را حساب کرد. سپس حجم آب موجود در قسمت باریک را (A'h') به دست می‌آوریم. برای به دست آوردن حجم قسمت پهن ظرف، حجم قسمت باریک را از حجم کل آب (۲L) کم می‌کنیم.



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

$$P = \frac{F}{A'} \Rightarrow 4000 = \frac{10}{A'}$$

$$\Rightarrow A' = \frac{1}{400} \text{ m}^2 = 2/5 \times 10^{-2} \text{ m}^2$$

۲ حجم قسمت باریک را به دست می‌آوریم

$$V' = A'h' \Rightarrow V' = 2/5 \times 10^{-2} \times \frac{2}{100} \Rightarrow V' = 5 \times 10^{-4} \text{ m}^3 = 0.5 \text{ L}$$

۳ حجم قسمت پایین ظرف خواهد شد:

$$V = 2 - 0.5 = 1.5 \text{ L} = 1500 \text{ cm}^3$$

۴ اکنون مساحت سطح A قابل محاسبه است.

$$V = Ah \Rightarrow 1500 = A \times 5 \Rightarrow A = 300 \text{ cm}^2 = 3 \times 10^{-2} \text{ m}^2$$

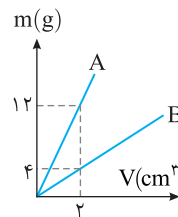
$$\frac{A}{A'} = \frac{3 \times 10^{-2}}{2/5 \times 10^{-2}} = 1/2$$

۵ نسبت $\frac{A}{A'}$ برابر است با:

نمای ۹

B ۱۰ ۲

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



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

۲ فشار ناشی از مایع A را به دست می‌آوریم.

$$P_A = \rho_A gh_A \xrightarrow{h_A = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}} P_A = 6000 \times 10 \times \frac{1}{100} = 6000 \text{ Pa}$$

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

$$P_B = 10000 - 6000 \Rightarrow P_B = 4000 \text{ Pa}$$

۴ ارتفاع مایع B خواهد شد:

$$P_B = \rho_B gh_B \Rightarrow 4000 = 2000 \times 10 \times h_B \Rightarrow h_B = 0.2 \text{ m} = 20 \text{ cm}$$

۵ حجم مایع B برابر است با:

$$V_B = Ah_B \Rightarrow V_B = 40 \times 20 = 800 \text{ cm}^3$$

۶ اکنون جرم مایع B قابل محاسبه است.

$$\rho_B = \frac{m_B}{V_B} \Rightarrow m_B = \rho_B V_B \Rightarrow m_B = 2 \times 800 = 1600 \text{ g} = 1.6 \text{ kg}$$

نمای ۱۰

اکنون فشار نقاط A و B را مقایسه می‌کنیم:

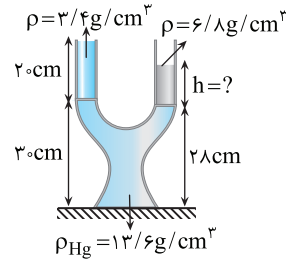
$$P_1 = P_2 \Rightarrow \rho_1 g h_1 + P_A = \rho_2 g h_2 + P_B \xrightarrow{P_2 > P_1} P_B < P_A$$

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

نمای ۱۲

۳ ۹ B

خط فکری فشار در کف ظرف چه از شاخه سمت چپ و چه از شاخه سمت راست حساب شود، یکسان است. بنابراین به سراغ شاخه 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 $\rho = 3/4 \text{ g/cm}^3$ و ارتفاع 20 cm را بر حسب cmHg به دست می‌آوریم.

$$\rho g h = \rho_{Hg} g h_{Hg} \Rightarrow 3/4 \times 20 = 13/6 h_{Hg} \Rightarrow h_{Hg} = 5 \text{ cm} \Rightarrow P_{\text{مایع}} = 5 \text{ cmHg}$$

اکنون کافی است فشار مایع را با فشار ستون 30 cm جیوه جمع کنیم تا فشار در کف ظرف به دست آید.

نمای ۱۰ و ۱۱

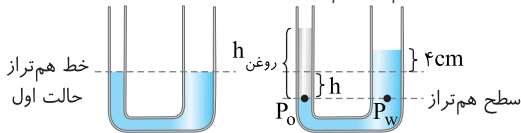
۲ ۱۰ B

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.

$$\Delta V_{\text{چپ}} = \Delta V_{\text{راست}} \Rightarrow (Ah)_{\text{چپ}} = (Ah)_{\text{راست}}$$

$$2 \times h_{\text{چپ}} = 5 \times 4 \Rightarrow h_{\text{چپ}} = 10 \text{ cm}$$

در دو حالت شکل را رسم می‌کنیم.



اکنون با توجه به سطح هم‌تراز می‌توان نوشت:

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

$$\Rightarrow 0.8 \times h_{\text{روغن}} = 1 \times 14 \Rightarrow h_{\text{روغن}} = \frac{14}{0.8} \Rightarrow h_{\text{روغن}} = 17.5 \text{ cm}$$

حجم روغن اضافه شده برابر است با:

$$V = Ah_{\text{روغن}} = 2 \times 17.5 / 5 = 7 \text{ cm}^3$$

جرم روغن اضافه شده را به دست می‌آوریم:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = 0.8 \times 7 = 5.6 \text{ g}$$

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

$$\frac{h_2}{h_1} = \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2$$

نمای ۱۳

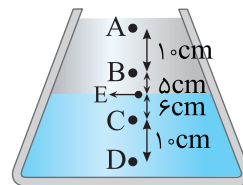
۴ فشار وارد بر کف ظرف خواهد شد:

$$P = \rho g h = 1/5 \times 10^3 \times 10 \times \frac{5}{100} = 1/5 \times 10^2 \text{ Pa}$$

نمای ۹

۲ ۵ B

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.

$$\Delta P_{AB} = \rho_1 g (\Delta h_{AB})$$

$$\Rightarrow 800 = \rho_1 \times 10 \times 0.1$$

$$\Rightarrow \rho_1 = 800 \text{ kg/m}^3$$

۲ چگالی مایع پایینی را به دست می‌آوریم.

$$\Delta P_{CD} = \rho_2 g (\Delta h_{CD}) \Rightarrow 1200 = \rho_2 \times 10 \times 0.1 = \rho_2 \times 1200 \text{ kg/m}^3$$

۳ اکنون برای به دست آوردن اختلاف فشار بین نقاط B و C باید فشار حاصل از 5 cm از مایع ρ_1 را با فشار حاصل از 6 cm از مایع ρ_2 جمع کرد.

$$\Delta P_{BE} + \Delta P_{EC} = \rho_1 g (\Delta h_{BE}) + \rho_2 g (\Delta h_{EC}) = 800 \times 10 \times \frac{5}{100} + 1200 \times 10 \times \frac{6}{100}$$

$$\Delta P_E = 400 + 720 = 1120 \text{ Pa}$$

نمای ۱۰

۱ ۶ B

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:

$$F = PA = \rho g h A \xrightarrow{h_1 = h_2 = h_3, A_1 = A_2 = A_3} F_1 = F_2 = F_3$$

نمای ۹

۴ ۷ B

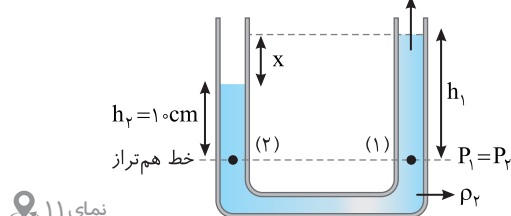
خط هم‌تراز را رسم می‌کنیم و فشار در این نقاط را روی خط هم‌تراز برابر قرار می‌دهیم.

$$P_1 = P_2 \Rightarrow \rho_1 g h_1 + P_o = \rho_2 g h_2 + P_o \Rightarrow \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \Rightarrow 0.8 \times h_1 = 1 \times 10$$

$$h_1 = \frac{10}{0.8} = 12.5 \text{ cm}$$

با توجه به شکل می‌توان نوشت:

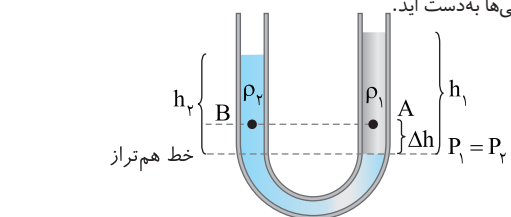
$$h_1 = h_2 + x \Rightarrow 12.5 = 10 + x \Rightarrow x = 2.5 \text{ cm}$$



نمای ۱۱

۱ ۸ B

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



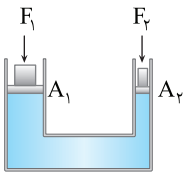
$$P_1 = P_2 \Rightarrow \rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2 \xrightarrow{h_1 > h_2} \rho_2 > \rho_1$$

$$P_C = P_D \Rightarrow P_A + \rho_1 g \Delta h = P_B + \rho_2 g \Delta h \quad \text{در نظر گرفت:}$$

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

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.

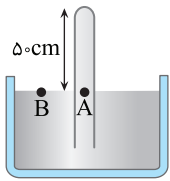
نمای ۱۲



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

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

نمای ۱۱



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

$$P_A = P_B \Rightarrow P_1 + P_{\text{جیوه}} = P_2 \Rightarrow P_1 + 50 = 75 \Rightarrow P_1 = 25 \text{ cmHg}$$

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

$$F_1 = P_1 A \Rightarrow F_1 = 25 \times A$$

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

$$P_C = P_D \Rightarrow P_2 + P_{\text{جیوه}} = P_1 \Rightarrow P_2 + 55 = 75 \Rightarrow P_2 = 20 \text{ cmHg}$$

نیروی وارد بر ته لوله در این حالت خواهد شد:

$$\frac{\Delta F}{F_1} \times 100 = \frac{20A - 25A}{25A} \times 100 = -20\%$$

درصد تغییرات نیرو خواهد شد:

نمای ۱۵

بنابراین نیروی وارد بر ته لوله ۲۰٪ کاهش می‌یابد.

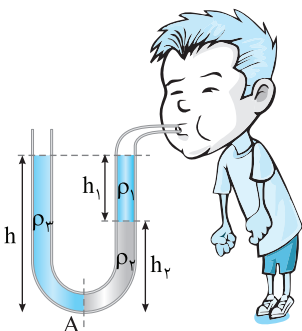
با توجه به شکل فشار شاخه سمت چپ با فشار شاخه سمت راست در نقطه A برابر است. فشار در شاخه چپ مجموع فشار هوا و فشار مایع ρ_p است و فشار در شاخه سمت راست، مجموع فشار ستون h_1 از مایع ρ_1 ، فشار ستون h_p از مایع ρ_p و فشار هوای درون ریه شخص است. بنابراین:

$$P_{\text{شخص}} = P_{\text{شاخه چپ}} = P_{\text{شاخه راست}} \Rightarrow P_0 + \rho_p g h_p = \rho_1 g h_1 + \rho_p g h_p + P_{\text{شخص}}$$

$$\xrightarrow{\rho_p = \rho_1 + \rho_2} P_0 + (\rho_1 + \rho_2) g (h_1 + h_p) = \rho_1 g h_1 + \rho_p g h_p + P_{\text{شخص}}$$

$$P_0 + \rho_1 g h_1 + \rho_1 g h_p + \rho_2 g h_p = \rho_1 g h_1 + \rho_p g h_p + P_{\text{شخص}}$$

$$P_{\text{شخص}} - P_0 = \rho_1 g h_p + \rho_2 g h_p \Rightarrow P_g = \rho_1 g h_p + \rho_2 g h_p$$



نمای ۱۷

آزمونک (ینجره ۳ و ۴)

۲ ۱ B

خط شکر: فشار کل برابر $P_{\text{کل}} = P_0 + \rho g h$ 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:

$$P = P_0 + \rho g h \Rightarrow \begin{cases} h=18\text{m} \rightarrow P = P_0 + 1000 \times 10 \times 18 = P_0 + 18 \times 10^4 \\ h=6\text{m} \rightarrow P' = P_0 + 1000 \times 10 \times 6 = P_0 + 6 \times 10^4 \end{cases}$$

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

$$\frac{P_0 + 18 \times 10^4}{P_0 + 6 \times 10^4} = 1/75 \Rightarrow P_0 + 18 \times 10^4 = 1/75 P_0 + 1/75 \times 6 \times 10^4$$

$$0/75 P_0 = 18 \times 10^4 - 10/5 \times 10^4 \Rightarrow 0/75 P_0 = 7/5 \times 10^4 \Rightarrow P_0 = 10^5 \text{ Pa}$$

۳. اکنون فشار هوای محیط را بر حسب cmHg به دست می‌آوریم.

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

$$h_{\text{Hg}} = \frac{10^5}{136000} \approx 0/735 \text{ mHg} = 73/5 \text{ cmHg}$$

نمای ۱۴

۴ ۲ B

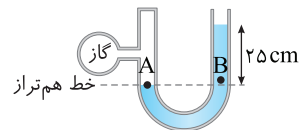
خط تراز را می‌کشیم. فشار در نقاط A و B واقع بر خط تراز برابر است و فشار در نقطه A برابر فشار مخزن گاز ($P_A = P_B$) و فشار در نقطه B برابر مجموع فشار هوا و فشار

ستون ۲۵ cm مایع است.

با توجه به فرض مسئله اختلاف فشار گاز درون مخزن با فشار هوا برابر $5 \times 10^3 \text{ Pa}$ است. بنابراین:

$$P_{\text{گاز}} - P_0 = \rho g h \xrightarrow{P_{\text{گاز}} - P_0 = 5 \times 10^3} 5 \times 10^3 = \rho \times 10 \times \frac{25}{100}$$

$$\rho = 2 \times 10^3 \text{ kg/m}^3 \Rightarrow \rho = 2 \text{ g/cm}^3$$



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

$$P_{\text{گاز}} - P_0 = \rho g h$$

نمای ۱۶

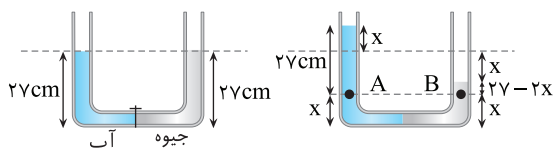
۳ ۳ B

نقاط هم‌تراز درون یک مایع ساکن هم‌فشارند. بنابراین

$$P_C = P_D \Rightarrow P_0 + \rho_1 g h_1 = P_0 + \rho_2 g h_2$$

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

(البته با توجه به شکل و بدون محاسبه، با توجه به اینکه مایع ρ_p روی مایع ρ_1 قرار گرفته، نتیجه می‌گیریم مایع ρ_p چگالی کمتری دارد.) می‌توان فشار در نقطه C را جمع فشار در نقطه A و فشار $\rho_p g \Delta h$ و فشار در نقطه D را نیز جمع فشار در نقطه B و فشار



نمای ۱۳

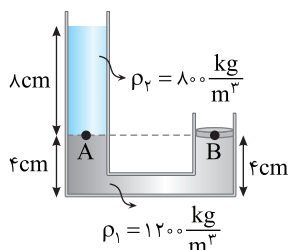
۳ ۱۰ A

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:

$$P_A = P_B \xrightarrow{\text{فشار در نقطه B}} \rho_2 gh = P_1 \xrightarrow{\text{فشار وارد بر درپوش است}}$$

$$\Rightarrow 800 \times 10 \times \frac{\lambda}{100} = P_1 \Rightarrow 640 \text{ Pa} = P_1$$



۲ در حالت دوم دو مایع با هم مخلوط شده‌اند. در واقع ۸ cm مایع با ρ_2 با ۸ cm مایع ρ_1 مخلوط شده است:

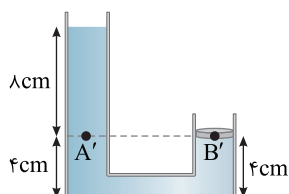
$$\rho_{12} = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} = \frac{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{\rho_1 Ah_1 + \rho_2 Ah_2}{Ah_1 + Ah_2} \xrightarrow{\text{از صورت و مخرج A را ساده می‌کنیم}}$$

$$\rho_{12} = \frac{\rho_1 h_1 + \rho_2 h_2}{h_1 + h_2} = \frac{1200 \times \frac{\lambda}{100} + 800 \times \frac{\lambda}{100}}{\frac{\lambda}{100} + \frac{\lambda}{100}} = \frac{640 + 480}{2} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

۳ مایع مخلوط در لوله به صورت زیر قرار می‌گیرد:

$$P_{A'} = P_{B'} \Rightarrow \rho_{12} g \frac{\lambda}{100} = P_2 \Rightarrow 1000 \times 10 \times \frac{\lambda}{100} = P_2 \Rightarrow 800 \text{ Pa} = P_2$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{800}{640} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{5}{4} \quad \text{بنابراین:}$$



نمای ۱۱ و ۱۳

۱ ۷ C

۱ خط هم‌تراز را رسم می‌کنیم. فشار $P_1 = P_2$ است.

۲ برای به‌دست آوردن فشار در نقطه N، از P_2 مقدار $\rho_2 gh_2$ را کم می‌کنیم.

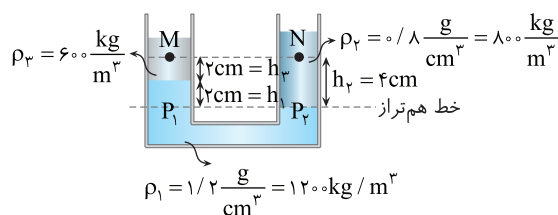
$$P_N = P_2 - \rho_2 gh_2 = P_2 - 800 \times 10 \times \frac{2}{100} = P_2 - 320$$

۳ برای به‌دست آوردن فشار در نقطه M از فشار P_1 مقدار $\rho_1 gh_1$ را کم می‌کنیم.

$$P_M = P_1 - (\rho_1 gh_1 + \rho_2 gh_2) \Rightarrow P_M = P_1 - (1200 \times 10 \times \frac{2}{100} + 800 \times 10 \times \frac{2}{100}) \\ \Rightarrow P_M = P_1 - (240 + 160) \Rightarrow P_M = P_1 - 400$$

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

$$P_N - P_M = P_2 - 320 - (P_1 - 400) \xrightarrow{P_1 = P_2} P_N - P_M = 80 \text{ Pa}$$



نمای ۱۲

۳ ۸ B

خط فکری خط تراز را رسم می‌کنیم. فشار نقطه B و فشار نقطه C با هم برابر است.

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

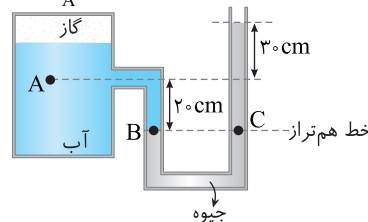
$$P_C = P_0 + P_{Hg} \Rightarrow P = 10^5 + \rho_{Hg} gh_{Hg} \\ \Rightarrow P_C = 10^5 + 13600 \times 10 \times \frac{50}{100} \Rightarrow P_C = 10^5 + 68000 \Rightarrow P_C = 168000 \text{ Pa}$$

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

$$P_B = P_C \Rightarrow P_B = 168000 \text{ Pa}$$

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

$$P_A = P_B - \rho_W gh_W = 168000 - 1000 \times 10 \times \frac{20}{100} \\ = 166000 \text{ Pa} \Rightarrow P_A = 166 \text{ kPa}$$



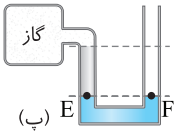
نمای ۱۷

۳ ۹ B

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 شاخه سمت چپ به همان اندازه بالا خواهد رفت.

در این حالت در شاخه سمت چپ ۲۷ cm آب و به اندازه x سانتی‌متر جیوه قرار می‌گیرد و در شاخه 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.

$$P_A = P_B \Rightarrow \rho_W gh_W = \rho_{Hg} gh_{Hg} \Rightarrow 1 \times 27 = 13/5 (27 - 2x) \\ 2x = 25 \Rightarrow x = 12/5 \text{ cm}$$



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

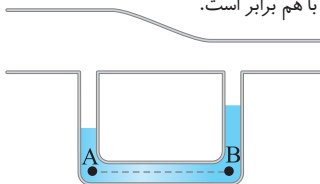
$$P_E = P_F \Rightarrow P_{\text{گاز}} + \rho gh = P_0 \Rightarrow P_{\text{گاز}} < P_0$$

نمای ۱۶

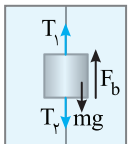
بنابراین فشار پیمانه‌ای منفی است.

۱ ۴ B

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



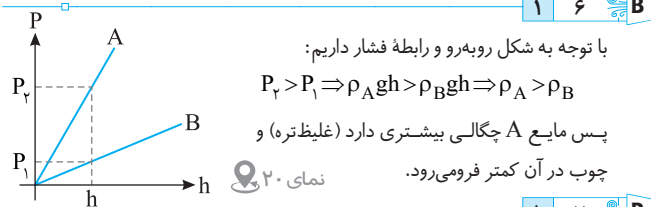
اگر نیروی وزن بیشتر از نیروی شناوری باشد، جسم تمایل به پایین رفتن دارد، پس نخ بالایی نیرو را تحمل می‌کند و ممکن است پاره شود. اگر نیروی شناوری بیشتر از نیروی وزن باشد جسم تمایل به بالا رفتن دارد پس نخ پایینی نیرو را تحمل می‌کند و ممکن است پاره شود و اگر نیروی شناوری و وزن با هم برابر باشند به هیچ‌کدام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



۱ ۷ B

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

پایانوری: فشارسنج بوردون فشار پیمانه‌ای مخزن (۱) را نشان می‌دهد، بنابراین فشار مخزن (۱) برابر $P_0 + 0.2 \times 10^5 \text{ Pa}$ یعنی $1.2 \times 10^5 \text{ Pa}$ است.

خط فکری: فشار مخزن (۱) برابر $1.2 \times 10^5 \text{ Pa}$ است و فشار نقطه A همان فشار مخزن (۱) و فشار نقطه 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.

$$P_A = P_B \Rightarrow \text{فشار مخزن (۱)} = \text{فشار مخزن (۲)} + \rho gh \Rightarrow P_A = P_C + \rho gh \quad (I)$$

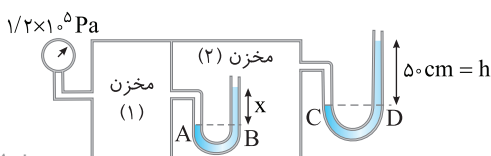
(۲) فشار نقاط C و D که روی یک خط تراز قرار دارند با هم برابر است.

$$P_C = P_D \Rightarrow \text{فشار مخزن (۲)} = P_0 + \rho gh \quad (II)$$

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

$$1.2 \times 10^5 = 1.0 \times 10^5 + (1000 \times 10 \times x) + (1000 \times 10 \times 0.5)$$

$$12 = 10 + x + 5 \Rightarrow x = 1/5 \text{ m} = 15 \text{ cm}$$



نمای ۱۷

آزمونک (یمنجه ۴ و ۵)

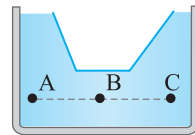
۲ ۱ A

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



$$P_A = P_B = P_C \quad (۱)$$

$$P_B < P_A < P_C \quad (۲)$$

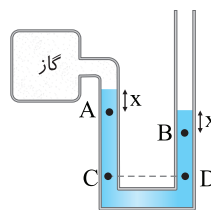
$$P_B > P_A > P_C \quad (۳)$$

$$P_A = P_B < P_C \quad (۴)$$

گزینه ۱

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

۳ ۲ B



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 نقطه 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.

$$P_A = P_{\text{گاز}} + \rho gx \quad P_{\text{گاز}} > P_0 \Rightarrow P_B > P_A$$

نمای ۱۸

۳ ۳ B

خط فکری: هرگاه فشار مخزن گاز از فشار هوا کمتر باشد، فشار پیمانه‌ای

$$(P_g = P_0 - P_g)$$

به شکل (الف) دقت کنید. مایع ρ_1

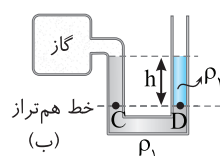
ته‌نشین شده بنابراین چگالی ρ_1 از چگالی ρ_2 بیشتر است. نقاط A و B روی خط

تراز دارای فشار برابر هستند. از این رو:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_{\text{گاز}} + \rho_2 gh = P_0 + \rho_1 gh \quad (۱)$$

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 $P_{\text{گاز}} > P_0$ 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.



$$P_C = P_D \Rightarrow P_{\text{گاز}} + \rho_1 gh = P_0 + \rho_2 gh \quad (۲)$$

چون $\rho_1 > \rho_2$ بوده قطعاً $\rho_1 gh > \rho_2 gh$ است

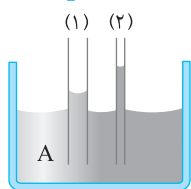
و برای آن که تساوی (۲) برقرار شود، باید

$P_{\text{گاز}} < P_0$ باشد و فشار پیمانه‌ای گاز منفی است.

یخچره تودرتو (آزمون فصل)

۴ ۱ A

با کاهش فاصله از $1\text{Å} = 10^{-10}\text{m}$ به 10^{-13}m نیروی بین مولکولی رانشی خواهد شد و در فاصله 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



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

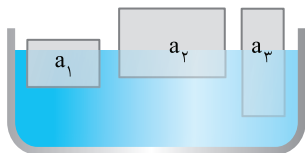
۱ ۴ A

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

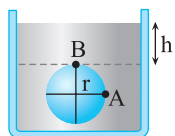
۲ ۵ B

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



نمای ۲۰

۲ ۶ A



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

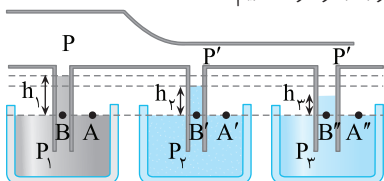
$$\begin{cases} P_B = P_0 + \rho gh \\ P_A = P_0 + \rho g(h+r) \end{cases} \Rightarrow \Delta P = P_0 + \rho g(h+r) - P_0 - \rho gh = \rho gr$$

میانبر: فشار در مایع به عمق 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 طرف داریم:



$$P_A = P_B \Rightarrow P_0 = P + \rho_1 gh_1$$

$$P_{A'} = P_{B'} \Rightarrow P_0 = P' + \rho_2 gh_2, \quad P_{A''} = P_{B''} \Rightarrow P_0 = P' + \rho_3 gh_3$$

۳ ۸ A

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

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

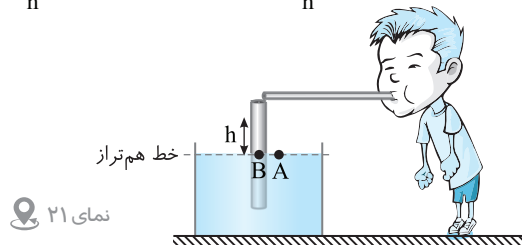
نمای ۲۲

۳ ۹ B

فشار در نقطه A همان فشار هوای محیط ($P_A = P_0$) است. اما فشار بالای هوای دهانه لوله قائم در اثر دمیدن در مقابل آن بنا به اصل برنولی کاهش یافته و برابر $\frac{P_0}{n}$ است، بنابراین فشار در نقطه B برابر مجموع فشار هوا در دهانه 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:

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

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



نمای ۲۱

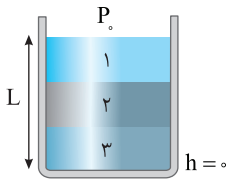
۳ ۱۰ B

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

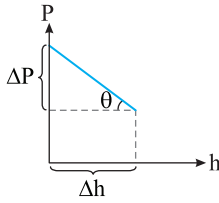
$$\rho_w gh_w = \rho_{Hg} gh_{Hg} \Rightarrow 1 \times h_w = 13/6 \times 5 \Rightarrow h_w = 6.8 cm$$

نمای ۱۴

B ۱۱ ۳

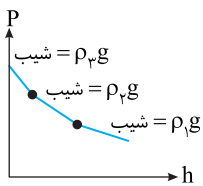


هر چه از کف ظرف به سمت سطح مایع‌های درون ظرف برویم فشار کمتر می‌شود و البته دقت کنید که در سطح آزاد بالاترین مایع (h=L) فشار صفر نمی‌شود بلکه با فشار هوای محیط (P_0) برابر می‌شود، بنابراین گزینه‌های (۱) و (۲) نادرست‌اند.



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.

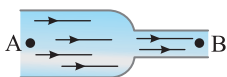
$$\tan \theta = \frac{\Delta P}{\Delta h} = \frac{\rho g \Delta h}{\Delta h} = \rho g$$



مایعی که ته‌نشین شده دارای بیشترین چگالی است، یعنی ترتیب چگالی‌ها به صورت $\rho_3 > \rho_2 > \rho_1$ است، بنابراین شیب نمودار ρ_3 از شیب نمودار ρ_2 و آن نیز از شیب نمودار ρ_1 بیشتر است $\tan \theta_3 > \tan \theta_2 > \tan \theta_1$ و گزینه (۳) درست است.

نمای ۱۰

B ۱۲ ۳



انرژی جنبشی یک جسم از رابطه $K = \frac{1}{2}mv^2$ به دست می‌آید. با توجه به فرض

مسئله انرژی جنبشی یک گرم آب در نقطه B (قسمت راست لوله) ۱۶ برابر انرژی

جنبشی یک گرم آب در نقطه A (قسمت چپ لوله) است. از این رو می‌توان نوشت:

$$K_B = 16K_A \Rightarrow \frac{1}{2}mv_B^2 = 16\left(\frac{1}{2}mv_A^2\right) \Rightarrow v_B^2 = 16v_A^2 \Rightarrow v_B = 4v_A$$

معادله پایداری را برای نقاط A و B می‌نویسیم:

$$A_A v_A = A_B v_B \Rightarrow A_A v_A = A_B (4v_A) \Rightarrow A_A = 4A_B$$

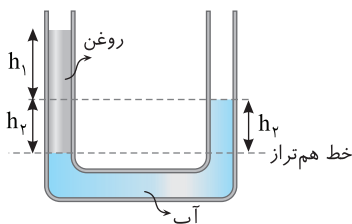
مساحت سطح مقطع از رابطه $A = \pi r^2 = \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2$ به دست می‌آید. بنابراین:

$$\pi \left(\frac{D_A}{2}\right)^2 = 4\pi \left(\frac{D_B}{2}\right)^2 \Rightarrow D_A = 2D_B \Rightarrow \frac{D_B}{D_A} = \frac{1}{2}$$

نمای ۲۲

A ۱۳ ۲

در لوله U شکل ابتدا باید خط هم‌تراز را رسم کنید، سپس فشار را در دو طرف لوله U شکل 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.



$$P = P_0 \Rightarrow \rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2 \Rightarrow \rho_1 (h_1 + h_r) = \rho_2 (h_2 + h_r)$$

$$\Rightarrow h_1 + h_r = \frac{\rho_2}{\rho_1} (h_2 + h_r) \Rightarrow h_1 = \frac{\rho_2}{\rho_1} h_2 = \frac{1}{4} h_2$$

نمای ۱۱

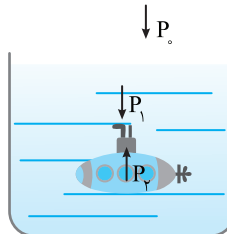
با توجه به رابطه‌های بالا: $P' + \rho_2 g h_2 = P + \rho_2 g h_r \xrightarrow{h_2 > h_r} \rho_2 > \rho_1$ حال در ظرف (۱) و (۲):

$$P + \rho_1 g h_1 = P' + \rho_2 g h_2 \xrightarrow{P > P'} P - P' = \rho_2 g h_2 - \rho_1 g h_1$$

$$\rho_2 g h_2 - \rho_1 g h_1 > 0 \Rightarrow \rho_2 g h_2 > \rho_1 g h_1 \xrightarrow{h_1 > h_2} \rho_2 > \rho_1$$

نمای ۲۱

B ۸ ۲



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

$$P_1 = P_0 + \rho g h \xrightarrow{1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}}$$

$$P_1 = 10^5 + 1000 \times 1 \times 10 \Rightarrow P_1 = 2 \times 10^5 \text{ Pa}$$

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

$$P_1 = P_2 \Rightarrow P_1 = P + \frac{F}{A} \Rightarrow 2 \times 10^5 = 10^5 + \frac{F}{1 \times 10^{-2}} \Rightarrow F = 10^5 \text{ N}$$

نمای ۶

B ۹ ۴

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:

$$P_1 = P_0 + \rho g h$$

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

$$P'_1 = 2P_0 + \rho g h$$

بنابراین قطعاً $P'_1 > P_1$ است اما به اندازه $2P_0$ نمی‌شود. به استدلال زیر دقت کنید.

$$\frac{P'_1}{P_1} = \frac{2P_0 + \rho g h}{P_0 + \rho g h} = \frac{P_0 + P_0 + \rho g h}{P_0 + \rho g h} = \frac{P_0}{P_0 + \rho g h} + \frac{P_0 + \rho g h}{P_0 + \rho g h} = \frac{P_0}{P_0 + \rho g h} + 1$$

کاملاً مشخص است که $\frac{P_0}{P_0 + \rho g h} < 1$ است، بنابراین $\frac{P'_1}{P_1} < 2$ خواهد بود.

۳. میانبر: یادمان باشد یک دو جمله‌ای وقتی دو برابر می‌شود که هر جمله آن دو برابر شود و همواره رابطه زیر برقرار است.

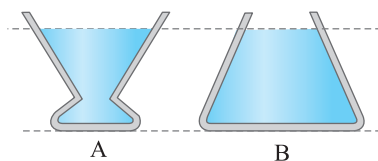
$$\left. \begin{aligned} y_1 &= a + b \\ y_2 &= 2a + b \end{aligned} \right\} \Rightarrow y_1 < y_2 < 2y_1$$

نمای ۵

B ۱۰ ۳

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

$$\left\{ \begin{aligned} P_A &= \rho_A g h_A \\ P_B &= \rho_B g h_B \end{aligned} \right. \xrightarrow{\rho_A = \rho_B, h_A = h_B} P_A = P_B$$

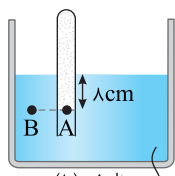


نیروی وارد بر کف ظرف‌ها توسط مایع برابر $F_{\text{کف}} = PA$ است بنابراین:

$$\left\{ \begin{aligned} F_A &= P_A A_A \\ F_B &= P_B A_B \end{aligned} \right. \Rightarrow \frac{F_A}{F_B} = \frac{P_A}{P_B} \times \frac{A_A}{A_B} = \frac{1}{3}$$

نمای ۹

۴ ۱۷ B



$$\rho_1 = \frac{6}{8} \frac{g}{cm^3}$$

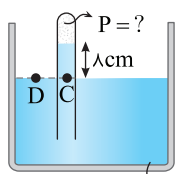
خط فکری برای هر طرف با رسم خط تراز و برابر قرار دادن فشار نقاط روی خط تراز مسئله قابل حل است. البته باید فشار مایع‌ها را برحسب cmHg حساب کنیم.

۱. در شکل (۱) فشار ستون ۸cm مایع را برحسب cmHg به دست می‌آوریم

$$\rho_{\text{مایع}} g h_{\text{مایع}} = \rho_{\text{Hg}} g h_{\text{Hg}} \Rightarrow \frac{6}{8} \times 8 = 13/6 \times h_{\text{Hg}} \Rightarrow h_{\text{Hg}} = 4 \text{ cm} \Rightarrow P_{\text{مایع}} = 4 \text{ cmHg}$$

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

$$P_A = P_B \Rightarrow P_{\text{گاز}} = P_0 + P_{\text{مایع}} \Rightarrow 79 = P_0 + 4 \Rightarrow P_0 = 75 \text{ cmHg}$$



$$\rho_2 = \frac{1}{7} \frac{g}{cm^3}$$

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

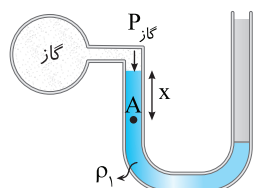
$$\rho_2 g h_2 = \rho_{\text{Hg}} g h_{\text{Hg}} \Rightarrow \frac{1}{7} \times 8 = 13/6 \times h_{\text{Hg}} \Rightarrow h_{\text{Hg}} = 1 \text{ cm} \Rightarrow P_{\text{مایع}} = 1 \text{ cmHg}$$

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

$$P_C = P_D \Rightarrow P_{\text{گاز}} + P_{\text{مایع}} = P_0 \Rightarrow P_{\text{گاز}} + 1 = 75 \Rightarrow P_{\text{گاز}} = 74 \text{ cmHg}$$

نمای ۱۸

۴ ۱۸ B



۱. نقطه A در عمق x از مایع ۱ در

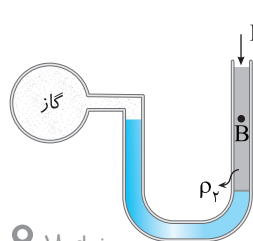
شاخه سمت چپ قرار گرفته و فشار وارد بر آن برابر است با:

$$P_A = P_{\text{گاز}} + \rho_1 g x$$

۲. نقطه B در عمق x از مایع ۲ در

شاخه سمت راست قرار گرفته و فشار وارد بر آن برابر است با:

$$P_B = P_0 + \rho_2 g x$$



۳. مایع ۱ ρ۱ ته‌نشین شده و چگالی آن

بیشتر از مایع ۲ ρ۲ است و

ρ۱gx > ρ۲gx اما مقایسه‌ای از فشار گاز

و فشار هوا نداریم بنابراین بسته به شرایط

هر سه گزینه می‌تواند درست باشد.

نمای ۱۸

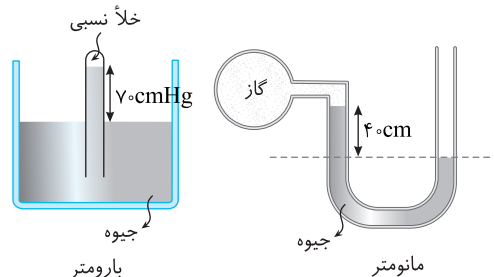
۳ ۱۹ B

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:



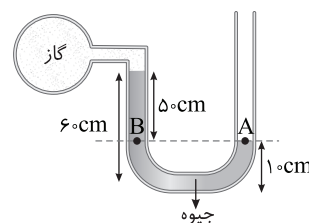
$$P_{\text{گاز}} + P_{\text{Hg}} = P_0 \Rightarrow P_{\text{گاز}} = P_0 - P_{\text{Hg}} = 70 - 40 \Rightarrow P_{\text{گاز}} = 30 \text{ cmHg}$$

۲ ۱۴ A

خط هم‌تراز را می‌کشیم. فشار در نقاط A و B روی خط هم‌تراز یکسان است. در نقطه A، فشار برابر فشار هوای محیط (P۰) و در نقطه B فشار برابر مجموع فشار گاز و فشار ستون ۵۰cm جیوه است بنابراین خواهیم داشت:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_0 = P_{\text{مخزن}} + \rho g h \Rightarrow 10^5 = P_{\text{مخزن}} + 13600 \times 10 \times \frac{5}{100}$$

$$10^5 \text{ kPa} = P_{\text{مخزن}} + 68 \text{ kPa} \Rightarrow P_{\text{مخزن}} = 32 \text{ kPa}$$



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

$$P_G = P_0 - \rho_{\text{Hg}} g h_{\text{Hg}}$$

نمای ۱۶

۱ ۱۵ B

خط فکری اختلاف فشار بین دو نقطه به اختلاف عمق دو نقطه بستگی دارد. از

این‌رو ابتدا باید عمق نقطه A و B را از سطح آزاد مایع به دست آوریم. سپس اختلاف

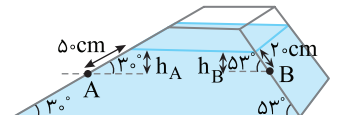
عمق دو مایع را حساب کنیم تا بتوانیم اختلاف فشار را به دست آوریم.

ابتدا عمق از سطح آزاد دو نقطه A و B را به دست می‌آوریم:

$$\sin 30^\circ = \frac{h_A}{50} \Rightarrow h_A = 50 \sin 30^\circ = 25 \text{ cm} \Rightarrow \Delta h = 25 - 16 = 9 \text{ cm}$$

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

اختلاف فشار بین دو نقطه A و B خواهد شد:



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

فشار به دست آمده برحسب پاسکال است که باید آن را به cmHg تبدیل کنیم به

همین دلیل می‌نویسیم:

$$\Delta P_{\text{Pa}} = \rho_{\text{Hg}} g h_{\text{Hg}} \Rightarrow \frac{3/4 \times 10^3 \times 10 \times \frac{9}{100}}{13600 \times 10} = \frac{13600 \times 10 \times h_{\text{Hg}}}{13600 \times 10} \Rightarrow h_{\text{Hg}} = 2/25 \text{ cm}$$

بنابراین اختلاف فشار خواهد شد:

نمای ۱۴

۱ ۱۶ B

معادله پیوستگی را برای نقاط A و B می‌نویسیم:

$$A_A v_A = A_B v_B \Rightarrow \frac{v_B}{v_A} = \frac{A_A}{A_B} \Rightarrow \frac{v_B}{v_A} = \left(\frac{r_A}{r_B} \right)^2$$

$$\frac{r_B}{r_A} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{v_B}{v_A} = \left(\frac{1}{2} \right)^2 = \frac{1}{4} \Rightarrow v_B = \frac{1}{4} v_A$$

$$\Rightarrow \frac{v_B}{v_A} = \left(\frac{1}{2} \right)^2 = \left(\frac{1}{2} \right)^2 \Rightarrow v_B = \frac{1}{4} v_A$$

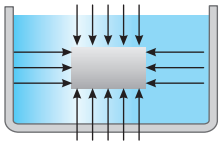
درصد تغییرات تندی برابر است با:

$$\frac{\Delta v}{v_A} \times 100 = \frac{v_B - v_A}{v_A} \times 100 = \frac{\frac{1}{4} v_A - v_A}{v_A} \times 100 = \frac{-3/4 v_A}{v_A} \times 100 = -75\%$$

نمای ۲۲

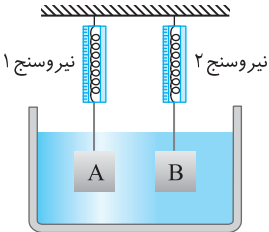


B ۲۳ ۲



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.

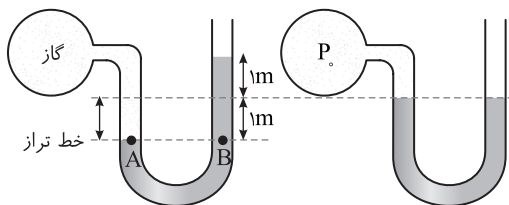
نمای ۲۰

C ۲۴ ۴

هنگامی که مخزن گاز سوراخ می‌شود فشار دو طرف لوله برابر P_0 خواهد شد و سطح مایع در دو طرف یکسان می‌شود. با توجه به صورت سؤال، مایع در شاخه سمت راست ۱ m 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 لوله U شکل قبل از سوراخ شدن مخزن ۲ m بوده است. فشار نقاط A و B روی خط تراز یکسان است.

$$P_A = P_B \Rightarrow P_0 + \rho gh \Rightarrow P_{\text{مخزن}} - P_0 = \rho gh = 10^3 \times 10 \times 2 = 20 \times 10^3 \text{ Pa} = 20 \text{ kPa}$$

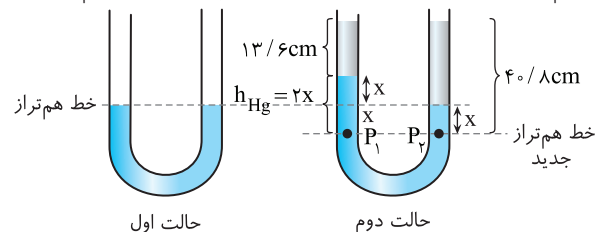
فشار پیمانه‌ای



نمای ۱۸

B ۲۵ ۳

خط فکری در شاخه سمت راست مقدار ۴۰/۸ cm آب و در شاخه سمت چپ ۱۳/۶ cm آب ریخته شده است، بنابراین در شاخه سمت راست، جیوه به اندازه X پایین می‌رود و در شاخه سمت چپ جیوه به اندازه 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، ۴۰/۸ cm آب در بالای خط هم‌تراز جدید قرار دارد و در شاخه سمت چپ مقدار ۱۳/۶ cm آب و ۲X جیوه قرار دارد، بنابراین:

$$P_1 = P_2 \Rightarrow (\rho gh)_{\text{سمت چپ}} + (\rho_{\text{Hg}} gh_{\text{Hg}}) = (\rho gh)_{\text{سمت راست}} \Rightarrow 1 \times 13/6 + 13/6 \times (2X) = 1 \times 40/8 \Rightarrow 27/2X = 27/2 \Rightarrow X = 1 \text{ cm}$$

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

نمای ۱۳

اکنون می‌توان فشار گاز مخزن را برحسب کیلو پاسکال به دست آورد:

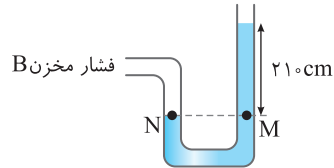
$$P_{Pa} = \rho_{\text{Hg}} gh_{\text{Hg}} \Rightarrow P_{Pa} = 13500 \times 10 \times \frac{30}{100} = 40500 \text{ Pa} \Rightarrow P_{Pa} = 40.5 \text{ kPa}$$

نمای ۱۷

B ۲۰ ۳

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

$$P_M = P_N \Rightarrow P_0 + \rho gh = P_B \Rightarrow P_B = 1/2 \times 10^5 \text{ Pa}$$



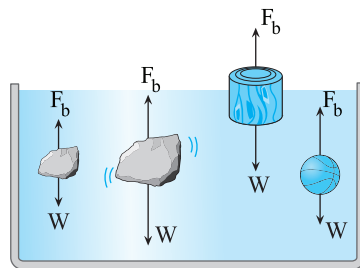
حال برای لوله U شکل داخلی خط تراز را می‌کشیم:

$$P_{M'} = P_{N'} \Rightarrow P_B + \rho gh = P_A \Rightarrow 1/2 \times 10^5 + 10^3 \times h = 1/4 \times 10^6 \text{ Pa} \Rightarrow 1/2 \times 10^5 + 10^4 h = 1/4 \times 10^6 \Rightarrow 1/9 \times 10^5 = 10^4 h \Rightarrow h = 1/9 \text{ m} = 11.1 \text{ cm}$$

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 هم‌اندازه F_b و W 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 $\rho_{\text{یخ}} = 0.9 \text{ g/cm}^3$

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 گزینه (۲) درست است.

نمای ۲۰

Windows 10



فصل سوم

کار، انرژی و توان



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

در پاسخ این تست ها، تستی تحت عنوان بازی با سؤال قرار گرفته است.
منتخبی از تست هایی که می توانید برای دوره فصل، آن ها را حل کنید.

یخچال

بک

رو به روی

دو

آزمونک

۱ فضایی به جرم 8 kg و تندی $3 \times 10^{-4} \text{ Au/h}$ به دور سیاره‌ای در حال چرخیدن است. انرژی جنبشی فضاپیما چند گیگاژول است؟

آزمون مدارس برتر

$$(1 \text{ Au} \approx 1/5 \times 10^{11} \text{ m})$$

$$12/5 \quad (4)$$

$$2/5 \quad (3)$$

$$6/25 \quad (2)$$

$$625 \quad (1)$$

۲ جسمی به جرم 3 kg 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

خارج ریاضی - ۹۳

محور x ، 10 متر جابه‌جا می‌شود. کار نیروی F در این جابه‌جایی چند ژول است؟

$$90 \quad (4)$$

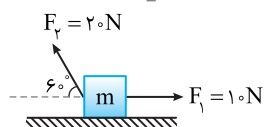
$$150 \quad (3)$$

$$200 \quad (2)$$

$$250 \quad (1)$$

۳ در شکل زیر، جسم روی سطح افقی به اندازه 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



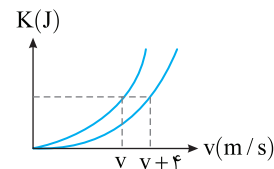
$$+1 \quad (2)$$

$$+\frac{\sqrt{3}}{3} \quad (4)$$

$$-1 \quad (1)$$

$$-\frac{\sqrt{3}}{3} \quad (3)$$

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



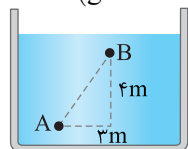
اطلاعات سؤال کافی نیست. (4)

$$2 \quad (2)$$

$$6 \quad (1)$$

$$4 \quad (3)$$

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



آزمون مدارس برتر

$$200, -160 \quad (2)$$

$$250, 200 \quad (1)$$

$$250, -200 \quad (4)$$

$$250, -160 \quad (3)$$

۶ جسمی به جرم 4 kg را روی یک سطح افقی پرتاب می‌کنیم و تندی جسم در اثر اصطکاک با سطح با آهنگ 2 m/s^2 کاهش می‌یابد و جسم پس از جابه‌جایی 10 متر می‌ایستد. کار نیروی اصطکاک وارد بر جبهه در این جابه‌جایی چند ژول است؟

$$-60 \quad (4)$$

$$-120 \quad (3)$$

$$-40 \quad (2)$$

$$-80 \quad (1)$$

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

خارج تجربی - ۹۰

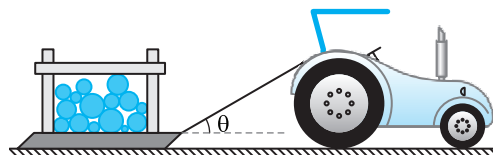
$$50 \quad (4)$$

$$35 \quad (3)$$

$$25 \quad (2)$$

$$10 \quad (1)$$

۸ مطابق شکل زیر، کشاورزی توسط تراکتور، سورتمه‌ای پر از هیزم را در راستای یک زمین هموار به اندازه 235 m جابه‌جا می‌کند. وزن کل سورتمه و بار آن $1/47 \times 10^4 \text{ N}$ است و تراکتور نیرویی ثابت به بزرگی $F = 4\sqrt{2} \times 10^3 \text{ N}$ را تحت زاویه $\theta = 45^\circ$ بالای افق به سورتمه وارد می‌کند. اندازه نیروی اصطکاک جنبشی نیز $3/4 \times 10^3 \text{ N}$ است که در خلاف



جهت حرکت به سورتمه وارد می‌شود. کار کل انجام شده روی سورتمه چند ژول است؟ ($\cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$)

از کتاب درسی

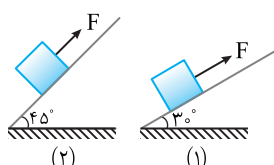
$$940000 \quad (2)$$

$$141000 \quad (1)$$

$$-940000 \quad (4)$$

$$-141000 \quad (3)$$

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، کدام یک از گزینه‌های زیر، درباره مقایسه آن‌ها درست است؟



$$W_1 > W_2 \quad (2)$$

$$W_1 < W_2 \quad (1)$$

(۴) بسته به شرایط، هر سه حالت می‌تواند درست باشد.

$$W_1 = W_2 \quad (3)$$

- ۱۰ خودروبی در یک جاده 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 صرف نظر شود).
- ۲ (۱) ۱ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

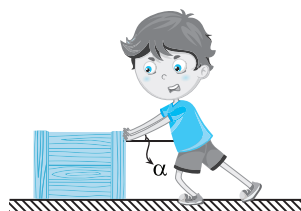
آزمونک

سه

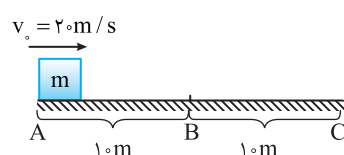
رو به روی

دو

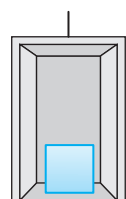
یینجره



- ۱ مطابق شکل شخصی جعبه‌ای را با نیروی $F = 30\text{ N}$ با تندی ثابت به سمت چپ هل می‌دهد. در جابه‌جایی d کار نیروی اصطکاک وارد بر جعبه چند برابر کار انجام شده توسط شخص روی جعبه است؟
- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)
- ۲ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

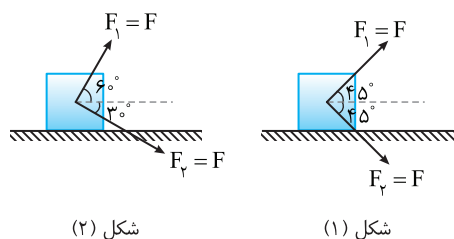


- ۲ مطابق شکل زیر، جسم 4 kg کیلوگرمی را با تندی افقی 20 m/s از نقطه A روی سطح افقی پرتاب می‌کنیم. اگر بزرگی نیروی اصطکاک بین جسم و سطح افقی در مسیر AB برابر با 35 N و در مسیر BC برابر با 40 N باشد، تندی جسم در نقطه B چند برابر تندی جسم در نقطه C است؟
- ۶ (۱) ۳ (۲) ۴ (۳) ۵ (۴)



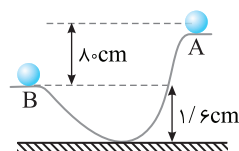
- ۳ مطابق شکل روبه‌رو جعبه‌ای به جرم 4 kg درون آسانسوری قرار گرفته است. اگر آسانسور از حال سکون شروع به حرکت کند و پس از جابه‌جایی 5 m تندی آسانسور به 4 m/s برسد، کار نیرویی که کف آسانسور بر جعبه وارد می‌کند چند ژول می‌تواند باشد؟ ($g = 10\text{ N/kg}$)
- ۲۳۲ (۱) ۱۶۸ (۲) ۱۶۸ (۳) ۱۶۸ (۴)

- ۴ در شکل‌های (۱) و (۲)، اگر کار کل انجام شده روی جسم را در جابه‌جایی افقی d روی سطح به ترتیب با W_1 و W_2 نشان دهیم، کدام گزینه صحیح است؟ (از اصطکاک بین جسم و سطح افقی صرف نظر کنید).



$$(\sqrt{3} \approx 1/\sqrt{2}, \sqrt{2} \approx 1/\sqrt{4})$$

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

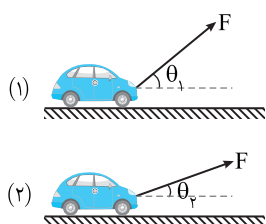


- ۵ مطابق شکل روبه‌رو جسمی به جرم 2 kg از نقطه A رها می‌شود و پس از طی مسیر نشان داده شده به نقطه B می‌رسد. کار نیروی وزن و کار نیروی عمودی سطح در این جابه‌جایی چند ژول است؟ ($g = 10\text{ N/kg}$)
- ۱۶، -۱۶ (۱) ۱۶، -۱۶ (۲) ۴۸، -۴۸ (۳) ۴۸، -۴۸ (۴)

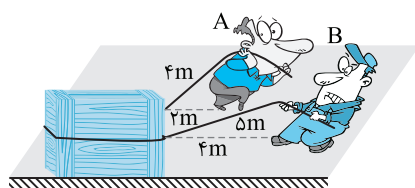


آزمون مدارس برتر

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

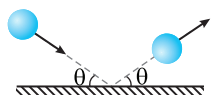


- ۷ مطابق شکل‌های زیر دو خودرو مشابه از حال سکون توسط نیروهای یکسان شروع به حرکت می‌کنند. اگر $\theta_1 > \theta_2$ باشد، کدام گزینه درباره تندی دو خودرو در جابه‌جایی‌هایی یکسان درست است؟
- ۱ $v_1 > v_2$
- ۲ $v_2 > v_1$
- ۳ $v_1 = v_2$
- ۴ $v_1 \geq v_2$



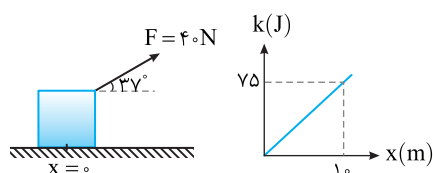
در شکل روبه‌رو دو شخص A و B با نیروهای یکسان 10 نیوتونی توسط دو طناب به طول‌های $4m$ و $5m$ جعبه‌ای را روی سطح افقی می‌کشند. در یک جابه‌جایی معین 5 متر، کار نیروی شخص B چند ژول بیشتر از کار نیروی شخص A است؟

- (۱) ۲۵ (۲) صفر (۳) ۱۵ (۴) ۱۰



یک توپ بیلیارد به جرم $110g$ مطابق شکل با تندی $4m/s$ به دیواره 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) $+0/55$ (۲) $-0/35$ (۳) $-0/55$ (۴) $+0/35$



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) $16/5$ (۲) ۳۲ (۳) ۱۸ (۴) $24/5$

آزمونک

چهار

رو به روی

سه

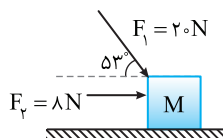
یینجره

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.

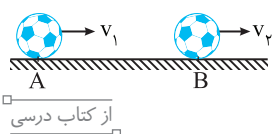
- (۱) صفر (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳

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 اندازه کار



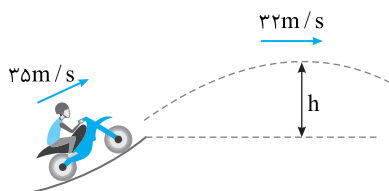
نیروی اصطکاک وارد بر جسم طی مدت 5 ثانیه برابر با $200J$ باشد، تندی v چند متر بر ثانیه است؟
($\cos 53^\circ = 0/6$)

- (۱) ۴ (۲) ۲ (۳) ۶ (۴) ۳



تویی به جرم $5kg$ با تندی $v_1 = 8m/s$ از نقطه A می‌گذرد. نیروی مقاومت هوا و نیروی اصطکاک در سطح تماس توپ با زمین، 19 درصد انرژی جنبشی توپ را تا رسیدن به نقطه B تلف می‌کنند. تندی توپ هنگام رسیدن به نقطه B چند متر بر ثانیه است؟

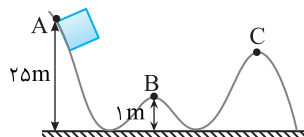
- (۱) $6/4$ (۲) $7/2$ (۳) $4/8$ (۴) $5/6$



موتورسواری که مجموع جرم او و موتورش $200kg$ است از انتهای سکویی مطابق شکل، پرشی با تندی $32m/s$ انجام می‌دهد. اگر تندی موتورسوار در بالاترین نقطه مسیرش $30m/s$ و اندازه کار مقاومت هوا از لحظه پرش تا رسیدن به بالاترین نقطه مسیر $4000J$ باشد، ارتفاع h چند متر است؟

- (۱) $5/6$ (۲) $6/4$ (۳) $8/2$ (۴) $8/5$

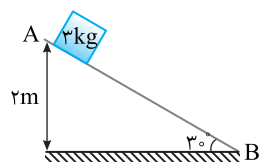
مطابق شکل زیر، جسمی به جرم $2kg$ از نقطه A و از حال سکون رها می‌شود و با تندی $20m/s$ از نقطه C می‌گذرد. اندازه تغییرات انرژی



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 ۳ kg روی سطح شیبدار به سمت پایین می‌لغزد. اگر نیروی اصطکاک بین جسم و سطح برابر ۱۵ N باشد،

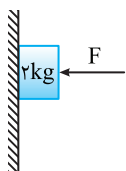


به ترتیب از راست به چپ تغییر انرژی پتانسیل گرانشی جسم و تغییر انرژی مکانیکی جسم در جابه‌جایی A تا B چند ژول است؟ ($g = ۱۰\text{ m/s}^2$)

آزمون مدارس برتر

- (۱) -۶۰ ، -۶۰ (۲) -۱۲۰ ، -۱۲۰ (۳) ۶۰ ، ۶۰ (۴) ۱۲۰ ، ۱۲۰

۷ در شکل روبه‌رو به جسم نیروی افقی F وارد شده و جسم با تندی ثابت ۴ m/s در حال پایین آمدن



است. کار نیروی اصطکاک وارد از طرف دیوار بر جسم در مدت ۳ s چند ژول است؟

- (۱) -۲۴۰ (۲) صفر (۳) -۱۲۰ (۴) -۶۰

۸ گلوله A به جرم m و گلوله B به جرم $۲m$ از ارتفاع یکسان رها شده‌اند و با تندی یکسان به زمین می‌رسند. کار نیروی مقاومت هوای وارد بر

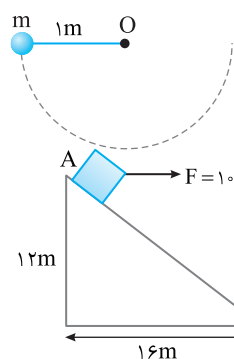
آزمون مدارس برتر

گلوله B چند برابر کار نیروی مقاومت هوای وارد بر گلوله A است؟

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

۹ مطابق شکل زیر، گلوله‌ای که به میله سبکی به طول ۱ m بسته شده است، از حالت افقی رها می‌شود و مسیری مطابق شکل را می‌پیماید. در

لحظه‌ای که تندی گلوله $\frac{\sqrt{2}}{2}$ بیشینه تندی آن در طول مسیر می‌شود، زاویه‌ای که میله با راستای قائم می‌سازد، چند درجه است؟ ($g = ۱۰\text{ N/kg}$)



و از کلیه اصطکاک‌ها صرف نظر شود.)

- (۱) ۳۰° (۲) ۴۵° (۳) ۵۳° (۴) ۶۰°

۱۰ مطابق شکل جسمی به جرم ۴ kg از نقطه A از حال سکون شروع به حرکت کرده و تا نقطه B روی سطح

شیبدار با اصطکاک ناچیز پایین می‌آید. اگر در طول مسیر نیروی افقی $F = ۱۰\text{ N}$ بر جسم وارد شود،

انرژی جنبشی جسم در پایین سطح (نقطه B) چند ژول است؟ ($g = ۱۰\text{ m/s}^2$)

- (۱) ۴۸۰ (۲) ۶۳۰ (۳) ۶۴۰ (۴) ۳۳۰

آزمونک

پنج

رو به روی

چهار

سینچره

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

سراسری - ۸۸

(۱) برآیند 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 برآیند نیروهای وارد بر جسم لزوماً صفر نیست.

۲ خودرویی به جرم ۲۰۰۰ kg در مسیری افقی با تندی ۸ m/s وارد میدان شده و در مدت زمان ۲ دقیقه، یک دور کامل می‌زند. سپس با تندی

۱۰ m/s به همان نقطه 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 ۴ m از ارتفاع ۱۰ m رها می‌شود و تا رسیدن به زمین اندازه کار نیروی مقاومت هوا روی جسم ۲۸ ژول است.

تندی گوی هنگام رسیدن به زمین چند متر بر ثانیه است؟ ($\rho = ۵\text{ g/cm}^3$, $g = ۱۰\text{ m/s}^2$, $\pi \approx ۳$)

- (۱) ۱۰ (۲) $۶/۲۵$ (۳) ۲۵ (۴) $۱۲/۵$



۴

جرم اتاقک آسانسور و جعبه آن برابر 500 kg است. اگر این بالابر در مدت 2 s از طبقه همکف به طبقه

کتاب درسی

چهارم برود و فاصله هر طبقه 3 m باشد، بازده موتور بالابر چند درصد است؟

(۱) 5%

(۲) 10%

(۳) 25%

(۴) 30%

۵

جسمی به جرم 2 kg را از پایین سطح شیب‌داری با تندی 6 m/s به طرف بالا پرتاب می‌کنیم. اگر تندی

جسم در نقطه B برابر 2 m/s باشد، بیشینه ارتفاعی که جسم روی سطح شیب‌دار از سطح زمین می‌گیرد

چند متر است؟ (نیروی اصطکاک روی سطح شیب‌دار مقدار ثابتی است، $g = 10 \text{ N/kg}$)

(۱) $\frac{3}{2}$

(۲) $\frac{9}{8}$

(۳) $\frac{8}{5}$

(۴) $\frac{5}{4}$

۶

جسمی به جرم m را با تندی اولیه v روی سطح افقی پرتاب می‌کنیم. اگر بزرگی نیروی اصطکاک در طی لغزش، n برابر اندازه وزن جسم باشد،

جسم پس از طی چه مسافتی روی سطح افقی متوقف می‌شود؟ (g شتاب گرانش است.)

(۱) $\frac{v^2}{2ng}$

(۲) $\frac{v^2}{ng}$

(۳) $\frac{mv^2}{2ng}$

(۴) $\frac{mv^2}{ng}$

۷

مطابق شکل مقابل، گلوله A به جرم m را با تندی v و گلوله B به جرم $\frac{m}{2}$ را با تندی $\sqrt{2}v$ از ارتفاع

یکسانی پرتاب می‌کنیم. در مورد تندی (v) و انرژی مکانیکی (E) دو گلوله در لحظه رسیدن به سطح

زمین، کدام گزینه درست است؟ (از اتلاف انرژی طرف نظر 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 به ترتیب 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؟ ($\sin 37^\circ = \cos 53^\circ = \frac{3}{5}$ و $\sin 53^\circ = \cos 37^\circ = \frac{4}{5}$) و مسیر حرکت آونگ

آزمون مدارس برتر

بدون اصطکاک است.)

(۱) $2\sqrt{5}$

(۲) $2\sqrt{10}$

(۳) 20

(۴) $2\sqrt{6}$

۱۰

اگر تندی خودرویی با توان ثابت در مدت t_1 از v به $2v$ و در مدت t_2 از $2v$ به $3v$ برسد، نسبت $\frac{t_2}{t_1}$ کدام است؟

(۱) $\frac{3}{5}$

(۲) $\frac{5}{3}$

(۳) $\frac{3}{4}$

(۴) $\frac{4}{3}$

آزمون فصل

یخچره تو در تو

۱

توبی به جرم 500 g با تندی 2 m/s از روی سطح زمین شوت می‌شود و با تندی 1 m/s به تیرک افقی دروازه به ارتفاع $2/4 \text{ m}$ از سطح زمین

برخورد می‌کند، کار کل انجام شده روی توپ و کار نیروهای مقاومت به ترتیب از راست به چپ چند ژول است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)

کتاب درسی

(۱) $-12, -75$

(۲) $-63, -75$

(۳) $-24, -50$

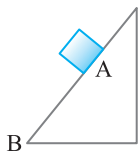
(۴) $-12, -50$

از کتاب درسی

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

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



مطابق شکل زیر، جسمی از نقطه A رها می‌شود و با حرکت روی مسیر شیبدار، به نقطه 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؟

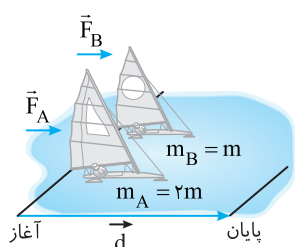
- ۱) $W_1 > W_2$ ۲) $W_1 = W_2$ ۳) $W_1 < W_2$ ۴) هر سه ممکن است.

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

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

اتومبیلی با تندی 108 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) $21/6$ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۱۲



مطابق شکل دو قایق بادبانی A و B روی سطح یخ‌زده بدون اصطکاک به ترتیب 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 لحظه عبور از خط پایان با یکدیگر برابر باشد، $\frac{F_A}{F_B}$ کدام است؟

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

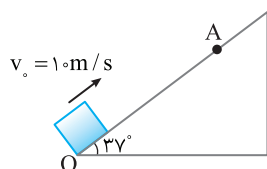
اگر زمین را مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی در نظر بگیریم، هنگامی که جسمی به جرم 200 گرم را از ارتفاع h_1 (از سطح زمین) تا ارتفاع h_2 (از سطح زمین) جابه‌جا می‌کنیم، انرژی پتانسیل گرانشی آن 20 J تغییر می‌کند. اگر $h_2 = \frac{3}{4} h_1$ باشد، h_1 چند متر است؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- ۱) $0/2$ ۲) $0/3$ ۳) ۲۰ ۴) ۳۰



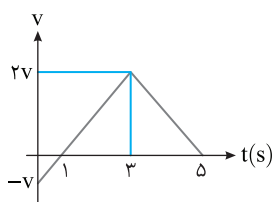
در شکل روبه‌رو خودرویی به جرم $2/5 \text{ ton}$ با شتاب 1 m/s^2 روی خط راست در حرکت است. اگر نیروی پیشران وارد بر خودرو F و کار نیروهای مقاوم وارد بر خودرو در مسافت 50 m برابر 80 kJ باشد، F چند نیوتون است؟

- ۱) ۴۱۰۰ ۲) ۱۶۰۰ ۳) ۲۵۰۰ ۴) ۲۷۰۰



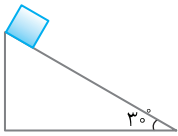
جسمی به جرم m را مطابق شکل، از پایین سطح شیبدار با تندی 10 m/s رو به بالا پرتاب می‌کنیم. جسم در نقطه A می‌ایستد و دوباره بر می‌گردد. اگر تندی آن در نقطه پرتاب $2\sqrt{5} \text{ m/s}$ شود، طول OA چند متر است؟ ($\sin 53^\circ = \cos 37^\circ = 4/5$, $\sin 37^\circ = \cos 53^\circ = 3/5$, $g = 10 \text{ m/s}^2$)

- ۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) $10\sqrt{5}$ ۴) $20\sqrt{5}$

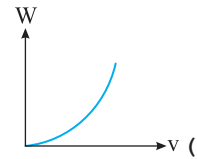
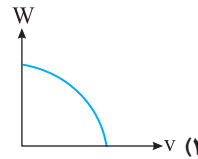
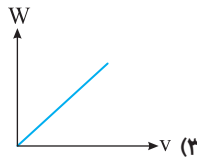
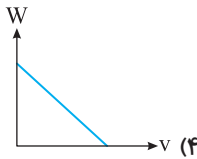


نمودار سرعت - زمان جسمی که روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر کار برآیند نیروی وارد بر جسم از لحظه شروع حرکت تا $t = 3 \text{ s}$ ، برابر با W باشد، کار برآیند نیروهای وارد بر جسم (کار کل) از لحظه $t = 3 \text{ s}$ تا $t = 5 \text{ s}$ کدام است؟

- 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 اصطکاک رها می‌شود. کدام نمودار، تغییرات کار نیروی وزن جسم (W) را بر حسب تندی آن درست نشان می‌دهد؟



۱۲ مطابق شکل زیر قایقی در گل فرو رفته است. برای کشیدن قایق از دو طناب استفاده می‌شود.

اگر اندازه 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

۱۳ جسمی به جرم m در نقطه A دارای چه تندی‌ای بر حسب متر بر ثانیه باشد تا با تلف شدن نیمی از انرژی

جنبشی اولیه آن در مسیر A تا B ، در نقطه B تندی آن نصف تندی در نقطه A شود؟ ($g=10 \text{ m/s}^2$)

(۱) ۴

(۲) ۸

(۳) ۱۶

۱۴ در شکل روبه‌رو جسمی از بالای سطح شیبدار بدون اصطکاک رها می‌شود، با چه تعداد از روش‌های زیر

می‌توان تندی جسم را هنگام رسیدن به زمین افزایش داد؟

(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 2 kg روی سطح شیبدار که با سطح افقی 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؟ ($g=10 \text{ m/s}^2$)

(۱) $-20\sqrt{3}$

(۲) $-10\sqrt{3}$

(۳) -10

(۴) -20

۱۶ نیروی ثابت $\vec{F}$ که با جهت مثبت محور x زاویه 45° می‌سازد، در جابه‌جایی $\vec{r}=2\vec{i}$ متر به اندازه 2 J کار انجام می‌دهد. بردار این نیرو در

سیستم یکم 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 1 m که جرم گلوله آن 200 g و جرم نخ آن ناچیز است، از نقطه A رها می‌شود.

اگر تا نقطه B اندازه کار نیروی مقاومت هوای وارد بر گلوله 2 J باشد و در نقطه B انرژی جنبشی و پتانسیل

آن با هم برابر باشد، تندی حرکت گلوله در نقطه B چند متر بر ثانیه است؟ ($g=10 \text{ N/kg}$) 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، 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 100 g از نقطه A بر بالای سطح خمیده‌ای، از حال سکون شروع به لغزیدن می‌کند. پس از گذر

از نقطه B و جدایی از نقطه C به طور قائم حداکثر تا نقطه D بالا می‌رود. اگر ارتفاع نقطه‌های A ، B ، C و D از

سطح افقی به ترتیب 1 m ، صفر، 20 cm و 65 cm باشد، در لغزش جسم از نقطه A تا نقطه C ، کار کل و کار

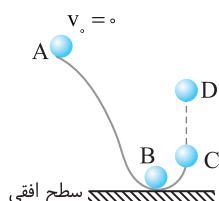
نیروی اصطکاک به ترتیب از راست به چپ چند ژول است؟

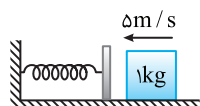
(۱) -0.35 ، 0.45

(۲) -0.45 ، 0.8

(۳) -0.8 ، 0.45

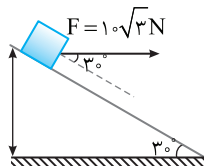
(۴) -0.35 ، 0.8





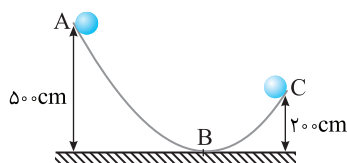
۲۰ در شکل روبه‌رو جسمی به جرم 1 kg با تندی $\Delta m/s$ به فنر برخورد می‌کند و فنر را حداکثر 10 cm فشرده می‌کند. اگر نیروی اصطکاک وارد بر جسم 20 N باشد، اندازه کار نیروی فنر از ابتدای برخورد تا لحظه‌ای که فشردگی فنر بیشینه می‌شود، چند ژول است؟

- (۱) $10/5$ (۲) $12/5$ (۳) $14/5$ (۴) $8/5$



۲۱ از بالای یک سطح شیبدار به طول 10 متر، جسمی به جرم 2 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 5 نیوتون باشد، تندی جسم در پایین سطح شیبدار چند متر بر ثانیه است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)

- (۱) 20 (۲) 10 (۳) $10\sqrt{3}$ (۴) $10\sqrt{2}$



۲۲ مطابق شکل گلوله‌ای از نقطه A بدون تندی اولیه به پایین می‌لغزد و در نقطه C متوقف می‌شود. اگر کار نیروی اصطکاک در مسیر AB، $1/5$ برابر کار نیروی اصطکاک در مسیر BC باشد، تندی جسم در نقطه B چند متر بر ثانیه است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)

- (۱) 8 (۲) 64 (۳) $\sqrt{20}$ (۴) 80

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

- (۱) 8 (۲) 12 (۳) $6/4$ (۴) $12/8$

۲۴ از آبخاری به ارتفاع 80 متر در هر ثانیه 250 m^3 آب بر روی یک مولد انرژی الکتریکی که در پایین آبخار است، می‌ریزد. اگر $\frac{3}{4}$ انرژی جنبشی آب توسط مولد به انرژی الکتریکی تبدیل شود، توان متوسط مولد چند مگا وات است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$, $\rho_{\text{آب}} = 1 \text{ g/cm}^3$)

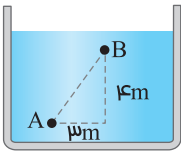
- (۱) 150 (۲) 15 (۳) 25 (۴) 250

۲۵ کار خروجی ماشین A در هر ساعت با مصرف 3 kJ انرژی برابر با 25 kJ و کار خروجی ماشین B در هر ساعت با مصرف 35 kJ انرژی برابر با 20 kJ است. کدام گزینه در خصوص مقایسه اندازه توان اتلافی (P) و بازده (Ra) این دو ماشین درست است؟

- (۱) $Ra_A > Ra_B$, $P_A > P_B$ (۲) $Ra_A < Ra_B$, $P_A > P_B$ (۳) $Ra_A < Ra_B$, $P_A < P_B$ (۴) $Ra_A > Ra_B$, $P_A < P_B$

فصل سوم: کار، انرژی و توان

B ۵ ۲



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

$$W_W = -mgh \Rightarrow W_W = -4 \times 10 \times 4 \Rightarrow W_W = -160\text{ J}$$

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 4 m را در نظر بگیرید. $W_{F_b} = F_b d \xrightarrow{F_b = 50\text{ N}} W_{F_b} = 50 \times 4 = 200\text{ J}$

نمای ۱۱ و ۷

B ۶ ۱

نیروی خالص وارد بر جسم که سبب کاهش سرعت و توقف جسم می‌شود، نیروی اصطکاک جنبشی است. ابتدا به کمک قانون دوم نیوتون اندازه این نیروی اصطکاک را به دست می‌آوریم:

$$f = ma \Rightarrow f_k = 4 \times 2 = 8\text{ N}$$

کار نیروی اصطکاک خواهد شد:

$$W_{f_k} = f_k d \cos \theta \xrightarrow{\theta = 180^\circ, \cos \theta = -1} W_{f_k} = 8 \times 10 \times (-1) = -80\text{ J}$$

نمای ۱۱

B ۷ ۱

ابتدا سرعت اتومبیل را بر حسب متر بر ثانیه به دست می‌آوریم:

$$v = 90 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{90}{3.6} \Rightarrow v = 25\text{ m/s}$$

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

$$K_v = 2K_1 \xrightarrow{K = \frac{1}{2}mv^2} \frac{1}{2}mv_v^2 = 2 \times \frac{1}{2}mv_1^2 \Rightarrow v_v^2 = 2v_1^2 \Rightarrow v_v = \sqrt{2}v_1 \Rightarrow v_v = \sqrt{2} \times 25$$

$$v_v = 1/\sqrt{2} \times 25 \Rightarrow v_v = 35\text{ m/s}$$

اگر $\sqrt{2}$ را برابر $1/4$ قرار دهیم خواهیم داشت:

$$\Rightarrow v_v - v_1 = 35 - 25 = 10\text{ m/s}$$

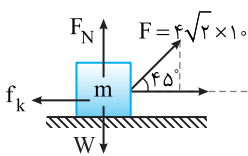
نمای ۲

پس سرعت باید 10 m/s افزایش یابد.

A ۸ ۱

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

۱. کار نیروی وزن و کار نیروی عمودی تکیه‌گاه که بر جابه‌جایی سورتخته عمودند، صفر است.

$$W_{F_N} = W_W = 0$$


۲. کار نیروی ثابت تراکتور برابر است با:

$$W_F = Fd \cos \theta \xrightarrow{\theta = 45^\circ} W_F = 4\sqrt{2} \times 10^3 \times 2335 \times \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$W_F = 940 \times 10^3\text{ J} = 940000\text{ J}$$

۳. کار نیروی اصطکاک جنبشی را به دست می‌آوریم.

$$W_{f_k} = f_k d \cos (180^\circ) \xrightarrow{f_k = 3/4 \times 10^3\text{ N}} W_{f_k} = -3/4 \times 10^3 \times 2335$$

$$W_{f_k} = -799 \times 10^3\text{ J} = -799000\text{ J}$$

۴. کار کل خواهد شد:

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

نمای ۱۰

آزمونک (ینجره ۱ و ۲)

B ۱ ۲

خط فکری در رابطه انرژی جنبشی $K = \frac{1}{2}mv^2$ باید جرم بر حسب kg و تندى بر حسب m/s باشد. بنابراین شما باید ابتدا تندى را بر حسب m/s حساب کنید. تندى فضاييما $3 \times 10^{-4}\text{ Au/h}$ است. با روش تبدیل زنجیره‌ای خواهیم داشت:

$$v = 3 \times 10^{-4} \frac{\text{Au}}{\text{h}} \times \frac{1/\Delta \times 10^{+11}\text{ m}}{1\text{ Au}} \times \frac{1\text{ h}}{3600\text{ s}} \Rightarrow v = \frac{5}{4} \times 10^{-4}\text{ m/s}$$

ضرب تبدیل یکای نجومی به متر ضرب تبدیل ساعت به ثانیه

انرژی جنبشی فضاييما خواهد شد:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow K = \frac{1}{2} \times 80 \times \left(\frac{5}{4} \times 10^{-4}\right)^2$$

$$K = 40 \times \frac{25}{16} \times 10^{-8} = 62.5 \times 10^{-8}\text{ J} \Rightarrow K = 6/25 \times 10^{-9}\text{ J} = 6/25\text{ GJ}$$

نمای ۱

B ۲ ۳

با توجه به این که جسم در راستای محور X در حرکت است، بنابراین تنها مؤلفه افقی نیرو $F_x = 15\text{ N}$ که در راستای جابه‌جایی است، کار انجام می‌دهد، مؤلفه قائم نیروی $F_y = 20\text{ N}$ 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:

$$W = F_x d = 15 \times 10 = 150\text{ J}$$

نمای ۸

B ۳ ۱

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

$$W_{F_y} = F_y d \cos 60^\circ = \frac{1}{2} F_y d$$

$$\Rightarrow W_{F_y} = \frac{1}{2} \times 20 \times d = 10d$$

کار نیروی F_1 خواهد شد:

$$W_{F_1} = F_1 d \cos 180^\circ \Rightarrow W_{F_1} = 10 \times d \times (-1) = -10d$$

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

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

نمای ۶

C ۴ ۳

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:

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

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

نمای ۵

آزمونک (ینجره ۲ و ۳)

۲ ۱ B

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

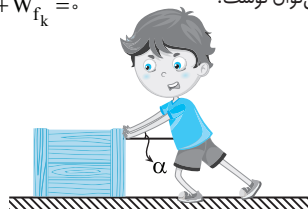
۲. کار نیروی وزن و کار نیروی عمودی سطح (تکیه گاه) که بر مسیر حرکت عموداند

$$W_{f_N} = W_W = 0 \quad \text{صفر است.}$$

۳. بنا به قضیه کار و انرژی جنبشی، با توجه به صفر بودن تغییرات انرژی جنبشی

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

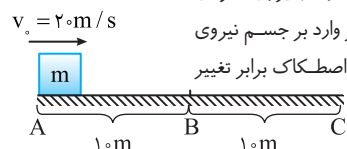
$$\Rightarrow W_{f_k} = -W_F \Rightarrow \frac{W_{f_k}}{W_F} = -1$$



نمای ۱۱

۲ ۲ B

در طول مسیر A تا C کار نیروی وزن و کار نیروی عمودی سطح صفر است و تنها نیروی مؤثر وارد بر جسم نیروی اصطکاک است بنابراین کار نیروی اصطکاک برابر تغییر انرژی جنبشی جسم است.



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

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

$$\xrightarrow{f_{kA \rightarrow B} = 25N} -35 \times 10 = \frac{1}{2} \times 4 \times v_B^2 - \frac{1}{2} \times 4 \times 20^2$$

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

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

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

$$\xrightarrow{f_{kB \rightarrow C} = 40N} -40 \times 10 = \frac{1}{2} \times 4 \times v_C^2 - \frac{1}{2} \times 4 \times 225$$

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

$$\frac{v_B}{v_C} = \frac{15}{5} = 3 \quad \text{بنابراین نسبت } \frac{v_B}{v_C} \text{ خواهد شد:}$$

نمای ۱۴

۴ ۳ B

خط فکری جهت حرکت آسانسور مشخص نیست

بنابراین با دو حالت روبه رو هستیم:

۱. آسانسور روبه بالا حرکت کند.

۲. آسانسور رو به پایین حرکت کند.

بر جعبه دو نیرو یکی وزن و دیگری نیروی عمودی سطح (تکیه گاه) وارد می شود.

مجموع کار نیروی وزن و کار نیروی عمودی سطح برابر تغییر

$$W_{f_N} + W_W = \Delta K \quad \text{انرژی جنبشی جعبه است، بنابراین:}$$

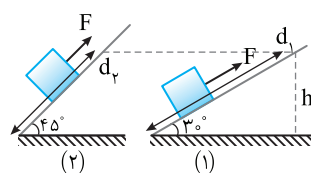
حالت اول: آسانسور رو به بالا شروع به حرکت کند. در این صورت کار نیروی وزن منفی و برابر $W_W = -mgh$ و کار نیروی عمودی سطح مثبت، برابر است با:

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

$$W_{f_N} - 4 \times 10 \times 5 = \frac{1}{2} \times 4 \times 16 \Rightarrow W_{f_N} = 232 \text{ N}$$

۲ ۹ B

خط فکری دقت کنید که با نیروی ثابت F، جسم روی دو سطح تا ارتفاع یکسان h بالا برده شده است، اکنون شما باید تشخیص بدهید که جابه جایی روی کدام سطح شیبدار برای رسیدن به ارتفاع h بیشتر است.



در شکل کاملاً مشخص است که شخص روی سطح شیبدار شماره (۱) مسیر طولانی تر را طی می کند و کار نیروی F روی سطح (۱) بزرگ تر است. اما این هم اثبات ریاضی:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{شکل (۱): } \sin 30^\circ = \frac{h}{d_1} \Rightarrow d_1 = \frac{h}{\sin 30^\circ} \Rightarrow d_1 = 2h \\ \text{شکل (۲): } \sin 45^\circ = \frac{h}{d_2} \Rightarrow d_2 = \frac{h}{\sin 45^\circ} \Rightarrow d_2 = \sqrt{2}h \end{array} \right.$$

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

نمای ۹

۳ ۱۰ B

در صورت مسئله فرض شده است که از اتلاف انرژی صرف نظر می کنیم. در این صورت انرژی ای که از سوخت حاصل می شود به انرژی جنبشی خودرو تبدیل شده است.

در حالت اول، انرژی جنبشی از صفر به $K_1 = \frac{1}{2}mv^2$ می رسد. یعنی مصرف V لیتر

$$\text{سوخت انرژی جنبشی } K_1 = \frac{1}{2}mv^2 \text{ را تأمین می کند.}$$

در حالت دوم، انرژی جنبشی از $K_1 = \frac{1}{2}mv^2$ به $K_2 = \frac{1}{2}m(2v)^2$ می رسد. در این

$$K_2 - K_1 = \frac{1}{2}m(4v^2) - \frac{1}{2}mv^2 = 3(\frac{1}{2}mv^2) \quad \text{صورت خواهیم داشت:}$$

بنابراین برای هر $\frac{1}{2}mv^2$ مقدار V لیتر سوخت مصرف می شود و برای $3(\frac{1}{2}mv^2)$

مقدار ۳V لیتر سوخت مصرف خواهد شد.

نمای ۴ و ۲

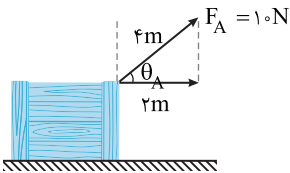
سرعت اولیه هر دو متحرک صفر می‌باشد پس:

$$K_0 = 0 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_p^2 > \frac{1}{2}mv_1^2 \Rightarrow v_p^2 > v_1^2 \Rightarrow v_p > v_1$$

نمای ۱۸

۳ ۸ B

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.

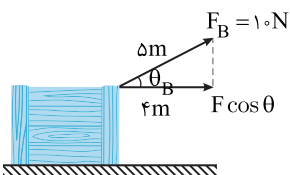


شخص A: با توجه به شکل زاویه بین نیروی F و جابه‌جایی برای شخص A برابر است با:

$$\cos \theta_A = \frac{\text{ضلع مجاور}}{\text{وتر}} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

کار شخص A برابر خواهد شد با:

$$W_A = F_A d \cos \theta_A \xrightarrow{d=5m} W_A = 10 \times 5 \times \frac{1}{2} = 25 J$$



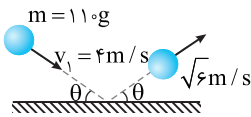
شخص B: کسینوس زاویه بین نیروی شخص B و راستای حرکت برابر است با:

$$\cos \theta_B = \frac{\text{ضلع مجاور}}{\text{وتر}} = \frac{4}{5}$$

کار شخص B برابر خواهد شد با: $W_B = F_B d \cos \theta_B \Rightarrow W_B = 10 \times 5 \times \frac{4}{5} = 40 J$

کار نیروی شخص B ($40 - 25 = 15 J$) از کار نیروی شخص A بیشتر است. نمای ۱۵

۳ ۹ A



بنا به قضیه کار - انرژی جنبشی کافی است که تغییر انرژی جنبشی جسم را در مدت برخورد حساب کنیم.

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_t = K_p - K_1 \Rightarrow W_t = \frac{1}{2}mv_p^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$\Rightarrow W_t = \frac{1}{2} \times 0.11 \times (6^2 - 4^2) \Rightarrow W_t = -0.55 J$$

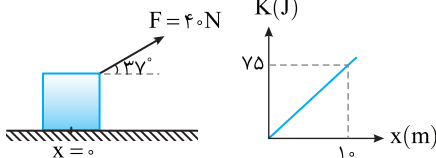
نمای ۱۴

۳ ۱۰ B

به نمودار نگاه کنید، در جابه‌جایی ۱۰ متر کار نیروی خالص وارد بر جسم برابر ۷۵ J شده است، بنابراین به کمک قضیه کار و انرژی جنبشی می‌توان اصطکاک را حساب کرد.

$$W_t = W_F + W_{f_k} = \Delta K \Rightarrow Fd \cos \theta - f_k d = K - 0$$

$$\Rightarrow 40 \times 10 \times 0.8 - f_k \times 10 = 75 \Rightarrow 7/5 = 40 \times 0.8 - f_k \Rightarrow f_k = 24/5 N$$



نمای ۱۳

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:

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

$$W_{F_N} + 4 \times 10 \times 5 = \frac{1}{2} \times 4 \times (4)^2 \Rightarrow W_{F_N} = -16 J$$

نمای ۱۶

۲ ۴ B

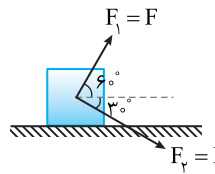
شکل (۱): کار برابر مجموع جبری کار دو نیروی یکسان F است بنابراین:

$$W_1 = W_{F_1} + W_{F_2} = Fd \cos 45^\circ + Fd \cos 45^\circ = \sqrt{2}Fd = 1/4 Fd$$

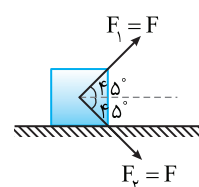
شکل (۲): کار W_p نیز خواهد شد:

$$W_p = W_{F_1} + W_{F_2} = Fd \cos 60^\circ + Fd \cos 30^\circ = \frac{Fd}{2} + Fd \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow W_p = \frac{\sqrt{3}+1}{2} Fd = \frac{1/\sqrt{3}+1}{2} Fd = 1/35 Fd$$

بنابراین $W_p < W_1$ است.

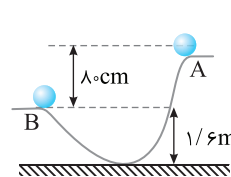


شکل (۲) نمای ۱۰



شکل (۱)

۱ ۵ A



یادآوری: کار نیروی وزن به مسیر بستگی ندارد و به ارتفاع قائم نقطه 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:

$$W_W = mgh \xrightarrow{m=2kg, h=0.8m} W_W = 2 \times 10 \times 0.8 = 16 J$$

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

۴ ۶ C



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، به دلیل افزایش سرعت، کار نیروی F در بازه‌های متوالی افزایش می‌یابد، بنابراین گزینه (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 گزینه (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 گزینه (۳) نیز درست است. نمای ۱۷

۲ ۷ B

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

$$W_1 = Fd \cos \theta_1, W_p = Fd \cos \theta_p$$

نیروی F وارد بر خودروها و جابه‌جایی d با هم برابر است و برای مقایسه کار آن‌ها باید به بررسی زاویه θ پردازیم. می‌دانیم هر چه θ کوچک‌تر باشد $\cos \theta$ بزرگ‌تر است. پس $\theta_p < \theta_1 \Rightarrow \cos \theta_p > \cos \theta_1 \Rightarrow W_p > W_1$

با استفاده از قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$W_p > W_1 \Rightarrow \Delta K_p > \Delta K_1$$

و در بالاترین نقطه مسیر، انرژی مکانیکی موتورسوار برابر است با:

$$E_p = U_p + K_p \Rightarrow E_p = mgh + \frac{1}{2}mv_p^2$$

قانون پایستگی انرژی را می‌نویسیم:

$$\begin{aligned} E_p - E_1 &= W_f \xrightarrow{W_f = -4000J} mgh + \frac{1}{2}mv_p^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = -4000J \\ \xrightarrow{m=200kg} 200 \times 10 \times h + \frac{1}{2} \times 200 \times (32^2 - 35^2) &= -4000 \\ 200h + [(32+35)(32-35)] &= -4000 \Rightarrow 200h + (67)(-3) = -4000 \\ \Rightarrow 200h - 201 &= -4000 \Rightarrow h = \frac{161}{200} \Rightarrow h = 80.5m \end{aligned}$$

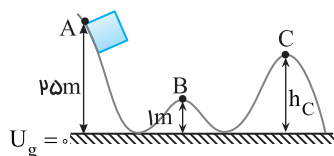
نمای ۳۰

۲ ۵ B

اندازه تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی به مسیر حرکت بستگی ندارد و به فاصله 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 به دست آوریم.

$$\begin{aligned} E_A &= E_C \Rightarrow mgh_A + \frac{1}{2}mv_A^2 = mgh_C + \frac{1}{2}mv_C^2 \\ 2 \times 10 \times 25 &= 2 \times 10 \times h_C + \frac{1}{2} \times 20 \times (20)^2 \Rightarrow h_C = 5m \end{aligned}$$

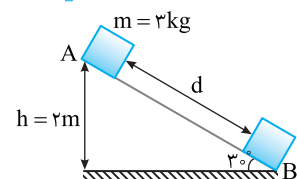


تغییرات انرژی پتانسیل گرانشی برابر است با:

$$\Delta U_{BC} = mg\Delta h_{BC} \Rightarrow \Delta U = mg(h_C - h_B) \Rightarrow \Delta U = 2 \times 10 \times (5 - 1) = 80J$$

نمای ۲۲

۱ ۶ A



$$\Delta U = -mg\Delta h \Rightarrow \Delta U = -3 \times 10 \times 2 = -60J$$

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.

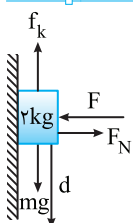
$$\sin 30^\circ = \frac{h}{d} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{2}{d} \Rightarrow d = 4m$$

اکنون تغییر انرژی مکانیکی جسم را حساب می‌کنیم.

$$\begin{aligned} E_B - E_A &= W_f \Rightarrow E_B - E_A = -f_k d \xrightarrow{f_k = 5N} \Delta E = -15 \times 4 \\ \Rightarrow \Delta E &= -60J \end{aligned}$$

نمای ۳۱

۱ ۷ B



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.

$$\begin{aligned} W_t &= \Delta K \xrightarrow{\Delta K = 0} \\ W_{F_N} + W_F + W_{mg} + W_{f_k} &= 0 \quad (1) \end{aligned}$$

آزمونک (پنجره ۳ و ۴)

۳ ۱ A

بنا به قضیه 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 ($E_p - E_1 = W_f$) و جمله (پ) درست است.

نمای ۲۹ و ۲۲، ۱۲

۲ ۲ A

۱ کار نیروی F_1 را حساب می‌کنیم.

$$\begin{aligned} W_1 &= F_1 d \cos 53^\circ \Rightarrow W_1 = 20 \times 0.6 = 12J \\ \text{۲ کار نیروی } F_2 \text{ را به دست می‌آوریم.} \\ W_2 &= F_2 d \cos 0^\circ \Rightarrow W_2 = 8J \end{aligned}$$

۳ تندی جسم ثابت بوده و انرژی جنبشی تغییر نمی‌کند و بنا به قضیه کار و انرژی جنبشی می‌توان نوشت:

$$\begin{aligned} W_t &= \Delta K \xrightarrow{\Delta K = 0} W_{F_N} + W_{mg} + W_1 + W_2 + W_f = 0 \\ \Rightarrow 12J + 8J + 20J - 200J &= 0 \Rightarrow d = \frac{200}{20} \Rightarrow d = 10m \end{aligned}$$

۴ جسم در مدت Δt با تندی ثابت v ، $10m$ جابه‌جا شده است، بنابراین:

$$v = \frac{d}{t} \Rightarrow v = \frac{10}{5} = 2m/s$$

نمای ۱۵

۲ ۳ B

قانون پایستگی انرژی را برای توپ در نقطه A و نقطه B می‌نویسیم.

$$\begin{aligned} E_B - E_A &= W_f \xrightarrow{U_A = U_B = 0} K_B - K_A = W_f \\ \text{Diagram showing a ball moving from point A to point B with velocities } v_1 \text{ and } v_2. \end{aligned}$$

با توجه به فرض مسئله کار نیروهای اتلافی برابر ۱۹٪ انرژی جنبشی اولیه جسم است:

$$W_f = \frac{-19}{100} K_A$$

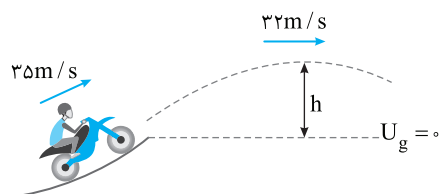
$$\begin{aligned} K_B - K_A &= \frac{-19}{100} K_A \Rightarrow K_B = 0.81 K_A \Rightarrow \frac{1}{2}mv_B^2 = 0.81 \left(\frac{1}{2}mv_A^2 \right) \\ \xrightarrow{v_A = 8m/s} v_B^2 &= 0.81 \times (8)^2 \Rightarrow v_B = 0.9 \times 8 \Rightarrow v_B = 7.2m/s \end{aligned}$$

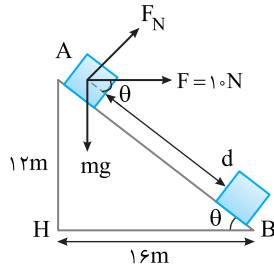
نمای ۲۹

۴ ۴ B

سطحی که موتورسوار شروع به پرش می‌کند را مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی فرض می‌کنیم. انرژی مکانیکی موتورسوار در ابتدا برابر است با:

$$E_1 = U_1 + K_1 \xrightarrow{U_1 = 0} E_1 = K_1 = \frac{1}{2}mv_1^2$$





۴ با توجه به شکل و قضیه خطوط موازی و مورب زاویه بین F و جابه‌جایی d همان زاویه سطح با افق است از این‌رو می‌توان نوشت:

$$\cos \theta = \frac{HB}{AB} \Rightarrow \cos \theta = \frac{16}{20} \Rightarrow \cos \theta = \frac{4}{5}$$

۵ کار نیروی F را حساب می‌کنیم.

$$W_F = Fd \cos \theta \Rightarrow W_F = 10 \times 20 \times \frac{4}{5} \Rightarrow W_F = 160 \text{ J}$$

۶ قضیه کار و انرژی جنبشی را برای جسم در مسیر AB می‌نویسیم.

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_{F_N} + W_F + W_{mg} = K_B - 0 \Rightarrow 0 + 160 + 480 = K_B$$

$$\Rightarrow K_B = 640 \text{ J}$$

نمای ۲۰

کار نیروی عمودی سطح و کار نیروی F که هر دو بر مسیر حرکت عمودند صفر است.

$W_{mg} = +mgh$ و کار نیروی وزن مثبت و برابر $W_{mg} = +mgh$

می‌شود. بنابراین رابطه (۱) به صورت زیر در می‌آید.

$$0 + mgh + W_{f_k} = 0 \xrightarrow{h=d=12\text{m}} 20 \times 10 \times 12 + W_f = 0 \Rightarrow W_f = -240 \text{ J}$$

نمای ۱۶

B ۱ ۸

خط‌نکته 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.

$$\begin{aligned} \text{گلوله A: } E_{r_A} - E_{l_A} &= W_{f_A} \\ \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 - mgh &= W_{f_A} \quad (1) \end{aligned}$$

$$U_g = 0$$

$$\text{گلوله B: } E_{r_B} - E_{l_B} = W_{f_B} \Rightarrow \frac{1}{2}(2m)v^2 - 2mgh = W_{f_B}$$

$$\Rightarrow 2\left(\frac{1}{2}mv^2 - mgh\right) = W_{f_B} \quad (2)$$

رابطه (۲) را بر رابطه (۱) تقسیم می‌کنیم.

$$\frac{2\left(\frac{1}{2}mv^2 - mgh\right)}{\frac{1}{2}mv^2 - mgh} = \frac{W_{f_B}}{W_{f_A}} \Rightarrow \frac{W_{f_B}}{W_{f_A}} = 2$$

نمای ۳۲

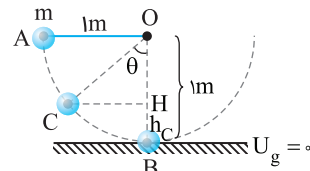
B ۴ ۹

۱ گلوله هنگام گذر از پایین‌ترین نقطه مسیر (B) دارای تندی بیشینه است. برای

نقاط A و B اصل پایستگی انرژی مکانیکی را نوشته و تندی بیشینه را حساب می‌کنیم.

$$E_A = E_B \Rightarrow U_A + K_A = U_B + K_B \Rightarrow mgR + 0 = 0 + \frac{1}{2}mv_B^2$$

$$\Rightarrow v_B = \sqrt{2gR} \xrightarrow{R=1\text{m}} v_B = \sqrt{20} = 2\sqrt{5} \text{ m/s}$$



۲ اگر در نقطه C تندی جسم $\frac{\sqrt{2}}{2}v_B$ باشد، ابتدا h_C را به دست می‌آوریم.

$$h_C = OB - OH \Rightarrow h_C = R - R \cos \theta \Rightarrow h_C = 1 - \cos \theta \quad (I)$$

۳ اصل پایستگی انرژی مکانیکی را برای نقاط B و C می‌نویسیم:

$$E_B = E_C \Rightarrow \frac{1}{2}mv_B^2 + 0 = \frac{1}{2}mv_C^2 + mgh_C$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}(\sqrt{20})^2 = \frac{1}{2}\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\sqrt{20}\right)^2 + 1 \cdot h_C \Rightarrow 10 = 5 + h_C \Rightarrow h_C = 5 \text{ m}$$

۴ اکنون می‌توان θ را حساب کرد:

$$(I) \Rightarrow h_C = 1 - \cos \theta \Rightarrow 5 = 1 - \cos \theta \Rightarrow \cos \theta = -4 \Rightarrow \theta = 60^\circ$$

نمای ۲۷

B ۳ ۱۰

۱ ابتدا فاصله AB را حساب می‌کنیم.

۲ کار نیروی عمودی سطح وارد بر جسم که بر مسیر عمود بوده صفر است.

$$W_{F_N} = 0$$

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:

$$W_{mg} = mgh \Rightarrow W_{mg} = 4 \times 10 \times 12 \Rightarrow W_{mg} = 480 \text{ J}$$

۲. کار مفید موتور آسانسور، بالا بردن آسانسور ۵۰۰ کیلوگرمی به ارتفاع ۱۲ متر است، بنابراین کار مفید آن را حساب می‌کنیم.

$$W_{\text{خروجی}} = mgh \Rightarrow W_{\text{خروجی}} = 500 \times 10 \times 12 \Rightarrow W_{\text{خروجی}} = 60000 \text{ J}$$

۳. توان مفید موتور آسانسور برابر است با:

$$P = \frac{W_{\text{خروجی}}}{t} \Rightarrow P_{\text{خروجی}} = \frac{60000}{20} = 3000 \text{ W} \Rightarrow P_{\text{خروجی}} = 3 \times 10^3 \text{ W}$$

۴. بازده موتور آسانسور خواهد شد:

$$Ra = \frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{ورودی}}} \times 100 \rightarrow Ra = \frac{3 \times 10^3}{30 \times 10^3} \times 100 \Rightarrow Ra = 10\%$$

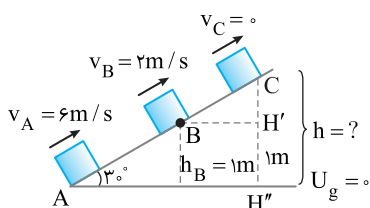
نمای ۳۵

۲ ۵ C

۱. با استفاده از قانون پایستگی انرژی در دو حالت A و B. کار نیروی اصطکاک از A تا B را به دست می‌آوریم.

$$E_B - E_A = W_f \Rightarrow (mgh_B + \frac{1}{2}mv_B^2) - \frac{1}{2}mv_A^2 = W_f$$

$$20 + 4 - \frac{1}{2} \times 2 \times 36 = W_f \Rightarrow W_f = -12 \text{ J}$$



۲. فاصله A تا B را حساب می‌کنیم:

$$h_B = \frac{AB}{\sin 30^\circ} \Rightarrow AB = 2h_B = 2 \text{ m}$$

۳. نیروی اصطکاک خواهد شد:

$$W_{f_{A \rightarrow B}} = -f_k(AB) \Rightarrow -12 = -f_k(2) \Rightarrow f_k = 6 \text{ N}$$

۴. قانون پایستگی انرژی را برای نقاط B و C می‌نویسیم.

$$E_C - E_B = W_{f_{B \rightarrow C}} \Rightarrow mgh - (mgh_B + \frac{1}{2}mv_B^2) = W_{f_{B \rightarrow C}}$$

$$20 \times h - (20 \times 1 + \frac{1}{2} \times 2 \times 36) = -f_k(BC) \Rightarrow 20h - (24) = -6(BC) \quad (I)$$

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 زاویه ۳۰° نصف وتر است.

$$CH' = \frac{1}{2}BC \Rightarrow BC = 2CH' \Rightarrow BC = 2(h - 1) \quad (II)$$

۶. کافی است BC را در رابطه (I) جای گذاری کنیم.

$$20h - 24 = -6(2h - 2) \Rightarrow 20h - 24 = -12h + 12 \Rightarrow 32h = 36 \Rightarrow h = \frac{9}{8} \text{ m}$$

نمای ۳۱

۱ ۶ 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:

$$W_f = -f_k d \Rightarrow W_f = -nmgd$$

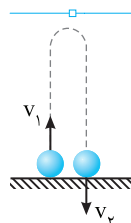
۳. بنا به قانون پایستگی انرژی می‌توان نوشت:

$$E_2 - E_1 = W_f \xrightarrow{E_2=0, U_1=U_2=0} -E_1 = W_f$$

$$\Rightarrow -K_1 = W_f \Rightarrow -\frac{1}{2}mv^2 = -nmgd \Rightarrow d = \frac{v^2}{2ng}$$

نمای ۲۹

آزمونک (بجز ۴ و ۵)



شکل (۱)

نیروی (برایند) نیز صفر است. 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 ($E = U + K$) افزایش می‌یابد و گزینه (۲) نیز نادرست است.

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

خط‌فکری 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 به دست آورد.

$$W_{\text{موتور}} = \Delta K = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$W_{\text{موتور}} = \frac{1}{2} \times 2000 \times (10^2 - 8^2) \Rightarrow W_{\text{موتور}} = 36 \times 10^3 \text{ J}$$

توان متوسط موتور خواهد شد:

$$P = \frac{W}{t} \xrightarrow{t=2 \text{ min}=120 \text{ s}} P = \frac{36 \times 10^3}{120} \Rightarrow P = 300 \text{ W}$$

نمای ۳۵

۴ ۳ B

۱. حجم گوی را حساب می‌کنیم.

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3} \times 3 \times 4^3 \Rightarrow V = 256 \text{ cm}^3$$

۲. جرم گوی را به دست می‌آوریم.

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V \xrightarrow{\rho=5 \text{ g/cm}^3} m = 5 \times 256 \Rightarrow m = 1280 \text{ g} = 1.28 \text{ kg}$$

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:

$$K_2 + (-mg\Delta h) = W_f \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 - mg\Delta h = W_f$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \times 1.28 \times v^2 - 1.28 \times 10 \times 10 = -28$$

$$\Rightarrow 0.64v^2 = 100 \Rightarrow 0.8v = 10 \Rightarrow v = 12.5 \text{ m/s}$$

نمای ۳۰

۲ ۴ B

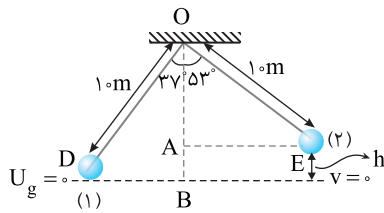
۱. ارتفاعی که آسانسور به وسیله موتور بالا می‌رود برابر است با:

$$h = \text{تعداد طبقات} \times \text{ارتفاع هر طبقه} = 3 \times 4 = 12 \text{ m}$$



$$E_1 = E_2 \Rightarrow U_1 + K_1 = U_2 + K_2 \xrightarrow{U_1 = U_2} K_1 = K_2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 = mgh \Rightarrow \frac{1}{2}v_1^2 = 20 \Rightarrow v_1^2 = 40 \Rightarrow v_1 = 2\sqrt{10} \text{ m/s}$$



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:

$$W_1 = \Delta K_1 = \frac{1}{2}m(2v)^2 - \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow \Delta K_1 = 3\left(\frac{1}{2}mv^2\right) \quad (I)$$

در حالت دوم: تغییر انرژی جنبشی خواهد شد:

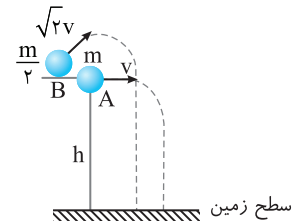
$$W_2 = \Delta K_2 = \frac{1}{2}m(3v)^2 - \frac{1}{2}m(2v)^2 \Rightarrow \Delta K_2 = 5\left(\frac{1}{2}mv^2\right) \quad (II)$$

با توجه به فرض مسئله می‌توان نوشت:

$$P_1 = P_2 \Rightarrow \frac{W_1}{t_1} = \frac{W_2}{t_2} \xrightarrow{(I) \text{ و } (II)} \frac{3\left(\frac{1}{2}mv^2\right)}{t_1} = \frac{5\left(\frac{1}{2}mv^2\right)}{t_2} \Rightarrow \frac{t_2}{t_1} = \frac{5}{3}$$

نمای ۳۵

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 آن‌ها هم برابر است.

($W_{OA} = W_{OB} = mgh$)، منظور از W_O کار مفید و منظور از W_i کار ورودی است.)

بازده A دو برابر بازده B است از این رو می‌توان نوشت:

$$Ra_A = 2Ra_B \xrightarrow{Ra = \frac{W_O \times 100}{W_i}} \frac{W_{OA}}{W_{iA}} = \frac{2W_{OB}}{W_{iB}}$$

$$\xrightarrow{W_{OA} = W_{OB}} \frac{1}{W_{iA}} = \frac{2}{W_{iB}} \Rightarrow W_{iA} = \frac{1}{2}W_{iB} \quad (I)$$

با توجه به فرض مسئله توان A نصف توان B است در نتیجه:

$$P_A = \frac{1}{2}P_B \Rightarrow \frac{W_{iA}}{t_A} = \frac{1}{2} \frac{W_{iB}}{t_B} \quad (II)$$

$$\xrightarrow{(I)} \frac{1}{2} \frac{W_{iB}}{t_A} = \frac{1}{2} \frac{W_{iB}}{t_B} \Rightarrow t_A = t_B$$

نمای ۳۶

۲ ۹ B

ابتدا فاصله قائم نقاط (۱) و (۲) را به دست می‌آوریم.

در مثلث OAE می‌توان نوشت:

$$\cos 53^\circ = \frac{OA}{OE} \Rightarrow OA = OE \cos 53^\circ \Rightarrow OA = 10 \times 0.6 = 6 \text{ m}$$

در مثلث OBD خواهیم داشت:

$$\cos 37^\circ = \frac{OB}{OD} \Rightarrow OB = OD \cos 37^\circ = 10 \times 0.8 = 8 \text{ m}$$

$$h = OB - OA = 8 - 6 \Rightarrow h = 2 \text{ m}$$

در این صورت h خواهد شد:

اصل پایداری انرژی مکانیکی را می‌نویسیم:

۲. نصف ارتفاع اوج را به دست می آوریم.

$$h = \frac{h}{2} = \frac{5}{2} = 2.5 \text{ m}$$

۳. اصل پایستگی انرژی را برای ابتدای مسیر و در ارتفاع $\frac{h}{2}$ (نصف ارتفاع اوج) می نویسیم.

$$E_1 = E_2 \Rightarrow U_1 + K_1 = U_2 + K_2 \xrightarrow{U_1=0} \frac{1}{2}mv_1^2 = mg\left(\frac{h}{2}\right) + \frac{1}{2}mv_2^2$$

$$\frac{1}{2} \times 10^2 = 10 \times 2.5 + \frac{1}{2}v_2^2 \Rightarrow 50 - 25 = \frac{1}{2}v_2^2$$

$$\Rightarrow v_2^2 = 2 \times 25 \Rightarrow v_2 = 5\sqrt{2} \text{ m/s}$$

نمای ۲۳

۵ B

خط فکری راننده ترمز می کند. تندی و انرژی جنبشی اتومبیل کاهش پیدا می کند و تا رسیدن به مانع ۹۶٪ انرژی جنبشی تلف شده و تنها ۴٪ انرژی جنبشی اولیه باقی می ماند. بنابراین شما کافی است انرژی جنبشی هنگام برخورد را برابر $\frac{4}{100}$ انرژی جنبشی اولیه قرار دهید.

با توجه به خط فکری بیان شده می توان نوشت:

$$K_2 = 0.04K_1 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_2^2 = 0.04 \times \frac{1}{2}mv_1^2 \Rightarrow v_2^2 = 0.04v_1^2$$

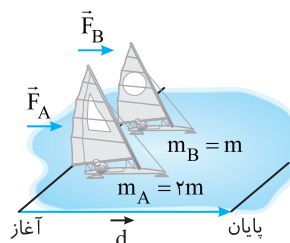
$$\Rightarrow v_2 = 0.2v_1 \xrightarrow{v_1=108 \text{ km/h}} v_2 = 21.6 \text{ km/h}$$

اکنون یکای تندی به دست آمده را از km/h به m/s تبدیل می کنیم.

$$v_2 = 21.6 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \Rightarrow v_2 = \frac{21.6}{3.6} \Rightarrow v_2 = 6 \text{ m/s}$$

نمای ۲۴

۶ A



خط فکری وقتی صحبت از انرژی جنبشی است، یعنی معمولاً شما باید به سراغ قضیه کار و انرژی جنبشی بروید و کار نیروی F_A و کار نیروی F_B را با توجه به برابر بودن انرژی جنبشی قایق ها در پایان مسیر برابر قرار دهید.

در حرکت هر دو قایق کار نیروی وزن و کار نیروی عمودی سطح که بر مسیر عمودند صفر است، بنابراین برای هر قایق می توان نوشت:

$$W_{t_A} = \Delta K_A \Rightarrow W_{F_N} + W_{mg} + W_{F_A} = K_A - 0$$

$$\Rightarrow W_{F_A} = K_A \quad \text{قایق A (۱)}$$

$$W_{t_B} = \Delta K_B \Rightarrow W_{F_N} + W_{mg} + W_{F_B} = K_B - 0$$

$$\Rightarrow W_{F_B} = K_B \quad \text{قایق B (۲)}$$

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

۷ A

مسئله ساده ای است، تغییر انرژی پتانسیل گرانشی از ارتفاع h_1 تا ارتفاع $h_2 = \frac{3}{4}h_1$ برابر 20 J بیان شده است، بنابراین می توان نوشت

$$\Delta U = mg\Delta h \Rightarrow 20 = mg(h_2 - h_1) \Rightarrow 20 = 0.2 \times 10 \times \left(\frac{3}{4}h_1 - h_1\right)$$

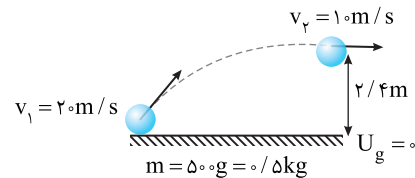
$$\Rightarrow \frac{h_1}{4} = 10 \Rightarrow h_1 = 40 \text{ m}$$

نمای ۲۲

یخچال تودرتو (آزمون فصل)

۲ ۱ B

یادآوری بنا به قضیه کار و انرژی جنبشی کار کل برابر تغییر انرژی جنبشی جسم است.



$$W_t = \Delta K = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 \Rightarrow W_t = \frac{1}{2} \times 0.5 \times (10^2 - 2^2)$$

$$\Rightarrow W_t = \frac{1}{2} \times 0.5 \times (-300) \Rightarrow W_t = -75 \text{ J}$$

یادآوری کار کل برابر مجموع جبری کار تک تک نیروهای وارد بر جسم است.

بر توپ دو نیروی وزن و نیروی مقاومت هوا وارد می شود. کار نیروی وزن به مسیر بستگی ندارد و به ارتفاع قائم نقطه ابتدایی و انتهایی از هم بستگی دارد. توپ رو به بالا حرکت کرده بنابراین کار نیروی وزن منفی و برابر است با:

$$W_{mg} = -mgh \Rightarrow W_{mg} = -0.5 \times 10 \times 2/4 \Rightarrow W_{mg} = -12 \text{ J}$$

اکنون کار نیروی مقاومت هوا را حساب می کنیم.

$$W_t = W_{mg} + W_f \xrightarrow{W_t = -75 \text{ J}} -75 = -12 + W_f \Rightarrow W_f = -63 \text{ J}$$

نمای ۱۲ و ۱۴

۲ ۲ A

نیروی وزن رو به پایین است، بنابراین هر گاه جسم رو به بالا حرکت کند، کار نیروی وزن منفی است و گزاره (الف) نادرست است.

نیروی بالابر هواپیما باعث اوج گرفتن و بالا رفتن هواپیما می شود. بنابراین کار نیروی بالابر هواپیما مثبت است و گزاره (ب) درست است.

هنگام اوج گرفتن هواپیما قطعاً هواپیما به طرف جلو در حال حرکت است و کار نیروی جلوبر هواپیما مثبت بوده و گزاره (پ) درست است. کار نیروی مقاومت هوا وارد بر هواپیما در خلاف جهت حرکت آن است و کارش منفی است و گزاره (ت) نادرست است.

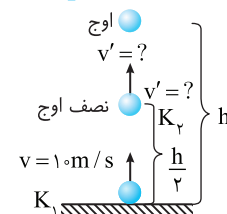
نمای ۱۷

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 ۱۹

۲ ۴ B



روش اول: به نحوه حل این قسمت دقت کنید. تا نصف ارتفاع اوج، نصف انرژی جنبشی اولیه گلوله به انرژی پتانسیل گرانشی تبدیل می شود و نصف انرژی اولیه به صورت انرژی جنبشی باقی می ماند.

$$K_2 = \frac{1}{2}K_1 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}mv_1^2 \Rightarrow v_2^2 = \frac{1}{2}v_1^2$$

$$v_2 = \frac{\sqrt{2}}{2}v_1 \Rightarrow v_2 = \frac{\sqrt{2}}{2} \times 10 = 5\sqrt{2} \text{ m/s}$$

روش دیگر: البته معمولاً این نوع مسئله را به این گونه حل می کنیم:

ابتدا با اصل پایستگی انرژی ارتفاع اوج را حساب می کنیم.

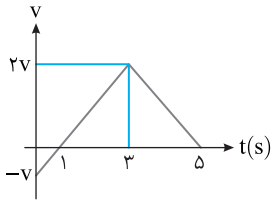
$$E_1 = E_{\text{اوج}} \Rightarrow U_1 + K_1 = U_{\text{اوج}} + K_{\text{اوج}} \xrightarrow{U_1=0} \frac{1}{2}mv_1^2 = mgh_{\text{اوج}}$$

$$\Rightarrow h_{\text{اوج}} = \frac{v_1^2}{2g} \Rightarrow h_{\text{اوج}} = \frac{10^2}{2 \times 10} \Rightarrow h_{\text{اوج}} = 5 \text{ m}$$

B ۱۰ ۲

کار نیروی برابند وارد بر جسم یا کار کل خواسته شده است. یعنی باید به سراغ قضیه کار و انرژی جنبشی برویم.

به نمودار نگاه کنید. در بازه ۰ تا ۳s خواهیم داشت:



$$W_t = \Delta K$$

$$\Rightarrow W_t = \frac{1}{2} m (2v)^2 - \frac{1}{2} m (-v)^2$$

$$\Rightarrow W_t = \frac{3}{2} m v^2 \quad (1)$$

در بازه ۳s تا ۵s نیز می‌توان نوشت:

$$W_t' = \Delta K' \Rightarrow W_t' = 0 - \frac{1}{2} m (2v)^2 \Rightarrow W_t' = -\frac{1}{2} m (2v)^2 \quad (2)$$

اکنون با تقسیم رابطه (۲) بر رابطه (۱) خواهیم داشت:

$$\frac{W_t'}{W_t} = \frac{-\frac{1}{2} m (2v)^2}{\frac{3}{2} m v^2} \Rightarrow \frac{W_t'}{W_t} = -\frac{4}{3} \Rightarrow W_t' = -\frac{4}{3} W$$

بازی با سوال: معادله تندی - مکان متحرکی به صورت $v = x^2 + 2x + 4$ است. کار کل در دو متر اول حرکت چند برابر کار کل در دو متر بعدی حرکت است؟

$$5 \quad (1) \quad 2 \quad (2) \quad 3 \quad (3) \quad 4 \quad (4)$$

گزینه 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:

$$\begin{cases} x=0 \Rightarrow v_1 = 4 \text{ m/s} \\ x=2 \text{ m} \Rightarrow v_2 = 2^2 + 2 \times 2 + 4 = 12 \text{ m/s} \end{cases}$$

$$\Rightarrow W_{1 \text{ کل}} = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2} m (144 - 16) = \frac{1}{2} m \times 128$$

$$\begin{cases} x=2 \text{ m} \Rightarrow v_3 = 12 \text{ m/s} \\ x=4 \text{ m} \Rightarrow v_4 = 4^2 + 2 \times 4 + 4 = 28 \text{ m/s} \end{cases}$$

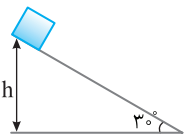
$$\Rightarrow W_{2 \text{ کل}} = \frac{1}{2} m v_4^2 - \frac{1}{2} m v_3^2 = \frac{1}{2} m (784 - 144) = \frac{1}{2} m \times 640$$

$$\frac{1}{2} m (128) = \frac{1}{2} m \times 16 \times 40$$

$$\frac{W_{1 \text{ کل}}}{W_{2 \text{ کل}}} = \frac{\frac{1}{2} m \times 128}{\frac{1}{2} m \times 640} = \frac{1}{5}$$

حال نسبت کار کل‌ها را حساب می‌کنیم:

نمای ۱۳



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:

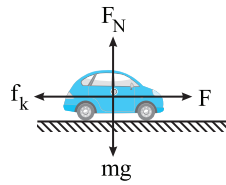
$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_{mg} = K - 0 \Rightarrow W_{mg} = \frac{1}{2} m v^2$$

بنابراین کار نیروی وزن یک تابع درجه دو بر حسب تندی است که نمودار آن یک سهمی

نمای ۱۳

است و گزینه (۱) درست است.

B ۸ ۱



برایند نیروهای مقاوم در مقابل حرکت، در خلاف جهت جابه‌جایی جسم است و کار آن منفی است. یعنی کار نیروهای مقاوم در این مسئله $W_f = -80 \text{ kJ}$ است. با دانستن این مطلب ابتدا نیروهای مقاوم در مقابل حرکت را با توجه به تعریف کار به‌دست می‌آوریم.

$$W_{f \text{ اصطکاک}} = f_{\text{اصطکاک}} \times d \times \cos 180^\circ \xrightarrow{W_f = -80 \text{ kJ}}$$

$$-80 \times 10^3 = f_{\text{اصطکاک}} \times 50 \times (-1) \Rightarrow f_{\text{اصطکاک}} = 1600 \text{ N}$$

اکنون به کمک قانون دوم نیوتون مسئله را حل می‌کنیم

$$F_{\text{net}} = ma \Rightarrow F - f_k = ma \Rightarrow F - 1600 = 2/5 \times 10^3 \Rightarrow F = 4100 \text{ N}$$

بازی با سوال: جسمی به جرم 2 kg از ارتفاع 10 m متری رها شده و روی خط راست با شتاب 8 m/s^2 به سمت پایین سقوط می‌کند. کار نیروی مقاومت هوا در این جابه‌جایی چند ژول است؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

$$160 \quad (4) \quad -160 \quad (3) \quad 40 \quad (2) \quad -40 \quad (1)$$

گزینه ۱

پاسخ: ابتدا کار نیروی خالص وارد بر جسم را به‌دست می‌آوریم:

$$F_t = ma \Rightarrow F_t = 2 \times 8 = 16 \text{ N}$$

کار نیروی خالص وارد بر جسم برابر است با:

$$W_{F_t} = F_t d = 16 \times 10 = 160 \text{ J}$$

کار نیروی وزن هنگام پایین آمدن جسم برابر خواهد شد با:

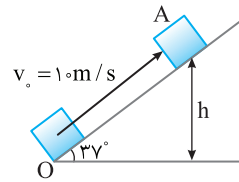
$$W_g = mgd \cos 0 = 2 \times 10 \times 10 \times 1 = 200 \text{ J}$$

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).

$$W_{F_t} = W_g + W_f \Rightarrow 160 = 200 + W_f \Rightarrow W_f = -40 \text{ J}$$

نمای ۱۱

C ۹ ۱



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. قضیه کار و انرژی جنبشی را در مسیر

$$W_{mg} + W_{f_k} = \Delta K \Rightarrow -mgh + W_{f_k} = 0 - \frac{1}{2} m v_1^2 \quad (1)$$

قضیه کار و انرژی جنبشی را در مسیر برگشت می‌نویسیم:

$$W_{mg} + W_{f_k} = \Delta K \Rightarrow mgh + W_{f_k} = \frac{1}{2} m v_1^2 - 0 \quad (2)$$

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 رابطه (۱) و (۲) را از هم کم می‌کنیم.

$$mgh + W_{f_k} - (-mgh + W_{f_k}) = \frac{1}{2} m v_1^2 - (-\frac{1}{2} m v_1^2)$$

$$2mgh = \frac{1}{2} m v_1^2 + \frac{1}{2} m v_1^2 \Rightarrow 2 \times 10 \times h = \frac{1}{2} (2\sqrt{5})^2 + \frac{1}{2} (10)^2$$

$$\Rightarrow 20h = 60 \Rightarrow h = 3 \text{ m}$$

اکنون به کمک سینوس زاویه 37° در شکل، OA را حساب می‌کنیم.

$$\sin 37^\circ = \frac{h}{OA} \Rightarrow 0.6 = \frac{3}{OA} \Rightarrow OA = 5 \text{ m}$$

نمای ۲۰ و ۲۳

۲ انرژی مکانیکی در نقطه 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:

$$E_B = \frac{1}{2}E_A \Rightarrow mgh + \frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}mv_A^2\right) \xrightarrow{H=1.8m}$$

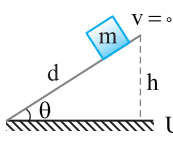
$$1.0 \times 10^{-1} + \frac{1}{2}v_B^2 = \frac{1}{2}v_A^2 \xrightarrow{v_B = \frac{1}{2}v_A} 1.0 \times 10^{-1} + \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}v_A\right)^2 = \frac{1}{2}v_A^2$$

$$\Rightarrow 1.0 \times 10^{-1} = \frac{1}{4}v_A^2 \Rightarrow v_A = 2m/s$$

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.

$$E_1 = E_2 \Rightarrow U_1 + K_1 = U_2 + K_2 \Rightarrow mgh + 0 = 0 + \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{2gh} \quad (2)$$

$$v = \sqrt{2gd \sin \theta}$$

مقدار h را از رابطه (۱) در رابطه (۲) قرار می‌دهیم.

نتایجی که از این رابطه به دست می‌آید این است که:

۱ تندی جسم در پایین سطح به جرم جسم بستگی ندارد و گزاره (الف) نادرست است.

۲ با ثابت ماندن طول سطح شیب‌دار (d) هر چه زاویه سطح (theta) افزایش یابد

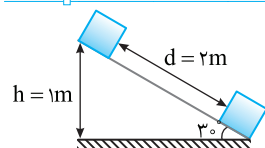
تندی جسم در پایین سطح بیشتر می‌شود و گزاره (ب) درست است.

۳ با ثابت ماندن theta 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 اندازه

$h = \frac{2}{2} = 1m$ پایین آمده است (ضلع

روبه‌رو به زاویه ۳۰° نصف وتر است). کار نیروی وزن مثبت و برابر است با:

$$W_{mg} = +mgh \Rightarrow W_g = +2 \times 1 \times 1 \Rightarrow W_g = +2J$$

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 به دست می‌آوریم

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_{mg} + W_{F_N} + W_{f_k} = 0 \Rightarrow +2 + W_{f_k} = 0 \Rightarrow W_{f_k} = -2J$$

نمای ۳۱

۱ ۱۶ C

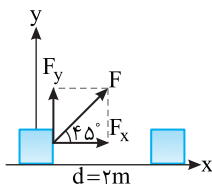
اندازه جابه‌جایی جسم ۲ متر و در جهت محور xها است. کار نیروی F در این جابه‌جایی

$$W = Fd \cos \alpha \xrightarrow{W=2J, d=2m, \alpha=45^\circ} 2 = F \times 2 \times \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow F = \sqrt{2}N$$

هرگاه برداری با جهت مثبت محور xها زاویه ۴۵° بسازد. اندازه مؤلفه‌های آن بردار روی

محورهای x و y با هم برابر است. بنابراین با توجه به گزینه‌ها داریم:

$$\vec{F} = n\vec{i} + n\vec{j} \Rightarrow F = n\sqrt{2} \xrightarrow{F=\sqrt{2}} \sqrt{2} = n\sqrt{2} \Rightarrow n=1 \Rightarrow \vec{F} = \vec{i} + \vec{j}$$



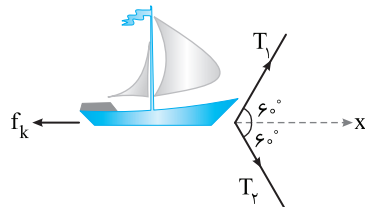
نمای ۸

۳ ۱۲ A

۱ کار هر یک از نیروهای T_1 و T_2 را حساب می‌کنیم.

$$W = Fd \cos \theta \xrightarrow{F=T_1=200N, \theta=60^\circ, d=20m}$$

$$W_{T_1} = W_{T_2} = 200 \times 20 \times \frac{1}{2} \Rightarrow W_{T_1} = W_{T_2} = 2000J$$



۲ کار نیروی اصطکاک را به دست می‌آوریم:

$$W_f = f_k d \cos \theta \xrightarrow{f_k=50N, \theta=180^\circ} W_{f_k} = 50 \times 20 \times (-1) = -1000J$$

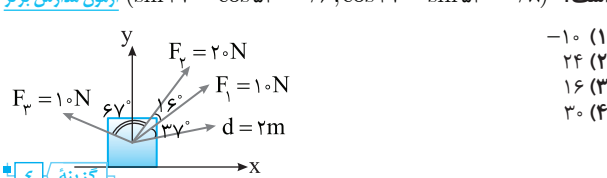
۳ کار کل برابر مجموع جبری کار تک‌تک نیروهاست. بنابراین:

$$W_t = W_{T_1} + W_{T_2} + W_{f_k} = 2000 + 2000 + (-1000) = W_t = 3000J$$

بازی یا سوال ۱ 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؟ ($\sin 37^\circ = \cos 53^\circ = 4/5$, $\cos 37^\circ = \sin 53^\circ = 3/5$) (آزمون مدارس برتر



- ۱۰ (۱)
- ۲۴ (۲)
- ۱۶ (۳)
- ۳۰ (۴)

گزینه ۴

۱ یا سیم با توجه به اندازه‌های نیرو

و جابه‌جایی و زاویه بین نیرو جابه‌جایی،

کار نیروها را به دست می‌آوریم.



$$W_{F_1} = F_1 d \cos \theta_1 = 10 \times 2 \times \cos 37^\circ = 16J$$

$$W_{F_2} = F_2 d \cos \theta_2 = 20 \times 2 \times \cos 53^\circ = 24J$$

$$W_{F_3} = F_3 d \cos \theta_3 = 10 \times 2 \times \cos (67^\circ + 16^\circ + 37^\circ) = -20 \times \frac{1}{5} = -4J$$

کار کل برابر است با مجموع کار تک‌تک نیروها پس:

$$W_t = W_{F_1} + W_{F_2} + W_{F_3} = 16 + 24 - 4 = 36J$$

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.

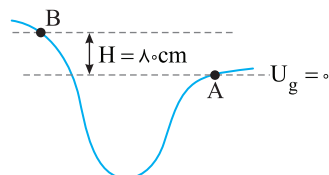
۲ تندی در نقطه B نصف تندی در نقطه A است. ($v_B = \frac{1}{2}v_A$) با نوشتن قانون

پایستگی انرژی مسئله قابل حل است.

سطحی که نقطه A بر آن قرار دارد را مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی فرض می‌کنیم

انرژی مکانیکی در نقطه A برابر است با:

$$E_A = U_A + K_A \xrightarrow{U_A=0} E_A = \frac{1}{2}mv_A^2$$





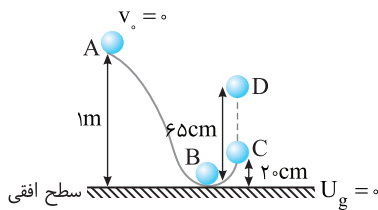
۱ ۱۹ C

نکته مهم در حل این تست این است که از C تا D نیروی اصطکاک نداریم، پس انرژی مکانیکی نقاط C و D با هم برابر است ($E_C = E_D$). از این رو می‌توان به جای E_C ، E_D را قرار داد. اما چرا چنین کاری را انجام می‌دهیم. زیرا در نقطه 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 به دست آورد.

$$E_C - E_A = W_{f_{A \rightarrow C}} \xrightarrow{E_C = E_D} E_D - E_A = W_{f_{A \rightarrow C}}$$

$$\Rightarrow mgh_D - mgh_A = W_{f_{A \rightarrow C}}$$

$$\Rightarrow W_{f_{A \rightarrow C}} = 0/1 \times 10 \times 0/65 - 0/1 \times 10 \times 1 = -0/35 \text{ J}$$



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 به دست 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.

$$W_g = -(U_C - U_A) = -(mgh_C - mgh_A)$$

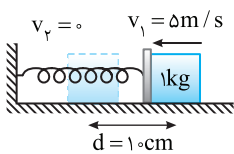
$$\Rightarrow W_g = -(0/1 \times 10 \times 0/2 - 0/1 \times 10 \times 1) = +0/1 \text{ J}$$

۲ اکنون کار کل را می‌توان حساب کرد

$$W_t = W_{mg} + W_f + W_{F_N} = 0/1 + (-0/35) + 0 \Rightarrow W_t = 0/45 \text{ J}$$

نمای ۱۹ و ۱۶

۱ ۲۰ B



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:

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_{F_N} + W_{mg} + W_{F_e} + W_{f_k} = \Delta K$$

$$W_{F_e} - f_k d = 0 - \frac{1}{2} m v^2 \xrightarrow{f_k = 20 \text{ N}, m = 1 \text{ kg}} W_{F_e} - 20 \times 0/1 = -\frac{1}{2} \times 1 \times (5)^2$$

$$\Rightarrow W_{F_e} - 2 = -12/5 \Rightarrow W_{F_e} = -10/5 \text{ J}$$

نمای ۲۱

۴ ۲۱ B

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. با توجه به خطوط موازی و مورب زاویه بین نیروی F و مسیر $\theta = 30^\circ$ خواهد شد. بنابراین کار نیروی F برابر است با:

$$W_F = Fd \cos \theta \Rightarrow W_F = 10 \times \sqrt{3} \times 10 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow W_F = 150 \text{ J}$$

۲ کار نیروی عمودی سطح که بر مسیر عمود بوده صفر است.

۳ کار نیروی وزن به ارتفاع قائم h بستگی دارد. ابتدا باید h را حساب کنیم.

$$\sin 30^\circ = \frac{h}{d} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{h}{10} \Rightarrow h = 5 \text{ m}$$

جسم پایین می‌آید. کار نیروی وزن مثبت بوده و خواهد شد:

$$W_{mg} = +mgh \Rightarrow W_{mg} = 2 \times 10 \times 5 \Rightarrow W_{mg} = 100 \text{ J}$$

۲ ۱۷ B

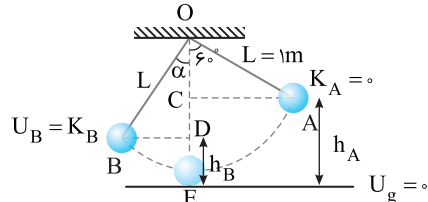
۱ ارتفاع قائم نقاط A و B را از پایین‌ترین نقطه مسیر حساب می‌کنیم.

$$h_A = OE - OC \xrightarrow{OE=L, OC=L \cos 60^\circ} h_A = L - L \cos 60^\circ$$

$$\Rightarrow h_A = L(1 - \cos 60^\circ) \Rightarrow h_A = 1 \times (1 - \frac{1}{2}) = \frac{1}{2} \text{ m}$$

$$h_B = OE - OD \xrightarrow{OE=L, OD=L \cos \alpha} h_B = L - L \cos \alpha$$

$$\Rightarrow h_B = L(1 - \cos \alpha) \Rightarrow h_B = 1 \times (1 - \cos \alpha) = 1 - \cos \alpha$$



۲ بزرگی کار نیروی مقاومت هوا $0/2 \text{ J}$ بیان شده بنابراین $W_{f_b} = 0/2 \text{ J}$ است.

۳ قانون پایستگی انرژی را می‌نویسیم:

$$E_B - E_A = W_f \Rightarrow U_B + K_B - (U_A + K_A) = W_f$$

$$\xrightarrow{\substack{U_B = K_B \text{ مسئله} \\ K_A = 0, W_f = -0/2 \text{ J}}} 2K_B - U_A = -0/2 \text{ J} \Rightarrow 2 \times \frac{1}{2} m v_B^2 - mgh_A$$

$$= -0/2 \text{ J} \xrightarrow{m = 2 \text{ kg}} 0/2 \times v_B^2 - 0/2 \times 10 \times \frac{1}{2} = -0/2$$

$$\Rightarrow 0/2 v_B^2 = 0/8 \Rightarrow v_B^2 = 4 \Rightarrow v_B = 2 \text{ m/s}$$

جالب است اصلاً به حساب کردن h_B و داشتن α نیازی نبود و فقط وقت تلف کردیم.

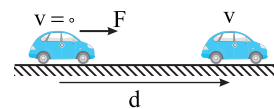
نمای ۳۱

۲ ۱۸ B

خط فکری در مسیر افقی نشان داده شده کار نیروی وزن و کار نیروی عمودی سطح صفر است. در مرحله 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 بر حسب جرم خودرو (m)، تندی (v) و جابه‌جایی (d) به دست بیاورید تا بتوانید $\frac{F'}{F}$ را حساب کنید. با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی در قسمت اول مسیر داریم:

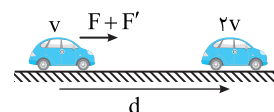
$$W_F = \Delta K \xrightarrow{v_1=0} Fd = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow F = \frac{m v^2}{2d} \quad (1)$$



در قسمت دوم در جابه‌جایی d، تندی از v به 2v رسیده است. بنابراین

$$W_{F+F'} = \Delta K \Rightarrow (F + F')d = \frac{1}{2} m (2v)^2 - \frac{1}{2} m v^2$$

$$Fd + F'd = \frac{1}{2} m (3v^2) \xrightarrow{Fd = \frac{1}{2} m v^2} F'd = m v^2 \Rightarrow F' = \frac{m v^2}{d} \quad (2)$$



برای به دست آوردن $\frac{F'}{F}$ کافی است رابطه (۲) را بر رابطه (۱) تقسیم کنیم:

$$\frac{F'}{F} = \frac{\frac{m v^2}{d}}{\frac{m v^2}{2d}} = 2$$

نمای ۱۷



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؟

- گزینه ۱: $2\sqrt{5}$ (۱) $2\sqrt{10}$ (۲) $\sqrt{10}$ (۳) $\sqrt{5}$ (۴)

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 ۵- میلی‌ژول است. قضیه کار و انرژی جنبشی را از D تا B می‌نویسیم:

$$K_B - K_D = W_{mg} + W_{f_k} \Rightarrow \frac{1}{2}mv_B^2 - 0 = -mg\Delta h + W_{f_k}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mv_B^2 = -m \times 10 \times (-1/5) + (-5m) \Rightarrow \frac{v_B^2}{2} = 15 - 5$$

$$\Rightarrow v_B^2 = 20 \Rightarrow v_B = 2\sqrt{5}m/s$$

۴ ۲۳ B

۱. تندی جسم ثابت و نیروی خالص وارد بر جسم صفر است، بنابراین:

$$f_{مقاوم} = F_{پیشران} \xrightarrow{f_{مقاوم} = 800N} F_{پیشران} = 800N$$

$$W_F = Fd$$

۲. کار نیروی موتور قایق برابر است با:

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

$$P = 9600W \times \frac{1hp}{7450W} \Rightarrow P = 12.8hp$$

میانبر استفاده از رابطه $P = Fv$ برای یافتن توان نیروی وسیله ای که با تندی ثابت v در حرکت است.

نمای ۳۵

۱ ۲۴ B

خط فکری 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 $\frac{3}{4}$ این انرژی به انرژی مفید الکتریکی تبدیل شده است.

۱. جرم $250m^3$ آب را به دست می‌آوریم

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V \xrightarrow{\rho = 1000kg/m^3} m = 1000 \times 250 = 250 \times 10^3 kg$$

۲. سطح زمین را مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی فرض می‌کنیم و انرژی پتانسیل را حساب می‌کنیم:

$$E_1 = U = mgh \Rightarrow E_1 = 250 \times 10^3 \times 10 \times 80 \Rightarrow E_1 = 20 \times 10^7 J$$

۳. 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:

$$E_2 = P_{مفید} \times t = 15 \times 10^7 W \Rightarrow P = 150MW$$

نمای ۳۵

۴. کار نیروی اصطکاک را حساب می‌کنیم.

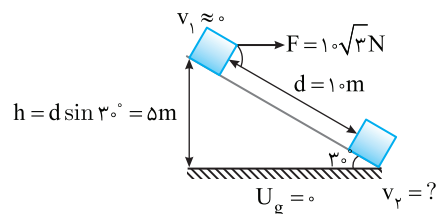
$$W_{f_k} = f_k d \cos \theta \xrightarrow{\theta = 180^\circ} W_{f_k} = -f_k d$$

$$\xrightarrow{f_k = 5N} W_{f_k} = -5 \times 10 = -50J$$

۵. اکنون با نوشتن قضیه کار و انرژی جنبشی مسئله حل می‌شود.

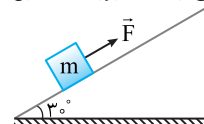
$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_{mg} + W_{F_N} + W_F + W_{f_k} = \frac{1}{2}mv_f^2 - K_i$$

$$\Rightarrow 100 + 150 + 0 - 50 = \frac{1}{2} \times 2 \times v_f^2 \Rightarrow v_f^2 = 200 \Rightarrow v_f = 10\sqrt{2}m/s$$



نمای ۲۰

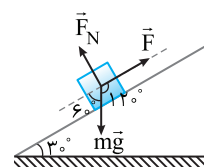
بازی با سؤال در شکل زیر، جسمی به جرم m با نیروی ثابت F و با تندی ثابت روی سطح بدون اصطکاک به اندازه L بالا می‌رود. کار نیروی F در این جابه‌جایی کدام است؟



گزینه ۲

- (۱) mgL (۲) $\frac{mgL}{2}$ (۳) $-mgL$ (۴) $-\frac{mgL}{2}$

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.



$$W_{F_t} = W_t = W_F + W_g + W_{F_N}$$

$$\Rightarrow 0 = W_F + mgL \cos 120^\circ + 0$$

$$\Rightarrow W_F = +\frac{mgL}{2}$$

۱ ۲۲ C

با توجه به پایستگی انرژی در مسیر A تا B داریم:

$$E_B - E_A = W_{f_{A \rightarrow B}} \xrightarrow{\frac{E_B = K_B}{E_A = U_A}} \frac{1}{2}mv_B^2 - mgh = W_{f_{A \rightarrow B}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mv_B^2 - m \times 10 \times 5 = W_{f_{A \rightarrow B}}$$

در مسیر B تا C نیز با توجه به پایستگی انرژی در مسیر B تا C داریم:

$$E_C - E_B = W_{f_{B \rightarrow C}} \xrightarrow{\frac{E_B = K_B}{E_C = U_C}} mgh' - \frac{1}{2}mv_B^2 = W_{f_{B \rightarrow C}}$$

$$\Rightarrow m \times 10 \times 2 - \frac{1}{2}mv_B^2 = W_{f_{B \rightarrow C}}$$

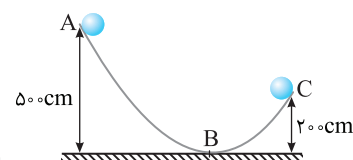
با توجه به سؤال کار نیروی اصطکاک در مسیر AB، $1/5$ برابر کار نیروی اصطکاک در مسیر BC است، داریم:

$$W_{f_{A \rightarrow B}} = 1/5 W_{f_{B \rightarrow C}} \xrightarrow{\frac{W_{f_{A \rightarrow B}} = \frac{1}{2}mv_B^2 - 50m}{W_{f_{B \rightarrow C}} = 20m - \frac{1}{2}mv_B^2}}$$

$$\frac{1}{2}mv_B^2 - 50m = 1/5 (20m - \frac{1}{2}mv_B^2)$$

$$\frac{1}{2}mv_B^2 - 50m = 4m - \frac{3}{10}mv_B^2 \xrightarrow{m \text{ از دو طرف ساده شود}}$$

$$10 = \frac{5}{4}v_B^2 \Rightarrow v_B^2 = 8 \Rightarrow v_B = 2\sqrt{2}m/s$$



نمای ۳۱ و ۳۳



ماشین A، در هر ساعت ۳۰kJ انرژی دریافت کرده و ۲۵kJ کار مفید انجام داده است، بنابراین در ماشین A در مدت یک ساعت ۳۰-۲۵=۵kJ انرژی تلف شده است و بازده ماشین A برابر با:

$$Ra_A = \frac{W_{\text{خروجی}}}{W_{\text{ورودی}}} \times 100 \Rightarrow Ra_A = \frac{25}{30} \times 100 = \frac{5}{6} \times 100 \quad (1)$$

ماشین B، در هر ساعت ۳۵kJ انرژی دریافت کرده و ۲۰kJ کار مفید انجام داده است، بنابراین در ماشین B در مدت یک ساعت ۳۵-۲۰=۱۵kJ توان تلف شده است و بازده ماشین B برابر است با:

$$Ra_B = \frac{W_{\text{خروجی}}}{W_{\text{ورودی}}} \times 100 \Rightarrow Ra_B = \frac{20}{35} \times 100 = \frac{4}{7} \times 100 \quad (2)$$

از رابطه (۱) و (۲) مشخص است که:

$$\frac{5}{6} > \frac{4}{7} \Rightarrow Ra_A > Ra_B$$

از طرفی در ماشین 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



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

در پاسخ این تست‌ها، تستی تحت عنوان بازی با سؤال قرار گرفته است.
منتخبی از تست‌هایی که می‌توانید برای دوره فصل، آن‌ها را حل کنید.

آزمونک

آزمون مدارس برتر

کدام گزینه درست است؟

۷۸۳

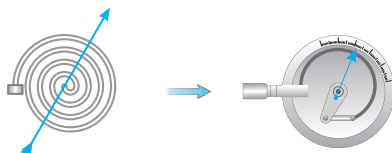
۱

- (۱) کمیت دماسنجی همه دماسنج‌ها براساس منبسط یا منقبض شدن مایع است.
- (۲) گستره دماسنجی همه ترموکوپل‌ها در محدوده 270°C تا 1372°C است.
- (۳) دقت همه 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.

۷۸۳

۲

شکل‌های زیر فشارسنج بوردون و دماسنج نواری دو فلز پیچیده‌ای را نشان می‌دهد، کدام گزینه درست است؟



۷۸۳

۳

- (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.

روی یک کره فلزی توخالی دو سوراخ به فاصله X از هم ایجاد می‌کنیم. سپس دمای کره فلزی را بالا می‌بریم. قطر سوراخ‌ها و فاصله X بین آن‌ها به ترتیب از راست به چپ چه تغییری می‌کند؟

- (۱) افزایش - کاهش
- (۲) کاهش - کاهش
- (۳) کاهش - افزایش
- (۴) افزایش - افزایش

۷۸۳

۴

در دماسنج فرضی H ، نقطه ذوب یخ و جوش آب را در شرایط متعارفی 100°C و 250°C انتخاب کرده‌ایم. اگر دمای جسمی 1°C باشد، این دماسنج (H) ، دمای آن را چه عددی نشان خواهد داد؟

- (۱) ۱
- (۲) $1/5$
- (۳) ۱۰۰
- (۴) $101/5$

۷۸۳

۵

یک تیرآهن در اثر افزایش دمای 50°C درجه سلسیوس، $0/06$ درصد به طولش اضافه می‌شود. ضریب انبساط طولی این تیرآهن در SI، کدام است؟

- (۱) $1/2 \times 10^{-5}$
- (۲) $1/6 \times 10^{-5}$
- (۳) 6×10^{-5}
- (۴) 8×10^{-5}

۷۸۳

۶

دمای جسمی را چند درجه فارنهایت افزایش دهیم تا چگالی آن ۲ درصد کاهش یابد؟ ($\beta = 2 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$)

- (۱) ۸۰
- (۲) ۱۰۰
- (۳) ۱۶۰
- (۴) ۱۸۰

۷۸۳

۷

یک نوار مسی و یک نوار آلومینیومی در اختیار داریم. طول نوار مسی در دمای اتاق برابر 30cm

است. طول نوار آلومینیومی در همین دما چقدر باشد تا اختلاف طول دو نوار همیشه مقدار ثابتی

بماند؟ ($\alpha_{\text{Cu}} = 18 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, $\alpha_{\text{Al}} = 24 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$)

- (۱) ۲۲۵
- (۲) ۲۷۵
- (۳) ۲۵۰
- (۴) ۲۳۵

۷۸۳

۸

در شکل روبه‌رو یک قاب فلزی نشان داده شده است. اگر دمای قاب را 100°C بالا ببریم،

مساحت قسمت خالی قاب چند سانتی‌متر مربع تغییر می‌کند؟ ($\alpha = 2 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$) ضریب

انبساط خطی)

- (۱) ۴۸، کاهش
- (۲) ۴۸، افزایش
- (۳) ۲۴، کاهش
- (۴) ۲۴، افزایش

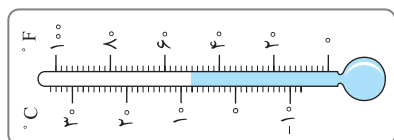
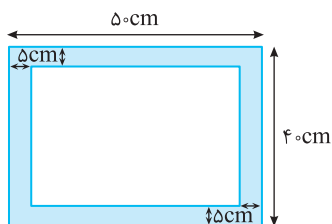
۷۸۳

۹

دو طرف یک دماسنج برحسب فارنهایت و درجه سلسیوس درجه‌بندی شده است. اختلاف

دقت این دو درجه‌بندی برحسب درجه سلسیوس کدام است؟

- (۱) $1/6$
- (۲) $0/2$
- (۳) $1/9$
- (۴) ۹



مقداری مایع در مخزنی استوانه‌ای به ارتفاع $h = 10\text{ m}$ ریخته شده است. در دمای 10°C - فاصله بین سطح مایع تا بالای مخزن برابر $\Delta h = 5\text{ cm}$ است. اگر بتوان از انبساط مخزن در نتیجه افزایش دما چشم پوشی کرد، کدام گزاره‌ها درست است؟ $\beta = 10^{-3}\text{ K}^{-1}$ و β تبخیر سطحی ناچیز است.

(الف) دمای مجموعه را می‌توان تا دمای 5°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.

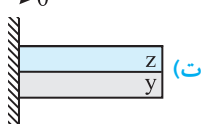
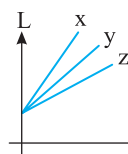
(۱) (الف) (۲) (الف)، (ب) (۳) (پ) (۴) هر سه گزاره درست است.

آزمونک

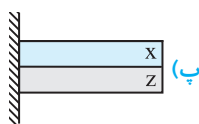
کدام گزینه گزاره‌های درست را مشخص کرده است؟
(الف) اگر دو جسم با دماهای متفاوت را کنار یکدیگر قرار دهیم، تبادل گرما بین دو جسم در ابتدا به سرعت و سپس با آهنگ کندتری ادامه می‌یابد. / (ب) دماسنج‌ها دمای خودشان را اندازه‌گیری می‌کنند. / (پ) هنگامی که دو جسم به تعادل گرمایی می‌رسند، میانگین انرژی جنبشی ذرات دو جسم یکسان می‌شود.

(۱) (الف) و (ب) (۲) (الف) و (پ) (۳) هر سه گزاره درست است. (۴) (ب) و (پ)

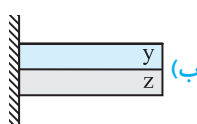
در شکل مقابل نمودار تغییرات طول سه میله X ، Y و Z نسبت به دما نشان داده شده است. اگر دما افزایش یابد در چه تعداد از شکل‌های زیر میله‌ها به طرف پایین خم می‌شود؟



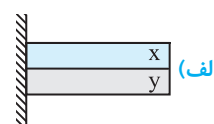
(۴) (۴)



(۳) (۳)



(۲) (۲)

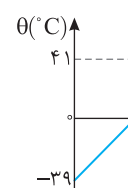


(۱) (الف)

دمای یک ورقه فلزی را 250° درجه سلسیوس افزایش می‌دهیم و مساحت آن 1 درصد افزایش می‌یابد. ضریب انبساط حجمی این فلز در SI کدام است؟

(۱) 2×10^{-4} (۲) 2×10^{-5} (۳) 6×10^{-4} (۴) 6×10^{-5}

به مایعی به جرم 500 g در هر دقیقه 100 J گرما می‌دهیم. اگر نمودار تغییرات دما بر حسب زمان به صورت شکل مقابل باشد، گرمای ویژه مایع در SI، کدام است؟

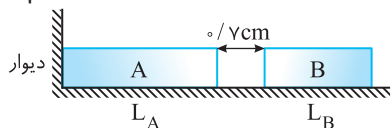


(۱) 140 (۲) 160 (۳) 280 (۴) 320

به دو جسم هم‌حجم A و B گرمای مساوی داده‌ایم. اگر گرمای ویژه A دو برابر گرمای ویژه B و همچنین چگالی A دو برابر چگالی B باشد، تغییر دمای جسم A چند برابر تغییر دمای جسم B است؟

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

دو میله فلزی A و B مطابق شکل روی یک سطح در امتداد هم قرار گرفته‌اند و میله A به دیواری تکیه داده است، طول آن‌ها به ترتیب 3 m و 2 m و ضریب انبساط طولی آن‌ها به ترتیب $2 \times 10^{-5}\text{ K}^{-1}$ و 10^{-5} K^{-1} است. دمای هریک از دو میله را به اندازه $\theta^\circ\text{C}$ افزایش می‌دهیم تا دو میله به هم برسند، θ بر حسب درجه سلسیوس کدام است؟



(۱) 25 (۲) 50 (۳) 75 (۴) 100

یک ظرف فلزی به حجم 9 لیتر لبریز از مایع است. ضریب انبساط طولی فلز $5 \times 10^{-5}\text{ K}^{-1}$ است. وقتی دمای ظرف و مایع را 40°C بالا می‌بریم، 162 cm^3 مایع از ظرف بیرون می‌ریزد. با چشم‌پوشی از تبخیر سطحی مایع، ضریب انبساط حجمی مایع چند K^{-1} است؟

(۱) $5/6 \times 10^{-4}$ (۲) $5/4 \times 10^{-4}$

(۳) $6/2 \times 10^{-4}$ (۴) 6×10^{-4}

۸۶۸ ۸ دو گوی A و B هم جرم و هم شعاع در اختیار داریم. گرمای ویژه جسم A دو برابر گرمای ویژه جسم B و دمای آنها یکسان است، اگر دو جسم را تا وقتی که تعادل دمایی برقرار شود، درون ظرف بسیار بزرگی از آب در حال جوش 100°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 به ترتیب ΔR_A و ΔR_B و تغییر دمای آنها $\Delta\theta_A$ و $\Delta\theta_B$ است. چه تعداد از رابطه‌های زیر درست است؟

(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) ۲ صفر (۳) ۲ (۴) ۳

۸۶۸ ۹ یک قطعه 100g از مس با دمای 354K را در ظرف عایقی که حاوی 200g آب با دمای 59°F است، می‌اندازیم. اگر گرمای ویژه مس و آب به ترتیب $400\text{J/kg}\cdot\text{K}$ و $4200\text{J/kg}\cdot\text{K}$ باشد، دمای تعادل چند درجه سلسیوس می‌شود؟

(۱) ۱۸ (۲) ۲۰ (۳) ۲۳ (۴) ۲۸

۸۶۸ ۱۰ مقدار 2kg آب با دمای 15°C را بر روی 6kg جیوه با دمای 70°C می‌ریزیم. برای رسیدن مجموعه به دمای 25°C باید چند کیلوژول گرما به آن بدهیم؟ (از اتلاف گرما صرف نظر شود، $c_{\text{جیوه}} = 140\text{J/kg}\cdot\text{C}$ ، $c_{\text{آب}} = 4200\text{J/kg}\cdot\text{C}$)

(۱) ۴۸ (۲) ۴۶/۲ (۳) ۸۴/۵ (۴) ۶۴

آزمونک

۹۶۹ ۱۱ چه تعداد از گزاره‌های زیر نادرست است؟

(الف) در ترموکوپل کمیت دماسنجی ولتاژ است. / (ب) سرعت بالای اندازه‌گیری دما و گستره 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

۹۶۹ ۱۲ مقدار گرمای لازم برای آنکه 10g آب 15°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°C به بخار تبدیل کند Q_2 است. Q_1/Q_2 کدام است؟

(۱) ۱ (۲) $\frac{1}{3}$ (۳) بین ۱ و ۲ (۴) $\frac{3}{10}$

۹۶۹ ۱۳ اگر به 100 گرم آب صفر درجه سلسیوس 1680 ژول گرما بدهیم، حجم آب $(c_{\text{آب}} = 4200\text{J/kg}\cdot\text{C})$

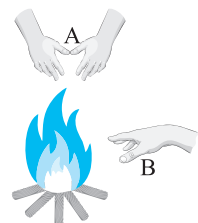
(۱) کاهش می‌یابد. (۲) افزایش می‌یابد.
(۳) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد. (۴) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

۹۶۹ ۱۴ دو کره فلزی توپر و همگن A و B داریم. شعاع کره A دو برابر شعاع کره B و چگالی A نصف چگالی B و گرمای ویژه A سه برابر گرمای ویژه B است. به دو جسم گرمای یکسانی می‌دهیم، تغییر دمای کره A چند برابر تغییر دمای کره B است؟

(۱) ۱۲ (۲) $\frac{1}{12}$ (۳) $\frac{3}{4}$ (۴) $\frac{4}{3}$

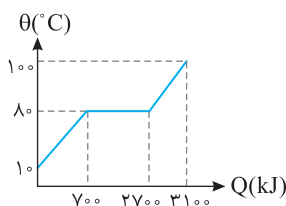
۹۶۹ ۱۵ برای گرم‌شدن در یک شب سرد زمستانی آتشی روشن می‌کنیم. اگر دستان خود را در ناحیه قرار دهیم، دست ما به دلیل سریع‌تر گرم خواهد شد.

(۱) A، تابش گرمایی (۲) B، تابش گرمایی
(۳) A، همرفت (۴) B، همرفت



۹۶۹ ۱۶ 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؟

(الف) ظرفیت گرمایی ویژه جامد $2\text{J/g}\cdot\text{K}$ است. / (ب) نقطه ذوب آن 70°C است. / (پ) گرمای نهان ویژه ذوب جسم 40J/g است. / (ت) ظرفیت گرمایی مایع 20kJ/K است. / (ث) نقطه جوش آن 100°C است.



(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۱۷ ۹۶۹ 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 لحظه برخورد تا توقف گلوله بر زمین باعث تغییر دمای جسم شود، از لحظه برخورد تا توقف، دمای جسم چند درجه سلسیوس تغییر می‌کند؟ (ظرفیت گرمایی ویژه گلوله $۱۰۰ \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ و $g = ۱۰ \text{ N/kg}$)

- (۱) $۱/۲۵$ (۲) $۰/۸$ (۳) $۱/۵$ (۴) $۰/۶$

۱۸ ۹۶۹ مخلوطی از یک کیلوگرم یخ و یک کیلوگرم آب در تعادل گرمایی قرار دارند. یک گلوله فلزی ۳۰۰ گرمی که دمای آن ۸۰°C و گرمای ویژه آن ۴۲۰ J/kg.K است، درون آن می‌اندازیم. تا رسیدن به تعادل گرمایی، چند گرم از یخ ذوب می‌شود؟ ($L_F = ۳۳۶ \text{ kJ/kg}$, $c_{\text{آب}} = ۴۲۰ \text{ J/kg.K}$)

- (۱) ۲۰ (۲) ۳۰ (۳) ۵۰ (۴) ۱۰۰ خارج ریاضی - ۹۶

۱۹ ۹۶۹ یک قطعه فلزی را درون گرماسنجی که حاوی ۱ kg آب ۲۰°C است، می‌اندازیم. برای رسیدن به تعادل گرمایی، گرماسنج ۲ kJ گرما دریافت کرده و قطعه فلز ۲۳ kJ گرما از دست داده است. دمای تعادل چند درجه سلسیوس است؟ ($c_{\text{آب}} = ۴۲۰ \text{ J/kg.K}$)

- (۱) ۳۵ (۲) ۲۷ (۳) ۲۵ (۴) ۳۰

۲۰ ۹۶۹ به ۵۰°C یخ ۲۰°C مقداری گرما با آهنگ $۱۰/۵ \text{ kJ/min}$ در مدت ۲۰ دقیقه می‌دهیم. دمای نهایی آب حاصل، چند درجه سلسیوس است؟ ($L_F = ۳۳۶۰۰ \text{ J/kg}$ و $c_{\text{یخ}} = ۲۰ \text{ J/kg.K}$)

- (۱) صفر (۲) ۵ (۳) ۱۰ (۴) ۱۵ تجربی - ۹۹

آزمونک

۱ ۱۰۵۶ اگر فشار مقدار معینی گاز آرمانی را در حجم ثابت از ۲۶ cmHg به ۳۹ cmHg برسانیم، دمای گاز چند درصد افزایش می‌یابد؟

- (۱) ۲۵ (۲) ۵۰ (۳) ۳۳ (۴) ۷۵ تجربی - ۹۲

۲ ۱۰۵۶ در فشار ثابت $۱/۵ \times ۱۰^5 \text{ Pa}$ ، دمای ۳ مول گاز آرمانی را چند درجه سلسیوس کاهش دهیم تا حجم آن ۴ L کاهش پیدا کند؟ ($R = ۸ \text{ J/mol.K}$)

- (۱) ۵۰ (۲) ۳۰ (۳) ۲۵ (۴) ۱۵ خارج ریاضی - ۹۹

۳ ۱۰۵۶ 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.

- (۱) A و D, B و C (۲) A و C, D و B (۳) D و B, A و C (۴) B و C, A و D

۴ ۱۰۵۶ یک لوله آزمایش بلند به طول ۹۰ cm را وارونه کرده و مطابق شکل در ظرف جیوه‌ای فرو می‌بریم. جیوه ۳ cm در لوله بالا می‌رود. اگر فشار هوای محیط ۷۶ cmHg باشد، فشار پیمانه‌ای هوا در بالای لوله چند cmHg خواهد بود؟ (دما را ثابت فرض کنید.)

- (۱) ۱۱۴ (۲) ۳۸ (۳) ۸۵ (۴) ۹

۵ ۱۰۵۶ اگر مقداری بنزین را در دمای معمولی روی دست خود بریزیم و دستان را در هوای آزاد نگه داریم، دستان خنک می‌شود، زیرا

- (۱) قابلیت رسانش گرمایی بنزین مایع زیاد است و گرمای دست را به خارج هدایت می‌کند. (۲) گرمای ویژه 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 خنک شدن دست خواهد بود.

۶ ۱۰۵۶ گرمای ویژه مس ۴۲ kJ/kg.K و گرمای ویژه نقره تقریباً ۲۱ kJ/kg.K است. دمای دو گلوله مسی و نقره‌ای را که جرم هر دو ۱۰ گرم است به ۲۰°C می‌رسانیم و هر دو را روی قطعه یخ بزرگی با دمای ۰°C قرار می‌دهیم؛

- (۱) گلوله مسی دو برابر گلوله نقره‌ای یخ ذوب می‌کند. (۲) گلوله مسی نصف گلوله نقره‌ای یخ ذوب می‌کند. (۳) دو گلوله به اندازه مساوی یخ ذوب می‌کنند. (۴) اصلاً یخی ذوب نمی‌شود.

کنکور دهه‌های گذشته

کنکور دهه‌های گذشته



توسط یک گرم‌کن الکتریکی با توان 2 kW و بازده 80% در مدت t ثانیه، 100 g یخ با دمای اولیه -10°C به آب 10°C تبدیل می‌شود. t

۱۰۵۶

۷

کدام است؟ ($c_{\text{آب}} = 4200\text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$ ، $c_{\text{یخ}} = 2100\text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$ و $L_F = 337\text{ J/g}$)

۹۰ (۴)

۵۰ (۳)

۴۵ (۲)

۲۵ (۱)

برای تهیه M گرم آب 20°C ، m گرم آب 15°C را با m' گرم بخار آب 100°C مخلوط می‌کنیم. $\frac{m'}{m}$ برابر کدام گزینه است؟

۱۰۵۶

۸

($c = 4200\text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$ ، $L_V = 2352\text{ J/g}$)

 $\frac{3}{320}$ (۴)

 $\frac{3}{640}$ (۳)

 $\frac{5}{320}$ (۲)

 $\frac{5}{640}$ (۱)

از 500 گرم آب صفر درجه سلسیوس، در فشار یک اتمسفر، $100/8\text{ kJ}$ گرما می‌گیریم. اگر گرمای نهان ذوب یخ 336 kJ/kg باشد، چند

۱۰۵۶

۹

درصد آب، منجمد می‌شود؟

۸۰ (۴)

۶۰ (۳)

۴۰ (۲)

۲۰ (۱)

یک گرم‌کن الکتریکی را درون 250 g مخلوط آب و یخ در حال تعادل قرار می‌دهیم. نمودار روبه‌رو تغییر جرم

۱۰۵۶

۱۰

یخ برحسب زمان در فرایند گرما دادن است. در چه لحظه‌ای برحسب ثانیه، جرم آب و یخ برابر می‌شود؟

قلم‌چی

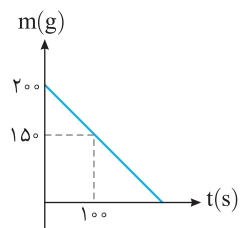
($L_F = 336\text{ kJ/kg}$)

۱۵۰ (۲)

۱۰۰ (۱)

۲۵۰ (۴)

۲۰۰ (۳)



فصل چهارم: دما و گرما

اکنون تغییر دما را برحسب فارنهایت حساب می‌کنیم:

$$\Delta F = \frac{9}{5} \Delta \theta \Rightarrow \Delta F = \frac{9}{5} \times 100 = 180^\circ F$$

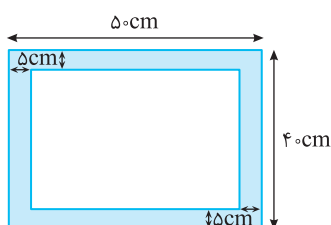
نمای ۶

تغییر طول دو نوار در اثر تغییر دما یکسان باشد. می‌خواهیم اختلاف طول دو نوار همیشه مقدار ثابتی بماند.

$$\Delta L_{Al} = \Delta L_{Cu} \Rightarrow (L_1 \alpha \Delta \theta)_{Al} = (L_1 \alpha \Delta \theta)_{Cu}$$

$$\Rightarrow L_1 \times 24 \times 10^{-6} = 30 \times 18 \times 10^{-6} \Rightarrow L_{Al} = 22.5 \text{ cm}$$

نمای ۳



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. $3 \text{ cm} = 40 - 2 \times (5) = 30 \text{ cm}$ عرض مستطیل، $4 \text{ cm} = 50 - 2 \times (5) = 40 \text{ cm}$ طول مستطیل

$$A_1 = 30 \times 40 = 1200 \text{ cm}^2$$

مساحت قسمت درونی قاب خواهد شد:

انبساط این قسمت برابر است با:

$$\Delta A = A_1 \alpha \Delta \theta \Rightarrow \Delta A = 1200 \times 2 \times 10^{-6} \times 100 = \Delta A = 48 \text{ cm}^2$$

نمای ۴

دقت وسیله اندازه‌گیری برابر کمینه مقدار درجه‌بندی وسیله است.

بین $20^\circ F$ تا $10^\circ F$ به 10 قسمت مساوی تقسیم شده است. بنابراین دقت دماسنج فارنهایت برابر است با:

$$\frac{20}{10} = 2^\circ F$$

بین $10^\circ C$ تا $-10^\circ C$ به 10 قسمت مساوی تقسیم شده است. بنابراین دقت دماسنج سلسیوس برابر است با:

$$\frac{10}{10} = 1^\circ C$$

اختلاف دقت‌ها برحسب درجه سلسیوس خواسته شده بنابراین دقت دماسنج فارنهایت را برحسب درجه سلسیوس به دست می‌آوریم

$$\Delta F = \frac{9}{5} \Delta \theta \Rightarrow 2 = \frac{9}{5} \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = \frac{10}{9}^\circ C$$

نمای ۲

حال اختلاف دقت‌ها برابر $\frac{10}{9}^\circ C$ است.

۱۰ برای آنکه مایع سرریز نشود، باید در اثر افزایش دما حداکثر ارتفاع مایع 50 cm افزایش یابد. با توجه به اینکه از انبساط مخزن صرف‌نظر شده است، با افزایش دما مساحت سطح مقطع مخزن تغییر نمی‌کند. از این‌رو:

$$\Delta V = V_1 \beta \Delta \theta \Rightarrow A \Delta h = A h_1 \beta \Delta \theta \Rightarrow \Delta h = h_1 \beta \Delta \theta$$

$$\frac{h_1 = 10 \text{ m}, \Delta h = 50 \text{ m}}{\beta = -2 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}} \rightarrow 50 = 10 \times 10^{-3} \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = 50^\circ C$$

$$\Rightarrow \theta_p - \theta_1 = 50 \Rightarrow \theta_p - (-10) = 50 \Rightarrow \theta_p = 40^\circ C$$

آزمونک

۴ ۷۸۳ A

در دماسنج‌های جیوه‌ای و الکلی کمیت دماسنجی، ارتفاع مایع درون لوله دماسنج است و به جز چند مورد استثنای تمام مواد با افزایش دما، منبسط و با کاهش آن منقبض می‌شوند. بنابراین گزینه (۱) نادرست است. در یکی از انواع ترموکوپل‌ها که جنس سیم‌ها از آلیاژ خاصی است، گستره دماسنجی از $-270^\circ C$ تا $1372^\circ C$ است. بنابراین گزینه (۲) نادرست است. برای مقایسه دقت دو دماسنج یکایی که بر اساس آن دماسنج درجه‌بندی شده مهم نیست، بلکه فاصله درجه‌بندی‌ها روی دماسنج مهم است. زیرا ممکن است بین دو درجه متوالی روی دماسنج به قسمت‌های مختلفی تقسیم شده باشد. از طرفی ساختمان دماسنج مثلاً نازک و یا کلفت بودن لوله آن در دقت تأثیر دارد از این‌رو گزینه (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 گزینه (۴) درست است. نمای ۱

۳ ۷۸۳ A

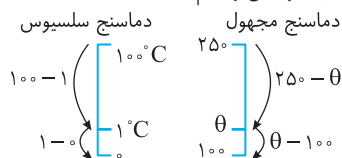
در فشارسنج مورد استفاده برای اندازه‌گیری فشار یک شاره از یک لوله خمیده یک سر بسته و قابل انعطاف استفاده می‌شود که انتهای این لوله به عقربه‌ای متصل است و فشار را روی صفحه‌ای مدرج نشان می‌دهد. تغییر فشار پیمانه‌ای شاره درون لوله سبب تغییر شکل لوله و در نتیجه حرکت عقربه روی صفحه مدرج می‌شود. در دماسنج‌های نواری از دو فلز متفاوت مثلاً برنج و آهن که سرتاسری به هم جوش داده شده یا برج 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

۴ ۷۸۳ A

در اثر افزایش دما، کره فلزی منبسط می‌شود، یعنی فاصله بین مولکولی زیاد شده و تمام سطح کره و اجزای روی آن بزرگ می‌شود، بنابراین قطر سوراخ‌ها و فاصله بین آن‌ها نیز افزایش می‌یابد. نمای ۳

۴ ۷۸۳ A

۴ با توجه به شکل تناسب زیر را می‌نویسیم:



$$\frac{100-1}{100-1} = \frac{250-\theta}{\theta-100} \Rightarrow 99 = \frac{250-\theta}{\theta-100} \Rightarrow 99\theta - 9900 = 250 - \theta$$

$$\Rightarrow 100\theta = 10150 \Rightarrow \theta = 101.5^\circ C$$

نمای ۲

۱ ۷۸۳ A

۵ درصد تغییرات طول برابر است با:

$$\frac{\Delta L}{L_1} \times 100 = \frac{L_1 \alpha \Delta \theta}{L_1} \times 100 = (\alpha \Delta \theta) \times 100 = (\alpha \times 50) \times 100 = 6 \times 10^{-2}$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{6}{50} \times 10^{-4} = 12 \times 10^{-6} = 12 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

نمای ۳

۴ ۷۸۳ B

تغییر چگالی از رابطه $\Delta \rho = -\rho_1 \beta \Delta \theta$ به دست می‌آید، بنابراین درصد تغییرات چگالی خواهد شد:

$$\frac{\Delta \rho}{\rho_1} \times 100 = -\beta \Delta \theta \Rightarrow \frac{\Delta \rho}{\rho_1} = -\beta \Delta \theta$$

$$\Rightarrow -\beta \Delta \theta = -0.02 \Rightarrow \beta \Delta \theta = 0.02 \Rightarrow 2 \times 10^{-4} \times \Delta \theta = 2 \times 10^{-2} \Rightarrow \Delta \theta = 100^\circ C$$

B ۸۶۸ ۴

۱ ابتدا به کمک رابطه انبساط سطحی جامد، ضریب انبساط طولی فلز را حساب می‌کنیم.

$$\Delta A = A_1(\alpha \Delta \theta) \Rightarrow \frac{\Delta A}{A_1} = \alpha \Delta \theta \Rightarrow \frac{A_1(\alpha \Delta \theta)}{A_1} = \alpha \Delta \theta = \frac{0.01}{2 \times 250} = \frac{0.01}{500} = 2 \times 10^{-5} \frac{1}{K}$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{0.01}{2 \times 250} = \frac{0.01}{500} = 2 \times 10^{-5} \frac{1}{K}$$

۲ ضریب انبساط حجمی خواهد شد.

$$\beta = 3\alpha \Rightarrow \beta = 6 \times 10^{-5} \frac{1}{K}$$

البته از همان ابتدا می‌توانستید بنویسید

$$\text{درصد تغییر مساحت} = \frac{\Delta A}{A_1} \times 100$$

نمای ۵

B ۸۶۸ ۱

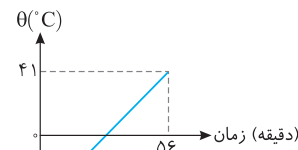
۱ با توجه به نمودار در مدت ۵۶ دقیقه دمای مایع از -39°C به 41°C رسیده و در سؤال گفته شده در هر دقیقه به مایع 100 J گرما داده شده است. بنابراین با یک تناسب ساده می‌توان گرمای داده شده به جسم در ۵۶ دقیقه را حساب کرد:

$$\frac{1 \text{ min}}{56 \text{ min}} \mid \frac{100 \text{ J}}{Q} \Rightarrow Q = 56 \times 100 \text{ J} = 5600 \text{ J}$$

۲ با استفاده از رابطه گرما، گرمای ویژه را به دست می‌آوریم:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 5600 = mc\Delta\theta \Rightarrow \frac{\Delta\theta = 41 - (-39) = 80^\circ\text{C}}{m = 500 \text{ g} = 0.5 \text{ kg}} \rightarrow$$

$$5600 = 0.5 \times c \times 80 \Rightarrow c = 140 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$



نمای ۱۳

B ۸۶۸ ۱

۵ گرمای داده شده به A و B یکسان است:

$$Q_A = Q_B \Rightarrow m_A c_A \Delta\theta_A = m_B c_B \Delta\theta_B$$

مسئله $c_A = c_B$ فرض مسئله

$$\Rightarrow \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} = \frac{m_B}{m_A} \xrightarrow{m = \rho V, V_A = V_B, \rho_A = \rho_B} \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} = \frac{\rho_B V_B}{\rho_A V_A} = \frac{\rho_B}{\rho_A} = \frac{1}{4}$$

نمای ۱۲

B ۸۶۸ ۴

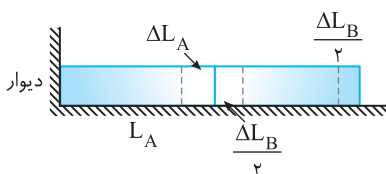
۶ میله A به دیوار تکیه داده شده است و هنگام انبساط تنها از سمت راست منبسط می‌شود و تمام افزایش طول آن به سمت راست است. اما میله B دارای دو سر آزاد است بنابراین هنگام انبساط به‌طور یکسان از دو طرف منبسط می‌شود. یعنی اگر افزایش طول

B برابر ΔL_B باشد، آن از سمت چپ بوده و فاصله بین A و B را به اندازه $\frac{\Delta L_B}{2}$ پُر می‌کند. در نتیجه برای آن که دو میله به هم برسند، باید مجموع افزایش طول A (ΔL_A) و $\frac{\Delta L_B}{2}$ برابر 7 cm شود.

$$\Delta L_A + \frac{\Delta L_B}{2} = 7 \times 10^{-3} \text{ m} \xrightarrow{\Delta L = L \alpha \Delta \theta} L_A \alpha_A (\theta) + \frac{L_B \alpha_B (\theta)}{2} = 7 \times 10^{-3}$$

$$3 \times 2 \times 10^{-5} \times \theta + \frac{2 \times 10^{-5} \times \theta}{2} = 7 \times 10^{-3}$$

$$6 \times 10^{-5} \times \theta + 10^{-5} \times \theta = 7 \times 10^{-3} \Rightarrow \theta = 100^\circ\text{C}$$



نمای ۳

بنابراین در دمای بالای 40°C مایع سرریز می‌شود و گزاره (الف) نادرست است.

با افزایش دما به شرط آنکه مایع از ظرف سرریز نشود، فشار ثابت می‌ماند و اگر با افزایش دما مایع آن‌قدر منبسط شود که مقداری از آن از ظرف سرریز شود، فشار کاهش

$$\downarrow P = \frac{W}{A_{\text{ثابت}}}$$

می‌یابد و گزاره (ب) نادرست است.

همان‌گونه که در قسمت (الف) دیدیم، تغییر ارتفاع برابر است با:

$$\Delta h = h_1 \beta \Delta \theta \Rightarrow \frac{\Delta h}{h_1} = \beta \Delta \theta \xrightarrow{\Delta h = a h_1 \text{ فرض مسئله}} \beta \Delta \theta = a \quad (\text{I})$$

رابطه تغییر چگالی با دما با تقریب مناسبی به صورت زیر است:

$$\rho_2 = \rho_1(1 - \beta \Delta \theta) \Rightarrow \Delta \rho = -\rho_1 \beta \Delta \theta \Rightarrow \frac{\Delta \rho}{\rho_1} = -\beta \Delta \theta \quad (\text{II})$$

$$\frac{\Delta \rho}{\rho_1} = -a\%$$

با توجه به رابطه (I) و (II) خواهیم داشت:

بنابراین چگالی a درصد کاهش می‌یابد و گزاره (پ) درست است.

نمای ۸

آزمونک

B ۸۶۸ ۳

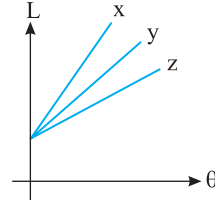
۱ هرگاه دو جسم گرم و سرد در تماس با یکدیگر قرار گیرند، گرما از جسم گرم به جسم سرد منتقل می‌شود و جسم گرم، سرد شده و جسم سرد، گرم می‌شود. این گرم‌تر و سردتر شدن در ابتدا به سرعت رخ می‌دهد و سپس با آهنگ کندتری ادامه می‌یابد تا اینکه دمای دو جسم برابر می‌شود بنابراین گزاره (الف) درست است.

یک دماسنج برای آن که 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 شود، بنابراین می‌توان گفت دماسنج دمای خود در تعادل گرمایی را نمایش می‌دهد و گزاره (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 گزاره (پ) درست است. بنابراین هر سه گزاره درست هستند.

نمای ۱۱

B ۸۶۸ ۳



۲ هر چه شیب نمودار $L-\theta$ بیشتر باشد، یعنی ضریب انبساط 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 می‌کند ($\alpha_x > \alpha_y$) و میله x در قوس بیرونی قرار می‌گیرد و تیغه به سمت پایین خمیده می‌شود. بنابراین شکل (الف) درست است.

در شکل (ب) با افزایش دما، میله y در قوس بیرونی قرار می‌گیرد ($\alpha_y > \alpha_z$)، و تیغه رو به پایین خمیده می‌شود.

در شکل (پ) نیز، در اثر افزایش دما قوس بیرونی، میله x می‌شود زیرا طولش در اثر افزایش دما بیشتر منبسط می‌شود ($\alpha_x > \alpha_z$) و تیغه رو به پایین خمیده می‌شود.

در شکل (ت)، با افزایش دما میله y انبساط بیشتری دارد ($\alpha_y > \alpha_z$) و تیغه طوری خمیده می‌شود که میله y کمان بیرونی باشد. بنابراین تیغه رو به بالا خمیده می‌شود.

نمای ۳

آزمونک

۲ ۹۶۹ A

۱ گزاره‌های (الف)، (ب) و (ث) درست است. گرمای ویژه به جرم جسم بستگی ندارد، بنابراین گزاره (ب) نادرست است. L_V را گرمای نهان ویژه تبخیر مایع (گرمای نهان

تبخیر مایع) گویند، بنابراین گزاره (ت) نادرست است. نمای ۱۱ و ۲۱

۳ ۹۶۹ B

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. به جدول زیر که در کتاب درسی آمده است دقت کنید.

L_V (kJ/kg)	دما ($^{\circ}\text{C}$)
۲۴۹۰	۰
۲۴۵۴	۱۵
۲۳۷۴	۵۰
۲۲۵۶	۱۰۰
۲۱۱۵	۱۵۰

نمای ۲۲

۱ ۹۶۹ A

۳ ابتدا دمای ثانویه آب را بر اثر دریافت 1680 J گرما به دست می‌آوریم:
 $Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 1680 = 0.1 \times 4200 \times (\theta - 0) \Rightarrow \theta = 4^{\circ}\text{C}$

آب دارای انبساط غیرعادی است و از 0°C تا 4°C حجم آن با افزایش دما به جای افزایش، کاهش می‌یابد. بنابراین گزینه (۱) درست است. نمای ۱۶

۲ ۹۶۹ B

۴ ۱ شعاع کره A دو برابر شعاع کره B است. از این رو نسبت حجم‌های دو جسم

$$V = \frac{4}{3}\pi R^3 \Rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \frac{\frac{4}{3}\pi R_A^3}{\frac{4}{3}\pi R_B^3} = \frac{R_A^3}{R_B^3} = 2^3 \Rightarrow \frac{V_A}{V_B} = 8$$

خواهد شد:

۲ چگالی A نصف چگالی B است، بنابراین می‌توان نسبت جرم‌های A و B را به دست آورد.

$$\begin{cases} \rho_A = \frac{m_A}{V_A} \Rightarrow \rho_A = \frac{m_A}{V_A} \times \frac{V_B}{V_A} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{m_A}{m_B} = 1 \\ \rho_B = \frac{m_B}{V_B} \end{cases}$$

۳ گرمای داده شده به دو جسم برابر است، بنابراین از رابطه گرماسنجی

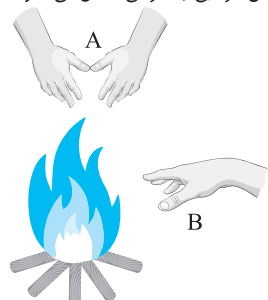
$$Q_A = Q_B \Rightarrow m_A c_A \Delta\theta_A = m_B c_B \Delta\theta_B$$

$$\frac{c_A = 3c_B}{m_A = 4m_B} \Rightarrow 4 \times 3 \times \Delta\theta_A = \Delta\theta_B \Rightarrow \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} = \frac{1}{12}$$

نمای ۱۲

۳ ۹۶۹ B

۵ وقتی که آتش روشن می‌کنیم گرما به دو روش تابش گرمایی و همرفتی منتقل می‌شود.



نمای ۲۹

اگر دست شما در نقطه B و یا در نقطه A باشد، در گرمایی که در اثر تابش دریافت می‌کنید تفاوت چندانی وجود ندارد. اما در نقطه A، هوای گرم بالای شعله در اثر همرفت به بالا می‌رود و دست گرم می‌شود. یعنی جریان همرفتی در نقطه A بسیار شدیدتر از نقطه B است و دست شما در نقطه A در اثر پدیده همرفت سریع‌تر گرم می‌شود.

۴ ۸۶۸ B

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 سرریز شده
 ابتدا انبساط ظرف را حساب می‌کنیم

$$\Delta V = V_1 \alpha \Delta\theta \Rightarrow \Delta V_{\text{ظرف}} = 9 \times 10^{-3} \times 5 \times 10^{-5} \times 40 = 1.8 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

۲ با توجه به فرض مسئله 1.62 cm^3 مایع بیرون می‌ریزد، بنابراین مایع ΔV برابر

$$1.62 = \Delta V_{\text{مایع}} - 0.4 \Rightarrow \Delta V_{\text{مایع}} = 2.02 \text{ cm}^3$$

است با:

۳ اکنون ضریب انبساط حجمی مایع را به دست می‌آوریم:

$$\Delta V = V_1 \beta \Delta\theta \Rightarrow 2.02 = 9 \times 10^{-3} \times \beta \times 40 \Rightarrow \beta = 6 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$$

نمای ۸

۳ ۸۶۸ B

۸ گرمای ویژه A دو برابر گرمای ویژه B است ($c_A = 2c_B$)، جرم آن‌ها با هم برابر است

($m_A = m_B$)، هم‌چنین دمای اولیه آن‌ها یکسان است و چون در ظرف پر از آب در حال

جوش 100°C قرار می‌گیرند، دمای نهایی آن‌ها یکسان و برابر 100°C می‌شود، بنابراین

تغییر دمای آن‌ها با هم برابر است ($\Delta\theta_A = \Delta\theta_B$) و رابطه (الف) درست است.

با توجه به رابطه گرماسنجی $Q = mc\Delta\theta$ خواهیم داشت:

$$Q_A = mc_A \Delta\theta_A \Rightarrow \frac{Q_A}{Q_B} = \frac{c_A \Delta\theta_A}{c_B \Delta\theta_B} \Rightarrow \frac{Q_A}{Q_B} = \frac{2}{1} \Rightarrow Q_A = 2Q_B$$

بنابراین رابطه (ب) نادرست و رابطه (پ) درست است.

در مورد رابطه (ت) باید به سراغ رابطه 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 رابطه (ت) نادرست است. نمای ۱۶

۱ ۸۶۸ B

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:

$$T = 273 + \theta \Rightarrow 354 = 273 + \theta_{\text{Cu}} \Rightarrow \theta_{\text{Cu}} = 81^{\circ}\text{C}$$

۲ دمای اولیه آب برحسب سلسیوس برابر است با:

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \Rightarrow 59 = \frac{9}{5}\theta + 32 \Rightarrow 27 = \frac{9}{5}\theta \Rightarrow \theta_w = 15^{\circ}\text{C}$$

۳ اکنون دمای تعادل را برای این دو جسم به دست می‌آوریم:

$$Q_w + Q_{\text{Cu}} = 0 \Rightarrow m_w c_w (\theta_e - \theta_{1w}) + m_{\text{Cu}} c_{\text{Cu}} (\theta_e - \theta_{1\text{Cu}}) = 0$$

$$\frac{m_{\text{Cu}} = 100\text{g}, m_w = 200\text{g}}{c_w = 4200\text{ J/kgK}, c_{\text{Cu}} = 400\text{ J/kgK}} \Rightarrow 0.2 \times 4200 (\theta_e - 15) + 0.1 \times 400 (\theta_e - 81) = 0$$

$$21\theta_e - 315 + \theta_e - 81 = 0 \Rightarrow \theta_e = \frac{396}{22} = 18^{\circ}\text{C}$$

نمای ۱۷

۲ ۸۶۸ B

۱۰ ابتدا باید دمای تعادل 2 kg آب 15°C و 6 kg 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:

$$Q_w + Q_{\text{Hg}} = 0 \Rightarrow m_w c_w (\theta_e - \theta_{1w}) + m_{\text{Hg}} c_{\text{Hg}} (\theta_e - \theta_{1\text{Hg}}) = 0$$

$$2 \times 4200 (\theta_e - 15) + 6 \times 140 (\theta_e - 70) = 0 \Rightarrow 2 \times 4200 (\theta_e - 15) = 6 \times 140 (70 - \theta_e)$$

$$\Rightarrow 10 (\theta_e - 15) = 70 - \theta_e \Rightarrow 11\theta_e = 70 + 150 = 220 \Rightarrow \theta_e = 20^{\circ}\text{C}$$

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:

$$Q = Q_w + Q_{\text{Hg}} \Rightarrow Q = m_w c_w (\Delta\theta) + m_{\text{Hg}} c_{\text{Hg}} (\Delta\theta)$$

$$= 2 \times 4200 \times 5 + 6 \times 140 \times 5 = 46200 = 46.2\text{ kJ}$$

نمای ۱۵ و ۱۷

$$K_p - mgh = -\frac{mg}{\gamma} h \Rightarrow K_p = mg \frac{h}{\gamma}$$

۳ از این مقدار انرژی جنبشی نصف آن صرف گرم شدن جسم شده است، بنابراین:

$$Q = \frac{1}{2} K_p = \frac{1}{2} mg \frac{h}{\gamma} = \frac{1}{4} mgh$$

۴ در رابطه گرماسنجی به جای Q مقدار $\frac{1}{4} mgh$ را قرار می‌دهیم.

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow \frac{1}{4} mgh = mc\Delta\theta$$

$$\frac{h = 50 \text{ m}, c = 100 \text{ J/kg}^\circ\text{C}}{g = 10 \text{ N/kg}} \rightarrow \frac{1}{4} \times 10 \times 50 = 100 \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{5}{4} = 1/25^\circ\text{C}$$

نمای ۱۴

۲ ۹۶۹ B

۸ مخلوط آب و یخ در حال تعادل اند، یعنی دمای آب و یخ 0°C است و اگر به این مخلوط گرما بدهید، ابتدا یخ 0°C گرم می‌گیرد تا ذوب شود و بعد از ذوب کامل یخ، اگر همچنان به مخلوط گرما بدهیم دمای آن بالاتر از 0°C می‌شود. از طرفی فلز 80°C با از دست دادن گرما دمایش حداقل به 0°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 300 g فلز از دست می‌دهد تا دمایش به 0°C برسد را حساب می‌کنیم.

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow Q = 0/3 \times 420 \times 80$$

اکنون باید ببینیم این گرما چند گرم یخ را ذوب می‌کند:

$$Q_F = mL_F \Rightarrow 0/3 \times 420 \times 80 = m \times 336000 \Rightarrow m = 0/3 \text{ kg} = 30 \text{ g}$$

در نتیجه تنها 30 g یخ 0°C به آب 0°C تبدیل می‌شود. بنابراین در نهایت دمای تعادل

0°C است و تا رسیدن به حالت تعادل تنها 30 g یخ ذوب شده است. نمای ۲۷

۳ ۹۶۹ B

۹ 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:

$$Q_{\text{آب}} = Q_{\text{فلز}} - Q_{\text{گرماسنج}} = 23 - 2 = 21 \text{ kJ}$$

بنابراین دمای تعادل، دمای نهایی آب پس از دریافت 21 kJ گرما است. از رابطه گرماسنجی می‌توان نوشت:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 21000 = 1 \times 4200 (\theta_e - 20) \Rightarrow \theta_e = 25^\circ\text{C}$$

نمای ۱۹

۳ ۹۶۹ B

۱۰ ابتدا گرمای داده شده به یخ را به دست می‌آوریم:

$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow Q = Pt \Rightarrow Q = 10/5 \text{ kJ/min} \times 20 \text{ min} = 210 \text{ kJ} = 21 \times 10^4 \text{ J}$$

گرمای ویژه یخ نصف گرمای ویژه آب است:

گرمای نهان ذوب یخ، 80 برابر گرمای ویژه آب است:

$$\frac{L_F}{c} = \frac{336000}{4200} \Rightarrow L_F = 80c$$

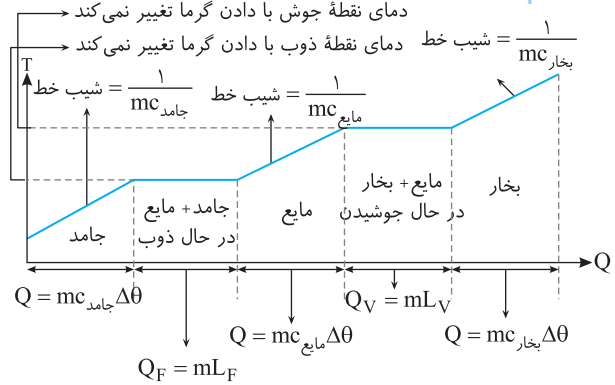
گرمای داده شده به یخ را نیز برحسب C به دست می‌آوریم:

$$\frac{Q}{4200} = \frac{210 \times 10^4}{4200} = 50c$$

حال سؤال را حل می‌کنیم:

۱ ابتدا دمای یخ از -20°C به 0°C می‌رسد که گرمای لازم برای این تغییر دما

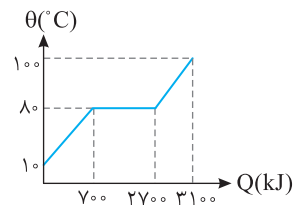
نمودار دما برحسب گرمای داده شده به جسم:



با توجه به نمودار، دمای اولیه جسم جامد 10°C و دمای نقطه ذوب آن 80°C است که در این بازه، جسم 700 kJ گرما دریافت کرده است:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow 700000 = 50 \times c \times (80 - 10) \Rightarrow c = \frac{10000}{5} = 2000 \text{ J/kg}^\circ\text{C} = 2 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

بنابراین جمله (الف) درست است و جمله (ب) نادرست است، زیرا نقطه ذوب جسم 80°C است.



با توجه به نمودار، جسم $2000 \text{ kJ} = 2700 - 700$ گرما دریافت کرده تا به طور کامل ذوب شود، از این رو:

$$Q_F = mL_F \Rightarrow 2000 \times 10^3 = \Delta L_F \Rightarrow L_F = 400 \times 10^3 \text{ J/kg} \Rightarrow L_F = 400 \text{ J/g}$$

بنابراین جمله (ب) نادرست است.

پس از ذوب کامل، مایع $400 \text{ kJ} = 3100 - 2700$ گرما دریافت کرده و دمایش $20^\circ\text{C} = 100 - 80$ افزایش یافته است. از این رو:

$$Q = C\Delta\theta \Rightarrow 400000 = C \times 20 \Rightarrow C = 20000 \text{ J/K} = 20 \text{ kJ/K}$$

بنابراین جمله (ت) درست است.

نقطه جوش روی نمودار مشخص نبوده و قطعاً 100°C نیست و جمله (ث) نادرست است. در نتیجه دو جمله (الف) و (ت) درست هستند. نمای ۲۵

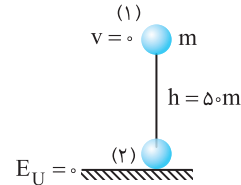
۱ ۹۶۹ B

۷ 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

$$(E_p - E_1 = W_f) \text{ استفاده کنید و انرژی جنبشی جسم هنگام برخورد به زمین را به دست}$$

آورید، سپس حساب کنید که نصف این انرژی جنبشی دمای گلوله را چند درجه بالا می‌برد.

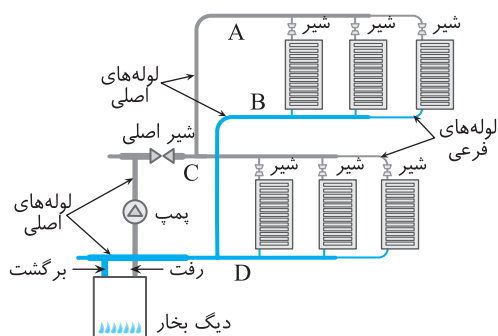


۱ ما از قانون پایستگی انرژی مسئله را حل می‌کنیم:

$$E_p - E_1 = W_f \Rightarrow (K_p + U_p) - (K_1 + U_1) = W_f \xrightarrow{K_1 = 0, U_p = 0}$$

$$K_p - U_1 = W_f \xrightarrow{U_1 = mgh, W_f = -f_D h} K_p - mgh = -f_D h$$

۲ با توجه به فرض مسئله $f_D = \frac{1}{\gamma} mg$ بنابراین:

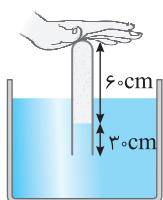


نمای ۲۹

۲ ۱۰۵۶ B

۴

در حل این مسئله از قانون گازها باید استفاده کنید، اما چگونه؟ حالت اول وقتی است که لوله هنوز در جیوه فرو نرفته و حجم هوای درون لوله برابر حجم لوله یعنی $V_1 = Ah_1 = 9 \times A$ و فشار هوای درون لوله فشار هوای محیط ($P_1 = P_0 = 76 \text{ cmHg}$) است و حالت دوم وقتی است که لوله درون جیوه فرو رفته است. در این حالت حجم هوای محبوس $V_2 = Ah_2 = 6 \times A$ و فشار هوای محبوس P_2 بوده که باید آن را به کمک قانون گازها حساب کنید تا بتوانید فشار پیمانه‌ای گاز (P_g) را به دست بیاورید.



با توجه به خط فکری بیان شده و بنابر قانون گازها خواهیم داشت:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow 76 \times 9 \times A = P_2 (6 \times A) \\ \Rightarrow P_2 = 114 \text{ cmHg}$$

فشار پیمانه‌ای خواهد شد: $P_g = 114 - 76 = 38 \text{ cmHg}$

نمای ۳۴

۴ ۱۰۵۶ A

۵

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

۱ ۱۰۵۶ B

۶

گرمای ویژه مقدار گرمایی است که به 1 kg از جسم داده می‌شود تا دمای آن یک کلوین (1°C) بالا برود. از این رو هر چه گرمایی ویژه جسمی بیشتر باشد، مقدار انرژی گرمایی که آن جسم دریافت می‌کند تا دمایش 1°C بالا برود بیشتر است. یعنی اگر گرمای ویژه جسم A دو برابر گرمای ویژه جسم B باشد، گرمایی که 1 kg از جسم A به صورت انرژی درونی در خود ذخیره می‌کند دو برابر گرمایی است که 1 kg از جسم B به صورت انرژی درونی در خود ذخیره می‌کند. از سویی وقتی بیان می‌شود که قطعه یخ بزرگی با دمای 0°C در اختیار داریم یعنی دمای نهایی مجموعه 0°C است. زیرا در حال تعادل هم یخ داریم و این یعنی یخ 0°C و آب در حال تعادلند و یخ 0°C که ذوب شده به آب 0°C تبدیل شده و گرمای داده شده به آن تنها صرف ذوب یخ می‌شود.

گرمای ویژه مس دو برابر گرمای ویژه نقره است، یعنی وقتی دمای 10°C گرم از هر یک از آن‌ها را 20°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 10°C گرم از هر یک از آن‌ها 20°C کاهش یابد، گرمایی که مس آزاد می‌کند دو برابر گرمایی است که نقره آزاد می‌کند و دمای نهایی هر دو از 20°C به صفر می‌رسد، بنابراین جرم یخی که توسط مس ذوب می‌شود دو برابر جرم یخی است که توسط نقره ذوب می‌شود.

اگر دو جسم هم‌دم با ظرفیت گرمایی‌های C_1 و C_2 را روی یک قطعه یخ بزرگ قرار دهیم و هر یک از جسم‌ها به اندازه m_1 گرم و m_2 گرم یخ ذوب

$$Q_1 = mc \Delta \theta \Rightarrow Q_1 = 0.5 \times \frac{c}{4} \times 20 = 5c$$

برابر است با:

۲ گرمای باقی‌مانده یعنی $50^\circ \text{C} - 5c = 45c$ باعث ذوب یخ می‌شود، اما باید گرمای لازم برای ذوب یخ را حساب کنیم:

$$Q_2 = mL_F \Rightarrow Q_2 = 0.5 \times 80c = 40c$$

۳ بنابراین همچنان $45c - 40c = 5c$ گرما باقی می‌ماند که باعث افزایش دمای آب می‌شود:

$$5c = mc \Delta \theta \Rightarrow 5c = 0.5c \times \Delta \theta \Rightarrow \Delta \theta = 10^\circ \text{C}$$

$$\Rightarrow \theta_2 - 0 = 10 \Rightarrow \theta_2 = 10^\circ \text{C}$$

نمای ۲۶

۲ ۱۰۵۶ B

۴

آزمونک

۲ ۱۰۵۶ B

۲

۱ حجم گاز ثابت است. از این رو قانون گازها را به صورت زیر می‌نویسیم:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow \frac{26}{T_1} = \frac{39}{T_2} \Rightarrow T_2 = 1.5 T_1$$

$$\frac{\Delta T}{T_1} \times 100 = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100 = \frac{1.5 T_1 - T_1}{T_1} \times 100 = 50\%$$

درصد تغییر دما خواهد شد:

نمای ۲۹

۳ ۱۰۵۶ B

۲

۲ خواهیم گرمای حجم گاز در اثر کاهش دما، کاهش یابد. نگران نباشید،

یکبار قانون گازها $PV = nRT$ را برای حالت اول و بار دیگر برای حالت دوم بنویسید و دو رابطه را از هم کم کنید. زیرا شما تغییر دما را می‌خواهید، پس دست به کار شود.

$$P_1 V_1 = nRT_1$$

۱ قانون گازها در حالت اول:

۲ قانون گازها در حالت دوم:

$$P_1 V_1 = nRT_1 \xrightarrow{P_1 = P_2} P_2 V_2 = nRT_2$$

۳ دو رابطه را از هم کم می‌کنیم:

$$P_2 V_2 - P_1 V_1 = nRT_2 - nRT_1 \Rightarrow P_2 (V_2 - V_1) = nR (T_2 - T_1) \\ \Rightarrow P_2 \Delta V = nR \Delta T$$

۴ داده‌های مسئله را جای گذاری می‌کنیم:

$$1/5 \times 10^5 (4 \times 10^{-3}) = 3 \times 8 \times (\Delta T) \Rightarrow \Delta T = 25 \text{ K} \Rightarrow \Delta T = 25^\circ \text{C}$$

$$P \Delta V = nR \Delta T$$

هرگاه فشار ثابت باشد، می‌توان نوشت:

نمای ۲۸

۳ ۱۰۵۶ 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.

زمان فرایند جرم ذوب شده یخ

۵۰g	۱۰۰s
۷۵g	t'=?

 $\Rightarrow t' = 150s$

نمای ۲۷

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{m_1}{m_2}$$

کنند. داریم:

در واقع میزان یخ ذوب شده با ظرفیت گرمایی جسم متناسب است. نمای ۲۲

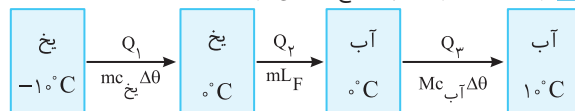
B ۱۰۵۶

۱ ۷

با توجه به توان الکتریکی و بازده داده شده، توان مفید را به دست می‌آوریم:

$$Ra = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{کل}}} \times 100 \Rightarrow 80 = \frac{P_{\text{مفید}}}{2 \times 10^3} \times 100 \Rightarrow P_{\text{مفید}} = 1600W$$

توان مفید به صورت گرما به یخ داده می‌شود:



$$P_{\text{مفید}} = \frac{Q}{t} \Rightarrow 1600 = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3}{t}$$

$$t = \frac{0/1 \times 2100 \times 10 + 0/1 \times 337 \times 10^3 + 0/1 \times 4200 \times 10}{1600} \quad \text{تقسیم می‌کنیم}$$

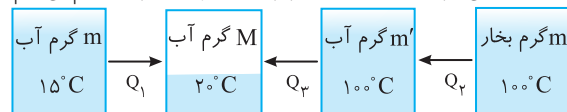
$$t = \frac{21 + 337 + 42}{16} = \frac{400}{16} = 25s$$

نمای ۲۴

B ۱۰۵۶

۸

بخار آب 100°C را با آب 15°C مخلوط کرده‌ایم تا M گرم آب 20°C به دست بیاوریم. بنابراین دمای تعادل 20°C است و گرمایی که بخار آب 100°C از دست می‌دهد تا به آب 100°C و سپس به آب 20°C تبدیل شود با گرمایی که آب 15°C می‌گیرد تا دمایش 20°C برابر است. نمودار تغییرات را رسم می‌کنیم:



$$Q_1 = Q_2 + Q_3 \Rightarrow \frac{m}{1000} \times 4200 \times 5 = \frac{m'}{1000} \times 2352 \times 1000 + \frac{m'}{1000} \times 4200 \times 80$$

دو طرف معادله را بر ۴۲۰۰ تقسیم می‌کنیم:

$$\frac{\Delta m}{1000} = \frac{560m'}{1000} + \frac{80m'}{1000} \Rightarrow \Delta m = 640m' \Rightarrow \frac{m'}{m} = \frac{5}{640}$$

نمای ۲۷

A ۳۱۰۵۶

۹

با توجه به رابطه گرمای نهان ذوب (انجماد)، جرمی از آب را که یخ می‌زند به دست می‌آوریم.

$$Q_F = mL_F \Rightarrow 100/8 = m(336) \Rightarrow m = 0/3kg = 300g$$

از ۵۰۰g آب، ۳۰۰g یخ زده است بنابراین $\frac{300}{500} \times 100 = 60\%$ از آب یخ می‌زند.

نمای ۲۶

C ۲۱۰۵۶

۱۰

گرما می‌دهد. دمای آب و یخ در حال تعادل، گرما می‌دهد. دمای آب و یخ در حال تعادل، صفر درجه 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 در حال 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 $200 - x$ گرم شده و جرم آب $50 + x$ می‌شود. حالت نهایی خواسته شده زمانی است که جرم آب و یخ با هم برابر شود:

$$200 - x = 50 + x \Rightarrow 2x = 150 \Rightarrow x = 75g$$

شود:

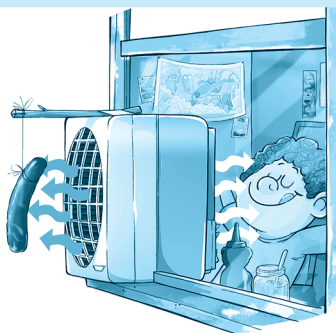
۲ بنابراین با ذوب ۷۵g یخ، مقدار آب و یخ موجود در ظرف با هم برابر می‌شود. با توجه به خطی بودن نمودار، به یخ با آهنگ ثابت گرما داده شده است و می‌توان سؤال را با تناسب حل کرد. با توجه به نمودار در مدت ۱۰۰s، $150 - 200 = 50g$ یخ ذوب می‌شود:

Windows 10



فصل پنجم

ترمودینامیک



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

در پاسخ این تست‌ها، تستی تحت عنوان بازی با سؤال قرار گرفته است.
منتخبی از تست‌هایی که می‌توانید برای دوره فصل، آن‌ها را حل کنید.

آزمونک

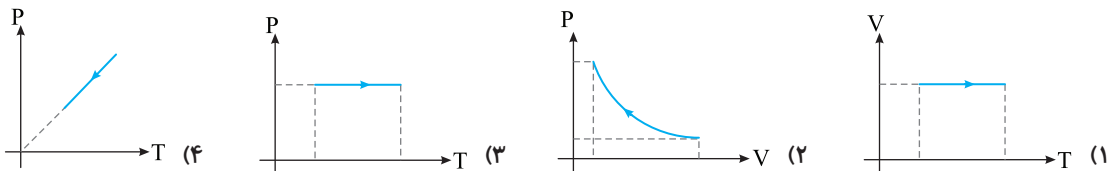
در فشار ثابت P ، به مقدار معینی گاز آرمانی Q ژول گرما می‌دهیم و دمای آن را به اندازه ΔT افزایش می‌دهیم. اگر تغییر انرژی درونی گاز ΔU باشد، کدام رابطه در SI درست است؟

خارج ریاضی - ۹۲

- (۱) $\Delta U < 0 < Q$ (۲) $0 < \Delta U < Q$ (۳) $0 < \Delta U = Q$ (۴) $0 < Q < \Delta U$

قلم چی

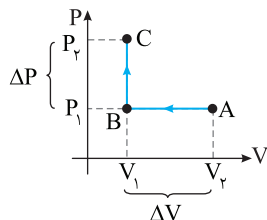
کدام یک از نمودارهای زیر بیانگر فرایند هم‌حجمی است که گرما از دست می‌دهد؟



حجم نیم مول گاز هلیوم طی یک فرایند هم‌فشار از 10 L به 8 L می‌رسد. اگر دمای اولیه گاز برابر 27°C باشد، کار انجام شده روی گاز چند ژول است؟ ($R = 8\text{ J/mol.K}$)

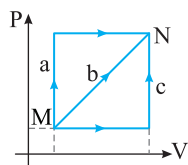
خارج ریاضی - ۹۸

- (۱) -240 (۲) -1200 (۳) 240 (۴) 1200



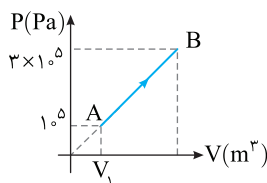
کار انجام شده روی گاز طی فرایند ABC کدام است؟

- (۱) $-\Delta P \Delta V$
(۲) $-P_1 \Delta V$
(۳) $P_2 \Delta V$
(۴) $\Delta P V_1$



نمودار $P-V$ شکل روبه‌رو مربوط به گاز کاملی است که از سه مسیر a ، b و c از حالت M به حالت N می‌رود. اگر گرمای مبادله شده در مسیر a و b به ترتیب 180 J و 120 J باشد، گرمای مبادله شده در مسیر c چند ژول است؟

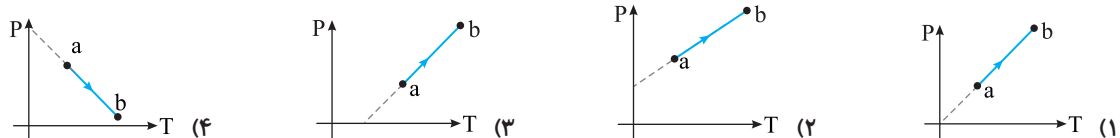
- (۱) 60 (۲) 300 (۳) 150 (۴) 90



شکل روبه‌رو نمودار $P-V$ دو مول گاز آرمانی است. دمای گاز در حالت A برابر 27°C است. کار گاز روی محیط در فرایند AB چند کیلوژول است؟ ($R = 8\text{ J/mol.K}$)

- (۱) $-19/2$ (۲) $4/8$ (۳) $19/2$ (۴) $-4/8$

گازی طی یک فرایند از حالت a به حالت b می‌رود و حجم آن کاهش می‌یابد. کدام گزینه نمودار $P-T$ این فرایند است؟



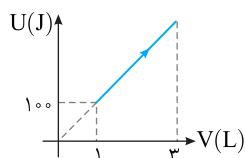
گرمای لازم برای آنکه دمای یک گرم هیدروژن در فشار ثابت 1°C افزایش یابد برابر Q_1 و مقدار گرمای لازم برای افزایش دمای یک گرم آب گرمی لازم برای آنکه دمای یک گرم هیدروژن در فشار ثابت 1°C افزایش یابد برابر Q_2 است. کدام است $\frac{Q_1}{Q_2}$ ؟

خارج ریاضی - ۹۳

- (۱) $\frac{Q_1}{Q_2} = 1$ (۲) $\frac{Q_1}{Q_2} > 1$ (۳) $\frac{Q_1}{Q_2} < 1$ (۴) اظهار نظر قطعی نمی‌توان کرد.

در یک فرایند هم‌حجم با دادن گرما Q فشار گاز را 50% افزایش می‌دهیم. اگر در ادامه مجدداً به گاز گرمای Q داده شود، فشار گاز نسبت به فشار اولیه چند برابر می‌شود؟

- (۱) $2/25$ (۲) 3 (۳) $1/25$ (۴) 2

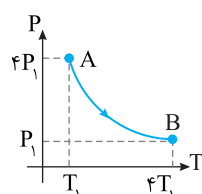


نمودار انرژی درونی درونی گاز آرمانی بر حسب حجم آن طی یک فرایند با فشار ثابت 10^5 پاسکال به صورت روبه‌رو است. گرمای گرفته شده توسط گاز طی این فرایند چند ژول است؟

- (۲) ۵۰۰
(۴) ۲۵۰

- (۱) ۳۰۰
(۳) ۴۰۰

آزمونک



با توجه به نمودار روبه‌رو که مربوط به گازی آرمانی است، کدام گزینه به ترتیب خانه‌های A، B و C جدول را از راست به چپ درست پر می‌کند؟

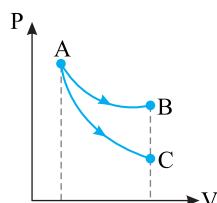
- (۲) منفی، مثبت، منفی
(۴) مثبت، منفی، مثبت

- (۱) منفی، مثبت، مثبت
(۳) مثبت، منفی، منفی

دمای 10°C گرم گاز هیدروژن در فشار ثابت از 27°C به 127°C می‌رسد. کار انجام شده توسط گاز در این فرایند چند کیلوژول است؟
($M_{H_2} = 2\text{g/mol}$, $R = 8\text{J/mol.K}$)

ریاضی - ۹۶

- (۴) ۸ (۳) ۶ (۲) ۴ (۱) ۲



مطابق نمودار $P-V$ مقدار معینی گاز آرمانی، طی دو فرایند مستقل هم‌دما و بی‌دررو منبسط می‌شود. در این نمودار فرایند بی‌دررو بوده و انرژی درونی و دمای مطلق گاز، طی آن به ترتیب و می‌یابد.

- (۲) AC، افزایش، افزایش
(۴) AC، کاهش، کاهش

- (۱) AB، کاهش، کاهش
(۳) AB، افزایش، افزایش

در کدام فرایندهای زیر دمای گاز آرمانی کاهش می‌یابد؟

الف) افزایش فشار در حجم ثابت / ب) کاهش حجم در فشار ثابت / ج) افزایش حجم در فشار ثابت / د) کاهش فشار در حجم ثابت
(۱) الف)، ب) و پ) (۲) ب)، پ) و ت) (۳) الف)، ب) و ت) (۴) هر چهار فرایند

خارج ریاضی - ۹۴

فشار گازی را از P به $2P$ می‌رسانیم. در کدام فرایند کار انجام گرفته روی گاز بیشتر است؟

- (۱) هم‌دما (۲) بی‌دررو (۳) هم‌حجم (۴) نمی‌توان اظهار نظر قطعی کرد.

گاز درون یک محفظه را در فشار ثابت $3 \times 10^5\text{Pa}$ سرد می‌کنیم و حجم آن از 6L به 2L می‌رسد. اگر گرمای مبادله شده با محیط در این فرایند ۴۰ درصد بیشتر از کار مبادله شده بین گاز و محیط باشد، تغییر انرژی درونی دستگاه چند ژول است؟

ریاضی - ۹۵

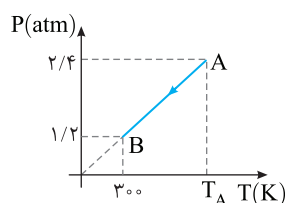
- (۱) -480 (۲) $+480$ (۳) 2880 (۴) -2880

مقدار معینی از یک گاز کامل طی دو فرایند جداگانه هم‌دمای T_1 و T_2 به یک اندازه منبسط می‌شود. گرمای مبادله شده بین گاز و محیط در این دو فرایند به ترتیب Q_1 و Q_2 است. اگر $T_2 > T_1$ باشد، کدام گزینه درست است؟

- (۱) $Q_1 = Q_2$ (۲) $Q_1 > Q_2$ (۳) $Q_1 < Q_2$ (۴) بستگی به حجم اولیه گاز در دو دمای T_1 و T_2 دارد.

مقداری گاز آرمانی با متغیرهای ترمودینامیکی (P_1, V_1, T_1) در اختیار داریم. اگر ابتدا طی فرایند بی‌دررو حجم گاز را افزایش و سپس با فرایند هم‌دما حجم آن را به مقدار اولیه برسانیم، دمای نهایی گاز نسبت به T_1 یافته و فشار نهایی گاز نسبت به P_1 می‌یابد.

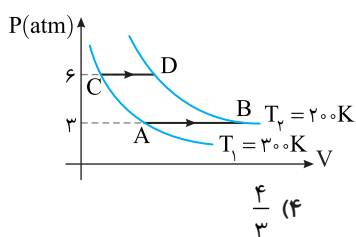
- (۱) کاهش، افزایش (۲) افزایش، کاهش (۳) کاهش، کاهش (۴) افزایش، افزایش



قلم چی

- (۲) ۹۰۰، ۵۴۰
(۴) ۶۰۰، صفر

- (۱) صفر، ۹۰
(۳) ۶۰۰، ۵۴۰

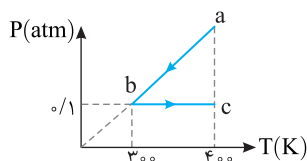


۱۱۷۹ مطابق شکل، نمودار $P-V$ دو فرایند هم‌فشار گاز آرمانی به صورت روبه‌رو است. اگر تغییر حجم در فرایند AB به صورت ΔV_{AB} و تغییر حجم در فرایند CD به صورت ΔV_{CD}

باشد، $\frac{\Delta V_{AB}}{\Delta V_{CD}}$ کدام است؟

- (۱) ۲ (۲) $\frac{1}{2}$ (۳) $\frac{3}{4}$ (۴) $\frac{4}{3}$

آزمونک

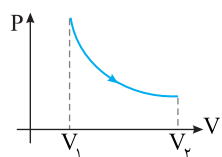


۱۲۳۱ گاز آرمانی فرایند abc را طی می‌کند و طی این فرایند 120 J گرما دریافت می‌کند. کاری که گاز روی محیط در فرایند bc انجام می‌دهد، کدام است؟

- (۱) 120 (۲) -120 (۳) 240 (۴) -120

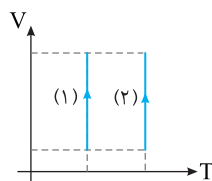
۱۲۳۲ در تراکم بی‌درروی گاز آرمانی، اگر فشار گاز ۲ برابر شود، حجم گاز n برابر و دمای گاز برحسب کلونین k برابر می‌شود. در مورد n و k کدام رابطه درست است؟

- (۱) $\begin{cases} \frac{1}{2} < n < 1 \\ 1 < k < 2 \end{cases}$ (۲) $\begin{cases} 0 < n < \frac{1}{2} \\ \frac{3}{2} < k < 2 \end{cases}$ (۳) $\begin{cases} \frac{1}{2} < n < 1 \\ \frac{1}{2} < k < 1 \end{cases}$ (۴) $\begin{cases} 0 < n < \frac{1}{2} \\ 1 < k < 2 \end{cases}$



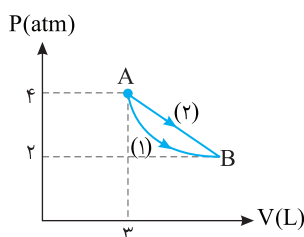
۱۲۳۳ در فرایند هم‌دمای روبه‌رو گاز گرما و کار انجام شده توسط گاز روی محیط است.

- (۱) داده، مثبت (۲) گرفته، مثبت (۳) داده، منفی (۴) گرفته، منفی



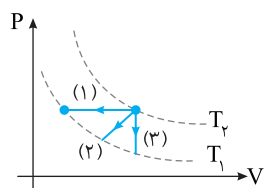
۱۲۳۴ شکل روبه‌رو دو فرایند را نشان می‌دهد که در فرایند (۱) گاز کار W'_1 را روی محیط انجام داده و در فرایند (۲) گاز کار W'_2 را روی محیط انجام می‌دهد، کدام گزینه درست است؟

- (۱) $W'_1 = W'_2$ (۲) $W'_1 > W'_2$ (۳) $W'_1 < W'_2$ (۴) هر سه گزینه ممکن است.



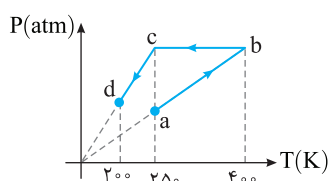
۱۲۳۵ مطابق شکل، یک گاز آرمانی، طی دو فرایند جداگانه (۱) و (۲) از حالت A به B می‌رسد. اگر فرایند (۱) هم‌دم باشد، کدام گزینه دربارهٔ گرمای مبادله شده در فرایند (۲) درست است؟

- (۱) 900 J گرما می‌گیرد. (۲) 900 J گرما از دست می‌دهد. (۳) 450 J گرما می‌گیرد. (۴) 450 J گرما از دست می‌دهد.



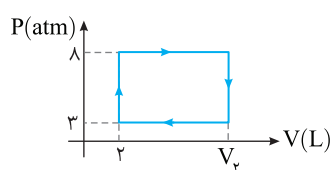
۱۲۳۶ در شکل روبه‌رو اگر اندازهٔ گرمای مبادله شده بین محیط و دستگاه در سه فرایند نشان داده شده به ترتیب Q_1 ، Q_2 و Q_3 باشد، کدام گزینه درست است؟

- (۱) $|Q_1| = |Q_2| = |Q_3|$ (۲) $|Q_1| > |Q_2| > |Q_3|$ (۳) $|Q_1| < |Q_2| < |Q_3|$ (۴) $|Q_1| = |Q_2| > |Q_3|$



۱۲۳۷ $5/^\circ\text{C}$ مول گاز آرمانی فرایندی مطابق شکل روبه‌رو را طی کرده است. کار انجام شده توسط دستگاه روی محیط در این فرایند چند ژول است؟ ($R = 8\text{ J/mol.K}$)

- (۱) -600 (۲) $+600$ (۳) $+300$ (۴) -300



گازی، چرخهٔ ترمودینامیکی فرضی نشان داده شده در شکل را می‌پیماید. اگر در طی این چرخه گاز $1/5 \times 10^3 \text{ J}$ گرما بگیرد، V_2 کدام است؟

از کتاب درسی

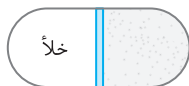
۲) ۳

۱) ۲/۵

۴) ۵

۳) ۴

یک گاز آرمانی در طرف راست مخزن عایق‌بندی شده مطابق شکل قرار دارد. اگر تیغهٔ جداکننده را برداریم، دمای گاز چه تغییری می‌کند؟

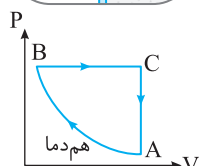


۲) کم می‌شود.

۱) زیاد می‌شود.

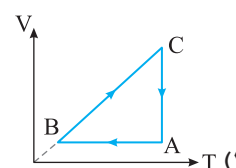
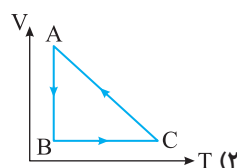
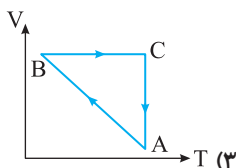
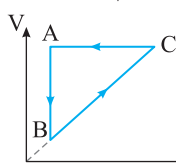
۴) اطلاعات کافی نیست.

۳) تغییر نمی‌کند.



در نمودار $P-V$ ، سه فرایند ترمودینامیکی گاز کامل (آرمانی) رسم شده است. نمودار $V-T$ آن‌ها کدام است؟

ریاضی - ۸۵



آزمونک

چرخهٔ آرمانی یک ماشین درونسوز بنزینی بوده که در آن در مرحلهٔ گرمای Q_H را از محیط بیرون گرفته و در مرحلهٔ

..... گرمای Q_L را به محیط بیرون داده است و سپس گاز سرد شده در یک فرایند از استوانه خارج می‌شود.

۲) رانکین، آتش گرفتن، تخلیه و خروج گاز، فشار ثابت

۱) اتو، آتش گرفتن، تخلیه و خروج گاز، فشار ثابت

۴) اتو، تراکم، تخلیه و خروج گاز، فشار ثابت

۳) اتو، آتش گرفتن، تخلیه و خروج گاز، بی‌دررو

کدام عبارت درست است؟

۱) اگر در وسیله‌ای $Q_H > 0$ و $Q_L = -Q_H$ باشد، آن وسیله ماشین گرمایی است و قانون اول را نقض نمی‌کند.

۲) در انبساط هم‌دمای گاز آرمانی تمام کار تبدیل به گرما می‌شود، بنابراین قانون دوم ترمودینامیک نقض می‌شود.

۳) اگر $|Q_H| < |W|$ باشد، قانون دوم ترمودینامیک نقض می‌شود.

۴) در فرایند هم‌دما انرژی درونی دستگاه تغییر نمی‌کند.

ماشین گرمایی یک لوکوموتیو در هر دقیقه $2/64 \times 10^9 \text{ J}$ گرما بیرون می‌دهد و $5/6 \times 10^8 \text{ J}$ کار انجام می‌دهد. بازده این ماشین چند درصد

کنکور دهه‌های گذشته

است؟

۴) ۲۸/۵

۳) ۱۸/۵

۲) ۱۷/۵

۱) ۱۵

در یک یخچال نسبت کار انجام شده توسط یخچال به گرمایی که از درون یخچال گرفته شود، برابر ۴ است. این یخچال ۲ کیلوگرم آب با دمای

10°C درجه سلسیوس را به یخ -8°C تبدیل کرده است. یخچال در این فرایند چند کیلوژول گرما به محیط بیرون داده است؟

ریاضی - ۹۳

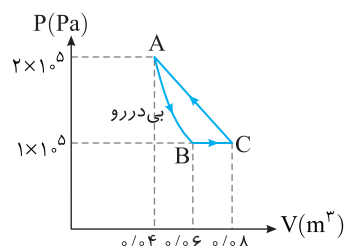
$$(L_F = 336 \text{ kJ/kg}, c_{\text{آب}} = 2c_{\text{یخ}} = 4200 \text{ J/kg} \cdot ^\circ \text{C})$$

۴) ۹۸۷

۳) ۸۶۷

۲) ۴۹۳

۱) ۴۳۳



شکل مقابل نمودار $P-V$ ی یک یخچال فرضی را که با یک مول گاز آرمانی کار می‌کند نشان

می‌دهد، اگر یخچال این چرخه را در هر 5 s طی کند توان این یخچال چند وات است؟ (گرمای

مبادله شده در فرایند BC ، 5 kJ است.)

۲) ۲۵

۱) ۱۰

۴) ۲۰۰

۳) ۴۰۰



اگر در یک ماشین گرمایی، اندازه گرمای گرفته شده توسط آن ۲۰ درصد افزایش یابد، مقدار گرمای داده شده به محیط بیرون ۲۵ درصد افزایش یافته و درصد بازده ماشین گرمایی ۱ درصد کمتر از درصد بازده ماشین گرمایی در حالت قبل خواهد شد. نسبت گرمای گرفته شده در ماشین گرمایی به گرمای داده شده به محیط در حالت اول کدام است؟

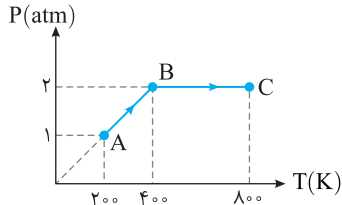
۰/۳ (۴)

$\frac{25}{6}$ (۳)

$\frac{2}{3}$ (۲)

$\frac{3}{2}$ (۱)

۱۲۷۰ ۶



دو مول گاز آرمانی فرایند ABC را در شکل روبه‌رو طی می‌کند. اندازه کار انجام شده روی گاز در این فرایند چند ژول است؟ ($R = 8J/mol.K$)

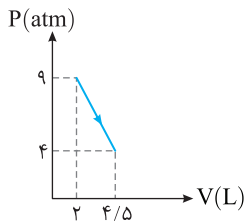
+۶۴۰۰ (۲)

-۶۴۰۰ (۱)

-۹۶۰۰ (۴)

+۹۶۰۰ (۳)

۱۲۷۰ ۷



نمودار P-V فرایند گاز آرمانی به صورت روبه‌رو است، هنگامی که طی این فرایند، انرژی درونی گاز بیشینه می‌شود، حجم آن چند لیتر است؟

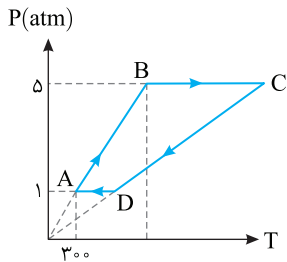
۳/۲۵ (۱)

۲/۲۵ (۲)

۳/۵ (۳)

۴ (۴)

۱۲۷۰ ۸



چرخه P-T گاز کاملی (آرمانی) مطابق شکل روبه‌رو است. کار در فرایند BC چند برابر کار در

فرایند DA است؟ $\left(\frac{|W_{BC}|}{|W_{DA}|}\right)$

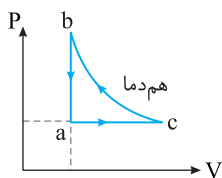
$\frac{1}{5}$ (۲)

۱ (۱)

$\frac{2}{5}$ (۴)

۵ (۳)

۱۲۷۰ ۹



مقدار معینی گاز آرمانی مطابق شکل چرخه acba را طی می‌کند. اگر اندازه گرمای مبادله شده بین گاز و محیط در فرایندهای ba و ac به ترتیب ۳۵۰۰J و ۲۵۰۰J باشد، کار انجام شده توسط محیط روی گاز در فرایند ac چند ژول است؟

۱۰۰۰ (۱)

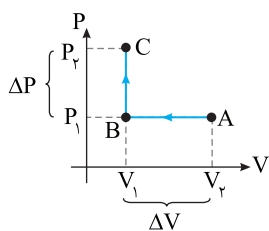
۵۰۰ (۲)

۴۰۰۰ (۳)

۱۵۰۰ (۴)

۱۲۷۰ ۱۰

فصل پنجم: ترمودینامیک

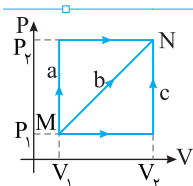


فرایند BC هم حجم است و کار صفر است.

فرایند AB یک فرایند هم فشار است که طی آن گاز متراکم شده و کار محیط روی دستگاه برابر است با:

$$W = -P\Delta V \Rightarrow W_{AB} = -P_1\Delta V$$

نمای ۱۰



۱ سطح زیر نمودار P-V برابر اندازه کار است. کار را در هر مسیر حساب می کنیم:

$$|W_a| = P_1(V_2 - V_1), |W_b| = \frac{P_1 + P_2}{2}(V_2 - V_1)$$

$$|W_c| = P_2(V_2 - V_1)$$

۲ اکنون می توان نوشت:

$$|W_a| + |W_c| = P_1(V_2 - V_1) + P_2(V_2 - V_1)$$

$$\Rightarrow |W_a| + |W_c| = (P_1 + P_2)(V_2 - V_1) \Rightarrow |W_b| = \frac{|W_a| + |W_c|}{2}$$

۳ بنا به قانون اول ترمودینامیک، تغییر انرژی درونی در هر سه مسیر یکسان است از این رو:

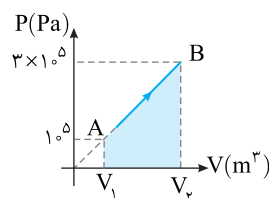
$$\Delta U_a = \Delta U_b = \Delta U_c \Rightarrow \Delta U_b = \frac{\Delta U_a + \Delta U_c}{2}$$

$$\Rightarrow Q_b + W_b = \frac{Q_a + W_a + Q_c + W_c}{2}$$

$$\Rightarrow Q_b + W_b = \frac{Q_a + Q_c}{2} + \frac{W_a + W_c}{2}$$

$$\Rightarrow Q_b = \frac{Q_a + Q_c}{2} \Rightarrow 120 = \frac{180 + Q_c}{2} \Rightarrow Q_c = 60 \text{ J}$$

نمای ۵



۶ برای به دست آوردن کار باید سطح زیر نمودار را حساب کنید و برای آنکه سطح زیر نمودار را حساب کنید باید مقدار V_1 و V_2 را به کمک معادله حالت گاز آرمانی به دست بیاورید.

۱ حجم اولیه گاز V_1 برابر است با:

$$P_A V_1 = nRT_A \Rightarrow 1.0 \times V_1 = 2 \times 8.314 \times 300 \Rightarrow V_1 = \frac{4988.4}{1.0} \Rightarrow V_1 = 4988.4 \text{ m}^3$$

۲ با توجه به تشابه مثلث حجم V_2 خواهد شد:

$$\frac{3 \times 1.0}{1.0} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow V_2 = 3V_1 \Rightarrow V_2 = 3 \times 4988.4 \Rightarrow V_2 = 14965.2 \text{ m}^3$$

۳ مساحت دوزنقه رنگی را حساب می کنیم:

$$S_{AB} = W_{AB} = \frac{3 \times 1.0 + 1.0}{2} \times (14965.2 - 4988.4) \times 1.0 \times 10^5$$

$$|W_{AB}| = 2 \times 1.0 \times (9/6 \times 10^5) = 19/2 \times 10^5 \text{ J} = 19/2 \text{ kJ}$$



۲ ۱۱۴۶ B

۱ با دادن گرما به گاز آرمانی در فشار ثابت ($Q > 0$)، گاز منبسط می شود. در این صورت کار محیط روی گاز منفی است ($W < 0$).

۲ با افزایش دما به اندازه ΔT ، انرژی درونی گاز که تابع دما است افزایش می یابد ($\Delta T > 0 \Rightarrow \Delta U > 0$).

۳ بنا به قانون اول ترمودینامیک $\Delta U = W + Q$ بوده از طرفی $\Delta U > 0$ و $Q > 0$ و $W < 0$ شده بنابراین باید مقدار Q از ΔU و W بیشتر باشد بنابراین $Q > \Delta U > 0$ است.

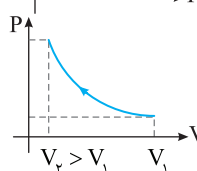
نمای ۸

۴ ۱۱۴۶ B

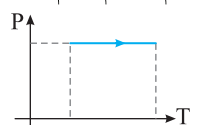
۲ در فرایند هم حجم هرگاه دما و یا فشار کاهش یابد، گاز گرما از دست داده است.



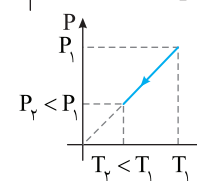
نمودار (۱): دمای گاز در فرایند هم حجم افزایش یافته بنابراین گاز گرما گرفته و گزینه (۱) نادرست است.



نمودار (۲): در این نمودار حجم گاز کاهش یافته بنابراین فرایند هم حجم نیست و گزینه (۲) نادرست است.



نمودار (۳): این نمودار مربوط به فرایند هم فشار است و نادرست است. (در فرایند هم فشار با افزایش دما، حجم گاز افزایش می یابد.)



نمودار (۴): این نمودار P-T است و در آن نمودار خط راستی است که از مبدأ می گذرد، پس فرایند هم حجم است. از طرفی دما و فشار در حال کاهش است. بنابراین دستگاه گرما از دست می دهد و گزینه (۴) درست است. نمای ۷

۳ ۱۱۴۶ B

۳ با توجه به رابطه کار در فرایند هم فشار ($W = -P\Delta V$) باید فشار گاز

را به کمک قانون گازها و داده های مسئله به دست آورید تا بتوانید کار را حساب کنید.

۱ بنا به فرض مسئله نیم مول گاز در دمای 27°C دارای حجم 10 L بوده است پس بنا به قانون گازها می توان فشار گاز را حساب کرد.

$$PV = nRT \Rightarrow \frac{T = 273 + 27 = 300 \text{ K}}{R = 8.314 \text{ J/mol.K}} \Rightarrow P \times 10 \times 10^{-3} = 0.5 \times 8.314 \times 300$$

$$\Rightarrow P = 120000 = 1.2 \times 10^5 \text{ Pa}$$

۲ کار انجام شده روی گاز خواهد شد:

$$W = -P\Delta V \Rightarrow \Delta V = 8 - 1 = 7 \text{ L} = 7 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$W = -(1.2 \times 10^5) \times (7 \times 10^{-3}) \Rightarrow W = -840 \text{ J}$$

البته امکان دارد شما ابتدا دمای ثانویه را به کمک قانون گازها ($\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_1}{T_1}$) به دست آورده و سپس به کمک رابطه $W = -nR\Delta T$ ، کار را حساب کرده باشید که تفاوتی ندارد.

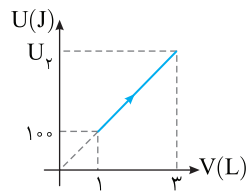
نمای ۸

۲ ۱۱۴۶ A

۴ سطح زیر نمودار P-V برابر اندازه کار محیط روی دستگاه است.

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{2/25 T_1} \Rightarrow P_2 = 2/25 P_1$$

نمای ۱۰



ابتدا به کمک تشابه مثلث انرژی درونی گاز در حالت دوم را حساب می‌کنیم:

$$\frac{U_2}{100} = \frac{3}{1} \Rightarrow U_2 = 300 \text{ J}$$

تغییر انرژی درونی گاز را به دست می‌آوریم:

$$\Delta U = U_2 - U_1 = 300 - 100 \Rightarrow \Delta U = 200 \text{ J}$$

در فرایند هم‌فشار با فشار 10^5 Pa ، حجم گاز از 1 L به 3 L افزایش یافته و کار محیط روی دستگاه منفی و برابر است با:

$$W = -P\Delta V \Rightarrow W = -10^5 \times (3-1) \times 10^{-3} \Rightarrow W = -200 \text{ J}$$

با توجه به قانون اول ترمودینامیک، گرمای گرفته شده توسط گاز خواهد شد:

$$\Delta U = W + Q \Rightarrow 200 - 100 = -200 + Q \Rightarrow 200 + 200 = Q \Rightarrow Q = 400 \text{ J}$$

نمای ۹



نمودار داده شده نمودار P-T است.

برای آنکه مشخص شود که کار از A تا B مثبت، منفی یا صفر است، باید حجم گاز در این دو حالت را با هم مقایسه کنیم.

$$PV = nRT \Rightarrow \begin{cases} A: P_1 V_1 = nRT_1 \Rightarrow V_1 = \frac{nRT_1}{P_1} \\ B: P_2 V_2 = nRT_2 \Rightarrow V_2 = \frac{nRT_2}{P_2} \end{cases} \Rightarrow V_2 > V_1$$

بنابراین گاز منبسط شده و کار محیط روی دستگاه منفی است.

انرژی درونی یک گاز آرمانی تنها تابع دمای گاز است. در حالت B، دمای گاز $4T_1$ و در حالت A، دمای گاز T_1 است بنابراین: $T_2 > T_1 \Rightarrow U_2 > U_1 \Rightarrow \Delta U > 0$

با توجه به قانون اول ترمودینامیک خواهیم داشت:

$$\Delta U = W + Q \xrightarrow{\Delta U > 0, W < 0} Q > 0$$

دقت کنید برای آنکه مجموع Q و W مثبت شود باید Q مثبت و اندازه آن از اندازه W منفی بیشتر باشد.

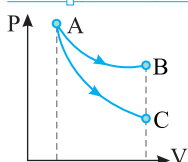
نمای ۱۲

کار انجام شده در فرایند هم‌فشار گاز آرمانی در تغییر دمای ΔT خواهد شد:

$$W = -P\Delta V = -nR\Delta T \xrightarrow{n=\frac{m}{M}} W = -\frac{m_{H_2}}{M_{H_2}} R\Delta T$$

$$\frac{m_{H_2} = 1 \text{ g}, M_{H_2} = 2 \text{ g/mol}}{W' = -W} \Rightarrow W' = \frac{1}{2} \times 8 \times (100) = 400 \text{ J} = 4 \text{ kJ}$$

نمای ۸



در مقایسه بین منحنی‌های انبساطی هم‌دما و انبساطی بی‌دررو، منحنی بی‌دررو دارای شیب بیشتری است که نشان‌دهنده افت شدید فشار طی انبساط گاز آرمانی در فرایند

گاز منبسط شده و کار محیط روی گاز منفی و کار گاز روی محیط مثبت و برابر نمای ۳ است.

۱۱۴۶ B

شیب خط گذرنده از مبدأ نمودار P-T یک گاز آرمانی با حجم گاز نسبت وارون دارد.

در این تست در واقع چند تست در یک تست جا داده شده است. نمودار (۱) خط راستی است که از مبدأ نمودار P-T می‌گذرد بنابراین این نمودار مربوط به یک فرایند هم‌حجم است.

دو نمودار هم‌حجم V_a و V_b را رسم می‌کنیم.

شیب نمودار V_b از شیب نمودار V_a کمتر است، بنابراین حجم گاز در حالت b از حالت a بیشتر است یعنی حجم گاز افزایش یافته و گزینه (۲) نادرست است.

دو نمودار هم‌حجم V_a و V_b را که از

نقاط a و b می‌گذرند رسم می‌کنیم، شیب نمودار V_a کمتر از شیب نمودار V_b بوده پس حجم گاز در حالت a از حجم گاز در حالت b بیشتر است یعنی در فرایند ab حجم گاز کاهش یافته است و گزینه (۳) درست است.

با همان روش مشخص است که $V_b > V_a$ بوده و حجم گاز افزایش یافته و

گزینه (۴) نادرست است. نمای ۹

۱۱۴۶ B

برای گرما در فرایند هم‌فشار رابطه‌ای در اختیار نداریم اما برای به دست آوردن کار در فرایند هم‌فشار می‌توانید از $W = -P\Delta V = -nR\Delta T$ استفاده کنید. از طرفی در فرایند هم‌فشار گاز آرمانی همواره اندازه گرمای مبادله شده بین محیط و گاز از اندازه کار مبادله شده بیشتر است $|Q| > |W|$.

پس شما ابتدا کار در فرایند هم‌فشار را به دست بیاورید و سپس گرمایی که به 1 g آب می‌دهیم تا دمای 1°C بالا برود را حساب کنید تا بتوانید گرمای فرایند هم‌فشار و گرمای داده شده به آب را با هم مقایسه کنید.

۱ کار در فرایند هم‌فشار در اثر 1°C افزایش دما:

$$W = -nR\Delta T \xrightarrow{n=\frac{m-1}{M} \text{ mol}} W = -\frac{1}{2} \times 8 \times 1 \Rightarrow W = -4 \text{ J}$$

۲ گرمایی که گاز در این فرایند دریافت می‌کند از 4 J بیشتر است. $Q > |W| \Rightarrow Q_1 > 4 \text{ J}$

۳ گرمایی که به 1 g آب می‌دهیم تا دمای 1°C بالا برود خواهد شد:

$$Q = mc\Delta T \Rightarrow Q_2 = 10^{-3} \times 4000 \times (1) \Rightarrow Q_2 = 4 \text{ J}$$

۴ بنابراین $\frac{Q_1}{Q_2} > 1$ خواهد بود. نمای ۸

۱۱۴۶ B

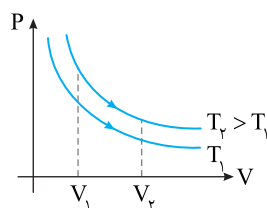
۱ قانون گازها را برای فرایند هم‌حجم می‌نویسیم:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \xrightarrow{P_2 = 1/5 P_1 \text{ مسئله}} \frac{P_1}{T_1} = \frac{1/5 P_1}{T_2} \Rightarrow T_2 = 1/5 T_1$$

۲ در حالت اول با دادن گرمای Q دمای گاز $1/5$ برابر شده است، بنابراین اگر مجدداً به گاز همان مقدار گرما داده شود، دمای گاز مجدداً $1/5$ برابر می‌شود.

$$T_3 = 1/5 T_2 \xrightarrow{T_2 = 1/5 T_1} T_3 = 2/25 T_1$$

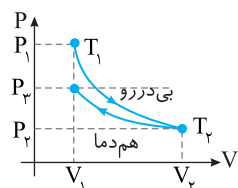
۳ به کمک قانون گازها خواهیم داشت:



۳ نمودار $P-V$ را برای دو فرایند همدمای T_1 و T_2 رسم می‌کنیم. سطح زیر نمودار $P-V$ برابر اندازه کار محیط روی دستگاه است. سطح زیر نمودار T_2 از سطح زیر نمودار T_1 بیشتر است ($S_2 > S_1$). بنابراین

$$Q = -W \xrightarrow{|W_2| > |W_1|} Q_2 > Q_1 \quad |W_2| > |W_1| \text{ بوده و می‌توان نوشت:}$$

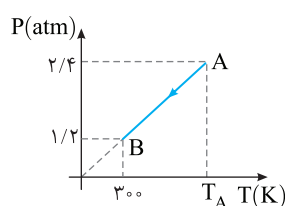
نمای ۱۳



مسئله را به کمک رسم نمودار پاسخ می‌دهیم. ۱ در فرایند بی‌دررو با افزایش حجم، فشار و دمای گاز کاهش می‌یابد. ۲ در فرایند هم‌دمای، دمای گاز همچنان T_2 بوده که از T_1 کمتر است. پس دمای نهایی کمتر از دمای T_1 است.

۳ شیب نمودار $P-V$ هم‌دمای از شیب نمودار بی‌دررو کمتر است. بنابراین فشار نهایی مطابق شکل از فشار اولیه کمتر است.

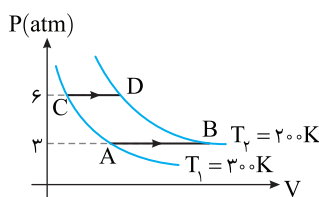
نمای ۱۳



نمودار $P-T$ فرایند AB خطی است که از مبدأ می‌گذرد. بنابراین این فرایند هم‌حجم است و کار محیط روی دستگاه صفر است ($W=0$). دمای گاز در حالت A را می‌توانیم به کمک معادله حالت گاز آرمانی در

$$\frac{P_A V_A}{T_A} = \frac{P_B V_B}{T_B} \Rightarrow \frac{2/4}{T_A} = \frac{1/2}{300} \Rightarrow T_A = 600 \text{ K}$$

نمای ۷



۱۰ به داده‌های مسئله دقت کنید، دمای نقاط A ، B ، C و D و فشار در این نقاط را در اختیار دارید و نسبت تغییرات حجم در این دو فرایند از شما

خواسته شده، بنابراین باید به کمک قانون گازها برای هر فرایند ΔV را حساب کنید. $PV = nRT \Rightarrow P\Delta V = nR\Delta T$ با توجه به قانون گازها می‌توان نوشت: AB فرایند $3(\Delta V_{AB}) = nR(200 - 300) \Rightarrow 3\Delta V_{AB} = nR(-100)$ CD فرایند $6(\Delta V_{CD}) = nR(200 - 300) \Rightarrow 6\Delta V_{CD} = nR(-100)$

سمت راست دو رابطه برابر است از این رو سمت چپ آن‌ها را برابر قرار می‌دهیم:

$$3\Delta V_{AB} = 6\Delta V_{CD} \Rightarrow \frac{\Delta V_{AB}}{\Delta V_{CD}} = 2$$

نمای ۱۳

انبساطی بی‌دررو است. بنابراین منحنی AC فرایند بی‌دررو را نشان می‌دهد.

در فرایند بی‌دررو گرمای مبادله شده صفر است و چون گاز منبسط شده، کار محیط روی دستگاه منفی است و با توجه به قانون اول ترمودینامیک خواهیم داشت:

$$\Delta U = W + Q \xrightarrow{Q=0} \Delta U < 0$$

یعنی انرژی درونی کاهش می‌یابد. انرژی درونی یک گاز کامل تابع دماست، پس با کاهش انرژی درونی، دمای گاز کاهش یافته است.

نمای ۱۳

۲ ۱۱۷۹ B

فرایند (الف): هر گاه در حجم ثابت، فشار گاز افزایش یابد، گاز از محیط گرما دریافت کرده است و دمای آن بالا می‌رود، پس در فرایند (الف) دما بالا می‌رود.

فرایند (ب): در فشار ثابت با کاهش حجم یعنی تراکم گاز، گاز گرما از دست می‌دهد و دمای گاز کاهش می‌یابد پس در فرایند (ب) دما پایین می‌آید.

فرایند (پ): در فرایند بی‌دررو اگر حجم گاز افزایش یابد یعنی گاز منبسط شود کار محیط روی دستگاه منفی است، در این صورت:

$$\Delta U = W + Q \xrightarrow{Q=0} \Delta U < 0 \Rightarrow U_2 < U_1 \Rightarrow T_2 < T_1$$

فرایند (ت): در فرایند بی‌دررو وقتی فشار کاهش می‌یابد، حجم گاز افزایش می‌یابد و شبیه به حالت (پ)، دما کاهش می‌یابد.

نمای ۱۱

۱ ۱۱۷۹ B

نمودار $P-V$ هر سه فرایند را رسم می‌کنیم. در فرایند هم‌حجم (a)، کار محیط روی دستگاه صفر است و گزینه (۳) قطعاً نادرست است.

شیب نمودار فرایند بی‌دررو از شیب نمودار فرایند هم‌دمای بیشتر است بنابراین نمودار b که رسم کرده‌ایم بی‌دررو و نمودار c هم‌دمای است.

سطح زیر نمودار $P-V$ برابر اندازه کار محیط روی دستگاه است که سطح زیر نمودار هم‌دمای از سطح زیر نمودار بی‌دررو بزرگ‌تر است. پس کار در فرایند هم‌دمای از کار در فرایند بی‌دررو بیشتر است.

نمای ۱۳

۱ ۱۱۷۹ B

۱ کار محیط روی دستگاه در فرایند هم‌فشار خواهد شد:

$$W = -P\Delta V \Rightarrow W = -3 \times 10^5 \times (2 - 6) \times 10^{-3} \Rightarrow W = 1200 \text{ J}$$

۲ گرمای مبادله شده ۴۰٪ بیشتر از کار مبادله شده است، بنابراین:

$$|Q| = |W| + \frac{40}{100}|W| \Rightarrow |Q| = 1/4|W| \Rightarrow |Q| = 1/4 \times 1200 \text{ J} \Rightarrow |Q| = 300 \text{ J}$$

۳ در فرایند هم‌فشار گاز آرمانی، همواره گرما و کار مختلف‌العلامه هستند. چون کار محیط روی دستگاه برابر $+1200 \text{ J}$ شده است، گرمای مبادله شده منفی است.

$$Q = -1200 \text{ J}$$

۴ بنا به قانون اول ترمودینامیک، تغییر انرژی درونی گاز را به دست می‌آوریم.

$$\Delta U = Q + W \Rightarrow \Delta U = -1200 + 1200 \Rightarrow \Delta U = 0$$

از همان ابتدا اختلاف کار و گرما برابر تغییر انرژی درونی در فرایند هم‌فشار است البته W و ΔU مختلف‌العلامه هستند.

$$\Delta U = \frac{-40}{100}W$$

نمای ۸

۳ ۱۱۷۹ B

۱ در فرایند هم‌دمای گاز آرمانی تغییر انرژی درونی صفر است و خواهیم داشت:

$$\Delta U = 0 \Rightarrow Q + W = 0 \Rightarrow Q = -W$$

۲ از طرفی گاز منبسط شده و کار محیط روی دستگاه منفی است ($W < 0$).

بنابراین گرمای مبادله شده با گاز مثبت بوده و گاز گرما دریافت کرده است. ($Q > 0$)

طرفی در دو حالت گاز منبسط شده و کار گاز روی محیط مثبت است.

۲ با مقایسه سطح زیر نمودار T_p و نمودار T_1 مشخص است که $S_p > S_1$ بوده و

کار در دمای T_p از کار در دمای T_1 بیشتر است.

۱۳ نمای ۸ در دو فرایند هم‌دما در تغییر حجم یکسان همواره اندازه کار در فرایندی که دمای آن بالاتر است بیشتر است.

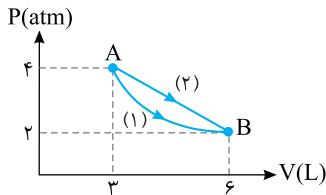
در فرایند هم‌دما AB یعنی (۱):

$$P_A V_A = P_B V_B \Rightarrow 4 \times 3 = 2 V_B \Rightarrow V_B = 6L$$

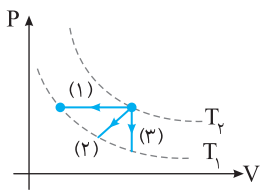
$$W_{AB} = -S_{pV} \Rightarrow W_{AB} = -\left(\frac{4+2}{2}\right) \times 3 = -9 \text{ atm.L}$$

$$W_{AB} = -9 \times 10^5 \times 10^{-3} = -900 \text{ J}$$

$$T_A = T_B \Rightarrow \Delta U_{AB} = 0 \Rightarrow W_{AB} + Q_{AB} = 0 \Rightarrow Q_{AB} = +900 \text{ J}$$



نمای ۱۴



در سه فرایند دمای گاز از T_p به

T_1 کاهش یافته یعنی در هر سه فرایند

تغییر دما یکسان است.

$$\Delta T_1 = \Delta T_2 = \Delta T_3$$

۲ انرژی درونی یک گاز آرمانی تنها

تابع دمای گاز است، بنابراین:

$$\Delta T_1 = \Delta T_2 = \Delta T_3 \Rightarrow \Delta U_1 = \Delta U_2 = \Delta U_3$$

۳ فرایند (۳) یک فرایند هم‌حجم است و کار در فرایند هم‌حجم صفر است.

$$(W_3 = 0)$$

۴ سطح زیر نمودار $P-V$ برابر اندازه کار محیط روی دستگاه است. به سطح زیر

نمودار (۱) و نمودار (۲) دقت کنید، سطح زیر نمودار (۱) (فرایند هم‌فشار) بزرگ‌تر از

سطح زیر نمودار (۲) است و کار محیط روی دستگاه در فرایند (۱) از فرایند (۲) بیشتر

$$S_1 > S_2 = |W_1| > |W_2|$$

است.

۵ بنابر قانون اول ترمودینامیک می‌توان نوشت:

$$\Delta U_1 = \Delta U_2 \Rightarrow W_1 + Q_1 = W_2 + Q_2 \xrightarrow{W_1 > W_2} |Q_1| > |Q_2|$$

دقت کنید که در هر دو فرایند گاز متراکم شده و کار محیط روی دستگاه مثبت است. از

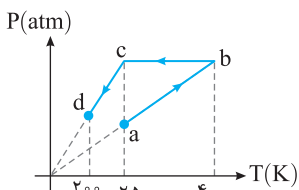
طرفی در هر دو فرایند دما کاهش یافته $T_1 < T_2$. بنابراین تغییر انرژی درونی منفی

است، پس بنا به قانون اول ترمودینامیک $(\Delta U = W + Q)$ باید Q منفی باشد تا

مجموع آن با کار مثبت W ، سبب گردد که ΔU منفی شود و هر چه W بزرگ‌تر باشد

$|Q|$ نیز باید بزرگ‌تر شود تا $Q + W$ منفی شود.

نمای ۱۳



۱ فرایندهای ab و cd هم‌حجم هستند و کار در این فرایندها صفر است.

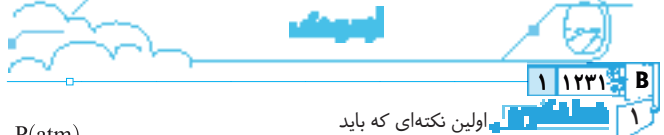
۲ فرایند bc هم‌فشار است و کار در این فرایند خواهد شد:

هر گاه امتداد نمودار

$P-T$ فرایند یک گاز آرمانی از

مبدأ بگذرد آن فرایند هم‌حجم

است.



اولین نکته‌ای که باید

به آن دقت کرد این است که نمودار

$P-T$ است و دمای a و c یکسان

بوده و تغییر انرژی درونی دستگاه در

فرایند abc صفر است. از طرفی در

فرض مسئله $Q_{abc} = +120 \text{ J}$ است.

دیگر اینکه فرایند ab یک فرایند هم‌حجم است و کار در فرایند هم‌حجم ab صفر است.

اکنون با دانستن این مطالب می‌توان مسئله را به راحتی حل کرد.

قانون اول ترمودینامیک را برای فرایند abc می‌نویسیم:

$$\Delta U_{abc} = 0 \Rightarrow \Delta U_{ab} + \Delta U_{bc} = 0 \Rightarrow W_{ab} + Q_{ab} + W_{bc} + Q_{bc} = 0$$

$$\xrightarrow{\text{فرض مسئله: } Q_{ab} + Q_{bc} = +120 \text{ J}} \xrightarrow{W_{ab} = 0} W_{bc} + 120 = 0 \Rightarrow W_{bc} = -120 \text{ J}$$

در این صورت کار گاز روی محیط برابر $+120 \text{ J}$ خواهد بود.

نمای ۱۵

هر گاه از ما درباره یک فرایند بی‌دررویی گاز کامل سؤال شود، ما با

مقایسه این فرایند با یک فرایند هم‌دما، مسئله را بررسی می‌کنیم.

اگر در فرایند هم‌دما، فشار گاز دو برابر شود

قطعاً حجم گاز نصف می‌شود. اما شیب

نمودار بی‌دررو از شیب نمودار هم‌دما

بیشتر است. یعنی قبل از آنکه در فرایند

تراکمی بی‌دررو حجم گاز نصف شود فشار

گاز دو برابر خواهد شد یعنی در فرایند

بی‌دررو تراکمی گاز وقتی فشار دو برابر

می‌شود حجم گاز کاهش می‌یابد اما نصف نمی‌شود. بنابراین

در فرایند هم‌حجم c وقتی که فشار گاز دو برابر می‌شود دمای گاز نیز دو برابر می‌شود با

توجه به نمودار دمای گاز در فرایند بی‌دررو از دمای T_1 به دمای T_2 افزایش می‌یابد

اما دو برابر نمی‌شود. در این صورت $1 < k < 2$

نمای ۱۳

در فرایند هم‌دما گاز کامل

تغییر انرژی درونی صفر است. $W = -Q$

و $(\Delta U = 0)$ با توجه به نمودار، گاز طی یک

فرایند هم‌دما، منبسط شده $(V_2 > V_1)$ و

کار محیط روی گاز منفی $(W < 0)$ و کار

انجام شده توسط گاز روی محیط مثبت

$(W' > 0)$ است و گرمای مبادله شده بین محیط و گاز $(Q = -W > 0)$ مثبت است.

یعنی گاز گرما دریافت کرده است.

نمای ۱۲

نمودار داده شده $V-T$

است. اگر شما بتوانید نمودار $P-V$ هم‌دما

این دو فرایند را رسم کنید با مقایسه سطح زیر

نمودار می‌توانید W'_1 و W'_2 یعنی کار گاز

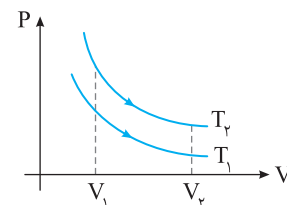
روی محیط را در دو حالت مقایسه کنید.

۱ نمودار $P-V$ را رسم

می‌کنیم. با توجه به نمودار $V-T$ ،

دمای T_2 بزرگ‌تر از دمای T_1 است

و نمودار آن بالاتر قرار می‌گیرد. از



می‌شود و در ماشین گرمایی طی چرخه دستگاه به حالت اولیه باز می‌گردد. در فرایند هم‌دمای انبساطی گاز آرمانی طی یک فرایند به یک چرخه تمام گرمای داده شده به کار تبدیل می‌شود اما دستگاه به حالت اولیه باز نمی‌گردد بنابراین، این فرایند را نمی‌توان نقض‌کننده قانون دوم ترمودینامیک دانست و گزینه (۲) نادرست است. / گزینه (۳): در این گزینه گرمایی که دستگاه دریافت کرده از کار مبادله شده بین محیط و دستگاه کمتر است که در یک ماشین گرمایی هرگز کار نمی‌تواند از گرمای گرفته شده توسط دستگاه بیشتر باشد زیرا در این صورت بازده از یک بیشتر می‌شود و در واقع دستگاه هیچ گرمایی به منبع دما پایی نداده است و این یعنی نقض قانون دوم ترمودینامیک و گزینه (۳) درست است.

گزینه (۴): تنها در فرایندهای هم‌دمای گاز آرمانی تغییر انرژی درونی دستگاه صفر است و در فرایندهای هم‌دمای دیگری مانند ذوب یا انجماد یا تبخیر، انرژی درونی تغییر می‌کند و گزینه (۴) نادرست است.

نمای ۲۰

۲ ۱۲۷۰ B

این ماشین گرمایی، مقدار $2/64 \times 10^9 \text{ J}$ گرما به منبع دما پایی داده و طی آن $5/64 \times 10^9 \text{ J}$ کار انجام داده است از این رو به کمک قانون اول ترمودینامیک گرمایی که ماشین از منبع دما بالا دریافت کرده است را به دست می‌آوریم:

$$Q_H = |W| + |Q_L| \Rightarrow Q_H = 5/64 \times 10^9 + 2/64 \times 10^9$$

$$\Rightarrow Q_H = 7/64 \times 10^9 \Rightarrow Q_H = 3/2 \times 10^9 \text{ J}$$

بنا به تعریف بازده ماشین گرمایی خواهیم داشت:

$$\eta = \frac{|W|}{Q_H} \Rightarrow \eta = \frac{5/64 \times 10^9}{7/64 \times 10^9} \Rightarrow \eta = 5/7 \approx 71\%$$

نمای ۱۹

۴ ۱۲۷۰ B

یخچال در سه مرحله از آب گرما گرفته است.

$$\begin{array}{c} \text{آب} \\ 1^\circ\text{C} \end{array} \xrightarrow{Q_W = mc\Delta\theta_W} \begin{array}{c} \text{آب} \\ 0^\circ\text{C} \end{array} \xrightarrow{Q = mL_F} \begin{array}{c} \text{یخ} \\ 0^\circ\text{C} \end{array} \xrightarrow{Q_i = mc'\Delta\theta_i} \begin{array}{c} \text{یخ} \\ -8^\circ\text{C} \end{array}$$

مجموع این گرماها همان گرمای Q_L است که یخچال از منبع دما پایی دریافت می‌کند. گرمایی که توسط یخچال از آب (منبع دما پایی) گرفته شده است را به دست می‌آوریم:

$$Q_L = mc\Delta\theta + mL_F + mc'\Delta\theta$$

$$\Rightarrow Q_L = 2 \times 4200 \times 10 + 2 \times 336000 + 2 \times 2100 \times 8$$

$$Q_L = 840000 + 672000 + 336000 \Rightarrow Q_L = 1848000 \text{ J} \Rightarrow Q_L = 1848 \text{ kJ}$$

با توجه به فرض مسئله کاری که یخچال دریافت می‌کند را حساب می‌کنیم:

$$\frac{Q_L}{W} = 4 \Rightarrow \frac{1848/6}{W} = 4 \Rightarrow W = \frac{1848/6}{4} = 77 \text{ kJ}$$

گرمای داده شده به منبع دما بالا (محیط بیرون) برابر است با:

$$|Q_H| = Q_L + W \Rightarrow |Q_H| = 1848/6 + 77/4 = 987 \text{ kJ}$$

نمای ۲۱

۴ ۱۲۷۰ C

نکته مهم حل این مسئله یکسان بودن دما در حالت A و C است. از کجا این مطلب مشخص می‌شود؟ با توجه به قانون گازها خواهیم داشت:

$$PV = nRT \Rightarrow T = \frac{PV}{nR} \Rightarrow \begin{cases} A: T_A = \frac{2 \times 10^5 \times 0.4}{nR} = \frac{8 \times 10^4}{nR} \\ C: T_C = \frac{10^5 \times 0.8}{nR} = \frac{8 \times 10^4}{nR} \end{cases} \Rightarrow T_A = T_C$$

$$W_{bc} = -P\Delta V \Rightarrow W_{bc} = -nR\Delta T \Rightarrow W_{bc} = -0.5 \times 8 \times (250 - 400)$$

$$\Rightarrow W_{bc} = 600 \text{ J}$$

کار محیط در کل فرایند نیز ۶۰۰ J است و کار دستگاه روی محیط برابر ۶۰۰ J خواهد بود.

نمای ۱۵

۴ ۱۲۳۱ B

در یک چرخه تغییر انرژی درونی دستگاه صفر است ($\Delta U = 0$) و گرمای مبادله شده بین محیط و دستگاه با کار محیط روی دستگاه قرینه است ($Q = -W$) و سطح محصور در چرخه برابر اندازه کار محیط روی دستگاه بوده ($S = |W|$) و هرگاه چرخه ساعتگرد باشد کار محیط روی دستگاه منفی است ($W < 0$) و گرمای مبادله شده بین محیط و دستگاه مثبت است. ($Q > 0$)

۱ گاز در طی چرخه $1/5 \times 10^3 \text{ J}$ گرما دریافت کرده است، بنابراین کار محیط روی دستگاه خواهد شد:

$$Q = -W \Rightarrow 1/5 \times 10^3 = -W \Rightarrow W = -1/5 \times 10^3 \text{ J}$$

۲ کار برابر مساحت سطح محصور چرخه است از این رو:

$$S = |W| \Rightarrow (V_p - 2) \times 10^{-3} \times (8 - 3) \times 10^5 = 1/5 \times 10^3$$

$$(V_p - 2) \times 5 \times 10^2 = 15 \times 10^2 \Rightarrow V_p - 2 = 3 \Rightarrow V_p = 5 \text{ L}$$

نمای ۱۶

۲ ۱۲۳۱ B

مخزن به‌طور کامل عایق بندی شده و گاز به محیط گرما نمی‌دهد و از آن گرما نمی‌گیرد. یعنی فرایند بی‌دررو است و با برداشتن تیغه، گاز طی یک فرایند بی‌دررو منبسط شده و دمای آن کاهش می‌یابد.

نمای ۱۱

۴ ۱۲۳۱ B

۱۰ هرگاه چرخه P-V ساعتگرد باشد، چرخه V-T پادساعتگرد است. نمودار AB هم‌دمای است و طی آن حجم گاز کاهش می‌یابد. در حالی که در نمودار (۱) حجم در فرایند AB ثابت مانده است بنابراین گزینه (۱) نادرست است.

فرایند BC هم‌فشار است و گاز منبسط شده است. در نمودار گزینه‌های (۲) و (۳) نمودار BC هم‌حجم رسم شده است و این دو گزینه نیز نادرست هستند.

نمودار گزینه (۴) درست است زیرا در این نمودار AB یک فرایند هم‌دمای رسم شده که طی آن حجم کاهش می‌یابد. نمودار BC هم‌فشار رسم شده که نمودار V-T آن از مبدأ می‌گذرد و نمودار CA نیز هم‌حجم رسم شده که طی آن دمای گاز به دلیل کاهش فشار گاز، کاهش یافته است.

نمای ۱۷

۱۱ تحلیل دقیق چرخه یک ماشین بنزینی دشوار است اما با بعضی ساده‌سازی‌ها می‌توان به تحلیل این ماشین‌ها پرداخت و به چرخه آرمانی موسوم به چرخه اُتو، رسید. بدین ترتیب که دستگاه را یک گاز آرمانی فرض کرد که در مرحله آتش گرفتن، گاز گرمایی Q_H را

از منبع دما بالا گرفته و در مرحله تخلیه و خروج گاز، گرمای Q_L را به منبع دما پایی می‌دهد و در این مرحله گاز سرد شده در فشار ثابت جو از استوانه خارج می‌شود. در طی این چرخه، کار خالص $|W|$ را روی محیط انجام می‌دهد.

نمای ۱۸

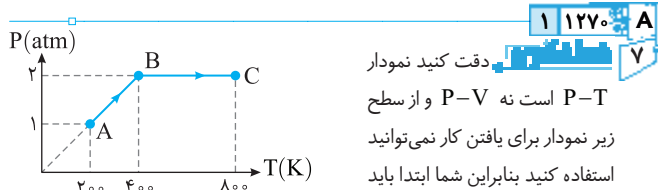
۱ ۱۲۷۰ A

گزینه (۱): این وسیله ماشین گرمایی نیست، زیرا ماشین گرمایی وسیله‌ای است که گرما را به کار تبدیل می‌کند و بخشی از گرما را به منبع دما پایی می‌دهد. اما در این وسیله تمام گرمای گرفته شده به منبع دما پایی داده شده است، شبیه یک بخاری، بنابراین گزینه (۱) نادرست است. / گزینه (۲): قانون دوم ترمودینامیک برای یک چرخه تعریف

نمای ۱۸

۳ ۱۲۷۰ A

گزینه (۱): این وسیله ماشین گرمایی نیست، زیرا ماشین گرمایی وسیله‌ای است که گرما را به کار تبدیل می‌کند و بخشی از گرما را به منبع دما پایی می‌دهد. اما در این وسیله تمام گرمای گرفته شده به منبع دما پایی داده شده است، شبیه یک بخاری، بنابراین گزینه (۱) نادرست است. / گزینه (۲): قانون دوم ترمودینامیک برای یک چرخه تعریف

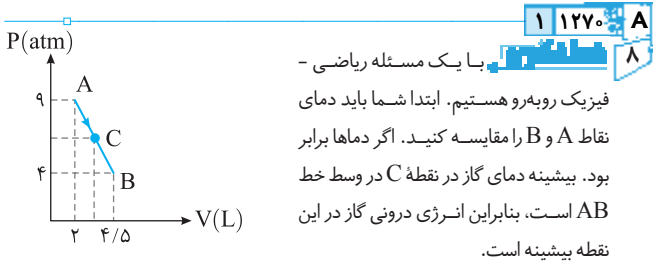


دقت کنید نمودار $P-T$ است نه $P-V$ و از سطح زیر نمودار برای یافتن کار نمی‌توانید استفاده کنید بنابراین شما ابتدا باید

نوع فرایندهای AB و BC را تشخیص بدهید تا بتوانید کار را حساب کنید.
در نمودار $P-T$ ، خطی که از مبدأ می‌گذرد، مربوط به فرایند هم‌حجم است.
فرایند AB هم‌حجم است و کار در این فرایند صفر است.
 $W_{AB} = 0$

فرایند BC یک فرایند هم‌فشار است و کار محیط روی دستگاه (گاز) برابر خواهد شد با:
 $W_{BC} = -P\Delta V \Rightarrow W_{BC} = -nR\Delta T \xrightarrow{R=8J/mol.K, n=2mol} W_{BC} = -2 \times 8 \times (800 - 400) = -6400J$

کار در کل فرایند ABC همان W_{BC} و برابر $-6400J$ است. نمای ۱۵

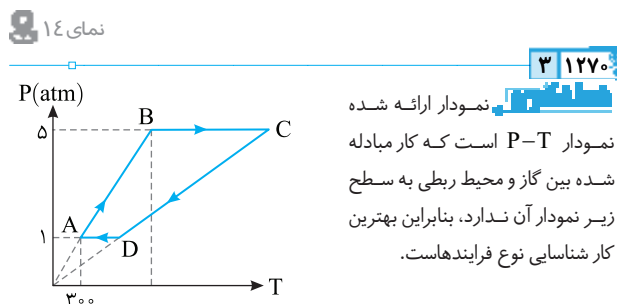


با یک مسئله ریاضی - فیزیک روبرو هستیم. ابتدا شما باید دمای نقاط A و B را مقایسه کنید. اگر دماها برابر بود، بیشینه دمای گاز در نقطه C در وسط خط AB است، بنابراین انرژی درونی گاز در این نقطه بیشینه است.

بنا به قانون گازها برای مقایسه دمای A و دمای B کافی است حاصل ضرب PV در این نقاط را با هم مقایسه کنیم.

$$PV = nRT \Rightarrow \begin{cases} A: T_A = \frac{9 \times 2}{nR} = \frac{18}{nR} \\ B: T_B = \frac{4 \times 4/5}{nR} = \frac{16}{5nR} \end{cases} \Rightarrow T_A = T_B \Rightarrow U_A = U_B$$

بنابراین دمای بیشینه در نقطه C وسط AB رخ می‌دهد که در این نقطه حجم گاز خواهد شد:
 $V_C = \frac{V_A + V_B}{2} \Rightarrow V_C = \frac{2 + 4/5}{2} \Rightarrow V_C = 3/25L$



نمودار ارائه شده نمودار $P-T$ است که کار مبادله شده بین گاز و محیط ربطی به سطح زیر نمودار آن ندارد، بنابراین بهترین کار شناسایی نوع فرایندهاست.

فرایندهای AB و CD که از مبدأ $(P-T)$ می‌گذرند هم‌حجم بوده و کار در این فرایندها صفر است.
 $(W_{AB} = 0, W_{CD} = 0)$

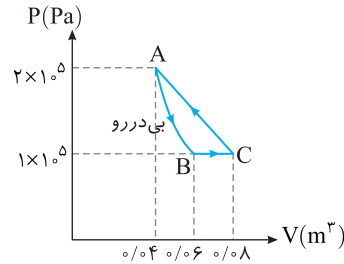
فرایند AB هم‌حجم است و $V_A = V_B$ ، هم‌چنین فرایند CD هم‌حجم است یعنی $V_D = V_C$ بنابراین خواهیم داشت:
 $|V_A - V_D| = |V_C - V_B|$

کار در فرایند هم‌فشار گاز آرمانی از رابطه $W = -P\Delta V$ به دست می‌آید در نتیجه برای به دست آوردن نسبت $\frac{|W_{BC}|}{|W_{DA}|}$ می‌توان نوشت:

$$\frac{|W_{BC}|}{|W_{DA}|} = \frac{P_2(V_C - V_B)}{P_1(V_A - V_D)} = 5$$

نمای ۱۶

گاز چرخه‌ای را طی می‌کند پس $\Delta U_{acba} = 0$ است:



انرژی درونی یک گاز آرمانی تنها به دمای آن بستگی دارد، بنابراین در فرایند CA تغییر انرژی درونی گاز صفر است.

کار در فرایند CA را به کمک سطح زیر نمودار $P-V$ به دست می‌آوریم. البته حواسمان هست که گاز متراکم شده و کار محیط روی گاز مثبت است.
 $\Delta U_{CA} = Q_{CA} + W_{CA} \xrightarrow{\Delta U_{CA} = 0} Q_{CA} = -W_{CA}$

بنابراین گرمای مبادله شده در این فرایند $Q_{CA} = -W_{CA} = -6000J$ است

یعنی در این فرایند گاز گرما از دست می‌دهد.
در فرایند بی‌دررو AB، گرمای مبادله شده بین محیط و دستگاه صفر است.

نتیجه آنکه در فرایند BC گاز گرمای $5kJ$ را از منبع دمای پایین دریافت کرده $Q_L = 5000J$ و در فرایند CA گرمای $|Q_H| = 6000J$ را به منبع دمای بالا می‌دهد پس بنا به قانون اول ترمودینامیک برای یخچال خواهیم داشت:

$|Q_H| = Q_L + W \Rightarrow 6000 = 5000 + W \Rightarrow W = 1000J$
توان موتور یخچال خواهد شد:

$$P = \frac{W}{t} \Rightarrow P = \frac{1000}{5} = 200W$$

نمای ۲۲

بازده در یک ماشین گرمایی برابر $\eta = |W|/|Q_H|$ است و بنا به قانون اول ترمودینامیک $Q_H = |Q_L| + |W|$ است بنابراین می‌توان نوشت:

$$|W| = Q_H - |Q_L| \Rightarrow \eta = \frac{Q_H - |Q_L|}{Q_H} = 1 - \frac{|Q_L|}{Q_H}$$

با توجه به فرض مسئله گرمای گرفته شده توسط ماشین ۲۰٪ افزایش یافته:

$$Q'_H = 1/2 Q_H$$

و گرمای داده شده به محیط توسط ماشین ۲۵٪ زیاد شده است:

$$|Q'_L| = |Q_L| + 0.25|Q_L| \Rightarrow |Q'_L| = 1.25|Q_L|$$

با این عمل بازده ۱٪ کاهش یافته است از این‌رو می‌توان نوشت:

$$\eta' = \eta - 1\% \Rightarrow 1 - \frac{Q'_L}{Q'_H} = 1 - \frac{Q_L}{Q_H} - 0.01$$

$$\frac{|Q_L|}{Q_H} - \frac{|Q'_L|}{Q'_H} = -0.01 \Rightarrow \frac{|Q_L|}{Q_H} - \frac{1.25|Q_L|}{1/2 Q_H} = -0.01$$

$$\Rightarrow \frac{|Q_L|}{Q_H} - \frac{2.5|Q_L|}{Q_H} = -0.01 \Rightarrow \frac{|Q_L|}{Q_H} = \frac{24}{25}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{24} \frac{|Q_L|}{Q_H} = -0.01 \Rightarrow \frac{|Q_L|}{Q_H} = \frac{24}{25} \Rightarrow \frac{Q_H}{|Q_L|} = \frac{25}{24}$$

نمای ۱۹

$$\Delta U_{acba} = \Delta U_{ac} + \Delta U_{cb} + \Delta U_{ba} = 0 \xrightarrow{\Delta U_{cb} = 0}$$

$$W_{ac} + Q_{ac} + W_{ba} + Q_{ba} = 0 \xrightarrow{W_{ba} = 0}$$

$$W_{ac} + Q_{ac} + Q_{ba} = 0$$

در فرایند ba در حجم ثابت، فشار گاز کاهش یافته بنابراین گاز گرما از دست داده و $Q_{ba} = -3500 \text{ J}$ است.

در فرایند هم فشار Q و W مختلف‌العلامت هستند.

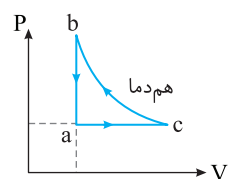
در فرایند ac در فشار ثابت حجم گاز افزایش یافته و $W < 0$ است، بنابراین $Q > 0$

است و $Q_{ac} = +2500 \text{ J}$ است. بنابراین گاز در این چرخه گرمای 2500 J را از فرایند

ac دریافت کرده و در فرایند ba گرمای 3500 J را به محیط داده و در فرایند bc کار

انجام داده و طبق قانون اول

$$W_{ac} + Q_{ac} + Q_{ba} = 0 \Rightarrow W_{ac} + 2500 - 3500 = 0 \Rightarrow W_{ac} = 1000 \text{ J}$$



نمای ۱۶

Windows 11



فصل ششم

الکتریسیته ساکن



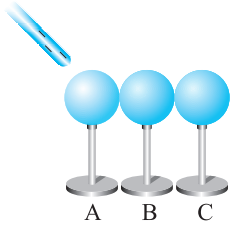
با اسکن QR Code یا با مراجعه به سایت نشر الگو می توانید
فایل پاسخ تشریحی بازی با سؤال را دریافت کنید.

در پاسخ این تست ها، تستی تحت عنوان بازی با سؤال قرار گرفته است.
منتخبی از تست هایی که می توانید برای دوره فصل، آن ها را حل کنید.



۱۳۹۸ ۱ مطابق شکل، دو نی از جنس a را از انتهایشان خم می‌کنیم و یکی از نی‌ها را با پارچه b و دیگری را با پارچه 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؟
 (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.

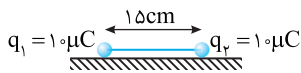
از کتاب درسی



آزمون مدارس برتر

۱۳۹۸ 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. برابر کدام گزینه است؟
 $\frac{q'}{q}$

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



۱۳۹۸ ۳ دو گلوله مشابه به وسیله ریسمان سبکی به هم متصل شده‌اند و روی سطح افقی بدون اصطکاکی با فاصله 15cm از هم قرار دارند. اگر بار هر یک از گلوله‌ها برابر $q = 10^{-6}\text{C}$ باشد، نیرویی که ریسمان تحمل می‌کند برابر چند نیوتون است؟

- (۱) ۸۰ (۲) ۴۰ (۳) ۲۰ (۴) ۱۰

۱۳۹۸ ۴ دو کره کوچک بر اثر مالش با یکدیگر باردار شده‌اند. اگر بزرگی نیرویی که این دو کره در فاصله 4cm برهم وارد می‌کنند، 360N 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؟
 $(k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2, e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C})$

- (۱) 5×10^{13} ، رایشی (۲) 5×10^{13} ، رانشی (۳) 2.5×10^{13} ، رایشی (۴) 2.5×10^{13} ، رانشی

در کدام شکل برآیند نیروی وارد بر q' بزرگ‌تر است؟

- (۱) $q' \quad a \quad q \quad 2a \quad 2q$ (۲) $q' \quad a \quad q \quad 2a \quad 2q$ (۳) $q' \quad a \quad 2q \quad 2a \quad q$ (۴) $q' \quad a \quad q \quad 2a \quad 2q$

۱۳۹۸ ۶ دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و $q_2 = -9\mu\text{C}$ به ترتیب در مختصات $A(2\text{cm}, 0)$ و $B(6\text{cm}, 0)$ واقع شده‌اند. اگر بار q_3 را در مبدأ

خارج ریاضی - ۹۸

مختصات قرار دهیم، بار q_1 چند میکروکولن باشد تا برآیند نیروهای وارد بر q_3 صفر شود؟

- (۱) +۱ (۲) -۱ (۳) +۳ (۴) -۳

۱۳۹۸ ۷ در شکل روبه‌رو دو بار الکتریکی $+q$ نشان داده شده است. اگر بار $+q'$ را از نقطه A تا نقطه B جابه‌جا کنیم، نیروی خالص وارد بر q' چه تغییری می‌کند؟

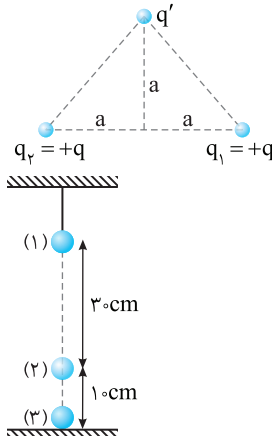


- (۱) ابتدا افزایش سپس کاهش، جهت آن تغییر نمی‌کند. (۲) ابتدا کاهش سپس افزایش، جهت آن تغییر نمی‌کند.
 (۳) ابتدا افزایش سپس کاهش، جهت آن وارون می‌شود. (۴) ابتدا کاهش سپس افزایش، جهت آن وارون می‌شود.

۱۳۹۸ ۸ در شکل روبه‌رو اگر علامت بار q_1 عوض شود، بردار نیروی برآیند وارد بر ذره q' چند درجه می‌چرخد؟

- (۱) 45° (۲) 90° (۳) 180° (۴) تغییری نمی‌کند.

از کتاب درسی

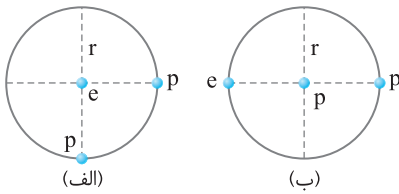


۱۳۹۸ ۹ در شکل روبه‌رو سه گوی مشابه با بار الکتریکی یکسان $+2\mu\text{C}$ در فاصله‌های مشخص قرار دارند. اگر گوی (۲) در حال تعادل باشد، جرم گوی‌ها چند گرم است؟
 $(k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2, g = 10 \text{ m/s}^2)$

- (۱) ۳۲۰ (۲) ۰/۳۲ (۳) ۴۰۰ (۴) ۰/۴



در شکل (الف) بزرگی نیروی خالص وارد بر الکترون از طرف پروتون‌ها برابر F_p و در شکل (ب) بزرگی نیروی خالص وارد بر الکترون از طرف پروتون‌ها برابر F_p است. F_p / F_e کدام است؟



آزمون مدارس برتر

$$\frac{\sqrt{2}}{5} \quad (2)$$

$$\frac{2\sqrt{2}}{3} \quad (4)$$

(۱) ۲

$$\frac{4\sqrt{2}}{5} \quad (3) \quad 1480$$

آزمونک



ذره‌ای با بار منفی درون میدان الکتریکی نشان داده شده در شکل مقابل، قرار دارد. اگر نیروی الکتریکی وارد بر ذره به صورت $\vec{F} = -a\vec{i} + a\vec{j}$ باشد، این ذره در کدام نقطه است؟

B (۲)
D (۴)

A (۱)
C (۳)

ذره‌ای باردار را در مرکز دو دایره به شعاع‌های $r_1 = 3\text{cm}$ ، $r_2 = a$ قرار می‌دهیم. اگر میدان در نقطه A به اندازه $3 \times 10^9 \text{ (N/C)}$ از اندازه میدان در نقطه B بیش‌تر باشد، چند سانتی‌متر است؟ $(k = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2)$

۴/۵ (۳)

۵ (۲)

۴ (۱)

نمودار تغییرات میدان الکتریکی حاصل از بار نقطه‌ای Q بر حسب فاصله از آن به صورت شکل مقابل است. اندازه Q چند میکروکولن و r_1 چند سانتی‌متر است؟ $(k = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2)$

خارج ریاضی - ۹۹

۱۰، ۵۰ (۱)

۲۰، ۵۰ (۲)

۱۰، ۲۵ (۳)

۲۰، ۲۵ (۴)

در شکل روبه‌رو، بار $q = 4\mu\text{C}$ را در وسط کدام ضلع قرار دهیم تا بزرگی برابند نیروهای وارد بر آن بیشینه شود؟

آزمون مدارس برتر

AB (۱)

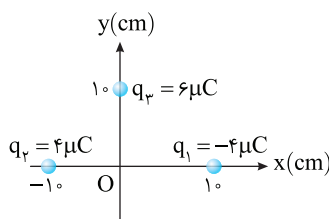
BC (۲)

AC (۳)

(۴) در هر سه حالت نیروی یکسانی وارد می‌شود.

دو کره رسانای مشابه با بار الکتریکی Q و $4Q$ در فاصله d از هم قرار دارند و برابند نیروهای وارد بر Q' در نقطه M صفر است. اگر بارهای Q و $4Q$ را با هم تماس داده و در مکان اولیه خود قرار دهیم، بار Q' را چقدر جابه‌جا کنیم تا برابند نیروهای وارد بر Q' ، دوباره صفر شود؟

(۱) $\frac{d}{6}$ از دور کنیم. (۲) $\frac{d}{6}$ به Q نزدیک کنیم. (۳) $\frac{d}{3}$ از Q دور کنیم. (۴) $\frac{d}{3}$ به Q نزدیک کنیم.



خارج ریاضی - ۹۱

در شکل زیر، سه بار الکتریکی در نقاط مشخص شده قرار دارند. بردار میدان الکتریکی در مبدأ مختصات در SI کدام است؟ $(k = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2)$

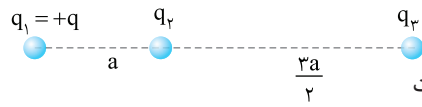
$$9 \times 10^6 \vec{i} \quad (1)$$

$$-5/4 \times 10^6 \vec{j} \quad (2)$$

$$10^6 \times (\vec{i} - 5/4 \vec{j}) \quad (3)$$

$$(5/4 \vec{i} - 7/2 \vec{j}) \times 10^6 \quad (4)$$

۱۷ ۱۴۸۰ در شکل مقابل برابند نیروهای وارد بر بار q_3 به اندازه F و به سمت راست است. اگر اندازه نیرویی که q_3 به q_1 وارد می کند $\frac{F}{2}$ و به سمت چپ باشد، کدام گزینه در مورد نیروی وارد بر q_3 از سوی بار q_2 درست است؟



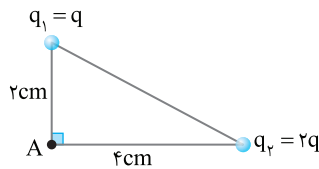
(۲) $\frac{F}{2}$ به سمت راست

(۱) F به سمت راست

(۳) $\frac{F}{2}$ به سمت چپ

(۴) F به سمت چپ

۱۸ ۱۴۸۰ در شکل روبه‌رو میدان الکتریکی خالص در رأس مثلث قائم‌الزاویه (نقطه A) برابر E است. اگر بار q_2 حذف شود میدان الکتریکی در نقطه A چند E می‌شود؟



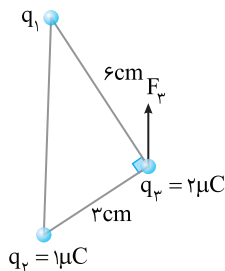
(۲) $\frac{2\sqrt{5}}{5}$

(۱) $\sqrt{5}$

(۳) $\frac{\sqrt{5}}{5}$

(۴) ۲

۱۹ ۱۴۸۰ در شکل روبه‌رو، سه بار نقطه‌ای در سه رأس مثلث قائم‌الزاویه‌ای ثابت شده‌اند. اگر F_3 برابند نیروهای



الکتریکی وارد بر بار q_3 موازی خط واصل q_1 و q_2 باشد، F_3 چند نیوتون است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$

خارج ریاضی - ۸۸

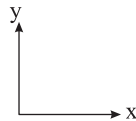
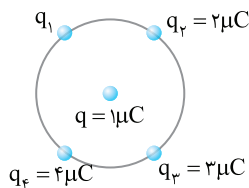
(۲) $12\sqrt{5}$

(۱) $8\sqrt{5}$

(۴) $20\sqrt{5}$

(۳) $16\sqrt{5}$

۲۰ ۱۴۸۰ چهار ذره باردار را در فاصله‌های یکسانی روی دایره شکل زیر قرار داده‌ایم. اگر نیروی خالص وارد بر بار $q = 1 \mu C$ در مرکز دایره در جهت محور Xها باشد، q_1 چند



(۲) ۸

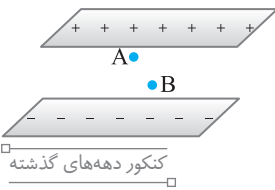
(۱) ۹

(۴) ۶

(۳) ۵

آزمونک

۱ ۱۵۷۳ در شکل روبه‌رو، اگر نیروی وارد بر بار نقطه‌ای $(-q)$ و انرژی پتانسیل این بار را در نقطه A به ترتیب با



U_A و F_A و همین کمیت‌ها را در نقطه B با F_B و U_B نشان دهیم، کدام رابطه درست است؟

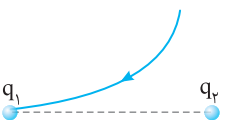
(۲) $U_A \leq U_B$ و $F_A > F_B$

(۱) $U_A > U_B$ و $F_A = F_B$

(۴) $U_A < U_B$ و $F_A = F_B$

(۳) $U_A \geq U_B$ و $F_A < F_B$

۲ ۱۵۷۳ در شکل مقابل، طرحی از یکی از خط‌های میدان الکتریکی برابند حاصل از دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 نشان داده شده است. کدامیک از گزینه‌های زیر در مورد این دو بار درست بیان شده است؟



قلم‌چی

(۲) هر دو بار مثبت و $|\frac{q_1}{q_2}| < 1$ است.

(۱) هر دو بار منفی و $|\frac{q_1}{q_2}| > 1$ است.

(۴) هر دو بار مثبت و $|\frac{q_1}{q_2}| > 1$ است.

(۳) هر دو بار منفی و $|\frac{q_1}{q_2}| < 1$ است.

۳ ۱۵۷۳ انرژی پتانسیل الکتریکی ذره‌ای با بار الکتریکی $-7 \mu C$ در جابه‌جایی از نقطه A به نقطه B، $210 \mu J$ کاهش می‌یابد. اختلاف پتانسیل

ریاضی - ۹۶

$(V_A - V_B)$ چند ولت است؟

(۴) -۱۵

(۳) ۳۰+

(۲) ۱۵

(۱) -۳۰

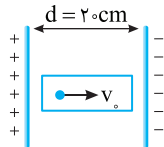
۴ ۱۵۷۳ دو بار $q_1 = 4 \mu C$ و q_2 در فاصله 5 cm از هم قرار دارند و میدان الکتریکی خالص در نقطه A بین دو بار و در فاصله 3 cm از بار q_2

صفر است. اگر جای دو بار را عوض کنیم، میدان الکتریکی در نقطه A چند N/C می‌شود؟ ($k=9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$)

- (۱) $16/25 \times 10^5$ (۲) $24/25 \times 10^5$ (۳) $16/25 \times 10^4$ (۴) $24/25 \times 10^4$

۱۵۷۳/۵

مطابق شکل زیر درون یک میدان یکنواخت به بزرگی 200 N/C یک جعبه تو خالی رسانا که هوای داخل آن خارج شده است، ذره‌ای با بار $-2 \mu\text{C}$ با تندی $v_0 = 4 \text{ m/s}$ به سمت وجه دیگر پرتاب می‌شود. تندی ذره هنگام رسیدن به وجه دیگر چند متر بر ثانیه است؟ (از نیروی وزن صرف نظر شود.)



- (۱) ۸ (۲) ۴ (۳) صفر (۴) ۱۲

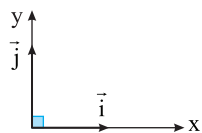
۱۵۷۳/۶

دو بار الکتریکی نقطه‌ای هم‌اندازه و ناهمنام در فاصله 5 cm از یکدیگر، نیرویی به بزرگی 9 N بر هم وارد می‌کنند. اندازه میدان الکتریکی ناشی از یکی از بارها در محل بار دیگر در SI کدام است؟ ($k=9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$)



- (۱) 9×10^4 (۲) 9×10^5 (۳) $1/8 \times 10^5$ (۴) $1/8 \times 10^6$

۱۵۷۳/۷

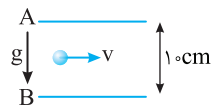


سه بار ذره‌ای $q_A = 1 \mu\text{C}$ ، $q_B = 2 \mu\text{C}$ و $q_C = -2 \mu\text{C}$ به ترتیب در نقاط $A(2 \text{ cm}, 0)$ ، $B(6 \text{ cm}, 0)$ و $C(4 \text{ cm}, 2 \text{ cm})$ از صفحه مختصات واقع‌اند. میدان در نقطه $M(4 \text{ cm}, 0)$ بر حسب $\vec{i}$ و $\vec{j}$ کدام گزینه می‌باشد؟ ($k=9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$)

آزمون مدارس برتر

- (۱) $(\frac{9}{4} \vec{i} + \frac{9}{4} \vec{j}) \times 10^7$ (۲) $(\frac{9}{4} \vec{i} - \frac{9}{4} \vec{j}) \times 10^7$ (۳) $(-\frac{9}{4} \vec{i} + \frac{9}{4} \vec{j}) \times 10^7$ (۴) $(-\frac{9}{4} \vec{i} + \frac{9}{4} \vec{j}) \times 10^7$

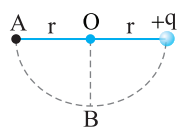
۱۵۷۳/۸



در شکل روبه‌رو بین دو صفحه افقی باردار A و B یک ذره به جرم 4 g و بار $-4 \mu\text{C}$ با تندی $4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ به‌صورت افقی پرتاب می‌شود. برای آنکه ذره از مسیرش منحرف نشود، جهت میدان الکتریکی و اختلاف پتانسیل بین A و B در SI کدام است؟

- (۱) روبه بالا، 10^3 (۲) روبه پایین، 10^3 (۳) روبه بالا، 10^4 (۴) روبه پایین، 10^4

۱۵۷۳/۹

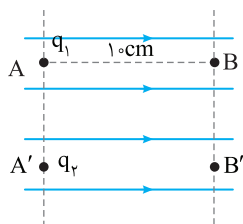


در شکل مقابل، بار الکتریکی $-q$ روی ربع دایره AB در تمام نقاط می‌تواند قرار بگیرد. اندازه بیشینه میدان الکتریکی برآیند در نقطه O به کمینه اندازه آن کدام است؟

آزمون مدارس برتر

- (۱) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ (۲) ۲ (۳) $\sqrt{2}$ (۴) $2\sqrt{2}$

۱۵۷۳/۱۰



$E = 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$

در شکل روبه‌رو دو ذره با جرم یکسان با بار $q_1 = 2 \mu\text{C}$ و $q_2 = 4 \mu\text{C}$ درون میدان یکنواخت قرار دارند. ذره q_1 رها می‌کنیم. این ذره با تندی v به نقطه B می‌رسد. ذره q_2 از نقطه A' از حال سکون به راه می‌افتد و در طول مسیر تحت تأثیر نیروی F بوده و q_2 نیز با تندی v به نقطه B' می‌رسد. کار نیروی F چند میلی‌ژول است؟

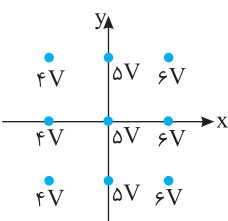
- (۱) $0/02$ (۲) $-0/02$ (۳) $0/04$ (۴) $-0/04$

آزمونک



۱۶۳۶/۱

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

۱۶۳۶/۲

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

۱۶۳۶ ۳) بار الکتریکی -5 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؟

۱) ۱ ۲) ۳ ۳) ۱۰ ۴) ۳۰

۱۶۳۶ ۴) اختلاف پتانسیل یک خازن را به اندازه a ولت افزایش می‌دهیم. در این صورت بار ذخیره شده روی صفحات خازن $1/25a$ میکروکولن افزایش می‌یابد. ظرفیت اولیه خازن چند میکروفاراد است؟

۱) ۱ ۲) $1/25$ ۳) $1/5$ ۴) $1/75$

۱۶۳۶ ۵) فاصله بین صفحات خازنی 5mm ، مساحت هریک از صفحه‌های آن 40cm^2 و بین صفحات آن هوا است. اگر فاصله بین صفحات خازن 4mm کاهش یابد، ظرفیت خازن چقدر می‌شود؟

۱۶۳۶ ند پیکوفاراد افزایش می‌یابد؟ $(\epsilon_0 = 9 \times 10^{-12} \text{C}^2/\text{N.m}^2)$

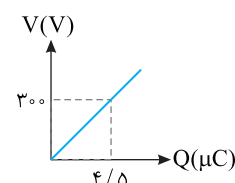
۱) $7/2$ ۲) ۲۴ ۳) $28/8$ ۴) ۳۶

۱۶۳۶ ۶) بار q درون میدان الکتریکی یکنواخت E به اندازه d در راستای خطوط میدان جابه‌جا می‌شود. اگر اندازه بار را نصف کنیم و مجدد بار همان اندازه در میدان جابه‌جا شود، چه تعداد از گزاره‌های زیر درست است؟

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

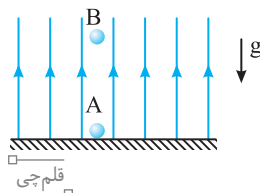
۱۶۳۶ ۷) شکل روبه‌رو، نمودار تغییرات ولتاژ بر حسب بار یک خازن را نشان می‌دهد. اگر این خازن را به اختلاف پتانسیل‌های بیشتر از 4000V وصل کنیم خازن دچار فرو ریزش می‌شود. بیشینه انرژی ذخیره شده در این خازن چند ژول است؟



آزمون مدارس برتر

۱) $0/12$ ۲) $1/2$

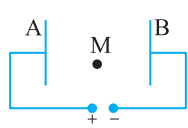
۳) $0/24$ ۴) $2/4$



قلم‌چی

۱۶۳۶ ۸) مطابق شکل روبه‌رو، گلوله‌ای به جرم 10g در میدان الکتریکی یکنواخت قائمی به سمت بالا و به بزرگی 5000N/C با تندی ثابت از نقطه A به پتانسیل الکتریکی $V_A = 300\text{V}$ به نقطه B به پتانسیل $V_B = 100\text{V}$ می‌رود. به ترتیب از راست به چپ، ارتفاع B از سطح زمین چند متر است و اندازه بار گلوله چند میکروکولن است؟ ($g = 10\text{N/kg}$)

۱) $20, 0/01$ ۲) $20, 0/04$ ۳) $40, 0/04$ ۴) $40, 0/01$



۱۶۳۶ ۹) مطابق شکل مقابل، ذره‌ای با بار $4\mu\text{C}$ و جرم 1mg از نقطه M وسط فاصله بین دو صفحه A و B با تندی 20m/s به سمت صفحه B پرتاب می‌شود. اگر این ذره به صفحه B برخورد نکند، کمترین اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحه A و B چند ولت است؟

۱) ۵۰ ۲) ۱۲۵ ۳) ۱۰۰ ۴) ۱۵۰



۱۶۳۶ 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 K قرار می‌دهیم، انرژی ذخیره شده در آن $2700\mu\text{J}$ می‌شود. بار دیگر کلید S را قطع کرده، سپس دی‌الکتریک را بین صفحات قرار می‌دهیم در این حالت انرژی خازن $300\mu\text{J}$ می‌شود. K کدام است؟

۱) ۹ ۲) ۳ ۳) $4/5$ ۴) ۶

$$F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \rightarrow 360 = 9 \times 10^9 \times \frac{q^2}{(4 \times 10^{-2})^2}$$

$$\Rightarrow q^2 = \frac{4 \times 16 \times 10^{-12}}{10^9} \Rightarrow q = 2 \times 4 \times 10^{-6} \Rightarrow q = 8 \times 10^{-6} \text{ C}$$

تعداد الکترون‌های شارش شده خواهد شد:

$$q = ne \Rightarrow 8 \times 10^{-6} = n \times 1.6 \times 10^{-19} \Rightarrow n = \frac{8 \times 10^{-6}}{1.6 \times 10^{-19}} = 5 \times 10^{13}$$

نمای ۷: قطعاً چون بار دو کره ناهمنام است نیروی بین آن‌ها رابیشی است.

۳ ۱۳۹۸ B

چون بارهایی که بر بار q' نیرو وارد می‌کنند، هم علامت هستند، اگر q' بین دو بار q و $2q$ قرار گیرد، نیروهای وارد بر q' خلاف جهت یکدیگرند و برای محاسبه نیروی برآیند 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:

گزینه (۳):

$$\begin{cases} F_{13} = k \frac{q_1 q_3}{r_{13}^2} = k \frac{q q'}{a^2} \\ F_{23} = k \frac{q_2 q_3}{r_{23}^2} = k \frac{2q q'}{a^2} \end{cases} \Rightarrow F_T = k \frac{q q'}{a^2} + k \frac{2q q'}{a^2} = \frac{3}{2} k \frac{q q'}{a^2}$$

$$q_1 = q \quad a \quad q_2 = 2q \quad a \quad q_3 = q' \quad F_{13} \quad F_{23}$$

گزینه (۴):

$$\begin{cases} F_{13} = k \frac{q_1 q_3}{r_{13}^2} = k \frac{q q'}{2a^2} \\ F_{23} = k \frac{q_2 q_3}{r_{23}^2} = k \frac{2q q'}{a^2} \end{cases} \Rightarrow F_T = k \frac{q q'}{2a^2} + k \frac{2q q'}{a^2} = \frac{5}{2} k \frac{q q'}{a^2}$$

$$q_1 = 2q \quad a \quad q_2 = q \quad a \quad q_3 = q' \quad F_{13} \quad F_{23}$$

که مشخص است گزینه (۳) مقدار بیشتری دارد.

۱ ۱۳۹۸ B

هر دو بار روی محور x قرار دارند، بار q_1 در فاصله 2 cm و بار q_2 در فاصله 6 cm مبدأ مختصات قرار دارد. از طرفی اگر بار q_2 بار q_1 را دفع کند (براند) باید بار q_1 با همان نیرو بار q_2 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_2 وارد می‌کنند را مساوی قرار می‌دهیم و q_1 را به دست می‌آوریم.

$$F_{12} = F_{22} \Rightarrow k \frac{q_1 |q_2|}{r_{12}^2} = k \frac{9 \times 10^{-6} \times |q_2|}{6^2} \Rightarrow q_1 = +1 \mu\text{C}$$

$$\begin{array}{ccccccc} & F_{13} & q_3 & F_{23} & q_1 & & q_2 \\ & \leftarrow & & \rightarrow & & & \\ x=0 & & & & x=2 \text{ cm} & & x=6 \text{ cm} \end{array}$$

۴ ۱۳۹۸ B

ابتدا نیرو در نقطه 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 نقطه O صفر می‌شود. بنابراین اگر بار q' را از A به B ببریم ابتدا نیروی وارد بر آن کاهش یافته تا در نقطه O صفر می‌شود و از O تا B نیرو افزایش می‌یابد.

آزمونک

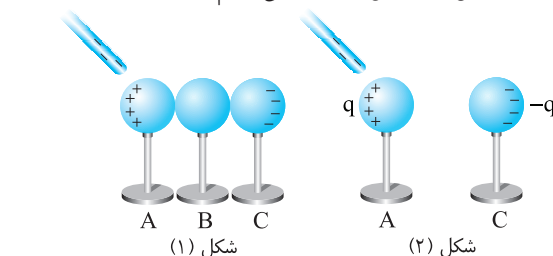
۴ ۱۳۹۸ A

دو نی در اثر مالش دارای بار همنام شده‌اند و بر هم نیروی دافعه وارد می‌کنند، بنابراین ممکن است پارچه b و پارچه 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 الکتریسیته مالشی بالاتر از جسم a باشند اما ممکن است که هر دو نی دارای بار مثبت شده باشند یعنی پارچه b و پارچه 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 پارچه b و پارچه c هر دو در یک طرف a قرار دارند.

نمای ۲:

۳ ۱۳۹۸ B

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 هم‌اندازه بار مثبت A است.



در حالت دوم با دور کردن گوی A سپس میله، دو گوی B و C در تماس با هم 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 C و B یکسان می‌شود:

$$q' = q_B = q_C = \frac{-q + 0}{2} = \frac{-q}{2}$$

بنابراین $\frac{q'}{q}$ برابر است با:

$$\frac{q'}{q} = \frac{-\frac{q}{2}}{-q} = \frac{1}{2}$$

۴ ۱۳۹۸ B

کافی است نیروهای وارد بر یکی از دو گلوله را بررسی کنیم. بر هر بار در امتداد افقی دو نیرو یکی دافعه 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. $F_{\text{نج}} = F_e$

با توجه به قانون کولن می‌توان نوشت

$$F_{\text{نج}} = |F| = k \frac{q_1 q_2}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{10 \times 10^{-12}}{(15 \times 10^{-2})^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 10^{-12}}{225 \times 10^{-4}} = 40 \text{ N}$$

$$q_1 = 10 \mu\text{C} \quad F_{\text{نج}} \quad q_2 = 10 \mu\text{C} \quad F_e$$

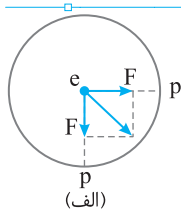
۱۵ cm

نمای ۷:

۱ ۱۳۹۸ B

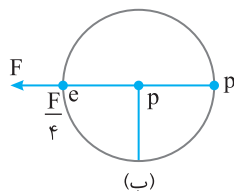
در اثر مالش دو جسم به هم یکی از دو جسم بار مثبت و دیگری بار منفی به دست می‌آورند و این بارها بنا به اصل پایستگی بار برابراند. اکنون که این مطلب را می‌دانید می‌توانید به کمک قانون کولن ابتدا بار هر کره و سپس تعداد الکترون‌های انتقال یافته را به کمک $q = ne$ به دست بیاورید.

به کمک قانون کولن با داشتن نیروی بین ذره‌ها و فاصله آن‌ها از هم می‌توان مقدار بار هر ذره را به دست آورد.



نیروی که پروتون بر الکترون وارد می‌کند، جاذبه است. نیروهای وارد بر الکترون را در شکل (الف) رسم می‌کنیم. اگر نیرویی که p در فاصله شعاع (r) بر e وارد می‌کند را F بنامیم نیروی خالص وارد بر الکترون برابر است با:

$$F_1 = F_{\text{net}} = \sqrt{F^2 + F^2} = \sqrt{2}F$$



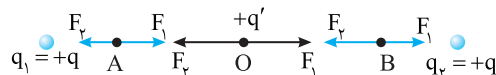
در شکل (ب) نیرویی که پروتون که در مرکز دایره است بر الکترون وارد می‌کند نیز برابر F است. اما پروتونی که روی محیط و در فاصله (2r) از الکترون قرار گرفته است، نیرویی که به الکترون وارد می‌کند $\frac{F}{4}$ است، چون فاصله‌اش دو برابر شده است البته

$$F_1 = F + \frac{F}{4} = \frac{5F}{4}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\sqrt{2}F}{\frac{5F}{4}} \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{4\sqrt{2}}{5}$$

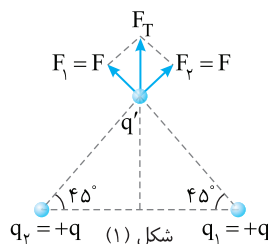
در نتیجه:

نمای ۱۱

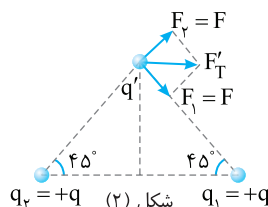


در نقطه A نیروی F_1 بزرگ‌تر از نیروی F_2 است زیرا نقطه A به بار q_1 نزدیک‌تر است و جهت نیروی خالص وارد بر q' در جهت F_1 یعنی به سمت راست است. در نقطه B نیروی F_2 بزرگ‌تر از نیروی F_1 می‌شود و جهت نیروی خالص وارد بر بار q' به سمت چپ است یعنی جهت نیروی خالص عوض می‌شود.

نمای ۹



فرض می‌کنیم q' بار مثبت باشد. بارهای q_1 و q_2 هر دو بار q' را می‌رانند (دفع می‌کنند) و نیروی برآیند وارد بر q' به صورت شکل روبه‌رو خواهد بود.



اگر علامت بار q_1 عوض شود بار q_1 بار q' را می‌رباید و جذب می‌کند در این حالت نیروی برآیند مطابق شکل (۲) خواهد شد. با مقایسه شکل (۱) و شکل (۲) نیروی برآیند 90° چرخیده است.

اگر بار q' منفی باشد باز به همین نتیجه می‌رسیم، باور ندارید امتحان کنید. نمای ۱۲

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.

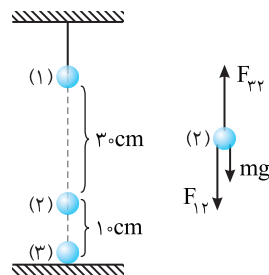
۳. نیرویی که بار q_2 بر بار q_1 وارد می‌کند و آن نیرو رو به بالاست زیرا بار q_3 بار q_2 را دفع می‌کند.

نیروهای وارد بر گوی (۲) را رسم می‌کنیم، چون گوی (۲) در حال تعادل است پس برآیند نیروهای وارد بر آن صفر است. در واقع نیروی به سمت بالا (F_{32}) با برآیند نیروهای رو به پایین ($mg + F_{12}$) برابر می‌باشد.

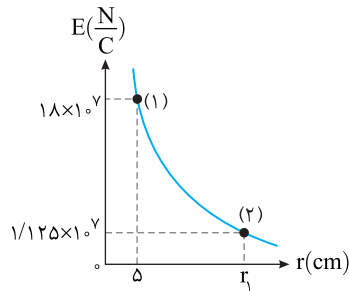
$$F_{32} = mg + F_{12} \Rightarrow k \frac{q_3 q_2}{r_{32}^2} = mg + k \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2}$$

$$\Rightarrow 9 \times 10^{-9} \times \frac{2 \times 2 \times 10^{-12}}{100 \times 10^{-4}} = mg + 9 \times 10^{-9} \times \frac{2 \times 2 \times 10^{-12}}{900 \times 10^{-4}}$$

$$\Rightarrow 3/6 = mg + 0/4 \Rightarrow mg = 3/2 \text{ N} \Rightarrow m \times 10 = 3/2 \text{ N} \Rightarrow m = 0/32 \text{ kg} = 320 \text{ g}$$



نمای ۱۳



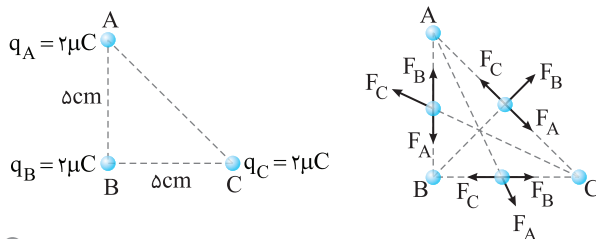
میانبر: برای میدان یک بار الکتریکی در دو نقطه می‌توان نوشت:

$$\frac{E_2}{E_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

نمای ۱۴

۳ ۱۴۸۰ B

اگر بار $q = 4\mu C$ را در وسط ضلع AB قرار دهیم، نیروهای F_B و F_A 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 $q = 4\mu C$ در وسط ضلع AC قرار گیرد، نیروی F_C و F_A 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.

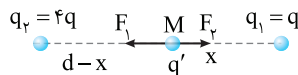


نمای ۱۱

۱ ۱۴۸۰ B

۱۵ حالت اول: برآیند نیروهای وارد بر q' در نقطه M صفر شده است از این رو ابتدا مکان اولیه M را به دست می‌آوریم:

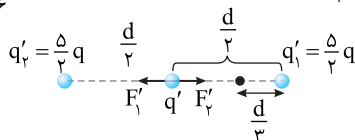
$$F_1 = F_2 \Rightarrow k \frac{qq'}{(d-x)^2} = k \frac{qq'}{x^2} \Rightarrow qx^2 = (d-x)^2 \Rightarrow 2x = d - x \Rightarrow x = \frac{d}{3}$$



حالت دوم: پس از تماس دو کره با هم، بار کره‌ها با هم برابر می‌شود:

$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{q + 4q}{2} = \frac{5}{2}q$$

چون بار دو کره هم اندازه می‌شود، پس در نقطه‌ای وسط دو بار یعنی $\frac{d}{2}$ برآیند نیروهای وارد بر بار q' صفر می‌شود. از این رو باید بار q' را از فاصله $\frac{d}{3}$ از بار q_1 به وسط دو بار $\left(\frac{d}{2}\right)$ منتقل کنیم.



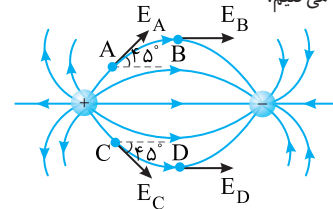
نمای ۱۰

آزمونک

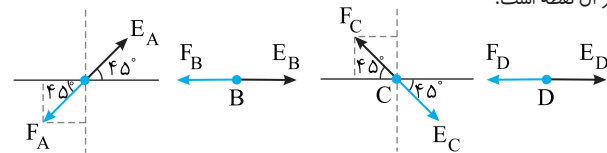
۳ ۱۴۸۰ C

۱۱ 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.



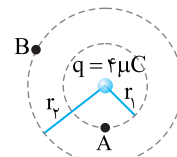
چون ذره دارای بار منفی است پس نیروی وارد بر آن در هر نقطه خلاف جهت میدان در آن نقطه است.



بردارهای نیرو در نقاط B و D مؤلفه افقی دارند و مؤلفه قائم ندارند. بردار نیرو در نقطه A، دارای مؤلفه افقی منفی و مؤلفه قائم منفی است و بردار نیرو در نقطه C، یک مؤلفه قائم مثبت و یک مؤلفه افقی منفی دارد، بنابراین ذره در نقطه C است. نمای ۱۹

۴ ۱۴۸۰ A

۱۲ خط فکری: کافی است میدان الکتریکی بار q را در نقطه A و در نقطه B بنویسید و تفاضل آن‌ها را برابر $3 \times 10^{-7} \text{ N/C}$ قرار دهید. یادتان باشد $E_A > E_B$ است زیرا A به بار نزدیک‌تر است.



نقطه A در فاصله ۳ cm از بار $q = 4\mu C$ قرار دارد پس میدان در این نقطه برابر است با:

$$E_A = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-6}}{(3 \times 10^{-2})^2} = 4 \times 10^7 \text{ N/C}$$

نقطه B در فاصله a از بار $q = 4\mu C$ قرار دارد، پس میدان در این نقطه برابر است با:

$$E_B = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-6}}{a^2} = \frac{36 \times 10^3}{a^2}$$

$$E_A - E_B = 3 \times 10^7 \Rightarrow 4 \times 10^7 - \frac{36 \times 10^3}{a^2} = 3 \times 10^7$$

$$\Rightarrow \frac{36 \times 10^3}{a^2} = (4-3) \times 10^7 \Rightarrow a^2 = 36 \times 10^{-4} \Rightarrow a = 6 \times 10^{-2} = 6 \text{ cm}$$

نمای ۱۴

۲ ۱۴۸۰ B

۱۳ با توجه به اطلاعات نقطه (۱) نمودار، در فاصله ۵ cm از بار q میدان الکتریکی

$1.8 \times 10^{-7} \text{ N/C}$ است، بنابراین می‌توان مقدار بار q را حساب کرد:

$$E = k \frac{q}{r^2} \Rightarrow 1.8 \times 10^{-7} = 9 \times 10^9 \times \frac{q}{(5 \times 10^{-2})^2} \Rightarrow q = 5 \times 10^{-6} \text{ C} = 5 \mu \text{C}$$

حال با توجه به اطلاعات نقطه (۲)، در فاصله r_1 از بار $q = 5\mu C$ میدان الکتریکی

$1/125 \times 10^{-7} \text{ N/C}$ است، بنابراین r_1 قابل محاسبه است:

$$E' = k \frac{q}{r_1^2} \Rightarrow 1/125 \times 10^{-7} = 9 \times 10^9 \times \frac{5 \times 10^{-6}}{r_1^2}$$

$$r_1^2 = \frac{9 \times 5 \times 10^{-6}}{1/125 \times 10^{-7}} \times 10^{-4} \Rightarrow r_1^2 = 4 \times 10^{-4} \Rightarrow r_1 = 2 \times 10^{-2} \text{ m} = 2 \text{ cm}$$



$$E_r = k \frac{|q_r|}{r_r^2} \Rightarrow E_r = k \frac{2q}{4 \times 10^{-6}} \quad (2)$$

$$\frac{E_r}{E_1} = \frac{k \left(\frac{2q}{4} \right)}{k \frac{q}{r^2}} \Rightarrow E_r = \frac{E_1}{2} \quad (3)$$

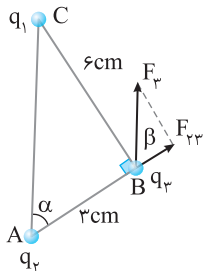
با حذف بار $2q$ تنها بار q_1 باقی می‌ماند و میدان الکتریکی در نقطه A برابر است با:

$$E_T = \sqrt{E_1^2 + E_r^2} \Rightarrow E_T = \sqrt{E_1^2 + \left(\frac{E_1}{2} \right)^2} \Rightarrow E_T = \frac{\sqrt{5}}{2} E_1$$

با حذف بار $2q$ تنها بار q_1 باقی می‌ماند و میدان الکتریکی در نقطه A برابر است با:

$$\begin{cases} E'_T = E_1 \\ E_T = \frac{\sqrt{5}}{2} E_1 \end{cases} \Rightarrow \frac{E'_T}{E_T} = \frac{2}{\sqrt{5}} = \frac{2\sqrt{5}}{5}$$

نمای ۱۷



بارهای $q_1 = 1 \mu C$ و $q_2 = 2 \mu C$ و $q_3 = 2 \mu C$ و فاصله بین آن‌ها $r = 3 \text{ cm}$ را داریم، بنابراین می‌توانیم نیروی بین q_1 و q_2 را به دست بیاوریم. البته نیروی بین دو بار همنام، نیروی رانش (دافعه) است.

$$F = k \frac{|q_1||q_2|}{r_{12}^2} \Rightarrow F_{12} = 9 \times 10^9 \times \frac{1 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{(3 \times 10^{-2})^2} \Rightarrow F_{12} = 20 \text{ N}$$

با توجه به فرض مسئله نیروی F_{12} موازی خط واصل q_1 و q_2 است، پس بنا بر خطوط موازی و مورب زاویه‌های α و β با هم برابرند. (در راستای خط وصل کننده نقاط A و B است.)

وتر مثلث AC را به دست می‌آوریم.

$$AC^2 = AB^2 + BC^2 \Rightarrow AC^2 = 3^2 + 3^2 = 3^2(1+1) \Rightarrow AC = 3\sqrt{2} \text{ cm}$$

کسینوس زاویه‌های α و β را نوشته و با هم برابر قرار می‌دهیم.

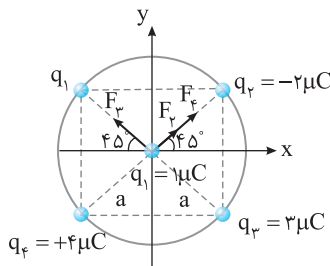
$$\cos \alpha = \cos \beta \Rightarrow \frac{3}{3\sqrt{2}} = \frac{F_{12}}{F_r} \Rightarrow \frac{3}{3\sqrt{2}} = \frac{20}{F_r} \Rightarrow F_r = 20\sqrt{2} \text{ N}$$

تذکره! مثل اینکه دانستن ریاضی و مثلثات در حل مسائل فیزیکی کاربرد زیادی دارد، پس آن‌ها را یاد بگیرید.

نمای ۱۲

نمای ۱۸

چهار ذره باردار روی محیط دایره است و فاصله آن‌ها از هم یکسان است و نیروی خالص از طرف آن‌ها بر بار q در امتداد محور x هاست. 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، به دست آورید.



فاصله بارها تا بار q یکسان است، این فاصله را با حرف a نمایش می‌دهیم.

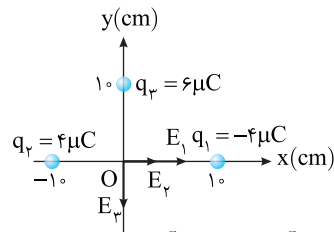
نیروی که q_1 بر q وارد می‌کند برابر است با:

$$F_r = k \frac{|q_r||q_1|}{r^2} \Rightarrow F_r = k \frac{2 \times 10^{-12}}{a^2} = 2 \times 10^{-12} \frac{k}{a^2}$$

نمای ۱۶

میدان الکتریکی هر بار را در نقطه O حساب می‌کنیم. بارهای q_1 و q_2 هم‌اندازه‌اند و فاصله آن‌ها از O برابر است، از این رو میدان‌های الکتریکی بارهای q_1 و q_2 روی محور x مساوی و هم‌جهت بوده و مقدار هر میدان خواهد شد:

$$E_1 = E_2 = k \frac{q_1}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-6}}{10^{-2}} = 3.6 \times 10^6 \text{ N/C}$$



برایند E_1 و E_2 از جمع آن‌ها به دست می‌آید:

$$E_x = E_1 + E_2 = 3.6 \times 10^6 + 3.6 \times 10^6 = 7.2 \times 10^6 \text{ N/C}$$

بار q_3 مثبت است و میدان الکتریکی آن در نقطه O روی محور y ها و در خلاف جهت محور است. میدان E_3 خواهد شد:

$$E_y = E_3 = k \frac{q_3}{r^2} \Rightarrow E_y = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-6}}{10^{-2}} = 3.6 \times 10^6 \text{ N/C}$$

با داشتن E_x و E_y بردار میدان الکتریکی در مبدأ مختصات برابر خواهد شد با:

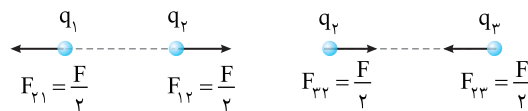
$$\vec{E} = E_x \vec{i} + E_y \vec{j} \Rightarrow \vec{E} = (7.2\vec{i} - 3.6\vec{j}) \times 10^6$$

نمای ۱۱

نمای ۱۷

نیروی که q_1 به q_2 وارد کرده $\frac{F}{2}$ و به سمت چپ است یعنی بار q_2 بر q_1 را می‌راند، بنابراین q_1 و q_2 همنام و هر دو مثبت‌اند، بنابراین q_1 نیز بر بار q_2 نیروی رانش $\frac{F}{2}$ را به سمت راست وارد می‌کند. (دلیل این موضوع هم قانون سوم نیوتون است.) بار q_3 نیز باید نیروی $\frac{F}{2}$ به سمت راست را بر بار q_2 وارد کند تا برایند نیروهای وارد بر q_2 ، F و به سمت راست شود.

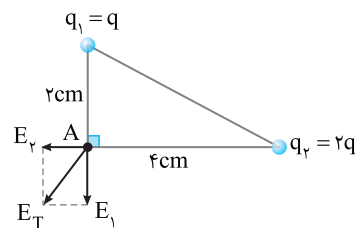
بنابه قانون سوم نیوتون بار q_2 بر بار q_3 همان نیروی $\frac{F}{2}$ را به سمت چپ وارد می‌کند.



نمای ۹

نمای ۱۸

در صورت مسئله، میدان خالص در نقطه A برابر E در نظر گرفته شده است، یعنی شما باید میدان الکتریکی بارهای q_1 و q_2 را در نقطه A حساب کنید، سپس برایند آن‌ها را به دست آورید و برابر E قرار دهید و در حالت دوم بار $q_3 = 2q$ را حذف کنید که در این حالت میدان خالص قطعاً $E'_T = E_1$ می‌شود. پس پیشنهاد می‌کنیم همه میدان‌های الکتریکی را برحسب E_1 حساب کنید.



میدان الکتریکی بار $q_1 = q$ در فاصله 2 cm برابر است با:

$$E_1 = k \frac{|q_1|}{r^2} \Rightarrow E_1 = k \frac{q}{2^2 \times 10^{-4}} \quad (1)$$

میدان الکتریکی بار $q_2 = 2q$ در فاصله 4 cm خواهد شد:

پنجره سه روبه‌روی چهار

آزمونک

۱ ۱۵۷۳ A

۱ یادآوری تعیین افزایش - کاهش:

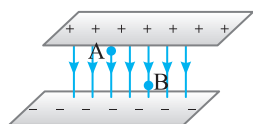
۱ میدان الکتریکی ← هرچه تراکم خطوط بیشتر باشد، میدان الکتریکی افزایش می‌یابد و بالعکس

۲ انرژی پتانسیل الکتریکی ← اگر حرکت خود به خودی باشد (مثلاً حرکت بار منفی به سمت صفحه مثبت انرژی پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد و بالعکس).

۳ کار میدان الکتریکی ← اگر حرکت خود به خودی باشد (مثلاً حرکت بار منفی به سمت صفحه 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.



نمای ۲۲

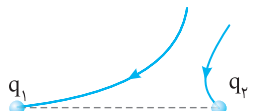
بین دو صفحه رسانا، میدان یکنواخت است و نیروی وارد بر بار در تمام نقاط یکسان است. $(F_A = F_B)$ هرگاه بار منفی در جهت خطوط میدان جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد.

۱ ۱۵۷۳ B

۱ خط میدان از q_1 به q_2 وصل نشده است، بنابراین دو بار هم‌نام هستند.

۲ خط میدان به بار q_1 وارد شده است، در نتیجه بار q_1 منفی است و هم‌چنین بار q_2 نیز منفی است.

۳ فضای اطراف بار q_1 با توجه به شکل بیشتر از بار q_2 است، پس تعداد خطوط میدان بیشتری می‌تواند اطراف بار q_1 قرار گیرد و میدان بار q_1 بزرگ‌تر است، بنابراین:



$$|q_1| > |q_2| \Rightarrow \frac{|q_1|}{|q_2|} > 1$$

نمای ۱۹

۱ ۱۵۷۳ B

۳ خط فکری انرژی پتانسیل بار منفی $-7\mu C$ از نقطه 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:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow V_B - V_A = \frac{-21 \times 10^{-6}}{-7 \times 10^{-6}} = 3V \Rightarrow V_A - V_B = -3V$$

نمای ۲۳

۱ ۱۵۷۳ B

۴ میدان الکتریکی در نقطه A بین دو بار صفر شده است. بنابراین باید میدان‌های E_1 و E_2 هم‌اندازه و در خلاف جهت هم باشند. بار $q_1 = 4\mu C$ مثبت و میدان آن در نقطه A به سمت راست است، بنابراین میدان بار الکتریکی q_2 باید در نقطه A به سمت چپ یعنی به سمت خارج بار باشد، بنابراین بار q_2 نیز مثبت است. میدان‌ها را برابر قرار می‌دهیم تا

$$E_1 = E_2 \Rightarrow k \frac{4 \times 10^{-6}}{2^2} = k \frac{q_2}{3^2} \Rightarrow q_2 = 9\mu C$$

q_2 را به دست بیاوریم.

۲ برای پیدا کردن نیرویی که q_2 بر q_1 وارد می‌کند کافی است بگویید چون q_2 دو برابر q_1 است نیروی آن نیز دو برابر است.

$$F_2 = 2F_1 = 4 \times 10^{-12} \frac{k}{a^2}$$

۳ برابند F_2 و F_1 که هم‌جهت هستند خواهد شد:

$$F_{2f} = F_2 + F_1 \Rightarrow F_{2f} = 6 \times 10^{-12} \frac{k}{a^2}$$

۴ نیرویی که q_3 بر q_1 وارد می‌کند چون q_3 برابر $1/5$ است خواهد شد:

$$F_3 = 1/5 F_1 = 3 \times 10^{-12} \frac{k}{a^2}$$

برای آن که نیروی خالص تنها مؤلفه x داشته باشد باید مؤلفه‌های y نیروها یکدیگر را خنثی کنند یعنی باید رابطه زیر برقرار باشد.

$$F_{2fy} + F_{3y} = F_{1y} \quad (1)$$

با توجه به مثلثات:

$$\sin 45^\circ = \frac{F_{2fy}}{F_{2f}} \Rightarrow F_{2fy} = F_{2f} \sin 45^\circ$$

$$\sin 45^\circ = \frac{F_{3y}}{F_3} \Rightarrow F_{3y} = F_3 \sin 45^\circ$$

$$\sin 45^\circ = \frac{F_{1y}}{F_1} \Rightarrow F_{1y} = F_1 \sin 45^\circ$$

در رابطه (۱) جای‌گذاری کنید تا ببینید $\sin 45^\circ$ از دو طرف حذف می‌شود.

$$F_{2f} \sin 45^\circ + F_3 \sin 45^\circ = F_1 \sin 45^\circ \Rightarrow F_{2f} + F_3 = F_1 \quad (2)$$

نیروهای به‌دست آمده را در رابطه (۲) قرار می‌دهیم.

$$6 \times 10^{-12} \frac{k}{a^2} + 3 \times 10^{-12} \frac{k}{a^2} = k \frac{q_1 \times 10^{-6}}{a^2} \Rightarrow q_1 = (6+3) \times 10^{-6} = 9\mu C$$

نمای ۱۱ و ۱۲

خوب خوشحالیم حل تموم شد.



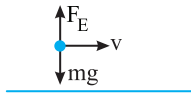
$$F_{\text{net}} = 0, F_E = mg \xrightarrow{F_E = |q|E} |q|E = mg$$

$$\Rightarrow 4 \times 10^{-6} \times E = 4 \times 10^{-3} \times 10 \Rightarrow E = 10^4 \text{ N/C}$$

۳. میدان الکتریکی بر بار منفی نیروی خلاف جهت میدان وارد می‌کند و چون نیروی الکتریکی وارد بر بار $-4 \mu\text{C}$ رو به بالاست، جهت میدان الکتریکی رو به پایین است.

۴. اختلاف پتانسیل بین دو نقطه در میدان یکنواخت برابر با:

$$|\Delta V| = Ed \Rightarrow |\Delta V| = 10^4 \times 0.1 \Rightarrow |\Delta V| = 10^3 \text{ V}$$



نمای ۲۶

۳ ۱۵۷۳ B

میدان الکتریکی بار q در فاصله r را می‌نامیم، چون بارهای $+q$ و $-q$ هم اندازه‌اند و در فاصله یکسان از نقطه O قرار می‌گیرند میدان آن‌ها برابر E است. میدان الکتریکی

بیشینه وقتی است که میدان دو بار هم جهت

باشند و با هم جمع شوند در این صورت بار $-q$

باید در نقطه A باشد و اندازه میدان برآیند خواهد

شد: $E_{\text{max}} = E + E = 2E$

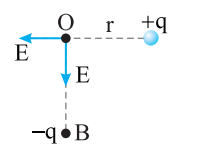
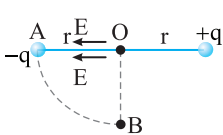
اگر بار $-q$ در نقطه B باشد میدان الکتریکی

کمیته خواهد شد. دو میدان بر هم عمود می‌شوند

و بردار میدان بنا به رابطه فیثاغورس خواهد شد:

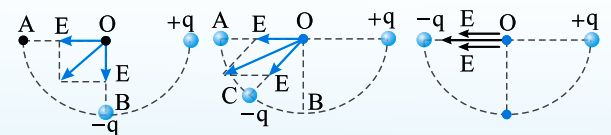
$$E_{\text{min}} = \sqrt{E^2 + E^2} = \sqrt{2}E$$

بنابراین خواهیم داشت: $\frac{E_{\text{max}}}{E_{\text{min}}} = \frac{2E}{\sqrt{2}E} = \sqrt{2}$



یادداشت ریاضی هر گاه زاویه بین دو بردار افزایش یابد، برآیند دو بردار کاهش

می‌یابد. به شکل‌های زیر نگاه کنید:



اگر بار $-q$ به جای نقطه B در نقطه C بود، اندازه بردار برآیند بزرگ‌تر بود، بنابراین در B بردار برآیند از بقیه نقاط A تا B کوچک‌تر است.

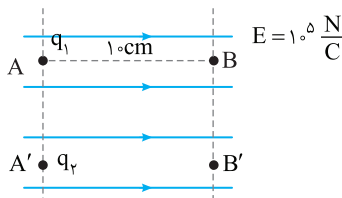
نمای ۱۷

۲ ۱۵۷۳ B

۱. کار نیروی میدان الکتریکی وارد بر ذره $q_1 = 2 \mu\text{C}$ را حساب می‌کنیم.

$$W_{E_1} = F_E d \cos \theta \xrightarrow{\theta=0} W_E = |q_1| Ed$$

$$W_{E_1} = 2 \times 10^{-6} \times 10^5 \times 0.1 \Rightarrow W_{E_1} = 0.2 \text{ J}$$

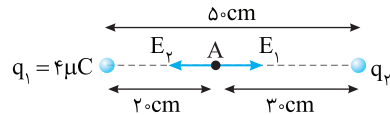


۲. با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی خواهیم داشت:

$$\Delta K = W_E \Rightarrow \frac{1}{2} mv^2 = 0.2 \text{ J} \quad (I)$$

۳. کار نیروی میدان الکتریکی وارد بر ذره $q_2 = 4 \mu\text{C}$ را به دست می‌آوریم:

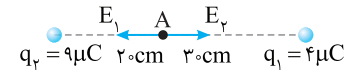
$$W_{E_2} = |q_2| Ed \Rightarrow W_{E_2} = 4 \times 10^{-6} \times 10^5 \times 0.1 \Rightarrow W_{E_2} = 0.4 \text{ J}$$



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 نقطه A به دست آوریم.

$$E_T = E_2 - E_1 = 9 \times 10^9 \times \left(\frac{9 \times 10^{-6}}{4 \times 10^{-2}} - \frac{4 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-2}} \right) \Rightarrow E_T = 9 \times 10^5 \times \left(\frac{81 - 16}{36} \right)$$

$$\Rightarrow E_T = 9 \times 10^5 \times \left(\frac{65}{36} \right) \Rightarrow E_T = 16/25 \times 10^5 \text{ N/C}$$



نمای ۱۶

۲ ۱۵۷۳ B

۵. شکل مسئله و داده‌های آن شما را گول نزنند. 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 ۲۴ و ۲۸

۴ ۱۵۷۳ B

۱. قانون کولن را نوشته و مقدار هر بار را حساب می‌کنیم.

$$F = K \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \xrightarrow{F=9 \text{ N}, r=5 \times 10^{-2} \text{ m}} \frac{9}{9 \times 10^9 \times \frac{1}{25 \times 10^{-4}}} = q^2$$

$$q^2 = 25 \times 10^{-14} \Rightarrow q = 5 \times 10^{-7} \mu\text{C}$$

۲. بر این بار در میدان الکتریکی ناشی از بار دیگر نیروی 9 N وارد شده است، از این رو:

$$E = \frac{F}{q} \Rightarrow E = \frac{9}{5 \times 10^{-7}} \Rightarrow E = \frac{9 \times 10^7}{5} \Rightarrow E = 1.8 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

نمای ۱۴

۳ ۱۵۷۳ B

۷. ابتدا محل سه بار را روی محور مختصات مشخص می‌کنیم و جهت میدان آن‌ها را مشخص

می‌کنیم، سپس اندازه هر بار را به کمک رابطه $E = k \frac{q}{r^2}$ در نقطه M به دست می‌آوریم.

$$\vec{E}_A = 9 \times 10^9 \times \frac{1 \times 10^{-6}}{4 \times 10^{-4}} \vec{i} = \frac{9}{4} \times 10^7 \vec{i}, \vec{E}_B = -9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6}}{4 \times 10^{-4}} \vec{i} = -\frac{9}{2} \times 10^7 \vec{i}$$

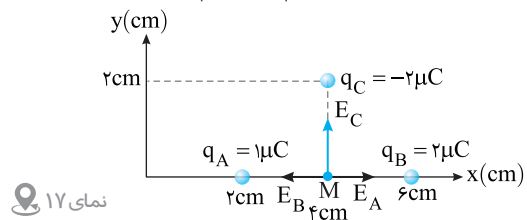
$$\vec{E}_C = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6}}{4 \times 10^{-4}} \vec{j} = \frac{9}{2} \times 10^7 \vec{j}$$

میدان‌های $\vec{E}_A$ و $\vec{E}_B$ با توجه به شکل، در خلاف جهت هم هستند و برآیند آن‌ها خواهد شد:

$$\vec{E}_{AB} = \vec{E}_A + \vec{E}_B = \frac{9}{4} \times 10^7 \vec{i} - \frac{9}{2} \times 10^7 \vec{i} = -\frac{9}{4} \times 10^7 \vec{i}$$

اکنون می‌توان بردار میدان الکتریکی را بر حسب بردارهای $\vec{i}$ و $\vec{j}$ نوشت:

$$\vec{E} = \vec{E}_{AB} \vec{i} + \vec{E}_C \vec{j} = -\frac{9}{4} \times 10^7 \vec{i} + \frac{9}{2} \times 10^7 \vec{j}$$



نمای ۱۷

۲ ۱۵۷۳ B

۸. 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 هم اندازه 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.

۴ بنابر قضیه کار و انرژی جنبشی می‌توان نوشت:

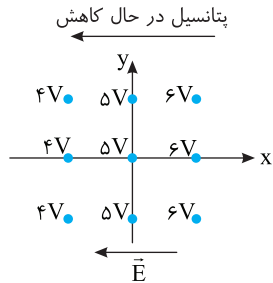
$$\Delta K_p = W_{\text{خارجی}} + W_{E_p} \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 - 0 = W_{\text{خارجی}} + 0.4$$

از رابطه (I) به جای $\frac{1}{2}mv^2$ مقدار $0.2J$ را قرار می‌دهیم.

$$0.2 = W_{\text{خارجی}} + 0.4 \Rightarrow W_{\text{خارجی}} = -0.2J$$

نمای ۲۷

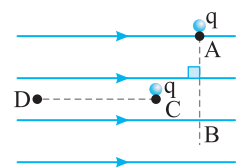
آزمونک



خط فکری ۱
می‌دانیم که با حرکت در جهت میدان الکتریکی، پتانسیل الکتریکی نقاط کاهش می‌یابد و اگر بین دو نقطه پتانسیل الکتریکی تغییری نکرد، خط وصل کننده آن دو نقطه بر میدان الکتریکی عمود است. با توجه به مقادیر 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 X) حرکت کردیم پتانسیل الکتریکی کاهش یافته پس جهت میدان الکتریکی نیز به سمت چپ است.

نمای ۲۳



خط فکری 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 نقطه C به نقطه D برود با آنکه میدان ثابت است، انرژی پتانسیل الکتریکی بار +q که در خلاف جهت میدان 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

خط فکری ۳
یادآوری کار نیروی میدان الکتریکی برابر منفی تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار است.

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.

$$W_{E_{A \rightarrow B}} = -\Delta U_{E_{A \rightarrow B}} \xrightarrow{\Delta U_E = q\Delta V} W_{E_{A \rightarrow B}} = -q\Delta V$$

$$\Rightarrow W_{E_{A \rightarrow B}} = -q(V_B - V_A) \Rightarrow 5 \times 10^{-3} = -(-5 \times 10^{-3})(V_B - 2)$$

$$\Rightarrow V_B = 3V$$

نمای ۲۳

خط فکری ۴
در حالت اول ظرفیت خازن برابر است با:

$$C = \frac{Q}{V} \quad (1)$$

ظرفیت خازن مقدار ثابتی است و با تغییرات اختلاف پتانسیل، ظرفیت خازن تغییر نمی‌کند. با افزایش ولتاژ به اندازه a، بار الکتریکی به اندازه $\frac{1}{25}a$ میکروکولن افزایش می‌یابد و ظرفیت هم چنان C خواهد بود، بنابراین:

$$C = \frac{Q + \frac{1}{25}a}{V + a} \quad (2)$$

حال با توجه به تساوی معادله (۱) و (۲) داریم:

$$\frac{Q}{V} = \frac{Q + \frac{1}{25}a}{V + a} \Rightarrow QV + aQ = QV + \frac{1}{25}aV \Rightarrow aQ = \frac{1}{25}aV \Rightarrow \frac{Q}{V} = \frac{1}{25}$$



$$|E| = \frac{|\Delta V|}{d} \Rightarrow 5000 = \frac{|V_B - V_A|}{AB} \Rightarrow 5000 = \frac{200}{AB} \Rightarrow AB = \frac{2}{50} = \frac{4}{100} = 0.04 \text{ m}$$

حرکت گلوله با تندی ثابت انجام می‌شود و تغییر انرژی جنبشی آن صفر است، بنا به قضیه کار و انرژی جنبشی باید مجموع کار نیروهای وارد بر جسم صفر شود.

$$W_t = \Delta K \xrightarrow[\text{سرعت ثابت } K_1 = K_2]{\text{جسم در راستای قائم حرکت کرده } W_g \neq 0} W_E + W_g = 0$$

$$\Rightarrow W_E = -W_g \xrightarrow[\text{جسم به سمت بالا حرکت کرده } W_g < 0]{}$$

$$W_E = -(-mgd) \Rightarrow W_E = (10 \times 10^{-3}) \times 10 \times (0.04)$$

$$\xrightarrow{W_E = |q|Ed} |q| \times 5000 \times 0.04 = 10^{-1} \times 0.4$$

از دو طرف معادله 0.04 m را ساده می‌کنیم:

$$5000 |q| = 10^{-1} \Rightarrow |q| = \frac{10^{-1}}{5000} = \frac{10^{-1}}{5 \times 10^3} = \frac{10^{-1} \times 10^{-3}}{5} = \frac{1}{5} \times 10^{-4} \text{ C}$$

$$= 0.2 \times 10^{-4} \times 10^6 \mu\text{C} \Rightarrow |q| = 20 \mu\text{C}$$

نمای ۲۴

۳ ۱۶۳۶ B

قرار است که ذره به صفحه B برخورد نکند یعنی قبل از رسیدن به صفحه 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 رابطه $\Delta V = \Delta U/q$ به دست آورید.

۱ بنا به قضیه کار و انرژی جنبشی کار نیروی میدان خواهد شد:

$$W = \Delta K \Rightarrow W_E = K_f - K_i = -\frac{1}{2}mv^2 \xrightarrow{m=10^{-6} \text{ kg}, v=20 \text{ m/s}}$$

$$W_E = -\frac{1}{2} \times 10^{-6} \times (20)^2 \Rightarrow W_E = -2 \times 10^{-4} \text{ J}$$

۲ تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار برابر است با:

$$\Delta U_E = -W_E \Rightarrow \Delta U_E = 2 \times 10^{-4} \text{ J}$$

۳ اختلاف پتانسیل بین نقطه M و صفحه B خواهد شد:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow \Delta V = \frac{2 \times 10^{-4}}{4 \times 10^{-6}} \Rightarrow \Delta V = 50 \text{ V}$$

۴ نقطه M وسط دو صفحه است و اختلاف پتانسیل بین آن و یکی از صفحه‌ها 50 V است، بنابراین اختلاف پتانسیل بین دو صفحه برابر $2 \times 50 = 100 \text{ V}$ خواهد شد.

نمای ۲۴

۲ ۱۶۳۶ B

۱۰ با قرار دادن دی‌الکتریک بین صفحات خازن افزایش می‌یابد.

$$\begin{aligned} \text{بدون دی‌الکتریک } C_0 &= \epsilon_0 \frac{A}{d} \Rightarrow \frac{C}{C_0} = \kappa \Rightarrow C = \kappa C_0 \\ \text{با دی‌الکتریک } C &= \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} \end{aligned}$$

وقتی که خازن به باتری متصل است، اختلاف پتانسیل دو سر آن ثابت می‌ماند بنابراین در مورد انرژی ذخیره می‌توان نوشت:

$$\begin{aligned} U_0 &= \frac{1}{2} C_0 V^2 \Rightarrow \frac{U_1}{U_0} = \frac{C}{C_0} \Rightarrow U_1 = \kappa U_0 \quad (1) \\ U_1 &= \frac{1}{2} C V^2 \end{aligned}$$

وقتی کلید S را باز می‌کنیم، بار روی صفحات خازن ثابت می‌ماند و وقتی دی‌الکتریک بین صفحات خازن قرار می‌دهیم، انرژی خازن خواهد شد:

$$\begin{aligned} \text{بدون دی‌الکتریک } U_0 &= \frac{Q^2}{2C_0} \Rightarrow \frac{U_1}{U_0} = \frac{C_0}{C} \xrightarrow{C = \kappa C_0} U_1 = \frac{1}{\kappa} U_0 \quad (2) \\ \text{با دی‌الکتریک } U_1 &= \frac{Q^2}{2C} \end{aligned}$$

در صورت مسئله U_1 و U_2 به ترتیب $270 \mu\text{J}$ و $30 \mu\text{J}$ بیان شده، دو رابطه (۱) و

می‌دانیم که $\frac{Q}{V}$ برابر ظرفیت خازن است. یعنی ظرفیت خازن برابر $C = 1/25 \mu\text{F}$ است. نمای ۳۰

۳ ۱۶۳۶ B

ظرفیت خازن از رابطه $C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d}$ به دست می‌آید. ظرفیت خازن در حالت اول برابر

$$C_1 = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d_1} \xrightarrow[\text{بین صفحات خازن هواست } \kappa=1]{}$$

$$C_1 = 1 \times 9 \times 10^{-12} \times \frac{4 \times 10^{-4}}{5 \times 10^{-3}} \Rightarrow C_1 = 7.2 \times 10^{-12} \text{ F} = 7.2 \text{ pF}$$

ظرفیت خازن در حالت دوم خواهد شد:

$$C_2 = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d_2} \xrightarrow{d_2 = d_1 - 4 = 1 \text{ mm}} C_2 = 1 \times 9 \times 10^{-12} \times \frac{4 \times 10^{-4}}{1 \times 10^{-3}}$$

$$\Rightarrow C_2 = 3.6 \times 10^{-12} \text{ F} = 3.6 \text{ pF}$$

افزایش ظرفیت خازن را به دست می‌آوریم: $\Delta C = C_2 - C_1 = 3.6 - 7.2 = -3.6 \text{ pF}$

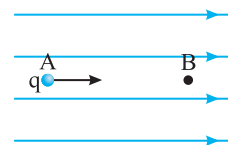
نمای ۳۱

۲ ۱۶۳۶ A

۱ در میدان الکتریکی یکنواخت، اختلاف پتانسیل بین دو نقطه برابر $\Delta V = E.d$ است با:

۲ کار نیروی میدان الکتریکی برابر است با:

$$W_{E \rightarrow B} = F.d \cos \theta \xrightarrow{F=qE} W = qEd \cos \theta$$



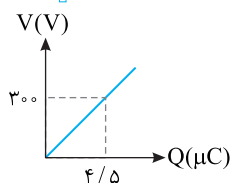
۳ تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی قرینه کار میدان است.

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 گزاره (ب) درست است.

نمای ۲۲ و ۲۳

۱ ۱۶۳۶ B

۷ ابتدا با توجه به رابطه $C = \frac{Q}{V}$ و نمودار داده



شده، C را به دست می‌آوریم:

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{4/5 \times 10^{-6}}{30} = 1/5 \times 10^{-8} \text{ F}$$

حال با استفاده از رابطه $U = \frac{1}{2} CV^2$ و اینکه بیشینه اختلاف پتانسیل قابل تحمل

4000 V است، بیشینه انرژی ذخیره شده در خازن را به دست می‌آوریم.

$$\begin{aligned} U_{\max} &= \frac{1}{2} C V_{\max}^2 \Rightarrow U_{\max} = \frac{1}{2} \times 1/5 \times 10^{-8} \times (4000)^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 1/5 \times 10^{-8} \times 16 \times 10^6 = 0.16 \text{ J} \end{aligned}$$

نمای ۳۲

۲ ۱۶۳۶ C

میدان الکتریکی یکنواخت است، به کمک رابطه اختلاف پتانسیل الکتریکی در میدان الکتریکی یکنواخت فاصله AB را به دست می‌آوریم:



(۲) را بر هم تقسیم می‌کنیم تا U_0 حذف شود و انرژی‌های داده شده را در آن قرار می‌دهیم.

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{\frac{1}{\kappa} U_0}{\kappa U_0} \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{1}{\kappa^2} \Rightarrow \frac{300}{2700} = \frac{1}{\kappa^2} \Rightarrow \kappa = 3$$

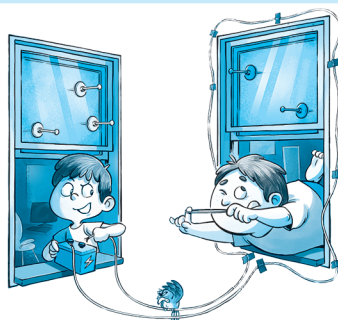
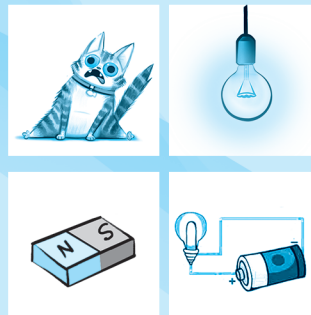
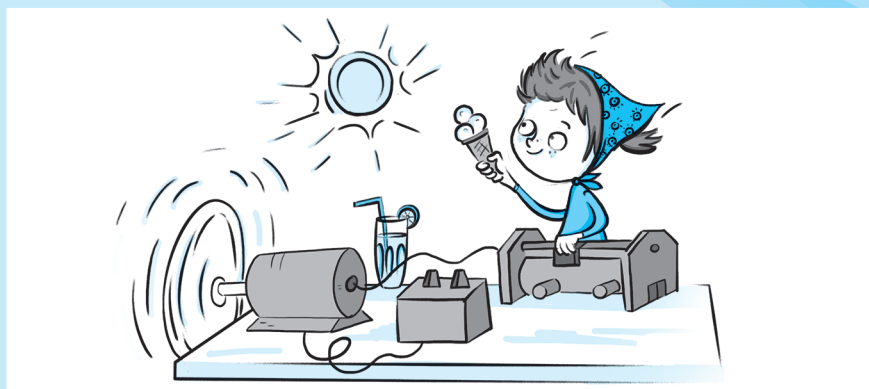
نمای ۳۴

Windows 11



فصل هفتم

جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم



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

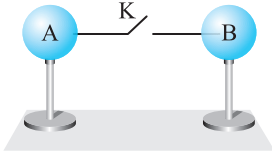
در پاسخ این تست‌ها، تستی تحت عنوان بازی با سؤال قرار گرفته است.
منتخبی از تست‌هایی که می‌توانید برای دوره فصل، آن‌ها را حل کنید.

آزمونک

۱۸۱۵/۱

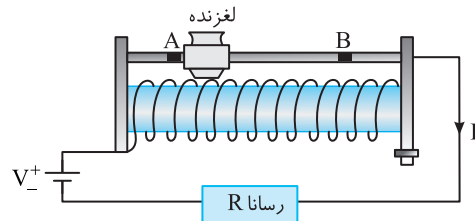
مطابق شکل مقابل، دو کرهٔ رسانای مشابه A و B با بارهای $q_A = -4\mu C$ و $q_B = -2\mu C$ روی پایه‌های عایقی قرار دارند. اگر کلید K

را ببندیم، در مدت زمان 0.4ms بار دو کره به تعادل می‌رسد. جریان متوسط عبوری از سیم طی این مدت چند آمپر و در کدام جهت است؟

(۱) 0.2% و از A به B(۲) 0.2% و از B به A(۳) 0.4% و از B به A(۴) 0.4% و از A به B

۱۸۱۵/۲

در شکل روبه‌رو، دو سر یک رسانا را به باتری وصل کرده‌ایم و جریان از رئوسا می‌گذرد. اگر لغزنده رئوسا را از نقطه A تا B به سمت راست حرکت دهیم، جریان گذرنده از رسانا چه تغییری می‌کند؟



(۱) افزایش می‌یابد.

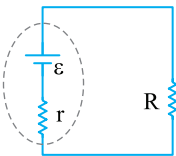
(۲) کاهش می‌یابد.

(۳) ثابت می‌ماند.

(۴) ابتدا افزایش می‌یابد و سپس ثابت می‌ماند.

۱۸۱۵/۳

در شکل روبه‌رو توان خروجی باتری با توان تلف شده در مقاومت درونی باتری برابر است. نسبت $\frac{R}{r}$ کدام است؟

(۲) $\frac{1}{2}$

(۱) ۱

(۴) ۴

(۳) ۲

۱۸۱۵/۴

دو سیم A و B هم‌جنس و هم‌دما بوده و طول A سه برابر طول B و شعاع سطح مقطع آن $\sqrt{2}$ برابر شعاع سطح مقطع B است. اگر دمای مقاومت A و B را به یک اندازه افزایش دهیم تغییر مقاومت A چند برابر تغییر مقاومت B می‌شود؟

(۴) ۲

(۳) $\sqrt{2}$ (۲) $1/5$

(۱) ۱

۱۸۱۵/۵

باتری یک چراغ قوه 1000mAh است، ولتاژ مورد نیاز برای روشن ماندن لامپ $1/5$ ولت است و مقاومت رشته لامپ هنگام روشن بودن آن، 100Ω است. با این باتری چند دقیقه می‌توان این چراغ قوه را روشن نگه داشت؟

از کتاب درسی

(۴) 2×10^3 (۳) 4×10^3 (۲) 10^4 (۱) 4×10^2

۱۸۱۵/۶

سیمی را به قطر 6mm و مقاومت ویژه $10^{-6}\Omega\cdot\text{m}$ ، روی استوانه‌ای به شعاع 9cm می‌پیچیم و آهنگ مصرف انرژی سیم 12W است. اگر جریان عبوری از سیم 2A باشد، تعداد حلقه‌های سیم به دور استوانه کدام است؟

(۴) ۲۵۰

(۳) ۱۵۰

(۲) ۲۵

(۱) ۱۵

۱۸۱۵/۷

در مدار روبه‌رو اختلاف پتانسیل باتری (۲) برابر 6V و اختلاف پتانسیل باتری (۱) برابر 2V است.

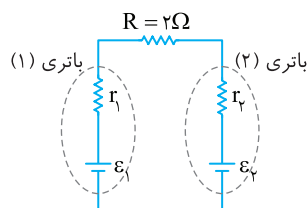
توان مصرفی مقاومت 2Ω برابر چند وات است؟

(۲) ۱۶

(۱) ۸

(۴) ۶۵

(۳) ۳۲



۱۸۱۵/۸

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؟

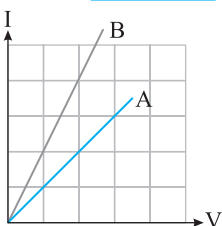
ریاضی - ۹۸

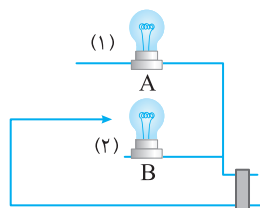
(۴) $\frac{1}{4}$

(۳) ۴

(۲) $\frac{1}{2}$

(۱) ۲





در شکل روبه‌رو مدار را به اختلاف پتانسیل ثابت 220 V وصل می‌کنیم. اگر کلید در وضعیت (۱) قرار گیرد، لامپ A توان 100 W را مصرف می‌کند و اگر کلید در وضعیت (۲) قرار گیرد، لامپ B توان 25 W را مصرف می‌کند. مقاومت لامپ B، اهم از مقاومت لامپ A است.

کنکور دهه‌های گذشته

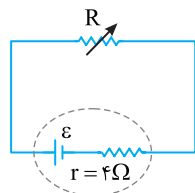
(۲) 1452 ، کمتر

(۴) 484 ، کمتر

(۱) 1452 ، بیشتر

(۳) 484 ، بیشتر

۹ ۱۸۱۵



در مدار شکل روبه‌رو مقاومت رئوس را تغییر می‌دهیم. اگر توان خروجی مولد به ازای مقاومت‌های $R_A = 2\Omega$ و

$R_B = 6\Omega$ و $R_C = 10\Omega$ به ترتیب P_A ، P_B و P_C باشد، در این صورت کدام گزینه صحیح است؟

(۲) $P_B > P_A > P_C$

(۴) $P_C > P_B > P_A$

(۱) $P_A > P_B > P_C$

(۳) $P_B > P_C > P_A$

۱۰ ۱۸۱۵

آزمونک

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 220 ولت، باید خیلی بیشتر از 100 وات باشد که روی لامپ نوشته شده

خارج تجربی - ۹۱

است، پس این نوشته اشکال دارد. کدام توضیح نتیجه‌گیری را تصحیح می‌کند؟

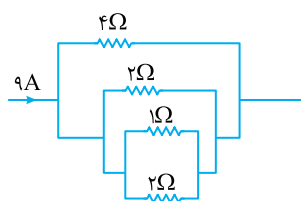
(۱) به احتمال زیاد، اهم‌سنج خطا داشته است.

(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.

قلم چی



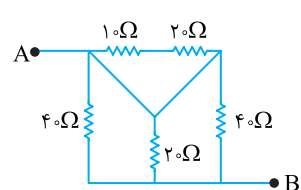
در شکل مقابل، جریان گذرنده از مقاومت 1Ω چند آمپر است؟

(۱) ۴

(۲) ۲

(۳) ۶

(۴) ۳



در مدار شکل مقابل، مقاومت معادل بین A و B چند اهم است؟

(۱) ۱۰

(۲) ۲۰

(۳) ۴۰

(۴) ۸۰

قلم چی

اختلاف پتانسیل دو سر یک سیم را 20% درصد کاهش می‌دهیم، چه تعداد از گزاره‌های زیر درست است؟ (دما ثابت فرض شود.)

(الف) مقاومت سیم، 20% درصد کاهش می‌یابد. / (ب) تعداد بارهای شارش شده در سیم در یک بازه زمانی معین 20% درصد کاهش می‌یابد.

(پ) توان مصرفی مقاومت 36% درصد کاهش می‌یابد.

(۴) صفر

(۳) ۳

(۲) ۲

(۱) ۱

در شکل روبه‌رو اگر مقاومت متغیر دو برابر شود، نسبت عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد به عددی که آمپرسنج

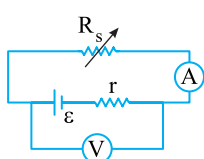
نشان می‌دهد چند برابر می‌شود؟

(۲) ۲

(۱) ۱

(۴) کمتر از دو

(۳) بیشتر از ۲



سه مقاومت 10Ω 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، $10V$ و اگر همان ولت‌سنج آرمانی را به صورت متوالی با مقاومت‌ها در مدار قرار دهیم $12V$ را نشان می‌دهد. مقاومت درونی باتری

چند اهم است؟

(۴) ۶

(۳) ۵

(۲) ۱۲

(۱) ۱۰

یک باتری را یک بار به مقاومت 6Ω و بار دیگر به مقاومت 54Ω وصل می‌کنیم، گرمای تولیدشده در یک مدت معین در هر دو حالت برابر

است. مقاومت درونی باتری چند اهم است؟

(۴) ۱۸

(۳) ۹

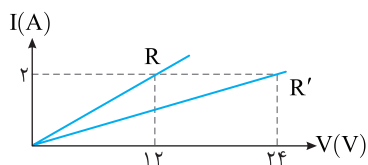
(۲) ۶

(۱) ۱۵

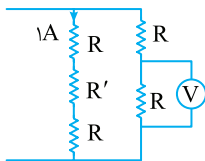
نمودار جریان بر حسب ولتاژ ($I-V$) دو مقاومت R و R' مطابق شکل (الف) است. بخشی از مدار شامل دو مقاومت R و R' در شکل

۱۸ ۱۹۵۹

(ب) نشان داده شده است، ولت‌سنج آرمانی چند ولت را نشان می‌دهد؟



شکل (الف)



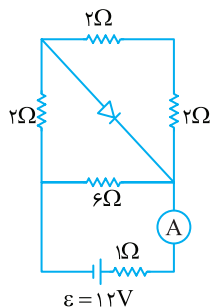
شکل (ب)

۶ (۱)

۱۲ (۲)

۱۸ (۳)

۲۴ (۴)



آزمون

در شکل مقابل، با عوض کردن جهت دیود، عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد چند آمپر تغییر می‌کند؟

۹ ۱۹۵۹

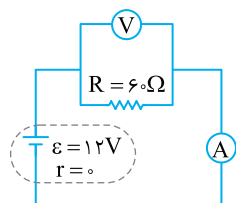
مدارس برتر

۳ (۱)

۴/۸ (۲)

۱/۸ (۳)

۲/۴ (۴)



در مدار مقابل اگر جای آمپرسنج و ولت‌سنج را عوض کنیم، کدام عبارت زیر صحیح است؟ (ولت‌سنج و

۱۰ ۱۹۵۹

آمپرسنج هر دو آرمانی هستند.)

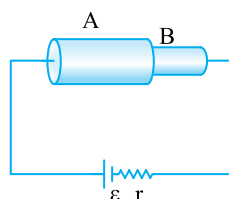
(۱) جریان مدار صفر می‌شود و ولت‌سنج عدد ۱۲ ولت را نشان می‌دهد.

(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.

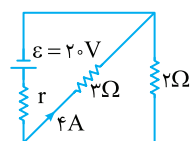
آزمونک



۱۱- ۲۰۲۸ دو سیم هم جنس A و B با طول‌های یکسان و سطح مقطع‌های 2mm^2 و 1mm^2 را مطابق شکل روبه‌رو به یک باتری وصل کرده‌ایم. توان مصرفی در مقاومت A چند برابر توان مصرفی در مقاومت B است؟

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

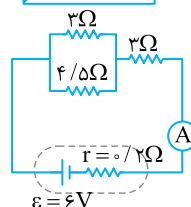
۱۲- ۲۰۲۸ دو مقاومت یکسان R را به طور متوالی به ولتاژ ثابتی می‌بندیم. توانی که در مجموعه دو مقاومت مصرف می‌شود، 40W است. اگر این دو مقاومت را به طور موازی به همان اختلاف پتانسیل ببندیم، توان مصرفی در مجموعه دو مقاومت در این حالت چند وات است؟ خارج تجربی - ۹۷



خارج تجربی - ۹۳

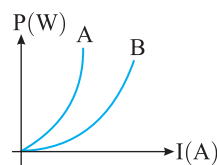
۱۳- ۲۰۲۸ در شکل روبه‌رو، مقاومت درونی باتری چند اهم است؟

- (۱) $1/8$
(۲) $0/8$
(۳) $0/5$
(۴) $0/2$

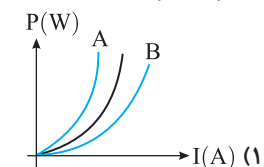
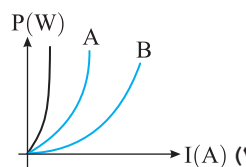
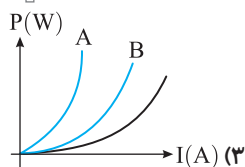


۱۴- ۲۰۲۸ در مدار روبه‌رو اگر آمپرسنج آرمانی باشد، جریان مدار را I و اگر آمپرسنج دارای مقاومت 1Ω باشد، جریان مدار را I' نمایش می‌دهد. I' چه تفاوتی با I دارد؟

- (۱) 2A کمتر از I است.
(۲) 2A بیشتر از I است.
(۳) 4A کمتر از I است.
(۴) I و I' برابرند.

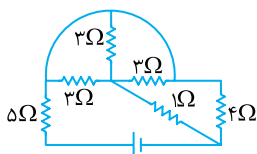


۱۵- ۲۰۲۸ نمودار توان مصرفی نسبت به جریان عبوری از دو مقاومت به شکل روبه‌رو است. اگر دو مقاومت را به طور موازی به هم ببندیم، کدام گزینه نمودار $P-I$ را برای مجموعه دو مقاومت درست نشان می‌دهد؟ آزمون مدارس برتر

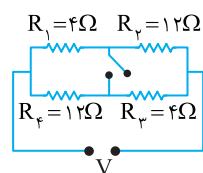


(۴) اظهار نظر قطعی نمی‌توان کرد.

۱۶- ۲۰۲۸ در شکل روبه‌رو مقاومت معادل مدار چند اهم است؟

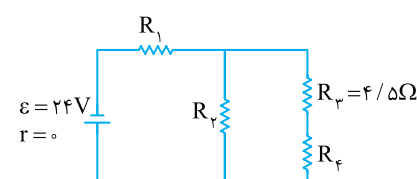


- (۱) $6/8$
(۲) $19/3$
(۳) ۱۹
(۴) $8/8$



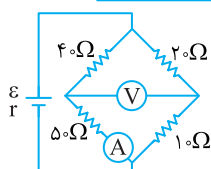
۱۷- ۲۰۲۸ در مدار روبه‌رو در صورتی که کلید باز باشد، از مقاومت R_1 جریان I می‌گذرد و وقتی کلید بسته است، از همان مقاومت جریان I' عبور می‌کند. I' کدام است؟ ریاضی - ۹۱

- (۱) ۲
(۲) $2/3$
(۳) ۱
(۴) $1/2$



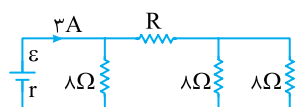
۱۸- ۲۰۲۸ در مدار مقابل، توان مصرفی هر یک از مقاومت‌ها یکسان است، جریان عبوری از مقاومت R_2 چند آمپر است؟ خارج ریاضی - ۹۹

- (۱) ۱
(۲) ۲
(۳) ۳
(۴) ۴



۱۹- ۲۰۲۸ در شکل روبه‌رو آمپرسنج و ولت‌سنج آرمانی هستند. عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد ۲ آمپر است، عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد چند ولت است؟ خارج تجربی - ۹۷

- (۱) ۲۰
(۲) ۴۰
(۳) ۸۰
(۴) باید مشخصات باتری معلوم باشد.



تجربی - ۹۹

در شکل روبه‌رو، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R ، ۱۲ ولت است، R چند اهم است؟

- (۲) ۶
(۴) ۱۲

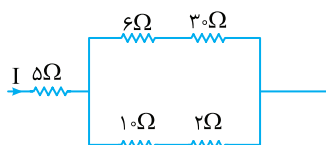
- (۱) ۴
(۳) ۸

۲۰۲۸

آزمونک



در مدار روبه‌رو، توان مصرفی مقاومت ۱۰ اهمی چند برابر توان مصرفی مقاومت ۵ اهمی است؟



ریاضی - ۹۱

$$\frac{3}{2} \quad (۲)$$

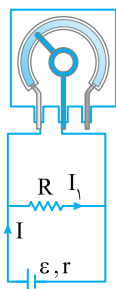
$$\frac{2}{3} \quad (۴)$$

$$\frac{9}{8} \quad (۱)$$

$$\frac{8}{9} \quad (۳)$$

۲۰۶۴/۱

در شکل روبه‌رو اگر لغزنده پتانسیومتر به صورت ساعتگرد بچرخد، جریان‌های I_1 و I به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟

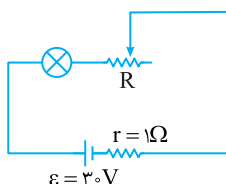


کنکور دهه‌های گذشته

- (۱) افزایش، افزایش
- (۲) کاهش، کاهش
- (۳) افزایش، کاهش
- (۴) کاهش، افزایش

۲۰۶۴/۲

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

$$۴۸ \quad (۲)$$

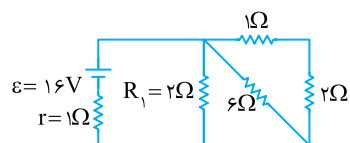
$$۱۶ \quad (۴)$$

$$۶۴ \quad (۱)$$

$$۳۲ \quad (۳)$$

۲۰۶۴/۳

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 $R_1 = ۲\Omega$ تا زمانی که باتری خالی شود، چند کیلووات ساعت است؟



آزمون مدارس برتر

$$۳/۶ \quad (۳)$$

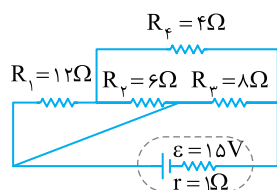
$$۰/۴۸ \quad (۲)$$

$$۰/۳۶ \quad (۱)$$

$$۴/۸ \quad (۴)$$

۲۰۶۴/۴

در مدار شکل روبه‌رو، در مدت $۲s$ چند ژول انرژی الکتریکی در مقاومت ۴ اهمی تلف می‌شود؟



$$۱۸ \quad (۱)$$

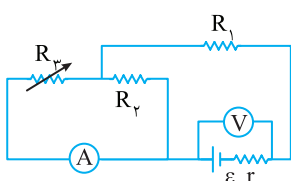
$$۳۰ \quad (۲)$$

$$۳۲ \quad (۳)$$

$$۲۴ \quad (۴)$$

۲۰۶۴/۵

در مدار روبه‌رو اگر مقاومت R_3 را افزایش دهیم، عددی که آمپرسنج و ولت‌سنج نشان می‌دهند، به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟



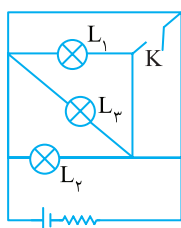
آزمون مدارس برتر

- (۲) افزایش، افزایش
- (۴) افزایش، کاهش

- (۱) کاهش، کاهش
- (۳) کاهش، افزایش

۲۰۶۴/۶

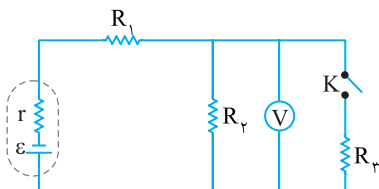
در شکل مقابل با بسته شدن کلید K روشنایی لامپ L_1 چگونه تغییر می‌کند؟



- (۱) کاهش می‌یابد.
- (۲) افزایش می‌یابد.
- (۳) ابتدا خاموش است و سپس روشن می‌شود.
- (۴) تغییری نمی‌کند.

۲۰۶۴/۷

در مدار شکل مقابل با بستن کلید K ، توان مصرفی مقاومت R_1 و توان خروجی باتری به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟



- (۱) کاهش، کاهش
- (۲) افزایش، قابل بررسی نیست.
- (۳) کاهش، کاهش

۲۰۶۴/۸

(۴) کاهش، افزایش

۹ ۲۰۶۴

در مدار روبه‌رو اگر کلید K را ببندیم، توان خروجی باتری ثابت می‌ماند. مقاومت درونی باتری چند

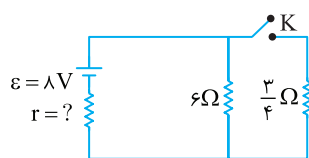
اهم است؟

(۱) ۱/۵

(۲) ۰/۵

(۳) ۱

(۴) ۲



۱۰ ۲۰۶۴

نمودار توان خروجی باتری A برحسب جریان عبوری از آن مطابق شکل مقابل است. در مدار نشان داده

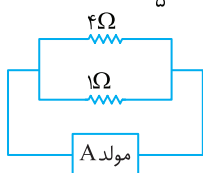
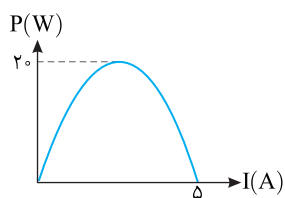
شده، توان مصرفی مقاومت‌های خارجی چند وات است؟

(۱) ۳

(۲) ۴/۵

(۳) ۵۴

(۴) ۱۲/۸





فصل هفتم: جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم

این جریان از باتری می‌گذرد، باتری ۱۰۰۰mAh است، بنابراین:

$$Q = It \Rightarrow 1000(\text{mAh}) = 15t(\text{mA}) \Rightarrow t = \frac{1000}{15} \text{h}$$

$$\Rightarrow t = \frac{1000}{15} \times 60 \Rightarrow t = 4000 \text{min}$$

نمای ۱

از آخر مسئله باید به اول آن برویم یعنی از آنجا که جریان مدار ۲A و آهنگ مصرف انرژی $P = 12 \text{W}$ است. ابتدا باید مقاومت سیم را به دست آوریم.

$$P = RI^2 \Rightarrow 12 = R(2)^2 \Rightarrow R = 3 \Omega$$

به اول مسئله برمی‌گردیم.

با داشتن قطر سیم، مساحت سطح مقطع سیم را حساب می‌کنیم.

$$A = \pi r^2 \xrightarrow{r = \frac{\sqrt{3} \times 10^{-3}}{2} \text{m}} A = \pi \times 9 \times 10^{-6} \text{m}^2$$

به کمک رابطه ساختمانی مقاومت، طول سیم را به دست می‌آوریم:

$$R = \rho \frac{L}{A} \xrightarrow{\rho = 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}} 3 = 10^{-6} \times \frac{L}{9\pi \times 10^{-6}} \Rightarrow L = 27\pi \text{m}$$

طول سیم برابر تعداد حلقه ضرب در محیط هر حلقه است، بنابراین:

$$L = N(2\pi R) \xrightarrow{R = 9 \text{cm}} 27\pi = N \times 2\pi(9 \times 10^{-2}) \Rightarrow N = 150$$

نمای ۱ و ۳

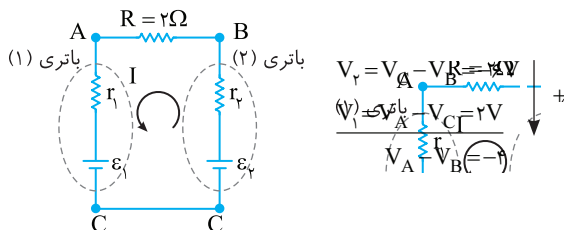
بازی با سؤال: سیم رسانایی به اختلاف پتانسیل V وصل است. اگر در دمای ثابت سیم را بکشیم به طوری که طول سیم بدون تغییر جرم n برابر شود و آن را دوباره به همان اختلاف پتانسیل وصل کنیم، توان مصرفی مقاومت چند برابر می‌شود؟

$$\frac{1}{n} \quad (۴) \quad n \quad (۳) \quad \frac{1}{n^2} \quad (۲) \quad n^2 \quad (۱)$$

گزینه ۲

در مدار زیر $V_p > V_1$ است، بنابراین جهت جریان به صورت زیر است. می‌دانیم که

جهت جریان از پتانسیل بیشتر به پتانسیل کمتر است، پس



$$P_R = \frac{V^2}{R} = \frac{16}{3} = 8 \text{W} \quad \text{بنابراین اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R برابر ۸ ولت است:}$$

روش دوم: اختلاف پتانسیل باتری (۲) از باتری (۱) بیشتر است بنابراین جریان از باتری (۲) خارج شده و مطابق شکل جریان به باتری (۱) وارد خواهد شد، در واقع باتری (۲) مولد و باتری (۱) مصرف کننده است: $P_1 = V_1 I \Rightarrow P_1 = 2I$ ، $P_2 = V_2 I \Rightarrow P_2 = 6I$ ، از این توان به مصرف می‌رسد و مابقی آن در مقاومت R مصرف می‌شود:

$$P_T = P_1 + P_R \Rightarrow 6I = 2I + P_R \Rightarrow P_R = 4I$$

توان در مقاومت از رابطه $P_R = VI$ به دست می‌آید بنابراین اختلاف پتانسیل در سر مقاومت R خواهد شد.

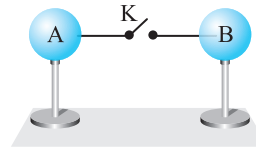
$$4I = VI \Rightarrow V = 4V$$

آزمونک

۱ ۱۸۱۵ B

خط فکری

دو کره رسانا مشابه هستند و بعد از اتصال کلید، بار الکتریکی آن‌ها برابر می‌شود.



$$q'_A = q'_B = \frac{q_A + q_B}{2}$$

بار هر یک از کره‌ها را پس از بستن کلید حساب می‌کنیم.

$$q'_A = q'_B = \frac{-4 + (-20)}{2} = -12 \mu\text{C}$$

بنابراین بار شارش شده بین دو کره A و B، $\Delta q = q'_B - q_B = -12 - (-20) = +8 \mu\text{C}$ است که این بار مثبت از کره A به کره B منتقل شده است. سوی جریان در جهت حرکت بار مثبت است، یعنی جریان از کره A به کره B است و مقدار آن برابر است با:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \xrightarrow{\Delta t = 4 \times 10^{-3} \text{s}} I = \frac{8 \times 10^{-6}}{4 \times 10^{-3}} \Rightarrow I = 2 \text{mA}$$

نمای ۱

۲ ۱۸۱۵ A

با توجه به خروجی رنوستا با تغییر وضعیت لغزنده از A به B، طول بیشتری از مقاومت در مدار قرار می‌گیرد پس مقاومت معادل $R_{\text{رسانا}} + R_{\text{رنوستا}}$ افزایش می‌یابد:

$$I = \frac{V}{R} \xrightarrow{R \uparrow} I \downarrow \quad \text{جریان کاهش می‌یابد}$$

نمای ۵

۳ ۱۸۱۵ A

توان خروجی باتری همان توان مصرفی در مقاومت R است که مقدار آن $P = RI^2$ است. از طرفی توان تلف شده در مقاومت درونی باتری نیز از رابطه RI^2 به دست می‌آید. با توجه به فرض مسئله این دو توان با هم برابر است، در نتیجه:

$$RI^2 = rI^2 \Rightarrow \frac{R}{r} = 1$$

نمای ۱۱ و ۱۲

۴ ۱۸۱۵ B

ابتدا با توجه به مشخصات مقاومت‌های داده شده، نسبت دو مقاومت $\frac{R_A}{R_B}$ را

حساب می‌کنیم:

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A \frac{L_A}{A_A}}{\rho_B \frac{L_B}{A_B}} \xrightarrow{\rho_A = \rho_B} \frac{R_A}{R_B} = \frac{L_A}{L_B} \times \frac{A_B}{A_A}$$

$$\xrightarrow{L_A = 3L_B} \frac{R_A}{R_B} = 3 \times \frac{\pi r_B^2}{\pi r_A^2} = \frac{3}{2}$$

با توجه به رابطه تغییر دما و اینکه دو سیم هم جنس اند $(\alpha_A = \alpha_B)$ نسبت تغییرات مقاومت با افزایش دمای یکسان را حساب می‌کنیم:

$$\frac{\Delta R_A}{\Delta R_B} = \frac{R_A \alpha \Delta \theta}{R_B \alpha \Delta \theta} \Rightarrow \frac{\Delta R_A}{\Delta R_B} = \frac{R_A}{R_B} = \frac{3}{2} = 1.5$$

نمای ۷

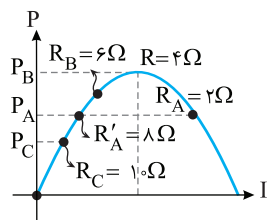
۵ ۱۸۱۵ A

با توجه به قانون اهم، جریان مدار را حساب می‌کنیم:

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow I = \frac{1/5}{100} = 1/5 \times 10^{-2} \text{A} = 15 \text{mA}$$



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 رابطه زیر را داریم:

$$r = \sqrt{R_1 R_2} \Rightarrow 4 = \sqrt{R_A R'_A} \xrightarrow{R_A = 8\Omega} R'_A = 8\Omega$$

$R'_A = 8\Omega$ باید بین دو نقطه R_C و R_B روی نمودار باشد، بنابراین:

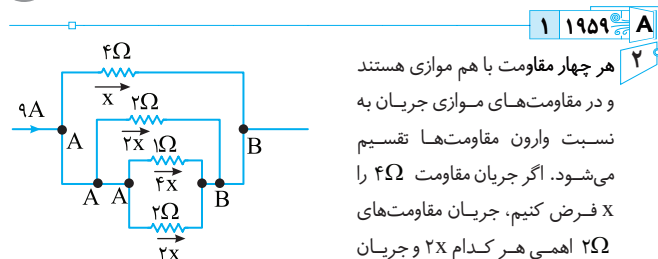
$$P_B > P_{A'} > P_C \xrightarrow{P_{A'} = P_A} P_B > P_A > P_C$$

نمای ۱۲

آزمونک

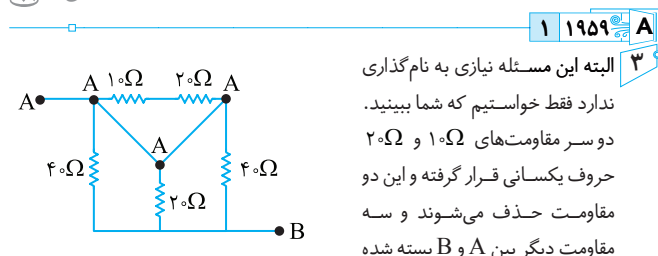
یادآوری ۱ وقتی لامپ روشن است، دمای رشته لامپ بیشتر از حالتی است که لامپ خاموش است. از طرفی با افزایش دمای فلزات، مقاومت الکتریکی آن‌ها افزایش می‌یابد.

در رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ فرض بر این است که مقاومت رشته 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 ($V = 220V$) توان الکتریکی کاهش می‌یابد.

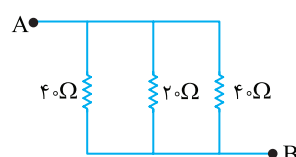


۲ هر چهار مقاومت با هم موازی هستند و در مقاومت‌های موازی جریان به نسبت وارون مقاومت‌ها تقسیم می‌شود. اگر جریان مقاومت 4Ω را x فرض کنیم، جریان مقاومت‌های 2Ω اهمی هر کدام $2x$ و جریان مقاومت 1Ω برابر $4x$ می‌شود. از طرفی مجموع جریان‌ها با جریان ورودی به مدار $I_{\Sigma} = x + 2x + 2x + 4x \Rightarrow 9 = 9x \Rightarrow x = 1A$ برابر است.

بنابراین جریان مقاومت 1Ω برابر $4 \times 1 = 4A$ است.



و با هم موازی‌اند.

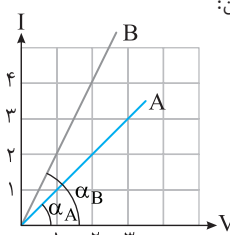


البته شما باید سریع بگویید که 40 و 40 می‌شود 20 سپس 20 و 20 می‌شود 10 و مقاومت معادل 10Ω است.

نمای ۱۵

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow P = \frac{16}{2} = 8W \quad \text{از رابطه} \quad P = \frac{V^2}{R} \quad \text{توان مصرفی مقاومت را حساب می‌کنیم:}$$

نمای ۱۱



۸ شیب نمودار $I-V$ برابر وارون مقاومت است، بنابراین:

$$\frac{R_B}{R_A} = \frac{\tan \alpha_A}{\tan \alpha_B} = \frac{2}{4} \Rightarrow \frac{R_B}{R_A} = \frac{1}{2} \Rightarrow R_A = 2R_B$$

وقتی جریان دو مقاومت یکسان است، برای به دست آوردن توان از رابطه $P = RI^2$ استفاده می‌کنیم، بنابراین بنابر فرض مسئله:

$$\frac{P_A}{P_B} = x \Rightarrow \frac{R_A I^2}{R_B I^2} = x \Rightarrow \frac{2R_B}{R_B} = x \Rightarrow x = 2$$

وقتی ولتاژ مقاومت‌ها برابر است، برای به دست آوردن توان از رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ 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:

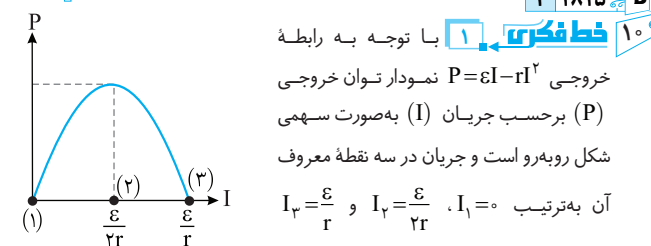
نمای ۱۰

۹ ولتاژ دو سر هر لامپ $220V$ است و توان هر لامپ مشخص است، بنابراین می‌توان به کمک رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ مقاومت هر لامپ را حساب می‌کرد.

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow \begin{cases} P_A = 100W \rightarrow 100 = \frac{220^2}{R_A} \Rightarrow R_A = 484\Omega \\ P_B = 25W \rightarrow 25 = \frac{220^2}{R_B} \Rightarrow R_B = 1936\Omega \end{cases}$$

بنابراین مقاومت لامپ B به اندازه $1936 - 484 = 1452\Omega$ از مقاومت لامپ A بیشتر است.

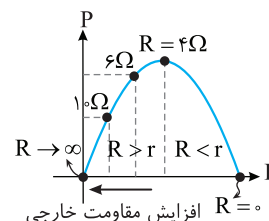
نمای ۱۰



۱۰ **خط فکری ۱** با توجه به رابطه خروجی $P = \mathcal{E}I - rI^2$ نمودار توان خروجی (P) برحسب جریان (I) به صورت سهمی شکل روبه‌رو است و جریان در سه نقطه معروف آن به ترتیب $I_3 = \frac{\mathcal{E}}{r}$ و $I_2 = \frac{\mathcal{E}}{2r}$ ، $I_1 = 0$ است.

با توجه به رابطه جریان در مدار ساده داریم:

$$\begin{aligned} \frac{\mathcal{E}}{R+r} &= 0 \Rightarrow R \rightarrow \infty \\ I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} &\Rightarrow \frac{\mathcal{E}}{R+r} = \frac{\mathcal{E}}{2r} \Rightarrow R=r \Rightarrow R=4\Omega \\ \frac{\mathcal{E}}{R+r} &= \frac{\mathcal{E}}{r} \Rightarrow R=0 \end{aligned}$$



با توجه به مقاومت‌های به دست آمده:

مقاومت‌های $R_C = 10\Omega$ و $R_B = 6\Omega$ و $R = 4\Omega$ چون $R > r$ است، در سمت چپ خط چین

افزایش مقاومت خارجی

۴ ۱۹۵۹ B

۷ یادآوری گرمای تولیدشده بنابر قانون ژول برابر $U = RI^2t$ است.

گرمای تولیدشده در دو حالت یکسان است از این رو می توان نوشت:

$$U_1 = U_2 \Rightarrow R_1 I_1^2 t = R_2 I_2^2 t \xrightarrow{R_1 = 6\Omega, R_2 = 54\Omega} 6 I_1^2 = 54 I_2^2$$

$$\Rightarrow I_1^2 = 9 I_2^2 \Rightarrow I_1 = 3 I_2$$

جریان مدار برابر است با:

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \Rightarrow \begin{cases} I_1 = \frac{\varepsilon}{6+r} \\ I_2 = \frac{\varepsilon}{54+r} \end{cases} \xrightarrow{I_1 = 3 I_2} \frac{\varepsilon}{6+r} = 3 \frac{\varepsilon}{54+r}$$

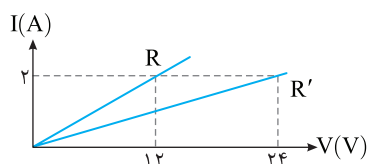
$$\Rightarrow 18 + 3r = 54 + r \Rightarrow 2r = 36 \Rightarrow r = 18\Omega$$

نمای ۱۱

۲ ۱۹۵۹ B

۸ شیب نمودار $I-V$ برابر وارون مقاومت است. ابتدا مقاومت ها را به دست بیاورید.

در مقاومت های موازی جریان با مقاومت نسبت وارون دارد.



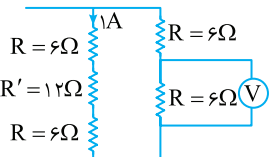
۱ مقاومت R و R' خواهد شد:

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow R = \frac{12}{2} \Rightarrow R = 6\Omega, R' = \frac{24}{2} = 12\Omega$$

۲ مقاومت معادل شاخه سمت چپ برابر $6 + 12 + 6 = 24\Omega$ و مقاومت معادل

سمت راست برابر $6 + 6 = 12\Omega$ است و وقتی از مقاومت 24Ω جریان $1A$ می گذرد.

از مقاومت 12Ω موازی با آن، جریان $2A$ می گذرد.



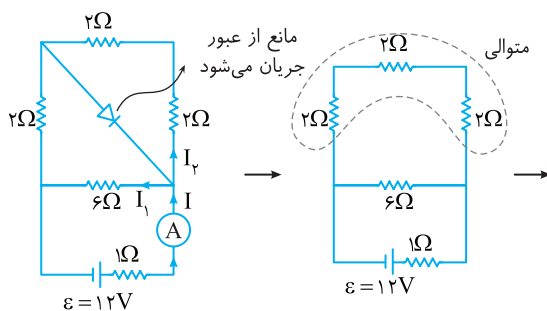
۳ ولتسنج مقدار مقابل را نمایش می دهد. $V = IR \Rightarrow V = 6 \times 2 = 12V$

نمای ۱۶

۳ ۱۹۵۹ B

۹ حالت اول: جریان از قطب مثبت باتری خارج می شود، اما با توجه به جهت دیود،

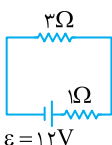
جریانی از شاخه دیود عبور نمی کند، بنابراین مدار به صورت زیر است.



موازی

$\varepsilon = 12V$

$$R_{eq} = \frac{R}{n} = \frac{6}{2} = 3\Omega$$



$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow I = \frac{12}{4} = 3A$$

۲ ۱۹۵۹ B

۴ گزاره (الف): مقاومت سیم در دمای ثابت به ویژگی های ساختمانی مقاومت

($R = \rho \frac{L}{A}$) بستگی دارد و به اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت بستگی ندارد، بنابراین

مقاومت سیم تغییر نمی کند و گزاره (الف) نادرست است.

گزاره (ب): وقتی اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۲۰٪ کاهش می یابد، بنابر قانون اهم،

جریان سیم نیز ۲۰٪ کاهش می یابد.

$$\begin{cases} I_2 = \frac{V_2}{R_2} \\ I_1 = \frac{V_1}{R_1} \end{cases} \xrightarrow{R_2 = R_1} \frac{I_2}{I_1} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{0.8 V_1}{V_1} = 0.8 \Rightarrow I_2 = 0.8 I_1$$

یعنی جریان همان گونه که گفتیم ۲۰٪ کاهش می یابد.

با کاهش ۲۰٪ جریان، بار شارش شده ($\Delta q = \Delta I t$)، ۲۰٪ کاهش می یابد بنابراین

گزاره (ب) درست است.

گزاره (پ): مقاومت ثابت و ولتاژ تغییر کرده بنابراین می توان از رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ استفاده کرد.

$$\begin{cases} P_2 = \frac{V_2^2}{R} \\ P_1 = \frac{V_1^2}{R} \end{cases} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{0.8 V_1}{V_1}\right)^2 = 0.64 \Rightarrow P_2 = 0.64 P_1$$

بنابراین خواهیم داشت: $\Delta P = P_2 - P_1 \Rightarrow \Delta P = 0.64 P_1 - P_1 = -0.36 P_1$

نمای ۱۰

توان ۳۶٪ کاهش یافته است و گزاره (پ) درست است.

۲ ۱۹۵۹ B

۵ مسئله ساده و زیبایی است. ولتسنج ولتاژ دو سر

باتری و البته ولتاژ دو سر مقاومت متغیر را نشان

می دهد، 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 می دهد،

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 می شود.

نمای ۷

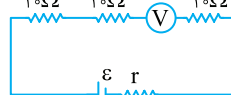
۴ ۱۹۵۹ B

۶ خط فکری مسئله را از آخر حل کنید یعنی از اتصال متوالی ولتسنج به مجموعه،

نیروی محرکه باتری را به دست 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.

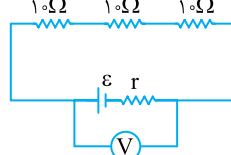
حالت دوم: اگر ولتسنج آرمانی را به صورت



$$V = \varepsilon = 12V$$

می دهد.

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 $10V$ نشان می دهد. سه

مقاومت 10Ω متوالی هستند و مقاومت معادل

$$R_{eq} = 3 \times 10 = 30\Omega$$

آنها برابر است با:

اختلاف پتانسیل دو سر مدار برابر $V = IR_{eq}$ است و از طرفی جریان برابر

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r}$$

$$V = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} R_{eq} \xrightarrow{\substack{V=10V \\ \varepsilon=12V}} 10 = \frac{12}{30+r} \times 30 \Rightarrow r = 6\Omega$$

نمای ۲۱



$$\frac{P_A}{P_B} = \frac{R_A}{R_B} \quad R = \rho \frac{L}{A}$$

$$\rho_A = \rho_B, L_A = L_B$$

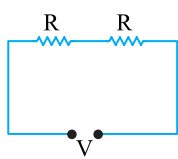
$$\frac{P_A}{P_B} = \frac{\rho \frac{L}{A_A}}{\rho \frac{L}{A_B}} \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = \frac{A_B}{A_A}$$

$$\frac{A_B = 1 \text{ mm}^2}{A_A = 4 \text{ mm}^2} \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = \frac{1}{4}$$

خط فکری ۲۰۲۸

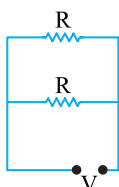
در دو حالت ولتاژ یکسان است. بنابراین برای مقایسه توان‌ها باید به سراغ

رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ بروید. البته اول باید مقاومت معادل در هر حالت را به دست بیاورید.



حالت اول: هنگامی که دو مقاومت به صورت متوالی به یک منبع وصل می‌شوند، مقاومت معادل این دو $R_{eq} = R + R = 2R$ می‌شود و توان

$$P_{کل} = \frac{V^2}{R_{eq}} = \frac{V^2}{2R} \quad (۱)$$



حالت دوم: اگر مقاومت‌ها را موازی وصل کنیم، مقاومت معادل برابر $\frac{1}{R'_{eq}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R} \Rightarrow R'_{eq} = \frac{R}{2}$ شده و توان مصرفی

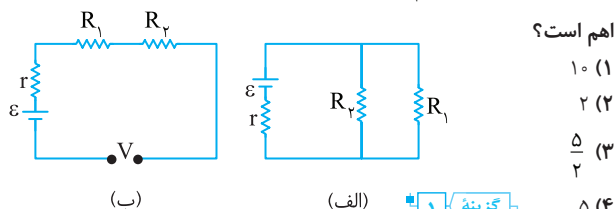
$$P'_{کل} = \frac{V^2}{R'_{eq}} = \frac{V^2}{\frac{R}{2}} = 2 \frac{V^2}{R} \quad (۲)$$

از دو رابطه (۱) و (۲) نتیجه می‌شود. $\frac{P'_{کل}}{P_{کل}} = \frac{2 \frac{V^2}{R}}{\frac{V^2}{2R}} \Rightarrow \frac{P'_{کل}}{P_{کل}} = 4 \Rightarrow P'_{کل} = 16 \text{ W}$

نمای ۲۳

بازی با سوال مقاومت‌های R_1 و R_2 هر کدام ۱۰ اهم هستند. اگر

توان مصرفی در مقاومت R_1 در دو مدار برابر باشد، مقاومت درونی باتری چند



- اهم است؟
- ۱۰ (۱)
 - ۲ (۲)
 - ۵ (۳)
 - ۵ (۴)

گزینه ۱

۲۰۲۸

مقاومت‌های 2Ω و 3Ω با هم موازی هستند و در مقاومت‌های موازی اختلاف پتانسیل‌ها برابر است. بنابراین می‌توان جریان مقاومت $R_1 = 2\Omega$ را به دست آورد.

$$V_r = V_1 \Rightarrow I_r R_r = I_1 R_1 \Rightarrow 4 \times 3 = I_1 \times 2 \Rightarrow I_1 = 6 \text{ A}$$

(در واقع همان نکته‌ای که می‌گفتیم جریان در مقاومت‌های موازی به نسبت عکس مقدار مقاومت تقسیم می‌شود.)

جریان مدار برابر مجموع جریان دو شاخه موازی است.

$$I = I_1 + I_r \Rightarrow I = 6 + 4 \Rightarrow I = 10 \text{ A}$$

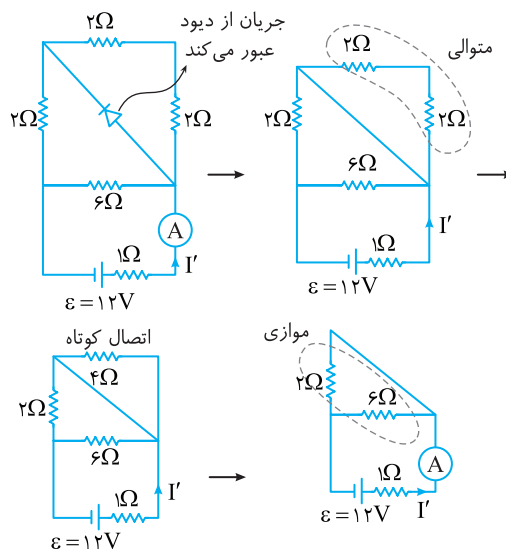
مقاومت معادل مدار برابر است با:

$$(R_1 \text{ و } R_2 \text{ موازی}): R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{3 \times 2}{3 + 2} = 1.2 \Omega$$

اکنون مقاومت درونی به کمک رابطه جریان قابل محاسبه است.

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow 10 = \frac{20}{1.2 + r} \Rightarrow r = 0.8 \Omega$$

حالت دوم: جریان از قطب مثبت باتری خارج می‌شود و با توجه به جهت قرارگیری دیود، جریان از دیود عبور می‌کند و سبب می‌گردد مدار به صورت زیر در آید.



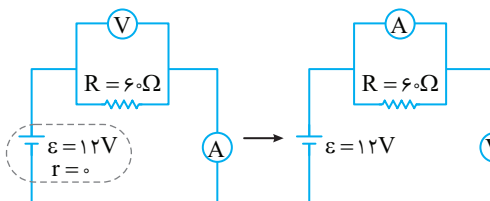
$$R'_{eq} = \frac{2 \times 6}{2 + 6} = 1.5 \Omega, \quad I' = \frac{\varepsilon}{R'_{eq} + r} = \frac{12}{1.5 + 1} \Rightarrow I' = 4.8 \text{ A}$$

بنابراین جریان آمپرسنج به اندازه $4.8 - 3 = 1.8 \text{ A}$ تغییر می‌کند.

نمای ۱۹

۱۹۵۹

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 محرکه باتری یعنی 12 V را نشان می‌دهد.

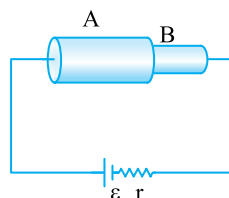
نمای ۲۱

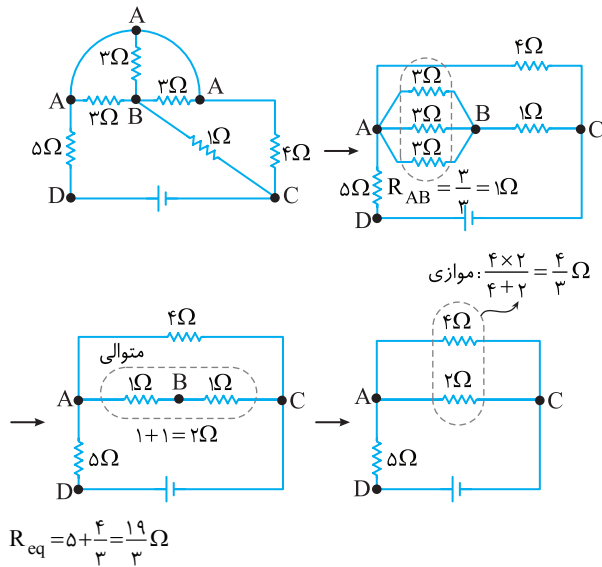
آزمونک

۲۰۲۸

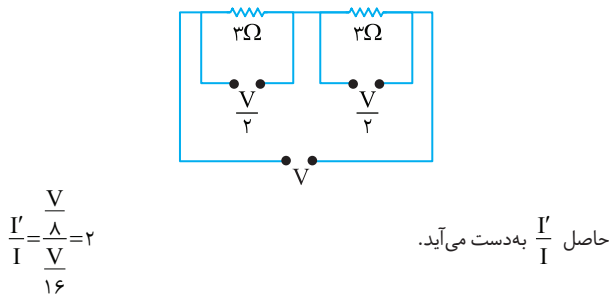
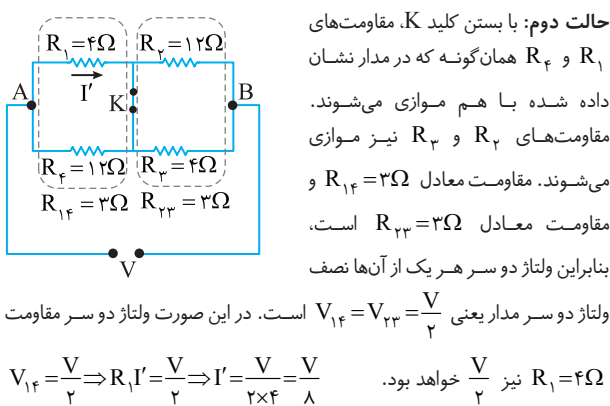
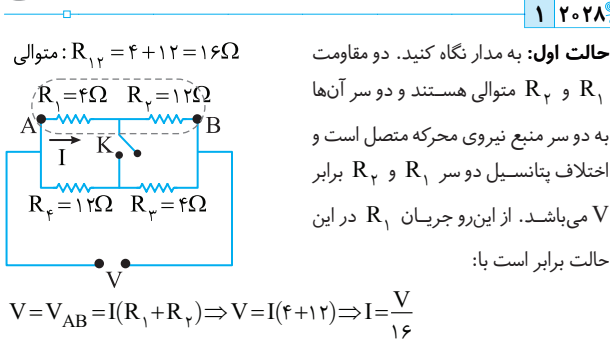
یادآوری در مقاومت‌های متوالی، جریان‌ها یکسان است، بنابراین با توجه به رابطه $P = RI^2$

توان با مقاومت نسبت مستقیم دارد. با توجه به رابطه ساختمانی مقاومت می‌توان نوشت:

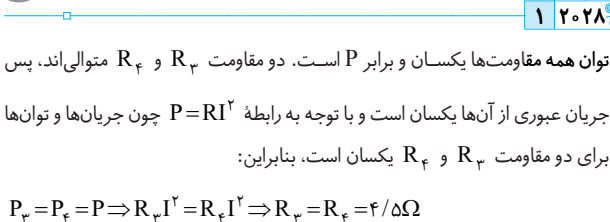




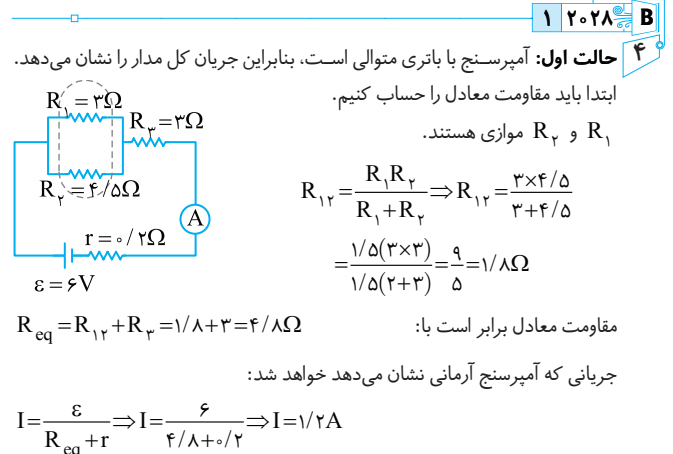
نمای ۱۵



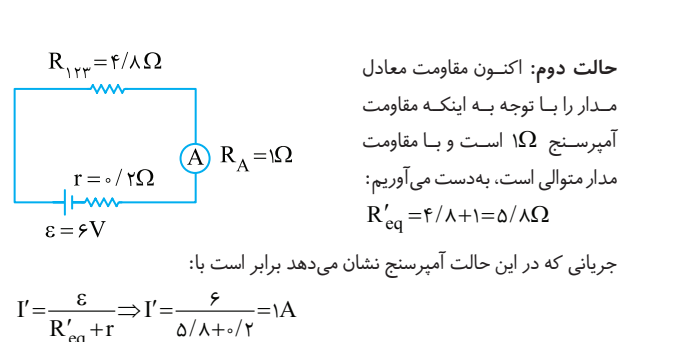
نمای ۱۷



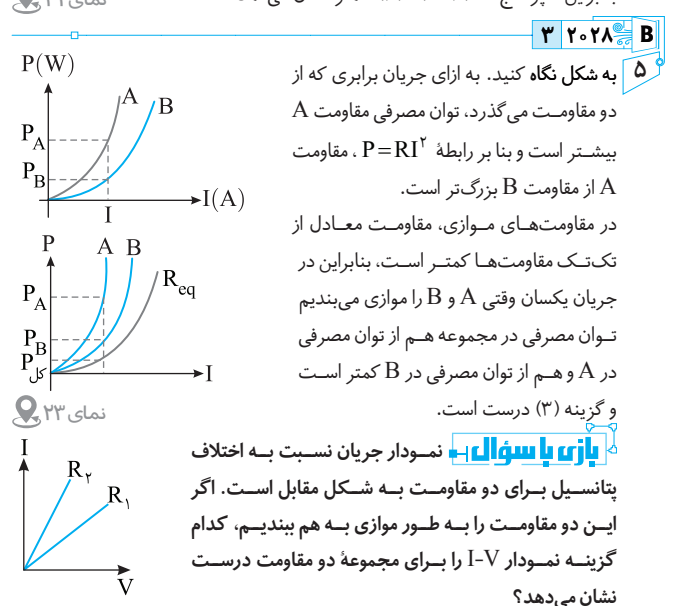
نمای ۱۸



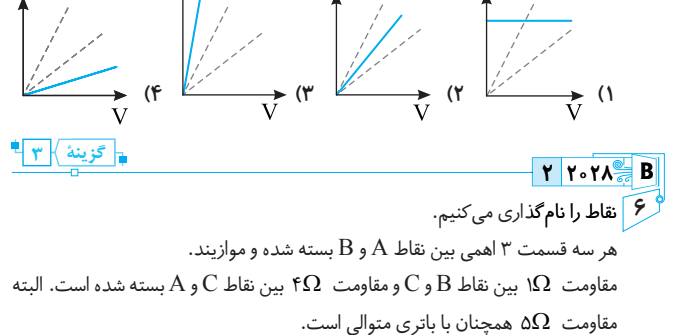
نمای ۲۱



نمای ۲۳

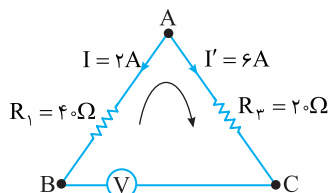


نمای ۲۴

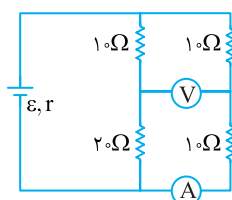




مقاومت‌های $R_{۱۲}$ و $R_{۳۴}$ با هم موازی هستند و جریان به نسبت وارون مقاومت‌ها تقسیم می‌شود. مقاومت $R_{۳۴} = ۳۰\Omega$ ، $\frac{1}{۳}$ مقاومت $R_{۱۲} = ۹۰\Omega$ است، بنابراین جریان آن برابر جریان $R_{۱۲}$ است. $I' = ۳I \xrightarrow{I=۲A} I' = ۳ \times ۲ = ۶A$



نمای ۲۱



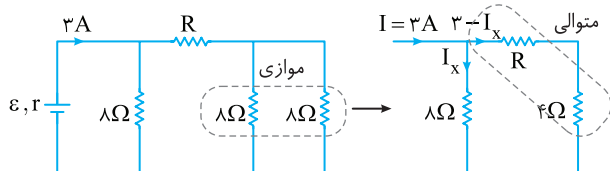
بازی با سوال در مدار روبه‌رو اگر ولت‌سنج آرمانی $۱۰V$ را نشان دهد، آمپرسنج چند آمپر را نشان خواهد داد؟

- ۱ (۱)
- ۲ (۲)
- ۳ (۳)
- ۴ (۴)

گزینه ۳

۴۲۰۲۸ C

دو مقاومت ۸Ω نشان داده شده موازی هستند:

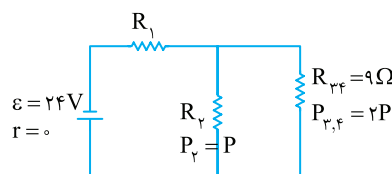


اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۸Ω و دو سر دو مقاومت‌های متوالی R و ۴Ω یکسان است. $V_{8\Omega} = V_{R+4} \xrightarrow{V=IR} 8I_x = V_R + V_{4\Omega}$

بنابراین جریان عبوری از مقاومت R برابر $۳-۲=۱A$ است و مقاومت R خواهد شد: $\begin{cases} I=1A \\ V=12V \end{cases} \Rightarrow R = \frac{V}{I} = \frac{12}{1} = 12\Omega$

دو مقاومت $R_۳$ و $R_۴$ ، $۴/۵ + ۴/۵ = ۹\Omega$ معادل آن‌ها برابر $R_{۳۴} = ۹\Omega$ است. $P+P=۲P$ با مقاومت $R_{۳۴}$ موازی بوده و توان مصرفی مقاومت $R_۲(P_۲)$ نیز برابر P است.

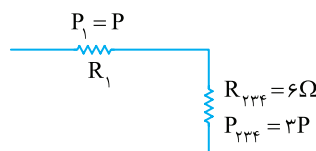
$$\Rightarrow P_{۳۴} = 2P = 2P_۲ \Rightarrow \frac{V_{۳۴}^2}{R_{۳۴}} = 2 \frac{V_۲^2}{R} \\ \xrightarrow{V_{۳۴}=V_۲=V} \frac{V^2}{R_{۳۴}} = 2 \frac{V^2}{R} \Rightarrow R_۲ = 2R_{۳۴} = 18\Omega$$



مقاومت معادل $R_{۳۴}$ و $R_۲$ برابر است با:

$$\frac{1}{R_{۳۴}} = \frac{1}{18} + \frac{1}{9} \Rightarrow \frac{1}{R_{۳۴}} = \frac{3}{18} \Rightarrow R_{۳۴} = 6\Omega$$

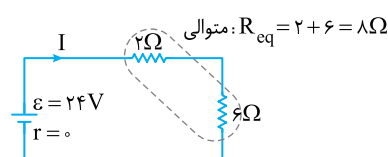
توان مصرفی مقاومت $R_{۳۴}$ برابر $P+2P=3P$ و توان مصرفی مقاومت $(P_۱)R_۱$ برابر P است و این دو مقاومت با هم متوالی‌اند:



$$P_{۳۴} = 3P = 3P_۱ \Rightarrow R_{۳۴} I_{۳۴}^2 = 3 R_۱ I_۱^2 \xrightarrow{I_1=I_{۳۴}} R_{۳۴} = 3 R_۱ \\ \Rightarrow 6 = 3 R_۱ \Rightarrow R_۱ = 2\Omega$$

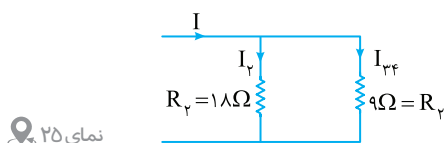
بنابراین مدار به صورت زیر است، حال مقاومت معادل و جریان خروجی از باتری را به دست می‌آوریم.

$$I = \frac{\epsilon}{R_{eq} + r} \xrightarrow{R_{eq}=2+6=8\Omega} I = \frac{24}{8} = 3A$$



جریان در مقاومت‌های موازی به نسبت عکس مقدار مقاومت‌ها تقسیم می‌شود:

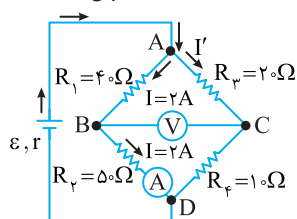
$$\frac{I_{۳۴}}{I_۲} = \frac{R_۲}{R_{۳۴}} = \frac{18}{9} \Rightarrow I_{۳۴} = 2I_۲, \quad I = I_{۳۴} + I_۲ \Rightarrow 3 = 2I_۲ + I_۲ \Rightarrow I_۲ = 1A$$



نمای ۲۵

۴۲۰۲۸ C

از ولت‌سنج آرمانی جریانی نمی‌گذرد. مقاومت‌های ۴۰Ω و ۵۰Ω متوالی هستند.



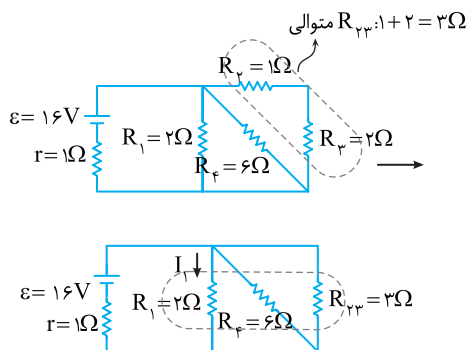
$R_{۱۲} = R_۱ + R_۲ = ۹۰\Omega$ و $R_۳ = ۲۰\Omega$ مقاومت‌های موازی متوالی هستند. $R_{۳۴} = ۱۰ + ۲۰ = ۳۰\Omega$

حداکثر ولتاژ دو سر لامپ $10V$ است، بنابراین حداقل ولتاژ دو سر مقاومت متغیر R باید $16V - 10 = 6V$ باشد تا لامپ نسوزد. در این صورت حداقل توان مصرفی در مقاومت R خواهد شد:

$$P = VI \Rightarrow P = 16 \times 4 \Rightarrow P = 64W$$

نمای ۲۶

باید توان مصرفی در مقاومت R_1 را به دست بیاوریم. بنابراین باید جریان عبوری از R_1 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. ابتدا مقاومت معادل را به دست می آوریم.



مقاومت معادل برابر است با:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{2} + \frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{3+1+2}{6} \Rightarrow R_{eq} = 1\Omega$$

جریان کل مدار را حساب می کنیم.

$$I = \frac{\epsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow I = \frac{16}{1+1} \Rightarrow I = 8A$$

با جریان $8A$ مدتی که باتری کار می کند برابر است با:

$$Q = It \Rightarrow 120 = 8t \Rightarrow t = 15h$$

مقاومت معادل R_{23} و R_f برابر $2 = \frac{6 \times 3}{6+3}$ اهم است، پس جریان $8A$ به

دو قسمت مساوی تقسیم می شود و از مقاومت های $R_1 = 2\Omega$ و $R_{23} = 2\Omega$ می گذرد. یعنی جریان مقاومت R_1 برابر $4A$ است.

بنابراین توان مصرفی در مقاومت R_1 در مدت $15h$ خواهد شد:

$$P = RI^2 \Rightarrow P_1 = 2 \times (4)^2 = 32W$$

انرژی مصرفی در R_1 را به دست می آوریم.

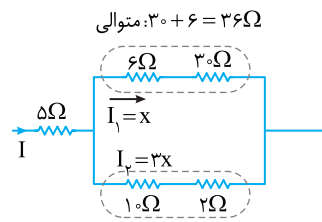
$$U = Pt \Rightarrow U = \frac{32}{1000} \times 15 \Rightarrow U = 0.48kWh$$

نمای ۲۳

ابتدا با نامگذاری شکل ساده تری از مدار را رسم می کنیم، مقاومت معادل را به دست می آوریم و جریان را در شاخه ها تقسیم می کنیم:

آزمونک

۱ ۲۰۶۴ B



مقاومت شاخه بالایی 36Ω و مقاومت شاخه پایینی 12Ω است و در مقاومت های موازی جریان با مقاومت نسبت وارون دارد و اگر جریان شاخه بالایی x باشد، جریان شاخه پایینی $3x$ است. از طرفی مجموع این دو جریان برابر جریان I خواهد بود از این رو:

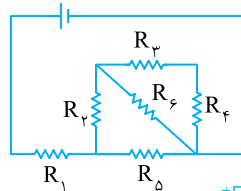
$$I = I_1 + I_2 \Rightarrow I = x + 3x \Rightarrow I = 4x$$

توان مقاومت های 5Ω و 10Ω را به دست می آوریم.

$$P = RI^2 \Rightarrow \begin{cases} R=10\Omega \rightarrow P_{10\Omega} = 10(3x)^2 \Rightarrow \frac{P_{10\Omega}}{P_{5\Omega}} = \frac{9}{8} \\ R=5\Omega \rightarrow P_{5\Omega} = 5(4x)^2 \end{cases}$$

نمای ۲۳

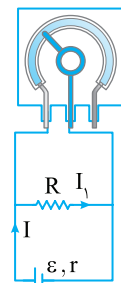
بازی با سوال در شکل زیر همه مقاومت ها یکسان هستند، توان مصرفی در مقاومت R_6 چند برابر توان مصرفی در مقاومت R_1 است؟



$$\begin{matrix} \frac{1}{8} & (2) & \frac{1}{16} \\ \frac{2}{7} & (4) & \frac{3}{5} \end{matrix}$$

گزینه ۱

۲ ۲۰۶۴ B



با حرکت ساعتگرد لغزنده پتانسیومتر، مقاومت پتانسیومتر افزایش می یابد و این یعنی مقاومت معادل مدار هم افزایش می یابد. ($R_{eq} \uparrow$)

با افزایش مقاومت معادل مدار، جریان کل مدار (I) کاهش می یابد. ($I = \frac{\epsilon}{R_{eq} + r}$)

با کاهش جریان مدار ولتاژ دو سر باتری افزایش می یابد. ($\uparrow V = \epsilon - Ir$)

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 می رود و با توجه به رابطه $V = RI$ جریان I_1 زیاد می شود. ($\uparrow I_1 = \frac{V \uparrow}{R_{\text{ثابت}}}$)

نمای ۲۷

۳ ۲۰۶۴ C

ولتاژ دو سر باتری، حاصل جمع ولتاژ دو سر لامپ و دو سر رثوستا است. ($V_{\text{رثوستا}} + V_{\text{لامپ}} = V_{\text{باتری}}$). حداکثر ولتاژ دو سر لامپ که لامپ نسوزد و با توان $40W$ روشن بماند، $10V$ است، بنابراین حداقل ولتاژ رثوستا خواهد شد:

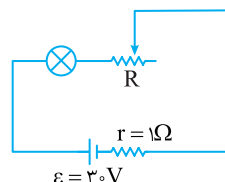
$$V_{\text{رثوستا}} = V_{\text{لامپ}} - V_{\text{باتری}} = 10 - 10 = 0V$$

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 رثوستا) را به دست آورید.

بیشینه جریان قابل تحمل لامپ را حساب می کنیم. $P = VI \Rightarrow 40 = 10I \Rightarrow I = 4A$

اگر جریان مدار از $4A$ بیشتر شود، لامپ می سوزد. در این حالت اختلاف پتانسیل دو سر باتری برابر است با:

$$V_{\text{باتری}} = \epsilon - Ir \Rightarrow V = 30 - 4 \times 1 \Rightarrow V = 26V$$





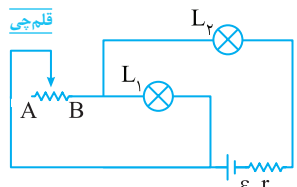
می‌توان ثابت کرد که هر گاه یک مقاومت در مدار افزایش یابد، ولتاژ

دو سر آن افزایش می‌یابد اما جریان عبوری آن کاهش می‌یابد، بنابراین آمپرسنج عدد کمتری را نمایش می‌دهد.

نمای ۲۷

بازی با سوال در مدار شکل زیر، چنانچه لغزنده رُئوستا به سمت نقطه

A حرکت کند، نور لامپ‌های L_1 و L_2 به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر



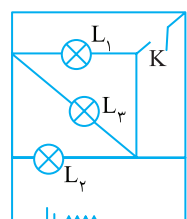
قلم‌چی

می‌کند؟

- (۱) افزایش، افزایش
- (۲) کاهش، افزایش
- (۳) افزایش، کاهش
- (۴) کاهش، کاهش

گزینه ۳

۴ ۲۰۶۴ A



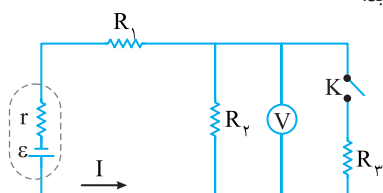
در هر دو حالت (کلید باز و کلید بسته) تمام لامپ‌ها اتصال کوتاه هستند و در واقع همه لامپ‌ها خاموش هستند و قطع و وصل کلید K تغییری در مدار ایجاد نمی‌کند.

نمای ۲۷

۴ ۲۰۶۴ C

با بستن کلید K مقاومت R_3 با مقاومت R_2 موازی می‌شوند و مقاومت معادل

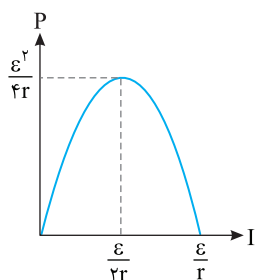
مدار کاهش می‌یابد.



با کاهش مقاومت معادل مدار، جریان مدار افزایش می‌یابد.

مقاومت R_1 با باتری متوالی است و جریان مدار از آن می‌گذرد، بنابراین با

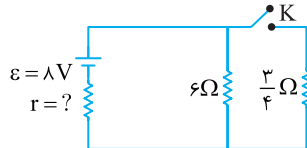
افزایش جریان مدار، توان مصرفی در مقاومت R_1 افزایش می‌یابد.



اما درباره توان خروجی باتری نمی‌توان اظهار نظر کرد، زیرا با توجه به رابطه توان خروجی برحسب جریان، توان تابع درجه ۲ از جریان است ($P = -rI^2 + \epsilon I$) و نمودار آن به صورت سهمی روبه‌رو است و تغییر جریان از ۰ تا $\frac{\epsilon}{2r}$ باعث افزایش توان و از $\frac{\epsilon}{2r}$ تا $\frac{\epsilon}{r}$ باعث کاهش توان می‌شود.

نمای ۲۸

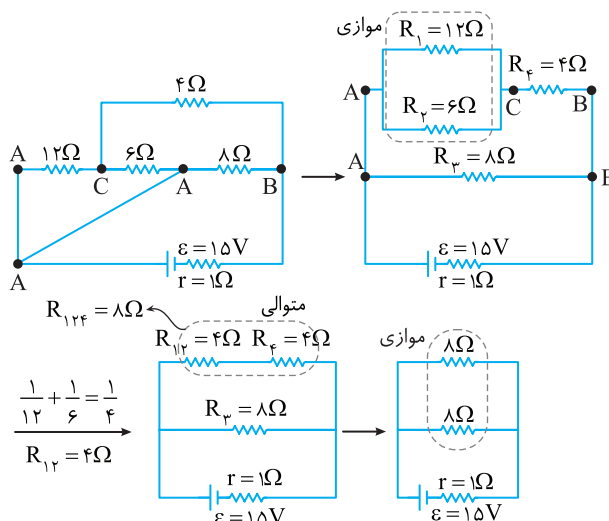
۴ ۲۰۶۴ C



$$I = \frac{\Lambda}{\epsilon + r}, \quad P = R_{eq} I^2 \Rightarrow P = \epsilon \times \left(\frac{\Lambda}{\epsilon + r} \right)^2$$

وجود دارد.

وقتی کلید بسته است مقاومت معادل خواهد شد:



$$\Rightarrow R_{eq} = \frac{8 \times 8}{8 + 8} = 4 \Omega$$

اکنون با داشتن مقاومت معادل جریان را حساب می‌کنیم: $I_{AB} = \frac{\epsilon}{R_{eq} + r} = \frac{1.5}{4 + 1} = 0.3 A$

چون دو مقاومت 8Ω باهم موازی بسته شده‌اند، جریان کل مدار بین این دو مقاومت

تقسیم می‌شود و از هر مقاومت جریان $\frac{3}{2} = 1.5 A$ می‌گذرد.

چون در شاخه بالایی مقاومت R_4 با مقاومت R_{12} متوالی بسته شده است، پس جریان عبوری از R_4 نیز $1.5 A$ است و انرژی مصرفی در مقاومت

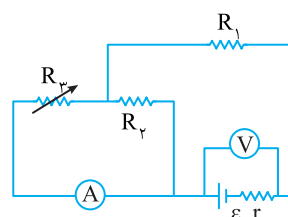
$$U = Pt = R I^2 t = 4 \times \left(\frac{3}{2} \right)^2 \times 2 = 4 \times \frac{9}{4} \times 2 = 18 J$$

نمای ۲۳

۴ ۲۰۶۴ B

با افزایش مقاومت R_3 ، مقاومت معادل مدار افزایش می‌یابد. ($R_{eq} \uparrow$)

با افزایش مقاومت معادل، جریان مدار کاهش می‌یابد. ($I = \frac{\epsilon}{R_{eq} + r} \downarrow$)



با کاهش جریان، ولتاژ دو سر باتری افزایش می‌یابد ($\uparrow V_{\text{باتری}} = \epsilon - I r$) و

ولت‌سنج عدد بزرگ‌تری را نشان می‌دهد.

از مقاومت R_1 جریان کل می‌گذرد و با کاهش جریان مدار ولتاژ دو سر مقاومت

R_1 نیز کاهش می‌یابد. ($\downarrow V_1 = I \downarrow R_1$)

مقاومت‌های R_3 و R_2 موازی هستند و ولتاژ دو سر آن‌ها برابر است با:

$$V_{23} = V_{\text{باتری}} - V_1$$

که با کاهش V_1 و افزایش V_{23} ، V_{23} افزایش می‌یابد.

ولتاژ دو سر مقاومت R_2 زیاد شده، یعنی جریان I_2 افزایش یافته است.

جریان کل مدار کاهش و جریان I_2 افزایش یافته است، از این‌رو جریان R_3 کم

شده است و آمپرسنج عدد کمتری را نمایش می‌دهد.

$$R_{eq} = \frac{6 \times \frac{3}{4}}{6 + \frac{3}{4}} = \frac{18}{27} = \frac{2}{3} \Omega, \quad I' = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow I' = \frac{8}{\frac{2}{3} + r} = \frac{24}{2 + 3r}$$

$$P' = R_{eq} I'^2 \Rightarrow P' = \frac{2}{3} \times \left(\frac{24}{2 + 3r} \right)^2$$

با توجه به فرض مسأله:

$$P = P' \Rightarrow 6 \times \left(\frac{8}{6 + r} \right)^2 = \frac{2}{3} \times \left(\frac{24}{2 + 3r} \right)^2 \Rightarrow 3 \times \frac{8}{6 + r} = \frac{24}{2 + 3r}$$

$$\Rightarrow 6 + r = 2 + 3r \Rightarrow 4 = 2r \Rightarrow r = 2 \Omega$$

می‌توانیم هرگاه توان خروجی باتری برای مقاومت‌های خارجی R_1 و R_2 برابر

$$r = \sqrt{R_1 R_2}$$

شود آن‌گاه خواهیم داشت:

$$R_2 = \frac{2}{3} \Omega \text{ در حالت دوم مقاومت معادل } R_1 = 6 \Omega \text{ و در حالت اول مقاومت معادل}$$

$$r = \sqrt{6 \times \frac{2}{3}} \Rightarrow r = 2 \Omega$$

است بنابراین:

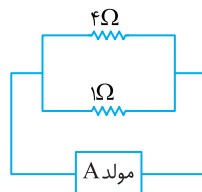
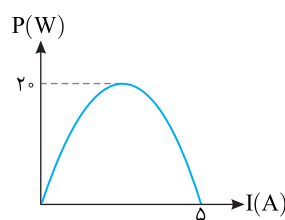
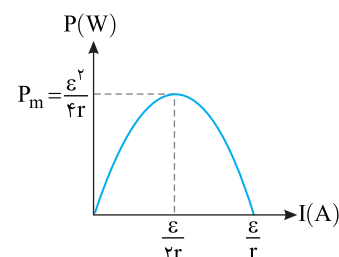
نمای ۲۴

۴ ۲۰۶۴ B

ابتدا به کمک نمودار باید نیروی محرکه و مقاومت درونی باتری را به‌دست بیاورید. سپس با داشتن ε و I 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:

$$\left(\frac{\varepsilon}{r} = 5, \frac{\varepsilon^2}{4r} = 20 \right)$$

دو رابطه را برهم تقسیم می‌کنیم:

$$\frac{\varepsilon^2}{4r} = 20 \Rightarrow \frac{\varepsilon}{4} = 5 \Rightarrow \varepsilon = 16V$$

۲ مقاومت درونی خواهد شد:

$$\frac{\varepsilon}{r} = 5 \Rightarrow \frac{16}{r} = 5 \Rightarrow r = 3.2 \Omega$$

۳ مقاومت‌های 4Ω و 1Ω

$$R_{eq} = \frac{4 \times 1}{4 + 1} = 0.8 \Omega$$

موازی هستند و مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \Rightarrow I = \frac{16}{0.8 + 3.2} \Rightarrow I = 4A$$

۴ جریان مدار خواهد شد:

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 ۲۴

آزمونک



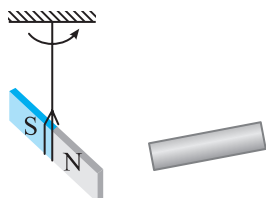
از کتاب درسی

۲۱۵۴/۱

در چه تعداد از گزاره‌های زیر فعل «است» جمله را به درستی کامل می‌کند؟

الف) سوی خطوط میدان مغناطیسی در خارج آهنربا از قطب N به قطب S / ب) خاصیت مغناطیسی در وسط آهنربای میله‌ای بیشتر / پ) جهت میدان مغناطیسی زمین در طول زمان همواره ثابت /

- ۱) صفر (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳



۲۱۵۴/۲

یک آهنربا را مانند شکل به وسیله نخ آویزان می‌کنیم. با نزدیک شدن یک میله به این آهنربا، آهنربا در

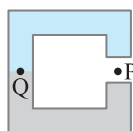
جهت نشان داده شده می‌چرخد، کدام گزینه می‌تواند درست باشد؟

۱) میله آهنرباست و قطب S آن را به آهنربای آویزان نزدیک کرده‌ایم.

۲) میله آهنرباست و قطب N آن را به آهنربای آویزان نزدیک کرده‌ایم.

۳) میله آهنربا نیست ولی از جنس آهن است.

۴) گزینه‌های (۱) و (۳) می‌توانند درست باشند.



شکل روبه‌رو یک آهنربای C شکل را نشان می‌دهد. میدان مغناطیسی در نقطه‌های P و Q با هم زاویه چند درجه

از کتاب درسی

۲۱۵۴/۳

می‌سازند؟

- ۱) صفر (۲) ۹۰ (۳) ۱۸۰ (۴) به نوع قطب‌های آهنربا بستگی دارد.



۲۱۵۴/۴

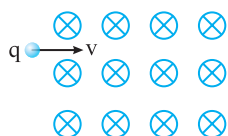
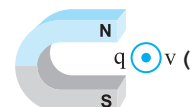
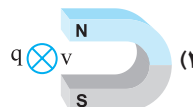
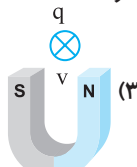
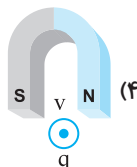
یک آهنربای میله‌ای روی سطح افقی قرار دارد و یک قطب‌نما مطابق شکل، مقابل آن قرار داده‌ایم. اگر آهنربا حول

محور O یک دور پادساعتگرد بچرخد، عقربه قطب‌نما چند درجه و در چه سویی می‌چرخد؟

- ۱) ۷۲۰°، پادساعتگرد (۲) ۳۶۰°، پادساعتگرد (۳) ۷۲۰°، ساعتگرد (۴) ۳۶۰°، ساعتگرد

۲۱۵۴/۵

در کدام گزینه نیروی مغناطیسی وارد بر بار متحرک +q رو به بالا (بالاسو) است؟



۲۱۵۴/۶

مطابق شکل روبه‌رو ذره‌ای به جرم $m = 10 \text{ mg}$ با بار $q = 10^{-6} \text{ C}$ با تندی $v = 20 \text{ m/s}$ وارد میدانمغناطیسی درونسوی یکنواخت $B = 500 \text{ G}$ می‌شود. شتاب حرکت ذره چند m/s^2 است و ذره پس از چند

متر جابه‌جایی متوقف می‌شود؟ (از اثر گرانش صرف نظر شود.)

- ۱) ۰/۱ (۲) ۲۰۰ (۳) ۰/۱ (۴) ذره متوقف نمی‌شود.

۲۱۵۴/۷

ذره‌ای با بار الکتریکی $5 \mu\text{C}$ و جرم 5 mg با سرعت $\vec{v} = \alpha \vec{i}$ ، وارد میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B} = 3\vec{i} + 4\vec{j}$ می‌شود و تحت تأثیر میدانمغناطیسی در جهت نیروی مغناطیسی شتاب $8 \times 10^5 \text{ m/s}^2$ می‌گیرد. α برابر کدام گزینه است؟ (یکاهای SI)

- ۱) 2×10^5 (۲) 2×10^4 (۳) 4×10^5 (۴) 4×10^4

۲۱۵۴/۸

ذره‌ای بارداری به جرم 1 g و بار 400 nC با تندی افقی $5 \times 10^5 \text{ m/s}$ به سوی غرب وارد یک میدان مغناطیسی یکنواخت شده و درون میدانبدون انحراف به مسیرش ادامه می‌دهد. بزرگی میدان مغناطیسی برحسب گaus (گوس) $(g = 10 \text{ N/kg})$ باشد؟

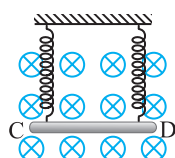
- ۱) ۵۰۰ (۲) ۴۵۰ (۳) ۵۵۰ (۴) ۶۰۰

۲۱۵۴/۹

سیم حامل جریان 10 A به سطح مقطع 2 cm^2 و چگالی 8 g/cm^3 عمود بر یک میدان مغناطیسی به بزرگی 400 G قرار گرفته است. نیرویوزن وارد بر سیم چند برابر نیروی مغناطیسی وارد بر آن است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)

- ۱) ۴۰ (۲) $\frac{1}{40}$ (۳) ۲۰ (۴) $\frac{1}{20}$

۲۱۵۴/۱۰

مطابق شکل روبه‌رو، میله CD به جرم 160 گرم و طول 80 سانتی‌متر به دو فنر مشابه آویخته شده و در یک

میدان مغناطیسی یکنواخت که اندازه آن 4° تسلا است، به صورت افقی قرار دارد. از میله جریان چند آمپر و در چه جهتی عبور کند تا از طرف میله بر فنرها نیرویی وارد نشود؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

خارج تجربی - ۹۸

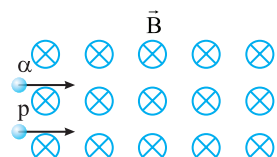
- ۱) ۵ از C به طرف D ۲) ۵ از D به طرف C ۳) ۲ از C به طرف D ۴) ۲ از D به طرف C

آزمونک

یک پروتون و یک ذره آلفا (هسته هلیوم) که دارای انرژی جنبشی یکسان هستند، وارد یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی B می‌شوند. چه تعداد از

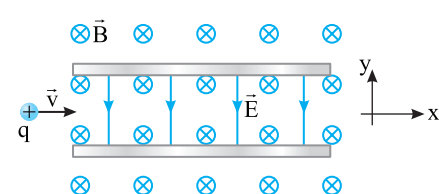
۲۱۹۹ ۱۱

گزاره‌های زیر در مورد حرکت این دو ذره درست است؟ (جرم ذره α ، چهار برابر جرم پروتون و بار آن دو برابر بار پروتون است.)
الف) هنگام خروج دو ذره از میدان تندی ذره α ، نصف تندی پروتون است. / ب) نیروی الکترومغناطیسی وارد بر پروتون، دو برابر نیروی الکترومغناطیسی وارد بر ذره α است. / پ) انحراف ذره α درون میدان نسبت به پروتون بیشتر است.

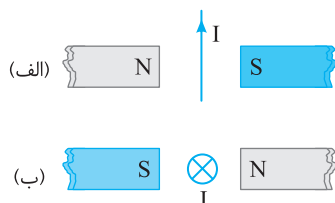


- ۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

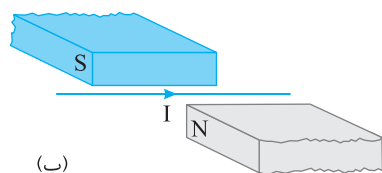
مطابق شکل، ذره‌ای با بار $+4\mu\text{C}$ وارد فضایی می‌شود که در آن میدان‌های یکنواخت الکتریکی $\vec{E}$ و مغناطیسی $\vec{B}$ وجود دارند و بدون انحراف از آن خارج می‌شود. اگر به جای بار $+4\mu\text{C}$ بار $-4\mu\text{C}$ با همان سرعت از سمت چپ وارد این فضا شود، این بار
از کتاب درسی



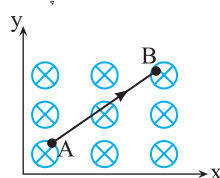
- ۱) به سمت بالا منحرف می‌شود.
۲) به سمت پایین منحرف می‌شود.
۳) متوقف می‌شود.
۴) بدون انحراف عبور می‌کند.



جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سیم در شکل‌های (الف)، (ب) و (پ) به ترتیب از راست به چپ کدام است؟
از کتاب درسی

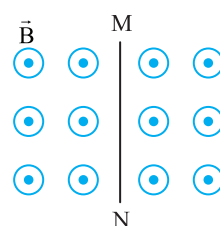


- ۱) بالاسو، درونسو، رو به پایین
۲) درونسو، بالاسو، رو به بالا
۳) درونسو، بالاسو، رو به پایین
۴) بالاسو، درونسو، رو به بالا



مطابق شکل مقابل، سیمی حامل جریان 4 A در میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی 4 T قرار دارد. اگر مختصات نقطه A ابتدای سیم در SI برابر $\vec{r}_A = 4\vec{i} + 5\vec{j}$ و مختصات نقطه B انتهای سیم در SI برابر $\vec{r}_B = 7\vec{i} + 9\vec{j}$ باشد، نیروی مغناطیسی وارد بر سیم چند نیوتون است؟
آزمون مدارس برتر

- ۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۵ ۴) ۸



در شکل روبه‌رو به سیم بلند حامل جریان MN از طرف میدان مغناطیسی برونسو، نیرویی به سمت راست وارد می‌شود. میدان مغناطیسی حاصل از عبور جریان از سیم MN در اطراف آن چگونه است؟
از کتاب درسی



۲۱۹۹ ۱۵



در شکل روبه‌رو اگر سیم حامل جریان I ، 30° ساعتگرد حول نقطه O بچرخد، میدان مغناطیسی در نقطه M

۲۱۹۹ ۱۶

چگونه تغییر می‌کند؟



(۱) افزایش می‌یابد.

(۳) تغییر نمی‌کند.

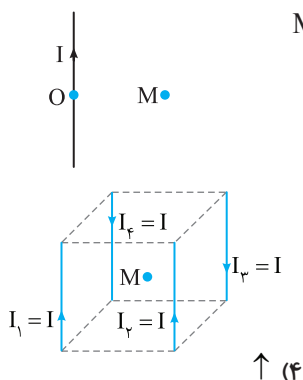
(۲) کاهش می‌یابد.

(۴) اظهار نظر قطعی نمی‌توان کرد.

شکل روبه‌رو، سیم‌های بلند و موازی را نشان می‌دهد که به فاصله یکسان از هم قرار گرفته و جریان با جهت و اندازه مشخص شده از آن‌ها می‌گذرد. جهت میدان مغناطیسی در مرکز این چهار سیم به کدام سمت است؟

۲۱۹۹ ۱۷

خارج ریاضی - ۹۲



(۴) ↑

(۳) ↓

(۲) ←

(۱) →

در شکل روبه‌رو چهار سیم موازی و طویل عمود بر صفحه کاغذ نشان داده شده است. اگر نیروی خالص وارد بر سیم I_1 صفر باشد، جهت جریان I_1 و I' به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

۲۱۹۹ ۱۸

تجربی - ۹۶

(۱) درونسو، درونسو

(۲) برونسو، برونسو

(۳) درونسو، درونسو یا برونسو

(۴) برونسو، درونسو یا برونسو

در شکل روبه‌رو میدان حاصل از دو سیم (۱) و (۳) در مکان سیم (۲) به ترتیب $B_1 = 0/3T$ و

۲۱۹۹ ۱۹

$B_3 = 0/4T$ است. نیروی خالص وارد بر یک متر از سیم (۲) چند نیوتون است؟

(۱) ۲

(۲) $1/6$

(۳) $0/9$

(۴) $1/2$

در شکل روبه‌رو در کدام یک از نقاط A ، B ، C و D میدان مغناطیسی برآیند ناشی از دو سیم حامل جریان

۲۱۹۹ ۲۰

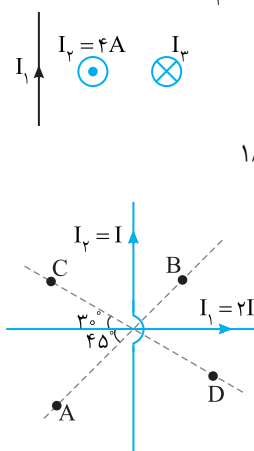
I_1 و I_2 که برهم عمودند، می‌تواند صفر شود؟

(۱) A و B

(۲) C و D

(۳) B و C

(۴) در هیچ کدام از این نقاط میدان صفر نمی‌شود.



آزمونک



در شکل روبه‌رو دو سر دو سیم رسانای هم‌جنس و هم‌طول موازی و بلند را به باتری وصل کرده‌ایم. اگر سطح مقطع سیم L_1 بزرگ‌تر از سطح مقطع سیم L_2 باشد، میدان مغناطیسی خالص در نقطه M وسط دو سیم

۲۲۵۳ ۱

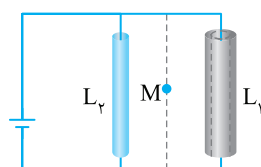
به کدام سمت است؟

(۱) برونسو

(۲) درونسو

(۳) بالاسو

(۴) پایین‌سو



در شکل روبه‌رو با بستن کلید S ،

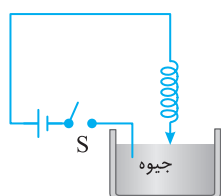
۲۲۵۳ ۲

(۱) حلقه‌های فنر جمع شده و طول فنر کاهش یافته و در همان حالت می‌ماند.

(۲) فنر نوسان می‌کند.

(۳) طول فنر زیاد شده و در همان حالت باقی می‌ماند.

(۴) تغییری حاصل نمی‌شود.

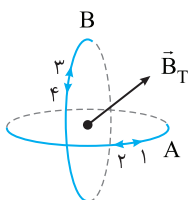




(۴) $\odot$

(۳) $\otimes$

(۲) $\downarrow$



جریانی پیوسته از مدار مربع شکل ABCD مطابق شکل می‌گذرد، بردار میدان مغناطیسی در مرکز مربع است.

(۱) صفر

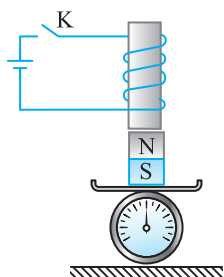
مطابق شکل مقابل، دو حلقه هم‌مرکز حامل جریان به صورت عمود بر هم قرار گرفته‌اند. اگر بردار میدان مغناطیسی خالص دو حلقه در مرکز آن‌ها به صورت نشان داده شده در شکل باشد، جهت جریان حلقه‌های A و B به‌ترتیب از راست به چپ کدام است؟

(۲) ۱، ۴

(۱) ۳، ۱

(۴) ۴، ۲

(۳) ۳، ۲



در شکل مقابل با بستن کلید K و برقراری جریان، عددی که ترازو نشان می‌دهد چگونه تغییر می‌کند؟

(۱) ثابت می‌ماند.

(۲) کاهش می‌یابد.

(۳) افزایش می‌یابد.

(۴) هر سه گزینه امکان دارد.

در شکل مقابل، از سیم‌لوله جریان ۲A می‌گذرد و تعداد حلقه‌ها در هر سانتی‌متر آن ۱۰۰ است. اگر میدان مغناطیسی در نقطه P صفر باشد، جهت جریان و اندازه میدان سیم A در نقطه P به‌ترتیب از راست به چپ کدام است؟

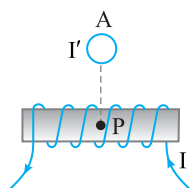
($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m/A}$)

(۱) $8\pi \times 10^{-4} \text{ T}$, $\otimes$

(۲) $8\pi \times 10^{-4} \text{ T}$, $\odot$

(۳) $8\pi \times 10^{-3} \text{ T}$, $\otimes$

(۴) $8\pi \times 10^{-3} \text{ T}$, $\odot$



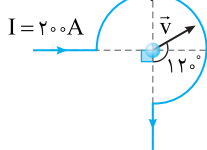
مطابق شکل روبه‌رو، حلقه رسانای ناقصی به شعاع ۱۰cm، حامل جریان ۲۰۰A می‌باشد. اگر ذره‌ای با بار الکتریکی $2\mu\text{C}$ با سرعت 400m/s از نقطه O مرکز حلقه در جهت نشان داده شده عبور کند، اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر ذره در هنگام عبور از این نقطه چند نیوتون و در کدام جهت است؟ ($\mu_0 = 12 \times 10^{-7} \text{ T.m/A}$)

(۱) $7/2 \times 10^{-6}$, ↖

(۳) $2/4 \times 10^{-6}$, ↘

(۲) $7/2 \times 10^{-6}$, ↘

(۴) $2/4 \times 10^{-6}$, ↖



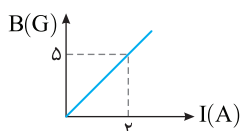
از پیچه مسطحی به شعاع ۱۰ سانتی‌متر که از ۲۵۰ دور سیم نازک درست شده است، جریان ۸ آمپر می‌گذرد. میدان مغناطیسی در مرکز پیچه چند گاوس است؟ ($\mu_0 = 12 \times 10^{-7} \text{ T.m/A}$)

(۱) ۰/۶

(۲) ۱/۲

(۳) ۶۰

(۴) ۱۲۰



(۴) ۳/۶

(۳) ۱/۲

(۲) ۴/۸

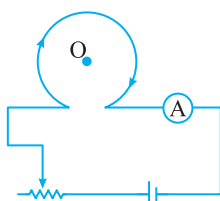
(۱) ۲/۴

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؟ ($\mu_0 = 12 \times 10^{-7} \text{ T.m/A}$)

در شکل روبه‌رو میدان مغناطیسی ناشی از پیچه در نقطه O است و با حرکت لغزنده به سمت راست میدان مغناطیسی در نقطه O می‌یابد.

(۱) درونسو، افزایش

(۲) درونسو، کاهش



۳) برونسو، کاهش

۴) برونسو، افزایش

آزمون فصل

کنکور دهه‌های گذشته

کدام گزاره درباره مواد مغناطیسی نادرست است؟

۲۲۶۲-۱

- 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.

۲۲۶۲-۲

- در مدارهای (۱) و (۲) به ترتیب 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؟ (عقربه مغناطیسی بالای مدار قرار دارد یعنی خارج از صفحه.)

A, A (۱)

B, A (۲)

B, B (۳)

A, B (۴)

۲۲۶۲-۳

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، عقربه آن چند درجه می‌چرخد؟

۳۶۰° (۲)

۷۲۰° (۱)

۵۴۰° (۴)

۱۸۰° (۳)

۲۲۶۲-۴

در شکل زیر نیروی وارد بر بار متحرک $q = -2\mu C$ که با تندی 10^4 m/s در میدان مغناطیسی یکنواخت $B = 400 \text{ G}$ در حرکت است،

درونسو و بیشینه است. اگر جهت میدان در صفحه شامل v و B ، 60° ساعتگرد بچرخد، اندازه و جهت نیروی وارد بر بار چگونه تغییر می‌کند؟



۵۰ درصد کاهش، تغییر نمی‌کند. (۲)

۶۰ ساعتگرد (۱)

۲۵ درصد کاهش، تغییر نمی‌کند. (۴)

۶۰ ساعتگرد (۳)

۲۲۶۲-۵

در شکل روبه‌رو یک الکترون و یک پروتون در جهت‌های نشان داده شده پرتاب می‌شوند. زاویه بین نیروی مغناطیسی وارد بر آن‌ها در لحظه نشان داده شده چند درجه است؟

۴۵ (۲)

۳۰ (۱)

۹۰ (۴)

۶۰ (۳)

۲۲۶۲-۶

اگر جریان عبوری از سیم‌لوله‌ای به طول 40 cm را 10 A افزایش دهیم، میدان مغناطیسی درون سیم‌لوله 36×10^{-4} تسلا افزایش می‌یابد. این

سیم‌لوله چند حلقه دارد؟ ($\mu_0 = 12 \times 10^{-7} \text{ T.m/A}$)

۲۰۰ (۴)

۸۰ (۳)

۱۲۰ (۲)

۶۰ (۱)

۲۲۶۲-۷

دو سیم راست حامل جریان مطابق شکل عمود بر صفحه کاغذ قرار گرفته‌اند و از آن‌ها جریان‌های I می‌گذرد.

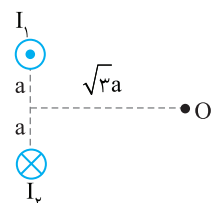
زاویه بین میدان‌های مغناطیسی دو سیم در نقطه O چند درجه است؟

۱۲۰ (۲)

۶۰ (۱)

۱۵۰ (۴)

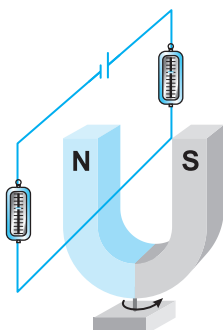
۳۰ (۳)



۲۲۶۲-۸

شکل روبه‌رو سیمی حامل جریان 4 A با جرم 20 g است که 50 cm از طول این سیم درون آهنربایی با میدان مغناطیسی 3 T قرار دارد. اگر آهنربا را 18° (در جهت نشان داده شده) بچرخانیم، عددی که هر یک از نیروسنج‌ها نشان می‌دهند چند نیوتون تغییر می‌کند؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)

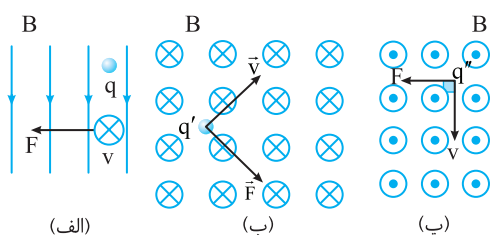
۰/۰۷ (۱)



(۲) ۰/۱۲

(۳) ۰/۰۵

(۴) ۰/۰۶



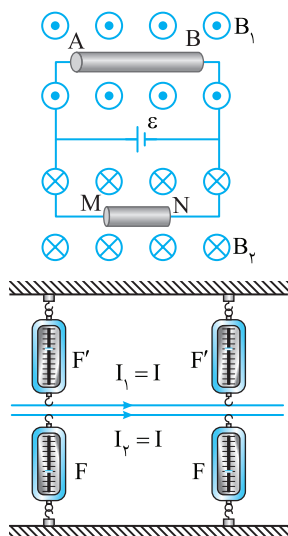
نیروی مغناطیسی وارد بر ذره‌های q ، q' و q'' از طرف میدان مغناطیسی B به صورت مقابل است. علامت بارهای q ، q' و q'' به ترتیب از راست به چپ چگونه است؟

(۱) مثبت، مثبت، مثبت

(۲) مثبت، مثبت، منفی

(۳) منفی، مثبت، منفی

(۴) مثبت، منفی، مثبت



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. اندازه دو میدان B_1 و B_2 برابر است. بر سیم

و MN به ترتیب نیروی مغناطیسی F_1 و F_2 وارد می‌شود. کدام گزینه درست است؟

$$\vec{F}_1 = -2\vec{F}_2 \quad (۲)$$

$$\vec{F}_1 = 2\vec{F}_2 \quad (۱)$$

$$\vec{F}_2 = -\vec{F}_1 \quad (۴)$$

$$\vec{F}_2 = \vec{F}_1 \quad (۳)$$

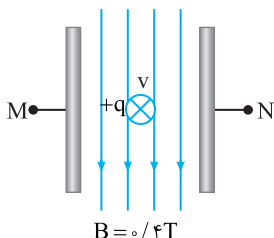
در شکل روبه‌رو دو سیم مشابه به نیروسنج‌هایی متصل هستند. اگر از دو سیم جریان I عبور کند، کدام گزینه در مورد نیرویی که نیروسنج‌ها نشان می‌دهند، درست است؟

$$F = F' \quad (۱)$$

$$F < F' \quad (۲)$$

$$F > F' \quad (۳)$$

(۴) هر سه گزینه درست می‌باشد.



در شکل روبه‌رو دو صفحه رسانای بزرگ متصل به یک اختلاف پتانسیل در فاصله 10 cm از هم قرار دارند، ذره‌ای با بار مثبت q با سرعت 2000 m/s درون 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؟

$$120 \quad (۳)$$

$$-80 \quad (۲)$$

$$80 \quad (۱)$$

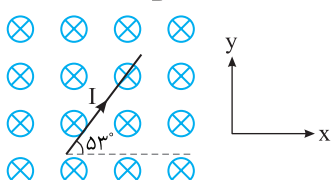
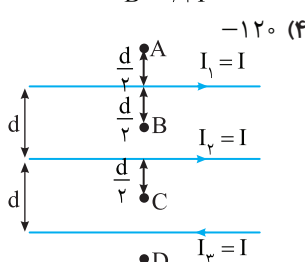
در شکل روبه‌رو میدان مغناطیسی برابند، در کدام نقطه ممکن است صفر شود؟

D (۱)

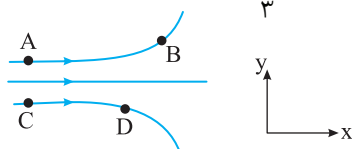
B (۲)

C (۳)

A (۴)



$$\frac{4}{3} \quad (۴)$$



بردار نیروی وارد بر سیم حامل جریان I در میدان مغناطیسی B به صورت $\vec{F} = \alpha \vec{i} + \beta \vec{j}$ است.

$$\frac{\alpha}{\beta} \text{ کدام است؟ } (\sin 37^\circ = 0/6)$$

$$\frac{3}{4} \quad (۳)$$

$$0/8 \quad (۲)$$

$$0/6 \quad (۱)$$

بردار میدان مغناطیسی در کدام نقطه در SI به صورت $\vec{B} = 0/2\vec{i} + 0/2\vec{j}$ است؟

B (۲)

D (۴)

A (۱)

C (۳)



قلم چی

کدام مقایسه درباره خواص مغناطیسی آهن خالص و فولاد درست است؟

۲۲۶۲-۱۶

- (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.

برای یک دستگاه تصویربرداری پزشکی احتیاج به میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $1/5 \text{ T}$ 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؟ $(\mu_0 = 12 \times 10^{-7} \text{ T.m/A})$

۲۲۶۲-۱۷

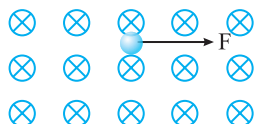
قلم چی

(۴) 25×10^3

(۳) 2500

(۲) 250

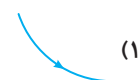
(۱) 25



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؟

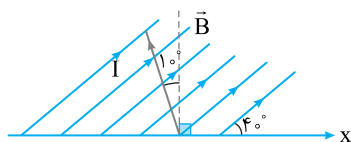
۲۲۶۲-۱۸

خارج ریاضی - ۸۷



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 اندازه نیروی وارد بر سیم برحسب میلی نیوتون کدام است؟

۲۲۶۲-۱۹



(۴) $8\sqrt{3}$ ، $\odot$

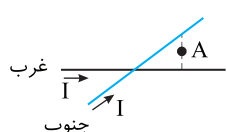
(۳) 8 ، $\otimes$

(۲) 8 ، $\odot$

(۱) $8\sqrt{3}$ ، $\otimes$

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 درباره جهت میدان مغناطیسی حاصل در نقطه A دقیقاً واقع در بین دو سیم، درست است؟

۲۲۶۲-۲۰



(۴) جنوب غربی

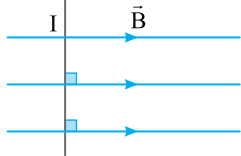
(۳) جنوب شرقی

(۲) شمال غربی

(۱) شمال شرقی

در شکل مقابل، بردار نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان به طول l از طرف میدان برابر با $\vec{F}$ است. سیم حداقل چند درجه در صفحه کاغذ بچرخد تا بردار نیروی مغناطیسی وارد بر همین طول l از سیم، $-\frac{\vec{F}}{2}$ شود؟

۲۲۶۲-۲۱



(۴) 150°

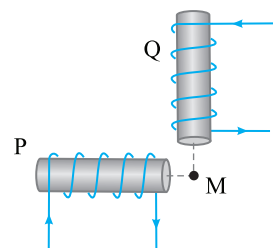
(۳) 60°

(۲) 30°

(۱) 120°

در شکل روبه‌رو دو سیم‌لوله P و Q با طول‌های یکسان 20 cm که محورهای آن‌ها بر هم عمود است، در کنار یکدیگر قرار دارند. تعداد دورهای P، 500 و تعداد دورهای Q، 400 است. اگر جریان عبوری از سیم‌لوله‌های P و Q به ترتیب 3 A و 5 A باشد، بزرگی و جهت میدان خالص حاصل از دو سیم‌لوله در نقطه M کدام است؟ $(\mu_0 = 12 \times 10^{-7} \text{ T.m/A})$

۲۲۶۲-۲۲



(۲) 3×10^{-2} ،

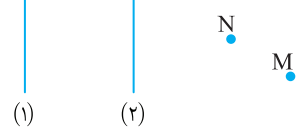
(۱) $1/5 \times 10^{-2}$ ،

(۴) 3×10^{-2} ،

(۳) $1/5 \times 10^{-2}$ ،

مطابق شکل مقابل از دو سیم راست، بلند و موازی که در صفحه کاغذ قرار دارند، جریان‌های ثابتی عبور می‌کند. اگر بزرگی میدان مغناطیسی برآیند در نقطه M بزرگ‌تر از نقطه N باشد، جهت جریان عبوری از دو سیم و نوع نیرویی که به یکدیگر وارد می‌کنند، به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

۲۲۶۲-۲۳



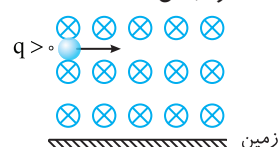
(۳) ناهمسو، ربایش

(۲) هم‌سو، رانش

(۱) هم‌سو، ربایش

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 لحظه نشان داده شده در شکل چند m/s^2

۲۲۶۲-۲۴



(۴) ناهمسو، رانش

آزمون مدارس برتر

می‌شود؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

(۴) اطلاعات سؤال کافی نیست.

(۳) ۲۰

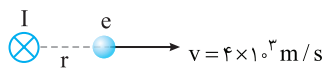
(۲) ۵

(۱) ۱۰

در شکل زیر، یک سیم حامل جریان I و یک الکترون در فاصله r از سیم نشان داده شده است. اندازه میدان مغناطیسی سیم در فاصله r برابر

۲۲۶۲ ۲۵

50 G است. اگر در این لحظه تندی الکترون $v = 4 \times 10^3 \text{ m/s}$ باشد، نیروی وارد بر الکترون در این لحظه چند نیوتون و در چه جهتی است؟



آزمون مدارس برتر

($e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

(۲) $3/2 \times 10^{-18}$ ، برونسو

(۱) $3/2 \times 10^{-18}$ ، درونسو

(۴) $1/6 \times 10^{-18}$ ، برونسو

(۳) $1/6 \times 10^{-18}$ ، درونسو



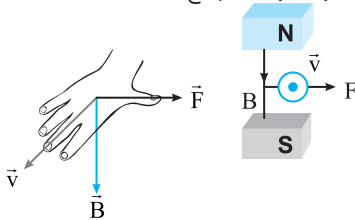
به شکل‌های رسم شده با دقت نگاه کنید.

وقتی که آهنربا 90° پادساعتگرد می‌چرخد و از حالت (الف) به حالت (ب) می‌رود، عقربه مغناطیسی مطابق حالت (ب) به اندازه 90° ساعتگرد می‌چرخد و با چرخش 180° پادساعتگرد آهنربا عقربه مغناطیسی 180° ساعتگرد می‌چرخد و به حالت (پ) می‌رسد به همین ترتیب با چرخش آهنربا به صورت پادساعتگرد عقربه به همان اندازه ساعتگرد می‌چرخد، بنابراین وقتی آهنربا 360° پادساعتگرد می‌چرخد، (یک دور می‌زند) عقربه مغناطیسی نیز 360° اما ساعتگرد می‌چرخد.

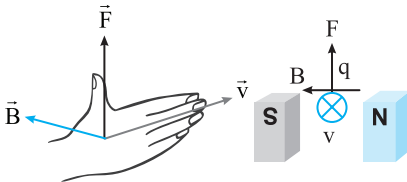
نمای ۲

۳ ۲۱۵۴ A

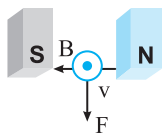
چهار انگشت باز دست راست خود را به سمت بیرون کاغذ بگیرید، (در جهت سرعت) میدان مغناطیسی از N به S است، بنابراین کف دست خود را به سمت پایین صفحه بگیرید، در این حالت انگشت باز شست به سمت راست است و نیروی مغناطیسی به سمت راست خواهد بود و گزینه (۱) پاسخ نیست.



چهار انگشت باز دست راست را به سمت درون‌سوی صفحه بگیرید، به گونه‌ای که جهت خم کردن چهار انگشت شما (یا کف دست شما) رو به پایین صفحه (پایین سو) باشد، در این حالت انگشت باز شست دست شما به سوی چپ است، یعنی نیروی F به سمت چپ است و گزینه (۲) پاسخ نیست. چهار انگشت را رو به سوی درون صفحه کاغذ قرار دهید به طوری که خم کردن آن (کف دست) در جهت میدان (به سمت چپ) قرار گیرد.



در این حالت انگشت باز شست رو به بالا (بالا سو) خواهد بود، یعنی نیروی F رو به بالا خواهد بود و گزینه (۳) پاسخ است.



برای گزینه (۴) نیز با استفاده از قاعده دست راست نیروی F رو به پایین (پایین سو) است و گزینه (۴) نیز پاسخ نیست.

نمای ۳

۴ ۲۱۵۴ B

خط فکری برای آنکه یک جسم متحرک، تندی اش کاهش یافته و بایستد، قطعاً باید نیروی خالص وارد بر آن در خلاف جهت حرکت جسم باشد تا بتواند آن را متوقف کند، مانند وقتی که یک توپ متحرک روی سطح در اثر اصطکاک متوقف می‌شود. اما نیروی میدان مغناطیسی در تمام طول مسیر حرکت بار درون میدان، بر مسیر حرکت عمود است. اکنون با توجه به این مطلب مسئله را حل می‌کنیم:

نیروی مغناطیسی وارد بر بار را به دست می‌آوریم.

$$F = qvB \sin \theta \Rightarrow F = 10^{-6} \times 2 \times 10^{-5} \times 10^{-4} \times \sin 90^\circ \Rightarrow F = 10^{-6} \text{ N}$$

شتاب حرکت ذره خواهد شد:

$$F = ma \Rightarrow 10^{-6} = 10^{-5} a \Rightarrow a = 0.1 \text{ m/s}^2$$

نیرو در تمام طول مسیر، عمود بر مسیر حرکت است، پس کار نیروی میدان مغناطیسی صفر است. بنا بر قضیه کار و انرژی جنبشی خواهیم داشت:

$$W_{F_B} = F_B d \cos \theta \xrightarrow{\theta=90^\circ} W_{F_B} = 0 \xrightarrow{W_{F_B} = \Delta K} \Delta K = 0$$

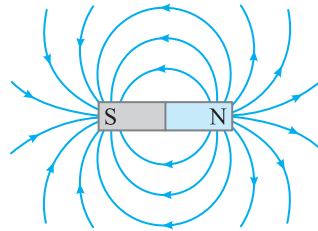
$$\Rightarrow K_f = K_i \Rightarrow v_f = v_i$$

یعنی تندی تغییر نمی‌کند و نیروی میدان مغناطیسی به تنهایی نمی‌تواند سبب توقف ذره شود.

نمای ۴

آزمونک

۲ ۲۱۵۴ A



الف) مطابق شکل سوی خط‌های میدان مغناطیسی در خارج آهنربا از قطب N خارج و به قطب S وارد می‌شود. بنابراین گزاره (الف) درست است.

ب) به خطوط میدان شکل نگاه کنید. در وسط آهنربای میله‌ای خطوط از هم فاصله بیشتری دارند و خاصیت مغناطیسی در وسط آهنربای میله‌ای کمتر است (بیشتر نیست) و گزاره (ب) نادرست است.

پ) جهت میدان مغناطیسی زمین در طول زمان همواره ثابت نیست و شواهد زمین‌شناختی نشان می‌دهند که جهت این میدان در بازه‌های زمانی نامنظم از ده هزار تا یک میلیون سال به طور کامل وارونه می‌شود و گزاره (پ) نادرست است.

نمای ۱ و ۲

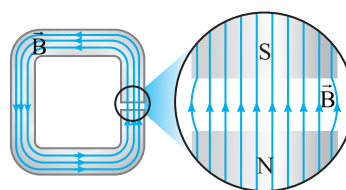
۴ ۲۱۵۴ A

خط فکری رابایش مغناطیسی اطلاعات دقیقی به ما نمی‌دهد. مثلاً اگر دو میله A و B یکدیگر را با نیروی مغناطیسی بربایند (جذب کنند) ممکن است هر دو آهنربا باشند و قطب‌های ناهمنام آن‌ها کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند و یکدیگر را جذب کرده‌اند. اما ممکن است A آهنربا و B آهن و یا B آهنربا و A آهن باشد و در اثر القای مغناطیسی رابایشی رخ داده باشد. اما رانش (دافعه) مغناطیسی مشخص می‌کند که دو میله (جسم) آهنربا هستند و قطب‌های همنام آن‌ها در کنار هم قرار گرفته است.

با توجه به جهت چرخش آهنربا که در آن قطب N آهنربا در حال نزدیک شدن به میله است، میله می‌تواند آهنربا باشد که قطب S آن را به قطب N آهنربای آویزان نزدیک کرده‌ایم و سبب رابایش و چرخش میله شده است و یا میله از جنس آهن باشد که با نزدیک شدن به آهنربا در اثر القای مغناطیسی میله آهنربا شده و آهنربا را به سمت خود می‌کشد، بنابراین گزینه (۴) درست است.

نمای ۱

۳ ۲۱۵۴ A

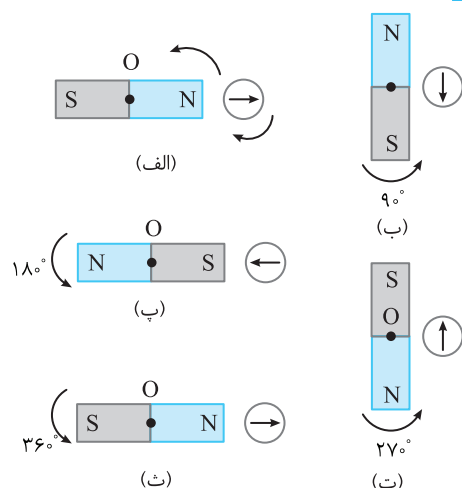


۳) به خطوط میدان در آهنربای C شکل در شکل روبه‌رو دقت کنید. جهت بردار میدان در نقطه P بین دو قطب آهنربا همواره در خلاف جهت بردار

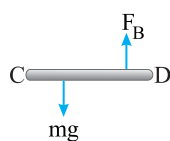
میدان در نقطه Q است و اگر جای قطب‌های S و N عوض شود، جهت میدان در نقطه P و هم‌چنین در نقطه Q عوض می‌شود و میدان‌ها در این دو نقطه هم‌چنان با هم زاویه 180° می‌سازند.

نمای ۲

۴ ۲۱۵۴ A



۱ ۲۱۵۴ A

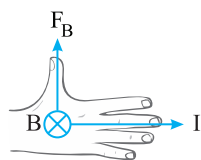


به میله نیروی وزن به سمت پایین وارد می‌شود که سبب کشیدگی فنر خواهد شد. برای آنکه فنر کشیده نشود باید نیروی وزن میله توسط نیروی مغناطیسی خنثی شود. پس باید نیروی مغناطیسی هم‌اندازه با نیروی وزن و به سمت بالا به میله وارد شود از این‌رو خواهیم داشت:

$$F_B = mg \Rightarrow I l B \sin \theta = mg$$

راستای سیم بر راستای میدان
مغناطیسی عمود است $\theta = 90^\circ$

$$I \times 0.8 \times 0.4 \times 10^{-3} \times 10^{-3} \times 10^{-3} \times 10^{-3} \Rightarrow I = 5A$$



نمای ۱۲

حال با استفاده از قاعده دست راست باید جهت جریان را به دست آوریم. کف دست راست را در جهت میدان مغناطیسی یعنی درون‌سو (به سمت صفحه کاغذ) و شست دست راست را در جهت نیروی مغناطیسی (به سمت بالا) قرار می‌دهیم. در این صورت چهار انگشت باز دست راست جهت جریان را از C به D نشان می‌دهد.

آزمونک

۲ ۲۱۹۹ B

یادآوری هرگاه یک ذره باردار وارد یک میدان مغناطیسی شود و بر آن نیروی مغناطیسی وارد شود، تندی و انرژی جنبشی ذره تغییر نمی‌کند (زیرا نیرو بر مسیر عمود بوده کار نیروی مغناطیسی صفر است).

۱ انرژی جنبشی پروتون و ذره آلفا برابر است. اما جرم ذره آلفا چهار برابر جرم پروتون است. بنابراین:

$$K_\alpha = K_p \Rightarrow \frac{1}{2} m_\alpha v_\alpha^2 = \frac{1}{2} m_p v_p^2 \Rightarrow (4m_p) v_\alpha^2 = (m_p) v_p^2 \Rightarrow v_p = 2v_\alpha$$

۲ هنگام عبور ذره α و پروتون از میدان مغناطیسی تندی آن‌ها ثابت می‌ماند. بنابراین هنگام خروج آن‌ها همچنان $v_p = 2v_\alpha$ بوده (یعنی $v_\alpha = \frac{1}{2} v_p$) و گزاره (الف) درست است.

۳ نیروی الکترومغناطیسی وارد بر دو ذره را مقایسه می‌کنیم.

$$F = |q| v B \sin \theta \begin{cases} \xrightarrow{\text{پروتون}} F_p = (e) \times v_p \times B \times 1 = e v_p B \\ \xrightarrow{\alpha \text{ ذره}} F_\alpha = (2e) \times v_\alpha \times B \times 1 \xrightarrow{v_\alpha = \frac{1}{2} v_p} \\ F_\alpha = 2e \left(\frac{1}{2} v_p \right) B \times 1 \Rightarrow F_\alpha = e v_p B \end{cases}$$

بنابراین نیروی الکترومغناطیسی وارد بر ذره α و پروتون با هم برابراند و گزاره (ب) نادرست است.

نیروی الکترومغناطیسی وارد بر هر دو ذره برابر شده است و چون جرم ذره α بیشتر است، انحراف آن از مسیرش کمتر خواهد بود و گزاره (پ) نادرست است. دقت کنید اگر به یک خودروی سواری و یک کامیون که در یک در مسیر حرکت‌اند نیروهای عمود یکسان بر مسیر وارد شود و آن‌ها را منحرف کند، قطعاً کامیون کمتر منحرف می‌شود.

نمای ۶

۴ ۲۱۹۹ B

خط فکری بار $4\mu C$ مطابق شکل وارد میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی شده است و بدون انحراف از آن‌ها خارج می‌شود. یعنی نیروی الکتریکی ($\vec{F}_E$) و نیروی مغناطیسی ($\vec{F}_B$) وارد بر این ذره هم‌اندازه و در خلاف جهت هم‌اند. بنابراین نیروها را مساوی هم قرار دهیم.

۱ ۲۱۵۴ B

خط فکری

خوب، دوباره باید به سراغ قانون دوم نیوتون بروید. زیرا جرم ذره و شتاب حاصل از نیروی مغناطیسی را در اختیار دارید. اما مطلب بسیار مهم این است که وقتی $\vec{v}$ و $\vec{B}$ برحسب بردارهای یک‌داده شوند، مؤلفه‌هایی از میدان که با سرعت هم‌راستا هستند (B_x, v_x) یا (B_y, v_y) برهم نیرو وارد نمی‌کنند. یعنی در این سؤال مؤلفه $B_x = 3T$ میدان نیرویی بر بار که در راستای محور Xها در حرکت است، وارد نمی‌کند و تنها مؤلفه قائم بر مسیر حرکت یعنی B_y بر بار نیرو وارد می‌کند. اکنون با دانستن این مطلب مسئله را حل کنید.

با توجه به شتاب و جرم ذره می‌تواند اندازه نیروی وارد بر ذره توسط میدان مغناطیسی را حساب کرد.

$$F_b = ma \Rightarrow 5 \times 10^{-3} \times 10^{-3} \times 8 \times 10^5 = 4N$$

مؤلفه B_x که در راستای حرکت ذره است بر بار نیرویی وارد نمی‌کند و تنها مؤلفه قائم میدان مغناطیسی بر بار نیرو وارد می‌کند. بنابراین نیروی مغناطیسی برابر است با:

$$F_b = qvB_y \Rightarrow 4 = 5 \times 10^{-6} \times (\alpha) \times 4 \Rightarrow \alpha = 2 \times 10^5 \text{ m/s}$$

نمای ۵

۲ ۲۱۵۴ B

ذره دارای جرم است و نیروی وزن بر آن رو به پایین اعمال می‌شود ($W = mg$). اما ذره از مسیرش منحرف نشده است. یعنی نیرویی که میدان مغناطیسی بر آن وارد می‌کند رو به بالا است و اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر ذره برابر نیروی وزن است.

$$F_B = W \Rightarrow |q| v B \sin \theta = mg \xrightarrow{q = 4 \times 10^{-9} C, m = 10^{-3} kg, v = 5 \times 10^5 \text{ m/s}}$$

$$4 \times 10^{-9} \times 5 \times 10^5 \times B \sin \theta = 10^{-3} \times 10$$

$$\Rightarrow B \sin \theta = \frac{10^{-2}}{2} \Rightarrow B \sin \theta = 0.05 T = 50 \text{ G}$$

به قسمت زیبای و به ریاضیات مسئله رسیدیم. حاصل ضرب $B \sin \theta$ مقدار ثابت 50 G است. حداقل مقدار B وقتی است که $\sin \theta$ حداکثر یعنی برابر یک است. بنابراین کمترین مقدار B خواهد شد: $B_{\min} \times 1 = 50 \text{ G} \Rightarrow B_{\min} = 50 \text{ G}$

اگر $\theta = 0$ یا $\theta = \pi$ باشد، میدان مغناطیسی هرچقدر هم که بزرگ باشد بر بار متحرک نیرو وارد نمی‌کند. بنابراین اندازه میدان مغناطیسی باید $B \geq 50 \text{ G}$ باشد که گزینه (۲) چنین نیست.

نمای ۷

۱ ۲۱۵۴ B

خط فکری

در صورت سؤال چگالی داده شده بنابراین جرم را باید از چگالی حساب کنید ($m = \rho V$) از طرفی سطح مقطع سیم داده شده بنابراین باید حجم سیم را از رابطه $V = Al$ به دست بیاورید. یعنی جرم برابر $m = \rho Al$ است. حالا می‌توانید نیروی مغناطیسی وارد بر سیم (F) را برحسب I حساب کنید سپس به سراغ نیروی وزن (W) جسم بروید و آن را با F مقایسه کنید.

۱ اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر سیم برابر است با:

$$F = I l B \sin \theta \xrightarrow{I = 0.5 A, \sin \theta = 1, B = 4 \times 10^{-2} T} F = 10 \times 1 \times 4 \times 10^{-2} \times 1$$

$$\Rightarrow F = 4 \times 10^{-1} \Rightarrow F = 0.4 N$$

۲ نیروی وزن خواهد شد:

$$W = mg \xrightarrow{\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V} W = \rho V g \xrightarrow{V = Al} W = \rho A l g$$

$$\xrightarrow{\rho = 8 \times 10^{-3} \text{ kg/m}^3, A = 2 \times 10^{-4} \text{ m}^2} W = 8 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{-4} \times 1 \times 10 \Rightarrow W = 1.6 \times 10^{-5} N$$

۳ نسبت نیروی وزن به نیروی F برابر است با:

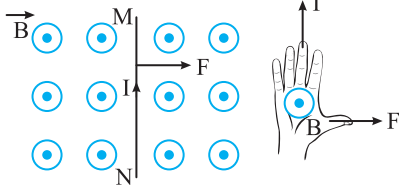
$$\frac{W}{F} = \frac{1.6 \times 10^{-5}}{0.4} = 4 \times 10^{-5}$$

نمای ۹

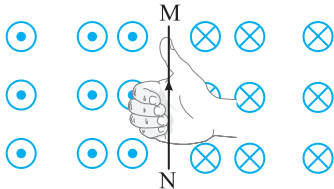


خط فکری ابتدا باید به کمک قاعده دست راست برای نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی، جهت جریان MN را مشخص کنید سپس با قاعده دست راست برای میدان مغناطیسی در اطراف سیم حامل جریان، آرایش خطوط میدان را در اطراف سیم مشخص کنید.

نیروی وارد بر سیم به سمت راست است بنابراین انگشت باز شست خود را در جهت F رو به سمت راست بگیرید به گونه‌ای که کف دست شما رو به بالای صفحه (برونسو) و در جهت میدان مغناطیسی B باشد. در این صورت چهار انگشت باز دست شما رو به بالا بود و جریان سیم MN بالاسوست.



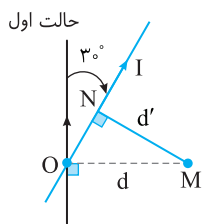
اکنون میدان مغناطیسی حاصل از سیم حامل جریان MN را رسم می‌کنیم (بررسی می‌کنیم). در سمت راست سیم میدان درونسو و در سمت چپ آن میدان برونسو خواهد بود و با دور شدن از سیم میدان ضعیف‌تر می‌شود. بنابراین گزینه (۳) درست است.



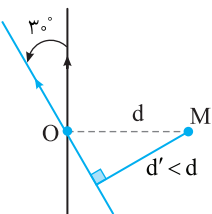
نمای ۱۳

۲۱۹۹ B

خط فکری با نزدیک شدن به سیم حامل جریان، میدان مغناطیسی حاصل از آن افزایش می‌یابد و اگر از سیم حامل جریان دور شویم، میدان حاصل از جریان سیم، کاهش می‌یابد. بنابراین باید بررسی کنیم که با چرخش سیم فاصله نقطه M تا سیم چه تغییری می‌کند. اما حواستان باید باشد منظور از فاصله نقطه تا سیم، طول خط عمودی است که از آن نقطه به سیم رسم می‌شود.



با توجه به شکل فاصله نقطه M از سیم در حالت اول d و در حالت دوم d' است و قطعاً در مثلث قائم الزاویه ONM طول ضلع زاویه قائمه از طول وتر کمتر است (d' < d) بنابراین فاصله نقطه M تا سیم کم شده و میدان افزایش می‌یابد.

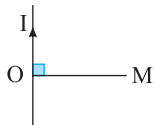


دقت کنید که اگر سیم ۳۰° پادساعتگرد می‌چرخید میدان مغناطیسی مانند حالت قبل افزایش پیدا می‌کرد.

$$\Rightarrow B'_M > B_M$$

نمای ۱۳

بازی با سوال در شکل روبه‌رو اگر سیم حامل جریان حول محور



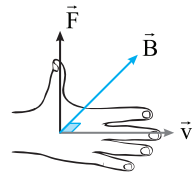
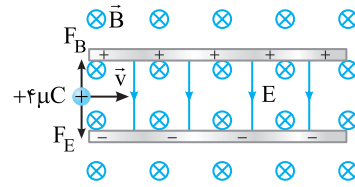
OM، رو به بیرون صفحه (برونسو) بچرخد، میدان مغناطیسی حاصل از سیم در نقطه M چه تغییری می‌کند؟

- (۱) افزایش می‌یابد
- (۲) کاهش می‌یابد
- (۳) تغییر نمی‌کند
- (۴) اظهار نظر قطعی نمی‌توان کرد

گزینه ۳

۲۱۹۹ B

خط فکری شکل مسئله شما را گول نزد، در واقع شما می‌توانید از بالا به شکل نگاه کنید در این صورت شکلی که خواهید دید به‌صورت زیر است. یعنی شما باید میدان



با توجه به شکل نیرویی که میدان الکتریکی E بر بار $+4\mu C$ وارد می‌کند رو به پایین است و با توجه به قاعده دست راست نیرویی که میدان مغناطیسی بر بار $+4\mu C$ وارد می‌کند رو به بالاست و این دو نیرو هم اندازه هستند.

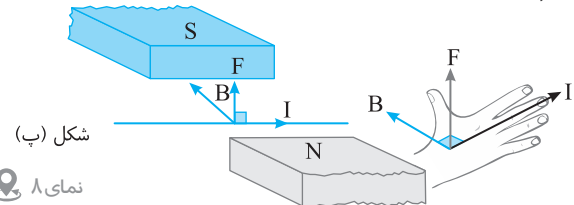
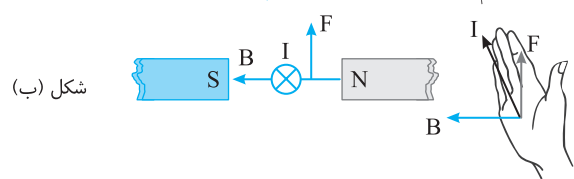
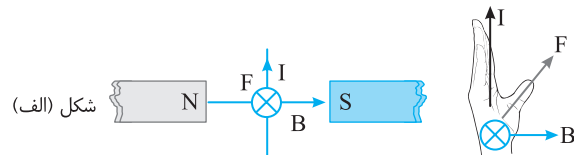
$F_E = F_B \Rightarrow qE = qvB \sin \theta \xrightarrow{\theta=90^\circ} E = vB$
اگر به‌جای بار مثبت، بار منفی قرار دهید، جهت هر دو نیرو عوض شده و برابری همچنان صفر است و بار بدون انحراف از دو میدان عبور می‌کند.

نمای ۷

نتیجه علامت و مقدار بار در این پدیده نقشی ندارد.

۲۱۹۹ A

۱۳ با توجه به قاعده دست راست اگر در شکل (الف) چهار انگشت دست راست را در جهت جریان سیم رو به بالای صفحه کاغذ قرار دهید به گونه‌ای که کف دست شما به سمت راست باشد، انگشت باز شست دست شما قطعاً رو به درون صفحه (درونسو) بوده یعنی نیروی F درونسو است. با همین روش در شکل (ب) و شکل (پ) به ترتیب نیرو بالاسو و رو به پایین خواهد بود.



نمای ۸

۲۱۹۹ B

۱۴ یادآوری فاصله بین دو نقطه $A(x_A, y_A)$ و $B(x_B, y_B)$ از رابطه $AB = \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2}$ به‌دست می‌آید.

۱ با توجه به مختصات نقاط ابتدایی و انتهایی سیم $A(4, 5)$ و $B(7, 9)$ طول سیم AB را حساب می‌کنیم.

$$AB = \sqrt{(7-4)^2 + (9-5)^2} = 5m$$

۲ با دقت به شکل متوجه می‌شود که سیم AB در صفحه x-y قرار دارد و میدان مغناطیسی درونسوی $B = 0.4T$ بر این سیم عمود است. اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر سیم خواهد شد:

$$F = IIB \sin \theta \xrightarrow{\sin \theta = 1} F = 4 \times 5 \times 0.4 \times 1 \Rightarrow F = 8N$$

نمای ۱۰

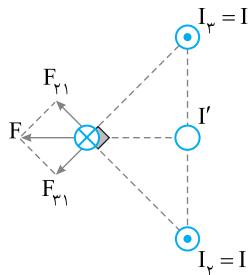
۲۱۹۹ B

۱۵

خلاف جهت جریان I_1 یعنی درونسو باشد.

حالت دوم جریان سیم I_1 درونسو باشد:

جریان سیم‌های I_2 و I_3 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 هم جهت با جریان I_1 و درونسو باشد:

بنابراین سیم I_1 می‌تواند جریان برونسو یا درونسو داشته باشد، اما جریان سیم I'

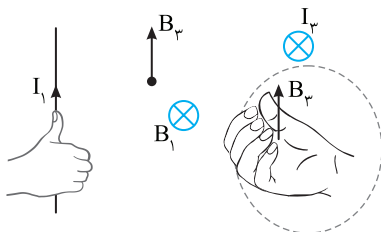
نمای ۱۵

همواره درونسو می‌شود.

۲ ۲۱۹۹ B

ابتدا جهت میدان‌های مغناطیسی حاصل از سیم‌های (۱) و (۳) را با توجه به قاعده

دست راست در محل سیم (۲) به دست می‌آوریم:



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.

$$I_2 = 4A$$

$$B_1 = 0/3T$$

$$F_{12} = B_1 I_2 l \sin \theta \xrightarrow{\theta=180^\circ} F_{12} = 0$$

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:

$$F_{32} = B_3 I_2 l \sin \theta \xrightarrow{\theta=90^\circ} F_{32} = 0/4 \times 4 \times 1 = 1/6N$$

بنابراین نیروی خالص وارد بر سیم I_2 ، $1/6N$ است. نمای ۱۵

۴ ۲۱۹۹ B

خط فکری برای آنکه میدان مغناطیسی خالص ناشی از دو سیم حامل جریان در

یک نقطه صفر شود باید در آن نقطه میدان مغناطیسی دو سیم هم اندازه و در خلاف

جهت هم باشد. از طرفی اگر جریان‌های دو سیم مساوی نباشند نقطه مورد نظر باید به

سیم حامل جریان کمتر نزدیک‌تر باشد.

ابتدا به کمک قاعده دست راست جهت میدان در چهار ناحیه اطراف دو سیم را به دست

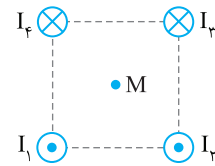
می‌آوریم با توجه به شکل در ناحیه دوم و چهارم میدان مغناطیسی دو سیم هم جهت بوده

و میدان مغناطیسی خالص در نقاط C و D نمی‌تواند صفر شود.

مغناطیسی خالص را در نقطه M به دست بیاورید که یک مسئله تکراری است. میدان

مغناطیسی سیم‌ها در نقطه M یکسان است زیرا جریان‌ها یکسان و فاصله سیم‌ها تا نقطه

M یکسان است. ($B_1 = B_2 = B_3 = B_4 = B$)



میدان مغناطیسی هر یک از سیم‌های حامل جریان را در نقطه M به کمک قاعده دست

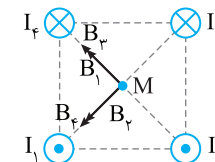
راست مشخص می‌کنیم. برای یادآوری میدان سیم I_1 در نقطه M را بررسی می‌کنیم.

جریان I_1 برونسو است، انگشت شست دست راست خود را رو به بیرون صفحه (در

جهت جریان I_1) بگیرد چهار انگشت باز دست خود را روی خط واصل بین M و I_1

قرار دهید سپس چهار انگشت را 90° خم کنید. در این صورت میدان مغناطیسی B_1

روی قطر $I_1 I_4$ و به سوی I_4 است. حال بقیه میدان‌ها را رسم کنید.



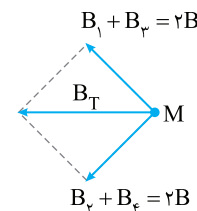
میدان B_1 و B_3 هم جهت بوده و برابند آن‌ها خواهد شد:

$$B_{13} = B_1 + B_3 = B + B \Rightarrow B_{13} = 2B$$

میدان B_2 و B_4 نیز هم جهت بود و برابند آن‌ها خواهد شد:

$$B_{24} = B_2 + B_4 = B + B \Rightarrow B_{24} = 2B$$

بنابراین جهت میدان خالص در نقطه M به سمت چپ خواهد بود.



نمای ۱۴

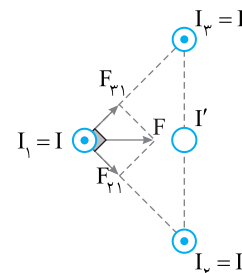
۳ ۲۱۹۹ C

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_2 و I_3 همسو جریان سیم

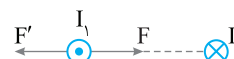
I_1 است پس این دو سیم، سیم (۱) را می‌ربایند.



با توجه به شکل برای آنکه نیروی خالص وارد

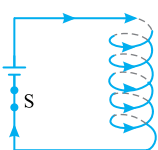
بر سیم I_1 صفر شود باید این سیم توسط

جریان I' رانده شود، در واقع باید جریان I'





۲ ۲۲۵۳ B



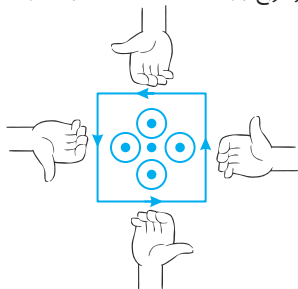
با بستن کلید S جریان گذرنده از حلقه‌های فنر همسو بوده و حلقه‌ها بر هم نیروی ربایشی وارد کرده، طول فنر کاهش یافته و ارتباط آن با جیوه قطع می‌شود. پس جریان مدار و نیروی ربایشی

بین حلقه‌ها صفر شده، فنر به حالت اول برمی‌گردد و مجدداً با جیوه تماس می‌یابد و جریان در آن برقرار می‌شود و طول فنر به دلیل نیروی ربایشی بین حلقه‌های دارای جریان همسو کاهش می‌یابد و این عمل تکرار می‌شود و فنر نوسان می‌کند.

نمای ۱۵

۴ ۲۲۵۳ A

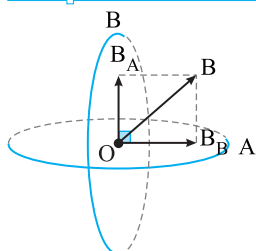
۳ میدان هر سیم در مرکز مربع را به کمک قاعده دست راست به دست می‌آوریم:



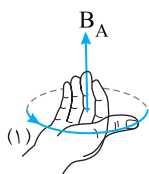
نمای ۱۵

۲ ۲۲۵۳ B

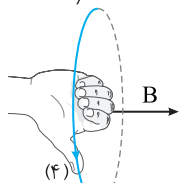
۴ میدان B را روی قطرهای دو حلقه تجزیه می‌کنیم.



میدان حلقه A در مرکز حلقه رو به بالا است و بنا بر قاعده دست راست جریان حلقه به صورت روبه‌رو و در سوی (۱) است.



میدان حلقه B در مرکز حلقه به سمت راست است و بنا به قاعده دست راست مطابق شکل جریان حلقه در سوی (۴) خواهد بود.



باز با سوال: دو حلقه هم‌مرکز

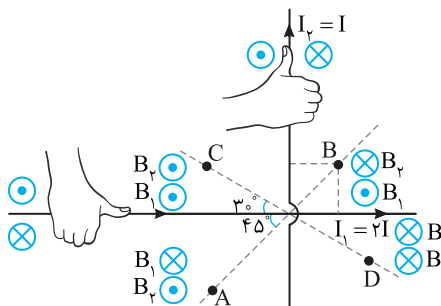
مطابق شکل در صفحه XOY قرار گرفته‌اند. اگر بزرگی میدان‌های حاصل از حلقه‌ها دارای جریان I_1 و I_2 در مرکز آن‌ها به ترتیب برابر 3π و 2π تسلا باشد، کدام گزینه بردار میدان

مغناطیسی در مرکز دو حلقه را درست نشان می‌دهد؟

- (۱) $(-2\pi\vec{i} - 3\pi\vec{j})$ (۲) $(-2\pi\vec{i} + 3\pi\vec{j})$ (۳) $(-3\pi\vec{i} - 2\pi\vec{j})$ (۴) $(-3\pi\vec{i} + 2\pi\vec{j})$

گزینه ۱

نمای ۱۷



در ناحیه اول و سوم میدان مغناطیسی دو سیم در خلاف جهت هم است و در این دو ناحیه ممکن است میدان خالص صفر شود. جریان دو سیم هم‌اندازه نیست و جریان I_1 بزرگ‌تر است پس نقطه مورد نظر باید به سیم I_2 نزدیک‌تر باشد.

اما نقطه‌های A و B هر دو روی نیمساز ناحیه اول و سوم قرار دارند و فاصله آن‌ها از هر دو سیم برابر است از این رو میدان مغناطیسی سیم I_1 در نقطه A و B از میدان مغناطیسی سیم I_2 بزرگ‌تر بوده و میدان خالص صفر نمی‌شود و گزینه (۴) درست‌الغیبه.



آزمونک



۲ ۲۲۵۳ B

۱ خط فکری

جهت جریان را باید در دو سیم نشان دهید و سپس جهت میدان مغناطیسی حاصل از دو سیم را در نقطه M مشخص کنید.

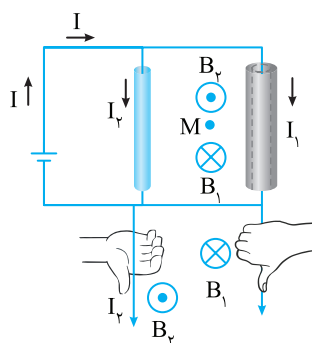
یادتان باشد از دو سیم رسانای هم‌طول و هم‌جنس بنا به رابطه ساختمانی مقاومت $(R_{\downarrow} = \rho \frac{L}{A \uparrow})$ مقاومت سیمی که سطح مقطع بزرگ‌تری دارد، کمتر است.

۱. جریان در دو سیم از بالا به پایین است و جهت میدان حاصل از سیم‌های I_1 و I_2 در نقطه M با توجه به قاعده دست راست به ترتیب درون‌سو و برون‌سو است.

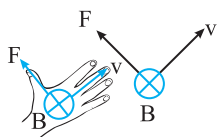
۲. سطح مقطع L_1 بزرگ‌تر است بنابراین مقاومت آن کمتر است. دو سیم با هم موازی هستند و در مقاومت‌های موازی جریان مقاومت کوچک‌تر بزرگ‌تر است. $I_1 > I_2$

۳. چون $I_1 > I_2$ بوده میدان مغناطیسی سیم I_1 از میدان مغناطیسی سیم I_2 بزرگ‌تر است. $I_1 > I_2 \Rightarrow B_1 > B_2$

۴. میدان B_1 بزرگ‌تر و درون‌سو و میدان B_2 برون‌سو است بنابراین میدان برآیند درون‌سو خواهد بود. درون‌سو: $B_T \Rightarrow B_{\text{برون‌سو}} - B_{\text{درون‌سو}}$ $B_T = B_1$



نمای ۱۴



۳ بار ذره مثبت بوده، چهار انگشت دست راست را در جهت v قرار داده به گونه‌ای که با خم کردن انگشتان دست راست جهت میدان مشخص شود، شست دست، جهت نیروی وارد بر ذره را مشخص می‌کند:

۴ جهت سرعت و جهت میدان بر هم عمودند و نیروی وارد بر بار خواهد شد:

$$F = qvB \sin \theta \xrightarrow{\theta=90^\circ} F = (2 \times 10^{-6}) 400 \times (9 \times 10^{-4}) \times 1$$

$$\Rightarrow F = 7.2 \times 10^{-6} \text{ N}$$

نمای ۱۷

۸ تعداد دورهای پیچه (N) شعاع (R) پیچه $1 \text{ cm} = 0.01 \text{ m}$ و جریان آن ۸۸ داده

شده است. با استفاده از رابطه $B = \frac{\mu_0 NI}{2R}$ مقدار میدان را به دست می‌آوریم:

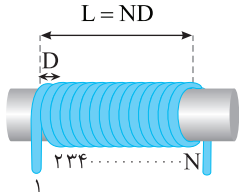
$$B = \frac{1.2 \times 10^{-6} \times 250 \times 8}{2 \times (0.01)} = 1.2 \times 10^{-3} \text{ T}$$

یادآوری: هر 10^4 گاوس برابر ۱ تسلا است بنابراین:

$$B = 1.2 \times 10^{-3} \text{ T} \times \frac{10^4 \text{ G}}{1 \text{ T}} = 12 \text{ G}$$

نمای ۱۷

۹ یادآوری: هرگاه N حلقه یک سیم به قطر مقطع D در یک ردیف و کنار هم قرار گیرند، مطابق شکل طول سیمولوله برابر ND می‌شود:



$$B = \mu_0 \frac{N}{l} I \Rightarrow B = \mu_0 \frac{N}{ND} I \Rightarrow B = \frac{\mu_0 I}{D}$$

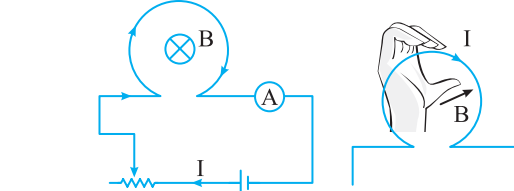
با توجه به نمودار ازای جریان ۲A میدان مغناطیسی در سیمولوله ΔG شده است:

$$B = \frac{\mu_0 I}{D} \Rightarrow \Delta \times 10^{-4} = \frac{1.2 \times 10^{-6} \times 2}{D} \Rightarrow D = \frac{2.4}{\Delta} \times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow D = 4/8 \times 10^{-3} \text{ m} = 4/8 \text{ mm}$$

نمای ۱۸

۱۰ جریان از پایانه مثبت باتری خارج می‌شود، بنابراین جریان در پیچه ساعتگرد خواهد بود و با توجه به قاعده دست راست، میدان مغناطیسی در مرکز پیچه درون‌سو می‌شود.



با حرکت لغزنده به سمت راست مطابق شکل، طول کمتری از مقاومت در مدار قرار می‌گیرد بنابراین مقاومت مدار در حال کاهش است و با کاهش مقاومت در مدار جریان افزایش می‌یابد.

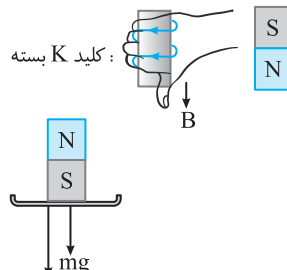
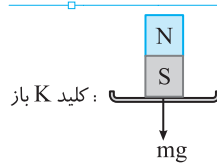
$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} \Rightarrow \text{I در حال افزایش}$$

نمای ۱۷

یئجره تو در تو

۳ ۲۲۵۳ B

۱ وقتی کلید باز است ترازو وزن آهنربای NS را نشان می‌دهد.

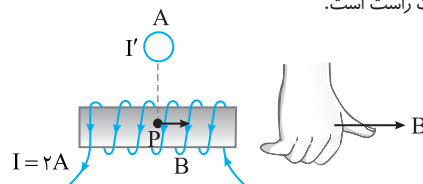


۲ با بستن کلید در اثر عبور جریان هسته آهنی آهنربا می‌شود و با توجه به قاعده دست راست جهت میدان مغناطیسی سیمولوله مطابق شکل رو به پایین بوده و قطب‌های همنام سیمولوله و آهنربای روی ترازو مقابل هم قرار گرفته و یکدیگر را می‌رانند، در نتیجه ترازو عدد بیشتری را نشان می‌دهد.

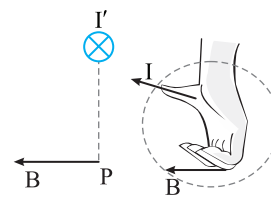
نمای ۱۸

۳ ۲۲۵۳ B

۱ جهت میدان مغناطیسی سیمولوله در نقطه P با توجه به قاعده دست راست مطابق شکل به سمت راست است.



۲ برای آنکه میدان مغناطیسی در نقطه P صفر شود باید میدان مغناطیسی سیم راست حامل جریان I' در نقطه P به سمت چپ باشد. با توجه به قاعده دست راست برای میدان مغناطیسی سیم راست باید جریان سیم A درون‌سو باشد. بنابراین گزینه (۲) و (۴) نادرست است.



۳ اندازه میدان سیم راست باید هم‌اندازه میدان مغناطیسی سیمولوله باشد بنابراین:

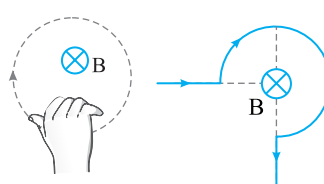
$$B_{\text{سیم}} = B_{\text{سیمولوله}} = \mu_0 \frac{N}{l} I \quad \text{متر / دور} \quad \frac{I = 2A, \frac{N}{l} = \frac{100}{10} = 10}{\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m/A}}$$

$$B = 4\pi \times 10^{-7} \times 10 \times 2 \Rightarrow B = 8\pi \times 10^{-3} \text{ T}$$

نمای ۱۸

۱ ۲۲۵۳ B

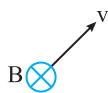
۱ ابتدا اندازه میدان در مرکز حلقه ناقص را حساب می‌کنیم، دقت کنید که این حلقه ناقص $\frac{3}{4}$ یک دور کامل سیم بوده و تعداد حلقه آن $N = \frac{3}{4}$ است:

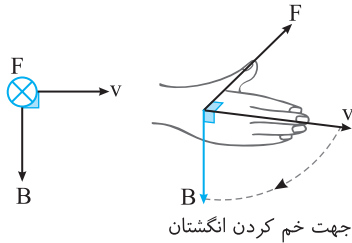


$$B = \frac{\mu_0 NI}{2R} \quad N = \frac{\theta}{360} = \frac{270}{360} = \frac{3}{4} \quad B = \frac{1.2 \times 10^{-6} \times \frac{3}{4} \times 200}{2 \times 10 \times 10^{-2}} = 9 \times 10^{-4} \text{ T}$$

۲ حال با توجه به قاعده دست راست جهت میدان را به دست می‌آوریم. شست دست راست را در جهت جریان قرار داده، با توجه به شکل میدان درون‌سو است.

همانطور که در شکل سؤال مشخص است ذره از مرکز حلقه می‌گذرد و کاملاً مشخص است که v و B بر هم عمودند.



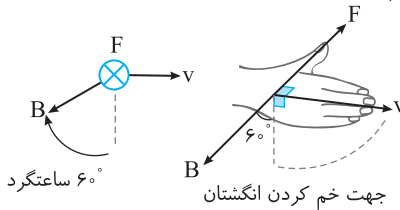


جهت خم کردن انگشتان

$$F_1 = qvB \sin \theta_1 \xrightarrow{\theta_1 = 90^\circ, F_1 = F_{\max}} F_1 = qvB$$

میدان B در صفحه شامل بردار v و B، به اندازه 60° ساعتگرد می‌چرخد و بردار B به صورت زیر کشیده می‌شود، بنابراین با توجه به قاعده دست راست جهت نیرو درون سو خواهد بود و جهت نیرو تغییر نمی‌کند.

زاویه بین B و v برابر 150° است، حال اندازه نیروی مغناطیسی را در این حالت به دست می‌آوریم:

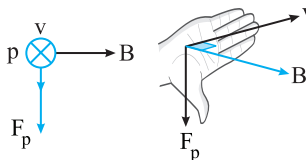


جهت خم کردن انگشتان

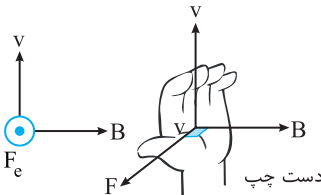
$$|F_2| = |qvB \sin 150^\circ| \Rightarrow |F_2| = \frac{1}{2} qvB$$

پس نیرو نصف می‌شود، یعنی ۵۰ درصد کاهش می‌یابد.

یادآوری ۵ خطوط میدان مغناطیسی از قطب N خارج می‌شود و به قطب S وارد می‌شود. میدان مغناطیسی در هر نقطه بر خط میدان مماس است. ابتدا نیروی وارد بر پروتون را به دست می‌آوریم. جهت میدان مغناطیسی در محل پروتون سمت راست است با توجه به قاعده 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 قاعده 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 درون سو می‌شود و چون الکترون دارای بار منفی بوده جهت نیرو برعکس است:



بنابراین F_p پایین‌سو و F_e در جهت برون‌سو است و این دو نیرو برهم عموداند و زاویه بین آن‌ها 90° است.

نمای ۳

۲ ۲۲۶۲ B

یادآوری ۶ بزرگی میدان مغناطیسی داخل سیم‌لوله از رابطه $B = \mu_0 \frac{N}{l} I$ به دست می‌آید.

۱ ۲۲۶۲ A

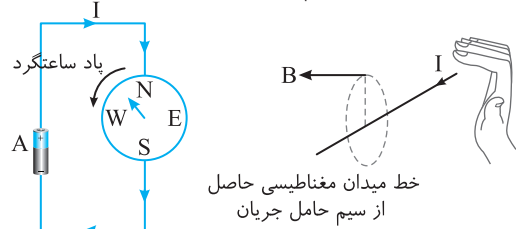
حوزه‌های مغناطیسی مواد فرومغناطیس نرم در حضور میدان مغناطیسی خارجی به سهولت تغییر می‌کند و ماده به سادگی آهنربا می‌شود و همچنین با حذف میدان خارجی، خاصیت آهنربایی خود را به آسانی از دست می‌دهد، بنابراین گزینه (۱) نادرست و گزینه (۳) درست است.

در مورد مواد پارامغناطیس باید این را بدانیم که این مواد در حضور میدان‌های مغناطیسی قوی خاصیت مغناطیسی ضعیف و موقت پیدا می‌کنند، بنابراین گزینه (۲) درست است. در مواد فرومغناطیس سخت پس از حذف میدان خارجی تا مدت زمان زیادی تقریباً سمت گیری دو قطبی‌های مغناطیسی حوزه‌ها بدون تغییر باقی می‌ماند و گزینه (۴) درست است.

نمای ۱۹

۱ ۲۲۶۲ B

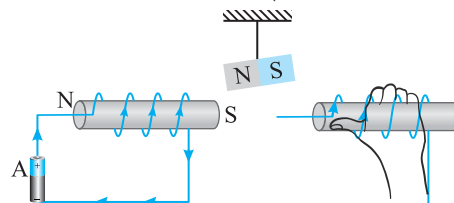
دقت کنید که عقربه مغناطیسی روی سیم قرار گرفته جهت و میدان مغناطیسی بالای سیم را نشان می‌دهد، در واقع جریان در سیم باید به گونه‌ای باشد تا خط میدان حاصل از سیم به صورت زیر شده و میدان در بالای سیم در جهت عقربه مغناطیسی و به سمت چپ باشد.



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.

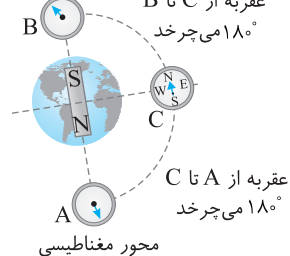
در مدار (۲) وقتی N به پایین کشیده می‌شود یعنی سمتی از سیم‌لوله که نزدیک آهنربا است در اثر عبور جریان قطب S شده است. جهت میدان مغناطیسی درون سیم‌لوله به سمت قطب N یعنی سمت چپ است. حال با توجه به قاعده دست راست جهت جریان در سیم‌لوله و مدار را به دست می‌آوریم:



نمای ۱۳ و ۱۸

بنابراین باید باتری A انتخاب شود.

۲ ۲۲۶۲ A



محور مغناطیسی
نمای ۲

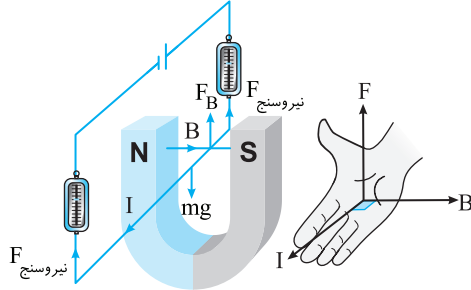
۳ زمین مانند یک آهنربای بسیار بزرگ رفتار می‌کند و قطب شمال آن در نزدیکی قطب جنوب جغرافیایی و قطب جنوب آن در نزدیکی قطب شمال جغرافیایی قرار دارد. بنابراین در جابه‌جایی از A تا B خود قطب‌نما 180° چرخیده اما عقربه آن 360° می‌چرخد:

۲ ۲۲۶۲ B

یادآوری ۴ نیروی وارد بر ذره باردار متحرک در میدان مغناطیسی برابر $F = qvB \sin \theta$ است که θ زاویه بین سرعت ذره و خطوط میدان مغناطیسی است. در ابتدا نیرو بیشینه است. پس زاویه بین تندی و میدان مغناطیسی در ابتدا 90° است.

پس برابند نیروهای وارد بر آن صفر می‌شود. در حالت دوم هنگامی که آهنربا 180° می‌چرخد جهت میدان مغناطیسی نیز 180° چرخیده و به سمت چپ می‌شود و جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سیم نیز وارونه می‌شود.

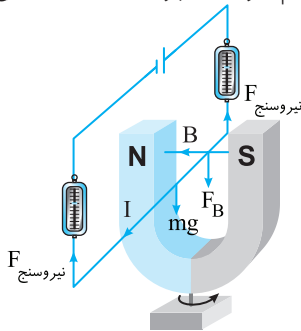
حالت اول: بر سیم، نیروی وزن (mg) رو به پایین وارد می‌شود، هم‌چنین با توجه به قاعده دست راست نیروی مغناطیسی رو به بالا بر سیم وارد خواهد شد:



$$\begin{cases} F_{\text{net}} = 0 \Rightarrow F_B + 2F - mg = 0 \\ F_B = BIl \sin \alpha \Rightarrow F_B = 0.3 \times 4 \times 0.5 \times 1 = 0.6 \text{ N} \end{cases} \Rightarrow 2F + F_B = mg$$

$$\Rightarrow 2F + 0.6 = 0.7 \Rightarrow 2F = 0.1 \Rightarrow F = 0.05 \text{ N}$$

حالت دوم: در حالت دوم آهنربا 180° چرخیده و میدان مغناطیسی به سمت چپ است.



$$\begin{cases} F_{\text{net}} = 0 \Rightarrow 2F - F_B - mg = 0 \\ F_B = BIl \sin \alpha = 0.6 \text{ N} \end{cases} \Rightarrow 2F = F_B + mg$$

$$\Rightarrow 2F = 0.6 + 0.7 = 1.3 \Rightarrow F = 0.65 \text{ N}$$

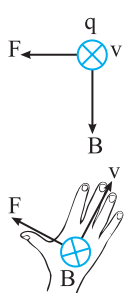
تغییر نیروی نیروسنج خواهد شد: $\Delta F = |0.65 - 0.05| = 0.6 \text{ N}$

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 اندازه یک نیروی مغناطیسی F_B تغییر می‌کند.

یادآوری: اگر جهت‌های میدان مغناطیسی، سرعت و نیروی مغناطیسی از قاعده دست راست پیروی کند بار ذره مثبت است و اگر یکی از این جهت‌ها قرینه جیتی باشد که با قاعده دست راست به دست 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 به طوری که کف دست روی صفحه قرار گرفته و جهت میدان مغناطیسی را درون‌سو نشان دهد. در این صورت شست باز دست جهت نیرو را قرینه جهت نشان داده شده در شکل نشان می‌دهد بنابراین بار q' منفی است.



با توجه به سؤال اگر جریان اولیه عبوری از سیملوله 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 $36 \times 10^{-4} \text{ T}$ بیشتر می‌شود ($B_2 = B_1 + 36 \times 10^{-4}$) بنابراین:

$$B_2 - B_1 = \mu_0 \frac{N}{l} I_2 - \mu_0 \frac{N}{l} I_1 \Rightarrow B + 36 \times 10^{-4} - B = \mu_0 \frac{N}{l} (I_1 + 10) - \mu_0 \frac{N}{l} I_1$$

در سمت راست معادله بالا از $\mu_0 \frac{N}{l}$ فاکتور می‌گیریم:

$$36 \times 10^{-4} = \mu_0 \frac{N}{l} (10) \Rightarrow \frac{l}{\mu_0 N} = 4 \times 10^{-5} \text{ m}$$

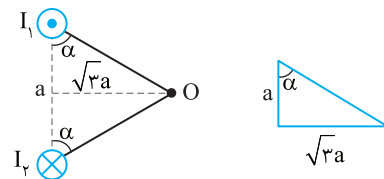
$$36 \times 10^{-4} = 12 \times 10^{-5} \times \frac{N}{4} \times 10 \Rightarrow 36 \times 10^{-4} = 3 \times 10^{-5} (N) \Rightarrow N = 120$$

نمای ۱۸

یادآوری: شست دست راست را در جهت I قرار می‌دهیم به گونه‌ای که ۴ انگشت در راستای خط واصل بین سیم و نقطه‌ای که میدان آن خواسته شده قرار گیرد. حال اگر ۴ انگشت را 90° خم کنیم، جهت ۴ انگشت در این حالت جهت میدان مغناطیسی را نشان می‌دهد.

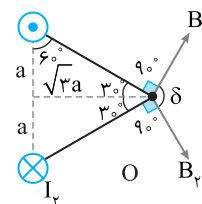
خط واصل بین سیم‌ها و نقطه O را می‌کشیم. تانژانت زاویه α برابر نسبت ضلع روبه‌رو به ضلع مجاور است:

$$\tan \alpha = \frac{\sqrt{3}a}{a} = \sqrt{3} \Rightarrow \alpha = 60^\circ$$



۲: حال با توجه به قاعده دست راست، جهت میدان مغناطیسی حاصل از سیم I_1 و I_2 در نقطه O را به دست می‌آوریم. دقت کنید که این میدان‌ها بر خط واصل عمودند:

$$30^\circ + 30^\circ + 90^\circ + \gamma + 90^\circ = 360^\circ \Rightarrow \gamma = 120^\circ$$



بازی با سؤال: مطابق شکل زیر، از سه سیم مستقیم و بلند که بر صفحه کاغذ عمودند، جریان I می‌گذرد. میدان خالص در نقطه M چند برابر میدان حاصل از سیم I_3 در نقطه M است؟

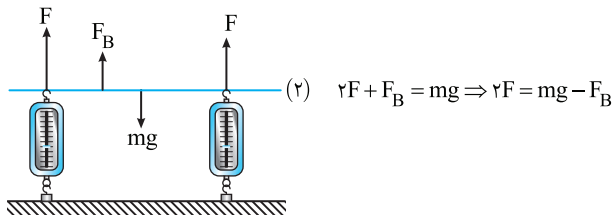
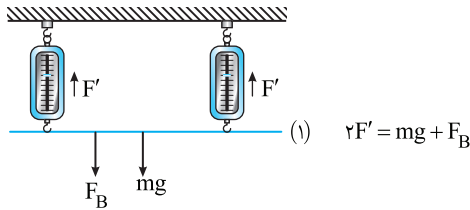
تجربی - ۹۵

$$\begin{aligned} \frac{\sqrt{2}}{2} \text{ cm} & \quad I_1 = I \\ \frac{\sqrt{2}}{2} \text{ cm} & \quad I_2 = I \\ \frac{\sqrt{2}}{2} \text{ cm} & \quad I_3 = I \end{aligned}$$

میدان خالص در نقطه M چند برابر میدان حاصل از سیم I_3 در نقطه M است؟

$$\begin{aligned} (1) & \quad \sqrt{2} \\ (2) & \quad (\sqrt{2}-2) \\ (3) & \quad (\sqrt{2}-1) \\ (4) & \quad (\sqrt{2}+1) \end{aligned}$$

۸ خط فکری: حل این مسئله دو مرحله دارد. ابتدا با توجه به جهت قطب‌های آهنربای داده شده میدان مغناطیسی 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

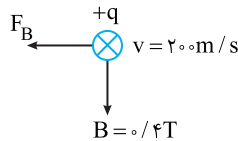


با توجه به معادله‌های بالا نیروی نیروسنج‌های سیم بالایی به اندازه F_B افزایش یافته و عدد نیروسنج‌های سیم پایینی به اندازه F_B کاهش یافته است:

نمای ۱۵

۲ ۲۲۶۲ C

۱۲ برای نیروی مغناطیسی وارد بر ذره: با توجه به قاعده دست راست جهت نیروی مغناطیسی و با توجه به رابطه $F_B = qvB$ اندازه نیروی مغناطیسی به دست می‌آید:



$$F_B = q \times 2.0 \times 0.4 = 8.0 \times 10^{-4} \text{ N}$$

با توجه به صورت مسئله به نیروی مغناطیسی به سمت چپ وارد شده و جهت حرکت ذره تغییر نکرده، برای اینکه مسیر حرکت ذره ثابت بماند باید 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.

$$F_E = F_B \xrightarrow{F_B = 8.0 \times 10^{-4}} Eq = 8.0 \times 10^{-4} \Rightarrow E = 8.0 \times 10^{-4} \text{ N/C}$$

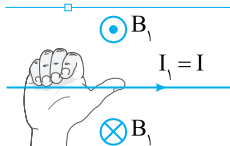
بار ذره مثبت بوده و F_E هم‌جهت‌اند پس میدان الکتریکی نیز به سمت راست است.

یادآوری: اختلاف پتانسیل بین دو صفحه رسانا از رابطه $\Delta V = Ed$ به دست می‌آید. دقت کنید هرچه در جهت خطوط حرکت کنیم پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد بنابراین $V_N < V_M$.

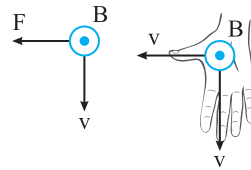
$$\Delta V_{MN} = Ed \Rightarrow \Delta V_{MN} = 8.0 \times 10^{-4} \times \frac{1}{1.0} = 8.0 \times 10^{-4} \text{ V}$$

$$\xrightarrow{V_M > V_N} V_N - V_M = -8.0 \times 10^{-4} \text{ V}$$

نمای ۷



۱۳ جهت جریان سیم (۱) به سمت راست است، بنابراین با توجه به قاعده دست راست جهت میدان مغناطیسی بالای و پایین این سیم را به دست می‌آوریم:



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 ۳

۴ ۲۲۶۲ B

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 رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ نسبت مقاومت‌ها را به دست می‌آوریم

و در گام بعد نسبت جریان عبوری از آن‌ها را حساب می‌کنیم و در نهایت با توجه به رابطه $F = BIl$ نسبت نیروهای خواسته شده را به دست می‌آوریم:

۱ دو سیم هم‌جنس‌اند و مقاومت ویژه (ρ) یکسانی دارند:

$$\frac{R_{AB}}{R_{MN}} = \frac{\rho \frac{L_{AB}}{A_{AB}}}{\rho \frac{L_{MN}}{A_{MN}}} \xrightarrow{\frac{L_{AB} = 2L_{MN}}{A_{AB} = A_{MN}}} \frac{R_{AB}}{R_{MN}} = \frac{L_{AB}}{L_{MN}} = 2 \Rightarrow R_{AB} = 2R_{MN}$$

۲ جریان در مقاومت‌های موازی با مقدار مقاومت رابطه عکس دارد، بنابراین چون

مقاومت AB، دو برابر مقاومت MN است، جریان عبوری از AB نصف جریان عبوری

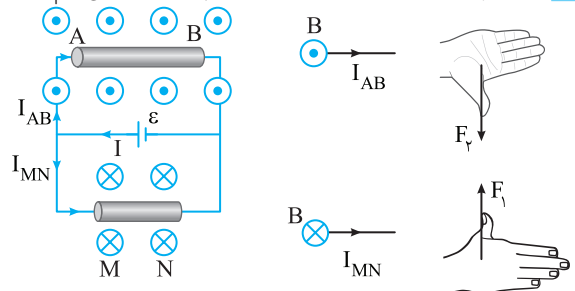
از MN خواهد بود:

۳ با توجه به رابطه نیروی مغناطیسی، اندازه نیروهای مغناطیسی وارد به سیم‌های

AB و MN را با هم مقایسه می‌کنیم:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{I_{AB}}{I_{MN}} \times \frac{L_{AB}}{L_{MN}} \xrightarrow{\frac{I_{AB} = \frac{1}{2}I_{MN}}{L_{AB} = 2L_{MN}}} \frac{F_1}{F_2} = 1 \Rightarrow F_1 = F_2$$

۴ حال با توجه به قاعده دست راست جهت این نیروها را حساب می‌کنیم:



بنابراین دو نیرو هم‌اندازه و خلاف جهت یکدیگرند:

نمای ۹

۲ ۲۲۶۲ B

۱ جریان‌های دو سیم هم‌مسو 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:

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:

$$2F + F_B = mg \Rightarrow 2F = mg - F_B$$

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 نقطه B، بردار میدان مغناطیسی دارای مؤلفه قائم و افقی مثبت بوده و می‌تواند به صورت میدان $\vec{B} = 0.2\vec{i} + 0.2\vec{j}$ باشد. نمای ۲

۳ ۲۲۶۲ A

۱۶ 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 ماده فرومغناطیسی نرم (آهن خالص) استفاده کرد، بنابراین گزینه (۲) نیز نادرست است. نمای ۱۹

۴ ۲۲۶۲ B

۱۷ یادآوری در رابطه میدان مغناطیسی سیمولوله $B = \mu_0 \frac{N}{l} I$ ، تعداد دور سیم‌ها در واحد طول است.

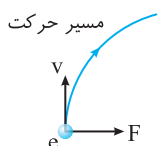
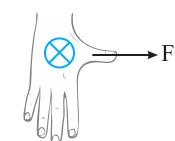
با توجه به رابطه $B = \mu_0 \frac{N}{l} I$ سیمولوله داریم:

$$B = \mu_0 \frac{N}{l} I \xrightarrow[\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m/A}]{B = 1/5 \text{ T}, I = 50 \text{ A}} \rightarrow 1/5 = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{N}{l} \times 50$$

$$\Rightarrow \frac{N}{l} = 25 \times 10^3 \text{ متر / دور}$$

نمای ۱۸

۱۸ میدان مغناطیسی درون‌سو و نیروی مغناطیسی به سمت راست است، پس جهت حرکت ذره در لحظه نشان داده شده را با قاعده دست راست به دست می‌آوریم. دقت کنید چون بار ذره منفی است، هر چستی که با دست راست به دست 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 ۶

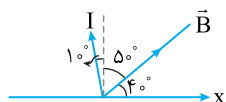
۱ ۲۲۶۲ B

۱۹ ابتدا زاویه بین سیم و خطوط میدان مغناطیسی را به دست می‌آوریم.

(الف) سیم حامل جریان با خط قائم، زاویه 10° می‌سازد.

(ب) میدان مغناطیسی با افق زاویه 40° و با خط قائم، زاویه 50° می‌سازد.

بنابراین زاویه بین جریان و میدان برابر $\theta = 10^\circ + 50^\circ = 60^\circ$ است.

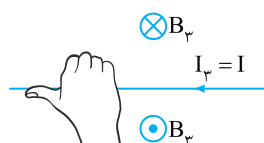
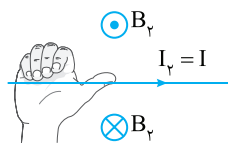


۲ حال با توجه به رابطه $F_B = I l B \sin \theta$ ، که θ زاویه بین میدان مغناطیسی (B) و جریان سیم (I) است، نیروی مغناطیسی را به دست می‌آوریم:

$$F_B = I l B \sin \theta \xrightarrow[\theta = 60^\circ, l = 1 \text{ m}, I = 2 \text{ A}]{B = 4 \times 10^{-3} \text{ T}} \rightarrow F_B = (2 \times 10^{-2}) \times (2) \times (4 \times 10^{-3}) \times \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$$

$$\Rightarrow F_B = 8\sqrt{3} \times 10^{-7} \text{ N} \Rightarrow F_B = 8\sqrt{3} \text{ mN}$$

۳ با استفاده از قاعده دست راست جهت میدان مغناطیسی را به دست می‌آوریم:



حال با توجه به جهت‌های به دست 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 I_3 از نقطه A بیشتر از فاصله I_1 و I_2 از نقطه A است، بنابراین میدان B_3 نمی‌تواند میدان B_1 و B_2 را خنثی کند و میدان در نقطه A صفر نمی‌شود.

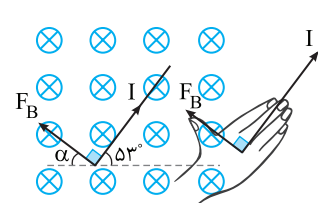
در نقطه B میدان‌های B_1 و B_2 یکدیگر را خنثی می‌کنند و میدان سیم I_3 (B_3) در نقطه B باقی می‌ماند بنابراین در نقطه B میدان صفر نمی‌شود.

در نقطه C هر سه میدان B_1 ، B_2 و B_3 درونسو بوده پس میدان برآیند در نقطه C صفر نمی‌شود.

در نقطه D میدان‌های B_1 و B_2 برونسو و میدان B_3 درونسو است. نقطه D به سیم I_3 نزدیک است و ممکن است میدان B_3 با میدان B_1 و B_2 برابر شده و میدان برآیند صفر است.

نمای ۱۴

۴ ۲۲۶۲ C



۱۴ یادآوری نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان همواره بر میدان مغناطیسی عمود است. ۱ با توجه به قاعده دست راست جهت نیروی مغناطیسی را مشخص می‌کنیم:

۲ حال زاویه‌ای که نیروی مغناطیسی با افق می‌سازد را مشخص می‌کنیم:

$$\alpha + 90^\circ + 53^\circ = 180^\circ \Rightarrow \alpha = 37^\circ$$

۳ با توجه به جهت و زاویه‌ای که نیروی F با افق می‌سازد، مؤلفه‌های $\vec{i}$ و $\vec{j}$ نیروی F را مشخص می‌کنیم:

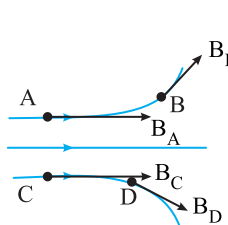


$$\tan \alpha = \frac{\text{ضلع روبه‌رو}}{\text{ضلع مجاور}} \xrightarrow[\alpha = 37^\circ]{\tan 37^\circ = \frac{\beta}{\alpha}}$$

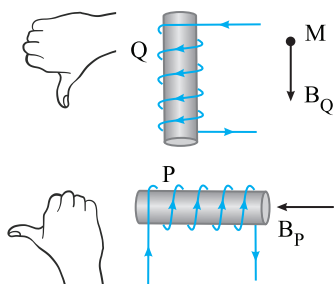
$$\Rightarrow \frac{3}{4} = \frac{\beta}{\alpha} \Rightarrow \frac{\alpha}{\beta} = \frac{4}{3}$$

نمای ۹ و ۱۰

۲ ۲۲۶۲ B



۱۵ بردار میدان مغناطیسی در هر نقطه بر خطوط میدان مماس است و جهت آن در سوی خطوط میدان است، بنابراین اگر بردار میدان



اندازه میدان مغناطیسی هر کدام از سیم‌لوله‌ها را با توجه به رابطه $B = \mu_0 \frac{N}{l} I$ به دست می‌آوریم:

$$B_Q = \mu_0 \frac{N_Q}{l_Q} I_Q \Rightarrow B_Q = 12 \times 10^{-7} \times \frac{4000}{0.2} \times 5 = 12 \times 10^{-3} \text{ T}$$

$$B_P = \mu_0 \frac{N_P}{l_P} I_P \Rightarrow B_P = 12 \times 10^{-7} \times \frac{5000}{0.2} \times 3 = 9 \times 10^{-3} \text{ T}$$

دو بردار برهم عمودند بنابراین:

$$B_T = \sqrt{B_Q^2 + B_P^2} \\ \Rightarrow B_T = 3 \times 10^{-3} \sqrt{4^2 + 3^2} = 15 \times 10^{-3} \text{ T} \\ \Rightarrow B_T = 15 \times 10^{-3} \text{ T}$$

نمای ۱۸

۴ ۲۲۶۲ C

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 نقطه N و M هم‌جهت هم می‌شوند، مثلاً اگر جریان دو سیم به سمت بالا باشد میدان ناشی از سیم حامل جریان در دو نقطه N و M درون‌سو است و اگر هر دو جریان رو به پایین باشند جهت میدان‌ها در دو نقطه N و M برون‌سو است و در هر صورت میدان مغناطیسی خالص برآیند در هر دو نقطه N و M از جمع میدان‌ها به دست می‌آید.

$$B_N = B_{1N} + B_{2N}, \quad B_M = B_{1M} + B_{2M}$$

فاصله نقطه M از دو سیم بیشتر از فاصله نقطه N از دو سیم است و میدان‌های مغناطیسی سیم‌ها در نقطه M کمتر از میدان‌های مغناطیسی سیم‌ها در نقطه N است.

$$B_{1M} < B_{1N} \Rightarrow B_{1M} + B_{2M} < B_{1N} + B_{2N} \Rightarrow B_M < B_N \\ B_{2M} < B_{2N}$$

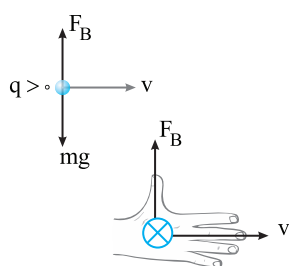
اما در صورت مسئله بیان شده که میدان در نقطه M بزرگ‌تر از میدان در نقطه N است، بنابراین جریان‌های دو سیم نمی‌تواند هم‌سو باشد و باید جریان‌ها ناهم‌سو باشند و دو سیم موازی حامل جریان ناهم‌سو بر هم نیروی رانشی وارد می‌کنند.

نمای ۱۴ و ۱۵

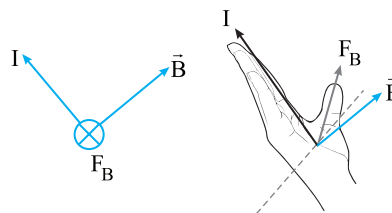
۳ ۲۲۶۲ C

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 قاعده دست راست است جهت نیروی مغناطیسی به سمت پایین می‌شود. با چرخیدن میدان مغناطیسی،

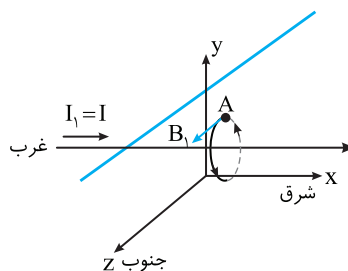


نمای ۹

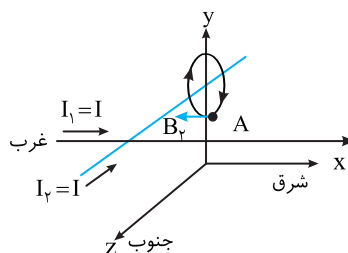
۴ ۲۲۶۲ C

اگر محورهای X ، Y و Z را رسم کنیم، داریم:

سیم I_1 موازی با محور X است و میدانی که این سیم در نقطه A ایجاد می‌کند، به سمت جنوب است.



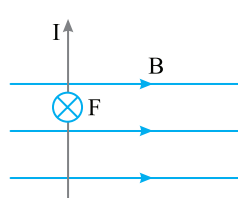
سیم I_2 موازی با محور Z است و میدانی که ایجاد می‌کند، در نقطه A به سمت غرب است.



نمای ۱۴

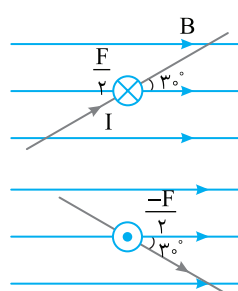
پس میدان برآیند در نقطه A به سمت جنوب غربی است.

۱ ۲۲۶۲ C



۲۱ اگر چهار انگشت دست راست خود را در جهت جریان قرار دهید به گونه‌ای 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 زاویه بین I و B ، 30° باشد تا در رابطه نیرو $\sin \theta = \frac{1}{2}$ شود و نیرو نصف شود.



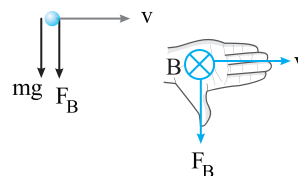
نمای ۹

۳ ۲۲۶۲ B

۲۲ ابتدا جهت میدان هر کدام از سیم‌لوله‌ها را در نقطه M با توجه به قاعده دست راست مشخص می‌کنیم.

اندازه نیروی مغناطیسی تغییر نمی‌کند:

$$F_{\text{net}} = ma \Rightarrow F_B + mg = ma \xrightarrow{F_B = mg} 2mg = ma \Rightarrow a = 2g = 2 \cdot 10 \text{ m/s}^2$$



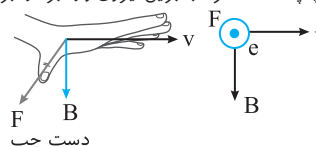
نمای ۷

۲ ۲۲۶۲ B



صفحه کاغذ بگیرید و چهار انگشت خود را روی خط واصل نقطه و سیم قرار دهید و با چرخش 90° آن‌ها مشخص می‌شود که میدان مغناطیسی پایین‌سو خواهد بود.

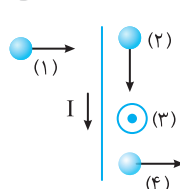
با توجه به جهت سرعت و میدان مغناطیسی برای الکترون و استفاده از قاعده دست راست جهت نیروی وارد بر الکترون به دست می‌آید. دقت کنید که الکترون دارای بار منفی است و با قاعده دست راست نیرو در هر جهتی به دست آمده، باید قرینه شود و یا می‌توان از همان ابتدا از دست چپ استفاده کرد، بنابراین نیروی وارد بر ذره برونسو است.



با استفاده از رابطه $F_B = qvB \sin \theta$ ، نیروی مغناطیسی را به دست می‌آوریم:

$$F_B = (1/6 \times 10^{-19}) \times (4 \times 10^3) \times (50 \times 10^{-4}) \times (\sin 90^\circ) = 32 \times 10^{-19} \text{ N} \\ = 3/2 \times 10^{-18} \text{ N}$$

نمای ۸ و ۱۳



قلم‌چی

بازی با سوال - مطابق شکل روبه‌رو، چهار

ذره 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)

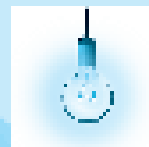
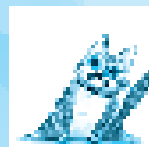
گزینه ۲

Windows 11



فصل نهم

*** القای الکترومغناطیسی و جریان متناوب***



۵۳. با استفاده از CO_2 و با یک بار احیدر یک ماده شکر می‌تواند،
قابل توجه دستورهای زیر را در این باره داشته باشید.

در پاسخ این نداشتن نقد، مجموع وزیر باطنی را حرکت داد.

تجربی - ۹۱

آهنگ تغییر شار مغناطیسی از جنس کدام کمیت فیزیکی است؟

۲۳۵۴

۱) میدان مغناطیسی ۲) نیرو محرکه الکتریکی ۳) شدت جریان الکتریکی ۴) نیروی الکترومغناطیسی

پیچه مسطحی به قطر مقطع D درون میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی B قرار دارد. اگر قطر پیچه و تعداد دورهای آن نصف و زاویه بین خط‌های میدان مغناطیسی و خط عمود بر سطح پیچه دو برابر شود و همین‌طور اندازه میدان مغناطیسی یکنواخت عبوری از پیچه 20° درصد کاهش یابد، شار عبوری از پیچه $\frac{\sqrt{3}}{15}$ برابر می‌شود. زاویه‌ای که در حالت اول خط عمود بر سطح با خطوط میدان می‌سازد چند درجه است؟ ($\pi \approx 3$)

۱) 30° ۲) 60° ۳) 45° ۴) 90°

پیچه‌ای شامل 200 دور سیم که مساحت هر حلقه آن 5 cm^2 است، عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی قرار دارد. در مدت 2 ms اندازه میدان از 5 T به 4.5 T کاهش می‌یابد. اگر مقاومت پیچه 2Ω باشد، جریان القایی متوسط که از پیچه می‌گذرد، چند آمپر است؟

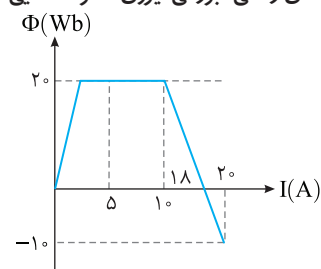
۱) $2/5$ ۲) $1/5$ ۳) $1/25$ ۴) $0/5$ تجربی (نوبت دوم) - ۱۴۰۴

از یک سیم‌لوله 5° حلقه‌ای به طول $6/28 \text{ cm}$ جریان الکتریکی 5 آمپر می‌گذرد. اگر قطر حلقه‌های سیم‌لوله $D = \frac{4}{\sqrt{\pi}} \text{ cm}$ باشد و میدان مغناطیسی

درون سیم‌لوله را یکنواخت در نظر بگیریم، شار مغناطیسی گذرنده از سیم‌لوله چند وبر است؟ ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m/A}$, $\pi = 3/14$)

۱) 10^{-6} ۲) 2×10^{-6} ۳) 4×10^{-6} ۴) 4×10^{-8}

نمودار تغییرات شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه برحسب زمان، مطابق شکل روبه‌رو است. در کدام یک از بازه‌های زمانی، بزرگی نیروی محرکه القایی متوسط در حلقه با هم برابر است؟



آزمون مدارس برتر

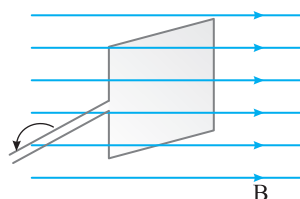
۱) $(t = 1 \text{ s تا } t = 4 \text{ s})$ با $(t = 0 \text{ s تا } t = 1 \text{ s})$

۲) $(t = 1 \text{ s تا } t = 4 \text{ s})$ با $(t = 1 \text{ s تا } t = 1.5 \text{ s})$

۳) $(t = 1 \text{ s تا } t = 1.5 \text{ s})$ با $(t = 1.5 \text{ s تا } t = 2 \text{ s})$

۴) $(t = 1 \text{ s تا } t = 2 \text{ s})$ با $(t = 1.5 \text{ s تا } t = 4 \text{ s})$

مطابق شکل روبه‌رو یک قاب مربع به ضلع 2 cm عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی 25° گاوس قرار گرفته است. اگر در مدت 1 s قاب 90° پادساعتگرد در جهت نشان داده شده بچرخد، آهنگ تغییر شار عبوری از قاب چند وبر بر ثانیه خواهد بود؟



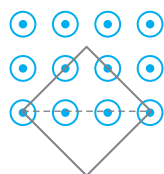
از کتاب درسی

۱) $0/1$ ۲) $0/2$ ۳) صفر ۴) $0/0.5$

از یک سیم به طول 9 m یک پیچه مسطح شامل 300 دور ساخته‌ایم و آن را در یک میدان مغناطیسی یکنواخت 4 T به گونه‌ای قرار داده‌ایم تا با خطوط میدان زاویه 30° بسازد. اگر پیچه در مدت 2 s بچرخد و با خطوط میدان زاویه 53° بسازد، نیروی محرکه القایی متوسط در این مدت چند ولت است؟ ($\pi \approx 3$, $\cos 37^\circ = 0/8$)

۱) $2/7$ ۲) 27 ۳) $13/5$ ۴) $1/35$

یک حلقه سیم مربعی شکل به ضلع 2 m عمود بر یک میدان مغناطیسی یکنواخت قرار دارد و نصف حلقه درون میدان مغناطیسی است. اگر رابطه میدان مغناطیسی با زمان در SI به صورت $B = 5 - 2t$ باشد، در بازه‌ای که بزرگی میدان مغناطیسی در حال کاهش است، نیرو محرکه القایی متوسط برابر چند ولت است؟



۱) 2 ۲) $2/5$ ۳) 5 ۴) 4

شار مغناطیسی گذرنده از دو سیملوله مشابه A و B به ترتیب 10° و 1° وبر است. شار مغناطیسی سیملوله A را در مدت ۱۸ و شار مغناطیسی سیملوله B را در مدت ۱۸ $^\circ$ به صفر می‌رسانیم. اگر ε_A و ε_B به ترتیب نیروی محرکه القایی در سیملوله‌های A و B باشند، نسبت $\frac{\varepsilon_A}{\varepsilon_B}$ کدام است؟

- ۱ (۱) ۱۰ (۲) ۱ (۳) ۱ (۴) ۱۰۰

در شکل روبه‌رو اگر سیم 2 cm با تندی v در جهت نشان داده شده حرکت کند. آمپرسنج 4 A را نشان می‌دهد. v چند متر بر ثانیه است؟

۱ (۱) ۵ (۲) ۷/۵ (۳) ۲/۵ (۴) ۱۰

آزمونک

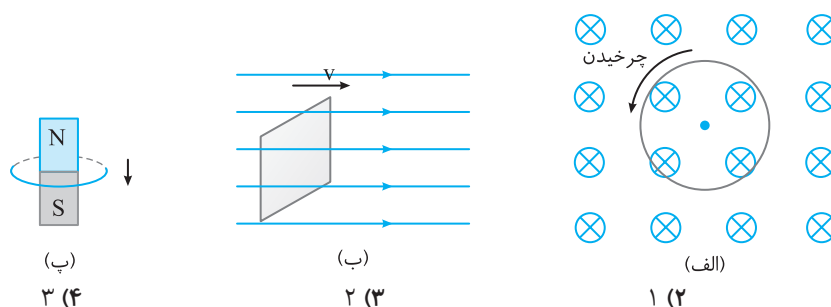
مطابق شکل زیر، دو حلقه در جهت‌های نشان داده شده در نزدیکی یک سیم حامل جریان الکتریکی حرکت می‌کنند. کدام مورد درست است؟

۱) در حلقه (۱) جریان القا نمی‌شود و در حلقه (۲) جریان القایی پادساعتگرد است.
 ۲) جهت جریان القایی در حلقه (۱) پاد ساعتگرد و در حلقه (۲) ساعتگرد است.
 ۳) در حلقه (۱) جریان القا نمی‌شود و در حلقه (۲) جریان القایی ساعتگرد است.
 ۴) جهت جریان القایی در حلقه (۱) ساعتگرد و در حلقه (۲) پادساعتگرد است.

پیچه تختی با مساحت 4 cm^2 که دارای 100 حلقه است در یک میدان مغناطیسی یکنواخت به اندازه 100 گaus که در جهت محور X است، قرار دارد. اگر پیچه در مدت 10^{-4} s از وضعیتی که عمود بر محور X است به وضعیتی که سطح حلقه با محور X زاویه 30° می‌سازد تغییر حالت دهد، نیرو محرکه متوسط القا شده در پیچه چند ولت است؟

- ۱ (۱) ۲۰۰ (۲) ۴۰۰ (۳) ۴۰ (۴) ۲۰

در چه تعداد از شکل‌های زیر با توجه به حرکت حلقه یا قاب در لحظه نشان داده شده در آن‌ها جریان القایی به وجود می‌آید؟



۱ (۱) صفر

سطح حلقه‌های پیچه‌ای که دارای 1000 حلقه است، عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی که اندازه آن 0.4 T است، قرار دارد. میدان مغناطیسی در مدت ۱۸ $^\circ$ تغییر می‌کند و به 0.4 T در خلاف جهت اولیه می‌رسد. اگر مساحت هر حلقه پیچه 5 cm^2 باشد، بزرگی نیروی محرکه القایی متوسط در پیچه، چند ولت است؟

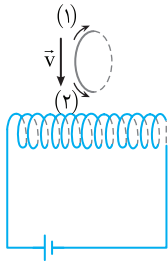
- ۱ (۱) صفر (۲) 0.4 (۳) ۴ (۴) ۴۰

پیچه‌ای دارای 25 حلقه با مقاومت 5Ω ، عمود بر میدان مغناطیسی برونسویی به بزرگی 8 T قرار دارد و سطح هر حلقه 10 cm^2 است. میدان مغناطیسی را تغییر می‌دهیم. میدان در نهایت چگونه باشد تا از حلقه بار الکتریکی القایی ۸ میلی کولن بگذرد؟

- ۱ (۱) $8/0$ برونسو (۲) $8/0$ برونسو (۳) $1/6$ برونسو (۴) $1/6$ برونسو

در شکل روبه‌رو اگر قاب را 60° در جهت نشان داده شده بچرخانیم، شار مغناطیسی عبوری از قاب چند برابر می‌شود؟

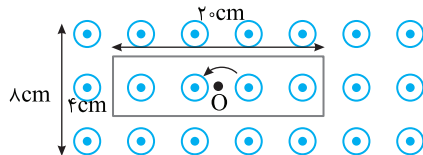
۱ (۱) ۱ (۲) $\sqrt{3}$ (۳) $\frac{\sqrt{3}}{3}$ (۴) $\frac{\sqrt{3}}{2}$



در شکل روبه‌رو هنگام عبور حلقه از درون سیملوله جهت جریان القایی به‌ترتیب از راست به چپ هنگام ورود و خروج در کدام سو است؟

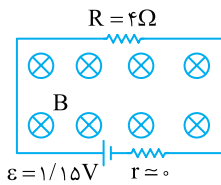
- (۱) ۱، ۱
(۲) ۲، ۱
(۳) ۲، ۲
(۴) ۱، ۲

در شکل روبه‌رو یک قاب رسانا عمود بر خط‌های یک میدان مغناطیسی است. اگر قاب رسانا را حول نقطه O، 180° بچرخانیم، جهت جریان



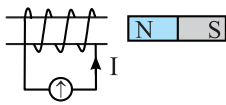
القایی در قاب در حین چرخیدن آن چگونه خواهد بود؟

- (۱) ابتدا ساعتگرد، سپس پادساعتگرد
(۲) همواره ساعتگرد
(۳) ابتدا پادساعتگرد، سپس ساعتگرد
(۴) همواره پادساعتگرد



در شکل روبه‌رو مساحت سطح مدار رسم شده 100 cm^2 است و مدار درون یک میدان مغناطیسی درون‌سو قرار دارد. اگر اندازه میدان در مدت 2 ms از 200 G به 500 G افزایش یابد، جریان عبوری از مقاومت $R = 4 \Omega$ در این بازه چند آمپر می‌شود؟

- (۱) $2/5$
(۲) $0/25$
(۳) $3/25$
(۴) $3/25$



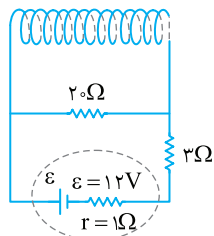
- در کدام حالت، جریان القایی در جهت نشان داده شده ایجاد می‌شود؟
(۱) آهنربا به چپ یا سیم‌پیچ به راست در حرکت باشد.
(۲) آهنربا به راست یا سیم‌پیچ به چپ در حرکت باشد.
(۳) آهنربا با سرعت v_1 و سیم‌پیچ با سرعت v_2 ($v_2 < v_1$) هر دو به سمت راست در حرکت باشند.
(۴) آهنربا با سرعت v_1 و سیم‌پیچ با سرعت v_2 ($v_2 > v_1$) هر دو به سمت چپ در حرکت باشند.

آزمونک

سیملوله‌ای با ضریب خودالقایی 4 H و مقاومت الکتریکی 100Ω را به مولدی با نیروی محرکه 6 V و مقاومت داخلی صفر وصل می‌کنیم.

انرژی الکترومغناطیسی ذخیره شده در سیملوله چند میکروژول است؟

- (۱) $7/2 \times 10^{-4}$ (۲) 720 (۳) 12×10^{-3} (۴) 12000



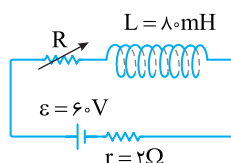
در شکل روبه‌رو مقاومت سیم القاگر 5Ω و ضریب القاوری آن 2 H است، انرژی ذخیره شده در میدان

مغناطیسی سیملوله چند میلی‌ژول است؟

- (۱) 72
(۲) 90
(۳) 144
(۴) 45

از سیملوله‌ای به ضریب القاوری 5 mH ، جریان 8 mA عبور می‌کند، انرژی ذخیره شده در سیملوله چند میلی‌ژول است؟

- (۱) $1/6 \times 10^{-4}$ (۲) 32×10^{-4} (۳) $1/6 \times 10^{-1}$ (۴) $3/2 \times 10^{-1}$

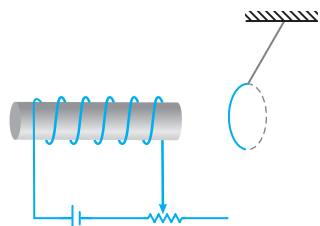


در مدار روبه‌رو اگر مقاومت سیملوله ناچیز باشد و مقاومت رئوستا را از 4Ω به 8Ω تغییر دهیم، در این مدت سیملوله ژول انرژی می‌کند.

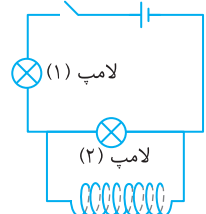
- (۱) $1/44$ ، آزاد
(۲) $1/44$ ، ذخیره
(۳) $2/56$ ، آزاد
(۴) $2/56$ ، ذخیره



در شکل روبه‌رو یک حلقه مسی که یک سطح آن موازی سطح مقطع سیملوله است از یک ریسمان آویزان است با توجه به وضعیت قرارگیری حلقه در لحظه 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) اظهار نظر قطعی نمی‌توان کرد.

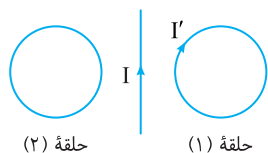


در شکل روبه‌رو با فرض آرمانی بودن القاگر از لحظه بسته شدن کلید تا مدتی پس از آن روشنایی



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.



در شکل روبه‌رو در حلقه (۱) به دلیل تغییر جریان I ، جریان I' القا شده است، بنابراین جریان I در حال بوده و در حلقه (۲) جریان القا می‌شود.

- (۱) کاهش، ساعتگرد
- (۲) کاهش، پادساعتگرد
- (۳) افزایش، ساعتگرد
- (۴) افزایش، پادساعتگرد

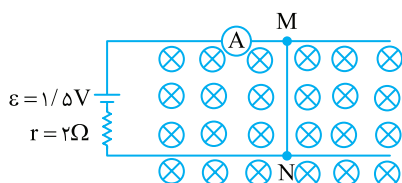
میدان مغناطیسی درون یک سیملوله حامل جریان 1 A با سطح مقطع 10 سانتی‌متر مربع و 100 دور سیم برابر 40 G است. انرژی ذخیره شده در این سیملوله چند میلی‌ژول است؟

(۴) $1/6$

(۳) $3/10$

(۲) $4/10$

(۱) $2/10$



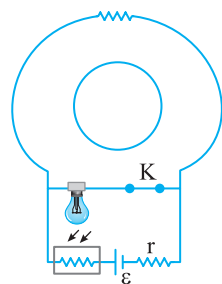
در شکل مقابل مقاومت قاب و میله فلزی ناچیز است و طول میله MN برابر $3/10$ متر است. اگر اندازه میدان مغناطیسی یکنواخت B برابر $8/10\text{ T}$ باشد، میله را به کدام طرف و با سرعت چند متر بر ثانیه حرکت دهیم تا آمپرسنج عدد صفر را نشان دهد؟

(۲) $12/5$ ، ←

(۱) $12/5$ ، →

(۴) $6/25$ ، ←

(۳) $6/25$ ، →

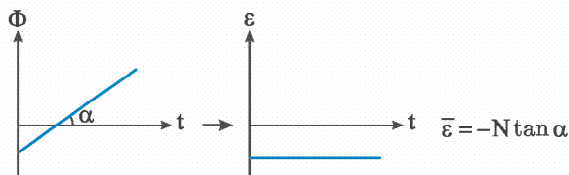


مدار شکل روبه‌رو در یک اتاق تاریک قرار داده شده است. اگر کلید K باز شود، جریان القایی در حلقه به کدام جهت خواهد بود؟

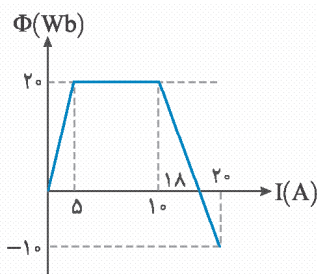
- (۱) ساعتگرد
- (۲) پادساعتگرد
- (۳) ابتدا ساعتگرد و سپس پادساعتگرد
- (۴) ابتدا ساعتگرد و سپس ساعتگرد

فصل نهم: القای الکترومغناطیسی و جریان متناوب

$\bar{\varepsilon} = -N \tan \alpha$ $\left(\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right)$ برابر قرینه نیرو محرکه القایی است:



در بازه صفر تا ۵s شیب خط نمودار $\Phi-t$ ثابت است پس در تمام بازه‌های این مدت (۰ تا ۵s) نیرو محرکه القایی متوسط با هم برابر است.
همچنین در بازه ۱۰s تا ۲۰s نیز شیب خط نمودار ثابت است و در تمام بازه‌های این مدت (۱۰s تا ۲۰s) نیروی محرکه القایی متوسط باهم برابر است.
در بازه‌های $|t=15s \text{ تا } t=10s|$ و $|t=20s \text{ تا } t=15s|$ شیب نمودار $\Phi-t$ ثابت و یکسان است. بنابراین نیروی محرکه القایی متوسط در این دو بازه برابر است.



نمای ۱۱

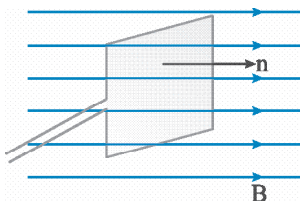
۱ ۲۳۵۴ B

حلقه بر خطوط میدان عمود بوده و شار عبوری از قاب در حالت اول برابر است با:

$$\Phi_1 = BA \cos \theta_1 \quad \left(\theta_1 = 0^\circ, A = (2 \times 10^{-2})^2 \right)$$

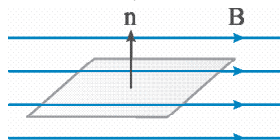
$$\Phi_1 = (2.5 \times 10^{-4}) \times (2 \times 10^{-2}) = 10^{-3} \text{ Wb}$$

تبدیل cm به متر تبدیل G به تسلا



البته دقت کنید جهت نیم خط عمود اختیاری است و اگر جهت n را به سمت چپ اختیار می کردیم، شار مغناطیسی گذرنده از سطح منفی می شد که در حل مسئله تأثیری نداشت.
۲ با چرخیدن 90° قاب، نیم خط عمود بر سطح نیز 90° می چرخد، بنابراین در این حالت زاویه بین نیم خط عمود بر قاب با خطوط میدان زاویه 90° می سازد:

$$\Phi_2 = BA \cos \theta_2 \quad \left(\theta_2 = 90^\circ \right) \Rightarrow \Phi_2 = 0$$



۳ تغییر شار عبوری از قاب برابر است با: $\Delta \Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = 0 - 10^{-3} = -10^{-3} \text{ Wb}$

آهنگ تغییر شار از رابطه $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ به دست می آید.

۴ آهنگ تغییر شار برابر است با: $\left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \left| \frac{-10^{-3}}{0.1} \right| = 10^{-2} \text{ Wb/s}$

نمای ۲

آزمونک

۲ ۲۳۵۴ A

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 محرکه الکتریکی است.

نمای ۳

۱ ۲۳۵۴ C

۲ 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

$$\text{نیز نصف می شود بنابراین خواهیم داشت: } \frac{A_2}{A_1} = \frac{\pi r_2^2}{\pi r_1^2} \Rightarrow \frac{A_2}{A_1} = \left(\frac{r_2}{r_1} \right)^2 = \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{A_2}{A_1} = \frac{1}{4}$$

۲ زاویه: منظور از θ در رابطه $\Phi = BA \cos \theta$ زاویه بین نیم خط عمود بر سطح و خطوط میدان مغناطیسی است که با توجه به سؤال این زاویه دو برابر شده است:

$$\theta_2 = 2\theta_1 \Rightarrow \cos \theta_2 = \cos 2\theta_1$$

۳ میدان مغناطیسی: میدان مغناطیسی 2.0 درصد کاهش یافته یعنی $B_2 = B_1 - \frac{2.0}{100} B_1 = 0.98 B_1$ است.

۴ در صورت مسئله نسبت شار مغناطیسی در دو حالت برابر $\frac{\sqrt{3}}{15}$ بیان شده است از این روی می توان نوشت:

$$\begin{aligned} \frac{\Phi_2}{\Phi_1} &= \frac{\sqrt{3}}{15} \Rightarrow \frac{B_2 A_2 \cos \theta_2}{B_1 A_1 \cos \theta_1} = \frac{\sqrt{3}}{15} \Rightarrow \frac{0.98 \times \frac{1}{4} \times \cos 2\theta_1}{\cos \theta_1} = \frac{\sqrt{3}}{15} \\ \Rightarrow \frac{\cos 2\theta_1}{\cos \theta_1} &= \frac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow \frac{\cos 2\theta_1}{\cos \theta_1} = \tan 30^\circ \Rightarrow \frac{\cos 2\theta_1}{\cos \theta_1} = \frac{\sin 30^\circ}{\cos 30^\circ} \\ \frac{\sin 30^\circ}{\cos \theta_1} &= \cos 60^\circ \Rightarrow \frac{\cos 2\theta_1}{\cos \theta_1} = \cos 60^\circ \Rightarrow \theta_1 = 30^\circ \end{aligned}$$

نمای ۲

۳ ۲۳۵۴ B

$$I = \frac{\varepsilon}{R}, \varepsilon = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow I = \frac{-N}{R} \frac{(\Delta B) A \cos \theta}{\Delta t} = \frac{2.0 \times 10^{-2} \times 5 \times 10^{-2} \times 10^{-4}}{2.0 \times 10^{-3}} = 1/25 \text{ A}$$

۲ ۲۳۵۴ B

۴ شار گذرنده از سیملوله برابر است با: پس ابتدا A و B را حساب می کنیم:

$$B_{\text{سیملوله}} = \mu_0 \frac{N}{l} I = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{5}{6/28 \times 10^{-2}} \times 5 \Rightarrow B_{\text{سیملوله}} = 5 \times 10^{-3} \text{ T}$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi \times (1.6 \times 10^{-2})^2}{4} = 4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\Phi = BA \cos \theta = 5 \times 10^{-3} \times 4 \times 10^{-4} \times \cos 0^\circ \Rightarrow \Phi = 2 \times 10^{-6} \text{ Wb}$$

نمای ۱

۳ ۲۳۵۴ B

۵ بنابر قانون القای الکترومغناطیسی فاراده $\varepsilon = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ ، اگر نمودار $\Phi-t$ خط راست

مایل باشد. برابر شیب نمودار $\Phi-t$ است و N برابر شیب این خط (همان

۴ ۲۳۵۴ B

نمای ۷

است و نیروی محرکه القایی متوسط در تمام بازه‌ها برابر ۴V است.

۳ ۲۳۵۴ A

بنابر قانون القای الکترومغناطیسی فاراده، نیروی محرکه القایی برابر $\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ است.

سیملوله A: شار در مدت ۱s از ۱۰Wb به صفر رسیده است. بنابراین:

$$\bar{\varepsilon}_A = -N_A \frac{0-10}{1} \Rightarrow \bar{\varepsilon}_A = 10 N_A$$

سیملوله B: شار در مدت ۱s از ۰/۰۱Wb به صفر رسیده است. بنابراین:

$$\bar{\varepsilon}_B = -N_B \frac{0-0.01}{0.01} \Rightarrow \bar{\varepsilon}_B = 10 N_B$$

دو سیملوله مشابه‌اند و $N_A = N_B$ است. بنابراین: $\frac{\varepsilon_A}{\varepsilon_B} = \frac{10 N_A}{10 N_B} \Rightarrow \frac{\varepsilon_A}{\varepsilon_B} = \frac{1}{1}$

نمای ۳ و ۴

۴ ۲۳۵۴ B

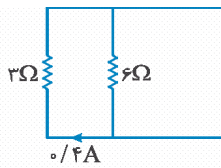
در مقاومت‌های موازی جریان و مقدار مقاومت با هم رابطه عکس دارند.

جریان عبوری از مقاومت ۳Ω برابر ۰/۴A است و مقاومت‌های ۳Ω و ۶Ω با هم موازی‌اند، پس جریان عبوری از این دو با مقاومتشان رابطه عکس دارد.

$$\frac{3}{6} = \frac{I'}{0.4} \Rightarrow I' = 0.2A \Rightarrow I_{\text{کل}} = 0.4 + 0.2 = 0.6A$$

دو مقاومت با هم موازی‌اند و مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:

$$\frac{1}{R_{\text{eq}}} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} \Rightarrow R_{\text{eq}} = 2\Omega$$

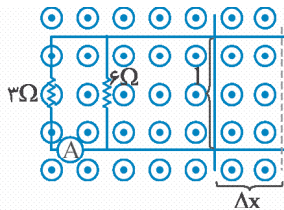


با توجه به قانون اهم، نیروی محرکه را حساب می‌کنیم:

$$R = \frac{V}{I} \xrightarrow{V=\bar{\varepsilon}} \bar{\varepsilon} = R_{\text{eq}} \bar{I}_{\text{کل}} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = 2 \times 0.6 = 1.2V$$

نیروی محرکه القایی به دلیل تغییر مساحت سطح به وجود آمده و سطح پیچه بر خطوط میدان مغناطیسی عمود است:

$$|\bar{\varepsilon}| = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \xrightarrow{\Phi = BA \cos \theta} \xrightarrow{\theta=0} \xrightarrow{\Delta x=v} \xrightarrow{\Delta A = l \Delta x} \xrightarrow{1/2 = Bl} \xrightarrow{1/2 = 0.6 \times 0.2 \times v} v = 1.0 \text{ m/s}$$



برای سؤالاتی مشابه این سؤال که با حرکت سیم با سرعت ثابت مساحت سطح قاب افزایش می‌یابد، داریم:

$$\varepsilon = Blv \xrightarrow{I=\frac{\varepsilon}{R}} I = \frac{Blv}{R} \Rightarrow 0.6 = \frac{0.6 \times 0.2 \times v}{2} \Rightarrow v = 1.0 \text{ m/s}$$

نمای ۶ و ۹

۴

اگر با سیمی به طول L پیچه‌ای به شعاع r ساخته شود، هر حلقه از پیچه به اندازه $2\pi r$ (محیط دایره) از طول سیم را مصرف می‌کند، بنابراین تعداد حلقه‌های پیچه برابر است با:

$$N = \frac{L}{2\pi r}$$

اگر صفحه با خطوط میدان مغناطیسی زاویه α بسازد، نیم خط عمود بر صفحه با خطوط میدان زاویه $\theta = 90^\circ - \alpha$ خواهد ساخت.

با توجه به طول سیم و تعداد حلقه‌ها، شعاع پیچه را به دست می‌آوریم:

$$N = \frac{L}{2\pi r} \Rightarrow 300 = \frac{90}{2 \times 3.14 \times r} \Rightarrow r = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ m} = 50 \text{ cm}$$

در حالت اول پیچه با خطوط میدان زاویه 30° ساخته، پس زاویه بین نیم خط عمود بر پیچه با خطوط میدان $\theta_1 = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$ است. در حالت دوم پیچه با خطوط میدان زاویه 53° می‌سازد و زاویه بین نیم خط عمود بر پیچه با خطوط میدان $\theta_2 = 90^\circ - 53^\circ = 37^\circ$ است. بنابراین شار مغناطیسی گذرنده از پیچه در دو حالت خواهد شد:

$$\Phi_1 = AB \cos \theta_1 \Rightarrow \Phi_1 = (\pi r^2) B \cos 60^\circ$$

$$\Rightarrow \Phi_1 = (785 \times 10^{-4}) \left(\frac{0.4}{2}\right) \Rightarrow \Phi_1 = 158 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

$$\Phi_2 = AB \cos \theta_2 \Rightarrow \Phi_2 = (\pi r^2) B \cos 37^\circ$$

$$\Rightarrow \Phi_2 = (785 \times 10^{-4}) \left(\frac{0.4}{2}\right) \left(\frac{0.8}{1}\right) = 254 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

نیروی محرکه القایی متوسط برابر است با:

$$|\bar{\varepsilon}| = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = 300 \times \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{0.2}$$

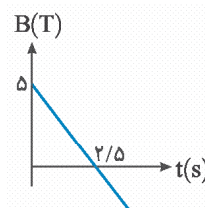
$$\Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = 300 \times \frac{98 \times 10^{-4}}{0.2} = 13.8 \times 10^{-1} \text{ V} \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = 1.38 \text{ V}$$

نمای ۵

۴ ۲۳۵۴ B

۸

رابطه میدان مغناطیسی برحسب زمان به صورت $B = 5 - 2t$ است و نمودار $B-t$ آن یک خط راست به صورت شکل زیر است. بنابراین در مدت صفر تا $2/5$ میدان مغناطیسی از ۵T به صفر می‌رسد و بزرگی میدان کاهش می‌یابد.

نیروی محرکه القایی برابر $\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ است. چون میدان در حال تغییر است، پس:

$$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = -N \frac{AB_2 \cos \theta - AB_1 \cos \theta}{\Delta t} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta B}{\Delta t} A \cos \theta$$

سطح قاب بر خطوط میدان عمود است، پس $\theta = 0$ و $\cos \theta = 1$ و با توجه به شکل

نصف قاب درون میدان مغناطیسی قرار گرفته است بنابراین:

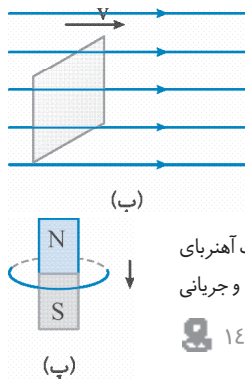
$$A = \frac{2 \times 2}{2} = 2 \text{ m}^2$$

حال با توجه به خط فکری چون در مدتی که میدان مغناطیسی در حال کاهش بوده، نیروی محرکه القایی خواسته شده است، نیروی محرکه القایی را در مدت صفر تا $2/5$

$$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta B}{\Delta t} A \Rightarrow \bar{\varepsilon} = 1 \times \frac{5-0}{2/5} \times 2 = 4 \text{ V}$$

به دست می‌آوریم:

البته دقت کنید که معادله میدان مغناطیسی برحسب زمان به صورت خط است و در این نمودار، شیب نمودار است و در هر بازه زمانی دلخواه برابر -2 T/s



در شکل (ب): با حرکت قاب مستطیل شکل با توجه به اینکه میدان مغناطیسی یکنواخت است پس بزرگی میدان ثابت می‌ماند، همچنین زاویه قاب با خطوط میدان و مساحت سطح قاب ثابت است و شار مغناطیسی در قاب تغییر نمی‌کند و جریانی در قاب القا نمی‌شود.

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.

نمای ۱۳ و ۱۴

۴ ۲۳۹۲ B

۴ سطح حلقه‌ها بر میدان مغناطیسی عمود است، در حل این مسائل که در آن جهت میدان مغناطیسی 18° تغییر می‌کند، ابتدا نیم خط عمود بر سطح را در جهت میدان مغناطیسی در نظر می‌گیریم. در این صورت $\theta = 0^\circ$ خواهد شد. بعد از آنکه میدان مغناطیسی خلاف جهت اولیه شد، زاویه بین نیم خط عمود بر سطح و بردار میدان مغناطیسی $\theta = 18^\circ$ می‌شود و با این دانسته‌ها مسئله را حل می‌کنیم. با توجه به قانون القای الکترومغناطیسی فاراده:

$$|\bar{\varepsilon}| = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = |N \frac{\Phi_f - \Phi_i}{\Delta t}| = |N \frac{BA \cos \theta_f - BA \cos \theta_i}{\Delta t}|$$

$$\frac{\theta_i = 0^\circ}{\theta_f = 18^\circ} \rightarrow |\bar{\varepsilon}| = |1000 \times \frac{0.4 \times 50 \times 10^{-4} \times (-1) - 0.4 \times 50 \times 10^{-4} \times 0}{0.01}|$$

$$\Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = 40 \text{ V}$$

نمای ۱۵

۵ ۲۳۹۲ B

۵ با توجه به قانون القای فاراده، نیرو محرکه القایی متوسط برابر است با:

$$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \xrightarrow{R = \frac{V}{I} \Rightarrow \bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R}} \bar{I} = -\frac{N \Delta \Phi}{R \Delta t}$$

$$\xrightarrow{\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta q = \bar{I} \Delta t} \Delta q = \frac{N}{R} |\Delta \Phi|$$

با توجه به بار الکتریکی القایی، تغییر شار را حساب می‌کنیم:

$$\Delta q = \frac{N}{R} |\Delta \Phi| \Rightarrow 8 \times 10^{-3} = \frac{25}{5} \times |\Delta \Phi| \Rightarrow |\Delta \Phi| = 1/6 \times 10^{-3} \text{ Wb}$$

جهت برونسوی میدان را مثبت فرض می‌کنیم و حال با توجه به رابطه شار $(\Phi = BA \cos \theta)$ ، شار ثانویه را به دست می‌آوریم:

$$|\Delta \Phi| = |\Phi_f - \Phi_i| \Rightarrow |\Delta \Phi| = |B_f A - B_i A|$$

$$\Rightarrow |\Delta \Phi| = 10 \times 10^{-4} |B_f - 0.8| = 1/6 \times 10^{-3} \Rightarrow |B_f - 0.8| = 1/6$$

دقت کنید که این معادله قدم‌مطلق دو جواب خواهد داشت:

$$\begin{cases} B_f - 0.8 = 1/6 \Rightarrow B_f = 2/3 \text{ T} \\ B_f - 0.8 = -1/6 \Rightarrow B_f = -1/6 \text{ T} \end{cases}$$

میدان مغناطیسی $2/3$ تسلا در گزینه‌ها وجود ندارد، بنابراین پاسخ $1/6 \text{ T}$ است که با توجه به علامت منفی جهت آن با جهت B_i مخالف بوده و درونسو است.

نمای ۱۰

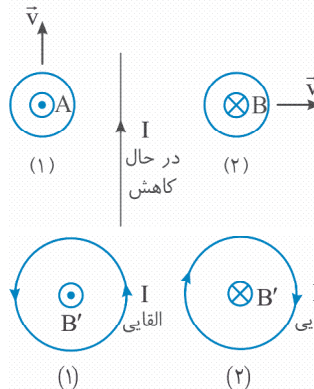
۱ ۲۳۹۲ B

۱ با توجه به شکل، نیم خط عمود بر سطح با خطوط میدان مغناطیسی زاویه 30° ساخته است بنابراین شار مغناطیسی در حالت اول خواهد شد:

$$\Phi_1 = BA \cos \theta_1 \Rightarrow \Phi_1 = BA \cos 30^\circ \Rightarrow \Phi_1 = BA \frac{\sqrt{3}}{2}$$

آزمونک

۲ ۲۳۹۲ B



۱ دقت کنید جریان سیم در حال کاهش است. بنابراین میدان مغناطیسی حاصل از سیم در حال کاهش بوده $(B \downarrow)$ 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 (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 حلقه (۲) باید درونسو باشد تا با کاهش شار مخالفت کند. بنابراین طبق قاعده دست راست جریان حلقه (۲) ساعتگرد است.

۴ ۲۳۹۲ A

۲ در شار مغناطیسی $\Phi = BA \cos \theta$ ، زاویه بین نیم خط عمود بر سطح پیچه و خطوط میدان است.

حالت اول: سطح پیچه عمود بر خطوط میدان مغناطیسی بوده و زاویه نیم خط عمود بر سطح با خطوط میدان $\theta_1 = 0^\circ$ است:

$$\Phi_1 = BA \cos \theta_1 \Rightarrow \Phi_1 = 10 \times 10^{-4} \times (40 \times 10^{-4}) = 4 \times 10^{-5} \text{ Wb}$$

حالت دوم: سطح پیچه با خطوط میدان زاویه 30° می‌سازد پس زاویه نیم خط عمود بر سطح با خطوط میدان $\theta_2 = 60^\circ$ است:

$$\Phi_2 = BA \cos \theta_2 \Rightarrow \Phi_2 = 10 \times 10^{-4} \times (40 \times 10^{-4}) \times \cos 60^\circ = 2 \times 10^{-5} \text{ Wb}$$

حال با توجه به قانون القای فاراده، نیروی محرکه را حساب می‌کنیم:

$$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = -1000 \times \frac{(2 \times 10^{-5}) - (4 \times 10^{-5})}{10^{-4}} = 20 \text{ V}$$

نمای ۱۵

حلقه‌ای رسانا به مساحت سطح 200 cm^2 در یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی 0.2 T قرار دارد و با خطوط میدان زاویه 60° می‌سازد.

اگر در مدت 2 s زاویه حلقه با خطوط میدان 15° کاهش یابد و هم‌زمان با آن بزرگی میدان مغناطیسی به گونه‌ای افزایش یابد تا نیرو محرکه القایی در حلقه صفر باشد، بزرگی میدان مغناطیسی در انتهای این زمان چند برابر حالت اول می‌شود؟

$$\sqrt{6} \quad (1) \quad \frac{\sqrt{6}}{2} \quad (2) \quad \frac{\sqrt{6}}{3} \quad (3) \quad \frac{\sqrt{6}}{6} \quad (4)$$

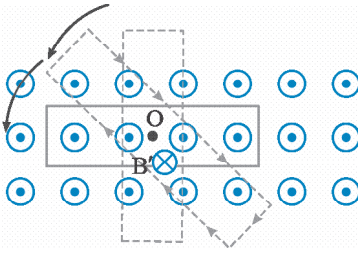
گزینه ۲

۱ ۲۳۹۲ B

۳ برای ایجاد جریان القایی یا نیرو محرکه 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)

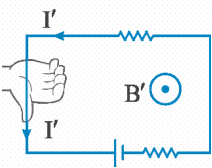


در ادامه چرخش قاب از 90° تا 180° بخشی از سطح قاب که از میدان خارج شده بود دوباره وارد میدان می‌شود و سبب افزایش شار گذرنده از قاب شده و جریان القایی این

بار به گونه‌ای است که میدان مغناطیسی القایی قاب درونش باشد تا با افزایش شار مخالفت کند. در این صورت سوی جریان القایی ساعتگرد خواهد بود.

نمای ۱۶

C ۲۳۹۲ ۲



میدان مغناطیسی از 200 G تا 500 G افزایش یافته است، بنابراین طبق قانون لنز جریان القایی در جهت ایجاد می‌شود که با افزایش میدان مغناطیسی B مخالفت کند، بنابراین میدان القایی برونسو بوده و با توجه به قاعده دست راست جهت جریان القایی را به دست می‌آوریم:

$$|\vec{\varepsilon}_{\text{القایی}}| = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \quad \begin{matrix} \Delta\Phi = B_2 A \cos\theta - B_1 A \cos\theta \\ \theta = 0^\circ \text{ مدار بر خطوط میدان عمود است} \end{matrix}$$

$$|\vec{\varepsilon}_{\text{القایی}}| = -1 \times \frac{\Delta BA}{\Delta t}$$

$$|\vec{\varepsilon}_{\text{القایی}}| = - \frac{100 \times 10^{-4} \times (500 \times 10^{-4} - 200 \times 10^{-4})}{2 \times 10^{-3}} = 15\text{ V}$$

جهت جریان القایی (I') با جهت جریان خروجی از باتری (از قطب مثبت باتری) مخالف است بنابراین جریان مدار در این بازه برابر است با:

$$I = \frac{\varepsilon_{\text{مدار}} - \vec{\varepsilon}_{\text{القایی}}}{R + r} \Rightarrow I = \frac{15 - 15}{4 + 0} = \frac{0}{4} = 0/25\text{ A}$$

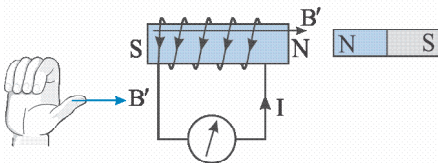
نمای ۱۷

B ۲۳۹۲ ۱

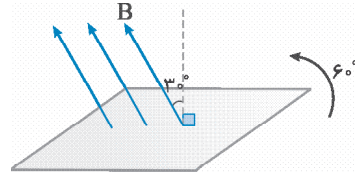
قانون لنز بیان می‌کند که جهت جریان القایی همواره به گونه‌ای است که با ایجاد اثرات مغناطیسی با تغییر شار (عامل به وجود آورنده‌اش) مخالفت کند. با توجه به جهت جریان القایی I در سیم‌لوله می‌توان با قانون دست راست قطب‌های N و S آن را پیدا کرد. قطب N این سیم‌لوله سمت راست قرار گرفته و آهنربا را می‌رانند. طبق قانون لنز این دو هنگامی یکدیگر را دفع می‌کنند که در حال نزدیک شدن به هم باشند و شار در حال افزایش باشد.

پس می‌توان حالت‌های زیر را در نظر گرفت:

۱. سیم‌لوله ثابت و آهنربا در حال حرکت به سمت چپ است. آهنربا ثابت و سیم‌لوله در حال حرکت به سمت راست است. در این صورت گزینه (۱) درست و گزینه (۲) نادرست است.
۳. هر دو در حال حرکت به سمت راست و سرعت سیم‌لوله بیشتر از سرعت آهنربا (v_1) باشد، بنابراین گزینه (۳) نادرست است.
۴. هر دو در حال حرکت به سمت چپ و سرعت آهنربا (v_1) بیشتر از سرعت سیم‌لوله (v_2) باشد. بنابراین گزینه (۴) نادرست است.



نمای ۱۳ و ۱۴

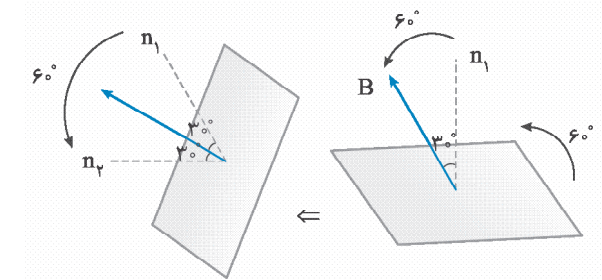


اگر سطح یک قاب (پیچه) α درجه بچرخد، نیم خط عمود بر سطح قاب (پیچه) نیز α درجه در همان جهت می‌چرخد.

سطح قاب 60° پادساعتگرد چرخیده بنابراین نیم خط عمود بر سطح قاب نیز 60° می‌چرخد، با توجه به شکل‌های زیر با چرخیدن 60° نیم خط عمود بر سطح، زاویه‌ای که میدان با نیم خط عمود می‌سازد همچنان 30° است:

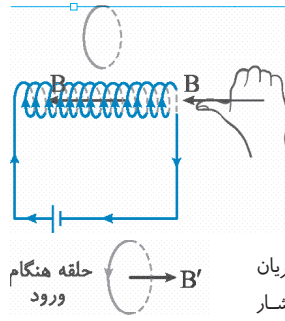
$$\Phi_P = BA \cos\theta_P \Rightarrow \Phi_P = BA \cos 30^\circ \Rightarrow \Phi_P = BA \frac{\sqrt{3}}{2}$$

بنابراین $\Phi_1 = \Phi_2$ است.

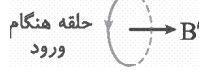


نمای ۱۶

B ۲۳۹۲ ۴



جهت جریان مدار از پایانه مثبت باتری به سمت پایانه منفی است. به کمک قاعده دست راست جهت میدان مغناطیسی سیم‌لوله را مشخص می‌کنیم، جهت این میدان به سمت چپ است. هنگام ورود حلقه از درون سیم‌لوله شار گذرنده از حلقه در حال افزایش است و سوی جریان القایی در حلقه به گونه‌ای است که با افزایش شار مخالفت کند یعنی میدان مغناطیسی القایی (B') باید به سمت راست باشد تا با افزایش شار مخالفت کند بنابراین سوی جریان القایی باید در سوی (۲) باشد.



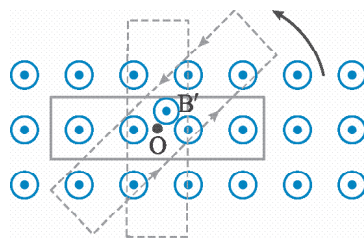
هنگام خروج حلقه از میدان مغناطیسی سیم‌لوله شار کاهش می‌یابد و سوی جریان القایی (I') به گونه‌ای است که میدان مغناطیسی القایی (B') در جهت B و به سمت چپ است تا با کاهش شار مخالفت کند بنابراین با توجه به قاعده دست راست سوی جریان القایی در سوی (۱) خواهد بود.



هنگام خروج حلقه از میدان مغناطیسی سیم‌لوله شار کاهش می‌یابد و سوی جریان القایی (I') به گونه‌ای است که میدان مغناطیسی القایی (B') در جهت B و به سمت چپ است تا با کاهش شار مخالفت کند بنابراین با توجه به قاعده دست راست سوی جریان القایی در سوی (۱) خواهد بود.

نمای ۱۴، ۱۳ و ۱۶

B ۲۳۹۲ ۳



به ابعاد قاب و پهنای میدان مغناطیسی دقت کنید. با چرخش قاب تا 90° ، بخشی از آن از میدان مغناطیسی خارج می‌شود و شار گذرنده از قاب کاهش می‌یابد. با کاهش شار در قاب جریان القایی به وجود می‌آید که بنا به قانون لنز این جریان، یک میدان مغناطیسی القایی برونسو همسو با میدان مغناطیسی خارجی B ایجاد می‌کند تا با کاهش شار مخالفت کند. در این صورت سوی جریان القایی در قاب پادساعتگرد است.

شار در قاب جریان القایی به وجود می‌آید که بنا به قانون لنز این جریان، یک میدان مغناطیسی القایی برونسو همسو با میدان مغناطیسی خارجی B ایجاد می‌کند تا با کاهش شار مخالفت کند. در این صورت سوی جریان القایی در قاب پادساعتگرد است.

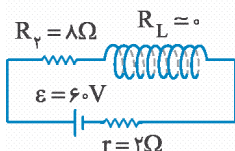
$$I_V = \frac{\varepsilon}{R_V + r} \Rightarrow I_V = \frac{6}{8 + 2} = 0.6 \text{ A}$$

انرژی ذخیره شده در سیمولوله در این حالت برابر است با:

$$U_V = \frac{1}{2} L I_V^2 \Rightarrow U_V = \frac{1}{2} \times 8 \times 10^{-3} \times 0.6^2 = 1.44 \text{ J}$$

حال تغییرات انرژی را به دست می آوریم:

$$\Delta U = U_V - U_1 \Rightarrow \Delta U = 1.44 - 4 \Rightarrow \Delta U = -2.56 \text{ J}$$

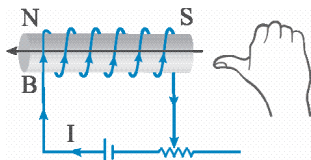


علامت منفی نشان می دهد که سیمولوله ۲/۵۶ J انرژی از دست داده یا بهتر است بگوییم ۲/۵۶ J انرژی آزاد کرده است.

نمای ۲۲

۱ ۲۴۳۷ C

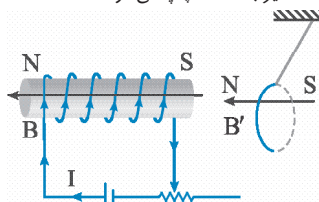
حلقه از جنس مس است به همین دلیل جذب میدان مغناطیسی سیمولوله حامل جریان نمی شود، بنابراین علت جذب حلقه مسی باید تغییر شار و ایجاد جریان القایی باشد به همین دلیل باید چگونگی تغییر میدان سیمولوله را بررسی کنیم.



۱ با توجه به قاعده دست راست جهت میدان مغناطیسی در سیمولوله و قطب های مغناطیسی القایی در آن را به دست می آوریم:

۲ چون حلقه جذب سیمولوله شده پس باید قطب های حلقه به صورت زیر باشد و

جهت میدان القایی در حلقه نیز به سمت چپ می شود:



۳ چون B و B' هم جهت 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 سیمولوله $(B = \mu_0 \frac{N}{l} I)$

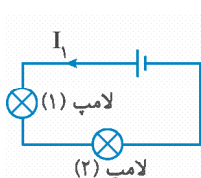
در حال کاهش باشد یعنی جریان مدار کاهش یابد که در این صورت $\downarrow I = \frac{\varepsilon}{R_S + r}$

باید مقاومت رتوسا افزایش یابد و لغزنده به سمت راست کشیده شود.

از حلقه شار مغناطیسی ناشی از میدان مغناطیسی سیمولوله می گذرد، حلقه به سیمولوله نزدیک شده است یعنی شار مغناطیسی سیمولوله کاهش یافته است و بنا به قانون لنز حلقه خود را به سیمولوله نزدیک کرده تا با کاهش مخالفت کند.

نمای ۲۰

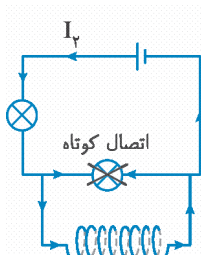
۳ ۲۴۳۷ C



در لحظه بسته شدن کلید به علت ایجاد اثر خود القاوری در سیمولوله (الفاگر) جریانی از آن عبور نمی کند و در واقع تنها دو لامپ در مدار باقی مانده و روشن می شوند.

$$I_1 = \frac{\varepsilon}{R_{(1)} + R_{(2)}}$$

پس از مدتی که از بسته شدن کلید می گذرد، اثر خود القاوری در الفاگر از بین رفته و جریان می تواند از آن بگذرد و چون سیمولوله مقاومت نداشته، پس لامپ (۲) اتصال کوتاه شده و جریان عبوری از آن با گذشت زمان صفر می شود و روشنایی آن کم شده تا خاموش شود، اما برای لامپ (۱) چه اتفاقی می افتد؟ زود تصمیم بگیرید، در حالت دوم چون لامپ (۲) از



آزمونک

۲ ۲۴۳۷ A

$$I = \frac{V}{R} = \frac{6}{10} = 0.6 \text{ A}$$

ابتدا جریان مدار را به دست می آوریم:

اکنون انرژی ذخیره شده را حساب می کنیم.

$$U = \frac{1}{2} L I^2 \xrightarrow{L = 4 \text{ H}} U = \frac{1}{2} \times 4 \times (0.6)^2 = \frac{1}{2} \times 4 \times 0.36 \times 10^{-4} \Rightarrow U = 72 \times 10^{-5} \text{ J} = 720 \mu\text{J}$$

نمای ۲۱ و ۲۲

۳ ۲۴۳۷ B

۱ ابتدا مقاومت معادل مدار را به دست می آوریم.

$$R_{1L} = \frac{4 \times 2}{4 + 2} = 4 \Omega, \quad R_{eq} = R_{1L} + R_V = 4 + 3 = 7 \Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow I = \frac{12}{7 + 1} = 1.5 \text{ A}$$

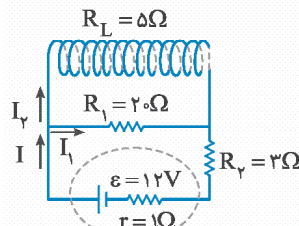
۲ جریان مدار خواهد شد:

۳ جریان به دو شاخه تقسیم می شود و جریان I_V از الفاگر می گذرد. در مقاومت های

موازی جریان به نسبت وارون مقاومت ها تقسیم می شود. از این رو:

$$R_L I_V = R_1 I_1 \Rightarrow 5 \times I_V = 2 \times I_1 \Rightarrow I_1 = \frac{5}{2} I_V$$

$$I_V + I_1 = I \Rightarrow I_V + \frac{5}{2} I_V = I \Rightarrow \frac{7}{2} I_V = 1.5 \Rightarrow I_V = 1/2 \text{ A}$$



۴ جریان الفاگر را داریم پس انرژی ذخیره شده در میدان سیمولوله خواهد شد:

$$U = \frac{1}{2} L I^2 \Rightarrow U = \frac{1}{2} \times 4 \times (1/2)^2 \Rightarrow U = 0.5 \text{ J} = 500 \text{ mJ}$$

نمای ۲۲

۱ ۲۴۳۷ A

۳ انرژی ذخیره شده در سیمولوله برابر $U = \frac{1}{2} L I^2$ است:

$$U = \frac{1}{2} L I^2 \xrightarrow{L = 5 \text{ mH} = 5 \times 10^{-3} \text{ H}, I = 8 \text{ mA} = 8 \times 10^{-3} \text{ A}} U = \frac{1}{2} \times 5 \times 10^{-3} \times (8 \times 10^{-3})^2 = 160 \times 10^{-9} \text{ J} = 1.6 \times 10^{-7} \text{ J}$$

هر ۱ J برابر ۱۰۰۰ mJ است، بنابراین

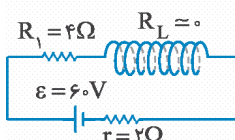
نمای ۲۱

۳ ۲۴۳۷ B

۴ حالت اول: مقاومت متغیر ۴Ω بوده و با توجه به ناچیز بودن مقاومت سیمولوله، جریان

$$I_1 = \frac{\varepsilon}{R_1 + r} \Rightarrow I_1 = \frac{6}{4 + 2} = 1 \text{ A}$$

مدار را به دست می آوریم:



انرژی ذخیره شده در سیمولوله در این حالت برابر است با:

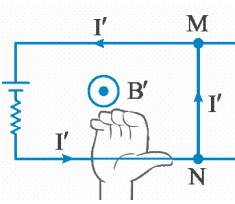
$$U_1 = \frac{1}{2} L I_1^2 \Rightarrow U_1 = \frac{1}{2} \times 8 \times 10^{-3} \times 1^2 = 4 \text{ J}$$

با تغییر جریان عبوری از سیمولوله ضریب القاوری سیمولوله تغییر نمی کند.

حالت دوم: مقاومت متغیر مدار ۸Ω شده است و جریان مدار خواهد شد:

$$\bar{\varepsilon} = BLv \Rightarrow 1/5 = 0.8 \times 0.3 \times v \Rightarrow v = 6/25 \text{ m/s}$$

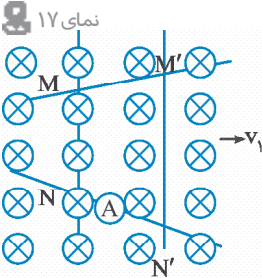
می‌آید:



جهت جریان القایی خلاف جهت جریان باتری باید باشد، پس جهت جریان القایی پادساعتگرد است. با توجه به قاعده دست راست و جهت جریان القایی، میدان مغناطیسی القایی را به دست می‌آوریم:

میدان مغناطیسی خارجی B درونسو و میدان مغناطیسی القایی B' برونسو است بنابراین

طبق قانون لنز باید شار در حال افزایش باشد تا B و B' خلاف جهت هم شوند. در واقع جریان به گونه‌ای القا شده تا با افزایش شار مغناطیسی مخالفت کند. شار مغناطیسی $(\Phi = BA \cos \theta)$ در حال افزایش بوده پس باید A افزایش یابد و میله MN به سمت راست کشیده شود.



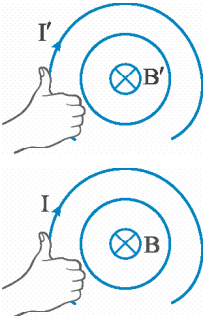
در شکل روبه‌رو میدان مغناطیسی B یکنواخت است. اگر میله M'N' را با تندی v_1 به سمت راست بکشیم برای آنکه آمپرسنج عدد صفر را نشان دهد باید میله MN با تندی از v_1 به سمت کشیده شود.

(۱) کمتر، راست (۲) بیشتر، راست (۳) کمتر، چپ (۴) بیشتر، چپ

گزینه ۲

۱ ۲۴۳۷ B

مقاومت نوری یا LDR نوعی مقاومت است که با کاهش روشنایی مقدار آن افزایش می‌یابد.



۱. میدان مغناطیسی (B) حاصل از جریان پادساعتگرد مدار درونسو است.

۲. با قطع کلید، جریان عبوری از لامپ قطع شده و لامپ خاموش می‌شود و در این صورت افزایش مقاومت LDR بسیار زیاد خواهد بود و باعث کاهش شدید جریان مدار شده و با کاهش جریان، میدان مغناطیسی B کاهش می‌یابد و با توجه به قانون لنز میدان مغناطیسی القایی B' با میدان مغناطیسی B هم‌جهت خواهد بود.

۳. با توجه به جهت B' و قاعده دست راست، جهت جریان القایی ساعتگرد خواهد شد.

نمای ۱۵

مدار خارج شده پس، مقاومت مدار کاهش می‌یابد و جریان مدار افزایش یافته و روشنایی لامپ (۱) افزایش خواهد یافت.

$$\bar{\varepsilon} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

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.

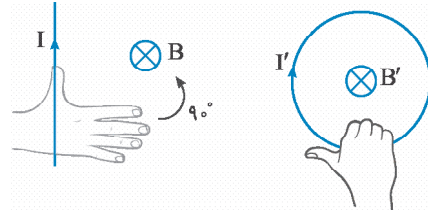
۳. روشنایی لامپ (۱) افزایش یافته، روشنایی لامپ (۲) کاهش یافته و خاموش می‌شود.

۴. روشنایی لامپ (۱) کاهش یافته، روشنایی لامپ (۲) افزایش می‌یابد.

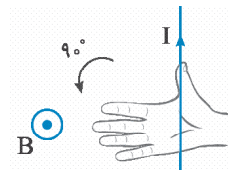
گزینه ۲

۲ ۲۴۳۷ B

میدان مغناطیسی حاصل از جریان I در محل حلقه (۱) درونسو است و میدان مغناطیسی القایی ناشی از جریان القایی I' در حلقه (۱) نیز درونسو بوده یعنی B و B' هم‌جهت هستند بنابراین باید بزرگی میدان مغناطیسی B در حال کاهش باشد تا بنابر قانون لنز B' به گونه‌ای القا شود تا با کاهش میدان B مخالفت کند. در نتیجه جریان I در حال کاهش است.



جهت میدان حاصل از سیم حامل جریان I را در محل حلقه (۲) برونسو است.



جریان I در حال کاهش است بنابراین میدان مغناطیسی برونسوی B در محل حلقه (۲) در حال کاهش است و بنابر قانون لنز، میدان مغناطیسی القایی B' باید در محل حلقه (۲) برونسو است.

حال با توجه به جهت میدان القایی، جریان القایی در حلقه (۲) را به دست می‌آوریم: پادساعتگرد: I'

نمای ۱۵

۱ ۲۴۳۷ B

رابطه میدان مغناطیسی سیم‌لوله به صورت روبه‌روست.

$$B = \mu_0 \frac{N}{l} I \quad (I)$$

$$L = \mu_0 A \frac{N^2}{l} \quad (II)$$

ضریب القاوری سیم‌لوله برابر است با:

انرژی ذخیره شده در سیم‌لوله خواهد شد:

$$U = \frac{1}{2} LI^2 \xrightarrow{(II)} U = \frac{1}{2} \mu_0 \frac{AN^2}{l} I^2$$

$$\Rightarrow U = \frac{1}{2} \mu_0 \frac{N}{l} I(NA)I \xrightarrow{(I)} U = \frac{1}{2} BNAI$$

اعداد مسئله را جای گذاری می‌کنیم:

$$B = 40 \text{ G} = 4 \times 10^{-3} \text{ T}, A = 10 \text{ cm}^2 = 10^{-3} \text{ m}^2, N = 100, I = 1 \text{ A}$$

$$U = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-3} \times 10^{-3} \times 100 \times 1 \Rightarrow U = 2 \times 10^{-4} \text{ J} = 0.2 \text{ mJ}$$

نمای ۲۱

۳ ۲۴۳۷ C

۹. برای اینکه جریان مدار صفر شود باید جریان القایی به واسطه حرکت میله MN خلاف جهت جریان خروجی از باتری باشد.

$$I = \frac{\varepsilon_{\text{القایی}} - \varepsilon_{\text{باتری}}}{R + r} \xrightarrow{I=0} \varepsilon_{\text{القایی}} = \varepsilon_{\text{باتری}} = 1/5 \text{ V}$$

نیروی محرکه القایی توسط حرکت میله MN از رابطه $\bar{\varepsilon} = BLv$ به دست