

درس‌نامه

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

آزمون

پاسخنامهٔ کلیدی

فیزیک ۳ دوازدهم

تجربی

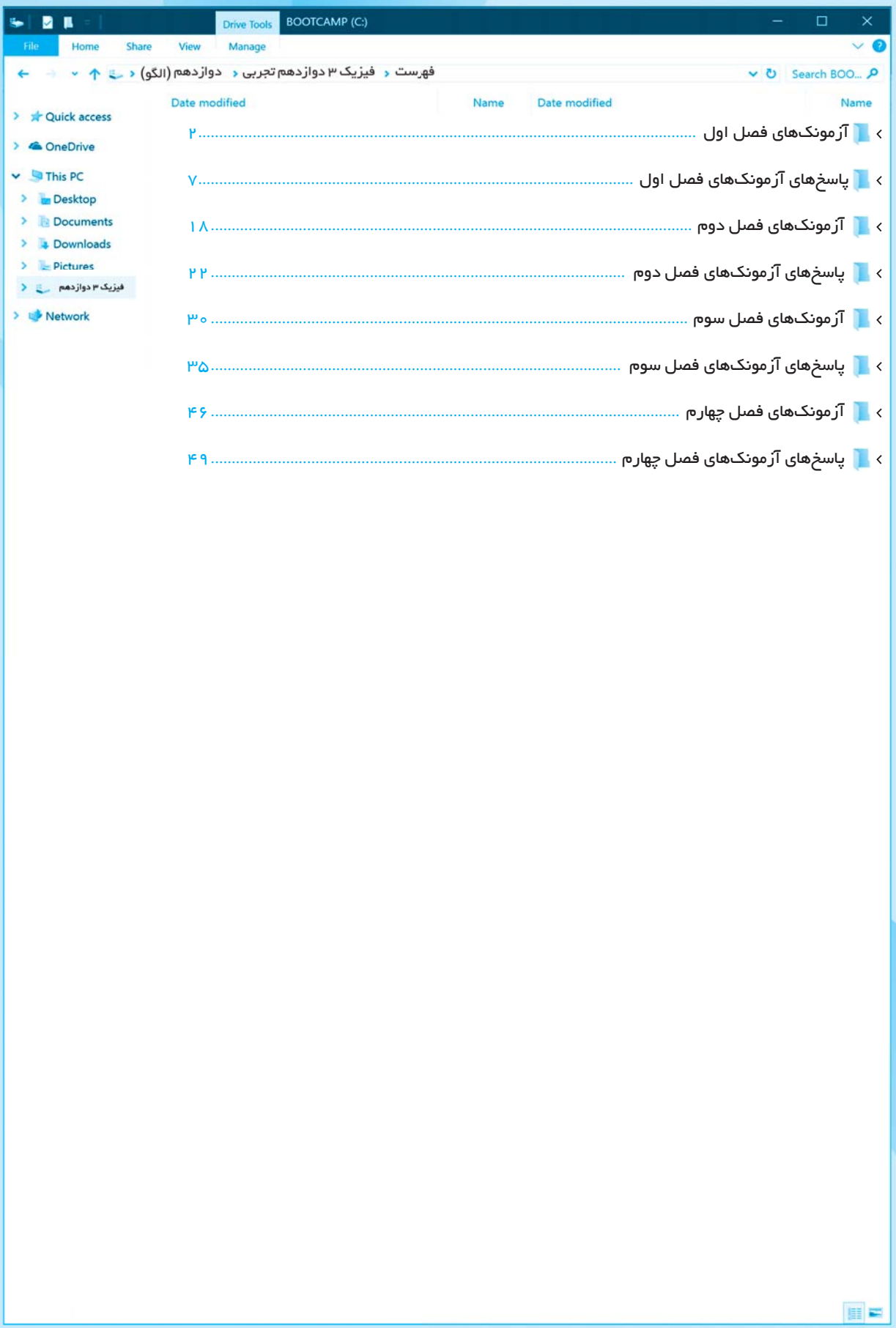
QRCode

قابل استفاده برای دانش‌آموزان پایهٔ دوازدهم و داوطلبان آزمون سراسری دانشگاه‌ها



مؤلفان: رضا خالو

امیرعلی میری



آزمونک‌های فصل اول ۲

پاسخ‌های آزمونک‌های فصل اول ۷

آزمونک‌های فصل دوم ۱۸

پاسخ‌های آزمونک‌های فصل دوم ۲۲

آزمونک‌های فصل سوم ۳۰

پاسخ‌های آزمونک‌های فصل سوم ۳۵

آزمونک‌های فصل چهارم ۴۶

پاسخ‌های آزمونک‌های فصل چهارم ۴۹

فصل اول

حرکت بر خط راست



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

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

با اسکن QR Code یا با مراجعه به سایت نشر الگو می‌توانید فایل آزمون‌ها را دریافت کنید.

پنجره یک رو به روی دو آزمونک

۱ معادلهٔ حرکت متحرکی به صورت $x=t^۲-۴t+۴$ است. به‌ترتیب از راست به چپ کدام گزینه نشان‌دهندهٔ بردار مکان در SI در لحظهٔ $t=۳s$ و لحظهٔ تغییر جهت بردار مکان، می‌باشد؟

۱) $\vec{x}=۸\vec{i}$ و ۲s
۲) $\vec{x}=-\vec{i}$ و ۲s
۳) $\vec{x}=۴\vec{i}$ و ۳s
۴) $\vec{x}=+\vec{i}$ و علامت بردار مکان تغییر نمی‌کند.

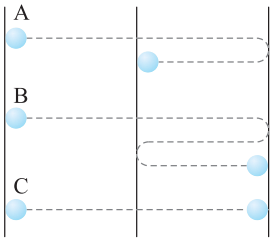
۲ معادلهٔ حرکت متحرکی که روی محور x در حرکت است در SI به صورت $x=at^۲+bt+۲$ است. جابه‌جایی متحرک از لحظهٔ شروع حرکت $(t=۰)$ تا زمانی که بردار مکان متحرک تغییر جهت می‌دهد، چند متر است؟

۱) ۲
۲) ۴/۵
۳) −۲
۴) −۴/۵

۳ یک متحرک روی محور xها در حال نزدیک شدن به مبدأ است. اگر مکان متحرک را با حرف x و سرعت آن را با حرف v نمایش دهیم، کدام گزینه درست است؟

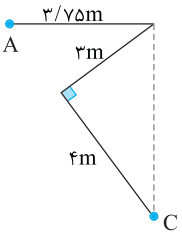
۱) $xv>۰$
۲) $xv<۰$
۳) $xv\geq ۰$
۴) $xv\leq ۰$

۴ در شکل روبه‌رو در یک بازهٔ زمانی مشخص مسیر حرکت سه متحرک نشان داده شده است. متحرک ..... دارای بیشینه تندی متوسط و متحرک ..... دارای کمینه سرعت متوسط است.



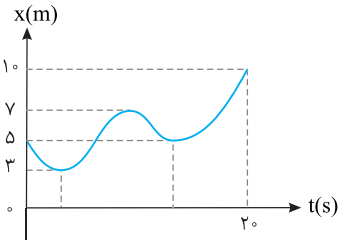
۱) C ، B
۲) A ، B
۳) B ، A
۴) B ،C

۵ اگر متحرکی این مسیر را در ۵s طی کند، سرعت متوسط آن چند متر بر ثانیه است؟



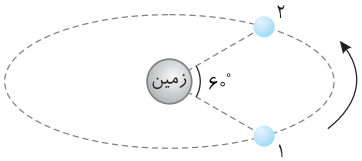
۱) ۰/۷۵
۲) ۱/۵
۳) ۱/۲۵
۴) ۱/۷۵

۶ نمودار $x-t$ متحرکی روی خط راست به صورت روبه‌رو است. تندی متوسط متحرک در بازهٔ $t_۱=۰$ تا $t_۲=۲۰s$ چند متر بر ثانیه است؟ از کتاب درسی



۱) ۰/۶۵
۲) ۰/۹
۳) ۱/۸
۴) ۰/۲۵

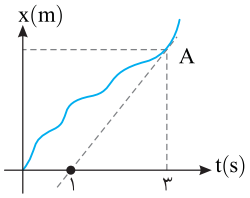
۷ در شکل مقابل وقتی ماه در جهت نشان داده شده در شکل از مکان (۱) به مکان (۲) می‌رود، مسافت طی شده توسط ماه چند برابر جابه‌جایی آن است؟ از کتاب درسی



مدار حرکت ماه به دور زمین

۱) ۱
۲) $\frac{\pi}{۳}$
۳) $\frac{۳}{\pi}$
۴) ۶۰

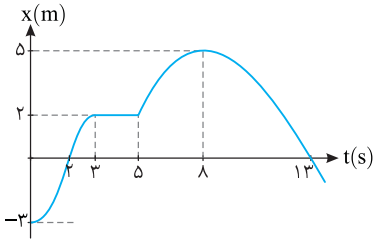
۸ نمودار مکان - زمان متحرکی که بر محور x حرکت می‌کند مطابق شکل است. مماس در نقطهٔ A بر منحنی ترسیم گردیده است. اگر سرعت متوسط از لحظهٔ $t=۰$ تا $t=۳s$ برابر $۲m/s$ باشد، سرعت متحرک در نقطهٔ A چند متر بر ثانیه است؟



۱) ۱/۵
۲) ۳
۳) ۲/۵
۴) ۵

۹ در شکل روبه‌رو نمودار مکان - زمان متحرکی رسم شده است، کدام گزینه درست است؟

از کتاب درسی



۱) متحرک در لحظهٔ $t=2s$ ساکن است.

۲) متحرک دو بار تغییر جهت داده است.

۳) متحرک در مدت $8s$ در جهت مثبت محور در حرکت بوده است.

۴) متحرک جمعاً $7s$ در حال نزدیک شدن به مبدأ است.

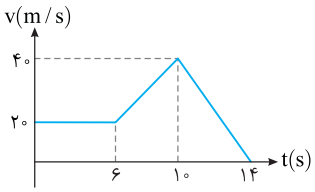
۱۰ متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، در لحظهٔ $t=0$ از مکان $x=10m$ در جهت مثبت محور x عبور می‌کند. اگر در مدت $5s$ متحرک یکبار تغییر جهت داده و در این بازهٔ زمانی سرعت متوسط متحرک $2m/s$ و تندی متوسط آن $4m/s$ باشد، دورترین فاصله از مبدأ مکان که متحرک ممکن است در این مدت زمان به آن برسد، چند متر است؟

۱) ۱۵ ۲) ۳۵ ۳) ۴۰ ۴) ۲۵

پنجره دو رو به روی سه آزمونک

۱ نمودار سرعت - زمان خودرویی که در راستای محور x حرکت می‌کند، در بازهٔ زمانی صفر تا $14s$ رسم شده است. شتاب خودرو در SI به‌ترتیب از راست به چپ در لحظات $t=2s$، $t=8s$ و $t=12s$ کدام است؟

از کتاب درسی



۱) صفر، ۵، ۱۰−

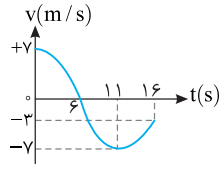
۲) صفر، ۵، ۱۰

۳) $\frac{10}{3}$، ۵، ۱۰−

۴) $\frac{10}{3}$، ۵، ۱۰

۲ نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی خط راست در حرکت است، در مدت ۱۶ ثانیه مطابق شکل روبه‌رو است. در این بازه به‌ترتیب از راست به چپ شتاب متوسط چند m/s^2 و بردار شتاب در ثانیهٔ چندم تغییر جهت داده است؟

از کتاب درسی



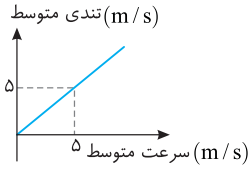
۱) $\frac{8}{5}$، ۶

۲) $\frac{-5}{8}$، ۶

۳) $\frac{8}{5}$، ۱۱

۴) $-\frac{5}{8}$، ۱۱

۳ نمودار تندی متوسط بر حسب اندازهٔ سرعت متوسط متحرکی به صورت شکل زیر است. کدام گزینه الزاماً درست است؟



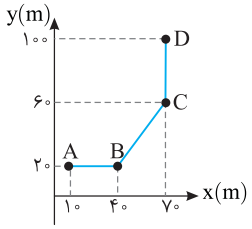
۱) بردار سرعت ثابت است.

۲) بزرگی سرعت ثابت است.

۳) بردار شتاب متوسط ثابت است.

۴) بزرگی شتاب متوسط ثابت است.

۴ متحرکی با تندی ثابت $20m/s$ روی سطح افقی در مسیر نشان داده شده در حال حرکت است. اندازهٔ شتاب متوسط آن در مدت زمانی که از A تا D حرکت می‌کند، چند متر بر مجذور ثانیه است؟



۱) $10\sqrt{2}$

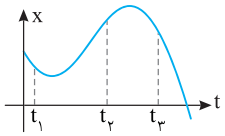
۲) $\frac{10\sqrt{2}}{3}$

۳) ۵

۴) $\frac{10\sqrt{2}}{5}$

۵ در یک حرکت بر خط راست، نمودار مکان - زمان به شکل مقابل است. در کدام لحظه حرکت تندشونده است؟

کنکور دهه‌های گذشته



۱) t_1

۲) t_1 و t_2

۳) t_3

۴) t_2 و t_3

۶ معادلهٔ مکان - زمان متحرکی در SI به‌صورت $x=2t-1$ است. شتاب متوسط متحرک در ثانیه سوم حرکت برابر چند متر بر مجذور ثانیه است؟

۱) صفر ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۶

۷ مطابق شکل زیر دو متحرک (۱) و (۲) هم‌زمان در ساعت ۱۲:۰۰ از دو نقطهٔ A و B به‌ترتیب با تندی‌های ثابت $2v$ و v در امتداد محور xها به طرف هم به حرکت در می‌آیند و در ساعت ۱۴:۰۰ به هم می‌رسند. متحرک (۱) در چه ساعتی به نقطهٔ B می‌رسد؟



خارج ریاضی - ۹۹

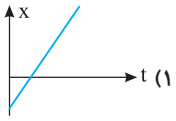
۱) ۱۵:۰۰ ۲) ۱۸:۰۰ ۳) ۱۶:۰۰ ۴) ۲۰:۰۰

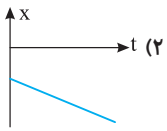
۸ قطاری به طول $200m$ به ابتدای پلی به طول $350m$ می‌رسد. اگر قطار با سرعت ثابت $20m/s$ در حال حرکت باشد قطار چند ثانیه روی پل خواهد بود؟

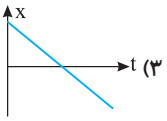
۱) ۲۰ ۲) ۱۰ ۳) ۱۷/۵ ۴) ۲۷/۵

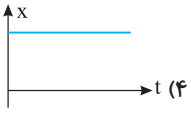
۹ متحرکی که در خلاف جهت مثبت محور xها با تندی ثابت در حرکت است و در مدت $3s$ مسافت $6m$ را طی می‌کند، اگر حین حرکت بردار مکان تغییر علامت بدهد، نمودار مکان - زمان این حرکت کدام است؟

کنکور دهه‌های گذشته

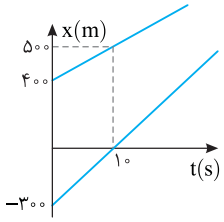
۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۱۰ نمودار مکان - زمان دو خودرو که روی خط راست حرکت می‌کنند، مطابق شکل زیر است. در لحظه‌های t_1 و $t_2 > t_1$ فاصلهٔ دو متحرک از هم $600m$ است. $\frac{t_2}{t_1}$ کدام است؟



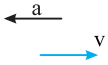
خارج تجربی - ۱۴۰۰

۱) ۱۵ ۲) ۱۳ ۳) ۸ ۴) ۵

پنجره سه روبه‌روی چهار آزمونک

۱ بردارهای سرعت و شتاب متحرکی در یک لحظه مطابق شکل روبه‌روست. بعد از این لحظه، نوع حرکت متحرک چگونه می‌تواند باشد؟

کتاب درسی



۱) همواره کندشونده ۲) همواره تندشونده
۳) ابتدا کندشونده سپس تندشونده ۴) گزینهٔ (۱) و (۳) می‌تواند درست باشد.

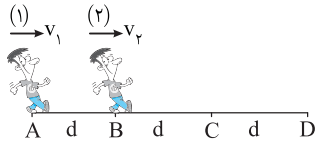
۲ معادلهٔ سرعت - زمان متحرکی که در مسیری مستقیم حرکت می‌کند، در SI به‌صورت $v=\frac{3}{2}t^2$ است. شتاب متوسط در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 کدام است؟

۱) $\frac{t_1+t_2}{2}$ ۲) $\frac{3}{2}(t_2-t_1)$ ۳) $\frac{3}{2}(t_1+t_2)$ ۴) t_2-t_1

۳ متحرکی با تندی ثابت روی یک دایره به محیط $12m$ حرکت می‌کند و در مدت $6s$، $\frac{3}{4}$ این محیط را طی می‌کند. به ترتیب از راست به چپ اندازهٔ سرعت متوسط و اندازهٔ شتاب متوسط متحرک در هر ۴ ثانیه در SI کدام است؟

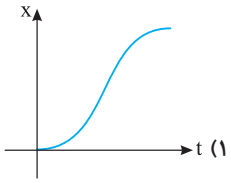
۱) ۰/۷۵ ،۱ ۲) ۱/۵ ،۳ ۳) ۰/۷۵ ،۱ ۴) ۱/۵ ،۳

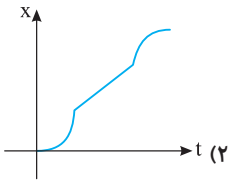
۴ در شکل مقابل شخص (۱) با تندی ثابت v_1 در جهت نشان داده شده شروع به حرکت کرده و شخص (۲) $20s$ پس از آن از نقطهٔ B با سرعت ثابت v_2 به راه می‌افتد و در نقطهٔ C دو شخص به هم می‌رسند. دو شخص با چه اختلاف زمانی به نقطهٔ D می‌رسند؟

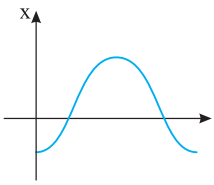


۱) $\frac{d}{v_1}+20$ ۲) $\frac{d}{v_1}-20$ ۳) $\frac{d}{v_2}+20$ ۴) $\frac{d}{v_2}-20$

۵ متحرکی از حال سکون شروع به حرکت می‌کند تا سرعتش به v می‌رسد، سپس مدتی با این سرعت به حرکت خود ادامه می‌دهد و ترمز کرده و متوقف می‌شود. کدام نمودار می‌تواند نمودار مکان - زمان آن باشد؟ (از کتاب درسی)

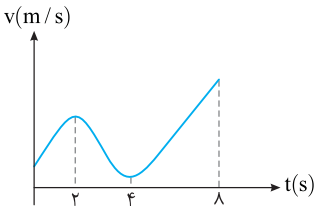
۱) 

۲) 

۳) 

۴) گزینه‌های (۱) و (۲) درست هستند.

۶ نمودار سرعت - زمان متحرکی مطابق شکل روبه‌رو است. اندازهٔ شتاب متوسط در کدام‌یک از بازه‌های زمانی مشخص شده در گزینه‌ها بیشتر است؟ (تجربی - ۱۴۰۰)



۱) صفر تا ۲s
۲) ۲s تا ۴s
۳) ۴s تا ۸s
۴) ۲s تا ۸s

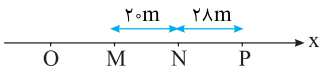
۷ اتومبیلی با تندی (سرعت) ثابت $72km/h$ در یک مسیر مستقیم حرکت می‌کند که ناگهان راننده مانع ثابتی را در ۵۲ متری خود می‌بیند و ترمز می‌کند و حرکت اتومبیل با تندی ثابت $4m/s^2$ کند می‌شود. اگر زمان واکنش $0/5s$ باشد، اتومبیل: (خارج تجربی - ۹۹)

۱) ۲ متر قبل از مانع متوقف می‌شود.
۲) در لحظهٔ رسیدن به مانع متوقف می‌شود.
۳) با تندی (سرعت) $8m/s$ به مانع برخورد می‌کند.
۴) با تندی (سرعت) $4\sqrt{5}m/s$ به مانع برخورد می‌کند.

۸ دو متحرک از حال سکون با شتاب‌های a_1 و $a_2=\frac{9}{4}a_1$ هم‌زمان از یک نقطه به‌سوی مقصدی معین به حرکت در می‌آیند و با فاصلهٔ زمانی ۴ ثانیه به مقصد می‌رسند، زمان حرکت جسمی که زودتر می‌رسد، چند ثانیه است؟ (تجربی - ۹۹)

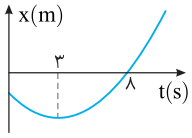
۱) ۵ ۲) ۶ ۳) ۸ ۴) ۹

۹ مطابق شکل متحرکی بدون سرعت اولیه از مبدأ مکان در جهت مثبت محور xها با شتاب ثابت شروع به حرکت کرده و هر یک از جابه‌جایی‌های MN و NP را در مدت ۴s طی می‌کند. فاصلهٔ OM چند متر است؟ (تجربی - ۹۸)



۱) ۴ ۲) ۱۶ ۳) ۱۰ ۴) ۶

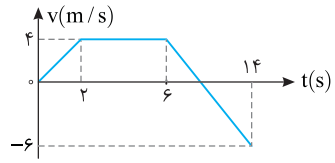
۱۰ نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. جابه‌جایی متحرک در بازهٔ زمانی $t_1=0$ تا $t_2=8s$ چند برابر مسافت طی شده در این بازهٔ زمانی است؟ (ریاضی - ۱۴۰۰)



۱) $\frac{5}{17}$ ۲) $\frac{5}{14}$ ۳) $\frac{8}{17}$ ۴) $\frac{9}{14}$

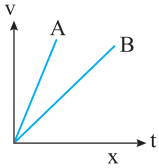
پنجره چهار روبه‌روی پنج آزمونک

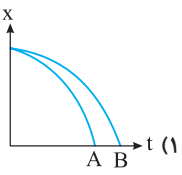
۱ نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور xها در حرکت است، مطابق شکل روبه‌رو است. در بازهٔ زمانی داده شده، متحرک چند ثانیه خلاف جهت محور در حرکت بوده است؟ (تجربی - ۹۴)

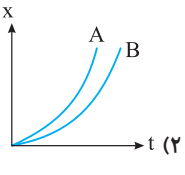


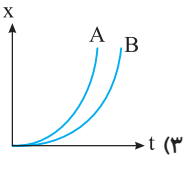
۱) ۳/۲ ۲) ۴/۸ ۳) ۹/۲ ۴) ۶

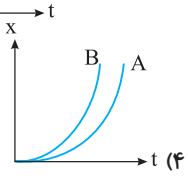
۲ دو متحرک A و B از مبدأ مکان شروع به حرکت کرده‌اند و نمودار $v-t$ آن‌ها به‌صورت روبه‌رو است. نمودار $x-t$ این دو متحرک کدام گزینه می‌تواند باشد؟



۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۳ یک قطار به طول L متر در مسیر مستقیم با شتاب $1\,m/s^2$ در حرکت است. اگر در لحظهٔ t جلوی قطار از نقطهٔ A با سرعت $20\,m/s$ عبور کرده و در لحظهٔ $t+10\,s$ انتهای آن از این نقطه عبور کند، L چند متر است؟

۱) ۲۵۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۱۵۰ ۴) ۳۰۰

۴ متحرکی با شتاب ثابت در مبدأ زمان با سرعت $10\,m/s$ شروع به حرکت کرده و در ثانیهٔ سوم حرکتش جابه‌جایی متحرک صفر است. در بازهٔ زمانی $t=0$ تا $t=5\,s$ مسافت طی شده متحرک چند متر است؟ ریاضی - ۹۹

۱) صفر ۲) ۱۲/۵ ۳) ۲۵ ۴) ۳۷/۵

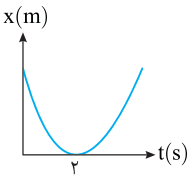
۵ در یک خیابان مستقیم خودرویی پس از سبز شدن چراغ راهنمایی شروع به حرکت می‌کند و پشت چراغ قرمز بعدی که ۴۵۰ متر دورتر است، می‌ایستد. اگر بیشترین سرعت مجاز در این خیابان $15\,m/s$ و اندازهٔ شتاب در حرکت‌های تندشونده و کندشونده $1/5\,m/s^2$ باشد، حداقل چند ثانیه طول می‌کشد تا خودرو فاصلهٔ بین دو چراغ را طی کند؟

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

۶ متحرکی که با شتاب ثابت روی خط راست در حرکت است، در بازه‌های زمانی یکسان و متوالی T به ترتیب جابه‌جایی‌های Δx_1، Δx_2، Δx_3 را طی می‌کند اگر متحرک دارای حرکت تندشونده باشد به ترتیب از راست به چپ این سه جابه‌جایی کدام گزینه می‌تواند باشد؟

۱) $20\,m$، صفر، $-20\,m$ ۲) $10\,m$، $30\,m$، $50\,m$ ۳) $10\,m$، $30\,m$، $70\,m$ ۴) $20\,m$، $10\,m$، $-10\,m$

۷ نمودار مکان - زمان متحرکی مطابق شکل روبه‌رو به صورت سهمی است. کدام مورد درست است؟ خارج تجربی - ۹۹



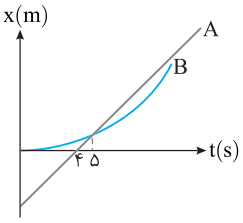
۱) مسافت طی شده در ۳ ثانیهٔ اول برابر مسافت طی شده در ۳ ثانیهٔ دوم است.

۲) مسافت طی شده در ۳ ثانیهٔ اول برابر بزرگی جابه‌جایی در این مدت است.

۳) بزرگی سرعت متوسط در $4\,s$ اول برابر بزرگی سرعت متوسط در بازهٔ زمانی $t_1=1\,s$ تا $t_2=5\,s$ است.

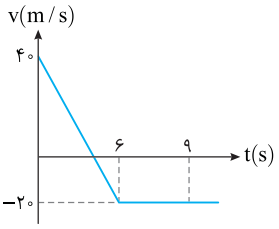
۴) بزرگی سرعت متوسط در $3\,s$ اول برابر بزرگی سرعت متوسط در بازهٔ زمانی $t_1=1\,s$ تا $t_2=4\,s$ است.

۸ نمودار مکان - زمان دو متحرک A و B به صورت روبه‌رو است. اگر متحرک B از حال سکون شروع به حرکت کرده باشد، در چه لحظه‌ای تندی دو متحرک باهم برابر خواهد شد؟



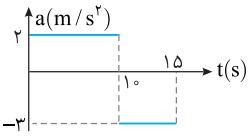
۱) ۸
۲) ۱۲/۵
۳) ۲۵
۴) ۱۵

۹ شکل زیر نمودار $v-t$ متحرکی را نشان می‌دهد، اگر این متحرک پس از $9\,s$ مجدد از مکان اولیهٔ خود عبور کند، چند ثانیه حرکت متحرک کند شونده بوده است؟



۱) ۶
۲) ۹
۳) ۴
۴) ۳

۱۰ نمودار شتاب - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر در لحظهٔ $t=3\,s$ سرعت متحرک، $v=(1\,m/s)\vec{i}$ باشد، سرعت متوسط متحرک در بازهٔ زمانی $t_1=7\,s$ تا $t_2=10\,s$ چند متر بر ثانیه است؟ خارج ریاضی - ۱۴۰۰



۱) ۶ ۲) ۹ ۳) ۱۲ ۴) ۱۵

فصل اول: حرکت بر خط راست

پنجره ۱ روبه‌روی ۲

B ۱ ۴

۱ بردار مکان متحرک برابر است با برداری که مبدأ مکان را به مکان جسم وصل می‌کند. مکان جسم را در لحظهٔ $t=3s$ به‌دست می‌آوریم:



$$x=t^2-4t+4 \Rightarrow x(3)=3^2-4(3)+4=+1 \Rightarrow \vec{x}=\vec{i}$$

۲ بردار مکان هنگامی تغییر جهت می‌دهد که متحرک از مبدأ $x=0$ بگذرد و مکان تغییر علامت دهد:

$$x=t^2-4t+4 \Rightarrow 0=t^2-4t+4 \Rightarrow (t-2)^2 \geq 0 \Rightarrow t=2s$$

$(t-2)^2$ یک عبارت همیشه مثبت است، یعنی مکان هرگز تغییر علامت نمی‌دهد. در لحظهٔ $t=2s$ مکان متحرک صفر می‌شود، اما متحرک از مبدأ مکان نمی‌گذرد و بردار مکان تغییر جهت نمی‌دهد. نمای ۴

A ۲ ۳

مکان متحرک در لحظهٔ $t=0$ (مکان اولیهٔ متحرک) خواهد شد:

$$x=at^2+bt+2 \xrightarrow{t=0} x_0=+2m$$

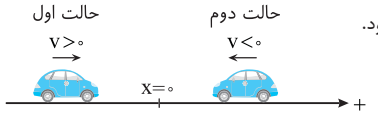
لحظهٔ تغییر جهت یعنی لحظهٔ گذر از مبدأ مکان $(x=0)$ بنابراین متحرک از مکان $+2m$ به $x=0$ می‌رود و جابه‌جایی آن $-2m$ است. نمای ۹

A ۲ ۳

وقتی متحرک در حال نزدیک شدن به مبدأ است دو حالت دارد.

حالت اول: سرعت متحرک مثبت و مکان آن منفی باشد یعنی متحرک از مکان‌های منفی $(x<0)$ در جهت مثبت محور در حال حرکت باشد. $(v>0)$ بنابراین حاصل‌ضرب $xv<0$ می‌شود.

حالت دوم: سرعت محرک منفی و مکان آن مثبت باشد یعنی متحرک از مکان‌های مثبت $(x>0)$ در جهت منفی محور در حال حرکت باشد $(v<0)$ در این صورت نیز $xv<0$ می‌شود.



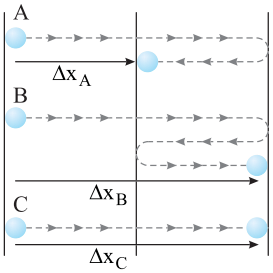
نمای ۶

A ۲ ۴

بازهٔ زمانی برای هر سه متحرک یکسان است $(\Delta t_A=\Delta t_B=\Delta t_C=\Delta t)$.

در این مدت متحرک B بیشترین مسافت را طی کرده بنابراین تندی متحرک B $(s_{av}=\ell/\Delta t)$ از بقیه بیشتر است.

جابه‌جایی متحرک B و C یکسان اما جابه‌جایی متحرک A کمتر از آن‌هاست

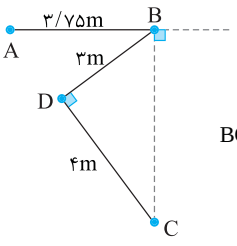


بنابراین متحرک A دارای کمینه سرعت متوسط $(v_{av}=\Delta x/\Delta t)$ است. نمای ۲ و ۳

B ۵ ۳

برای یافتن سرعت متوسط باید جابه‌جایی متحرک از A تا B را حساب کنیم.

۱ طول BC را به‌دست می‌آوریم.



$$BC^2=BD^2+DC^2 \Rightarrow BC=\sqrt{3^2+4^2}=5m$$

۲ فاصلهٔ AC را حساب می‌کنیم.

$$AC^2=AB^2+BC^2 \Rightarrow AC^2=(3/75)^2+5^2$$

$$AC^2=5^2(0/75^2+1^2)=5^2((\frac{3}{4})^2+1^2)$$

$$AC^2=5^2(\frac{9+16}{16}) \Rightarrow AC=\frac{5\times5}{4} \Rightarrow AC=6/25m$$

۳ سرعت متوسط را حساب می‌کنیم.

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v_{av}=\frac{6/25}{5} \Rightarrow v_{av}=1/25\frac{m}{s}$$

نمای ۲ و ۳

A ۱ ۶

متحرک ابتدا از مکان 5m به مکان 3m رفته و مسافت $\ell_1=2m$ را طی کرده سپس از مکان 3m به مکان 7m $(\ell_2=4m)$ و از مکان 7m به مکان 5m $(\ell_3=2m)$ و سرانجام از مکان 5m به مکان 10m $(\ell_4=5m)$ می‌رود و مسافت طی شده در این مدت خواهد شد.

$$\ell=\ell_1+\ell_2+\ell_3+\ell_4=2+4+2+5 \Rightarrow \ell=13m$$

تندی متوسط در این مدت خواهد شد.

$$s_{av}=\frac{L}{\Delta t} \Rightarrow s_{av}=\frac{13}{20} \Rightarrow s_{av}=0/65\frac{m}{s}$$

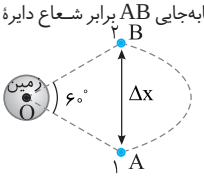
نمای ۶

A ۲ ۷

۱ زاویهٔ بین دو موقعیت ماه 60° است. یعنی ماه در این مدت مسافتی برابر $\frac{1}{6}$ محیط دایره طی می‌کند.

$$\ell=\frac{1}{6}(2\pi r) \Rightarrow \ell=\frac{\pi r}{3}$$

۲ مثلث OAB متساوی‌الاضلاع است بنابراین جابه‌جایی AB برابر شعاع دایرهٔ مسیر حرکت ماه است.



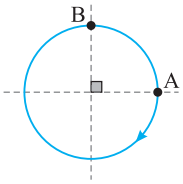
$$\Delta x=r$$

۳ نسبت را حساب می‌کنیم.

$$\frac{\ell}{\Delta x}=\frac{\frac{\pi r}{3}}{r}=\frac{\pi}{3}$$

نمای ۱

بازی با سؤال متحرکی مطابق شکل روی مسیر دایره شکلی به شعاع 30m در مدت 3s در جهت ساعتگرد از نقطهٔ A به نقطهٔ B می‌رود. تندی متوسط متحرک از A تا B چند متر بر ثانیه است؟



۱) 5π ۲) 15π ۳) 10π ۴) $3/75\pi$

پاسخ از A تا B در جهت ساعتگرد $\frac{3}{4}$ دایره طی شده پس مسافت طی شده برابر است با:

$$\ell=\frac{3}{4}(2\pi r) \Rightarrow \ell=\frac{3}{4}\times(2\pi\times30)=45\pi\ m$$

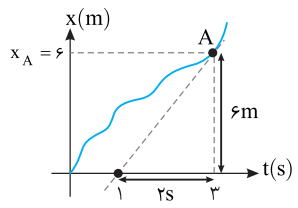
تندی متوسط خواهد شد.

$$s_{av}=\frac{\ell}{\Delta t}=\frac{45\pi}{3}=15\pi\ m/s$$

گزینهٔ ۲

B ۸ ۲

ابتدا با توجه به سرعت متوسط از لحظهٔ $t=0$ تا $t=3s$ مکان متحرک را در $t=3s$ به‌دست می‌آوریم:



$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow 2=\frac{x_A-0}{3}$$

$$\Rightarrow x_A=6m$$

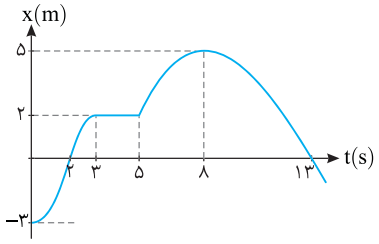
سرعت در نقطهٔ A برابر شیب خط مماس بر نمودار در نقطهٔ A می‌باشد.

$v=\frac{۶-۰}{۳-۱}=۳m/s$ نمای ۶

B ۴ ۹

در لحظهٔ $t=۲s$ متحرک دارای سرعت است. زیرا شیب خط مماس در این نقطه موازی محور زمان نیست و گزینهٔ (۱) نادرست است.

متحرک در بازهٔ ۳s تا ۵s ساکن است اما تغییر جهت نمی‌دهد و تنها در لحظهٔ $t=۸s$ یعنی یک‌بار تغییر جهت می‌دهد و گزینهٔ (۲) نادرست است.



متحرک از ابتدا $t=۰$ تا $t=۳s$ در جهت مثبت محور در حال حرکت بوده و در بازهٔ ۳s تا ۵s ساکن و مجدداً در بازهٔ ۵s تا ۸s در جهت مثبت حرکت می‌کند یعنی جمعاً ۶s در حال حرکت در جهت مثبت محور است و گزینهٔ (۳) نادرست است.

متحرک در بازهٔ ۰ تا ۲s از مکان $-۳m$ به مکان $x=۰$ می‌رود و در بازهٔ ۸s تا ۱۳s نیز از مکان $x=۵$ به سوی $x=۰$ می‌رود یعنی جمعاً ۷s در حال نزدیک شدن به مبدأ است. نمای ۵ و ۸

B ۴ ۱۰

خط فکری سرعت متوسط در مدت ۵s برابر $۲m/s$ است، بنابراین شما می‌توانید جابه‌جایی متحرک در این مدت را بیابید. سپس به کمک تندی متوسط، مسافت طی شده را حساب کنید تا بتوانید بیشترین فاصله متحرک از مبدأ در مدت ۵s را به‌دست بیاورید.

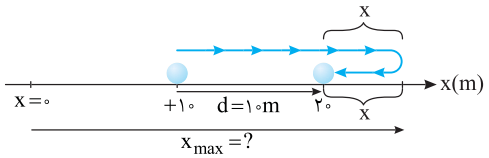
۱ جابه‌جایی را به‌دست می‌آوریم. $v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}\Rightarrow ۲=\frac{\Delta x}{۵}\Rightarrow \Delta x=۱۰m$

مکان متحرک در لحظهٔ $t=۵s$ خواهد شد. $\Delta x=x-x_۰\Rightarrow ۱۰=x-۱۰\Rightarrow x=۲۰m$

۲ تندی متوسط $۴\frac{m}{s}$ است. مسافت طی شده را حساب می‌کنیم.

$s_{av}=\frac{\ell}{t}\Rightarrow ۴=\frac{\ell}{۵}\Rightarrow \ell=۲۰m$

۳ متحرک یکبار تغییر جهت داده و مسیری مطابق شکل را طی کرده است.



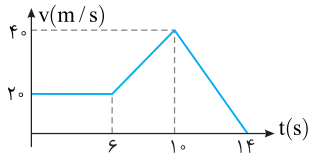
با توجه به شکل داریم: $\ell=d+x+x\Rightarrow ۰=۱۰+۲x\Rightarrow x=۵m$

۴ بنابراین بیشترین فاصله از مبدأ خواهد شد. $x_{max}=۲۰+۵=۲۵m$

پنجره ۲ روبه‌روی ۳

B ۱ ۱

یادآوری شیب نمودار سرعت - زمان برابر شتاب متحرک است.



۱ در بازهٔ ۰ تا ۶s سرعت ثابت و برابر $۲۰m/s$ است و شتاب در کل این بازهٔ زمانی صفر است، بنابراین در $t=۲s$ شتاب صفر است.

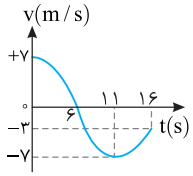
۲ در بازهٔ ۶s تا ۱۰s شتاب در تمام لحظات از جمله $t=۸s$ ثابت و برابر است با:

$a=\frac{v-v_۰}{t}\Rightarrow a=\frac{۴۰-۲۰}{۱۰-۶}\Rightarrow a=۵m/s^۲$

۳ در بازهٔ ۱۰s تا ۱۴s نیز شتاب در تمام لحظات از جمله $t=۱۲s$ ثابت و برابر است با:

$a=\frac{-۴۰}{۱۴-۱۰}\Rightarrow a=-۱۰m/s^۲$ نمای ۱۹

B ۴ ۲



شتاب متوسط برابر است با:

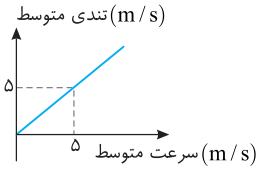
$a_{av}=\frac{v-v_۰}{\Delta t}\Rightarrow a_{av}=\frac{-۳-۷}{۱۶}=-\frac{۵}{۸}m/s^۲$

یادآوری شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان برابر شتاب لحظه‌ای است و در نقاط max و min شیب نمودار سرعت - زمان (شتاب) صفر است.

در لحظهٔ $t=۱۱s$ شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان صفر شده $(a=۰)$ و شتاب قبل از این لحظه منفی و بعد از آن لحظه مثبت است یعنی شتاب در $t=۱۱s$ تغییر جهت می‌دهد. نمای ۱۸

B ۱ ۳

به نمودار دقت کنید. در تمام لحظات اندازهٔ تندی متوسط و سرعت متوسط برابر است. یعنی در هر بازهٔ زمانی دلخواه، مسافت طی شده و جابه‌جایی متحرک یکی است و این یعنی متحرک روی خط راست در حرکت است و تغییر جهت نمی‌دهد.



نمای ۲ و ۶

بازی با سوال **متحرکی روی خط راست در راستای محور xها در حرکت است. اگر در بازه‌ای جابه‌جایی آن d و مسافت طی شدهٔ آن L و $d=L$ باشد، کدام گزینه درست است؟**

۱) بردار مکان متحرک تغییر جهت نداده است.

۲) جهت حرکت متحرک تغییر نکرده است.

۳) بردار مکان یک بار تغییر جهت داده است.

۴) جهت حرکت یک بار تغییر کرده است.

پاسخ **جابه‌جایی و مسافت طی شده با هم برابر است. زمانی این اتفاق می‌افتد که جسم بدون تغییر جهت روی خط راست در حرکت باشد.** گزینهٔ ۲

B ۲ ۴

یادآوری تندی کمیت نرده‌ای اما سرعت و شتاب کمیت برداری است.

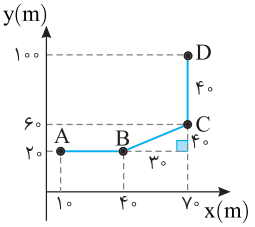
خط فکری برای یافتن اندازهٔ شتاب باید زمان را به کمک تندی به‌دست بیاورید اما برای به‌دست آوردن تغییر سرعت، قطعاً باید جهت بردار سرعت در نقطهٔ A و D را در نظر بگیرید.

۱ مسافت طی شده از A تا D را باید حساب کنیم. البته ابتدا باید طول BC را به‌دست بیاوریم.

$$BC=\sqrt{۳۰^۲+۴۰^۲}\Rightarrow BC=۵۰m$$

$$\ell=AB+BC+CD\Rightarrow \ell=۳۰+۵۰+۴۰$$

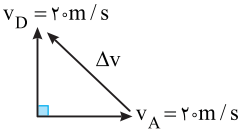
$$\Rightarrow \ell=۱۲۰m$$



۲ زمان را به کمک تندی متحرک حساب می‌کنیم.

$$s_{av}=\frac{\ell}{\Delta t}\xrightarrow{s_{av}=۲۰m/s}۲۰=\frac{۱۲۰}{\Delta t}\Rightarrow \Delta t=۶s$$

۳ بردار سرعت در نقطهٔ A و نقطهٔ D برهم عمود هستند، بردار تغییر سرعت خواهد شد:



$$\Delta v=\sqrt{۲۰^۲+۲۰^۲}\Rightarrow \Delta v=۲۰\sqrt{۲}\,m/s$$

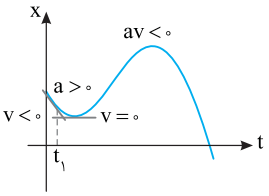
۴ شتاب متوسط خواهد شد:

$$a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}\Rightarrow a_{av}=\frac{۲۰\sqrt{۲}}{۶}\Rightarrow a_{av}=\frac{۱۰\sqrt{۲}}{۳}\,m/s^۲$$

نمای ۱۵

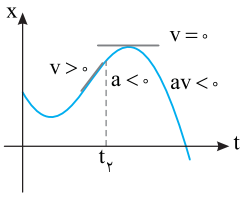
B ۳ ۵

در حرکت تندشونده تندی در حال افزایش است. مطابق شکل بعد از لحظهٔ $t_۱$ سرعت صفر می‌شود. پس در لحظهٔ $t_۱$ حرکت کندشونده است.

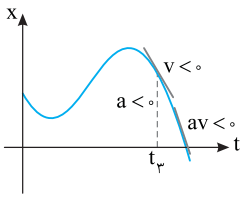


البته در لحظهٔ $t_۱$ شیب خط مماس منفی بوده، یعنی سرعت منفی اما دهانه نمودار مکان - زمان رو به بالا یعنی $a>۰$ بوده، بنابراین $av<۰$ است و در لحظهٔ $t_۱$ حرکت کندشونده است و گزینهٔ (۱) نادرست است.

مطابق شکل بعد از $t_۲$ در لحظه نشان داده شده سرعت صفر می‌شود. پس در لحظهٔ $t_۲$ نیز حرکت کندشونده است و گزینهٔ (۲) و (۴) نادرست است.



مطابق شکل بعد از $t_۳$ شیب خط مماس بر نمودار در حال افزایش است و مماس به حالت قائم نزدیک می‌شود، یعنی اندازه سرعت (تندی) افزایش می‌یابد، پس حرکت در این لحظه تندشونده است.



نمای ۸

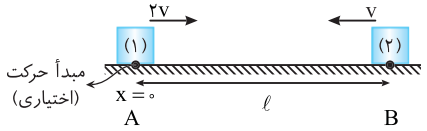
B ۱ ۶

معادلهٔ $x-t$ درجهٔ اول است و متحرک دارای سرعت ثابت و شتاب حرکت صفر است.

نمای ۱۶

B ۱ ۷

نقطهٔ A را مبدأ و جهت راست را جهت مثبت می‌گیریم. فاصلهٔ AB را با ℓ نمایش می‌دهیم.



۱ ابتدا معادلهٔ حرکت دو متحرک را می‌نویسیم:

$$x=vt+x_۰\Rightarrow\begin{cases}x_۱=۲vt\\ x_۲=-vt+L\end{cases}$$

۲ دو متحرک بعد از ۲h به هم می‌رسند، یعنی اگر در معادلهٔ حرکت $x_۱$ و $x_۲$ به جای t، ۲h قرار بدهیم $x_۱$ با $x_۲$ برابر می‌شود.

$$t=۲h\Rightarrow\begin{cases}x_۱=۴v\\ x_۲=-۲v+\ell\end{cases}\xrightarrow{x_۱=x_۲}۴v=-۲v+\ell\Rightarrow\ell=۶v$$

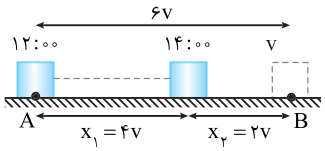
۳ مکان رسیدن دو متحرک به هم خواهد شد:

$$x_۱=۲vt\xrightarrow[\text{مکان رسیدن دو متحرک به هم}]{\Delta t=۲h}x=۴v$$

۴ با توجه به شکل از محل رسیدن دو متحرک به‌هم تا زمانی که متحرک (۱) به مکان B می‌رسد متحرک باید $\Delta x=۲v$ جابه‌جا شود:

$$\Delta x=۲vt\Rightarrow ۲v=۲vt\Rightarrow t=۱h$$

بنابراین یک ساعت بعد از ساعت ۱۳:۰۰ متحرک به نقطهٔ B می‌رسد یعنی در ساعت ۱۵:۰۰.



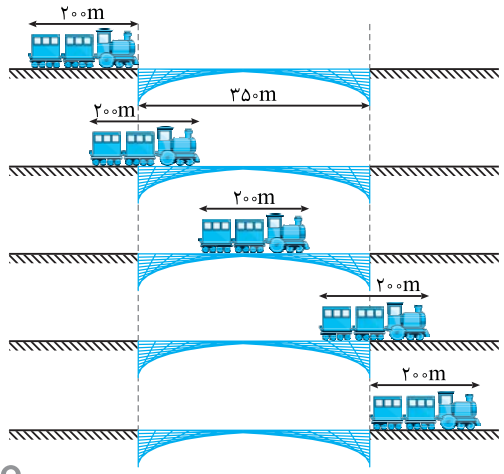
نمای ۱۱

B ۴ ۸

در تمام شکل‌های زیر به غیر از شکل ابتدایی و نهایی قطار یا قسمتی از قطار روی پل قرار دارد بنابراین باید مدت زمانی که طول می‌کشد تا قطار به طور کامل از پل بگذرد را به‌دست آوریم:

$$\Delta x=۲۰۰+۳۵۰=۵۵۰m$$

$$\Delta x=vt\Rightarrow ۵۵۰=۲۰t\Rightarrow t=۲۷/۵s$$



نمای ۱۲

B ۳ ۹

متحرک در مدت ۳s خلاف جهت محور x با تندی ثابت مسافت ۶m را طی کرده یعنی جابه‌جایی متحرک $\Delta x=-۶m$ است بنابراین سرعت متحرک خواهد شد:

$$v=v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=-۲m/s$$

معادلهٔ حرکت متحرک به‌صورت $x=-۲t+x_۰$ بوده و چون متحرک تغییر جهت داده، پس متحرک از مبدأ مکان $(x=۰)$ عبور می‌کند.

بنابراین نمودار $x-t$ شیب منفی (v، منفی است) دارد و محور افقی $(x=۰)$ را قطع می‌کند که با این شرایط تنها گزینهٔ (۳) درست است.

نمای ۱۳

B ۲ ۱۰

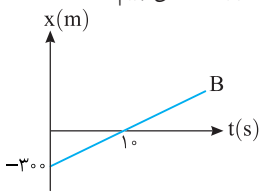
خط فکری ابتدا با توجه به نمودار باید معادلهٔ حرکت دو متحرک را بنویسیم.

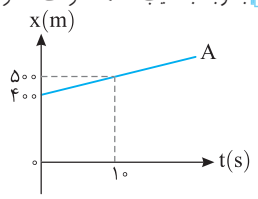
فاصلهٔ بین دو متحرک برابر تفاضل مکان دو متحرک یعنی $|x_A-x_B|$ است.

نکته اگر نمودار $x-t$ متحرکی به صورت خط راست باشد، حرکت متحرک با سرعت ثابت بوده و معادلهٔ حرکت آن به صورت $x=vt+x_۰$ است.

یادآوری شیب نمودار $x-t$ برابر سرعت متحرک است.

۱ با توجه به شیب خط‌ها، سرعت متحرک‌ها را به‌دست می‌آوریم:





$$v_B=\frac{\Delta x}{\Delta t}\Rightarrow v_B=\frac{۳۰۰}{۱۰}=۳۰m/s \qquad v_A=\frac{\Delta x}{\Delta t}\Rightarrow v_A=\frac{۱۰۰}{۱۰}=۱۰m/s$$

۲ معادلهٔ حرکت دو متحرک را می‌نویسیم.

$$x_A=v_At+x_{۰A}\xrightarrow[x_{۰A}=۴۰۰m]{v_A=۱۰m/s}x_A=۱۰t+۴۰۰$$

$$x_B=v_Bt+x_{۰B}\xrightarrow[x_{۰B}=-۳۰۰m]{v_B=۳۰m/s}x_B=۳۰t-۳۰۰$$

۳ فاصلهٔ دو متحرک از هم ۶۰۰ متر است، بنابراین:

$$|x_A-x_B|=۶۰۰\xrightarrow[x_B=۳۰t-۳۰۰]{x_A=۱۰t+۴۰۰}|۱۰t+۴۰۰-۳۰t+۳۰۰|=۶۰۰$$

$$\Rightarrow|-۲۰t+۷۰۰|=۶۰۰$$

نکته در حل معادله‌های قدرمطلقی حواستان باشد که: $|x|=a\Rightarrow x=\pm a$

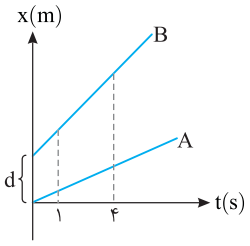
۴ حال معادله را حساب می‌کنیم:

$$|-۲۰t+۷۰۰|=۶۰۰\Rightarrow-۲۰t+۷۰۰=\pm۶۰۰$$

$$\begin{cases}-۲۰t+۷۰۰=۶۰۰\Rightarrow-۲۰t=-۱۰۰\Rightarrow t_۱=۵s\\-۲۰t+۷۰۰=-۶۰۰\Rightarrow-۲۰t=-۱۳۰۰\Rightarrow t_۲=۶۵s\end{cases}\Rightarrow\frac{t_۲}{t_۱}=\frac{۶۵}{۵}=۱۳$$

نمای ۱۴

بازی با سؤال شکل مقابل نمودار مکان - زمان دو متحرک را نشان می‌دهد، اگر فاصلهٔ دو متحرک از هم در لحظهٔ $t=۴s$، دو برابر فاصلهٔ دو متحرک در $t=۱s$ باشد، فاصلهٔ دو متحرک در لحظهٔ $t=۵s$ چند d است؟



۱) $\frac{۷}{۲}$ ۲) $\frac{۵}{۲}$ ۳) $\frac{۳}{۲}$ ۴) $\frac{۹}{۲}$

پاسخ **۱** معادلهٔ حرکت دو متحرک را می‌نویسیم:

$$x=vt+x_{۰}\begin{cases}\xrightarrow{A}x_A=v_At\\\xrightarrow{B}x_B=v_Bt+d\end{cases}$$

۲ مکان دو متحرک را در لحظهٔ $t=۱s$ و $t=۴s$ به‌دست می‌آوریم.

$$t=۱s\Rightarrow\begin{cases}x_A=v_A\\x_B=v_B+d\end{cases}\quad t=۴s\Rightarrow\begin{cases}x'_A=۴v_A\\x'_B=۴v_B+d\end{cases}$$

۳ فاصله دو متحرک در دو لحظهٔ $t=۱s$ و $t=۴s$ را حساب می‌کنیم.

$$t=۱s\Rightarrow x_B-x_A=v_B+d-v_A\Rightarrow\Delta x=(v_B-v_A)+d$$

$$t=۴s\Rightarrow x'_B-x'_A=۴v_B+d-۴v_A\Rightarrow\Delta x'=۴(v_B-v_A)+d$$

۴ با توجه به فرض مسئله $\Delta x'/\Delta x$ برابر ۲ است بنابراین:

$$۴(v_B-v_A)+d=۲[(v_B-v_A)+d]$$

$$\Rightarrow۴(v_B-v_A)+d=۲(v_B-v_A)+۲d$$

$$\Rightarrow۲(v_B-v_A)=d\Rightarrow(v_B-v_A)=\frac{d}{۲}\qquad(I)$$

۵ مکان دو متحرک در $t=۵s$ را حساب می‌کنیم.

$$x''_A=۵v_A\quad,\quad x''_B=۵v_B+d$$

۶ فاصلهٔ دو متحرک در $t=۵s$ خواهد شد:

$$x''_B-x''_A=۵v_B+d-۵v_A\Rightarrow\Delta x''_{(۵)}=۵(v_B-v_A)+d$$

از رابطهٔ (I) جای‌گذاری می‌کنیم.

$$\Delta x''_{(۵)}=۵(\frac{d}{۲})+d\Rightarrow\Delta x''=\frac{۷}{۲}d$$

پنجره ۳ روبه‌روی ۴

B ۴ ۱

در ابتـدا بردار سـرعت و بردار شـتاب مطلق شـکل در خلاف جهت هم بـوده و حرکت کندشـونده است. اما دو حالت ممکن است اتفاق بیفتد. حالت اول اینکه متحرک پس از مدتی می‌ایسـتد و دیگر به حرکت خود ادامه نمی‌دهد. مانند توپی که روی سـطح زمین پرتاب شده و بعد از مدتی می‌ایستد و گزینهٔ (۱) درست است.

حالـت دوم اینکـه متحرک پس از توقف در خلاف جهت شـروع بـه حرکت کند. در این حالت ابتدا کندشـونده و سپس تندشونده است. مانند توپی که رو به بالا پرتاب می‌شود در ابتدا حرکتش کندشـونده اسـت، متوقف می‌شود و برمی‌گردد. بنابراین گزینهٔ (۳) نیز می‌تواند درست باشد. اما گزینهٔ (۲) قطعاً نادرست است. نمای ۱۷

B ۳ ۲

سرعت متحرک در لحظهٔ t_1 و t_2 برابر است با: $v=\frac{3}{2}t^2 \Rightarrow v_1=\frac{3}{2}t_1^2 , v_2=\frac{3}{2}t_2^2$

فرمول شتاب متوسط را نوشته مقدار v_1 و v_2 را در آن قرار می‌دهیم.

$$a_{av}=\frac{v_2-v_1}{\Delta t}=\frac{\frac{3}{2}(t_2^2-t_1^2)}{t_2-t_1}\Rightarrow a_{av}=\frac{3}{2}\frac{(t_2-t_1)(t_2+t_1)}{(t_2-t_1)}=\frac{3}{2}(t_2+t_1)$$

نمای ۱۶

B ۳ ۳

نکته در هر نقطه از مسیر بردار سرعت بر مسیر حرکت مماس است.

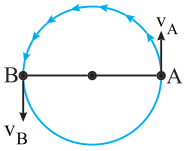
۱ محیط دایره ۱۲m است. شعاع آن را حساب می‌کنیم.

$$2\pi R=12 \xrightarrow{\pi=3} R=2m$$

۲ متحرک در مدت ۶s، $\frac{3}{4}$ محیط دایره را طی می‌کند. با یک تناسب ساده، مسافتی که در ۴s طی می‌کند را به‌دست می‌آوریم.

$$\begin{matrix}6s & \frac{3}{4}\times(\text{محیط}) \\ 4s & \ell\end{matrix} \Rightarrow \ell=\frac{1}{2}\times \text{محیط}$$

۳ بنابراین اگر متحرک در نقطهٔ A باشد پس از ۴s نصف دایره را دور می‌زند و به نقطهٔ B می‌رود و جابه‌جایی آن برابر قطر AB است.



$$\Delta x=AB=2R\Rightarrow \Delta x=2\times 2=4m$$

۴ سرعت متوسط خواهد شد:

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{4}{4}=1m/s$$

۵ تندی حرکت را به‌دست می‌آوریم. در هـر ۶s، متحرک $\frac{3}{4}$ محیط را طی می‌کند.

بنابراین:

$$v=\frac{\ell}{\Delta t}\Rightarrow v=\frac{\frac{3}{4}\times 12}{6}\Rightarrow v=1/5m/s$$

۶ اگـر سـرعت در نقطـهٔ A را $+1/5m/s$ در نظـر بگیریـم، سـرعت در نقطـهٔ B، $-1/5m/s$ است و اندازهٔ تغییر سرعت خواهد شد: $|\Delta v|=|-1/5-1/5|=3m/s$

۷ شتاب متوسط حرکت را حساب می‌کنیم.

$$a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{3}{4}=0/75m/s^2$$

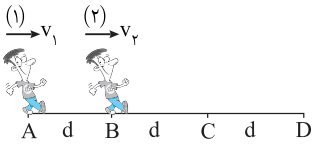
نمای ۱۵

B ۴ ۴

خط فکری دو نفر در نقطهٔ C به هم می‌رسـند. نقطهٔ A را مبدأ و سـمت راست را جهت مثبت بگیرید. معادله‌های حرکت را بنویسید و در نقطهٔ C با هم برابر قرار دهید تا رابطه‌ای بین v_1 و v_2 به‌دست بیاورید.

۱ شـخص (۲)، ۲۰s پس از شـخص (۱) راه افتاده اسـت. بنابراین اگر شـخص (۱) مدت t در حرکت باشد، شخص (۲) مدت $t-20$ در حرکت خواهد بود. با دانستن این مطلب معادلهٔ حرکت هر شخص خواهد شد.

$$x=vt+x_0 \Rightarrow \begin{cases}\text{(۱) شخص } x_1=v_1t+0 & (I)\\ \text{(۲) شخص } x_2=v_2(t-20)+d & (II)\end{cases}$$



۲ وقتی دو متحرک به C می‌رسند مکان‌های آن‌ها با هم برابر می‌شود. بنابراین:

$$x_1=v_1t\Rightarrow 2d=v_1t\Rightarrow t=\frac{2d}{v_1}$$

$$x_2=v_2(t-20)+d\Rightarrow 2d=v_2(t-20)+d\Rightarrow d=v_2(\frac{2d}{v_1}-20)\Rightarrow\frac{d}{v_2}=\frac{2d}{v_1}-20$$

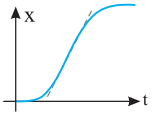
شخص (۱) فاصلهٔ C تا D را در $t_1=\frac{d}{v_1}$ و شخص (۲) فاصله B تا O را در $t_2=\frac{d}{v_2}$ طی می‌کند، بنابراین اختلاف زمانی رسیدن دو شخص به D خواهد شد:

$$\Delta t=|\frac{d}{v_2}-\frac{d}{v_1}|=\frac{2d}{v_1}-20-\frac{d}{v_1}=\frac{d}{v_1}-20$$

نمای ۱۱

B ۵ ۱

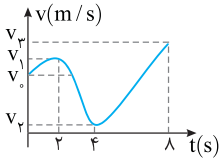
نکته شـیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان برابر سرعت لحظه‌ای است و هرگاه متحرک بدون سرعت اولیه باشد، باید نمودار مکان - زمان در مبدأ زمان بر محور t مماس باشد. متحرک از حال سـکون حرکـت کرده بنابراین نمودار مکان زمـان در $t=0$ باید بر محور زمان مماس باشـد، سپس سرعت ثابت مانده و باید نمودار مکان زمان خط راست مایلی باشـد که بر نمودار سـهمی قسـمت اول مماس باشـد هم‌چنین بر نمودار سهمی قسمت کندشوندهٔ حرکت نیز باید مماس باشد تا سرعت در این لحظات با هم برابر شود، بنابراین گزینهٔ (۱) درست و گزینهٔ (۲) نادرست است.



به شـکل روبه‌رو دقت کنید، شیب خط راست و شیب خط مماس بر دو منحنی یکسان است. نمای ۲۱

B ۶ ۲

خط فکری در حـل ایـن مسـئله باید به فاصلـهٔ سـرعت‌ها کاملاً دقت کنیـد. یعنی باید بدانیـد کـه بـا توجـه بـه نمـودار $|v_2-v_1|>|v_1-v_0|$ اسـت بـازهٔ زمانی‌هـا



یکسان بوده پس با توجه به اینکه $a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}$ است پس شتاب متوسط در بازهٔ ۲s تا ۴s بزرگ‌تر از صفر تا ۲s است. در بازهٔ ۴s تا ۸s بازهٔ زمانی دو برابر بازهٔ زمانی ۲s تا ۴s اسـت. تغییرات سـرعت در بازهٔ ۴s تا ۸s بیشـتر از ۲s تا ۴s بوده اما دو برابر این بازه نیست و تغییرات سرعت در بازهٔ ۴s تا ۸s کمتر از دو برابر بازهٔ ۲s تا ۴s است و شتاب متوسـط در بـازهٔ ۲s تا ۴s بیشـتر از ۴s تا ۸s اسـت. بازهٔ ۴s تا ۸s هـم بازهٔ زمانی بیشتری از ۲s تا ۴s داشته و هم تغییرات سرعت آن کوچک‌تر است. پس شتاب متوسط در بازهٔ ۲s تا ۴s از شتاب متوسط در بازهٔ ۲s تا ۸s بیشتر است. نمای ۱۸

B ۷ ۳

خط فکری زمان واکنش راننده ۰/۵s اسـت. یعنـی از لحظه‌ای که راننده مانع را می‌بیند تا لحظه‌ای که پدال ترمز را می‌فشرد ۰/۵s طول می‌کشد و در این مدت خودرو با تندی ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد شـما باید جابه‌جایی در این ۰/۵s را حسـاب کنید. سپس، جابه‌جایی خودرو را در قسمت کندشونده به‌دست بیاورید اگر جمع این دو جابه‌جایـی از فاصلـه خـودرو تا مانع کمتر بـود برخوردی صورت نمی‌گیـرد اما اگر جمع جابه‌جایـی تـا توقف از فاصلهٔ خودرو تا مانع بیشـتر باشـد، خودرو قبـل از توقف به مانع برخورد می‌کند. حال به سراغ حل مسئله بروید.

در مدت زمان واکنش راننده، خودرو با تندی ثابت $v=۷۲km/h=۲۰m/s$ به حرکت ادامه می‌دهد و مسافت $\Delta x_۱$ را طی می‌کند. $\Delta x_۱=vt=۲۰\times ۰/۵=۱۰m$

پس از ترمز، خودرو با تندی اولیهٔ $۲۰m/s$ و شتاب $-۴m/s^۲$ با حرکت کندشونده می‌ایستد.

$$v^۲-v_۰^۲=۲a\Delta x\Rightarrow ۰-۴۰۰=۲(-۴)\Delta x_۲\Rightarrow \Delta x_۲=۵۰m$$

بنابراین اگر مانعی در کار نبود، خودرو پس از $۱۰+۵۰=۶۰m$ متوقف می‌شد اما فاصلهٔ خودرو از مانع $۵۲m$ است یعنی خودرو پس از $۵۲-۱۰=۴۲m$ جابه‌جایی در قسمت کندشونده حرکت به مانع برخورد می‌کند بنابراین سرعت برخورد آن به مانع خواهد شد.

$$v^۲-v_۰^۲=۲a\Delta x\Rightarrow v^۲-۴۰۰=۲(-۴)\times ۴۲\Rightarrow v^۲=۶۴\Rightarrow v=۸m/s$$

یعنی خودرو با تندی $۸m/s$ به مانع برخورد می‌کند. نمای ۲۷

B ۳ ۸

خط فکری دو متحرک در یک لحظه از یک مبدأ به سوی یک مقصد به راه افتاده‌اند. یعنی جابه‌جایی دو متحرک از ابتدا تا انتهای مسیر یکسان است $(\Delta x_۱=\Delta x_۲)$ اما متحرک دوم که دارای شتاب بزرگ‌تری است ۴s زودتر به مقصد می‌رسد. یعنی اگر زمان متحرک اول $t_۱$ باشد زمان متحرک دوم $t_۲=t_۱-۴$ است. بنابراین شما معادلهٔ حرکت دو متحرک را نسبت به مبدأ حرکت بنویسید و آن‌ها را با هم برابر قرار دهید.

معادلهٔ حرکت دو متحرک خواهد شد:

$$x=\frac{۱}{۲}at^۲+v_۰t+x_۰\xrightarrow[v_۰=۰]{x_۰=۰}\begin{cases}\xrightarrow{\text{متحرک اول}} x_۱=\frac{۱}{۲}a_۱t_۱^۲+۰\\ \xrightarrow{\text{متحرک دوم}} x_۲=\frac{۱}{۲}a_۲(t_۱-۴)^۲+۰\end{cases}$$

دو معادله را برابر قرار می‌دهیم.

$$x_۱=x_۲\Rightarrow\frac{۱}{۲}a_۱t_۱^۲=\frac{۱}{۲}a_۲(t_۱-۴)^۲\Rightarrow\frac{۱}{۲}a_۱t_۱^۲=\frac{۱}{۲}(\frac{۹}{۴}a_۱)(t_۱-۴)^۲$$

$$\Rightarrow t_۱=\frac{۳}{۲}(t_۱-۴)\Rightarrow ۲t_۱=۳t_۱-۱۲\Rightarrow t_۱=۱۲s$$

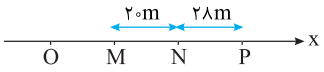
بنابراین زمان حرکت متحرکی که زودتر به مقصد می‌رسد خواهدشد.

$$t_۲=t_۱-۴\Rightarrow t_۲=۱۲-۴=۸s$$

نمای ۳۴

B ۲ ۹

به روش حل دقت کنید. شتاب ثابت است. بنابراین اگر شتاب را a در نظر بگیریم و سرعت در نقطهٔ N را v فرض کنیم با توجه به تعریف شتاب که برابر تغییر سرعت در هر ثانیه است، سرعت ۴s قبل از N خواهد شد: $(v_M=v-۴a)$ و سرعت ۴s بعد از N خواهد شد. $(v_P=v+۴a)$



۱ اکنون به سراغ فرمول مستقل از شتاب می‌رویم:

$$\Delta x=\frac{v_۲+v_۱}{۲}t\Rightarrow ۲۰+۲۸=\frac{v_P+v_M}{۲}\times ۸\Rightarrow ۴۸=(v-۴a+v+۴a)\times ۴$$

$$\Rightarrow v=۶m/s$$

۲ مجدداً فرمول مستقل از شتاب را برای جابه‌جایی MN می‌نویسیم.

$$MN=\frac{v_M+v_N}{۲}t_{MN}\Rightarrow ۲۰=\frac{۶-۴a+۶}{۲}\times ۴\Rightarrow ۱۰=۱۲-۴a\Rightarrow a=\frac{۱}{۲}m/s^۲$$

۳ سرعت در مکان M خواهد شد:

$$v_M=v-۴a=۶-۴\times\frac{۱}{۲}=۴m/s$$

به کمک معادلهٔ مستقل از زمان فاصلهٔ OM را حساب می‌کنیم.

$$v^۲-v_۰^۲=۲a\Delta x\Rightarrow v_M^۲-۰=۲a(OM)\Rightarrow ۴^۲=۲\times\frac{۱}{۲}OM\Rightarrow OM=۱۶m$$

میانبر برای به‌دست آوردن شتاب می‌توانستید از نکتهٔ زیر استفاده کنید:

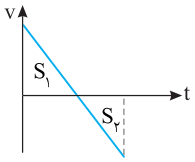
نکته در حرکت با شتاب ثابت روی خط راست در بازه‌های زمانی یکسان t جابه‌جایی‌ها دنبالهٔ حسابی با قدرنسبت $at^۲$ تشکیل می‌دهند.

$$d_۲-d_۱=at^۲\xrightarrow[t=۴s]{d_۱=۲۰m\,,\,d_۲=۲۸m}۸=a(۴)^۲\Rightarrow a=\frac{۱}{۲}m/s^۲$$

نمای ۲۸

B ۳ ۱۰

نکته در نمودار $v-t$ سطح زیر نمودار مسافت و جابه‌جایی متحرک را مشخص می‌کند:

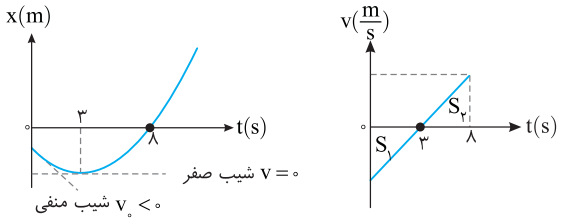


$$\Delta x=S_۱+S_۲\ ;\ S_۱>۰, S_۲<۰$$

$$\ell=S_۱+|S_۲|$$

خط فکری برای به‌دست آوردن مسافت و تندی متوسط بهتر است نمودار $v-t$ رسم شود. در گام اول از روی نمودار $x-t$ باید نمودار $v-t$ رسم شود.

با توجه به اینکه شیب خط مماس بر منحنی $x-t$ نشان‌دهنده سرعت لحظه‌ای است، سرعت اولیهٔ متحرک منفی و سرعت در لحظهٔ $t=۳s$ برابر صفر است. از طرفی چون دهانه منحنی $x-t$ رو به بالاست، شتاب حرکت مثبت است و شیب نمودار $v-t$ مثبت خواهد بود پس:



یادآوری ریاضی نسبت مساحت‌های دو مثلث متشابه، برابر با مجذور نسبت تشابه آن‌ها است.

با توجه به نمودار $v-t$ و با استفاده از تشابه مثلث‌ها نسبت مساحت‌های $S_۱$ و $S_۲$ محاسبه می‌شود.

$$\frac{S_۲}{S_۱}=\frac{(۸-۳)^۲}{۳^۲}=\frac{۲۵}{۹}\Rightarrow S_۲=\frac{۲۵}{۹}S_۱$$

با توجه به نکته ابتدایی سؤال از روی $S_۱$ و $S_۲$ جابه‌جایی و مسافت مشخص می‌شود. دقت کنید که $S_۱$ زیر محور افقی بوده و در جابه‌جایی علامت منفی باید لحاظ شود.

$$\left.\begin{array}{l}\text{مسافت } \ell=S_۱+S_۲=S_۱+\frac{۲۵}{۹}S_۱=\frac{۳۴}{۹}S_۱\\ \text{جابه‌جایی } \Delta x=S_۲-S_۱=\frac{۲۵}{۹}S_۱-S_۱=\frac{۱۶}{۹}S_۱\end{array}\right\}\Rightarrow\frac{\Delta x}{\ell}=\frac{\frac{۱۶}{۹}S_۱}{\frac{۳۴}{۹}S_۱}=\frac{۸}{۱۷}$$

نمای ۲۹

پنجره ۴ روبه‌روی ۵

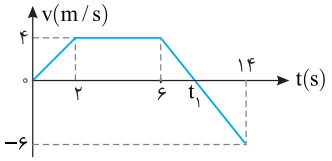
B ۱ ۲

خط فکری جهت حرکت همان جهت سرعت است. بنابراین وقتی که متحرک در خلاف جهت محور در حرکت است یعنی سرعت منفی است. بنابراین از لحظهٔ t_1 تا $14s$ متحرک در خلاف جهت محور در حرکت بوده است. باید t_1 را به‌دست بیاوریم.

به کمک شیب خط AB، t_1 را حساب می‌کنیم.

$$\frac{-6-4}{14-6}=\frac{-6-0}{14-t_1}\Rightarrow\frac{-5}{4}=\frac{-6}{14-t_1}\Rightarrow -70+5t_1=-24$$

$$\Rightarrow 5t_1=46\Rightarrow t_1=9/2s$$

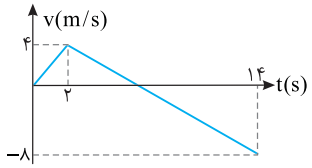


بنابراین متحرک به مدت $14-9/2=4/8s$ در خلاف جهت محور در حال حرکت بوده است.

نمای ۴۰

بازی با سؤال متحرکی روی محور x حرکت می‌کند و نمودار سرعت - زمان آن مطابق شکل زیر است. متحرک در ۱۴ ثانیه اول، چند ثانیه در سوی مخالف محور x حرکت کرده است؟ ریاضی - ۸۹

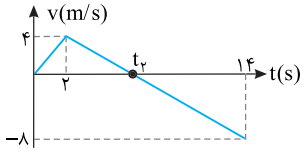
۱) ۴
۲) ۶
۳) ۸
۴) ۱۲



پاسخ در بازهٔ زمانی که سرعت منفی است، متحرک در خلاف جهت محور xها در حرکت بوده است. ابتدا در بازهٔ $t=2s$ تا $t=14s$ شتاب حرکت را به‌دست می‌آوریم:

$$a=\frac{v-v_0}{t}\Rightarrow a=\frac{-8-4}{14-2}=-1m/s^2$$

اکنون لحظهٔ صفر شدن سرعت را حساب می‌کنیم:



$$v_2=a(t_2-t_1)+v_0$$

$$\Rightarrow 0=-1(t_2-2)+4\Rightarrow t_2=6s$$

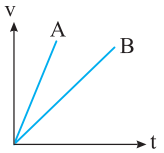
بنابراین در بازهٔ بین ۶s تا ۱۴s یعنی به مدت ۸s، متحرک در خلاف جهت محور xها در حرکت است.

مسئله را می‌توانید به کمک شیب خط نیز حل کنید.

گزینهٔ ۳

A ۳ ۲

به نمودار $v-t$ دقت کنید. هر دو متحرک از حال سکون شروع به حرکت کرده‌اند، بنابراین در لحظهٔ $t=0$ باید هر دو نمودار $x-t$ متحرک A و B بر محور زمان مماس باشند، بنابراین گزینهٔ (۱) و (۲) نادرست هستند.

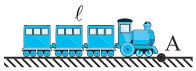


سرعت متحرک A در هر لحظه از سرعت متحرک B بیشتر است، بنابراین در هر لحظه A از B جلوتر است $(x_A>x_B)$. در نتیجه گزینهٔ (۳) درست و گزینهٔ (۴) نادرست است.

نمای ۴۳

A ۱ ۳

مسئلهٔ ساده‌ای است. قطار در مدت $10s$ به اندازهٔ ℓ با شتاب $1m/s^2$ و سرعت اولیهٔ $20m/s$ جابه‌جا شده است بنابراین از معادلهٔ حرکت با شتاب ثابت L را حساب می‌کنیم.



$$\Delta x=\frac{1}{2}at^2+v_0t\Rightarrow \ell=\frac{1}{2}\times1\times10^2+20\times10\Rightarrow \ell=250m$$

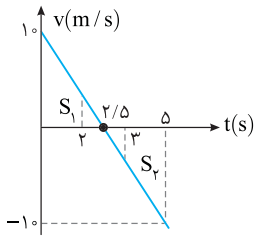
نمای ۲۲

C ۳ ۴

خط فکری حرکت دارای شتاب ثابت است و در ثانیهٔ سوم حرکت یعنی در بازهٔ $t=2s$ تا $t=3s$ جابه‌جایی متحرک صفر است. در این بازه سرعت صفر شده و متحرک تغییر جهت داده است. به دلیل تقارن حرکت با شتاب ثابت در دو طرف لحظهٔ تغییر جهت، باید لحظهٔ تغییر جهت $t=2/5s$ باشد و در مدت $2/5s$ سرعت متحرک از $10m/s$ به صفر رسیده است. با این دانسته‌ها اکنون شما می‌توانید برای یافتن مسافت طی شده در $5s$، ابتدا جابه‌جایی در بازهٔ ۰ تا $2/5s$ را حساب کرده سپس آن را دو برابر کنید.

جابه‌جایی متحرک در بازهٔ صفر تا $2/5s$ را از معادلهٔ مستقل از شتاب حساب می‌کنیم.

$$\Delta x=\frac{v+v_0}{2}\Delta t\Rightarrow \Delta x=\frac{0+10}{2}\times2/5=12/5m$$



مسافت طی شده در مدت صفر تا $5s$ خواهد شد: $\ell=12/5+12/5=25m$

روش حل به کمک نمودار $v-t$:

$$\ell=|S_1|+|S_2|$$

$$\Rightarrow \ell=\frac{10\times2/5}{2}+\left|\frac{-10\times2/5}{2}\right|=25m$$

نمای ۳۲

B ۵ ۴

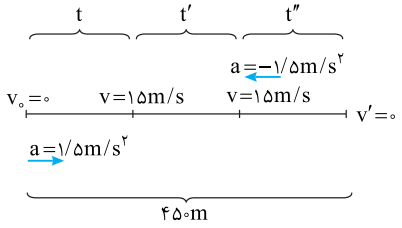
۱ ابتدا باید سرعت خودرو به $15m/s$ برسد. بنابراین زمان و جابه‌جایی متحرک را تا رسیدن به سرعت $15m/s$ را حساب می‌کنیم.

$$v=at+v_0\Rightarrow 15=1/5t\Rightarrow t=10s\ ,\ \Delta x=\frac{1}{2}at^2=\frac{1}{2}\times1/5\times100=75m$$

۲ سپس با سرعت $15m/s$ با حرکت یکنواخت پیش می‌رود و سرانجام با شتاب $-1/5m/s^2$ می‌ایستد، مدت زمان حرکت کندشونده و جابه‌جایی در این مدت را حساب می‌کنیم.

$$v=at+v_0\Rightarrow 0=-1/5t''+15\Rightarrow t''=10s$$

$$\Delta x''=\frac{1}{2}a(t'')^2+vt''\Rightarrow \Delta x''=75m$$



۳ در قسمت تندشونده و کندشونده جمعاً $75+75=150m$ جابه‌جایی صورت گرفته است. در حالی که تمام مسیر ۴۵۰ متر است. پس این متحرک ۳۰۰ متر را با سرعت $15m/s$ پیموده است. حال زمان حرکت با سرعت ثابت را به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta x'=vt'\Rightarrow 300=15t'\Rightarrow t'=20s$$

۴ حداقل زمان حرکت $t_{کل}=10+20+10=40s$ است.

نمای ۳۳

بازی با سؤال قطاری از یک ایستگاه روی مسیر مستقیمی به سوی ایستگاه دیگری در فاصلهٔ $3km$ از حال سکون به راه می‌افتد. ابتدا در $\frac{2}{3}t$ با شتاب ثابت $3m/s^2$ بر سرعت خود می‌افزاید و سپس t ثانیه با سرعت ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد و در نهایت با شتاب ثابت $2m/s^2$ ترمز می‌کند و در ایستگاه مقصد متوقف می‌شود. t به کدام گزینه بر حسب ثانیه نزدیک‌تر است؟

۱) ۸ ۲) ۲۸ ۳) ۱۸ ۴) ۳۲

پاسخ با توجه به شکل زیر، برای هر قسمت سرعت در انتهای هر قست و جابه‌جایی در آن قسمت را بر حسب پارامتر t حساب می‌کنیم.

قسمت اول: $v=at+v_0 \Rightarrow v=3\times\frac{2}{3}t \Rightarrow v=2t$

$\Delta x_1=\frac{v+v_0}{2}t_1 \Rightarrow \Delta x_1=\frac{2t+0}{2}\times\frac{2t}{3} \Rightarrow \Delta x_1=\frac{2t^2}{3}$

قسمت دوم: $\Delta x_2=vt_2 \Rightarrow \Delta x_2=2t(t)=2t^2$

قسمت سوم: $v=at+v_0 \Rightarrow 0=-2t_3+v$

$\Rightarrow t_3=\frac{v}{2} \xrightarrow{(1)} t_3=\frac{2t}{2}=t$

$\Delta x_3=\frac{v+v_0}{2}t_3 \Rightarrow \Delta x_3=\frac{0+v}{2}t \Rightarrow \Delta x_3=\frac{0+2t}{2}t=t^2$

$a=3m/s^2$ $\quad$ $a=-2m/s$

$v_0=0$ — v — $v=$ثابت — v — $v=0$

$t_1=\frac{2}{3}t$ $\quad$ $t_2=t$ $\quad$ t_3

با توجه به صورت سؤال فاصلهٔ دو ایستگاه از هم ۳ کیلومتر است، از این‌رو باید جمع جابه‌جایی‌ها برابر ۳۰۰۰m شود.

$\Delta x_1+\Delta x_2+\Delta x_3=3000m$

$\frac{2t^2}{3}+2t^2+t^2=3000 \Rightarrow \frac{2t^2+6t^2+3t^2}{3}=3000 \Rightarrow t^2=\frac{9000}{11} \Rightarrow t\approx 28s$

گزینهٔ ۲

B ۲ ۶

نکته در حرکت با شتاب ثابت روی خط راست، جابه‌جایی‌ها در بازه‌های زمانی یکسان و متوالی T دنبالهٔ حسابی تشکیل می‌دهند.

در دنبالهٔ حسابی، جملهٔ وسط میانگین دو جملهٔ دیگر است. از چهار گزینه، گزینه‌های (۳) و (۴)، دنبالهٔ حسابی نبوده و نادرست هستند. اما بین گزینه‌های (۱) و (۲) کدام را باید انتخاب کرد؟ با توجه به صورت مسئله حرکت تندشونده است. در این صورت با گذشت زمان متحرک جابه‌جایی بزرگتری طی می‌کند. بنابراین گزینهٔ (۲) (۱۰m، ۳۰m و ۵۰m) درست است. نمای ۳۷

بازی با سؤال **خودرویی با شتاب ثابت روی خط راست حرکت می‌کند. این خودرو در ثانیهٔ پنجم حرکت خود ۵۶m و در ثانیهٔ ششم حرکت خود ۵۹m را می‌پیماید. در این صورت شتاب و سرعت اولیهٔ خودرو به ترتیب از راست به چپ چند واحد SI می‌باشند؟**

۱) ۴۲/۵، ۳ **۲)** ۲۹، ۶ **۳)** ۴۲/۵، −۳ **۴)** −۲۹، ۶

پاسخ در حرکت با شتاب ثابت روی خط راست، جابه‌جایی در ثانیهٔ t ام از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$\Delta x_{(t)}=\frac{1}{2}a(2t-1)+v_0 \Rightarrow \begin{cases} t=5s \Rightarrow 56=\frac{1}{2}a(9)+v_0 \\ t=6s \Rightarrow 59=\frac{1}{2}a(11)+v_0 \end{cases}$

دو رابطه را از هم کم می‌کنیم $\Rightarrow 59-56=\frac{1}{2}a(11-9) \Rightarrow a=3m/s^2$

اکنون با قرار دادن شتاب در یکی از معادله‌ها، سرعت اولیه را حساب می‌کنیم:

$56=\frac{1}{2}\times 3\times 9+v_0 \Rightarrow v_0=42/5m/s$

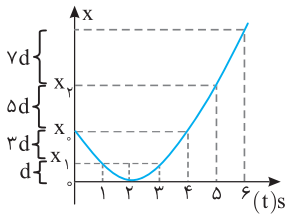
روش دیگر: در حرکت با شتاب ثابت جابه‌جایی‌ها در ثانیه‌های متوالی به اندازهٔ شتاب باهم فرق دارند، یعنی اگر در ثانیهٔ t و t+1 جابه‌جایی‌ها را از هم کم کنیم شتاب به‌دست می‌آید. از این‌رو کافی است جابه‌جایی در ثانیهٔ پنجم و ششم را از هم کم کرده و شتاب را به‌دست آورد:

$a=59-56=3m/s^2$

گزینهٔ ۱

B ۴ ۷

خط فکری هرگاه نمودار مکان – زمان سهمی باشد یعنی حرکت دارای شتاب ثابت است. در حرکت با شتاب ثابت اگر در لحظهٔ t سرعت صفر شود و جابه‌جایی در مدت 1s پس از t را با حرف d نمایش دهیم خواهیم داشت:



شما باید در بازه‌هایی که مسئله بیان می‌کند، مسافت‌ها را حساب کنید.

گزینهٔ (۱): مسافت طی شده در ۳s اول یعنی از صفر تا ۳s برابر است با: $L=3d+d+d=5d$

مسافت طی شده در ۳s دوم یعنی از ۳s تا ۶s برابر است با: $L'=3d+5d+7d=15d$

بنابراین گزینهٔ (۱) نادرست است.

نکته هر گاه متحرک در یک بازهٔ زمان سرعتش صفر شده و تغییر جهت دهد همواره مسافت طی شده از جابه‌جایی بزرگ‌تر است.

گزینهٔ (۲): در بازهٔ صفر تا ۳s سرعت در لحظهٔ $t=2s$ صفر می‌شود یعنی متحرک می‌ایستد و برمی‌گردد، بنابراین مسافت طی‌شده در ۳s اول از جابه‌جایی متحرک در ۳s اول بیشتر است و گزینهٔ (۲) نادرست است.

گزینهٔ (۳): $t=2s$ رأس سهمی است و نمودار نسبت به محور گذرنده از $t=2s$ دارای تقارن است یعنی اگر متحرک در $t=0$ در مکان x_0 باشد در $t=4s$ نیز در مکان x_0 است و جابه‌جایی و سرعت متوسط در بازهٔ ۰ تا 4s صفر است، در حالی که جابه‌جایی در بازهٔ $t=1s$ تا $t=5s$ برابر x_2-x_1 است و مخالف صفر است و گزینهٔ (۳) نادرست است.

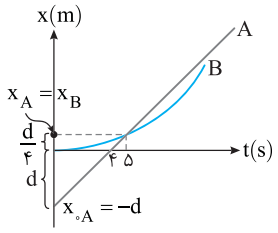
گزینهٔ (۴): به نموداری که رسم کرده‌ایم به دقت نگاه کنید جابه‌جایی متحرک در ۳s اول یعنی در بازهٔ $t=0$ تا $t=3s$ برابر 3d است همچنین در بازهٔ $t=1s$ تا $t=4s$ جابه‌جایی 3d است بنابراین در هر دو حالت سرعت متوسط $v_{av}=\frac{3d}{3}$ خواهد شد و سرعت متوسط در این دو بازه با هم برابر است و گزینهٔ (۴) درست است. نمای ۲۹

C ۲ ۸

خط فکری در حل این مسئله دقت کنید که ما پارامتری به نام d را معرفی می‌کنیم و به کمک آن مسئله را حل می‌کنیم. مکان اولیه متحرک A، $x_0=-d$ است و با توجه به شیب خط، مکان متحرک A در $t=5s$ را به‌دست می‌آوریم و بقیه ماجرا را دنبال کنید.

۱ محل ملاقات A و B در لحظهٔ $t=5s$ را به کمک شیب نمودار A به‌دست می‌آوریم.

$\frac{d-0}{4-0}=\frac{x_A}{5-4} \Rightarrow x_A=\frac{d}{4} \Rightarrow x_B=\frac{d}{4}$



۲ متحرک B در بازه صفر تا 5s با شتاب ثابت جابه‌جایی $\frac{d}{4}$ را طی کرده است، شتاب حرکت B را برحسب d به‌دست می‌آوریم:

$x=\frac{1}{2}at^2 \Rightarrow \frac{d}{4}=\frac{1}{2}a_B\times 5^2 \Rightarrow a_B=\frac{d}{50} \quad (I)$

۳ متحرک A دارای سرعت ثابت است، مقدار آن را برحسب d حساب می‌کنیم.

$v=\frac{\Delta x}{\Delta t} \xrightarrow{\Delta x=\frac{d}{4}} v=\frac{\frac{d}{4}}{5-4} \Rightarrow v_A=\frac{d}{4}$

۴ معادلهٔ سرعت زمان B را می‌نویسیم: $v_B=a_Bt+v_0 \xrightarrow{(I)} v_B=\frac{d}{50}t$

۵ اکنون لحظه‌ای که سرعت A و B برابر است را می‌توان حساب کرد.

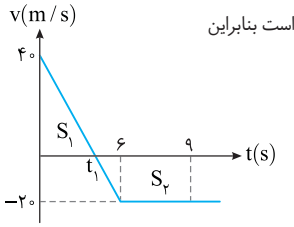
$$v_A = v_B \Rightarrow \frac{d}{۴} = \frac{d}{۵۰} t \Rightarrow t = ۱۲/۵s$$

نمای ۳۹

B ۳ ۹

خط فکری وقتی به شما نمودار سرعت زمان متحرکی را می‌دهند و به شما می‌گویند متحرک در مدت t به مکان اولیهٔ خود باز می‌گردد یعنی سطح زیر نمودار $v-t$ در این مدت باید صفر شود. با توجه به این مطالب باید جمع $S_۱$ و $S_۲$ صفر شود.

۱ جابه‌جایی در مدت ۹s صفر شده است بنابراین



$$S = \Delta x = ۰ \Rightarrow S_۱ + S_۲ = ۰$$

$$\Rightarrow \frac{۴۰t_۱}{۲} + (۹ - t_۱ + ۹ - ۶) \times \frac{(-۲۰)}{۲} = ۰$$

$$۲۰t_۱ + (۱۲ - t_۱)(-۱۰) = ۰$$

$$\Rightarrow ۲۰t_۱ - ۱۲۰ + ۱۰t_۱ = ۰ \Rightarrow t_۱ = ۴s$$

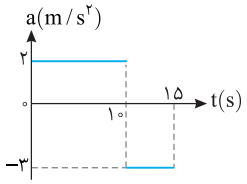
۲ اکنون با توجه به نمودار در بازهٔ صفر تا $t_۱ = ۴s$ تندی متحرک در حال کاهش و حرکت کندشونده است.

نمای ۴۰

B ۳ ۱۰

۱ سرعت در لحظهٔ $t = ۳s$ ، $+۱m/s$ است، بنابراین سرعت در لحظهٔ $t_۱ = ۷s$ خواهد شد:

$$v = at + v_۰ \Rightarrow v = ۲ \times (۷ - ۳) + ۱ \Rightarrow v_۱ = ۹m/s$$



۲ سرعت در لحظهٔ $t = ۱۰s$ را حساب می‌کنیم

$$v = at + v_۰ \Rightarrow v_۲ = ۲ \times (۱۰ - ۳) + ۱ \Rightarrow v_۲ = ۱۵m/s$$

۳ جابه‌جایی را در بازهٔ ۷s تا ۱۰s به‌دست می‌آوریم.

$$\Delta x_۱ = \frac{v_۱ + v_۲}{۲} \times \Delta t_۱ = \frac{۱۵ + ۹}{۲} \times (۱۰ - ۷) = ۳۶m$$

۴ سرعت متوسط برابر است با:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v_{av} = \frac{۳۶}{۱۰ - ۷} \Rightarrow v_{av} = ۱۲m/s$$

نمای ۴۲

فصل دوم

دینامیک



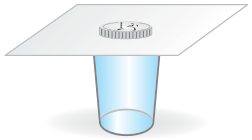
در پاسخ این تست‌ها، تستی تحت عنوان بازی با سؤال قرار گرفته است.

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

با اسکن QR Code یا با مراجعه به سایت نشر الگو می‌توانید فایل آزمون‌ها را دریافت کنید.

پنجره یک روبه‌روی دو آزمونک

۱ در شکل زیر، سکه‌ای بر روی مقوایی افقی قرار دارد. بار اول مقوا را به آرامی و بار دوم خیلی سریع در امتداد افق می‌کشیم. کدام مورد دربارهٔ این دو آزمایش صحیح است؟ از کتاب درسی



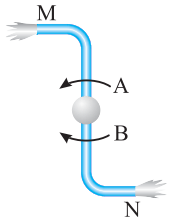
۱) در آزمایش اول سکه درون لیوان می‌افتد و در آزمایش دوم سکه همراه مقوا حرکت می‌کند.

۲) در آزمایش اول سکه همراه مقوا حرکت می‌کند و در آزمایش دوم سکه درون لیوان می‌افتد.

۳) در هر دو آزمایش سکه درون لیوان می‌افتد.

۴) در هر دو آزمایش سکه همراه مقوا حرکت می‌کند.

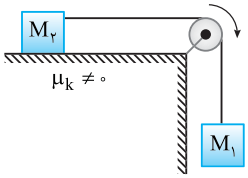
۲ در شکل روبه‌رو، آب از دو انتهای فواره خارج می‌شود، فواره در جهت ..... می‌چرخد و چرخش آن‌ها استفاده از قانون ..... نیوتون قابل توجیه است.



۱) A ، سوم ۲) B ، اول

۳) A ، اول ۴) B ، سوم

۳ در شکل روبه‌رو، دستگاه از حال سکون رها شده و در حال حرکت است. کدام گزینه درست است؟



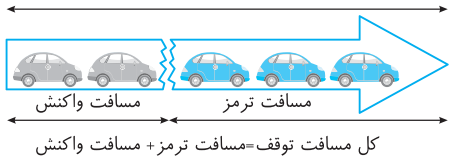
۱) نیرویی که وزنهٔ M_1 بر نخ وارد می‌کند از M_1g کمتر است.

۲) نیرویی که وزنهٔ M_1 بر نخ وارد می‌کند برابر M_1g است.

۳) نیرویی که وزنهٔ M_1 بر نخ وارد می‌کند از M_1g بیشتر است.

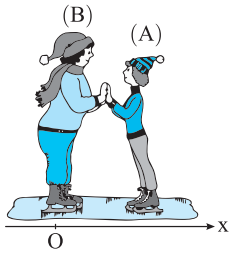
۴) نیرویی که وزنهٔ M_1 بر وزنهٔ M_2 وارد می‌کند از نیروی اصطکاک بین M_2 و سطح میز بیشتر است.

۴ خودرویی به جرم $1500kg$ با تندی $20m/s$ مانعی را در ۵۰ متری می‌بیند و ترمز می‌کند. اگر زمان واکنش راننده $0/5s$ باشد و خودرو مماس بر مانع متوقف شود، در $0/5s$ اول پس از مشاهدهٔ مانع و $0/5s$ آخر حرکت اندازهٔ نیروی خالص وارد بر خودرو به‌ترتیب از راست به چپ چند نیوتون است؟ (نیروی مقاوم در مقابل حرکت در طول مسیر ثابت فرض شود.) از کتاب درسی



۱) ۷۵۰۰، ۷۵۰۰ ۲) صفر، ۷۵۰۰ ۳) صفر، ۲۵۰۰ ۴) ۲۵۰۰، صفر

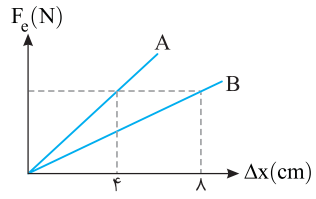
۵ مطابق شکل زیر دو شخص ساکن روی سطح افقی بدون اصطکاکی، شروع به وارد کردن نیرو به یکدیگر در راستای افقی می‌کنند. اگر جرم شخص A برابر $50kg$ و جرم شخص B برابر $80kg$ باشد و شتابی که شخص A می‌گیرد $2m/s^2$ باشد و این دو به مدت $0/5s$ به‌هم نیرو وارد کرده و سپس از هم جدا شوند، هنگام جدا شدن اختلاف بزرگی سرعت‌های دو شخص چند متر بر ثانیه است؟



۱) ۰/۳۷۵ ۲) ۰/۵

۳) ۰/۶۲۵ ۴) ۱

۶ نمودار نیروی وارد بر فنر برحسب تغییر طول آن برای دو فنر A و B به‌صورت روبه‌رو است. اگر جسمی به جرم $4kg$ را به انتهای این دو فنر آویزان کنیم، تغییر طول فنر B، ۴ سانتی‌متر بیشتر از تغییر طول فنر A خواهد شد. ثابت فنر A در SI کدام است؟



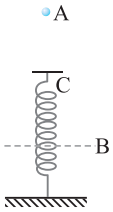
۱) ۷۵۰ ۲) ۲۵۰

۳) ۵۰۰ ۴) ۱۰۰۰

۷ در شرایط خلاء گلوله‌ای به جرم $300g$ از ارتفاع h رها شده و پس از $2s$ به زمین می‌رسد. اگر همین گلوله را در هوا و از ارتفاع $h-5$ رها کنیم، گلوله مجدد پس از $2s$ به زمین می‌رسد. نیروی مقاومت هوا وارد بر گلوله در حالت دوم چند نیوتون ثانیه است؟ (نیروی مقاومت هوا را در طول سقوط ثابت فرض کنید.) $(g=10N/kg)$

۱) ۰/۷۵ ۲) ۰/۵ ۳) ۱/۵ ۴) ۲/۵

۸ مطابق شکل گلوله‌ای در خلأ از نقطهٔ A رها شده و در نقطهٔ C به فنر برخورد کرده و در نقطهٔ B به‌صورت لحظه‌ای متوقف می‌شود. در کدام ناحیه نوع حرکت گلوله تغییر می‌کند؟

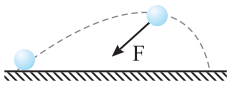


۱) در لحظهٔ برخورد به C
۲) در مسیر C تا B
۳) در مسیر A تا C
۴) هر سه حالت ممکن است.

۹ چتربازی به جرم $۵۰kg$ از ارتفاع مشخصی نسبت به سطح زمین به پایین می‌پرد و وقتی تندی‌اش به $۱۵m/s$ می‌رسد، چتر خود را باز می‌کند. اگر پس از باز کردن چتر رابطهٔ بین تندی چترباز و نیروی مقاومت هوا در SI به‌صورت $f_D = ۴v^۲$ باشد، به‌ترتیب از راست به چپ بیشینهٔ بزرگی شتاب چترباز پس از باز شدن چتر و تندی حدی آن در SI کدام است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

۱) $۲/۵ ،۸$
۲) $۵\sqrt{۵} ،۸$
۳) $۵\sqrt{۵} ،۴$
۴) $۲/۵ ،۴$

۱۰ در شکل روبه‌رو نیروی خالص وارد بر جسم در لحظهٔ نشان داده شده با راستای قائم زاویهٔ ۳۰° می‌سازد. در این لحظه شتاب در راستای قائم چند برابر شتاب در راستای افقی است؟ $(\sin ۳۰^\circ = \frac{۱}{۲})$



۱) $\sqrt{۳}$
۲) $\frac{\sqrt{۳}}{۳}$
۳) $\frac{\sqrt{۳}}{۶}$
۴) $\frac{\sqrt{۲}}{۳}$

پنجره دو رو به روی سه آزمونک

۱ به فنر سبک و همگنی یک‌بار وزنهٔ ۴ کیلوگرمی و بار دیگر وزنهٔ ۵ کیلوگرمی می‌آویزیم، به ترتیب طول فنر $۱۴cm$ و $۱۵cm$ می‌شود. طول طبیعی فنر و ثابت فنر به‌ترتیب از راست به چپ چند cm و چند N/m است؟ $(g = ۱۰N/kg)$

از کتاب درسی

۱) ۱۰، ۱۰۰
۲) ۱۰، ۱۰۰۰
۳) ۲۰، ۱۰۰
۴) ۲۰، ۱۰۰۰

۲ دو نفر برای پاره کردن طنابی دو راه در پیش دارند، اول اینکه هر کدام از یک سر طناب، آن را بکشند و دیگر آنکه یک سر طناب را به دیوار بسته و دو نفری از یک طرف آن را بکشند. کدام روش بهتر است؟

۱) روش اول
۲) روش دوم
۳) هر دو روش یکسان است.
۴) نمی‌توان اظهارنظر کرد.

۳ چتربازی از یک بالگرد تقریباً ساکن که در ارتفاع نسبتاً زیادی قرار دارد به بیرون پریده و بعد از مدتی چتر خود را باز می‌کند. از لحظهٔ پرش تا رسیدن به زمین نوع حرکت متحرک چگونه است؟

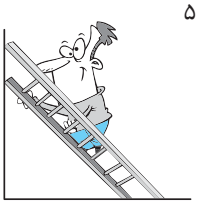
۱) تندشونده - کندشونده
۲) تندشونده - تندی ثابت
۳) تندشونده - کندشونده - تندی ثابت
۴) کندشونده - تندشونده

۴ شخصی به جرم $۵۰kg$ درون آسانسوری که شتاب حرکت آن $۲m/s^۲$ به سمت بالا می‌باشد، ایستاده است. برایند نیروهای وارد بر شخص چند نیوتون است؟

کنکور دهه‌های گذشته

۱) ۱۰۰
۲) ۴۰۰
۳) ۶۰۰
۴) ۵۰۰

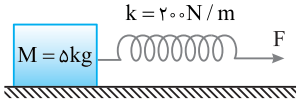
۵ در شکل روبه‌رو یک نردبان یکنواخت به وزن W به دیوار قائم بدون اصطکاکی تکیه داده و شخصی به جرم W' در وسط آن ایستاده است. اگر نردبان در آستانهٔ سُر خوردن باشد چه نیرویی از دیوار به نردبان وارد می‌شود؟



۱) W
۲) $W' + W$
۳) $(W + W')\mu_S$
۴) $W\mu_S$

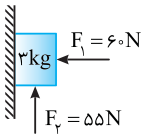
۶ جسمی روی یک سطح افقی تحت تأثیر نیروی افقی F با سرعت ثابت کشیده می‌شود. اگر افزایش طول فنر در ضمن حرکت ۵ سانتی‌متر باشد، ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح کدام است؟ $(g = ۱۰ m/s^۲)$

تجربی - ۹۸



۱) ۰/۲
۲) ۰/۲۵
۳) ۰/۳
۴) ۰/۴

۷ مطابق شکل مقابل، جسم را با نیروی افقی F_1 به دیوار قائمی می‌فشاریم و جسم ساکن می‌ماند. اگر نیروی قائم F_2 نیز به جسم وارد شود، در این حالت نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ $(g=10m/s^2)$



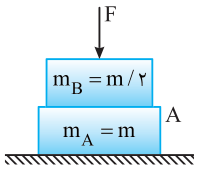
خارج تجربی - ۱۴۰۰

۱) $30\sqrt{3}$ ۲) $30\sqrt{5}$ ۳) ۶۵ ۴) ۶۰

۸ جسمی به جرم ۲kg توسط طناب نازکی با نیروی قائم و ثابت $F=50N$ به طور قائم به طرف پایین در حرکت است. اگر پس از مدتی طناب پاره شود و جسم سقوط کند، بزرگی شتاب حرکت جسم قبل و بعد از پاره شدن طناب به ترتیب از راست به چپ چند متر بر مجذور ثانیه است؟ ($g=10m/s^2$ و از جرم طناب صرف‌نظر شود.)

۱) ۱۲/۵، ۱۰ ۲) ۱۲/۵، صفر ۳) ۷/۵، ۱۰ ۴) ۷/۵، صفر

۹ در شکل روبه‌رو نیرویی که سطح افقی بر جسم A وارد می‌کند ۲ برابر نیرویی است که سطح A بر جسم B وارد می‌کند. نیروی F چند برابر mg می‌باشد؟



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

۱۰ جسمی به جرم ۲kg روی سطح افقی ساکن است، به آن نیروی افقی و ثابت F وارد می‌شود و جسم شروع به حرکت می‌کند، اگر معادلهٔ سرعت - زمان آن در SI به صورت $v=3t+2$ باشد، چنانچه پس از ۴s از اعمال نیرو، F را حذف کنیم و جسم پس از ۷s از حذف نیرو متوقف شود، F چند نیوتون است؟

۱) ۱۰ ۲) ۸ ۳) ۱۵ ۴) ۱۲

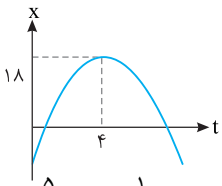
پنجره سه رو به روی چهار آزمونک

۱ دو جسم A و B با سرعت‌های ثابت در حرکت‌اند و تکانهٔ آن‌ها با یکدیگر برابر است. اگر انرژی جنبشی جسم B، ۵ برابر انرژی جنبشی جسم A باشد، نسبت جرم A به جرم B کدام است؟

تجربی خارج - ۹۸

۱) $\frac{1}{5}$ ۲) ۱ ۳) $\sqrt{5}$ ۴) ۵

۲ نمودار مکان - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل به صورت یک سهمی است. چند ثانیه پس از لحظهٔ $t=0$، اندازهٔ تکانهٔ متحرک برابر اندازهٔ آن در $t=0$ می‌شود؟



ریاضی - ۹۳

۱) ۶ ۲) ۷ ۳) ۸ ۴) ۹

۳ جسمی به جرم ۲kg با تندی ثابت $4m/s$ در هر ۲s یک دوره کامل دایره‌ای را طی می‌کند. اندازهٔ تغییر تکانه در مدت $t=\frac{1}{4}s$ تا $t=\frac{5}{4}s$ چند کیلوگرم متر بر ثانیه است؟

۱) صفر ۲) $8\sqrt{2}$ ۳) ۱۶ ۴) ۴

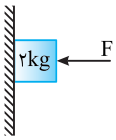
۴ شخصی به جرم ۶۰kg درون آسانسور روی ترازوی فنری قرار دارد. در حالت اول آسانسور با شتاب ثابت a رو به بالا شروع به حرکت می‌کند و در حالت دوم آسانسور با شتاب ثابت ۲a رو به پایین شروع به حرکت می‌کند. اختلاف عددی که ترازوی فنری در این دو حالت نشان می‌دهد، ۲۷۰N است. a چند متر بر مربع ثانیه است؟ $(g=10m/s^2)$

۱) ۳ ۲) ۲ ۳) $\frac{3}{2}$ ۴) $\frac{3}{4}$

۵ جسمی به جرم ۴kg روی سطح افقی تحت اثر نیروی افقی F با سرعت ثابت $5m/s$ حرکت می‌کند. اگر F قطع شود، جسم پس از طی مسافت ۴ متر متوقف می‌شود، F چند نیوتون است؟

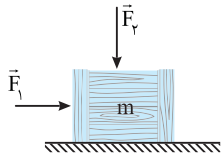
۱) ۲/۵ ۲) ۱۰ ۳) ۲۰ ۴) ۱۲/۵

۶ در شکل روبه‌رو جسم تحت تأثیر نیروی $F=۴۰N$ با تندی ثابت $v=۱۰m/s$ در حال حرکت به سمت پایین می‌باشد. اگر نیروی F را $\frac{۳}{۲}$ برابر کنیم جسم پس از طی چه مسافتی برحسب متر متوقف می‌شود؟



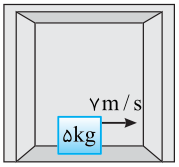
۱) ۱۰
۲) ۲/۵
۳) ۱/۲۵
۴) ۰/۷۵

۷ مطابق شکل مقابل، دو نیروی افقی و قائم $\vec{F}_۱$ و $\vec{F}_۲$ به جسمی که روی سطح افقی قرار دارد، وارد می‌شود و جسم ساکن است. اگر بزرگی این دو نیرو، هر یک ۲ برابر شود و جسم همچنان ساکن بماند، نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، k برابر می‌شود. کدام مورد درست است؟ خارج تجربی - ۹۹



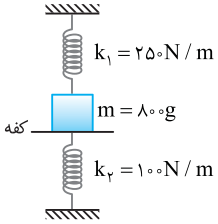
۱) $۲<k<۳$
۲) $۱<k<۲$
۳) $k=۲$
۴) $k=۱$

۸ جسمی به جرم $۵kg$ را کف آسانسوری که با شتاب $۴m/s^۲$ در حال حرکت به سمت بالا است با تندی افقی $۷m/s$ روی کف آسانسور مماس بر کف پرتاب می‌کنیم. اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح آسانسور ۰/۲ باشد، این جسم پس از چند ثانیه متوقف می‌شود؟ $(g=۱۰N/kg)$



۱) ۱/۵
۲) ۱
۳) ۳
۴) ۲/۵

۹ مطابق شکل وزنه‌ای را توسط کفه‌ای در تعادل قرار داده‌ایم به طوری که فنرها طول طبیعی خود را داشته باشند. اگر کفه را رها کنیم ۲cm پایین می‌آید، شتاب وزنه چند متر بر مربع ثانیه و به کدام سمت می‌شود؟ $(g=۱۰N/kg)$



۱) ۵
۲) ۱۰
۳) ۲/۵
۴) ۱/۲۵

۱۰ گلوله‌ای به جرم m از لبهٔ یک بام به طور مایل پرتاب می‌شود. اندازهٔ تغییر سرعت گلوله در مدت $۵s$ چند متر بر ثانیه است؟ $(g=۱۰N/kg)$

۱) ۲۵
۲) ۲۰
۳) ۵۰
۴) ۴۰

فصل دوم: دینامیک

پنجره ۱ روبه‌روی ۲

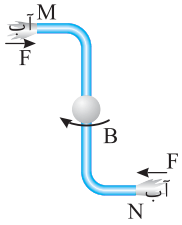
A ۲ ۱

وقتی مقوا را به آرامی می‌کشیم، نیروی اصطکاک بین سکه و مقوا باعث حرکت سکه به همراه مقوا می‌شود. اما اگر مقوا را خیلی سریع بکشیم به دلیل لختی سکه، سکه جا مانده و در لیوان می‌افتد.

نمای ۲

A ۴ ۲

فواره به آب رو به خارج نیرو وارد می‌کند و بنا به قانون سوم نیوتون واکنش نیروی وارد بر آب به فواره وارد می‌شود یعنی در دهانهٔ M مطابق شکل به آب نیرو به جهت چپ برای خروج آب وارد می‌شود پس آب نیز نیرویی به سمت راست به فواره وارد می‌کند. هم‌چنین در دهانهٔ N به آب به سمت راست نیرو وارد می‌شود پس آب نیز به سمت چپ به فواره نیرو وارد می‌کند.

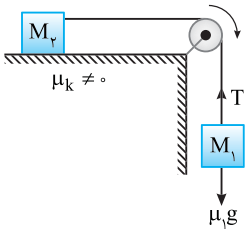


مطابق شکل جهت نیروهای وارد به فواره و جهت چرخش آن نشان داده شده است.

نمای ۳

B ۳ ۱

دستگاه در حال حرکت است و وزنهٔ M_1 رو به پایین حرکت می‌کند. بر وزنهٔ M_1 نیروی وزن M_1g و نیروی کشش T وارد می‌شود و برایند نیروهای وارد بر M_1 رو به پایین است یعنی نیروی کشش وارد بر M_1 از نیروی وزن آن کمتر است.



$(T<M_1g)$. نیروی کشش نخ (T) توسط نخ بر وزنهٔ M_1 وارد می‌شود بنا بر قانون سوم نیوتون M_1 نیز نیرویی هم‌اندازهٔ T بر نخ رو به پایین وارد می‌کند. نیروی کشش T از وزن M_1g کمتر است بنابراین واکنش آن که توسط M_1 بر نخ وارد می‌شود از M_1g کوچک‌تر است و گزینهٔ (۱) درست است.

گزینه‌های (۲) و (۳) نیز با استدلال بالا نادرست هستند.

دقت کنید وزنهٔ M_1 بر وزنهٔ M_2 نیرو وارد نمی‌کند و گزینهٔ (۴) نادرست است.

نمای ۳

B ۴ ۲

۱ در ۰/۵s اول که راننده هنوز ترمز نگرفته است، تقریباً سرعت خودرو ثابت بوده و نیروی خالص وارد بر خودرو صفر است. $F_{net}=0$

۲ برای به‌دست آوردن نیروی خالص وارد بر خودرو که در تمام مدت توقف بر جسم وارد می‌شود باید شتاب حرکت در این قسمت را حساب کنیم.

ابتدا پیشروی خودرو در مدت زمان واکنش را به‌دست می‌آوریم.

$$\Delta x_1 = vt \Rightarrow \Delta x_1 = 20\times 0/5 = 10m$$

جابه‌جایی خودرو در بازهٔ ترمز گرفتن $50-10=40m$ است. به کمک معادلهٔ مستقل از زمان شتاب را حساب می‌کنیم.

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow 0 - 20^2 = 2a(40) \Rightarrow a = -5m/s^2$$

نیروی خالص وارد بر جسم خواهد شد:

$$F_{net} = ma \Rightarrow |F_{net}| = |1500\times(-5)| \Rightarrow F_{net} = 7500N$$

نمای ٤

B ۵ ۱

۱ بنا به قانون سوم نیوتون:

نیرویی که شخص A بر شخص B وارد می‌کند، هم‌اندازه و در خلاف جهت نیرویی است که شخص B بر شخص A وارد می‌کند. بنابراین:

$$F_A = -F_B \Rightarrow m_a a_a = -m_B a_B \xrightarrow[a_A=2m/s^2]{m_A=50kg,\ m_B=80kg}$$

$$50\times 2 = -80\times a_B \Rightarrow a_B = -1/25m/s^2$$

۲ سرعت A و سرعت B را بعد از ۰/۵s به‌دست می‌آوریم:

$$v = at + v_0 \begin{cases} \xrightarrow{A:} v_A = 2\times 0/5 = 1m/s \\ \xrightarrow{B:} v_B = -1/25\times 0/5 = -0/625m/s \end{cases}$$

۳ اختلاف بزرگی سرعت‌ها برابر است با:

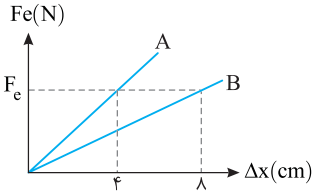
$$|v_A| - |v_B| = 1 - 0/625 = 0/375m/s$$

نمای ۶

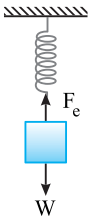
B ۶ ۴

نکته شیب نمودار اندازهٔ نیروی کشسانی بر حسب تغییر طول فنر برابر ثابت فنر است. با توجه به نمودارها می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} F_{e_A} = k_A\Delta x_A = 4k_A \\ F_{e_B} = k_B\Delta x_B = 8k_B \end{cases} \xrightarrow{F_{e_A}=F_{e_B}} 4k_A = 8k_B \Rightarrow k_A = 2k_B \ (I)$$



وقتی وزنه را به فنر آویزان می‌کنیم، نیروی وزن و نیروی کشسانی فنر متوازن شده و وزنه ساکن می‌ماند.



$$F_{net} = 0 \Rightarrow$$

$$F_e = W \begin{cases} \xrightarrow{A} k_A\Delta x_A = 40 \\ \xrightarrow{B} k_B\Delta x_B = 40 \end{cases} \Rightarrow k_A\Delta x_A = k_B\Delta x_B$$

با توجه به رابطهٔ (I) خواهیم داشت:

$$\xrightarrow{k_A=2k_B} 2k_B\Delta x_A = k_B\Delta x_B \Rightarrow \Delta x_B = 2\Delta x_A$$

با توجه به فرض مسئله خواهیم داشت:

$$\Delta x_B - \Delta x_A = 4 \Rightarrow 2\Delta x_A - \Delta x_A = 4cm \Rightarrow \Delta x_A = 4cm$$

ثابت فنر A خواهد شد:

$$F_{e_A} = k_A\Delta x_A \Rightarrow 40 = k_A \times \frac{4}{100} \Rightarrow k_A = 1000N/m$$

میانبر البته از همان ابتدا با توجه به نمودار مشخص است که برای یک نیروی ثابت تغییر طول فنر A نصف تغییر طول فنر B است. $\Delta x_B = 2\Delta x_A$

از طرفی بنا به فرض مسئله:

$$\Delta x_B - \Delta x_A = 4 \Rightarrow 2\Delta x_A - \Delta x_A = 4 \Rightarrow \Delta x_A = 4cm$$

به فنر A وزنهٔ 4kg آویزان کرده‌ایم. بنابراین:

$$F_{e_A} = k_A\Delta x_A \xrightarrow{F_{e_A}=W} k_A\Delta x_A = 40 \Rightarrow k_A = \frac{40}{0/04}$$

$$\Rightarrow k_A = 1000N/m$$

نمای ۱۱

پنجره ۲ روبه‌روی ۳

B ۱ ۷

۱ هنگام سقوط در شرایط خلأ تنها نیروی وارد بر جسم، نیروی وزن است و شتاب حرکت جسم در این مدت برابر شتاب گرانش است.

$$F_{net}=ma\Rightarrow W=ma\Rightarrow mg=ma\Rightarrow a=10m/s^2$$

۲ ارتفاع h خواهد شد:

$$h=\frac{1}{2}at^2\xrightarrow{t=2s}h=\frac{1}{2}\times10\times(2)^2\Rightarrow h=20m$$

۳ گلوله در هوا از ارتفاع $h'=h-5=15m$ رها شده است. شتاب حرکت را به‌دست می‌آوریم.

$$h'=\frac{1}{2}a't'^2\Rightarrow 15=\frac{1}{2}a'(2)^2\Rightarrow a'=7/5m/s^2$$

۴ بنا به قانون دوم نیوتون نیروی مقاومت هوا خواهد شد:

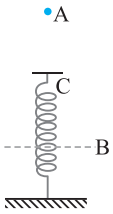


$$F_{net}=ma'\Rightarrow w-f_D=ma'\xrightarrow{m=0/3kg}$$
$$0/3\times10-f_D=0/3\times7/5\Rightarrow$$
$$f_D=0/3\times2/5\Rightarrow f_D=0/75N$$

نمای ۹

B ۲ ۸

از A تا C جسم تحت تأثیر نیروی وزن دارای حرکت تندشونده است. در لحظهٔ برخورد به C، شتاب حرکت کم می‌شود زیرا بر جسم نیروی کشسانی فنر وارد می‌شود اما تا لحظه‌ای که نیروی کشسانی از نیروی وزن کمتر است، حرکت همچنان تندشونده است. بعد از آن‌که F_e بزرگ‌تر از W می‌شود، حرکت کندشونده شده تا لحظه‌ای که در B متوقف می‌شود، بنابراین در مسیر C تا B نوع حرکت از تندشونده به کندشونده تغییر می‌کند.



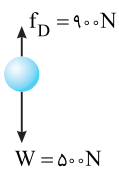
نمای ۱۱

B ۲ ۹

۱ در لحظهٔ باز شدن چتر نیروی مقاومت هوا f_D بنا به رابطهٔ مسئله خواهد شد:

$$f_D=4v^2\Rightarrow f_D=4\times15^2\Rightarrow f_D=4\times225\Rightarrow f_D=900N$$

۲ شتاب در لحظهٔ باز شدن چتر را به‌دست می‌آوریم:



$$F_{net}=ma\Rightarrow W-f_D=ma\xrightarrow{m=50kg}$$
$$500-900=50a\Rightarrow -400=50a$$
$$\Rightarrow a=-8m/s^2\Rightarrow |a|=8m/s^2$$

۳ تندی حدی وقتی اتفاق می‌افتد که نیروی مقاومت هوا برابر نیروی وزن می‌شود.

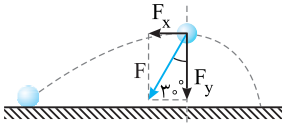
$$f_D=W\Rightarrow 4v^2=mg\Rightarrow 4v^2=500\Rightarrow v^2=\frac{500}{4}\Rightarrow v=5\sqrt{5}\frac{m}{s}$$

نمای ۹

B ۱ ۱۰

نیروی خالص وارد بر جسم از دو مؤلفهٔ F_x و F_y تشکیل شده که به جسم دو شتاب یکی در راستای قائم (a_y) و دیگری در راستای افقی (a_x) می‌دهد. با توجه به شکل خواهیم داشت:

$$\cot 30^\circ=\frac{F_y}{F_x}\xrightarrow{F=ma}\cot 30^\circ=\frac{ma_y}{ma_x}\Rightarrow\frac{a_y}{a_x}=\sqrt{3}$$



نمای ۸

B ۱ ۱

نیروهای وارد بر وزنه در دو حالت نیروی وزن و نیروی کشسانی فنر هستند. جسم ساکن است و نیروهای وارد بر وزنه متوازن هستند.



حالت اول: ($m=4kg$ و $\ell_1=14cm$)

$$F_{net}=0\Rightarrow F_e=W\Rightarrow k(\ell_1-\ell_0)=mg\Rightarrow k(\frac{14}{100}-\ell_0)=40\quad (I)$$

حالت دوم: ($m=5kg$ و $\ell_2=15cm$)

$$F_{net}=0\Rightarrow F_e=W\Rightarrow k(\ell_2-\ell_0)=mg\Rightarrow k(\frac{15}{100}-\ell_0)=50\quad (II)$$

دو رابطه را از هم کم کرده و k را به دست می‌آوریم.

$$\frac{15}{100}k-k\ell_0-\frac{14}{100}k+k\ell_0=50-40\Rightarrow\frac{k}{100}=10\Rightarrow k=1000N/m$$

طول طبیعی خواهد شد:

$$1000(\frac{14}{100}-\ell_0)=40\Rightarrow\frac{14}{100}-\ell_0=\frac{4}{100}\Rightarrow\ell_0=0/1m=10cm$$

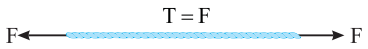
میانبر ثابت فنر را می‌توان از رابطهٔ زیر به دست آورد:

$$k=\frac{W_2-W_1}{\ell_2-\ell_1}$$

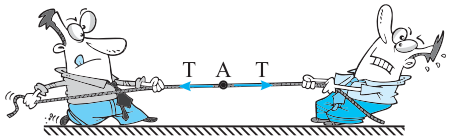
نمای ۱۱

A ۲ ۲

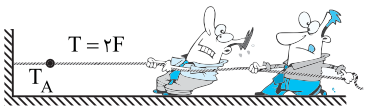
نکته هرگاه مطابق شکل به دو سر طناب نیروهای یکسانی وارد کنیم، نیروی کشش طناب در هر نقطه هم‌اندازهٔ هر یک از نیروهای وارد بر طناب است.



اگر هر کدام یک سر آن طناب را بکشند نیروی کشش طناب برابر نیرویی است که هر یک وارد می‌کنند. $T=F$



اما اگر یک سر آن را به دیوار بسته و دو نفری از یک طرف بکشند نیروی کشش طناب برابر مجموع نیروی دو نفر است و احتمال پاره شدن طناب بیشتر است. $T=2F$



نمای ۱۰

A ۳ ۳

۱ تندی حدی چترباز با چترِ باز حدود $5m/s$ است.

چترباز از ارتفاع نسبتاً زیاد به بیرون پریده در همان ابتدا در مدت ۱s تندی آن تقریباً $v=at=10\times1=10m/s$ می‌شود. یعنی در مدت کوتاهی تندی چترباز از تندی حدی بالاتر می‌رود و در این مدت حرکت چترباز تندشونده است.

۲ با باز شدن چتر، سطح مقابل هوا بزرگ می‌شود و مقاومت هوا به شدت بالا می‌رود و مقاومت شبیه ترمز عمل کرده از تندی چترباز می‌کاهد تا به تندی حدی برسد. در این بازهٔ زمانی حرکت کندشونده است.

۳ پس از آنکه چترباز به تندی حدی رسیده با تندی ثابت پایین می‌آید.

با توجه به گزینه‌ها حالتی که قبل از باز شدن چتر، تندی چترباز به تندی حدی بدون چتر برسد مورد نظر مسئله نیست.

نمای ۹

A ۱ ۴

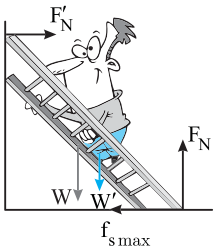
دقت کنید که در صورت سؤال برایند نیروهای وارد بر شخص خواسته شده است و از شما نیروی عمودی سطح خواسته نشده است. بنا به قانون دوم نیوتون برایند نیروهای وارد بر شخص (نیروی خالص) برابر ma است.

$$F_{ma}=Ma\Rightarrow F_{max}=۵۰\times۲=۱۰۰N$$

نمای ۲۳

A ۳ ۵

نیروهای وارد بر نردبان را رسم می‌کنیم. نردبان در آستانهٔ سُر خوردن است بنابراین اصطکاک بین نردبان و سطح افقی بیشینه است $(f_{s\,max})$ و نیروهای وارد بر نردبان متوازن هستند.



۱ نیروهای وارد برابر نردبان در راستای قائم را برابر صفر قرار می‌دهیم.

$$F_{net_y}=۰\Rightarrow F_N=W+W'$$

۲ نیروهای وارد بر نردبان در راستای افقی را مساوی صفر قرار می‌دهیم.

$$F_{net_x}=۰\Rightarrow F'_N=f_{s\,max}\Rightarrow F'_N=\mu_s F_N\Rightarrow F'_N=\mu_s F_N\Rightarrow F'_N=\mu_s(W+W')$$

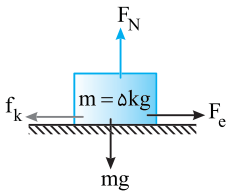
نمای ۲۱

A ۱ ۶

یادآوری هرگاه جسمی را توسط یک فنر می‌کشیم، نیروی F وارد بر فنر برابر نیروی کشسانی فنر است $(F_e=F)$.

خط فکری سرعت ثابت یعنی نیروی خالص وارد بر جسم صفر است $F_{net}=۰$، بنابراین شما باید نیروی کشسانی فنر را با نیروی اصطکاک جنبشی برابر قرار دهید و با جای‌گذاری داده‌های مسئله، مسئله را حل کنید.

بر جسم چهار نیرو وارد می‌شود. نیروی وزن، نیروی عمودی سطح، نیروی اصطکاک جنبشی و نیروی کشسانی فنر.



$$mg-F_N=۰\Rightarrow F_N=mg=۵۰N$$

$$F_e-f_k=۰\Rightarrow F_e=f_k$$

$$\Rightarrow k\Delta x=\mu_k F_N \xrightarrow{k=۲۰۰N/m,\ \Delta x=۵cm}$$

$$۲۰۰\times\frac{۵}{۱۰۰}=\mu_k(۵۰)\Rightarrow\mu_k=۰/۲$$

نمای ۱۶ و ۱۷

بازی با سؤال جسمی به جرم ۲kg روی سطح افقی با ضریب اصطکاک جنبشی ۰/۲، با یک فنر و با سرعت ثابت در حال حرکت است. فنر افقی و طول آن ۵cm افزایش یافته است. ثابت فنر چند نیوتون بر متر است؟ $(g=۱۰N/kg)$

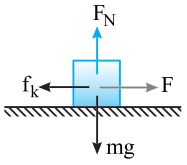
۱) ۸ ۲) ۴ ۳) ۸۰ ۴) ۴۰

پاسخ جسم دارای سرعت ثابت است و برایند نیروهای وارد بر آن صفر است.

$$F_{net,y}=۰\Rightarrow F_N=mg$$

$$F_{net,x}=۰\Rightarrow F=f_k\Rightarrow k\Delta\ell=\mu_k mg$$

$$k(\frac{۵}{۱۰۰})=۰/۲\times۲\times۱۰\Rightarrow k=۸۰\ N/m$$



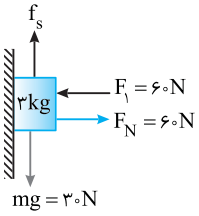
گزینهٔ ۳

A ۳ ۷

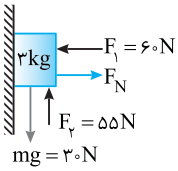
خط فکری ابتدا با نیروی $F_۱$ جسم ساکن است، در این حالت به جسم نیروی $mg=۳۰N$ رو به پایین وارد می‌شود، اما جسم تکان نمی‌خورد یعنی برای نیروهای مساوی یا کوچک‌تر از ۳۰N جسم به حرکت در نمی‌آید.

جسم ساکن است: $f_s=mg\Rightarrow f_s=۳۰N$

جسم در راستای افقی حرکت ندارد: $F_۱=F_N\Rightarrow F_N=۶۰N$



هم بر نیروی وزن و هم بر نیروی اصطکاک غلبه شده است.

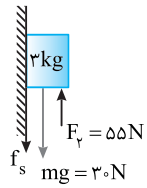


مطابق شکل به جسم دو نیروی $F_۱$ و $F_۲$ وارد می‌شود:

در راستای افقی جسم حرکت نمی‌کند:

$$F_۱=F_N\Rightarrow F_N=۶۰N$$

دو نیروی $F_۲=۵۵N$ به سمت بالا و $mg=۳۰N$ به سمت پایین وارد می‌شود. در واقع به جسم نیروی خالص $۵۵-۳۰=۲۵N$ به سمت بالا وارد می‌شود که چون از ۳۰N کمتر است با توجه به خط فکری جسم همچنان ساکن می‌ماند و به آن نیروی اصطکاک ایستایی به سمت پایین وارد می‌شود، چون نیروی $F_۲$ به سمت بالا بزرگ‌تر از نیروی mg به سمت پایین است:



جسم ساکن است: $f_s+mg=F_۲\Rightarrow f_s+۳۰=۵۵\Rightarrow f_s=۲۵N$

نکته از طرف سطح دو نیروی عمودی سطح و اصطکاک، عمود بر هم به جسم وارد می‌شود بنابراین نیرویی که سطح وارد می‌کند برایند این دو نیروی عمود برهم است:

$$R=\sqrt{f^۲+F_N^۲}$$

نیروی وارد از طرف سطح را حساب می‌کنیم:

$$R=\sqrt{f_s^۲+F_N^۲}\xrightarrow[F_N=۶۰N]{f_s=۲۵N}R=\sqrt{(۲۵)^۲+(۶۰)^۲}=۵\sqrt{۵^۲+۱۲^۲}$$

$$R=۵\sqrt{۲۵+۱۴۴}\Rightarrow R=۵\sqrt{۱۶۹}\xrightarrow{\sqrt{۱۶۹}=۱۳}R=۶۵N$$

میانبر خوب است دو سری عدد فیثاغورسی را بلد باشیم:

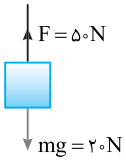
$$(۳,۴,۵),(۵,۱۲,۱۳)$$

دو نیروی عمود بر هم در این سؤال ۵×۵=۲۵ نیوتون و ۵×۱۲=۶۰ است پس برایند آن‌ها ۵×۱۳=۶۵ نیوتون است.

نمای ۱۸

A ۳ ۸

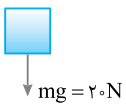
قبل از پاره شدن به جسم نیروی ۵N به سمت بالا و $mg=۲۰N$ به سمت پایین وارد می‌شود.



$$F_{net}=ma\Rightarrow F-mg=ma\Rightarrow ۲۰-۵=۲a$$

$$\Rightarrow a=۷/۵m/s^۲$$

بعد از پاره شدن طناب، تنها به جسم نیروی وزن وارد می‌شود.

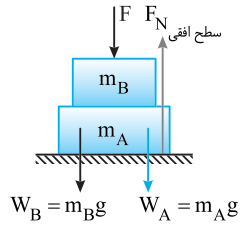


$$F_{net}=ma\Rightarrow mg=ma\Rightarrow a=g\Rightarrow a=۱۰m/s^۲$$

نمای ۲۲

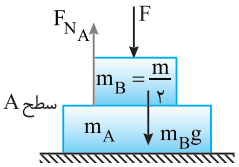
B ۳ ۹

نیروهای وارد بر جسم A را رسم می‌کنیم و نیرویی که سطح افقی بر جسم A وارد می‌کند برابر است با:



$$F_{y_{\text{خالص}}} = 0$$
$$\Rightarrow F_{N_{\text{سطح افقی}}} = F + W_B + W_A$$
$$\Rightarrow F_{N_{\text{سطح افقی}}} = F + \frac{m}{2}g + mg$$
$$\Rightarrow F_{N_{\text{سطح افقی}}} = F + \frac{3}{2}mg$$

نیرویی که سطح A بر جسم B وارد می‌کند برابر است با:



$$F_{y_{\text{خالص}}} = 0$$
$$\Rightarrow F_{N_A} = m_B g + F = \frac{1}{2}mg + F$$

بنا به فرض مسئله می‌توانیم بنویسیم:

$$F_{N_{\text{سطح افقی}}} = 2F_{N_A} \Rightarrow F + \frac{3}{2}mg = 2\left(\frac{1}{2}mg + F\right)$$
$$F + \frac{3}{2}mg = mg + 2F \Rightarrow F = \frac{mg}{2}$$

نمای ۱۲

B ۱ ۱۰

۱ ابتدا با مقایسهٔ معادلهٔ سرعت - زمان $v = 3t + 2$ با معادلهٔ سرعت - زمان حرکت با شتاب ثابت، شتاب حرکت را به‌دست می‌آوریم.

$$v = at + v_0 \,,\ v = 3t + 2 \Rightarrow a = 3m/s^2$$

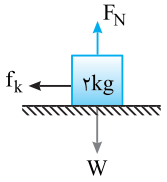
۲ در ادامه مسئله را از قسمت دوم حرکت حل می‌کنیم. سرعت در لحظهٔ حذف F را به دست می‌آوریم.

$$v = 3t + 2 \xrightarrow{t=4s} v = 3\times 4 + 2 = 14m/s$$

۳ سرعت در انتهای قسمت اول، سرعت اولیه در قسمت دوم خواهد بود. شتاب حرکت در قسمت دوم را به دست می‌آوریم.

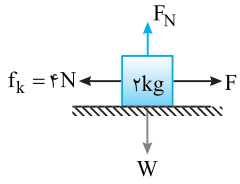
$$v = at + v_0 \xrightarrow{t=7s} 0 = a'\times(7) + 14 \Rightarrow a' = -2m/s^2$$

۴ در قسمت دوم تنها نیروی مؤثر وارد بر جسم نیروی اصطکاک است که سبب توقف آن می‌شود. به کمک قانون دوم نیوتون، f_k را حساب می‌کنیم.



$$-f_k = ma' \Rightarrow -f_k = 2\times(-2) \Rightarrow f_k = 4N$$

۵ در قسمت اول بر جسم در امتداد افقی دو نیروی F و f_k وارد می‌شود، F را به دست می‌آوریم.



$$F_{net} = ma \Rightarrow F - f_k = ma$$
$$\Rightarrow F - 4 = 2\times 3 \Rightarrow F = 10N$$

نمای ۱۷

پنجره ۳ روبه‌روی ۴

B ۴ ۱

در فیزیک (۱) رابطهٔ $K = \frac{1}{2}mv^2$ را برای انرژی جنبشی و در فیزیک (۳) رابطه $P = mv$ را برای تکانه یاد گرفته‌اید که از ترکیب این دو رابطه، می‌توان نتیجه گرفت:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow K = \frac{1}{2}\frac{m^2v^2}{m} \Rightarrow K = \frac{P^2}{2m}$$

با توجه به فرض مسئله:

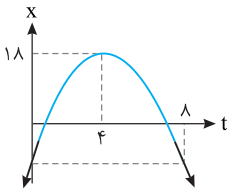
$$K_B = 5K_A \Rightarrow \frac{P_B^2}{2m_B} = 5\frac{P_A^2}{2m_A} \xrightarrow{P_A = P_B} \frac{m_A}{m_B} = 5$$

نمای ۲۶

B ۳ ۲

یادآوری ریاضی نمودار سهمی نسبت به خط قائم گذرا از رأس سهمی متقارن است مثلاً مکان ۲s قبل از رأس با مکان ۲s بعد از رأس با هم برابر می‌باشد. هم‌چنین شیب خط مماس نیز به همین شکل است یعنی قدرمطلق شیب خط ۲s قبل از رأس با ۲s بعد از رأس یکسان می‌باشد و تنها علامت شیب متفاوت است.

نکته شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان برابر سرعت جسم است.



به نمودار نگاه کنید. با توجه به رأس سهمی $(t=4)$ لحظات $t=0$ و $t=8s$ نسبت به رأس تقارن دارند بنابراین شیب خط مماس در این دو نقطه هم‌اندازه و قرینهٔ هم هستند یعنی سرعت متحرک در این دو لحظه یکی است و با توجه به تعریف تکانه $(P=mv)$ اندازهٔ تکانه در $t=0$ و $t=8s$ برابر است.

نمای ۲۸

A ۳ ۳

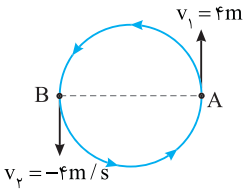
بازهٔ زمانی $t_1 = \frac{1}{4}s$ تا $t_2 = \frac{5}{4}s$ را حساب می‌کنیم.

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{5}{4} - \frac{1}{4} \Rightarrow \Delta t = 1s$$

جسم در هر 2s یک دور کامل یعنی 2π روی دایره می‌چرخد. بنابراین چرخش جسم در مدت 1s خواهد شد.

$$\begin{array}{c|c} 2s & 2\pi \\ \hline 1s & ? \end{array} \Rightarrow ? = \pi$$

متحرک در 1s نیم‌دایره را می‌چرخد یعنی اگر در لحظهٔ $t_1 = \frac{1}{4}s$ در نقطهٔ A باشد در لحظهٔ $t_2 = \frac{5}{4}s$ از نقطهٔ B می‌گذرد.



نکته سرعت در هر نقطه از مسیر بر مسیر حرکت مماس است.

بردارهای درست را رسم می‌کنیم. اگر $v_1 = +4m/s$ در نظر بگیریم $v_2 = -4m/s$ خواهد بود بنابراین:

$$|\Delta v| = |\vec{v}_2 - \vec{v}_1| = |-4-4| = 8m/s$$
$$|\Delta P| = m|\Delta v| \Rightarrow |\Delta P| = 16kgm/s$$

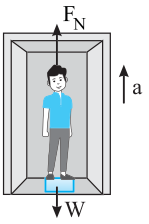
نمای ۲۴

B ۳ ۴

نکته عددی که نیروسنج نشان می‌دهد، همان نیروی عمودی سطح F_N است.

حالت اول: نیروهای وارد بر شخص را رسم می‌کنیم.

۱) نیروی وزن ۲) نیروی عمودی سطح



آسانسور از حال سکون رو به بالا شروع به حرکت می‌کند. بنابراین $F_N > W$ بوده و بنا به قانون دوم نیوتون می‌توان نوشت:

$$F_{net}=ma \Rightarrow F_N-mg=ma \xrightarrow{m=۶۰kg} F_N-۶۰۰=۶۰a \Rightarrow F_N=۶۰۰+۶۰a \quad (I)$$

حالت دوم: آسانسور از حال سکون رو به پایین شروع به حرکت می‌کند، در نتیجه $W > F'_N$ است و بنا به قانون دوم نیوتون می‌توان نوشت:

$$F'_{net}=ma' \xrightarrow{a'=۲a} mg-F'_N=m(۲a) \Rightarrow F'_N=۶۰۰-۱۲۰a \quad (II)$$

با توجه به فرض مسئله خواهیم داشت:

$$F_N-F'_N=۲۷۰ \xrightarrow{(I),(II)} ۶۰۰+۶۰a-(۶۰۰-۱۲۰a)=۲۷۰$$

$$۱۸۰a=۲۷۰ \Rightarrow a=\frac{۳}{۲}\,m/s^۲$$

میانبر هرگاه آسانسور با شتاب a و a' به ترتیب از حال سکون رو به بالا و رو به پایین شروع به حرکت کند، اختلاف عددی که ترازو نشان می‌دهد برابر است با:

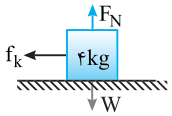
$$F_N-F'_N=m(|a|+|a'|)$$

نمای ۲۳

B ۴ ۵

حل مسئله را از قسمت دوم یعنی حذف نیروی F شروع می‌کنیم:

۱ پس از قطع نیروی F، جسم تحت تأثیر نیروی اصطکاک می‌ایستد شتاب توقف جسم را به کمک معادله‌ای مستقل از شتاب به‌دست می‌آوریم:



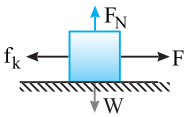
$$v^۲-v_۰^۲=۲a\Delta x \Rightarrow ۰-۲۵=۲a(۴)$$

$$\Rightarrow a=-\frac{۲۵}{۸}\,m/s^۲$$

۲ با توجه به قانون دوم نیوتون نیروی اصطکاک را حساب می‌کنیم:

$$F_{net}=ma \Rightarrow -f_k=ma \Rightarrow -f_k=۴\times(\frac{-۲۵}{۸}) \Rightarrow f_k=۱۲/۵N$$

۳ اکنون به قسمت اول مسئله که در آن سرعت ثابت بوده و نیروها متوازن هستند برمی‌گردیم و نیروی F را به‌دست می‌آوریم:

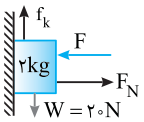


$$F_{net}=۰ \Rightarrow F=f_k \Rightarrow F=۱۲/۵N$$

نمای ۱۷

B ۱ ۶

۱ جسم با تندی ثابت رو به پایین می‌لغزد بنابراین نیروهای وارد بر آن متوازن است.



$$F_{net_y}=۰ \Rightarrow f_k=W \Rightarrow f_k=۲۰N$$

$$F_{net_x}=۰ \Rightarrow F_N=F$$

۲ اگر نیروی F، $\frac{۳}{۲}$ برابر شود، در این صورت نیروی عمودی سطح نیز $\frac{۳}{۲}$ برابر می‌شود.

$$F'_N=\frac{۳}{۲}F_N$$

۳ نیروی اصطکاک $(f_k=\mu_k F_N)$ در حالت جدید نیز $\frac{۳}{۲}$ برابر حالت اول خواهد شد:

$$f'_k=\frac{۳}{۲}f_k \Rightarrow f'_k=\frac{۳}{۲}\times۲۰ \Rightarrow f'_k=۳۰N$$

۴ به کمک قانون دوم نیوتون شتاب حرکت را حساب می‌کنیم.

$$F_{net}=ma \Rightarrow mg-f'_k=ma \Rightarrow ۲۰-۳۰=۲a \Rightarrow a=-۵m/s^۲$$

۵ بنابراین با افزایش F، با شتاب $-۵m/s^۲$ از سرعت جسم کاسته می‌شود:

$$v^۲-v_۰^۲=۲a\Delta y \Rightarrow ۰-۱۰۰=-۱۰\Delta y \Rightarrow \Delta y=۱۰m$$

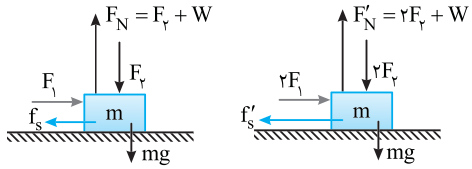
نمای ۱۸

B ۲ ۷

خط فکری وقتی در صورت تست کلمهٔ «جسم ساکن» یا «سرعت ثابت» دیدید بلافاصله بالای آن $F_{net}=۰$ را بنویسید سپس به بررسی نیروهای وارد بر جسم بپردازید. به جسم نیروی افقی وارد شده اما جسم بر سطح افقی ساکن مانده است پس سطح دارای اصطکاک است و این نکته مهمی است که شما باید به آن دقت کنید.

یادآوری نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند برایند دو نیروی اصطکاک و نیروی عمودی سطح است.

$$R=\sqrt{f^۲+F_N^۲}$$



حالت اول: بر جسم نیروی افقی $F_۱$ وارد می‌شود اما جسم ساکن بوده و $F_{net}=۰$ است. بر جسم نیروی اصطکاک ایستایی خلاف نیروی $F_۱$ وارد می‌شود که با $F_۱$ برابر است. در این صورت نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند برابر است با:

$$\begin{cases} F_۱=f_s \\ F_N=F_۲+W \end{cases} \Rightarrow R=\sqrt{(F_۱)^۲+(F_۲+W)^۲}$$

حالت دوم: با دو برابر شدن نیروی $F_۱$ و $F_۲$ جسم ساکن مانده است بنابراین در این حالت اصطکاک ایستایی برابر است با:

$$f'_s=۲F_۱$$

و نیروی عمودی سطح در این حالت خواهد شد:

$$F'_N=۲F_۲+W$$

نیرویی که سطح در این حالت بر جسم وارد می‌کند برابر است با:

$$R'=\sqrt{(f'_s)^۲+(F'_N)^۲} \Rightarrow R'=\sqrt{(۲F_۱)^۲+(۲F_۲+W)^۲}$$

با توجه به فرض مسئله می‌توان نوشت:

$$k=\frac{R'}{R}=\frac{\sqrt{(۲F_۱)^۲+(۲F_۲+W)^۲}}{\sqrt{(F_۱)^۲+(F_۲+W)^۲}}$$

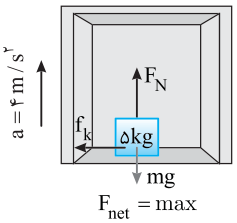
صورت این کسر از مخرج آن بزرگ‌تر است اما دو برابر آن نیست، $۱<k<۲$ و گزینهٔ (۲) درست است. برای سادگی در ذهن خود $F_۱=۱$ و $F_۲=۱$ و $W=۱$ قرار دهید و k را بررسی کنید:

$$k=\frac{\sqrt{(۲)^۲+(۲+۱)^۲}}{\sqrt{(۱+(۱+۱)^۲}}=\frac{\sqrt{۱۳}}{\sqrt{۵}}=\sqrt{\frac{۱۳}{۵}}=\sqrt{۲/۶}<۲ \Rightarrow ۱<k<۲$$

نمای ۱۹

C ۴ ۸

خط فکری جسم را روی کف آسانسور پرت کرده‌ایم، بنابراین نیروی جلوبر صفر است. تنها نیروی مؤثر در امتداد افقی، نیروی اصطکاک جنبشی است که بر جسم در خلاف جهت حرکت اثر کرده و آن را متوقف می‌کند. شما باید ابتدا نیروی عمودی سطح وارد بر جسم را حساب کنید و سپس اصطکاک را به دست بیاورید تا بتوانید به کمک قانون دوم نیوتون شتاب را مشخص کنید.



۱ ابتدا نیروی عمودی سطح وارد شده به جسم را به‌دست می‌آوریم:

$$F_{net_y}=ma_y \Rightarrow F_N-mg=ma_y$$

$$\Rightarrow F_N-۵۰=۲۰ \Rightarrow F_N=۷۰N$$

۲ بنابراین نیروی اصطکاک وارد بر جسم برابر است با:

$$f_k=\mu_k F_N=۰/۲\times۷۰=۱۴N$$

۳ به کمک قانون دوم نیوتون شتاب توقف جسم روی کف آسانسور را به دست می‌آوریم:

$$F_{net}=ma_x \Rightarrow -f_k=ma \Rightarrow -۱۴=۵a \Rightarrow a=-۲/۸m/s^۲$$

۴ حال با توجه به رابطهٔ $v=at+v_۰$ زمان توقف را به‌دست می‌آوریم:

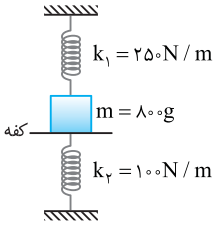
$$۰=-۲/۸t+۷ \Rightarrow t=\frac{۷}{۲/۸}=\frac{۷۰}{۲۸}=\frac{۱۰}{۴}=۲/۵s$$

نمای ۲۳

B ۹ ۴

۱ فنر شـمارهٔ (۱)، ۲cm کشـیده شده و نیروی کشسـانی آن رو به بالا است. اندازهٔ این نیرو را حساب می‌کنیم.

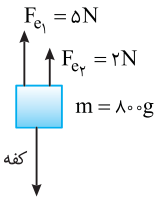
$$F_{e_1}=kx_1 \Rightarrow F_{e_1}=۲۵۰\times\frac{۲}{۱۰۰} \Rightarrow F_{e_1}=۵N$$



۲ فنر شـمارهٔ (۲) با پایین آمدن وزنه فشرده می‌شود بنابراین نیروی کشسانی آن نیز رو به بالاست و اندازهٔ آن خواهد شد:

$$F_{e_2}=kx_2 \Rightarrow F_{e_2}=۱۰۰\times\frac{۲}{۱۰۰} \Rightarrow F_{e_2}=۲N$$

۳ بنابراین بر وزنـه، نیروی وزن $(W=۸N)$ رو به پاییـن و دو نیروی $F_{e_1}=۵N$ و $F_{e_2}=۲N$ رو به بالا وارد می‌شود در نتیجه شتاب خواهد شد:



نمای ۲۰ و ۲۲

$$F_{net}=ma \Rightarrow W-(F_{e_1}+F_{e_2})=ma$$

$$\Rightarrow ۸-۷=۰/۸a \Rightarrow a=\frac{۱}{۰/۸}$$

$$\Rightarrow a=۱/۲۵m/s^2$$

A ۱۰ ۳

تنها نیروی مؤثر وارد بر گلوله در طول مسـیر نیروی وزن اسـت. با توجه به رابطهٔ نیرو با آهنگ تغییر تکانه ابتدا تغییر تکانه جسم را به دست می‌آوریم.

$$F_{av}=\frac{\Delta P}{\Delta t} \xrightarrow{F_{av}=mg} mg=\frac{\Delta P}{\Delta t} \Rightarrow m\times۱۰=\frac{\Delta P}{۵} \Rightarrow \Delta P=۵۰m$$

با توجه به تعریف تکانه، تغییر سرعت را به دست می‌آوریم.

$$\Delta P=m\Delta v \Rightarrow ۵۰m=m\Delta v \Rightarrow \Delta v=۵۰m/s$$

نمای ۲۷

فصل سوم

نوسان و امواج



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

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

با اسکن QR Code یا با مراجعه به سایت نشر الگو می‌توانید فایل آزمون‌ها را دریافت کنید.

پنجره یک روبه‌روی دو آزمونک

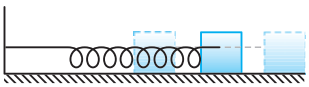
۱ معادلهٔ حرکت یک نوسانگر هماهنگ ساده در SI به‌صورت $x=0/04\cos(\frac{\pi}{2}t)$ است. تندی متوسط نوسانگر در ثانیهٔ سوم حرکت چند برابر تندی متوسط در بازهٔ $t=1s$ تا $t=3s$ حرکت است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) $\frac{1}{2}$ ۴) -1

۲ ذره‌ای روی پاره‌خطی دارای حرکت هماهنگ ساده با معادلهٔ $x=0/02\cos 10\pi t$ است. در بازهٔ زمانی $t_1=\frac{1}{15}s$ تا $t_2=\frac{1}{4}s$، تکانهٔ نوسانگر چند بار تغییر جهت می‌دهد؟ (یکاها در SI)

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

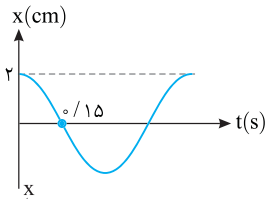
۳ وزنه‌ای به جرم ۲۰۰g مطابق شکل به فنری با ثابت $k=500N/m$ بسته شده و روی سطح بدون اصطکاکی دارای حرکت هماهنگ ساده است. بیشینه و کمینه طول فنر هنگام نوسان وزنه ۶۲cm و ۴۸cm است. بازهٔ زمانی که طول می‌کشد تا طول فنر از ۵۱/۵cm برای نخستین بار به ۵۸/۵cm برسد چند ثانیه است؟



۱) $\frac{\pi}{150}$ ۲) $\frac{\pi}{75}$

۳) $\frac{\pi}{50}$ ۴) گزینه‌های (۱) و (۳) می‌توانند جواب باشد.

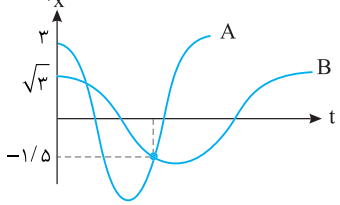
۴ نمودار مکان - زمان نوسانگر ساده‌ای به صورت روبه‌رو است. در بازهٔ $t=0/1s$ تا $t=0/4s$، مسافت چند برابر اندازهٔ جابه‌جایی است؟



۱) ۱/۵ ۲) ۱

۳) ۳ ۴) ۲

۵ نمودار مکان - زمان دو نوسانگر به‌صورت روبه‌رو است. بیشینه تندی نوسانگر A چند برابر بیشینه تندی نوسانگر B است؟



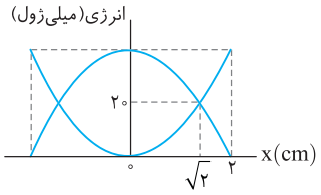
۱) $\frac{5\sqrt{3}}{8}$ ۲) $\frac{\sqrt{3}}{4}$

۳) $\frac{8\sqrt{3}}{5}$ ۴) $\frac{\sqrt{3}}{9}$

۶ دامنهٔ نوسان وزنه‌ای به جرم ۱kg که به یک فنر با ثابت $5N/cm$ متصل است، 4cm است و روی سطح افقی نوسان می‌کند. اگر انرژی پتانسیل کشسانی این نوسانگر در نقطه‌ای از مسیر ۰/۲J باشد، بزرگی سرعت نوسانگر در این لحظه چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟ (از نیروهای اتلافی صرف‌نظر شود.) ریاضی - ۹۹

۱) $20\sqrt{10}$ ۲) $40\sqrt{10}$ ۳) $20\sqrt{5}$ ۴) $40\sqrt{5}$

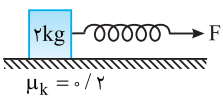
۷ شکل روبه‌رو، نمودار تغییرات انرژی جنبشی و پتانسیل سامانهٔ جرم - فنری را برحسب مکان نشان می‌دهد. اگر حداقل زمانی که طول می‌کشد که انرژی جنبشی نوسانگر از صفر به ۴۰mJ برسد برابر ۰/۰۵s باشد، بزرگی سرعت نوسانگر در لحظهٔ عبور از مکان $x=0$ چند متر بر ثانیه است؟ خارج تجربی - ۹۹



۱) $\frac{\pi}{5}$ ۲) $\frac{\pi}{10}$

۳) 2π ۴) 10π

۸ در شکل روبه‌رو وزنهٔ 2kg روی سطح افقی توسط یک فنر با شتاب $2m/s^2$ در حرکت بوده و طول فنر 10cm افزایش یافته است. اگر فنر را به این وزنه متصل کرده و سر دیگری فنر را به دیواری متصل کنیم، چنانچه وزنه را روی سطح افقی بدون اصطکاک به اندازهٔ 5cm از حالت تعادل منحرف کرده و رها کنیم، بیشینهٔ شتاب جسم چند m/s^2 خواهد شد؟ از کتاب درسی



۱) ۲ ۲) ۳

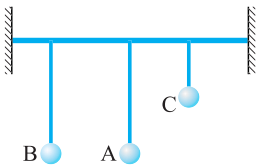
۳) ۱ ۴) ۴

۹ آونگ ساده‌ای در مدت ۷۲ ثانیه، ۴۰ نوسان کامل انجام می دهد. طول آونگ را چگونه تغییر دهیم تا در همان مکان و در همان مدت ۴۵ نوسان کامل انجام دهد؟ $(g=\pi^2 m/s^2)$

ریاضی - ۹۹

۱) ۹cm کاهش دهیم. ۲) ۹cm افزایش دهیم. ۳) ۱۷cm کاهش دهیم. ۴) ۱۷cm افزایش دهیم.

۱۰ در شکل روبه‌رو، سه آونگ A، B و C از یک میلهٔ فولادی کشسان آویزان هستند. جنس گلولهٔ آونگ C مس و جرم آن ۲g، جنس گلولهٔ آونگ A آهن و جرم آن ۴g و جنس گلولهٔ آونگ B شیشه و جرم آن ۱/۵g است. اگر A را به نوسان در آوریم:



$\ell_B=\ell_A=8cm \ , \ \ell_C=4cm$

۱) B و C هر دو با یک دوره شروع به نوسان می‌کنند.

۲) A و B با دوره‌های مختلف نوسان می‌کنند.

۳) تنها B با دورهٔ A نوسان می‌کند.

۴) تنها C با دورهٔ A نوسان می‌کند.

پنجره دو رو به روی سه آزمونک

۱ یک موج الکترومغناطیسی را در نظر بگیرید که میدان مغناطیسی آن در یک لحظهٔ معین در جهت منفی محور x است و جهت میدان الکتریکی آن در جهت مثبت محور y است. در این صورت کدام گزینه می‌تواند جهت پیشروی موج باشد؟

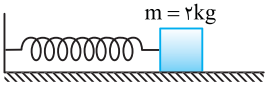
۱) در جهت مثبت محور x ۲) در جهت مثبت محور z

۳) در جهت منفی محور y ۴) در خلاف جهت محور z

۲ تندی انتشار موج عرضی در ریسمانی که با نیروی F کشیده شده است برابر v است. ریسمان را از دستگاهی می‌گذرانیم تا بدون تغییر جرمش، قطر آن نصف شود. اگر مجدداً این ریسمان با همان نیروی کشش F کشیده شود، تندی انتشار موج عرضی در آن چند v می‌شود؟

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

۳ در شکل روبه‌رو سامانهٔ جرم - فنری نشان داده شده است که با دامنهٔ 5cm در حال نوسان است. اگر در هر دوره، به مدت ۰/۲s حرکت نوسانگر کندشونده باشد، بیشینه نیروی وارد بر نوسانگر چند نیوتون است؟ $(\pi^2\simeq 10)$



۱) ۱۰ ۲) ۷/۵ ۳) ۱۲ ۴) ۲۵

۴ جرم وزنه و ثابت فنر سامانهٔ جرم - فنری به‌ترتیب ۲/۲۵kg و ۹۰۰N/m است. اگر بیشینه تندی این سامانه هنگام نوسان ۱m/s باشد، بیشینه اندازهٔ تندی متوسط نوسانگر در یک بازهٔ زمانی دلخواه ۰/۰۵s چند متر بر ثانیه می‌شود؟ $(\pi\simeq 3)$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۱/۵ ۴) ۲/۵

۵ نوسانگری به جرم ۱۰۰g به انتهای فنری که ثابت آن ۴۰N/m است، بسته شده است و روی سطح افقی بدون اصطکاک، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر انرژی مکانیکی نوسانگر ۸mJ باشد، لحظه‌ای که انرژی جنبشی نوسانگر برابر انرژی پتانسیل کشسانی آن است، سرعت آن چند متر بر ثانیه است؟

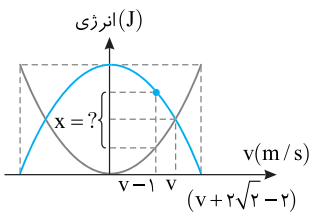
ریاضی - ۹۸

۱) $\frac{\sqrt{2}}{10}$ ۲) $\frac{\sqrt{2}}{5}$ ۳) $10\sqrt{2}$ ۴) $20\sqrt{2}$

۶ یک موج در یک محیط در حال انتشار است. اگر مسافتی که موج در مدت یک دوره طی می‌کند برابر مسافتی باشد که یک ذره از محیط در این مدت طی می‌کند، بیشینه تندی نوسان یک ذره از محیط چند برابر تندی انتشار موج است؟

۱) $\frac{\pi}{4}$ ۲) $\frac{\pi}{2}$ ۳) ۱ ۴) $\frac{\pi}{6}$

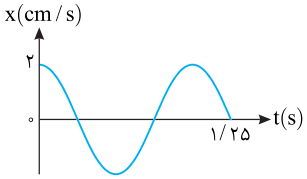
۷ نمودار انرژی‌های پتانسیل و جنبشی نوسانگری به جرم ۲۰۰g به صورت روبه‌رو است. مقدار اختلاف انرژی جنبشی و پتانسیل نوسانگر در لحظه‌ای که تندی $(v-1)$ است چند ژول خواهد بود؟



۱) ۰/۸ ۲) ۰/۷

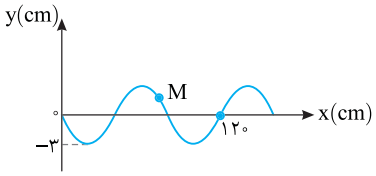
۳) ۰/۶ ۴) ۰/۵

۸ نمودار مکان - زمان نوسانگری به جرم ۱۰۰g مطابق شکل روبه‌رو است. انرژی مکانیکی نوسانگر چند میلی‌ژول است؟ (تجربی - ۹۷)



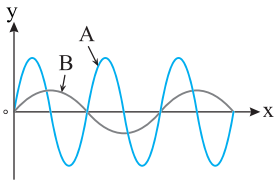
۱) $۰/۰۲\pi^۲$
۲) $۰/۰۴\pi^۲$
۳) $۰/۰۶\pi^۲$
۴) $۰/۰۸\pi^۲$

۹ شکل زیر، نقش یک موج عرضی را در یک طناب در لحظهٔ $t=۰$ نشان می‌دهد که با سرعت $۱۰m/s$ در حال انتشار است. مسافتی که ذرهٔ M در بازهٔ زمانی $t_۱=۰/۰۱s$ تا $t_۲=۰/۰۵s$ طی می‌کند، چند سانتی‌متر است؟ (ریاضی - ۹۹)



۱) ۳
۲) ۶
۳) ۹
۴) ۱۲

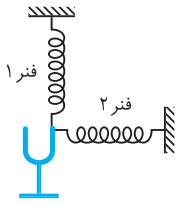
۱۰ مطابق شکل زیر، دو موج مکانیکی A و B در یک محیط منتشر می‌شوند. دوره و تندی انتشار موج A به ترتیب چند برابر دوره و تندی انتشار موج B است؟ (خارج تجربی - ۹۷)



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

پنجره سه رو به روی چهار آزمونک

۱ در شکل روبه‌رو فنرها یکسان هستند و با نوسان دیاپازون در فنرها موج گسیل می‌شود. کدام کمیت‌های موج در مورد این فنرها یکسان است؟ (از اتلاف انرژی صرف‌نظر شود.)



الف) بسامد ب) طول موج پ) تندی موج ت) دامنه

۱) بسامد و دامنه یکسان اما طول موج و تندی در فنر ۲ از فنر ۱ کمتر است.
۲) بسامد و دامنه متفاوت و طول موج و تندی در فنر ۲ از فنر ۱ بیشتر است.
۳) بسامد و دامنه یکسان، طول موج و تندی در فنر ۲ از فنر ۱ بیشتر است.
۴) بسامد، طول موج، تندی موج و دامنه در هر دو فنر یکسان است.

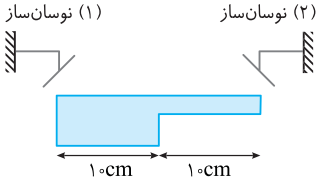
۲ چشمهٔ موجی در یک محیط که تندی انتشار موج در آن $۱۶m/s$ است، نوسان‌هایی طولی ایجاد می‌کند. اگر در این موج، فاصلهٔ بین یک تراکم و یک انبساط متوالی برابر با $۴۰cm$ و دامنهٔ نوسان‌های آن $۵cm$ باشد، هر نقطه از محیط انتشار موج در مدت $\frac{۱}{۲۰}$ ثانیه چه مسافتی را برحسب سانتی‌متر طی می‌کند؟

۱) ۵
۲) ۱۰
۳) ۱۵
۴) ۲۰

۳ اگر دوره و دامنهٔ نوسان یک چشمهٔ موج که امواجی در یک طناب منتشر می‌کند به ترتیب نصف و دو برابر شود، سرعت انتشار موج و توان متوسط انتقال انرژی به ترتیب از راست به چپ چه تغییری می‌کند؟

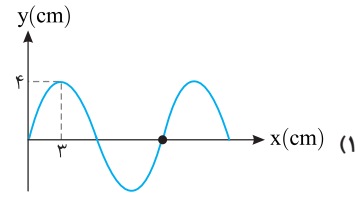
۱) دو برابر می‌شود، ثابت می‌ماند.
۲) دو برابر می‌شود، چهار برابر می‌شود.
۳) ثابت می‌ماند، هشت برابر می‌شود.
۴) ثابت می‌ماند، شانزده برابر می‌شود.

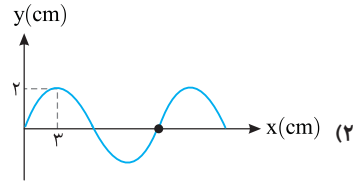
۴ مطابق شکل روبه‌رو در یک لحظه دو موج توسط دو نوسان‌ساز مشابه در سر و ته تشت ایجاد می‌شود. مکانی که اولین بار دو موج در آن نقطه به هم می‌رسند، چه فاصله‌ای با مکان نوسان‌ساز (۱) می‌تواند داشته باشد؟

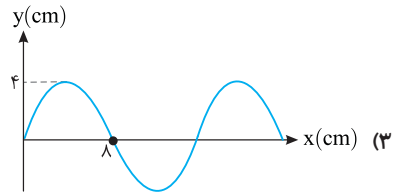


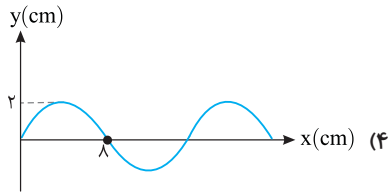
۱) ۸
۲) ۱۰
۳) ۱۲
۴) بسته به شرایط هر سه گزینه ممکن است.

۵ یک موج عرضی در یک ریسمان کشیده شده در حال انتشار است. کدام نمودار جابه‌جایی مکان - نقش موجی را نشان می‌دهد که تندی متوسط انتشار موج در یک دوره برابر تندی متوسط یک ذره از ریسمان در همان مدت است؟

۱) 

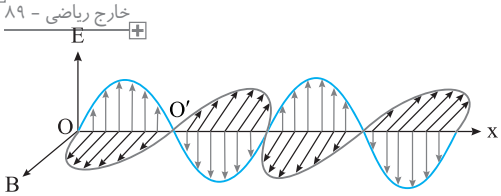
۲) 

۳) 

۴) 

۶ نمودار میدان الکترومغناطیسی بر حسب مکان یک موج رادیویی به بسامد ۲MHz که در خلأ منتشر می‌شود، مطابق شکل زیر است. لذا می‌توان گفت ..... $(c=3\times10^{8}\,m/s)$

خارج ریاضی - ۸۹



۱) بسامد نقطهٔ O نصف بسامد نقطهٔ O' است.

۲) فاصلهٔ O' از O برابر ۷۵m است.

۳) فاصلهٔ O' از O برابر ۱۵۰m است.

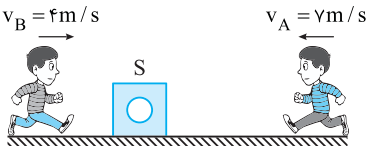
۴) دوره O، $\frac{T}{2}$ از دورهٔ O' بیشتر است.

۷ یک دستگاه صوتی، صدایی با تراز شدت $\beta_1=28dB$ و دستگاه صوتی دیگر، صدایی با تراز $\beta_2=92dB$ ایجاد می‌کند. شدت‌های مربوط به این دو تراز به ترتیب I_1 و I_2 برحسب $\frac{W}{m^2}$ است. $\frac{I_2}{I_1}$ کدام است؟ $(\log 2=0/3)$

ریاضی - ۱۴۰۰

۱) $2/5\times10^{6}$ ۲) $2/5\times10^{8}$ ۳) 4×10^{6} ۴) 4×10^{8}

۸ دو ناظر A و B مطابق شکل با سرعت‌های $v_A=7m/s$ و $v_B=4m/s$ به سوی چشمهٔ صوت ساکن در حال دویدن هستند. اگر بسامد طول موج و شدت صوت دریافتی از چشمه صوت توسط این دو فرد را با f، λ و I نشان دهیم، در لحظهٔ نشان داده شده چه تعداد از مقایسه‌های زیر درست است؟ «$\lambda_A>\lambda_B$ ، $f_A>f_B$ ، $I_A>I_B$»



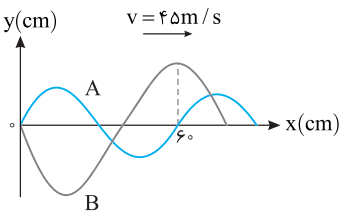
۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۹ یک منبع صوت، در یک فضای باز امواجی را گسیل می‌کند و در فاصلهٔ ۵ متری آن تراز شدت صوت ۶۰ دسی‌بل است. توان منبع صوت چند میلی‌وات است؟ (از اتلاف انرژی صوتی در هوا صرف‌نظر شود و $I_0=10^{-12}W/m^2$)

خارج تجربی - ۹۷

۱) $0/1\pi$ ۲) $0/2\pi$ ۳) $0/01\pi$ ۴) $0/02\pi$

۱۰ شکل زیر، نمودار جابه‌جایی - مکان دو موج را که در یک محیط در حال انتشارند، در لحظهٔ معینی نشان می‌دهد. چشمهٔ موج A در هر ۲۰ ثانیه چند نوسان کامل بیشتر از چشمهٔ موج B انجام می‌دهد؟



۱) ۲۵ ۲) ۳۷۵ ۳) ۱۰۰ ۴) ۵۰۰

پنجره چهار رو به روی پنج — آزمونک

۱ تندی صوت در یک فلز خاص برابر $v_{فلز}$ و در هوا برابر $v_{هوا}$ است. به یک سر لولهٔ توخالی بلند به طول ℓ از جنس این فلز ضربه‌ای می‌زنیم. شنونده‌ای که در سر دیگر لوله قرار دارد دو صوت با اختلاف زمانی Δt می‌شنود. کدام گزینه درست است؟

از کتاب درسی

۱) $\Delta t=\frac{v_{هوا}-v_{فلز}}{v_{فلز}v_{هوا}}\ell$ ۲) $\Delta t=\frac{v_{فلز}-v_{هوا}}{\ell}$ ۳) $\Delta t=\frac{v_{فلز}v_{هوا}}{v_{فلز}-v_{هوا}}\ell$ ۴) $\Delta t=\frac{\ell}{v_{فلز}-v_{هوا}}$

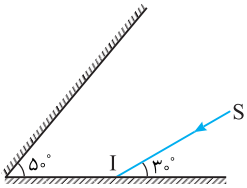
۲ در فاصلهٔ ۲۰ متری از یک منبع صوت، تراز شدت صوت ۸۰ دسی‌بل است. در چند سانتی‌متری منبع، تراز شدت صوت ۱۲۰ دسی‌بل است؟ (از جذب انرژی صوتی توسط محیط صرف‌نظر کنید.) تجربی - ۹۷

۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۸۰ ۴) ۲۰۰

۳ تراز شـدت صوتی در یک نقطهٔ مشـخص به اندازهٔ β_1 دسی‌بل است. اگر ۳ چشمهٔ صوتی دیگر مشابه چشمهٔ صوتی اول اضافه کنیم، تراز شدت صوت در همان نقطه چند دسی‌بل بیشتر می‌شود؟ ($\log ۵=۰/۷$ ، $\log ۳=۰/۵$ ، $\log ۲=۰/۳$ و از اتلاف انرژی صرف‌نظر شود.)

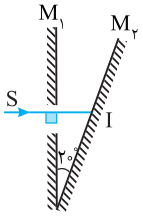
۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۷ ۴) ۶

۴ مطابق شکل روبه‌رو، پرتو نور SI به آینهٔ (۱) می‌تابد و پس از بازتاب از آینهٔ (۲)، دوباره به آینهٔ (۱) می‌تابد. امتداد پرتو بازتاب نهایی با امتداد پرتو SI، زاویهٔ چند درجه می‌سازد؟ تجربی - ۹۸



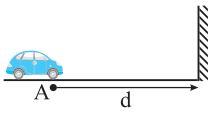
۱) ۱۲۰
۲) ۱۴۰
۳) ۱۶۰
۴) ۱۸۰

۵ در شکل روبه‌رو، پرتو SI از شکاف باریکی که در آینهٔ M_1 ایجاد شده است، عمود بر امتداد آینهٔ M_1 ، بر سطح آینهٔ M_2 می‌تابد. زاویهٔ انحراف پرتوی SI یعنی زاویهٔ بین امتداد پرتو بازتاب از آینهٔ M_1 و امتداد پرتو SI چند درجه است؟



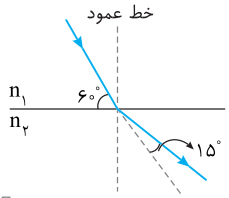
۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۵۰ ۴) ۷۰

۶ خودرویی یک‌بار با تندی $۲۰\,m/s$ به سـوی مانع بزرگی در حرکت اسـت و در فاصلهٔ d راننده بوق می‌زند و پس از t_1 ثانیه، صدای پژواک بوق را می‌شـنود. بار دیگر خودرو با سـرعت $۲۰\,m/s$ از مانع دور می‌شـود و در فاصلهٔ d بوق را به صدا درمی‌آورد و پس از مدت t_2 ثانیه صدای پژواک را می‌شنود. اگر $t_2 - t_1 = ۰/۲۵\,s$ باشد، d چند متر است؟ $(v_{صوت} = ۳۴۰\,m/s)$



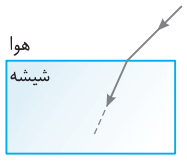
۱) ۳۶۰ ۲) ۵۲۰ ۳) ۲۷۰ ۴) ۳۲۰

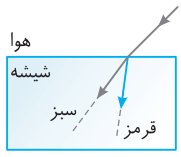
۷ مطابق شـکل زیر، پرتو نوری از محیط (۱) وارد محیط (۲) می‌شـود. طول موج نور در محیط (۲) چند برابر طول موج نور در محیط (۱) است؟ ریاضی - ۹۹

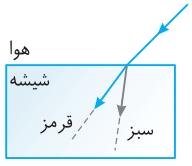


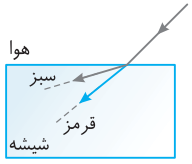
۱) $\sqrt{۲}$ ۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$ ۳) ۲ ۴) $\frac{۱}{۲}$

۸ پرتو نوری که شامل طول موج‌های نور قرمز و نور سبز است از هوا وارد شیشه می‌شود. کدام شکل مسیر پرتوها را درست نمایش می‌دهد؟ از کتاب درسی

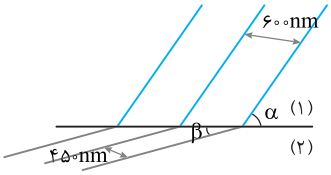
۱) 

۲) 

۳) 

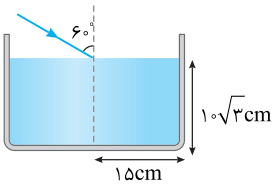
۴) 

۹ در شکل روبه‌رو، جبهه‌های یک موج تخت الکترومغناطیسی از محیط (۱) وارد محیط (۲) می‌شوند. اگر زوایای α و β متمم یکدیگر باشند، α چند درجه است؟ $(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶ , \sin ۳۰^\circ = ۰/۵)$



۱) ۳۷ ۲) ۵۳ ۳) ۳۰ ۴) ۶۰

۱۰ درون یک ظرف، تا ارتفاع $۱۰\sqrt{۳}\,cm$ مایع به ضریب شکسـت $\sqrt{۳}$ ریخته شده است. اگر در کـف ظرف یک آینهٔ تخت نصب شـود، نـور پس از بازتاب از کف ظرف بـه دیوارهٔ ظرف برخورد می‌کند. محل این برخورد در چه عمقی از مایع برحسب سانتی‌متر قرار دارد؟ $(\sin ۳۰^\circ = \frac{۱}{۲})$



۱) $۵\sqrt{۳}$ ۲) $۷\sqrt{۳}$ ۳) $۵(۲\sqrt{۳}-۱)$ ۴) $۲\sqrt{۳}-۱$

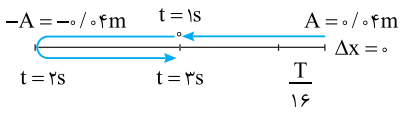
فصل سوم: نوسان و امواج

پنجره ۱ روبه‌روی ۲

A ۱ ۱

۱ دوره را به‌دست می‌آوریم: $\omega=\frac{2\pi}{T}\Rightarrow\frac{\pi}{2}=\frac{2\pi}{T}\Rightarrow T=4s$

۲ ثانیهٔ سوم یعنی بازهٔ زمانی بین $t=2s$ تا $t=3s$، با توجه به دوره $T=4s$ مشخص است که اگر $\Delta t=1s$ باشد این مقدار ربع دوره است و نوسانگر در این مدت از مکان $+A$ به مکان $x=0$ می‌رود درواقع در لحظه $t=1s$ ذره در مکان $x=0$ و در لحظهٔ $t=2s$ در مکان $x=-A$ و در لحظهٔ $t=3s$ در مکان $x=0$ است. بنابراین مسافت طی شده در ثانیهٔ سوم همان $L=A=0/04m$.



۳ در بازهٔ $t=1s$ تا $t=3s$ برابر $\ell'=2A=0/08m$ است.

۴ تندی متوسط در دو حالت خواهد شد:

در ثانیه سوم: $s_{av}=\frac{\ell}{\Delta t}=\frac{0/04}{1}=0/04m/s$

در بازهٔ ۱s تا ۳s: $s_{av}=\frac{\ell'}{\Delta t'}=\frac{0/08}{2}=0/04m/s$ $\Rightarrow\frac{s_{av}}{s'_{av}}=1$

نمای ٤

A ۲ ۲

خط فکری تکانه برابر $\vec{P}=m\vec{v}$ است، بنابراین به جای بررسی لحظه‌های تغییر جهت تکانه، لحظه‌های تغییرجهت حرکت (تغییر جهت سرعت) را بررسی می‌کنیم. در نقاط بازگشت $(x=\pm A)$ سرعت تغییر علامت می‌دهد. در معادلهٔ حرکت به‌جای x، $t=\frac{1}{15}s$ قرار دهید و مکان را در این لحظه بیابید سپس دوره را حساب کنید و مشخص کنید بازهٔ زمانی چه کسری از دوره است و به کمک بازه‌های زمانی شناخته شده مسیر حرکت را رسم کرده و تعداد دفعات تغییر جهت بردار تکانه را بیابید.

۱ در لحظهٔ $t=\frac{1}{15}s$ مکان نوسانگر خواهد شد.

$$x=0/02\cos 10\pi\times\frac{1}{15}\Rightarrow x=0/02\cos\frac{2\pi}{3}\Rightarrow x=0/02\left(-\frac{1}{2}\right)\Rightarrow x=-0/01m$$

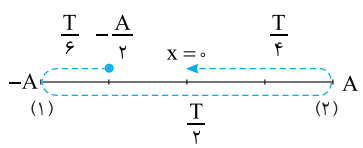
۲ نسبت $\frac{x}{A}$ را مشخص می‌کنیم: $\frac{x}{A}=\frac{-0/01}{0/02}\Rightarrow x=-\frac{A}{2}$

۳ دوره را به‌دست می‌آوریم: $\omega=\frac{2\pi}{T}\Rightarrow 10\pi=\frac{2\pi}{T}\Rightarrow T=\frac{2}{10}s\Rightarrow T=\frac{1}{5}s$

۴ مشخص می‌کنیم بازهٔ زمانی چه کسری از دوره است.

$$\frac{\Delta t}{T}=\frac{\frac{1}{4}-\frac{1}{15}}{\frac{1}{5}}=\frac{\frac{15-4}{60}}{\frac{1}{5}}=\frac{11}{12}\Rightarrow\Delta t=\frac{11T}{12}$$

۵ مسیر حرکت را در بازهٔ $\frac{11T}{12}$ رسم می‌کنیم.



۶ دو بار تکانه تغییر جهت می‌دهد.

روش استفاده از معادله:

$$\pm A=A\cos\omega t\Rightarrow\cos\omega t=\pm1\Rightarrow\omega t=k\pi\quad,\quad 10\pi t=k\pi\Rightarrow t=\frac{k}{10}$$

می‌توان به جای k، مقدار ۱ و ۲ قرار داد که در بازهٔ $\frac{1}{15}s$ تا $\frac{1}{4}s$ است، بنابراین نوسانگر در این بازهٔ زمانی دوبار به نقاط بازگشت خود می‌رسد و تکانه تغییر جهت می‌دهد.

نمای ۵

A ۳ ۴

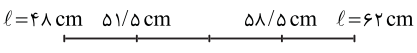
۱ دورهٔ نوسان دستگاه برابر است با:

$$T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\Rightarrow T=2\pi\sqrt{\frac{0/2}{500}}\Rightarrow T=\frac{\pi}{25}s$$

۲ طول مسیر برابر فاصلهٔ بین بیشینهٔ طول ℓ_{max} و کمینهٔ طول ℓ_{min} نوسانگر بوده و دامنهٔ نوسان برابر نصف طول مسیر است:

$$2A=\ell_{max}-\ell_{min}\Rightarrow 2A=62-48=14\Rightarrow A=7cm$$

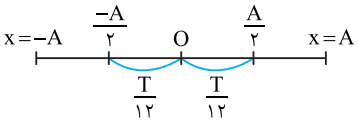
۳ مطابق شکل وقتی طول فنر از $51/5cm$ به $58/5cm$ می‌رسد، در واقع وزنه باید از مکان $\frac{-A}{2}=-3/5cm$ برای نخستین بار به مکان $\frac{A}{2}=3/5cm$ برود و چون جهت حرکت بیان نشده دو حالت ممکن است رخ دهد:



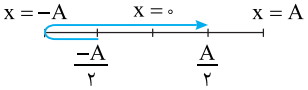
حالت اول: وزنه بدون تغییر جهت از مکان $\frac{-A}{2}=-3/5cm$ به مکان $\frac{A}{2}=3/5cm$ برود.

در این صورت زمان جابه‌جایی برابر خواهد بود با:

$$\Delta t=\frac{T}{12}+\frac{T}{12}=\frac{T}{6}=\frac{\frac{\pi}{25}}{6}\Rightarrow\Delta t=\frac{\pi}{150}s$$



حالت دوم: آن است که وزنه از مکان $\frac{-A}{2}=-3/5cm$ به دامنه $-A$ یعنی به انتهای مسیر رفته و در بازگشت به مکان $\frac{+A}{2}=3/5cm$ برود. در این صورت زمان جابه‌جایی برابر نصف دوره است.



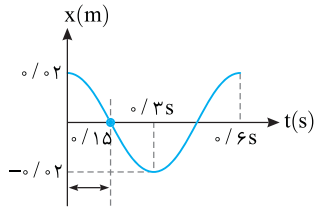
$$\Delta t=\frac{T}{2}=\frac{\frac{\pi}{25}}{2}=\frac{\pi}{50}s$$

بنابراین هر دو مقدار $\frac{\pi}{50}s$ و $\frac{\pi}{150}s$ می‌توانند جواب باشند.

نمای ۶

A ۴ ۴

۱ با توجه به نمودار دوره را حساب می‌کنیم. $\frac{T}{۴}=۰/۱۵\Rightarrow T=۰/۶s$



۲ معادلهٔ حرکت نوسانگر را می‌نویسیم:

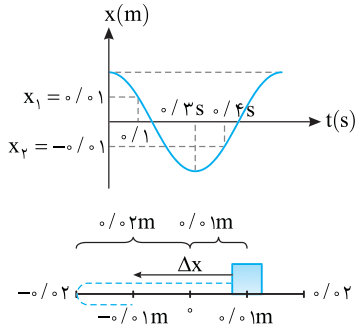
$x=۰/۰۲\cos\omega t\Rightarrow x=۰/۰۲\cos\frac{۲\pi}{۰/۶}t\Rightarrow x=۰/۰۲\cos\frac{۱۰\pi}{۳}t$

۳ حال با جای‌گذاری $t_۱=۰/۱s$ و $t_۲=۰/۴s$ مکان نوسانگر در این دو لحظه را به دست می‌آوریم.

$x_۱=۰/۰۲\cos(\frac{۱۰\pi}{۳}\times ۰/۱)\Rightarrow x_۱=۰/۰۱m$

$x_۲=۰/۰۲\cos(\frac{۱۰\pi}{۳}\times ۰/۴)\Rightarrow x_۲=-۰/۰۱m$

۴ دقت کنید که $t_۲=۰/۴s$ از $\frac{T}{۲}=۰/۳s$ بزرگ‌تر است و $t_۱=۰/۱s$ نیز از ۰/۱۵s کمتر است پس مکان نوسانگر روی نمودار در این دو لحظه به صورت زیر است:



۵ جابه‌جایی خواهد شد: $\Delta x=x_۲-x_۱=-۰/۰۲m$

۶ مسافت طی شده برابر است با: $\ell=۰/۰۱+۰/۰۲+۰/۰۱=۰/۰۴m$

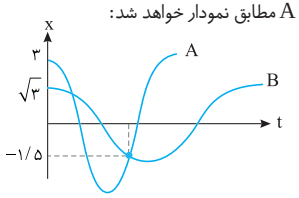
۷ نسبت $\ell/\Delta x$ را به‌دست می‌آوریم: $\frac{\ell}{|\Delta x|}=\frac{۰/۰۴}{۰/۰۲}=۲$

نمای ۵ و ۱

A ۳ ۵

۱ نسبت x/A را برای نوسانگر A به دست می‌آورید. $\frac{x}{A}=\frac{-۱/۵}{۳}\Rightarrow x=-\frac{A}{۲}$

۲ مسیر حرکت A مطابق نمودار خواهد شد:



۳ بازهٔ زمانی مسیر روی شکل را حساب می‌کنیم.

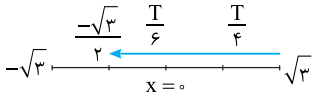
$\Delta t_A=\frac{T_A}{۲}+\frac{T_A}{۶}\Rightarrow \Delta t_A=\frac{۲T_A}{۳}$

۴ نسبت x/A را برای نوسانگر B به‌دست می‌آوریم.

$\frac{x}{A}=\frac{-۱/۵}{\sqrt{۳}}=\frac{-۱/۵\sqrt{۳}}{۳}=\frac{x}{A}=-\frac{\sqrt{۳}}{۲}$

۵ مسیر حرکت B را رسم می‌کنیم و بازهٔ زمانی Δt_B را مشخص می‌کنیم.

$\Delta t_B=\frac{T_B}{۴}+\frac{T_B}{۶}\Rightarrow \Delta t_B=\frac{۵T_B}{۱۲}$



۶ با توجه به نمودار $\Delta t_A=\Delta t_B$ است. بنابراین: $\frac{۲T_A}{۳}=\frac{۵T_B}{۱۲}\Rightarrow\frac{T_A}{T_B}=\frac{۵}{۸}$

۷ نسبت بیشینهٔ تندی خواهد شد:

$\frac{v_{mA}}{v_{mB}}=\frac{A_A\omega_A}{A_B\omega_B}=\frac{۳}{\sqrt{۳}}\times\frac{\frac{۲\pi}{T_A}}{\frac{۲\pi}{T_B}}\Rightarrow\frac{v_{mA}}{v_{mB}}=\sqrt{۳}\times\frac{T_B}{T_A}=\sqrt{۳}\times\frac{۸}{۵}=\frac{۸\sqrt{۳}}{۵}$

نمای ۱۳

A ۱ ۶

خط فکری در گام اول انرژی مکانیکی نوسانگر را حساب می‌کنیم تا در گام بعدی با داشتن انرژی مکانیکی و براساس رابطهٔ $E=U+K$ ، با جایگذاری انرژی پتانسیل در نقطهٔ مورد نظر انرژی جنبشی نوسانگر و پس از آن سرعت نوسانگر را به‌دست آوریم.

۱ انرژی مکانیکی نوسانگر برابر است با:

$K=۵N/cm=۵۰۰N/m\ ,\ E=\frac{۱}{۲}kA^۲\Rightarrow E=\frac{۱}{۲}۵۰۰(۱۶\times۱۰^{-۴})=۰/۴J$

۲ انرژی پتانسیل نوسانگر در نقطهٔ مورد نظر ۰/۲J است، درنتیجه:

$E=U+K\Rightarrow ۰/۴=۰/۲J+K\Rightarrow K=۰/۲J$

۳ درنهایت براساس رابطهٔ انرژی جنبشی خواهیم داشت:

$K=\frac{۱}{۲}mv^۲\Rightarrow ۰/۲=\frac{۱}{۲}\times۱\times v^۲\Rightarrow v^۲=۰/۴$

$v^۲=\frac{۴}{۱۰}\Rightarrow v=\frac{۲}{\sqrt{۱۰}}\xrightarrow{\text{عبارت را گویا می‌کنیم}}$

$v=\frac{۲}{\sqrt{۱۰}}\times\frac{\sqrt{۱۰}}{\sqrt{۱۰}}=\frac{۲\sqrt{۱۰}}{۱۰}m/s$

تندی برحسب سانتی‌متر بر ثانیه خواسته شده است:

$v=\frac{۲\sqrt{۱۰}}{۱۰}\times۱۰۰cm/s=۲۰\sqrt{۱۰}cm/s$

نمای ۱۲

A ۱ ۷

خط فکری بزرگی سرعت نوسانگر در لحظهٔ عبور از حالت تعادل (مکان $x=۰$) بیشینه و برابر $v_m=A\omega$ است بنابراین شما باید دامنه (A) و همچنین دوره $(\omega=\frac{۲\pi}{T})$ را به‌دست بیاورید. اما شما نمودار انرژی - مکان را در اختیار دارید پس با توجه به اصل پایستگی انرژی مکانیکی $(E=K+U)$ باید به کمک انرژی مکانیکی نوسانگر، دوره را حساب کنید.

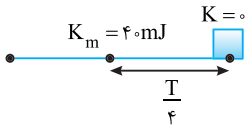
۱ با توجه به نمودار دامنه نوسانگر $A=۲cm$ است و در مکان $x=\sqrt{۲}cm$ انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل نوسانگر با هم برابر بوده و مقدار آن‌ها ۲۰mJ است، بنابراین انرژی مکانیکی نوسانگر خواهد شد:

$E=U+K=۲۰+۲۰\Rightarrow E=۴۰mJ$

نکته در حرکت هماهنگ ساده همواره بیشینه انرژی جنبشی، بیشینه انرژی پتانسیل و انرژی مکانیکی نوسانگر با هم برابرند $(E=K_m=U_m)$.

۲ انرژی مکانیکی نوسانگر ۴۰mJ شده است بنابراین بیشینه انرژی جنبشی نوسانگر نیز $K_m=۴۰mJ$ است. در صورت مسئله بازهٔ زمانی که انرژی جنبشی از $K=۰$ به $K=۴۰mJ$ می‌رسد را برابر ۰/۰۵s بیان کرده این یعنی نوسانگر از نقطهٔ بازگشت به مرکز نوسان رفته که این بازه برابر $\frac{T}{۴}$ است. از این‌رو:

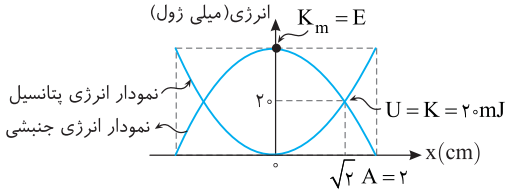
$\frac{T}{۴}=۰/۰۵\Rightarrow T=۰/۲s$



۳ بسامد زاویه‌ای را حساب می‌کنیم. $\omega=\frac{۲\pi}{T}=\frac{۲\pi}{۰/۲}\Rightarrow\omega=۱۰\pi\ rad/s$

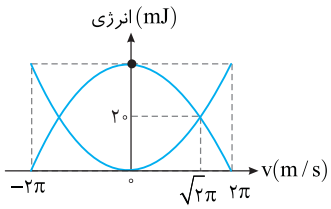
۴ در لحظهٔ گذر از مرکز نوسان $(x=۰)$ تندی بیشینه و برابر است با:

$v_m=A\omega\Rightarrow v_m=۰/۰۲\times۱۰\pi=\frac{\pi}{۵}m/s$



نمای ۱۳

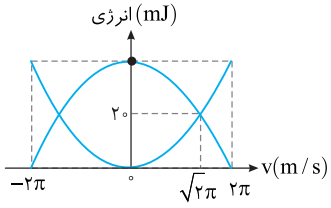
بازی با سؤال شکل زیر، نمودار انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل سامانهٔ جرم - فنر را برحسب سرعت نشان می‌دهد اگر حداقل زمانی که طول می‌کشد تا انرژی پتانسیل نوسانگر از ۴۰mJ به صفر برسد، برابر ۰/۰۵s باشد، دامنهٔ حرکت نوسانگر چند سانتی‌متر است؟ ریاضی - ۸۸



۱) ۷/۵ ۲) ۵ ۳) ۱۰ ۴) ۲۰

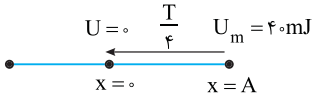
پاسخ در لحظه‌ای که سرعت نوسانگر $\sqrt{۲\pi}m/s$ است، انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل نوسانگر برابر است. $K=U=۲۰mJ$

مجموع انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل نوسانگر برابر انرژی مکانیکی نوسانگر است، از این‌رو: $E=K+U\Rightarrow E=۲۰+۲۰\Rightarrow E=۴۰mJ$



بیشینه انرژی پتانسیل نوسانگر برابر انرژی مکانیکی نوسانگر است $U_m=E=۴۰mJ$

انرژی پتانسیل نوسانگر در نقاط بازگشت دو انتهای مسیر بیشینه است و وقتی در مسئله بیان می‌کند که حداقل بازهٔ زمانی که انرژی پتانسیل از ۴۰mJ به صفر می‌رسد ۰/۰۵s است یعنی مدت زمانی که نوسانگر از دامنه به مبدأ می‌رود برابر ۰/۰۵s است که این بازه زمانی برابر $\frac{T}{۴}$ است از این‌رو: $\frac{T}{۴}=۰/۰۵\Rightarrow T=۰/۲s$



بسامد زاویه‌ای را حساب می‌کنیم.

$\omega=\frac{۲\pi}{T}\Rightarrow\omega=\frac{۲\pi}{۰/۲}\Rightarrow\omega=۱۰\pi\ rad/s$

با توجه به نمودار بیشینه تندی نوسانگر $v_m=۲\pi\ m/s$ است بنابراین:

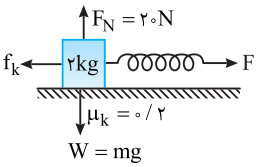
$v_m=A\omega\Rightarrow۲\pi=A(۱۰\pi)\Rightarrow A=۰/۲m=۲۰cm$

گزینهٔ ۴

۱۸ B

خط فکری ابتدا نیروهای وارد بر وزنهٔ ۲ کیلوگرمی را رسم کرده و به کمک قانون دوم نیوتون ثابت فنر را به‌دست آورید، سپس بسامد زاویه‌ای نوسان سامانه جرم - فنر را حساب کنید تا بتوانید شتاب بیشینه را به‌دست آورید.

یادآوری نیروی کشسانی فنر $F=k\Delta L$ و نیروی اصطکاک برابر $f_k=\mu_k F_N$ است.



۱ بنا به قانون دوم نیوتون:

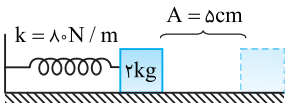
$F_{net}=ma\Rightarrow F-f_k=ma\Rightarrow k\Delta L-\mu_k F_N=ma$

$\xrightarrow{\Delta L=۰/۱m}k(۰/۱)-۰/۲\times۲۰=۲\times۲\Rightarrow۰/۱k=۸\Rightarrow k=۸۰N/m$

۲ بسامد زاویه‌ای سامانهٔ جرم - فنر را حساب می‌کنیم.

$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}\Rightarrow\omega=\sqrt{\frac{۸۰}{۲}}\Rightarrow\omega=\sqrt{۴۰}\Rightarrow\omega=۲\sqrt{۱۰}\ rad/s$

۳ مقدار انحراف وزنه از حالت تعادل و رها کردن وزنه برابر دامنه است، بنابراین: $A=۰/۰۵m$



۴ شتاب بیشینه نوسانگر خواهد شد:

$a_m=A\omega^۲\Rightarrow a_m=۰/۰۵\times۴۰\Rightarrow a_m=۲m/s^۲$

نمای ۹

۱۹ A

دورهٔ آونگ را از رابطهٔ $T=\frac{t}{N}$ به‌دست می‌آوریم:

$T_۱=\frac{t}{N_۱}\Rightarrow T_۱=\frac{۷۲}{۴۰}=۱/۸s\ ,\ T_۲=\frac{t}{N_۲}\Rightarrow T_۲=\frac{۷۲}{۴۵}=۱/۶s$

دورهٔ آونگ برابر $T=۲\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ است:

$T_۱=۲\pi\sqrt{\frac{\ell_۱}{g}}\Rightarrow۱/۸=۲\pi\sqrt{\frac{\ell_۱}{\pi^۲}}\Rightarrow\sqrt{\ell_۱}=۰/۹\Rightarrow\ell_۱=۰/۸۱m=۸۱cm$

$T_۲=۲\pi\sqrt{\frac{\ell_۲}{g}}\Rightarrow۱/۶=۲\pi\sqrt{\frac{\ell_۲}{\pi^۲}}\Rightarrow\sqrt{\ell_۲}=۰/۸\Rightarrow\ell_۲=۰/۶۴m=۶۴cm$

بنابراین طول آونگ ۸۱−۶۴=۱۷cm کاهش می‌یابد.

نمای ۷

۲۰ A

نکته دورهٔ نوسان آونگ به جرم و جنس گلوله بستگی ندارد. $T=۲\pi\sqrt{\ell/g}$

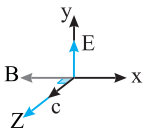
چون طول آونگ‌های A و B با هم برابر است، پس دورهٔ آن‌ها یکسان است و پدیدهٔ تشدید رخ می‌دهد.

نمای ۱۴

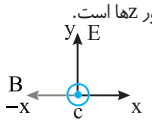
پنجره ۲ روبه‌روی ۳

B ۲ ۱

اگر می‌توانید شکل محورهای x، y و z را مطابق شکل روبه‌رو تجسم کنید. با توجه به قاعدهٔ دست راست ابتدا چهار انگشت باز دست راست خود را در جهت مثبت محور yها رو به بالا به گونه‌ای قرار دهید که کف دست شما در جهت منفی محور xها (یعنی جهت میدان مغناطیسی) قرار گیرد. در این حالت انگشت باز شست شما در جهت مثبت محور zها است.



البته می‌توانید محورها را به صورت روبه‌رو نیز رسم کنید و محور z را به صورت برون‌سو نمایش دهید.



نمای ۲۳

B ۳ ۲

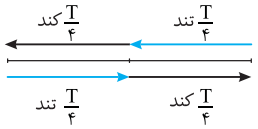
ریسمان را از دستگاهی گذرانده‌ایم و قطر ریسمان نصف شده است. بنابراین از سه رابطهٔ تندی انتشار موج در ریسمان رابطهٔ $v=\frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\pi\rho}}$ را انتخاب می‌کنیم.

$$\frac{v'}{v}=\frac{\frac{۲}{D'}\sqrt{\frac{F'}{\pi\rho'}}}{\frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\pi\rho}}} \xrightarrow{F'=F,\rho'=\rho} \frac{v'}{v}=\frac{D}{D'} \xrightarrow{D'=\frac{۱}{۲}D} v'=۲v$$

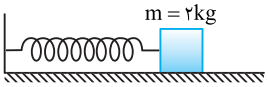
نمای ۱۷

A ۴ ۳

نکته در مدت یک دوره، جمعاً $\frac{T}{۲}$ حرکت کندشونده و $\frac{T}{۲}$ حرکت تندشونده است.



۱ دورهٔ حرکت را به‌دست می‌آوریم. $\frac{T}{۲}=۰/۲\Rightarrow T=۰/۴s$



۲ بسامد زاویه‌ای را حساب می‌کنیم: $\omega=\frac{۲\pi}{T}\Rightarrow\omega=\frac{۲\pi}{۰/۴}\Rightarrow\omega=۵\pi rad/s$

۳ بیشینه نیروی وارد بر نوسانگر خواهد شد:

$$F_m=mA\omega^۲ \xrightarrow{A=۵\times۱۰^{-۲}m} F_m=۲\times۵\times۱۰^{-۲}\times(۵\pi)^۲$$

$$\Rightarrow F_m=۱۰^{-۱}\times۲۵\times\pi^۲\Rightarrow F_m=۲۵N$$

نمای ۹

B ۱ ۴

۱ بسامد زاویه‌ای نوسانگر را حساب می‌کنیم.

$$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}} \xrightarrow{k=۹۰۰N/m,\ m=۲/۲۵kg} \omega=\sqrt{\frac{۹۰۰}{۲/۲۵}}=\frac{۳۰}{۱/۵}\Rightarrow\omega=۲۰rad/s$$

۲ با استفاده از بیشینه تندی، دامنهٔ نوسان را به‌دست می‌آوریم.

$$v_m=A\omega \xrightarrow{v_m=۱m/s} ۱=A\times۲۰\Rightarrow A=\frac{۱}{۲۰}m=۰/۰۵m$$

۳ دوره خواهد شد: $\omega=\frac{۲\pi}{T}\Rightarrow۲۰=\frac{۲\times۳}{T}\Rightarrow T=۰/۳s$

۴ مشخص می‌کنیم $\Delta t=۰/۰۵s$ چه کسری از دوره است.

$$\frac{\Delta t}{T}=\frac{۰/۰۵}{۰/۳}\Rightarrow\frac{\Delta t}{T}=\frac{۵}{۳۰}\Rightarrow\Delta t=\frac{T}{۶}$$

۵ بیشینه تندی متوسط نوسانگر در یک مدت معین یعنی بیشینه جابه‌جایی، بنابراین باید حرکت نوسانگر در دو طرف حالت تعادل و در اطراف جایی که تندی بیشینه است را بررسی می‌کنیم.

۶ بازهٔ $\frac{T}{۶}$ را به دو قسمت مساوی $\frac{T}{۱۲}$ تقسیم می‌کنیم. در مدت $\frac{T}{۶}$ نوسانگر از مکان $-\frac{A}{۲}$ به مکان $+\frac{A}{۲}$ می‌رود.

$$|\Delta x_{max}|=A$$

$$\Delta x=A=۰/۰۵m$$

$$-A \quad -\frac{A}{۲} \quad +\frac{T}{۱۲} \quad +\frac{T}{۱۲} \quad +\frac{A}{۲} \quad +A$$

$$\Delta t=\frac{T}{۶}$$

۷ بیشینه تندی متوسط خواهد شد:

$$v_{av_m}=\frac{|\Delta x_m|}{\Delta t}=\frac{۰/۰۵}{۰/۰۵}\Rightarrow v_{av_m}=۱m/s$$

نمای ۱۰

B ۵ ۲

۱ مجموع انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل نوسانگر برابر انرژی مکانیکی آن است:

$$E=K+U$$

۲ سرعت در لحظه‌ای خواسته شده که انرژی جنبشی (K) و انرژی پتانسیل (U) با هم برابر است:

$$E=K+U \xrightarrow{K=U} E=۲K$$

۳ انرژی مکانیکی $۸mJ=۸\times۱۰^{-۳}J$ و انرژی جنبشی از رابطهٔ $K=\frac{۱}{۲}mv^۲$ به‌دست می‌آید:

$$۸\times۱۰^{-۳}=۲(\frac{۱}{۲}\times mv^۲)\Rightarrow۸\times۱۰^{-۳}=۰/۱\times v^۲$$

$$\Rightarrow v^۲=۸\times۱۰^{-۲}\Rightarrow v=۲\sqrt{۲}\times۱۰^{-۱}=\frac{۲\sqrt{۲}}{۱۰}=\frac{\sqrt{۲}}{۵}m/s$$

نمای ۱۱

B ۶ ۲

یادآوری مسافتی که موج در مدت یک دوره طی می‌کند برابر طول موج است.

$$\lambda=vt$$

نکته مسافتی که هر ذره از محیط انتشار موج طی می‌کند چهار برابر دامنه است. $(۴A)$

۱ با توجه به فرض مسئله طول موج چهار برابر دامنه است.

$$\lambda=۴A$$

۲ نسبت تندی بیشینهٔ نوسان به تندی انتشار موج خواهد شد:

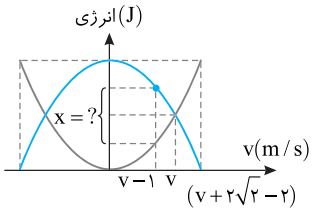
$$\frac{v_m}{v}=\frac{A\omega}{\frac{\lambda}{T}} \xrightarrow{\lambda=۴A} \frac{v_m}{v}=\frac{A\frac{۲\pi}{T}}{\frac{۴A}{T}}\Rightarrow\frac{v_m}{v}=\frac{\pi}{۲}$$

نمای ۱۸

B ۷ ۳

۱ در سرعت v، انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی نوسانگر با هم برابر است و بنا به پایستگی انرژی مکانیکی می‌توان نوشت:

$$E=U+K \xrightarrow{U=K} E=K+K\Rightarrow E=۲K\Rightarrow E=۲(\frac{۱}{۲}mv^۲)\ (I)$$



۲ بیشینه انرژی جنبشی نوسانگر برابر انرژی مکانیکی آن است. با توجه به نمودار بیشینه تندی نوسانگر برابر $v_m = v + 2\sqrt{2} - 2$ است. بنابراین انرژی مکانیکی نوسانگر خواهد شد:

$$E = K_m = \frac{1}{2}mv_m^2 \Rightarrow E = \frac{1}{2}m(v+2\sqrt{2}-2)^2 \quad (II)$$

۳ از رابطهٔ (I) و (II) نتیجه می‌شود:

$$2\left(\frac{1}{2}mv^2\right) = \frac{1}{2}m(v+2\sqrt{2}-2)^2 \Rightarrow 2v^2 = (v+2\sqrt{2}-2)^2$$

$$\xrightarrow{\text{از دو طرف جذر می‌گیریم}} \sqrt{2}v = v + 2\sqrt{2} - 2 \Rightarrow \sqrt{2}v - v = 2(\sqrt{2}-1)$$

$$v(\sqrt{2}-1) = 2(\sqrt{2}-1) \Rightarrow v = 2\,m/s$$

۴ تندی $v-1$ برابر است با:

$$v - 1 = 2 - 1 = 1\,m/s$$

۵ انرژی مکانیکی نوسانگر خواهد شد:

$$\xrightarrow{(I)} E = 2\left(\frac{1}{2}\times 0/2 \times (2)^2\right) \Rightarrow E = 0/8\,J$$

۶ انرژی جنبشی نوسانگر وقتی تندی $v - 1 = 1\,m/s$ است برابر خواهد شد با:

$$K = \frac{1}{2}m(v-1)^2 = \frac{1}{2}\times 0/2(1) \Rightarrow K = 0/1\,J$$

۷ انرژی پتانسیل در این لحظه برابر است با:

$$E = U + K \Rightarrow 0/8 = U + 0/1 \Rightarrow U = 0/7\,J$$

۸ اختلاف انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل را به‌دست می‌آوریم.

$$U - K = 0/7 - 0/1 = 0/6\,J$$

نمای ۱۲

B ۴ ۸

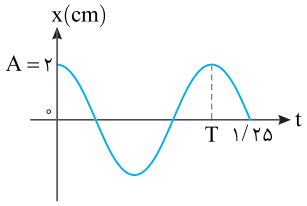
با توجه به نمودار داریم:

$$\frac{5T}{4} = 1/25 \Rightarrow T = 1s \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi$$

انرژی مکانیکی برابر است با:

$$E = \frac{1}{2}mA^2\omega^2 = \frac{1}{2}m(A\omega)^2 = \frac{1}{2}\times 0/1\times(4\pi\times 10^{-2})^2$$

$$= \frac{1}{2}\times 10^{-1}\times 16\pi^2\times 10^{-4} = 8\pi^2\times 10^{-5}\,J = 8\pi^2\times 10^{-2}\,mJ = 0/08\pi^2\,mJ$$



نمای ۱۲

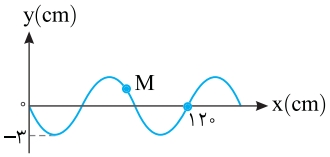
B ۲ ۹

نکته یک نوسانگر ساده در مدت‌زمان یک دوره مسافت $4A$ و در مدت‌زمان نصف دوره مسافت $2A$ را طی می‌کند. اما این تناسب برای مدت‌زمان یک‌چهارم دوره صدق نمی‌کند و مسافت الزاماً برابر A نخواهد بود. در این حالت میزان مسافت طی‌شده در مدت یک‌چهارم دوره بستگی به نقطهٔ شروع حرکت نوسانگر دارد.

با توجه به نمودار طول موج را حساب می‌کنیم:

$$3\frac{\lambda}{2} = 120 \Rightarrow \lambda = 80\,cm$$

حال با داشتن طول موج و تندی، دوره را به‌دست می‌آوریم:



$$T = \frac{\lambda}{v} \Rightarrow T = \frac{0/8}{10} = 0/08\,s$$

مدت‌زمان طی‌شده برابر $t_2 - t_1 = 0/04\,s$ یعنی $\frac{T}{2} = 0/04\,s$ است.

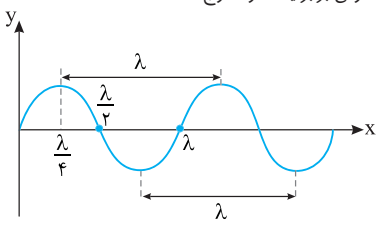
بنابراین بازهٔ زمانی داده شده نصف دوره است و در نصف دوره یک نوسانگر ساده همواره مسافت $2A$ را طی می‌کند، بنابراین $2\times 3 = 6\,cm$ مسافت طی‌شده است.

نمای ۱۹

A ۲ ۱۰

یادآوری ۱ تندی انتشار موج در یک محیط به جنس و ویژگی‌های محیط بستگی دارد و تندی انتشار امواجی که در محیط یکسان منتشر می‌شوند باهم برابر است.

یادآوری ۲ در نمودار جابه‌جایی - مکان (نقش موج)، فاصلهٔ دو برآمدگی متوالی و دو فرورفتگی متوالی برابر یک طول موج است.

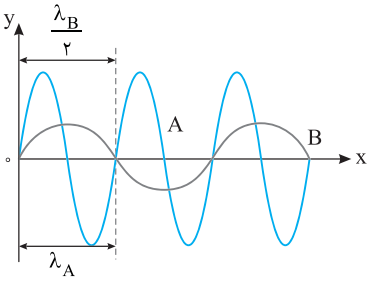


دو موج در یک محیط در حال انتشار هستند و تندی انتشار آن‌ها باهم برابر است، بنابراین:

$$\frac{v_A}{v_B} = 1$$

با توجه به شکل، طول موج B دو برابر طول موج A است.

$$\lambda_B = 2\lambda_A$$



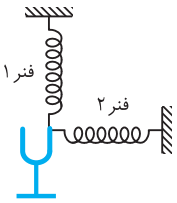
بنا به تعریف طول موج $\lambda = vT$ خواهیم داشت:

$$v_B T_B = 2v_A T_A \xrightarrow{v_A = v_B} T_B = 2T_A \Rightarrow \frac{T_A}{T_B} = \frac{1}{2}$$

پنجرهٔ ۳ روبه‌روی ۴

B ۳ ۱

به دیاپازون نگاه کنید. تیغه‌های دیاپازون وقتی به ارتعاش در می‌آیند به چپ و راست می‌روند.



وقتی تیغه به چپ می‌رود فنر ۲ را می‌کشد و فنر باز می‌شود و وقتی تیغه به سمت راست می‌رود، فنر ۲ جمع می‌شود و این باز شدگی و جمع‌شدگی سبب انتشار موج طولی در فنر ۲ می‌شود.

در فنر ۱ با حرکت تیغه حلقه‌ها به سمت چپ و راست می‌روند و موج به بالا می‌رود یعنی راستای نوسان حلقه بر راستای پیشروی موج عمود بوده و موج در فنر (۱) عرضی است.

نکته تندی انتشار امواج طولی در جامدات از تندی انتشار امواج عرضی بیشتر است.

۱ فنرها یکسان هستند اما در فنر (۲) موج طولی و در فنر (۱) موج عرضی است بنابراین $v_۲ > v_۱$ است.

۲ بسامد موج را چشمهٔ موج تعیین می‌کند. چشمه موج در هر دو فنر، دیاپازون است بنابراین بسامد موج در دو فنر یکسان است. $(f_۱ = f_۲)$

۳ با ثابت بودن بسامد موج، با توجه به تعریف طول موج $(\lambda = v/f)$ چون $(v_۲ > v_۱)$ است بنابراین $(\lambda_۲ > \lambda_۱)$ خواهد شد.

۴ دامنه چشمه برای هر دو موج یکسان است بنابراین دامنه موج در فنر (۱) و (۲) برابر است. $(A_۱ = A_۲)$ در نتیجه گزینهٔ (۳) درست است.

نمای ۲۴

B ۴ ۲

نکته فاصلهٔ بین یک تراکم و یک انبساط متوالی در امواج طولی برابر $\frac{\lambda}{۲}$ است.

۱ بنا به فرض مسئله فاصلهٔ یک تراکم از یک انبساط مجاورش ۴۰cm است. طول موج را حساب می‌کنیم.

$$\frac{\lambda}{۲} = ۴۰ \Rightarrow \lambda = ۸۰\text{cm} \Rightarrow \lambda = ۰/۸\text{m}$$

۲ دوره را به‌دست می‌آوریم.

$$\lambda = vT \xrightarrow{v = ۱۶\text{m/s}} ۰/۸ = ۱۶T \Rightarrow T = \frac{۱}{۲۰}\text{s}$$

۳ هر ذره از محیط دارای حرکت هماهنگ ساده است و در مدت یک دوره مسافتی چهار برابر دامنه $(\ell = ۴A)$ طی می‌کند. بنابراین در مدت $\Delta t = \frac{۱}{۲۰}\text{s}$ مسافت طی شده خواهد شد:

$$\ell = ۴A \xrightarrow{A = ۵\text{cm}} \ell = ۴ \times ۵ = ۲۰\text{cm}$$

نمای ۲۴

B ۴ ۳

تندی انتشار موج به دوره و دامنهٔ موج بستگی ندارد و برای بسامدهای مختلف یکسان است. $(v_۲ = v_۱)$

یادآوری توان متوسط انتقال انرژی با مربع دامنه و مربع بسامد نسبت مستقیم دارد.

دوره نصف شده است، بنابراین بسامد خواهد شد:

$$f = \frac{۱}{T} \Rightarrow \frac{f_۲}{f_۱} = \frac{T_۱}{T_۲} \Rightarrow \frac{f_۲}{f_۱} = \frac{۱}{\frac{۱}{۲}} = ۲$$

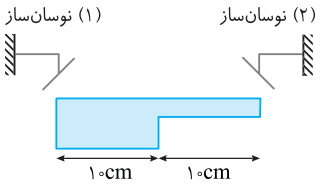
توان متوسط انتقال انرژی خواهد شد:

$$\frac{\overline{P}_۲}{\overline{P}_۱} = (\frac{f_۲}{f_۱})^۲ \times (\frac{A_۲}{A_۱})^۲ \Rightarrow \frac{\overline{P}_۲}{\overline{P}_۱} = (۲)^۲ \times (۲)^۲ = ۱۶$$

نمای ۲۱

B ۴ ۳

نکته در آب‌های کم‌عمق، تندی انتشار امواج سطحی آب در مناطق کم عمق‌تر، کمتر است.



امواج نوسان‌ساز (۱) در آب عمیق‌تر منتشر می‌شوند بنابراین تندی انتشار آن‌ها بیشتر است. بنابراین محل اولین ملاقات دو موج باید از نوسان‌ساز (۱) دورتر و به نوسان‌ساز (۲) نزدیک باشد. در نتیجه گزینهٔ (۳) که در آن فاصله از نوسان (۱) را 12cm بیان کرده می‌تواند جواب مسئله باشد.

نمای ۲۰

B ۳ ۵

تندی انتشار موج برابر است با:

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

یک ذره از محیط دارای حرکت هماهنگ ساده است و در مدت یک دوره، مسافتی چهار برابر دامنهٔ $(L = ۴A)$ طی می‌کند، بنابراین تندی متوسط هر ذره از محیط در مدت یک دوره خواهد شد:

$$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} \Rightarrow s_{av} = \frac{۴A}{T}$$

بنا به فرض مسئله تندی انتشار موج با تندی متوسط ذرات محیط در یک دوره برابر است، از این‌رو می‌توان نوشت:

$$v = s_{av} \Rightarrow \frac{\lambda}{T} = \frac{۴A}{T} \Rightarrow \lambda = ۴A \Rightarrow \frac{\lambda}{A} = ۴$$

در نتیجه نموداری درست است که در آن طول موج چهار برابر دامنه باشد.

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): $\frac{\lambda}{۴} = ۳ \Rightarrow \lambda = ۱۲\text{cm}, A = ۴\text{cm} \Rightarrow \frac{\lambda}{A} = \frac{۱۲}{۴} = ۳ \neq ۴$ ×

گزینهٔ (۲): $\frac{\lambda}{۴} = ۳ \Rightarrow \lambda = ۱۲\text{cm}, A = ۲ \Rightarrow \frac{\lambda}{A} = \frac{۱۲}{۲} = ۶ \neq ۴$ ×

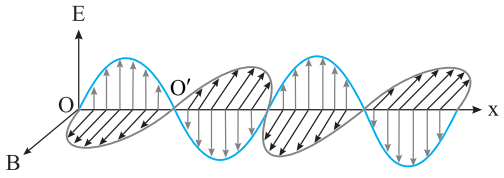
گزینهٔ (۳): $\frac{\lambda}{۲} = ۸ \Rightarrow \lambda = ۱۶\text{cm}, A = ۴\text{cm} \Rightarrow \frac{\lambda}{A} = \frac{۱۶}{۴} \Rightarrow \frac{\lambda}{A} = ۴$ ✓

گزینهٔ (۴): $\frac{\lambda}{۲} = ۸ \Rightarrow \lambda = ۱۶\text{cm}, A = ۲\text{cm} \Rightarrow \frac{\lambda}{A} = \frac{۱۶}{۲} \Rightarrow \frac{\lambda}{A} = ۸ \neq ۴$ ×

نمای ۱۹

A ۲ ۶

بسامد و دورهٔ نوسان میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی موج الکترومغناطیسی در همهٔ نقاط یکسان است. بنابراین گزینهٔ (۱) و (۴) نادرست است.



برای بررسی گزینه‌های (۲) و (۳) باید طول موج را حساب کنیم.

$$\lambda = \frac{v}{f} \xrightarrow{v = ۳ \times ۱۰^۸\text{m/s}, f = ۲ \times ۱۰^۶\text{Hz}} \lambda = \frac{۳ \times ۱۰^۸}{۲ \times ۱۰^۶} \Rightarrow \lambda = ۱۵۰\text{m}$$

با توجه به نمودار فاصلهٔ O تا O′ برابر $\frac{\lambda}{۲}$ است از این‌رو:

$$OO'=\frac{\lambda}{۲}\Rightarrow OO'=\frac{۱۵۰}{۲}\Rightarrow OO'=۷۵m$$

بنابراین گزینهٔ (۲) درست و گزینهٔ (۳) نادرست است.

نمای ۲۲

B ۱ ۷

نکته اختلاف تراز شدت دو صوت برابر لگاریتم نسبت شدت آن دو صوت می‌شود:

$$\beta_A-\beta_B=۱۰\log\frac{I_A}{I_۰}-۱۰\log\frac{I_B}{I_۰}$$

$$\xrightarrow{\log a-\log b=\log\frac{a}{b}}\Delta\beta=۱۰\log\frac{\frac{I_A}{I_۰}}{\frac{I_B}{I_۰}}\Rightarrow\Delta\beta=۱۰\log\frac{I_A}{I_B}$$

با توجه به نسبت خواسته شده، لازم است دو تراز شدت صوت داده شده را از هم کم کنیم. تا لگاریتم $\frac{I_۲}{I_۱}$ را به‌دست آوریم:

$$\Delta\beta=\beta_۲-\beta_۱\Rightarrow ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۰}-۱۰\log\frac{I_۱}{I_۰}=۹۲-۲۸=۶۴$$

$$\Rightarrow ۱۰(\log\frac{\frac{I_۲}{I_۰}}{\frac{I_۱}{I_۰}})=۶۴\Rightarrow\log\frac{I_۲}{I_۱}=۶/۴$$

نکته $\log۱۰^n$ برابر n است و $\log a-\log b$ برابر $\log\frac{a}{b}$ است.

می‌توان عدد ۶/۴ به‌دست آمده را به صورت ۷−۲(۰/۳) نوشت و به جای ۷، $\log۱۰^۷$ و به جای ۰/۳ از $\log۲$ استفاده کرد:

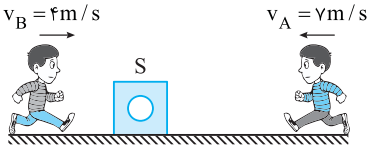
$$\log\frac{I_۲}{I_۱}=۷-۲(۰/۳)\Rightarrow\log\frac{I_۲}{I_۱}=\log۱۰^۷-۲\log۲$$

$$\Rightarrow\log\frac{I_۲}{I_۱}=\log\frac{۱۰^۷}{۴}\Rightarrow\frac{I_۲}{I_۱}=۰/۲۵\times۱۰^۷=۲/۵\times۱۰^۶$$

نمای ۲۷

B ۲ ۸

چشمه ساکن است و هر گاه چشمه ساکن باشد، فاصلهٔ جبهه‌های موج منتشر شده در محیط تغییر نمی‌کند و طول موج ثابت است بنابراین $\lambda_A>\lambda_B$ مقایسهٔ نادرستی است.



تندی حرکت ناظر A از تندی حرکت ناظر B بیشتر است و در مدت ۱s، تعداد جبهه‌های موجی که دریافت می‌کند بیشتر بوده بنابراین بسامد دریافتی توسط ناظر A از بسامد دریافتی توسط ناظر B بیشتر است و مقایسهٔ $f_A>f_B$ درست است.

ناظر A در لحظهٔ نشان داده شده در فاصلهٔ دورتری از چشمه قرار دارد و شدت صوت دریافتی ناظر A از شدت صوت دریافتی ناظر B کمتر است و مقایسهٔ $I_A>I_B$ نادرست است.

نمای ۲۸

B ۱ ۹

خط فکری شدت صوت برابر توان صوتی گذرنده از یکای سطح عمود بر راستای پیشروی صوت است $(I=P/A)$ که در این رابطه $A=۴\pi r^۲$ بوده که r فاصله نقطهٔ مورد نظر از منبع صوت است. در صورت مسئله تراز شدت صوت در فاصلهٔ ۵m از منبع $\beta=۶۰dB$ بیان شده پس شما ابتدا باید شدت صوت در محل را به کمک تراز شدت صوت به‌دست آورده و سپس توان منبع صوت را حساب کنید.

ابتدا با توجه به تراز شدت صوت، شدت صوت تولیدی را به‌دست می‌آوریم:

$$\beta=۱۰\log\frac{I}{I_۰}\xrightarrow{\beta=۶۰dB}۱۰\log\frac{I}{I_۰}=۶۰\Rightarrow\log\frac{I}{I_۰}=۶\Rightarrow\frac{I}{I_۰}=۱۰^۶$$

$$\xrightarrow{I_۰=۱۰^{-۱۲}W/m^۲}I=۱۰^{-۶}W/m^۲$$

با توجه به تعریف شدت صوت می‌توانیم توان منبع را حساب کنیم. شدت صوت برابر است با:

$$I=\frac{\bar{P}}{A}\Rightarrow۱۰^{-۶}=\frac{\bar{P}}{۴\pi\times r^۲}\Rightarrow۱۰^{-۶}=\frac{\bar{P}}{۴\times\pi\times۲۵}$$

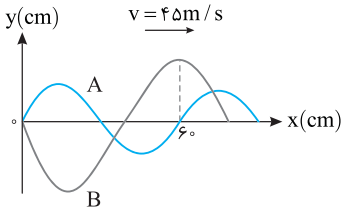
$$\Rightarrow\bar{P}=۱۰^{-۴}\pi W=۰/۱\pi mW$$

نمای ۲۷

B ۲ ۱۰

۱ از روی محور افقی طول موج هر موج را حساب می‌کنیم.

$$A:\lambda_A=۶۰cm\,,B:\frac{۳}{۴}\lambda_B=۶۰\Rightarrow\lambda_B=۸۰cm$$



۲ بسامد موج‌های A و B را به‌دست می‌آوریم.

$$v=f\lambda\Rightarrow f=\frac{v}{\lambda}\begin{cases}\xrightarrow{A}f_A=\frac{۴۵}{۰/۶}\Rightarrow f_A=\frac{۴۵۰}{۶}\Rightarrow f_A=۷۵Hz\\ \xrightarrow{B}f_B=\frac{۴۵}{۰/۸}\Rightarrow f_B=\frac{۴۵۰}{۸}\Rightarrow f_B=۵۶/۲۵Hz\end{cases}$$

۳ تعداد نوسان‌های A و B را در مدت ۲۰s حساب می‌کنیم.

$$A:\frac{۱s\ |\ \text{نوسان }۷۵}{۲۰s\ |\ N_A}\Rightarrow N_A=۱۵۰۰$$

$$B:\frac{۱s\ |\ ۵۶/۲۵}{۲۰s\ |\ N_B}\Rightarrow N_B=۱۱۲۵\text{ نوسان}$$

۴ اختلاف نوسان‌ها خواهد شد:

$$N_A-N_B=۱۵۰۰-۱۱۲۵=۳۷۵Hz$$

نمای ۱۹

پنجره ۴ روبه‌روی ۵

B ۱ ۱

خط فکری علت این که شخص دو صدا با اختلاف زمانی Δt دریافت می‌کند متفاوت بودن تندی انتشار صوت در هوا و فلز است. صوتی که از درون فلز منتقل می‌شود سریع‌تر از صوتی که از درون هوا منتقل می‌شود به سر دیگر لوله می‌رسد. تندی انتشار موج ثابت است و معادلهٔ انتشار موج یک معادلهٔ سرعت $(\Delta x = vt)$ است. کافی است زمان را به‌دست آورده از هم کم کنیم.

زمان حرکت صوت در هوا برابر است با: $\Delta x = v_{هوا} t_{هوا} \xrightarrow{\Delta x = \ell} t_{هوا} = \frac{\ell}{v_{هوا}}$

زمان حرکت صوت در فلز خواهد شد: $\Delta x = v_{فلز} t_{فلز} \Rightarrow t_{فلز} = \frac{\ell}{v_{فلز}}$

بنابراین: $\Delta t = t_{هوا} - t_{فلز} = \frac{\ell}{v_{هوا}} - \frac{\ell}{v_{فلز}} \Rightarrow \Delta t = \frac{v_{فلز} - v_{هوا}}{v_{هوا} v_{فلز}} \ell$

نمای ۲۶

B ۱ ۲

۱ با توجه به تعریف تراز شدت صوت می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} \beta_1 = 10 \log \frac{I_1}{I_0} \\ \beta_2 = 10 \log \frac{I_2}{I_0} \end{cases} \xrightarrow{\text{دو رابطه را از هم کم می‌کنیم}}$$

$$\beta_2 - \beta_1 = 10 \log \frac{I_2}{I_0} - 10 \log \frac{I_1}{I_0}$$

با توجه به خاصیت لگاریتم $\log a - \log b = \log \frac{a}{b}$ می‌توان نوشت:

$$\beta_2 - \beta_1 = 10 \log \frac{\frac{I_2}{I_0}}{\frac{I_1}{I_0}} \Rightarrow \beta_2 - \beta_1 = 10 \log \frac{I_2}{I_1}$$

۲ داده‌های مسئله را جای‌گذاری می‌کنیم، $\beta_1 = 80\,dB$ و $\beta_2 = 120\,dB$

$$120 - 80 = 10 \log \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow \log \frac{I_2}{I_1} = 4 \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = 10^4$$

یادآوری شدت صوت با مجذور فاصله نسبت وارون دارد. $I \propto \frac{1}{r^2}$

۳ به کمک نسبت شدت صوت‌ها، فاصلهٔ نقطه از منبع صوت در حالت دوم را به‌دست می‌آوریم.

$$\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \xrightarrow{r_1 = 20\,m} 10^4 = \left(\frac{20}{r_2}\right)^2$$

$$10^2 = \frac{20}{r_2} \Rightarrow r_2 = 0/2\,m = 20\,cm$$

نمای ۲۷

B ۳ ۴

نکته شدت صوت یک چشمهٔ صوتی I است. اگر n چشمه صوت شبیه آن با هم و در کنار هم صوت ایجاد کنند در همان فاصله از چشمه، شدت صوت nI خواهد شد.

۱ سه چشمه به چشمهٔ اول اضافه شده یعنی جمعاً ۴ چشمه با هم صوت تولید می‌کنند و شدت صوت خواهد شد: $I_2 = 4I_1$

۲ اختلاف تراز شدت صوت را در دو حالت به دست می‌آوریم.

$$\beta_2 - \beta_1 = 10 \log \frac{I_2}{I_0} - 10 \log \frac{I_1}{I_0} \Rightarrow \beta_2 - \beta_1 = 10 \log \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow \beta_2 - \beta_1 = 10 \log \frac{4I_1}{I_1}$$

$$\beta_2 - \beta_1 = 10 \log 4 = 10 \log 2^2 \xrightarrow{\log a^n = n \log a} \beta_2 - \beta_1 = 20 \log 2$$

$$\xrightarrow{\log 2 = 0/3} \beta_2 - \beta_1 = 20 \times 0/3 = 6\,dB$$

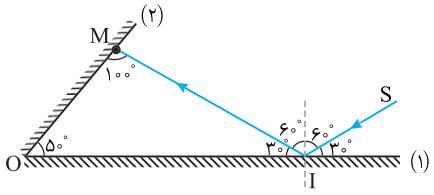
نمای ۲۷

B ۴ ۳

۱ زاویهٔ تابش به آینه (۱) برابر $60^\circ - 30^\circ = 90^\circ$ است.

۲ در شکل (الف) زاویه‌ای که پرتو با سطح آینهٔ (۲) می‌سازد، یعنی زاویهٔ M برابر خواهد شد با:

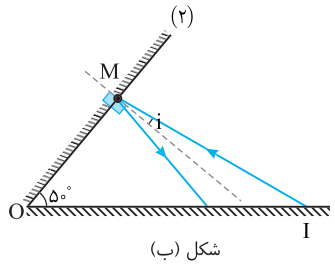
$$\Delta OMI \Rightarrow \hat{M} + 30^\circ + 50^\circ = 180^\circ \Rightarrow \hat{M} = 100^\circ C$$



شکل (الف)

۳ در شکل (ب) خط عمود بر آینهٔ (۲) را رسم کرده‌ایم تا زاویه‌ای که پرتو بازتاب از آینهٔ (۲) با سطح آینه می‌سازد را بیابیم. زاویهٔ $\hat{i}$ روی شکل برابر است با:

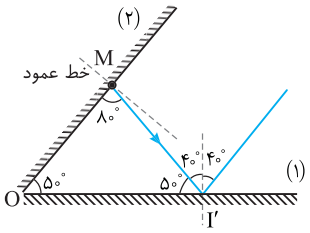
$$i = 100^\circ - 90^\circ = 10^\circ$$



شکل (ب)

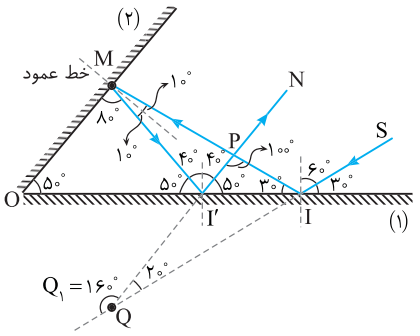
بنابراین زاویهٔ بازتاب از آینهٔ (۲) نیز 10° است و این پرتو با سطح آینهٔ (۲) زاویهٔ $80^\circ = 10^\circ - 90^\circ$ می‌سازد.

۴ با توجه به شکل زاویه‌ای که پرتو بازتاب MI′ با سطح آینهٔ (۱) می‌سازد 50° است و زاویهٔ تابش در این نقطه 40° می‌شود.



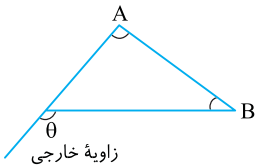
شکل (پ)

۵ اکنون مسیر کامل پرتو SI را پس از بازتاب از آینه‌های (۱) و (۲) رسم می‌کنیم و پرتو SI و پرتو I′N را امتداد می‌دهیم تا یکدیگر را قطع کنند و زاویهٔ بین آن‌ها را که روی شکل با حرف Q_1 نشان داده‌ایم، حساب می‌کنیم.



نکته زاویهٔ خارجی مثلث همواره برابر مجموع دو زاویهٔ داخلی غیر مجاور با آن است.

$\hat{\theta}=\hat{A}+\hat{B}$



در شکل زاویهٔ Q_1 زاویهٔ خارجی مثلث QIP است. بنابراین:

$Q_1=۱۰۰+۳۰+۳۰=۱۶۰^\circ$

نمای ۳۴

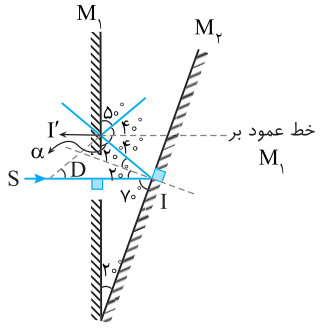
B ۲ ۵

۱ پرتو SI که به سطح آینه M_2 می‌تابد با سطح آینه زاویهٔ $۷۰^\circ-۲۰=۹۰^\circ$ می سازد.

۲ زاویهٔ تابش بر سطح آینه M_2 برابر ۲۰° و زاویهٔ بین پرتو بازتاب از آینهٔ (۲) و پرتو تابش بر آینه M_2 برابر $۲\times۲۰^\circ=۴۰^\circ$ است.

۳ با توجه به شکل زاویهٔ α یعنی زاویهٔ بین پرتو تابش (II') با سطح آینه برابر $۹۰-۴۰=۵۰^\circ$ است بنابراین زاویهٔ تابش و بازتاب بر سطح آینه M_1 برابر ۴۰° می‌باشد.

۴ خط عمود بر آینهٔ M_1 و پرتو SI موازی هستند و بنا به خاصیت موازی مورب زاویهٔ $D=۴۰^\circ$ می‌شود.



میانبر در آینه‌های متقاطع پس از دو بار بازتاب زاویهٔ انحراف دو برابر زاویهٔ بین دو آینه است.

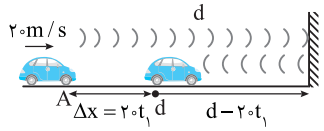
$D=۲\times۲۰=۴۰^\circ$

نمای ۳۴

C ۱ ۶

حالت اول: در مدت t_1 که پژواک به راننده می‌رسد خودرو با تندی $۲۰m/s$ به اندازهٔ $۲۰t_1$ جلو می‌رود و به مانع نزدیک می‌شود. بنابراین صوت مسیری که طی می‌کند مطابق شکل برابر است با:

$\ell=d+d-۲۰t_1$

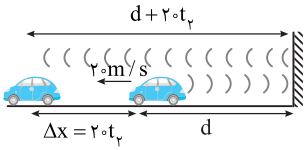


تندی انتشار صوت $۳۴۰m/s$ است بنابراین خواهیم داشت:

$\ell=v_{صوت}t_1\Rightarrow ۲d-۲۰t_1=۳۴۰t_1\Rightarrow ۲d=۳۶۰t_1\Rightarrow t_1=\frac{d}{۱۸۰}$

حالت دوم: خودرو با تندی $۲۰m/s$ در مدت t_2 به اندازهٔ $\Delta x=۲۰t_2$ از صخره دور می‌شود و مطابق شکل مسافتی که صوت طی می‌کند تا به مانع برسد و از آن برگردد تا به راننده برسد خواهد شد:

$\ell_2=d+d+۲۰t_2\Rightarrow \ell_2=۲d+۲۰t_2$



ℓ_2 را صوت با تندی $۳۴۰m/s$ طی کرده است بنابراین:

$\ell=v_{صوت}t\Rightarrow ۲d+۲۰t_2=۳۴۰t_2\Rightarrow ۲d=۳۲۰t_2\Rightarrow t_2=\frac{d}{۱۶۰}$

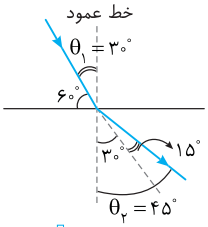
با توجه به فرض مسئله $t_2-t_1=۰/۲۵s$ است در نتیجه:

$\frac{d}{۱۶۰}-\frac{d}{۱۸۰}=۰/۲۵\Rightarrow\frac{۹d-۸d}{۱۴۴۰}=۰/۲۵\Rightarrow d=۱۴۴۰\times۰/۲۵\Rightarrow d=۳۶۰m$

نمای ۳۲

C ۱ ۷

ابتدا زاویهٔ تابش $\theta_1=۹۰-۶۰=۳۰^\circ$ و زاویهٔ شکست $\theta_2=۳۰+۱۵=۴۵^\circ$ را مشخص می‌کنیم. سپس با استفاده از رابطهٔ زیر خواهیم داشت:



$\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}=\frac{v_2}{v_1}=\frac{\lambda_2}{\lambda_1}=\frac{n_1}{n_2}\Rightarrow\frac{\lambda_2}{\lambda_1}=\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}$

$\Rightarrow\frac{\lambda_2}{\lambda_1}=\frac{\sin۴۵^\circ}{\sin۳۰^\circ}\Rightarrow\frac{\lambda_2}{\lambda_1}=\sqrt{۲}$

نمای ۳۸

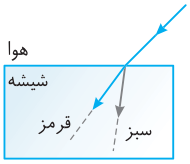
B ۳ ۸

یادآوری ضریب شکست یک محیط شفاف برای طول موج‌های مختلف نور متفاوت است و هرچه طول موج بزرگ‌تر باشد، ضریب شکست کمتر بوده و پرتو کمتر منحرف می‌شود (می‌شکند).

۱ طول موج نور قرمز از طول موج نور سبز بلندتر بوده و ضریب شکست شیشه برای نور قرمز کمتر بوده و نور قرمز کمتر منحرف می‌شود.

۲ پرتو از هوا وارد شیشه شده از این‌رو پرتوهای شکست به خط عمود نزدیک‌تر می‌شوند.

۳ بنابراین پرتوها وقتی وارد شیشه می‌شوند از هم جدا شده و نور سبز به خط عمود نزدیک‌تر می‌شود بنابراین گزینهٔ (۳) درست است.



نمای ۳۸

C ۲ ۹

نکته زاویهٔ بین جبهه‌های موج و مرز دو محیط برابر زاویهٔ بین پرتو و خط عمود است. زاویهٔ تابش در محیط (۱) برابر $\theta_1=\alpha$ و زاویهٔ شکست $\theta_2=\beta$ است.

نکته فاصلهٔ جبهه‌های موج از هم برابر طول موج است.

طول موج در محیط اول برابر $\lambda_1=۶۰۰nm$ و در محیط دوم برابر $\lambda_2=۴۵۰nm$ است.

۱ بسامد موج از یک محیط به محیط دیگر ثابت می‌ماند از این‌رو:

$v_1=f\lambda_1\ ,\ v_2=f\lambda_2\Rightarrow\frac{v_2}{v_1}=\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\Rightarrow\frac{v_2}{v_1}=\frac{۴۵۰}{۶۰۰}\Rightarrow\frac{v_2}{v_1}=\frac{۳}{۴}$

۲ بنا به قانون شکست عمومی خواهیم داشت: $\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}=\frac{v_2}{v_1}\Rightarrow\frac{\sin\beta}{\sin\alpha}=\frac{۳}{۴}\ (I)$

۳ زاویهٔ α و β متمم هستند $(\alpha+\beta=۹۰^\circ)$ بنابراین:

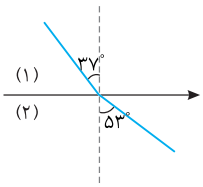
$\sin\beta=\cos(۹۰-\beta)\Rightarrow\sin\beta=\cos\alpha$

۴ در رابطهٔ I جای‌گذاری می‌کنیم:

$\frac{\cos\alpha}{\sin\alpha}=\frac{۳}{۴}\Rightarrow\tan\alpha=\frac{۴}{۳}\Rightarrow\alpha=۵۳^\circ$

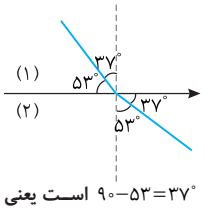
نمای ۳۹

بازی با سؤال **شکل روبه‌رو جبههٔ موجی را نشان می‌دهد که از محیط (۱) در حال وارد شدن به محیط (۲) است. تندی موج در محیط (۱) چند برابر تندی موج در محیط (۲) است؟** $(\sin۳۷=۰/۶,\sin۳۰=۰/۵)$



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

پاسخ دقت کنید، آنچه می‌بینید پرتو نبود بلکه جبههٔ موج است. زاویه‌ای که جبههٔ موج در محیط (۱) با مرز دو محیط می‌سازد، $90^\circ-37^\circ=53^\circ$ است و این همان زاویهٔ تابش $\theta_1=53^\circ$ است.



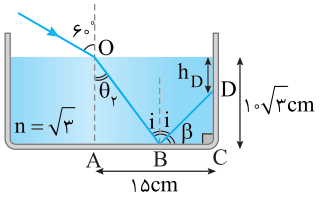
زاویهٔ بین جبههٔ موج در محیط (۲) با مرز دو محیط $90^\circ-53^\circ=37^\circ$ است یعنی زاویهٔ شکست در محیط (۲) برابر $\theta_2=37^\circ$ است.

بنا به قانون شکست عمومی:

گزینهٔ ۲ $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}=\frac{v_1}{v_2}\Rightarrow\frac{\sin 53}{\sin 37}=\frac{v_1}{v_2}\Rightarrow\frac{0/8}{0/6}=\frac{v_1}{v_2}\Rightarrow\frac{v_1}{v_2}=\frac{4}{3}$

C ۱۰ ۱

۱ ابتدا زاویهٔ شکست را به کمک قانون اسنل به دست می‌آوریم.



$n_1\sin\theta_1=n_2\sin\theta_2\Rightarrow 1\times\sin 60=\sqrt{3}\sin\theta_2$

$\frac{\sqrt{3}}{2}=\sqrt{3}\sin\theta_2\Rightarrow\sin\theta_2=\frac{1}{2}\Rightarrow\theta_2=30^\circ$

۲ بنا به خاصیت موازی مورب زاویهٔ تابش i با θ_2 برابر است، از این‌رو:

$i=\theta_2=30^\circ$

۳ فاصله AB را به دست می‌آوریم.

$\tan\theta_2=\frac{AB}{OA}\Rightarrow\frac{\sqrt{3}}{3}=\frac{AB}{10\sqrt{3}}\Rightarrow AB=10\,cm$

۴ فاصلهٔ BC خواهد شد: $15-10=5\,cm$

۵ فاصلهٔ DC را به دست می‌آوریم:

$i=30^\circ\Rightarrow\beta=90-30=60^\circ$

$\Delta BCD:\tan\beta=\frac{DC}{BC}\Rightarrow\sqrt{3}=\frac{DC}{5}\Rightarrow DC=5\sqrt{3}\,cm$

۶ عمق نقطهٔ D برابر است با: $h_D=10\sqrt{3}-5\sqrt{3}=5\sqrt{3}\,cm$

فصل چهارم

آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای



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

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

با اسکن QR Code یا با مراجعه به سایت نشر الگو می‌توانید فایل آزمون‌ها را دریافت کنید.

پنجره یک رو به روی دو — آزمونک

۱ انرژی فوتونی ۲keV است. طول موج وابسته به این فوتون، چند نانومتر است؟ $(h=۴\times۱۰^{-۱۵}eV.s\,,\,c=۳\times۱۰^{۸}\frac{m}{s})$ خارج ریاضی - ۹۵

۱) ۵۰ ۲) ۶۰ ۳) ۰/۵ ۴) ۰/۶

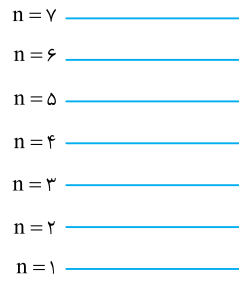
۲ توان یک لامپ که نور تک‌رنگی با بسامد $۶\times۱۰^{۱۴}Hz$ گسیل می‌کند، ۳۳ وات است. این لامپ در هر دقیقه چند فوتون تابش می‌کند؟ $(h=۶/۶\times۱۰^{-۳۴}J.s$ و $e=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}C)$ خارج تجربی - ۹۹

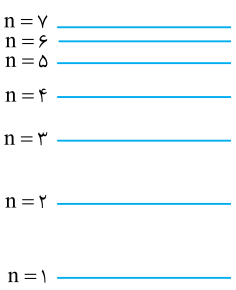
۱) $۱/۵\times۱۰^{۲۱}$ ۲) ۵×۱۰^{۲۱} ۳) $۵/۳\times۱۰^{۲۰}$ ۴) ۸×۱۰^{۲۰}

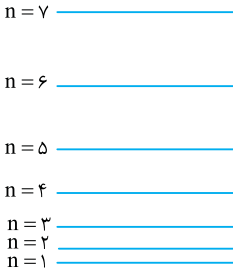
۳ کدام‌یک از موارد زیر را نمی‌توان برای اتم‌های هیدروژن‌گونه، با استفاده از مدل اتمی بور توجیه کرد؟ ریاضی - ۱۴۰۰

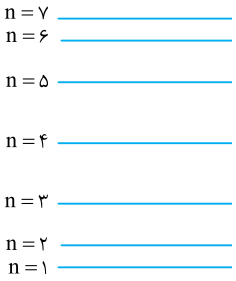
۱) تبیین پایداری اتم
۲) طول موج‌های گسیلی طیف اتم
۳) گسسته بودن ترازهای انرژی الکترون در اتم
۴) متفاوت بودن شدت خط‌های طیف گسیلی اتم

۴ بنابر الگوی اتمی بور کدام شکل، ترازهای انرژی اتم هیدروژن را درست نمایش می‌دهد؟

۱)


۲)


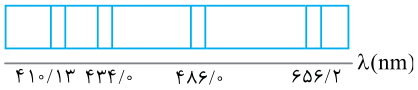
۳)


۴)


۵ در اتم هیدروژن الکترون از تراز $n=۴$ به تراز $n'=۲$ می‌رود، انرژی آن چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟

۱) ۷۵٪، کاهش ۲) ۳۰۰٪، کاهش ۳) ۳۰۰٪، افزایش ۴) ۷۵٪، افزایش

۶ شکل زیر مربوط به طیف گسیلی مرئی اتم هیدروژن است. طول موج ۶۵۶/۲nm مربوط به گذار الکترون از کدام تراز به کدام تراز است؟



۱) ۵ به ۱ ۲) ۳ به ۲
۳) ۵ به ۲ ۴) ۳ به ۱

۷ اگر انرژی فوتون گسیل شده در اتم هیدروژن در گذار از تراز n به n'، ۲۴ برابر بزرگی انرژی در تراز n باشد، در این‌صورت طول موج فوتون گسیل شده می‌تواند مربوط به چهارمین خط طیفی رشتهٔ ..... باشد.

۱) لیمان ۲) بالمر ۳) پاشن ۴) براکت

۸ الکترون اتم هیدروژن در تراز $n=۴$ قرار دارد. بلندترین طول موج فوتونی که می‌تواند جذب کند، چند برابر بلندترین طول موج فوتونی است که می‌تواند گسیل کند؟ تجربی - ۱۴۰۰

۱) $\frac{۱۷۵}{۸۱}$ ۲) $\frac{۸۱}{۱۷۵}$ ۳) $\frac{۲۵}{۱۶}$ ۴) $\frac{۱۶}{۲۵}$

۹ اختلاف طول موج دومین خط طیف اتمی هیدروژن در رشتهٔ براکت $(n'=۴)$ با دومین خط طیف اتمی هیدروژن در رشتهٔ بالمر $(n'=۲)$ چند نانومتر است؟ $(R=۰/۰۱nm^{-۱})$ از کتاب درسی

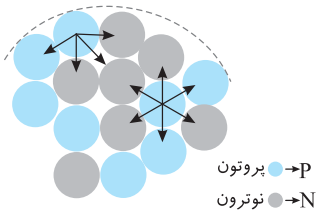
۱) $\frac{۷۶۳۰}{۳}$ ۲) $\frac{۱۵۳۰}{۳}$ ۳) $\frac{۷۰۴۰}{۳}$ ۴) $\frac{۱۶۶۰}{۳}$

۱۰ توسط چشمهٔ نوری با توان ۳۶۰۰W در فاصلهٔ d از مردمک چشم، نوری با آهنگ ۳۰ فوتون بر ثانیه به مردمک می‌رسد. اگر قطر مردمک ۲mm و طول موج نور ۶۶۰nm باشد، d چند کیلومتر است؟ $(h=۶/۶\times۱۰^{-۳۴}Js\,,\,c=۳\times۱۰^{۸}m/s)$ از کتاب درسی

۱) ۱۰ ۲) $۱۰^{۳}$ ۳) $۱۰^{۲}$ ۴) $۱۰^{۴}$

پنجره دو رو به روی سه — آزمونک

۱ در شکل روبه‌رو قسمتی از هسته و نوکلئون‌های آن به‌صورت طرح‌وار نشان داده شده است. کدام‌یک از گزاره‌های بیان شده را می‌توان از این شکل نتیجه گرفت؟ از کتاب درسی



الف) از دید نیروی هسته‌ای تفاوتی بین پروتون و نوترون وجود ندارد.

ب) نیروی هسته‌ای کوتاه‌برد است.

پ) این هسته در حال واپاشیده شدن است.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۲ مجموع جرم N نوکلئون قبل از تشکیل هسته x برابر M و جرم هستهٔ x تشکیل شده از آن‌ها برابر M_x است. کدام گزینه در مورد M و M_x درست است؟ $(N \neq 1)$

۱) اگر x پرتوزا باشد، $M > M_x$ است.

۲) اگر x پایدار باشد، $M > M_x$ است.

۳) در همهٔ هسته‌ها $M = M_x$ است.

۴) در همهٔ هسته‌ها $M > M_x$ است.

۳ آزمایش رادرفورد کدام مطلب زیر را نشان داد؟

۱) فاصلهٔ زیاد بین الکترون‌ها و هستهٔ اتم

۲) وجود بارهای مثبت و منفی در اتم

۳) وجود نیروی ربایش و رانش الکتریکی

۴) موج الکترومغناطیسی بودن نور

۴ کدام گزینه درست است؟

۱) خطوط فرانهوفر نشان‌دهندهٔ طول موج‌های گسیلی از جو خورشید است. ۲) طیف گسیلی و جذبی هر عنصر منحصر به فرد است.

۳) طیف اتمی توسط لامپ‌های حاوی بخار غلیظ عنصر گسیل می‌شود. ۴) گسیل نور توسط اتم در اثر برخورد اتم با سایر اتم‌ها رخ می‌دهد.

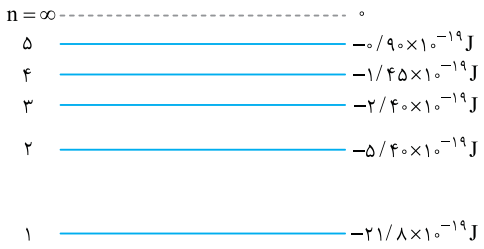
۵ اختلاف طول موج دومین و سومین خط طیفی اتم هیدروژن در رشتهٔ پاشن $(n' = 3)$ چند نانومتر است؟ $\left(R = \frac{1}{100}(nm)^{-1}\right)$ خارج ریاضی - ۹۹

۱) $\frac{825}{8}$ ۲) ۱۵۰ ۳) $\frac{825}{4}$ ۴) ۳۰۰

۶ گسترهٔ طول موج‌های رشتهٔ پاشن $(n' = 3)$ چند برابر گسترهٔ طول موج‌های رشتهٔ لیمان $(n' = 1)$ است؟ از کتاب درسی

۱) $\frac{7}{243}$ ۲) $\frac{243}{7}$ ۳) $\frac{324}{11}$ ۴) $\frac{11}{324}$

۷ شکل مقابل، تعدادی از ترازهای اتم هیدروژن را نشان می‌دهد. کدام گذار بین دو تراز می‌تواند به گسیل فوتونی با بسامد $7/5 \times 10^{14}\,Hz$ منجر شود؟ $(h = 6 \times 10^{-34}\,J.s)$ خارج ریاضی - ۱۴۰۰



۱) $n = 5$ به $n' = 3$

۲) $n = 5$ به $n' = 2$

۳) $n = 4$ به $n' = 2$

۴) $n = 2$ به $n' = 1$

۸ در یک اتم هیدروژن، الکترون در مدار $n = 3$ قرار دارد و با جذب پرتو تک‌رنگی با بسامد $240\,THz$ به مدار برانگیخته بالاتر می‌رود. اگر فقط گذارهایی با تغییر تراز $\Delta n \leq 2$ ممکن باشد، چه تعداد از فوتون‌های گسیل‌شده با انرژی‌های مختلف، در محدودهٔ فرابنفش قرار نمی‌گیرد؟ $(E_R = 13/5\,eV \text{ و } h = 4 \times 10^{-15}\,eVs)$

۱) ۶ ۲) ۷ ۳) ۵ ۴) ۱۰

۹ در یک لیزر، انرژی فوتونی که با اتم برهم‌کنش می‌کند و سبب گسیل القایی می‌شود، .....

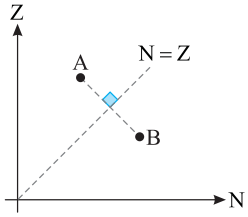
۱) با انرژی الکترون در حالت برانگیخته برابر است.

۲) با انرژی الکترون در حالت پایه برابر است.

۳) با اختلاف انرژی تراز پایه و حالت برانگیخته برابر است.

۴) می‌تواند دارای هر انرژی باشد.

۱۰ در نمودار روبه‌رو عدد اتمی A را با Z_A و عدد نوترونی را با N_A نشان می‌دهیم. عدد جرمی اتم B برابر کدام گزینه است؟



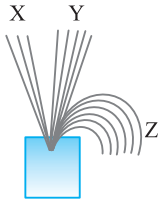
۱) $N_A + Z_A$
۲) $\frac{N_A + Z_A}{۲}$
۳) $۲(N_A + Z_A)$
۴) $N_A - Z_A$

پنجره چهار روبه‌روی پنج — آزمونک

۱ کدام‌یک از موارد زیر دربارهٔ هستهٔ اتم‌های عناصر درست است؟ ریاضی - ۹۴

۱) اغلب ایزوتوپ‌های عناصر ناپایدارند و با گذشت زمان واپاشیده می‌شوند.
۲) برد نیروهای کولنی در مقایسه با برد نیروهای هسته‌ای بسیار کوتاه است.
۳) جرم یک هسته برابر مجموع جرم نوکلئون‌های تشکیل‌دهندهٔ آن هسته است.
۴) نسبت تعداد نوترون‌ها به پروتون‌ها برای هسته‌های پایدار مختلف یکسان است.

۲ مسیر حرکت سه ذرهٔ حاصل از پرتوزایی طبیعی در میدان مغناطیسی به صورت روبه‌رو است. جنس پرتو Z و جهت میدان مغناطیسی به‌ترتیب از راست به چپ کدام است؟



۱) الکترون، برونسو
۲) الکترون، درونسو
۳) آلفا، برونسو
۴) آلفا، درونسو

۳ کدام مورد درست است؟ ریاضی - ۱۴۰۰

الف) در واپاشی β^-، الکترون گسیل‌شده در هستهٔ مادر وجود ندارد و همچنین یکی از الکترون‌های مداری اتم نیست.
ب) در واپاشی β^+، ذرهٔ گسیل‌شده توسط هسته، جرم یکسان با الکترون دارد.
پ) اغلب هسته‌ها پس از واپاشی بتا، در حالت پایدار قرار می‌گیرند.
ت) در واپاشی β^+، یکی از نوترون‌های درون هسته به یک پروتون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود.

۱) (الف) و (ب) ۲) (الف) و (پ) ۳) (ب) و (ت) ۴) (ب) و (پ)

۴ سدیم $^{۲۴}_{۱۱}Na$ واپاشی β^- انجام می‌دهد. هستهٔ جدید به‌ترتیب چند نوترون و چند پروتون خواهد داشت؟ خارج تجربی - ۱۴۰۰

۱) ۱۳ و ۱۱ ۲) ۱۲ و ۱۱ ۳) ۱۱ و ۱۳ ۴) ۱۲ و ۱۲

۵ در واکنش هسته‌ای (نوترون) $^{۲۰۷}_{۸۲}X \to ^{۱۹۷}_{۷۹}Y + N(\alpha) + M(\beta^-) + ۲$، M و N به ترتیب کدام‌اند؟ خارج ریاضی - ۹۸

۱) ۱ و ۱ ۲) ۱ و ۲ ۳) ۲ و ۲ ۴) ۲ و ۳

۶ کدام گزینه واکنش هسته‌ای روبه‌رو را کامل می‌کند؟ $^{۲۴۳}_{۹۵}X \to ^{۲۲۳}_{۹۱}Y + \cdots\cdots$

۱) $۶\alpha + ۵\beta^-$ ۲) $۵\alpha + ۶\beta^-$ ۳) $۶\alpha + ۸\beta^-$ ۴) $۵\alpha + ۴\beta^-$

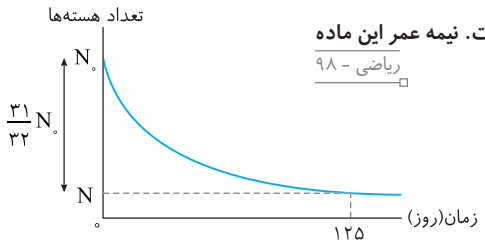
۷ تعداد هسته‌های اولیهٔ یک مادهٔ رادیواکتیو $N_۰ = ۱۶۰۰$ است. اگر نیمه‌عمر این ماده ۶ ساعت باشد، بعد از چند ساعت ۲۰۰ هستهٔ آن فعال باقی می‌ماند؟ تجربی - ۹۳

۱) ۱۲ ۲) ۱۸ ۳) ۳۶ ۴) ۴۸

۸ از یک مادهٔ رادیواکتیو که نیمه‌عمر آن ۸ روز است، پس از چند روز، ۷۵ درصد هسته‌های این ماده واپاشیده می‌شود؟ خارج ریاضی - ۹۸

۱) ۸ ۲) ۱۶ ۳) ۲۴ ۴) ۳۲

۹ نمودار واپاشی هسته‌های یک مادهٔ پرتوزا برحسب زمان به صورت شکل روبه‌رو است. نیمه عمر این ماده چند روز است؟ ریاضی - ۹۸



۱) ۵
۲) ۲۵
۳) ۵۰
۴) ۶۲/۵

۱۰ عنصر پرتوزای X با نیمه‌عمر ۲۰ روز به عنصر پایدار Y تبدیل می‌شود. اگر در یک نمونه نسبت هسته‌های عنصر پایدار Y به تعداد هسته‌های عنصر پرتوزای X، ۱ باشد، بعد از گذشت چند روز این نسبت برابر ۱۵ می‌شود؟

۱) ۸۰ ۲) ۶۰ ۳) ۴۰ ۴) ۱۰۰

فصل چهارم: آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای

پنجره ۱ روبه‌روی ۲

A ۱ ۴

با توجه به رابطهٔ انرژی فوتون، طول موج را حساب می‌کنیم.

$$E=\frac{hc}{\lambda} \xrightarrow{h=۴\times۱۰^{-۱۵}eVs,E=۲\times۱۰^{۳}eV} ۲\times۱۰^{۳}=\frac{۴\times۱۰^{-۱۵}\times۳\times۱۰^{۸}}{\lambda}$$

$$\lambda=۶\times۱۰^{-۱۰}m\Rightarrow\lambda=۰/۶nm$$

نمای ۲

B ۲ ۲

خط فکری مسئلهٔ ساده‌ای است کافی است ابتدا به کمک تعریف توان $(P=E/t)$ انرژی گسیلی در مدت یک دقیقه را حساب کرده سپس به کمک رابطهٔ اینشتین، تعداد فوتون‌ها را به‌دست بیاورید.

انرژی که لامپ با این نور تک‌رنگ در مدت t گسیل می‌کند برابر است با:

$$P=\frac{E}{t}\Rightarrow E=P.t \qquad (۱)$$

از طرفی بنا بر رابطهٔ اینشتین برای اثر فوتوالکتریک انرژی کل گسیلی برابر است با:

$$E=nhf \qquad (۲)$$

رابطه‌های (۱) و (۲) را برابر قرار می‌دهیم و داده‌های مسئله را در آن جای‌گذاری می‌کنیم:

$$Pt=nhf \xrightarrow[h=۶/۶\times۱۰^{-۳۴}J.s,f=۶\times۱۰^{۱۴}Hz]{t=۶۰s,P=۳۳W}$$

$$۳۳\times۶۰=n\times۶/۶\times۱۰^{-۳۴}\times۶\times۱۰^{۱۴}\Rightarrow n=۵\times۱۰^{۲۱}$$ فوتون

نمای ۲

A ۳ ۴

خط فکری موفقیت‌های مدل اتمی بور:

۱ تبیین پایداری اتم

۲ توجیه طیف گسیلی و جذبی گاز هیدروژن اتمی و اتم‌های هیدروژن گونه

۳ محاسبه انرژی یونش اتم هیدروژن بر مبنای گسسته بودن ترازهای انرژی الکترون در اتم

نارسایی‌های مدل اتمی بور:

۱ این مدل برای چرخش بیش از یک الکترون به دور هسته به کار نمی‌رود.

۲ عدم توجیه متفاوت بودن شدت خط‌های طیف گسیلی

بنابراین با توجه به یادآوری بالا گزینهٔ (۴) صحیح است. نمای ۸

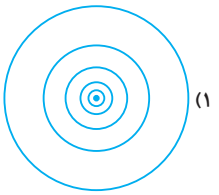
A ۴ ۲

نکته در مدل اتمی بور با افزایش شمارهٔ مدارها (ترازهای) اتم هیدروژن اختلاف انرژی ترازها کاهش می‌یابد.

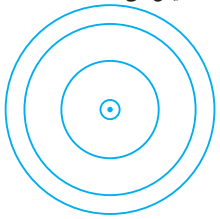
اختلاف انرژی ترازها با افزایش n کاهش یافته و باید خطوط مدل‌سازی ترازهای انرژی به هم نزدیک‌تر رسم شوند و گزینهٔ (۲) درست است.

بازی با سؤال بنا بر الگوی اتمی بور کدام شکل، مدارهای چرخشی الکترون به گرد هستهٔ اتم هیدروژن را درست نمایش می‌دهد؟

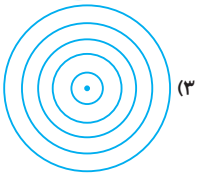
۱)



۲)



۳)



۴) هیچ‌کدام

پاسخ در الگوی اتمی بور، با افزایش شمارهٔ مدار و دور شدن از هسته، فاصلهٔ مدارهای چرخشی الکترون به گرد هسته بیشتر می‌شود. گزینهٔ ۱

نمای ۷

B ۵ ۲

۱ انرژی الکترون در تراز $n=۴$ و $n'=۲$ را بنا به مدل اتمی بور به‌دست می‌آوریم:

$$E_n=-\frac{E_R}{n^۲}\Rightarrow E_۴=-\frac{E_R}{۱۶}\ ,\ E_۲=-\frac{E_R}{۴}$$

۲ تغییر انرژی الکترون را به‌دست می‌آوریم:

$$E_۲-E_۴=-\frac{E_R}{۴}-(-\frac{E_R}{۱۶})\Rightarrow\Delta E_{۲\to۴}=\frac{-۳}{۱۶}E_R$$

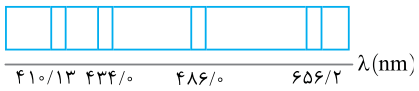
۳ درصد تغییرات انرژی الکترون خواهد شد:

$$\text{درصد تغییرات انرژی}:\frac{\Delta E_{۲\to۴}}{E_۴}\times۱۰۰=\frac{\frac{-۳}{۱۶}E_R}{-\frac{E_R}{۱۶}}=۳\times۱۰۰=۳۰۰٪$$

۴ الکترون با از دست دادن انرژی از تراز $n=۴$ به تراز $n'=۲$ می‌رود و انرژی آن کاهش می‌یابد. نمای ۷

B ۶ ۲

طول موج ۶۵۶/۲nm در ناحیهٔ مرئی است. در اتم هیدروژن طول موج‌های گسیلی رشتهٔ بالمر $(n'=۲)$ مرئی هستند.



چهار عدد روی شکل مربوط به نور مرئی هستند که طول موج ۶۵۶/۲nm بلندترین طول موج است. بنابراین الکترون از تراز $n=۳$ به تراز $n'=۲$ جهش کرده است.

نمای ۷

B ۷ ۱

انرژی فوتون گسیل شده برابر اختلاف انرژی دو تراز n و n' است.

$$E_n-E_{n'}=E_{\text{فوتون}}$$

با توجه به فرض مسئله انرژی فوتون ۲۴ برابر E_n است. یعنی الکترون در تراز n، $۲۴E_n$ را از دست می‌دهد و به تراز n' می‌رود، بنابراین داریم:

$$E_n-E_{n'}=-۲۴E_n$$ (علامت منفی به دلیل از دست دادن انرژی است.)

$$E_{n'}=۲۵E_n \xrightarrow{E_n=\frac{E_R}{n^۲}} \frac{-E_R}{n'^۲}=۲۵\frac{-E_R}{n^۲}\Rightarrow n^۲=۲۵n'^۲\Rightarrow n=۵n'$$

بنابراین $n'=۱$ (رشتهٔ لیمان) و $n=۵$ است و طول موج گسیلی مربوط به چهارمین خط طیفی رشتهٔ لیمان است. نمای ۷

B ۸ ۱

۱ الکترون در تراز $n=۴$ قرار دارد و بلندترین طول موجی که می‌تواند جذب کند برای گذار از $n=۴$ به $n=۵$ است. طول موج را به کمک رابطهٔ ریدبرگ به‌دست می‌آوریم.

$$\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^۲}-\frac{۱}{n^۲})\xrightarrow{n'=۴,n=۵}\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{۱۶}-\frac{۱}{۲۵})$$

$$\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۲۵-۱۶}{۴۰۰})\Rightarrow\lambda=\frac{۴۰۰}{۹R}$$

۲ بلندترین طول موجی که الکترون در تراز $n=۴$ می‌تواند گسیل کند، در تراز الکترون از تراز $n=۴$ به تراز $n=۳$ گسیل می‌شود. طول موج را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^۲}-\frac{۱}{n^۲})\Rightarrow\frac{۱}{\lambda'}=R(\frac{۱}{۹}-\frac{۱}{۱۶})=R(\frac{۱۶-۹}{۱۴۴})\Rightarrow\lambda'=\frac{۱۴۴}{۷R}$$

۳ نسبت طول موج‌ها خواهد شد:

$$\frac{\lambda}{\lambda'}=\frac{\frac{۴۰۰}{۹R}}{\frac{۱۴۴}{۷R}}\Rightarrow\frac{\lambda}{\lambda'}=\frac{۱۷۵}{۸۱}$$

نمای ۷

B ۳ ۹

۱ دومین خط طیف اتمی هیدروژن در رشتهٔ براکت یعنی گذار الکترون از تراز $n=۶$ به تراز $n'=۴$. طول موج گسیلی را به کمک رابطهٔ ریدبرگ به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^۲}-\frac{۱}{n^۲})\Rightarrow\frac{۱}{\lambda}=\frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۱۶}-\frac{۱}{۳۶})\Rightarrow\frac{۱}{\lambda}=\frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۹-۴}{۱۴۴})$$

$$\Rightarrow\lambda=\frac{۱۴۴۰۰}{۵}\Rightarrow\lambda=۲۸۸۰nm$$

۲ دومین خط طیف اتمی هیدروژن در رشتهٔ بالمر $(n'=۲)$ یعنی گذار الکترون از تراز $n=۴$ به تراز $n'=۲$. طول موج گسیلی را حساب می‌کنیم:

$$\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^۲}-\frac{۱}{n^۲})\Rightarrow\frac{۱}{\lambda'}=\frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۴}-\frac{۱}{۱۶})\Rightarrow\frac{۱}{\lambda'}=\frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۴-۱}{۱۶})\Rightarrow\lambda'=\frac{۱۶۰۰}{۳}nm$$

۳ اختلاف طول موج‌ها برابر است با:

$$\lambda-\lambda'=۲۸۸۰-\frac{۱۶۰۰}{۳}\Rightarrow\Delta\lambda=\frac{۸۶۴۰-۱۶۰۰}{۳}\Rightarrow\Delta\lambda=\frac{۷۰۴۰}{۳}nm$$

نمای ۵

C ۴ ۱۰

۱ انرژی ۳۰ فوتون با طول موج $۶۶۰nm$ را به‌دست می‌آوریم.

$$E=\frac{nhc}{\lambda}\Rightarrow E=۳۰\times\frac{۶/۶\times۱۰^{-۳۴}\times۳\times۱۰^{۸}}{۶۶۰\times۱۰^{-۹}}\Rightarrow E=۹\times۱۰^{-۱۸}J$$

۲ شدت نور در محل مردمک را حساب می‌کنیم:

$$I=\frac{E}{A_{\text{مردمک}}t}\Rightarrow\xrightarrow[r_{\text{مردمک}}=۱۰^{-۳}m]{A=\pi r^۲}I=\frac{۹\times۱۰^{-۱۸}}{\pi(۱۰^{-۳})^۲}\Rightarrow I=\frac{۹}{\pi}\times۱۰^{-۱۲}\frac{W}{m^۲}$$

۳ اکنون به کمک تعریف شدت نور، فاصلهٔ d را حساب می‌کنیم:

$$I=\frac{P_{\text{چشمه}}}{A}\Rightarrow I=\frac{P_{\text{چشمه}}}{۴\pi d^۲}\xrightarrow{P_{\text{چشمه}}=۳۶۰۰W}\frac{۹}{\pi}\times۱۰^{-۱۲}=\frac{۳۶۰۰}{۴\pi d^۲}$$

$$\Rightarrow d^۲=۱۰^{۱۴}\Rightarrow d=۱۰^{۷}m=۱۰^{۴}km$$

پنجره ۲ روبه‌روی ۳

A ۳ ۱

با توجه به بردارهای نیروی رسم شده در شکل، نیروی هسته‌ای بین دو نوترون و یا دو پروتون و یا یک نوترون و یک پروتون وجود دارد یعنی از دید نیروی هسته‌ای تفاوتی بین پروتون و نوترون نیست بنابراین گزارهٔ (الف) را می‌توان نتیجه گرفت. از طرفی در شکل نشان داده شده است که هر نوکلئون تنها به نوکلئون‌های مجاورش نیرو وارد می‌کند. بنابراین نیروی هسته‌ای را کوتاه‌برد نشان می‌دهد و گزارهٔ (ب) نیز درست است. این طرح‌واره در مورد واپاشیدن هسته چیزی به ما ارائه نمی‌دهد و گزارهٔ (پ) نادرست است.

نمای ۱۱

A ۴ ۲

هنگام تشکیل هسته بخشی از جرم نوکلئون‌های تشکیل‌دهندهٔ هسته به انرژی لازم برای تشکیل هسته تبدیل می‌شود و با یک کاستی جرم هسته روبه‌رو هستیم یعنی مجموع جرم نوکلئون‌های تشکیل‌دهندهٔ هستهٔ از جرم هسته بیشتر $(M>M_x)$ است. دقت کنید که در صورت مسأله $N\neq۱$ در نظر گرفته شده است.

نمای ۱۲

A ۱ ۳

هنگامی که رادفورد به یک ورقهٔ بسیار نازک طلا ذرات پرانرژی آلفا تاباند، مشاهده کرد که تعداد زیادی از ذرات آلفا بدون هیچ‌گونه انحرافی از ورقهٔ طلا رد شدند و نتیجه گرفت، در اتم یک فضای تهی بزرگ نسبت به هسته وجود دارد که ذرات آلفا از این فضا بدون انحراف می‌گذرند. یعنی فاصلهٔ زیادی بین الکترون‌ها و هسته وجود دارد. بنابراین گزینهٔ (۱) درست است.

نمای ۶

A ۲ ۴

خطوط فرانهوفر خطوط تاریک جذبی هستند که در طیف‌نما در طیف خورشید دیده می‌شوند و مربوط به طول موج‌های جذب شده توسط عناصر موجود در جو خورشید و جو زمین هستند، بنابراین گزینهٔ (۱) نادرست است.

طیف گسیلی و جذبی هر عنصر که به آن طیف اتمی می‌گویند، منحصر به فرد است و گزینهٔ (۲) درست است.

طیف اتمی توسط لامپ‌های حاوی بخار رقیق عنصر گسیل می‌شود و گزینهٔ (۳) نادرست است.

گسیل نور توسط اتم هنگامی صورت می‌گیرد که الکترون برانگیخته از تراز انرژی بالاتر به تراز انرژی پایین‌تر جهش کند و گزینهٔ (۴) نادرست است.

نمای ۸

B ۳ ۵

خط فکری در رشتهٔ پاشن $(n'=۳)$ اولین طیف اتمی هیدروژن $n=۴$، دومین طیف اتمی هیدروژن $n=۵$، سومین طیف اتمی هیدروژن $n=۶$ و ... است.

دومین طیف اتمی هیدروژن در رشته پاشن برابر $n=۵$ است.

$$\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^۲}-\frac{۱}{n^۲})\Rightarrow\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{۹}-\frac{۱}{۲۵})\Rightarrow\frac{۱}{\lambda}=R\frac{۱۶}{۲۲۵}\Rightarrow\lambda=\frac{۲۲۵}{۱۶}\times\frac{۱}{R}$$

$$\lambda=\frac{۲۲۵}{۱۶}\times۱۰^{۲}nm$$

سومین طیف اتمی هیدروژن در طیف پاشن برابر $n=۶$ است

$$\frac{۱}{\lambda'}=R(\frac{۱}{n'^۲}-\frac{۱}{n^۲})\Rightarrow\frac{۱}{\lambda'}=R(\frac{۱}{۹}-\frac{۱}{۳۶})\Rightarrow\frac{۱}{\lambda'}=R(\frac{۳}{۳۶})\Rightarrow\lambda'=\frac{۳۶}{۳}\times\frac{۱}{R}$$

$$\lambda'=۱۲\times۱۰^{۲}nm$$

حال اختلاف دو طول موج را به‌دست می‌آوریم:

$$\lambda-\lambda'=\frac{۲۲۵}{۱۶}\times۱۰^{۲}-۱۲\times۱۰^{۲}=۱۰^{۲}(\frac{۲۲۵}{۱۶}-۱۲)=۱۰^{۲}\times(\frac{۳۳}{۱۶})=\frac{۸۲۵}{۴}$$

نمای ۵

۶ ۲ B

نکته اختلاف کوتاه‌ترین و بلندترین طول موج در هر رشته را گسترهٔ طول موج‌های آن رشته می‌نامند.

۱ بلندترین طول موج رشتهٔ پاشن $(n'=3)$ در گذار الکترون از تراز $n=4$ به $n'=3$ گسیل می‌شود و مقدار آن خواهد شد.

$$\frac{1}{\lambda}=R\left(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2}\right)\Rightarrow\frac{1}{\lambda_{max\,P}}=R\left(\frac{1}{3^2}-\frac{1}{4^2}\right)\Rightarrow\lambda_{max\,P}=\frac{144}{7R}$$

۲ کوتاه‌ترین طول موج رشتهٔ پاشن در گذار الکترون از تراز $n=\infty$ به $n'=3$ گسیل می‌شود و طول موج آن برابر است با:

$$\frac{1}{\lambda}=R\left(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2}\right)\Rightarrow\frac{1}{\lambda_{min\,P}}=R\left(\frac{1}{9}-\frac{1}{\infty}\right)\Rightarrow\lambda_{min\,P}=\frac{9}{R}$$

۳ گسترهٔ طول موج‌های رشتهٔ پاشن را به‌دست می‌آوریم:

$$\lambda_{max\,P}-\lambda_{min\,P}=\frac{144}{7R}-\frac{9}{R}=\frac{144-63}{7R}=\frac{81}{7R}\Rightarrow\Delta\lambda_P=\frac{81}{7R}$$

۴ بلندترین طول موج رشتهٔ لیمان در گذار الکترون از $n=2$ به $n'=1$ گسیل می‌شود. از این‌رو:

$$\frac{1}{\lambda_{max\,L}}=R\left(\frac{1}{1^2}-\frac{1}{2^2}\right)=R\left(\frac{3}{4}\right)\Rightarrow\lambda_{max\,L}=\frac{4}{3R}$$

۵ کوتاه‌ترین طول موج رشتهٔ لیمان در گذار الکترون از $n=\infty$ به $n'=1$ گسیل می‌شود. در نتیجه:

$$\frac{1}{\lambda_{min\,L}}=R\left(\frac{1}{1^2}-\frac{1}{\infty}\right)\Rightarrow\lambda_{min\,L}=\frac{1}{R}$$

۶ گسترهٔ طول موجی رشتهٔ لیمان را به‌دست می‌آوریم:

$$\lambda_{max\,L}-\lambda_{min\,L}=\frac{4}{3R}-\frac{1}{R}=\frac{4-3}{3R}\Rightarrow\Delta\lambda_L=\frac{1}{3R}$$

۷ نسبت $\frac{\Delta\lambda_P}{\Delta\lambda_L}$ خواهد شد:

$$\frac{\Delta\lambda_P}{\Delta\lambda_L}=\frac{\frac{81}{7R}}{\frac{1}{3R}}=\frac{243}{7}$$

نمای ۵

۷ ۲ B

۱ انرژی فوتون گسیلی را به‌دست می‌آوریم:

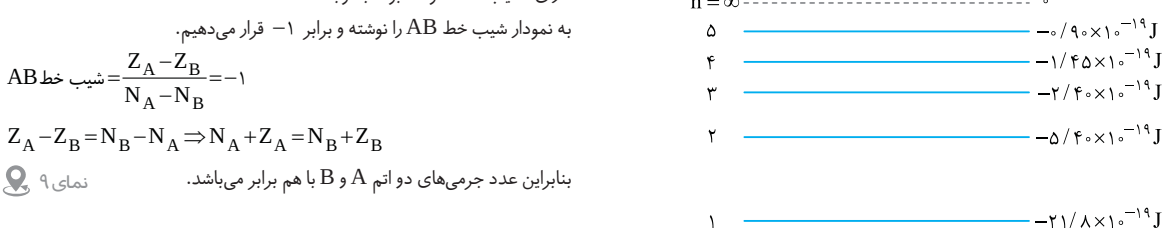
$$E=hf\xrightarrow{h=6\times10^{-34}\,J.s,\ f=7/5\times10^{14}\,Hz}E=6\times10^{-34}\times7/5\times10^{14}$$

$$\Rightarrow E=4/5\times10^{-19}\,J$$

۲ باید بررسی کنید اختلاف انرژی کدام دو تراز برابر انرژی فوتون است.

انرژی تراز $n=5$، $-0/9\times10^{-19}\,J$ و انرژی تراز $n=2$، $-5/4\times10^{-19}\,J$ است و اختلاف انرژی این دو تراز برابر است با:

$$E_5-E_2=-0/9\times10^{-19}-(-5/4\times10^{-19})=4/5\times10^{-19}\,J$$



۳ بنابراین الکترون از تراز $n=5$ به تراز $n'=2$ جهش کرده است.

نمای ۷

۸ ۳ C

خط فکری باید ابتدا، انرژی فوتون و انرژی الکترون در تراز $n=3$ را حساب کنید. سپس انرژی فوتون را با انرژی الکترون جمع کنید تا مشخص شود که الکترون به کدام تراز جهش کرده است، سپس می‌توانید تعداد گذارهای $\Delta n\leq2$ را که طول موج گسیلی آن فرابنفش است مشخص کنید.

۱ انرژی فوتون را حساب می‌کنیم

$$E=hf\xrightarrow{f=24\times10^{12}\,Hz}E=4\times10^{-15}\times24\times10^{12}$$

$$\Rightarrow E=96\times10^{-3}\,eV\Rightarrow E=0/96eV$$

۲ انرژی الکترون در تراز $n=3$ را به‌دست می‌آوریم:

$$E_n=-\frac{E_R}{n^2}\Rightarrow E_3=-\frac{13/5}{3^2}=-1/5eV$$

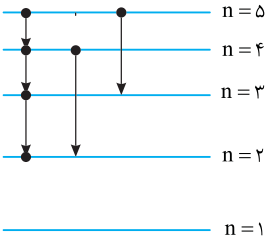
۳ انرژی الکترون بعد از جذب فوتون خواهد شد:

$$E_n=-1/5+0/96\Rightarrow E_n=-0/54eV$$

۴ ترازی که انرژی آن $-0/54eV$ را به‌دست می‌آوریم:

$$E_n=-\frac{E_R}{n^2}\Rightarrow-0/54=-\frac{13/5}{n^2}\Rightarrow n^2=25\Rightarrow n=5$$

۵ در رشتهٔ لیمان $n'=1$ طول موج‌های گسیلی فرابنفش هستند بنابراین در گذار الکترون از $n=5$ به ترازهای پایین‌تر نباید الکترون به تراز ۱ برود. از طرفی گذارها مجاز $\Delta n\leq2$ است. یعنی اختلاف عدد کوانتمی ترازها نباید بیشتر از ۲ باشد. بنابراین خواهیم داشت:



گذارهای $\Delta n=1$ تا $n=2$: $5\xrightarrow{(1)}4\xrightarrow{(2)}3\xrightarrow{(3)}2$ سه‌نوع فوتون

گذارهای $\Delta n=2$: $5\xrightarrow{(4)}3\text{ و }4\xrightarrow{(5)}2$ دو نوع فوتون

جمعاً ۵ نوع فوتون

نمای ۷

۹ ۳ A

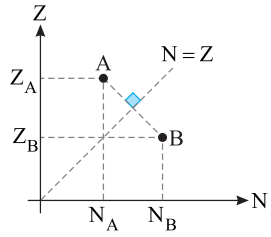
در گسیل القایی در لیزر، انرژی فوتون ورودی دقیقاً با اختلاف انرژی تراز پایه و حالت برانگیخته برابر است و گزینهٔ (۳) درست است.

نمای ۱۱

۱۰ ۱ B

نکته ریاضی شیب دو خط عمود بر هم، قرینه وارون یکدیگر است: $mm'=-1$

خط‌چین $Z=N$ نیمساز نمودار $Z-N$ و شیب آن برابر ۱ است. خط AB عمود بر نیمساز رسم شده و دارای شیب -1 خواهد بود. با توجه به نمودار شیب خط AB را نوشته و برابر -1 قرار می‌دهیم.



$$\text{شیب خط AB}=\frac{Z_A-Z_B}{N_A-N_B}=-1$$

$$Z_A-Z_B=N_B-N_A\Rightarrow N_A+Z_A=N_B+Z_B$$

بنابراین عدد جرمی‌های دو اتم A و B با هم برابر می‌باشد.

نمای ۹

پنجره ۴ روبه‌روی ۵

A ۱ ۱

ایزوتوپ‌های عناصر اغلب ناپایدارند و با گذشت زمان واپاشیده می‌شوند و گزینهٔ (۱) درست است. نیروهای هسته‌ای کوتاه‌بُرد هستند و گزینهٔ (۲) نادرست است. جرم هسته همواره از مجموع جرم نوکلئون‌های تشکیل‌دهندهٔ آن کمتر است و گزینهٔ (۳) نادرست است. هر چه هستهٔ عناصر سنگین‌تر می‌شود، نسبت $\frac{N}{Z}$ افزایش می‌یابد و برای هسته‌های مختلف یکسان نیست و گزینهٔ (۴) نادرست است. نمای ۱۱، ۱۲ و ۱۳

A ۲ ۲

در پرتوزایی طبیعی سه پرتو توسط هسته پرتوزا گسیل می شود. آلفا، بتا، گاما. آلفا دارای دو نوترون و دو پروتون بوده و دارای بار مثبت است و بتا از جنس الکترون بوده و منفی است و گاما از جنس امواج الکترومغناطیسی است و در میدان مغناطیسی بر آن نیرو وارد نمی‌شود. جرم الکترون نسبت به ذرهٔ آلفا بسیار کم است. به همین علت در گذر از میدان مغناطیسی بیشتر منحرف می‌شود. بنابراین جنس پرتو Z باید الکترون (بتای منفی β^-) باشد.

چون الکترون دارای بار منفی است از دست چپ استفاده می‌کنیم.

چهار انگشت باز دست چپ را به سمت بالای صفحه در جهت خروج الکترون از چشمه به گونه‌ای قرار دهید که انگشت باز شست به سمت راست باشد. در این حالت کف دست شما رو به صفحه کاغذ بوده و میدان مغناطیسی درونسوست. نمای ۱۳

B ۱ ۳

نکته واپاشی β: این واپاشی، متداول‌ترین نوع واپاشی در هسته‌هاست. دو نوع واپاشی β با نام‌های β^- و β^+ رخ می‌دهند.

- در واپاشی β^-، الکترون گسیل‌شده حاصل تبدیل نوترون درون هسته به پروتون و الکترون است. در نتیجه عدد جرمی ثابت مانده و عدد اتمی به اضافه (۱) می‌شود. این الکترون نه در هسته و نه در مدار اتم وجود نداشته است. در واپاشی β^+، ذره‌ای هم‌جرم با الکترون اما با بار مثبت از هسته گسیل می‌شود که پوزیترون نام دارد. در واپاشی β^+، یکی از پروتون‌های درون هسته به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود. اغلب هسته‌ها پس از واپاشی آلفا یا بتا در حالت برانگیخته قرار می‌گیرند و با گسیل پرتوگاما، به حالت پایه می‌رسند.

در واپاشی β^-، الکترون گسیل شده حاصل تبدیل یک نوترون به پروتون است و گزارهٔ (الف) درست است.

در واپاشی β^+، ذرهٔ گسیل‌شده دارای جرمی یکسان با الکترون، اما باری مثبت است و گزارهٔ (ب) درست است.

هسته‌های برانگیخته برای رسیدن به پایداری پرتو گاما می‌تابانند پس گزارهٔ (پ) نادرست است.

در واپاشی β^+، پروتون به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود و گزارهٔ (ت) نادرست است. نمای ۱۳

B ۴ ۴

نکته در واپاشی β^- که از جنس الکترون است یک نوترون واپاشیده شده و یک پروتون و یک الکترون (β^-) تولید می‌شود $({}^1_0n \to {}^1_1H + {}^0_{-1}e^-)$. به همین دلیل عدد جرمی تغییر نمی‌کند. اما به تعداد پروتون‌ها یکی اضافه شده و عدد اتمی یک واحد افزایش می‌یابد و خواهیم داشت: ${}^A_ZX \to {}^A_{Z+1}Y + {}^0_{-1}e^-$

سدیم ${}^{24}_{11}Na$ دارای ۱۱ پروتون و ۱۳=۱۱−۲۴ نوترون است. با گسیل β^-، از نوترون‌ها یکی کم می‌شود ۱۲=۱−۱۳ و بر تعداد پروتون‌ها یکی اضافه می‌شود. ۱۱+۱=۱۲ نمای ۱۳

B ۲ ۵

یادآوری آلفا هسته هلیم $(\alpha = {}^4_2He)$ و بتای منفی، الکترون $({}^0_{-1}e)$ و نوترون $({}^1_0n)$ است و در واکنش‌های هسته‌ای مجموع عدد اتمی طرف چپ معادله با طرف راست و همچنین مجموع عدد جرمی طرف چپ با طرف راست یکسان است.

A ۲ ۶

معادلهٔ واکنش را می‌نویسیم، تعداد ذرات α را با حرف a و تعداد ذرات β^- را با حرف b نمایش می‌دهیم. a و b ضرایب α و β هستند. ${}^{243}_{95}X \to {}^{223}_{91}Y + a\,{}^4_2He + b\,{}^0_{-1}e$

قانون پایستگی تعداد نوکلئون‌ها را می‌نویسیم:

$243 = 223 + 4a + 0 \Rightarrow 20 = 4a \Rightarrow a = 5$

مجموع عدد اتمی در دو طرف واکنش را برابر قرار می‌دهیم.

$95 = 91 + 2a - b \Rightarrow 95 = 91 + 2\times5 - b \Rightarrow b = 6$ نمای ۱۳

A ۲ ۷

با توجه به رابطهٔ نیمه‌عمر، تعداد نیمه‌عمرها را حساب می‌کنیم.

$N = N_0(\frac{1}{2})^n \xrightarrow{N_0=1600,\,N=200} 200 = \frac{1600}{2^n} \Rightarrow 2^n = 8 \Rightarrow n = 3$

$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow 3 = \frac{t}{6} \Rightarrow t = 18h$ زمان سپری شده خواهد شد: نمای ۱۴

B ۲ ۸

۷۵ درصد از هسته‌های ماده پرتوزا واپاشیده شده است یعنی ٪۲۵ از آن ماده فعال باقی مانده است:

$N = N_0 - \frac{75}{100}N_0 \Rightarrow N = \frac{25N_0}{100}$

$\Rightarrow N = \frac{N_0}{4} = \frac{N_0}{2^2} \xrightarrow{N=N_0(\frac{1}{2})^n} \frac{N_0}{2^2} = \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow n = 2$

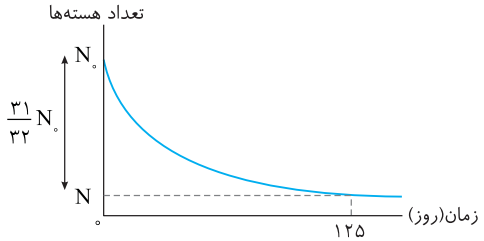
در هر نیمه‌عمر نصف ماده واپاشیده می‌شود پس برای آنکه مقدار ماده به $\frac{1}{4}$ حالت اولیه برسد باید دو نیمه‌عمر بگذرد. زمان واپاشی خواهد شد:

$t = nT_{\frac{1}{2}} \Rightarrow t = 2\times8 = 16day$

نمای ۱۴

B ۲ ۹

با توجه به نمودار اختلاف تعداد هسته‌های اولیه و تعداد هسته‌های فعال باقی مانده یعنی $N_0 - N$ برابر فیزیک هسته‌ای $\frac{31}{32}N_0$ شده، درواقع $\frac{31}{32}N_0$ از هسته واپاشیده شده و تعداد هستهٔ فعال باقی مانده برابر است با:



$N_0 - N = \frac{31}{32}N_0 \Rightarrow N = N_0 - \frac{31}{32}N_0 = \frac{1}{32}N_0 \Rightarrow$

$N = \frac{N_0}{2^5} \xrightarrow{N=\frac{N_0}{2^n}} 2^5 = 2^n \Rightarrow n = 5$

۵ نیمه‌عمر ۱۲۵ روز طول کشیده است، پس هر نیمه‌عمر برابر است با:

$5T_{\frac{1}{2}} = 125day \Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = 25\,day$

نمای ۱۴

با توجه به پایستگی مجموع عدد اتمی و عدد جرمی در دو طرف واکنش هسته‌ای خواهیم داشت: ${}^{207}_{82}X \to {}^{197}_{79}Y + N({}^4_2He) + M({}^0_{-1}e) + 2({}^1_0n)$

عدد جرمی: $207 = 197 + 4N + 0 + 2 \Rightarrow 8 = 4N \Rightarrow N = 2$

عدد اتمی: $82 = 79 + 2N - M + 0 \xrightarrow{N=2} 82 = 79 + 2\times2 - M \Rightarrow M = 1$

نمای ۱۳

A ۱۰ ۲

وقتی تعداد هسته‌های پرتوزای فعال با تعداد هسته‌های واپاشیده برابر می‌شود، یعنی یک نیمه‌عمر از مدت واپاشی گذشته است. به راه‌حل زیر دقت کنید:

$$\frac{N_Y}{N_X}=\frac{N_{\circ X}-N_X}{N_X}=۱\Rightarrow N_{\circ X}=۲N_X\Rightarrow N_X=\frac{N_{\circ X}}{۲}\Rightarrow n=۱$$

اکنون زمان لازم برای آن که این نسبت ۱۵ شود را به‌دست می‌آوریم.

$$\frac{N'_Y}{N'_X}=\frac{N_{\circ X}-N'_X}{N'_X}=۱۵\Rightarrow N_{\circ X}=۱۶N'_X\Rightarrow N'_X=\frac{N_{\circ X}}{۱۶}$$

$$\Rightarrow\frac{N_\circ}{۲^n}=\frac{N_\circ}{۱۶}\Rightarrow n=۴$$

بنابراین از آغاز واپاشی ۴ نیمه‌عمر و از زمانی که $\frac{N_Y}{N_X}=۱$ است سه نیمه‌عمر یعنی $۳\times۲۰=۶۰$ روز می‌گذرد.

دقت کنید وقتی عنصر پرتوزای X واپاشیده می‌شود و به عنصر Y تبدیل می‌شود، در واقع تعداد هسته‌های عنصر Y (N_Y) همان تعداد هسته‌های واپاشیده شده عنصر X $(N_{\circ X}-N_X)$ است.

نمای ۱۴