به نام پروردگار مهربان

مهروماه

ویرایش جدید

فیزیک جامع

پایهٔ دوازدهم | رشتهٔ ریاضی | سؤال + درسنامه

• نصرالله افاضل • یاشار الگوتی • مصطفی کیانی • حسن محمدی

مدیر و ناظر علمی گروه فیزیک: نصرالله افاضل

مقدمه

بسیار خوشوقتیم که ویرایش سوم کتاب جامع دوازدهم را تقدیم شما می‌کنیم با طراحی و درج تست‌های جدید؛ بسیار کوشیده‌ایم در این ویرایش هر آنچه که مورد نیاز شما دانش‌آموزان گرامی است را فراهم کرده باشیم. از مطالب اضافی و خارج از کتاب درسی پرهیز کرده‌ایم اما عمق هر مطلب را شکافته‌ایم تا این کتاب برای هر سطحی از دانش‌آموزان کامل و جامع باشد.

ما به این کتاب و به شما دانش‌آموزان پرتلاش و سخت‌کوش و منظم که با کتاب‌های فیزیک مهروماه، یادگیری مفاهیم فیزیک را کامل می‌کنید و فیزیک را با ما می‌بندید، افتخار می‌کنیم، باشد تا شما هم.

برخی ویژگی‌های این کتاب

کتاب جامع دوازدهم مانند کتاب جامع پایه (دهم ـ یازدهم) در دو جلد سؤال همراه با درسنامه و پاسخ تألیف شده است و:

- ساختار آن متناسب با تدریس در کلاس و ترتیب کتاب درسی و همچنین آزمون‌های آزمایشی است.
- درسنامه‌هایی مفهومی و روان همراه با مثال‌های آموزشی متنوع دارد.
- علاوه بر تست‌های کنکورهای سراسری، تست‌های تألیفی ناب و مطابق با استاندارد کنکور سراسری دارد.
- همهٔ تمرینات، تصاویر، فعالیت‌ها و پرسش‌های کتاب درسی را در بر می‌گیرد.
- ترتیب و چیدمان تست‌ها در هر مبحث از ساده به دشوار و مطابق روند آموزشی مبحث است.
- پاسخ‌های آن گام به گام و کاملاً تشریحی همراه با روش‌های گوناگون تستی و مفهومی است.
- حدود ۲۰ آزمون مبحثی و جامع دارد تا در هر فصل و در هر مرحله عیار خودتان را محک بزنید.
- در انتهای هر فصل تست‌هایی دارد به نام هایپرتست، برای آن‌هایی که سرشان برای فیزیک درد می‌کند!

چگونه از این کتاب استفاده کنیم؟

پیشنهاد ما به شما این است که:

۱ درسنامه هر مبحث را مطالعه و مثال‌های آموزشی آن را پاسخ دهید.

۲ تست‌های مبحثی که درسنامهٔ آن را مطالعه کرده اید را پاسخ دهید. توصیهٔ ما این است که حتماً به جلد پاسخ هم نگاهی داشته باشید تا با روش‌های مختلف حل تست‌های هر مبحث آشنا شوید.

۳ اگر وقتتان کم است و یا به دنبال مرور سریع مطالب هستید، می‌توانید فقط تست‌های پرچم‌دار هر مبحث را حل کنید.

۴ در نیمه و انتهای هر فصل آزمون مبحثی را پاسخ دهید.

۵ اگر زورتان زیاد است با تست‌های هایپر دست و پنجه نرم کنید.

۶ آزمون جامع آخر فصل را پاسخ دهید.

پیشنهاد می‌کنیم برای جمع و جور و منظم شدن مطالب درسی، از کتاب‌های لقمه مرور سریع، و جمع‌بندی فیزیک هم استفاده کنید.

قدردانی

- از شما به دلیل انتخاب ما مهروماهی‌ها سپاسگزاریم.
- از جناب آقای احمد اختیاری مدیر فرزانه انتشارات، آقای استاد محمدحسین انوشه مدیر شورای تألیف، خانم مهدیه اسکندری مسئول ویراستاری، خانم سیاوشی مدیر تولید، آقای صفایی مدیر فنی، آقای فرهادی مدیر هنری، آقای امیر انوشه مدیر سایت و همه همکاران آن‌ها سپاسگزاریم.

از ویراستاران علمی آقایان مهدی حیاتی، امیرحسین مصیبی و بهاره اسداللهی کمال تشکر را داریم که با صبر و پشتکار فراوان و با ارائه نظرات مفیدشان همراهمان بودند.

- از کانون فرهنگی آموزش (قلم‌چی) به دلیل اجازهٔ استفاده از تست‌های آزمون‌های کانون در این کتاب سپاسگزاریم و امیدواریم زمینه‌های همکاری بیشتری با کانون فراهم شود.

از همهٔ اساتید محترم و شما دانش‌آموزان گرامی که با نظرات سازنده و حمایت‌های خود در ارتقاء کتاب سهم داشتند سپاسگزاریم.

هر قدر هم که کتاب خوب و عالی باشد، باز هم خطاها و لغزش‌هایی در آن هست و تقاضا می‌کنیم همچنان ما را از نظرات و پیشنهادات سازندهٔ خود، بهره‌مند سازید.

مؤلفان کتاب

فهرست

فصل ۱: حرکت بر خط راست ۷

فصل ۲: دینامیک و حرکت دایره‌ای ۱۱۱

فصل ۳: نوسان و موج ۱۹۹

فصل ۴: بر هم‌کنش‌های موج ۲۹۷

فصل ۵: آشنایی با فیزیک اتمی ۳۶۷

فصل ۶: آشنایی با فیزیک هسته‌ای ۳۹۹

سؤالات کنکور ۹۹ ۴۲۵

پاسخ‌نامهٔ کلیدی ۴۳۴

۲۵. معادلهٔ حرکت جسمی که روی خط راست حرکت می‌کند، در SI به‌صورت $x=t^2-6t+8$ است. متحرک چند ثانیه در مکان منفی و به طرف جهت مثبت در حرکت است؟

۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۱/۵ ۴) ۲

۲۶. معادلهٔ مکان ـ زمان متحرکی در SI به‌صورت $x=0/5+\sin(\pi t+\frac{\pi}{2})$ است. جابه‌جایی متحرک در ثانیهٔ دوم حرکت چند متر است؟

۱) صفر ۲) ۰/۵ ۳) ۱ ۴) ۲

۲۷. معادلهٔ حرکت جسمی که روی خط راست حرکت می‌کند، در SI به‌صورت $y=0/2\sin(\pi t)$ است. در بازهٔ زمانی صفر تا $t=2s$، متحرک چند متر را پیموده است؟

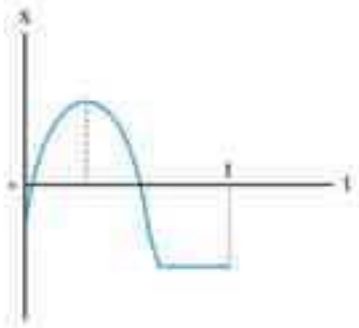
۱) ۰/۸ ۲) ۰/۴ ۳) ۱/۶ ۴) صفر

۲۸. معادلهٔ مکان ـ زمان متحرکی در SI، به صورت $x=2\cos(2\pi t)$ است. در کدام بازهٔ زمانی زیر برحسب ثانیه، بردار مکان متحرک در خلاف جهت محور x است؟

۱) $[0,\frac{1}{3}]$ ۲) $[\frac{1}{4},\frac{3}{4}]$ ۳) $[\frac{1}{2},1]$ ۴) $[\frac{1}{4},1]$

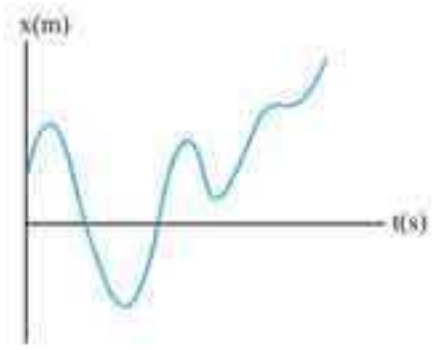
نمودار مکان ـ زمان

۲۹. نمودار مکان ـ زمان متحرکی که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند، مطابق شکل است. در بازهٔ زمانی صفر تا t، جهت حرکت متحرک چند بار تغییر کرده است؟



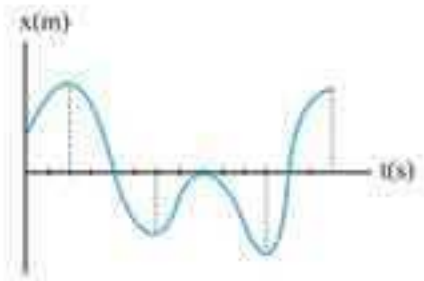
۱) صفر
۲) ۱
۳) ۲
۴) ۳

۳۰. نمودار مکان ـ زمان متحرکی مطابق شکل است. این متحرک در مسیر حرکت خود به‌ترتیب از راست به چپ، چند بار متوقف شده و چند بار تغییر جهت داده است؟



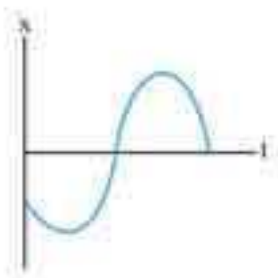
۱) ۴، ۴
۲) ۴، ۵
۳) ۵، ۵
۴) ۵، ۴

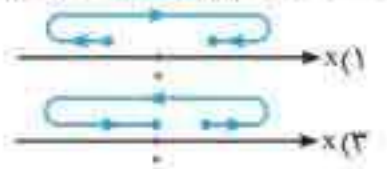
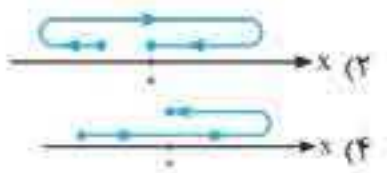
۳۱. نمودار مکان ـ زمان متحرکی که روی x حرکت می‌کند، مطابق شکل است. در طی این حرکت به‌ترتیب از راست به چپ، چند بار جهت بردار مکان متحرک تغییر می‌کند و متحرک در کل چند ثانیه در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند؟ (محور زمان به واحدهای یک ثانیه‌ای درجه‌بندی شده است.) (کانون فرهنگی آموزش)



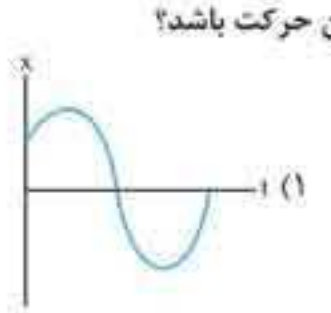
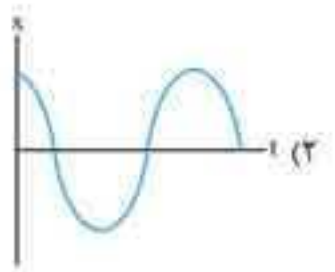
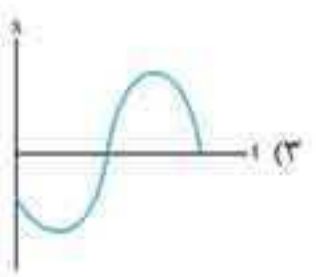
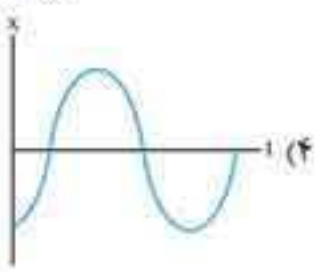
۱) ۷، ۲
۲) ۸، ۴
۳) ۷، ۴
۴) ۸، ۲

۳۲. نمودار مکان ـ زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند مطابق شکل است. در کدام گزینه مسیر حرکت متحرک روی محور x به درستی رسم شده است؟



۱) 
۲) 
۳)
۴)

۳۳. مسیر حرکت متحرکی روی محور x مطابق شکل است. کدام گزینه می‌تواند نمودار مکان ـ زمان مربوط به این حرکت باشد؟

۱) 
۲) 
۳) 
۴) 

۲ تندی متوسط

برای این‌که مسافت طی‌شدهٔ اجسام را در زمان‌های یکسان با یکدیگر مقایسه کنند، از مفهوم «تندی متوسط» استفاده می‌کنند. تندی متوسط به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\text{تندی متوسط} = \frac{\text{مسافت طی شده}}{\text{زمان طی شدن مسافت}} \Rightarrow \underset{\text{تندی متوسط}}{s_{av}} = \frac{\overbrace{\ell}^{\text{مسافت طی شده}}}{\underbrace{\Delta t}_{\text{مدت زمان طی شدن مسافت}}}$$

نکته:

۱ یکای تندی متوسط در SI، متر بر ثانیه (m/s) است.

$$s_{av} = \frac{\ell(m)}{\Delta t(s)}$$

تذکر: یکای دیگری که برای تندی متوسط به کار می‌رود، کیلومتر بر ساعت (km/h) است و رابطهٔ آن با (m/s) به‌صورت زیر است:

$$(km/h) \underset{\times ۳/۶}{\overset{+۳/۶}{\rightleftarrows}} (m/s)$$

$$(۱\frac{m}{s} \times \frac{۳۶۰۰s}{۱h} \times \frac{۱km}{۱۰۰۰m} = ۳/۶\,km/h \quad , \quad ۱\frac{km}{h} \times \frac{۱h}{۳۶۰۰s} \times \frac{۱۰۰۰m}{۱km} = \frac{۱}{۳/۶}\,m/s)$$

۲ تندی متوسط مقدار مسافت طی‌شده بر واحد زمان است. از آنجا که مسافت، کمیتی نرده‌ای است، پس تندی متوسط هم کمیتی نرده‌ای است.

۳ اگر جسمی در مدت زمانی یکسان، در مسیرهای گوناگون بین دو نقطه جابه‌جا شود، تندی متوسط آن به مسیر (طول مسیر) بستگی دارد.

مثال: جسمی روی خط راست در مدت ۱۰s از مبدأ مکان به $x_۱ = -۵\,m$ و بلافاصله سپس به $x_۲ = ۲۵\,m$ می‌رود. تندی متوسط جسم چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۲/۵ ۲) ۳ ۳) ۳/۵ ۴) صفر

پاسخ: گزینه ۳ طول مسیر طی‌شده در مدت ۱۰s برابر $\ell = ۵ + ۵ + ۲۵ = ۳۵\,m$ است و تندی متوسط جسم برابر است با:

$$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{۳۵}{۱۰} = ۳/۵\,m/s$$

مثال: معادلهٔ حرکت جسمی که روی محور x حرکت می‌کند در SI به‌صورت $x = t^۲ - ۸t + ۱۲$ است. تندی متوسط جسم در بازهٔ صفر تا ۵s چند متر بر ثانیه است؟

۱) $\frac{۱۷}{۵}$ ۲) $\frac{۱۵}{۵}$ ۳) $\frac{۱۲}{۵}$ ۴) $\frac{۹}{۵}$

پاسخ: گزینه ۱

گام اول: چون معادلهٔ حرکت درجه دوم است، همان‌طور که در بخش‌های قبلی ذکر کردیم ابتدا لحظه‌ای که جهت حرکت عوض می‌شود را به‌دست می‌آوریم؛ می‌دانیم این لحظه از رابطهٔ $t' = \frac{-b}{۲a}$ به‌دست می‌آید.

$$t' = \frac{b}{۲a} \xrightarrow[a=۱]{b=-۸} t' = \frac{۸}{۲} = ۴s$$

چون لحظهٔ $t' = ۴s$ در بازهٔ صفر تا ۵s است برای محاسبهٔ مسافت طی‌شده از صفر تا $t = ۵s$ جابه‌جایی‌های جسم را از $t = ۰s$ تا $t = ۴s$ و سپس از $t = ۴s$ تا $t = ۵s$ به‌دست می‌آوریم.

$$x_۰ = ۱۲m \quad , \quad x_۴ = ۴^۲ - ۸\times۴ + ۱۲ = -۴\,m \quad , \quad x_۵ = ۵^۲ - ۸\times۵ + ۱۲ = -۳\,m$$

$$\Delta x_۱ = x_۴ - x_۰ = -۴ - ۱۲ = -۱۶\,m \quad , \quad \Delta x_۲ = x_۵ - x_۴ = -۳ - (-۴) = ۱m$$

گام دوم: مسافت طی‌شده برابر مجموع قدرمطلق جابه‌جایی‌های جسم است.

$$\ell = |\Delta x_۱| + |\Delta x_۲| = ۱۶ + ۱ = ۱۷\,m$$

گام سوم: تندی متوسط متحرک را از رابطهٔ $s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t}$ حساب می‌کنیم:

$$s_{av} = \frac{۱۷}{۵}\,m/s$$

۳ سرعت متوسط

سرعت متوسط در فیزیک به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\text{سرعت متوسط} = \frac{\text{بردار جابه‌جایی جسم}}{\text{مدت زمان جابه‌جایی جسم}} \Rightarrow \vec{v}_{av} = \frac{\overbrace{\vec{d}}^{\text{بردار جابه‌جایی}}}{\underbrace{\Delta t}_{\text{مدت زمان جابه‌جایی}}}$$

نکته:

۱ یکای سرعت متوسط در SI، متر بر ثانیه (m/s) است.

$$\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}(m)}{\Delta t(s)}$$

۲ سرعت متوسط کمیتی برداری است، چون از تقسیم جابه‌جایی (که کمیتی برداری است) بر زمان (کمیت نرده‌ای) به‌دست می‌آید.

۳ جهت بردار سرعت متوسط هم‌جهت با بردار جابه‌جایی متحرک است.

۴ اگر جسمی در مدت زمان معینی از نقطه‌ای، حرکت کند و به همان نقطه برگردد، جابه‌جایی متحرک و در نتیجه سرعت متوسط آن صفر است. باید توجه داشت که در این حالت، مسافت طی‌شده و تندی متوسط صفر نیست.

۵ رابطهٔ سرعت متوسط را برحسب این‌که جسم در چه راستایی حرکت می‌کند (x یا y)، می‌توان به صورت‌های زیر نوشت:

$$v_{av_x}=\frac{\Delta x}{\Delta t} \quad , \quad v_{av_y}=\frac{\Delta y}{\Delta t}$$

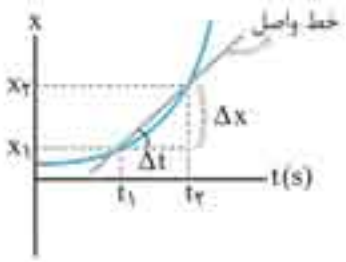
مثال: معادلهٔ حرکت جسمی که در مسیر مستقیم حرکت می‌کند در SI به صورت $x=5t^2-20t+10$ است. سرعت متوسط جسم در دو ثانیهٔ اول چند متر بر ثانیه است؟

۱) -10 ۲) ۱۰ ۳) ۵ ۴) صفر

پاسخ: (گزینه ۱) از رابطهٔ سرعت متوسط یعنی $v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}$ استفاده می‌کنیم:

$$\begin{cases} t=0\,s \Rightarrow x_0=10\,m \\ t=2\,s \Rightarrow x_2=-10\,m \end{cases} \Rightarrow \Delta x=-10-10=-20\,m \quad , \quad v_{av}=\frac{-20}{2-0}=-10\,m/s$$

سرعت متوسط و شیب خط نمودار $x-t$



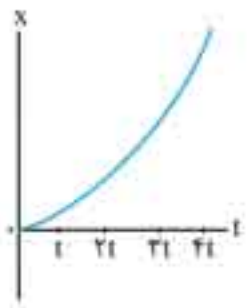
می‌دانیم با توجه به تعریف سرعت متوسط برای حرکت روی محوری مانند محور x رابطهٔ سرعت متوسط به‌صورت $v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{x_2-x_1}{t_2-t_1}$ نوشته می‌شود.

اگر نمودار مکان ـ زمان حرکت جسمی که روی محور x حرکت می‌کند را مطابق شکل در نظر بگیریم، برای بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 متحرک از مکان x_1 تا x_2 جابه‌جا می‌شود و می‌توان نوشت:

$$\text{شیب خط واصل}=\frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \text{شیب خط واصل}=v_{av}$$

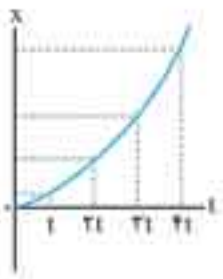
یعنی شیب خطی که دو نقطه از نمودار $x-t$ را در دو لحظهٔ t_1 و t_2 به هم وصل کند برابر سرعت متوسط جسم در بازهٔ t_1 تا t_2 است.

تذکر: اگر نمودار مکان ـ زمان به‌صورت خط یا معادلهٔ مکان ـ زمان درجه اول باشد، شیب نمودار در همهٔ بازه‌های زمانی دلخواه یکسان است؛ یعنی سرعت متوسط جسم (و تندی متوسط) در هر بازهٔ زمانی دلخواه یکسان است.



مثال: در شکل روبه‌رو نمودار مکان ـ زمان جسمی که روی محور x حرکت می‌کند رسم شده است. جسم در t ثانیهٔ ..... بیشترین سرعت متوسط و در t ثانیه ..... بیشترین تندی متوسط را نسبت به t ثانیه‌های دیگر دارد.

۱) اول ـ اول ۲) اول ـ چهارم
۳) چهارم ـ اول ۴) چهارم ـ چهارم



پاسخ: (گزینه ۴) با توجه به این‌که شیب خط واصل نمودار $x-t$ برابر سرعت متوسط است، در t ثانیهٔ چهارم یعنی بین $3t$ و $4t$، شیب خط بیشتر از t ثانیه‌های دیگر است و در این بازهٔ زمانی نیز بیشترین مسافت طی شده است و جسم بیشترین تندی متوسط را دارد.

سرعت متوسط در چند جابه‌جایی متوالی

اگر متحرکی روی خط راست، مسیری را در n جابه‌جایی متوالی مانند Δx_1، Δx_2، ... Δx_n به‌ترتیب در بازه‌های زمانی Δt_1، Δt_2، ... Δt_n طی کند، سرعت متوسط جسم در کل حرکت، از رابطهٔ روبه‌رو به‌دست می‌آید:

$$v_{av_x}=\frac{\Delta x_1+\Delta x_2+\cdots+\Delta x_n}{\Delta t_1+\Delta t_2+\cdots+\Delta t_n}$$

حالت‌های خاص

۱ اگر سرعت متوسط هر جابه‌جایی و مدت زمان جابه‌جایی‌ها را داشته باشیم (مثلاً در جهت x)، سرعت متوسط در کل حرکت برابر است با:

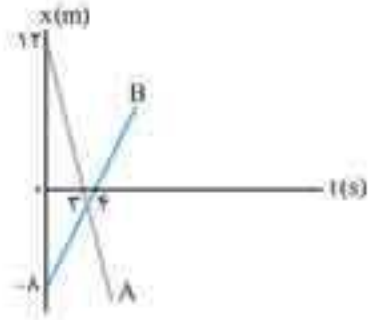
$$v_{av_x}=\frac{\Delta x_1+\Delta x_2+\cdots+\Delta x_n}{\Delta t_1+\Delta t_2+\cdots+\Delta t_n}=\frac{v_{av_1}\Delta t_1+v_{av_2}\Delta t_2+\cdots+v_{av_n}\Delta t_n}{\Delta t_1+\Delta t_2+\cdots+\Delta t_n}$$

مثال: متحرکی در مسیر مستقیم، ۱۰ ثانیه با سرعت متوسط ۵ m/s و ۵ ثانیهٔ بعدی را با سرعت متوسط ۸ m/s در همان جهت و ۸ ثانیهٔ بعدی را با سرعت متوسط ۴ m/s در خلاف جهت اولیه حرکت می‌کند. بزرگی سرعت متوسط جسم در کل حرکت، چند متر بر ثانیه است؟

پاسخ: با استفاده از حالت خاص ۱ و اینکه جابه‌جایی سوم در خلاف جهت جابه‌جایی‌های اول و دوم است داریم:

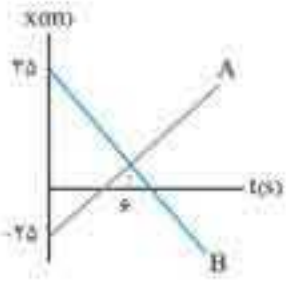
$$v_{av_x}=\frac{5\times10+8\times5-4\times8}{10+5+8}=\frac{58}{23}\,m/s$$

۲۵۲۴. شکل روبه‌رو نمودار مکان ـ زمان دو متحرک A و B را نشان می‌دهد که هم‌زمان در راستای محور x حرکت می‌کنند. به‌ترتیب از راست به چپ، در چه لحظه‌ای برحسب ثانیه و در چه مکانی برحسب متر، دو متحرک به هم می‌رسند؟ (برگرفته از کتاب درسی)



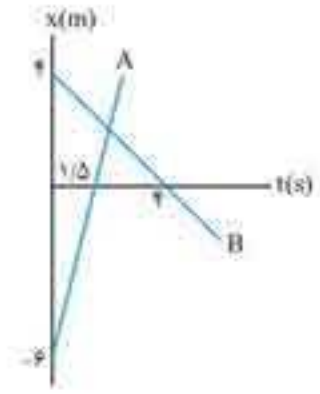
۱) ۱/۵ ، ۳/۵
۲) $-\frac{۲}{۳}$ ، ۳/۵
۳) $\frac{۱۰}{۳}$ ، $-\frac{۸}{۳}$
۴) $\frac{۱۰}{۳}$ ، $-\frac{۴}{۳}$

۲۵۳. نمودار مکان ـ زمان دو متحرک A و B که روی محور x در حرکت‌اند مطابق شکل است. اگر تندی متحرک A برابر با $۴\,m/s$ باشد، تندی متحرک B، چند متر بر ثانیه است؟



۱) ۲
۲) ۴
۳) ۶
۴) ۸

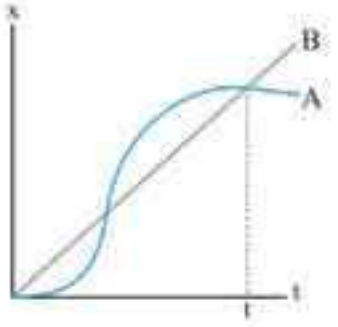
۲۵۴. نمودار مکان ـ زمان دو متحرک A و B مطابق شکل است. از لحظهٔ $t=۰\,s$ تا لحظه‌ای که دو متحرک از کنار هم عبور می‌کنند، جابه‌جایی متحرک A چند برابر جابه‌جایی متحرک B است؟



۱) ۳
۲) ۴
۳) -۳
۴) -۴

آزمون مبحثی ۱

۱ **۲۵۵.** نمودار مکان ـ زمان دو متحرک A و B که در مسیر مستقیم حرکت می‌کنند، مطابق شکل است. کدام عبارت برای این نمودار درست است؟

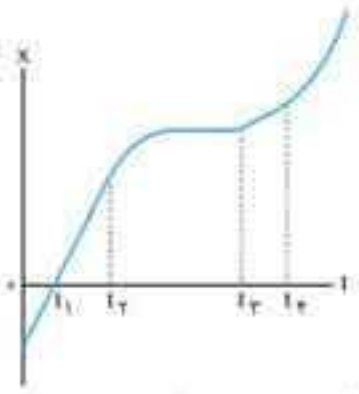


۱) در سه لحظه سرعت دو متحرک برابر است.
۲) در دو لحظه سرعت دو متحرک برابر است.
۳) در لحظه‌هایی که سرعت متحرک‌ها برابر می‌شود، مکان متحرک A بیشتر از مکان متحرک B است.
۴) در بازهٔ زمانی صفر تا t، مسافت طی‌شده توسط متحرک A بیشتر از مسافت طی‌شده توسط متحرک B است.

۲ **۲۵۶.** معادلهٔ حرکت جسمی که در خط مستقیم حرکت می‌کند، در SI به‌صورت $x=t^۲-۲t+۵$ است. سرعت متوسط جسم در دو ثانیهٔ دوم حرکت چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۱۸ ۲) ۲۶ ۳) ۴۰ ۴) ۷۲

۳ **۲۵۷.** در شکل روبه‌رو، نمودار مکان ـ زمان متحرکی که روی خط راست حرکت می‌کند، نشان داده شده است. کدام عبارت‌ها دربارهٔ این حرکت درست است؟



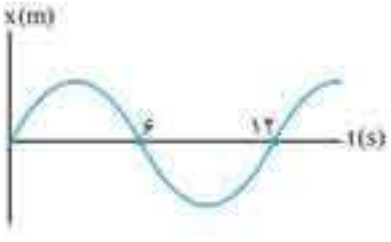
الف) در بازهٔ زمانی ۰ تا $t_۱$، متحرک در جهت منفی محور x حرکت می‌کند.
ب) در بازهٔ زمانی $t_۲$ تا $t_۴$، سرعت متحرک در حال افزایش است.
پ) در لحظهٔ $t_۱$، سرعت متحرک صفر است.

۱) الف ۲) ب
۳) پ ۴) الف، ب و پ

۴ **۲۵۸.** متحرکی در مسیر مستقیم با سرعت ثابت حرکت می‌کند و در لحظهٔ $t_۱=۲\,s$ از مکان $x_۱=+۱۰\,m$ و در لحظهٔ $t_۲=۵\,s$ از مکان $x_۲=-۵\,m$ عبور می‌کند. معادلهٔ حرکت متحرک در SI کدام است؟

۱) $x=-۵t+۲۰$ ۲) $x=-۵t+۱۰$ ۳) $x=-۳t+۵$ ۴) $x=-۳t+۱۰$

۵ **۲۵۹.** ذره‌ای روی خط راست حرکت می‌کند و نمودار مکان ـ زمان آن مطابق شکل است. در بازهٔ زمانی صفر تا ۱۲s، جهت بردارهای مکان، سرعت و شتاب ذره به‌ترتیب از راست به چپ چند بار تغییر می‌کند؟

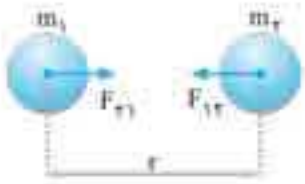


۱) ۲، ۱، ۱
۲) ۱، ۲، ۱
۳) ۲، ۲، ۱
۴) ۱، ۳، ۲

۱۴ نیروی گرانشی

نیروی جاذبه‌ای است که به سبب جرم اجسام پدید می‌آید. نیروی گرانشی یکی از چهار نیروی بنیادی است که در طبیعت وجود دارد و این نیرو بین هر دو ذره مانند پروتون‌ها و نوترون‌ها، اجسام عادی مانند میز و صندلی و اتومبیل‌ها و حتی آدم‌ها! وجود دارد. زیرا همهٔ این‌ها جرم دارند. همهٔ اجسام بر هم نیروی گرانشی وارد می‌کنند؛ چه نزدیک به هم باشند و چه در فاصله دور مانند خورشید و سیارات و کهکشان‌ها.

بزرگی نیروی گرانشی بین دو ذره به جرم‌های m_1 و m_2 که در فاصلهٔ r از یکدیگرند از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:



$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

ثابت جهانی گرانش $G = 6/67\times10^{-11}\ N.m^2/kg^2$

تذکر: رابطهٔ $F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$ برای اجسام ذره‌ای صدق می‌کند.

نکته: نیروی گرانشی بین دو جسم، کنش و واکنش یکدیگرند و اندازهٔ یکسان و جهتی مخالف یکدیگر دارند. مثلاً نیروی گرانشی زمین بر یک توپ فوتبال برابر نیروی گرانشی است که توپ بر زمین وارد می‌کند. $F_{21} = F_{12} = F \quad , \quad \vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12}$

مثال: دو جسم کوچک (ذره) هر دو به جرم ۱۰۰kg در فاصلهٔ ۱ متری از یکدیگر قرار دارند. نیروی گرانشی بین آن‌ها چند نیوتون است؟

۱) $6/67\times10^{-9}$ ۲) $6/67\times10^{-7}$ ۳) $66/7\times10^{-7}$ ۴) $66/7\times10^{-9}$

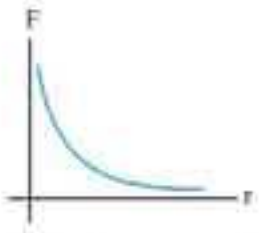
پاسخ: (گزینه ۲)

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2} = 6/67\times10^{-11}\times\frac{100\times100}{1^2} = 6/67\times10^{-7}\ N$$

نکته:

۱ ثابت جهانی گرانش $G = 6/67\times10^{-11}\ N.m^2/kg^2$ مقدار بسیار کوچکی است. از این‌رو نیروی گرانشی بین اجسامی که با آن‌ها سر و کار داریم بسیار کم و ناچیز است.

۲ نمودار نیروی گرانش بین دو ذره بر حسب فاصله آن‌ها مطابق شکل روبه‌رو است.



مثال: اگر نیروی گرانشی خورشید بر سیارهٔ A در فاصلهٔ R برابر F باشد، نیروی گرانشی خورشید بر سیارهٔ B که ۱۰ برابر جرم سیاره A را دارد و در فاصلهٔ ۴R از خورشید است چند F می‌باشد؟

۱) ۲/۵ ۲) ۱/۲ ۳) $\frac{5}{8}$ ۴) ۱/۶

پاسخ: (گزینه ۳) از رابطهٔ نیروی گرانشی استفاده می‌کنیم و نسبت نیروها را در دو حالت می‌نویسیم: $F = G\frac{m_1 m_2}{r^2} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{m_1' m_2'}{m_1 m_2}\times(\frac{r}{r'})^2$

اگر $m_1 = m_A$ و $m_1' = m_B$ و $m_2' = m_2 = m_S$ (جرم خورشید) باشد داریم $m_B = 10m_A$، پس می‌توان نوشت:

$$\frac{F'}{F} = \frac{10m_A m_S}{m_A m_S}\times(\frac{R}{4R})^2 \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{10}{16} = \frac{5}{8}$$

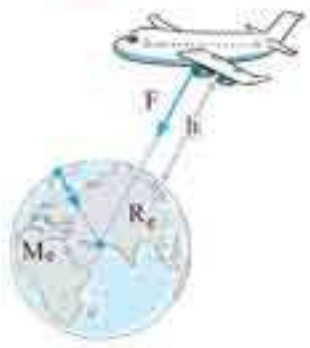
نیروی گرانشی زمین بر جسم m

۱ اگر جسمی به جرم m در ارتفاع h از سطح زمین (با جرم M_e و شعاع R_e) باشد، نیروی گرانشی زمین بر جسم را می‌توان از رابطهٔ روبه‌رو حساب کرد:

$$F = G\frac{m M_e}{(R_e + h)^2} \quad (1)$$

نکته: نیروی گرانشی زمین به همهٔ اجسامی که دور زمین می‌چرخند، مانند ماه و ماهواره‌ها از رابطهٔ (۱) به‌دست می‌آید.

۲ **نیروی وزن جسم در سطح زمین:** اگر جسم روی سطح زمین قرار داشته باشد ($h = 0$) یا خیلی نزدیک به سطح زمین باشد ($h \simeq 0$)، نیروی گرانشی زمین بر جسم برابر نیروی وزن جسم است و به صورت زیر نیز به‌دست می‌آید:



$$h \simeq 0 \Rightarrow F = G\frac{m M_e}{R_e^2} \xrightarrow{F=W} W = G\frac{m M_e}{R_e^2} \quad (2)$$

۳ از رابطهٔ (۲) و رابطهٔ وزن جسم یعنی $W = mg$ می‌توان مقدار شتاب گرانشی در سطح زمین را به‌صورت زیر نیز حساب کرد:

$$\left.\begin{matrix} W = mg \\ F = G\frac{m M_e}{R_e^2} \end{matrix}\right\} \xrightarrow{W=F} g = \frac{G M_e}{R_e^2}$$

۱۰۷۱. ماهواره‌های A و B به دور زمین می‌چرخند. جرم ماهوارهٔ A ، $\frac{۵}{۴}$ جرم ماهوارهٔ B است. اگر بزرگی تکانهٔ دو ماهواره با هم برابر باشد، شعاع مدار ماهوارهٔ B چند برابر شعاع مدار ماهوارهٔ A است؟ (تجربی ۹۲)

۱) ۲۰ ۲) ۸۰ ۳) $\frac{۴}{۵}$ ۴) $\frac{۱۶}{۲۵}$

۱۰۷۲. جرم دو ماهوارهٔ A و B به‌ترتیب m و ۲m و به فاصله‌های R_e و $۲R_e$ از سطح زمین قرار دارند. سرعت خطی ماهوارهٔ A چند برابر سرعت خطی ماهوارهٔ B است؟ (R_e شعاع کره زمین است.) (ریاضی ۸۶)

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

۱۰۷۳. جرم دو ماهوارهٔ A و B با هم برابر است. اگر شعاع مدار ماهوارهٔ A دو برابر شعاع مدار ماهوارهٔ B باشد، انرژی جنبشی آن چند برابر انرژی جنبشی ماهوارهٔ B است؟ (تجربی ۸۷)

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

۱۰۷۴. ماهواره‌ای به جرم m روی مداری به شعاع r به دور زمین می‌چرخد. دورهٔ گردش ماهواره متناسب با کدام گزینه است؟ (تجربی خارج ۹۰)

۱) $r^{\frac{۳}{۲}}$ ۲) $r^{\frac{۲}{۳}}$ ۳) $\frac{r}{m}$ ۴) $\frac{R_e}{r}$

۱۰۷۵. ماهواره‌ای در فاصلهٔ R_e از سطح زمین در یک مدار دایره‌ای به دور زمین می‌گردد. اگر R_e شعاع زمین و r شعاع مدار ماهواره و g شتاب جاذبه در روی زمین باشد، دورهٔ گردش ماهواره در SI کدام است؟ (ریاضی ۸۷)

۱) $۲\pi\sqrt{\frac{r}{g}}$ ۲) $۴\pi\sqrt{\frac{r}{g}}$ ۳) $۲\pi\sqrt{\frac{R_e}{g}}$ ۴) $۴\pi\sqrt{\frac{R_e}{g}}$

۱۰۷۶. ماهواره‌ای به جرم m در ارتفاع h از سطح زمین به دور آن می‌چرخد. اگر نیروی مرکزگرای ماهواره $\frac{۱}{۱۶}$ نیروی وزن ماهواره در سطح زمین باشد، ارتفاع h چند برابر شعاع زمین است؟ (تجربی ۹۳)

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۹ ۴) ۱۶

۱۰۷۷. فاصلهٔ ماهوارهٔ A از سطح زمین برابر با شعاع زمین و فاصلهٔ ماهوارهٔ B از سطح زمین ۳ برابر شعاع زمین است. اگر جرم دو ماهواره با هم برابر باشد، بزرگی تکانهٔ ماهوارهٔ A چند برابر بزرگی تکانهٔ ماهوارهٔ B است؟ (کانون فرهنگی آموزش)

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

۱۰۷۸. ماهوارهٔ A در جهت حرکت وضعی زمین طوری به دور زمین می‌چرخد که در هر شبانه‌روز فقط یک بار در یک مکان معین به وسیلهٔ ناظری ساکن در سطح زمین رؤیت می‌شود. اگر شعاع گردش ماهوارهٔ B، ۹ برابر شعاع مدار ماهوارهٔ A باشد، دورهٔ گردش ماهواره‌های A و B به دور زمین چند ساعت است؟ (به‌ترتیب از راست به چپ) (تجربی خارج ۹۵)

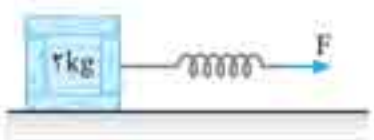
۱) ۱۰۸ ، ۱۲ ۲) ۶۴۸ ، ۲۴ ۳) ۳۲۴ ، ۱۲ ۴) ۳۲۴ ، ۲۴

۱۰۷۹. ماهواره‌ای به جرم ۲۵۰kg در یک مدار دایره‌ای به دور زمین می‌چرخد. اگر فاصلهٔ ماهواره از سطح زمین ۱۶۰۰km باشد، انرژی جنبشی ماهواره چند گیگاژول است؟ ($g = ۱۰N/kg$ ، $R_e = ۶۴۰۰km$) (ریاضی خارج ۹۶)

۱) ۶/۴ ۲) ۶۴ ۳) ۶۴۰ ۴) ۶۴۰۰

آزمون مبحثی ۲

۱ **۱۰۸۰.** در شکل روبه‌رو ثابت فنر $۱۰۰N/m$ است و جسم را روی سطح افقی می‌کشیم. هنگامی که تغییر طول فنر به ۸cm می‌رسد جسم شروع به حرکت می‌کند. ضریب اصطکاک ایستایی جسم با سطح چقدر است؟

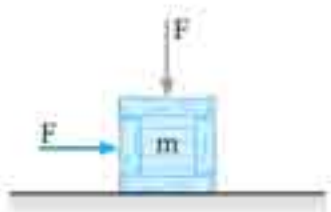


۱) ۰/۲ ۲) ۰/۳
۳) ۰/۴ ۴) ۰/۵

۲ **۱۰۸۱.** اتومبیلی به جرم ۱۰۰۰kg با سرعت $۷۲km/h$ در حرکت است. راننده با دیدن مانع ترمز شدیدی می‌گیرد و چرخ‌ها قفل می‌شوند و پس از ۴s ترمز را رها می‌کند. اگر ضریب اصطکاک جنبشی لاستیک‌ها با زمین ۰/۲ باشد، به ترتیب از راست به چپ در مدت ترمز، اتومبیل چند متر حرکت کرده و به چه سرعتی (متر بر ثانیه) رسیده است؟

۱) ۱۴ ، ۶۹ ۲) ۷ ، ۶۹ ۳) ۱۴ ، ۵۱ ۴) ۷ ، ۵۱

۳ **۱۰۸۲.** مطابق شکل جسمی به جرم ۲kg تحت تأثیر دو نیروی هم‌اندازه و عمود بر هم روی سطح افقی دارای اصطکاکی در حال حرکت است. اگر بزرگی نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، ۱۵۰N باشد، شتاب حرکت جسم چند $m/s^۲$ است؟ ($\mu_k = \frac{۳}{۴}$ و $g = ۱۰N/kg$) (کانون فرهنگی آموزش)



۱) ۲ ۲) ۶/۵ ۳) ۵ ۴) ۴

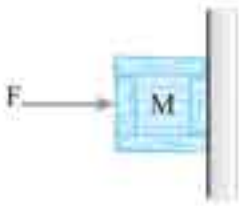
۴ **۱۰۸۳.** یک بازیکن فوتبال به توپی که با سرعت افقی $10\,m/s$ به سمتش می‌آید، ضربه می‌زند و توپ در جهت مخالف با سرعت $15\,m/s$ برمی‌گردد. اگر جرم توپ $400\,g$ و مدت زمان ضربه $0/1\,s$ باشد، بزرگی نیروی متوسطی که بازیکن به توپ وارد کرده است چند نیوتون است؟

۱) ۲۰ ۲) ۵۰ ۳) ۸۰ ۴) ۱۰۰

۵ **۱۰۸۴.** بر جسمی به جرم $5kg$ نیرویی وارد می‌شود و در مدت زمان معینی تکانهٔ جسم به $20\,kg.m/s$ می‌رسد. انرژی جسم چند ژول می‌شود؟

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

۶ **۱۰۸۵.** نیروی افقی $F = 12\,N$ مطابق شکل، جعبه‌ای به وزن $5\,N$ را به دیوار قائمی می‌فشارد. ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی میان دیوار و جسم به ترتیب $\mu_s = 0/6$ و $\mu_k = 0/4$ است. با فرض این‌که جسم در ابتدا ساکن است، نیرویی که دیوار به جسم وارد می‌کند چند نیوتون است؟ (کانون فرهنگی آموزش)



۱) ۵ ۲) ۱۲ ۳) ۱۳ ۴) ۷/۲

۷ **۱۰۸۶.** اگر جرم خورشید حدود 10^6 برابر جرم زمین و شعاع خورشید حدود ۱۰۰ برابر شعاع زمین باشد، شتاب گرانشی در سطح خورشید چند برابر شتاب گرانشی در سطح زمین است؟

۱) ۱۰ ۲) 10^2 ۳) 10^3 ۴) 10^4

۸ **۱۰۸۷.** دو ماهوارهٔ A و B، هر یک به جرم m به دور زمین می‌چرخند. فاصلهٔ ماهوارهٔ A تا سطح زمین R_e و فاصلهٔ ماهوارهٔ B تا سطح زمین $3R_e$ است. بزرگی تکانهٔ ماهوارهٔ A چند برابر بزرگی تکانهٔ ماهوارهٔ B است؟ (R_e شعاع کرهٔ زمین است.)

۱) $\sqrt{2}$ ۲) $\sqrt{3}$ ۳) ۲ ۴) ۳

۹ **۱۰۸۸.** اگر وزن ماهواره‌ای $\frac{1}{4}$ وزن آن روی سطح زمین باشد دورهٔ حرکت ماهواره برابر چند ثانیه است؟ $(R_e = 6400\,km\,,\ \pi^2 = 10)$ (کانون فرهنگی آموزش)

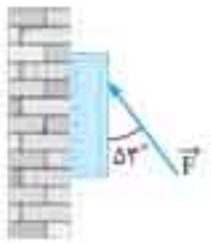
۱) ۳۲۰۰ ۲) $6400\sqrt{5}$ ۳) ۶۴۰۰ ۴) ۱۲۸۰۰

۱۰ **۱۰۸۹.** اگر در یک حرکت دایره‌ای یکنواخت، شعاع انحنای مسیر و سرعت خطی متحرک ۲ برابر شود، شتاب مرکزگرا چند برابر می‌شود؟ (تجربی ۸۸)

۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۴

هایپرتست

۱۰۹۰. در شکل روبه‌رو ضریب اصطکاک ایستایی جسم با دیوار ۰/۲ است. حداقل و حداکثر مقدار F چند نیوتون باشد تا جسم روی دیوار ساکن بماند؟ (وزن جسم ۴۰ نیوتون است، $\sin 53^\circ = 0/8$ و $\cos 53^\circ = 0/6$)



۱) $\frac{1000}{11}$ ، $\frac{4000}{76}$ ۲) ۲۵۰ ، ۳۰۰

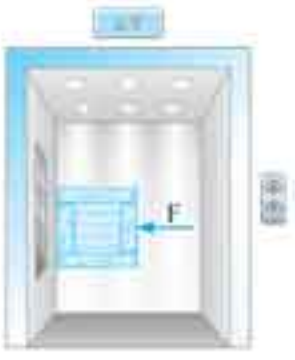
۳) $\frac{1000}{11}$ ، ۱۵۰ ۴) $\frac{4000}{76}$ ، ۲۵۰

۱۰۹۱. در شکل روبه‌رو ضریب اصطکاک ایستایی همهٔ سطوح برابر μ_s است. جرم شخص m و جرم جعبه M است. $\frac{m}{M}$ چقدر باشد تا شخص ساکن بماند و بتواند جعبه را روی سطح بکشد؟

۱) $\frac{1}{2} < \frac{m}{M} < 1$ ۲) $\frac{m}{M} > 1$

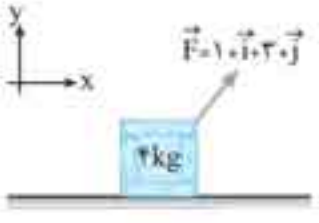
۳) $\frac{m}{M} \le \frac{1}{2}$ ۴) جرم شخص تأثیری در حرکت جعبه ندارد.

۱۰۹۲. مطابق شکل آسانسوری با شتاب $2\,m/s^2$ به طرف پایین شروع به حرکت می‌کند و جسمی را با نیروی $F = 50\,N$ به دیوارهٔ آسانسور تکیه داده‌ایم. و جسم ساکن و جرم آن $2/5\,kg$ است. حداقل ضریب اصطکاک ایستایی جسم با دیوارهٔ آسانسور چقدر است؟

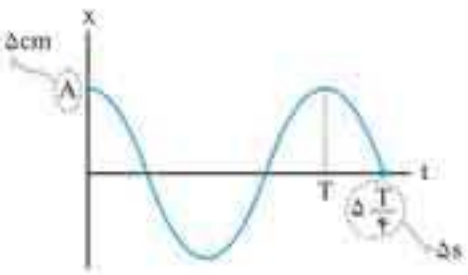


۱) ۰/۶
۲) ۰/۳
۳) ۰/۴
۴) ۰/۵

۱۰۹۳. مطابق شکل بر جسم ساکنی نیروی $\vec{F}$ وارد می‌شود و جسم شروع به حرکت می‌کند و در دو ثانیهٔ سوم حرکت ۱۰ متر طی می‌کند. ضریب اصطکاک جنبشی جسم چقدر است؟



۱) ۰/۶ ۲) ۰/۵
۳) ۰/۳ ۴) ۰/۲



گام دوم: طول پاره‌خط نوسان دو برابر دامنهٔ نوسان است، در نتیجه داریم: $2A = 10\,cm \Rightarrow A = 5cm$

گام سوم: معادلهٔ مکان ـ زمان حرکت هماهنگ ساده به‌صورت $x = A\cos\omega t$ است. حال با داشتن اطلاعات لازم می‌توانیم این نمودار را رسم کنیم. در شکل مقابل $A = 5\,cm$ و لحظهٔ مشخص شده برابر با $t = \frac{5T}{4}$ است:

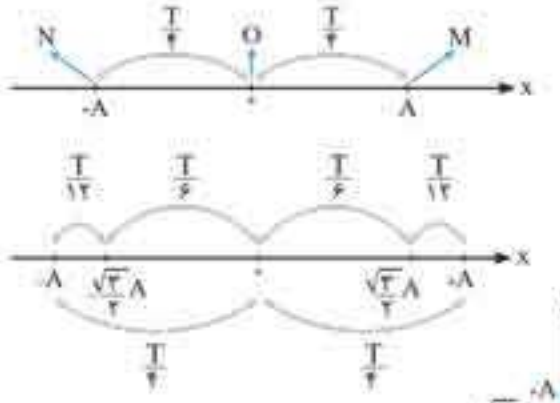
$$t = \frac{5T}{4} = 5 \times \frac{4}{4} = 5\,s$$

مدت زمان جابه‌جایی نوسانگر بین نقاط خاص (الگوهای زمانی)

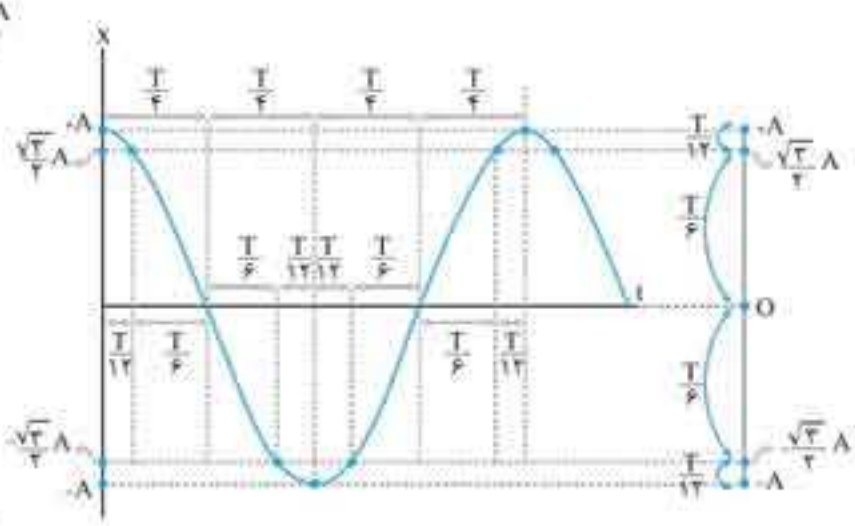
از آنجایی که حرکت هماهنگ ساده، یک حرکت با شتاب متغیر است و معادلهٔ مکان ـ زمان آن نیز به صورت کسینوسی است، برای فرار از حل معادلات مثلثاتی و پاسخ‌گویی سریع‌تر به برخی از تست‌های نوسان زمانی، از الگوهای زمانی زیر برای تعیین مدت زمان جابه‌جایی بین نقاط خاص استفاده می‌کنیم (T دورهٔ تناوب نوسانگر است):

۱ $x = \pm A$

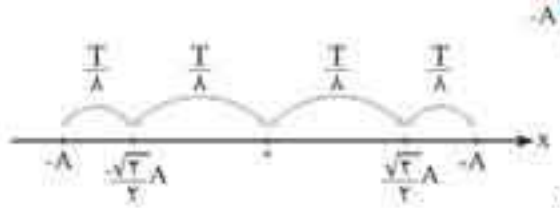
یعنی اگر یک نوسان کامل را به چهار قسمت یا ربع (OM , NO , ON , MO) تقسیم کنیم، نوسانگر هر ربع را در مدت زمان $\frac{T}{4}$ طی می‌کند.

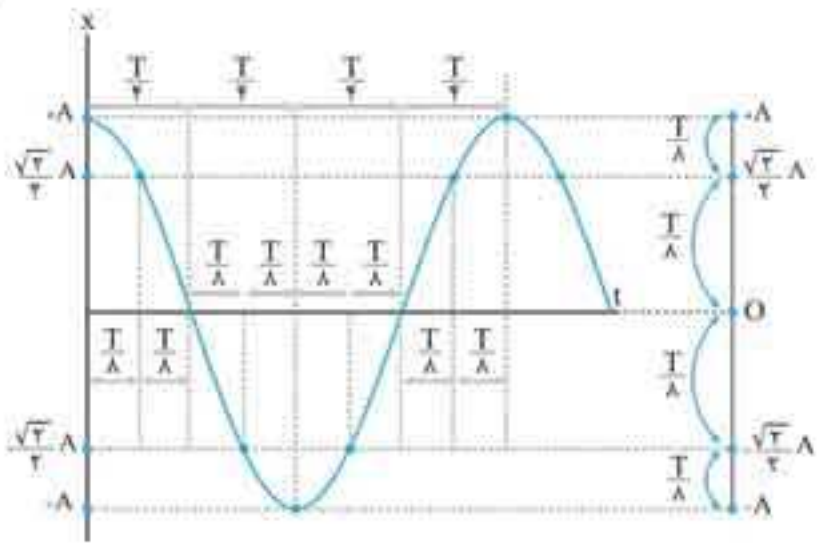


۲ $x = \pm\frac{\sqrt{3}}{2}A$

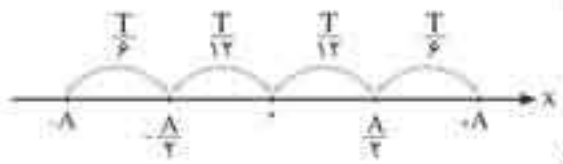


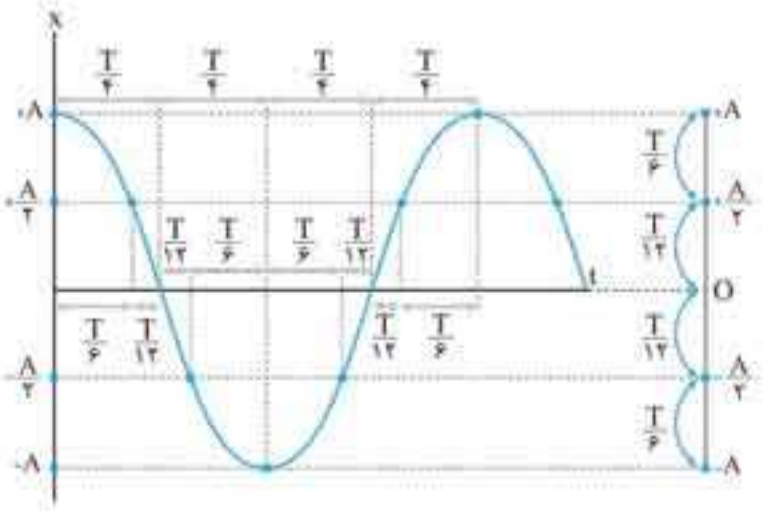
۳ $x = \pm\frac{\sqrt{2}}{2}A$



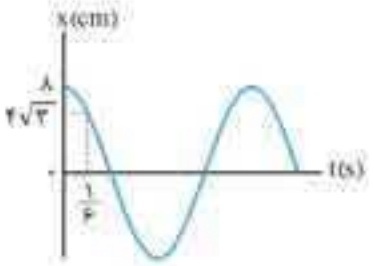


۴ $x = \pm\frac{1}{2}A$



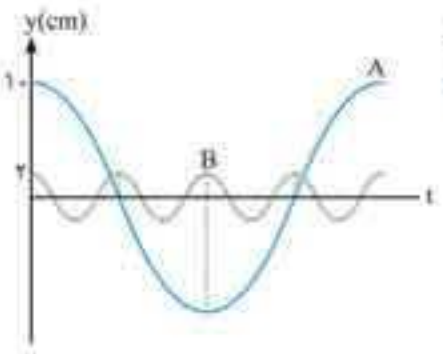


مهروماه



۱۳۱۸. نمودار مکان ـ زمان نوسانگر هماهنگ ساده‌ای مطابق شکل است. در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل نوسانگر نصف انرژی مکانیکی آن است، تندی نوسانگر چند متر بر ثانیه خواهد بود؟ (کانون فرهنگی آموزش)

۱) $۱۶\pi \times ۱۰^{-۳}$
۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۲۵}\pi$
۳) ۱۶π
۴) $\frac{\sqrt{۲}}{۵}\pi$



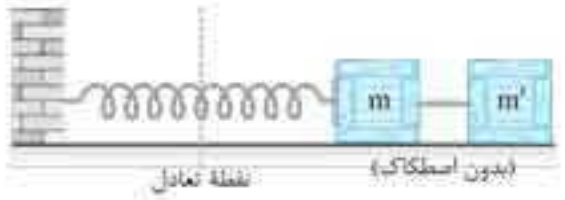
۱۳۱۹. نمودار مکان ـ زمان دو نوسانگر A و B مطابق شکل است. اگر جرم نوسانگر B پنج برابر جرم نوسانگر A باشد، انرژی مکانیکی نوسانگر A چند برابر انرژی مکانیکی نوسانگر B است؟ (تجربی ۹۱)

۱) $\frac{۵}{۱۶}$
۲) $\frac{۱۶}{۵}$
۳) $\frac{۵}{۹}$
۴) $\frac{۱۶}{۲۵}$

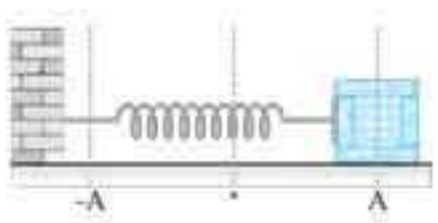
۱۳۲۰. نوسانگر وزنه ـ فنری روی سطح افقی بدون اصطکاک، با دامنهٔ $A_۱$ و بسامد $f_۱$ نوسان می‌کند. در لحظه‌ای که نوسانگر در بیشترین فاصله از مرکز نوسان قرار دارد، $\frac{۳}{۴}$ جرم وزنه، کنده شده و جدا می‌شود و جرم باقیماندهٔ متصل به همان فنر به نوسان ادامه می‌دهد. اگر در این حالت، بسامد $f_۲$ و دامنه $A_۲$ باشد، نسبت‌های $\frac{A_۲}{A_۱}$ و $\frac{f_۲}{f_۱}$ به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟ (ریاضی ۹۵)

۱) ۱،۱
۲) ۲،۱
۳) ۱،۲
۴) ۲،۲

۱۳۲۱. در شکل زیر، m و m' با میلهٔ سبکی به هم متصل‌اند. دستگاه حول نقطهٔ تعادل نوسان می‌کند. لحظه‌ای که جرم‌ها به دورترین فاصله از نقطهٔ تعادل می‌رسند، جرم m' را جدا می‌کنیم. دامنهٔ نوسان جرم m چگونه تغییر می‌کند؟



۱) کم‌تر می‌شود.
۲) بیشتر می‌شود.
۳) تغییر نمی‌کند.
۴) بدون داشتن ثابت فنر و جرم‌ها نمی‌توان پاسخ داد.



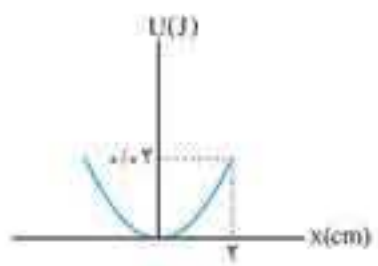
۱۳۲۲. مطابق شکل، جسمی به جرم ۲۰۰g روی پاره‌خطی به طول ۱۰cm حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر انرژی مکانیکی نوسانگر ۱۰J باشد، دورهٔ تغییرات انرژی پتانسیل جسم چند ثانیه است؟

۱) $\frac{\pi}{۱۰۰}$
۲) $\frac{\pi}{۲۰۰}$
۳) $\frac{\pi}{۵۰}$
۴) $\frac{\pi}{۲۵}$

۱۳۲۳. وزنه‌ای به جرم ۲۰ گرم به فنری با ثابت $۸۰۰\ N/m$ متصل است و در راستای افقی با دامنهٔ ۴cm حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. در لحظه‌ای که سرعت نوسانگر نسبت به سرعت آن در مرکز نوسان ۲۵ درصد کاهش یافته است، انرژی پتانسیل کشسانی آن چند ژول است؟ (از نیروهای اتلافی چشم‌پوشی شود.) (کانون فرهنگی آموزش)

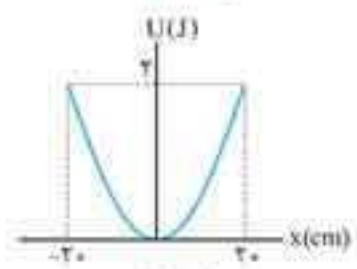
۱) ۰/۶۲
۲) ۰/۱۷۵
۳) ۰/۲۸
۴) ۰/۳۵

نمودارهای انرژی



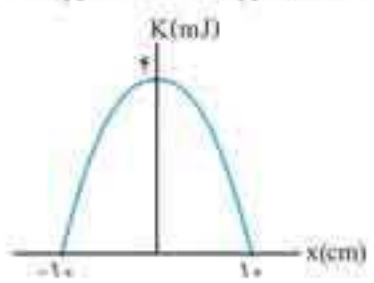
۱۳۲۴. نمودار انرژی پتانسیل ـ مکان نوسانگری به جرم ۴۰۰g مطابق شکل است. دورهٔ حرکت نوسانگر چند ثانیه است؟ ($\pi^۲ = ۱۰$) (ریاضی ۸۷)

۱) ۰/۲
۲) ۰/۴
۳) ۲
۴) ۴



۱۳۲۵. نمودار انرژی پتانسیل برحسب مکان نوسانگر هماهنگ ساده‌ای مطابق شکل است. بیشینهٔ نیروی وارد بر این نوسانگر چند نیوتون است؟

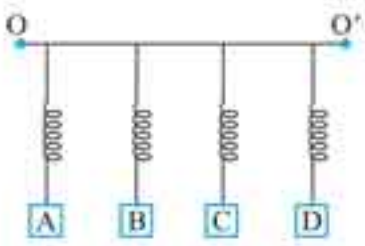
۱) ۱
۲) ۲
۳) ۱۰
۴) ۲۰



۱۳۲۶. نمودار انرژی جنبشی ـ مکان یک نوسانگر ساده به جرم ۲g مطابق شکل است. دورهٔ تناوب این نوسانگر چند ثانیه است؟

۱) $\frac{\pi}{۱۰}$
۲) $\frac{\pi}{۲۰}$
۳) $\frac{۱}{۱۰}$
۴) $\frac{۱}{۲۰}$

۱۳۷۰. مطابق شکل، چهار سامانهٔ جرم ـ فنر با ثابت $۳۶N/m$ به میلهٔ OO' وصل شده‌اند. اگر میله با بسامد زاویه‌ای $\omega_{OO'} = ۳rad/s$ در راستای قائم شروع به نوسان کند، بیشینهٔ انرژی مکانیکی ذخیره‌شده در کدام سامانه از بقیه بیشتر است؟ $(m_A = ۹kg, m_B = ۴kg, mc = ۱۰kg, m_D = ۵kg)$ (کانون فرهنگی آموزش)



۱) B
۲) A
۳) C
۴) D

۱۳۷۱. طول چهار آونگ سادهٔ A، B، C و D که از میله‌ای افقی آویزان‌اند، به ترتیب $L_A = ۰/۴m$، $L_B = ۰/۶m$، $L_C = ۰/۸m$ و $L_D = ۱/۲m$ می‌باشد. اگر میله دستخوش نوسان‌هایی افقی با بسامد زاویه‌ای در گسترهٔ $۳rad/s$ تا $۴rad/s$ بشود، کدام آونگ با دامنهٔ بزرگ‌تری نوسان می‌کند؟ $(g = ۱۰m/s^۲)$ (برگرفته از کتاب درسی)

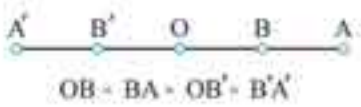
۱) A
۲) B
۳) C
۴) D

آزمون مبحثی ۱

۱ ۱۳۷۲. کدام یک از گزینه‌های زیر، در مورد نوسانگر وزنه ـ فنر نادرست است؟
۱) انرژی پتانسیل کشسانی نوسانگر در دو انتهای پاره‌خط نوسان بیشینه است.
۲) جهت نیروی بازگردانندهٔ فنر، همواره در خلاف جهت بردار مکان وزنه است.
۳) در لحظهٔ عبور نوسانگر از وضع تعادل، انرژی جنبشی دارای بیشترین مقدار است.
۴) در لحظه‌ای که انرژی جنبشی نوسانگر صفر است، شتاب آن نیز صفر است.

۲ ۱۳۷۳. در حرکت هماهنگ ساده، تندی متوسط نوسانگر در مدت زمان یک دورهٔ تناوب برابر با کدام گزینه است؟ (A دامنهٔ نوسان و T دورهٔ تناوب است.)
۱) صفر
۲) $\frac{A}{T}$
۳) $\frac{۲A}{T}$
۴) $\frac{۴A}{T}$

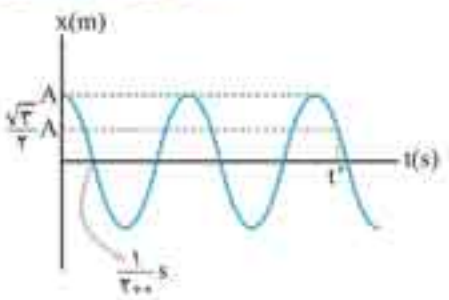
۳ ۱۳۷۴. در شکل روبه‌رو، اگر متحرکی بین دو نقطهٔ A و A' حرکت هماهنگ ساده انجام دهد و فاصلهٔ OB را در مدت $\frac{۱}{۳۰۰}s$ طی کند، بسامد نوسان چند هرتز است؟ (ریاضی خارج ۹۵)



۱) ۲۵
۲) ۳۷/۵
۳) ۵۰
۴) ۷۵

۴ ۱۳۷۵. در حرکت نوسانی ساده با دامنهٔ A و دورهٔ T، حداکثر تندی متوسط نوسانگر در مدت زمان $\frac{T}{۶}$ کدام است؟
۱) $\frac{۳A}{T}$
۲) $\frac{۶A}{T}$
۳) $\frac{۳\sqrt{۳}A}{T}$
۴) $\frac{۶\sqrt{۳}A}{T}$

۵ ۱۳۷۶. نمودار یک حرکت ارتعاشی مطابق شکل است. t' چند ثانیه است؟ (کنکور (برخاکی با تغییر)



۱) $\frac{۱}{۲۴}$
۲) $\frac{۹}{۲۰}$
۳) $\frac{۷}{۵۰}$
۴) $\frac{۱}{۱۲۰}$

۶ ۱۳۷۷. جسمی به جرم ۲kg حرکت نوسانی ساده با دامنهٔ ۵cm انجام می‌دهد. اگر تندی بیشینهٔ ذره $۰/۲۵m/s$ باشد، بیشینهٔ نیروی وارد بر ذره چند نیوتون است؟
۱) ۲/۵
۲) ۵
۳) ۲۵
۴) ۵۰

۷ ۱۳۷۸. جسمی به جرم ۲۰۰g که به فنری متصل است، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. معادلهٔ مکان نوسانگر در SI، به‌صورت $x = ۰/۲\cos(۲۰t)$ است. بیشترین نیروی وارد بر جسم چند نیوتون است؟
۱) ۰/۸
۲) ۱/۶
۳) ۸
۴) ۱۶

۸ ۱۳۷۹. دامنهٔ نوسان وزنه‌ای که به یک فنر با ثابت $۲۰۰N/m$ متصل است و در راستای افقی نوسان می‌کند، برابر با ۵cm است. اگر انرژی پتانسیل این نوسانگر درنقطه‌ای از مسیر نوسان $۰/۱۲J$ باشد، انرژی جنبشی آن در این مکان چند ژول است؟ (از نیروهای اتلافی چشم‌پوشی شود.) (برگرفته از کتاب درسی)
۱) ۰/۰۶
۲) ۰/۰۷
۳) ۰/۱۲
۴) ۰/۱۳

۹ ۱۳۸۰. اگر طول آونگ یک ساعت آونگ‌دار را کاهش دهیم، دورهٔ تناوب آونگ ..... می‌یابد و ساعت ..... می‌افتد.
۱) کاهش، عقب
۲) کاهش، جلو
۳) افزایش، عقب
۴) افزایش، جلو

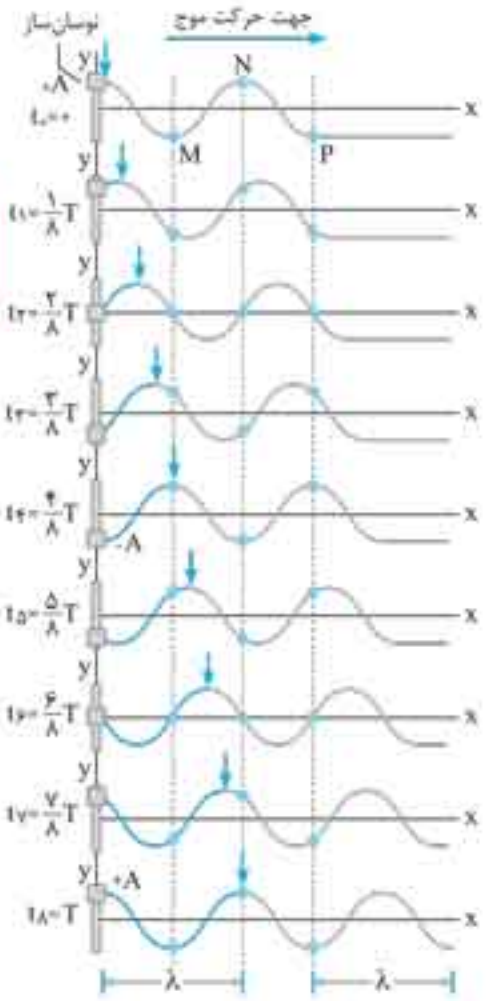
۱۰ ۱۳۸۱. طول آونگ ساده‌ای ۶۴cm است و با دامنهٔ کم نوسان می‌کند. این آونگ در چند ثانیه ۲۵ نوسان کامل انجام می‌دهد؟ $(g = ۱۰m/s^۲, \pi^۲ = ۱۰)$
۱) ۱۵
۲) ۲۰
۳) ۳۰
۴) ۴۰

تحلیل انتشار موج سینوسی در یک طناب

شکل زیر نقش یک موج عرضی (شکل موج) را در چند لحظهٔ متفاوت در مدت یک دورهٔ تناوب (T) نشان می‌دهد. در این مدت دو اتفاق خیلی مهم می‌افتد:

۱ هر ذره از محیط (طناب) یک نوسان کامل انجام می‌دهد.

۲ موج به اندازهٔ یک طول‌موج (λ) پیشروی می‌کند.

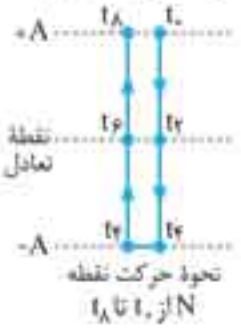


ابتدا نوسان کامل هر ذرهٔ محیط را بررسی می‌کنیم: سه نقطهٔ M ، N و P را روی طناب در نظر بگیرید، مشاهده می‌کنید که هرکدام از این نقاط پس از گذشت مدت زمان T یک نوسان کامل انجام داده و دوباره به وضعیت اولیه برمی‌گردند.

بیایید با هم نحوهٔ نوسان نقطهٔ N را بررسی کنیم:

ذرهٔ نقطهٔ N در راستای y حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. این نقطه در لحظهٔ $t_0 = 0$ در مکان $y_0 = +A$ و در دورترین نقطه نسبت به وضع تعادل ($y = 0$) قرار دارد. موج از سمت چپ به راست حرکت می‌کند، این یعنی آشفتگی‌ها و وضعیت‌های سمت چپ در حال حرکت به سمت راست هستند. نزدیک‌ترین وضعیت مهم در سمت چپ نقطهٔ N ، وضعیت صفر (تعادل) است که در حال حرکت به سمت نقطهٔ N است. به همین دلیل نقطهٔ N رو به پایین حرکت می‌کند و در لحظهٔ $t_2 = \frac{2}{8}T$ به وضعیت $y_2 = 0$ می‌رسد. حالا مکان نقطهٔ N صفر شده و در سمت چپ آن یک دره قرار دارد که به خاطر جهت حرکت موج، این دره به آن نزدیک می‌شود. به همین دلیل نقطهٔ N به سمت پایین حرکت می‌کند تا زمانی‌که حالت دره به آن رسیده و در لحظهٔ $t_4 = \frac{4}{8}T$ نقطهٔ N در پایین‌ترین وضعیت خود قرار می‌گیرد ($y_4 = -A$). در ادامه با انتشار موج، نقطهٔ N بالا می‌رود و در لحظهٔ $t_6 = \frac{6}{8}T$ به مکان $y_6 = 0$ می‌رسد و در نهایت در لحظهٔ $t_8 = T$ به مکان $y_8 = +A$ که همان وضعیت این نقطه در لحظهٔ $t_0 = 0$ است، می‌رسد و این‌گونه یک نوسان کامل انجام می‌دهد.

شکل روبه‌رو نحوهٔ حرکت نقطهٔ N را در این بازهٔ زمانی نشان می‌دهد.

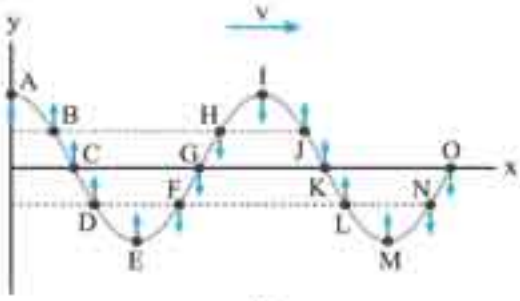


حال به سراغ نحوهٔ انتشار موج در مدت یک دورهٔ تناوب (T) می‌رویم. علامت ↓ قله‌ای را نشان می‌دهد که چشمهٔ موج در لحظهٔ $t_0 = 0$ تولید می‌کند. مشاهده می‌کنید که با گذشت زمان این قله با انتشار موج به سمت راست حرکت می‌کند. برای نشان دادن این موضوع، در شکل‌های بالا، قسمتی از موج که به دلیل گذشت زمان، بر طناب افزوده می شود را با رنگ متفاوتی نشان داده‌ایم.

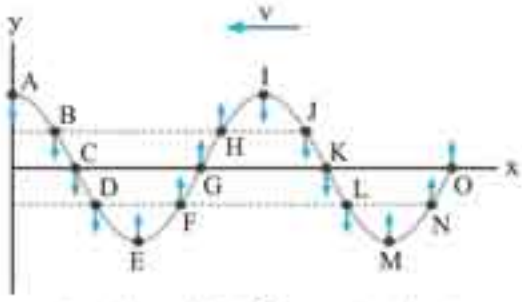
به‌عنوان مثال در لحظهٔ $t_2 = \frac{2}{8}T$، به اندازهٔ $\frac{\lambda}{4}$ جلو رفته است و به‌طورکلی در هر $\Delta t = \frac{T}{4}$، به اندازهٔ $\Delta x = \frac{\lambda}{4}$ پیشروی می‌کند و همان‌طور که در شکل آخر مشاهده می‌کنید، در نهایت به اندازهٔ یک λ پیشروی می‌کند.

امیدوارم با این توضیحات و این شکل‌ها حالا همه متوجه شده باشند که موج، آشفتگی‌ای است که بدون انتقال ماده، انرژی را در محیط منتقل می‌کند. در تمامی لحظات، تمامی ذرات طناب، فقط در راستای y حرکت می‌کنند و هرگز با موج رو به جلو حرکت نمی‌کنند.

نکته: در شکل روبه‌رو نقش موجی را مشاهده می‌کنید که در جهت محور x منتشر می‌شود. جهت حرکت نقاط مختلف روی این شکل را مشخص کرده‌ایم.

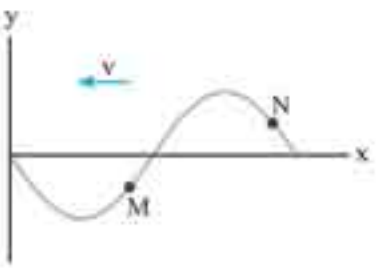


اگر موج در خلاف جهت محور x حرکت کند، نقش موج به شکل روبه‌رو خواهد بود.



به‌عبارت دیگر، جهت حرکت هر ذره به سمت ذرهٔ قبل از خودش می‌باشد. به‌عنوان مثال اگر موجی به سمت راست در حرکت باشد، برای فهمیدن جهت حرکت یک ذره از ریسمان یا فنر، به سمت چپ آن ذره توجه می‌کنیم؛ اگر نقاط سمت چپ ذره، بالاتر باشند، ذره به سمت بالا حرکت خواهد کرد و بالعکس.

مثال: شکل روبه‌رو، نقش یک موج عرضی را در یک لحظه نشان می‌دهد. در لحظهٔ نشان داده‌شده، نقطهٔ M رو به ..... و نقطهٔ N روبه ..... حرکت می‌کند.

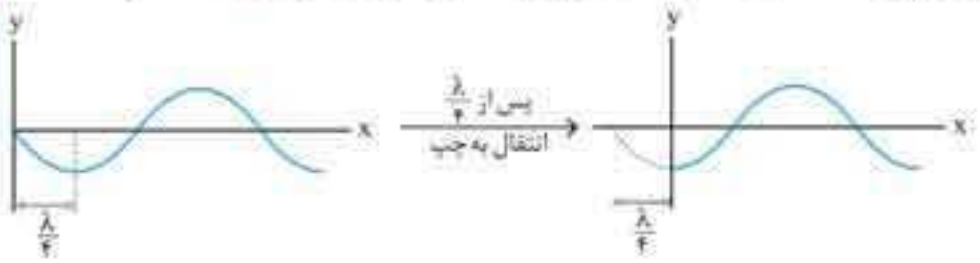


۱) بالا، پایین
۲) پایین، بالا
۳) بالا، بالا
۴) پایین، پایین

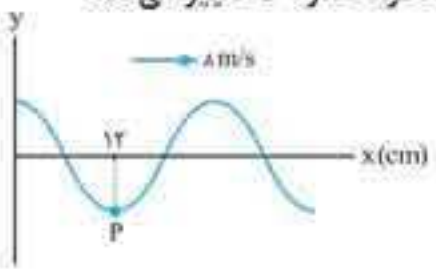
پاسخ: (گزینه ۲) **گام اول:** با استفاده از رابطهٔ $\frac{\Delta x}{\lambda}=\frac{\Delta t}{T}$، جابه‌جایی موج در مدت $\Delta t=\frac{T}{4}$ را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{\Delta x}{\lambda}=\frac{\Delta t}{T}\xrightarrow{\Delta t=\frac{T}{4}}\frac{\Delta x}{\lambda}=\frac{\frac{T}{4}}{T}=\frac{1}{4}\Rightarrow \Delta x=\frac{\lambda}{4}$$

گام دوم: چون موج به سمت چپ حرکت می‌کند کافی است که شکل موج را $\frac{\lambda}{4}$ به سمت چپ انتقال دهیم؛ بنابراین مطابق شکل‌های زیر، **گزینه «۲»** درست است.



مثال: شکل یک موج سینوسی در طنابی در یک لحظه به‌صورت زیر است. چند ثانیه پس از این لحظه، جهت حرکت ذرهٔ P تغییر می‌کند؟



۱) $\frac{3}{100}$ ۲) $\frac{3}{200}$ ۳) $\frac{1}{50}$ ۴) $\frac{3}{400}$

پاسخ: (گزینه ۲)

روش ۱ **گام اول:** طبق شکل موج در صورت تست داریم:

$$\frac{\lambda}{2}=12cm\Rightarrow\lambda=24cm=24\times10^{-2}m$$

گام دوم: با استفاده از رابطهٔ $\lambda=vT$، دورهٔ تناوب موج را محاسبه می‌کنیم:

$$\lambda=vT\xrightarrow[v=8m/s]{\lambda=24\times10^{-2}m}24\times10^{-2}=8T\Rightarrow T=\frac{3}{100}s$$

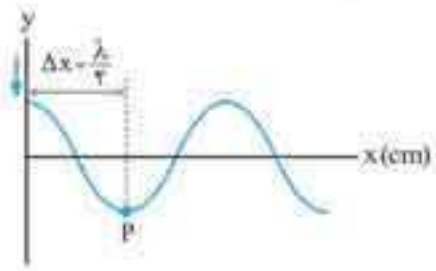
گام سوم: همان‌طور که مشاهده می‌کنید، ذرهٔ P در پایین‌ترین نقطهٔ ممکن (دره) قرار دارد و قلهٔ موج در حال نزدیک‌شدن به آن است. تا زمانی که قلهٔ موج به ذره برسد، ذره رو به بالا حرکت می‌کند. این حرکت از پایین‌ترین نقطه تا بالاترین نقطهٔ ممکن برابر با نصف یک نوسان کامل است و مدت زمان انجام آن $\Delta t=\frac{T}{2}$ است:

$$\Delta t=\frac{T}{2}\xrightarrow{T=\frac{3}{100}s}\Delta t=\frac{3}{200}s$$

روش ۲ **گام اول:** مشابه گام اول و دوم روش اول:

$$\lambda=24\times10^{-2}m\ ,\ T=\frac{3}{100}s$$

گام دوم: جهت حرکت نقطهٔ P وقتی عوض می‌شود که به بالاترین نقطه (انتهای مسیر) برسد و بازگردد. شرط رسیدن به بالاترین نقطه این است که قلهٔ موج به P برسد. طبق شکل مشاهده می‌کنید که قلهٔ موج (↓) تا نقطهٔ P به اندازهٔ $\Delta x=\frac{\lambda}{2}$ فاصله دارد.



حالا با استفاده از رابطهٔ $\frac{\Delta x}{\lambda}=\frac{\Delta t}{T}$، می‌توان Δt را محاسبه کرد:

$$\frac{\Delta x}{\lambda}=\frac{\Delta t}{T}\xrightarrow{\Delta x=\frac{\lambda}{2}}\frac{\Delta t}{T}=\frac{\frac{\lambda}{2}}{\lambda}=\frac{1}{2}\Rightarrow\Delta t=\frac{T}{2}\xrightarrow{T=\frac{3}{100}s}\Delta t=\frac{\frac{3}{100}}{2}=\frac{3}{200}s$$

تندی هر ذره از محیط انتشار موج

همان‌طور که گفتیم اگر چشمهٔ موج حرکت هماهنگ ساده انجام دهد، یک موج سینوسی داریم و هر نقطه از محیط انتشار موج (تار، طناب، فنر و ...) حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. هنگامی‌که هر ذره در وضعیت قله یا دره قرار دارد، تندی آن صفر است و در این وضعیت‌ها تغییر جهت می‌دهد، اما در لحظه‌ای که نوسانگری از نقطهٔ تعادل عبور می‌کند، تندی آن بیشینه است. از بخش نوسان به یاد داریم که این تندی بیشینه (v_{max}) برابر است با:

$$v_{max}=A\omega\xrightarrow{\omega=2\pi f}v_{max}=A(2\pi f)$$

مثال: یک موج عرضی با دامنهٔ ۸cm و بسامد ۱۰۰Hz در یک تار منتشر می‌شود. بیشینه تندی نوسان هر ذره از تار چند متر بر ثانیه است؟ ($\pi=3$)

۱) ۱۶ ۲) ۳۲ ۳) ۴۸ ۴) ۶۴

پاسخ: (گزینه ۳)

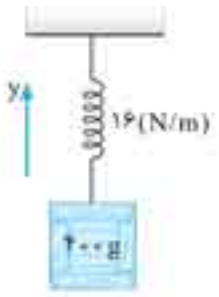
گام اول: اطلاعات تست عبارتند از:

$$A=8cm=8\times10^{-2}m\ ,\ f=100Hz\ ,\ \pi=3$$

گام دوم: با استفاده از رابطهٔ $v_{max}=A\omega$، بیشینهٔ تندی هر ذره را محاسبه می‌کنیم:

$$v_{max}=A\omega\xrightarrow{\omega=2\pi f}v_{max}=A(2\pi f)=8\times10^{-2}\times2\times3\times100\Rightarrow v_{max}=48\,m/s$$

مهروماه



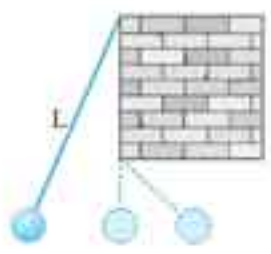
۱۶۳۴. در شکل روبه‌رو ابتدا وزنه را طوری نگه داشته‌ایم که فنر طول عادی خود را دارد. اگر ناگهان وزنه را از حالت سکون رها کنیم، معادلهٔ مکان ـ زمان این نوسانگر در SI برابر با کدام گزینه خواهد بود؟ ($g=۱۰\,m/s^۲$ و نقطهٔ تعادل نوسانگر $y=۰$ است و $\pi\simeq\sqrt{۱۰}$)

۱) $y=۰/۲۵\cos(۲\pi t)$

۲) $y=۰/۵\cos(۲\pi t)$

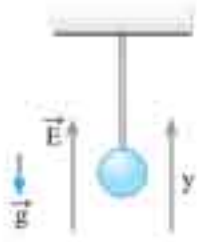
۳) $y=۰/۲۵\cos(۲۰\pi t)$

۴) $y=۰/۵\cos(۲۰\pi t)$



۱۶۳۵. دورهٔ حرکت آونگ ساده‌ای به طول L برابر T است. اگر مطابق شکل، مانعی را در مسیر نوسان آونگ قرار دهیم، به‌طوری که پس از برخورد آونگ به مانع دورهٔ نوسان دستگاه $\frac{۲T}{۳}$ باشد، مانع در چه فاصله‌ای از نقطهٔ آویز قرار گرفته است؟

۱) $\frac{۱}{۹}L$ ۲) $\frac{۱}{۳۶}L$ ۳) $\frac{۸}{۹}L$ ۴) $\frac{۳۵}{۳۶}L$

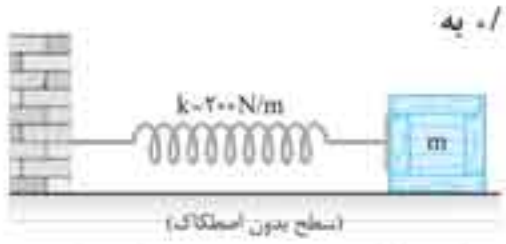


۱۶۳۶. آونگی با دورهٔ تناوب $T_۱$ حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. به گلولهٔ آونگ، بار منفی می‌دهیم و مطابق شکل زیر یک میدان الکتریکی رو به بالا ایجاد می‌کنیم. بزرگی نیروی الکتریکی وارد بر گلولهٔ آونگ، برابر نیروی وزن آن است. اگر دورهٔ تناوب آونگ در این حالت $T_۲$ باشد، نسبت $\frac{T_۲}{T_۱}$ کدام است؟

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

۱۶۳۷. دورهٔ تناوب یک آونگ ساده با گلولهٔ آهنی، $T_۱$ است. آهنربایی زیر آن قرار می‌دهیم، دورهٔ تناوب آونگ $T_۲$ می‌شود. اگر وزن گلوله W و نیروی وارد بر آن از طرف آهنربا F باشد، نسبت $\frac{T_۱}{T_۲}$ کدام است؟ (کنکور زیرخاکی)

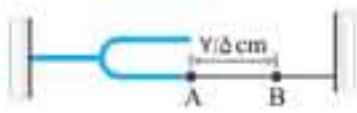
۱) $\sqrt{۱-\frac{F}{W}}$ ۲) $\sqrt{۱+\frac{W}{F}}$ ۳) $\sqrt{۱+\frac{F}{W}}$ ۴) $\sqrt{۱-\frac{W}{F}}$



۱۶۳۸. برای ایجاد پدیدهٔ تشدید در دستگاه جرم و فنر داده شده، باید نیروی دوره‌ای افقی در لحظات $t=۰/۴n\pi$ به وزنه وارد شود. اگر ثابت فنر $۲۰۰\,N/m$ باشد، جرم وزنه چند کیلوگرم است؟ ($n=۰,۱,۲,\ldots$)

۱) ۲ ۲) ۴

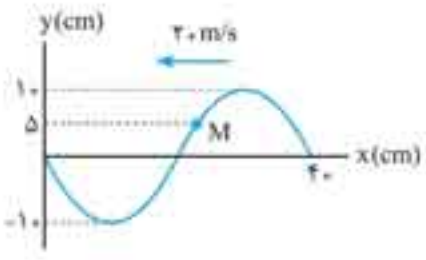
۳) ۶ ۴) ۸



۱۶۳۹. مطابق شکل دیاپازونی با بسامد ۴۰۰Hz را از نقطهٔ A به ریسمان کشیده‌ای متصل می‌کنیم. دامنهٔ نوسان دیاپازون ۱۰cm و تندی انتشار موج در ریسمان ۲۰m/s است. اگر در یک لحظه، نقطهٔ A در فاصلهٔ ۱۰cm از وضع تعادل قرار داشته باشد، فاصلهٔ نقطهٔ B از وضع تعادل چند سانتی‌متر است؟

۱) صفر ۲) ۵

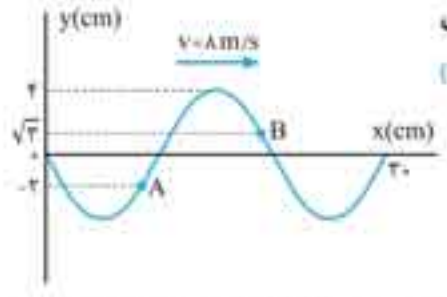
۳) $۵\sqrt{۳}$ ۴) ۱۰



۱۶۴۰. شکل روبه‌رو، نقش یک موج سینوسی را در یک لحظهٔ خاص نشان می‌دهد. جابه‌جایی ذرهٔ M از وضع تعادل، $\frac{۱}{۲۰۰}s$ پس از این لحظه برحسب سانتی‌متر کدام است؟

۱) $۵\sqrt{۲}$ ۲) $۵\sqrt{۳}$

۳) $-۵\sqrt{۲}$ ۴) $-۵\sqrt{۳}$



۱۶۴۱. نقش یک موج عرضی در طنابی در لحظهٔ $t=۰$ مطابق شکل روبه‌رو است. در بازهٔ زمانی $۰\le t\le\frac{۱}{۸۰}s$ بزرگی جابه‌جایی ذرهٔ B، چند برابر جابه‌جایی ذرهٔ A است؟ (ریاضی ۹۷)

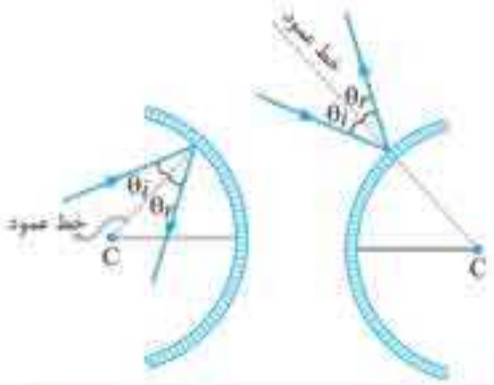
۱) $\frac{۳}{۴}$ ۲) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$

۳) ۱ ۴) $\sqrt{۳}$

۱۶۴۲. یک موج عرضی سینوسی در تاری منتشر می‌شود و نقاط M و N روی تار وضعیت نوسانی یکسانی دارند و بین آن‌ها یک نقطهٔ دیگر با وضعیت نوسانی مشابه وجود دارد. نیروی کشش تار را چند برابر کنیم تا بین دو نقطهٔ M و N یک نقطهٔ دیگر نیز با وضعیت نوسانی مشابه با آن‌ها اضافه شود؟

۱) $\frac{۳}{۴}$ ۲) $\frac{۲}{۳}$ ۳) $\frac{۹}{۱۶}$ ۴) $\frac{۴}{۹}$

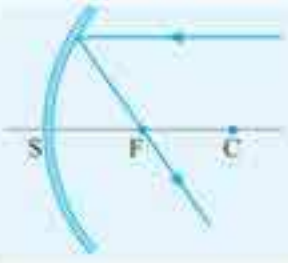
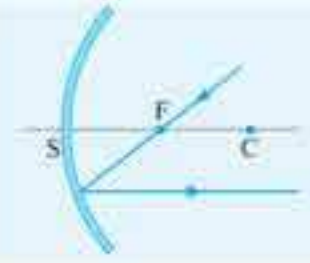
رسم پرتوی بازتابش از سطح مانع کروی در حالت کلی



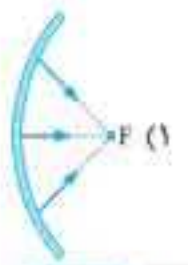
اگر پرتوی موجی به یک مانع کروی (محدب یا مقعر) برخورد کند، در اولین گام خطی از مرکز مانع به نقطهٔ برخورد پرتو می‌کشیم (شعاع مانع)، این خط همان خط عمود است. سپس با داشتن این خط و پرتوی تابش، زاویهٔ تابش θ_i را مشخص می‌کنیم. در نهایت با استفاده از قانون بازتاب عمومی می‌دانیم که همیشه $\theta_r = \theta_i$ است و با داشتن θ_r، پرتوی بازتابیده را رسم می‌کنیم. در شکل‌های روبه‌رو پرتوی بازتابش را، در دو حالت مانع محدب و مانع مقعر رسم کرده‌ایم:

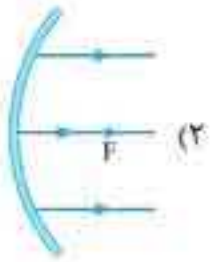
در جدول زیر، پرتوی موج‌های مهم و بازتاب آن‌ها را مشاهده می‌کنید:

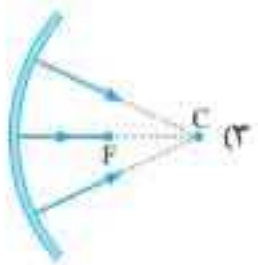
رسم پرتوها در موانع کروی

پرتوی تابش	پرتوی بازتابش	شکل	پرتوی تابش	پرتوی بازتابش	شکل
از مرکز می‌گذرد.	بر روی خودش بازتاب شده و دوباره از مرکز می‌گذرد.		امتدادش از مرکز می‌گذرد.	بر روی خودش بازتاب می‌شود.	
موازی محور اصلی است.	از کانون می‌گذرد.		از کانون می‌گذرد.	موازی محور اصلی است.	

مثال: شکل روبه‌رو تشت موجی را نشان می‌دهد. گوی کوچکی روی کانون مانع کروی در حال نوسان است. پرتوهای موج بازتابیده از این مانع در کدام گزینه به درستی رسم شده‌اند؟ (C مرکز مانع است)

۱) 

۲) 

۳) 

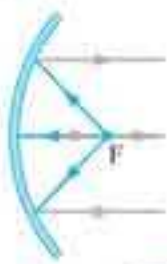
۴)

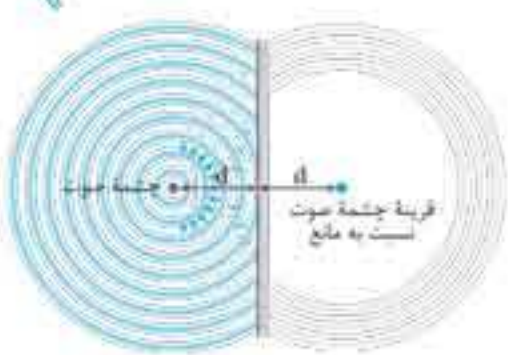
پاسخ: گزینه ۲ چون گوی در تشت موج در حال نوسان است، در نتیجه در حال تولید موج دایره‌ای می‌باشد و پرتوهای موج آن شعاعی و به مرکز F می‌باشند. می‌دانیم پرتویی که از کانون به مانع کروی بتابد، موازی محور اصلی مانع بازتاب می‌شود.

بازتاب در سه بُعد

بازتاب صوت از سطح یک مانع، نمونه‌ای از بازتاب امواج در سه بعد است. بازتاب در سه بعد هم از قانون بازتاب عمومی پیروی می‌کند.

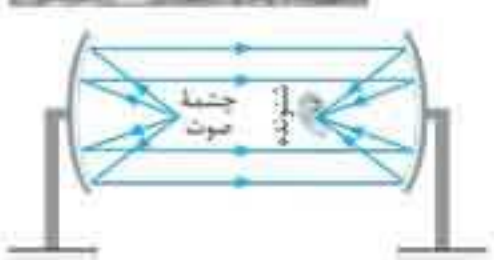
در شکل روبه‌رو، بازتاب صوت از یک مانع تخت (دیوار بلند) را مشاهده می‌کنید؛ جبهه‌های موج مربوط به چشمهٔ صوت، کروی و به مرکز چشمهٔ صوت هستند. این امواج پس از برخورد به مانع تخت (دیوار)، دوباره به صورت امواج کروی بازتاب می‌شوند، اما این بار مرکز این امواج بازتابیده، قرینهٔ محل چشمهٔ صوت نسبت به مانع است.



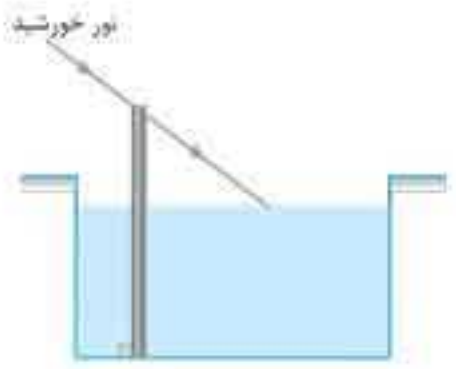


همان‌طورکه گفته شد، قوانین بازتاب سه بعدی مانند بازتاب دو بعدی است و بازتاب موج در سه بعد از موانع کروی، دقیقاً مانند بازتاب موج دوبعدی از این موانع است. شکل روبه‌رو دو سطح کاو را در برابر هم نشان می‌دهد. وقتی شخصی در کانون یکی از این سطوح صحبت کند، شخص دیگری در کانون سطح کاو دیگر آن را می‌شنود.

برای درک بهتر این موضوع، در شکل روبه‌رو پرتوهای موج متناظر با چشمهٔ صوتی، واقع در کانون یکی از موانع را مشاهده می‌کنید که پس از بازتاب از مانع اول با مانع دوم برخورد کرده و در کانون آن متمرکز می‌شوند.



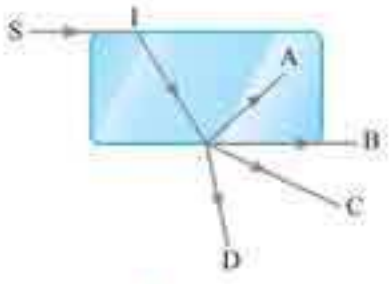
۱۸۴۶. مطابق شکل روبه‌رو، میله‌ای به طول $7\,m$ به‌طور قائم بر کف استخر آبی به عمق $4\,m$ نصب شده است. اگر پرتوهای خورشید با زاویهٔ تابش 53° از هوا بر سطح آب بتابند، طول ناحیهٔ تاریکی که در کف استخر ایجاد می‌شود (طول سایهٔ میله)، چند متر است؟ (ضریب شکست آب برابر $\frac{4}{3}$ و $\sin 37^\circ = 0/6$ است.)



۱) ۶
۲) ۷
۳) ۸
۴) ۹

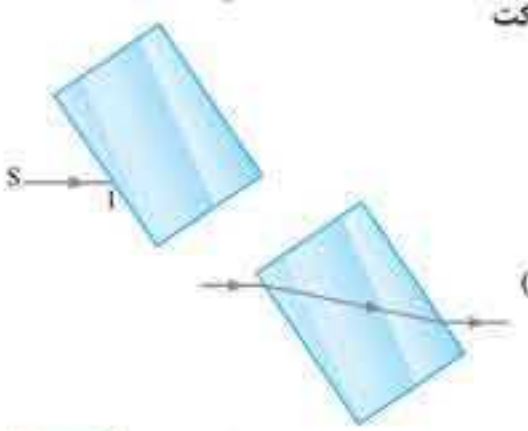
تیغهٔ متوازی السطوح و عبور نور از محیط‌های متوالی موازی

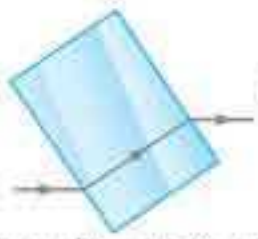
۱۸۴۷. در شکل روبه‌رو پرتوی نور SI به‌طور مماس از هوا بر یک وجه تیغهٔ متوازی‌السطوحی می‌تابد و وارد تیغه می‌شود. در کدام گزینه ادامهٔ مسیر حرکت پرتو به‌درستی رسم شده است؟



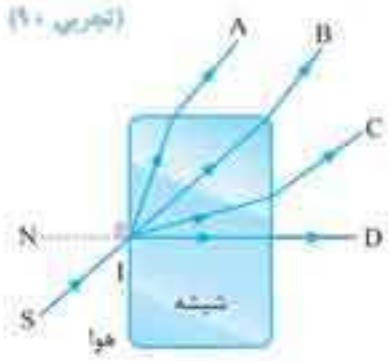
۱) A
۲) B
۳) C
۴) D

۱۸۴۸. در شکل روبه‌رو پرتوی تک‌رنگ SI، وارد تیغهٔ متوازی‌السطوحی می‌شود. در کدام گزینه مسیر حرکت پرتو به‌درستی رسم شده است؟



۱)
۲) 
۳)
۴)

۱۸۴۹. پرتوی نور تک‌رنگ SI، از هوا بر شیشه می‌تابد. پرتو شکست کدام است؟ (تجربی ۹۰)

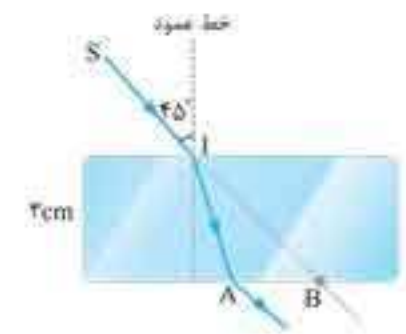


۱) A
۲) B
۳) C
۴) D

۱۸۵۰. مطابق شکل، پرتوی تک‌رنگی از هوا وارد تیغهٔ متوازی‌السطوح شفافی‌شده و از سمت دیگر آن خارج می‌شود. تندی انتشار نور در محیط شفاف تیغه چند برابر تندی انتشار نور در هوا است؟ (کانون فرهنگی آموزش)

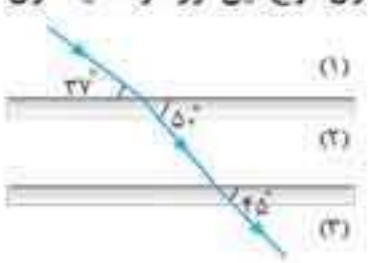
۱) $\sqrt{3}$
۲) $\frac{\sqrt{3}}{3}$
۳) $\frac{\sqrt{3}}{2}$
۴) $\frac{2\sqrt{3}}{3}$

۱۸۵۱. در شکل روبه‌رو، پرتوی SI با زاویهٔ تابش 45° از هوا به سطح یک تیغهٔ شیشه‌ای به ضخامت $3\,cm$ می‌تابد و در نقطهٔ A از تیغه خارج می‌شود. اگر راستای SI در نقطهٔ B از شیشه خارج شود، AB چند سانتی‌متر است؟ ($\sqrt{2}$ = ضریب شکست تیغهٔ شیشه‌ای) (ریاضی ۹۱)



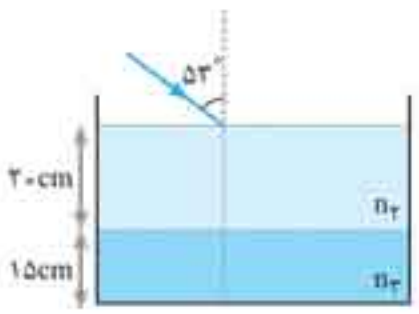
۱) $\sqrt{3}$
۲) $3-\sqrt{3}$
۳) $1+\sqrt{3}$
۴) $2\sqrt{3}$

۱۸۵۲. نور تک‌رنگی، مطابق شکل زیر از سه محیط موازی عبور می‌کند. طول موج این نور در محیط سوم، چند برابر طول موج این نور در محیط اول است؟ ($\sin 53^\circ = 0/8$)



۱) $\frac{4\sqrt{2}}{5}$
۲) $\frac{2\sqrt{2}}{5}$
۳) $\frac{5\sqrt{2}}{8}$
۴) $\frac{5\sqrt{2}}{4}$

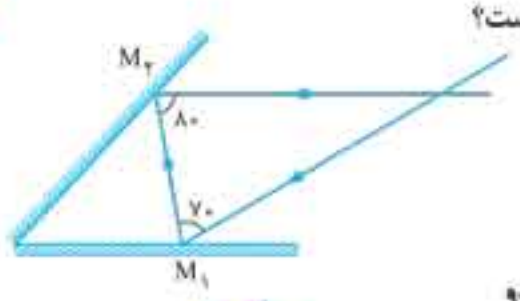
۲۰۶۲. مطابق شکل، پرتوی نوری از هوا وارد یک ظرف شفاف استوانه‌ای عریض شامل دو مایع مخلوط‌نشدنی با ضریب شکست‌های $n_۲ = \frac{۴}{۳}$ و $n_۳ = \frac{۸}{۵}$ می‌شود. فاصلهٔ افقی نقطهٔ برخورد پرتو به کف ظرف از امتداد قائم نقطهٔ ورود پرتو به ظرف، چند سانتی‌متر است؟ $(\sin ۵۳^\circ = ۰/۸)$ (کانون فرهنگی آموزش)



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

آزمون پایانی فصل

۲۰۶۳. شکل زیر مسیر پرتوی نوری را بین دو آینهٔ تخت متقاطع نشان می‌دهد. زاویهٔ بین دو آینه چند درجه است؟

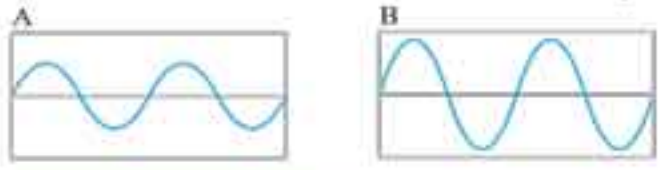


۱) ۶۰
۲) ۶۵
۳) ۷۰
۴) ۷۵

۲۰۶۴. شکل روبه‌رو مسیر پرتوی نوری را بین دو آینهٔ تخت متقاطع نشان می‌دهد. اگر زاویهٔ بین دو آینه ۲۵° باشد، زاویهٔ α چند درجه است؟

۱) ۲۵
۲) ۴۰
۳) ۵۰
۴) ۶۵

۲۰۶۵. دو نت موسیقی A و B به صورت زیر به وجود آمده‌اند. کدام گزینه در مورد این دو نت درست است؟



۱) بسامد هر دو نت یکی است و نت B بلندتر است.
۲) بسامد نت B بیشتر است و نت A بلندتر است.
۳) بسامد نت A بیشتر است و نت B بلندتر است.
۴) ممکن است بسامد نت B بیشتر باشد اما دربارهٔ بلندی نت‌ها دقیقاً نمی‌توان نظر داد.

۲۰۶۶. مطابق شکل گوی کوچکی در یک تشت موج روی محور اصلی یک مانع کروی نوسان می‌کند. اگر گوی روی کانون باشد، موج بازتابیده یک موج ——— و اگر گوی روی مرکز مانع باشد، موج بازتابیده، یک موج ——— است.

۱) تخت، کروی
۲) کروی، تخت
۳) تخت، تخت
۴) کروی، کروی

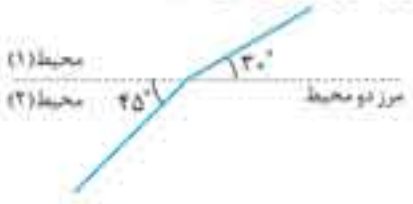
۲۰۶۷. اتومبیلی با تندی ثابت $۳۰\,m/s$ در مسیری مستقیم به طرف صخره‌ای در حرکت است. در لحظه‌ای که اتومبیل در فاصلهٔ ۷۲۰ متری از صخره قرار دارد، یکی از سرنشینان تیری شلیک می‌کند و ۴ ثانیه پس از این لحظه، پژواک صدای شلیک به اتومبیل می‌رسد. تندی انتشار صوت در این محیط چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۳۲۵
۲) ۳۳۰
۳) ۳۳۵
۴) ۳۴۰

۲۰۶۸. دو طناب A و B را مانند شکل زیر به هم متصل کرده و در آن‌ها موج عرضی ایجاد می‌کنیم. طول موج در طناب B دو برابر طول موج در طناب A است. اگر مساحت مقطع طناب B، ۳ برابر مساحت مقطع طناب A باشد، چگالی مادهٔ سازندهٔ طناب A چند برابر چگالی مادهٔ سازندهٔ طناب B است؟

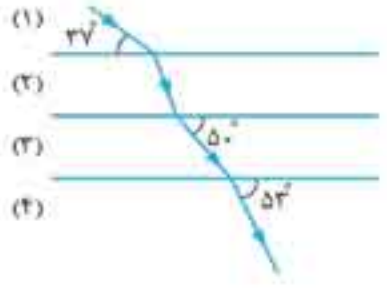
۱) $\frac{۳}{۲}$
۲) ۶
۳) ۱۲
۴) ۱۸

۲۰۶۹. شکل زیر یک جبههٔ موج عبوری از محیط (۱) به محیط (۲) را نشان می‌دهد. طول موج در محیط (۲) چند برابر طول موج در محیط (۱) است؟



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

۲۰۷۰. نور تک‌رنگی مطابق شکل از ۴ محیط متوازی‌السطوح عبور می‌کند. طول موج این نور در محیط چهارم، چند برابر طول موج آن در محیط اول است؟ $(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶)$



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

۴ پرتوزایی طبیعی

پرتوزایی یک فرایند **واپاشی** است که در آن نوع معینی از ذرات یا فوتون‌های پر انرژی آزاد می‌شوند. هسته‌های پرتوزا ناپایدارند و با گذشت زمان خودبه‌خود و بدون تأثیرپذیری از شرایط خارجی، پرتوهایی را گسیل می‌کنند تا در نهایت و به تدریج به هسته‌های پایدار تبدیل شوند.

در پرتوزایی طبیعی سه نوع پرتو ایجاد می‌شود: پرتوهای آلفا (α)، پرتوهای بتا (β) و پرتوهای گاما (γ).

- در بین این پرتوها، α کم‌ترین نفوذ را دارد و با وجود ورقهٔ نازک سربی ($\approx 0/01\,mm$) در سر راه آن‌ها متوقف می‌شوند، درحالی‌که پرتوهای β مسافت خیلی بیشتری را ($\approx 0/1\,mm$) در سرب نفوذ می‌کنند؛ پرتوهای γ بیشترین نفوذ را دارند و می‌توانند از ورقه‌های سربی به ضخامت قابل ملاحظه‌ای ($\approx 100\,mm$) نیز بگذرند.

تذکر: در تمام فرایندهای واپاشی پرتوزا، تعداد نوکلئون‌ها پیش از فرایند با تعداد نوکلئون‌ها پس از فرایند مساوی است. بنابراین تعداد نوکلئون‌ها در طی فرایند واپاشی هسته‌ای **پایسته** است.

واپاشی (α)

در این نوع واپاشی که در هسته‌های سنگین صورت می‌گیرد، هستهٔ ${}^{A}_{Z}X$ با گسیل ذرهٔ آلفا واپاشیده است.

پرتوهای آلفا (α)، ذرات باردار مثبت از جنس هستهٔ اتم هلیم (${}^{4}_{2}He$) هستند و از دو پروتون و دو نوترون تشکیل شده‌اند. بنابراین وقتی هسته‌ای پرتوزا، ذرهٔ آلفا (α) گسیل می‌کند، ۴ واحد از عدد جرمی و ۲ واحد از عدد اتمی آن کم می‌شود. واپاشی α با رابطهٔ زیر بیان می‌شود:

$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He$$

در این رابطه X را «**هستهٔ مادر**» و Y را «**هستهٔ دختر**» می‌نامند.

در شکل روبه‌رو، واپاشی آلفا برای اورانیم ۲۳۸ نشان داده شده است.

$${}^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$$

نکته:

۱ واپاشی آلفا در هسته‌های سنگین رخ می‌دهد.

۲ ذره‌های آلفا، سنگین و دارای دو بار مثبت‌اند و در **میدان مغناطیسی** منحرف می‌شوند.

۳ برد این ذره‌ها بسیار کوتاه است و به سرعت جذب می‌شوند.

۴ با تابش هر ذرهٔ آلفا، هستهٔ دختر در جدول تناوبی عناصر دو خانه از هستهٔ مادر عقب‌تر است.

۵ یکی از کاربردهای گستردهٔ واپاشی α در آشکارسازهای دود است.

مثال: با واپاشی اورانیم ۲۳۸ ($^{238}_{92}U$) یک ذرهٔ آلفا گسیل می‌شود. عنصر ایجادشده از این واپاشی به ترتیب چند نوترون و چند پروتون خواهد داشت؟ (تجربی ۸۵)

۱) ۱۴۴ ، ۹۰ ۲) ۱۴۶ ، ۹۰ ۳) ۹۱ ، ۱۴۴ ۴) ۹۱ ، ۱۴۶

پاسخ: گزینهٔ ۱ معادلهٔ واکنش را نوشته و مجموع عددهای اتمی و مجموع عددهای جرمی دو طرف معادلهٔ واکنش را به‌طور جداگانه مساوی هم قرار می‌دهیم. دقت کنید، ذرهٔ آلفا هم‌جنس هستهٔ اتم هلیم (${}^{4}_{2}He$) است.

$${}^{238}_{92}U \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{A}_{Z}X \Rightarrow \begin{cases} A+4=238 \Rightarrow A=234 \\ Z+2=92 \Rightarrow Z=90 \end{cases}$$

یعنی تعداد پروتون‌ها، ۹۰ تا است و تعداد نوترون‌ها، ۱۴۴ تا است.

$$A=N+Z \Rightarrow 234=N+90 \Rightarrow N=144$$

واپاشی (β)

در این واپاشی، هستهٔ ناپایدار با گسیل **الکترون** یا **پوزیترون** (ذره‌ای دارای جرمی برابر با جرم الکترون و بار مخالف آن) به هستهٔ جدید تبدیل می‌شود.

الف) واپاشی β همراه با گسیل الکترون ($_{-1}e^{-}$):

در واپاشی بتا همراه با گسیل الکترون، یک واحد به عدد اتمی اضافه می‌شود، اما عدد جرمی ثابت می‌ماند. فرایند واپاشی β^{-} را با رابطهٔ زیر بیان می‌کنند:

$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}_{-1}e^{-}$$

- در واپاشی بتا همراه با گسیل الکترون، چون در هستهٔ مادر الکترون وجود ندارد و همچنین یکی از الکترون‌های مداری اتم نیست، یک نوترون در هسته تبدیل به پروتون و الکترون می‌شود. الکترون آن گسیل و پروتون آن در هسته باقی می‌ماند. با وجود کم شدن یک نوترون، چون یک پروتون اضافه می‌شود، **عدد جرمی** آن تغییر نمی‌کند.

$${}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}p + {}_{-1}e$$

سؤالات کنکور ۱۳۹۹

سؤالات کنکور سراسری ۱۳۹۹

۵

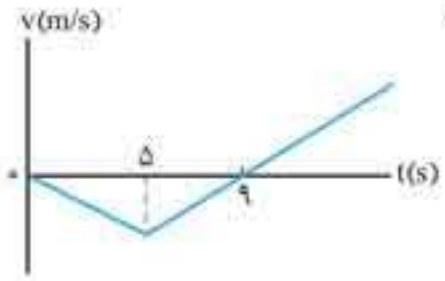
۲۴۸۹. مواد پارامغناطیسی در حضور میدان‌های مغناطیسی قوی چه خاصیت مغناطیسی پیدا می‌کنند؟

۱) قوی و موقت ۲) قوی و دائمی ۳) ضعیف و موقت ۴) ضعیف و دائمی

۲۴۹۰. متحرکی با شتاب ثابت $\vec{a} = -۴\vec{i}$ روی محور x حرکت می‌کند. اگر جابه‌جایی متحرک در ثانیهٔ سوم حرکت برابر صفر باشد، مسافت طی شده توسط متحرک در بازهٔ $t_1 = ۲s$ تا $t_2 = ۴s$، چند متر است؟

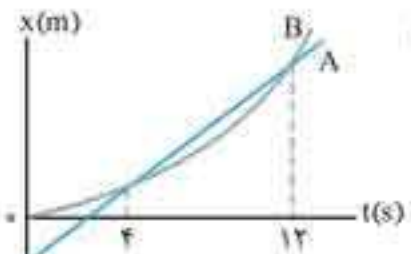
۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۱۰

۲۴۹۱. نمودار سرعت ـ زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل است. اگر متحرک در لحظهٔ $t = ۰s$، در مکان $x = ۰m$ باشد، پس از چند ثانیه دوباره از این نقطه عبور می‌کند؟



۱) ۱۵ ۲) ۱۶
۳) ۱۸ ۴) ۲۰

۲۴۹۲. نمودار مکان ـ زمان دو متحرک A و B مطابق شکل زیر است. بزرگی سرعت متحرک B در چه لحظه‌ای برابر بزرگی سرعت متحرک A است؟ (نمودار B قسمتی از یک سهمی است.)



۱) ۱۰ ۲) ۸
۳) ۶ ۴) ۵

۲۴۹۳. متحرکی در یک مسیر مستقیم از حال سکون با شتاب ثابت $۳\,m/s^۲$ شروع به حرکت می‌کند و پس از مدتی حرکتش با شتاب ثابت $۱\,m/s^۲$ کند می‌شود و در نهایت می‌ایستد. اگر مسافت طی شده در کل مسیر ۶۰۰ متر باشد، مسافت طی شده در ۳۰ ثانیهٔ اول حرکت، چند متر است؟

۱) ۴۰۰ ۲) ۴۵۰ ۳) ۵۰۰ ۴) ۵۵۰

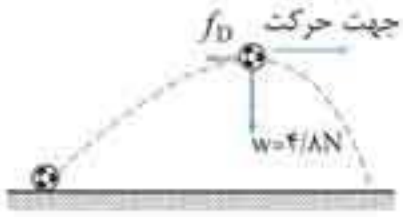
۲۴۹۴. گلوله‌ای به جرم ۱۰۰g در شرایط خلاء از ارتفاع h رها می‌شود و پس از مدتی به زمین می‌رسد. اگر انرژی جنبشی گلوله در لحظهٔ برخورد به زمین ۲۴/۲J باشد، سرعت متوسط گلوله در آخرین ثانیهٔ حرکتش چند متر بر ثانیه است؟ ($g = ۱۰\,m/s^۲$)

۱) ۲۲ ۲) ۱۷ ۳) ۱۵ ۴) ۱۲

۲۴۹۵. وزنه‌ای به جرم ۲kg را به انتهای فنری به طول ۳۰cm می‌بندیم و آن را بار اول با شتاب رو به بالای $۲\,m/s^۲$ در راستای قائم بالا می‌بریم و طول فنر به ۴۲cm می‌رسد. بار دیگر این وزنه را به همین فنر بسته و آن را روی سطح افقی در راستای افق با شتاب $۲\,m/s^۲$ به حرکت درمی‌آوریم. اگر در این حالت طول فنر به ۳۶cm برسد، ضریب اصطکاک جنبشی جسم با سطح افقی چقدر است؟ ($g = ۱۰\,m/s^۲$)

۱) ۰/۲ ۲) ۰/۳ ۳) ۰/۴ ۴) ۰/۵

۲۴۹۶. شکل زیر، نیروهای وارد بر توپی را در بالاترین نقطهٔ مسیرش نشان می‌دهد که در آن $\vec{f}_D$ نیروی مقاومت هوا و $\vec{w}$ وزن توپ است. اگر بزرگی شتاب در این لحظه $\frac{۶۵}{۶}\,m/s^۲$ باشد، f_D چند نیوتون است؟ (از نیروهای دیگر وارد بر توپ صرف‌نظر کنید و $g = ۱۰\,m/s^۲$)



۱) ۱ ۲) ۱/۵
۳) ۲ ۴) ۲/۵

۲۴۹۷. وزنه‌ای به جرم ۲kg را با طناب سبکی با شتاب $۲\,m/s^۲$ تندشونده رو به بالا می‌کشیم. اگر نیروی کشش طناب را دو برابر کنیم، شتاب حرکت جسم چند برابر می‌شود؟ ($g = ۱۰\,m/s^۲$)

۱) ۱۴ ۲) ۷ ۳) ۴ ۴) ۲

۲۴۹۸. اگر جرم جسم B، $\frac{۵}{۸}$ جرم جسم A و تکانهٔ جسم A، $\frac{۴}{۳}$ تکانهٔ جسم B باشد، نسبت انرژی جنبشی جسم A به انرژی جنبشی جسم B، کدام است؟

۱) $\frac{۱۰}{۹}$ ۲) $\frac{۹}{۱۰}$ ۳) $\frac{۶}{۵}$ ۴) $\frac{۵}{۶}$