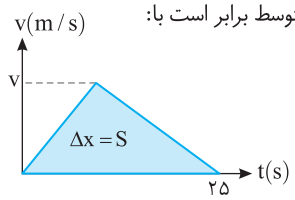
پاسخ تشریحی آزمون‌های سراسری ۹۸ و ۹۹

۱- گزینهٔ ۱ (A) سطح زیر نمودار سرعت زمان با محور زمان برابر جابه‌جایی است $(\Delta x=S)$ و سرعت متوسط برابر است با:

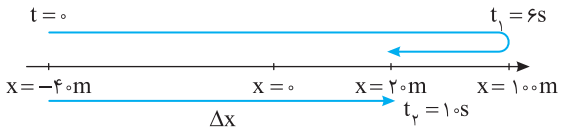


$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}\Rightarrow ۱۰=\frac{S}{۲۵}\Rightarrow S=۲۵۰$$
$$S=\frac{v\times ۲۵}{۲}=۲۵۰\Rightarrow v=۲۰\ m/s$$

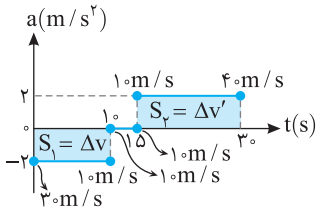
میانبر: اگر نمودار سرعت زمان شبیه شکل مسئله باشد همواره بیشینه سرعت متحرک v دو برابر سرعت متوسط است. $(v=۲v_{av})$

۲- گزینهٔ ۳ (A) جابه‌جایی برداری است که ابتدای مسیر را به انتهای مسیر وصل می‌کند. با توجه به صورت مسئله جابه‌جایی متحرک برابر $\Delta x=۲۰-(-۴۰)=۶۰m$ است و سرعت متوسط خواهد شد:

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}\Rightarrow v_{av}=\frac{۶۰}{۱۰}=۶\ m/s$$

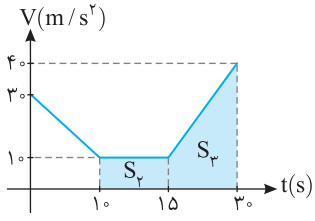


۳- گزینهٔ ۳ (B) سطح زیر نمودار a−t برابر تغییرات سرعت است، ابتدا سرعت متحرک را در لحظات ۱۰s، ۱۵s و ۳۰s به‌دست می‌آوریم:



$$S_۱=\Delta v=-۲۰\ m/s$$
$$v_۲-۳۰=-۲۰\ m/s$$
$$\Rightarrow v_۲=۱۰\ m/s$$
$$S_۲=\Delta v'=۳۰\ m/s$$
$$v'_۲-۱۰=۳۰\Rightarrow v'_۲=۴۰\ m/s$$

حال نمودار v−t متحرک را رسم می‌کنیم:



$$\Delta x=S_۲+S_۳$$
$$\Rightarrow \Delta x=۱۰\times ۵+\frac{۱۵(۴۰+۱۰)}{۲}$$
$$\Rightarrow \Delta x=۵۰+۳۷۵\Rightarrow \Delta x=۴۲۵m$$
$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}$$
$$\Rightarrow v_{av}=\frac{۴۲۵}{۲۰}=۲۱/۲۵\ m/s$$

روش دیگر :

به کمک معادلهٔ سرعت - زمان سرعت را در لحظهٔ $t=۱۰s$ به‌دست می‌آوریم.

$$v=at+v_۰\Rightarrow v_۱=-۲\times ۱۰+۳۰=۱۰m/s$$

در مدت ۱۰ تا ۱۵s متحرک با همین سرعت $۱۰\ m/s$ در حرکت است و جابه‌جایی آن برابر است با: $\Delta x=۱۰\times ۵=۵۰m$

در لحظهٔ $t=۱۵s$، سرعت همان $۱۰m/s$ است و جابه‌جایی متحرک از ۱۵s تا ۳۰s خواهد شد: $\Delta x'=\frac{۱}{۲}\times(۲)(۱۵)^۲+۱۰\times ۱۵=۲۲۵+۱۵۰=۳۷۵m$

کل جابه‌جایی در بازه $t=۱۰s$ تا $t=۳۰s$ برابر است با: $۵۰+۳۷۵=۴۲۵m$

اکنون سرعت متوسط را حساب می‌کنیم: $v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{۴۲۵}{۳۰-۱۰}=۲۱/۲۵m$

۴- گزینهٔ ۴ (A) روش اول: تندی متحرک $۳۶km/h\div ۳/۶=۱۰m/s$ بوده و در نهایت متحرک متوقف شده است. به کمک رابطهٔ مستقل از زمان، شتاب حرکت را حساب می‌کنیم.

$$\begin{cases} v_۱=۱۰m/s \\ v_۲=۰ \\ \Delta x=۴m \\ a=? \end{cases}\Rightarrow v_۲^۲-v_۱^۲=۲a\Delta x\Rightarrow -۱۰۰=۸a\Rightarrow a=-۱۲/۵m/s^۲$$

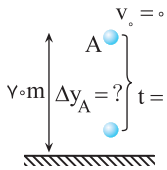
در هنگام ترمز تنها نیروی وارد بر جسم نیروی اصطکاک در خلاف جهت حرکت است، بنابر قانون دوم نیوتون خواهیم داشت:

$$F_{net}=ma\Rightarrow -f_k=ma\Rightarrow -f_k=۲\times ۱۰^۳\times(-۱۲/۵)\Rightarrow f_k=۲۵۰۰۰N$$

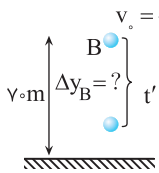
روش دوم: این مسأله با قضیه کار و انرژی جنبشی نیز قابل حل است:

$$W_t=\Delta K\Rightarrow W_{f_k}=\frac{۱}{۲}m(v_۲^۲-v_۱^۲)\Rightarrow -f_k d=-۱۰^۵\Rightarrow f_k=۲۵۰۰۰N$$

۵- گزینهٔ ۴ (A) گلولهٔ A، ۱/۵s زودتر رها شده پس بعد از گذشت دو ثانیه از سقوط B، گلولهٔ A، ۳/۵s سقوط کرده است



$$t=۳/۵s, g=۱۰m/s^۲$$
$$\Delta y_A=\frac{۱}{۲}gt^۲$$
$$\Rightarrow \Delta y_A=۵\times(۳/۵)^۲=۶۱/۲۵m$$

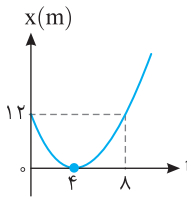


$$t'=۲s, g=۱۰m/s^۲$$
$$\Delta y_B=\frac{۱}{۲}gt'^۲$$
$$\Rightarrow \Delta y_B=۵(۲)^۲=۲۰m$$

بنابراین در این مدت متحرک A، ۶۱/۲۵m و متحرک B، ۲۰m سقوط کرده‌اند بنابراین فاصلهٔ دو متحرک برابر است با:

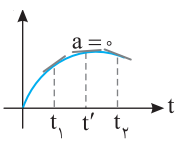
$$d=\Delta y_A-\Delta y_B\Rightarrow d=۶۱/۲۵-۲۰=۴۱/۲۵m$$

۶- گزینهٔ ۳ (A) نمودار سهمی نسبت به رأس $(t=۴s)$ متقارن است، پس سرعت اولیه و سرعت در لحظهٔ $t=۸s$ باهم برابر است و در رأس سهمی شیب خط مماس افقی بوده و سرعت در این لحظه $(t=۴s)$ صفر است:



$$\text{از } t=۴s \text{ تا } t=۸s\begin{cases} \Delta t=۴s \\ v_۱=۰ \\ v_۲=? \\ \Delta x=۱۲m \end{cases}\Rightarrow \Delta x=\frac{v_۱+v_۲}{۲}\Delta t$$
$$\Rightarrow ۱۲=\frac{v_۲}{۲}\times ۴\Rightarrow v_۲=۶m/s$$

۷- گزینهٔ ۴ (A) نیروی وارد بر جسم برابر $F=ma$ است که جرم جسم ثابت است و بزرگی نیرو متناسب با بزرگی شتاب تغییر می‌کند. شتاب نیز در هر لحظه برابر شیب خط مماس بر نمودار v−t است. با توجه به شکل بزرگی شیب (بزرگی شتاب) ابتدا کاهش یافته و سپس افزایش می‌یابد.



۸- گزینهٔ ۱ (B) رابطهٔ بین تکانه و انرژی جنبشی $K=\frac{P^2}{2m}$ است:

$$\frac{K_A}{K_B}=\frac{\frac{P_A^2}{2m_A}}{\frac{P_B^2}{2m_B}}\Rightarrow\frac{K_A}{K_B}=\frac{m_B}{m_A}\times(\frac{P_A}{P_B})^2$$

$$\Rightarrow\frac{K_A}{K_B}=\frac{\frac{5}{8}m_A}{m_A}\times(\frac{\frac{4}{3}P_B}{P_B})^2=\frac{5}{8}\times\frac{16}{9}\Rightarrow\frac{K_A}{K_B}=\frac{10}{9}$$

۹- گزینهٔ ۲ (B) به جسم نیروی کشش طناب به سمت بالا و نیروی وزن به سمت پایین وارد می‌شود حرکت تندشونده رو به بالاست بنابراین:

$$T-mg=ma\Rightarrow T-20=2\times2\Rightarrow T=24N$$

حال اگر کشش طناب دو برابر شود یعنی $T'=2T=48N$ شود:

$$T'-mg=ma'\Rightarrow48-20=2a'$$

$$\Rightarrow a'=14m/s^2$$

بنابراین شتاب حرکت از $2m/s^2$ به $14m/s^2$ رسیده و ۷ برابر شده است.

۱۰- گزینهٔ ۲ (A) نیروی مرکزگرای وارد بر ماهواره همان نیروی وزن وارد بر ماهواره در فاصلهٔ $1600km$ از سطح زمین است. ابتدا شتاب گرانش در محل ماهواره را حساب می‌کنیم، برای این منظور رابطهٔ g را در سطح زمین و در محل ماهواره نوشته و بر هم تقسیم می‌کنیم. شتاب گرانش از رابطهٔ $g=G\frac{M_e}{R^2}$ به‌دست می‌آید که R فاصله از مرکز زمین است:

$$\frac{g_{\text{ماهواره}}}{g_{\text{زمین}}}=\frac{G\frac{M_e}{(1600+6400)^2}}{G\frac{M_e}{(6400)^2}}\Rightarrow\frac{g_{\text{ماهواره}}}{10}=\frac{(6400)^2}{(8000)^2}$$

$$\Rightarrow\frac{g_{\text{ماهواره}}}{10}=(\frac{6400}{8000})^2=\frac{16}{25}$$

شتاب گرانش در محل ماهواره $g_{\text{ماهواره}}=\frac{160}{25}=6/4m/s^2$ است، بنابراین نیروی مرکز گرای وارد بر ماهواره برابر است با:

$$F_{\text{مرکزگرا}}=mg_{\text{ماهواره}}$$

$$\Rightarrow F_{\text{مرکزگرا}}=500\times6/4=3200N$$

۱۱- گزینهٔ ۲ (B) توسط دیوار قائم تنها نیروی عمودی سطح و توسط سطح زمین دو نیروی عمودی سطح و نیروی اصطکاک به نردبان وارد می‌شود. نیروی اصطکاک مانع لیز خوردن نردبان به سمت راست می شود بنابراین جهت f_s به سمت چپ است. نیروهای وارد بر نردبان را رسم می‌کنیم و نیروهای افقی را برابر هم و نیروهای قائم را نیز برابر هم قرار می‌دهیم.

نردبان در حال تعادل:
$$\begin{cases}f_s=F_{N_{\text{دیوار}}}=300N\\F_{N_{\text{زمین}}}=mg=400N\end{cases}$$

هر دو نیروی $F_{N_{\text{زمین}}}$ و f_s از زمین به نردبان وارد شده و نیرویی که زمین به نردبان وارد می‌کند برابر است با:

$$R=\sqrt{300^2+400^2}=500N$$

۱۲- گزینهٔ ۳ (B) در حالت اول داریم:

$$F_{net}=ma\xrightarrow{\text{جسم رو به بالا حرکت می‌کند}}$$

$$F_N-mg=ma\Rightarrow F_N-50=10\Rightarrow F_N=60N$$

در حالت دوم داریم:

$$F_{net}=ma\xrightarrow{\text{جسم رو به پایین حرکت می‌کند}}$$

$$ma-F_{N'}=ma\Rightarrow50-F_{N'}=10\Rightarrow F_{N'}=40N$$

اختلاف نیروی عمودی سطح برابر است با:

$$F_N-F_{N'}=60-40=20N$$

میانبر: هرگاه آسانسور یکبار با شتاب a رو به بالا و بار دیگر با همان شتاب رو به پایین حرکت کند اختلاف نیروی عمودی سطح برابر $2mg$ است (البته باید نوع حرکت در دو حالت یکسان باشد).

۱۳- گزینهٔ ۳ (A) دامنه نوسان یک حرکت هماهنگ ساده نصف طول مسیر آن است. $A=\frac{4}{2}=2cm$

نوسانگر در مدت $\frac{T}{2}$ (نصف دوره) یک‌بار طول پاره خط را طی می‌کند با توجه به صورت سؤال $\frac{T}{2}=1s$ است، بنابراین $T=2s$ خواهد بود. بیشینه سرعت نوسانگر خواهد شد:

$$v_m=A\omega\xrightarrow{\omega=2\pi/T}$$

$$v_m=2\times10^{-2}\times\frac{2\pi}{2}=2\pi\times10^{-2}m/s\Rightarrow v_m=2\pi\,cm/s$$

۱۴- گزینهٔ ۴ (A) ابتدا انرژی مکانیکی نوسانگر را به دست می‌آوریم:

$$E=\frac{1}{2}mA^2\omega^2\Rightarrow E=\frac{1}{2}mA^2\frac{4\pi^2}{T^2}\Rightarrow E=\frac{1}{2}m\times(\frac{5}{100})^2\times\frac{4\pi^2}{(\frac{1}{10})^2}$$

$$\Rightarrow E=\frac{1}{2}m(\frac{25}{10^4})\times4\pi^2\times100\Rightarrow E=\frac{\pi^2}{2}m$$

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

$$E=K+U\xrightarrow{K=U}\frac{\pi^2}{2}m=2K\xrightarrow{K=\frac{1}{2}mv^2}$$

$$\frac{\pi^2}{2}m=mv^2\Rightarrow v^2=\frac{\pi^2}{2}\Rightarrow v=\frac{\sqrt{2}}{2}\pi\,m/s$$

$$\xrightarrow{m/s\xrightarrow{\times100}cm/s}v=50\sqrt{2}\pi\,cm/s$$

۱۵- گزینهٔ ۳ (B) نیرویی که توسط طناب به هر دو شخص وارد می‌شود یکسان است:

$$F_1=m_1a_1\Rightarrow a_1=\frac{F_1}{m_1}$$

$$F_2=m_2a_2\Rightarrow a_2=\frac{F_2}{m_2}$$

$$\xrightarrow[F_1=F_2]{m_1>m_2}a_1<a_2$$

دو جسم در ابتدا ساکن هستند و $a_1<a_2$ است پس متحرک (۲) سریع‌تر حرکت می‌کند و هنگام رسیدن دو متحرک به هم متحرک (۲) جابه‌جایی بیشتری انجام می‌دهد بنابراین دو متحرک بین O و A به یکدیگر می‌رسند.

۱۶- گزینهٔ ۱ (A)

دورهٔ نوسان سامانه جرم - فنر برابر است با:

$$T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\Rightarrow T=2\pi\sqrt{\frac{0/4}{360}}\Rightarrow T=2\pi\frac{1}{30}\xrightarrow{\pi\simeq 3}T=0/2s$$

در هر $0/2s$ یک نوسان انجام می‌دهد و تعداد نوسان‌ها در $1s$ خواهد شد:

$$T=\frac{t}{N}\xrightarrow{\substack{t=1s\\T=0/2}}0/2=\frac{1}{N}\Rightarrow N=5$$

۱۷- گزینهٔ ۴ (B)

اگر نیروی F بزرگ‌تر از $f_{s_{max}}$ باشد، متحرک حرکت کرده و نیروی اصطکاک برابر $f_k=\mu_k F_N$ می‌شود و اگر نیروی F کوچک‌تر از $f_{s_{max}}$ باشد متحرک ساکن مانده و نیروی اصطکاک برابر نیروی F است:

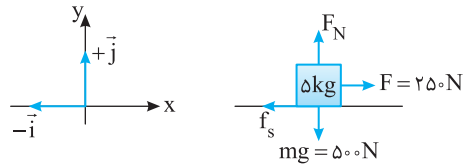
$$F_N=mg\Rightarrow F_N=500N$$

$$f_{s_{max}}=\mu_s F_N\Rightarrow f_{s_{max}}=0/6\times 500=300N$$

پس متحرک ساکن باقی مانده و نیروی اصطکاک برابر نیروی F، $250N$ است.

نیروی عمودی سطح و نیروی اصطکاک، نیرویی است که سطح به جسم وارد می‌کند:

$$\vec{R}=-f_s\vec{i}+F_N\vec{j}\Rightarrow \vec{R}=-250\vec{i}+500\vec{j}$$



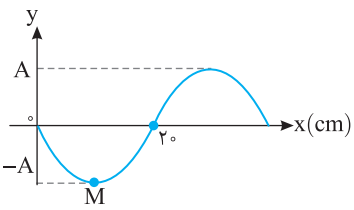
نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند واکنش نیرویی است که سطح به جسم وارد کرده بنابراین:

$$\vec{R}'=250\vec{i}-500\vec{j}$$

۱۸- گزینهٔ ۱ (C)

ابتدا طول موج را به‌دست می‌آوریم.

$$\frac{\lambda}{2}=20\Rightarrow\lambda=40cm$$

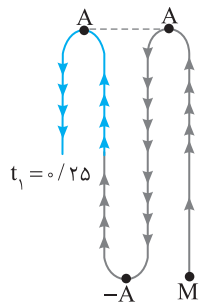


دوره را حساب می‌کنیم.

$$T=\frac{\lambda}{v}\Rightarrow T=\frac{0/4}{2}\Rightarrow T=0/2s$$

در لحظهٔ $t_1=0/25s$، نقطهٔ M، یک نوسان کامل را در $0/2s$ انجام داده به محل اولش باز می‌گردد سپس در مدت $0/25-0/2=0/05s$ به محل تعادل خود می‌رسد $(y=0)$ و از آن جا به مدت $0/05s$ به انتهای مسیر (نقطهٔ A) می‌رود که حرکت کندشونده است $(t=0/3s)$ و در $0/05s$ باقیمانده از A به تعادل بر می‌گردد و حرکت تندشونده است.

(البته این مسیر روی خط راست است که برای نمایش آن به صورت شکل بالا نمایش داده شده است.)



۱۹- گزینهٔ ۴ (A)

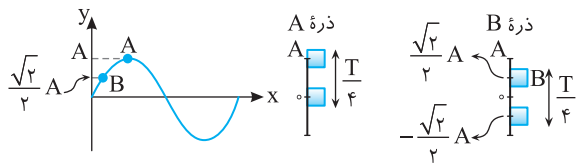
در انتشار موج در یک محیط، بسامد و دوره تمام ذرات محیط یکسان است از این رو بسامد زاویه‌ای $(\omega=2\pi f)$ تمام ذرات یکسان است.

کمیتی‌هایی مانند جابه‌جایی، مسافت، شتاب متوسط و تندی متوسط در یک بازهٔ معین برای ذرات محیط یکسان نیست.

مثلاً برای بازهٔ زمانی $\frac{T}{2}$ برای دو ذرهٔ A و B داریم:

$$\Delta x_A=l_A=A$$

$$\Delta x_B=l_B=\sqrt{2}A$$



۲۰- گزینهٔ ۴ (A)

ابتدا سرعت انتشار موج در ریسمان را به‌دست می‌آوریم:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}\xrightarrow{\mu=\frac{m}{l}}v=\sqrt{\frac{Fl}{m}}\Rightarrow v=\sqrt{\frac{320\times 1}{8\times 10^{-3}}}=\sqrt{4\times 10^4}=200\,m/s$$

سرعت انتشار موج ثابت است و زمان پیشروی موج در طول تار برابر است با:

$$v=\frac{\Delta x}{\Delta t}\Rightarrow 200=\frac{1}{\Delta t}\Rightarrow\Delta t=\frac{1}{200}=\frac{5}{1000}=0/005s\Rightarrow\Delta t=0/005s$$

۲۱- گزینهٔ ۴ (A)

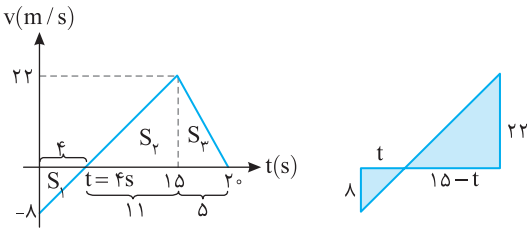
برای به دست آوردن مسافت طی شده کافی است قدر مطلق مساحت محصور بین نمودار سرعت زمان با محور زمان را حساب کنیم.

با توجه به تشابه مثلث‌ها زمان t را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{8}{t}=\frac{22}{15-t}\Rightarrow\frac{4}{t}=\frac{11}{15-t}\Rightarrow 60-4t=11t\Rightarrow t=4s$$

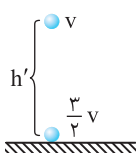
اکنون مساحت‌ها را حساب کرده و با هم جمع می‌کنیم.

$$l=|S_1|+S_2+S_3\Rightarrow l=\frac{8\times 4}{2}+\frac{22\times 16}{2}\Rightarrow l=16+176=192m$$



۲۲- گزینهٔ ۱ (B)

جابجایی 9m آخر مسیر با سرعت اولیه v و سرعت نهایی $\frac{3}{2}v$ انجام می‌شود.



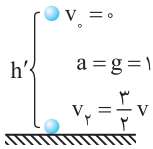
$$v_2^2-v_1^2=2gh'\Rightarrow\frac{9}{4}v^2-v^2=2\times 10\times 9$$

$$\Rightarrow\frac{5}{4}v^2=180\Rightarrow v^2=144\Rightarrow v=12m/s$$

حال ارتفاع سقوط را به‌دست می‌آوریم:

$$v_2^2-v_0^2=2gh$$

$$\Rightarrow 324=2\times 10\times h\Rightarrow h=16/2m$$



۲۳- گزینهٔ ۴ (A)

۲ ثانیهٔ دوم یعنی بازهٔ زمانی بین $t=2s$ و $t=4s$. به کمک معادلهٔ سرعت زمان $v=2t^2-4t-3$ سرعت را در لحظه‌های $t=2s$ و $t=4s$ به‌دست می‌آوریم، در این صورت شتاب متوسط برابر است با:

$$a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}\xrightarrow{t_1=2s\text{ تا }t_2=4s}a_{av}=\frac{v_2-v_1}{2}$$

$$\xrightarrow[v_1=2(2)^2-4(2)-2=-2m/s]{v_2=2(4)^2-4(4)-2=14m/s}a_{av}=\frac{14-(-2)}{2}=8m/s^2$$

۲۴- گزینهٔ ۲ هر دو متحرک از حال سکون شروع به حرکت کرده‌اند $(v_{0A}=v_{0B}=0)$ و در مدت t متحرک B به اندازهٔ $150-(-75)=150m$ و متحرک A به اندازهٔ 75m جابه‌جا می‌شود:

$$\Delta x_A=\frac{1}{2}a_A t^2 \Rightarrow 75=\frac{1}{2}\times 1/5\times t^2 \Rightarrow t^2=100 \Rightarrow t=10s$$

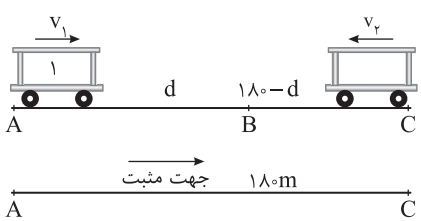
$$\Delta x_B=\frac{1}{2}a_B t^2 \Rightarrow 150=\frac{1}{2}a_B\times 10^2 \Rightarrow a_B=3m/s^2$$

زمان سبقت دو متحرک $t=10s$ است، در این لحظه به کمک معادلهٔ سرعت زمان، سرعت هر یک را حساب می‌کنیم:

$$v_A=a_A t+v_{0A} \Rightarrow v_A=(1/5)(10) \Rightarrow v_A=15\,m/s$$
$$v_B=a_B t+v_{0B} \Rightarrow v_B=(3)(10) \Rightarrow v_B=30\,m/s \Rightarrow \frac{v_B}{v_A}=\frac{30}{15}=2$$

۲۵- گزینهٔ ۱ سرعت متحرک (۱) در جهت مثبت اختیاری بوده و سرعت متحرک (۲) منفی است و دو متحرک (۱) و (۲) در مدت زمان t به نقطهٔ B می‌رسند:

$$\text{متحرک (۱): } d=v_1 t$$
$$\text{متحرک (۲): } 180-d=|v_2|t \Rightarrow \frac{v_1}{|v_2|}=\frac{d}{180-d}$$



با توجه به سؤال متحرک (۲) فاصلهٔ AB را در مدت ۲۵s طی می‌کند:

$$\text{متحرک (۲): } d=|v_2|\times 25 \Rightarrow |v_2|=\frac{d}{25}$$

و متحرک (۱) فاصله BC را در مدت ۱۶s طی می‌کند:

$$\text{متحرک (۱): } 180-d=v_1\times 16 \Rightarrow v_1=\frac{180-d}{16}$$

حال با توجه به معادلهٔ اول:

$$\frac{\frac{180-d}{16}}{\frac{d}{25}}=\frac{d}{180-d} \Rightarrow \frac{25}{16}\times\frac{180-d}{d}=\frac{d}{180-d}$$

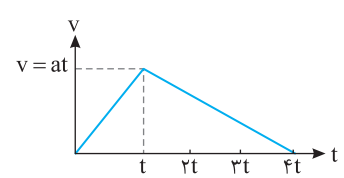
$$\Rightarrow \frac{25}{16}=\frac{d^2}{(180-d)^2} \Rightarrow \frac{5}{4}=\frac{d}{180-d} \Rightarrow 900-5d=4d \Rightarrow d=100$$

حال v_1 را به‌دست می‌آوریم:

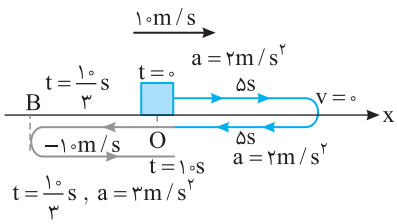
$$v_1=\frac{180-d}{16}=\frac{80}{16}=5m/s$$

۲۶- گزینهٔ ۴ شتاب در قسمت کندشونده $\frac{1}{3}$ شتاب در قسمت تندشونده است بنابراین زمان و مسافت توقف در قسمت کندشونده به ترتیب ۳ برابر زمان و مسافت در قسمت تندشونده است. مسافت طی شده خواهد شد:

$$S=\frac{v\times 4t}{2}=\frac{at\times 4t}{2} \xrightarrow{a=3m/s^2} \frac{3t\times 4t}{2}=600 \Rightarrow t=10s$$
$$v=at=3\times 10=30m/s$$



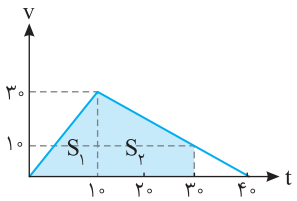
۲۷- گزینهٔ ۴ سؤال سختی برای جلسه کنکور است. اما با توجه به رفتار متحرک در حرکت با شتاب ثابت می‌توان آن را حل کرد. متحرک با تندی $10m/s$ و شتاب $2m/s^2$ بعد از 5s متوقف می‌شود و در مدت لحظه $t=10s$ یعنی 5s بعد از توقف در نقطهٔ A از نقطه O مبدأ می‌گذرد و در این لحظه سرعتش $-10m/s$ است و با شتاب $3m/s^2$ بعد از مدت $t=\frac{v}{a}=\frac{10}{3}s$ در نقطهٔ B متوقف می‌شود و پس از $\frac{10}{3}s$ مجدداً به مبدأ می‌رسد و برای همیشه از آن دور می‌شود. بنابراین در لحظهٔ $t=5+5+\frac{10}{3}+\frac{10}{3}=\frac{50}{3}s$ برای سومین بار از مبدأ می‌گذرد. لازم به ذکر است که در صورت سؤال لحظهٔ $t=0$ را لحظهٔ اولین عبور از مبدأ در نظر گرفته است از این رو لحظهٔ $\frac{50}{3}s$ سومین بار عبور از مبدأ خواهد بود.

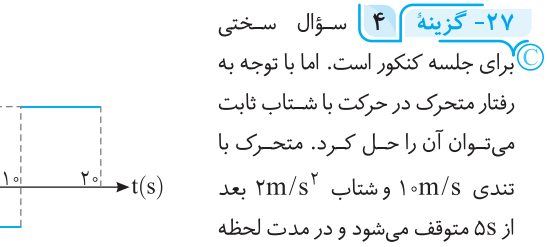


اکنون سطح زیر نمودار را از صفر تا 30s حساب می‌کنیم. ابتدا سرعت را در لحظهٔ $t=30s$ حساب می‌کنیم:

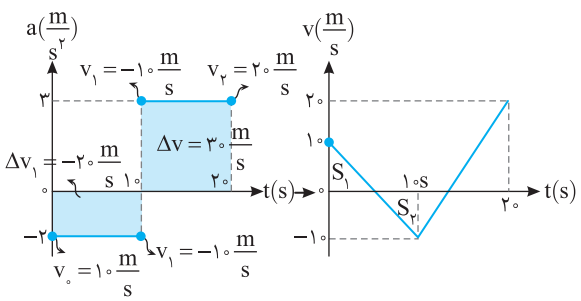
$$v=at+v_0 \Rightarrow v=-1\times 20+30 \Rightarrow v=10m/s$$

$$\Delta x=S_1+S_2=\frac{30\times 10}{2}+\frac{30+10}{2}\times 20 \Rightarrow \Delta x=150+400=550m$$



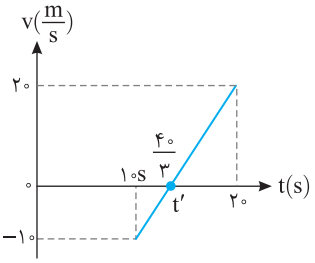


روش دوم: با توجه به نمودار $a-t$، نمودار $v-t$ متحرک را رسم می‌کنیم:



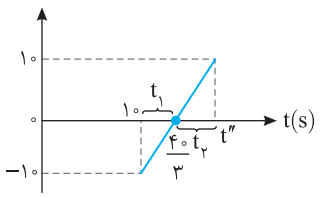
متحرک از $x=0$ شروع به حرکت کرده برای آن‌که مجدداً به مبدأ برسد باید Δx یا مجموع سطح زیر نمودار $v-t$ صفر شود. در شکل داده شده S_1 و S_2 یکسان امّا S_2 منفی است پس در لحظهٔ $t=10s$ متحرک به مبدأ مکان رسیده و حال زمان دیگری بعد $t=10s$ را به دست می‌آوریم که متحرک به مبدأ مکان رسیده باشد.

با توجه به تشابه: $\frac{t'-10}{10}=\frac{20-t'}{20} \Rightarrow 2t'-20=20-t' \Rightarrow 3t'=40 \Rightarrow t'=\frac{40}{3}s$



حال باید زمانی را به‌دست آورد که مساحت مثلث بالا محور زمان با مثلث پایین محور زمان یکسان باشد، یعنی دو مثلث همنهشت باشند.

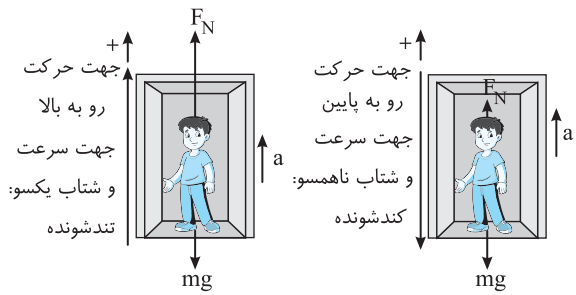
$$t_۲-t_۱\Rightarrow\frac{۴۰}{۳}-۱۰=t''-\frac{۴۰}{۳}\Rightarrow t''=\frac{۵۰}{۳}s$$



۲۸- گزینهٔ ۳ (A) وقتی جسم روی باسکول (نیروسنج) قرار می‌گیرد توسط نیروسنج نیروی عمودی سطح F_N رو به بالا بر جسم وارد می‌شود بنابه قانون سوم نیوتون جسم هم بر باسکول نیروی واکنش F_N را رو به پایین اعمال می‌کند و باسکول در واقع F_N را نشان می‌دهد.

۱) $F_N > mg \Leftarrow$ عددباسکول $\Leftarrow$ { حرکت تندشونده رو به بالا / حرکت کندشونده رو به پایین }

$$\vec{F}_{net}=m\vec{a}\Rightarrow F_N-mg=ma\Rightarrow F_N=mg+ma$$



۲) $F_N < mg \Leftarrow$ عددباسکول $\Leftarrow$ { حرکت کندشونده رو به بالا / حرکت تندشونده رو به پایین }

$$\vec{F}_{net}=m\vec{a}\Rightarrow F_N-mg=-ma\Rightarrow F_N=mg-ma$$

۲۹- گزینهٔ ۳ (B) با توجه به رابطهٔ انرژی جنبشی و رابطه تکانه می‌توانیم K را بر حسب P بنویسیم:

$$P=mv,\ K=\frac{۱}{۲}mv^۲\Rightarrow K=\frac{P^۲}{۲m}$$

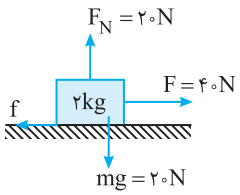
در صد تغییر انرژی جنبشی برابر است با:

$$\frac{K_۲-K_۱}{K_۱}\times۱۰۰=\frac{\frac{P_۲^۲}{۲m}-\frac{P_۱^۲}{۲m}}{\frac{P_۱^۲}{۲m}}\times۱۰۰=\frac{P_۲^۲-P_۱^۲}{P_۱^۲}\times۱۰۰$$

$$\xrightarrow[P_۲=۲۲,P_۱=۲۰]{P_۲=P_۱+۲}\frac{(P_۱+۲)^۲-P_۱^۲}{P_۱^۲}\times۱۰۰=\frac{P_۱^۲+۴+۴P_۱-P_۱^۲}{P_۱^۲}\times۱۰۰$$

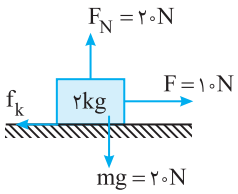
$$=\frac{۴+۴\times(۲۰)}{(۲۰)^۲}\times۱۰۰=\frac{۸۴}{۴}٪=۲۱٪$$

۳۰- گزینهٔ ۴ (B) ابتدا نیروی اصطکاک بیشینه $(f_{s_{max}})$ را حساب می‌کنیم. اگر نیروی افقی وارد بر جسم $(F=۴۰N)$ بزرگ‌تر از $f_{s_{max}}$ باشد جسم به حرکت در می‌آید:



$$f_{s_{max}}=\mu_sF_N\Rightarrow f_{s_{max}}=۰/۶\times۲۰=۱۲N<F$$

بنابراین جسم به حرکت در می‌آید و پس از ۵s سرعتش به v می‌رسد. حال ۳۰N از F کم شده و مقدار آن به ۱۰N می‌رسد. جسم درحال حرکت بوده پس همچنان به جسم نیروی اصطکاک جنبشی وارد می‌شود.

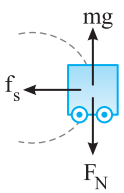


$$f_k=\mu_kF_N\Rightarrow f_k=۰/۵\times۲۰=۱۰N$$

$$F_{net}=ma\Rightarrow F-f_k=ma\Rightarrow۱۰-۱۰=۲\times a\Rightarrow a=۰$$

بنابراین جسم با سرعت ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد.

۳۱- گزینهٔ ۲ (B) نیرویی که سطح وارد می‌کند، برایند نیروی عمودی سطح و نیروی اصطکاک است:



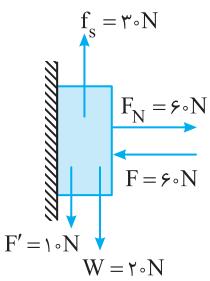
$$R=\sqrt{F_N^۲+f_s^۲}$$

$$\Rightarrow۱۰^۴\sqrt{۱۰}=\sqrt{(۳۰۰۰\times۱۰)^۲+f_s^۲}$$

دو طرف معادله را به توان (۲) می‌رسانیم:

$$۱۰^۹=۹\times۱۰^۸+f_s^۲\Rightarrow f_s^۲=۱۰^۸\Rightarrow f_s=۱۰^۴N$$

۳۲- گزینهٔ ۴ (B) بنابه قانون سوم نیوتون نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند برابر نیرویی است که سطح به جسم وارد می‌کند. برای بررسی، ابتدا نیروی اصطکاک در آستانهٔ حرکت را حساب می‌کنیم تا متوجه شویم که در اثر اعمال نیروی ۱۰N رو به پایین، جسم به حرکت در می‌آید یا نه؟

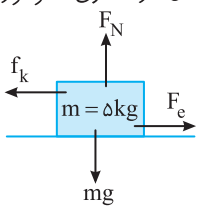


$$f_{s_{max}}=\mu_sF_N=۰/۶\times۶۰=۳۶N$$

نیروی وزن ۲۰N و نیروی موازی با دیوار ۱۰N رو به پایین است که جمعاً ۳۰N می‌شود و از $f_{s_{max}}=۳۶N$ کوچک‌تر است و جسم همچنان ساکن می‌ماند و نیروی اصطکاک ایستایی در این حالت برابر $F_{met}=۰\Rightarrow f_s=F'+W=۱۰+۲۰=۳۰N$ می‌شود. در این صورت:

$$R'=\sqrt{F_N^۲+f_s^۲}=\sqrt{۶۰^۲+۳۰^۲}\Rightarrow R'=۳۰\sqrt{۵}N$$

۳۳- گزینهٔ ۱ (A) سرعت جسم ثابت است بنابراین نیروی خالص وارد بر آن صفر است. نیروهای وارد بر جسم را رسم کرده، برایند آن‌ها را مساوی صفر قرار می‌دهیم.



$$mg-F_N=۰\Rightarrow F_N=mg=۵۰N$$

$$F_e-f_k=۰\Rightarrow F_e=f_k\Rightarrow k\Delta x=\mu_kF_N$$

$$\xrightarrow[\Delta x=۵cm]{k=۲۰۰N/m}۲۰۰\times\frac{۵}{۱۰۰}=\mu_k(۵۰)$$

$$\Rightarrow\mu_k=۰/۲$$

۳۴- گزینهٔ ۳ (B)

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

$$T_1=\frac{t}{N_1}\Rightarrow T_1=\frac{۷۲}{۴۰}=۱/۸s \quad , \quad T_2=\frac{t}{N_2}\Rightarrow T_2=\frac{۷۲}{۴۵}=۱/۶s$$

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

$$T_1=۲\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}}\Rightarrow ۱/۸=۲\pi\sqrt{\frac{l_1}{\pi^۲}}\Rightarrow\sqrt{l_1}=۰/۹\Rightarrow l_1=۰/۸۱m=۸۱cm$$

$$T_2=۲\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}}\Rightarrow ۱/۶=۲\pi\sqrt{\frac{l_2}{\pi^۲}}\Rightarrow\sqrt{l_2}=۰/۸\Rightarrow l_2=۰/۶۴m=۶۴cm$$

بنابراین طول آونگ $۸۱-۶۴=۱۷cm$ کاهش می‌یابد.

۳۵- گزینهٔ ۱ (A)

با توجه به مسیر نوسان دامنهٔ حرکت برابر $۲cm$ است و اندازهٔ شتاب نوسانگر از رابطهٔ $|a|=\omega^۲|x|$ به‌دست می‌آید

$$۴=\omega^۲(\frac{۱}{۱۰۰})\Rightarrow ۴۰۰=\omega^۲\Rightarrow\omega=۲۰rad/s$$

بسامد زاویه‌ای سیستم جرم فنر برابر است با:

$$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}\Rightarrow ۲۰=\sqrt{\frac{k}{۲}}\Rightarrow ۴۰۰=\frac{k}{۲}\Rightarrow k=۸۰۰N/m$$

۳۶- گزینهٔ ۳ (A)

با توجه به نمودار انرژی مکانیکی نوسانگر $۴۰J$ و دامنهٔ نوسان آن $۸cm$ است. انرژی مکانیکی نوسانگر از رابطه زیر به دست می‌آید بنابراین:

$$E=\frac{۱}{۲}mA^۲\omega^۲\xrightarrow{\omega=۲\pi f}E=۲m\pi^۲A^۲f^۲$$

$$\Rightarrow ۴۰=۲\times(۰/۵)\times(\sqrt{۱۰})^۲\times(\frac{۸}{۱۰۰})^۲\times f^۲$$

$$۴۰=۱۰\times\frac{۶۴}{۱۰۰۰۰}\times f^۲\Rightarrow\frac{۱۰^۴}{۱۶}=f^۲\Rightarrow f=\frac{۱۰۰}{۴}=۲۵Hz$$

۳۷- گزینهٔ ۲ (B)

دورهٔ نوسان دستگاه جرم - فنر برابر $T=۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ است. فنر در هر دو حالت یکسان بوده و $k_1=k_2$ است:

$$\frac{T_2}{T_1}=\frac{۲\pi\sqrt{\frac{m_2}{k}}}{۲\pi\sqrt{\frac{m_1}{k}}}\Rightarrow\frac{۰/۰۹\pi}{۰/۱\pi}=\sqrt{\frac{m_2}{m_1}}$$

جرم ثانویه ۱۹۰ گرم کمتر از جرم اولیه است

$$\frac{۹}{۱۰}=\sqrt{\frac{m-۱۹۰}{m}}\Rightarrow\frac{۸۱}{۱۰۰}=\frac{m-۱۹۰}{m}\Rightarrow ۸۱m=۱۰۰m-۱۹\times۱۰^۳$$

$$\Rightarrow ۱۹m=۱۹\times۱۰^۳\Rightarrow m=۱۰^۳g=۱kg$$

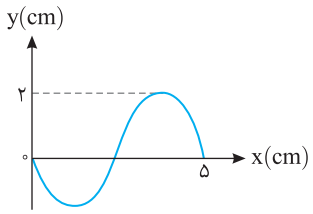
حال با توجه به دورهٔ اولیه، k را به‌دست می‌آوریم:

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\Rightarrow ۰/۱\pi=۲\pi\sqrt{\frac{۱}{k}}\Rightarrow\frac{۱}{۲۰}=\sqrt{\frac{۱}{k}}\Rightarrow k=۴۰۰N/m$$

بنابراین ثابت فنر برابر $۴۰۰N/m=۴N/cm$ است.

۳۸- گزینهٔ ۳ (A)

با توجه به نقش موج داده شده طول موج برابر $۵cm$ است.



$$\begin{cases}\lambda=۵cm\\ v=۲۰cm/s\end{cases}$$

$$\Rightarrow\lambda=vT\Rightarrow ۵=۲۰\times T$$

$$\Rightarrow T=\frac{۱}{۴}s$$

بنابراین $\Delta t=\frac{۱}{۸}s$ برابر نصف دوره است و مسافتی که هر ذره در نصف دوره طی می‌کند برابر نصف مسافت یک نوسان کامل است یعنی مسافتی برابر $۲A$ را طی می‌کند.

۱ نوسان کامل	$۴A=۸cm$
$\frac{۱}{۲}$ نوسان کامل	$؟=۴cm$

۳۹- گزینهٔ ۱ (A)

ابتدا تندی انتشار موج در طناب را حساب می‌کنیم.

$$v=f\lambda\xrightarrow{f=۶۰۰Hz,\lambda=۰/۲m}v=۶۰۰\times۰/۲\Rightarrow v=۱۲۰m/s$$

تندی انتشار موج در سیم برابر است با:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}\xrightarrow[\rho=۱۰۰۰kg/m^۳]{F=۳۶N}۱۲۰=\sqrt{\frac{۳۶}{۱۰۰۰۰\times A}}\Rightarrow ۱۲۰\times۱۲۰=\frac{۳۶}{۱۰۰۰۰A}$$

$$A=\frac{۱}{۴۰۰۰۰۰۰}m^۲=\frac{۱}{۴۰۰۰۰۰۰}\times۱۰^۶mm^۲\Rightarrow A=۰/۲۵mm^۲$$

۴۰- گزینهٔ ۴ (B)

تندی موج در ریسمان برابر است با:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}\Rightarrow v=\sqrt{\frac{۸۰}{۰/۲}}=۲۰m/s$$

با توجه به نقش موج داده شده طول موج را به‌دست می‌آوریم:

$$\lambda+\frac{\lambda}{۲}=۱۵cm\Rightarrow\frac{۳\lambda}{۲}=۱۵\Rightarrow\lambda=۱۰cm=۰/۱m$$

دورهٔ نوسان موج خواهد شد:

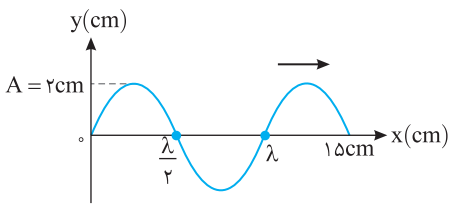
$$\lambda=\frac{v}{f}\xrightarrow{f=۱/T}\lambda=vT\Rightarrow ۰/۱=۲۰T\Rightarrow T=\frac{۱}{۲۰۰}s=۰/۰۰۵s$$

در حل این نوع مسائل پس از به‌دست آوردن دوره، بازهٔ زمانی داده شده را با آن مقایسه می‌کنیم.

$$\frac{\Delta t}{T}=\frac{۰/۰۱}{۰/۰۰۵}\Rightarrow\Delta t=۲T$$

بازهٔ ارائه شده دو دورهٔ کامل است و در هر دوره ذره مسافت $۴A$ را طی می‌کند بنابراین:

۱ نوسان کامل	$۴A=۸cm$
۲ نوسان کامل	$۱۶cm$



۴۱- گزینهٔ ۴ (A)

با توجه به اطلاعات داده شده سرعت نهایی متحرک را به‌دست می‌آوریم:

$$\begin{cases}\Delta x=x_2-x_1=-۱۲۲/۵-۰\Rightarrow\Delta x=-۱۲۲/۵\,m\\ \Delta t=۵s\\ v_0=۰\\ v=?\end{cases}$$

$$\Rightarrow\Delta x=\frac{v_0+v}{۲}\Delta t\Rightarrow -۱۲۲/۵=\frac{۰+v}{۲}\times۵\Rightarrow v=-۴۹\,m/s$$

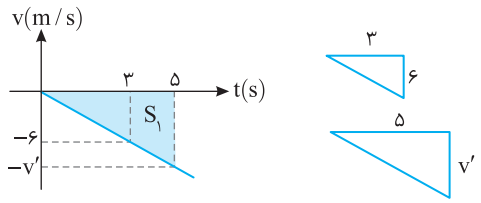
بزرگی سرعت برابر $۴۹m/s$ است.

۴۲- گزینهٔ ۳ (A)

مسافت طی شده برابر قدر مطلق سطح زیر نمودار $v-t$ است: دو مثلث زیر متشابه هستند بنابراین v' برابر است با:

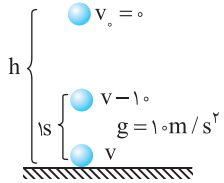
$$\frac{۳}{۶}=\frac{۵}{v'}\Rightarrow v'=۱۰\,m/s$$

حال مساحت سطح $S_۱$ را به‌دست می‌آوریم: $l=|S_۱|\Rightarrow l=\frac{۵\times۱۰}{۲}=۲۵m$



۴۳- گزینهٔ ۴ (B)

روش اول: با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی کار کل برابر تغییر انرژی جنبشی جسم است، در سقوط آزاد چون شتاب حرکت $g=۱۰m/s^۲$ است تندی ذره در هر ثانیه به اندازهٔ $۱۰\,m/s$ افزایش می‌یابد:



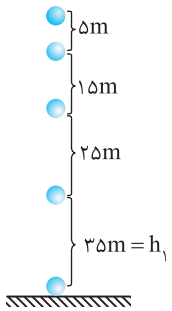
$$W_t=\Delta K\Rightarrow ۷۰=\frac{۱}{۲}mv^۲-\frac{۱}{۲}m(v-۱۰)^۲\Rightarrow ۷۰=\frac{۱}{۲}m(v^۲-(v-۱۰)^۲$$

$$۷۰=۰/۱(۲۰v-۱۰۰)\Rightarrow ۷۰۰=۲۰v-۱۰۰\Rightarrow ۲۰v=۸۰۰\Rightarrow v=۴۰m/s$$

گلوله از ارتفاع h رها شده پس $v_۰=۰$ بوده و تندی ذره هنگام رسیدن به زمین $۴۰\,m/s$ است.

$$v^۲-v_۰^۲=۲gh\Rightarrow ۱۶۰۰=۲۰h\Rightarrow h=۸۰m$$

روش دوم: در سقوط آزاد تنها نیروی وارد بر جسم نیروی وزن است پس کار کل برای کار نیروی وزن است:



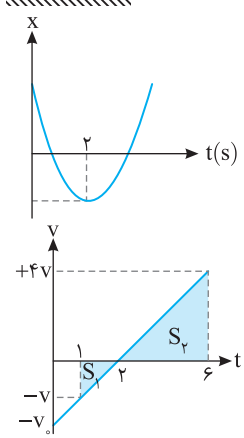
$$W_t=W_g\Rightarrow ۷۰=mgh_۱$$

$$\Rightarrow ۷۰=۰/۲\times۱۰\times h_۱\Rightarrow h_۱=۳۵m$$

برای جابه‌جایی در بازه‌های ۱ ثانیه در سقوط آزاد داریم: $h=۵+۱۵+۲۵+۳۵=۸۰m$

۴۴- گزینهٔ ۳ (B)

حرکت با شتاب ثابت است و نمودار سهمی است، سرعت اولیه منفی و شتاب مثبت است زیرا جهت تقعر رو به بالاست. نمودار سرعت زمان را رسم می‌کنیم.



$$\Delta x=v_{at}\Delta t\Rightarrow \Delta x=۳\times۵=۱۵m$$

$$S_۱+S_۲=۱۵m\Rightarrow\frac{-v\times۱}{۲}+\frac{۴v\times۴}{۲}=۱۵$$

$$\Rightarrow v=۲m/s$$

اکنون مسافت را به‌دست می‌آوریم:

$$L=|S_۱|+|S_۲|\Rightarrow L=|-۱|+۱۶=۱۷m$$

۴۵- گزینهٔ ۲ (B)

جابه‌جایی دو متحرک با هم برابر است و متحرکی که شتابش بیشتر است زودتر به مقصد می‌رسد و متحرکی که شتاب کمتری دارد، حرکت آن $۲s$ بیشتر طول می‌کشد.

$$\Delta x_۱=\Delta x_۲\Rightarrow\frac{۱}{۲}at_۱^۲=\frac{۱}{۲}(\frac{۹}{۱۶}a)(t_۱+۲)^۲\Rightarrow t_۱=\frac{۳}{۴}(t_۱+۲)$$

$$\Rightarrow t_۱=\frac{۳}{۴}t_۱+\frac{۳}{۲}\Rightarrow\frac{۱}{۴}t_۱=\frac{۳}{۲}\Rightarrow t_۱=۶s$$

۴۶- گزینهٔ ۱ (A)

با توجه به قانون دوم نیوتون $F_{net}=ma$ اگر نیروی خالص وارد بر ذره صفر باشد، شتاب حرکت صفر بوده و سرعت جسم تغییر نمی‌کند.

۴۷- گزینهٔ ۳ (B)

نیرویی که جسم بر دیواره‌ها وارد می‌کند همان نیروی عمودی سطح F_N است که توسط دیواره‌ها بر جسم وارد می‌شود، بنابراین باید F_N را حساب کنیم.

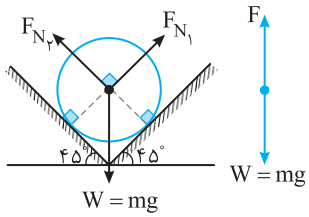
زاویهٔ دیواره‌ها با سطح یکسان است پس نیروی عمودی سطح دو دیواره یکسان است:

$$F=\sqrt{F_{N_۱}^۲+F_{N_۲}^۲}\xrightarrow{F_{N_۱}=F_{N_۲}}F=F_{N_۱}\sqrt{۲}$$

جسم در حال تعادل است پس نیروی وزن و نیروی F هم‌اندازه و خلاف جهت هم‌اند:

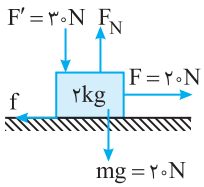
$$F_{N_۱}\sqrt{۲}=mg\Rightarrow F_{N_۱}\sqrt{۲}=۵۰$$

$$\Rightarrow F_{N_۱}=\frac{۵۰}{\sqrt{۲}}\times\frac{\sqrt{۲}}{\sqrt{۲}}=\frac{۵۰\sqrt{۲}}{۲}\Rightarrow F_{N_۱}=۲۵\sqrt{۲}N$$



۴۸- گزینهٔ ۱ (B)

ابتدا بررسی می‌کنیم جسم حرکت می‌کند یا نه:



$$F_N=mg+F'$$

$$\Rightarrow F_N=۲۰+۳۰\Rightarrow F_N=۵۰N$$

$$f_{s_{max}}=\mu_sF_N$$

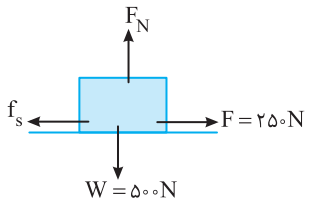
$$\Rightarrow f_{s_{max}}=۰/۵\times۵۰\Rightarrow f_{s_{max}}=۲۵N$$

چون نیروی F کوچک‌تر از $f_{s_{max}}$ است پس جسم حرکت نکرده و تغییر تکانه جسم صفر است.

۴۹- گزینهٔ ۱ (B)

در حالت اول، جسم ساکن است بنابراین:

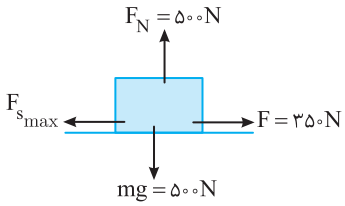
$$F_{net}=ma\xrightarrow{a=۰}F-f_s=۰\Rightarrow F=f_s\Rightarrow f_s=۲۵۰N$$



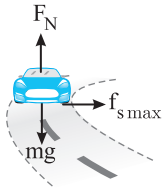
در آستانهٔ حرکت نیروی اصطکاک وارد بر جسم بیشینه است:

$$F_{net}=ma\xrightarrow[a=۰]{\text{جسم در آستانه حرکت}}F-f_{s_{max}}=۰\Rightarrow f_{s_{max}}=۳۵۰N$$

$$\mu_sF_N=۳۵۰\Rightarrow ۵۰۰\mu_s=۳۵۰\Rightarrow\mu_s=۰/۷$$



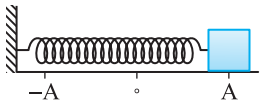
۵۰- گزینهٔ ۲ (B) در حرکت دایره‌ای یکنواخت اتومبیل روی سطح افقی نیروی مرکزگرا، نیروی اصطکاک است و حداکثر سرعت، برای اینکه اتومبیل نلغزد برای زمانی است که نیروی اصطکاک وارد بر اتومبیل نیز بیشینه باشد:



$$f_{s_{max}}=\mu_s F_N \xrightarrow{F_N=mg} f_{s_{max}}=0/5\times(12000)\Rightarrow f_{s_{max}}=6000N$$

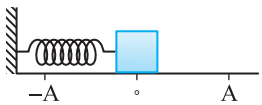
که این نیروی اصطکاک، نیروی مرکزگرا است.

۵۱- گزینهٔ ۱ (B) نوسانگر در نقاط بازگشت $(x=A)$ تغییر جهت می‌دهد و در این نقاط شتاب نوسانگر بیشینه است.



$$|a_{max}|=A\omega^2\Rightarrow 0/8\pi^2=A\omega^2 \quad (1)$$

هنگام عبور نوسانگر از نقطه تعادل $(x=0)$ نیرو و شتاب نوسانگر صفر شده و در این نقطه تندی نوسانگر بیشینه است:



$$|v_{max}|=A\omega\Rightarrow 0/2\pi=A\omega \quad (2)$$

با تقسیم معادلهٔ (۱) بر (۲) داریم:

$$\frac{0/8\pi^2}{0/2\pi}=\frac{A\omega^2}{A\omega}\Rightarrow 4\pi=\omega$$

با قرار دادن $\omega=4\pi$ در معادلهٔ (۲) مقدار A را به‌دست می‌آوریم:

$$0/2\pi=A\times 4\pi\Rightarrow A=\frac{0/2}{4}=0/05m=5cm$$

با توجه به رابطهٔ $|a|=\omega^2 x$ داریم:

$$\begin{cases}|a|=\omega^2(1)\\ 0/8\pi^2=\omega^2(5)\end{cases}\Rightarrow|a|=\frac{0/8\pi^2}{5}\Rightarrow a=0/16\pi^2$$

۵۲- گزینهٔ ۱ (A) ابتدا انرژی مکانیکی را به‌دست می‌آوریم:

$$E=\frac{1}{2}mA^2\omega^2=\frac{1}{2}kA^2\Rightarrow E=\frac{1}{2}\times 500\times(16\times10^{-4})=0/4J$$

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

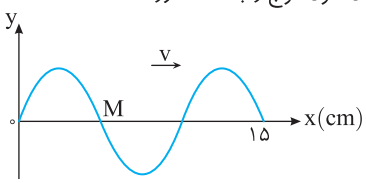
$$E=K+U\Rightarrow 0/4=K+0/2\Rightarrow K=0/2J$$

انرژی جنبشی برابر $\frac{1}{2}mv^2$ است:

$$\frac{1}{2}mv^2=0/2\Rightarrow\frac{1}{2}\times 1\times v^2=0/2\Rightarrow v^2=0/4$$

$$\Rightarrow v=\sqrt{0/4}=\frac{2\sqrt{10}}{10}m/s=20\sqrt{10}cm/s$$

۵۳- گزینهٔ ۳ (B) در حل این مسائل دوره را به‌دست می‌آوریم و بازهٔ زمانی داده شده را با دوره مقایسه می‌کنیم بنابراین ابتدا دوره را حساب می‌کنیم. با توجه به نمودار نقش موج می‌توان طول موج را به‌دست آورد.



$$3\frac{\lambda}{2}=15\Rightarrow\lambda=10cm$$

بسامد موج خواهد شد:

$$v=f\lambda\Rightarrow 20=f(10)$$

$$\Rightarrow f=2Hz$$

و دوره برابر است با:

$$T=\frac{1}{f}\Rightarrow T=\frac{1}{2}s$$

اکنون $\Delta t=\frac{9}{4}s$ را با دوره مقایسه می‌کنیم.

$$\frac{\Delta t}{T}=\frac{\frac{9}{4}}{\frac{1}{2}}\Rightarrow\Delta t=\frac{9}{2}T$$

وقتی که در مسئله دربارهٔ حرکت یک ذره از محیط پرسش می‌شود، یعنی شما باید به سراغ حرکت هماهنگ ساده بروید. در حرکت هماهنگ ساده در هر دوره، نوسانگر به موقعیت قبلی خود باز می‌گردد یعنی مکان و سرعت خود را تکرار می‌کند. با توجه به جهت پیشروی موج نقطهٔ M در مرکز نوسانش در حال حرکت رو به بالاست و در هر بازهٔ $\frac{T}{2}$، یکبار جهت حرکتش عوض می‌شود بنابراین در مدت $9(\frac{T}{2})$، ۹ بار جهت حرکتش عوض می‌شود.

۵۴- گزینهٔ ۲ (A) تراز شدت صوت برابر است با:

$$\beta=10\log\frac{I}{I_0}\Rightarrow 80=10\log\frac{I}{I_0}\Rightarrow 8=\log\frac{I}{I_0}$$

$$\Rightarrow 10^8=\frac{I}{I_0}\Rightarrow I=10^8 I_0=10^{-4}\frac{W}{m^2}$$

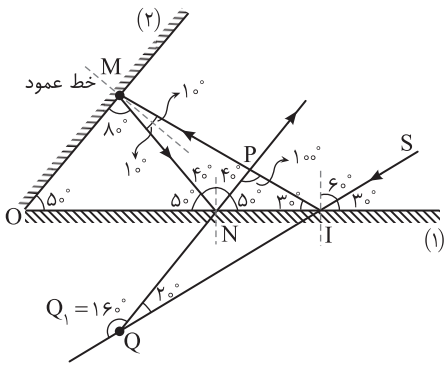
شدت صوت از رابطهٔ $I=\frac{P}{A}$ به‌دست می‌آید که چون جبهه‌های موج صوتی کروی هستند، $A=4\pi r^2$ است:

$$10^{-4}=\frac{48}{A}\Rightarrow A=48\times10^4\Rightarrow 4\pi r^2=48\times10^4\xrightarrow{\pi=3}$$

$$12r^2=48\times10^4\Rightarrow r^2=4\times10^4\Rightarrow r=2\times10^2=200m$$

۵۵- گزینهٔ ۳ (C) پرتو SI با زاویهٔ 60° به آینهٔ (۱) برخورد می‌کند و از روی آن با زاویهٔ 60° بازمی‌تابد و در نقطهٔ M به آینهٔ (۲) برخورد می‌کند. به مثلث OMI نگاه کنید. زاویهٔ M، $180-(50+30)=100$ می‌شود. خط عمود بر نقطهٔ M را رسم می‌کنیم زاویهٔ تابش در نقطهٔ M، 10° می‌شود و بازتاب آن نیز 10° است و پرتو در نقطهٔ N به سطح آینهٔ (۱) می‌رسد. به مثلث OMN نگاه کنید زاویهٔ رأس آن 80° و زاویهٔ O نیز 50° است بنابراین زاویهٔ N نیز 50° و زاویهٔ تابش در نقطهٔ N، 40° است. در مثلث QPI زاویهٔ Q_1 (زاویهٔ خارجی) برابر مجموع دو زاویهٔ داخلی مثلث است:

$$100+60=160^\circ$$



۵۶- گزینهٔ ۱ (A) زاویهٔ تابش $\theta_1=90-60=30^\circ$ و زاویهٔ شکست $\theta_2=30+15=45^\circ$ است از این‌رو ضریب شکست خواهد شد:

$$\left.\begin{aligned}\frac{n_2}{n_1}&=\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}\\ \frac{n_2}{n_1}&=\frac{\lambda_1}{\lambda_2}\end{aligned}\right\}\Rightarrow\frac{\lambda_2}{\lambda_1}=\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}\Rightarrow\frac{\lambda_2}{\lambda_1}=\frac{\sin45^\circ}{\sin30^\circ}\Rightarrow\frac{\lambda_2}{\lambda_1}=\sqrt{2}$$

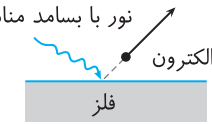
۵۷- گزینهٔ ۱ (A) بسامد هماهنگ nام یک تار برابر است با:

$$f_n=\frac{nv}{2L}\Rightarrow 210=\frac{3v}{2\times\frac{50}{100}}\Rightarrow v=70\,m/s$$

سرعت پیشروی موج در تار برابر است با:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}\xrightarrow[v=v_0\,m/s]{\mu=\frac{m}{L}=\frac{5\times10^{-3}}{5\times10^{-2}}}v_0=\sqrt{\frac{F}{10^{-2}}}\Rightarrow 4900=\frac{F}{10^{-2}}\Rightarrow F=49N$$

۵۸- گزینهٔ ۱ (A) جدا شدن الکترون از سطح فلز در اثر تابش الکترومغناطیسی فرودی بر فلز را پدیدهٔ فوتوالکتریک گویند.



۵۹- گزینهٔ ۲ (A) انرژی الکترون در اتم هیدروژن در هر تراز از رابطهٔ $E_n=\frac{E_R}{n^2}$ بدست می‌آید:

$$\begin{cases}E_1=\frac{E_R}{1}\\ E_3=\frac{E_R}{9}\end{cases}\xrightarrow{\Delta E=E_1-E_3}\Delta E=\frac{E_R}{1}-\frac{E_R}{9}\Rightarrow\Delta E=\frac{8}{9}E_R$$

$$\begin{cases}E_4=\frac{E_R}{16}\\ E_6=\frac{E_R}{36}\end{cases}\xrightarrow{\Delta E'=E_4-E_6}$$

$$\Delta E'=\frac{E_R}{16}-\frac{E_R}{36}\Rightarrow\Delta E'=\frac{9E_R}{144}-\frac{4E_R}{144}=\frac{5E_R}{144}$$

بنابراین نسبت $\frac{\Delta E}{\Delta E'}$ برابر است با:

$$\frac{\Delta E}{\Delta E'}=\frac{\frac{8}{9}E_R}{\frac{5E_R}{144}}\Rightarrow\frac{\Delta E}{\Delta E'}=\frac{8\times144}{5\times9}=\frac{128}{5}=\frac{256}{10}=25/6$$

۶۰- گزینهٔ ۲ (A) ذرهٔ α هسته هلیوم $(_2^4He)$ و ذرهٔ بتای منفی، الکترون $(_{-1}^0e)$ است از طرفی در واکنش‌های هسته‌ای مجموع عدد اتمی و مجموع عدد جرمی در دو طرف واکنش یکسان است از این رو می‌توان نوشت:

$$_Z^AX\rightarrow{}_Z^{A-8}Y+M\,{}_2^4\alpha+N\,{}_{-1}^0\beta$$

عدد جرمی: $A=A-8+4M+0\Rightarrow M=2$

عدد اتمی: $Z=Z+2M-N\Rightarrow 2M=N\xrightarrow{M=2}N=4$

۲ ذرهٔ آلفا و ۴ ذرهٔ بتا.

۶۱- گزینهٔ ۱ (B) ابتدا با توجه به اینکه معادلهٔ مکان - زمان متحرک درجهٔ دوم بوده و حرکت متحرک شتاب ثابت است، معادلهٔ سرعت - زمان حرکت را به‌دست می‌آوریم:

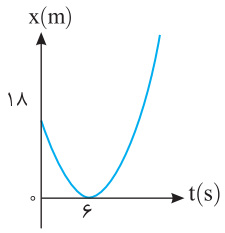
$$\begin{cases}x=2t^2+4t-8\\ x=\frac{1}{2}at^2+v_0t+x_0\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}\frac{1}{2}a=2\Rightarrow a=4\,m/s^2\\ v_0=4m/s\end{cases}$$

$$v=at+v_0\Rightarrow v=4t+4$$

برای آنکه متحرک تغییر جهت دهد باید $v=0$ شود: $4t+4>0$

اما $4t+4$ همواره مثبت است و هرگز برای $t>0$، صفر نمی‌شود، بنابراین متحرک تغییر جهت نداده و جابه‌جایی و مسافت هم‌اندازه‌اند.

۶۲- گزینهٔ ۲ (B) نمودار سهمی و حرکت دارای شتاب ثابت است و می‌توان از روابط حرکت با شتاب ثابت کمک گرفت.



در بازهٔ صفر تا ۶s، متحرک $-18m$ جابه‌جا شده است و سرعتش به صفر رسیده است از این رو:

(با توجه به شیب نمودار v_0، منفی است.)

در بازهٔ زمانی صفر تا ۶s:

$$\begin{cases}\Delta t=6s\\ v=0\\ v_0=?\\ \Delta x=-18m\end{cases}\Rightarrow\Delta x=\frac{v+v_0}{2}\Delta t\Rightarrow -18=\frac{0-v_0}{2}\times6\Rightarrow v_0=-6m/s$$

شتاب خواهد شد:

$$a=\frac{v-v_0}{t}=\frac{0-(-6)}{6}=1\,m/s$$

۶۳- گزینهٔ ۱ (B) برای آن‌که متحرک به جای اول بازگردد باید جابه‌جایی آن صفر شود یعنی سطح محصور بین نمودار $v-t$ با محور زمان صفر می‌شود از این‌رو باید $|S_1|=|S_2|$ باشد، با توجه به تشابه دو مثلث رنگی خواهیم داشت:

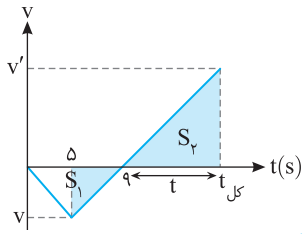
$$\frac{v'}{v}=\frac{t}{4}\Rightarrow v'=v\frac{t}{4}$$

اکنون می‌توان نوشت:

$$S_1=S_2\Rightarrow\frac{9\times v}{2}=\frac{v'\times t}{2}\Rightarrow\frac{9\times v}{2}=\frac{vt}{4}\times\frac{t}{2}\Rightarrow t^2=36\Rightarrow t=6s$$

بنابراین:

$$t_{کل}=6+9=15s$$



۶۴- گزینهٔ ۲ (B) ابتدا تندی گلوله هنگام رسیدن به زمین را به‌دست می‌آوریم:

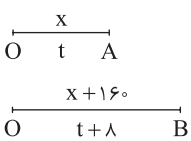
$$K=\frac{1}{2}mv^2\Rightarrow 24/2=\frac{1}{2}\times0/1\times v^2\Rightarrow v^2=484$$

$$|v_2|=22\,m/s$$

شتاب حرکت گلوله $10m/s^2$ بوده یعنی در هر ثانیه به تندی گلوله $10m/s$ افزوده می‌شود پس سرعت گلوله ۱s قبل از برخورد به زمین $|v_1|=12m/s$ است، بنابراین سرعت متوسط خواهد شد:

$$v_{av}=\frac{|v_1|+|v_2|}{2}=\frac{12+22}{2}=\frac{34}{2}=17m/s$$

۶۵- گزینهٔ ۲ (B) متحرک از نقطهٔ O با شتاب $2m/s^2$ شروع به حرکت می‌کند، اگر متحرک مسیر OA به طول x را در t طی کند، مسیر OB به طول $x+160$ را در مدت $t+8$ طی می‌کند:



$$\begin{cases}x=\frac{1}{2}at^2=t^2\\ x+160=\frac{1}{2}a(t+8)^2=(t+8)^2\end{cases}\xrightarrow{\text{دو معادله را از هم کم کنیم}}$$

$$160=(t+8)^2-t^2\Rightarrow 160=16t+64\Rightarrow t=6s$$

بنابراین x برابر است با:

$$x=t^2\Rightarrow x=36m$$

۶۶- گزینهٔ ۳ (A) شتاب گرانش را در محل سفینه به‌دست می‌آوریم.

$$g_h = G\frac{M_e}{(R_e+h)^2} \quad , \quad \text{در سطح زمین } g_e = G\frac{M_e}{R_e^2}$$

دو رابطه را بر هم تقسیم می‌کنیم.

$$\frac{g_h}{g_e} = \frac{R_e^2}{(R_e+h)^2} \Rightarrow \frac{g_h}{9/8} = \frac{(6400)^2}{(6400+6400)^2}$$

$$\Rightarrow g_h = \frac{1}{4}\times 9/8 \Rightarrow g_h = 2/45\ m/s^2$$

نیروی وزن فضانورد خواهد شد:

$$W_h = mg_h \Rightarrow W_h = 80\times 2/45 \Rightarrow W_h = 196N$$

البته چون فاصله سفینه از مرکز زمین دو برابر شعاع زمین است بنابراین وزن فضانورد در آن محل $\frac{1}{4}$ وزن فضانورد برسطح زمین است.

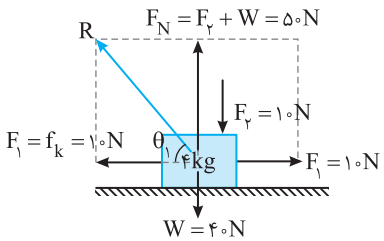
$$W_h = \left(\frac{R_e}{R_e+h}\right)^2 \times W \Rightarrow W_h = \frac{1}{4}W$$

۶۷- گزینهٔ ۴ (A) رابطهٔ بین تکانه و انرژی جنبشی جسم به صورت $K=\frac{P^2}{2m}$ است:

$$K_B = 5K_A \xrightarrow{K=\frac{P^2}{2m}} \frac{P^2}{2m_B} = 5\frac{P^2}{2m_A} \Rightarrow \frac{m_A}{m_B} = 5$$

۶۸- گزینهٔ ۱ (B) سرعت جسم ثابت است و برایند نیروهای وارد بر جسم صفر است اکنون ضریب اصطکاک را به‌دست می‌آوریم.

$$f_k = \mu_k F_N \Rightarrow 10 = \mu_k(50) \Rightarrow \mu_k = 0/2$$



اکنون نیروی اصطکاک جدید را حساب می‌کنیم.

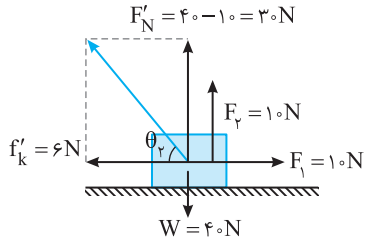
$$f'_k = \mu_k F'_N = 0/2\times 30 = 6N$$

در حالت اول:

$$\tan\theta_1 = \frac{50}{10} = 5$$

در حالت دوم:

$$\tan\theta_2 = \frac{30}{6} = 5$$



۶۹- گزینهٔ ۳ (A) به جسم دو نیروی W و f_D عمود بر هم وارد می‌شود.

$$W = mg \Rightarrow 4/8 = m\times 10 \Rightarrow m = 0/48kg$$

$$F_{net} = ma \Rightarrow \sqrt{f_D^2 + W^2} = ma \Rightarrow \sqrt{f_D^2 + (4/8)^2} = 0/48\times\frac{65}{6}$$

$$\sqrt{f_D^2 + (4/8)^2} = 5/2 \Rightarrow f_D^2 = 4 \Rightarrow f_D = 2N$$

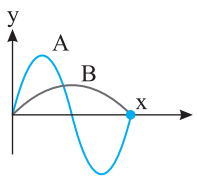
۷۰- گزینهٔ ۲ (A) مجموع انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل نوسانگر انرژی مکانیکی آن است:

$$E = K+U \xrightarrow{U=K} E = 2K \xrightarrow[E=8mJ=8\times10^{-3}J]{K=\frac{1}{2}mv^2}$$

$$8\times10^{-3} = mv^2 \xrightarrow{m=100g=0/1kg} 8\times10^{-3} = 0/1v^2 \Rightarrow v^2 = 8\times10^{-2}$$

$$\Rightarrow v = 2\sqrt{2}\times10^{-1} = \frac{2\sqrt{2}}{10} = \frac{\sqrt{2}}{5}\ m/s$$

۷۱- گزینهٔ ۴ (A) سرعت انتشار موج از ویژگی‌های محیطی موج است، چون هر دو موج در یک محیط منتشر می‌شوند پس $v_A = v_B$ است. با توجه به نقش موج داده شده داریم:



$$\begin{cases} x = \lambda_A \\ x = \frac{\lambda_B}{2} \end{cases} \Rightarrow \lambda_A = \frac{\lambda_B}{2} \Rightarrow \lambda_B = 2\lambda_A$$

از طرفی بنابه رابطهٔ $\lambda = \frac{v}{f} = vT$ می‌توان نوشت:

$$\lambda_B = 2\lambda_A \xrightarrow{\lambda=vT} v_B T_B = 2v_A T_A$$

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

۷۲- گزینهٔ ۲ (B) با توجه به تعریف تراز شدت صوت، اختلاف تراز شدت صوت برابر با:

$$\beta_1 - \beta_2 = 10\log\frac{I_1}{I_0} - 10\log\frac{I_2}{I_0} = 10\log\frac{I_1}{I_2} = 18 \Rightarrow 1/8 = \log\left(\frac{I_1}{I_2}\right)$$

$$\Rightarrow 6\times 0/3 = \log\left(\frac{I_1}{I_2}\right) \Rightarrow 6\log 2 = \log\left(\frac{I_1}{I_2}\right) \Rightarrow 2^6 = \left(\frac{I_1}{I_2}\right)$$

شدت صوت با مجذور فاصله رابطهٔ عکس دارد:

$$\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2 = 2^6 \Rightarrow \frac{d_2}{d_1} = 2^3 \Rightarrow \frac{d_2}{d_1} = 8$$

۷۳- گزینهٔ ۲ (A) بسامد از ویژگی چشمهٔ موج بوده و با تغییر محیط ثابت می‌ماند.

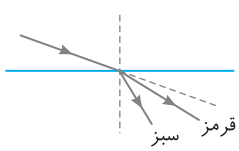
$$\lambda_{هوا} = \frac{v_{هوا}}{f} \Rightarrow f = \frac{3\times10^8}{0/6\times10^{-6}} \Rightarrow f = \frac{10^{15}}{2} = 5\times10^{14}\ Hz$$

طول موج در یک محیط با بسامد موج نسبت مستقیم دارد.

$$v = f\lambda \xrightarrow{f=ثابت} \frac{v_{هوا}}{v_{زجاجیه}} = \frac{\lambda_{هوا}}{\lambda_{زجاجیه}} \Rightarrow \frac{3\times10^8}{v_{زجاجیه}} = \frac{0/6}{0/45}$$

$$\Rightarrow \frac{3\times10^8}{v_{زجاجیه}} = \frac{60}{45} \Rightarrow v_{زجاجیه} = 2/25\times10^8\ m/s$$

۷۴- گزینهٔ ۱ (A) هرگاه پرتو نور از هوا وارد محیط غلیظ‌تری مانند مایع شود، پرتو منحرف شده و به خط عمود نزدیک تر می‌شود. از طرفی پرتویی که دارای طول موج کوتاه‌تر است بیشتر منحرف می‌شود. طول موج پرتو سبز از طول موج پرتو قرمز کوتاه‌تر است، بنابراین پرتو سبز نیز باید به خط عمود نزدیک‌تر شود.



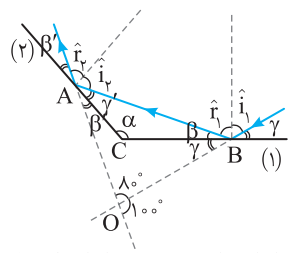
۷۵- گزینهٔ ۳ ابتدای تندی موج را به‌دست می‌آوریم:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\sqrt{\frac{۲۵۰}{۴\times۱۰^{-۳}}}=\sqrt{\frac{۲۵}{۴}\times۱۰^{۴}}=\frac{۵}{۲}\times۱۰^{۲}\Rightarrow v=۲۵۰\,m/s$$

با توجه به رابط $\lambda=\frac{v}{f}$ طول موج را به‌دست می‌آوریم:

$$\lambda=\frac{۲۵۰}{۳۱۲/۵}=\frac{۲۵۰۰}{۳۱۲۵}=\frac{۱۰۰}{۱۲۵}=\frac{۴}{۵}=۰/۸m$$

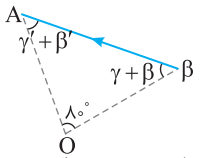
۷۶- گزینهٔ ۳ روش اول: با توجه به قانون بازتاب، زاویهٔ تابش و زاویهٔ بازتاب با هم برابرند:



$$\hat{i}_۱=\hat{r}_۱\xrightarrow[\beta=۹۰-r_۱]{\gamma=۹۰-i_۱}\gamma=\beta$$

$$\hat{i}_۲=\hat{r}_۲\xrightarrow[\beta'=۹۰-r_۲]{\gamma'=۹۰-i_۲}\gamma'=\beta'$$

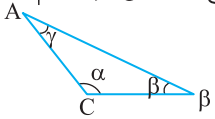
در مثلثی که از امتداد پرتوی تابش اولیه و بازتاب ثانویه و پرتوی بازتاب از سطح (۱) ساخته می‌شود می‌توان نوشت:



$$(\gamma+\beta)+(\gamma'+\beta')+۸۰=۱۸۰\xrightarrow{\gamma'=\beta'\ \gamma=\beta}$$

$$۲\beta+۲\gamma=۱۰۰^\circ\Rightarrow\beta+\gamma'=۵۰^\circ$$

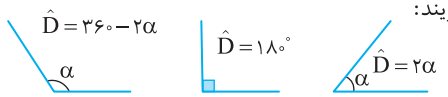
در مثلثی که با پرتوی بازتاب از سطح (۱) و دو سطح ساخته می شود داریم:



$$\alpha+\beta+\gamma'=۱۸۰\xrightarrow{\beta+\gamma'=۵۰^\circ}$$

$$\alpha+۵۰=۱۸۰\Rightarrow\alpha=۱۳۰^\circ$$

روش دوم: به زاویهٔ بین پرتوی تابش اولیه و پرتو بازتاب از سطح دوم زاویهٔ انحراف گویند:



با توجه به شکل سوال زاویهٔ انحراف ۱۰۰° است:

$$۳۶۰-۲\alpha=۱۰۰\Rightarrow۲\alpha=۲۶۰^\circ\Rightarrow\alpha=۱۳۰^\circ$$

۷۷- گزینهٔ ۱ ابتدا انرژی فوتون را برحسب الکترون ولت به‌دست می‌آوریم.

$$E=\frac{hc}{\lambda}=۴\times۱۰^{-۱۵}\times\frac{۳\times۱۰^{۸}}{۱۵۰\times۱۰^{-۹}}\Rightarrow E=\frac{۱۲۰}{۱۵}=۸eV$$

اکنون به کمک رابطهٔ اینشتین انرژی جنبشی بیشینه را حساب می‌کنیم.

$$K_m=hf-W_۰\Rightarrow\begin{cases}K_A=۸-۴/۵=۳/۵eV\\K_B=۸-۳=۵eV\end{cases}\Rightarrow\frac{K_A}{K_B}=\frac{۳/۵}{۵}=۰/۷$$

بنابراین k_A، ۰/۳ یا ۳۰٪ کمتر از K_B است.

۷۸- گزینهٔ ۴ در سری بالمر، فقط پنجمین خط طیفی فرابنفش است و بقیه نور مرئی است. از طرفی طول‌موج فرابنفش کوتاه‌تر از ۴۰۰nm است بنابراین گزینهٔ (۴) درست است.

۷۹- گزینهٔ ۲ با توجه به اینکه مجموع عدد اتمی و عدد جرمی عنصرها در دو طرف واکنش باید یکسان باشند: ${}^{۲۳۷}_{۹۲}X\Rightarrow{}^{b}_{a}Y+{}^{۴}_{۲}He^{۲+}+{}^{۰}_{-۱}e$

$$(۱)\ ۲۳۷=b+۱۲+۰\Rightarrow b=۲۲۵$$

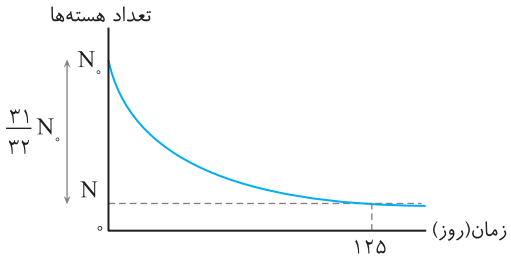
بنابراین عدد جرمی یعنی تعداد نوکلئون‌های Y برابر ۲۲۵ است.

۸۰- گزینهٔ ۲ با توجه به نمودار $\frac{۳۱}{۳۲}N_۰$ از هسته واپاشیده شده و هسته فعال باقی‌مانده برابر است با:

$$N=N_۰-\frac{۳۱}{۳۲}N_۰=\frac{۱}{۳۲}N_۰\Rightarrow N=\frac{N_۰}{۲^۵}\xrightarrow{N=\frac{N_۰}{۲^n}}۲^۵=۲^n\Rightarrow n=۵$$

۵ نیمه‌عمر ۱۲۵ روز طول کشیده است پس هر نیمه‌عمر برابر است با:

$$۵T=۱۲۵\,day\Rightarrow T=۲۵\,day$$



۸۱- گزینهٔ ۱ بلندترین طول موج رشتهٔ پاشن هنگامی گسیل می‌شود که الکترون از تراز $n=۴$ به تراز $n'=۳$ برود. با توجه به رابطهٔ ریدبرگ - بالمر برای اتم هیدروژن خواهیم داشت:

$$\frac{۱}{\lambda}=R\left(\frac{۱}{n'^۲}-\frac{۱}{n^۲}\right)\Rightarrow\frac{۱}{\lambda}=۰/۰۱\left(\frac{۱}{۹}-\frac{۱}{۱۶}\right)\Rightarrow\lambda\sim۲۰۰۰nm\Rightarrow\lambda\sim۲\mu m$$

کوتاه‌ترین طول موج گسیلی رشتهٔ پاشن وقتی است که الکترون از تراز $n=\infty$ به تراز $n'=۳$ برود.

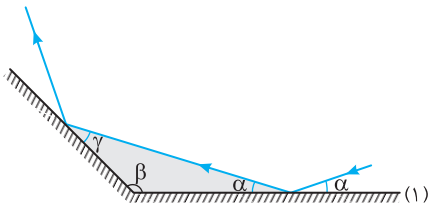
$$\frac{۱}{\lambda}=۰/۰۱\left(\frac{۱}{۹}-\frac{۱}{\infty}\right)\Rightarrow\lambda=۹۰۰nm=۰/۹\mu m$$

۸۲- گزینهٔ ۴ با توجه به قانون بازتاب عمومی، زاویه‌های تابش و بازتاب با هم برابرند و هم‌چنین زاویه‌ای که پرتو تابش با سطح می‌سازد با زاویه‌ای که پرتو بازتاب با سطح می‌سازد برابر است.

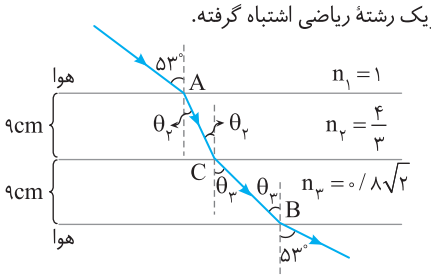
در مثلث رنگی داریم:

$$\alpha+\beta+\gamma=۱۸۰^\circ\xrightarrow{۱۸۰^\circ=\pi}\alpha+\beta+\gamma=\pi\Rightarrow\gamma=\pi-(\alpha+\beta)$$

زاویه‌ای که پرتو بازتاب با سطح (۲) می‌سازد نیز γ است.



۸۳- گزینهٔ ۳ * این تست ساده‌ای است اما طراح، کنکور تجربی رو با المپیاد فیزیک رشتهٔ ریاضی اشتباه گرفته.



ابتدا تندی نور در محیط $n_۲$ را حساب می‌کنیم.

$$\frac{n_۲}{n_۱}=\frac{v_۱}{v_۲}\Rightarrow\frac{۴}{۳}=\frac{۳\times۱۰^{۸}}{v_۲}\Rightarrow v_۲=\frac{۹}{۴}\times۱۰^{۸}\,m/s$$

زاویهٔ ورود (شکست) به محیط (۲) را به‌دست می‌آوریم.

$$\frac{n_۲}{n_۱}=\frac{\sin\theta_۱}{\sin\theta_۲}\Rightarrow\frac{۴}{۳}=\frac{۰/۸}{\sin\theta_۲}\Rightarrow\sin\theta_۲=۰/۶\Rightarrow\theta_۲=۳۷^\circ$$

اکنون AC را حساب می‌کنیم:

$$\cos\theta_۲=\frac{۹}{AC}\Rightarrow۰/۸=\frac{۹}{AC}\Rightarrow AC=\frac{۹۰}{۸}cm=\frac{۹۰}{۸}\times۱۰^{-۲}m$$

*- کلید سازمان سنجش: ۳ با تأثیر مثبت

زمان طی مسیر AC برابر است با:

$$t_{AC}=\frac{AC}{v_۲}=\frac{\frac{۹۰}{۸}\times۱۰^{-۲}}{\frac{۹}{۴}\times۱۰^{۸}}=۵\times۱۰^{-۱۰}s=۰/۵ns$$

اکنون به سراغ محیط (۳) می‌رویم:

$$\frac{n_۳}{n_۱}=\frac{\sin\theta_۱}{\sin\theta_۳}\Rightarrow n_۳=\frac{\sin۵۳^\circ}{\sin\theta_۳}\Rightarrow ۰/۸\sqrt{۲}=\frac{۰/۸}{\sin\theta_۳}$$

$$\Rightarrow\sin\theta_۳=\frac{\sqrt{۲}}{۲}\Rightarrow\theta_۳=۴۵^\circ$$

بنابراین CB برابر $۹\sqrt{۲}cm$ خواهد بود. تندی در محیط (۳) برابر است با:

$$v_۳=\frac{c}{n_۳}\Rightarrow v_۳=\frac{۳\times۱۰^{۸}}{۰/۸\sqrt{۲}}m/s$$

$$t_{CB}=\frac{CB}{v_۳}=\frac{۹\sqrt{۲}\times۱۰^{-۲}}{\frac{۳\times۱۰^{۸}}{۰/۸\sqrt{۲}}}=\frac{۹\sqrt{۲}\times۰/۸\sqrt{۲}\times۱۰^{-۲}}{۳\times۱۰^{۸}}=۴/۸\times۱۰^{-۱۰}=۰/۴۸ns$$

$$t_{کل}=۰/۵+۰/۴۸=۰/۹۸ns$$

۸۴- گزینهٔ ۲ (A)

ابتدا بسامد تشدیدی اصلی (مُد اصلی) را به‌دست می‌آوریم:

$$f_۱=۵۰۰-۳۷۵=۱۲۵Hz$$

بنابراین مدهای این تار برابر است با:

$۱۲۵Hz, ۲۵۰Hz, ۳۷۵Hz, ۵۰۰Hz, ۶۲۵Hz, ۷۵۰Hz, ۸۷۵Hz$

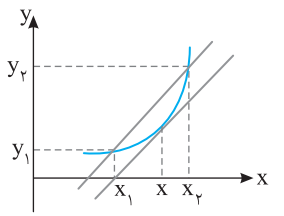
یعنی کافی بود به ۷۵۰Hz عدد ۱۲۵Hz را اضافه می‌کردیم.

۸۵- گزینهٔ ۴ (A)

باید دانش‌آموزان رشته تجربی از این به بعد در فیزیک کنکور مطالب فن‌آوری و کاربرد و پاورقی‌ها را مانند زیست‌شناسی به خاطر بسپارند.

۸۶- گزینهٔ ۲ (B)

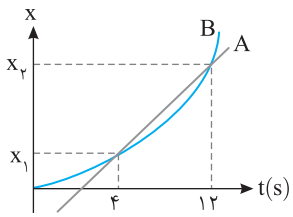
با توجه به آنچه در کتاب حسابان برای شکل شبیه نمودار زیر بیان می‌شود، شیب خط قاطع بین دو نقطه $(x_۱,y_۱)$ و $(x_۲,y_۲)$ با



شیب خط مماس گذرنده از نقطهٔ $x=\frac{x_۱+x_۲}{۲}$ برابر است از این رو در نمودارهای A و B نیز شیب خط مماس بر نمودار سهمی (B) در لحظهٔ $t=\frac{t_۱+t_۲}{۲}$ با شیب خط قاطع A برابر می‌شود، بنابراین $t=\frac{۴+۱۲}{۲}=۸s$.

روش دیگر:

جابه‌جایی متحرک A و B در بازهٔ $t=۴s$ و $t=۱۲s$ یکسان است. متحرک A حرکت سرعت ثابت داشته و سرعت لحظه‌ای و متوسط آن همواره باهم برابر است:



$$v_{av_A}=v_A\xrightarrow{v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}}\frac{\Delta x_A}{\Delta t}=v_A$$

$$\xrightarrow{\Delta x_A=\Delta x_B=\frac{۱}{۲}a(\Delta t)^۲+v\Delta t}$$

$$v_A=\frac{\frac{۱}{۲}a\Delta t^۲+v\Delta t}{\Delta t}=\frac{۱}{۲}a\Delta t+v\Rightarrow v_A=a\frac{\Delta t}{۲}+v$$

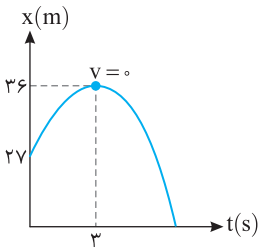
برای متحرک B معادلهٔ سرعت به صورت $v_B=a\Delta t'+v$ است و چون سرعت A و B باهم برابر است.

$$a\frac{\Delta t}{۲}+v=a\Delta t'+v\Rightarrow\Delta t'=\frac{\Delta t}{۲}\Rightarrow\Delta t'=\frac{۱۲-۴}{۲}=۴s$$

بنابراین لحظه مورد نظر خواهد شد: $۴+۴=۸s$

۸۷- گزینهٔ ۳ (B)

حرکت متحرک شتاب ثابت است و با توجه به اطلاعات داده شده در بازهٔ زمانی $t=۰$ تا $t=۳s$ شتاب متحرک و سرعت اولیه آن را به‌دست می‌آوریم. دقت کنید در لحظهٔ $t=۳s$ شیب خط مماس بر نمودار افقی شده و سرعت متحرک صفر است: (رأس سهمی)

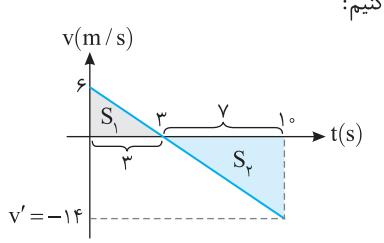


$$\begin{cases}\Delta x=۳۶-۲۷=۹m\\ \Delta t=۳s\\ v_۰=?\\ v=۰\end{cases}\Rightarrow\Delta x=\frac{v+v_۰}{۲}\times\Delta t\Rightarrow۹=\frac{۰+v_۰}{۲}\times۳\Rightarrow v_۰=۶m/s$$

$$\begin{cases}v_۰=۶m/s\\ v=۰\\ \Delta t=۳s\\ a=?\end{cases}\Rightarrow v=at+v_۰\Rightarrow۰=۳a+۶\Rightarrow a=-۲m/s^۲$$

$$t=۱۰s\Rightarrow v'=at+v_۰\Rightarrow v'=-۲\times۱۰+۶=-۱۴m/s$$

با توجه به اطلاعات به‌دست آمده نمودار v−t متحرک را رسم و از سطح زیر نمودار مسافت را حساب می‌کنیم:



$$S_۱=\frac{۶\times۳}{۲}=۹m$$

$$|S_۲|=\frac{۷\times۱۴}{۲}=۴۹m$$

$$\Rightarrow L=S_۱+|S_۲|=۵۸m$$

۸۸- گزینهٔ ۱ (B)

سطح زیر نمودار v−t برابر جابه‌جایی متحرک است. با توجه به تشابه دو مثلث سرعت v′ را به‌دست می‌آوریم:

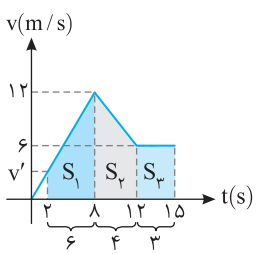
$$\frac{v'}{۲}=\frac{۱۲}{۸}\Rightarrow v'=۳m/s$$

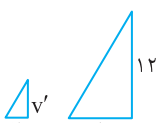
$$\Delta x=S_۱+S_۲+S_۳\Rightarrow\Delta x=\frac{۶(۱۲+۳)}{۲}+\frac{۴(۱۲+۶)}{۲}+۶(۳)$$

$$\Delta x=۴۵+۳۶+۱۸=۹۹m$$

مکان اولیه متحرک در لحظهٔ $t=۲s$ برابر $-۶m$ است:

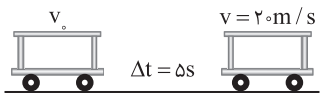
$$x_۲-(-۶)=۹۹\Rightarrow x_۲=+۹۳m$$





۸۹- گزینهٔ ۲ (B) جابه‌جایی متحرک در ۵s اول ($t=0$ تا $t=5s$) ۷۵ متر است و در لحظهٔ $t=5s$ تندی آن $20m/s$ است.

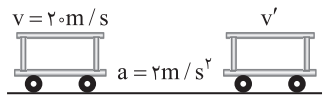
$$\Delta x=\frac{v+v_0}{2}\times\Delta t\Rightarrow 75=\frac{20+v_0}{2}\times 5$$
$$v_0=10m/s$$
$$v=at+v_0\Rightarrow 20=a\times 5+10\Rightarrow a=2m/s^2$$



$\Delta x=75m$

در مدت ۵s دوم حرکت شتاب متحرک برابر $a=2m/s^2$ (حرکت شتاب ثابت است) است:

$$v'=at+v\Rightarrow v'=2\times 5+20\Rightarrow v'=30m/s$$
$$v_{av}=\frac{v+v'}{2}\Rightarrow v_{av}=\frac{20+30}{2}=25m/s$$



روش دوم: جابه‌جایی در T ثانیه دوم به اندازهٔ $(T=5s)aT^2$ بیشتر از T ثانیهٔ نخست است و چون شتاب حرکت برابر $a=2m/s^2$ به‌دست آمده پس:

$$\Delta x_2-\Delta x_1=aT^2\Rightarrow \Delta x_2-75=2\times 25\Rightarrow \Delta x_2=125$$
$$v_{av}=\frac{\Delta x_2}{\Delta t_2}=\frac{125}{5}=25m/s$$

۹۰- گزینهٔ ۲ (B) جابه‌جایی دو متحرک با هم برابر است و متحرکی که شتابش بیشتر است زودتر به مقصد می‌رسد و متحرکی که شتاب کمتری دارد، حرکت آن ۲s بیشتر طول می‌کشد.

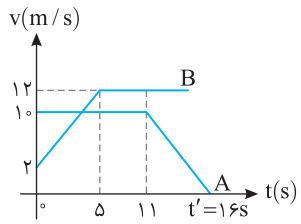
$$\Delta x_1=\Delta x_2\Rightarrow \frac{1}{2}at_1^2=\frac{1}{2}(\frac{9}{16}a)(t_1+2)^2\Rightarrow t_1=\frac{3}{4}(t_1+2)$$
$$\Rightarrow t_1=\frac{3}{4}t_1+\frac{3}{2}\Rightarrow \frac{1}{4}t_1=\frac{3}{2}\Rightarrow t_1=6s$$

۹۱- گزینهٔ ۳ (C) با توجه به داده‌های سؤال نمودار $v-t$ مربوط به حرکت متحرک‌های A و B را رسم می‌کنیم. متحرک A در ابتدا تا لحظهٔ $t=11s$ با تندی ثابت $10m/s$ حرکت می‌کند و بعد از آن با شتاب $a=-2m/s^2$ از تندی خود کاسته تا متوقف شود:

$$\begin{cases} v_1=10m/s \\ v_2=0 \\ \Delta t=(t'-11) \\ a=-2m/s^2 \end{cases} \Rightarrow v_2=a(t'-11)+v_1\Rightarrow 0=-2(t'-11)+10$$
$$\Rightarrow t'-11=5\Rightarrow t'=16s$$

متحرک B از تندی $2m/s$ شروع به حرکت کرده و مدت ۵s به طور شتابدار حرکت می‌کند و سپس با تندی ثابت و چون دو متحرک به هم می‌رسند پس باید علامت تندی هر دو متحرک یکسان باشد.

$$\begin{cases} v_2'=? \\ v_1'=2 \\ t=5s \\ a'=2m/s^2 \end{cases} \Rightarrow v_2'=a't+v_1'\Rightarrow v_2'=2\times 5+2\Rightarrow v_2'=12m/s$$



هر دو متحرک از یک نقطه (مبدأ مختصات) شروع به حرکت کردند پس برای آنکه دو متحرک به هم برسند باید جابه‌جایی هر دو متحرک یکسان باشد. ابتدا جابه‌جایی دو متحرک تا لحظهٔ $t=5s$ را از سطح زیر نمودار $v-t$ به‌دست می‌آوریم:

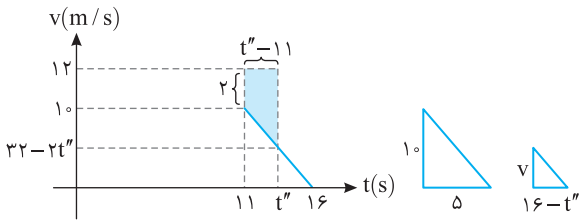
$$\Delta x_A=S_A=10\times 5=50m\ ,\ \Delta x_B=S_B=\frac{5\times(2+12)}{2}=35m$$

تندی اولیهٔ متحرک A بیشتر از تندی اولیه متحرک B است و در ابتدا A از متحرک B جلو زده و همانطور که در حساب کردن جابه‌جایی مشخص است متحرک A در ۵s اولیه بیشتر از متحرک B جابه‌جا شده است و این دو در این مدت به هم نمی‌رسند. حال جابه‌جایی در بازهٔ ۰ تا ۱۱s را حساب می‌کنیم.

$$\Delta x_A=11\times 10=110m\ ,\ \Delta x_B=35+(12\times 6)=107m$$

بنابراین تا لحظهٔ $t=11s$ متحرک A به اندازهٔ $110-107=3m$ جلوتر از متحرک B است و اگر در لحظهٔ t این دو متحرک به هم برسند باید جابه‌جایی متحرک B از $t=11s$ تا t'' به اندازهٔ $3m$ بیشتر از متحرک A در این بازه باشد و با توجه به تشابه سرعت متحرک در لحظهٔ t را به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta x_B-\Delta x_A=3m \xrightarrow[\text{جابه‌جایی برابر سطح رنگی زیر نمودار است}]{\text{با توجه به شکل این اختلاف}}$$
$$\frac{(t-11)(2+(2t''-20))}{2}=3\Rightarrow(t''-11)2(t''-9)=6$$
$$\Rightarrow(t''-11)(t''-9)=3\Rightarrow t''=12s$$

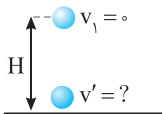


سرعت A در این لحظه برابر $32-2(12)=8m/s$ است و تندی آن به اندازهٔ $12-8=4m/s$ از تندی متحرک B کمتر است.

۹۲- گزینهٔ ۳ (B) متحرک از حال سکون رها شده و حرکت شتابدار با شتاب ثابت $g=9/8m/s^2$ است:

$$v_{av}=\frac{v_1+v_2}{2}\Rightarrow 4/9=\frac{0+v_2}{2}\Rightarrow v_2=9/8m/s$$
$$\Delta y=\frac{H}{9}\ ,\ g=9/8m/s^2\ ,\ v_1=0\ ,\ v_2=9/8m/s$$
$$\Rightarrow v_2^2-v_1^2=2g\Delta y\Rightarrow(9/8)^2=2\times 9/8\times\frac{H}{9}\Rightarrow H=4/9\times 9$$

خواستهٔ مسئله تندی هنگام رسیدن به زمین است یعنی در مدتی که متحرک به اندازهٔ H جابه‌جا شده است:



$$v'^2-v_1^2=2gH\Rightarrow v'^2-0=2\times 9/8\times 4/9\times 9$$
$$\Rightarrow v'=9/8\times 3\Rightarrow v'=29/4m/s$$

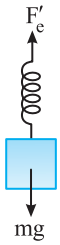
روش دوم: هر دو معادلهٔ مستقل از زمان بالا را با هم می‌نویسیم:

$$\begin{cases} v_2^2-v_0^2=2g\frac{H}{9}\Rightarrow v_2^2=2g\frac{H}{9} \\ v'^2-v_0^2=2gH\Rightarrow v'^2=2gH \end{cases} \Rightarrow \frac{v^2}{v'^2}=\frac{1}{9}\Rightarrow v'=3v_2$$

حال با توجه به اینکه v_2 برابر $9/8m/s$ است، v' را حساب می‌کنیم.

۹۳- گزینهٔ ۳ (B)

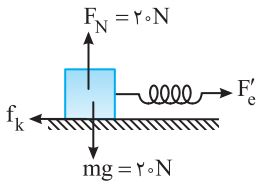
در حالت اول به جسم نیروی کشش فنر به سمت بالا و نیروی وزن به سمت پایین وارد می‌شود:



$$F_e - mg = ma \Rightarrow k\Delta x - mg = ma$$

$$k\left(\frac{۴۲}{۱۰۰} - \frac{۳۰}{۱۰۰}\right) - ۲۰ = ۲\times ۲ \Rightarrow k = ۲۰۰\ N/m$$

در حالت دوم نیروی کشش فنر در جهت حرکت و نیروی اصطکاک خلاف جهت به جسم وارد می‌شود:



$$F'_e - f_k = ma'$$

$$\Rightarrow k\Delta x' - f_k = ma'$$

$$۲۰۰\times\left(\frac{۶}{۱۰۰}\right) - f_k = ۲\times ۲$$

$$\Rightarrow f_k = ۸N$$

نیروی اصطکاک برابر است با:

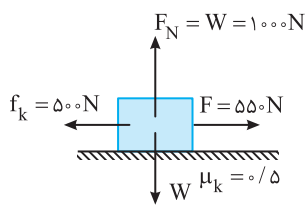
$$f_k = \mu_k F_N \Rightarrow ۸ = \mu_k (۲۰) \Rightarrow \mu_k = ۰/۴$$

۹۴- گزینهٔ ۴ (B)

ابتدا شتاب حرکت را به‌دست می‌آوریم.

$$F_{net} = ma \Rightarrow F - f_k = ma \xrightarrow[f_k = ۵۰۰N]{f_k = \mu_k F_N}$$

$$۵۵۰ - ۵۰۰ = ۱۰۰a \Rightarrow a = ۰/۵ m/s^۲$$



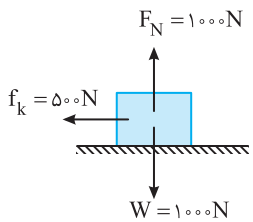
جابه‌جایی و سرعت را تا لحظهٔ پاره شدن طناب حساب می‌کنیم.

$$\Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲ \Rightarrow \Delta x = \frac{۱}{۲}\times ۰/۵\times ۱۶ \Rightarrow \Delta x = ۴m$$

$$v_۱ = at + v_۰ \Rightarrow v_۱ = ۰/۵\times ۴ = ۲m/s$$

پس از پاره شدن طناب تنها نیروی وارد بر جسم اصطکاک است که سبب توقف جسم می‌شود.

$$f_{net} = ma \xrightarrow{f_{net} = f_k} -۵۰۰ = ۱۰۰a \Rightarrow a = -۵ m/s^۲$$



جابه‌جایی از این لحظه تا توقف خواهدشد:

$$v^۲ - v_۰^۲ = ۲a\Delta x \Rightarrow ۰ - ۴ = ۲(-۵)\Delta x \Rightarrow \Delta x = ۰/۴m$$

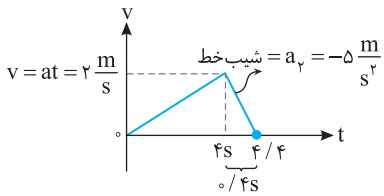
بنابراین کل جابه‌جایی برابر است با:

$$۴ + ۰/۴ = ۴/۴m$$

روش دوم: ابتدا با توجه به دینامیک، شتاب حالت اول و حالت دوم را به‌دست می‌آوریم:

$$F_{net} = ma \Rightarrow \begin{cases} \xrightarrow{(۱)} F - f_k = ma \Rightarrow ۵۵۰ - (۱۰۰۰)(۰/۵) = ۱۰۰a \\ \qquad \Rightarrow a_۱ = ۰/۵ m/s^۲ \\ \xrightarrow{(۲)} -f_k = ma \Rightarrow -۵۰۰ = ۱۰۰a_۲ \Rightarrow a_۲ = -۵ m/s^۲ \end{cases}$$

حال نمودار $v-t$ را کشیده و از سطح زیر نمودار مسافت را به‌دست می‌آوریم:



$$S = \frac{۴/۴\times ۲}{۲} = ۴/۴m$$

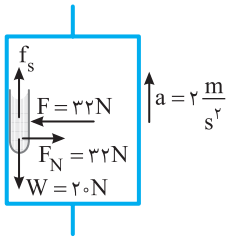
۹۵- گزینهٔ ۴ (B)

عامل حرکت کتاب به همراه آسانسور رو به بالا نیروی اصطکاک ایستایی بین کتاب و دیوارهٔ آسانسور است. نیروهای وارد بر کتاب را رسم می‌کنیم و چون کتاب و آسانسور هر دو با شتاب $a = ۲m/s^۲$ به سمت بالا در حال حرکت‌اند، برایند آن‌ها را مساوی ma قرار می‌دهیم

$$f_s - W = ma \Rightarrow f_s - ۲۰ = ۲\times ۲ \Rightarrow f_s = ۲۴N$$

اکنون نیرویی که کتاب به دیواره یا دیواره به کتاب وارد می‌کند برابر است با:

$$R = \sqrt{f_s^۲ + F_N^۲} = \sqrt{۲۴^۲ + (۳۲)^۲} = ۸\sqrt{۳^۲ + ۴^۲} = ۴۰N$$



۹۶- گزینهٔ ۳ (A)

رابطهٔ نیروی متوسط بر حسب تغییر تکانه به صورت زیر است:

$$F_{av} = \frac{\Delta P}{\Delta t} \Rightarrow F_{av} = \frac{P_۲ - P_۱}{t_۲ - t_۱} \xrightarrow[t_۲ = ۶s]{t_۱ = ۳s}$$

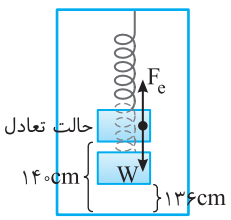
$$F_{av} = \frac{P_۲ - P_۱}{۶ - ۳} \xrightarrow[P_۲ = ۱۵\times(۶)^۲ + ۳۰]{P_۱ = ۱۵\times(۳)^۲ + ۱۵}$$

$$F_{av} = \frac{(۱۵(۳۶) + ۳۰) - (۱۵(۳)^۲ + ۱۵)}{۳} \xrightarrow[\text{می‌گیریم}]{\text{در صورت از ۱۵ فاکتور}}$$

$$F_{av} = \frac{۱۵((۳۶+۲) - (۹+۱))}{۳} \Rightarrow F_{av} = ۱۴۰N$$

۹۷- گزینهٔ ۲ (B)

در حالت تعادل نیروی کشسانی فنر برابر نیروی گرانش وزنه است.



$$W = F_e$$

در حالتی که آسانسور با شتاب $۲m/s^۲$ رو به بالا شروع به حرکت می‌کند نیروی کشسانی فنر از نیروی گرانشی بیشتر است و بنا بر قانون دوم نیوتون می‌توان نوشت:

$$F'_e - mg = ma \xrightarrow{W = F_e} F'_e - F_e = ma$$

$$k(\Delta L') - k\Delta L = ma \Rightarrow k(\Delta L' - \Delta L) = ma$$

با توجه به فرض مسئله $\Delta L' - \Delta L = ۱۴۰ - ۱۳۶$ یعنی $۴cm$ است. اکنون ثابت فنر را به‌دست می‌آوریم.

$$k\left(\frac{۴}{۱۰۰}\right) = ۲\times ۲ \Rightarrow k = ۱۰۰N/m = ۱N/cm$$

۹۸- گزینهٔ ۲ (A)

ابتدا به کمک نمودار طول موج را حساب می‌کنیم.

$$۳\frac{\lambda}{۲} = ۱۲۰ \Rightarrow \lambda = ۸۰cm$$

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

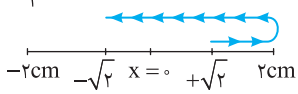
$$\left.\begin{aligned} T = \frac{\lambda}{v} \Rightarrow T = \frac{۰/۸}{۱۰} = ۰/۰۸s \\ \Delta t = ۰/۰۵ - ۰/۰۱ = ۰/۰۴s \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{\Delta t}{T} = \frac{۰/۰۴}{۰/۰۸} = \frac{۱}{۲}$$

بنابراین بازهٔ زمانی داده شده نصف دوره است و در نصف دوره یک نوسانگر ساده همواره مسافت $۲A$ را طی می‌کند، بنابراین $۲\times ۳ = ۶cm$ مسافت طی شده است.

۹۹- گزینهٔ ۴ (B) هر گاه مطابق شکل مکان و سرعت نوسانگر هر دو در یک بازهٔ زمانی قرینه شوند، کمترین بازهٔ زمانی برابر نصف دوره است.

$$f=\frac{1}{4}Hz\Rightarrow T=4s\Rightarrow\frac{T}{2}=2s$$

سرعت متوسط: $|v_{av}|=\left|\frac{\Delta x}{\Delta t}\right|=\left|\frac{-\sqrt{2}-\sqrt{2}}{2}\right|=\sqrt{2}m/s$



۱۰۰- گزینهٔ ۲ (B) بیشینه انرژی جنبشی نوسانگر برابر انرژی مکانیکی آن است از این رو:

$$\left.\begin{matrix}E=U+K\\E=K_m=0/8mJ\end{matrix}\right\}\Rightarrow 0/8=0/4+K\Rightarrow K=0/4mJ$$

حال می‌توان سرعت نوسانگر را به‌دست آورد.

$$K=\frac{1}{2}mv^2\Rightarrow 0/4\times10^{-3}=\frac{1}{2}\times100\times10^{-3}v^2\Rightarrow v^2=\frac{0/8}{100}$$

$$v^2=\frac{8}{1000}=\frac{1}{125}\Rightarrow v=\frac{1}{5\sqrt{5}}\frac{m}{s}\times100=\frac{20}{\sqrt{5}}\frac{cm}{s}=\frac{20\sqrt{5}}{5}=4\sqrt{5}\frac{cm}{s}$$

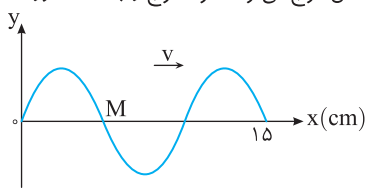
۱۰۱- گزینهٔ ۳ (A) شدت صوت ۱۰۰۰ برابر شده است از این‌رو:

$$\left.\begin{matrix}\beta_1=10\log\frac{I_1}{I_0}\\\beta_2=10\log\frac{I_2}{I_0}\end{matrix}\right\}\Rightarrow\beta_2-\beta_1=10(\log\frac{I_2}{I_0}-\log\frac{I_1}{I_0})=10\log\frac{I_2}{I_1}$$

$$\Rightarrow\beta_2-\beta_1=10\log10^3\Rightarrow\Delta\beta=30dB$$

بنابراین تراز شدت صوت ۳۰ دسی بل افزایش می‌یابد.

۱۰۲- گزینهٔ ۳ (B) در حل این مسائل دوره را به‌دست می‌آوریم و بازهٔ زمانی داده شده را با دوره مقایسه می‌کنیم بنابراین ابتدا دوره را حساب می‌کنیم. با توجه به نمودار نقش موج می‌توان طول موج را به‌دست آورد.



$$3\frac{\lambda}{2}=15\Rightarrow\lambda=10cm$$

بسامد موج خواهد شد: $v=f\lambda\Rightarrow20=f(10)\Rightarrow f=2Hz$

و دوره برابر است با: $T=\frac{1}{f}\Rightarrow T=\frac{1}{2}s$

اکنون $\Delta t=\frac{9}{4}s$ را با دوره مقایسه می‌کنیم. $\frac{\Delta t}{T}=\frac{\frac{9}{4}}{\frac{1}{2}}\Rightarrow\Delta t=\frac{9}{2}T$

وقتی که در مسئله دربارهٔ حرکت یک ذره از محیط پرسش می‌شود، یعنی شما باید به سراغ حرکت هماهنگ ساده بروید. در حرکت هماهنگ ساده در هر دوره، نوسانگر به موقعیت قبلی خود باز می‌گردد یعنی مکان و سرعت خود را تکرار می‌کند. با توجه به جهت پیشروی موج نقطهٔ M در مرکز نوسانش در حال حرکت رو به بالاست و در هر بازهٔ $\frac{T}{2}$، یکبار جهت حرکتش عوض می‌شود

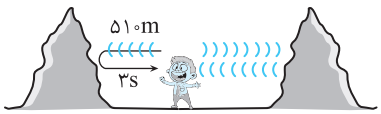
بنابراین در مدت $9(\frac{T}{2})$، ۹ بار جهت حرکتش عوض می‌شود.

۱۰۳- گزینهٔ ۲ (B) شخص اولین پژواک صدایش را پس از ۳s شنیده است یعنی صوت در مدت ۳s به صخرهٔ نزدیک‌تر در فاصلهٔ ۵۱۰m برخورد کرده و بازگشته است از این رو سرعت صوت در محیط خواهد شد.

مسافت $l=v\Delta t\Rightarrow2\times510=v\times3\Rightarrow v=340m/s$

پژواک دوم ۱s پس از پژواک اول شنیده شده است از این رو پژواک دوم پس از ۳+۱=۴s شنیده می‌شود. یعنی صوت از شنونده تا صخره دورتر ۲s در راه بوده است و فاصله شخص از صخرهٔ دورتر خواهد شد. $l_2=vt=340\times2=680m$

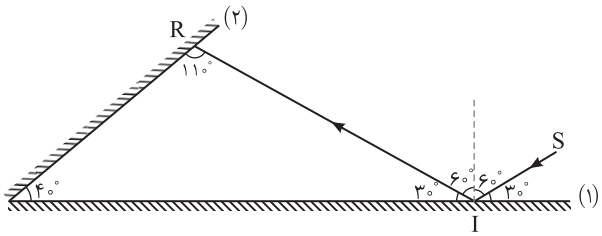
فاصله دو صخره از هم برابر است با: $510+680=1190m$

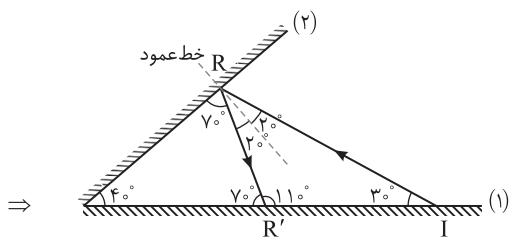


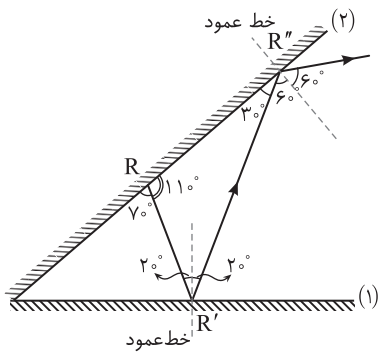
۱۰۴- گزینهٔ ۲ (A) کوتاه‌ترین طول موج در طیف اتم هیدروژن وقتی گسیل می‌شود که الکترون از بالاترین تراز ممکن $(n=\infty)$ به پایین‌ترین تراز ممکن $n'=1$ برود که $n'=1$ مربوط به رشتهٔ لیمان است. به کمک رابطهٔ ریدبرگ - بالمر طول موج گسیلی را به‌دست می‌آوریم.

$$\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2})\Rightarrow\frac{1}{\lambda}=0/01(\frac{1}{1}-\frac{1}{\infty})\Rightarrow\lambda=100nm$$

۱۰۵- گزینهٔ ۱ (B) با توجه به قانون بازتاب زاویه r تابش و بازتاب با هم برابر است مجموع زوایای داخلی مثلث ۱۸۰° است:





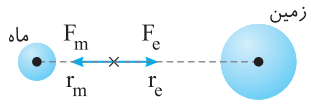


۱۰۶- گزینهٔ ۱ (A) نیروی هسته‌ای یک نیروی کوتاه بُرد و ربایش بین نوکلئون‌های هسته است. یعنی دو پروتون و یا دو نوترون و یا یک نوترون و یک پروتون همدیگر را با نیروی هسته‌ای می‌ربایند و این نیرو در فواصل یکسان برای همهٔ حالت‌های بیان شده یکسان است.

۱۰۷- گزینهٔ ۱ (A) نیروی گرانش بین دو جسم همواره رباییشی است و برای آنکه نیروی خالص وارد بر جسم صفر شود باید نیرویی که زمین به جسم وارد می‌کند با نیرویی که ماه به آن وارد می‌کند هم اندازه و خلاف جهت هم باشند:

$$F_m = F_e \Rightarrow G\frac{mM_m}{r_m^2} = G\frac{mM_e}{r_e^2} \xrightarrow{M_e = 81M_m}$$

$$\frac{1}{r_m^2} = \frac{81}{r_e^2} \Rightarrow \frac{1}{r_m} = \frac{9}{r_e} \Rightarrow r_e = 9r_m$$



۱۰۸- گزینهٔ ۳ (B) توان لامپ برابر است با انرژی فوتون‌ها بر واحد زمان، مشخصات مربوط به نور بنفش را با اندیس (۱) و نور زرد را با اندیس (۲) نشان داده‌ایم:

$$\begin{cases} P_1 = \frac{E_1}{t} \Rightarrow P_1 = \frac{n_1 hf_1}{t} \\ P_2 = \frac{E_2}{t} \Rightarrow P_2 = \frac{n_2 hf_2}{t} \end{cases} \xrightarrow{\div} \frac{P_1}{P_2} = \frac{n_1 f_1}{n_2 f_2} \xrightarrow{f=\frac{c}{\lambda}}$$

$$\frac{200}{200} = \frac{n_1 \frac{c}{\lambda_1}}{n_2 \frac{c}{\lambda_2}} \Rightarrow 1 = \frac{n_1}{n_2} \times \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \Rightarrow 1 = \frac{n_1}{n_2} \times \frac{600}{400} \Rightarrow \frac{n_2}{n_1} = \frac{6}{4} = \frac{3}{2}$$

۱۰۹- گزینهٔ ۱ (A) تابع کار فلز کمترین انرژی لازم برای انجام پدیدهٔ فوتوالکتریک است:

$$W_0 = hf_{min} \xrightarrow[f_{min} = \frac{c}{\lambda_{max}}]{f=\frac{c}{\lambda}} W_0 = h\frac{c}{\lambda_{max}}$$

$$\Rightarrow 4/14eV = 4/14 \times 10^{-15} \times \frac{3 \times 10^8}{\lambda_{max}}$$

$$\lambda_{max} = 3 \times 10^{-7} m \xrightarrow{1m = 10^9 nm}$$

$$\lambda_{max} = 3 \times 10^{-7} \times 10^9 nm = 300 nm$$

۱۱۰- گزینهٔ ۴ (B) گزینهٔ (۱): با توجه به نمودار که یک سهمی است قطعاً مسافت طی‌شده از ۳ تا ۶ ثانیه بزرگ‌تر از مسافت طی شده از صفر تا ۳s است و گزینهٔ (۱) نادرست است.

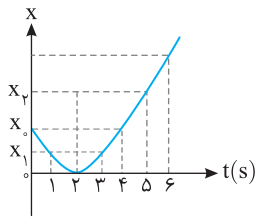
گزینهٔ (۲): با توجه به نمودار مسافت طی‌شده در ۳ ثانیهٔ اول برابر است با:

$$L = x_0 + x_1$$

و جابه‌جایی در ۳ ثانیه اول برابر است با:

$$|d| = |x_1 - x_0|$$

کاملاً مشخص است که $L > |d|$ بوده 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 است در $t = 4s$ نیز در مکان x_0 است و جابه‌جایی و سرعت متوسط در بازهٔ ۰ تا ۴s صفر است، در حالیکه 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): در سه ثانیهٔ اول اندازهٔ جابه‌جایی $|d| = |x_1 - x_0|$ و دربازهٔ زمانی $t = 1s$ تا $t = 4s$ اندازهٔ جابه‌جایی $|d'| = |x_0 - x_1|$ است و $|d'| = |d|$ می‌باشد در نتیجه اندازهٔ سرعت متوسط در بازهٔ صفر تا ۳s با اندازهٔ سرعت متوسط در بازهٔ 1s تا 4s برابر است و گزینهٔ (۴) درست است.

۱۱۱- گزینهٔ ۳ (B) در مدت زمان واکنش راننده، خودرو با تندی ثابت $v = 72km/h = 20m/s$ به حرکت ادامه می‌دهد و مسافتی برابر مقدار زیر را طی می‌کند.

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

پس از ترمز، خودرو با تندی اولیهٔ $20m/s$ و شتاب $-4m/s^2$ با حرکت کندشونده می‌ایستد.

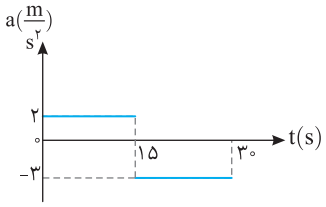
$$v^2 - v_1^2 = 2a\Delta x \Rightarrow 0 - 400 = 2(-4)\Delta x_2 \Rightarrow \Delta x_2 = 50m$$

بنابراین پس از دیدن مانع، خودرو $10 + 50 = 60m$ جابه‌جا می‌شود البته قبل از صفر شدن سرعتش، در فاصلهٔ 52m با مانع برخورد می‌کند. خودرو در لحظهٔ ترمز با مانع $52 - 10 = 42m$ فاصله دارد، بررسی می‌کنیم پس از طی این ۴۲ متر با چه تندی به مانع برخورد می‌کند.

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \quad , \quad v^2 - 400 = 2(-4) \times 42 \Rightarrow v^2 = 64 \Rightarrow v = 8m/s$$

یعنی خودرو با تندی $8m/s$ به مانع برخورد می‌کند.

۱۱۲- گزینهٔ ۱ (C) ابتدا در ۵ ثانیهٔ اول جابه‌جایی را حساب می‌کنیم. حرکت دارای شتاب ثابت $2m/s^2$ و سرعت اولیه $-10m/s$ است، از این رو در پنج ثانیه اول جابه‌جایی خواهد شد:



$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t \Rightarrow \Delta x_1 = \frac{1}{2} \times 2 \times 25 - 10 \times 5 \Rightarrow |\Delta x_1| = 25m$$

برای به‌دست آوردن جابه‌جایی در پنج ثانیهٔ ششم (یعنی بازهٔ 25s تا 30s) مراحل زیر را باید طی کنیم.

۱) سرعت در لحظهٔ $t = 15s$ را حساب می‌کنیم.

$$v = at + v_0 \Rightarrow v = 2 \times 15 - 10 = 20m/s$$

۲) سرعت در لحظهٔ $t = 25s$ و $t = 30s$ را حساب می‌کنیم.

$$t = 25s \quad , \quad v_1 = -3(25 - 15) + 20 \Rightarrow v_1 = -10m/s$$

$$t = 30s \quad , \quad v_2 = -3(30 - 15) + 20 \Rightarrow v_2 = -25m/s$$

۳) اندازه جابه‌جایی در این بازه خواهد شد:

$$|\Delta x_2| = |\frac{v_1 + v_2}{2}|\Delta t \Rightarrow |\Delta x_2| = \frac{10 + 25}{2} \times 5 = 87/5m$$

اکنون نسبت اندازه جابه‌جایی‌ها را به‌دست می‌آوریم.

$$\frac{|\Delta x_2|}{|\Delta x_1|} = \frac{87/5}{25} = 3/5$$

البته شما می‌توانید این مسئله را به کمک رسم نمودار سرعت زمان نیز حل کنید اما فراموش نکنید برای رسم نمودار $v - t$ نیز باید تمام محاسبات بالا را انجام دهید.

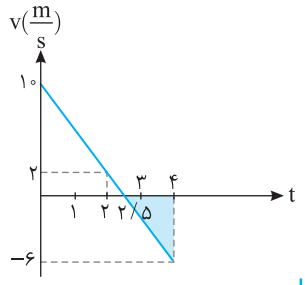
۱۱۳- گزینهٔ ۳ (B) حرکت دارای شتاب ثابت $-4m/s^2$ است. وقتی جابه‌جایی در ثانیه سوم صفر می‌شود یعنی متحرک در بازهٔ 2s تا 2/5s مسیری را طی کرده و در $t = 2/5s$ سرعتش صفر شده و در بازهٔ 2/5s تا 3s همین مسیر را بر می‌گردد، بنابراین: $t = 2/5s \Rightarrow v = 0$

با توجه به مطالب فوق نمودار سرعت زمان را رسم می‌کنیم.

$$v=at+v_0 \xrightarrow{t=2/5s} 0=-4\times 2/5+v_0 \Rightarrow v_0=10m/s$$
$$v=at+v_0 \xrightarrow{t=2s} v=-4\times 2+10=2m/s$$
$$v=at+v_0 \xrightarrow{t=4s} v=-4\times 4+10=-6m/s$$

اکنون نمودار را رسم می‌کنیم و مسافت را از ۲s تا ۴s حساب می‌کنیم.

$$l=\frac{2\times 0/5}{2}+\frac{1/5\times(6)}{2}=0/5+4/5=5m$$



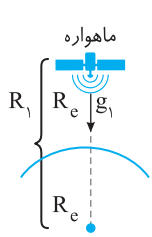
۱۱۴- گزینهٔ ۴ شتاب مرکزگرای ماهواره برابر g است: Ⓑ

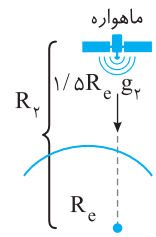
$$\begin{cases} g_1=G\frac{M}{R_1^2} \\ g_2=G\frac{M}{R_2^2} \end{cases} \Rightarrow \frac{g_2}{g_1}=\left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2=\left(\frac{2}{2/5}\right)^2 \Rightarrow \frac{g_2}{g_1}=\frac{16}{25} \Rightarrow g_2=\frac{16}{25}g_1$$

بنابراین شتاب مرکزگرا در حالت دوم به اندازهٔ $g_2-g_1=\frac{16}{25}g_1-g_1=\frac{-9}{25}g_1=\frac{-36}{100}g_1$ یا ۳۶ درصد، نسبت به شتاب مرکزگرای اولیه کاهش می‌یابد.

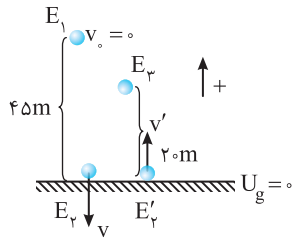
روش دوم: درصد تغییرات برابر است با:

$$\frac{\Delta g}{g_1}\times 100=\frac{-\frac{9}{25}g_1}{g_1}\times 100=$$ ۳۶٪ کاهش





۱۱۵- گزینهٔ ۴ Ⓑ ابتدا به کمک اصل پایستگی انرژی مکانیکی سرعت برخورد گلوله به زمین و همچنین سرعت برگشت آن از سطح زمین را حساب می‌کنیم. سطح زمین را مبدأ پتانسیل گرانشی فرض می‌کنیم.



$$E_2=E_1=\frac{1}{2}mv^2=mgh \Rightarrow v^2=2\times 10\times 45 \Rightarrow v=-30m/s$$

علت منفی قرار دادن سرعت برخورد به زمین این است که ما جهت مثبت را رو به بالا اختیار کرده‌ایم. اما پس از برخورد گلوله به زمین گلوله ابتدا متوقف می‌شود و سپس با سرعت v' روبه بالا حرکت می‌کند و در این لحظه دارای انرژی جنبشی $\frac{1}{2}mv'^2$ است و تا ۲۰m بالا می‌رود و سرعتش صفر می‌شود و انرژی جنبشی‌اش به انرژی پتانسیل تبدیل می‌شود.

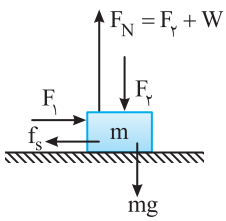
$$\frac{1}{2}mv'^2=mgh' \Rightarrow v'^2=2gh'=2\times 10\times 20 \Rightarrow v'=20m/s$$

v' را مثبت قرار می‌دهیم زیرا جهتش رو به بالا و در جهت مثبت اختیاری ما بود. اکنون شتاب در مدت برخورد و سپس نیروی خالص را حساب می‌کنیم.

$$a=\frac{v'-v}{t}=\frac{20-(-30)}{2\times 10^{-3}}=25\times 10^3 m/s^2$$
$$F_{net}=ma \Rightarrow F_{net}=0/2\times 25\times 10^3=5000N$$

میانبر: در شرایط خلأ می‌توانید از رابطهٔ $v=\sqrt{2gh}$ که در آن h مقدار جابه‌جایی در امتداد قائم است استفاده کنید.

۱۱۶- گزینهٔ ۲ Ⓒ **یادآوری:** نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند برایند دو نیروی اصطکاک و نیروی عمودی سطح است.



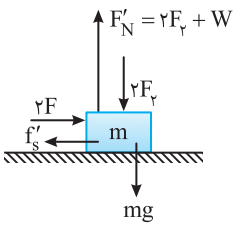
$$R=\sqrt{f^2+F_N^2}$$

در حالت اول که جسم ساکن است خواهیم داشت:

$$\begin{matrix} F_1=f_s \\ F_N=F_2+W \end{matrix} \Rightarrow R=\sqrt{(F_1)^2+(F_2+W)^2}$$

در حالت دوم هر یک از دو نیرو را که دو برابر کرده‌ایم و همچنان جسم ساکن است

$$F_N'=2F_2+W$$



دراین‌حالت:

$$\begin{matrix} F_1'=2F \\ F_N'=2F_2+W \end{matrix} \xrightarrow{F_1'=f_s'} f_s'=2F_1$$

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

$$R'=\sqrt{(f_s')^2+(F_N')^2} \Rightarrow R'=\sqrt{(2F_1)^2+(2F_2+W)^2}$$

با توجه به فرض مسئله:

$$k=\frac{R'}{R}=\frac{\sqrt{(2F_1)^2+(2F_2+W)^2}}{\sqrt{(F_1)^2+(F_2+W)^2}}$$

صورت این کسر از مخرج آن بزرگ‌تر است اما دو برابر آن نیست، $1<K<2$ و گزینهٔ (۲) درست است. برای سادگی در ذهن خود $F_1=1$ و $F_2=1$ و $W=1$ قرارداده‌ایم:

$$R=\frac{\sqrt{(2)^2+(2+1)^2}}{\sqrt{(1+(1+1)^2}}=\frac{\sqrt{13}}{\sqrt{5}}=\sqrt{\frac{13}{5}}=\sqrt{2/6}<2$$

۱۱۷- گزینهٔ ۲ (B) نوسانگر در مدت یک دقیقه یا ۶۰s، ۱۵۰ نوسان کامل انجام داده است:

$$T=\frac{t}{N}\Rightarrow T=\frac{۶۰}{۱۵۰}=\frac{۲}{۵}=۰/۴s$$

طول پاره‌خط نوسان دو برابر دامنهٔ حرکت نوسانگر است پس $A=۲cm$ است.

انرژی مکانیکی نوسانگر ثابت و برابر $E=\frac{۱}{۲}mA^۲\omega^۲$ است و ω برابر $\frac{۲\pi}{T}$ بوده:

$$E=\frac{۱}{۲}\times\frac{۲۰۰}{۱۰۰۰}\times(\frac{۲}{۱۰۰})^۲\times(\frac{۲\pi}{۰/۴})^۲\Rightarrow E=۰/۱\times۴\times۱۰^{-۴}\times\frac{۴\pi^۲}{۰/۱۶}$$

$$\Rightarrow E=۰/۱\times۱۰^{-۲}\times\pi^۲\xrightarrow{\pi^۲=۱۰}E=۱۰^{-۲}J=۱۰mJ$$

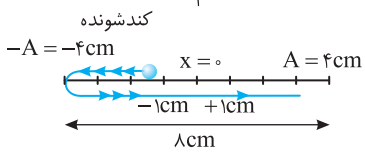
انرژی جنبشی در لحظه‌ای که بزرگی سرعت نوسانگر $۵\sqrt{۲}cm/s$ بوده، برابر است با:

$$K=\frac{۱}{۲}mv^۲\Rightarrow K=\frac{۱}{۲}\times۰/۲\times(۵\sqrt{۲}\pi\times۱۰^{-۲})^۲$$

$$\Rightarrow K=۰/۱\times۵۰\pi^۲\times۱۰^{-۴}=۵\times۱۰^{-۳}J=۵mJ$$

$$E=K+U\Rightarrow ۱۰=۵+U\Rightarrow U=۵mJ$$

۱۱۸- گزینهٔ ۳ (B) **نکتهٔ مهم:** حداقل زمانی که طی آن مکان و سرعت نوسانگر هر دو قرینه می‌شوند برابر $\frac{T}{۲}$ (نصف دوره) است.



بنابراین

$$t_۲-t_۱=\frac{T}{۲}\xrightarrow[f=۵]{T=\frac{۱}{f}}t=\frac{\frac{۱}{۵}}{۲}=۰/۱s$$

۱۱۹- گزینهٔ ۱ (B) با توجه به نمودار دامنه نوسانگر $\sqrt{۲}cm$ است و در مکان $۲cm$ انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل نوسانگر برابر و برابر $۲۰mJ$ است، بنابراین انرژی مکانیکی نوسانگر خواهد شد: $E=U+K=۲۰+۲۰\Rightarrow E=۴۰mJ$

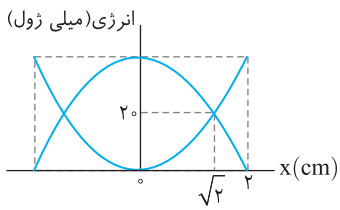
از طرفی انرژی مکانیکی برابر مقدار بیشینه انرژی جنبشی $(E=K_m)$ است.

در نتیجه تغییر انرژی از صفر تا $۴۰mJ$ یعنی جابه‌جایی نوسانگر از انتهای مسیر تا مرکز نوسان که $\frac{۱}{۴}$ دوره $(\frac{T}{۴})$ طول می‌کشد. با توجه به فرض مسئله:

$$\frac{T}{۴}=۰/۰۵\Rightarrow T=۰/۲s$$

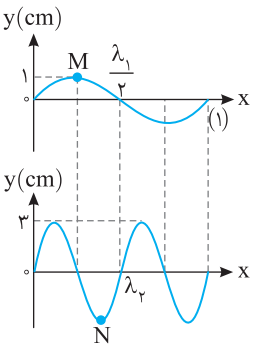
در لحظهٔ گذر از مرکز نوسان $(x=۰)$ تندی بیشینه و برابر است با:

$$v_m=A\omega\xrightarrow[A=۰/۰۲m]{\omega=\frac{۲\pi}{T}=\frac{۲\pi}{۰/۲}=۱۰\pi rad/s}v_m=۰/۰۲\times۱۰\pi=\frac{\pi}{۵}m/s$$



۱۲۰- گزینهٔ ۴ (B) با توجه به شکل دو نمودار طول موج تار (۱) دو برابر طول موج تار (۲) است:

$$\begin{cases}\lambda_۱=\frac{v_۱}{f_۱}\\ \lambda_۲=\frac{v_۲}{f_۲}\end{cases}\xrightarrow{v_۱=v_۲}\frac{\lambda_۱}{\lambda_۲}=\frac{f_۲}{f_۱}\Rightarrow\frac{f_۲}{f_۱}=۲\Rightarrow\frac{\frac{۱}{T_۲}}{\frac{۱}{T_۱}}=۲\Rightarrow\frac{T_۱}{T_۲}=۲$$



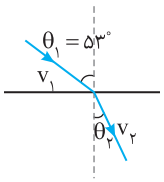
دورهٔ نوسان ذرات موج (۱) (مثل نقطهٔ M) دو برابر دورهٔ نوسان ذرات موج (۲) (مثل نقطهٔ N) است

$$\begin{cases}T_M=\frac{t_M}{N_M}\\ T_N=\frac{t_N}{N_N}\end{cases}\xrightarrow{t_M=t_N}\frac{T_M}{T_N}=\frac{N_N}{N_M}\Rightarrow ۲=\frac{N_N}{۲}\Rightarrow N_N=۴$$

۱۲۱- گزینهٔ ۴ (B) با توجه به صورت مسئله سرعت نور از محیط ۱ به محیط ۲، ۲۵٪ کاهش یافته است:

$$v_۲=v_۱-\frac{\overset{\text{۲۵٪ کاهش}}{\downarrow}\ \overset{\downarrow}{۲۵}}{۱۰۰}v_۱\Rightarrow v_۲=۰/۷۵v_۱$$

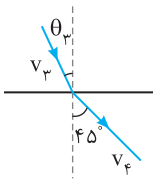
رابطه بین سرعت نور و زاویه تابش و زاویه شکست $\frac{v_۲}{v_۱}=\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱}$ است.



$$\frac{v_۱}{v_۲}=\frac{\sin\theta_۱}{\sin\theta_۲}\Rightarrow\frac{v_۱}{۰/۷۵v_۱}=\frac{\sin\theta_۱}{\sin\theta_۲}$$

$$\Rightarrow\frac{۱}{۰/۷۵}=\frac{۰/۸}{\sin\theta_۲}\Rightarrow\sin\theta_۲=۰/۶\Rightarrow\theta_۲=۳۷^\circ$$

سرعت نور در محیط (۴)، ۴۰ درصد بیشتر از سرعت نور در محیط (۳) است:



$$v_۴=v_۳+\frac{۴۰}{۱۰۰}v_۳\Rightarrow v_۴=۱/۴v_۳$$

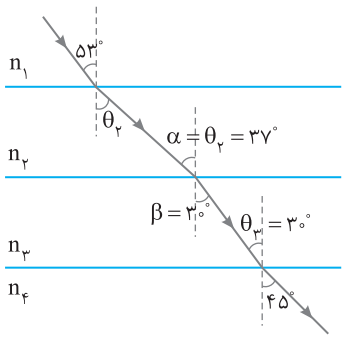
$$\frac{v_۳}{v_۴}=\frac{\sin\theta_۳}{\sin\theta_۴}\Rightarrow\frac{v_۳}{۱/۴v_۳}=\frac{\sin\theta_۳}{\sin۴۵^\circ}$$

$$\Rightarrow\frac{۱}{۱/۴}=\frac{\sin\theta_۳}{۰/۷}\Rightarrow\sin\theta_۳=\frac{۱}{۲}\Rightarrow\theta_۳=۳۰^\circ$$

حال با توجه به خطوط موازی و مورب، α در مرز دو محیط ۲ و ۳ برابر ۳۷° و β در مرز دو محیط ۳ و ۴ برابر ۳۰° است.

رابطهٔ بین ضریب شکست دو محیط و زاویهٔ پرتو تابش و شکست به صورت زیر است:

$$\frac{n_۲}{n_۳}=\frac{\sin\beta}{\sin\alpha}\Rightarrow\frac{n_۲}{n_۳}=\frac{\sin۳۰^\circ}{\sin۳۷^\circ}\Rightarrow\frac{n_۲}{n_۳}=\frac{\frac{۱}{۲}}{\frac{۶}{۱۰}}\Rightarrow\frac{n_۲}{n_۳}=\frac{۵}{۶}$$



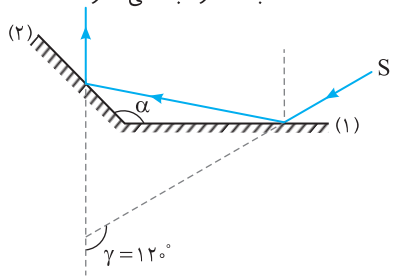
۱۲۲- گزینهٔ ۲ (A) در امواج ایستاده فاصلهٔ دو شکم یا گرهٔ متوالی $\frac{\lambda}{۲}$ است.

از این رو ابتدا طول موج را حساب می‌کنیم:

$$\lambda=\frac{v}{f}\Rightarrow\lambda=\frac{۱۶۰}{۴۰۰}\Rightarrow\lambda=۰/۴m=۴۰cm$$

اکنون فاصلهٔ دو گره متوالی را به‌دست می‌آوریم: $\frac{\lambda}{۲}=۲۰cm$ = فاصلهٔ دو گره متوالی

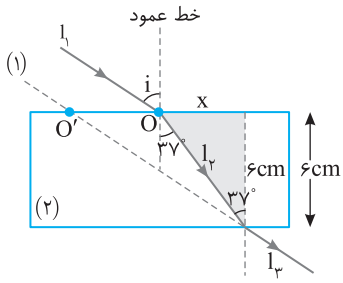
۱۲۳- گزینهٔ ۴ (A) در این‌گونه بازتاب از سطح آینه‌های متقاطع زاویهٔ انحراف پرتو برابر $۳۶۰-۲\alpha$ است که به مقدار i بستگی ندارد.



۱۲۴- گزینهٔ ۲ (B) با توجه به قضیه موازی و مورب زاویه پرتو $l_۲$ با خط عمود بر سطح متوازی‌السطوح هنگام خروج نیز ۳۷° است.

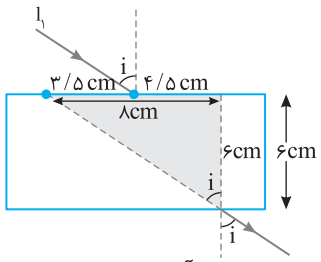
در مثلث رنگی با داشتن تانژانت زاویهٔ ۳۷° مقدار x را به‌دست می‌آوریم.

$$\tan ۳۷^\circ=\frac{x}{۶}\Rightarrow\frac{۳}{۴}=\frac{x}{۶}\Rightarrow x=۴/۵cm$$

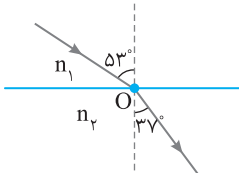


پرتوهای ورودی و خروجی در یک محیط هستند، پس پرتوهای ورودی و خروجی موازی هم هستند و زاویه خروج از متوازی‌السطوح نیز i است:

$$\tan i=\frac{۸}{۶}=\frac{۴}{۳}\Rightarrow i=۵۳^\circ$$



حال ضریب شکست را به‌دست می‌آوریم:



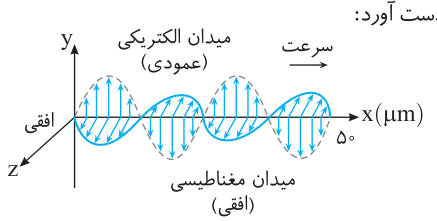
$$\frac{\sin ۵۳^\circ}{\sin ۳۷^\circ}=\frac{n_۲}{n_۱}\Rightarrow\frac{۰/۸}{۰/۶}=\frac{n_۲}{۱}\Rightarrow n_۲=\frac{۴}{۳}$$

۱۲۵- گزینهٔ ۳ (A) با توجه به رابطهٔ ریدبرگ - بالمر می‌توان نوشت:

$$\frac{۱}{\lambda}=R\left(\frac{۱}{n'^۲}-\frac{۱}{n^۲}\right)\Rightarrow\frac{۱}{۱۲۰۰}=\frac{۱}{۱۰۰}\left(\frac{۱}{۹}-\frac{۱}{n^۲}\right)$$

$$\frac{۱}{n^۲}=\frac{۱}{۹}-\frac{۱}{۱۲}\Rightarrow\frac{۱}{n^۲}=\frac{۴-۳}{۳۶}\Rightarrow n^۲=۳۶\Rightarrow n=۶$$

۱۲۶- گزینهٔ ۴ (A) با توجه به نقش موج داده شده می‌توان به راحتی طول موج را به‌دست آورد:



$$۲\lambda=۵۰\times۱۰^{-۶}m\Rightarrow\lambda=۲۵\times۱۰^{-۶}m$$

انرژی هر فوتون برابر است با:

$$E=h\frac{c}{\lambda}\Rightarrow E=۴\times۱۰^{-۱۵}\times\frac{۳\times۱۰^{۸}}{۲۵\times۱۰^{-۶}}\Rightarrow E=۴/۸\times۱۰^{-۲}eV$$

۱۲۷- گزینهٔ ۲ (A) بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون برابر است با:

$$K_{max}=W_۰-hf\Rightarrow۴/۴=۲/۸-۴\times۱۰^{-۱۵}\frac{c}{\lambda}\Rightarrow۴\times۱۰^{-۱۵}\times\frac{۳\times۱۰^{۸}}{\lambda}=۱/۶$$

$$\lambda=\frac{۱۲}{۱/۶}\times۱۰^{-۷}m=\frac{۱/۲}{۱/۶}\mu m=\frac{۳}{۴}\mu m$$

۱۲۸- گزینهٔ ۱ (A) طول موج را به‌دست می‌آوریم.

$$E=\frac{hc}{\lambda}\Rightarrow۴\times۱۰^{-۷}=\frac{۱۲۴۰}{\lambda}\Rightarrow\lambda=\frac{۱۲۴۰}{۴\times۱۰^{-۷}}=۳۱۰\times۱۰^{۷}nm$$

$$\lambda=۳۱۰\times۱۰^{۷}\times۱۰^{-۹}=۳/۱m\Rightarrow\text{رادیویی}$$

دقت کنید تمام اعداد داده شده در پرانتز روبه‌روی سؤال به هیچ دردی نمی‌خورد.

۱۲۹- گزینهٔ ۲ (A) انرژی که لامپ با این نور تک‌رنگ در مدت t گسیل می‌کند برابر است با:

$$P=\frac{E}{t}\Rightarrow E=P.t\quad(۱)$$

از طرفی بنا بر رابطهٔ اینشتین برای اثر فوتوالکتریک انرژی کل گسیلی برابر است با:

$$E=nhf\quad(۲)$$

رابطه‌های (۱) و (۲) را برابر قرار می‌دهیم.

$$Pt=nhf\xrightarrow[h=۶/۶\times۱۰^{-۳۴}J.s,f=۶\times۱۰^{۱۴}Hz]{t=۶۰s,P=۳۳W}$$

$$۳۳\times۶۰=n\times۶/۶\times۱۰^{-۳۴}\times۶\times۱۰^{۱۴}\Rightarrow n=۵\times۱۰^{۲۱}\text{ فوتون}$$

۱۳۰- گزینهٔ ۲ (B) با توجه به پایستگی مجموع عدد اتمی و عدد جرمی در دو طرف واکنش هسته‌ای خواهیم داشت:

$$^{۲۰۷}_{۸۲}X\Rightarrow^{۱۹۷}_{۷۹}Y+N(^{۴}_{۲}He)+M(^{۰}_{-۱}e)+۲(^{۱}_{۰}n)$$

عدد جرمی: $۲۰۷=۱۹۷+۴N+۰+۲\Rightarrow۸=۴N\Rightarrow N=۲$

عدد اتمی: $۸۲=۷۹+۲N-M+۰\xrightarrow{N=۲}۸۲=۷۹+۲\times۲-M\Rightarrow M=۱$

یادآوری: آلفا هسته هلیوم $(\alpha=^{۴}_{۲}He)$ و بتای منفی، الکترون $(^{۰}_{-۱}e)$ و نوترون $(^{۱}_{۰}n)$ است.

۱۳۱- گزینهٔ ۲ (A) ۷۵ درصد از هسته‌های ماده پرتوزا واپاشیده شده است یعنی ۲۵٪ از آن ماده فعال باقی مانده است:

$$N=N_۰-\frac{۷۵}{۱۰۰}N_۰\Rightarrow N=\frac{۲۵N_۰}{۱۰۰}$$

$$\Rightarrow N=\frac{N_۰}{۴}=\frac{N_۰}{۲^۲}\xrightarrow{N=N_۰(\frac{۱}{۲})^{n}}\frac{N_۰}{۲^۲}=\frac{N_۰}{۲^n}\Rightarrow n=۲$$

در هر نیمه‌عمر نصف ماده واپاشیده می‌شود پس برای آنکه مقدار ماده به $\frac{۱}{۴}$ حالت اولیه برسد باید دو نیمه عمر بگذرد. زمان واپاشی خواهد شد:

$$t=nT\Rightarrow t=۲\times۸=۱۶D$$

۱۳۲- گزینهٔ ۲ (A) بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها برابر است با:

$$K_{max}=hf-W_{\circ}\Rightarrow K_{max}=\frac{hc}{\lambda}-W_{\circ}\begin{cases}\frac{1}{2}mv^{2}=\frac{1200}{200}-3\Rightarrow\frac{1}{2}mv^{2}=3\\ \frac{1}{2}mv'^{2}=\frac{1200}{300}-3\Rightarrow\frac{1}{2}mv'^{2}=1\end{cases}$$

دو معادله را بر هم تقسیم می‌کنیم:

$$\frac{v^{2}}{v'^{2}}=3\Rightarrow\frac{v}{v'}=\sqrt{3}$$

۱۳۳- گزینهٔ ۳ (B) رشتهٔ بالمر یعنی $n'=2$، بلندترین طول موج گسیلی یعنی فوتون گسیلی کمترین انرژی را داشته باشد از این رو در رشتهٔ بالمر باید الکترون از $n=3$ به $n'=2$ برود. انرژی الکترون در هر تراز برابر $E_n=\frac{-E_R}{n^{2}}$ است بنابراین:

$$\begin{cases}E_3=\frac{E_R}{n^{2}}=\frac{13/6}{9}\\ E_2=\frac{E_R}{n'^{2}}=\frac{13/6}{4}\end{cases}\Rightarrow\Delta E=hf\Rightarrow\frac{13/6}{4}-\frac{13/6}{9}=\frac{hc}{\lambda}$$

$$\Rightarrow\frac{68}{36}=\frac{1240}{\lambda}\Rightarrow\lambda=\frac{1240\times36}{68}\simeq656nm$$

۱۳۴- گزینهٔ ۳ (A) دومین طیف اتمی هیدروژن در رشته پاشن برابر $n=5$ است

$$\frac{1}{\lambda}=R\left(\frac{1}{n'^{2}}-\frac{1}{n^{2}}\right)\Rightarrow\frac{1}{\lambda}=R\left(\frac{1}{9}-\frac{1}{25}\right)\Rightarrow\frac{1}{\lambda}=R\frac{16}{225}\Rightarrow\lambda=\frac{225}{16}\times\frac{1}{R}$$

$$\lambda=\frac{225}{16}\times10^{2}nm$$

سومین طیف اتمی هیدروژن در طیف پاشن برابر $n=6$ است

$$\frac{1}{\lambda'}=R\left(\frac{1}{n'^{2}}-\frac{1}{n^{2}}\right)\Rightarrow\frac{1}{\lambda'}=R\left(\frac{1}{9}-\frac{1}{36}\right)\Rightarrow\frac{1}{\lambda'}=R\left(\frac{3}{36}\right)$$

$$\lambda'=12\times10^{2}nm$$

حال اختلاف دو طول موج را به‌دست می‌آوریم:

$$\lambda-\lambda'=\frac{225}{16}\times10^{2}-12\times10^{2}=10^{2}\left(\frac{225}{16}-12\right)=\frac{825}{4}$$