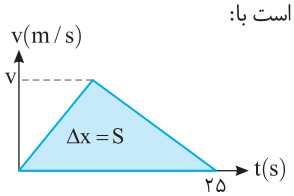
پاسخ تشریحی آزمون‌های سراسری ۹۸ و ۹۹

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 ۴ (A) ۲ ثانیهٔ دوم یعنی بازهٔ زمانی بین $t=۲s$ و $t=۴s$. به کمک معادلهٔ سرعت زمان $v=۲t^۲-۴t-۳$ سرعت را در لحظه‌های $t=۲s$ و $t=۴s$ به‌دست می‌آوریم، در این صورت شتاب متوسط برابر است با:

$$a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}\xrightarrow{t_۱=۲s\ ,\ t_۲=۴s}$$

$$a_{av}=\frac{v_۲-v_۱}{۲}\xrightarrow[v_۱=۲(۲)^۲-۴(۲)-۳=-۳m/s]{v_۲=۲(۴)^۲-۴(۴)-۳=۱۴m/s}$$

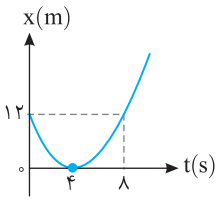
$$a_{av}=\frac{۱۴-(-۳)}{۲}=۸m/s^۲$$

۳- گزینهٔ ۲ (D) 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.

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

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

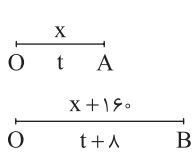
۴- گزینهٔ ۳ (A) نمودار سهمی نسبت به رأس $(t=۴s)$ متقارن است، پس سرعت اولیه و سرعت در لحظهٔ $t=۸s$ باهم برابر است و در رأس سهمی شیب خط مماس افقی بوده و سرعت در این لحظه $(t=۴s)$ صفر است:



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

$$\Rightarrow ۱۲=\frac{v_۲}{۲}\times ۴\Rightarrow v_۲=۶m/s$$

۵- گزینهٔ ۲ (B) متحرک از نقطهٔ O با شتاب $۲m/s^۲$ شروع به حرکت می‌کند، اگر متحرک مسیر OA به طول x را در t طی کند، متحرک مسیر OB به طول $۱۶۰+x$ را در مدت $۸+t$ طی می‌کند:



$$\begin{cases}x=\frac{۱}{۲}at^۲=t^۲\\ x+۱۶۰=\frac{۱}{۲}a(t+۸)^۲=(t+۸)^۲\end{cases}\xrightarrow{\text{دو معادله را از هم کم کنیم}}$$

$$۱۶۰=(t+۸)^۲-t^۲\Rightarrow ۱۶۰=۱۶t+۶۴\Rightarrow t=۶s$$

بنابراین x برابر است با:

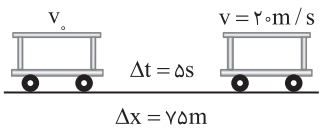
$$x=t^۲\Rightarrow x=۳۶m$$

۶- گزینهٔ ۲ (D) جابه‌جایی متحرک در ۵s اول ($t=۰$ تا $t=۵s$) ۷۵ متر است و در لحظهٔ $t=۵s$ تندی آن $۲۰m/s$ است.

$$\Delta x=\frac{v+v_۰}{۲}\times\Delta t\Rightarrow ۷۵=\frac{۲۰+v_۰}{۲}\times ۵$$

$$v_۰=۱۰m/s$$

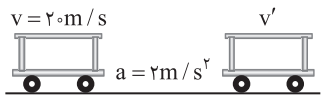
$$v=at+v_۰\Rightarrow ۲۰=a\times ۵+۱۰\Rightarrow a=۲m/s^۲$$



در مدت ۵s دوم حرکت شتاب متحرک برابر $a=۲m/s^۲$ (حرکت شتاب ثابت است) است:

$$v'=at+v\Rightarrow v'=۲\times ۵+۲۰\Rightarrow v'=۳۰m/s$$

$$v_{av}=\frac{v+v'}{۲}\Rightarrow v_{av}=\frac{۲۰+۳۰}{۲}=۲۵m/s$$



روش دوم: جابه‌جایی در T ثانیه دوم به اندازهٔ $(T=۵s)aT^۲$ بیشتر از T ثانیهٔ نخست است و چون شتاب حرکت برابر $a=۲m/s^۲$ به‌دست آمده پس:

$$\Delta x_۲-\Delta x_۱=aT^۲\Rightarrow \Delta x_۲-۷۵=۲\times ۲۵\Rightarrow \Delta x_۲=۱۲۵$$

$$v_{av}=\frac{\Delta x_۲}{\Delta t_۲}=\frac{۱۲۵}{۵}=۲۵m/s$$

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

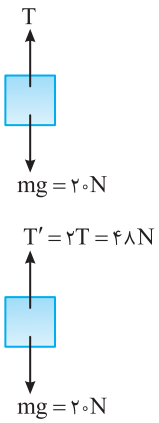
$$T-mg=ma\Rightarrow T-۲۰=۲\times ۲\Rightarrow T=۲۴N$$

حال اگر کشش طناب دو برابر شود یعنی $T'=۲T=۴۸N$ شود:

$$T'-mg=ma'\Rightarrow ۴۸-۲۰=۲a'$$

$$\Rightarrow a'=۱۴m/s^۲$$

بنابراین شتاب حرکت از $۲m/s^۲$ به $۱۴m/s^۲$ رسیده و ۷ برابر شده است.



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

$$F_۱=m_۱a_۱\Rightarrow a_۱=\frac{F_۱}{m_۱}$$

$$F_۲=m_۲a_۲\Rightarrow a_۲=\frac{F_۲}{m_۲}$$

$$\xrightarrow[F_۱=F_۲]{m_۱>m_۲} a_۱<a_۲$$

دو جسم در ابتدا ساکن هستند و $a_۱<a_۲$ 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.

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

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

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

۱۰- گزینهٔ ۳ شتاب گرانش را در محل سفینه به‌دست می‌آوریم.

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

دو رابطه را بر هم تقسیم می‌کنیم.

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

$$\Rightarrow g_h=\frac{1}{4}\times9/8\Rightarrow g_h=2/45\ m/s^2$$

نیروی وزن فضانورد خواهد شد:

$$W_h=mg_h\Rightarrow W_h=80\times2/45\Rightarrow W_h=196N$$

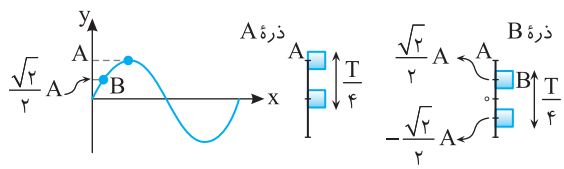
البته چون فاصله سفینه از مرکز زمین دو برابر شعاع زمین است بنابراین وزن فضانورد در آن محل $\frac{1}{4}$ وزن فضانورد برسطح زمین است.

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

۱۱- گزینهٔ ۴ 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 و شتاب متوسط، 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:

$$\Delta x_A=l_A=A\ ,\ \Delta x_B=l_B=\sqrt{2}A$$



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

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

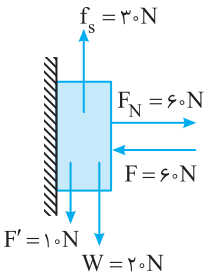
۱۳- گزینهٔ ۴ بنابه قانون سوم نیوتون نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند برابر نیرویی است که سطح به جسم وارد می‌کند.

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؟

$$f_{s_{max}}=\mu_sF_N=0/6\times60=36N$$

نیروی وزن ۲۰N و نیروی موازی با دیوار ۱۰N رو به پایین است که جمعاً ۳۰N می‌شود و از $f_{s_{max}}=36N$ کوچک‌تر است و جسم همچنان ساکن می‌ماند و نیروی اصطکاک ایستایی در این حالت برابر است با:

$$F_{net}=0\Rightarrow f_s=F'+W=10+20=30N$$



در این صورت:

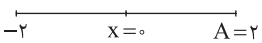
$$R'=\sqrt{F_N^2+f_s^2}=\sqrt{60^2+30^2}\Rightarrow R'=30\sqrt{5}N$$

۱۴- گزینهٔ ۱ دورهٔ نوسان آونگ از رابطهٔ $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ به‌دست می‌آید

$$\frac{T_2}{T_1}=\frac{2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}}}{2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}}}\xrightarrow[T_2=\frac{T_1}{2}]{l_1=80cm}\frac{1}{2}=\sqrt{\frac{l_2}{80}}\Rightarrow\frac{1}{4}=\frac{l_2}{80}\Rightarrow l_2=20cm$$

بنابراین باید طول آونگ را به اندازهٔ $80-20=60cm$ کاهش دهیم.

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



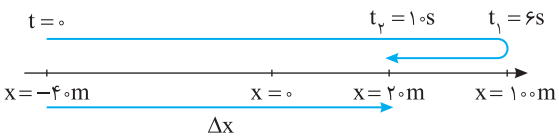
نوسانگر در مدت $\frac{T}{2}$ (نصف دوره) یک‌بار طول پاره خط را طی می‌کند با توجه به صورت سؤال $\frac{T}{2}=1s$ است، بنابراین $T=2s$ خواهد بود. بیشینه سرعت نوسانگر خواهد شد:

$$v_m=A\omega\xrightarrow{\omega=2\pi/T}v_m=2\times10^{-2}\times\frac{2\pi}{2}=2\pi\times10^{-2}\ m/s$$

$$\Rightarrow v_m=2\pi\ cm/s$$

۱۶- گزینهٔ ۳ جابه‌جایی برداری است که ابتدای مسیر را به انتهای مسیر وصل می‌کند. با توجه به صورت مسئله جابه‌جایی متحرک برابر $\Delta x=20-(-40)=60m$ است و سرعت متوسط خواهد شد:

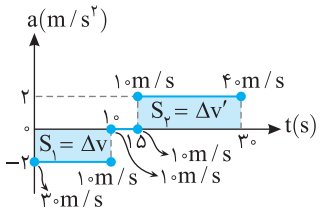
$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}\Rightarrow v_{av}=\frac{60}{10}=6\ m/s$$



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

$$S_1=\Delta v=-20\ m/s\quad,\quad v_2-30=-20\ m/s\Rightarrow v_2=10\ m/s$$

$$S_2=\Delta v'=30\ m/s\quad,\quad v_2'-10=30\Rightarrow v_2'=40\ m/s$$

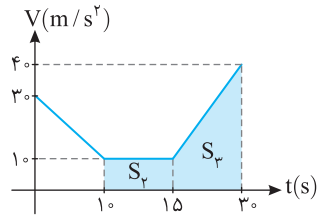


حال نمودار $v-t$ متحرک را رسم می‌کنیم:

$$\Delta x=S_۲+S_۳\Rightarrow\Delta x=۱۰\times۵+\frac{۱۵(۴۰+۱۰)}{۲}$$

$$\Rightarrow\Delta x=۵۰+۳۷۵\Rightarrow\Delta x=۴۲۵m$$

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}\Rightarrow v_{av}=\frac{۴۲۵}{۲۰}=۲۱/۲۵\ m/s$$



روش دیگر:

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

$$v=at+v_۰\Rightarrow v_۱=-۲\times۱۰+۳۰=۱۰m/s$$

در مدت ۱۰ تا ۱۵s متحرک با همین سرعت $۱۰\ m/s$ در حرکت است و جابه‌جایی آن برابر است با:

$$\Delta x=۱۰\times۵=۵۰m$$

در لحظهٔ $t=۱۵s$، سرعت همان $۱۰m/s$ است و جابه‌جایی متحرک از ۱۵s تا ۳۰s خواهد شد:

$$\Delta x'=\frac{۱}{۲}\times(۲)(۱۵)^۲+۱۰\times۱۵=۲۲۵+۱۵۰=۳۷۵m$$

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

اکنون سرعت متوسط را حساب می‌کنیم:

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{۴۲۵}{۳۰-۱۰}=۲۱/۲۵m$$

۱۸- گزینهٔ ۳ حرکت دارای شتاب ثابت $-۴m/s^۲$ است وقتی جابه‌جایی در ثانیه سوم صفر می‌شود یعنی متحرک در بازهٔ ۲s تا ۲/۵s مسیری را طی کرده و در $t=۲/۵s$ سرعتش صفر شده و در بازهٔ ۲/۵s تا ۳s همین مسیر را بر می‌گردد، بنابراین:

$$t=۲/۵s\Rightarrow v=۰$$

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

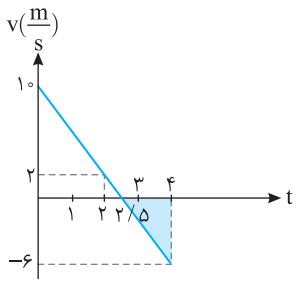
$$v=at+v_۰\xrightarrow{t=۲/۵s}۰=-۴\times۲/۵+v_۰\Rightarrow v_۰=۱۰m/s$$

$$v=at+v_۰\xrightarrow{t=۲s}v=-۴\times۲+۱۰=۲m/s$$

$$v=at+v_۰\xrightarrow{t=۴s}v=-۴\times۴+۱۰=-۶m/s$$

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

$$l=\frac{۲\times۰/۵}{۲}+\frac{۱/۵\times(۶)}{۲}=۰/۵+۴/۵=۵m$$



۱۹- گزینهٔ ۳ در مدت زمان واکنش راننده، خودرو با تندی ثابت $v=۷۲km/h=۲۰m/s$ به حرکت ادامه می‌دهد و مسافتی برابر مقدار زیر را طی می‌کند.

$$\Delta x_۱=vt=۲۰\times۰/۵=۱۰m$$

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

$$v^۲-v_۱^۲=۲a\Delta x\Rightarrow۰-۴۰۰=۲(-۴)\Delta x_۲\Rightarrow\Delta x_۲=۵۰m$$

بنابراین پس از دیدن مانع، خودرو $۱۰+۵۰=۶۰m$ جابه‌جا می‌شود البته قبل از صفر شدن سرعتش، در فاصلهٔ ۵۲m با مانع برخورد می‌کند. خودرو در لحظهٔ ترمز با مانع $۵۲-۱۰=۴۲m$ فاصله دارد، بررسی می‌کنیم پس از طی این ۴۲ متر با چه تندی به مانع برخورد می‌کند.

$$v^۲-v_۰^۲=۲a\Delta x$$

$$v^۲-۴۰۰=۲(-۴)\times۴۲\Rightarrow v^۲=۶۴\Rightarrow v=۸m/s$$

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

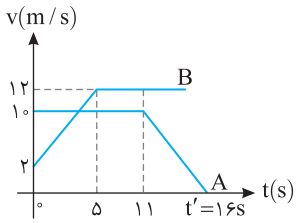
۲۰- گزینهٔ ۳ با توجه به داده‌های سؤال نمودار $v-t$ مربوط به حرکت متحرک‌های A و B را رسم می‌کنیم. متحرک A در ابتدا تا لحظهٔ $t=۱۱s$ با تندی ثابت $۱۰m/s$ حرکت می‌کند و بعد از آن با شتاب $a=-۲m/s^۲$ از تندی خود کاسته تا متوقف شود:

$$\begin{cases}v_۱=۱۰m/s\\v_۲=۰\\\Delta t=(t'-۱۱)\\a=-۲m/s^۲\end{cases}\Rightarrow v_۲=a(t'-۱۱)+v_۱\Rightarrow۰=-۲(t'-۱۱)+۱۰$$

$$\Rightarrow t'-۱۱=۵\Rightarrow t'=۱۶s$$

متحرک B از تندی $۲m/s$ 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.

$$\begin{cases}v'_۲=?\\v'_۱=۲m/s\\t=۵s\\a'=۲m/s^۲\end{cases}\Rightarrow v'_۲=a't+v'_۱\Rightarrow v'_۲=۲\times۵+۲\Rightarrow v'_۲=۱۲m/s$$



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 $t=۵s$ را از سطح زیر نمودار $v-t$ به‌دست می‌آوریم:

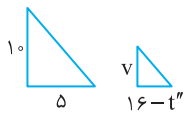
$$\Delta x_A=S_A=۱۰\times۵=۵۰m$$

$$\Delta x_B=S_B=\frac{۵\times(۲+۱۲)}{۲}=۳۵m$$

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.

$$\Delta x_A=۱۱\times۱۰=۱۱۰m\ ,\ \Delta x_B=۳۵+(۱۲\times۶)=۱۰۷m$$

بنابراین تا لحظهٔ $t=۱۱s$ متحرک A به اندازهٔ $۱۱۰-۱۰۷=۳m$ جلوتر از متحرک B است و اگر در لحظهٔ t'' این دو متحرک به هم برسند باید جابه‌جایی متحرک B از $t=۱۱s$ تا t'' به اندازهٔ $۳m$ بیشتر از متحرک A در این بازه باشد و با توجه به تشابه مثلث، سرعت متحرک در لحظهٔ t'' را به‌دست می‌آوریم:

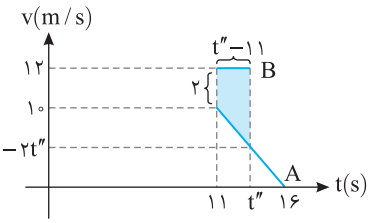


$$\frac{۱۰}{v}=\frac{۵}{۱۶-t''}\Rightarrow v=۳۲-t''$$

$$\Delta x_B-\Delta x_A=۳m \xrightarrow[\text{جابه‌جایی برابر سطح رنگی زیر نمودار است}]{\text{با توجه به شکل این اختلاف}}$$

$$\frac{(t''-۱۱)(۲+(۲t''-۲۰))}{۲}=۳$$

$$(t''-۱۱)\times ۲(t''-۹)=۶\Rightarrow (t''-۱۱)(t''-۹)=۳\Rightarrow \begin{cases} t''=۱۲s \\ t''=۸s \text{ غ.ق.ق} \end{cases}$$



سرعت A در این لحظه برابر $۳۲-۲(۱۲)=۸m/s$ است و تندی آن به اندازهٔ $۱۲-۸=۴m/s$ از تندی متحرک B کمتر است.

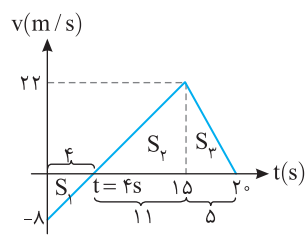
۲۱- گزینهٔ ۴ برای به دست آوردن مسافت طی شده کافی است قدر مطلق مساحت محصور بین نمودار سرعت زمان با محور زمان را حساب کنیم. (A)

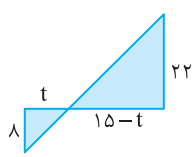
با توجه به تشابه مثلث‌ها زمان t را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{۸}{t}=\frac{۲۲}{۱۵-t}\Rightarrow \frac{۴}{t}=\frac{۱۱}{۱۵-t}\Rightarrow ۶۰-۴t=۱۱t\Rightarrow t=۴s$$

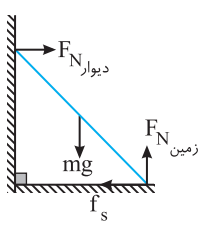
اکنون مساحت‌ها را حساب کرده و با هم جمع می‌کنیم.

$$l=|S_۱|+S_۲+S_۳\Rightarrow l=\frac{۸\times ۴}{۲}+\frac{۲۲\times ۱۶}{۲}\Rightarrow l=۱۶+۱۷۶=۱۹۲m$$





۲۲- گزینهٔ ۲ 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. (B)



نردبان در حال تعادل: $\begin{cases} f_s=F_{N_{\text{دیوار}}}=۳۰۰N \\ F_{N_{\text{زمین}}}=mg=۴۰۰N \end{cases}$

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: $R=\sqrt{۳۰۰^۲+۴۰۰^۲}=۵۰۰N$

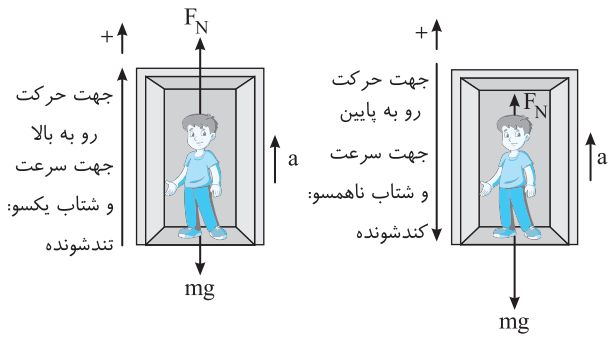
۲۳- گزینهٔ ۳ وقتی جسم روی باسکول (نیروسنج) قرار می‌گیرد توسط نیروسنج نیروی عمودی سطح F_N رو به بالا بر جسم وارد می‌شود بنابه قانون سوم نیوتون جسم هم بر باسکول نیروی واکنش F_N را رو به پایین اعمال می‌کند و باسکول در واقع F_N را نشان می‌دهد. (A)

$$F_N>mg \xrightarrow[\text{عددباسکول}]{} \begin{cases} \text{حرکت تندشونده رو به بالا} \\ \text{حرکت کندشونده رو به پایین} \end{cases} \Leftarrow (۱$$

$$F_{net}=ma\Rightarrow F_N-mg=ma\Rightarrow F_N=mg+ma$$

$$F_N<mg \xrightarrow[\text{عددباسکول}]{} \begin{cases} \text{حرکت کندشونده رو به بالا} \\ \text{حرکت تندشونده رو به پایین} \end{cases} \Leftarrow (۲$$

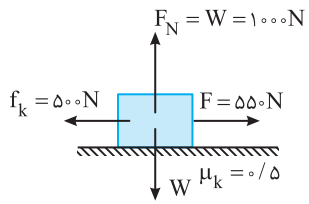
$$\vec{F}_{net}=m\vec{a}\Rightarrow F_N-mg=-ma\Rightarrow F_N=mg-ma$$



۲۴- گزینهٔ ۴ ابتدا شتاب حرکت را به‌دست می‌آوریم. (D)

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

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

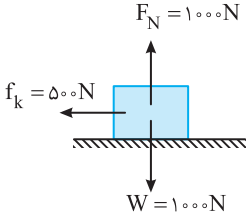


جابه‌جایی و سرعت را تا لحظهٔ پاره شدن طناب حساب می‌کنیم.

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

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

پس از پاره شدن طناب تنها نیروی وارد بر جسم اصطکاک است که سبب توقف جسم می‌شود. $f_{net}=ma \xrightarrow{f_{net}=f_k} -۵۰۰=۱۰۰a\Rightarrow a=-۵m/s^۲$



جابه‌جایی از این لحظه تا توقف خواهدشد:

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

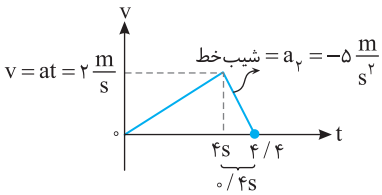
بنابراین کل جابه‌جایی برابر است با: $۴+۰/۴=۴/۴m$

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

$$F_{net}=ma\Rightarrow\begin{cases}\xrightarrow{(1)} F-f_k=ma\Rightarrow ۵۵۰-(۱۰۰)(۰/۵)=۱۰۰a\\ \Rightarrow a_۱=۰/۵m/s^۲\\ \xrightarrow{(2)} -f_k=ma\Rightarrow -۵۰۰=۱۰۰a_۲\Rightarrow a_۲=-۵m/s^۲\end{cases}$$

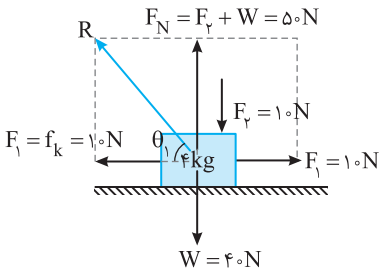
حال نمودار $v-t$ را کشیده و از سطح زیر نمودار مسافت را به‌دست می‌آوریم:

$$S=\frac{۴/۴\times ۲}{۲}=۴/۴m$$



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

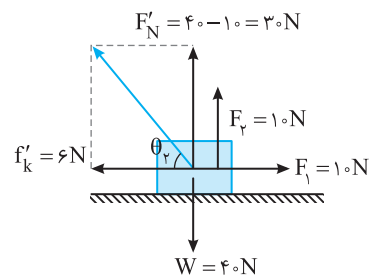
$$f_k=\mu_k F_N\Rightarrow ۱۰=\mu_k(۵۰)\Rightarrow\mu_k=۰/۲$$



اکنون نیروی اصطکاک جدید را حساب می‌کنیم. $f'_k=\mu_k F'_N=۰/۲\times ۳۰=۶N$

در حالت اول: $\tan\theta_۱=\frac{۵۰}{۱۰}=۵$

در حالت دوم: $\tan\theta_۲=\frac{۳۰}{۶}=۵$



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

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

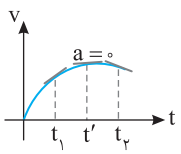
در صد تغییر انرژی جنبشی برابر است با:

$$\frac{K_۲-K_۱}{K_۱}\times ۱۰۰=\frac{\frac{P_۲^۲}{۲m}-\frac{P_۱^۲}{۲m}}{\frac{P_۱^۲}{۲m}}\times ۱۰۰=\frac{P_۲^۲-P_۱^۲}{P_۱^۲}\times ۱۰۰$$

$$\xrightarrow[P_۲=۲۲,P_۱=۲۰]{P_۲=P_۱+۲}\frac{(P_۱+۲)^۲-P_۱^۲}{P_۱^۲}\times ۱۰۰=\frac{P_۱^۲+۴+۴P_۱-P_۱^۲}{P_۱^۲}\times ۱۰۰$$

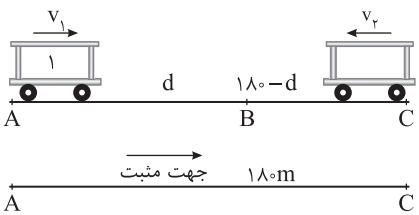
$$=\frac{۴+۴\times(۲۰)}{(۲۰)^۲}\times ۱۰۰=\frac{۸۴}{۴}٪=۲۱٪$$

۲۷- گزینهٔ ۴ 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. (D)



۲۸- گزینهٔ ۲ 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: (D)

$$\text{متحرک (۱)}: d=v_۱t$$
$$\text{متحرک (۲)}: ۱۸۰-d=|v_۲|t\Rightarrow\frac{v_۱}{|v_۲|}=\frac{d}{۱۸۰-d}$$



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

$$\text{متحرک (۲)}: d=|v_۲|\times ۲۵\Rightarrow|v_۲|=\frac{d}{۲۵}$$

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

$$\text{متحرک (۱)}: ۱۸۰-d=v_۱\times ۱۶\Rightarrow v_۱=\frac{۱۸۰-d}{۱۶}$$

حال با توجه به معادلهٔ اول:

$$\frac{\frac{۱۸۰-d}{۱۶}}{\frac{d}{۲۵}}=\frac{d}{۱۸۰-d}\Rightarrow\frac{۲۵}{۱۶}\times\frac{۱۸۰-d}{d}=\frac{d}{۱۸۰-d}$$

$$\Rightarrow\frac{۲۵}{۱۶}=\frac{d^۲}{(۱۸۰-d)^۲}\Rightarrow\frac{۵}{۴}=\frac{d}{۱۸۰-d}$$

$$۹۰۰-۵d=۴d\Rightarrow d=۱۰۰$$

حال $v_۱$ را به‌دست می‌آوریم: $v_۱=\frac{۱۸۰-d}{۱۶}=\frac{۸۰}{۱۶}=۵m/s$

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

$$E=K+U\xrightarrow{U=K}E=۲K\xrightarrow[E=۸mJ=۸\times۱۰^{-۳}J]{K=\frac{۱}{۲}mv^۲}$$

$$۸\times۱۰^{-۳}=mv^۲\xrightarrow{m=۱۰۰g=۰/۱kg}$$

$$۸\times۱۰^{-۳}=۰/۱v^۲\Rightarrow v^۲=۸\times۱۰^{-۲}\Rightarrow v=۲\sqrt{۲}\times۱۰^{-۱}=\frac{۲\sqrt{۲}}{۱۰}=\frac{\sqrt{۲}}{۵}m/s$$

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

$$\lambda_{\text{هوا}}=\frac{v_{\text{هوا}}}{f}\Rightarrow f=\frac{۳\times۱۰^۸}{۰/۶\times۱۰^{-۶}}\Rightarrow f=\frac{۱۰^{۱۵}}{۲}=۵\times۱۰^{۱۴}Hz$$

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

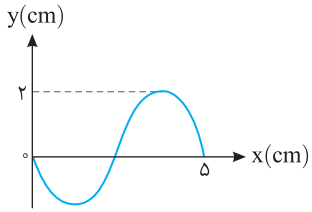
$$v=f\lambda\xrightarrow{f=\text{ثابت}}\frac{v_{\text{هوا}}}{v_{\text{زجاجیه}}}=\frac{\lambda_{\text{هوا}}}{\lambda_{\text{زجاجیه}}}$$

$$\Rightarrow\frac{۳\times۱۰^۸}{v_{\text{زجاجیه}}}=\frac{۰/۶}{۰/۴۵}\Rightarrow\frac{۳\times۱۰^۸}{v_{\text{زجاجیه}}}=\frac{۶۰}{۴۵}\Rightarrow v_{\text{زجاجیه}}=۲/۲۵\times۱۰^۸m/s$$

۳۱- گزینهٔ ۳ (A) با توجه به نقش موج داده شده طول موج برابر ۵cm است.

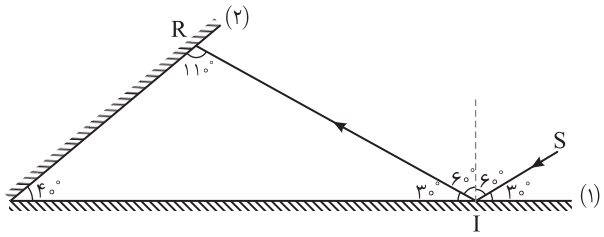
$$\begin{cases}\lambda=5cm\\ v=20cm/s\end{cases}\Rightarrow\lambda=vT\Rightarrow5=20\times T\Rightarrow T=\frac{1}{4}s$$

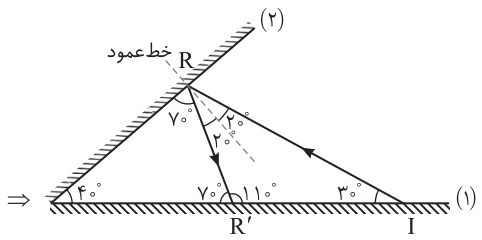
بنابراین $\Delta t=\frac{1}{8}s$ برابر نصف دوره است و مسافتی که هر ذره در نصف دوره طی می‌کند برابر نصف مسافت یک نوسان کامل است یعنی مسافتی برابر $2A$ را طی می‌کند.

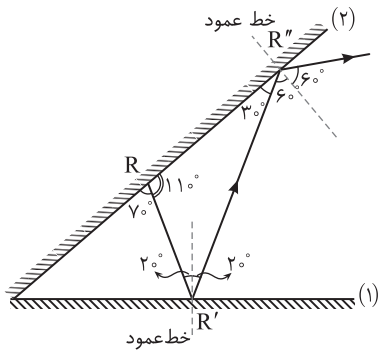


۱ نوسان کامل	$4A=8cm$
$\frac{1}{2}$ نوسان کامل	$?=4cm$

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







۳۳- گزینهٔ ۴ (A) ابتدا سرعت انتشار موج در ریسمان را به‌دست می‌آوریم:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}\xrightarrow{\mu=\frac{m}{l}}v=\sqrt{\frac{Fl}{m}}\Rightarrow v=\sqrt{\frac{320\times1}{8\times10^{-3}}}=\sqrt{4\times10^{4}}=200\,m/s$$

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

$$v=\frac{\Delta x}{\Delta t}\Rightarrow200=\frac{1}{\Delta t}\Rightarrow\Delta t=\frac{1}{200}=\frac{5}{1000}=0/005s\Rightarrow\Delta t=0/005s$$

۳۴- گزینهٔ ۱ (A) دورهٔ نوسان سامانه جرم - فنر برابر است با:

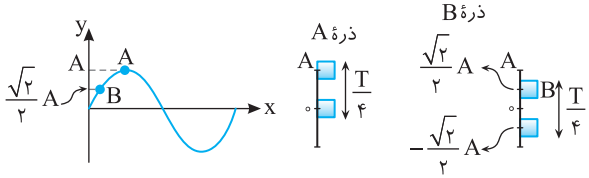
$$T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\Rightarrow T=2\pi\sqrt{\frac{0/4}{360}}\Rightarrow T=2\pi\frac{1}{30}\xrightarrow{\pi=3}T=0/2s$$

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

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

۳۵- 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:

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



۳۶- گزینهٔ ۲ (A) به قوانین مکانیک نیوتون، نظریهٔ الکترومغناطیسی ماکسول و قوانین ترمودینامیک فیزیک کلاسیک گویند. فیزیک کلاسیک قادر به توجیه پدیده‌هایی مانند تابش گرمایی اجسام، پدیدهٔ فوتوالکتریک، ساختمان اتم - طیف اتمی - ساختار هسته و ... نیست بنابراین گزینهٔ (۲) درست است.

۳۷- 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:

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

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

$$P=\frac{E}{t}\Rightarrow E=P.t\quad(1)$$

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

$$E=nhf\quad(2)$$

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

$$Pt=nhf\xrightarrow[h=6/6\times10^{-34}J.s,f=6\times10^{14}Hz]{t=60s,P=33W}$$

$$33\times60=n\times6/6\times10^{-34}\times6\times10^{14}\Rightarrow n=5\times10^{21}\text{ فوتون}$$

۳۹- گزینهٔ ۲

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

$$N=N_{\circ}-\frac{۷۵}{۱۰۰}N_{\circ}\Rightarrow N=\frac{۲۵N_{\circ}}{۱۰۰}\Rightarrow N=\frac{N_{\circ}}{۴}=\frac{N_{\circ}}{۲^{۲}}$$

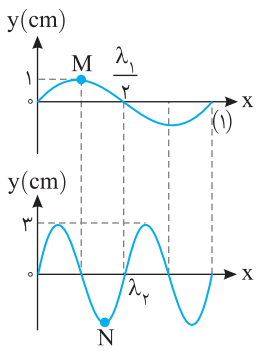
$$\xrightarrow[n: \text{تعداد نیمه‌عمر طی شده}]{N=N_{\circ}(\frac{۱}{۲})^{n}} \frac{N_{\circ}}{۲^{۲}}=\frac{N_{\circ}}{۲^{n}}\Rightarrow n=۲$$

$$t=nT\Rightarrow t=۲\times ۸=۱۶D$$

۴۰- گزینهٔ ۴

(D) با توجه به شکل دو نمودار طول موج تار (۱) دو برابر طول موج تار (۲) است:

$$\begin{cases}\lambda_{۱}=\frac{v_{۱}}{f_{۱}}\\ \lambda_{۲}=\frac{v_{۲}}{f_{۲}}\end{cases}\xrightarrow{v_{۱}=v_{۲}}\frac{\lambda_{۱}}{\lambda_{۲}}=\frac{f_{۲}}{f_{۱}}\Rightarrow\frac{f_{۲}}{f_{۱}}=۲\Rightarrow\frac{\frac{۱}{T_{۲}}}{\frac{۱}{T_{۱}}}=۲\Rightarrow\frac{T_{۱}}{T_{۲}}=۲$$

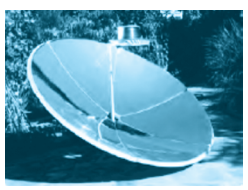


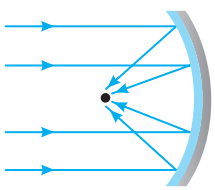
دورهٔ نوسان ذرات موج (۱) (مثل نقطهٔ M) دو برابر دورهٔ نوسان ذرات موج (۲) (مثل نقطهٔ N) است

$$\begin{cases}T_{M}=\frac{t_{M}}{N_{M}}\\ T_{N}=\frac{t_{N}}{N_{N}}\end{cases}\xrightarrow{t_{M}=t_{N}}\frac{T_{M}}{T_{N}}=\frac{N_{N}}{N_{M}}\Rightarrow ۲=\frac{N_{N}}{۲}\Rightarrow N_{N}=۴$$

۴۱- گزینهٔ ۱

(D) در سونوگرافی و دستگاه سونار در کشتی‌ها از مکان‌یابی پژواکی استفاده می‌شود که روشی است که بر اساس امواج صوتی بازتابیده از یک جسم، مکان آن جسم تعیین می‌شود. در رادار دوپلری و اجاق‌های خورشیدی از بازتاب امواج الکترومغناطیسی استفاده می‌شود.





۴۲- گزینهٔ ۲

(D) تراز شدت صوت برابر است با:

$$\beta=۱۰\log\frac{I}{I_{\circ}}\Rightarrow ۸۰=۱۰\log\frac{I}{I_{\circ}}\Rightarrow ۸=\log\frac{I}{I_{\circ}}$$

$$\Rightarrow ۱۰^{۸}=\frac{I}{I_{\circ}}\Rightarrow I=۱۰^{۸}I_{\circ}=۱۰^{-۴}\frac{W}{m^{۲}}$$

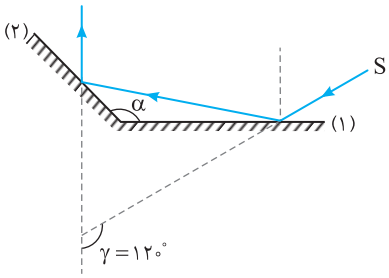
شدت صوت از رابطهٔ $I=\frac{P}{A}$ به‌دست می‌آید که چون جبهه‌های موج صوتی کروی هستند، $A=۴\pi r^{۲}$ است:

$$۱۰^{-۴}=\frac{۴۸}{A}\Rightarrow A=۴۸\times ۱۰^{۴}\Rightarrow ۴\pi r^{۲}=۴۸\times ۱۰^{۴}\xrightarrow{\pi=۳}$$

$$۱۲r^{۲}=۴۸\times ۱۰^{۴}\Rightarrow r^{۲}=۴\times ۱۰^{۴}\Rightarrow r=۲\times ۱۰^{۲}=۲۰۰m$$

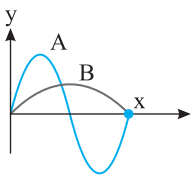
۴۳- گزینهٔ ۴

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



۴۴- 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:



$$\begin{cases}x=\lambda_A\\ x=\frac{\lambda_B}{۲}\end{cases}\Rightarrow\lambda_A=\frac{\lambda_B}{۲}\Rightarrow\lambda_B=۲\lambda_A$$

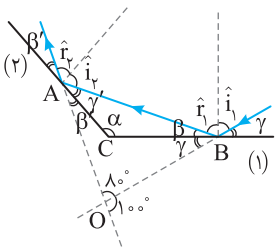
از طرفی بنابه رابطهٔ $\lambda=\frac{v}{f}=vT$ می‌توان نوشت:

$$\lambda_B=۲\lambda_A\xrightarrow{\lambda=vT}v_BT_B=۲v_AT_A$$

$$\xrightarrow{v_A=v_B}T_B=۲T_A\Rightarrow\frac{T_A}{T_B}=\frac{۱}{۲}$$

۴۵- گزینهٔ ۳

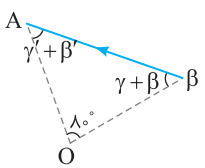
(B) روش اول: با توجه به قانون بازتاب، زاویهٔ تابش و زاویهٔ بازتاب با هم برابرند:



$$\hat{i}_{۱}=\hat{r}_{۱}\xrightarrow[\beta=۹۰-r_{۱}]{\gamma=۹۰-i_{۱}}\gamma=\beta$$

$$\hat{i}_{۲}=\hat{r}_{۲}\xrightarrow[\beta'=۹۰-r_{۲}]{\gamma'=۹۰-i_{۲}}\gamma'=\beta'$$

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

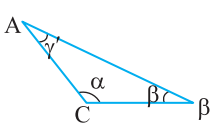


$$(\gamma+\beta)+(\gamma'+\beta')+۸۰=۱۸۰$$

$$\xrightarrow[\gamma=\beta]{\gamma'=\beta'}۲\beta+۲\gamma'=۱۰۰^{\circ}$$

$$\Rightarrow\beta+\gamma'=۵۰^{\circ}$$

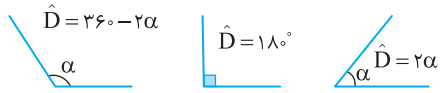
در مثلثی که با پرتوی بازتاب از سطح (۱) و دو سطح ساخته می شود داریم:



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

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

روش دوم: بـه زاویـهٔ بین پرتـوی تابش اولیـه و پرتو بازتاب از سـطح دوم زاویهٔ انحراف گویند:



با توجه به شکل سوال زاویهٔ انحراف 100° است:

$$360-2\alpha=100\Rightarrow 2\alpha=260^\circ\Rightarrow\alpha=130^\circ$$

۴۶- گزینهٔ ۲ (D) نوسـانگر در مدت یـک دقیقه یا ۶۰s، ۱۵۰ نوسـان کامل انجام داده است:

$$T=\frac{t}{N}\Rightarrow T=\frac{60}{150}=\frac{2}{5}=0/4s$$

طول پاره‌خط نوسان دو برابر دامنهٔ حرکت نوسانگر است پس $A=2cm$ است.

انرژی مکانیکی نوسانگر ثابت و برابر $E=\frac{1}{2}mA^2\omega^2$ است و ω برابر $\frac{2\pi}{T}$ بوده:

$$E=\frac{1}{2}\times\frac{200}{1000}\times(\frac{2}{100})^2\times(\frac{2\pi}{0/4})^2\Rightarrow E=0/1\times4\times10^{-4}\times\frac{4\pi^2}{0/16}$$

$$\Rightarrow E=0/1\times10^{-2}\times\pi^2\xrightarrow{\pi^2=10}E=10^{-2}J=10mJ$$

انرژی جنبشی در لحظه‌ای که بزرگی سرعت نوسانگر $5\sqrt{2}cm/s$ بوده، برابر است با:

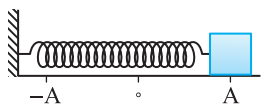
$$K=\frac{1}{2}mv^2\Rightarrow K=\frac{1}{2}\times0/2\times(5\sqrt{2}\pi\times10^{-2})^2$$

$$\Rightarrow K=0/1\times50\pi^2\times10^{-4}=5\times10^{-3}J=5mJ$$

$$E=K+U\Rightarrow10=5+U\Rightarrow U=5mJ$$

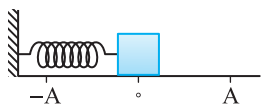
۴۷- گزینهٔ ۱ (D) نوسـانگر در نقاط بازگشت $(x=A)$ تغییر جهت می‌دهد و در این نقاط شتاب نوسانگر بیشینه است.

$$|a_{max}|=A\omega^2\Rightarrow0/8\pi^2=A\omega^2\qquad(1)$$



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

$$|v_{max}|=A\omega\Rightarrow0/2\pi=A\omega\qquad(2)$$



با تقسیم معادلهٔ (۱) بر (۲) داریم:

$$\frac{0/8\pi^2}{0/2\pi}=\frac{A\omega^2}{A\omega}\Rightarrow4\pi=\omega$$

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

$$0/2\pi=A\times4\pi\Rightarrow A=\frac{0/2}{4}=0/05m=5cm$$

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

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

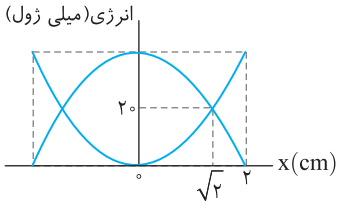
۴۸- گزینهٔ ۱ (D) با توجه به مسـیر نوسـان دامنهٔ حرکت برابر ۲cm است و اندازهٔ شتاب نوسانگر از رابطهٔ $|a|=\omega^2|x|$ به‌دست می‌آید

$$4=\omega^2(\frac{1}{100})\Rightarrow400=\omega^2\Rightarrow\omega=20rad/s$$

بسامد زاویه‌ای سیستم جرم فنر برابر است با:

$$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}\Rightarrow20=\sqrt{\frac{k}{2}}\Rightarrow400=\frac{k}{2}\Rightarrow k=800N/m$$

۴۹- گزینهٔ ۱ (D) بـا توجه به نمودار دامنه نوسـانگر ۲cm اسـت و در مکان $\sqrt{2}cm$ انرژی جنبشـی و انرژی پتانسـیل نوسـانگر برابر و برابر ۲۰mJ است، بنابراین انرژی مکانیکی نوسانگر خواهد شد:



$$E=U+K=20+20$$
$$\Rightarrow E=40mJ$$

از طرفی انرژی مکانیکی برابر مقدار بیشـینه انرژی جنبشی $(E=K_m)$ است. در نتیجه تغییر انرژی از صفر تا ۴۰mJ یعنی جابه‌جایی نوسـانگر از انتهای مسیر تا مرکز نوسان که $\frac{1}{4}$ دوره $(\frac{T}{4})$ طول می‌کشد. با توجه به فرض مسئله:

$$\frac{T}{4}=0/05\Rightarrow T=0/2s$$

در لحظهٔ گذر از مرکز نوسان $(x=0)$ تندی بیشینه و برابر است با:

$$v_m=A\omega\xrightarrow[A=0/02m]{\omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{2\pi}{0/2}=10\pi rad/s}v_m=0/02\times10\pi=\frac{\pi}{5}m/s$$

۵۰- گزینهٔ ۴ (A) با توجه به اطلاعات داده شـده سـرعت نهایـی متحرک را به‌دست می‌آوریم:

$$\begin{cases}\Delta x=x_2-x_1=-122/5-0\Rightarrow\Delta x=-122/5\,m\\\Delta t=5s\\v_0=0\\v=?\end{cases}$$

$$\Rightarrow\Delta x=\frac{v_0+v}{2}\Delta t\Rightarrow-122/5=\frac{0+v}{2}\times5\Rightarrow v=-49\,m/s$$

بزرگی سرعت برابر $49m/s$ است.

۵۱- گزینهٔ ۱ (B) ابتـدا با توجه به اینکـه معادلهٔ مکان - زمان متحرک درجهٔ دوم بوده و حرکت متحرک شـتاب ثابت اسـت، 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: $4t+4>0$

امـا $4t+4$ همـواره مثبت اسـت و هرگـز برای $t>0$، صفـر نمی‌شـود، بنابراین متحرک تغییر جهت نداده و جابه‌جایی و مسافت هم‌اندازه‌اند.

۵۲- گزینهٔ ۱ (D) 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 $|S_۱|=|S_۲|$ باشد، با توجه به تشابه دو مثلث رنگی خواهیم داشت:

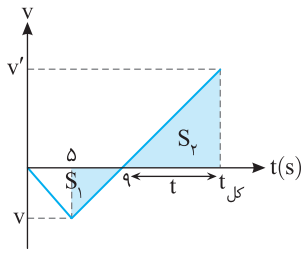
$$\frac{v'}{v}=\frac{t}{۴}\Rightarrow v'=v\frac{t}{۴}$$

اکنون می‌توان نوشت:

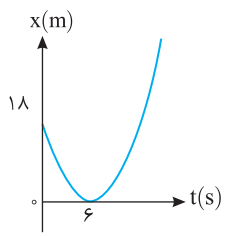
$$S_۱=S_۲\Rightarrow\frac{۹\times v}{۲}=\frac{v'\times t}{۲}\Rightarrow\frac{۹\times v}{۲}=\frac{vt}{۴}\times\frac{t}{۲}\Rightarrow t^۲=۳۶\Rightarrow t=۶s$$

بنابراین:

$$t_{کل}=۶+۹=۱۵s$$



۵۳- 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 $-۱۸m$ جابه‌جا شده است و سرعتش به صفر رسیده است از این رو:



$$\text{در بازهٔ زمانی صفر تا ۶s:}\begin{cases}\Delta t=۶s\\ v=۰\\ v_۰=?\\ \Delta x=-۱۸m\end{cases}\Rightarrow\Delta x=\frac{v+v_۰}{۲}\Delta t$$

$$\Rightarrow-۱۸=\frac{۰-v_۰}{۲}\times۶\Rightarrow v_۰=-۶m/s$$

(با توجه به شیب نمودار $v_۰$، منفی است.)

شتاب خواهد شد:

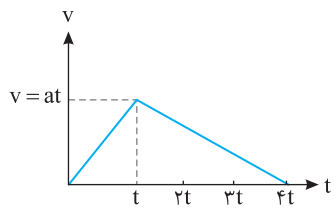
$$a=\frac{v-v_۰}{t}=\frac{۰-(-۶)}{۶}=۱m/s$$

۵۴- گزینهٔ ۴ (D) شتاب در قسمت کندشونده $\frac{۱}{۳}$ 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:

$$S=\frac{v\times۴t}{۲}=\frac{at\times۴t}{۲}\xrightarrow{a=۳m/s^۲}\frac{۳t\times۴t}{۲}=۶۰۰\Rightarrow t=۱۰s$$

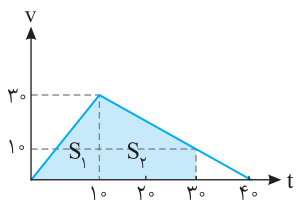
$$v=at=۳\times۱۰=۳۰m/s$$



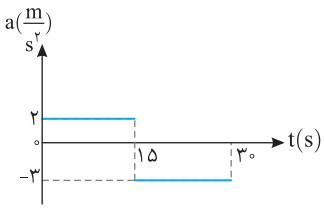
اکنون سطح زیر نمودار را از صفر تا ۳۰s حساب می‌کنیم. ابتدا سرعت را در لحظهٔ $t=۳۰s$ حساب می‌کنیم:

$$v=at+v_۰\Rightarrow v=-۱\times۲۰+۳۰\Rightarrow v=۱۰m/s$$

$$\Delta x=S_۱+S_۲=\frac{۳۰\times۱۰}{۲}+\frac{۳۰+۱۰}{۲}\times۲۰\Rightarrow\Delta x=۱۵۰+۴۰۰=۵۵۰m$$



۵۵- گزینهٔ ۱ (D) ابتدا در ۵ ثانیهٔ اول جابه‌جایی را حساب می‌کنیم. حرکت دارای شتاب ثابت $۲m/s^۲$ و سرعت اولیه $-۱۰m/s$ است، از این رو در پنج ثانیه اول جابه‌جایی خواهد شد:



$$\Delta x=\frac{۱}{۲}at^۲+v_۰t\Rightarrow\Delta x_۱=\frac{۱}{۲}\times۲\times۲۵-۱۰\times۵\Rightarrow|\Delta x_۱|=۲۵m$$

برای به‌دست آوردن جابه‌جایی در پنج ثانیهٔ ششم (یعنی بازهٔ ۲۵s تا ۳۰s) مراحل زیر را باید طی کنیم.

۱) سرعت در لحظهٔ $t=۱۵s$ را حساب می‌کنیم.

$$v=at+v_۰\Rightarrow v=۲\times۱۵-۱۰=۲۰m/s$$

۲) سرعت در لحظهٔ $t=۲۵s$ و $t=۳۰s$ را حساب می‌کنیم.

$$t=۲۵s\ ,\ v_۱=-۳(۲۵-۱۵)+۲۰\Rightarrow v_۱=-۱۰m/s$$

$$t=۳۰s\ ,\ v_۲=-۳(۳۰-۱۵)+۲۰\Rightarrow v_۲=-۲۵m/s$$

۳) اندازه جابه‌جایی در این بازه خواهد شد:

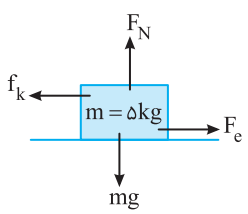
$$|\Delta x_۲|=|\frac{v_۱+v_۲}{۲}|\Delta t\Rightarrow|\Delta x_۲|=\frac{۱۰+۲۵}{۲}\times۵=۸۷/۵m$$

اکنون نسبت اندازه جابه‌جایی‌ها را به‌دست می‌آوریم.

$$\frac{|\Delta x_۲|}{|\Delta x_۱|}=\frac{۸۷/۵}{۲۵}=۳/۵$$

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.

۵۶- 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.



$$mg-F_N=۰\Rightarrow F_N=mg=۵۰N\ ,\ F_e-f_k=۰\Rightarrow F_e=f_k$$

$$\Rightarrow k\Delta x=\mu_k F_N\xrightarrow[\Delta x=۵cm]{k=۲۰۰N/m}۲۰۰\times\frac{۵}{۱۰۰}=\mu_k(۵۰)\Rightarrow\mu_k=۰/۲$$

۵۷- گزینهٔ ۳ (B)

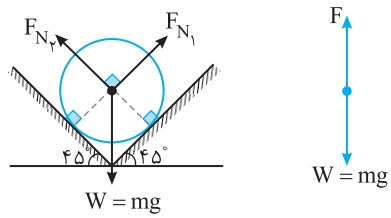
نیرویی که جسم بر دیواره‌ها وارد می‌کند همان نیروی عمودی سطح F_N است که توسط دیواره‌ها بر جسم وارد می‌شود، بنابراین باید F_N را حساب کنیم. زاویهٔ دیوارها با سطح یکسان است پس نیروی عمودی سطح دو دیواره یکسان است:

$$F=\sqrt{F_{N_1}^2+F_{N_2}^2} \xrightarrow{F_{N_1}=F_{N_2}} F=F_{N_1}\sqrt{2}$$

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

$$F_{N_1}\sqrt{2}=mg \Rightarrow F_{N_1}\sqrt{2}=50$$

$$\Rightarrow F_{N_1}=\frac{50}{\sqrt{2}}\times\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}}=\frac{50\sqrt{2}}{2} \Rightarrow F_{N_1}=25\sqrt{2}N$$



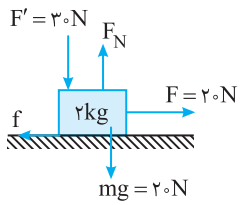
۵۸- گزینهٔ ۱ (B)

ابتدا بررسی می‌کنیم جسم حرکت می‌کند یا نه:

$$F_N=mg+F' \Rightarrow F_N=20+30 \Rightarrow F_N=50N$$

$$f_{s_{max}}=\mu_s F_N \Rightarrow f_{s_{max}}=0/5\times 50 \Rightarrow f_{s_{max}}=25N$$

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

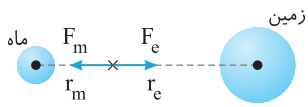


۵۹- گزینهٔ ۱ (A)

نیروی گرانش بین دو جسم همواره ربایشی 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:

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

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



۶۰- گزینهٔ ۳ (D)

به جسم دو نیروی W و f_D عمود بر هم وارد می‌شود.

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

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

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

۶۱- گزینهٔ ۲ (D)

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.

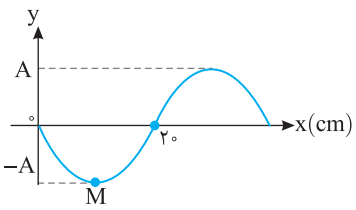
$$K=\frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow 0/4\times 10^{-3}=\frac{1}{2}\times 100\times 10^{-3}v^2 \Rightarrow v^2=\frac{0/8}{100}$$

$$v^2=\frac{8}{1000}=\frac{1}{125} \Rightarrow v=\frac{1}{5\sqrt{5}}m/s\times 100=\frac{20}{\sqrt{5}}cm/s=\frac{20\sqrt{5}}{5}=4\sqrt{5}cm/s$$

۶۲- گزینهٔ ۱ (D)

ابتدا طول موج را به‌دست می‌آوریم.

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

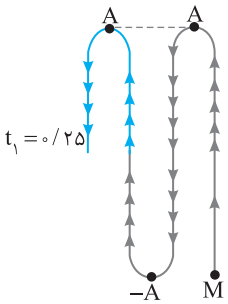


دوره را حساب می‌کنیم.

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

در لحظهٔ $t_1=0/25s$، نقطهٔ M، یک نوسان کامل را در ۰/۲s 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 ۰/۰۵s به انتهای مسیر (نقطهٔ A) می‌رود که حرکت کندشونده است $(t=0/3s)$ و در ۰/۰۵s باقیمانده از A به تعادل بر می‌گردد و حرکت تندشونده است.

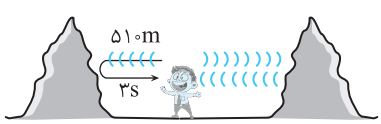
(البته این مسیر روی خط راست است که برای نمایش آن به صورت شکل بالا نمایش داده شده است.)



۶۳- 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.

$$\text{مسافت } l=v\Delta t \Rightarrow 2\times 510=v\times 3 \Rightarrow v=340\ m/s$$



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.

$$l_2=vt=340\times 2=680m$$

فاصله دو صخره از هم برابر است با:

$$510+680=1190m$$

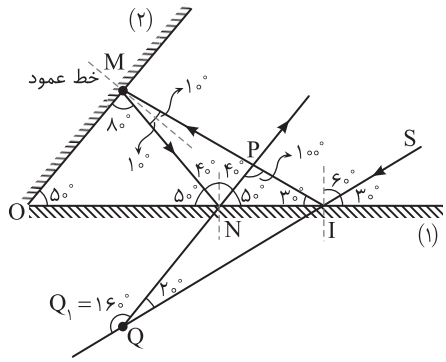
۶۴- گزینهٔ ۳ (A) ابتدای تندی موج را به‌دست می‌آوریم:

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

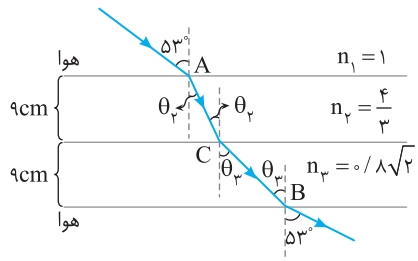
با توجه به رابطه $\lambda=\frac{v}{f}$ طول موج را به‌دست می‌آوریم:

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

۶۵- گزینهٔ ۳ (C) پرتو SI با زاویهٔ ۶۰° به آینهٔ (۱) برخورد می‌کند و از روی آن با زاویهٔ ۶۰° بازمی‌تابد و در نقطهٔ M به آینهٔ (۲) برخورد می‌کند. به مثلث OMI نگاه کنید. زاویهٔ M، $۱۸۰-(۵۰+۳۰)=۱۰۰$ می‌شود. خط عمود بر نقطهٔ M را رسم می‌کنیم زاویهٔ تابش در نقطهٔ M، ۱۰° می‌شود و بازتاب آن نیز ۱۰° است و پرتو در نقطهٔ N به سطح آینهٔ (۱) می‌رسد. به مثلث OMN نگاه کنید زاویهٔ رأس آن ۸۰° و زاویهٔ O نیز ۵۰° است بنابراین زاویهٔ N نیز ۵۰° و زاویهٔ تابش در نقطهٔ N، ۴۰° است. در مثلث QPI زاویهٔ $Q_۱$ (زاویهٔ خارجی) برابر مجموع دو زاویهٔ داخلی مثلث است: $۱۰۰+۶۰=۱۶۰^\circ$



***۶۶- گزینهٔ ۳** (D) 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:

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

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:

$$\frac{n_۳}{n_۱}=\frac{\sin\theta_۱}{\sin\theta_۳}\Rightarrow n_۳=\frac{\sin۵۳^\circ}{\sin\theta_۳}\Rightarrow۰/۸\sqrt{۲}=\frac{۰/۸}{\sin\theta_۳}$$
$$\Rightarrow\sin\theta_۳=\frac{\sqrt{۲}}{۲}\Rightarrow\theta_۳=۴۵^\circ$$

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

$$v_۳=\frac{c}{n_۳}\Rightarrow v_۳=\frac{۳\times۱۰^{۸}}{۰/۸\sqrt{۲}}m/s$$
$$t_{CB}=\frac{CB}{v_۳}=\frac{۹\sqrt{۲}\times۱۰^{-۲}}{\frac{۳\times۱۰^{۸}}{۰/۸\sqrt{۲}}}=\frac{۹\sqrt{۲}\times۰/۸\sqrt{۲}\times۱۰^{-۲}}{۳\times۱۰^{۸}}$$
$$=۴/۸\times۱۰^{-۱۰}=۰/۴۸ns$$
$$t_{کل}=۰/۵+۰/۴۸=۰/۹۸ns$$

۶۷- گزینهٔ ۴ (A) 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.

۶۸- گزینهٔ ۱ (D) 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.

۶۹- گزینهٔ ۲ (A) ذرهٔ α هسته هلیوم $({}^{۴}_{۲}He)$ و ذرهٔ بتای منفی، الکترون $({}^{۰}_{-۱}e)$ است از طرفی در واکنش‌های هسته‌ای مجموع عدد اتمی و مجموع عدد جرمی در دو طرف واکنش یکسان است از این رو می‌توان نوشت:

$${}^{A}_{Z}X\rightarrow{}^{A-۸}_{Z}Y+M\,{}^{۴}_{۲}\alpha+N\,{}^{۰}_{-۱}\beta$$

عدد جرمی: $A=A-۸+۴M+۰\Rightarrow M=۲$

عدد اتمی: $Z=Z+۲M-N\Rightarrow۲M=N\xrightarrow{M=۲}N=۴$

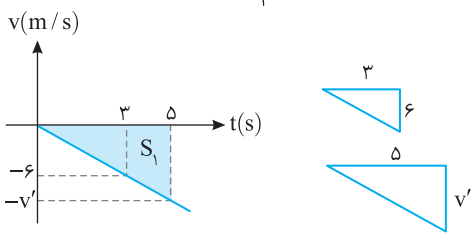
۲ ذرهٔ آلفا و ۴ ذرهٔ بتا.

۷۰- 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:

$$l=|S_۱|\Rightarrow l=\frac{۵\times۱۰}{۲}=۲۵m$$



*- کلید سازمان سنجش: ۳ با تأثیر مثبت

۷۱- گزینهٔ ۲ هـر دو متحرک از حال سـکون شـروع به حرکـت کرده‌اند $(v_{0A}=v_{0B}=0)$ و در مـدت 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 سـبقت دو متحرک $t=10s$ اسـت، در این لحظه به کمک معادلهٔ سرعت زمان، سرعت هر یک را حساب می‌کنیم:

$$v_A=a_A t+v_{0A}\Rightarrow v_A=(1/5)(10)\Rightarrow v_A=15\,m/s$$

$$v_B=a_B t+v_{0B}\Rightarrow v_B=(3)(10)\Rightarrow v_B=30\,m/s$$

$$\Rightarrow\frac{v_B}{v_A}=\frac{30}{15}=2$$

۷۲- گزینهٔ ۱ سطح زیر نمودار v−t برابر جابه‌جایی متحرک است. با توجه به تشابه دو مثلث سرعت v' را به‌دست می‌آوریم:

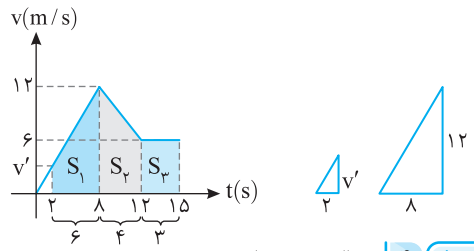
$$\frac{v'}{2}=\frac{12}{8}\Rightarrow v'=3m/s$$

$$\Delta x=S_1+S_2+S_3\Rightarrow\Delta x=\frac{6(12+3)}{2}+\frac{4(12+6)}{2}+6(3)$$

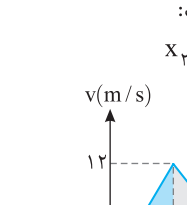
$$\Delta x=45+36+18=99m$$

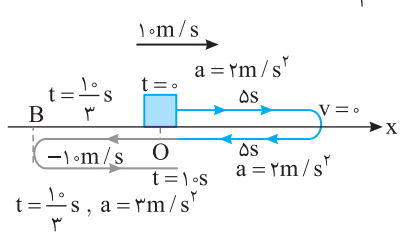
مکان اولیه متحرک در لحظهٔ $t=2s$ برابر $-6m$ است:

$$x_2-(-6)=99\Rightarrow x_2=+93m$$

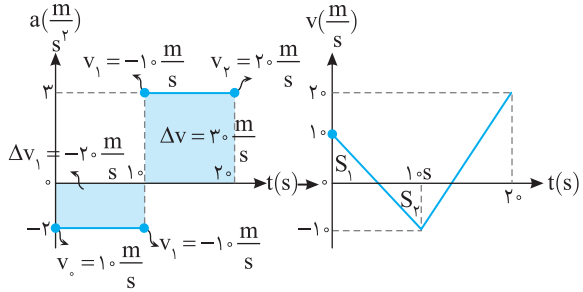


۷۳- گزینهٔ ۴ سؤال سختی برای جلسـه کنکور است. اما با توجه به رفتار متحـرک در حرکـت بـا شـتاب ثابـت می‌توان آن را حل کرد. متحرک با تندی $10m/s$ و شـتاب $2m/s^2$ بعد از 5s متوقـف می‌شـود و در مـدت لحظـه $t=10s$ یعنی 5s بعد از توقف در نقطهٔ A از نقطه O مبدأ می‌گذرد و در این لحظه سرعتش $-10m/s$ است و با شتاب $3m/s^2$ بعد از مدت $t=\frac{v}{a}=\frac{10}{3}s$ در نقطهٔ B متوقف می‌شود و پس از $\frac{10}{3}s$ مجـدداً به مبدأ می‌رسـد و برای همیشـه از آن دور می‌شـود. بنابرایـن 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.

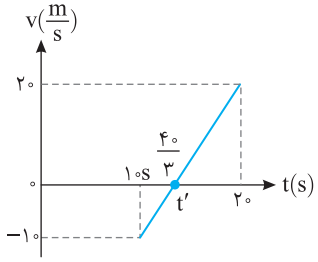




روش دوم: با توجه به نمودار a−t، نمودار v−t متحرک را رسم می‌کنیم:

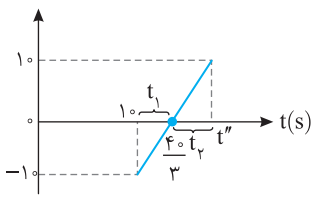


متحرک از $x=0$ شروع به حرکت کرده برای آن‌که مجدداً به مبدأ برسد باید Δx یا مجموع سطح زیر نمودار v−t صفر شود. در شکل داده شده S_1 و S_2 یکسان امّا S_2 منفی است پس در لحظهٔ $t=10s$ متحرک به مبدأ مکان رسیده و حال زمان دیگری بعد $t=10s$ را به دست می‌آوریم که متحرک به مبدأ مکان رسیده باشد. با توجه به تشابه: $\frac{t'-10}{10}=\frac{20-t'}{20}\Rightarrow 2t'-20=20-t'\Rightarrow 3t'=40\Rightarrow t'=\frac{40}{3}s$

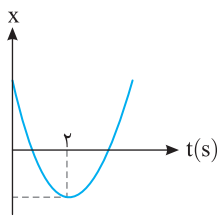


حال باید زمانی را به‌دست آورد که مساحت مثلث بالا محور زمان با مثلث پایین محور زمان یکسان باشد، یعنی دو مثلث همنهشت باشند.

$$t_2=t_1\Rightarrow\frac{40}{3}-10=t''-\frac{40}{3}\Rightarrow t''=\frac{50}{3}s$$



۷۴- گزینهٔ ۳ حرکت با شتاب ثابت است و نمودار سهمی است، سرعت اولیه منفی و شـتاب مثبت اسـت زیرا جهـت تقعر رو به بالاست. نمودار سرعت زمان را رسم می‌کنیم.

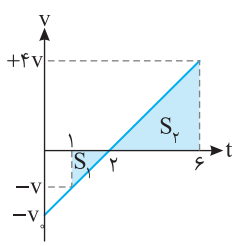


$$\Delta x=v_{at}\Delta t\Rightarrow\Delta x=3\times 5=15m$$

$$S_1+S_2=15m\Rightarrow\frac{-v\times 1}{2}+\frac{4v\times 4}{2}=15$$

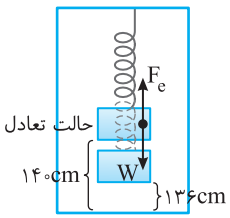
$$\Rightarrow v=2m/s$$

اکنون مسافت را به‌دست می‌آوریم:



$$L=|S_1|+|S_2|\Rightarrow L=|-1|+16=17m$$

۷۵- گزینهٔ ۲ (D) در حالت تعادل نیروی کشسانی فنر برابر نیروی گرانش وزنه است.



$$W=F_e$$

در حالتی که آسانسور با شتاب $2m/s^2$ 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 $\Delta L'-\Delta L=140-136$ یعنی $4cm$ است. اکنون ثابت فنر را به‌دست می‌آوریم.

$$k(\frac{4}{100})=2\times 2\Rightarrow k=100N/m=1N/cm$$

۷۶- گزینهٔ ۳ (D) رابطهٔ نیروی متوسط بر حسب تغییر تکانه به صورت زیر است:

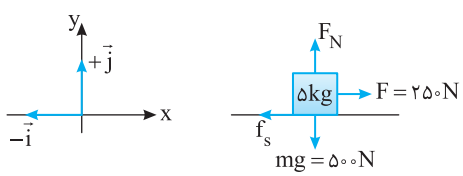
$$F_{av}=\frac{\Delta P}{\Delta t}\Rightarrow F_{av}=\frac{P_2-P_1}{t_2-t_1} \xrightarrow[t_2=6s]{t_1=3s}$$
$$F_{av}=\frac{P_2-P_1}{6-3} \xrightarrow[P_2=15\times(6)^2+30]{P_1=15\times(3)^2+15}$$
$$F_{av}=\frac{(15(36)+30)-(15(3)^2+15)}{3} \xrightarrow{\text{در صورت از ۱۵ فاکتور می‌گیریم}}$$
$$F_{av}=\frac{15((36+2)-(9+1))}{3}\Rightarrow F_{av}=140N$$

۷۷- گزینهٔ ۴ (D) 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:

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

۷۸- گزینهٔ ۴ (D) باید دانش‌آموزان رشته تجربی از این به بعد در فیزیک کنکور مطالب فن‌آوری و کاربرد و پاورقی‌ها را مانند زیست‌شناسی به خاطر بسپارند.

۷۹- 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.

۸۰- گزینهٔ ۴ (B) تندی موج در ریسمان برابر است با:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}\Rightarrow v=\sqrt{\frac{80}{0/2}}=20m/s$$

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

$$\lambda+\frac{\lambda}{2}=15cm\Rightarrow\frac{3\lambda}{2}=15\Rightarrow\lambda=10cm=0/1m$$

دورهٔ نوسان موج خواهد شد:

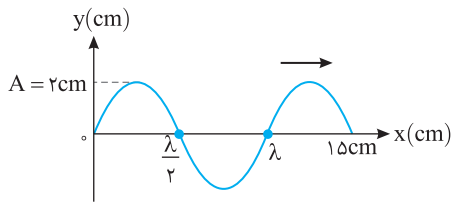
$$\lambda=\frac{v}{f}\xrightarrow{f=1/T}\lambda=vT\Rightarrow 0/1=20T\Rightarrow T=\frac{1}{200}s=0/005s$$

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

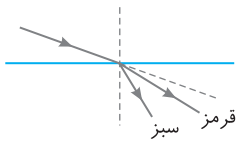
$$\frac{\Delta t}{T}=\frac{0/01}{0/005}\Rightarrow\Delta t=2T$$

۱ نوسان کامل	$4A=8cm$
۲ نوسان کامل	$16cm$

بازهٔ ارائه شده دو دورهٔ کامل است و در هر دوره ذره مسافت $4A$ را طی می‌کند بنابراین:



۸۱- گزینهٔ ۱ (A) هرگاه پرتو نور از هوا وارد محیط غلیظ‌تری مانند مایع شود، پرتو منحرف شده و به خط عمود نزدیک‌تر 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.



۸۲- گزینهٔ ۳ (D) شدت صوت ۱۰۰۰ برابر شده است از این‌رو:

$$\begin{cases}\beta_1=10\log\frac{I_1}{I_0}\\ \beta_2=10\log\frac{I_2}{I_0}\end{cases}\Rightarrow\beta_2-\beta_1=10(\log\frac{I_2}{I_0}-\log\frac{I_1}{I_0})=10\log\frac{I_2}{I_1}$$
$$\Rightarrow\beta_2-\beta_1=10\log 10^3\Rightarrow\Delta\beta=30dB$$

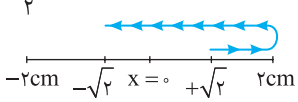
بنابراین تراز شدت صوت ۳۰ دسی بل افزایش می‌یابد.

۸۳- گزینهٔ ۴ (D) 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:

$$|v_{av}|=|\frac{\Delta x}{\Delta t}|=|\frac{-\sqrt{2}-\sqrt{2}}{2}|=\sqrt{2}m/s$$



۸۴- گزینهٔ ۱ (B) ابتدا انرژی مکانیکی را به‌دست می‌آوریم:

$$E=\frac{1}{2}mA^2\omega^2=\frac{1}{2}kA^2\Rightarrow E=\frac{1}{2}\times 500\times(16\times 10^{-4})=0/4J$$

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:

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

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

۸۵- گزینهٔ ۴ (D) 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 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:

$$\begin{cases}P_1=\frac{E_1}{t}\Rightarrow P_1=\frac{n_1hf_1}{t}\\ P_2=\frac{E_2}{t}\Rightarrow P_2=\frac{n_2hf_2}{t}\end{cases}\xrightarrow{\div}\frac{P_1}{P_2}=\frac{n_1f_1}{n_2f_2}$$

$$\xrightarrow{f=\frac{c}{\lambda}}\frac{200}{200}=\frac{n_1\frac{c}{\lambda_1}}{n_2\frac{c}{\lambda_2}}\Rightarrow 1=\frac{n_1}{n_2}\times\frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

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

۸۷- 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.

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

۸۸- گزینهٔ ۲ (A) با توجه به اینکه مجموع عدد اتمی و عدد جرمی عنصرها در دو طرف واکنش باید یکسان باشند:

$$^{237}_{92}X\Rightarrow{}^{b}_{a}Y+{}^{4}_{2}He^{2+}+{}^{0}_{-1}e$$

$$(1)\ 237=b+12+0\Rightarrow b=225$$

بنابراین عدد جرمی یعنی تعداد نوکلئون‌های Y برابر ۲۲۵ است.

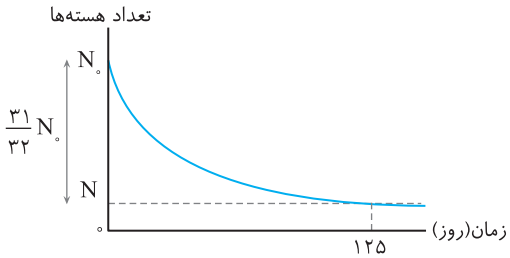
۸۹- گزینهٔ ۲ (A) با توجه به نمودار $\frac{31}{32}N_0$ از هسته واپاشیده شده و هسته فعال باقی‌مانده برابر است با:

$$N=N_0-\frac{31}{32}N_0=\frac{1}{32}N_0\Rightarrow N=\frac{N_0}{2^5}$$

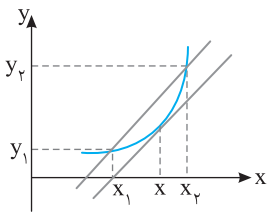
$$\xrightarrow{N=\frac{N_0}{2^n}}2^5=2^n\Rightarrow n=5$$

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

$$5T=125\ day\Rightarrow T=25\ day$$



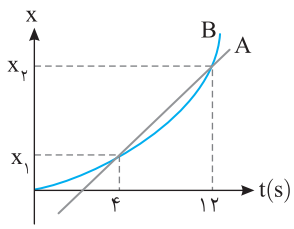
۹۰- گزینهٔ ۲ (D) با توجه به آنچه در کتاب حسابان برای شکل شبیه نمودار زیر بیان می‌شود، شیب خط قاطع بین دو نقطه (x_1,y_1) و (x_2,y_2) با شیب خط مماس گذرنده از نقطهٔ $x=\frac{x_1+x_2}{2}$ برابر است از این رو در نمودارهای A و B نیز شیب خط مماس بر نمودار سهمی (B) در لحظهٔ $t=\frac{t_1+t_2}{2}$ با شیب خط قاطع A برابر می‌شود، بنابراین $t=\frac{4+12}{2}=8s$.



روش دیگر:

جابه‌جایی متحرک A و B در بازهٔ $t=4s$ و $t=12s$ یکسان است.

متحرک A حرکت سرعت ثابت داشته و سرعت لحظه‌ای و متوسط آن همواره باهم برابر است:



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

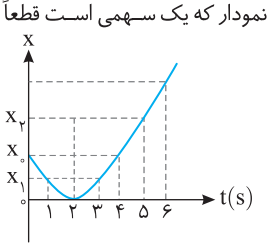
$$\xrightarrow{\Delta x_A=\Delta x_B=\frac{1}{2}a(\Delta t)^2+v\Delta t}v_A=\frac{\frac{1}{2}a\Delta t^2+v\Delta t}{\Delta t}=\frac{1}{2}a\Delta t+v\Rightarrow v_A=a\frac{\Delta t}{2}+v$$

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

$$a\frac{\Delta t}{2}+v=a\Delta t'+v\Rightarrow\Delta t'=\frac{\Delta t}{2}\Rightarrow\Delta t'=\frac{12-4}{2}=4s$$

بنابراین لحظه مورد نظر خواهد شد: $4+4=8s$

۹۱- گزینهٔ ۴ (D) 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: $|d|=|x_1-x_0|$

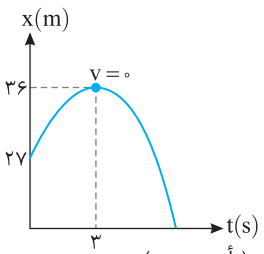
کاملاً مشخص است که $L>|d|$ بوده و گزینهٔ (۲) نادرست است.

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 ۱s تا ۴s برابر است و گزینهٔ (۴) درست است.

۹۲- گزینهٔ ۳

حرکت متحرک شتاب ثابت است و با توجه به اطلاعات داده شده در بازهٔ زمانی $t=0$ تا $t=3s$ شتاب متحرک و سرعت اولیه آن را به‌دست می‌آوریم. دقت کنید در لحظهٔ $t=3s$ شیب خط مماس بر نمودار افقی شده و سرعت متحرک صفر است: (رأس سهمی)



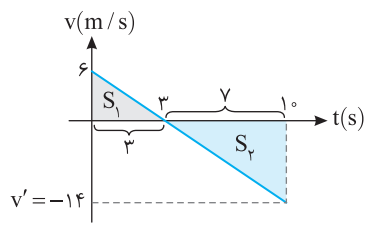
$$\begin{cases}\Delta x=36-27=9m\\ \Delta t=3s\\ v_0=?\\ v=0\end{cases}\Rightarrow \Delta x=\frac{v+v_0}{2}\times\Delta t\Rightarrow 9=\frac{0+v_0}{2}\times 3\Rightarrow v_0=6m/s$$

$$\begin{cases}v_0=6m/s\\ v=0\\ \Delta t=3s\\ a=?\end{cases}\Rightarrow v=at+v_0\Rightarrow 0=3a+6\Rightarrow a=-2m/s^2$$

$$t=10s\Rightarrow v'=at+v_0\Rightarrow v'=-2\times 10+6=-14m/s$$

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

$$S_1=\frac{6\times 3}{2}=9m$$
$$|S_2|=\frac{7\times 14}{2}=49m$$
$$\Rightarrow L=S_1+|S_2|=58m$$



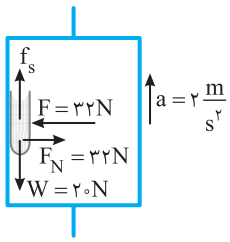
۹۳- گزینهٔ ۴

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 $a=2m/s^2$ به سمت بالا در حال حرکت‌اند، برایند آن‌ها را مساوی ma قرار می‌دهیم

$$f_s-W=ma\Rightarrow f_s-20=2\times 2\Rightarrow f_s=24N$$

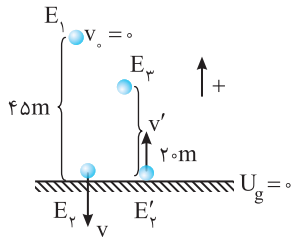
اکنون نیرویی که کتاب به دیواره یا دیواره به کتاب وارد می‌کند برابر است با:

$$R=\sqrt{f_s^2+F_N^2}=\sqrt{24^2+(32)^2}=8\sqrt{3^2+4^2}=40N$$



۹۴- 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' رو به 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.

$$a=\frac{v'-v}{t}=\frac{20-(-30)}{2\times 10^{-3}}=25\times 10^3\ m/s^2$$

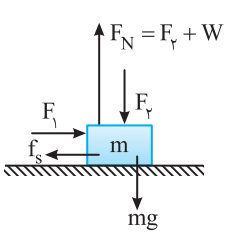
$$F_{net}=ma\Rightarrow F_{net}=0/2\times 25\times 10^3=5000N$$

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

۹۵- 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:

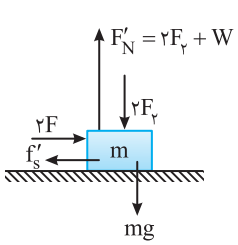
$$\begin{cases}F_1=f_s\\ F_N=F_2+W\end{cases}\Rightarrow R=\sqrt{(F_1)^2+(F_2+W)^2}$$

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

$$F'_N=2F_2+W$$

در این حالت:

$$F'_1=2F$$
$$F'_N=2F_2+W$$
$$\xrightarrow{F'_1=f'_s} f'_s=2F_1$$



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:

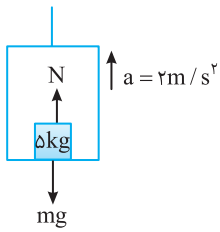
$$k=\frac{R'}{R}=\frac{\sqrt{(2F_1)^2+(2F_2+W)^2}}{\sqrt{(F_1)^2+(F_2+W)^2}}$$

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 $W=1$ قرار داده‌ایم:

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

۹۶- گزینهٔ ۳ (B)

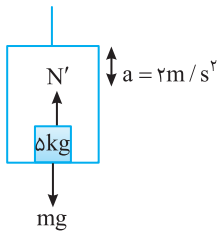
در حالت اول داریم:



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

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

در حالت دوم داریم:



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

$$mg-N'=ma\Rightarrow 50-N'=10\Rightarrow N'=40N$$

اختلاف نیروی عمودی سطح برابر است با:

$$N-N'=60-40=20N$$

میان بر: 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).

۹۷- گزینهٔ ۴ (A)

ابتدا انرژی مکانیکی نوسانگر را به دست می‌آوریم:

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

$$\Rightarrow E=\frac{1}{2}m(\frac{25}{10^4})\times 4\pi^2\times 100\Rightarrow E=\frac{\pi^2}{2}m$$

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

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

$$\Rightarrow v^2=\frac{\pi^2}{2}\Rightarrow v=\frac{\sqrt{2}}{2}\pi\ m/s\xrightarrow{m/s\ \times 100\ cm/s} v=50\sqrt{2}\pi\ cm/s$$

۹۸- گزینهٔ ۳ (A)

با توجه به نمودار انرژی مکانیکی نوسانگر $40J$ و دامنهٔ نوسان آن $8cm$ است. انرژی مکانیکی نوسانگر از رابطه زیر به دست می‌آید بنابراین:

$$E=\frac{1}{2}mA^2\omega^2\xrightarrow{\omega=2\pi f}E=2m\pi^2A^2f^2$$

$$\Rightarrow 40=2\times(0/5)\times(\sqrt{10})^2\times(\frac{8}{100})^2\times f^2$$

$$40=10\times\frac{64}{10000}\times f^2\Rightarrow\frac{10^4}{16}=f^2\Rightarrow f=\frac{100}{4}=25Hz$$

۹۹- گزینهٔ ۲ (D)

دورهٔ نوسان دستگاه جرم - فنر برابر $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ است.

فنر در هر دو حالت یکسان بوده و $k_1=k_2$ است:

$$\frac{T_2}{T_1}=\frac{2\pi\sqrt{\frac{m_2}{k}}}{2\pi\sqrt{\frac{m_1}{k}}}\Rightarrow\frac{0/09\pi}{0/1\pi}=\sqrt{\frac{m_2}{m_1}}$$

جرم ثانویه ۱۹۰ گرم کمتر از جرم اولیه است

$$\frac{9}{10}=\sqrt{\frac{m-190}{m}}\Rightarrow\frac{81}{100}=\frac{m-190}{m}\Rightarrow 81m=100m-19\times10^3$$

$$\Rightarrow 19m=19\times10^3\Rightarrow m=10^3g=1kg$$

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

$$T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\Rightarrow 0/1\pi=2\pi\sqrt{\frac{1}{k}}\Rightarrow\frac{1}{20}=\sqrt{\frac{1}{k}}\Rightarrow k=400N/m$$

بنابراین ثابت فنر برابر $400N/m=4N/cm$ است.

۱۰۰- گزینهٔ ۳ (D)

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

$$T_1=\frac{t}{N_1}\Rightarrow T_1=\frac{72}{40}=1/8s\quad,\quad T_2=\frac{t}{N_2}\Rightarrow T_2=\frac{72}{45}=1/6s$$

دورهٔ آونگ برابر $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ است:

$$T_1=2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}}\Rightarrow 1/8=2\pi\sqrt{\frac{l_1}{\pi^2}}\Rightarrow\sqrt{l_1}=0/9\Rightarrow l_1=0/81m=81cm$$

$$T_2=2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}}\Rightarrow 1/6=2\pi\sqrt{\frac{l_2}{\pi^2}}\Rightarrow\sqrt{l_2}=0/8\Rightarrow l_2=0/64m=64cm$$

بنابراین طول آونگ $81-64=17cm$ کاهش می‌یابد.

۱۰۱- گزینهٔ ۲ (D)

با توجه به تعریف تراز شدت صوت، اختلاف تراز شدت صوت برابر با:

$$\beta_1-\beta_2=10\log\frac{I_1}{I_0}-10\log\frac{I_2}{I_0}=10\log\frac{I_1}{I_2}=18$$

$$\Rightarrow 1/8=\log(\frac{I_1}{I_2})\Rightarrow 6\times0/3=\log(\frac{I_1}{I_2})$$

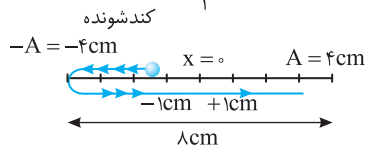
$$\Rightarrow 6\log2=\log(\frac{I_1}{I_2})\Rightarrow 2^6=(\frac{I_1}{I_2})$$

شدت صوت با مجذور فاصله رابطهٔ عکس دارد:

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

۱۰۲- گزینهٔ ۳ (D)

نکتهٔ مهم: حداقل زمانی که طی آن مکان و سرعت نوسانگر هر دو قرینه می‌شوند برابر $\frac{T}{2}$ (نصف دوره) است.



بنابراین

$$t_2-t_1=\frac{T}{2}\xrightarrow[f=5]{T=\frac{1}{f}}t=\frac{\frac{1}{5}}{2}=0/1s$$

۱۰۳- گزینهٔ ۲ ابتدا به کمک نمودار طول‌موج را حساب می‌کنیم.

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

با داشتن طول‌موج و تندی، دوره را به‌دست می‌آوریم:

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

بنابراین بازهٔ زمانی داده شده نصف دوره است و در نصف دوره یک نوسانگر ساده همواره مسافت $۲A$ را طی می‌کند، بنابراین $۲\times۳=۶cm$ مسافت طی شده است.

۱۰۴- گزینهٔ ۱ ابتدا تندی انتشار موج در طناب را حساب می‌کنیم.

$$v=f\lambda\xrightarrow{f=۶۰Hz,\lambda=۰/۲m}v=۶۰\times۰/۲\Rightarrow v=۱۲۰m/s$$

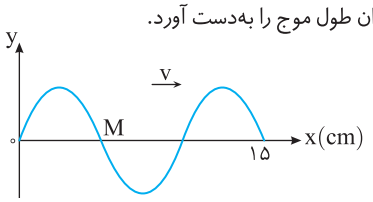
تندی انتشار موج در سیم برابر است با:

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

$$۱۲۰=\sqrt{\frac{۳۶}{۱۰۰۰۰\times A}}\Rightarrow۱۲۰\times۱۲۰=\frac{۳۶}{۱۰۰۰۰A}$$

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

۱۰۵- گزینهٔ ۳ 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.



$$۳\frac{\lambda}{۲}=۱۵\Rightarrow\lambda=۱۰cm$$

بسامد موج خواهد شد:

$$v=f\lambda\Rightarrow۲۰=f(۱۰)\Rightarrow f=۲Hz$$

و دوره برابر است با:

$$T=\frac{۱}{f}\Rightarrow T=\frac{۱}{۲}s$$

اکنون $\Delta t=\frac{۹}{۴}s$ را با دوره مقایسه می‌کنیم.

$$\frac{\Delta t}{T}=\frac{\frac{۹}{۴}}{\frac{۱}{۲}}\Rightarrow\Delta t=\frac{۹}{۲}T$$

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 $\frac{T}{۲}$، یکبار جهت حرکتش عوض می‌شود

بنابراین در مدت $(\frac{T}{۲})۹$، ۹ بار جهت حرکتش عوض می‌شود.

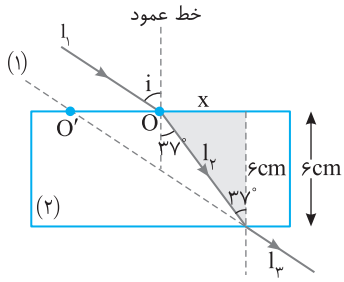
۱۰۶- گزینهٔ ۱ زاویهٔ تابش $\theta_۱=۹۰-۶۰=۳۰^\circ$ و زاویهٔ شکست $\theta_۲=۳۰+۱۵=۴۵^\circ$ است از این‌رو ضریب شکست خواهد شد:

$$\left.\begin{matrix}\frac{n_۲}{n_۱}=\frac{\sin\theta_۱}{\sin\theta_۲}\\ \frac{n_۲}{n_۱}=\frac{\lambda_۱}{\lambda_۲}\end{matrix}\right\}\Rightarrow\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱}=\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱}\Rightarrow\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱}=\frac{\sin۴۵^\circ}{\sin۳۰^\circ}\Rightarrow\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱}=\sqrt{۲}$$

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

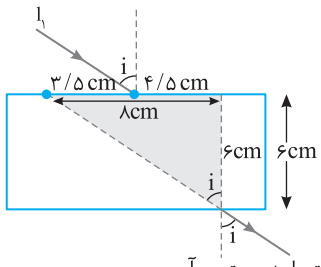
در مثلث رنگی با داشتن تانژانت زاویهٔ ۳۷° مقدار x را به‌دست می‌آوریم.

$$\tan۳۷^\circ=\frac{x}{۶}\Rightarrow\frac{۳}{۴}=\frac{x}{۶}\Rightarrow x=۴/۵cm$$



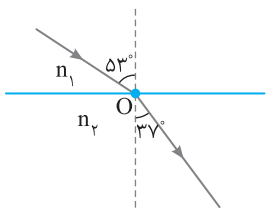
پرتوهای ورودی و خروجی در یک محیط هستند، پس پرتوهای ورودی و خروجی موازی هم هستند و زاویه خروج از متوازی‌السطوح نیز i است:

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



حال ضریب شکست را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{\sin۵۳^\circ}{\sin۳۷^\circ}=\frac{n_۲}{n_۱}\Rightarrow\frac{۰/۸}{۰/۶}=\frac{n_۲}{۱}\Rightarrow n_۲=\frac{۴}{۳}$$

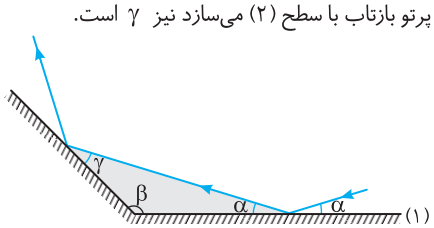


۱۰۸- گزینهٔ ۴ با توجه به قانون بازتاب عمومی، زاویه‌های تابش و بازتاب با هم برابرند و هم‌چنین زاویه‌ای که پرتو تابش با سطح می‌سازد با زاویه‌ای که پرتو بازتاب با سطح می‌سازد برابر است.

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.



۱۰۹- گزینهٔ ۳ با توجه به رابطهٔ ریدبرگ - بالمر می‌توان نوشت:

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

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

۱۱۰- گزینهٔ ۳ دومین طیف اتمی هیدروژن در رشته پاشن برابر $n=۵$ است:

$$\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^۲}-\frac{۱}{n^۲})\Rightarrow\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{۹}-\frac{۱}{۲۵})\Rightarrow\frac{۱}{\lambda}=R\frac{۱۶}{۲۲۵}\Rightarrow\lambda=\frac{۲۲۵}{۱۶}\times\frac{۱}{R}$$

$$\lambda=\frac{۲۲۵}{۱۶}\times۱۰^۲\,nm$$

سومین طیف اتمی هیدروژن در طیف پاشن برابر $n=۶$ است

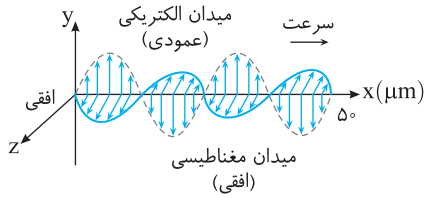
$$\frac{۱}{\lambda'}=R(\frac{۱}{n'^۲}-\frac{۱}{n^۲})\Rightarrow\frac{۱}{\lambda'}=R(\frac{۱}{۹}-\frac{۱}{۳۶})\Rightarrow\frac{۱}{\lambda'}=R(\frac{۳}{۳۶})$$

$$\lambda'=۱۲\times۱۰^۲\,nm$$

حال اختلاف دو طول موج را به‌دست می‌آوریم:

$$\lambda-\lambda'=\frac{۲۲۵}{۱۶}\times۱۰^۲-۱۲\times۱۰^۲=۱۰^۲(\frac{۲۲۵}{۱۶}-۱۲)=\frac{۸۲۵}{۴}$$

۱۱۱- گزینهٔ ۴ 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:

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

۱۱۲- 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:

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

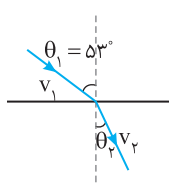
کوتاه‌ترین طول موج گسیلی رشتهٔ پاشن وقتی است که الکترون از تراز $n=\infty$ به تراز $n'=۳$ برود.

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

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

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

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

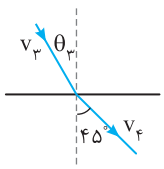


$$\frac{v_۱}{v_۲}=\frac{\sin\theta_۱}{\sin\theta_۲}\Rightarrow\frac{v_۱}{۰/۷۵v_۱}=\frac{\sin\theta_۱}{\sin\theta_۲}$$

$$\Rightarrow\frac{۱}{۰/۷۵}=\frac{۰/۸}{\sin\theta_۲}$$

$$\Rightarrow\sin\theta_۲=۰/۶\Rightarrow\theta_۲=۳۷^\circ$$

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



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

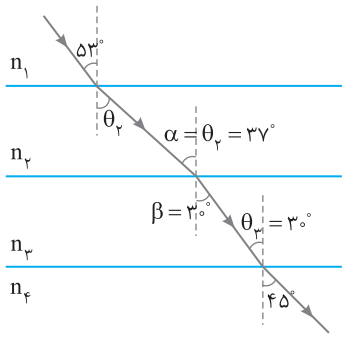
$$\frac{v_۳}{v_۴}=\frac{\sin\theta_۳}{\sin\theta_۴}\Rightarrow\frac{v_۳}{۱/۴v_۳}=\frac{\sin\theta_۳}{\sin۴۵^\circ}$$

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

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:

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



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

$$^{۲۰۷}_{۸۲}X\rightarrow{}^{۱۹۷}_{۷۹}Y+N(^۴_۲He)+M(^۰_{-۱}e)+۲(^۱_۰n)$$

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 $(\alpha=^۴_۲He)$ و بتای منفی، الکترون $(^۰_{-۱}e)$ و نوترون (^۱_۰n) است.

موج آزمون فیزیک پایه (تجربی)

مؤلفان:

رضا خالو، امیرعلی میری

- الگوهایی شامل خلاصهٔ درس به سبک نمودار درختی
- آزمون‌های طبقه‌بندی شدهٔ مرحله‌ای برای هر فصل
- ۴ آزمون کلی برای هرفصل شامل سؤالات کنکور سراسری و کنکورهای آزمایشی
- آزمون ترکیبی از فصل‌های مختلف فیزیک ۱ و ۲
- پاسخ‌های کاملاً تشریحی به همراه نیم‌نگاه‌هایی برای فهم بیشتر نکات
- منطبق کردن تست‌های کنکور سراسری براساس کتاب‌های درسی جدید
- ۵ آزمون کلی از هر یک از کتاب‌های فیزیک ۱ و ۲
- ۵ آزمون کلی از هر دو کتاب ۳۰ تستی