پاسخ سؤالات آزمون‌های سراسری ۱۴۰۱

A ۱ ۱

امواج مکانیکی برای انتشار نیاز به محیط مادی دارند. امواج صوتی از نوع امواج مکانیکی هستند بنابراین برای انتشار نیاز به محیط مادی دارند.

پرتوهای x، رادیویی و فروسرخ از جنس امواج الکترومغناطیسی بوده و می‌توانند در خلأ منتشر شوند و برای انتشار به محیط مادی نیاز ندارند.

A ۴ ۲

یادآوری انرژی الکترون در ترازهای اتم هیدروژن از رابطهٔ $E_n=\frac{-E_R}{n^2}$ به‌دست می‌آید.

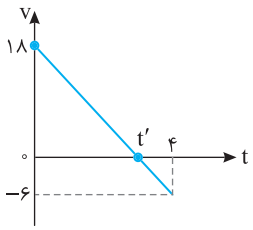
در اتم هیدروژن $n=1$ تراز پایه، $n=2$ اولین حالت برانگیخته و تراز $n=3$ دومین حالت برانگیخته است، انرژی در دو حالت را می‌نویسیم و بر هم تقسیم می‌کنیم/

$$E_A=\frac{-E_R}{n^2}\Rightarrow\begin{cases}E_3=\frac{-E_R}{3^2}=\frac{-E_R}{9}\\ E_1=\frac{-E_R}{1^2}=-E_R\end{cases}\xrightarrow{\div}\frac{E_3}{E_1}=\frac{\frac{-E_R}{9}}{-E_R}=\frac{1}{9}$$

B ۳ ۳

خط فکری برای به‌دست آوردن تندی متوسط و یا مسافت طی شده بهتر است نمودار سرعت - زمان $(v-t)$ متحرک را رسم کرده و از سطح زیر نمودار کمک گرفت.

۱ نمودار $v-t$ در بازهٔ صفر تا ۴s را رسم می کنیم

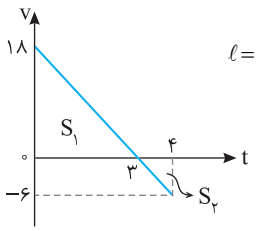


$$v=-6t+18\begin{cases}\xrightarrow{t=0}v=18m/s\\ \xrightarrow{t=4s}v=-6m/s\end{cases}$$

۲ لحظهٔ t' لحظهٔ تغییر جهت حرکت متحرک یعنی لحظه‌ای که $v=0$ است:

$$v=-6t+18\xrightarrow{v=0}-6t'+18=0\Rightarrow t'=3s$$

۳ مسافت طی شده را حساب می کنیم:



$$\ell=S_1+S_2\Rightarrow\ell=\frac{3\times18}{2}+\frac{1\times6}{2}=27+3=30m$$

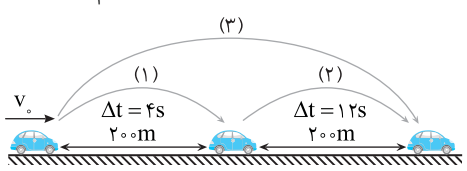
۴ تندی متوسط برابر است با:

$$s_{av}=\frac{\ell}{\Delta t}\Rightarrow s'_{av}=\frac{30}{4}=7/5m/s$$

B ۴ ۴

خط فکری بازهٔ زمانی t_1 تا $t_2=t_1+16(s)$ یعنی کل مدت مورد بررسی ۱۶s است. و در این ۱۶s، متحرک ۴۰۰m جابه‌جا شده است. بنابراین نصف این مسیر یعنی ۲۰۰m را در ۴s و ۲۰۰ متر بعدی را در ۱۲=۴−۱۶ طی کرده است. از این رو کافی شما از معادلهٔ جابه‌جایی - مکان در حرکت با شتاب ثابت یک بار در ۴s و بار دیگر در کل مدت ۱۶s استفاده کنید.

مسیر حرکت را رسم می کنیم و با توجه به اینکه جابه‌جایی متحرک در زمان‌های مختلف داده شده است. برای مسیرهای (۱) و (۳) معادلهٔ $\Delta x=\frac{1}{2}at^2+v_0t$ را می‌نویسیم.



$$(1)\ \Delta x=\frac{1}{2}at^2+v_0t\Rightarrow200=\frac{1}{2}a(4)^2+4v_0\Rightarrow200=8a+4v_0\quad(I)$$

$$(3)\ \Delta x=\frac{1}{2}at^2+v_0t\Rightarrow400=\frac{1}{2}a\times(16)^2+16v_0\Rightarrow400=128a+16v_0\quad(II)$$

حال با حل دستگاه دو معادله دو مجهول شتاب حرکت را حساب می کنیم

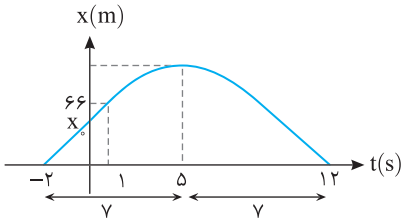
$$\begin{cases}-4(8a+4v_0=200)\\ 128a+16v_0=400\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}-32a-16v_0=-800\\ 128a+16v_0=400\end{cases}\xrightarrow{+}96a=-400$$

$$\Rightarrow a=\frac{-400}{96}\Rightarrow a=\frac{-25}{6}m/s^2$$

بزرگی شتاب خواسته شده است از این‌رو: $|a|=\frac{25}{6}m/s^2$

C ۵ ۳

نکته نمودار مکان - زمان حرکت با شتاب ثابت یک سهمی است و سهمی نسبت به محور گذرا از رأس سهمی دارای تقارن است.



با توجه به نمودار ریشه‌های این سهمی $t=-2s$ و $t=12s$ است. بنابراین معادلهٔ آن خواهد شد:

$$x=A(t-12)(t+2)$$

باید مختصات $t=1s$ و $x=66m$ در این معادله صدق کند.

$$66=A(1-12)(1+2)\Rightarrow A=-2$$

معادله را کامل می کنیم.

$$x=-2(t-12)(t+2)$$

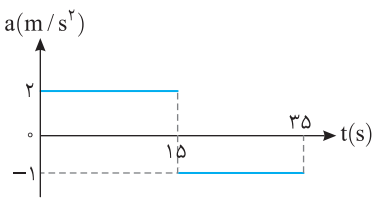
اکنون کافی است که در این معادله $t=0$ را قرار داده و مکان اولیه را حساب کنیم:

$$x_0=-2(0-12)(0+2)\Rightarrow x_0=48m$$

B ۱ ۶

خط فکری نمودار شتاب - زمان، اطلاعات خاصی از حرکت به ما نمی‌دهد بنابراین از نقاط روی نمودار استفاده کرده و به کمک روابط حرکت با شتاب ثابت مسئله را حل می کنیم. سرعت و مکان متحرک در $t=2s$ به ما داده شده است. با استفاده از آن‌ها و با توجه به اینکه در بازهٔ ۲s تا ۱۵s، شتاب ثابت و $12m/s^2$ است مکان و سرعت متحرک در $t=15s$ را حساب کرده سپس در بازهٔ ۱۵s تا ۳۵s نیز به کمک معادلهٔ مکان - زمان حرکت با شتاب ثابت مکان در $t=35s$ را به دست می‌آوریم.

۱ در لحظهٔ $t=2s$، مکان $-16m$ و سرعت $-6m/s$ و شتاب ثابت $2m/s^2$ است بنابراین مکان در لحظهٔ $t=15s$ خواهد شد:



$$x=\frac{1}{2}at^2+v_0t+x_0\Rightarrow x_1=\frac{1}{2}\times2\times(13)^2+(-6)\times13+(-16)$$

$$x_1=169+(-78)-16\Rightarrow x_1=75m$$

۲ سرعت در لحظهٔ $t=۱۵s$ را حساب می‌کنیم

$$v_۱=at+v_۰\Rightarrow v_۱=۲\times۱۳-۶\Rightarrow v_۱=۲۰m/s$$

۳ سرعت $v_۱=۲۰m/s$ سرعت اولیهٔ قسمت دوم حرکت و مکان $x_۱=۷۵m$ مکان اولیهٔ این قسمت است بنابراین می‌توان به کمک معادلهٔ مکان - زمان مکان در $t=۳۵s$ را حساب کرد.

$$x_۲=\frac{۱}{۲}a_۲t_۲^۲+v_۱t+x_۱\Rightarrow x_۲=\frac{۱}{۲}\times(-۱)\times(۲۰)^۴+۲۰\times۲۰+۷۵$$

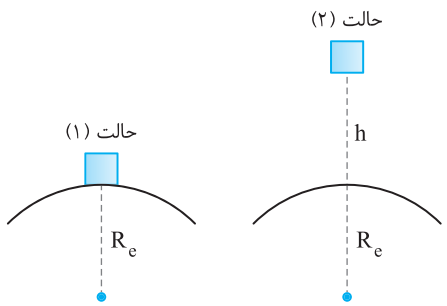
$$x_۲=-۲۰۰+۴۰۰+۷۵\Rightarrow x_۲=۲۷۵m\Rightarrow\vec{x}_۲=۲۷۵\vec{i}$$

۴ **۷** **B**

شتاب گرانش ۹۹ درصد کاهش یافته؛

$$g'=g-\frac{۹۹}{۱۰۰}g\Rightarrow g'=\frac{۱}{۱۰۰}g$$

شتاب گرانش از رابطهٔ $g=G\frac{M_e}{r^۲}$ به دست می‌آید که r فاصله از مرکز زمین است

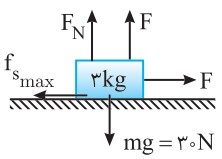


$$\frac{GM_e}{(h+R_e)^۲}=\frac{۱}{۱۰۰}\frac{GM_e}{R_e^۲}$$

$$(\frac{R_e}{h+R_e})^۲=\frac{۱}{۱۰۰}\Rightarrow\frac{R_e}{h+R_e}=\frac{۱}{۱۰}\Rightarrow۱۰R_e+h+R_e\Rightarrow h=۹R_e$$

۲ **۸** **B**

حالت اول: جسم در آستانهٔ حرکت بوده و نیروی اصطکاک آن نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه $f_{s_{max}}$ است:



نیروی عمودی سطح را به دست می‌آوریم:

در راستای قائم جسم حرکت نمی‌کند: $F+F_N=mg$

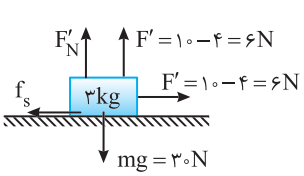
$$\Rightarrow F_N=۳۰-F$$

در راستای افقی جسم در آستانهٔ حرکت بوده و هنوز حرکت نکرده: $F=f_{s_{max}}$

$$\xrightarrow[F_N=۳۰-F]{f_{s_{max}}=\mu_sF_N}F=\mu_s(۳۰-F)\xrightarrow{\mu_s=۰/۵}F=۰/۵(۳۰-F)$$

$$\Rightarrow F+۰/۵F=۱۵\Rightarrow ۱/۵F=۱۵\Rightarrow F=۱۰N$$

حالت دوم: هر کدام از نیروهای F، $۴N$ کاهش یافته و $F=۱۰N$ به $۶N$ می‌رسد، دقت کنید که چون نیروی در راستای قائم کاهش یافته پس F_N افزایش می‌یابد و نیروی

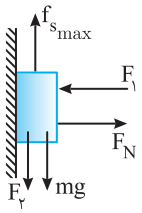


F افقی نیز کاهش یافته، در واقع در قسمت قبلی با نیروی $۱۰N$ و نیروی عمودی سطح $۲۰N=۱۰-۳۰$، جسم در آستانهٔ حرکت بوده پس در این حالت که نیروی افقی $F'=۶N$ شده و نیروی عمودی سطح $F'_N=۳۰-۶=۲۴N$ افزایش یافته جسم همچنان ساکن می‌ماند و نیروی اصطکاک برابر نیروی F' است.

$$F'=f_s\Rightarrow f_s=۶N$$

۱ **۹** **B**

۱ ابتدا نیروهای وارد بر قطعه چوب را رسم می‌کنیم، دقت کنید قطعه چوب در آستانهٔ لغزش رو به پایین قرار دارد و در نتیجه نیروی اصطکاک بیشینه $(f_{s_{max}})$ و رو به بالا است:



۲ نیروی اصطکاک آستانهٔ حرکت را حساب می‌کنیم.

$$f_{s_{max}}=۰\Rightarrow f_{s_{max}}=F_۲+mg\xrightarrow[F_۲=۳/۵N,m=۰/۲۵kg]{f_{s_{max}}}f_{s_{max}}=۳/۵+۲/۵=۶N$$

۳ نیرویی که دیوار به چوب وارد می‌کند از رابطهٔ $R=\sqrt{F_{s_{max}}^۲+F_N^۲}$ به‌دست می‌آید نیروی عمودی سطح خواهد شد.

$$R=\sqrt{f_{s_{max}}^۲+F_N^۲}\Rightarrow۱۰=\sqrt{۶^۲+F_N^۲}\Rightarrow۱۰۰=۳۶+F_N^۲\Rightarrow F_N=۸N$$

۴ $f_{s_{max}}$ برابر μ_sF_N است:

$$f_{s_{max}}=\mu_sF_N\Rightarrow۶=\mu_s\times۸\Rightarrow\mu_s=\frac{۶}{۸}=۰/۷۵$$

۳ **۱۰** **B**

خط فکری ابتدا دورهٔ حرکت را به‌دست می‌آوریم.

با توجه به شکل:

$$۵\frac{\lambda}{۴}=۲۵\Rightarrow\lambda=۲۰cm=۰/۲m$$

$$\lambda=vT\Rightarrow\frac{۲}{۱۰}=۱۰\times T\Rightarrow T=۰/۰۲s$$

حال برای بررسی گزارهٔ (الف) دقت کنید که گفته شده مسافتی که موج در هر ثانیه طی می‌کند، با توجه اینکه سرعت انتشار موج $۱۰m/s$ است پس این مسافت برابر است با:

$$\Delta x=vt=۱۰\times۱=۱۰m$$

پس گزارهٔ (الف) نادرست است.

گزارهٔ (ب): هر ذره از محیط در مدت یک نوسان، مسافت $۴A$ را طی می‌کند. بنابراین با توجه به اینکه $T=۰/۰۲s$ است، در $۰/۰۱$ ثانیه تعداد نوسان‌های هر ذره از محیط برابر است با:

$$N=\frac{t}{T}=\frac{۰/۰۱}{۰/۰۲}=\frac{۱}{۲}$$

و ذره مسافت $۲A$ یعنی $۴۰cm$ را طی می‌کند و این گزاره درست است.

گزارهٔ (پ) در مورد جابه‌جایی است. اگر ذره‌ای در نقطه تعادل باشد بعد از $۰/۰۱s$ یعنی $\frac{T}{۲}$ مجدداً در نقطهٔ تعادل است و جابه‌جایی‌اش صفر است. و اگر ذره‌ای در مکان بیشینه باشد پس از $\frac{T}{۲}$ در مکان کمینه قرار ردارد و جابه‌جایی آن برابر $۲A$ خواهد شد.

پس جابه‌جایی بستگی به مکان اولیه ذره دارد و این گزاره نادرست است.

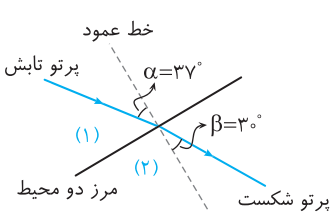
بررسی گزارهٔ (ت): $۰/۰۲s$ برابر یک دوره است و جابه‌جایی هر ذره در مدت یک دوره همواره برابر صفر است. پس گزاره‌های (ب) و (ت) درست‌اند.

۴ **۱۱** **B**

خط فکری برای به‌دست آوردن نسبت سرعت‌ها در دو محیط $(v_۱/v_۲)$ باید از قانون شکست عمومی استفاده کنید. اما قبل از آن باید زاویهٔ تابش $(\theta_۱)$ و زاویهٔ شکست $(\theta_۲)$ را به کمک شکل مشخص کنید.

نکته زاویه‌ای که جبههٔ موج با مرز بین دو محیط می‌سازد برابر زاویه‌ای است که پرتو آن با خط عمود بر مرز می‌سازد.

۱ با توجه به نکتهٔ بالا نمودار پرتویی به‌صورت روبه‌رو بوده و زاویهٔ تابش و زاویهٔ شکست به ترتیب برابر $\theta_۱=۳۷^\circ$ و $\theta_۲=۳۰^\circ$ است.



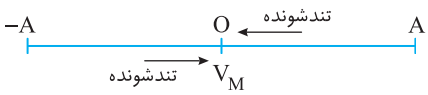
۲ حال با توجه به قانون شکست عمومی:

$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}=\frac{v_1}{v_2}\Rightarrow\frac{\sin ۳۷^\circ}{\sin ۳۰^\circ}=\frac{v_1}{v_2}\Rightarrow\frac{۰/۶}{۰/۵}=\frac{v_1}{v_2}\Rightarrow\frac{v_1}{v_2}=\frac{۶}{۵}$$

B ۴ ۱۲

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

نکته هرگاه نوسانگر در حال حرکت به‌سوی حالت تعادل باشد حرکت تندشونده است.



۱ با توجه به معادلهٔ حرکت $x=۰/۰۲\cos ۴\pi t$ دوره را حساب می‌کنیم.

$$\omega=\frac{۲\pi}{T}\Rightarrow ۴\pi=\frac{۲\pi}{T}\Rightarrow T=\frac{۱}{۲}s$$

۲ بازهٔ زمانی $t_1=\frac{۱}{۱۲}s$ تا $t_2=\frac{۷}{۶}s$ را با دوره مقایسه می‌کنیم.

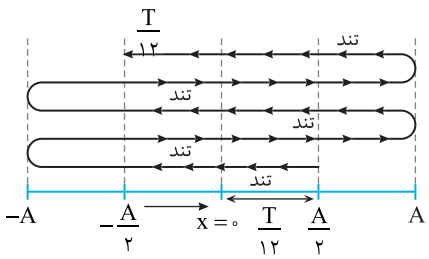
$$\frac{\Delta t}{T}=\frac{\frac{۷}{۶}-\frac{۱}{۱۲}}{\frac{۱}{۲}}\Rightarrow\frac{\Delta t}{T}=\frac{\frac{۱۴-۱}{۱۲}}{\frac{۱}{۲}}\Rightarrow\Delta t=\frac{۱۳}{۶}T=۲T+\frac{T}{۶}$$

۳ در بازهٔ $۲T$ به مدت نصف بازه یعنی T حرکت تند شونده است.

۴ اما در مدت $\frac{T}{۶}$ چگونه است؟ برای این منظور مکان نوسانگر در ابتدای بازه $(t=\frac{۱}{۱۲}s)$ را باید مشخص کنیم.

$$x=۰/۰۲\cos ۴\pi(\frac{۱}{۱۲})\Rightarrow x=۰/۰۲\cos\frac{\pi}{۳}\Rightarrow x=۰/۰۱m\Rightarrow x=\frac{۱}{۲}A$$

۵ مسیر حرکت را مشخص می‌کنیم.



۶ با توجه به مسیر در مدت حرکت از $x=۰$ تا $\frac{A}{۲}$، $\frac{T}{۱۲}$ حرکت تندشونده و در مدت $۲T$ بعدی نیز به مدت T حرکت کندشونده است یعنی در کل زمان حرکت تندشونده خواهد شد:

$$\Delta t=T+\frac{T}{۱۲}=\frac{۱۳T}{۱۲}\xrightarrow{T=\frac{۱}{۲}s}\Delta t=\frac{۱۳}{۲۴}s$$

B ۱ ۱۳

خط فکری در حل این نوع مسائل ابتدا باید طول موج را حساب کنید. سپس به کمک رابطهٔ ریدبرگ n و n' را به‌دست بیاورید اما در اغلب این مسائل شما باید در واقع n و n' را حدس بزنید. برای این منظور از گزینه‌ها کمک بگیرید.

۱ ابتدا طول موج بسامد $۲/۲۵\times۱۰^{۱۵}$ هرتز را حساب می‌کنیم:

$$\lambda=\frac{c}{f}\Rightarrow\lambda=\frac{۳\times۱۰^{۸}}{۲/۲۵\times۱۰^{۱۵}}\Rightarrow\lambda=\frac{۱۰^{-۷}}{۰/۷۵}\Rightarrow\lambda=\frac{۴}{۳}\times۱۰^{-۷}m=\frac{۴۰۰}{۳}nm$$

۲ حال به کمک معادلهٔ ریدبرگ n و n' را به‌دست می‌آوریم

$$\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}})\Rightarrow\frac{۳}{۴۰۰}=\frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}})\Rightarrow\frac{۳}{۴}=(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}})$$

با توجه به گزینه‌ها مشخص می‌شود که $n'=۱$ و $n=۲$ است.

B ۳ ۱۴

۱ رشتهٔ براکت $n'=۴$ است و دومین خط آن یعنی گذار از $n=۶$ به $n=۴$ است.

اولین خط رشتهٔ براکت $n'=۴,n=۵$

دومین خط رشتهٔ براکت $n'=۴,n=۶$

۲ طول موج این خط طیف را از رابطهٔ ریدبرگ برحسب R حساب می‌کنیم.

$$\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}})\Rightarrow\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{۱۶}-\frac{۱}{۳۶})=R(\frac{۹-۴}{۱۴۴})\Rightarrow\frac{۱}{\lambda}=\frac{۵R}{۱۴۴}\Rightarrow\lambda=\frac{۱۴۴}{۵R}$$

۳ رشتهٔ بالمر $n'=۲$ بوده و چهارمین خط آن یعنی گذار از $n=۶$ به $n'=۲$

چهارمین خط رشتهٔ بالمر سومین خط رشتهٔ بالمر دومین خط رشتهٔ بالمر اولین خط رشتهٔ بالمر

$n'=۲,n=۳$ $n'=۲,n=۴$ $n'=۲,n=۵$ $n'=۲,n=۶$

۴ طول موج این خط طیف را نیز به کمک رابطهٔ ریدبرگ حساب می‌کنیم.

$$\frac{۱}{\lambda'}=R(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}})\Rightarrow\frac{۱}{\lambda'}=R(\frac{۱}{۴}-\frac{۱}{۳۶})\Rightarrow\frac{۱}{\lambda'}=R(\frac{۳۲}{۱۴۴})\Rightarrow\lambda'=\frac{۱۴۴}{۳۲R}$$

۵ حال نسبت $\frac{\lambda}{\lambda'}$ را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{\lambda}{\lambda'}=\frac{\frac{۱۴۴}{۵R}}{\frac{۱۴۴}{۳۲R}}\Rightarrow\frac{\lambda}{\lambda'}=\frac{۳۲}{۵}$$

میانبر m امین خط رشتهٔ n' یعنی:

$$n'=n',\quad n=m+n'$$

B ۳ ۱۵

راه‌حل اول: هستهٔ مادر را با نماد X و هستهٔ دختر را با نماد Y نشان می‌دهیم:

$Z=۵۳$ $Z=۵۲$

$A=Z+N\Rightarrow A=۵۳+۷۱=۱۲۴$ $A=Z+N\Rightarrow A=۵۲+۷۲=۱۲۴$

${}^{A}_{Z}X\Rightarrow{}^{۱۲۴}_{۵۳}X$ ${}^{A}_{Z}Y\Rightarrow{}^{۱۲۴}_{۵۲}Y$

حال معادلهٔ واکنش را می‌نویسیم:

$${}^{۱۲۴}_{۵۳}X\rightarrow{}^{۱۲۴}_{۵۲}Y+\cdots$$

برای آنکه عدد اتمی دو طرف معادله یکسان باشد باید ذرهٔ ${}^{۰}_{+۱}e$ گسیل شده باشد، یعنی در واپاشی گسیل پوزیترون داریم.

راه‌حل دوم: با توجه به شکل هسته‌ها، یک پروتون به یک نوترون تبدیل شده چون تعداد پروتون هستهٔ دختر یک واحد کم و تعداد نوترون آن یک واحد افزایش یافته است. در واپاشی (گسیل) پوزیترون یک پروتون به یک نوترون تبدیل می‌شود.

B ۱ ۱۶

یادآوری تندی انتشار موج در تار برابر است با:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\sqrt{\frac{F\ell}{m}}=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}=\frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}}$$

با توجه به اینکه چگالی و سطح مقطع داده شده از رابطهٔ $v=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}$ برای حل استفاده می‌کنیم، دقت کنید در این رابطه باید واحد چگالی $\frac{kg}{m^3}$ باشد و بنابراین ابتدا $۸\frac{g}{cm^3}$ را به $\frac{kg}{m^3}$ تبدیل می‌کنیم:

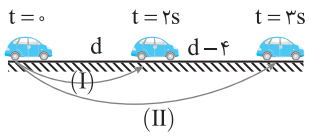
$$\rho=۸\frac{g}{cm^3}=۸۰۰۰\frac{kg}{m^3}\quad,\quad A=۲mm^2=۲\times۱۰^{-۶}m^2$$

$$v=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}\Rightarrow۲۵=\sqrt{\frac{F}{۸۰۰۰\times۲\times۱۰^{-۶}}}\xrightarrow{\text{به توان دو}}۶۲۵=\frac{F}{۱۶\times۱۰^{-۳}}\Rightarrow F=۱۰N$$

B ۲ ۱۷

خط فکری شتاب حرکت مثبت بوده و با توجه به سؤال متحرک در جهت محور x در حال حرکت بوده پس سرعت نیز مثبت است. حرکت تندشونده $(av>0)$ با شتاب ثابت بوده و تغییر جهت نداریم بنابراین مسافت و جابه‌جایی با هم برابر است.

۱ جابه‌جایی در بازهٔ ۰ تا ۲s را برابر d می‌گیریم و جابه‌جایی در بازهٔ ۲s تا ۳s برابر $d-4$ متر است. سؤال سرعت اولیه را خواسته بنابراین برای بازهٔ ۰ تا ۲s و ۰ تا ۳s به کمک رابطهٔ $\Delta x=\frac{1}{2}at^2+v_0t$ سؤال را حل می‌کنیم:



$$I)\ d=\frac{1}{2}at^2+v_0t \xrightarrow{t=2s} d=\frac{1}{2}a(2)^2+v_0(2)$$
$$\Rightarrow d=2a+2v_0 \xrightarrow{a=4} d=8+2v_0$$
$$II)\ 2d-4=\frac{1}{2}a(t')^2+v_0t' \xrightarrow{t'=3s} 2d-4=4/5a+3v_0$$
$$\xrightarrow{a=4} 2d-4=18+3v_0 \Rightarrow 2d=22+3v_0$$

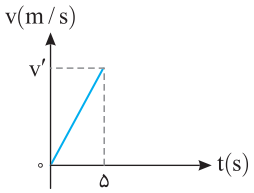
۲ حال با توجه به دو معادله دو مجهول بالا، v_0 را حساب می‌کنیم:

$$\left.\begin{array}{l} d=8+2v_0 \xrightarrow{\times -2} -2d=-16-4v_0 \\ 2d=22+3v_0 \xrightarrow{\times 1} 2d=22+3v_0 \end{array}\right\} \xrightarrow{+} 0=6-v_0 \Rightarrow v_0=6m/s$$

B ۲ ۱۸

سرعت متحرک در لحظهٔ 5s را v' می‌گیریم.

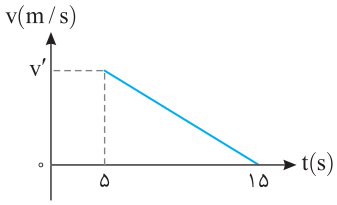
۱ شتاب در بازهٔ ۰ تا 5s برابر شیب خط نمودار در این بازه است:



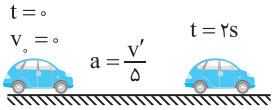
$$a_1=\frac{\Delta v}{\Delta t}\Rightarrow a_1=\frac{v'}{5}$$

۲ شتاب در بازهٔ 5s تا 15s برابر شیب خط نمودار در این بازه است:

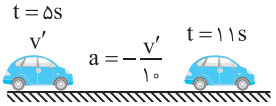
$$a_2=\frac{\Delta v}{\Delta t}\Rightarrow a_2=\frac{-v'}{10}$$



۳ سرعت در $t=2s$ و $t=11s$ را حساب می‌کنیم:



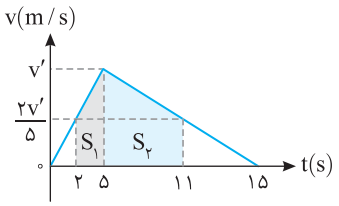
$$v_2=at+v_1\Rightarrow v_{t=2s}=\frac{v'}{5}\times 2$$
$$\Rightarrow v_{t=2s}=\frac{2v'}{5}$$



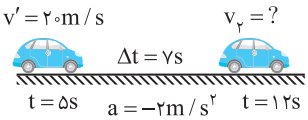
$$v_2=at+v_1 \xrightarrow{\Delta t=6s}$$
$$v_{t=11s}=\frac{-v'}{10}\times 6+v'=\frac{4v'}{10}=\frac{2v'}{5}$$

۴ حال با توجه به سطح زیر نمودار $v-t$ که برابر جابه‌جایی است خواهیم داشت:

$$\Delta x=S_1+S_2\Rightarrow 126=\frac{3(\frac{2v'}{5}+v')}{2}+\frac{6(\frac{2v'}{5}+v')}{2}$$
$$\Rightarrow 126=2/1v'+4/2v'\Rightarrow 126=6/3v'\Rightarrow v'=20m/s$$



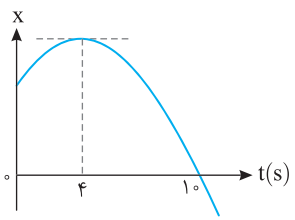
در بازهٔ 5s تا 15s شتاب برابر $\frac{-v'}{10}=\frac{-20}{10}=-2m/s^2$ است و سرعت در هر ثانیه $2m/s^2$ کم می‌شود:



$$v_2=at+v'\Rightarrow v_2=-14+20\Rightarrow v_2=6m/s$$

B ۱ ۱۹

خط فکری شتاب حرکت را ثابت و برابر a می‌گیریم، سرعت در $t=4s$ که رأس سهمی است برابر صفر است زیرا در نمودار $x-t$ شیب خط مماس برابر سرعت بوده که مطابق شکل این شیب در لحظهٔ $t=4s$ برابر صفر است:



۱ سرعت در $t=4s$ برابر صفر است، سرعت در $t=2s$ را به‌دست می‌آوریم:

$$v_2=at+v_1\Rightarrow 0=2a+v_1$$
$$\Rightarrow v_1=-2a$$

تندی در $t=2s$ برابر $|2a|$ است.

۲ سرعت در لحظهٔ $t=4s$ برابر صفر است، سرعت در $t=8s$ را به‌دست می‌آوریم:

$$v_3=at+v_2\Rightarrow v_3=4a$$

تندی در $t=8s$ برابر $|4a|$ است.

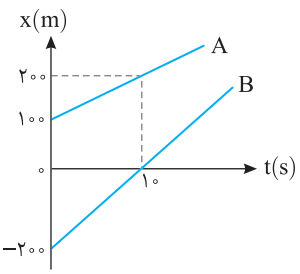
۳ نسبت تندی v_3 و v_1 را حساب می‌کنیم:

$$\frac{v_3}{v_1}=\frac{|4a|}{|2a|}=2$$

B ۳ ۲۰

خط فکری معادلهٔ حرکت دو متحرک را می‌نویسیم. فاصلهٔ دو متحرک برابر $|x_A-x_B|$ بوده که باید کمتر یا مساوی ۲۰ متر باشد.

۱ شیب خط نمودار $x-t$ برابر سرعت متحرک است:



$$v_A=\frac{\Delta x}{\Delta t}\xrightarrow[\Delta t=10s]{x_0=100m,\ x_1=200m} v_A=\frac{100}{10}=10m/s$$
$$v_B=\frac{\Delta x}{\Delta t}\xrightarrow[\Delta t=10s]{x_0=-200m,\ x_1=0} v_B=\frac{200}{10}=20m/s$$

۲ معادلهٔ حرکت دو متحرک را می‌نویسیم:

$$x_A=v_At+x_0\Rightarrow x_A=10t+100$$
$$x_B=v_Bt+x_0\Rightarrow x_B=20t-200$$

۲۱ B

تکانه: حاصلضرب جرم در بردار سرعت جسم است.

وقتی که جرم ثابت است برای دو برابر شدن تکانه کافی است سرعت جسم دو برابر شود. بنابراین ابتدا، شتاب حرکت را حساب می‌کنیم، سپس مدت زمانی که سرعت دو برابر می‌شود را به‌دست می‌آوریم.

۱ به کمک قانون دوم نیوتون شتاب حرکت خواهد شد:

$$F_{net}=ma \xrightarrow{F_{net}=۴N} ۴=۲۰a \Rightarrow a=۰/۲m/s^۲$$

۲ با توجه به فرض مسئله:

$$P_۲=۲P_۱ \Rightarrow mv_۲=۲mv_۱ \Rightarrow v_۲=۲v_۱ \Rightarrow v_۲=۲\times۵ \Rightarrow v_۲=۱۰m/s$$

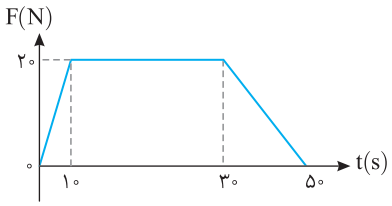
۳ با توجه به تعریف شتاب خواهیم داشت:

$$a=\frac{v_۲-v_۱}{\Delta t} \Rightarrow ۰/۲=\frac{۱۰-۵}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t=\frac{۵}{۰/۲} \Rightarrow \Delta t=۲۵s$$

۲۲ B

به کمک سطح زیر نمودار نیرو - زمان، تغییر تکانه را حساب می‌کنیم:

$$\Delta P=S=(۵۰+۲۰)\times\frac{۲۰}{۲}=۷۰۰kgm/s$$

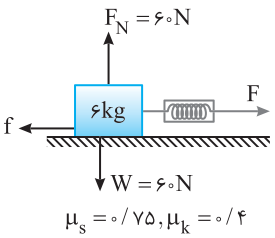


نیروی خالص متوسط وارد بر جسم برابر آهنگ تغییر تکانه است. از این‌رو می‌توان نوشت:

$$F_{av}=\frac{\Delta P}{\Delta t} \Rightarrow F_{av}=\frac{۷۰۰}{۵۰} \Rightarrow F_{av}=۱۴N$$

۲۳ B

۱ ابتدا نیروی اصطکاک آستانهٔ حرکت را به‌دست می‌آوریم تا مشخص شود که جسم به حرکت درمی‌آید یا نه؟

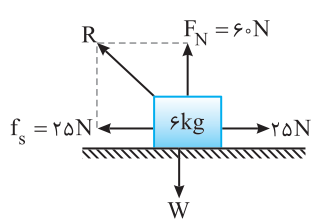


$$f_{s\,max}=\mu_s F_N \Rightarrow f_{s\,max}=\mu_s mg$$
$$\Rightarrow f_{s\,max}=۰/۷۵\times۶۰ \Rightarrow f_{s\,max}=۴۵N$$

۲ نیروی کشسانی نیروسنج ۲۵N بوده و از $f_{s\,max}$ کمتر است بنابراین جسم ساکن می‌ماند و نیروی اصطکاک ایستایی وارد بر جسم خواهد شد:

$$F_{net}=۰ \Rightarrow f_s=F_e \Rightarrow f_s=۲۵N$$

۳ بنا به قانون سوم نیوتون نیرویی که جسم بر سطح وارد می‌کند هم‌اندازهٔ نیرویی است که سطح بر جسم وارد می‌کند.



$$R=\sqrt{F_s^۲+F_N^۲}$$
$$\Rightarrow R=\sqrt{۲۵^۲+۶۰^۲} \Rightarrow R=۶۵N$$

۲۴ B

با توجه به تعریف تراز شدت صوت ابتدا، شدت صوت در فاصلهٔ ۵۰ متری چشمه را به‌دست می‌آوریم:

$$\beta=۱۰\log\frac{I}{I_۰} \xrightarrow{\beta=۶۰dB} ۶۰=۱۰\log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \Rightarrow I=۱۰^{-۶}\frac{W}{m^۲}$$

اکنون با استفاده از شدت صوت، توان چشمه را حساب می‌کنیم:

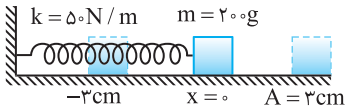
$$I=\frac{P}{A} \Rightarrow I=\frac{P}{۴\pi r^۲} \Rightarrow ۱۰^{-۶}=\frac{P}{۴\times۳\times۵۰^۲} \Rightarrow P=۰/۰۳W=۳۰mW$$

۲۵ B

نکته هرگاه وزنهٔ متصل به فنر را از حالت تعادل کشیده و رها کنیم مقدار کشیدگی برابر دامنهٔ نوسان سامانهٔ جرم فنر است.

۱ دورهٔ حرکت را حساب می‌کنیم:

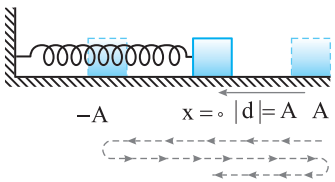
$$T=۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \xrightarrow{\pi=\sqrt{۱۰}} T=۲\times\sqrt{۱۰}\times\sqrt{\frac{۰/۲}{۵۰}}$$
$$T=\frac{۲}{۵}s \Rightarrow T=۰/۴s$$



۲ بازهٔ زمانی $\Delta t=۰/۵s$ را با دورهٔ مقایسه می‌کنیم:

$$\frac{\Delta t}{T}=\frac{۰/۵}{۰/۴} \Rightarrow \Delta t=\frac{۵}{۴}T=T+\frac{T}{۴}$$

۳ مسیر حرکت وزنه در مدت نیم ثانیهٔ اول را رسم می‌کنیم.



با توجه به مسیر حرکت نوسانگر در مدت $\frac{۵}{۴}T$ مسافتی برابر $۵A$ را طی می‌کند و جابه‌جایی آن برابر A است. از این‌رو:

$$\frac{\ell}{d}=\frac{۵A}{A}=۵$$

۲۶ A

آونگ در هر ثانیه یک نوسان انجام می‌دهد بنابراین دورهٔ آن $T=۱s$ است. با توجه به رابطهٔ دورهٔ آونگ، طول آن را حساب می‌کنیم:

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \xrightarrow{g=\pi^۲} ۱=۲\pi\sqrt{\frac{\ell}{\pi^۲}} \Rightarrow \ell=۰/۲۵m \Rightarrow \ell=۲۵cm$$

۲۷ B

۱ فنر را از حالت تعادل ۴cm کشیده و رها کرده‌ایم بنابراین دامنهٔ حرکت $A=۴cm$ است.

۲ انرژی مکانیکی نوسانگر را به‌دست می‌آوریم:

$$E=\frac{۱}{۲}kA^۲ \xrightarrow[A=۴cm]{k=۵N/cm=۵۰۰N/m} E=\frac{۱}{۲}\times۵۰۰(۴\times۱۰^{-۲})^۲$$
$$\Rightarrow E=\frac{۱}{۲}\times۵۰۰\times۱۶\times۱۰^{-۴} \Rightarrow E=۰/۴J$$

نکته انرژی مکانیکی نوسانگر همواره برابر بیشینه انرژی جنبشی آن است $(K_m=E)$.

۳ وقتی تندی نوسانگر $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$ تندی بیشینه است نسبت انرژی جنبشی نوسانگر به انرژی جنبشی بیشینه خواهد شد:

$$\frac{K}{K_m}=\frac{\frac{۱}{۲}mv^۲}{\frac{۱}{۲}mv_m^۲} \Rightarrow \frac{K}{K_m}=(\frac{\sqrt{۲}}{۲})^۲ \Rightarrow K=\frac{۱}{۲}K_m \Rightarrow K=\frac{۱}{۲}E \Rightarrow K=۰/۲J$$

۴ اختلاف K و E خواهد شد:

$$E-K=۰/۴-۰/۲=۰/۲J$$

A ۲۸ ۳

یادآوری هـرگاه پرتـو نـور از محیط رقیق وارد محیط غلیظ شـود، پرتـو به خط عمود نزدیک می‌شود.

نکته ضریب شکسـت یک محیط شـفاف برای طول موج‌های کوتاه‌تر بیشـتر است یعنی این پرتوها بیشتر منحرف می‌شوند.

طول موج نور آبی از طول موج نور قرمز کمتر است بنابراین وقتی این دو پرتو وارد شیشه می‌شوند، نور آبی بیشتر منحرف شده و به خط عمود نزدیک‌تر می‌شود.

B ۲۹ ۴

انرژی فوتون B، ۲۵٪ از انرژی فوتون A کمتر است.

$$E_B = E_A - \circ/۲۵E_A \Rightarrow E_B = \frac{۳}{۴}E_A \quad (I)$$

انرژی هر فوتون از رابطهٔ $E = hf = \frac{hc}{\lambda}$ به‌دست می‌آید. از این‌رو:

$$\xrightarrow{(I)} \frac{hc}{\lambda_B} = \frac{۳}{۴} \times \frac{hc}{\lambda_A} \Rightarrow \lambda_A = \frac{۳}{۴}\lambda_B \quad (II)$$

بنا به فرض مسئله $\lambda_B - \lambda_A = ۵\circ nm$ است. بنابراین خواهیم داشت:

$$\lambda_B - \frac{۳}{۴}\lambda_B = ۵\circ \Rightarrow \frac{۱}{۴}\lambda_B = ۵\circ \Rightarrow \lambda_B = ۲\circ\circ nm$$

$$\lambda_A = \frac{۳}{۴} \times ۲\circ\circ \Rightarrow \lambda_A = ۱۵\circ nm$$

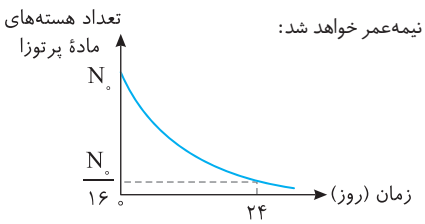
بسامد هر پرتو را حساب کرده و از هم کم می‌کنیم:

$$f = \frac{c}{\lambda} \Rightarrow \begin{cases} \xrightarrow{A} f_A = \frac{۳\times۱\circ^۸}{۱۵\circ\times۱\circ^{-۹}} \Rightarrow f_A = ۲\times۱\circ^{۱۵} Hz \\ \xrightarrow{B} f_B = \frac{۳\times۱\circ^۸}{۲\circ\circ\times۱\circ^{-۹}} \Rightarrow f_B = ۱/۵\times۱\circ^{۱۵} Hz \end{cases}$$

$$\Delta f = ۲\times۱\circ^{۱۵} - ۱/۵\times۱\circ^{۱۵} \Rightarrow \Delta f = ۵\times۱\circ^{۱۴} Hz$$

A ۳۰ ۳

۱ تعداد نیمه‌عمر خواهد شد:



$$N = \frac{N_\circ}{۲^n} \Rightarrow \frac{N_\circ}{۱۶} = \frac{N_\circ}{۲^n} \qquad ۲^n = ۱۶ \Rightarrow n = ۴$$

۲ نیمه‌عمر را حساب می‌کنیم: $T = \frac{t}{n} \xrightarrow{t=۲۴ \text{ روز}} T = \frac{۲۴}{۴} = ۶$ روز

A ۳۱ ۱

یادآوری رابطهٔ تکانه و انرژی جنبشی به‌صورت $K = \frac{P^۲}{۲m}$ است:

$$\frac{K_A}{K_B} = \frac{\frac{P_A^۲}{۲m_A}}{\frac{P_B^۲}{۲m_B}} \Rightarrow \frac{K_A}{K_B} = (\frac{P_A}{P_B})^۲ \times \frac{m_B}{m_A}$$

$$\xrightarrow[K_A = ۴K_B]{P_A = P_B} ۴ = \frac{m_B}{m_A} \xrightarrow{m_A = ۲kg} m_B = ۸kg$$

B ۳۲ ۴

یادآوری ذرهٔ آلفا دارای دو پروتون و دو نوترون بوده $(\alpha = {}^۴_۲He)$ و هنگام واپاشی آلفازا ۴ واحد از عدد جرمی و ۲ واحد از عدد اتمی کاسته می‌شود.

واکنش هسته‌ای را می‌نویسیم و در آن هستهٔ مادر را به صورت ${}^A_Z X$ نمایش می‌دهیم

$${}^A_Z X \rightarrow {}^{۲۰۷}_{۸۲} Pb + {}^۴_۲ He$$

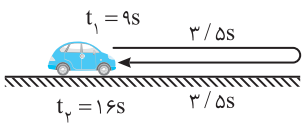
بنابراین عدد اتمی Z برابر است با: $Z = ۸۲ + ۲ = ۸۴$

عدد جرمی A برابر است با: $A = ۲۰۷ + ۴ = ۲۱۱$

B ۳۳ ۲

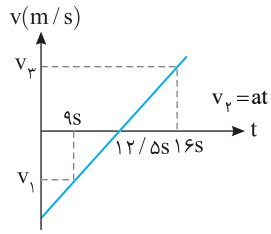
خط فکری جابه‌جایی متحرک روی محور xها در بازهٔ $t_۱ = ۹s$ تا $t_۲ = ۱۶s$ صفر شـده اسـت، یعنی متحرک یک مسیر رفت و برگشـت را طی کرده است. از طرفی شتاب ثابت اسـت، بنابراین مسـیر رفت و برگشـت قرینه هسـتند و دقیقاً چون وسط بازهٔ زمانی یعنی $\frac{۹+۱۶}{۲} = ۱۲/۵s$ متحرک متوقف شده و برمی‌گردد.

یعنی متحرک با شتاب $۴m/s^۲$ در مدت $۱۲/۵ - ۹ = ۳/۵s$ متوقف شده و برمی‌گردد.



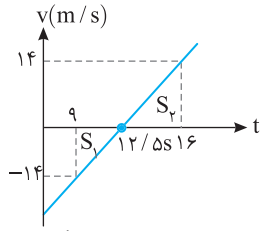
$$t_{\text{تغییرجهت}} = \frac{t_۱ + t_۲}{۲} = \frac{۲۵}{۲} = ۱۲/۵s$$

۱ چون تندی متوسط خواسته شده و باید مسافت را حساب کنیم، برای اینکار نمودار سـرعت - زمان را رسـم می‌کنیم. دقت کنید که شـتاب $+۴m/s^۲$ بوده و چون تغییر جهت داشتیم باید سرعت صفر شود پس سرعت اولیه منفی است:



$$v_۲ = at + v_۱ \begin{cases} \xrightarrow[v_۲ = \circ]{۹s \text{ تا } ۱۲/۵s} \circ = ۳/۵\times۴ + v_۱ \\ \Rightarrow v_۱ = -۱۴m/s \\ \xrightarrow[۱۲/۵s \text{ تا } ۱۶s]{v_۲ = \circ} v_۳ = ۳/۵\times۴ + v_۲ \\ \Rightarrow v_۳ = ۱۴m/s \end{cases}$$

۲ حال با استفاده از سطح زیر نمودار مسافت را به دست می‌آوریم:



$$S_۱ = \frac{-۱۴\times(۱۲/۵ - ۹)}{۲} = -۲۴/۵m$$

$$S_۲ = \frac{۱۴\times(۱۶ - ۱۲/۵)}{۲} = ۲۴/۵m$$

$$\ell = |S_۱| + |S_۲| \Rightarrow \ell = ۴۹m$$

۳ تندی متوسط را به دست می‌آوریم:

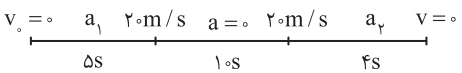
$$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{۴۹}{۱۶ - ۹} = \frac{۴۹}{۷} = ۷m/s$$

B ۳۴ ۳

خط فکری شـتاب متوسط $(a_{av} = \frac{v_۲ - v_۱}{t_۲ - t_۱})$ را باید حساب کنیم، بنابراین باید در لحظهٔ $t_۱ = ۲s$ و $t_۲ = ۱۷s$ سرعت حرکت متحرک را به دست بیاوریم. البته حرکت متحرک از سـه قسـمت تشکیل شده در قسـمت اول و سوم باید شـتاب را حساب کنیم سپس به سراغ سرعت‌ها برویم.

راه‌حل اول:

۱ در مدت ۵s سـرعت متحرک از صفر به $۲۰m/s$ رسـیده است. با توجه به رابطهٔ $v_۲ = at + v_۱$ شتاب حرکت در ۵s نخست را به دست می‌آوریم:



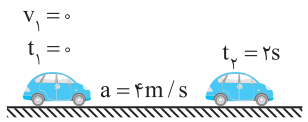
$$v_۲ = at + v_۱ \Rightarrow ۲\circ = ۵a + \circ \Rightarrow a_۱ = ۴m/s^۲$$

۲ در بازهٔ زمانی $t = ۵s$ تا $t = ۱۵s$ (به مدت ۱۰s) سرعت ثابت و برابر $۲۰m/s$ اسـت. در ایـن لحظه اتومبیـل ترمز می‌کند و در مـدت ۴s (بازهٔ ۱۵s تـا ۱۹s) متوقف می‌شود. شتاب را در این مدت حساب می‌کنیم.

$$v_۲ = at + v_۱ \xrightarrow[v_۱ = ۲\circ m/s]{v_۲ = \circ} \circ = ۴a_۲ + ۲\circ \Rightarrow a_۲ = -۵m/s^۲$$

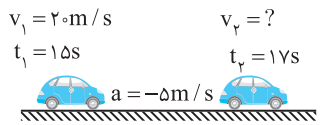
۳ سرعت در $t_1=2s$ و $t_2=17s$ را حساب می‌کنیم:

الف) در لحظهٔ $t_1=2s$ شتاب حرکت $4m/s^2$ و سرعت اولیه صفر است:



$$v=at+v_0 \xrightarrow{t=2s} v_1=2\times4+0\Rightarrow v_1=8m/s$$

ب) در لحظهٔ $t_2=17s$ شتاب حرکت $-5m/s^2$ و سرعت در ابتدای بازهٔ این شتاب یعنی $t_1=15s$ برابر $20m/s$ است.



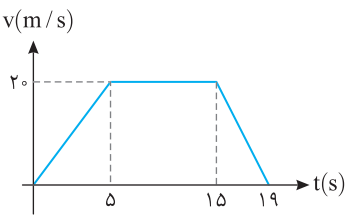
$$v=at+v_0\Rightarrow v_2=-5\times2+20\Rightarrow v_2=10m/s$$

۴ شتاب متوسط را حساب می‌کنیم:

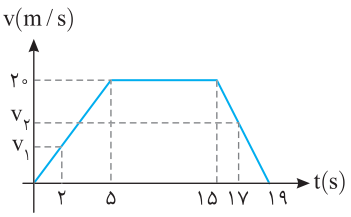
$$a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{10-8}{17-2}=\frac{2}{15}m/s^2$$

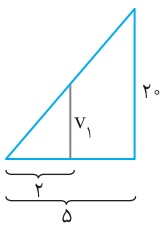
راه‌حل دوم:

نمودار $v-t$ متحرک را رسم کنیم. در مدت ۰ تا $5s$ سرعت از صفر به $20m/s$ رسیده و در مدت $5s$ تا $15s$ سرعت ثابت و در مدت $15s$ تا $19s$ سرعت از $20m/s$ به صفر رسیده است:

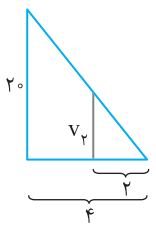


حال با توجه به تشابه، سرعت در $t_1=2s$ و $t_2=17s$ به دست می‌آوریم:





$$\frac{v_1}{2}=\frac{20}{5}\Rightarrow v_1=8m/s$$



$$\frac{v_2}{2}=\frac{20}{4}\Rightarrow v_2=10m/s$$

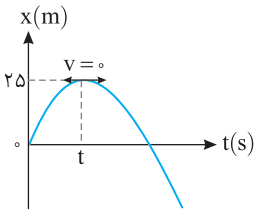
در نهایت شتاب متوسط را به دست می‌آوریم:

$$a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}\Rightarrow a_{av}=\frac{10-8}{17-2}=\frac{2}{15}m/s^2$$

۳۵ B

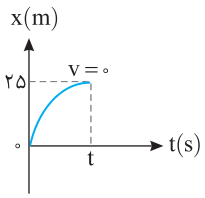
یادآوری در نمودار مکان - زمان در نقاط کمینه و بیشینه، سرعت متحرک صفر است.

۱ تندی متحرک در مکان $x=25m$ که رأس سهمی بوده برابر صفر است. با توجه به فرض سؤال در مکان $x=-375m$ نیز تندی $40m/s$ است، بنابراین به کمک رابطهٔ مستقل از زمان، شتاب حرکت را به دست می‌آوریم:



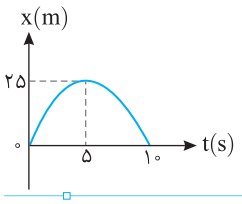
$$v_2^2-v_1^2=2a\Delta x\Rightarrow 1600=2a(x_2-x_1)$$
$$\Rightarrow 1600=2a(-375-25)$$
$$1600=-800a\Rightarrow a=-2m/s^2$$

۲ در بازهٔ زمانی ۰ تا t متحرک با شتاب $a=-2m/s^2$ به اندازهٔ $\Delta x=25m$ جابه‌جا شده و سرعت نهایی آن صفر شده است. ابتدا با توجه به رابطهٔ $v^2-v_0^2=2a\Delta x$ سرعت اولیه را حساب کرده و سپس به کمک معادلهٔ سرعت زمان t را به دست می‌آوریم:



$$v^2-v_0^2=2a\Delta x \xrightarrow[v=0]{a=-2m/s^2}$$
$$-v_0^2=-4\times25\Rightarrow v_0^2=100$$
$$\Rightarrow v_0=10m/s$$

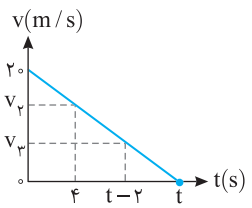
$$v=at+v_0\Rightarrow 0=-2t+10\Rightarrow t=5s$$



سهمی نسبت به محور قائم گذرا از رأس آن تقارن دارد از این رو متحرک در لحظهٔ $t=10s$ از مکان $x=0$ عبور کرده و در بازهٔ ۰ تا $10s$ مکان متحرک مثبت بوده و بردار مکان در جهت محور x است.

۳۶ B **۲**

نمودار سرعت - زمان خط راست است، پس شتاب حرکت ثابت است. اگر شتاب حرکت را a در نظر بگیریم در هر ثانیه سرعت به اندازهٔ a تغییر می‌کند. حال با توجه به شتاب a سرعت در لحظهٔ $t=4s$ و در لحظهٔ $2s$ قبل از توقف را حساب می‌کنیم:



$$v_2=at+v_1\begin{cases}\xrightarrow{0\text{ تا }4s} v_2=4a+20\\ \xrightarrow[t-2\text{ تا }t]{v_4=0} v_4=2a+v_3 \xrightarrow{v_4=0} v_3=-2a\end{cases}$$

حال با توجه به رابطهٔ $\Delta x=\frac{v_1+v_2}{2}\Delta t$ مسافت طی شده را در $4s$ نخست و $2s$ آخر حرکت را به دست می‌آوریم:

$$d_1=\frac{v_1+v_2}{2}\Delta t_1 \xrightarrow[v_2=20+4a]{v_1=20m/s} d_1=\frac{40+4a}{2}(4)\Rightarrow d_1=80+8a$$

$$d_2=\frac{v_3+v_4}{2}\Delta t_2 \xrightarrow[v_3=-2a]{v_4=0} d_2=\frac{-2a}{2}\times2\Rightarrow d_2=-2a$$

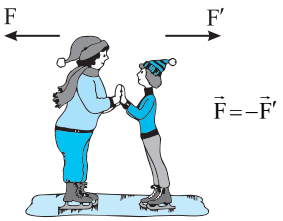
با توجه به سؤال نسبت $\frac{d_1}{d_2}$ برابر ۳۶ است، از این رو خواهیم داشت:

$$\frac{d_1}{d_2}=36\Rightarrow\frac{80+8a}{-2a}=36\Rightarrow 80+8a=-72a\Rightarrow 80=-80a\Rightarrow a=-1m/s^2$$

بزرگی شتاب برابر $|a|=1m/s^2$ است.

A ۴ ۳۷

نیروهای $\vec{F}$ و $\vec{F}'$ کنش و واکنش یکدیگرانـد پس ایـن دو نیـرو هم‌اندازه و خلاف جهت‌اند.

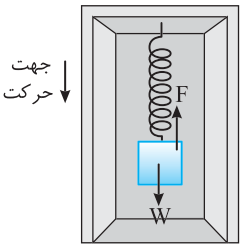


شتاب از رابطهٔ $F=ma\Rightarrow a=\frac{F}{m}$ به دست می‌آید. چون دو نیرو هم‌اندازه‌اند، پس هرچه جرم شخصی بیشتر باشد شتاب حرکت او کمتر است:

$$m_۲>m_۱ \xrightarrow[F=F']{a=\frac{F}{m}} a_۲<a_۱$$

B ۱ ۳۸

آسانسـور از حال سـکون رو به پایین شـروع به حرکت می‌کنـد. نیروهای وارد بر وزنه را رسـم می‌کنیـم. بر وزنه دو نیـرو (۱) وزن رو به پایین (۲) نیروی کشسانی فنر رو به بالا وارد می‌شود. بنا به قانون دوم نیوتون می‌توان نوشت:



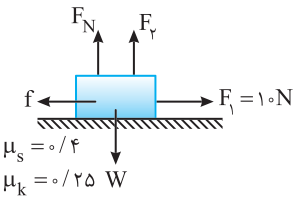
$$F_{net}=ma\Rightarrow W-F=ma\Rightarrow mg-kx=ma$$

$$\xrightarrow[k=۲۰۰N/m\,,\,a=۱m/s^۲]{x=۳۵-۲۶=۹cm} m\times۱۰-۲۰۰\times\frac{۹}{۱۰۰}=m\times۱$$

$$\Rightarrow ۱۰m-m=۱۸\Rightarrow ۹m=۱۸\Rightarrow m=۲kg$$

C ۴ ۳۹

خط فکری نیـروی $F_۲$ از صفـر تـا ۲۰N در حال تغییر اسـت بنابرایـن نیـروی اصطکاک آسـتانهٔ حرکـت $(f_{s\max})$ در حـال تغییـر است. شـما باید مشـخص کنید که $f_{s\max}$ ابتـدا صفر نیوتـون بوده و در نهایت چند نیوتون می‌شـود و با مقایسـه نیروی جلوبر $F_۱$ با $f_{s\max}$ مشخص کنید که جسم در حال سکون می‌ماند و یا اینکه به حرکت درمی‌آید.



۱ نیـروی عمودی سـطح و نیـروی اصطکاک آسـتانهٔ حرکت را وقتی $F_۲=۰$ اسـت حساب می‌کنیم:

$$F_۲=۰\Rightarrow F_N=W\Rightarrow F_{N_۱}=۴۰N$$

نیروی اصطکاک آستانهٔ حرکت:

$$f_{s\max_۱}=\mu_s F_N\Rightarrow F_{s\max_۱}=۰/۴\times۴۰=۱۶N$$

۲ نیروی $F_۱=۱۰N$ را با $F_{s\max}=۱۶N$ مقایسه می‌کنیم $F_۱<f_{s\max}$ است. بـه همین دلیل تا لحظه‌ای که $f_{s\max}\le۱۰N$ شـود، جسـم سـاکن می‌مانـد و نیروی اصطکاک برابر نیروی $F_۱$ بوده و اصطکاک ثابت می‌ماند $(f_s=F_۱=۱۰N)$

۳ با افزایش $F_۲$، نیروی عمودی سطح $(\downarrow F_N=W-F_۲\uparrow)$ کاهش می‌یابد که سبب کاهش $f_{s\max}$ می‌شود. وقتی $F_۲=۲۰N$ می‌شود، F_N و $f_{s\max}$ را به دست می‌آوریم.

$$F_N=W-F_۲\xrightarrow{F_۲=۲۰N}F_N=۴۰-۲۰=۲۰N$$

$$f_{s\max}=\mu_s F_N\Rightarrow F_{s\max}=۰/۴\times۲۰\Rightarrow f_{s\max}=۸N$$

۴ در این حالت $F_۱=۱۰N>f_{s\max}$ بوده یعنی جسـم به حرکت درمی‌آید و نیروی اصطـکاک، نیـروی اصطـکاک جنبشـی خواهد بـود کـه از $f_{s\max}$ کمتر اسـت، یعنی اصطکاک کاهش می‌یابد و برابر خواهد شد با:

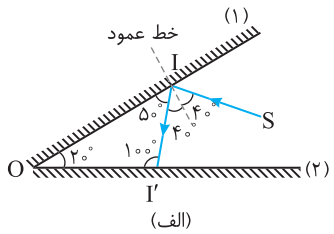
$$F_k=\mu_k F_N\Rightarrow F_k=۰/۲۵\times۲۰=۵N$$

در نتیجه ابتدا اصطکاک ثابت است و سپس کاهش می‌یابد.

B ۴ ۴۰

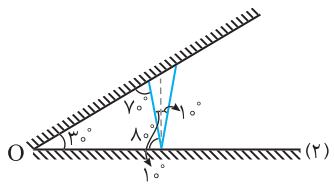
خط فکری در حـل این مسـائل بایـد یک‌به‌یک، زاویـهٔ تابش و بازتـاب در هر بار برخورد نور به هر آینه را ادامه داده تا لحظه‌ای که دیگر پرتو به آینه‌ای برخورد نکند البته شما باید مقداری هندسه بدانید و اینکه مجموع زوایای داخلی مثلث ۱۸۰° است، سپس بروید و با حوصله مسئله را حل کنید.

۱ زاویـهٔ تابش بر سـطح آینه (۱) بنـا بـر فـرض مسـئله ۴۰° اسـت و بنـا بـر قانـون بازتـاب عمومـی، زاویهٔ بازتاب نیز ۴۰° و زاویه‌ای که پرتو بازتاب با سـطح آینـه (۱) می‌سـازد ۵۰° خواهـد بود.



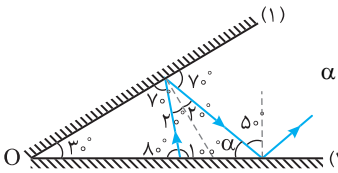
(الف)

۲ بـه مثلـث OII′ شـکل (الف) نگاه کنید. زاویه‌ای که پرتو تابیـده به سـطح آینـه (۲) با آینه می‌سـازد ۱۰۰° اسـت. اگر خط عمود را رسـم کنید در شکل (ب) مشـخص می‌شـود که زاویهٔ تابش ۱۰° است. پرتو بازتاب وقتی به آینه (۱) می‌رسد با آن زاویه ۱۱۰° می‌سازد.



(ب)

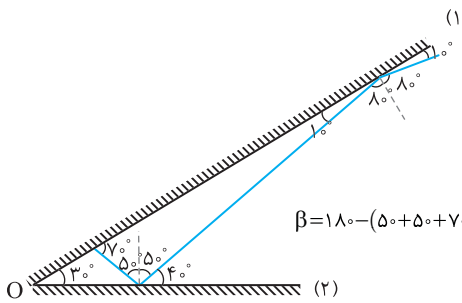
۳ بـرای پرتویـی که مجدد به آینـهٔ (۱) با زاویهٔ ۷۰° برخورد کرده خط عمود رسـم می‌کنیم زاویهٔ تابش ۲۰° می‌شود:



$$\alpha=۱۸۰-(۲۰+۲۰+۱۰۰)=۴۰°$$

(پ)

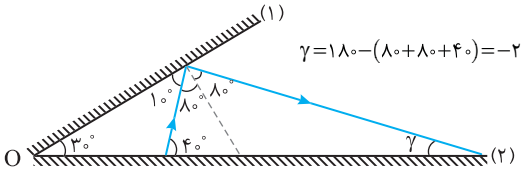
با توجه به شکل (ت) زاویهٔ پرتویی که مجدد به سطح (۱) می‌تابد با آن ۱۰° است.



$$\beta=۱۸۰-(۵۰+۵۰+۷۰)=۱۰°$$

(ت)

پرتویی که به سطح (۱) تابیده شده دارای زاویهٔ تابش ۸۰° است.



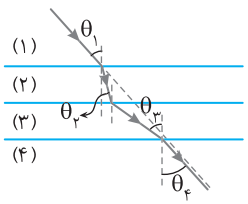
$$\gamma=۱۸۰-(۸۰+۸۰+۴۰)=-۲۰°$$

(ث)

بنابراین هیچگاه زاویهٔ γ تشکیل نمی‌شود و آخرین زاویهٔ تابش برابر ۸۰° است.

۴۱ B ۳

نکته هرچه زاویه‌ای که پرتو با خط عمود می‌سازد بزرگتر باشد، تندی نور در آن محیط بیشتر است.



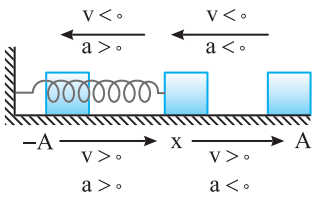
۱ پرتو ورودی از محیط (۱) با پرتو خروجی در محیط (۴) با هم موازی هستند. $(\theta_1=\theta_4)$ در نتیجه تندی نور در این دو محیط با هم برابر است.

۲ زاویهٔ بین پرتو و خط عمود در محیط (۲) (θ_2) از سه محیط دیگر کمتر و زاویهٔ بین پرتو و خط عمود در محیط (۳) (θ_3) از سه محیط دیگر بیشتر است بنابراین:

$$v_2<v_1=v_4<v_3$$

۴۲ C ۱

خط فکری به مسیر حرکت سامانهٔ جرم - فنر شکل روبه‌رو دقت کنید. در مدتی که نوسانگر از مکان $-A$ به سوی مرکز نوسان می‌رود بردار شتاب و سرعت در جهت محور x هستند که این بازه $\frac{T}{4}$ طول می‌کشد. ابتدا دوره را به دست بیاورید و معین کنید که بازهٔ زمانی داده شده چه کسری از دوره است؟ مکان نوسانگر در ابتدای بازه $t_1=0/5s$ را به دست آورده و مسیر حرکت تا $t_2=5s$ را دنبال کنید تا مشخص شود چه مدتی a و v همزمان مثبت هستند.



۱ با توجه به معادلهٔ $x=0/04\cos\frac{\pi}{2}t$ دوره خواهد شد:

$$\omega=\frac{2\pi}{T}\Rightarrow\frac{\pi}{2}=\frac{2\pi}{T}\Rightarrow T=4s$$

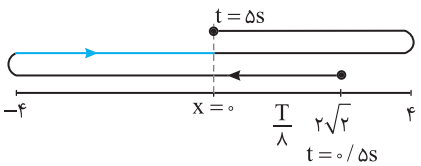
۲ بازهٔ $t_1=0/5s$ تا $(t_2=5s)$ را با دوره مقایسه می‌کنیم.

$$\frac{\Delta t}{T}=\frac{5-0/5}{4}=\frac{4/5}{4}\Rightarrow\Delta t=\frac{9}{8}T=T+\frac{T}{8}$$

۳ مکان در ابتدای بازه $t_1=0/5s$ را به دست می‌آوریم.

$$x=0/04\cos\frac{\pi}{2}\times(\frac{1}{2})=0/04\cos\frac{\pi}{4}=0/04\times\frac{\sqrt{2}}{2}\Rightarrow x=0/02\sqrt{2}m=2\sqrt{2}cm$$

۴ به کمک بازه‌های زمانی شناخته شده از مکان $2\sqrt{2}$ مسیر را دنبال می‌کنیم.



۵ بنابراین تنها در قسمت رنگی مسیر $(\frac{T}{4})$، a و v همزمان مثبت هستند.

$$\frac{T}{4}=\frac{4}{4}=1s$$

۴۳ B ۱

خط فکری مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل برابر انرژی مکانیکی نوسانگر بوده و انرژی مکانیکی نوسانگر $E=2\pi^2mA^2F^2$ است. بنابراین کافی است K و U را با هم جمع کرده سپس به کمک رابطهٔ انرژی مکانیکی بسامد را حساب کنیم.

انرژی مکانیکی برابر است با:

$$E=K+U\xrightarrow[U=15\times10^{-3}J]{K=5\times10^{-3}J}E=5\times10^{-3}+15\times10^{-3}\Rightarrow E=20\times10^{-3}J$$

بسامد را حساب می‌کنیم.

$$E=2\pi^2mA^2f^2\xrightarrow[\pi^2=10]{A=2\times10^{-2},\ m=0/1kg}$$

$$20\times10^{-3}=2\times10\times0/1\times(2\times10^{-2})^2f^2\Rightarrow20\times10^{-3}=2\times10\times0/1\times(2\times10^{-2})^2f^2$$

$$\Rightarrow10^{-2}=(2\times10^{-2})^2f^2\xrightarrow{\text{از طرفین جذر می‌گیریم}}10^{-1}=2\times2^0F\Rightarrow f=5HZ$$

۴۴ C ۴

۱ انرژی فوتون را برحسب الکترون ولت به دست می‌آوریم.

$$E_{\text{فوتون}}=\frac{4/08\times10^{-19}}{1/6\times10^{-19}}\Rightarrow E_{\text{فوتون}}=2/55eV$$

۲ در گذار الکترون از مدار n به n'، الکترون فوتونی با اختلاف انرژی دو تراز گسیل می‌کند. از این رو انرژی الکترون در ترازهای مختلف را از رابطهٔ $E_n=-E_R/n^2$ به دست می‌آوریم و مشخص می‌کنیم اختلاف انرژی کدام ترازها برابر $2/55eV$ می‌شود.

$$E_n=-\frac{E_R}{n^2}\begin{cases}\xrightarrow{n=1}E_1=-13/6eV\\ \xrightarrow{n=2}E_2=-\frac{13/6}{4}=-3/4eV\\ \xrightarrow{n=3}E_3=\frac{-13/6}{3^2}=-1/5ev\\ \xrightarrow{n=4}E_4=\frac{-13/6}{4^2}=-0/85eV\end{cases}$$

بنابراین اختلاف انرژی ترازهای $n=4$ و $n'=2$ برابر $-0/85-(3/4)=2/55eV$ است.

۳ شعاع مدار چهارم خواهد شد. $r_n=n^2a_0\xrightarrow{n=4}r_2=16a_0$

۴۵ B ۴

۱ بیشترین بسامد گسیلی (یعنی کوتاه‌ترین طول موج) گسیلی و قتی است که الکترون از تراز بینهایت به تراز $n'=3$ در رشتهٔ پاشن برود. با توجه به رابطهٔ ریدبرگ کوتاه‌ترین طول موج را حساب می‌کنیم.

$$\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2})\Rightarrow\frac{1}{\lambda}=0/01(\frac{1}{3^2}-\frac{1}{\infty})\Rightarrow\lambda_{min}=900nm$$

۲ بیشینه بسامد خواهد شد:

$$f_{max}=\frac{c}{\lambda_{min}}=\frac{3\times10^8}{900\times10^{-9}}\Rightarrow f_{max}=\frac{1}{3}\times10^{15}Hz$$

۳ کمترین بسامد گسیلی (یعنی بلندترین موج) وقتی گسیل می‌شود که الکترون از تراز $n=4$ به تراز $n'=3$ در رشتهٔ پاشن برود از این رو خواهیم داشت:

$$\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2})\Rightarrow\frac{1}{\lambda_{max}}=\frac{1}{100}(\frac{1}{9}-\frac{1}{16})=\frac{1}{100}(\frac{16-9}{9\times16})$$

$$\Rightarrow\lambda_{max}=\frac{900\times16}{7}nm$$

۴ کمترین بسامد را حساب می‌کنیم.

$$f_{min}=\frac{c}{\lambda_{max}}=\frac{3\times10^8}{\frac{900\times16}{7}\times10^{-9}}\Rightarrow f_{min}=\frac{7}{48}\times10^{15}Hz$$

۵ اختلاف دو بسامد را حساب می‌کنیم.

$$f_{max}-f_{min}=\frac{1}{3}\times10^{15}-\frac{7}{48}\times10^{15}\Rightarrow\Delta f=(\frac{16-7}{48})\times10^{15}=\frac{30}{16}\times10^{14}$$

$$\Rightarrow\Delta f=1/875\times10^{14}Hz$$

۴۶ ۴

یادآوری در هسته‌های سبک مانند اکسیژن $^{16}_{8}O$، تعداد نوترون‌ها (N) و تعداد پروتون‌ها (Z) با هم برابر است و هرچه در جدول تناوبی به سمت هسته‌های (عناصر) سنگین‌تر با عدد اتمی بزرگ‌تر برویم تعداد نوترون‌ها افزایش می‌یابد.

با توجه به یادآوری بالا، در هسته‌های پایدار سنگین‌تر نسبت N/Z بزرگ‌تر است.

B ۳ ۴۷

نیمه‌عمر مادهٔ پرتوزا ۴۵ دقیقه یعنی $\frac{۴۵}{۶۰}=\frac{۳}{۴}h$ است، بنابراین تعداد نیمه‌عمرهای این ماده در مدت ۳h خواهد شد:

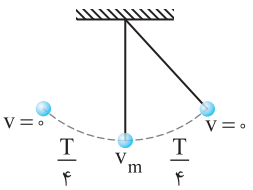
$$n=\frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}}\Rightarrow n=\frac{۳}{\frac{۳}{۴}}\Rightarrow n=۴$$

مقدار مادهٔ اولیهٔ باقی‌مانده را حساب می‌کنیم.

$$N=N_{۰}(\frac{۱}{۲})^{n}\Rightarrow\frac{N}{N_{۰}}=(\frac{۱}{۲})^{۴}\Rightarrow\frac{N}{N_{۰}}=\frac{۱}{۱۶}$$

B ۱ ۴۸

۱ تندی آونگ هنگام عبور از مرکز نوسان (حالت قائم) بیشینه است و زمانی که طول می‌کشد تا آونگ از انتهای مسیر به مرکز نوسان برسد $\frac{T}{۴}$ است و زمانی که طول می‌کشد تا آونگ از یک انتهای مسیر به انتهای دیگر برود $\frac{T}{۲}$ ثانیه است، بنابراین با توجه به فرض مسئله می‌توان نوشت:



$$\frac{T_A}{۴}=\frac{T_B}{۲}\Rightarrow T_A=۲T_B\quad(۱)$$

۲ دورهٔ آونگ $T=۲\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ است، دوره را در رابطهٔ (۱) جای‌گذاری می‌کنیم.

$$۲\pi\sqrt{\frac{\ell_A}{g}}=۲(۲\pi)\sqrt{\frac{\ell_B}{g}}\Rightarrow\ell_A=۴\ell_B$$

B ۲ ۴۹

۱ تندی انتشار موج در تار را حساب می‌کنیم.

$$f_n=\frac{nv}{۲\ell}\xrightarrow[f_۱=۱۲۵Hz,\ \ell=۱m]{\text{مد اصلی } n=۱}۱۲۵=\frac{v}{۲\times۱}\Rightarrow v=۲۵۰m/s$$

۲ چگالی خطی جرم را به‌دست می‌آوریم.

$$\mu=\frac{m}{\ell}\xrightarrow[\ell=۱m]{m=۹g=۹\times۱۰^{-۳}kg}\mu=۹\times۱۰^{-۳}kg/m$$

۳ نیروی کشش تار خواهد شد:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}\Rightarrow۲۵۰=\sqrt{\frac{F}{۹\times۱۰^{-۳}}}\Rightarrow(۲۵۰)^{۲}=\frac{F}{۹\times۱۰^{-۳}}$$

$$F=۵۶۲۵۰۰\times۱۰^{-۳}N\Rightarrow F=۵۶۲/۵N$$

B ۳ ۵۰

۱ به کمک معادلهٔ مستقل از زمان، شتاب حرکت متحرک را حساب می‌کنیم.

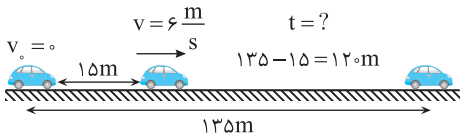
$$v^{۲}-v_{۰}^{۲}=۲a\Delta x\Rightarrow(۶)^{۲}-۰=۲a\times۱۵\Rightarrow a=\frac{۳۶}{۳۰}\Rightarrow a=۱/۲m/s^{۲}$$

۲ در قسمت دوم مسیر، متحرک مسافت ۱۳۵−۱۵=۱۲۰m را طی کرده است. زمان این قسمت را به کمک معادلهٔ جابه‌جایی - زمان به‌دست می‌آوریم. سرعت اولیهٔ این قسمت ۶m/s است.

$$\Delta x=\frac{۱}{۲}at^{۲}+v_{۰}t\Rightarrow۱۲۰=\frac{۱}{۲}\times۱/۲t^{۲}+۶t\Rightarrow۰/۶t^{۲}+۶t-۱۲۰=۰$$

$$\xrightarrow[\text{تقسیم می‌کنیم}]{\text{دو طرف را به }۰/۶}t^{۲}+۱۰t-۲۰۰=۰\Rightarrow(t+۲۰)(t-۱۰)=۰$$

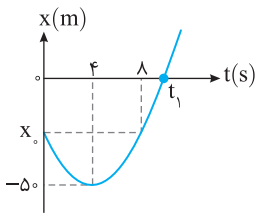
$$\Rightarrow\begin{cases}t=۱۰s\\t=-۲۰s\ \text{غ ق ق}\end{cases}$$



B ۱ ۵۱

خط فکری هرگاه سرعت متوسط در یک بازهٔ زمانی صفر شود، یعنی متحرک در ابتدا و انتهای بازه در یک مکان قرار دارد. از طرفی در حرکت با شتاب ثابت نمودار مکان - زمان سهمی است و سهمی نسبت به محور گذرا از رأس آن دارای تقارن است و در بازهٔ زمانی یکسان در دو طرف محور مکان یکسان است. اکنون با توجه به این نکات مسئله را حل می‌کنیم.

۱ در مدت ۸s اول سرعت متوسط صفر است یعنی مکان متحرک در $t=۰$ و $t=۸s$ یکسان است و این دو لحظه نسبت به محور دارای تقارن بوده و مختصات رأس سهمی خواهد شد $(t=۴s, x=-۵۰m)$.



۲ تندی در لحظهٔ $t_۱$ برابر ۲۰m/s بوده و از طرفی شیب خط مماس در این لحظه مثبت است یعنی سرعت متحرک در این لحظه $+۲۰m/s$ است و در لحظهٔ $t=۴s$ سرعت صفر است. در بازهٔ زمانی ۴s تا $t_۱$ متحرک جابه‌جایی $\Delta x=+۵۰m$ را طی کرده است، بنابراین به کمک معادلهٔ مستقل از زمان شتاب حرکت خواهد شد:

$$v^{۲}-v_{۰}^{۲}=۲a\Delta x\Rightarrow۲۰^{۲}-۰=۲a(+۵۰)\Rightarrow a=۴m/s^{۲}$$

۳ سرعت اولیه را حساب می‌کنیم.

$$v=at+v_{۰}\xrightarrow{t=۴s,\ v=۰}۰=۴\times۴+v_{۰}\Rightarrow v_{۰}=-۱۶m/s$$

یادآوری در حرکت با شتاب ثابت در یک بازهٔ زمانی معین، سرعت متوسط میانگین سرعت ابتدایی و انتهایی متحرک در آن بازه است.

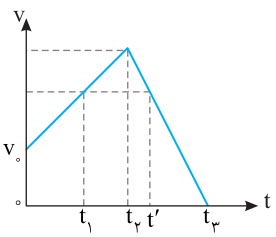
$$v_{av}=\frac{v_۱+v_۲}{۲}$$

۴ سرعت متوسط در بازهٔ $t=۰$ تا $t=t_۱$ خواهد شد:

$$v_{av}=\frac{-۱۶+۲۰}{۲}=۲m/s$$

B ۲ ۵۲

۱ در تمام لحظات در بازهٔ زمانی $t_۱$ تا $t_۲$، تندی متحرک از تندی آن در بازهٔ زمانی ۰ تا $t_۱$ بیشتر است. بنابراین تندی متوسط در بازهٔ $t_۱$ تا $t_۲$ قطعاً از تندی متوسط در بازهٔ ۰ تا $t_۱$ بیشتر است و گزینهٔ (۱) حذف می‌شود.

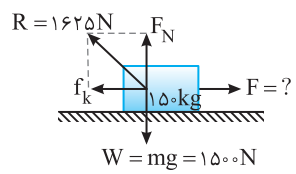


۲ در مقایسهٔ بازهٔ $t_۲$ تا $t_۳$ با بازهٔ $t_۱$ تا $t_۲$ مشخص است که در بازهٔ $t_۲$ تا $t_۳$ با گذشت زمان تندی متحرک به صفر می‌رسد. در این صورت تندی متوسط در بازهٔ $t_۱$ تا $t_۲$ از بازهٔ $t_۲$ تا $t_۳$ بیشتر است و گزینهٔ (۴) نیز حذف می‌شود.

۳ در بازهٔ صفر تا $t_۳$ نیز در یک مدت زمان طولانی تندی در هر لحظه از تندی در بازهٔ $t_۱$ تا $t_۲$ کوچک‌تر است از این رو تندی متوسط در این بازه از تندی متوسط در بازهٔ $t_۱$ تا $t_۲$ کمتر خواهد بود و گزینهٔ (۲) درست است.

B ۴ ۵۳

یادآوری نیرویی که سطح زمین به جسم وارد می‌کند (R) برایند نیروی اصطکاک (f_k) و نیروی عمودی سطح است $(R=\sqrt{f_k^{۲}+F_N^{۲}})$.



۱ جسم در راستای قائم حرکتی ندارد بنابراین $F_N=W\Rightarrow F_N=۱۵۰۰N$

۲ نیروی اصطکاک جنبشی را به کمک نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند حساب

می‌کنیم.

$$۱۶۲۵=\sqrt{f_k^۲+(۱۵۰۰)^۲}\Rightarrow(۱۶۲۵)^۲=f_k^۲+(۱۵۰۰)^۲$$

$$\Rightarrow f_k^۲=(۱۶۲۵)^۲-(۱۵۰۰)^۲\Rightarrow f_k^۲=(۱۶۲۵-۱۵۰۰)(۱۶۲۵+۱۵۰۰)$$

$$f_k^۲=۱۲۵(۳۱۲۵)\Rightarrow f_k^۲=۱۲۵\times(۱۲۵\times۲۵)\Rightarrow f_k=۱۲۵\times۵=۶۲۵N$$

۳ با توجه به قانون دوم نیوتون خواهیم داشت:

$$F_{net}=ma\Rightarrow F-f_k=ma\xrightarrow{a=۲m/s^۲}F-۶۲۵=۱۵۰\times۲$$

$$\Rightarrow F=۹۲۵N$$

B ۵۴ ۴

۱ جهت مثبت را رو به پایین در نظر می‌گیریم.

سرعت برخورد گلوله به زمین را حساب می‌کنیم.

$$v^۲=+۲gy\Rightarrow v^۲=۲\times۱۰\times۲۰\Rightarrow v=۲۰m/s$$

۲ تندی برگشت رو به بالا $۱۰m/s$ است. چون جهت مثبت را رو به پایین در نظر گرفته‌ایم، سرعت برگشت رو به بالا $-۱۰m/s$ می‌شود، بنابراین بزرگی شتاب در بازهٔ زمانی تماس توپ با زمین خواهد شد:

$$|a|=\frac{|\Delta v|}{\Delta t}\xrightarrow{\Delta t=۰/۲s}|a|=\frac{|-۱۰-۲۰|}{۰/۲}\Rightarrow|a|=۱۵۰m/s^۲$$

۳ نیروی متوسط وارد بر گلوله را به کمک قانون دوم نیوتون حساب می‌کنیم.

$$F_{av}=ma\xrightarrow{m=۰/۲kg}F_{av}=۰/۲\times۱۵۰\Rightarrow F_{av}=۳۰N$$

B ۱ ۵۵

خط فکری معادلهٔ حرکت دو متحرک را به کمک نمودار مکان - زمان نوشته و با هم برابر قرار می‌دهیم. نمودار هر دو خط راست مایل است. بنابراین حرکت هر دو متحرک با سرعت ثابت صورت می‌گیرد.

۱ سرعت متحرک A برابر است با: $v_A=\frac{\Delta x}{\Delta t}\Rightarrow v_A=\frac{۰-۱۶}{۸-۰}=-۲m/s$

مکان اولیه A، $x_{۰A}=+۱۶m$ بوده و معادلهٔ حرکت A خواهد شد:

$$x=vt+x_۰\Rightarrow x_A=-۲t+۱۶$$

۲ سرعت متحرک B را حساب می‌کنیم.

$$v_B=\frac{\Delta x}{\Delta t}\Rightarrow v_B=\frac{-۲۵-(-۲۹)}{۸-۰}\Rightarrow v_B=+\frac{۱}{۲}m/s$$

مکان اولیهٔ متحرک B، $x_{۰B}=-۲۹m$ بوده و معادلهٔ حرکت B خواهد شد:

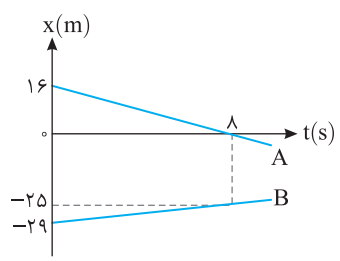
$$x=vt+x_۰\Rightarrow x_B=\frac{۱}{۲}t-۲۹$$

۳ دو معادله را برابر قرار داده و لحظهٔ رسیدن دو متحرک به هم را به‌دست می‌آوریم.

$$x_A=x_B\Rightarrow-۲t+۱۶=\frac{۱}{۲}t-۲۹\Rightarrow۴۵=۲/۵t\Rightarrow t=۱۸s$$

۴ مکان رسیدن دو متحرک به هم خواهد شد:

$$x=-۲\times۱۸+۱۶\Rightarrow x=-۳۶+۱۶\Rightarrow x=-۲۰m$$



B ۲ ۵۶

یادآوری با توجه به تعریف تکانه و قانون دوم نیوتون خواهیم داشت:

$$F_{net}=ma\xrightarrow{a=\Delta v/\Delta t}F_{net}=\frac{m\Delta v}{\Delta t}\xrightarrow{\Delta P=m\Delta v}$$

$$F_{net}=\frac{\Delta P}{\Delta t}\Rightarrow\Delta P=F_{net}\Delta t$$

نیروی خالص وارد بر جسم مطابق شکل مسئله خواهد شد:

$f_k=۶۰N$ W $\longrightarrow F=۱۰۰N$

$$F_{net}=F-f_k=۱۰۰-۶۰\Rightarrow F_{net}=۴۰N$$

تغییر تکانه در مدت یک ثانیه را حساب می‌کنیم.

$$\Delta P=F_{net}\Delta t\Rightarrow\Delta P=۴۰\times۱\Rightarrow\Delta P=۴۰kgm/s$$

B ۳ ۵۷

اختلاف تراز شدت صوت A و B از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

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

با توجه به فرض مسئله $\beta_A-\beta_B=۱۰dB$ و $I_A=۰/۰۴W/m^۲$ است. از این رو خواهیم داشت:

$$۱۰=۱۰\log\frac{۰/۰۴}{I_B}\Rightarrow\log\frac{۰/۰۴}{I_B}=۱\Rightarrow\frac{۰/۰۴}{I_B}=۱۰$$

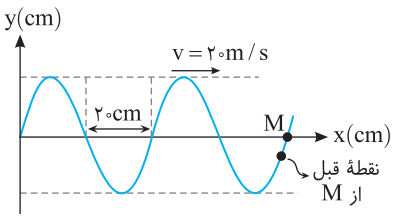
$$\Rightarrow I_B=\frac{۰/۰۴}{۱۰}=۰/۰۰۴W/m^۲$$

در این صورت اختلاف شدت این دو صوت خواهد شد:

$$I_A-I_B=۰/۰۴-۰/۰۰۴=۰/۰۳۶W/m^۲\Rightarrow I_A-I_B=۳۶\,mW/m^۲$$

B ۴ ۵۸

خط فکری در حل مسائل نقش موج معمولاً ابتدا از روی محور افقی، طول موج را حساب کرده سپس به کمک تندی انتشار موج دوره را حساب می‌کنیم و بعد از آن با توجه به جهت حرکت موج، رفتار نقطهٔ مورد نظر را بررسی می‌کنیم.



گام اول: یافتن طول موج:

$$\frac{\lambda}{۲}=۲۰cm\Rightarrow\lambda=۰/۴m$$

گام دوم: یافتن دوره:

$$T=\frac{\lambda}{v}\Rightarrow T=\frac{۰/۴}{۲۰}\Rightarrow T=۰/۰۲s$$

گام سوم: نقطهٔ M در حال گذر از مرکز نوسانش بوده و نقطهٔ قبل از M پایین‌تر از نقطهٔ M است. یعنی M در حال حرکت رو به پایین و دارای بیشینه تندی است.

$$v_m=A\omega\Rightarrow v_m=A\frac{۲\pi}{T}\xrightarrow{A=۰/۰۲m}v_m=۰/۰۲\times\frac{۲\times۳/۱۴}{۰/۰۲}$$

$$\Rightarrow v_m=۶/۲۸m/s$$

B ۲ ۵۹

۱ معادلهٔ حرکت نوسانگر به صورت $x=۰/۰۴\cos۴\pi t$ است، بنابراین دورهٔ حرکت آن خواهد شد:

$$\omega=\frac{۲\pi}{T}\Rightarrow۴\pi=\frac{۲\pi}{T}\Rightarrow T=\frac{۲}{۴}\Rightarrow T=۰/۵s$$

۲ اندازهٔ بازهٔ زمانی $t_۱=۰/۱s$ تا $t_۲=۱/۳۵s$ برابر $\Delta t=۱/۳۵-۰/۱=۱/۲۵s$ است. این بازه را با دوره مقایسه می‌کنیم.

$$\frac{\Delta t}{T}=\frac{۱/۲۵}{۰/۵}\Rightarrow\frac{\Delta t}{T}=\frac{۵}{۲}\Rightarrow\Delta t=\frac{۵}{۲}T\Rightarrow\Delta t=۲T+\frac{T}{۲}$$

یادآوری در هر دوره نوسانگر مسافتی چهار برابر دامنه $(4A)$ را طی می‌کند و در نیم دوره مسافت $2A$ را طی می‌کند.

۳ مسافت طی شده توسط نوسانگر را حساب می‌کنیم.

$$\ell = 4A + 4A + 2A \Rightarrow \ell = 10A \xrightarrow{A=0/04m} \ell = 10\times 0/04$$

$$\Rightarrow \ell = 0/4m \Rightarrow \ell = \frac{2}{5}m$$

B ۳ ۶۰

۱ انرژی الکترون در تراز سوم $(n=3)$ را حساب می‌کنیم.

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \xrightarrow{E_R=13/6eV} E_3 = -\frac{13/6}{3^2} \Rightarrow E_3 = \frac{-13/6}{9}eV$$

۲ اختلاف انرژی تراز سوم و تراز پایه را به‌دست می‌آوریم.

$$E_3 - E_1 = \frac{-13/6}{9} - (-13/6) \Rightarrow \Delta E = \frac{8}{9}\times 13/6eV$$

۳ اختلاف انرژی دو تراز به صورت یک فوتون الکترومغناطیسی گسیل می‌شود بنابراین می‌توان نوشت:

$$\Delta E = hf \xrightarrow{h=4\times 10^{-15}eV.s} \frac{8}{9}\times 13/6 = 4\times 10^{-15}f$$

$$\Rightarrow f \sim 3/0222\times 10^{15}Hz \Rightarrow f = 3022/2\,THz$$

B ۲ ۶۱

خط فکری نیروهای وارد بر صندوق را رسم می‌کنیم و به کمک قانون دوم نیوتون، شتاب حرکت را حساب کرده و جابه‌جایی صندوق در مدت $2s$ را با استفاده از فرمول‌های حرکت‌شناسی به‌دست می‌آوریم و سرانجام کار نیروی F $(W=Fd)$ را حساب می‌کنیم.

۱ نیروی اصطکاک را حساب می‌کنیم.

$$f_k = \mu_k F_N \xrightarrow{\mu_k=0/4} f_k = 0/4\times 500 = 200N$$

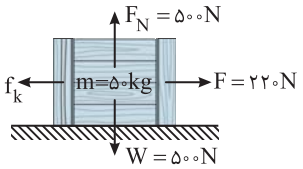
۲ بنا به قانون دوم نیوتون:

$$F_{net} = ma \Rightarrow F - f_k = ma \Rightarrow 220 - 200 = 50a \Rightarrow a = 0/4m/s^2$$

۳ جابه‌جایی متحرک در مدت $2s$ خواهد شد:

$$\Delta x = d = \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow d = \frac{1}{2}\times 0/4\times 2^2 \Rightarrow d = 0/8m$$

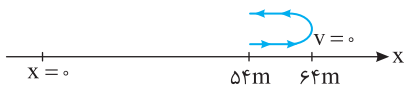
۴ کار نیروی F را به‌دست می‌آوریم. $W = Fd \Rightarrow W = 220\times 0/8 \Rightarrow W = 176J$



پاسخ کنکور ۱۴۰۲ تجربی - (نوبت اول)

B ۱ ۶۲

۱ مکان متحرکی در لحظه‌های t_1 و t_3 یکسان است، پس جابه‌جایی متحرک در بازهٔ $2s$ تا $6s$ صفر شده و سرعت متوسط در این بازه صفر است.



یادآوری در حرکت با شتاب ثابت سرعت متوسط در یک بازهٔ زمانی برابر سرعت متحرک در لحظهٔ وسط آن بازهٔ زمانی است.

وسط بازهٔ زمانی $2s$ تا $6s$، لحظهٔ $\frac{2+6}{2} = 4s$ است:

$$\begin{cases} v_{av_{2s\text{ تا }6s}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = 0 \\ v_{av_{2s\text{ تا }6s}} = v_{4s} \end{cases} \Rightarrow v_{4s} = 0$$

۲ در بازهٔ $4s$ تا $6s$ متحرک به اندازهٔ $\Delta x = x_3 - x_2 = -10m$ جابه‌جا شده و سرعت در ابتدای بازه یعنی در لحظهٔ $t = 4s$ صفر است:

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_{0\,\text{اولیه}}t \xrightarrow[\Delta t = 6-4 = 2s]{v_{\text{اولیه}}=0} -10 = \frac{1}{2}a\times(2)^2 \Rightarrow a = -5m/s^2$$

یادآوری در حرکت با شتاب ثابت سرعت متوسط در یک بازهٔ زمانی برابر میانگین سرعت اولیه و انتهایی مسیر است:

$$v_{av} = \frac{v_1 + v_2}{2}$$

۳ برای به‌دست آوردن سرعت متوسط در بازهٔ $t_1 = 0$ تا $t_2 = 10s$، ابتدا سرعت را در این دو لحظه حساب می‌کنیم:

$$v = at + v_0 \xrightarrow[v_{4s}=0,\,v_0=?]{\Delta t=4s,\,a=-5m/s^2} 0 = -20 + v_0 \Rightarrow v_0 = 20m/s$$

$$v = at + v_0 \xrightarrow[v_0=20m/s,\,v_{10s}=?]{\Delta t=10s,\,a=-5m/s} v_{10s} = -50 + 20 \Rightarrow v_{10s} = -30m/s$$

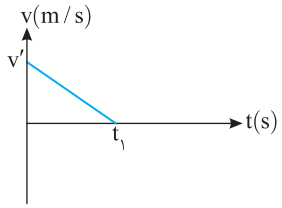
۴ حال سرعت متوسط را در ۱۰ ثانیه اول حرکت، حساب می‌کنیم:

$$v_{av} = \frac{v_0 + v_{10s}}{2} = \frac{20 + (-30)}{2} = -5m/s$$

بزرگی سرعت متوسط برابر $|\vec{v}_{av}| = 5m/s$ است.

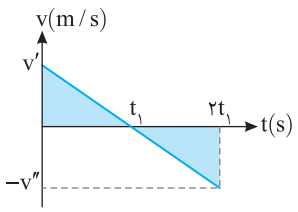
B ۳ ۶۳

۱ در بازهٔ صفر تا t_1 نمودار $v-t$ به صورت خط راست است و شتاب متحرک برابر شیب خط نمودار خواهد بود. سرعت اولیه را v' فرض می‌کنیم در این صورت:



$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0 - v'}{t_1} = \frac{-v'}{t_1}$$

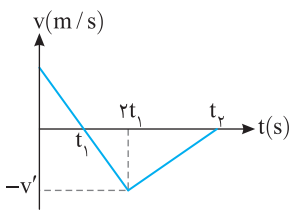
۲ برای شتاب در بازهٔ $2t_1$ تا t_2 نیز به صورت بالا عمل می‌کنیم. اما در ابتدا با توجه به تشابه دو مثلث رنگی سرعت در $2t_1$ را بر حسب v' حساب می‌کنیم:



$$\frac{v'}{t_1} = \frac{v''}{2t_1 - t_1} \Rightarrow v'' = v'$$

۳ اکنون شتاب در قسمت دوم حرکت را به‌دست می‌آوریم:

$$a' = \frac{\Delta v'}{\Delta t'} \Rightarrow a' = \frac{0 - (-v')}{t_2 - 2t_1} \Rightarrow a' = \frac{v'}{t_2 - 2t_1}$$

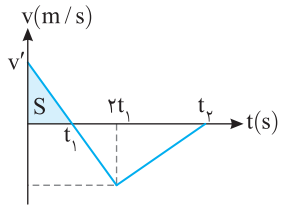


۴ با توجه به فرض مسئله $|a| = 2|a'|$ است:

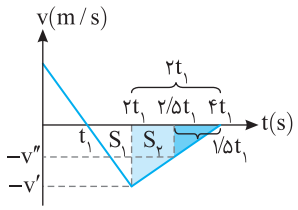
$$\frac{v'}{t_1} = 2\frac{v'}{t_2 - 2t_1} \Rightarrow t_2 - 2t_1 = 2t_1 \Rightarrow t_2 = 4t_1$$

۵ حال با توجه به سطح زیر نمودار در بازهٔ صفر تا t_1 مسافت طی شده در این بازه را حساب کرده و تندی متوسط در این بازه را حساب می‌کنیم:

$$\ell = S \Rightarrow \ell = \frac{v't_1}{2} \qquad s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} \Rightarrow s_{av} = \frac{\frac{v't_1}{2}}{t_1} = \frac{v'}{2}$$



۶ مجدداً با توجه به سطح زیر نمودار باید مسافت طی شده در بازهٔ t_1 تا $2/5t_1$ را به‌دست آوریم:



$$\frac{v'}{2t_1}=\frac{v''}{1/5t_1}\Rightarrow v''=\frac{3}{4}v'$$

$$\ell'=S_1+S_2\Rightarrow \ell'=\frac{v't_1}{2}+\frac{0/5t_1(\frac{7}{4}v')}{2}\Rightarrow \ell'=\frac{v't_1}{2}+\frac{7v't_1}{16}$$

$$\ell'=\frac{15}{16}v't_1$$

$$s'_{av}=\frac{\ell'}{\Delta t'}\Rightarrow s'_{av}=\frac{\frac{15}{16}v't_1}{\frac{3}{2}t_1}=\frac{5}{8}v'$$

حال نسبت $\frac{s_{av}}{s'_{av}}$ را حساب می‌کنیم:

$$\frac{s_{av}}{s'_{av}}=\frac{\frac{v'}{2}}{\frac{5}{8}v'}=\frac{4}{5}$$

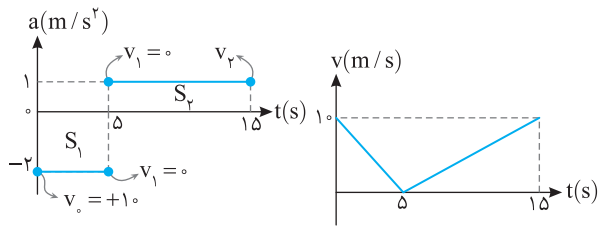
B ۶۴ ۲

ابتدا از روی نمودار $a-t$، نمودار $v-t$ متحرک را رسم می‌کنیم:

یادآوری سطح زیر نمودار $a-t$ برابر تغییر سرعت است.

$$S_1=\Delta v_1\Rightarrow -10=v_1-v_0\Rightarrow -10=v_1-10\Rightarrow v_1=0$$

$$S_2=\Delta v_2\Rightarrow 10=v_2-v_1\Rightarrow 10=v_2-0\Rightarrow v_2=10m/s$$



الف) با توجه به نمودار $v-t$، سرعت متحرک در لحظهٔ $t=5s$ صفر می‌شود اما علامت سرعت تغییر نمی‌کند، یعنی متحرک در این لحظه تغییر جهت نمی‌دهد و گزاره (الف) نادرست است. بنابراین نیازی به بررسی تغییر جهت بردار مکان وجود ندارد.

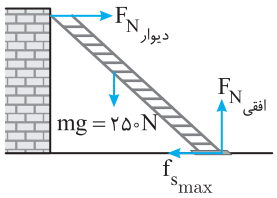
ب) چون متحرک تغییر جهت نمی‌دهد پس جابه‌جایی و مسافت با هم برابر است و گزاره (ب) درست است.

پ) شتاب متوسط برابر $a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}$ است و چون سرعت در $t=0$ و $t=15s$ یکسان و برابر $10m/s$ بوده پس $\Delta v=0$ است و شتاب متوسط برابر صفر است و گزارهٔ (پ) درست است.

ت) سطح زیر نمودار $v-t$ برابر جابه‌جایی است و چون نمودار $v-t$ کلاً بالای محور زمان قرار دارد و جابه‌جایی مثبت و مخالف صفر $(\Delta x>0)$ بوده و با توجه به تعریف $(v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t})$ سرعت متوسط دارای مقداری مثبت خواهد بود و گزارهٔ (ت) نادرست است.

B ۶۵ ۴

۱ شکل ساده‌ای از صورت سؤال رسم می‌کنیم و نیروهای وارد بر نردبان را می‌کشیم. دقت کنید چون بیشینه نیروی سطح افقی خواسته شده پس باید اصطکاک ایستایی بین نردبان و سطح افقی نیز بیشینه باشد و نردبان در آستانهٔ حرکت $(f_{s_{max}})$ باشد.



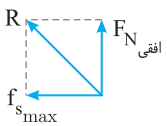
۲ نردبان ساکن است پس باید $F_{N_{افقی}}$ که به سمت بالا است اثر نیروی mg رو به پایین را خنثی کند از این‌رو می‌توان نوشت:

$$F_{N_{افقی}}=mg\Rightarrow F_{N_{افقی}}=250N$$

۳ نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه را به‌دست می‌آوریم:

$$f_{s_{max}}=\mu_s F_{N_{افقی}}\Rightarrow f_{s_{max}}=0/4\times 250=100N$$

۴ نیرویی که سطح افقی بر نردبان وارد می‌کند برایند دو نیروی عمود بر هم $F_{N_{افقی}}$ و $f_{s_{max}}$ است



بنابراین:

$$R=\sqrt{f^2_{s_{max}}+F^2_{N_{افقی}}}\xrightarrow[\text{گرفته و از زیر رادیکال بیرون می‌آوریم}]{\text{عامل‌های مشترک بین } F_N \text{ و } f_{s_{max}} \text{ را فاکتور}}$$

$$R=50\sqrt{2^2+5^2}\Rightarrow R=50\sqrt{29}N$$

B ۶۶ ۴

یادآوری شتاب گرانش در ارتفاع h از سطح زمین از رابطهٔ $g=G\frac{M_e}{(R_e+h)^2}$ به‌دست می‌آید.

شتاب گرانش در سطح زمین برابر است با: $g=G\frac{M_e}{(R_e+h)^2}\xrightarrow{h=0}9/8=\frac{GM_e}{R_e^2}$

شتاب گرانش در ارتفاع $1600km$ از سطح زمین برابر است با:

$$g'=G\frac{M_e}{(R_e+h)^2}\Rightarrow g'=\frac{GM_e}{(R_e+1600)^2}$$

دو عبارت بالا را بر هم تقسیم می‌کنیم تا مقدار GM_e که در هر دو عبارت تکرار شده‌اند ساده شوند:

$$\frac{9/8}{g'}=\frac{\frac{GM_e}{R_e^2}}{\frac{GM_e}{(R_e+1600)^2}}\Rightarrow\frac{9/8}{g'}=\frac{(R_e+1600)^2}{R_e^2}\xrightarrow{R_e=6400km}$$

$$\frac{9/8}{g'}=(\frac{8000}{6400})^2$$

$$\frac{9/8}{g'}=(\frac{5}{4})^2\Rightarrow\frac{9/8}{g'}=\frac{25}{16}\Rightarrow g'=\frac{9/8\times 16}{25}=6/272m/s^2$$

B ۶۷ ۱

تکانه نوسانگر برابر $P=mv$ است و بیشینه تکانه آن برابر $P_{max}=mv_m$ است.

انرژی مکانیکی نوسانگر برابر $E=K_m=\frac{1}{2}mv_m^2$ است. با توجه به رابطهٔ $K=\frac{P^2}{2m}$، اگر انرژی جنبشی نوسانگر بیشینه باشد، تکانه آن نیز بیشینه است:

$$K_m=\frac{P_m^2}{2m}=\frac{4\times 10^{-6}\pi^2}{2\times 0/1}\Rightarrow K_m=2\times 10^{-5}\pi^2 J$$

$$\xrightarrow[\times 10^6]{\text{تبدیل یکا به میکروژول}} K_m=20\pi^2\mu J$$

دقت کردید در حل تست طول پاره‌خط برابر $4cm$ در حل مسئله نقشی ندارد.

B ۶۸ ۲

یادآوری بزرگی شتاب نوسانگر از رابطه $|a|=\omega^2|x|$ به‌دست می‌آید:

$$\frac{\pi^2}{2}=\omega^2\times\frac{2}{100}\Rightarrow\omega^2=25\pi^2\Rightarrow\omega=5\pi$$

طول پاره‌خط نوسانگر برابر $2A$ است، پس:

$$2A=8cm\Rightarrow A=4cm$$

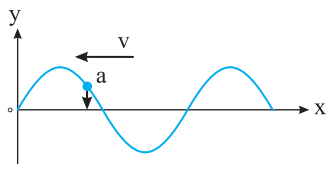
تندی بیشینه نوسانگر برابر است با:

$$v_m=A\omega\Rightarrow v_m=0/04\times5\pi=0/2\pi=\frac{2\pi}{10}=\frac{\pi}{5}m/s$$

B ۶۹ ۱

ذرات یک موج در حال نوسان هستند و در حرکت نوسانی می‌دانیم مکان و شتاب خلاف جهت هم‌اند. b در مکان‌های منفی قرار دارد پس شتاب آن مثبت بوده و در جهت محور y است.

انرژی جنبشی یعنی $K=\frac{1}{2}mv^2$ برای نقطهٔ a در حال افزایش است پس باید تندی a در حال افزایش باشد و در واقع حرکت آن تندشونده باشد. بنابراین a در حال حرکت به سمت پایین یعنی حرکت به سمت مرکز تعادل خود است و ذرهٔ قبلی a باید پایین‌تر از آن باشد، پس ذرهٔ قبلی a سمت راست این نقطه قرار دارد و نتیجه می‌گیریم جهت انتشار موج به سمت چپ است و جهت انتشار موج خلاف جهت محور x است.



B ۷۰ ۳

تراز شدت صوت بنا به تعریف $\beta=10\log\frac{I}{I_0}$ است که در آن I_0 شدت صوت مرجع بوده. در صورت مسئله نسبت $\frac{I}{I_0}$ برابر $2\sqrt{10}\times10^5$ داده شده است.

$$\beta=10\log\frac{I}{I_0}\Rightarrow\beta=10\log2\sqrt{10}\times10^5$$

یادآوری ریاضی: $\log ab=\log a+\log b$

اکنون لگاریتم را به صورت زیر می‌نویسیم:

$$\beta=10(\log2+\log\sqrt{10}+\log10^5)\Rightarrow\beta=10(0/3+\frac{1}{2}\log10+5\log10)$$

$$\xrightarrow{\log10=1}\beta=10(0/3+0/5+5)\Rightarrow\beta=10(5/8)=58d\beta$$

B ۷۱ ۴

خط فکری اولین خط طیفی رشتهٔ n' یعنی گذار الکترون از تراز $n'+1$ به تراز n' و دومین خط طیفی رشتهٔ n' یعنی گذار الکترون از تراز $n'+2$ به تراز n'. به کمک رابطهٔ ریدبرگ این دو گذار را نوشته و به جای طول موج $\frac{c}{f}$ قرار داده و تفاضل بسامد را برابر $\frac{35}{24}\times10^{14}Hz$ قرار می‌دهیم.

۱ بنا به رابطهٔ ریدبرگ برای اولین و دومین طیف رشتهٔ معین n' می‌توان نوشت:

$$\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2})\Rightarrow\begin{cases}\xrightarrow{\text{اولین}}\frac{1}{\lambda_1}=R(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{(n'+1)^2})\\ \xrightarrow{\frac{1}{\lambda}=\frac{f}{c}}\frac{f_1}{c}=R(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{(n'+1)^2})\\ \xrightarrow{\text{دومین}}\frac{1}{\lambda_2}=R(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{(n'+2)^2})\\ \Rightarrow\frac{f_2}{c}=R(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{(n'+2)^2})\end{cases}$$

۲ دو رابطه را از هم کم می‌کنیم. البته بسامد در دومین خط طیفی از بسامد اولیه خط طیفی بزرگ‌تر است، زیرا الکترون از تراز بالاتری به n' می‌آید بنابراین:

$$\frac{f_2}{c}-\frac{f_1}{c}=R(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{(n'+2)^2}-\frac{1}{n'^2}+\frac{1}{(n'+1)^2})$$

$$\frac{f_2-f_1}{c}=R(\frac{1}{(n'+1)^2}-\frac{1}{(n'+2)^2})$$

جای‌گذاری می‌کنیم:

$$\frac{\frac{35}{24}\times10^{14}}{3\times10^8}=\frac{1}{100\times10^{-9}}(\frac{1}{(n'+1)^2}-\frac{1}{(n'+2)^2})$$

$$\Rightarrow\frac{1}{(n'+1)^2}-\frac{1}{(n'+2)^2}=\frac{35}{720}\Rightarrow\frac{(n'+2)^2-(n'+1)^2}{(n'+1)^2(n'+2)^2}=\frac{35}{720}$$

$$\frac{2n'+3}{(n'+1)^2(n'+2)^2}=\frac{7}{144}$$

باید صورت $(2n'+3)$ برابر عدد هفت شود. $2n'+3=7\Rightarrow2n'=4\Rightarrow n'=2$

رشته بالمر پاسخ است.

B ۷۲ ۲

یادآوری انرژی الکترون در ترازهای انرژی از رابطهٔ $E_n=-\frac{E_R}{n^2}$ به‌دست می‌آید که در آن n شمارهٔ تراز است.

یادآوری هرگاه الکترون از تراز بالا با انرژی E_U به تراز پایین‌تر با انرژی E_L برود فوتونی با انرژی برابر اختلاف E_U-E_L گسیل می‌کند.

انرژی را در دو حالت نوشته از هم کم می‌کنیم و برابر hf قرار می‌دهیم. دقت کنید چهارمین حالت برانگیخته یعنی $n=5$.

$$-\frac{E_R}{n_U^2}-(\frac{-E_R}{n_L^2})=hf\xrightarrow[h=4\times10^{-15}eVs]{n_L=1,n_U=5,E_R=-13/6eV}$$

$$\frac{13/6}{1^2}-\frac{13/6}{5^2}=4\times10^{15}f\Rightarrow\frac{24}{25}(13/6)=4\times10^{-15}f$$

$$f=\frac{24\times13/6}{25\times4}\times10^{15}\Rightarrow f=\frac{24\times13/6}{100}\times10^{15}=3/264\times10^{15}Hz$$

پاسخ کنکور ۱۴۰۲ تجربی - (نوبت دوم)

B ۷۳ ۴

وقتی عدد جرمی دو برابر عدد اتمی باشد، تعداد نوترون‌ها و تعداد پروتون‌های هسته با هم برابر است. $A=2Z\Rightarrow Z=N$

واکنش هسته‌ای را می‌نویسیم: $^A_ZX\rightarrow{}^{A'}_{Z'}y+{}^0_{+1}e+{}^0_{-1}e+{}^4_2\alpha$

تعداد نوکلئون‌ها در واکنش هسته‌ای دارای پایستگی است.

$$A=A'+4\xrightarrow{A=2Z}2Z=A'+4\Rightarrow A'=2Z-4$$

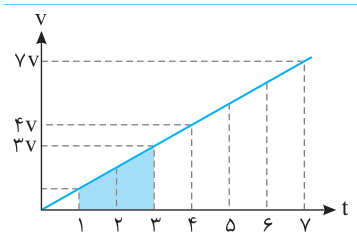
پایستگی بار را می‌نویسیم: $Z=Z'+1-1+2\Rightarrow Z'=Z-2$

تعداد نوترون‌های هستهٔ جدید خواهد شد:

$$N'=A'-Z'\Rightarrow N'=2Z-4-Z+2\Rightarrow N'=Z-2$$

تفاوت تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها را به‌دست می‌آوریم: $N'-Z'=Z-2-Z+2=0$

B ۷۴ ۳



نمودار سرعت - زمان را رسم می‌کنیم. متحرک از حال سکون شروع به حرکت کرده از این‌رو سرعت اولیه $v_0=0$ است حرکت دارای شتاب ثابت است چنانچه سرعت را در

لحظهٔ $t=۱s$ را برابر v در نظر بگیریم سرعت در لحظهٔ $t=۲s$، برابر $۲v$ و در $t=۳s$ برابر $۳v$ ..... است. سطح زیر نمودار سرعت زمان برابر جابه‌جایی است در بازهٔ $t=۱s$ تا $t=۳s$، مسافت (جابه‌جایی) $۲۰m$ است.

$$S=\Delta x\Rightarrow\frac{v+۳v}{۲}\times۲=۲۰\Rightarrow v=۵m/s$$

مسافت در بازهٔ $t=۳s$ تا $t=۷s$ خواهد شد:

$$\Delta'x=\frac{۷v+۳v}{۲}\times۴\Rightarrow\Delta x'=۵v\times۴=۲۰v\Rightarrow\Delta x'=۲۰\times۵\Rightarrow\Delta x'=۱۰۰m$$

روش دیگر:

در حرکت با شتاب ثابت سرعت لحظه‌ای در وسط بازه برابر سرعت متوسط در آن بازه است. سرعت متوسط در بازهٔ $۱s$ تا $۳s$ را حساب می‌کنیم.

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}\Rightarrow v_{av}=\frac{۲۰}{۲}=۱۰m/s\Rightarrow v_{t=۲s}=۱۰m/s$$

شتاب حرکت را به‌دست می‌آوریم.

$$a=\frac{v-v_۰}{t}\Rightarrow a=\frac{۱۰-۰}{۲}\Rightarrow a=۵m/s^۲$$

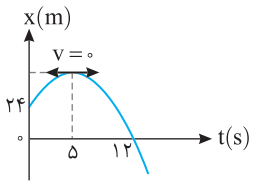
سرعت در لحظهٔ $t=۳s$ و $۷s$ را حساب کرده از فرمول مستقل از شتاب جابه‌جایی را حساب می‌کنیم.

$$v=at+v_۰\Rightarrow\begin{cases}v_۱=۵\times۳=۱۵m/s\\v_۲=۵\times۷=۳۵m/s\end{cases}$$

$$\Delta x=\frac{v_۲+v_۱}{۲}t\Rightarrow\Delta x=\frac{۳۵+۱۵}{۲}\times۴\Rightarrow\Delta x=۱۰۰m$$

۷۵ | ۱ | C

سرعت متوسط در بازهٔ صفر تا $۱۲s$ را حساب می‌کنیم.



$$v_{av}=\frac{۰-۲۴}{۱۲-۰}=-۲m/s$$

سرعت متوسط در بازهٔ $t_۱$ تا $t_۲$ با سرعت لحظه‌ای در وسط این بازه برابر است.

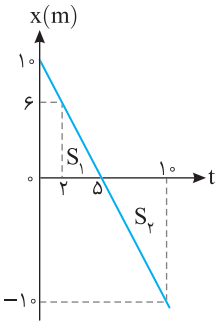
سرعت در لحظهٔ $t=\frac{۱۲+۰}{۲}=۶s$ برابر $-۲m/s$ است.

با توجه به نمودار:

$$a=\frac{v_۲-v_۱}{t_۲-t_۱}\Rightarrow a=\frac{-۲-۰}{۶-۵}\Rightarrow a=-۲m/s^۲$$

سرعت اولیه برابر است با: $v=at+v_۰\xrightarrow[v=۰]{t=۵s}۰=-۲\times۵+v_۰\Rightarrow v_۰=۱۰m/s$

نمودار سرعت - زمان را رسم کرده و سطح زیر نمودار را در بازهٔ $۲s$ تا $۱۰s$ حساب می‌کنیم.



$$v=-۲t+۱۰\Rightarrow\begin{cases}t=۲s\Rightarrow v=۶m/s\\t=۱۰s\Rightarrow v=-۱۰m/s\end{cases}$$

$$\ell=|S_۱|+|S_۲|\Rightarrow\ell=\frac{۶\times۳}{۲}+\frac{۱۰\times۵}{۲}$$

$$\ell=۹+۲۵\Rightarrow\ell=۳۴m$$

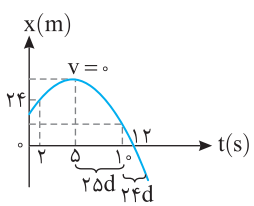
تندی متوسط خواهد شد:

$$S_{av}=\frac{\ell}{\Delta t}=\frac{۳۴}{۱۰-۲}\Rightarrow S_{av}=\frac{۱۷}{۴}m/s$$

روش دیگر:

نکته: هرگاه متحرک از حال سکون با شتاب ثابت شروع به حرکت کند در بازه‌های یکسان و متوالی t به ترتیب مسافت‌های d، $۳d$، $۵d$ و ... را طی می‌کند.

به نمودار نگاه کنید. لحظهٔ $t=۵s$ سرعت صفر است. اگر در بازهٔ $۱s$ ($t=۵s$ تا $t=۶s$) مسافت d باشد، در $۱s$ بعدی $۳d$ و ... خواهد بود.



$$\ell=d+۳d+۵d+۷d+۹d=۲۵d$$

$t=۵s$ تا $t=۱۰s$

در بازهٔ $۱۰s$ تا $۱۲s$ مسافت خواهد شد:

$$۱۱d+۱۳d=۲۴\Rightarrow d=۱m$$

در بازهٔ $۵s$ تا $۱۰s$:

$$\ell=۲۵\times۱=۲۵m$$

در بازهٔ $۲s$ تا $۵s$ مسافت را حساب می‌کنیم:

$$\begin{aligned}&۵s\text{ تا }۴s\rightarrow d\\&۴s\text{ تا }۳s\rightarrow۳d\xrightarrow[\text{می‌کنیم}]{\text{جمع}}۹d=۹m\\&۳s\text{ تا }۲s\rightarrow۵d\end{aligned}$$

مسافت کل از $۲s$ تا $۱۰s$ برابر است با:

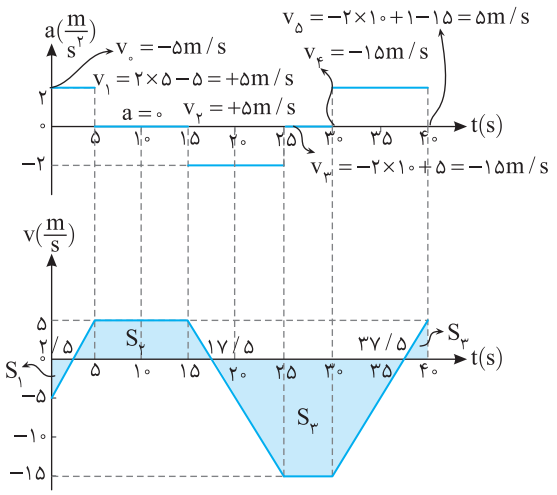
$$\ell=۲۵+۹=۳۴m$$

تندی متوسط را به‌دست می‌آوریم:

$$S_{av}=\frac{\ell}{\Delta t}=\frac{۳۴}{۱۰-۲}\Rightarrow S_{av}=\frac{۱۷}{۴}m/s$$

۷۶ | ۴ | C

این مسئله، یک مسئله با راه حل محاسباتی طولانی است، اما حل آن چندان مشکل نیست. ابتدا نمودار سرعت زمان را رسم می‌کنیم و به کمک آن هر چهار گزینه (۱) را بررسی کرده و گزینهٔ درست را به دست می‌آوریم.



سرعت را در لحظه‌های نشان داده شده روی نمودار به دست می‌آوریم.

گزینهٔ (۱):

در بازهٔ $۲/۵s$ تا $۵s$ شتاب و سرعت مثبت هستند: $(۲/۵s)$

در بازهٔ $۱۷/۵s$ تا $۲۵s$ شتاب و سرعت منفی هستند. $(۲۵-۱۷/۵=۷/۵s)$

در بازهٔ $۳۷/۵s$ تا $۴۰s$ شتاب و سرعت مثبت هستند. $(۴۰-۳۷/۵=۲/۵s)$

بنابراین به مدت $۲/۵+۷/۵+۲/۵=۱۲/۵s$ شتاب و سرعت هم‌جهت بوده و گزینهٔ (۱) نادرست است.

گزینهٔ (۲): سطح زیر نمودار را حساب می‌کنیم.

$$\Delta x=S_۱+S_۲+S_۳+S_۴$$

$$\Rightarrow\Delta x=\frac{-۵\times۲/۵}{۲}+\frac{۱۵+۱۰}{۲}\times۵+\frac{(۲۰+۵)\times(-۱۵)}{۲}+\frac{۲/۵\times۵}{۲}$$

$$\Delta x=-۶/۲۵+۶۲/۵-۱۸۷/۵+۶/۲۵\Rightarrow\Delta x=-۱۲۵m$$

گزینهٔ(۲)نادرست‌است.

گزینهٔ (۳):

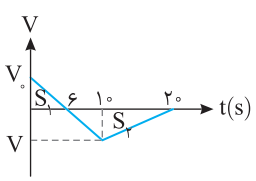
در بازهٔ $۲/۵s$ تا $۱۷/۵s$ یعنی $۱۵s$ و در بازهٔ $۳۷/۵s$ تا $۴۰s$ یعنی $۲/۵s$ جمعاً $۱۵+۲=۱۷s$ متحرک در جهت مثبت محور در حرکت بوده و گزینهٔ (۳) نادرست است.

بنابراین بدون محاسبه، گزینهٔ (۴) درست خواهد بود اما بررسی گزینهٔ (۴):

$$\ell=|S_۱|+|S_۲|+|S_۳|+|S_۴|\Rightarrow\ell=۶/۲۵+۶۲/۵+۱۸۷/۵+۶/۲۵$$

$$\ell=۲۶۲/۵m$$

۷۷ | ۱ | B



خط فکری: در حل این مسئله باید سرعت اولیه ($t=۰$) را $v_۰$ اختیار کنید. سپس باید شیب نمودار سرعت در لحظهٔ $t=۱۰s$ را بر حسب $v_۰$ به‌دست بیاورید، سپس کل مساحت بین نمودار و محور زمان را برابر $۱۳۸m$ قرار داده و $v_۰$ را حساب کرده و به کمک آن مسئله را حل کنید.

۱ محاسبهٔ v_1 بر حسب v_0

$$\frac{0-v_0}{6-0}=\frac{v-0}{10-6}\Rightarrow v=-\frac{2}{3}v_0$$

۲ مساحت را حساب می‌کنیم:

$$\ell=|S_1|+|S_2|\Rightarrow 138=\frac{6\times v_0}{2}+\frac{(\frac{2}{3}v_0\times 14)}{2}$$

$$138=3v_0+\frac{14v_0}{3}\Rightarrow 138=\frac{9v_0+14v_0}{3}\Rightarrow 138=\frac{23v_0}{3}$$

$$v_0=18m/s\Rightarrow v=-18\times\frac{2}{3}\Rightarrow v=-12m/s$$

۳ سرعت در لحظه‌های $t_1=2s$ و $t_2=12s$ به کمک شیب نمودار خواهد شد:

$$\frac{0-18}{6-0}=\frac{v_1-18}{2-0}\Rightarrow v_1=12m/s$$

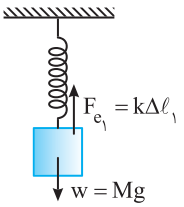
$$\frac{0-(-12)}{20-10}=\frac{v_2-(-12)}{12-10}\Rightarrow v_1=-9/6m/s$$

۴ شتاب متوسط را به‌دست می‌آوریم:

$$a_{av}=\frac{v_2-v_1}{t_2-t_1}\Rightarrow a_{av}=\frac{-9/6-12}{12-2}\Rightarrow a_{av}=-2/16m/s^2\Rightarrow|a_{av}|=2/16m/s^2$$

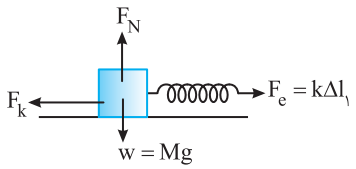
B ۷۸ ۳

حالت اول: وزنه از فنر آویزان در حال تعادل است.



$$F_{net}=0\Rightarrow m=k\Delta\ell_1\Rightarrow mg=k(0/1)\quad (I)$$

حالت دوم: تندی جسم ثابت است، بنابراین نیروی خالص وارد بر وزنه صفر است و وزنه در حالت تعادل است.



$$F_{net}=0\Rightarrow f_k=F_{e_2}\Rightarrow\mu_k Mg=k\Delta\ell_2$$

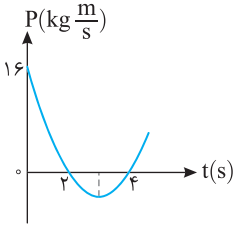
$$0/2(Mg)=k(0/02)\Rightarrow Mg=k(0/1)\qquad (II)$$

سمت راست دو رابطه I و II برابر است، پس سمت چپ آن‌ها نیز برابر است.

$$mg=Mg\Rightarrow\frac{M}{m}=1$$

C ۷۹ ۲

ابتدا به شما بگوییم که این تست چند اشکال اساسی دارد. اولاً در صورت مسئله بیان نشده که نمودار $P-t$ سهمی است، ثانیاً در کتاب درسی وقتی حرکت دارای شتاب ثابت باشد، نمودار سرعت زمان و تکانه زمان متحرک خط راست است. بنابراین این متحرک دارای جرم متغییر است که باز در کتاب درسی خبری از این مسئله وجود ندارد.



۱ معادلهٔ سهمی را به صورت $P=A(t-t')(t-t'')$ می‌نویسیم. t' و t''، ریشه‌های معادله هستند و با توجه به نمودار $t'=2s$ و $t''=4s$ است.

$$P=A(t-2)(t-4)$$

۲ درلحظهٔ $t=0$ ، $P=16kgm/s$ است‌بنابراین: $16=A(0-2)(0-4)\Rightarrow A=2$

۳ معادلهٔ $P-t$ خواهد شد:

$$P=2(t-2)(t-4)$$

۴ تکانه در لحظات $t_1=3s$ و $t_2=5s$ را به‌دست می‌آوریم:

$$P_1=2(3-2)(3-4)\Rightarrow P_1=-2kgm/s$$

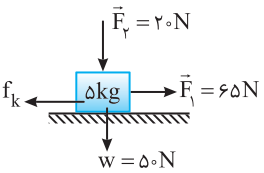
$$P_2=2(5-2)(5-4)\Rightarrow P_2=6kgm/s$$

۵ نیروی خالص متوسط را حساب می‌کنیم.

$$F_{av}=\frac{\Delta P}{\Delta t}\Rightarrow F_{av}=\frac{6-(-2)}{5-3}\Rightarrow F_{av}=4N$$

B ۸۰ ۴

۱ شتاب حرکت جسم را به کمک رابطهٔ مستقل از زمان به‌دست می‌آوریم.



$$v^2-v_0^2=2a\Delta x\xrightarrow{v_0=0,v=12m/s,\Delta x=12m}12\times12-0=2a\times12\Rightarrow a=6m/s^2$$

۲ نیروی اصطکاک را به کمک قانون دوم نیوتون به‌دست می‌آوریم:

$$F_{net}=ma\Rightarrow F_1-f_k=ma\Rightarrow65-f_k=5\times6\Rightarrow f_k=35N$$

۳ نیروی عمودی سطح برابر است با:

$$F_N=W+F_2\Rightarrow F_N=50+20=70N$$

۴ نیرویی که سطح بر جسم وارد می‌کند را حساب می‌کنیم.

$$R=\sqrt{f_k^2+F_N^2}\Rightarrow R=\sqrt{35^2+70^2}\Rightarrow R=35\sqrt{1+2^2}\Rightarrow R=35\sqrt{5}N$$

B ۸۱ ۱

۱ دورهٔ آونگ را به‌دست می‌آوریم:

$$T=\frac{t}{N}\Rightarrow T=\frac{36}{20}\Rightarrow T=1/8s$$

۲ طول آونگ را حساب می‌کنیم.

$$T=2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}\xrightarrow{g=\pi^2}1/8=2\pi\sqrt{\frac{\ell}{\pi^2}}\Rightarrow1/8=2\sqrt{\ell}$$

$$0/9=\sqrt{\ell}\Rightarrow\ell=0/81m=81cm$$

۳ طول آونگ را ۱۷cm کاهش داده‌ایم.

$$\ell'=81-17=64cm$$

۴ دورهٔ جدید آونگ خواهد شد:

$$T'=2\pi\sqrt{\frac{\ell'}{g}}\Rightarrow T'=2\pi\sqrt{\frac{0/64}{\pi^2}}\Rightarrow T'=1/6s$$

۵ تعداد نوسانات در مدت ۴۰s برابر است با:

$$T'=\frac{t'}{N'}\Rightarrow1/6=\frac{40}{N'}\Rightarrow N'=\frac{40}{1/6}\Rightarrow N'=25$$ نوسان

B ۸۲ ۳

۱ تندی انتشار موج عرضی در تار را حساب می‌کنیم.

$$v=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}\xrightarrow[A=\pi r^2=3\times(10^{-3})^2]{F=234N,\rho=7800kg/m^3}v=\sqrt{\frac{234}{7800\times3\times10^{-6}}}$$

$$v=\sqrt{\frac{78}{78\times10^{-4}}}\Rightarrow v=100m/s$$

۲ طول موج را به‌دست می‌آوریم:

$$\lambda=\frac{v}{f}\xrightarrow{f=200Hz}\lambda=\frac{100}{200}\Rightarrow\lambda=0/5m\Rightarrow\lambda=50cm$$

۳ فاصلهٔ یک قله (ستیغ) از دره (پاستیغ) بعدی $\frac{\lambda}{2}$ است، بنابراین:

$$\frac{\lambda}{2}=\frac{50}{4}\Rightarrow\lambda=25cm$$

B ۸۳ ۱

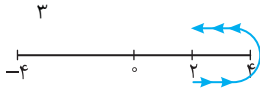
معادلهٔ حرکت به صورت $x=0/04\cos\frac{4\pi}{3}t$ است، با مقایسه این معادله با $x=A\cos\omega t$ خواهیم داشت:

$$A=0/04m\Rightarrow A=4cm$$

$$\omega=\frac{4\pi}{3}\Rightarrow\frac{2\pi}{T}=\frac{4\pi}{3}\Rightarrow T=\frac{3}{2}s=1/5s$$

با توجه به بازه‌های زمانی شناخته شده مدت زمان حرکت از $\frac{A}{2}$ تا A و بالعکس $\frac{T}{6}$ است، بنابراین حداقل زمان دو گذر متوالی از $x=2cm$ خواهد شد:

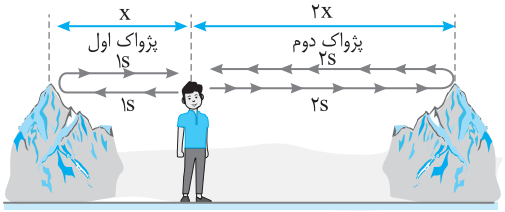
$$\Delta t=\frac{T}{6}+\frac{T}{6}=\frac{T}{3}\Rightarrow \Delta t=\frac{1/5}{3}\Rightarrow \Delta t=0/5s$$



B ۸۴ ۲

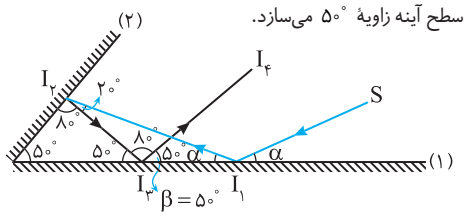
صوت، مسیر دانش‌آموز تا صخرهٔ نزدیک‌تر را در مدت ۱s و مسیر دانش‌آموز تا صخرهٔ دورتر را در مدت ۲s طی کرده است. بنابراین فاصلهٔ دانش‌آموز از صخرهٔ دورتر دو برابر صخره نزدیک‌تر است. یعنی اگر فاصلهٔ دانش‌آموز از صخره نزدیک‌تر x باشد از صخره دورتر ۲x است بنابراین:

$$x+2x=1020\Rightarrow 3x=1020\Rightarrow x=340m$$



B ۸۵ ۳

مسیر پرتو را بعد از برخورد به آینه‌های ۱ و ۲ مطابق شکل رسم می‌کنیم. با توجه به فرض مسئله پرتو I_3I_4 موازی آینه (۲) است و بنابر خاصیت موازی مورب زاویهٔ بین پرتو I_3I_4 با سطح آینه (۱) $\beta=50^\circ$ می‌شود. بنابراین پرتو I_2I_3 که بر سطح آینه (۱) می‌تابد با سطح آینه زاویهٔ 50° می‌سازد.



در مثلث OI_2I_3 زاویهٔ بین I_2I_3 با آینهٔ (۲) $180-100=80^\circ$ می‌شود. در این صورت:

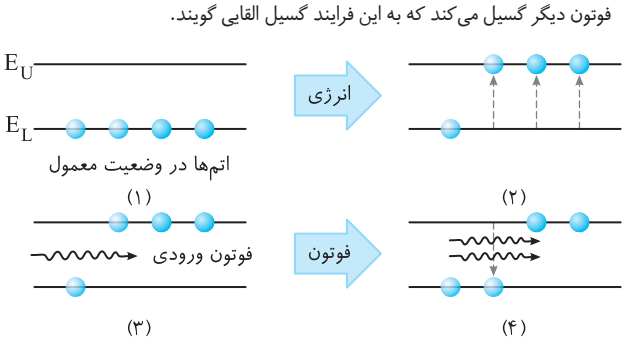
در مثلث $I_1I_2I_3$:

$$20+80+50+\alpha=180\Rightarrow \alpha=30^\circ$$

B ۸۶ ۱

در مرحلهٔ (۲) تعداد الکترون‌ها در تراز بالاتر، از تراز پایه بیشتر است که به آن وارونی جمعیت گویند.

در مرحلهٔ (۴)، یک الکترون تحت تأثیر یک فوتون از تراز بالاتر به تراز پایه رفته و یک فوتون دیگر گسیل می‌کند که به این فرایند گسیل القایی گویند.



B ۸۷ ۳

دقت کنید گذارهای $(\Delta n=1)$ مجاز است.

کم‌انرژی‌ترین فوتون در گذار $n_u=5$ به $n_d=4$ گسیل می‌شود.

$$E_{n'}-E_n=\frac{hc}{\lambda}\Rightarrow \frac{-E_R}{4^2}-(-\frac{E_R}{5^2})=\frac{1240}{\lambda}$$

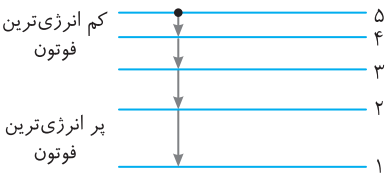
$$E_u-E_d=\frac{hc}{\lambda}\Rightarrow -\frac{13/6}{25}-(-\frac{13/6}{16})=\frac{1240}{\lambda_1}$$

$$-0/544+0/85=\frac{1240}{\lambda_1}\Rightarrow \lambda_1=4052/2nm$$

پرانرژی‌ترین فوتون در گذار $n_u=2$ به $n_d=1$ گسیل می‌شود.

$$-\frac{13/6}{4}-(-\frac{13/6}{1})=\frac{1240}{\lambda_2}\Rightarrow -3/4+13/6=\frac{1240}{\lambda_2}\Rightarrow \lambda_2=121/56nm$$

اختلاف طول موج‌ها خواهد شد: $\lambda_1-\lambda_2=4052/2-121/56\Rightarrow \lambda_1-\lambda_2=3931nm$



پاسخ کنکور ۱۴۰۳ تجربی- (نوبت اول)

B ۸۸ ۲

در حرکت با سرعت ثابت، سرعت متوسط و سرعت لحظه‌ای با هم برابرند:

$$v=\frac{\Delta x}{\Delta t}\Rightarrow v=\frac{26-8}{10-4}=\frac{18}{6}=3m/s$$

معادلهٔ مکان - زمان حرکت با سرعت ثابت $x=vt+x_0$ است. در این تابع نقطهٔ $t_1=4s$ و $x_1=8m$ را قرار می‌دهیم تا x_0 که مکان اولیه بوده به‌دست آید:

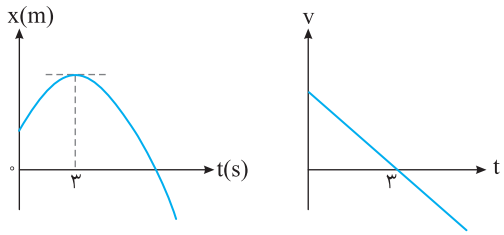
$$x=vt+x_0 \xrightarrow{v=3m/s} x=3t+x_0\Rightarrow 8=12+x_0\Rightarrow x_0=-4m$$

بنابراین معادلهٔ حرکت به صورت روبه‌رو است: $x=3t-4$

B ۸۹ ۴

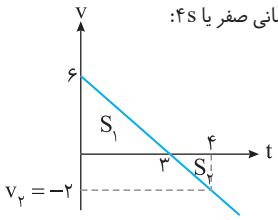
برای به‌دست آوردن مسافت در حرکت با شتاب ثابت بهتر است نمودار $v-t$ را رسم کنیم و با توجه به سطح زیر نمودار $v-t$ مسافت را حساب کنیم.

دقت کنید بزرگی شتاب $|a|=2m/s^2$ است، چون دهانهٔ نمودار رو به پایین بوده پس شتاب $a=-2m/s^2$ است و در نمودار $v-t$ شیب نمودار نزولی است و در لحظهٔ $t=3s$ که شیب خط مماس بر نمودار $x-t$ صفر شده، سرعت صفر می‌شود:



شتاب حرکت برابر $-2m/s^2$ است، پس در هر ثانیه سرعت $2m/s$ کاهش یافته و پس از ۳s سرعت $6m/s$ کاهش می‌یابد و صفر می‌شود. در واقع سرعت اولیه $6m/s$ بوده که پس از سه ثانیه با شتاب $-2m/s^2$ سرعت صفر می‌شود:

الف) بررسی بازهٔ زمانی ۴ ثانیه اول یعنی بازهٔ زمانی صفر تا ۴s:



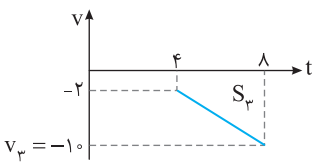
$$v_2=at+v_1\Rightarrow v_2=-2\times 4+6=-2m/s$$

$$l_1=|S_1|+|S_2|\Rightarrow l=\frac{3\times 6}{2}+\frac{1\times 2}{2}=10m$$

ب) بررسی بازهٔ زمانی ۴ ثانیه دوم یعنی ۴s تا ۸s:

$$v_3=at+v_2 \xrightarrow[v_2=-2]{\Delta t=4s} v_3=-8-2=-10m/s$$

$$l_2=|S_3|=\frac{4(2+10)}{2}=24m$$

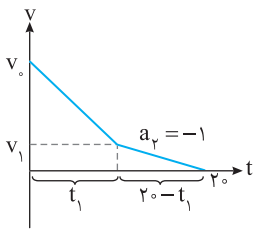


حال نسبت $\frac{l_1}{l_2}$ خواسته شده را حساب می‌کنیم:

$$\frac{l_1}{l_2}=\frac{10}{24}=\frac{5}{12}$$

B ۹۰ ۱

خودرو با دو شتاب متفاوت ترمز گرفته تا متوقف شود. نمودار $v-t$ حرکت را رسم می‌کنیم. ابتدا سرعت اولیه v_0 است، در t_1 ثانیه اول با شیب خط $a_1=-2m/s^2$ سرعت کم و در ادامه با شیب خط $a_2=-1m/s^2$ سرعت کم شده تا متوقف شود:



مسافت طی شده با شتاب $-2m/s^2$، ۴ برابر مسافت طی شده با شتاب $-1m/s^2$ است. به کمک معادلهٔ مستقل از زمان $v_2^2-v_1^2=2a\Delta x$ داریم:

$$v_1^2-v_0^2=2(a_1)(4d)\Rightarrow v_1^2-v_0^2=-16d$$

$$v_2^2-v_1^2=2(a_2)(d)\Rightarrow -v_1^2=-2d$$

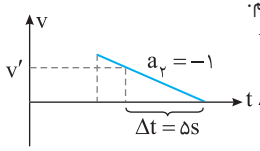
دو معادله را بر هم تقسیم می‌کنیم:

$$\frac{v_1^2-v^2}{-v_1^2}=8\Rightarrow v_1^2-v_0^2=-8v_1^2\Rightarrow 9v_1^2=v_0^2\Rightarrow v_1=\frac{v_0}{3}$$

در نمودار $v-t$ شتاب، شیب نمودار است:

$$\begin{cases}|a_1|=\dfrac{|v_1-v_0|}{t_1}\\ |a_2|=\dfrac{|0-v_1|}{20-t_1}\end{cases}\xrightarrow{|a_1|=2|a_2|}\frac{\frac{2}{3}v_0}{t_1}=2\frac{\frac{v_0}{3}}{20-t_1}\Rightarrow 20-t_1=t_1\Rightarrow t_1=10s$$

حال جابه‌جایی در ۵s آخر مسیر را حساب می‌کنیم.



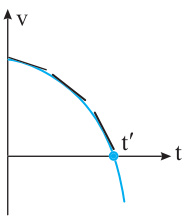
$$v_2=at+v_1\Rightarrow 0=-1\times 5+v'\Rightarrow v'=5m/s$$

$$\Delta x=\frac{v'+v_2}{2}\times\Delta t\Rightarrow\Delta x=\frac{5}{2}\times 5=12/5m$$

B ۹۱ ۳

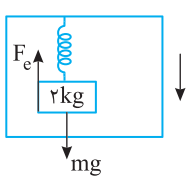
با توجه به نمودار $v-t$ در بازهٔ صفر تا t' سرعت مثبت است. اما شیب نمودار که معرف شتاب بوده منفی است بنابراین:

$$a<0,\quad v>0$$



B ۹۲ ۴

نیروهای وارد بر جسم را رسم می‌کنیم. با توجه به قانون دوم نیوتون داریم:



$$F_{net}=ma\Rightarrow mg-F_e=ma\Rightarrow 20-F_e=4\Rightarrow F_e=16N$$

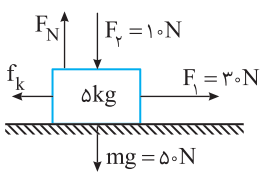
نیروی فنر از رابطهٔ $F_e=k\Delta x$ به‌دست می‌آید:

$$k\Delta x=16\Rightarrow 400\Delta x=16\Rightarrow\Delta x=\frac{4}{100}m=4cm$$

بنابراین طول فنر ۴cm کشیده شده: $l_2=l_1+\Delta x\Rightarrow l_2=30+4=34cm$

B ۹۳ ۲

در حالت اول، شتاب حرکت $2m/s^2$ تندشونده است یعنی $f_k<F_1$ است:



$$F_{net}=ma\Rightarrow F_1-f_k=ma\Rightarrow 30-f_k=10\Rightarrow f_k=20N$$

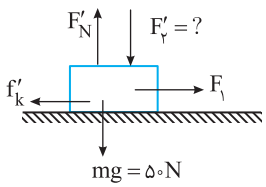
نیروی اصطکاک از رابطهٔ $f_k=\mu_k F_N$ به‌دست می‌آید:

$$F_N=F_2+mg\Rightarrow F_N=60N\qquad 20=\mu_k F_N\Rightarrow\mu_k=\frac{20}{60}=\frac{1}{3}$$

در حالت دوم، شتاب حرکت کندشونده است پس باید $F_1<f_k'$ باشد:

$$F_{net}=ma\Rightarrow F_1-f_k'=m(a')\Rightarrow 30-f_k'=-5\times 2\Rightarrow f_k'=40N$$

$$f_k'=\mu_k F_N'\Rightarrow 40=\frac{1}{3}F_N'\Rightarrow F_N'=120N$$



نیروها در راستای قائم متوازن‌اند. $F_2'+mg=F_N'\Rightarrow F_2'+50=120\Rightarrow F_2'=70N$

نیروی F_2 از ۱۰N به ۷۰N رسیده و ۶۰N افزایش یافته است.

B ۹۴ ۳

نیروی متوسط از رابطهٔ $F_{av}=\dfrac{\Delta P}{\Delta t}$ به‌دست می‌آید. ابتدا تغییر تکانه را به‌دست می‌آوریم.

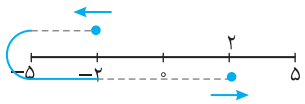
$$\begin{cases}\Delta P=m\Delta v & m=60kg\\ v_1=144km/h\div 3/6=40m/s & \Rightarrow\Delta P=60\times(-10-40)=-3000kgm/s\\ v_2=-36\dfrac{km}{h}\div 3/6=-10m/s\end{cases}$$

مدت برخورد ۰/۵s بوده و بزرگی نیروی متوسط خواسته شده:

$$|F_{av}|=\frac{|\Delta P|}{\Delta t}=\frac{3000}{0/5}=6000N$$

B ۹۵ ۲

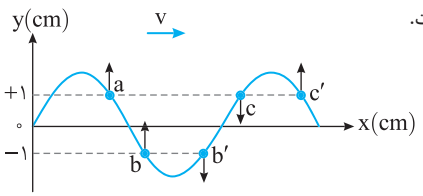
در لحظهٔ t_1، مکان نوسانگر $-2cm$ بوده و نوسانگر در حال حرکت به سمت دامنهٔ منفی قرار دارد. برای آنکه نوسانگر به مکان $+2cm$ برسد باید به اندازهٔ نصف یک دوره نوسان کند.



B ۹۶ ۱

در نقش موج هر ذره حرکت ذرهٔ قبلی خود را تکرار می‌کند. موج به سمت راست در حال حرکت است پس ذرهٔ قبلی a، دست چپ آن و بالا تراز a است پس ذرهٔ a در حال نوسان به سمت بالا است. به همین نحو جهت حرکت ذرات دیگر را مشخص می‌کنیم:

فاصلهٔ بین a و c' که مکان و جهت حرکت یکسان دارند برابر λ است و گزینهٔ (۳) نادرست است.



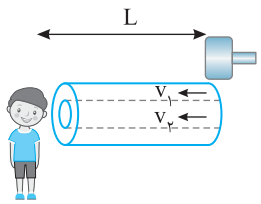
فاصلهٔ بین a و b' که مکان و جهت حرکت قرینه هم دارند برابر $\dfrac{\lambda}{2}$ است و گزینهٔ (۴) نادرست است. ذرهٔ a به سمت دامنه در حال حرکت بوده و حرکت کندشونده دارد و گزینهٔ (۲) نادرست است. نقاط a و b در فاصلهٔ یکسانی از نقطهٔ تعادل با تندی بیشینه قرار دارند و تندی این دو نقطه یکسان است.

B ۹۷ ۳

سرعت صوت در جامد بیشتر از سرعت صوت در هوا است و $v_1>v_2$ است. پس صوت توسط فلز سریع‌تر و در زمان کوتاه‌تری به شخص می‌رسد.

$$v_1=\frac{L}{t_1}\Rightarrow t_1=\frac{L}{v_1}\qquad v_2=\frac{L}{t_2}\Rightarrow t_2=\frac{L}{v_2}$$

$$\xrightarrow{t_1<t_2} t_2-t_1=\frac{L}{v_2}-\frac{L}{v_1}\Rightarrow\Delta t=\left(\frac{v_1-v_2}{v_1v_2}\right)L$$



B ۹۸ ۲

قانون بازتاب عمومی برای تمام امواج و تمام سطوح برقرار است و گزینهٔ (۱) نادرست است.
برای اندازه‌گیری تندی شارش خون از امواج فراصوت استفاده می‌شود و گزینهٔ (۳) نادرست است.
مکان‌یابی خفاش نیز با امواج صوتی است و گزینهٔ (۴) نادرست است.

B ۹۹ ۴

ابتدا با توجه به بسامد و طول موج تندی در مایع را حساب می‌کنیم.

$$v=\frac{\lambda}{T}=\lambda f\Rightarrow v=\frac{۹}{۲۰}\times۱۰^{-۶}\times۵\times۱۰^{۱۴}=۲/۲۵\times۱۰^{۸}$$

حال ضریب شکست را به‌دست می‌آوریم:

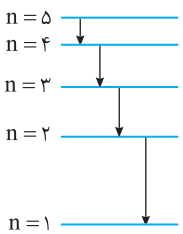
$$n=\frac{c}{v}\Rightarrow n=\frac{۳\times۱۰^{۸}}{۲/۲۵\times۱۰^{۸}}=\frac{۳}{۲/۲۵}=\frac{۳۰۰}{۲۲۵}=\frac{۱۰۰}{۷۵}=\frac{۴}{۳}$$

B ۱۰۰ ۳

در دمای اتاق الکترون اغلب در حالت پایه قرار دارد و گزینهٔ (۳) نادرست است.

B ۱۰۱ ۱

هر چه n بیشتر باشد، اختلاف انرژی بین دو تراز متوالی $(\Delta n=۱)$ کمتر است. بلندترین طول موج مربوط به گذار با کمترین انرژی است:



$$n=۵\rightarrow n=۴ \qquad E_{min},\lambda_{max}$$

$$hf=E_۵-E_۴\Rightarrow hf=-\frac{E_R}{۲۵}-\frac{-E_R}{۱۶}=\frac{۹}{۴۰۰}E_R$$

کوتاه‌ترین طول موج مربوط به گذار با بیشترین انرژی است:

$$n=۲\rightarrow n=۱ \qquad E_{max},\lambda_{min}$$

$$hf=E_۲-E_۱\Rightarrow hf=\frac{-E_R}{۴}-\frac{-E_R}{۱}\Rightarrow hf=\frac{۳}{۴}E_R$$

حال اختلاف خواسته شده را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{۳}{۴}E_R-\frac{۹}{۴۰۰}E_R=\frac{۲۹۱}{۴۰۰}E_R$$

E_R برابر ۱۳/۶eV است:

$$\frac{۲۹۱}{۴۰۰}\times۱۳/۶=۹/۸۹eV$$

این انرژی بر حسب ژول خواسته شده:

$$۹/۸۹eV\times\frac{۱/۶\times۱۰^{-۱۹}J}{۱eV}=۱۵/۸۳\times۱۰^{-۱۹}J=۱/۵۸۳\times۱۰^{-۱۸}J$$

B ۱۰۲ ۳

چهارمین خط رشتهٔ n' برابر $n=n'+۴$ است:

$$\frac{۱}{\lambda}=R\left(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}}\right)\Rightarrow\frac{۱}{۱۱۰۲/۵}=\frac{۱}{۱۰۰}\left(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}}\right)$$

$$\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}}=\frac{۱۰۰}{۱۱۰۲/۵}\xrightarrow[\text{بالا و پایین کسر در ۲ ضرب میشه}]{\text{برای کسری شدن عبارت}}$$

$$\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}}=\frac{۲۰۰}{۲۲۰۵}=\frac{۴۰}{۴۴۱}$$

حال عددگذاری می‌کنیم و گزینه‌ها را امتحان می‌کنیم:

۱) $n'=۵$ و $n=۹$ ✗ $\frac{۱}{۲۵}-\frac{۱}{۸۱}=\frac{۵۶}{۲۰۲۵}$

۲) $n'=۴$ و $n=۸$ ✗ $\frac{۱}{۱۶}-\frac{۱}{۶۴}=\frac{۳}{۶۴}$

۳) $n'=۳$ و $n=۷$ ✓ $\frac{۱}{۹}-\frac{۱}{۴۹}=\frac{۴۰}{۴۴۱}$

۴) $n'=۲$ و $n=۶$ ✗ $\frac{۱}{۴}-\frac{۱}{۳۶}=\frac{۸}{۳۶}=\frac{۴}{۱۸}=\frac{۲}{۹}$

پاسخ کنکور ۱۴۰۳ تجربی- (نوبت دوم)

B ۱۰۳ ۲

بسامد از ویژگی‌های چشمه است و در بر هم کنش موج با محیط تغییر نمی‌کند.

B ۱۰۴ ۴

شتاب گرانشی در محل ماهواره را حساب می‌کنیم.

$$\frac{g_h}{g}=\frac{G\frac{M_e}{(R_e+h)^{۲}}}{G\frac{M_e}{R_e^{۲}}}\Rightarrow\frac{g_h}{۱۰}=\left(\frac{R_e}{R_e+h}\right)^{۲}\Rightarrow\frac{g_h}{۱۰}=\left(\frac{۶۴۰۰}{۶۴۰۰+۳۶۰۰۰}\right)^{۲}$$

$$g_h=۱۰\times\left(\frac{۱۶}{۲۵}\right)^{۲}$$

وزن ماهواره به دست می‌آید.

$$W_h=mg_h\Rightarrow W_h=۲۵۰\times۱۰\times\left(\frac{۱۶}{۲۵}\right)^{۲}\Rightarrow W_h=۱۰۲۴N$$

B ۱۰۵ ۱

یکای سرعت را به m/s تبدیل می‌کنیم.

$$v_۰=۷۲km/h=\frac{۷۲}{۳/۶}m/s\Rightarrow v_۰=۲۰m/s$$

شتاب حرکت را حساب می‌کنیم.

$$a=\frac{v-v_۰}{t}\Rightarrow a=\frac{۰-۲۰}{۵}\Rightarrow a=-۴m/s^{۲}$$

اندازهٔ نیروی خالص وارد بر راننده برابر است با:

$$|F_{net}|=m|a|\Rightarrow|F_{net}|=۸۰\times۴=۳۲۰N$$

B ۱۰۶ ۲

شدت صوت با مربع فاصله نسبت وارون دارد.

$$\frac{I_۲}{I_۱}=\left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^{۲}\Rightarrow\frac{I_۲}{۰/۱}=\left(\frac{۶۴۰}{۱۶۰}\right)^{۲}\Rightarrow I_۲=۱/۶W/m^{۲}$$

B ۱۰۷ ۳

به نمودار نگاه کنید، طول موج روی نمودار $\lambda=۲۰cm$ و دامنهٔ نوسان ذرات $A=۵cm$ است. دوره را حساب می‌کنیم.

$$T=\frac{\lambda}{v}\Rightarrow T=\frac{۰/۲}{۱۰}\Rightarrow T=۰/۰۲s$$

نسبت بازهٔ زمانی داده شده به دوره را به‌دست می‌آوریم.

$$\frac{\Delta t}{T}=\frac{۰/۰۱}{۰/۰۲}\Rightarrow\Delta t=\frac{T}{۲}$$

در مدت $T/۲$ هر ذره که دارای حرکت هماهنگ ساده است مسافت $۲A$ را طی می‌کند.

$$\ell=۲\times A=۲\times۵=۱۰=cm$$

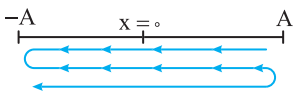
B ۱۰۸ ۲

ابتدا دوره را به‌دست می‌آوریم.

$$\omega=\frac{۲\pi}{T}\Rightarrow۶\pi=\frac{۲\pi}{T}\Rightarrow T=\frac{۱}{۳}s$$

نسبت بازهٔ زمانی را به دست می‌آوریم.

$$\frac{\Delta t}{T}=\frac{۰/۵}{\frac{۱}{۳}}\Rightarrow\Delta t=\frac{۳}{۲}T=T+\frac{T}{۲}$$



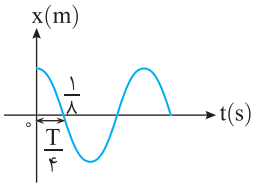
در مدت T نوسانگر به محل اولیهٔ خود باز می‌گردد و بیشینهٔ جابه‌جایی در $\frac{T}{۲}$ باقی‌مانده دو برابر دامنه است. $d=۲A$

$$|d|=۲\times۲=۴cm$$

$$|v_{av}|=\frac{d}{\Delta t}=\frac{۴}{۰/۵}=۸\,cm/s$$

B ۱۰۹ ۳

با نگاه کردن به نمودار، دوره خواهد شد



$$\frac{T}{4}=\frac{1}{8}\Rightarrow T=\frac{1}{2}s$$

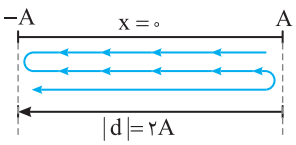
مسافت طی شده در مدت یک دوره $4A$ است، بنابراین:

$$s_{av}=\frac{\ell}{\Delta t}\Rightarrow 24=\frac{4\times A}{\frac{1}{2}}\Rightarrow A=3cm$$

نسبت بازهٔ زمانی به دوره را حساب می‌کنیم

$$\frac{\Delta t}{T}=\frac{\frac{3}{4}}{\frac{1}{2}}\Rightarrow \Delta t=\frac{3}{2}T=T+\frac{T}{2}$$

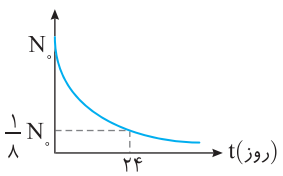
در مدت T نوسانگر به مکان اولیه $x=+A$ بر می‌گردد و در مدت $\frac{T}{2}$ از A به $-A$ می‌رود و اندازهٔ جابه‌جایی آن خواهد شد



$$|d|=2A=2\times 3=6cm$$

B ۱۱۰ ۴

تعداد هسته‌های مادهٔ پرتوزا بعد از ۲۴ روز $N=\frac{N_0}{8}$ است. تعداد نیمه عمرها را به دست می‌آوریم.



$$N=N_0(\frac{1}{2})^n\Rightarrow \frac{N_0}{8}=N_0(\frac{1}{2})^n\Rightarrow \frac{1}{8}=\frac{1}{2^n}\Rightarrow n=3$$

نیمه عمر را حساب می‌کنیم

$$T_{\frac{1}{2}}=\frac{t}{n}\Rightarrow T_{\frac{1}{2}}=\frac{24}{3}=8\text{روز}$$

B ۱۱۱ ۱

انرژی فوتون گسیل شده را به دست می‌آوریم و با اختلاف انرژی ترازها مقایسه می‌کنیم.

$$E=hf\Rightarrow E=4\times 10^{-15}\times 2/55\times 10^{15}\Rightarrow E=10/2eV$$

این مقدار انرژی برابر اختلاف انرژی تراز $n=2$ و $n'=1$ است.

B ۱۱۲ ۲

سومین خط طیفی رشتهٔ براکت $(n'=4)$ یعنی $n=4+3=7$. به کمک رابطهٔ ریدبرگ مسئله را حل می‌کنیم.

$$\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2})\Rightarrow \frac{1}{\lambda}=0/01(\frac{1}{16}-\frac{1}{49})$$

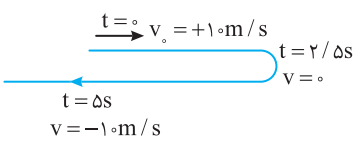
$$\lambda=100(\frac{49\times 16}{49-16})\Rightarrow \lambda=100\times\frac{49\times 16}{33}\Rightarrow \lambda\simeq 2376nm$$

B ۱۱۳ ۴

نکته: هرگاه در حرکت با شتاب ثابت روی خط راست در ابتدا و انتهای یک بازهٔ زمانی تندی متحرک یکسان باشد، در وسط بازه، تندی متحرک صفر می‌شود.

$$a=\frac{v-v_0}{t}\Rightarrow a=\frac{0-10}{2/5}\Rightarrow a=-4m/s^2$$

۵ ثانیهٔ دوم یعنی بازهٔ زمانی $t=10s$ تا $t=5s$ که در این بازه متحرک در یک جهت در حرکت است و تندی



متوسط، هم‌اندازهٔ سرعت متوسط است. سرعت در لحظهٔ $t=10s$ را حساب می‌کنیم.

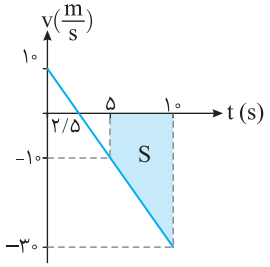
$$v=at+v_0\Rightarrow v=-4\times 10+10\Rightarrow v=-30m/s$$

اندازهٔ سرعت متوسط (تندی متوسط) خواهد شد:

$$s_{av}=|v_{av}|=\frac{|v_1+v_2|}{2}=\frac{|-10+(-30)|}{2}=20m/s$$

روش دیگر: رسم نمودار سرعت زمان و یافتن تندی متوسط در بازهٔ بیان شده، البته دقت کنید که برای رسم نمودار تمام محاسبات بالا را باید انجام دهید.

$$s_{av}=\frac{|S|}{\Delta t}=\frac{\frac{10+30}{2}\times 5}{5}\Rightarrow s_{av}=20m/s$$



B ۱۱۴ ۱

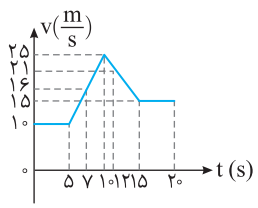
به کمک شیب نمودار، سرعت در لحظه‌های $t=7s$ و $t=12s$ را حساب می‌کنیم.

$$t=7s:\frac{25-10}{10-5}=\frac{v_1-10}{7-5}=3=\frac{v_1-10}{2}=v_1=16m/s$$

$$t=12s:\frac{15-25}{15-10}=\frac{v_2-25}{12-10}\Rightarrow v_2=21m/s$$

شتاب متوسط را حساب می‌کنیم:

$$a_{av}=\frac{v_2-v_1}{t_2-t_1}=\frac{21-16}{12-7}\Rightarrow a_{av}=1m/s^2$$



B ۱۱۵ ۳

ثانیه ششم یعنی بازهٔ زمانی بین $t=5s$ تا $t=6s$، در لحظهٔ $t=4s$ و در مکان $x=8m$ سرعت متحرک صفر است و سرعت متحرک در $t_1=5s$ و $t_2=6s$ به‌ترتیب $v_1=a$ و $v_2=2a$ است.) به کمک معادلهٔ مستقل از زمان، شتاب را به‌دست می‌آوریم.

$$v_2^2-v_1^2=2a\Delta x\Rightarrow 4a^2-a^2=2a\times(-6)$$

$$3a^2=-12a\Rightarrow a=-4m/s^2$$

در لحظهٔ $t=4s$، سرعت صفر و مکان $8m$ است، بنابراین سرعت در لحظهٔ عبور از مکان $x=0$ (مبدأ محور) خواهد شد:

$$v^2-v_0^2=2a\Delta x\Rightarrow 0-v_0^2=2\times(-4)\times 8\Rightarrow v_0=8m/s$$

B ۱۱۶ ۲

لحظات تغییر بردار مکان $(x=0)$ را حساب می‌کنیم.

$$x=-2t^2+10t-8\Rightarrow t^2-5t+4=0\Rightarrow(t-1)(t-4)=0$$

$$t=1s,\quad t=4s$$

لحظهٔ تغییر سرعت خواهد شد:

$$\begin{cases}x=-2t^2+10t-8\\ x=\frac{1}{2}at^2+v_0t+x_0\end{cases}\Rightarrow \frac{1}{2}a=-2\Rightarrow a=-4m/s^2,\quad v_0=10m/s$$

$$v=at+v_0\Rightarrow 0=-4t+10\Rightarrow t=2/5s$$

سرعت در دومین لحظهٔ تغییر بردار مکان $(t=۴s)$ را به‌دست می‌آوریم.

$$v=at+v_۰ \Rightarrow v=-۴\times۴+۱۰ \Rightarrow v=-۶m/s$$

سرعت متوسط در بازهٔ ۲/۵s تا ۴s خواهد شد:

$$v_{av}=\frac{v_۱+v_۲}{۲}=\frac{۰+(-۶)}{۲} \Rightarrow \vec{v}_{av}=-۳\vec{i}$$

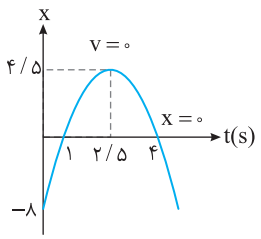
روش دیگر: ریشه‌های معادله مکان - زمان را به دست آوردیم $t=۴s$ و $t=۱s$.
مختصات رأس سهمی را حساب می‌کنیم (لحظه‌ای که متحرک تغییر جهت می‌دهد.)

$$t=\frac{-b}{۲a} \Rightarrow t=\frac{-۱۰}{-۲\times(-۲)} \Rightarrow t_{\text{راس}}=۲/۵s$$

$$x_{\text{رأس}}=-۲(۲/۵)^۲+۱۰\times۲/۵-۸ \Rightarrow x=۴/۵m$$

بنابراین در بازهٔ ۲/۵s تا ۴s متحرک جابه‌جایی $-۴/۵m$ را انجام می‌دهد.

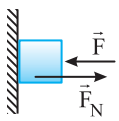
$$\vec{v}_{av}=\frac{\Delta\vec{x}}{\Delta t} \Rightarrow \vec{v}_{av}=\frac{-۴/۵\vec{i}}{۴-۲/۵}=-۳\vec{i}$$



۳ ۱۱۷ B

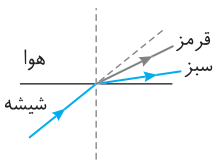
جسم ساکن است و نیروهای F و F_N متوازن هستند.

$$F=F_N \xrightarrow{F'=۲F} F_{N'}=۲F_N$$



۳ ۱۱۸ A

نور از شیشه وارد هوا (از محیط غلیظ وارد محیط رقیق) شده و پرتوها از خط عمود دور می‌شوند. طول موج نور قرمز از طول موج نور سبز بلندتر بوده و نور قرمز کمتر شکسته می‌شود. بنابراین گزینهٔ (۳) درست است.



۱ ۱۱۹ A

حاصل‌ضرب نیرو در زمان اثر نیرو، برابر تغییر تکانه است. $(\Delta P=F\Delta t)$

۳ ۱۲۰ A

جابه‌جایی دو متحرک برابر است و متحرکی که دارای شتاب بیشتری است، زمان حرکتش کوتاه‌تر است.

$$\Delta x_۱=\Delta x_۲ \Rightarrow \frac{۱}{۲}a_۱t_۱^۲=\frac{۱}{۲}a_۲t_۲^۲ \Rightarrow a_۱t_۱^۲=\frac{۱۶}{۲۵}a_۱(t_۱+۵)^۲$$

$$t_۱=\frac{۴}{۵}(t_۱+۵) \Rightarrow ۵t_۱=۴t_۱+۲۰ \Rightarrow t_۱=۲۰s$$

۴ ۱۲۱ A

با استفاده از فرمول مستقل از زمان، شتاب را به‌دست می‌آوریم.

$$v_۲=۱۸km/h=۵m/s, v_۱=۴m/s$$

$$v_۲^۲-v_۱^۲=۲a(x_۲-x_۱) \Rightarrow ۲۵-۱۶=۲a(۹) \Rightarrow a=\frac{۱}{۲}m/s^۲$$

مکان متحرک در لحظهٔ $t=۰$، $x_۰=-۶m$ است:

$$v_۱^۲-v_۰^۲=۲a\Delta x \Rightarrow ۱۶-v_۰^۲=۲(\frac{۱}{۲})(۱۰-(-۴)) \Rightarrow v_۰^۲=۰ \Rightarrow v_۰=۰$$

۲ ۱۲۲ A

در بازهٔ $t_۱$ تا $t_۳$ شتاب متوسط صفر است، زیرا در این دو لحظه، سرعت‌ها برابراند $(\Delta v=۰)$ و گزینهٔ (۱) نادرست است.

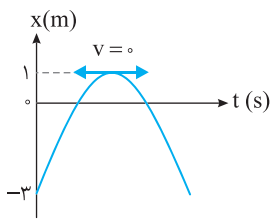
در لحظهٔ $t_۱$ سرعت مثبت و در لحظهٔ $t_۴$ سرعت صفر است، بنابراین $\Delta v<۰$ بوده و شتاب متوسط منفی است $(a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t})$.

در بازهٔ صفر تا $t_۱$ و $t_۱$ تا $t_۲$، شیب نمودار مثبت و ثابت است بنابراین در این دو بازه شتاب‌ها برابر و مثبت هستند.

۴ ۱۲۳ A

جهت دهانهٔ نمودار $x-t$ رو به پایین است بنابراین شتاب منفی است. $(a=-۲m/s^۲)$

به کمک معادلهٔ مستقل از زمان، سرعت اولیه را به‌دست می‌آوریم.



$$v^۲-v_۰^۲=۲a(x-x_۰) \Rightarrow ۰-v_۰^۲=۲(-۲)[+۱-(-۳)]$$

$$v_۰^۲=۱۶ \Rightarrow v_۰=+۴m/s$$

بردار مکان وقتی تغییر جهت می‌دهد که متحرک از مبدأ مکان $x=۰$ بگذرد.

$$x=\frac{۱}{۲}at^۲+v_۰t+x_۰ \Rightarrow ۰=\frac{۱}{۲}(-۲)\times t^۲+۴t-۳ \Rightarrow t^۲-۴t+۳=۰$$

$$(t-۱)(t-۳)=۰ \Rightarrow \begin{cases} t=۱s \\ t=۳s \end{cases}$$

نمودار سرعت زمان را رسم می‌کنیم

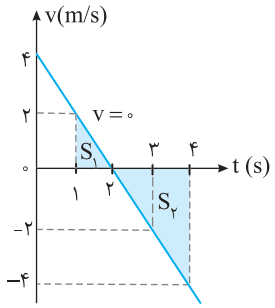
$$v=at+v_۰ \Rightarrow v=-۲t+۴$$

$$v=۰ \Rightarrow -۲t+۴=۰ \Rightarrow t=۲s$$

$$t=۱s \Rightarrow v=-۲+۴=۲m/s$$

$$t=۴s \Rightarrow v=-۲\times۴+۴=-۴m/s$$

مسافت طی شده در بازهٔ $t=۱s$ تا $t=۴s$ را حساب می‌کنیم.



$$\ell=|S_۱|+|S_۲|=\frac{۱\times۲}{۲}+\frac{۲\times۴}{۲}=۵m$$

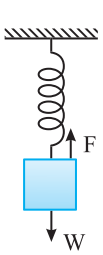
$$s_{av}=\frac{\ell}{\Delta t}=\frac{۵}{۳}m/s$$

۱ ۱۲۴ A

وقتی که کابل پاره می‌شود و تنها نیروی وارد بر شخص نیروی وزن است که در این حالت نیروسنج بر شخص و شخص بر نیروسنج نیرو وارد نمی‌کند و عددی که نیروسنج نمایش می‌دهد عدد صفر است.

۴ ۱۲۵ A

نیروی وزن و نیروی کشسانی فنر در دو حالت متوازن هستند.



$$(F=W)$$

حالت اول: $k(L-L_۰)=m_۱g \Rightarrow k(۰/۱۲-L_۰)=۴۰N$

حالت دوم: $k(L'-L_۰)=m_۲g \Rightarrow k(۰/۱۳-L_۰)=۵۰N$

دو رابطه را از هم کم می‌کنیم:

$$k(۰/۱۳)-kL_۰-k(۰/۱۲)+kL_۰=۵۰-۴۰$$

$$k(۰/۰۱)=۱۰ \Rightarrow k=۱۰۰۰N/m=۱۰N/cm$$

۳ ۱۲۶ A

شدت صوت با مجذور فاصله نسبت وارون دارد.

$$\frac{I_۲}{I_۱}=(\frac{r_۱}{r_۲})^۲$$

با توجه به تعریف تراز شدت صوت می‌توان نوشت:

$$\beta_1-\beta_2=10\log\frac{I_1}{I_2}\Rightarrow 46-20=10\log\left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2$$

$$2/6=2\log\left(\frac{r_2}{r_1}\right)\Rightarrow\log\left(\frac{r_2}{r_1}\right)=1/3=\log 10+\log 2$$

$$\log\frac{r_2}{r_1}=\log 20\Rightarrow\frac{r_2}{r_1}=20\Rightarrow r_2=20r_1$$

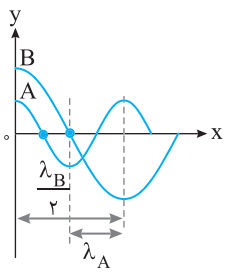
$$r_2-r_1=95\Rightarrow 20r_1-r_1=95\Rightarrow 19r_1=95$$

با توجه به فرض مسئله:

$$r_1=5m,\ r_2=20\times 5=100m$$

۱۲۷ | ۲ | A

با توجه به شکل:



$$\lambda_A=\frac{\lambda_B}{2}$$

دو موج در یک محیط منتشر می‌شوند بنابراین تندی انتشار دو موج در محیط یکسان است.

$$v_A=v_B$$

با توجه به تعریف طول موج:

$$\lambda=\frac{v}{f}\Rightarrow\frac{\lambda_A}{\lambda_B}=\frac{f_B}{f_A}\Rightarrow\frac{\frac{\lambda_B}{2}}{\lambda_B}=\frac{f_B}{f_A}$$

$$f_B=\frac{1}{2}f_A\xrightarrow{N=ft}\frac{N_B}{N_A}=\frac{f_B}{f_A}\Rightarrow\frac{N_B}{100}=\frac{1}{2}=N_B=50$$

در مدتی که چشمه A، ۱۰۰ نوسان انجام می‌دهد چشمهٔ B، ۵۰ نوسان انجام خواهد داد.

۱۲۸ | ۳ | A

با توجه به قانون هوک $(F=kx)$، ثابت فنر خواهد شد: $F=-\frac{\pi^2}{10}x\Rightarrow k=\frac{\pi^2}{10}N/m$

دامنهٔ حرکت را حساب می‌کنیم:

$$E=\frac{1}{2}kA^2\Rightarrow 2\pi^2\times 10^{-3}=\frac{1}{2}\frac{\pi^2}{10}A^2\Rightarrow A^2=0/04m\Rightarrow A=0/2m$$

بسامد زاویه‌ای را به‌دست می‌آوریم.

$$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}\Rightarrow\omega=\sqrt{\frac{\frac{\pi^2}{10}}{0/1}}\Rightarrow\omega=\pi rad/s$$

معادله را می‌نویسیم:

$$x=A\cos\omega t\Rightarrow x=0/2\cos\pi t$$

۱۲۹ | ۳ | A

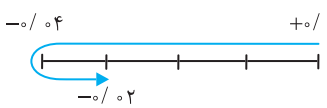
از روی معادلهٔ $x=0/04\cos 4\pi t$، دوره را حساب می‌کنیم.

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

نسبت بازهٔ زمانی داده شده به دوره را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{\Delta t}{T}=\frac{\frac{1}{3}}{\frac{1}{2}}\Rightarrow\Delta t=\frac{2T}{3}=\frac{T}{2}+\frac{T}{6}$$

در مدت $\frac{T}{2}$ نوسانگر از مکان $+A$ به $-A$ می‌رود سپس در مدت $\frac{T}{4}$ از $-A$ به $-\frac{A}{2}$ می‌رود بنابراین مسافت طی شده خواهد شد:



$$\ell=0/04+0/04+0/02=0/1m$$

$$s_{av}=\frac{\ell}{\Delta t}=\frac{0/1}{\frac{1}{3}}=0/3m/s=30cm/s$$

۱۳۰ | ۴ | A

تعداد نیمه‌عمرها را حساب می‌کنیم.

$$n=\frac{t}{\frac{T_1}{2}}\Rightarrow n=\frac{6}{1}=6$$

تعداد هسته‌های فعال را به‌دست می‌آوریم:

$$N=N_0\left(\frac{1}{2}\right)^n\Rightarrow\frac{N}{N_0}=\left(\frac{1}{2}\right)^6\Rightarrow\frac{N}{N_0}=\frac{1}{64}$$

۱۳۱ | ۱ | A

در مدل اتمی بور، شعاع مدارها از رابطهٔ زیر پیروی می‌کنند.

$$r_n=n^2a_0\Rightarrow r_4=(4)^2\times 5/29\Rightarrow r_4=84/64pm$$

۱۳۲ | ۲ | A

جهش از سومین حالت برانگیخته به اولین حالت برانگیخته یعنی گذار از $n=4$ به $n'=2$ بنابراین:

$$E_n-E_{n'}=hf\xrightarrow{E_n=-\frac{E_R}{n^2}}-\frac{E_R}{16}-\left(-\frac{E_R}{4}\right)=hf$$

$$\frac{3E_R}{16}=hf\Rightarrow\frac{3\times 13/6}{16}=4\times 10^{-15}f\Rightarrow f=6/375\times 10^{14}HZ$$

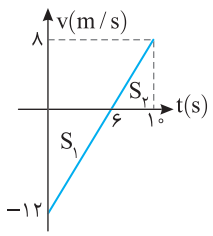
پاسخ کنکور ۱۴۰۴ تجربی - (نوبت اول)

۱۳۳ | ۱ | B

در واپاشی آلفا $\left(\alpha=\,^4_2\right)$ از عدد جرمی ۴ واحد کاسته می‌شود.

$$^{242}_{94}Pu\rightarrow\,^4_2\alpha+\,^A_ZY\ ,\ Z=242-4=238$$

۱۳۴ | ۴ | B



ابتدا معادلهٔ سرعت زمان را به‌دست می‌آوریم.

$$x=t^2-12t+20,\ x=\frac{1}{2}at^2+v_0t+x_0$$

$$\frac{1}{2}a=1\Rightarrow a=2m/s^2\Rightarrow v_0=-12m/s$$

$$v=at+v_0\Rightarrow v=2t-12$$

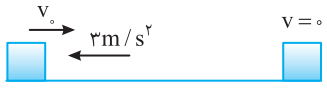
نمودار سرعت - زمان را در بازهٔ ۰ تا ۱۰s رسم می‌کنیم و به کمک سطح زیر نمودار مسافت را حساب می‌کنیم.

$$\ell=|S_1|+|S_2|=\frac{6\times 12}{2}+\frac{4\times 8}{2}=52m$$

۱۳۵ | ۲ | B

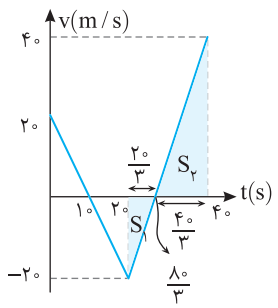
به جای آنکه مسیر توقف را بررسی کنیم، فرض می‌کنیم که متحرک از حال سکون با شتاب $3m/s^2$ شروع به حرکت می‌کند. سپس جابه‌جایی متحرک را در مدت این سه ثانیه به‌دست می‌آوریم.

$$\Delta x=\frac{1}{2}at^2+v_0t\ ,\ \Delta x=\frac{1}{2}(3)(9)=13/5m$$



۱۳۶ | ۳ | B

با استفاده از معادلهٔ سرعت متحرک در ۲۰s اول، سرعت اولیه متحرک را برای ۲۰s دوم حرکت به‌دست می‌آوریم و معادله سرعت ۲۰s دوم حرکت را می‌نویسیم.



$$v_1=a_1t+v_{0_1}\Rightarrow v_1=-2t+20$$

$$\xrightarrow{t=20s}$$

$$v_1=-2(20)+20=-20=v_{0_2}$$

$$v_2=a_2(t-20)+v_{0_2}$$

$$v_2=3(t-20)-20$$

$$\Rightarrow v_2=3t-60-20=3t-80$$

نمودار سرعت زمان متحرک را رسم می‌کنیم و لحظه‌ای را که در ۲۰s دوم حرکت، سرعت متحرک صفر می‌شود، مشخص می‌کنیم.

$$۳t-۸۰=۰\Rightarrow t=\frac{۸۰}{۳}$$

مسافت طی شده:

$$\ell=|S_۱|+|S_۲|=\frac{۲۰\times\frac{۲۰}{۳}}{۲}+\frac{۴۰\times\frac{۴۰}{۳}}{۲}\Rightarrow \ell=\frac{۲۰۰}{۳}+\frac{۸۰۰}{۳}=\frac{۱۰۰۰}{۳}\,m$$

۱۳۷ B **۲**

به کمک سطح زیر نمودار سرعت زمان، مکان متحرک در بازهٔ اول حرکت یعنی صفر تا ۶s را به دست می‌آوریم.

$$\Delta x_{۰\to۶}=S_۱=\frac{۱۸\times۶}{۲}=۵۴m\Rightarrow x_۶=۵۴+۱۰=۶۴m$$

شتاب حرکت در بازهٔ ۶s تا ۲۱s را حساب می‌کنیم.

$$a_{\text{۶ به بعد}}=\frac{-۱۲-۱۸}{۲۱-۶}=\frac{-۳۰}{۱۵}=-۲m/s^۲$$

به کمک معادلهٔ مکان - زمان خواهیم داشت:

$$x_{\text{۶ به بعد}}=\frac{۱}{۲}at^۲+v_۰t+x_۰\Rightarrow ۱۳۶=\frac{۱}{۲}(-۲)t^۲+۱۸t+۶۴$$

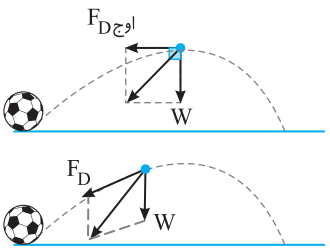
$$\Rightarrow t^۲-۱۸t+۷۲=۰\Rightarrow(t-۶)(t-۱۲)=۰\Rightarrow\begin{cases}t=۶s\\t=۱۲s\end{cases}$$

این اعداد بعد از ۶s است بنابراین زمان‌های اصلی خواهد شد:

$$t_T=t+۶\Rightarrow\begin{cases}۶+۶=۱۲s\\۱۲+۶=۱۸s\end{cases}$$

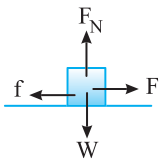
۱۳۸ B **۱**

اندکی قبل از اوج تندی توپ از تندی آن در اوج بیشتر است. بنابراین نیروی مقاومت هوا نیز بیشتر است. $(f_D>f_{D_{\text{اوج}}})$ از طرفی مطابق شکل نیروی برایند f_D و W در قبل اوج بزرگ‌تر خواهد شد بنابراین $F_{net_{\text{قبل از اوج}}}>F_{net_{\text{اوج}}}>W\Rightarrow a>a_{\text{اوج}}>g$



۱۳۹ B **۳**

ابتدا نیروی اصطکاک ایستایی بیشینه را حساب می‌کنیم تا مشخص شود در چه لحظه‌ای جعبه به حرکت در می‌آید.



$$f_{s\,max}=\mu_s\times F_N=۰/۶\times۵۰۰=۳۰۰$$

$$۳۰۰=۱۰۰t\Rightarrow t=۳s$$

بنابراین تا $t=۳s$ جعبه حرکت نمی‌کند و با توجه به صورت سؤال، حرکت مربوط به بازهٔ ۳s تا ۴s است و اصطکاک در این حالت اصطکاک جنبشی است.

$$f_k=\mu_k F_N=۰/۴\times۵۰۰=۲۰۰N$$

کمترین مقدار شتاب در لحظهٔ $t=۳s$ است که اگر جعبه با آن حرکت کند جابه‌جایی آن خواهد شد:

$$t=۳s\Rightarrow F=۳۰۰N\Rightarrow F_{net}=ma\Rightarrow ۳۰۰-۲۰۰=۵۰a\Rightarrow a_{min}=۲m/s^۲$$

$$\Delta x=\frac{۱}{۲}at^۲+v_۰t\Rightarrow\Delta x_{min}=\frac{۱}{۲}(۲)(۱)^۲=۱m$$

بیشترین مقدار شتاب در لحظهٔ $t=۴s$ است.

$$t=۴s\Rightarrow F=۴۰۰N\Rightarrow ۴۰۰-۲۰۰=۵۰a\Rightarrow a_{max}=۴m/s^۲$$

$$\Delta x_{max}=\frac{۱}{۲}(۴)(۱)^۲=۲m$$

بنابراین مقدار جابه‌جایی بین $۱m<d<۲m$ است.

۱۴۰ B **۲**

با توجه به رابطهٔ قانون جهانی گرانش می‌توان نوشت.

$$F=G\frac{M_e m}{r^۲}=۶/۶۷\times۱۰^{-۱۱}\times\frac{۵/۹۸\times۱۰^{۲۴}\times۲۰۰}{((۲۶۰۰+۶۴۰۰)\times۱۰^۳)^۲}=۹۸۴/۸N\simeq۹۸۵$$

$$\Rightarrow F\simeq۹۸۵N$$

۱۴۱ B **۱**

با توجه به نمودار، دامنهٔ حرکت ذرات محیط ۲cm است و نقطهٔ M در مدت $\frac{۱}{۸}s$ مسافت ۴cm را طی می‌کند یعنی مسافتی برابر ۲A، از طرفی نقطهٔ M، در یک دوره چهار با دامنه را طی می‌کند، بنابراین $\frac{۱}{۸}s$ برابر نصف دوره است.

طول موج را به‌دست می‌آوریم

$$\frac{T}{۲}=\frac{۱}{۸}\Rightarrow T=\frac{۱}{۴}s$$

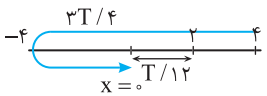
$$\frac{\lambda}{۴}=۱۵cm\Rightarrow\lambda=۶۰cm=۰/۶m$$

تندی انتشار موج را حساب می‌کنیم

$$\lambda=vT\Rightarrow ۰/۶=v\times\frac{۱}{۴}\Rightarrow v=۲/۴m/s$$

۱۴۲ B **۳**

ابتدا به کمک بازه‌های زمانی شناخته شده، دوره را حساب می‌کنیم.



$$\frac{۳T}{۴}+\frac{T}{۱۲}=\frac{۱}{۲}\Rightarrow\frac{۱۰T}{۱۲}=\frac{۱}{۲}\Rightarrow T=\frac{۶}{۱۰}s$$

بسامد زاویه‌ای را به‌دست می‌آوریم

$$\omega=\frac{۲\pi}{T}\Rightarrow\omega=\frac{۲\pi}{\frac{۶}{۱۰}}=۱۰rad/s$$

تندی بیشینه ذرات محیط خواهد شد:

$$v_{max}=A\omega=\frac{۴}{۱۰۰}\times۱۰=۰/۴m/s$$

۱۴۳ B **۴**

تندی انتشار موج را به‌شدت می‌آوریم:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}=\sqrt{\frac{۱۵۶}{۷۸۰۰\times۰/۵\times۱۰^{-۶}}}=\sqrt{۴\times۱۰^۴}=۲۰۰m/s$$

تندی موج در یک محیط ثابت است بنابراین مسافت طی شده خواهد شد:

$$\ell=vt=۲۰۰\times۱=۲۰۰m$$

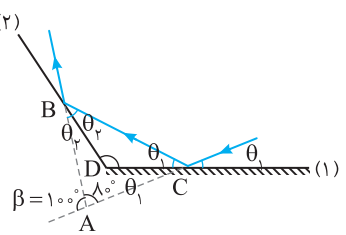
۱۴۴ B **۲**

در مثلث ABC زاویهٔ $\beta=۱۰۰^\circ$ زاویهٔ خارجی است، بنابراین:

$$\beta=۲\theta_۱+۲\theta_۲\Rightarrow ۱۰۰=۲(\theta_۱+\theta_۲)\Rightarrow\theta_۱+\theta_۲=۵۰$$

به مثلث BDC دقت کنید،

$$D+\theta_۱+\theta_۲=۱۸۰^\circ\Rightarrow D+۵۰^\circ=۱۸۰^\circ\Rightarrow D=۱۳۰^\circ$$



۱۴۵ B **۱**

با توجه به رابطهٔ اسنل و قانون شکست عمومی می‌توان نوشت:

$$\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱}=\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱}\Rightarrow\frac{\lambda_۳}{\lambda_۱}=\frac{\sin ۳۷^\circ}{\sin ۵۳^\circ}=\frac{۰/۶}{۰/۸}=\frac{۳}{۴}$$

(دقت کنید قانون اسنل را برای دو محیط غیرمجاور نیز می‌توان نوشت.)

۱۴۶ B **۱**

سومین خط طیفی یعنی اگر رشتهٔ طول موجی n' باشد، الکترون از تراز $n=n'+۳$ به تراز n' گذار می‌کند و بنا به رابطهٔ ریدبرگ می‌توان نوشت:

$$\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^۲}-\frac{۱}{n^۲})\Rightarrow\frac{۱}{۱۲۰۰}=\frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{n'^۲}-\frac{۱}{(n'+۳)^۲})\Rightarrow n'=۳$$

۱۴۷ B **۳**

در هر نیمه‌عمر، نیمی از هسته واپاشیده می‌شود بنابراین:

$$٪۱۰۰\xrightarrow{۸\text{ روز}}٪۵۰\xrightarrow{۸\text{ روز}}٪۲۵$$

روش دیگر: $N=N_۰(\frac{۱}{۲})^n\xrightarrow{n=\frac{۱۶}{۸}=۲}\frac{N}{N_۰}=(\frac{۱}{۲})^۲=\frac{۱}{۴}\Rightarrow N=۰/۲۵N_۰$

پاسخ کنکور ۱۴۰۴ تجربی- (نوبت دوم)

۱۴۸ B **۳**

رابطهٔ انرژی فوتون بر حسب طول موج را می‌نویسیم:

$$E=\frac{hc}{\lambda},E_۱=\frac{hc}{\lambda_۱},E_۲=\frac{hc}{\lambda_۲}\qquad\frac{E_۱}{E_۲}=\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱}=\frac{۶۰۰}{۴۰۰}=\frac{۳}{۲}=۱/۵$$

۱۴۹ B **۱**

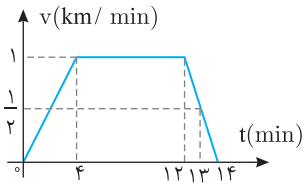
وقتی چشمهٔ ساکن و ناظر (شنونده) متحرک است؛ در این حالت تجمع جبهه‌های موج در دو سوی چشمه یکسان است. اگر ناظر به طرف چشمه حرکت کند، در مقایسه با ناظر ساکن، در مدت زمان یکسان، با جبهه‌های موج بیشتری مواجه می‌شود که این منجر به افزایش بسامد صوتی می‌شود که ناظر می‌شنود. در حالی که اگر ناظر از چشمه دور شود، در مقایسه با ناظر ساکن، در مدت زمان یکسان، با جبهه‌های موج کمتری مواجه می‌شود که این منجر به کاهش بسامد صوتی می‌شود که ناظر می‌شنود.

۱۵۰ B **۲**

واحد سرعت را از کیلومتر بر ساعت به کیلومتر بر دقیقه تبدیل می‌کنیم:

$$\frac{۶۰\text{km}}{\text{h}}=\frac{۶۰\text{km}}{۶۰\text{min}}=۱\frac{\text{km}}{\text{min}}$$

با توجه به نمودار سرعت در لحظه $t=۱۳\text{ min}$ را به‌دست می‌آوریم:



$$\frac{۰-۱}{۱۴-۱۲}=\frac{۰-v_{t=۱۳\text{min}}}{۱۴-۱۳}\Rightarrow\frac{-۱}{۲}=\frac{-v_{t=۱۳\text{min}}}{۱}\Rightarrow v_{t=۱۳}=\frac{۱}{۲}\text{km/min}$$

مسافت طی شده برابر سطح زیر نمودار سرعت - زمان است:

$$S=\frac{۱\times۴}{۲}+۱\times۸+\frac{(\frac{۱}{۲}+۱)\times۱}{۲}=۱۰/۷۵\text{km}$$

۱۵۱ B **۳**

جسم از حال سکون شروع به حرکت کرده است و شتاب ثابت است، بنابراین جسم تغییر جهت نمی‌دهد، یعنی مسافت طی شده توسط جسم با جابه‌جایی جسم، یکسان است:

$$x=\frac{۱}{۲}at^۲\Rightarrow۲۱۶=\frac{۱}{۲}a(۱۲)^۲\Rightarrow a=۳\text{m/s}^۲$$

اختلاف زمانی داده شده در گزینه‌ها ۲s است که می‌توان آن‌ها را به صورت n تا $n+۲$ نوشت:

$$x_{n+۲}-x_n=۳۶\Rightarrow\frac{۳}{۲}(n+۲)^۲-\frac{۳}{۲}n^۲=۳۶\Rightarrow n=۵$$

بنابراین بازه زمانی مورد نظر ۵s تا ۷s است.

روش دیگر: شتاب را مطابق روش اول به‌دست می‌آوریم: $a=۳\text{m/s}^۲$

در حرکت با شتاب ثابت، سرعت متوسط در یک بازهٔ زمانی، برابر میانگین سرعت ابتدا و انتهای آن بازه است.

$$v_{av}=\frac{v_۱+v_۲}{۲}$$

بازه‌های زمانی داده شده در گزینه‌ها همگی ۲s هستند، بنابراین سرعت متوسط در بازهٔ زمانی ۲s را می‌نویسیم (می‌خواهیم جابه‌جایی در این بازه ۳۶m باشد):

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{۳۶}{۲}=۱۸\Rightarrow۱۸=\frac{v_۱+v_۲}{۲}$$

$v_۱$ سرعت ابتدای بازه و $v_۲$ سرعت انتهای آن است:

$$v_۲=a\times۲+v_۱$$

$$v_۱+v_۲=۳۶\Rightarrow v_۱+(v_۱+۲a)=۳۶\Rightarrow۲v_۱+۶=۳۶\Rightarrow v_۱=۱۵\text{m/s}$$

$$v_۱=at+v_۰\Rightarrow۱۵=۳t+۰\Rightarrow t=۵\text{s}$$

بنابراین بازهٔ زمانی مورد نظر ۵s تا ۷s است.

۱۵۲ B **۳**

در بازهٔ زمانی صفر تا ۱۴s، بردار مکان متحرک در جهت محور x است: $v=|\frac{\Delta x}{\Delta t}|=\frac{۲۸}{۱۴}=۲$

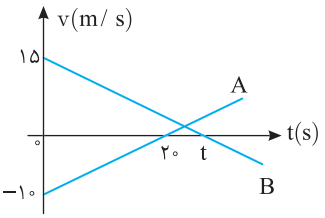
۱۵۳ B **۲**

شتاب حرکت متحرک A را با توجه به نمودار به‌دست می‌آوریم و معادله حرکت آن را می‌نویسیم:

$$a_A=\frac{۰-(-۱۰)}{۲۰}=\frac{۱}{۲}\text{m/s}^۲$$

$$x_A=\frac{۱}{۲}a_At^۲+v_{۰A}t+x_{۰A}\Rightarrow x_A=\frac{۱}{۴}t^۲-۱۰t-۱۰۰$$

با توجه به نمودار، لحظهٔ t، لحظه‌ای است که متحرک B تغییر جهت داده است، طبق صورت سؤال در این لحظه متحرک A، در مکان $x_A=-۱۷۵\text{m}$ است:



$$x_A=-۱۷۵\Rightarrow\frac{۱}{۴}t^۲-۱۰t+۱۰۰=-۱۷۵\Rightarrow\frac{۱}{۴}t^۲-۱۰t+۷۵=۰\Rightarrow t=۱۰\text{s},t=۳۰\text{s}$$

$t=۳۰\text{s}$ قابل قبول است زیرا متحرک B در لحظه‌ای پس از ۲۰ ثانیه تغییر جهت داده است.

در این زمان شتاب متحرک B را با استفاده از معادله سرعت - زمان حساب می‌کنیم.

$$v=at+v_۰\Rightarrow۰=a(۳۰)+۱۵\Rightarrow a=-\frac{۱}{۲}\text{m/s}^۲$$

(با استفاده از نمودار نیز می‌توان شتاب را محاسبه کرد: $a_B=\frac{۰-۱۵}{۳۰}=-\frac{۱}{۲}\text{m/s}^۲$)

حال مکان متحرک B را در $t=۳۰\text{s}$ محاسبه می‌کنیم.

$$x_B=-\frac{۱}{۴}(۳۰)^۳+۱۵(۳۰)+۱۰۰=۳۲۵$$

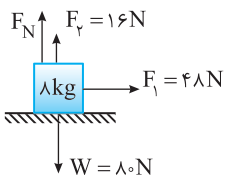
بنابراین فاصلهٔ متحرک در $t=۳۰\text{s}$ برابر است با:

$$x_B-x_A=۳۲۵-(-۱۷۵)=۵۰۰\text{m}$$

۱۵۴ B **۴**

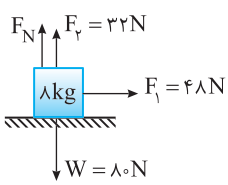
با توجه به داده‌های سؤال، می‌توانیم ضریب اصطکاک جنبشی سطح را به‌دست آوریم.

در حالت اول چون جسم با سرعت ثابت حرکت می‌کند نیروی اصطکاک با نیروی $F_۱=۴۸\text{N}$ برابر و در خلاف جهت آن است. نیروی عمودی سطح نیز برابر با $F_N=۸۰-۱۶=۶۴\text{N}$ است. ضریب اصطکاک جنبشی برابر است با:



$$f_k=\mu_kF_N\Rightarrow۴۸=۶۴\mu_k\Rightarrow\mu_k=\frac{۴۸}{۶۴}=\frac{۳}{۴}$$

اگر نیروی $\vec{F}_۲$ را ۱۶N افزایش دهیم، نیروی عمودی سطح $F_N=۸۰-۳۲=۴۸\text{N}$ می‌شود و نیروی اصطکاک برابر است با:



$$f_k=\frac{۳}{۴}\times۴۸=۳۶\text{N}$$

اندازهٔ نیروی برایند سطح برابر است با:

$$\sqrt{F_N^۲+f_k^۲}$$

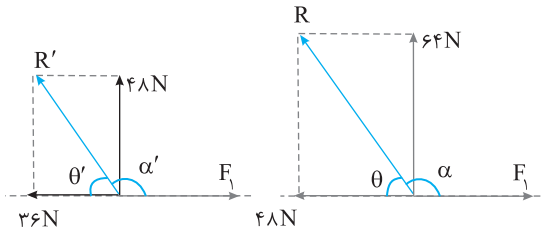
در حالت اول نیروی برایند سطح (R) برابر است با:

$$R=\sqrt{(۶۴)^۲+(۴۸)^۲}$$

و در حالت دوم نیروی برایند سطح (R') برابر است با: $R'=\sqrt{(۴۸)^۲+(۳۶)^۲}$

که $R'<R$ است و بنابراین گزینه‌های (۱) و (۲) نادرست‌اند. در هر دو حالت زاویه‌ای که نیروی برایند با نیروی $F_۱$ می‌سازد $(\alpha$ و $\alpha')$ در شکل مشخص شده است:

$$\tan\theta=\frac{۶۴}{۴۸}=\frac{۸}{۶}=\frac{۴}{۳},\ \tan\theta'=\frac{۴۸}{۳۶}=\frac{۸}{۶}=\frac{۴}{۳}$$
$$\Rightarrow\tan\theta=\tan\theta'\Rightarrow\theta=\theta'\Rightarrow\alpha=\alpha'$$



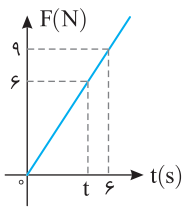
و گزینهٔ (۴) درست است.

۱۵۵ B **۱**

نیروی اصطکاک ایستایی برابر است با:

$$f_s=\mu_sF_N\Rightarrow f_s=۰/۲\times۳۰=۶$$

تا زمانی که نیروی افقی وارد شده به جسم به ۶ نیوتون نرسیده است، نیروی اصطکاک برابر با نیروی اعمال شده (F) است. با توجه به نمودار لحظه‌ای که نیرو به ۶N می‌رسد را به‌دست می‌آوریم. بنابراین با توجه به خطی بودن نمودار نیرو - زمان، نمودار نیرو - اصطکاک نیز در بازهٔ ۰ تا ۴۰ ثانیه خطی است و پس از آن لحظه (چون ضریب اصطکاک جنبشی و ایستایی یکسان است) نیروی اصطکاک ثابت و برابر ۶ نیوتون است.



$$\frac{۹}{۶}=\frac{۶}{t}\Rightarrow t=۴s$$

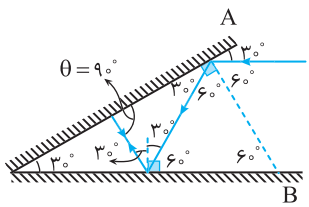
۱۵۶ B **۲**

جرم جسم‌ها یکسان است پس برای محاسبهٔ نسبت وزن‌ها کافی است شتاب گرانشی‌ها را مقایسه کنیم.

$$\frac{mg_s}{mg_e}=\frac{M_s}{M_e}\times\left(\frac{R_e}{R_s}\right)^۲\Rightarrow\frac{g_s}{g_e}=۲\times\left(\frac{۱}{۴}\right)=\frac{۱}{۲}$$

۱۵۷ B **۴**

مسیر پرتو نور در برخورد به آینه A و سپس آینه B و سرانجام در دومین برخورد به آینه A را رسم می‌کنیم. با توجه به شکل پرتو عمود بر سطح آینه A به آن تابیده پس زاویه تابش، صفر درجه است.



۱۵۸ B **۱**

ثابت فنر را بر حسب N/m می‌نویسیم: $k=۲N/cm=۲۰۰N/m$

انرژی مکانیکی برابر $E=\frac{۱}{۲}kA^۲$ است و دامنه $A=۰/۰۸m$ است بنابراین:

$$E=\frac{۱}{۲}kA^۲=\frac{۱}{۲}(۲۰۰)(۰/۰۸)^۲=۰/۶۴J$$
$$K=\frac{۱}{۲}mv^۲=\frac{۱}{۲}(۲)(۰/۴)^۲=۰/۱۶J$$
$$U=E-K=۰/۶۴-۰/۱۶=۰/۴۸J$$

۱۵۹ B **۴**

با توجه به رابطه سرعت بیشینه نوسانگر داریم:

$$v_{Max}=A\omega\Rightarrow۴/۴=۷\times۱۰^{-۳}\times\omega\Rightarrow\omega=\frac{۴۴۰۰}{۷}rad/s$$

$$\omega=\frac{۲\pi}{T}\Rightarrow T=\frac{۲\pi}{\omega}=\frac{۲\pi}{\frac{۴۴۰۰}{۷}}=\frac{۲(\frac{۲۲}{۷})}{\frac{۴۴۰۰}{۷}}=\frac{۱}{۱۰۰}s$$

۱۶۰ B **۳**

با توجه به رابطهٔ $v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}$ ، با افزایش نیرو، تندی موج افزایش می‌یابد. $(v\propto\sqrt{F})$

بسامد ثابت می‌ماند در نتیجه دوره نیز ثابت است. $(f=\frac{۱}{T})$

و با افزایش تندی، طول موج نیز افزایش می‌یابد. $v=\frac{\lambda}{T}\Rightarrow v\uparrow=\frac{\lambda\uparrow}{T}$

۱۶۱ B **۲**

توان برابر انرژی در واحد زمان است: $P=\frac{E}{t}$

از طرفی انرژی برابر است با: $E=nhf$

بنابراین داریم: $P=\frac{nhf}{t}=\frac{nh\frac{c}{\lambda}}{t}=\frac{nhc}{\lambda t}\Rightarrow n=\frac{P\lambda t}{hc}$

$$\Rightarrow n=\frac{۶۶۳\times۱۰^{-۳}\times۶۰\times۶۰۰\times۱۰^{-۹}}{۶/۶۳\times۱۰^{-۳۴}\times۳\times۱۰^{۸}}=\frac{۱۲۰۰۰\times۱۰^{-۱۰}}{۱۰^{-۲۶}}=۱/۲\times۱۰^{۲۰}$$

۱۶۲ B **۱**

بلندترین طول موج $(\lambda_۱)$ در رشته پفوند مربوط به گذار از $n=۶$ به $n'=۵$ و کوتاه‌ترین طول موج $(\lambda_۲)$ در این رشته مربوط به گذار از $n=\infty$ به $n'=۵$ است.

$$\frac{۱}{\lambda_۱}=\frac{۱}{۱۰۰}\left(\frac{۱}{۵^۲}-\frac{۱}{۶^۲}\right)\Rightarrow\frac{۱}{\lambda_۱}=\frac{۱}{۱۰۰}\left(\frac{۱۱}{۲۵\times۳۶}\right)\Rightarrow\lambda_۱=\frac{۲۵\times۳۶\times۱۰۰}{۱۱}\Rightarrow\lambda_۱=\frac{۹۰۰۰۰}{۱۱}$$

$$\frac{۱}{\lambda_۲}=\frac{۱}{۱۰۰}\left(\frac{۱}{۵^۲}-\frac{۱}{\infty}\right)\Rightarrow\frac{۱}{\lambda_۲}=\frac{۱}{۱۰۰}\left(\frac{۱}{۲۵}\right)\Rightarrow\lambda_۲=\frac{۲۵۰۰}{۱}\quad\frac{\lambda_۱}{\lambda_۲}=\frac{۹۰۰۰۰}{۲۵۰۰\times۱۱}=\frac{۳۶}{۱۱}$$

۱۶۳ B **۴**

پایستگی انرژی مکانیکی را می‌نویسیم:

$$E_۱=E_۲\Rightarrow\frac{۱}{۲}mv_۱^۲=\frac{۱}{۲}mv_۲^۲+mgh\Rightarrow$$
$$\frac{۱}{۲}m\times(۲۰)^۲=\frac{۱}{۲}m(۱۲)^۲+m\times۱۰\times h\Rightarrow$$
$$۲۰۰=۷۲+۱۰h\Rightarrow۱۲۸=۱۰h\Rightarrow h=۱۲/۸m$$

پاسخ کنکور ۱۴۰۴ خارج تجربی- (نوبت دوم)

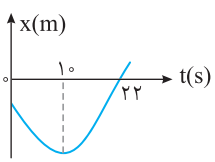
۱۶۴ B **۴**

در هسته، ۶ پروتون (بار مثبت) و ۶ نوترون (خنثی) حضور دارد. در نتیجه بار خالص هسته $q_{هسته}=+۶e$ است. در اتم یک بار یونیده ۶ پروتون و ۶ نوترون و ۵ الکترون وجود دارد در نتیجه بار اتم $q_{اتم}=+e$ است. $\frac{q_{هسته}}{q_{اتم}}=\frac{۶}{۱}=۶$

۱۶۵ B **۴**

علت نادرستی سایر گزینه‌ها: ۱) هسته‌ها در واکنش‌های هسته‌ای برانگیخته می‌شوند. ۲) جرم هسته از مجموع جرم نوکلئون‌های تشکیل‌دهنده‌اش کمتر است. ۳) انرژی نوکلئون‌ها درون هسته کوانتیده است و نمی‌توانند هر انرژی دلخواهی را اختیار کنند.

۱۶۶ B **۳**



روش اول: با توجه به نمودار در لحظهٔ $t=۱۰s$ (رأس سهمی) سرعت صفر است:

$$v=at+v_۰\Rightarrow۰=a\times۱۰+v_۰\Rightarrow v_۰=-۱۰a$$

با توجه به نمودار در بازهٔ صفر تا ۱۰s جهت سرعت تغییر نکرده است (منفی)، بنابراین مسافت طی شده برابر اندازه جابه‌جایی است:

$$\Delta x=\frac{۱}{۲}at^۲+v_۰t\Rightarrow-۵۰=\frac{۱}{۲}a(۱۰۰)+v_۰(۱۰)$$
$$\Rightarrow-۵۰=۵۰a+(-۱۰۰a)\Rightarrow a=۱,v_۰=-۱۰m/s$$

مکان متحرک در لحظهٔ $t=۲۲s$ صفر است. معادلهٔ حرکت را می‌نویسیم:

$$x=\frac{۱}{۲}at^۲+(-۱۰t)+x_۰\Rightarrow x=\frac{۱}{۲}t^۲-۱۰t+x_۰$$

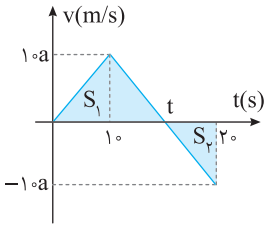
$$\Rightarrow ۰=\frac{۱}{۲}t^۲(۴۸۴)-۱۰(۲۲)+x_۰\Rightarrow x_۰=-۲۲m$$

۲ ۱۶۷ B

معادله سرعت - زمان متحرک را در ۱۰s اول و ۱۰s دوم می‌نویسیم:

$$v=at+v_۰\Rightarrow\begin{cases}v=at\\ v=-۲a(t-۱۰)+v_۰=-۲at+۲۰a+v_۰\end{cases}$$

$$\xrightarrow{v_۰=۱۰a}-۲at+۳۰a$$



نمودار سرعت - زمان متحرک را در بازهٔ صفر تا ۲۰s رسم می‌کنیم.

لحظهٔ t که در آن سرعت صفر شده است را به‌دست می‌آوریم:

$$-۲at+۳۰a=۰\Rightarrow ۲t=۳۰\Rightarrow t=۱۵s$$

مسافت طی شده در مدت ۲۰s برابر است با:

$$۲۰۰=|S_۱|+|S_۲|$$

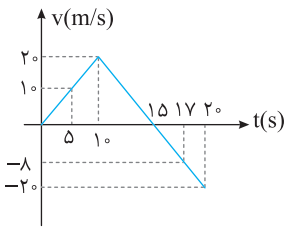
$$\Rightarrow ۲۰۰=\frac{۱۵\times۱۰a}{۲}+\frac{۵\times۱۰a}{۲}=۷۵a+۲۵a\Rightarrow ۲۰۰=۱۰۰a\Rightarrow a=۲m/s^۲$$

شتاب متوسط در بازهٔ زمانی $t_۱=۵s$ تا $t_۲=۱۷s$ را می‌خواهیم:

$$v_{t=۵}=۲t\Rightarrow v_{t=۵}=۱۰m/s$$

$$v_{t=۱۷s}=-۴(۱۷)+۶۰=-۸m/s$$

$$a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}\Rightarrow a_{av}=\frac{-۸-(۱۰)}{۱۷-۵}=\frac{-۱۸}{۱۲}=-۱/۵m/s^۲$$



۱ ۱۶۸ B

مساحت زیر نمودار سرعت - زمان بیانگر جابه‌جایی است.

مسافت طی شده متحرک A برابر است با: $\ell_A=|S_۱|+|S_۲|+|S_۳|$

ابتدا باید لحظهٔ t را به‌دست آوریم:

شیب نمودار در بازهٔ زمانی ۳ تا ۵ ثانیه را به‌دست می‌آوریم:

$$a=\frac{v_۲-v_۱}{\Delta t}=\frac{-۲۰-۲۰}{۲}=-۲۰m/s^۲$$

$$v=at+v_۰\Rightarrow ۰=-۲۰(t-۳)+۲۰\Rightarrow t-۳=۱\Rightarrow t=۴s$$

$$S_۱=\frac{۱}{۲}(۴۰+۲۰)(۲)=۶۰,\ S_۲=\frac{۱}{۲}(۱+۲)(۲۰)=۳۰$$

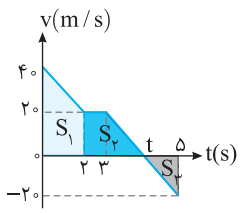
$$S_۳=\frac{۱}{۲}(۱)(۲۰)=۱۰,\ \ell_A=۶۰+۳۰+۱۰=۱۰۰m$$

مسافت طی شده متحرک B برابر است با:

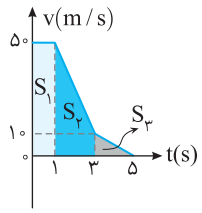
$$S_۱=۵۰,\ S_۲=\frac{۱}{۲}(۱۰+۵)(۲)=۶۰,\ S_۳=\frac{۱}{۲}(۲)(۱۰)=۱۰$$

$$\ell_B=S_۱+S_۲+S_۳=۵۰+۶۰+۱۰=۱۲۰m$$

$$\frac{\ell_B}{\ell_A}=\frac{۱۲۰}{۱۰۰}=۱/۲$$

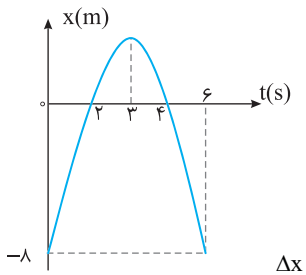


(A)



(B)

۳ ۱۶۹ B



با توجه به اطلاعات سؤال نمودار مکان - زمان متحرک مطابق شکل است.

در لحظهٔ $t=۳$ ، (رأس سهمی) سرعت صفر می‌شود، بنابراین داریم:

$$v=at+v_۰\Rightarrow ۰=۳a+v_۰$$

$$\Rightarrow v_۰=-۳a$$

جابه‌جایی در بازهٔ صفر تا ۲s برابر است با:

$$\Delta x=x_{t=۲s}-x_۰\Rightarrow \Delta x=۰-(-۸)=۸m$$

$$\Delta x=\frac{۱}{۲}at^۲-۳at\Rightarrow ۸=\frac{۱}{۲}a(۲)^۲-۳a(۲)\Rightarrow a=-۲m/s^۲,\ v_۰=۶m/s$$

سرعت در لحظهٔ $t=۳s$ صفر است و همچنین به دلیل تقارن در سهمی، تندی در لحظهٔ $t=۶s$ برابر تندی اولیه است.

$$s_{av}=\frac{v_۲+v_۱}{۲}=\frac{۶+۰}{۲}=۳$$

۱ ۱۷۰ B

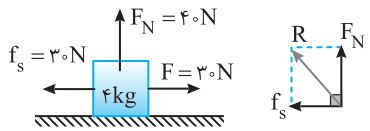
ابتدا بررسی می‌کنیم که جسم با نیرویی که به آن وارد می‌شود، ساکن می‌ماند یا حرکت می‌کند.

$$f_{s\,max}=\mu_sF_N=\mu_smg=۰/۸\times۴\times۱۰=۳۲$$

چون $F<f_{s\,max}$ است، جسم ساکن می‌ماند. در نتیجه نیروی اصطکاک وارد بر جسم برابر است با:

$$f_s=F=۳۰N$$

$$R=\sqrt{f_s^۲+F_N^۲}=\sqrt{۳۰^۲+۴۰^۲}\Rightarrow F_R=۵۰N$$



۲ ۱۷۱ B

شتاب گرانشی در سطح سیاره به شعاع R و جرم M برابر است با: $g=\frac{MG}{R^۲}$

$$\frac{g_{زمین}}{g_{ماه}}=\frac{M_{زمین}}{M_{ماه}}\left(\frac{R_{ماه}}{R_{زمین}}\right)^۲\Rightarrow\frac{g_{زمین}}{g_{ماه}}=۸۰\times\frac{۱}{۱۶}\Rightarrow\frac{g_{زمین}}{g_{ماه}}=۵$$

$$\Rightarrow g_{ماه}=\frac{g_{زمین}}{۵}=\frac{۹۸۰}{۵}\Rightarrow g_{ماه}=۱۹۶cm/s^۲$$

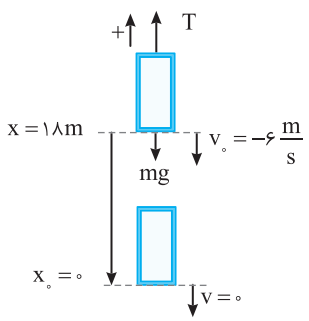
۳ ۱۷۲ B

با استفاده از رابطه مستقل از زمان شتاب را به‌دست می‌آوریم. (جهت مثبت را رو به بالا فرض می‌کنیم.)

$$v^۲-v_۰^۲=۲a\Delta x\Rightarrow ۰-۳۶=۲a(-۱۸)\Rightarrow a=+۱m/s^۲$$

حرکت کندشونده رو به پایین است.

$$T-mg=ma\Rightarrow T=mg+ma\Rightarrow T=۱۰۰۰(۱۰+۱)=۱/۱\times۱۰^۴N$$



B ۴ ۱۷۳

جسم را ۲cm کشیده و رها می‌کنیم، دامنهٔ نوسان برابر است با:

$$A=۲cm$$

$$x=A\cos(\frac{۲\pi}{T}t)$$

مکان نوسانگر در لحظه‌های $\frac{T}{۴}$ و $\frac{۳T}{۸}$ را به‌دست می‌آوریم. در لحظه $t=\frac{T}{۴}$ نوسانگر در مرکز نوسان است.

$$t=\frac{T}{۴}\Rightarrow x=A\cos(\frac{۲\pi}{T}\times\frac{T}{۴})\Rightarrow x=A\cos\frac{\pi}{۲}=۰$$

$$t=\frac{۳T}{۸}\Rightarrow x=A\cos(\frac{۲\pi}{T}\times\frac{۳T}{۸})\Rightarrow x=A\cos\frac{۳\pi}{۴}=-(۲)\frac{\sqrt{۲}}{۲}=-\sqrt{۲}$$

$$\ell=|\Delta x|=|-\sqrt{۲}-۰|=\sqrt{۲}$$

B ۱ ۱۷۴

گزینه‌های داده شده را بررسی می‌کنیم:

گزینهٔ (۱): بخشی از موج عبور می‌کند و بخشی برمی‌گردد. بنابراین انرژی موج عبوری کاهش می‌یابد، در نتیجه دامنه کاهش می‌یابد.

گزینهٔ (۲): بسامد و در نتیجه دوره تناوب از ویژگی‌های چشمه موج است و ثابت می‌ماند. $(T=\frac{۱}{f})$

گزینهٔ (۳): با کاهش قطر طناب تندی افزایش می‌یابد.

$$v=\frac{F}{\sqrt{\mu}},\mu=\frac{m}{L},m=\rho V=\rho\frac{\pi D^{۲}}{۴}\Rightarrow v\uparrow=\frac{۲}{D\downarrow}\sqrt{\frac{F}{\rho D}}$$

گزینهٔ (۴): طبق رابطهٔ $\lambda\uparrow=v\uparrow T$ ، با افزایش سرعت، طول موج نیز افزایش می‌یابد.

B ۲ ۱۷۵

انرژی مکانیکی برابر انرژی جنبشی بیشینه است: $A=۰/۰۴m,\omega=۲۰\pi rad/s$

$$E=۲K\Rightarrow K=\frac{۱}{۲}E\Rightarrow\frac{۱}{۲}mv^{۲}=\frac{۱}{۴}m\omega^{۲}A^{۲}\Rightarrow v=\frac{\sqrt{۲}}{۲}\omega A=\frac{\sqrt{۲}}{۲}\times۲۰\pi\times۰/۰۴$$

$$\Rightarrow v=\frac{۲\sqrt{۲}\pi}{۵}m/s$$

B ۳ ۱۷۶

با توجه به تعریف تراز شدت صوت داریم:

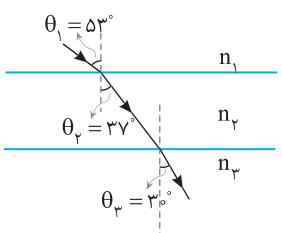
$$\beta=۱۰\log\frac{I}{I_{۰}}$$

$$\beta_{۲}-\beta_{۱}=۱۰\log\frac{I_{۲}}{I_{۰}}-۱۰\log\frac{I_{۱}}{I_{۰}}=۱۰\log\frac{I_{۲}}{I_{۱}}\Rightarrow۵=۱۰\log\frac{I_{۲}}{I_{۱}}$$

$$\Rightarrow۰/۵=\log\frac{I_{۲}}{I_{۱}}\Rightarrow\frac{I_{۲}}{I_{۱}}=۱۰^{\frac{۱}{۲}}=\sqrt{۱۰}$$

B ۴ ۱۷۷

قانون شکست عمومی را برای محیط‌های (۱) و (۲) می‌نویسیم:



$$\frac{v_{۲}}{v_{۱}}=\frac{\sin\theta_{۲}}{\sin\theta_{۱}}\Rightarrow v_{۲}=v_{۱}\frac{\sin\theta_{۲}}{\sin\theta_{۱}}\Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_{۲}=(۳\times۱۰^{۸})(\frac{\sin۳۷^{\circ}}{\sin۵۳^{\circ}})=۳\times۱۰^{۸}\times\frac{۰/۶}{۰/۸}$$

$$\Rightarrow v_{۲}=۲/۲۵\times۱۰^{۸}m/s$$

قانون شکست عمومی را برای محیط‌های (۲) و (۳) می‌نویسیم:

$$\frac{v_{۳}}{v_{۱}}=\frac{\sin\theta_{۳}}{\sin\theta_{۱}}\Rightarrow v_{۳}=v_{۱}\frac{\sin\theta_{۳}}{\sin\theta_{۱}}\Rightarrow v_{۳}=(۳\times۱۰^{۸})(\frac{\sin۳۰^{\circ}}{\sin۵۳^{\circ}})=۳\times۱۰^{۸}\times\frac{۰/۵}{۰/۸}$$

$$\Rightarrow v_{۳}=۱/۸۷۵\times۱۰^{۸}m/s$$

$$\Delta v=v_{۲}-v_{۳}=(۲/۲۵-۱/۸۷۵)\times۱۰^{۸}=۳/۷۵\times۱۰^{۷}m/s$$

B ۱ ۱۷۸

طبق تعریف توان داریم: $P=\frac{E}{t}$ ، انرژی هر فوتون برابر $\frac{hc}{\lambda}$ است:

انرژی n فوتون برابر است با: $E=\frac{nhc}{\lambda}$

$$P=\frac{E}{t}=\frac{nhc}{\lambda t}=\frac{۳\times۱۰^{۲۱}\times۱۲۴۰}{۲۴۸\times۶۰}\times\overbrace{\frac{}{۱/۶\times۱۰^{-۱۹}}}^{\text{تبدیل الکترون ولت به ژول}}$$

$$\Rightarrow P=۴۰W$$

B ۲ ۱۷۹

فوتون‌های انتقالی از $n=۲$ به $n=۱$ (سری لیمان) و $n=۳$ به $n=۲$ (سری بالمر) در محدوده فروسرخ نیستند. در نتیجه فقط انتقال از $n=۴$ به $n=۳$ و انتقال از $n=۵$ به $n=۴$ قابل قبول است. (۲ فوتون)

B ۴ ۱۸۰

$$W_{T}=F_{T}d\Rightarrow W_{T}=(F_{۱}\cos۳۰^{\circ}+F_{۲}-f_{s})d$$

$$W_{T}=(\frac{۱۵۰\sqrt{۳}}{۲}+۶۰-۳۰)۱۰=۱۵۷۵J$$