پاسخ آزمون‌های سراسری ۱۴۰۱

۱ ۱ A

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.

۴ ۲ A

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

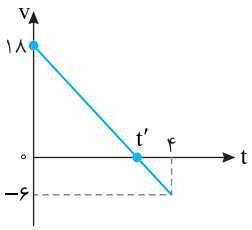
در اتم هیدروژن $n=1$ تراز پایه، $n=2$ اولین حالت برانگیخته و تراز $n=3$ دومین حالت برانگیخته است، انرژی در دو حالت را می‌نویسیم و بر هم تقسیم می‌کنیم.

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

۲ ۳ B

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 می‌کنیم

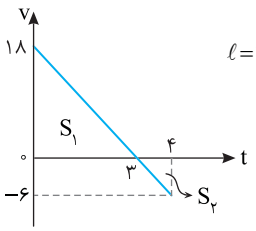


$$v=-6t+18\begin{cases}\xrightarrow{t=0}v=18m/s\\ \xrightarrow{t=4s}v=-6m/s\end{cases}$$

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 می‌کنیم:



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

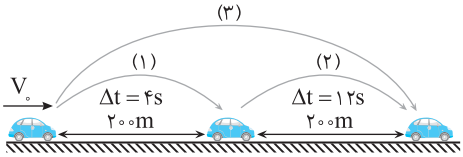
۴ تندی متوسط برابر است با:

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

۴ ۴ B

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 می‌کنیم 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 می‌کنیم

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

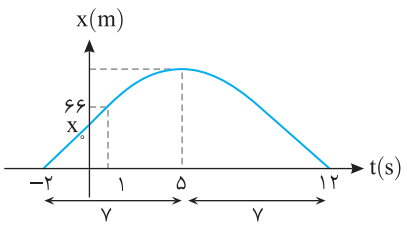
$$\Rightarrow a=\frac{-400}{96}\Rightarrow a=\frac{-25}{6}m/s^2$$

بزرگی شتاب خواسته شده است از این‌رو:

$$|a|=\frac{25}{6}m/s^2$$

۳ ۵ C

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 می‌کنیم.

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

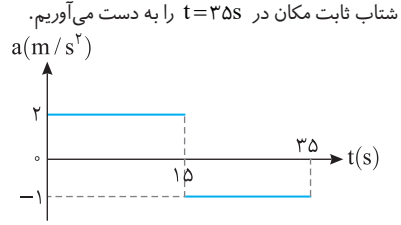
اکنون کافی است که در این معادله $t=0$ را قرار داده و مکان اولیه را حساب کنیم:

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

۱ ۶ B

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 می‌کنیم. 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 $t=15s$ را حساب می‌کنیم

$$v_1=at+v_0\Rightarrow v_1=2\times13-6\Rightarrow v_1=20m/s$$

۳ سرعت $v_1=20m/s$ سرعت اولیهٔ قسمت دوم حرکت و مکان $x_1=75m$ مکان اولیهٔ این قسمت است بنابراین می‌توان به کمک معادلهٔ مکان - زمان مکان در $t=35s$ را حساب کرد.

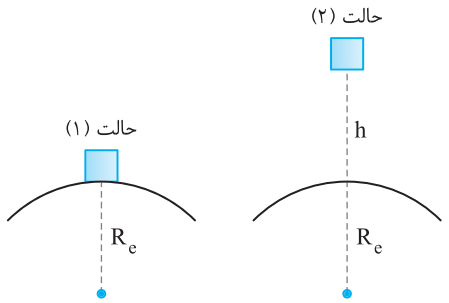
$$x_2=\frac{1}{2}a_2t_2^2+v_1t+x_1\Rightarrow x_2=\frac{1}{2}\times(-1)\times(20)^2+20\times20+75$$

$$x_2=-200+400+75\Rightarrow x_2=275m\Rightarrow\vec{x}_2=275\vec{i}$$

۷ ۴

شتاب گرانش ۹۹ درصد کاهش یافته؛ $g'=g-\frac{99}{100}g\Rightarrow g'=\frac{1}{100}g$

شتاب گرانش از رابطهٔ $g=G\frac{M_e}{r^2}$ به دست می‌آید که r فاصله از مرکز زمین است



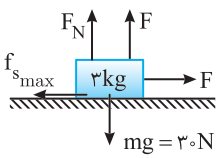
$$\frac{GM_e}{(h+R_e)^2}=\frac{1}{100}\frac{GM_e}{R_e^2}$$

$$(\frac{R_e}{h+R_e})^2=\frac{1}{100}\Rightarrow\frac{R_e}{h+R_e}=\frac{1}{10}\Rightarrow 10R_e+h+R_e\Rightarrow h=9R_e$$

B ۲ ۸

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:



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

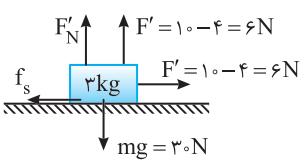
$\Rightarrow F_N=30-F$

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

$$\frac{f_{s_{max}}=\mu_sF_N}{F_N=30-F}\rightarrow F=\mu_s(30-F)\xrightarrow{\mu_s=0/5}F=0/5(30-F)$$

$$\Rightarrow F+0/5F=15\Rightarrow 1/5F=15\Rightarrow F=10N$$

حالت دوم: هر کدام از نیروهای F، $4N$ کاهش یافته و $F=10N$ به $6N$ می‌رسد، دقت کنید که چون نیروی در راستای قائم کاهش یافته پس F_N افزایش می‌یابد و نیروی

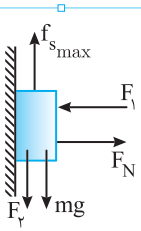


F افقی نیز کاهش یافته، در واقع در قسمت قبلی با نیروی $10N$ و نیروی عمودی سطح $20N=30-10$ جسم در آستانهٔ حرکت بوده پس در این حالت که نیروی افقی $F'=6N$ شده و نیروی عمودی سطح $F'_N=30-6=24N$ افزایش یافته جسم همچنان ساکن می‌ماند و نیروی اصطکاک برابر نیروی F' است.

$F'=f_s\Rightarrow f_s=6N$

B ۱ ۹

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 $(f_{s_{max}})$ رو به بالا است:



۲ نیروی اصطکاک آستانهٔ حرکت را حساب می‌کنیم.

$$F_{nety}=0\Rightarrow f_{s_{max}}=F_2+mg\xrightarrow[F_2=3/5N,m=0/25kg]{f_{s_{max}}}f_{s_{max}}=3/5+2/5=6N$$

۳ نیرویی که دیوار به چوب وارد می‌کند از رابطهٔ $R=\sqrt{F_{s_{max}}^2+F_N^2}$ به‌دست می‌آید نیروی عمودی سطح خواهد شد.

$$R=\sqrt{f_{s_{max}}^2+F_N^2}\Rightarrow 10=\sqrt{6^2+F_N^2}\Rightarrow 100=36+F_N^2\Rightarrow F_N=8N$$

۴ $f_{s_{max}}$ برابر μ_sF_N است:

$$f_{s_{max}}=\mu_sF_N\Rightarrow 6=\mu_s\times 8\Rightarrow\mu_s=\frac{6}{8}=0/75$$

B ۳ ۱۰

خط فکری ابتدا دورهٔ حرکت را به‌دست می‌آوریم.

با توجه به شکل: $5\frac{\lambda}{4}=25\Rightarrow\lambda=20cm=0/2m$

$$\lambda=vT\Rightarrow\frac{2}{10}=10\times T\Rightarrow T=0/02s$$

حال برای بررسی گزارهٔ (الف) دقت کنید که گفته شده مسافتی که موج در هر ثانیه طی می‌کند، با توجه اینکه سرعت انتشار موج $10m/s$ است پس این مسافت برابر است با:

$\Delta x=vt=10\times 1=10m$

پس گزارهٔ (الف) نادرست است.

گزارهٔ (ب): هر ذره از محیط در مدت یک نوسان، مسافت $4A$ را طی می‌کند. بنابراین با توجه به اینکه $T=0/02s$ است، در $0/01$ ثانیه تعداد نوسان‌های هر ذره از محیط برابر است با: $N=\frac{t}{T}=\frac{0/01}{0/02}=\frac{1}{2}$

و ذره مسافت $2A$ یعنی $40cm$ را طی می‌کند و این گزاره درست است.

گزارهٔ (پ) در مورد جابه‌جایی است. اگر ذره‌ای در نقطه تعادل باشد بعد از $0/01s$ یعنی $\frac{T}{2}$ مجدداً در نقطهٔ تعادل است و جابه‌جایی‌اش صفر است. و اگر ذره‌ای در مکان بیشینه باشد پس از $\frac{T}{2}$ در مکان کمینه قرا ردارد و جابه‌جایی آن برابر $2A$ خواهد شد.

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

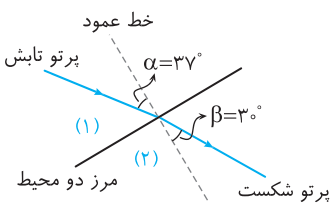
بررسی گزارهٔ (ت): $0/02s$ برابر یک دوره است و جابه‌جایی هر ذره در مدت یک دوره همواره برابر صفر است. پس گزاره‌های (ب) و (ت) درست‌اند.

B ۴ ۱۱

خط فکری برای به‌دست آوردن نسبت سرعت‌ها در دو محیط (v_1/v_2) باید از قانون شکست عمومی استفاده کنید. اما قبل از آن باید زاویهٔ تابش (θ_1) و زاویهٔ شکست (θ_2) 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 $\theta_1=37^\circ$ و $\theta_2=30^\circ$ است.



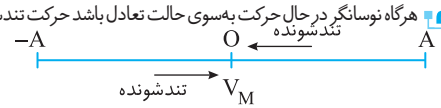
۲ حال با توجه به قانون شکست عمومی:

$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}=\frac{v_1}{v_2}\Rightarrow\frac{\sin 37^\circ}{\sin 30^\circ}=\frac{v_1}{v_2}\Rightarrow\frac{0/6}{0/5}=\frac{v_1}{v_2}\Rightarrow\frac{v_1}{v_2}=\frac{6}{5}$$

B ۴ ۱۲

نکته در مدت یک دوره، $\frac{T}{2}$ ثانیه حرکت تندشونده است.

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



۱ با توجه به معادلهٔ حرکت $x=0/02\cos 4\pi t$ دوره را حساب می‌کنیم.

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

۲ بازهٔ زمانی $t_1=\frac{1}{12}s$ تا $t_2=\frac{7}{6}s$ را با دوره مقایسه می‌کنیم.

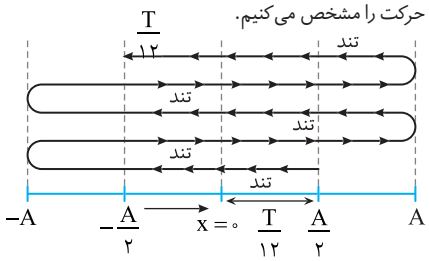
$$\frac{\Delta t}{T}=\frac{\frac{7}{6}-\frac{1}{12}}{\frac{1}{2}}\Rightarrow\frac{\Delta t}{T}=\frac{\frac{14-1}{12}}{\frac{1}{2}}\Rightarrow\Delta t=\frac{13}{6}T=2T+\frac{T}{6}$$

۳ در بازهٔ $2T$ به مدت نصف بازه یعنی T حرکت تند شونده است.

۴ اما در مدت $\frac{T}{6}$ چگونه است؟ برای این منظور مکان نوسانگر در ابتدای بازه $(t=\frac{1}{12}s)$ را باید مشخص کنیم.

$$x=0/02\cos 4\pi(\frac{1}{12})\Rightarrow x=0/02\cos\frac{\pi}{3}\Rightarrow x=0/01m\Rightarrow x=\frac{1}{2}A$$

۵ مسیر حرکت را مشخص می‌کنیم.



۶ با توجه به مسیر در مدت حرکت از $x=0$ تا $\frac{A}{2}$، $\frac{T}{12}$ حرکت تندشونده و در مدت $2T$ بعدی نیز به مدت T حرکت کندشونده است یعنی در کل زمان حرکت تندشونده خواهد شد:

$$\Delta t=T+\frac{T}{12}+\frac{13T}{12}\xrightarrow{T=\frac{1}{2}s}\Delta t=\frac{13}{24}s$$

۱ ۱۳ B

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 $2/25\times10^{15}$ هرتز را حساب می‌کنیم:

$$\lambda=\frac{c}{f}\Rightarrow\lambda=\frac{3\times10^8}{2/25\times10^{15}}\Rightarrow\lambda=\frac{10^{-7}}{0/75}\Rightarrow\lambda=\frac{4}{3}\times10^{-7}m=\frac{400}{3}nm$$

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

$$\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2})\Rightarrow\frac{3}{400}=\frac{1}{100}(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2})\Rightarrow\frac{3}{4}=(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2})$$

با توجه به گزینه‌ها مشخص می‌شود که $n'=1$ و $n=2$ است.

۳ ۱۴ B

۱ رشتهٔ براکت $n'=4$ است و دومین خط آن یعنی گذار از $n=6$ به $n=4$ است.

اولین خط رشتهٔ براکت $n'=4,n=5$

دومین خط رشتهٔ براکت $n'=4,n=6$

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

$$\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2})\Rightarrow\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{16}-\frac{1}{36})=R(\frac{9-4}{144})\Rightarrow\frac{1}{\lambda}=\frac{5R}{144}\Rightarrow\lambda=\frac{144}{5R}$$

۳ رشتهٔ بالمر $n'=2$ بوده و چهارمین خط آن یعنی گذار از $n=6$ به $n'=2$

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

$n'=2,n=3$ $n'=2,n=4$ $n'=2,n=5$ $n'=2,n=6$

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

$$\frac{1}{\lambda'}=R(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2})\Rightarrow\frac{1}{\lambda'}=R(\frac{1}{4}-\frac{1}{36})\Rightarrow\frac{1}{\lambda'}=R(\frac{32}{144})\Rightarrow\lambda'=\frac{144}{32R}$$

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

$$\frac{\lambda}{\lambda'}=\frac{\frac{144}{5R}}{\frac{144}{32R}}\Rightarrow\frac{\lambda}{\lambda'}=\frac{32}{5}$$

میانبر m امین خط رشتهٔ n' یعنی: $n'=n',\ n=m+n'$

۳ ۱۵ B

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

$Z=53$ $Z=52$

$A=Z+N\Rightarrow A=53+71=124$ $A=Z+N\Rightarrow A=52+72=124$

$^{A}_{Z}X\Rightarrow{}^{124}_{53}X$ $^{A}_{Z}Y\Rightarrow{}^{124}_{52}Y$

حال معادلهٔ واکنش را می‌نویسیم: ${}^{124}_{53}X\rightarrow{}^{124}_{52}Y+\cdots$

برای آنکه عدد اتمی دو طرف معادله یکسان باشد باید ذرهٔ ${}^{0}_{+1}e$ 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.

۱ ۱۶ B

یادآوری تندی انتشار موج در تار برابر است با:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\sqrt{\frac{F\ell}{m}}=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}=\frac{2}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}}$$

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 $8\frac{g}{cm^3}$ را به $\frac{kg}{m^3}$ تبدیل می‌کنیم:

$$\rho=8\frac{g}{cm^3}=8000\frac{kg}{m^3}\quad,\quad A=2mm^2=2\times10^{-6}m^2$$

$$v=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}\Rightarrow25=\sqrt{\frac{F}{8000\times2\times10^{-6}}}\xrightarrow{\text{به توان دو}}625=\frac{F}{16\times10^{-3}}\Rightarrow F=10N$$

۳ ۱۷ B

۱ بسامد تار مرتعش از رابطهٔ $f_n=\frac{nv}{2\ell}$ به‌دست می‌آید. $160Hz$ برابر f_2 و $320Hz$ برابر f_4 است بنابراین:

$$\begin{cases}f_4=\frac{4v}{2\ell}\\f_2=\frac{2v}{2\ell}\end{cases}\Rightarrow f_4-f_2=\frac{2v}{2\ell}\xrightarrow{\frac{f_4=320Hz}{f_2=160Hz}}\frac{2v}{2\ell}=160Hz$$

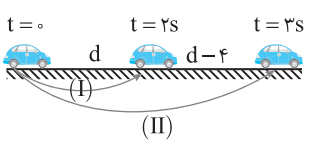
بسامد f_1 برابر $\frac{v}{2\ell}$ و بسامد f_3 برابر $\frac{3v}{2\ell}$ است:

$$f_3-f_1=\frac{3v}{2\ell}-\frac{v}{2\ell}\Rightarrow\frac{2v}{2\ell}=160Hz$$

۲ ۱۸ B

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 $2s$ را برابر d می‌گیریم و جابه‌جایی در بازهٔ $2s$ تا $3s$ برابر $d-4$ متر است. سؤال سرعت اولیه را خواسته بنابراین برای بازهٔ ۰ تا $2s$ و ۰ تا $3s$ 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) $2d-4=\frac{1}{2}a(t')^2+v_0t' \xrightarrow{t'=3s} 2d-4=4/5a+3v_0$

$\xrightarrow{a=4} 2d-4=18+3v_0 \Rightarrow 2d=22+3v_0$

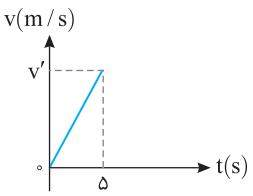
۲ حال با توجه به دو معادله دو مجهول بالا، v_0 را حساب می‌کنیم:

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

B ۱۹ ۲

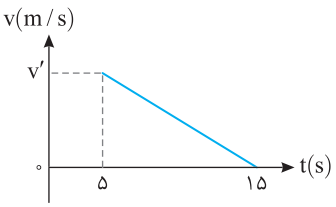
سرعت متحرک در لحظهٔ $5s$ را v' می‌گیریم.

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



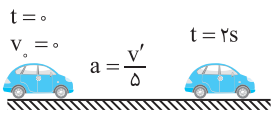
$$a_1=\frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a_1=\frac{v'}{5}$$

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



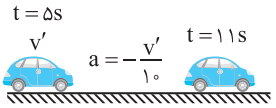
$$a_2=\frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a_2=\frac{-v'}{10}$$

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



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

$$\Rightarrow v_{t=2s}=\frac{2v'}{5}$$



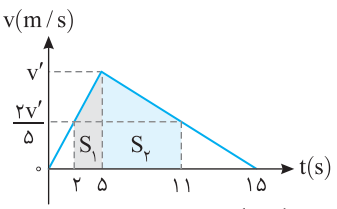
$$v_2=at+v_1 \xrightarrow{\Delta t=6s}$$

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

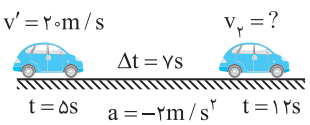
۴ حال با توجه به سطح زیر نمودار $v-t$ که برابر جابه‌جایی است خواهیم داشت:

$$\Delta x=S_1+S_2 \Rightarrow 126=\frac{3(\frac{2v'}{5}+v')}{2}+\frac{6(\frac{2v'}{5}+v')}{2}$$

$$\Rightarrow 126=2/1v'+4/2v' \Rightarrow 126=6/3v' \Rightarrow v'=20m/s$$



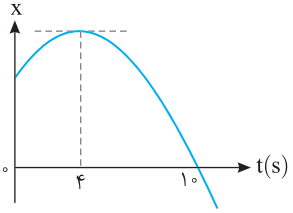
در بازهٔ $5s$ تا $15s$ شتاب برابر $\frac{-v'}{10}=\frac{-20}{10}=-2m/s^2$ است و سرعت در هر ثانیه $2m/s^2$ کم می‌شود:



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

B ۱ ۲۰

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.

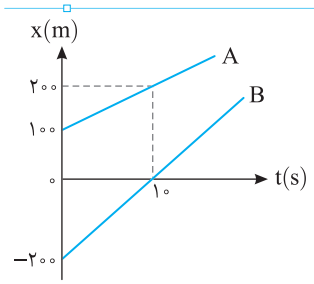
۳ نسبت تندی v_3 و v_1 را حساب می‌کنیم:

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

B ۲۱ ۳

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:

$$x_A=v_At+x_0 \Rightarrow x_A=10t+100$$

$$x_B=v_Bt+x_0 \Rightarrow x_B=20t-200$$

۳ خواستهٔ سؤال این است که فاصلهٔ دو متحرک از هم کمتر یا مساوی ۲۰ متر باشد:

$$|x_B-x_A|\le 20m \Rightarrow |20t-200-10t-100|\le 20$$

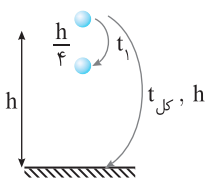
$$\Rightarrow |10t-300|\le 20 \Rightarrow -20\le 10t-300\le 20$$

$$\Rightarrow 280\le 10t\le 320 \Rightarrow 28\le t\le 32$$

بنابراین بازهٔ زمانی برابر $32-28=4s$ است.

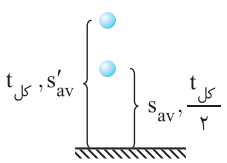
B ۲۲ ۳

ابتدا مدت بازهٔ زمانی سقوط در جابه‌جایی h و $\frac{3h}{4}$ پایانی مسیر را به‌دست می‌آوریم:



$$\left.\begin{array}{l} \frac{h}{4}=\frac{1}{2}gt_1^2 \\ h=\frac{1}{2}gt_{کل}^2 \end{array}\right\} \xrightarrow{\div} \frac{1}{4}=\frac{t_1^2}{t_{کل}^2} \Rightarrow t_1=\frac{t_{کل}}{2}$$

بنابراین $\frac{h}{4}$ اول مسیر در مدت نصف زمان کل سقوط و $\frac{3h}{4}$ دیگر مسیر نیز در مدت نصف دیگر طی خواهد شد:



$$s_{av}=\frac{\frac{3h}{4}}{\frac{t_{کل}}{2}} \xrightarrow{s_{av}=15} 15=\frac{3h}{2t_{کل}} \Rightarrow \frac{h}{t_{کل}}=10\frac{m}{s}$$

$$s'_{av}=\frac{h}{t_{کل}}=10\frac{m}{s}$$

۲۳ B ۲

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:

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

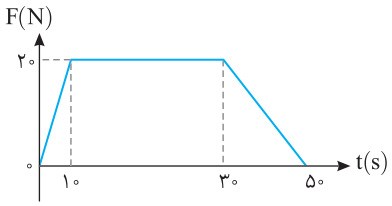
۳ با توجه به تعریف شتاب خواهیم داشت:

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

۲۴ B ۳

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

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

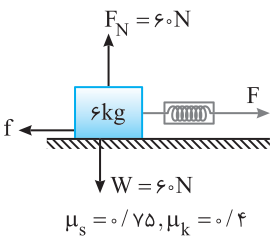


نیروی خالص متوسط وارد بر جسم برابر آهنگ تغییر تکانه است. از این‌رو می‌توان نوشت:

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

۲۵ B ۱

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



$$\mu_s=۰/۷۵, \mu_k=۰/۴$$

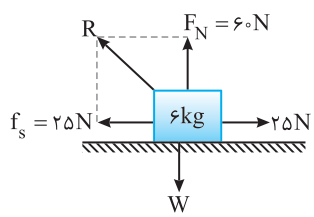
$$f_{s\,max}=\mu_s F_N \Rightarrow f_{s\,max}=\mu_s mg$$

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

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.



$$R=\sqrt{F_s^۲+F_N^۲}$$

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

۲۶ B ۱

۱ جسم در هر دقیقه $(t=۶۰s)$ ، ۳۰ دور می‌چرخد بنابراین دوره خواهد شد:

$$T=\frac{t}{N} \Rightarrow T=\frac{۶۰}{۳۰} \Rightarrow T=۲s$$

۲ تندی حرکت جسم را حساب می‌کنیم:

$$v=\frac{۲\pi r}{T} \xrightarrow{r=۲m} v=\frac{۲\pi\times۲}{۲} \Rightarrow v=۲\pi\,m/s$$

۳ انرژی جنبشی جسم را به‌دست می‌آوریم:

$$K=\frac{۱}{۲}mv^۲ \xrightarrow{m=۵kg} K=\frac{۱}{۲}\times۵\times(۲\pi)^۲ \Rightarrow K=۱۰\pi^۲J$$

۲۷ B ۴

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:

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

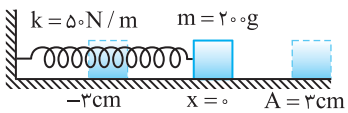
۲۸ B ۱

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:

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

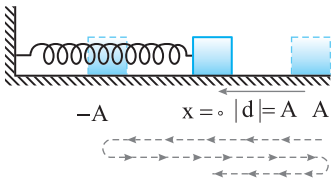
$$T=\frac{۲}{۵}s \Rightarrow T=۰/۴s$$



۲ بازهٔ زمانی $\Delta t=۰/۵s$ را با دوره 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:

$$\frac{\ell}{d}=\frac{۵A}{A}=۵$$

۲۹ A ۴

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:

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

۳۰ B ۲

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 ۳۱ 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 ۳۲ ۴

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

$$E_B = E_A - 0/25E_A \Rightarrow E_B = \frac{3}{4}E_A \quad (I)$$

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

$$\xrightarrow{(I)} \frac{hc}{\lambda_B} = \frac{3}{4} \times \frac{hc}{\lambda_A} \Rightarrow \lambda_A = \frac{3}{4}\lambda_B \quad (II)$$

بنا به فرض مسئله $\lambda_B - \lambda_A = 50nm$ است. بنابراین خواهیم داشت:

$$\lambda_B - \frac{3}{4}\lambda_B = 50 \Rightarrow \frac{1}{4}\lambda_B = 50 \Rightarrow \lambda_B = 200nm$$

$$\lambda_A = \frac{3}{4} \times 200 \Rightarrow \lambda_A = 150nm$$

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

$$f = \frac{c}{\lambda} \Rightarrow \begin{cases} \xrightarrow{A} f_A = \frac{3\times10^8}{150\times10^{-9}} \Rightarrow f_A = 2\times10^{15}Hz \\ \xrightarrow{B} f_B = \frac{3\times10^8}{200\times10^{-9}} \Rightarrow f_B = 1/5\times10^{15}Hz \end{cases}$$

$$\Delta f = 2\times10^{15} - 1/5\times10^{15} \Rightarrow \Delta f = 5\times10^{14}Hz$$

B ۳۳ ۳

ابتدا بیشینهٔ انرژی جنبشی الکترون را حساب می‌کنیم:

$$K_m = \frac{1}{2}mv_m^2 \Rightarrow K_m = \frac{1}{2}\times9\times10^{-31}\times(5\times10^5)^2$$

$$\Rightarrow K_m = \frac{1}{2}\times9\times25\times10^{-21}J = 4/5\times25\times10^{-21}J$$

یکای انرژی جنبشی را به eV تبدیل می‌کنیم:

$$K_m = \frac{4/5\times25\times10^{-21}}{1/6\times10^{-19}} \simeq \frac{4/5\times25\times10^{-2}}{1/6}eV$$

نکته دقت کنید که hc برابر ۱/۲۴eV.μm داده شده پس در رابطهٔ $\frac{hc}{\lambda}$ اگر طول موج را نیز برحسب میکرومتر قرار دهیم، انرژی برحسب eV به‌دست می‌آید.

با توجه به نظریهٔ اینشتین داریم:

$$K_{max} = hf - W_0 \Rightarrow K_{max} = \frac{hc}{\lambda} - W_0 \Rightarrow \frac{4/5\times25\times10^{-2}}{1/6} = \frac{1/24}{\lambda} - 4/46$$

چون سؤال مقدار تقریبی طور موج نور را خواسته پس به جای ۱/۶، ۱/۵ قرار می‌دهیم:

$$\frac{4/5\times25\times10^{-2}}{1/5} = \frac{1/24}{\lambda} - 4/46 \Rightarrow 0/75 = \frac{1/24}{\lambda} - 4/46$$

$$\Rightarrow \frac{1/24}{\lambda} = 5/21 \Rightarrow \lambda = \frac{1/24}{5/21}\mu m$$

طول موج برحسب نانومتر خواسته شده پس طول موج به‌دست آمده برحسب میکرومتر را در ۱۰۰۰ ضرب می‌کنیم:

$$\lambda = \frac{1/24}{5/21}\times1000 = \frac{1240}{5/21}$$

λ به‌دسـت آمـده از ۲۰۰ بزرگ‌تر و از ۳۰۰ کوچک‌تر اسـت بنابرایـن گزینهٔ (۳) مقدار تقریبی خواسته شدهٔ سؤال است.

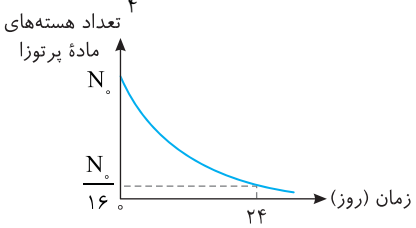
A ۳۴ ۳

۱ تعداد نیمه‌عمر خواهد شد:

$$N = \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow \frac{N_0}{16} = \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow 2^n = 16 \Rightarrow n = 4$$

۲ نیمه‌عمر را حساب می‌کنیم:

$$T = \frac{t}{n} \xrightarrow{t=24 \text{ روز}} T = \frac{24}{4} = 6 \text{ روز}$$



A ۳۵ ۱

یادآوری رابطهٔ تکانه و انرژی جنبشی به‌صورت $K = \frac{P^2}{2m}$ است:

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

$$\xrightarrow[K_A = 4K_B]{P_A = P_B} 4 = \frac{m_B}{m_A} \xrightarrow{m_A = 2kg} m_B = 8kg$$

A ۳۶ ۴

یادآوری ذرهٔ آلفا دارای دو پروتون و دو نوترون بوده $(\alpha = {}^4_2He)$ 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

$${}^A_Z X \rightarrow {}^{207}_{82}Pb + {}^4_2He$$

بنابراین این عدد اتمی Z برابر است با:

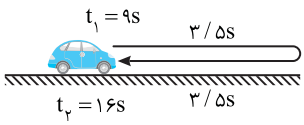
$$Z = 82 + 2 = 84$$

عدد جرمی A برابر است با:

$$A = 207 + 4 = 211$$

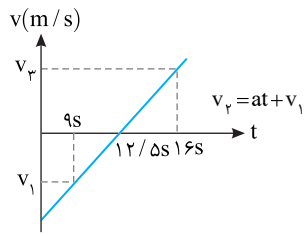
B ۳۷ ۲

خط فکری جابه‌جایی متحرک روی محور xها در بازهٔ $t_1 = 9s$ تا $t_2 = 16s$ 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 یعنـی $\frac{9+16}{2} = 12/5s$ متحـرک متوقـف شـده و برمی‌گـردد، یعنی متحرک با شـتاب $4m/s^2$ در مدت $12/5 - 9 = 3/5s$ متوقف شده و برمی‌گردد.



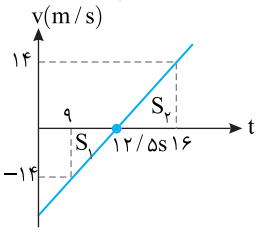
$$t_{\text{تغییرجهت}} = \frac{t_1 + t_2}{2} = \frac{25}{2} = 12/5s$$

۱ چون تندی متوسط خواسته شده و باید مسافت را حساب کنیم، برای اینکار نمودار سـرعت - زمان را رسـم می‌کنیم. دقت کنید که شـتاب $+4m/s^2$ بوده و چون تغییر جهت داشتیم باید سرعت صفر شود پس سرعت اولیه منفی است:



$$\begin{cases} \xrightarrow[v_2 = 0]{9s \text{ تا } 12/5s} 0 = 3/5\times4 + v_1 \\ \Rightarrow v_1 = -14m/s \\ \xrightarrow[12/5s \text{ تا } 16s]{v_2 = 0} v_3 = 3/5\times4 + v_2 \\ \Rightarrow v_3 = 14m/s \end{cases}$$

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



$$S_1=\frac{-14\times(12/5-9)}{2}=-24/5m$$

$$S_2=\frac{14\times(16-12/5)}{2}=24/5m$$

$$\ell=|S_1|+|S_2|\Rightarrow \ell=49m$$

۳ تندی متوسط را به دست می‌آوریم:

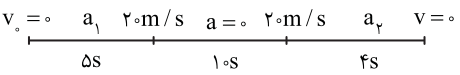
$$s_{av}=\frac{\ell}{\Delta t}=\frac{49}{16-9}=\frac{49}{7}=7m/s$$

۳ ۳۸ B

خط فکری شتاب متوسط $(a_{av}=\frac{v_2-v_1}{t_2-t_1})$ را باید حساب کنیم، بنابراین باید در لحظهٔ $t_1=2s$ و $t_2=17s$ سرعت حرکت متحرک را به دست بیاوریم. البته حرکت متحرک از سه قسمت تشکیل شده در قسمت اول و سوم باید شتاب را حساب کنیم سپس به سراغ سرعت‌ها برویم.

راه‌حل اول:

۱ در مدت ۵s سرعت متحرک از صفر به $20m/s$ رسیده است، با توجه به رابطهٔ $v_2=at+v_1$ شتاب حرکت در ۵s نخست را به دست می‌آوریم:



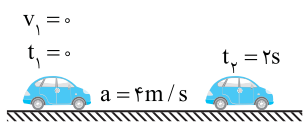
$$v_2=at+v_1\Rightarrow 20=5a+0\Rightarrow a_1=4m/s^2$$

۲ در بازهٔ زمانی $t=5s$ تا $t=15s$ (به مدت ۱۰s) سرعت ثابت و برابر $20m/s$ است. در این لحظه اتومبیل ترمز می‌کند و در مدت ۴s (بازهٔ ۱۵s تا ۱۹s) متوقف می‌شود. شتاب را در این مدت حساب می‌کنیم.

$$v_2=at+v_1 \xrightarrow[v_1=20m/s]{v_2=0} 0=4a_2+20\Rightarrow a_2=-5m/s^2$$

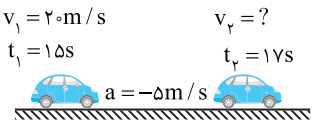
۳ سرعت در $t_1=2s$ و $t_2=17s$ را حساب می‌کنیم:

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



$$v=at+v_0 \xrightarrow{t=2s} v_1=2\times 4+0\Rightarrow v_1=8m/s$$

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.



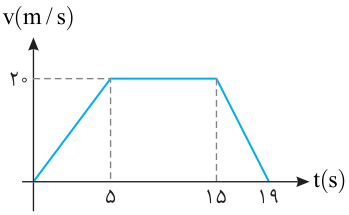
$$v=at+v_0\Rightarrow v_2=-5\times 2+20\Rightarrow v_2=10m/s$$

۴ شتاب متوسط را حساب می‌کنیم:

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

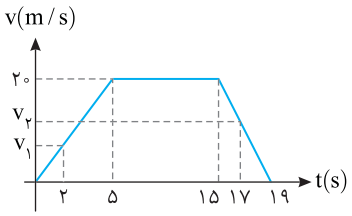
راه‌حل دوم:

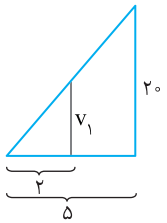
نمودار $v-t$ متحرک را رسم کنیم. در مدت ۰ تا ۵s سرعت از صفر به $20m/s$ رسیده و در مدت ۵s تا ۱۵s سرعت ثابت و در مدت ۱۵s تا ۱۹s سرعت



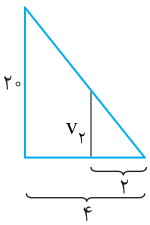
از $20m/s$ به صفر رسیده است:

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





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



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

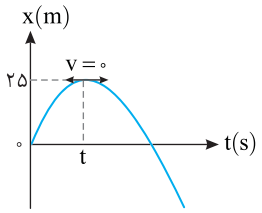
در نهایت شتاب متوسط را به دست می‌آوریم:

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

۳ ۳۹ 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:

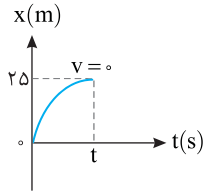


$$v_2^2-v_1^2=2a\Delta x\Rightarrow 1600=2a(x_2-x_1)$$

$$\Rightarrow 1600=2a(-375-25)$$

$$1600=-800a\Rightarrow a=-2m/s^2$$

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:

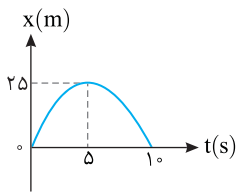


$$v^2-v_0^2=2a\Delta x \xrightarrow[v=0]{a=-2m/s^2} -v_0^2=-4\times 25\Rightarrow v_0^2=100$$

$$\Rightarrow v_0=10m/s$$

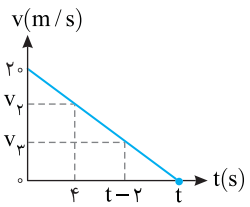
$$v=at+v_0\Rightarrow 0=-2t+10\Rightarrow t=5s$$

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 ۱۰s مکان متحرک مثبت بوده و بردار مکان در جهت محور x است.



B ۴۰ 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 $t=۴s$ و در لحظهٔ ۲s قبل از توقف را حساب می‌کنیم:



$$v_۲=at+v_۱\begin{cases}\xrightarrow{۰\text{ تا }۴s} v_۲=۴a+۲۰\\ \xrightarrow[t-۲\text{ تا }t]{v_۴=۰} v_۴=۲a+v_۳\xrightarrow{v_۴=۰} v_۳=-۲a\end{cases}$$

حال با توجه به رابطهٔ $\Delta x=\frac{v_۱+v_۲}{۲}\Delta t$ مسافت طی شده را در ۴s نخست و ۲s آخر حرکت را به دست می‌آوریم:

$$d_۱=\frac{v_۱+v_۲}{۲}\Delta t_۱\xrightarrow[v_۲=۲۰+۴a]{v_۱=۲۰m/s} d_۱=\frac{۴۰+۴a}{۲}(۴)\Rightarrow d_۱=۸۰+۸a$$

$$d_۲=\frac{v_۳+v_۴}{۲}\Delta t_۲\xrightarrow[v_۳=-۲a]{v_۴=۰} d_۲=\frac{-۲a}{۲}\times۲\Rightarrow d_۲=-۲a$$

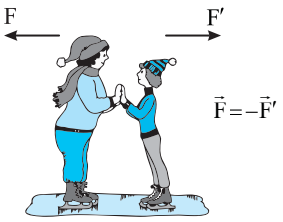
با توجه به سؤال نسبت $\frac{d_۱}{d_۲}$ برابر ۳۶ است، از این رو خواهیم داشت:

$$\frac{d_۱}{d_۲}=۳۶\Rightarrow\frac{۸۰+۸a}{-۲a}=۳۶\Rightarrow۸۰+۸a=-۷۲a\Rightarrow۸۰=-۸۰a\Rightarrow a=-۱m/s^۲$$

بزرگی شتاب برابر $|a|=۱m/s^۲$ است.

A ۴۱ ۴

نیروهای $\vec{F}$ و $\vec{F}'$ کنش و واکنش یکدیگرند پس این دو نیرو هم‌اندازه و خلاف جهت‌اند.

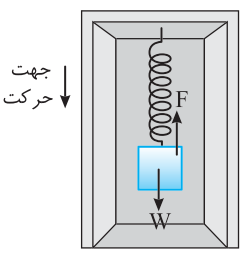


شتاب از رابطهٔ $F=ma\Rightarrow a=\frac{F}{m}$ به دست می‌آید. چون دو نیرو هم‌اندازه‌اند، پس هرچه جرم شخصی بیشتر باشد شتاب حرکت او کمتر است:

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

B ۴۲ ۱

آسانسور از حال سکون رو به پایین شروع به حرکت می‌کند. نیروهای وارد بر وزنه را رسم می‌کنیم. بر وزنه دو نیرو (۱) وزن رو به پایین (۲) نیروی کشسانی فنر رو به بالا وارد می‌شود.



بنا به قانون دوم نیوتون می‌توان نوشت:

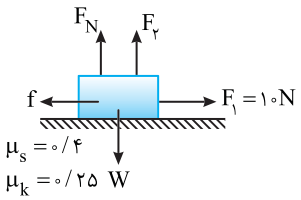
$$F_{net}=ma\Rightarrow W-F=ma\Rightarrow mg-kx=ma$$

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

$$\Rightarrow۱۰m-m=۱۸\Rightarrow۹m=۱۸\Rightarrow m=۲kg$$

C ۴۳ ۴

خط فکری نیروی $F_۲$ از صفر تا ۲۰N در حال تغییر است بنابراین نیروی اصطکاک آستانهٔ حرکت $(f_{s\,max})$ در حال تغییر است. شما باید مشخص کنید که ابتدا $f_{s\,max}$ صفر نیوتون بوده و در نهایت چند نیوتون می‌شود و با مقایسه نیروی جلوبر $F_۱$ با $f_{s\,max}$ مشخص کنید که جسم در حال سکون می‌ماند و یا اینکه به حرکت درمی‌آید.



۱ نیروی عمودی سطح و نیروی اصطکاک آستانهٔ حرکت را وقتی $F_۲=۰$ است حساب می‌کنیم:

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

نیروی اصطکاک آستانهٔ حرکت: $f_{s\,max_۱}=\mu_sF_N\Rightarrow F_{s\,max_۱}=۰/۴\times۴۰=۱۶N$

۲ نیروی $F_۱=۱۰N$ را با $F_{s\,max}=۱۶N$ مقایسه می‌کنیم $F_۱<f_{s\,max}$ است. به همین دلیل تا لحظه‌ای که $f_{s\,max}\le۱۰N$ شود، جسم ساکن می‌ماند 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.

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

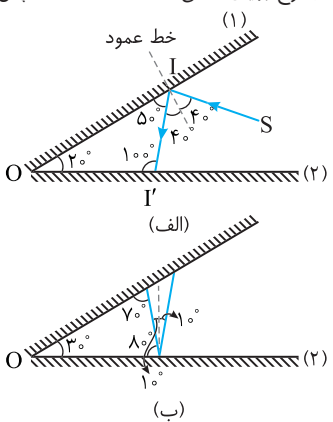
$$f_{s\,max}=\mu_sF_N\Rightarrow F_{s\,max}=۰/۴\times۲۰\Rightarrow f_{s\,max}=۸N$$

۴ در این حالت $F_۱=۱۰N>f_{s\,max}$ بوده یعنی جسم به حرکت درمی‌آید و نیروی اصطکاک، نیروی اصطکاک جنبشی خواهد بود که از $f_{s\,max}$ کمتر است، یعنی اصطکاک کاهش می‌یابد و برابر خواهد شد با: $F_k=\mu_kF_N\Rightarrow F_k=۰/۲۵\times۲۰=۵N$

در نتیجه ابتدا اصطکاک ثابت است و سپس کاهش می‌یابد.

B ۴۴ ۴

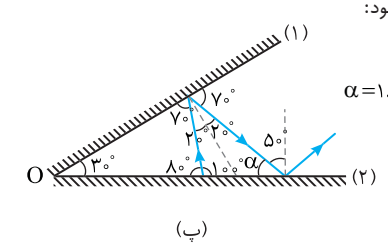
خط فکری در حل این مسائل باید یک‌به‌یک، زاویهٔ تابش و بازتاب در هر بار برخورد نور به هر آینه را ادامه داده تا لحظه‌ای که دیگر پرتو به آینه‌ای برخورد نکند البته شما باید مقداری هندسه بدانید و اینکه مجموع زوایای داخلی مثلث ۱۸۰° است، سپس بروید و با حوصله مسئله را حل کنید.



۱ زاویهٔ تابش بر سطح آینه (۱) بنا بر فرض مسئله ۴۰° است و بنا بر قانون بازتاب عمومی، زاویهٔ بازتاب نیز ۴۰° و زاویه‌ای که پرتو بازتاب با سطح آینه (۱) می‌سازد ۵۰° خواهد بود.

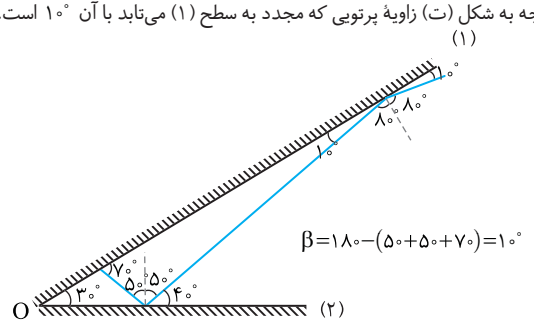
۲ به مثلث OII′ شکل (الف) نگاه کنید، زاویه‌ای که پرتو تابیده به سطح آینه (۲) با آینه می‌سازد ۱۰۰° است. اگر خط عمود را رسم کنید در شکل (ب) مشخص می‌شود که زاویهٔ تابش ۱۰° است. پرتو بازتاب وقتی به آینه (۱) می‌رسد با آن زاویه ۱۱۰° می‌سازد.

۳ برای پرتویی که مجدد به آینهٔ (۱) با زاویهٔ ۷۰° برخورد کرده خط عمود رسم می‌کنیم زاویهٔ تابش ۲۰° می‌شود:



$$\alpha=۱۸۰-(۲۰+۲۰+۱۰۰)=۴۰°$$

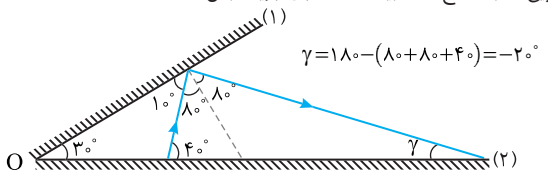
با توجه به شکل (ت) زاویهٔ پرتویی که مجدد به سطح (۱) می‌تابد با آن ۱۰° است.



$\beta=۱۸۰-(۵۰+۵۰+۷۰)=۱۰^\circ$

(ت)

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



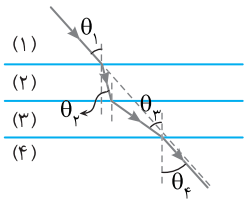
$\gamma=۱۸۰-(۸۰+۸۰+۴۰)=-۲۰^\circ$

(ث)

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

B ۴۵ ۳

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



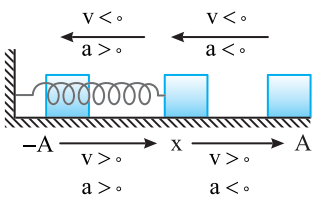
۱ پرتو ورودی از محیط (۱) با پرتو خروجی در محیط (۴) با هم موازی هستند. $(\theta_۱=\theta_۴)$ در نتیجه تندی نور در این دو محیط با هم برابر است.

۲ زاویهٔ بین پرتو و خط عمود در محیط (۲) $(\theta_۲)$ از سه محیط دیگر کمتر و زاویهٔ بین پرتو و خط عمود در محیط (۳) $(\theta_۳)$ از سه محیط دیگر بیشتر است بنابراین:

$v_۲<v_۱=v_۴<v_۳$

C ۴۶ 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 طول $\frac{T}{۴}$ 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 $t_۱=۰/۵s$ را به دست آورده و مسیر حرکت تا $t_۲=۵s$ را دنبال کنید تا مشخص شود چه مدتی a و v همزمان مثبت هستند.



۱ با توجه به معادلهٔ $x=۰/۰۴\cos\frac{\pi}{۲}t$ دوره خواهد شد:

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

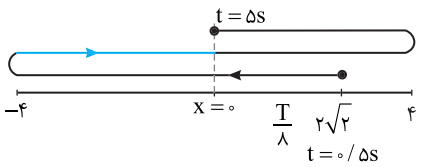
۲ بازهٔ $t_۱=۰/۵s$ تا $(t_۲=۵s)$ را با دوره مقایسه می‌کنیم.

$\frac{\Delta t}{T}=\frac{۵-۰/۵}{۴}=\frac{۴/۵}{۴}\Rightarrow\Delta t=\frac{۹}{۸}T=T+\frac{T}{۸}$

۳ مکان در ابتدای بازه $t_۱=۰/۵s$ را به دست می‌آوریم.

$x=۰/۰۴\cos\frac{\pi}{۲}\times(\frac{۱}{۲})=۰/۰۴\cos\frac{\pi}{۴}=۰/۰۴\times\frac{\sqrt{۲}}{۲}\Rightarrow x=۰/۰۲\sqrt{۲}m=۲\sqrt{۲}cm$

۴ به کمک بازه‌های زمانی شناخته شده از مکان $۲\sqrt{۲}$ مسیر را دنبال می‌کنیم.



۵ بنابراین تنها در قسمت رنگی مسیر $(\frac{T}{۴})$، a و v همزمان مثبت هستند.

$\frac{T}{۴}=\frac{۴}{۴}=۱s$

B ۴۷ ۱

خط فکری مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل برابر انرژی مکانیکی نوسانگر بوده و انرژی مکانیکی نوسانگر $E=۲\pi^۲mA^۲F^۲$ 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:

$E=K+U\xrightarrow[U=۱۵\times۱۰^{-۳}J]{K=۵\times۱۰^{-۳}J}E=۵\times۱۰^{-۳}+۱۵\times۱۰^{-۳}\Rightarrow E=۲۰\times۱۰^{-۳}J$

بسامد را حساب می‌کنیم.

$E=۲\pi^۲mA^۲f^۲\xrightarrow[\pi^۲=۱۰]{A=۲\times۱۰^{-۲},\,m=۰/۱kg}$

$۲۰\times۱۰^{-۳}=۲\times۱۰\times۰/۱\times(۲\times۱۰^{-۲})^۲f^۲\Rightarrow۲۰\times۱۰^{-۳}=۲\times۱۰\times۰/۱\times(۲\times۱۰^{-۲})^۲f^۲$

$\Rightarrow۱۰^{-۲}=(۲\times۱۰^{-۲})^۲f^۲\xrightarrow{\text{از طرفین جذر می‌گیریم}}۱۰^{-۱}=۲\times۲۰^۲F\Rightarrow f=۵HZ$

C ۴۸ ۲

۱ انرژی فوتون را برحسب الکترون ولت به دست می‌آوریم.

$E_{\text{فوتون}}=\frac{۴/۰۸\times۱۰^{-۱۹}}{۱/۶\times۱۰^{-۱۹}}\Rightarrow E_{\text{فوتون}}=۲/۵۵eV$

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 $E_n=-E_R/n^۲$ به دست می‌آوریم و مشخص می‌کنیم اختلاف انرژی کدام ترازها برابر ۲/۵۵eV می‌شود.

$E_n=-\frac{E_R}{n^۲}\begin{cases}\xrightarrow{n=۱}E_۱=-۱۳/۶eV\\ \xrightarrow{n=۲}E_۲=-\frac{۱۳/۶}{۴}=-۳/۴eV\\ \xrightarrow{n=۳}E_۳=\frac{-۱۳/۶}{۳^۲}=-۱/۵ev\\ \xrightarrow{n=۴}E_۴=\frac{-۱۳/۶}{۴^۲}=-۰/۸۵eV\end{cases}$

بنابراین اختلاف انرژی ترازهای $n=۴$ و $n'=۲$ برابر $-۰/۸۵-(۳/۴)=۲/۵۵eV$ است.

۳ شعاع مدار چهارم خواهد شد. $r_n=n^۲a_۰\xrightarrow{n=۴}r_۲=۱۶a_۰$

B ۴۹ ۴

۱ بیشترین بسامد گسیلی (یعنی کوتاه‌ترین طول موج) گسیلی و قتی است که الکترون از تراز بینهایت به تراز $n'=۳$ در رشتهٔ پاشن برود. با توجه به رابطهٔ ریدبرگ کوتاه‌ترین طول موج را حساب می‌کنیم.

$\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^۲}-\frac{۱}{n^۲})\Rightarrow\frac{۱}{\lambda}=۰/۰۱(\frac{۱}{۳^۲}-\frac{۱}{\infty})\Rightarrow\lambda_{min}=۹۰۰nm$

۲ بیشینه بسامد خواهد شد:

$f_{max}=\frac{c}{\lambda_{min}}=\frac{۳\times۱۰^۸}{۹۰۰\times۱۰^{-۹}}\Rightarrow f_{max}=\frac{۱}{۳}\times۱۰^{۱۵}Hz$

۳ کمترین بسامد گسیلی (یعنی بلندترین موج) وقتی گسیل می‌شود که الکترون از تراز $n=۴$ به تراز $n'=۳$ در رشتهٔ پاشن برود از این رو خواهیم داشت:

$\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^۲}-\frac{۱}{n^۲})\Rightarrow\frac{۱}{\lambda_{max}}=\frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۹}-\frac{۱}{۱۶})=\frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱۶-۹}{۹\times۱۶})$

$\Rightarrow\lambda_{max}=\frac{۹۰۰\times۱۶}{۷}nm$

۴ کمترین بسامد را حساب می‌کنیم.

$$f_{min}=\frac{c}{\lambda_{max}}=\frac{۳\times۱۰^{۸}}{\frac{۹۰۰\times۱۶}{۷}\times۱۰^{-۹}}\Rightarrow f_{min}=\frac{۷}{۴۸}\times۱۰^{۱۵}\,Hz$$

۵ اختلاف دو بسامد را حساب می‌کنیم.

$$f_{max}-f_{min}=\frac{۱}{۳}\times۱۰^{۱۵}-\frac{۷}{۴۸}\times۱۰^{۱۵}\Rightarrow\Delta f=(\frac{۱۶-۷}{۴۸})\times۱۰^{۱۵}=\frac{۳۰}{۱۶}\times۱۰^{۱۴}$$

$$\Rightarrow\Delta f=۱/۸۷۵\times۱۰^{۱۴}\,Hz$$

۴ ۵۰ A

یادآوری در هسته‌های سبک مانند اکسیژن $^{۱۶}_{۸}O$، 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.

۳ ۵۱ A

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

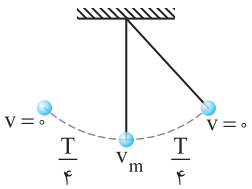
$$n=\frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}}\Rightarrow n=\frac{۳}{\frac{۳}{۴}}\Rightarrow n=۴$$

مقدار مادهٔ اولیهٔ باقی‌مانده را حساب می‌کنیم.

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

۱ ۵۲ A

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.

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

۳ ۵۳ B

یادآوری هرگاه بسامدهای دو مُد متوالی یک تار مرتعش را از هم کم کنیم، بسامد مُد اصلی به‌دست می‌آید.

بسامدهای متوالی این تار به‌ترتیب ۱۵۰Hz و ۲۲۵Hz است، بنابراین بسامد مُد اصلی آن خواهد شد:

$$f_۱=f_n-f_{n-۱}\Rightarrow f_۱=۲۲۵-۱۵۰\Rightarrow f_۱=۷۵\,Hz$$

یادآوری بسامد مُد اصلی nام یک تار n برابر مُد اصلی آن است که در آن n برابر تعداد شکم‌ها (و یا تعداد گره‌ها منهای یک) است.

$$f_n=nf_۱$$

تعداد گره‌ها برابر ۵ است، بنابراین $n=۵-۱=۴$ بوده و بسامد مُد چهارم خواهد شد:

$$f_n=۴\times۷۵\Rightarrow f_n=۳۰۰\,Hz$$

۲ ۵۴ B

۱ تندی انتشار موج در تار را حساب می‌کنیم.

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

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:

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

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

۴ ۵۵ A

یادآوری به پدیده‌ای که موج در عبور از یک شکاف یا پهنایی از مرتبهٔ طول موج، به اطراف گسترده می‌شود پراش گویند. پراش هنگام عبور موج از لبه‌های مانعی که ابعاد آن در حدود طول موج باشد نیز رخ می‌دهد.

تحلیل نقش پراش مبتنی بر بحث تداخل امواج است.

۳ ۵۶ A

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

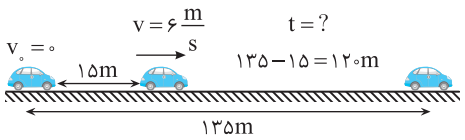
$$v^{۲}-v_{۰}^{۲}=۲a\Delta x\Rightarrow(۶)^{۲}-۰=۲a\times۱۵\Rightarrow a=\frac{۳۶}{۳۰}\Rightarrow a=۱/۲m/s^{۲}$$

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.

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

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

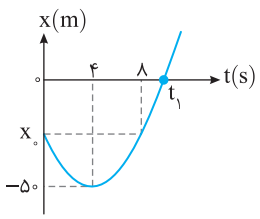
$$\Rightarrow\begin{cases}t=۱۰s\\t=-۲۰s\ \text{غ ق ق}\end{cases}$$



۱ ۵۷ B

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.

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

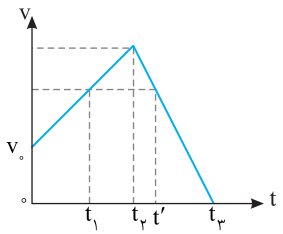
یادآوری در حرکت با شتاب ثابت در یک بازهٔ زمانی معین، سرعت متوسط میانگین سرعت ابتدایی و انتهایی متحرک در آن بازه است.

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

۴) سرعت متوسط در بازهٔ $t=0$ تا $t=t_1$ خواهد شد: $v_{av}=\frac{-16+20}{2}=2m/s$

B ۵۸ ۲

۱ در تمام لحظات در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2، تندی متحرک از تندی آن در بازهٔ زمانی ۰ تا t_1 بیشتر است. بنابراین تندی متوسط در بازهٔ t_1 تا t_2 قطعاً از تندی متوسط در بازهٔ ۰ تا t_1 بیشتر است و گزینهٔ (۱) حذف می‌شود.

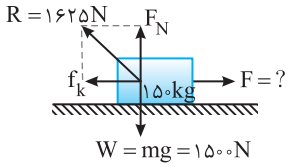


۲ در مقایسهٔ بازهٔ t_2 تا t_3 با بازهٔ t_1 تا t_2 مشخص است که در بازهٔ t_2 تا t_3 با گذشت زمان تندی متحرک به صفر می‌رسد. در این صورت تندی متوسط در بازهٔ t_1 تا t_2 از بازهٔ t_2 تا t_3 بیشتر است و گزینهٔ (۴) نیز حذف می‌شود.

۳ در بازهٔ صفر تا t_3 نیز در یک مدت زمان طولانی تندی در هر لحظه از تندی در بازهٔ t_1 تا t_2 کوچک‌تر است از این رو تندی متوسط در این بازه از تندی متوسط در بازهٔ t_1 تا t_2 کمتر خواهد بود و گزینهٔ (۲) درست است.

B ۵۹ ۴

یادآوری نیرویی که سطح زمین به جسم وارد می‌کند (R) برایند نیروی اصطکاک (f_k) و نیروی عمودی سطح است $(R=\sqrt{f_k^2+F_N^2})$.



۱ جسم در راستای قائم حرکتی ندارد بنابراین $F_N=W\Rightarrow F_N=1500N$

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

$1625=\sqrt{f_k^2+(1500)^2}\Rightarrow(1625)^2=f_k^2+(1500)^2$

$\Rightarrow f_k^2=(1625)^2-(1500)^2\Rightarrow f_k^2=(1625-1500)(1625+1500)$

$f_k^2=125(3125)\Rightarrow f_k^2=125\times(125\times25)\Rightarrow f_k=125\times5=625N$

۳ با توجه به قانون دوم نیوتون خواهیم داشت:

$F_{net}=ma\Rightarrow F-f_k=ma\xrightarrow{a=2m/s^2}F-625=150\times2$

$\Rightarrow F=925N$

A ۶۰ ۳

خط فکری دقت کنید: نیم ثانیهٔ اول: بازهٔ ۰ تا ۰/۵ s

نیم ثانیهٔ دوم: بازهٔ ۰/۵ s تا ۱s

نیم ثانیهٔ سوم: بازهٔ ۱s تا ۱/۵ s

تندی متوسط در حرکت با شتاب ثابت که در آن متحرک تغییر جهت نمی‌دهد برابر سرعت متوسط است. از طرفی در یک بازهٔ زمانی سرعت متوسط برابر $v_{av}=\frac{v_1+v_2}{2}$ است. بنابراین سرعت در $t=1s$ و $t=1/5s$ را حساب کرده و سرعت (تندی) متوسط را حساب می‌کنیم.

سرعت در لحظهٔ $t=1s$:

$v=gt\Rightarrow v_1=9/8\times1=9/8m/s$

سرعت در لحظهٔ $t=1/5s$:

$v=gt\Rightarrow v_2=9/8\times1/5=14/7m/s$

تندی متوسط خواهد شد: $v_{av}=\frac{9/8+14/7}{2}=\frac{14/5}{2}\Rightarrow v_{av}=12/25m/s$

B ۶۱ ۴

۱ جهت مثبت را رو به پایین در نظر می‌گیریم.

سرعت برخورد گلوله به زمین را حساب می‌کنیم.

$v^2=+2gy\Rightarrow v^2=2\times10\times20\Rightarrow v=20m/s$

۲ تندی برگشت رو به بالا $10m/s$ است. چون جهت مثبت را رو به پایین در نظر گرفته‌ایم، سرعت برگشت رو به بالا $-10m/s$ می‌شود. بنابراین بزرگی شتاب در بازهٔ زمانی تماس توپ با زمین خواهد شد:

$|a|=\frac{|\Delta v|}{\Delta t}\xrightarrow{\Delta t=0/2s}|a|=\frac{|-10-20|}{0/2}\Rightarrow|a|=150m/s^2$

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

$F_{av}=ma\xrightarrow{m=0/2kg}F_{av}=0/2\times150\Rightarrow F_{av}=30N$

B ۶۲ ۱

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:

$v_A=\frac{\Delta x}{\Delta t}\Rightarrow v_A=\frac{0-16}{8-0}=-2m/s$

مکان اولیه A، $x_{0A}=+16m$ بوده و معادلهٔ حرکت A خواهد شد:

$x=vt+x_0\Rightarrow x_A=-2t+16$

۲ سرعت متحرک B را حساب می‌کنیم.

$v_B=\frac{\Delta x}{\Delta t}\Rightarrow v_B=\frac{-25-(-29)}{8-0}\Rightarrow v_B=+\frac{1}{2}m/s$

مکان اولیهٔ متحرک B، $x_{0B}=-29m$ بوده و معادلهٔ حرکت B خواهد شد:

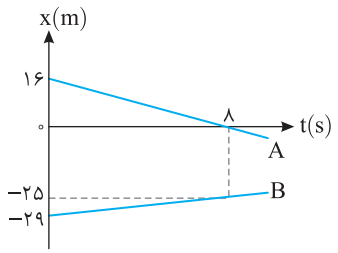
$x=vt+x_0\Rightarrow x_B=\frac{1}{2}t-29$

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

$x_A=x_B\Rightarrow-2t+16=\frac{1}{2}t-29\Rightarrow45=2/5t\Rightarrow t=18s$

۴ مکان رسیدن دو متحرک به هم خواهد شد:

$x=-2\times18+16\Rightarrow x=-36+16\Rightarrow x=-20m$



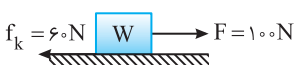
B ۶۳ ۲

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:



$F_{net}=F-f_k=100-60\Rightarrow F_{net}=40N$

تغییر تکانه در مدت یک ثانیه را حساب می‌کنیم.

$\Delta P=F_{net}\Delta t\Rightarrow\Delta P=40\times1\Rightarrow\Delta P=40kgm/s$

۶۴ B ۱

یادآوری در حرکت بر مسیر دایره‌ای، تندی حرکت یک ذره که با دورهٔ T بر دایره‌ای به شعاع r در حال چرخش است از رابطهٔ $v=2\pi r/T$ به‌دست می‌آید.

نکته دورهٔ حرکت عقربهٔ ثانیه‌شمار، $T_s=60s$ و دورهٔ حرکت عقربهٔ ساعت‌شمار $T_h=12\times60\times60=12\times3600\,s$ است.

نسبت تندی نوک عقربهٔ ثانیه‌شمار به نوک عقربهٔ ساعت‌شمار خواهد شد:

$$\frac{v_s}{v_h}=\frac{\frac{2\pi r_s}{T_s}}{\frac{2\pi r_h}{T_h}}\Rightarrow\frac{v_s}{v_h}=\frac{r_s}{r_h}\times\frac{T_h}{T_s}\Rightarrow\frac{v_s}{v_h}=2\times\frac{12\times3600}{60}\Rightarrow\frac{v_s}{v_h}=1440$$

۶۵ B ۳

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

$$\beta_A-\beta_B=10\log\frac{I_A}{I_B}$$

با توجه به فرض مسئله $\beta_A-\beta_B=10\,dB$ و $I_A=0/04\,W/m^2$ است. از این رو خواهیم داشت:

$$10=10\log\frac{0/04}{I_B}\Rightarrow\log\frac{0/04}{I_B}=1\Rightarrow\frac{0/04}{I_B}=10$$

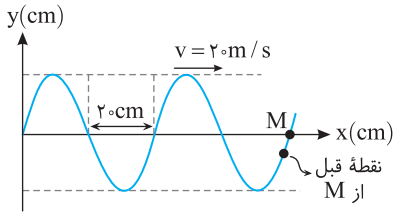
$$\Rightarrow I_B=\frac{0/04}{10}=0/004\,W/m^2$$

در این صورت اختلاف شدت این دو صوت خواهد شد:

$$I_A-I_B=0/04-0/004=0/036\,W/m^2\Rightarrow I_A-I_B=36\,mW/m^2$$

۶۶ B ۴

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:

$$\frac{\lambda}{2}=20\,cm\Rightarrow\lambda=0/4m$$

گام دوم: یافتن دوره:

$$T=\frac{\lambda}{v}\Rightarrow T=\frac{0/4}{20}\Rightarrow T=0/02s$$

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.

$$v_m=A\omega\Rightarrow v_m=A\frac{2\pi}{T}\xrightarrow{A=0/02m}v_m=0/02\times\frac{2\times3/14}{0/02}$$

$$\Rightarrow v_m=6/28m/s$$

۶۷ B ۲

۱ معادلهٔ حرکت نوسانگر به صورت $x=0/04\cos4\pi t$ است، بنابراین دورهٔ حرکت آن خواهد شد:

$$\omega=\frac{2\pi}{T}\Rightarrow4\pi=\frac{2\pi}{T}\Rightarrow T=\frac{2}{4}\Rightarrow T=0/5\,s$$

۲ اندازهٔ بازهٔ زمانی $t_1=0/1s$ تا $t_2=1/35\,s$ برابر $\Delta t=1/35-0/1=1/25s$ است. این بازه را با دوره مقایسه می‌کنیم.

$$\frac{\Delta t}{T}=\frac{1/25}{0/5}\Rightarrow\frac{\Delta t}{T}=\frac{5}{2}\Rightarrow\Delta t=\frac{5}{2}T\Rightarrow\Delta t=2T+\frac{T}{2}$$

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.

$$\ell=4A+4A+2A\Rightarrow\ell=10A\xrightarrow{A=0/04m}\ell=10\times0/04$$

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

۶۸ A ۳

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.

$$E_3-E_1=\frac{-13/6}{9}-(-13/6)\Rightarrow\Delta E=\frac{8}{9}\times13/6eV$$

۳ اختلاف انرژی دو تراز به صورت یک فوتون الکترومغناطیسی گسیل می‌شود بنابراین می‌توان نوشت: $\Delta E=hf\xrightarrow{h=4\times10^{-15}eV.s}\frac{8}{9}\times13/6=4\times10^{-15}f$

$$\Rightarrow f\sim3/0222\times10^{15}Hz\Rightarrow f=3022/2\,THz$$

۶۹ A ۳

یادآوری در رابطهٔ اینشتین در مورد اثر فوتوالکتریک $(K_m=hf-W_0)$ W_0 تابع کار فلز، f بسامد نور فرودی بر فلز و K_m بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌هاست.

۱ یکای بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها را به یکای الکترون ولت تبدیل می‌کنیم.

$$K_{m_1}=8\times10^{-19}J\times\frac{1eV}{1/6\times10^{-19}J}\Rightarrow K_{m_1}=5\,eV$$

۲ بسامد نور ۲۵ درصد کاهش یافته یعنی:

$$f_2=f_1-\frac{25}{100}f_1\Rightarrow f_2=\frac{3}{4}f_1$$

۳ بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها در حالت جدید ۴۰ درصد کمتر از حالت اول است. بنابراین:

$$K_{m_2}=K_{m_1}-\frac{40}{100}K_{m_1}\Rightarrow K_{m_2}=\frac{60}{100}K_{m_1}\Rightarrow K_{m_2}=0/6K_{m_1}$$

$$\Rightarrow K_{m_2}=0/6\times5=3eV$$

۴ با توجه به رابطهٔ اینشتین می‌توان نوشت:

$$K_m=hf-W_0$$

$$\Rightarrow\begin{cases}5=4\times10^{-15}f_1-W_0\quad(I)\\3=4\times10^{-15}\times\frac{3}{4}f_1-W_0\Rightarrow3=3\times10^{-15}f_1-W_0\quad(II)\end{cases}$$

۵ f_1 را از رابطهٔ (I) به‌دست آورده و در رابطهٔ (II) قرار می‌دهیم.

$$(I)\ f_1=\frac{5+W_0}{4\times10^{-15}}\xrightarrow{(II)}3=3\times10^{-15}\times\frac{5+W_0}{4\times10^{-15}}-W_0$$

$$\Rightarrow3=\frac{15+3W_0}{4}-W_0\Rightarrow3=\frac{15+3W_0-4W_0}{4}\Rightarrow12=15-W_0$$

$$\Rightarrow W_0=3eV$$

۷۰ B ۲

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 ۲s را با استفاده از فرمول‌های حرکت‌شناسی به‌دست می‌آوریم و سرانجام کار نیروی F $(W=Fd)$ را حساب می‌کنیم.

۱ نیروی اصطکاک را حساب می‌کنیم.

$$f_k=\mu_kF_N\xrightarrow{\mu_k=0/4}f_k=0/4\times500=200N$$

۲ بنا به قانون دوم نیوتون:

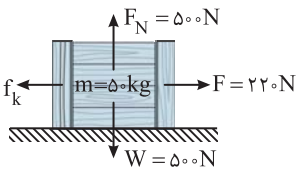
$$F_{net}=ma\Rightarrow F-f_k=ma\Rightarrow220-200=50a\Rightarrow a=0/4m/s^2$$

۳ جابه‌جایی متحرک در مدت ۲s خواهد شد:

$$\Delta x=d=\frac{1}{2}at^2\Rightarrow d=\frac{1}{2}\times0/4\times2^2\Rightarrow d=0/8m$$

۴ کار نیروی F را به‌دست می‌آوریم.

$$W=Fd\Rightarrow W=۲۲۰\times ۰/۸\Rightarrow W=۱۷۶J$$



پاسخ کنکور ۱۴۰۲ - رشتهٔ ریاضی (نوبت اول)

۱ **۷۱** **B**

خط فکری برای به‌دست آوردن تندی متوسط $s_{av}=\frac{\ell}{\Delta t}$ باید ابتدا مسافت طی‌شده را حساب کنیم که بهتر است مسافت را به کمک نمودار $v-t$ به‌دست بیاوریم.

۱ معادلهٔ مکان - زمان متحرک به صورت تابع درجهٔ دوم است، پس حرکت متحرک شتاب ثابت بوده و معادلهٔ آن به صورت $x=\frac{۱}{۲}at^۲+v_۰t+x_۰$ است:

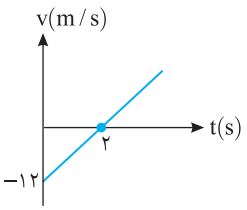
$$\begin{cases}x=۳t^۲-۱۲t+۹\\ x=\frac{۱}{۲}at^۲+v_۰t+x_۰\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}\frac{۱}{۲}a=۳\Rightarrow a=۶m/s^۲\\ v_۰=-۱۲m/s\end{cases}$$

۲ معادلهٔ سرعت - زمان متحرک را می‌نویسیم:

$$v=at+v_۰\Rightarrow v=۶t-۱۲$$

۳ به کمک معادلهٔ سرعت - زمان نمودار $v-t$ را رسم می‌کنیم:

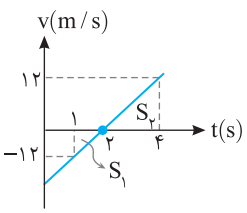
$$v=۶t-۱۲\xrightarrow{t=۲s}v=۶(۲)-۱۲\Rightarrow v=۰$$



۴ با سطح زیر نمودار $v-t$ مسافت طی‌شده در بازهٔ ۱s تا ۴s را حساب می‌کنیم:

$$v=۶t-۱۲\Rightarrow\begin{cases}\xrightarrow{t=۱s}v=۶-۱۲\Rightarrow v=-۶m/s\\ \xrightarrow{t=۴s}v=۲۴-۱۲\Rightarrow v=۱۲m/s\end{cases}$$

$$\ell=|S_۱|+|S_۲|\Rightarrow\ell=\frac{۶\times ۱}{۲}+\frac{۲\times ۱۲}{۲}=۱۵m$$



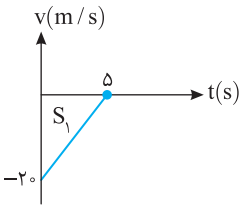
۵ تندی متوسط را حساب می‌کنیم:

$$s_{av}=\frac{\ell}{\Delta t}=\frac{۱۵}{۴-۱}\Rightarrow s_{av}=\frac{۱۵}{۳}=۵m/s$$

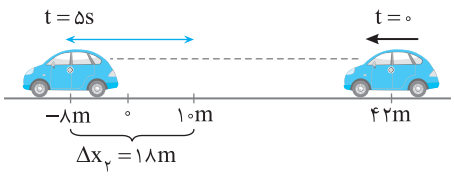
۴ **۷۲** **B**

در ابتدا مکان متحرک مثبت اما سرعت آن تا لحظهٔ $t=۵s$ منفی است. جابه‌جایی متحرک در مدت ۵s نخست حرکت برابر است با:

$$\Delta x_۱=S_۱=-\frac{۲۰\times ۵}{۲}=-۵۰m$$

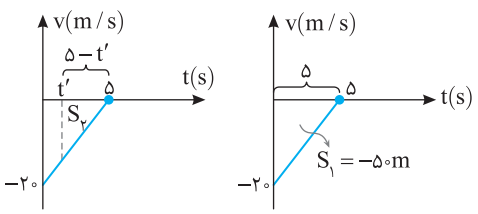


جابه‌جایی متحرک برابر $x_۲-x_۱=-۵۰m$ شده که $x_۱=۴۲m$ است پس $x_۲=-۸m$ است. مسیر حرکت متحرک به صورت زیر است و در بازه‌ای که با رنگ دیگر مشخص کرده‌ایم در مدت صفر تا ۵s فاصلهٔ متحرک از $x=۰$ کمتر از ۱۰m است.



زمان مربوط به مکان $x=۱۰m$ را مشخص می‌کنیم. از لحظهٔ t' که متحرک در مکان $x=۱۰m$ قرار دارد تا لحظهٔ $t=۵s$ که مکان آن $-۸m$ می‌شود، جابه‌جایی متحرک $-۱۸m$ است. پس داریم:

$$\begin{cases}S_۲=-۱۸m\\ S_۱=-۵۰m\end{cases}\Rightarrow\frac{S_۲}{S_۱}=\frac{۱۸}{۵۰}=\frac{۹}{۲۵}$$

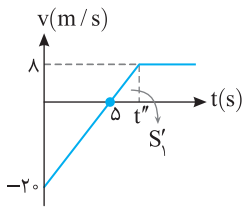


نسبت تشابه برابر است با:

$$(\frac{۵-t'}{۵})^۲=\frac{۹}{۲۵}\Rightarrow t'=۲s$$

بازهٔ زمانی که متحرک از مکان ۱۰m به $-۸m$ رسیده برابر $۵-۲=۳s$ است.

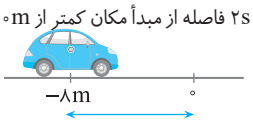
دقت کنید که بعد از ۵s سرعت متحرک مثبت شده و متحرک از مکان $-۸m$ در جهت مثبت شروع به حرکت می‌کند و مجدداً به مکان $x=۱۰m$ می‌رسد. اما نمی‌دانیم این لحظه قبل از t'' (به نمودار توجه کنید) است یا بعد از آن. پس ابتدا زمان t'' را حساب کرده و جابه‌جایی در بازهٔ ۵s تا t'' را حساب می‌کنیم:



$$\frac{۵}{۲۰}=\frac{t''-۵}{۸}\Rightarrow t''=۷s$$

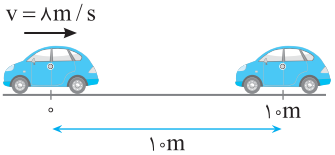
$$S'_۱=\frac{۲\times ۸}{۲}=۸m$$

بنابراین متحرک در بازهٔ ۵s تا ۷s، ۸m در جهت مثبت‌ها حرکت کرده و به $x=۰$ می‌رسد و تمام این مدت ۲s فاصله از مبدأ مکان کمتر از ۱۰m است.



حال مکان متحرک در $x=۰$ بوده و تا لحظه‌ای که به مکان $x=۱۰m$ برسد فاصلهٔ آن از مبدأ مکان کمتر از ۱۰m است. این بازهٔ زمانی که پس از $t''=۷s$ بوده با سرعت ثابت $۸m/s$ طی می‌شود.

$$\Delta x=۸\Delta t_۳\Rightarrow ۱۰=۸\Delta t_۳\Rightarrow\Delta t_۳=۱/۲۵s$$



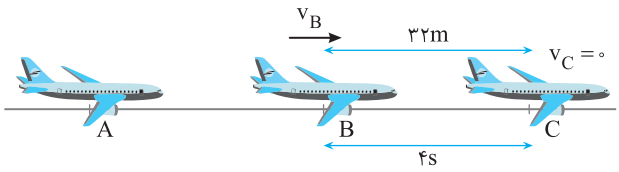
بنابراین ۳s در قسمت اول مسیر (از $x=۱۰m$ تا $x=-۸m$) فاصلهٔ متحرک از مبدأ مکان کمتر از ۱۰m بود، ۲s با شتاب ثابت در بازهٔ زمانی ۵s تا ۷s نیز فاصله کمتر از ۱۰m بوده (از $x=-۸m$ تا $x=۰$) و در آخر ۱/۲۵s (از $x=۰$ تا $x=۱۰m$) این اتفاق افتاد:

$$\Delta t_{کل}=۳+۲+۱/۲۵=۶/۲۵s$$

۷۳ B ۱

۱ ابتدا شکل ساده‌ای از مسأله را می‌کشیم. در قسمت دوم مسیر سرعت نهایی هواپیما صفر، جابه‌جایی آن ۳۲m و مدت زمان حرکت ۴s است، با توجه به این اطلاعات سرعت در نقطهٔ B را به‌دست می‌آوریم.

$$\Delta x=\frac{v_C+v_B}{2}\Delta t \Rightarrow ۳۲=\frac{۰+v_B}{2}\times ۴ \Rightarrow v_B=۱۶m/s$$



۲ سرعت در نقاط B و C را داشته و مدت زمان حرکت بین این دو نقطه ۴s است، شتاب حرکت را به‌دست می‌آوریم:

$$a=\frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a=\frac{v_C-v_B}{\Delta t} \Rightarrow a=\frac{-۱۶}{۴}=-۴m/s^۲$$

۳ به کمک سرعت در نقاط A و C و شتاب به‌دست آمده و با استفاده از معادلهٔ مستقل از زمان مسافت کل طی‌شده توسط هواپیما را حساب می‌کنیم:

$$v_C^۲-v_A^۲=۲a\Delta x \Rightarrow ۰-۳۶۰۰=۲\times(-۴)\Delta x \Rightarrow \Delta x=۴۵۰m$$

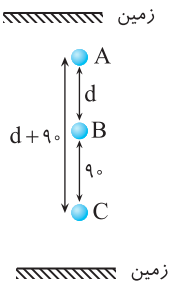
۷۴ B ۳

۱ سرعت گلوله در نقطهٔ A صفر است. اگر فاصلهٔ A تا B را d بگیریم و زمانی که طول می‌کشد گلوله این مسیر را طی کند را t بگیریم، خواهیم داشت:

$$d=\frac{۱}{۲}gt^۲+v_At \xrightarrow[g=۱۰]{v_A=۰} d=۵t^۲ (I)$$

گلوله فاصلهٔ ۹۰m از B تا C را در مدت ۳s طی می‌کند.

۲ سرعت گلوله در نقطهٔ A صفر است. فاصلهٔ A تا C برابر $(d+۹۰)m$ بوده و زمان سقوط در این بازه برابر $(۳+t)s$ است.



$$d+۹۰=\frac{۱}{۲}g(t+۳)^۲+v_A(t+۳)$$

$$\xrightarrow{v_A=۰} d+۹۰=۵(t+۳)^۲ (II)$$

۳ حال باید دو معادله را حل کرده تا دو مجهول t و d را به‌دست بیاوریم. برای این منظور معادلهٔ (II) را از معادلهٔ (I) کم می‌کنیم.

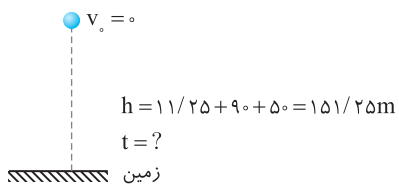
$$\begin{cases} d+۹۰=۵(t+۳)^۲ \\ d=۵t^۲ \end{cases} \xrightarrow[\text{می‌کنیم}]{\text{از هم کم}} ۹۰=۵((t+۳)^۲-t^۲)$$

$$\Rightarrow ۱۸=۶t+۹ \Rightarrow ۶t=۹ \Rightarrow t=۱/۵s$$

۴ مقدار ۱/۵s را در معادلهٔ (I) جایگذاری کرده و d را به‌دست می‌آوریم:

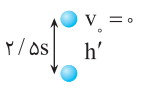
$$d=۵t^۲ \xrightarrow{t=۱/۵s} d=۵\times ۲/۲۵=۱۱/۲۵m$$

۵ مدت زمان سقوط و رسیدن به زمین را حساب می‌کنیم:



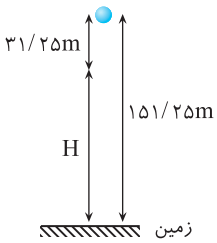
$$\Delta y=\frac{۱}{۲}gt^۲ \Rightarrow ۱۵۱/۲۵=۵t^۲ \Rightarrow t^۲=۳۰/۲۵ \Rightarrow t=۵/۵s$$

۶ بنابراین ۳s قبل از رسیدن به زمین یعنی گلوله به مدت $۵/۵-۳=۲/۵s$ در حال سقوط بوده:



$$\Delta g=\frac{۱}{۲}gt^۲ \Rightarrow h'=۵(۲/۵)^۲=۳۱/۲۵m$$

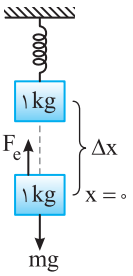
۷ فاصلهٔ گلوله از سطح زمین خواسته شده است:



$$H=۱۵۱/۲۵-۳۱/۲۵=۱۲۰m$$

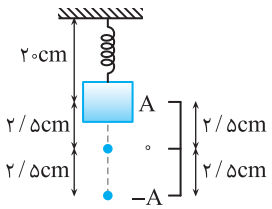
۷۵ B ۱

جسم به فنر آویخته و رها می‌شود و با توجه به داشتن یک سیستم جرم - فنر، مجموعه شروع به نوسان می‌کند. دقت کنید که وضع تعادل در نوسان که مکان آن $x=۰$ در نظر می‌گیریم، مکانی است که نیروی خالص وارد بر نوسانگر صفر باشد. برای این سیستم جرم - فنر هنگامی که نوسانگر به $x=۰$ رسیده باید نیروی وزن و نیروی کشسانی فنر اثر یکدیگر را خنثی کنند.



$$F_e=mg \xrightarrow{F_e=k\Delta x} ۴۰۰\Delta x=۱۰ \Rightarrow \Delta x=\frac{۱}{۴۰}m=۲/۵cm$$

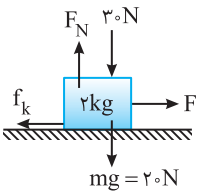
جسم از حال سکون رها شده پس طول ۲۰cm فنر وضعیتی است که جسم در نقطهٔ بازگشت یعنی دامنهٔ خود قرار دارد. با توجه به اینکه جسم ۲/۵cm کشیده شده تا به وضع تعادل برسد پس دامنهٔ حرکت ۲/۵cm است:



بیشینه طول فنر برابر $۲۰+۵=۲۵cm$ است. در این حالت جسم به نقطهٔ بازگشت خود رسیده و تندی نوسانگر صفر است.

۷۶ ۳

در حالت دوم سرعت حرکت ثابت است پس نیروهای وارد بر جسم متوازن بوده و شتاب حرکت صفر است:



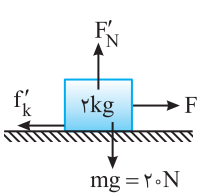
$$۱) ۳۰+mg=F_N \Rightarrow F_N=۵۰N$$

$$۲) f_k=\mu_kF_N \Rightarrow f_k=\frac{۱}{۴}\times ۵۰ \Rightarrow f_k=۱۲/۵N$$

$$۳) F_{net}=ma \xrightarrow{a=۰} F_{Net}=۰$$

$$\Rightarrow F=f_k \Rightarrow F=۱۲/۵N$$

حال با توجه به اینکه در حالت اول نیروی ۳۰N بر جسم وارد نشده و نیروی F برابر ۱۲/۵N جسم را می‌کشد، شتاب حرکت را حساب می‌کنیم:



$$۱) F'_N=mg \Rightarrow F'_N=۲۰N$$

$$۲) f'_k=\mu_kF'_N \Rightarrow f'_k=\frac{۱}{۴}\times ۲۰=۵N$$

$$۳) F_{net}=ma \Rightarrow F-f_k=ma \Rightarrow ۱۲/۵-۵=۲a$$

$$\Rightarrow ۷/۵=۲a \Rightarrow a=۳/۷۵m/s^۲$$

۷۷ B ۲

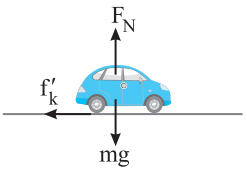
ابتدا با توجه به سرعت ابتدایی ۵۴km/h و سرعت انتهایی صفر و طول مسیر ۲۲/۵m، شتاب حرکت را به‌دست می‌آوریم:

$$v_۱=۵۴km/h \div ۳/۶=۱۵m/s$$

$$v_۲^۲-v_۱^۲=۲a\Delta x \Rightarrow ۰-۲۲۵=۲a\times ۲۲/۵ \Rightarrow a=-۵m/s^۲$$

هنـگام ترمـز تنها به خـودرو نیروی اصطکاک در راسـتای حرکت وارد می‌شـود و خودرو نیروی پیشرانی ندارد:

$$\begin{cases} F_{net}=ma \Rightarrow -f_k=ma \quad (I) \\ f_k=\mu_k F_N \xrightarrow{F_N=mg} f_k=mg\mu_k \quad (II) \end{cases}$$



با توجه به دو معادلهٔ بالا:

$$-mg\mu_k=ma \Rightarrow -g\mu_k=a \xrightarrow{a=-5m/s^2}$$

$$-10\mu_k=-5 \Rightarrow \mu_k=0/5$$

B ۴ ۷۸

یادآوری

در چرخش ماهواره دوره و فاصلهٔ ماهواره از مرکز زمین (r) به صورت روبه‌رو با هم رابطه دارند:

$$T \propto \sqrt{r^3}$$

بـا توجـه به یـادآوری بالا با نسـبت دورهٔ A به B، نسـبت فاصله تا مرکـز زمین آن‌ها را حساب می‌کنیم:

$$\frac{T_A}{T_B}=\sqrt{\frac{r_A^3}{r_B^3}} \Rightarrow \frac{\sqrt{2}}{4}=\sqrt{\frac{r_A^3}{r_B^3}} \xrightarrow{\text{دو طرف را به توان دو می‌رسانیم.}}$$

$$\frac{1}{8}=\left(\frac{r_A}{r_B}\right)^3 \Rightarrow \frac{r_A}{r_B}=\frac{1}{2}$$

حال نسـبت شتاب گرانش در محل دو ماهواره را که همان شتاب حرکت ماهواره‌ها است حساب می‌کنیم:

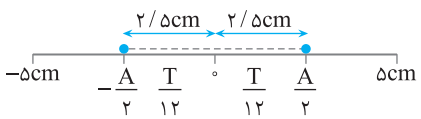
$$g=\frac{GM_e}{r^2} : \frac{g_B}{g_A}=\frac{\frac{GM_e}{r_B^2}}{\frac{GM_e}{r_A^2}} \Rightarrow \frac{g_B}{g_A}=\left(\frac{r_A}{r_B}\right)^2 \Rightarrow \frac{g_B}{g_A}=\frac{1}{4}$$

B ۲ ۷۹

۱ طول پاره‌خط ۱۰cm داده شده است، پس دامنهٔ نوسان ۵cm است.

$$-A=-5cm \qquad 0 \qquad A=5cm$$

حداقل زمان طی مسـیر در حرکت هماهنگ ساده مربوط به بازه‌ای است که نوسـانگر اطراف نقطهٔ تعادل در حال نوسـان باشد، در واقع نوسانگر نصف مسیر را از قبل از $x=0$ شروع کرده باشد و نصف دیگر را بعد از $x=0$ طی کند.



۲ با توجه به نکتهٔ بالا داریم:

$$\Delta t=\frac{T}{12}+\frac{T}{12} \Rightarrow \Delta t=\frac{T}{6} \;,\; \frac{1}{30}=\frac{T}{6} \Rightarrow T=\frac{1}{5}s$$

۳ بیشینه انرژی جنبشی نوسانگر برابر است با:

$$K_{max}=\frac{1}{2}mv_m^2 \xrightarrow{v_m=A\omega} K_{max}=\frac{1}{2}\times 0/4\times(A^2\omega^2)$$

$$\xrightarrow{\omega=\frac{2\pi}{T}=10\pi} K_{max}=0/2\times 25\times 10^{-4}\times 100\pi^2$$

$$K_{max}=5\times 10^{-2}\times 9 \Rightarrow K_{max}=45\times 10^{-2}J$$

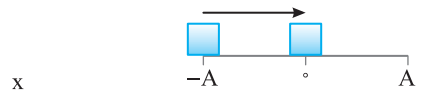
$$\xrightarrow{J \xrightarrow{\times 10^3} mJ} K_{max}=450mJ$$

B ۳ ۸۰

۱ با توجه به شناسهٔ تابع کسینوس، دورهٔ نوسان را حساب می‌کنیم:

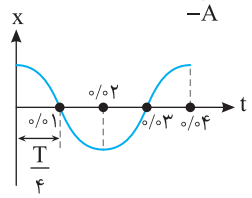
$$\omega t=50\pi t \Rightarrow \omega=50\pi \Rightarrow \frac{2\pi}{T}=50\pi \Rightarrow T=0/04s$$

۲ بردار سرعت و شتاب هنگامی که نوسانگر از مکان $x=-A$ به سمت $x=0$ در حال حرکت‌اند مثبت بوده و در جهت محور x قرار دارند:



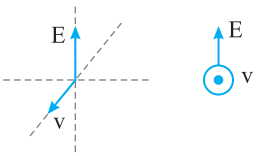
۳ بـا توجـه بـه نمـودار مـکان - زمـان نوسـانگر، در بـازهٔ زمانی حرکت نوسـانگر از $-A$ تا $x=0$ برابر است با:

$0/02s<t<0/03s$

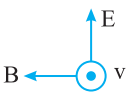


B ۱ ۸۱

با توجه به سؤال جهت انتشار موج به سمت $+Z$ یا برونسو است و میدان الکتریکی به سمت بالا است:



چهار انگشـت دسـت راسـت را در جهت E قرار داده و شسـت دسـت را در جهت v قرار می‌دهیم، در این صورت کف دسـت راسـت جهت میدان مغناطیسی را مشخص می‌کند:



جهت میدان مغناطیسی خلاف جهت محور x است.

B ۲ ۸۲

سـرعت نور در خلأ بیشـتر از محیط‌های شـفاف دیگر اسـت، پس با ورود نور از خلأ به محیط شـفاف دیگر سـرعت انتشـار موج کاهش می‌یابد که با توجه به رابطهٔ $\lambda=\frac{v}{f}$ با کاهش سرعت، طول موج نیز کاهش می‌یابد: $\lambda_1=\lambda \;,\; \lambda_2=\lambda-150$

با توجه به بسامد نور و سرعت نور در خلأ λ را حساب می‌کنیم:

$$\lambda=\frac{c}{f} \Rightarrow \lambda=\frac{3\times 10^8}{5\times 10^{14}} \Rightarrow \lambda=0/6\times 10^{-6}m \Rightarrow \lambda=600nm$$

طول موج در محیط ثانویه را حساب می‌کنیم:

$$\lambda_2=\lambda-150 \Rightarrow \lambda_2=600-150=450nm$$

نسبت طول موج در دو محیط با ضریب شکست رابطهٔ عکس دارد:

$$\frac{n_2}{n_1}=\frac{\lambda_1}{\lambda_2} \xrightarrow{\text{محیط اول خلأ} \Rightarrow n_1=1} \frac{n_2}{1}=\frac{600}{450} \Rightarrow n_2=\frac{4}{3}$$

B ۳ ۸۳

۱ با توجه به بسامد و طول موج، تندی انتشار موج در تار را به‌دست می‌آوریم:

$$\lambda=\frac{v}{f} \Rightarrow 0/25=\frac{v}{200} \Rightarrow v=50m/s$$

۲ حال با توجه به رابطهٔ تندی موج عرضی در تار $v=\frac{2}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}}$ قطر تار را حساب می‌کنیم:

$$v=\frac{2}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}} \xrightarrow[\rho=8g/cm^3=8000kg/m^3]{F=60N} 50=\frac{2}{D}\sqrt{\frac{60}{8000\times 3}}$$

$$\Rightarrow 50=\frac{2}{D}\sqrt{\frac{1}{400}} \Rightarrow 50=\frac{2}{D}\times\frac{1}{20} \Rightarrow D=\frac{1}{500}m$$

۳ قطر بر حسب میلی‌متر خواسته شده است:

$$D=\frac{1}{500}m\times\frac{1000mm}{1m}=2mm$$

۸۴ | ۱ | B

۱ بیشینه انرژی جنبشی را حساب می‌کنیم:

$$K_{max}=\frac{1}{2}mv_m^2 \xrightarrow{v_m=\frac{4}{3}\times10^6\ m/s} K_m=\frac{1}{2}\times9\times10^{-31}\times\frac{16}{9}\times10^{12}\Rightarrow K_m=8\times10^{-19}J$$

۲ انرژی جنبشی بیشینه را بر حسب الکترون ولت به‌دست می‌آوریم:

$$K_m=8\times10^{-19}J\times\frac{1eV}{1/6\times10^{-19}J}=5eV$$

۳ تابع کار را به‌دست می‌آوریم:

$$W_0=hf_0\Rightarrow W_0=4\times10^{-15}\times5\times10^{14}\Rightarrow W_0=2eV$$

۴ با توجه به نظریهٔ اینشتین:

$$K_m=hf-W_0\Rightarrow5=4\times10^{-15}f-2$$

$$\Rightarrow4\times10^{-15}f=7\Rightarrow f=1/75\times10^{15}Hz$$

۸۵ | ۲ | B

نکته محدودهٔ طول موجی نور مرئی ۴۰۰nm تا ۷۰۰nm (فرابنفش تا قرمز) است. انرژی فوتون با طول موج‌های ابتدا و انتهای محدوده را به‌دست می‌آوریم:

$$E=\frac{hc}{\lambda}\xrightarrow{hc=1240eV.nm}\begin{cases}\lambda_1=400nm\rightarrow E_1=\frac{1240}{400}\Rightarrow E_1=3/1eV\\ \lambda_2=700nm\rightarrow E_2=\frac{1240}{700}\Rightarrow E_2=1/77eV\end{cases}$$

انرژی فوتون مرئی باید بین ۱/۷۷eV تا ۳/۱eV باشد، بنابراین E=2/5eV مربوط به نور مرئی است.

۸۶ | ۴ | B

۱ در مدت چهار سال، ۷۵٪ هسته‌ها واپاشیده یعنی $\frac{1}{4}=25\%$ مادهٔ فعال باقی می‌ماند، از این‌رو می‌توان نوشت:

$$N=\frac{N_0}{2^n}\Rightarrow\frac{1}{4}N_0=\frac{N_0}{2^n}\Rightarrow2^n=4\Rightarrow n=2$$

۲ نیمه‌عمر خواهد شد:

$$n=\frac{t}{T}\xrightarrow{t=4\ سال}2=\frac{4}{T}\Rightarrow T=2\ سال$$

۳ $N=\frac{1}{8}N_0$ ، بنابراین می‌توان نوشت:

$$N_0\xrightarrow{2\ سال}\frac{N_0}{2}\xrightarrow{2\ سال}\frac{N_0}{4}\xrightarrow{2\ سال}\frac{N}{8}$$

یعنی ۲ سال دیگر لازم است تا ۱۲/۵٪ ماده فعال باقی بماند.

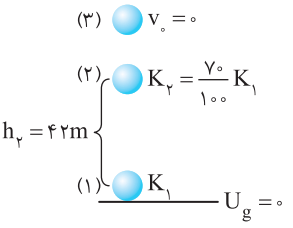
پاسخ کنکور ۱۴۰۲ - رشتهٔ ریاضی (نوبت دوم)

۸۷ | ۲ | B

$$^{11}_{6}C\rightarrow{}^{11}_{5}B+x\Rightarrow x={}^{0}_{+1}e^+\Rightarrow x=\beta^+$$

۸۸ | ۳ | B

پایستگی انرژی مکانیکی را برای نقاط (۱) و (۲) می‌نویسیم.



$$E_1=E_2\Rightarrow K_1+U_1=K_2+U_2$$

$$K_1+0=\frac{70}{100}K_1+mgh_2\Rightarrow$$

$$\frac{30}{100}\times\frac{1}{2}mv_1^2=mgh_2\Rightarrow$$

$$\frac{3}{200}v_1^2=42\Rightarrow v_1^2=2800$$

برای به دست آوردن ارتفاع اوج خواهیم داشت:

$$K_1=U_3\Rightarrow\frac{1}{2}m(2800)=m\times10\times h_{اوج}\Rightarrow h_{اوج}=140m$$

۸۹ | ۲ | B

معادلهٔ حرکت دو متحرک را می‌نویسیم. متحرک B، ۲s دیرتر راه افتاده است. یعنی $t_B=t_A-2$ است. بنابراین:

$$x=\frac{1}{2}at^2+v_0t+x_0\Rightarrow\begin{cases}x_A=\frac{1}{2}a(t_A)^2+0+0\\ x_B=\frac{1}{2}(a+0/5)(t_A-2)^2+0+0\end{cases}$$

با توجه به فرض مسئله در $t_A=6s$ مکان‌ها برابراند، از این رو:

$$x_A=x_B\Rightarrow\frac{1}{2}a(6)^2=\frac{1}{2}(a+0/5)(6-2)^2$$

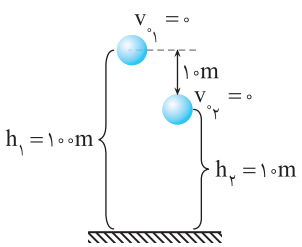
$$\Rightarrow36a=16a+8\Rightarrow20a=8\Rightarrow a=0/4\frac{m}{s^2}$$

اکنون مکان هر متحرک را در $t=10s$ به دست آورده از هم کم می‌کنیم.

$$\begin{cases}x_A=\frac{1}{2}\times0/4\times(10)^2\Rightarrow x_A=20m\\ x_B=\frac{1}{2}\times(0/4+0/5)\times(8)^2\Rightarrow x_B=28/8m\end{cases}$$

$$\Rightarrow\Delta x_{AB}=28/8-20=8/8m$$

۹۰ | ۴ | B



در لحظه‌ای که گلولهٔ دوم رها می‌شود گلولهٔ اول یک ثانیه در حرکت بوده و سرعت آن و جابه‌جایی آن خواهد شد:

$$v=gt\Rightarrow v=10\times1=10\frac{m}{s}$$

$$\Delta y=\frac{1}{2}gt^2$$

$$\Rightarrow\Delta y=\frac{1}{2}\times10\times(1)^2=5m$$

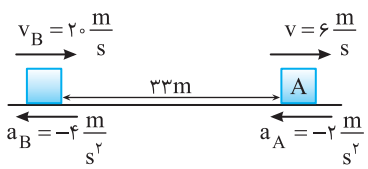
یعنی در لحظهٔ رها شدن گلولهٔ دوم، سرعت گلولهٔ اول $10\frac{m}{s}$ و فاصله‌اش از گلولهٔ دوم 5m است. بنابراین گلولهٔ اول ابتدا به گلولهٔ دوم نزدیک شده و سپس از آن دور می‌شود.

۹۱ | ۲ | B

در مدت 1s، متحرک A با شتاب $-2\frac{m}{s^2}$ به اندازهٔ زیر جابه‌جا می‌شود.

$$\Delta x=\frac{1}{2}at^2+v_0t=\frac{1}{2}\times(-2)\times1+8\Rightarrow\Delta x_A=7m$$

در این لحظه سرعت A برابر است با: $v_A=a_At+v_0\Rightarrow v_A=-2\times1+8=6\frac{m}{s}$



در مدت 1s، متحرک B با سرعت $20\frac{m}{s}$ مسافت $20\times1=20m$ را می‌پیماید، بنابراین در لحظه‌ای که متحرک B از سرعت خود می‌کاهد، فاصلهٔ دو متحرک از هم برابر است با: $46-20+7=33m$

$$x_A=x_B\Rightarrow\frac{1}{2}(-2)t^2+6t+33=\frac{1}{2}(-4)t^2+20t\Rightarrow t^2-14t+33=0$$

$$\Rightarrow t=7\pm\sqrt{49-33}\Rightarrow t=7\pm\sqrt{16}\Rightarrow t=7\pm4\Rightarrow t=3s$$

سرعت B در لحظهٔ رسیدن به A خواهد شد: $v_B=-4\times3+20=8\frac{m}{s}$

۹۲ | ۳ | B

شتاب a را حساب می‌کنیم.

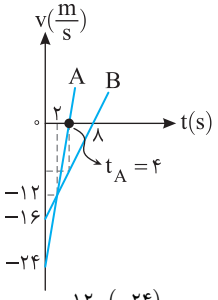
$$a_B=\frac{0-(-16)}{8}\Rightarrow a_B=2\frac{m}{s^2}$$

$$v_B=a_Bt+v_0$$

سرعت B در $t=2s$ را به‌دست می‌آوریم.

$$t=2s\Rightarrow v_B=2\times2-16\Rightarrow v_B=-12\frac{m}{s}$$

شتاب A خواهد شد:



$$a_A=\frac{-12-(-24)}{2}\Rightarrow a_A=6\frac{m}{s^2}$$

لحظه‌ای که تندی A صفر می‌شود، برابر است با:

$$v_A=0\Rightarrow 0=6(t_A)-24\Rightarrow t_A=4s$$

از 4s تا 8s دو متحرک در خلاف جهت هم در حرکت هستند.

جابه‌جایی متحرک A در این بازه خواهد شد:

$$\Delta x_A=\frac{1}{2}\times6\times4^2=48m$$

تندی جسم B را در لحظهٔ $t=4s$ به دست می‌آوریم.

$$v_B=2\times4-16=-8\frac{m}{s}$$

جابه‌جایی متحرک B در این بازه را حساب می‌کنیم.

$$\Delta x_B=\frac{v_2+v_1}{2}t\Rightarrow \Delta x_B=\frac{0+(-8)}{2}\times4=-16m$$

فاصلهٔ A تا B افزایش می‌یابد.

$$48+16=64m$$

۹۳ | ۲ | B

تندی ماهواره $v=\sqrt{\frac{GM_e}{r}}$ و دورهٔ گردش ماهواره $T=2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM_e}}$ است.

بنابراین $v\propto\frac{1}{\sqrt{r}}$ و $T^2\propto r^3$ بوده از این رو گزینهٔ (۲) درست است.

۹۴ | ۱ | B

با توجه به قانون دوم نیوتون:

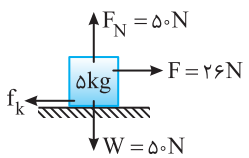
$$\vec{F}_{av}=\frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t}\Rightarrow\vec{F}_{av}=\frac{\vec{P}_2-\vec{P}_1}{\Delta t}\qquad (I)$$

$$\vec{P}=(3t-6)\vec{i}\Rightarrow\begin{cases}\xrightarrow{t=1s}\vec{P}_1=-3\vec{i}\\ \xrightarrow{t=3s}\vec{P}_2=3\vec{i}\end{cases}$$

$$\xrightarrow{(I)}\vec{F}_{av}=\frac{3\vec{i}-(-3\vec{i})}{3-1}\Rightarrow\vec{F}_{av}=3\vec{i}$$

۹۵ | ۳ | B

نیروی اصطکاک ایستایی را به دست می‌آوریم تا مشخص شود جسم به حرکت درمی‌آید یا نه؟ البته در صورت مسئله بیان شده «در حین حرکت» یعنی جسم به حرکت درمی‌آید.

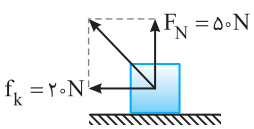


$$f_{s\,max}=\mu_sF_N=0/5\times50=25N<26N$$

جسم به حرکت درمی‌آید.

$$f_k=\mu_kF_N=0/4\times50\Rightarrow f_k=20N$$

قانون دوم نیوتون را نوشته و شتاب را حساب می‌کنیم.



$$F_{net}=ma\Rightarrow F-f_k=ma$$

$$\Rightarrow 26-20=5a\Rightarrow a=1/2\frac{m}{s^2}$$

نیرویی که سطح بر جسم وارد می‌کند خواهد شد:

$$R=\sqrt{F_N^2+f_k^2}\Rightarrow R=\sqrt{2500+400}\Rightarrow R=\sqrt{2900}=10\sqrt{29}N$$

۹۶ | ۲ | B

تندی را برحسب $\frac{m}{s}$ به دست می‌آوریم.

$$v=18\frac{km}{h}=\frac{18}{3/6}\Rightarrow v=5\frac{m}{s}$$

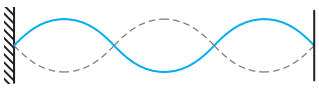
نیروی مرکزگرا خواهد شد:

$$F=m\frac{v^2}{R}\Rightarrow F=2000\times\frac{25}{20}\Rightarrow F=2500N$$

نیروی مرکزگرا توسط نیروی اصطکاک ایستایی تأمین می‌شود.

۹۷ | ۳ | B

در طول تار سه شکم ایجاد شده است. $(n=3)$



بنابراین خواهیم داشت:

$$f=\frac{nv}{2\ell}\Rightarrow 300=\frac{3\times v}{2\times0/6}\Rightarrow v=120\frac{m}{s}$$

بسامد اصلی تار برابر است با:

$$f_n=nf_1\Rightarrow 300=3f_1\Rightarrow f_1=100Hz$$

۹۸ | ۴ | A

شدت صوت با توان چشمه نسبت مستقیم و با جذر فاصله از چشمه نسبت وارون دارد.

$$I=\frac{P}{A}=\frac{P}{4\pi r^2}\Rightarrow\frac{I_2}{I_1}=\frac{P_2}{P_1}\times(\frac{r_1}{r_2})^2\Rightarrow\frac{I_2}{I_1}=2\times(2)^2\Rightarrow\frac{I_2}{I_1}=8$$

تغییر تراز شدت صوت خواهد شد:

$$\beta_2-\beta_1=10\log\frac{I_2}{I_1}\Rightarrow\Delta\beta=10\log8=10\log2^3$$

$$\Rightarrow\Delta\beta=30\log2\Rightarrow\Delta\beta=30\times0/3\Rightarrow\Delta\beta=9dB$$

۹ دسی‌بل افزایش می‌یابد.

۹۹ | ۳ | A

با توجه به فرض مسئله طول آونگ 17cm تغییر کرده و دوره به اندازهٔ ۱۲/۵ درصد افزایش یافته از طرفی $T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ است بنابراین طول آونگ باید زیاد شده باشد. از این رو:

$$T_2=T_1+\frac{12/5}{100}T_1\Rightarrow T_2=\frac{112/5}{100}T_1\Rightarrow\frac{T_2}{T_1}=\sqrt{\frac{\ell_2}{\ell_1}}$$

$$\Rightarrow\frac{112/5}{100}\sqrt{\frac{\ell_1+17}{\ell_1}}\Rightarrow\frac{9}{8}=\sqrt{\frac{\ell_1+17}{\ell_1}}\Rightarrow\frac{81}{64}=\frac{\ell_1+17}{\ell_1}$$

$$\Rightarrow81\ell_1=64\ell_1+64\times17\Rightarrow17\ell_1=64\times17\Rightarrow\ell_1=64cm$$

دورهٔ آونگ خواهد شد: $T_1=2\pi\sqrt{\frac{\ell_1}{g}}\Rightarrow T_1=2\pi\sqrt{\frac{0/64}{\pi^2}}\Rightarrow T_1=2\times0/8=1/6s$

۱۰۰ | ۱ | B

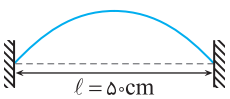
تندی متوسط برابر نسبت مسافت طی شده به زمان است. ابتدا باید مسافت طی شده را حساب کنیم برای این کار باید دوره را حساب کنیم.

$$T=\frac{2R}{w}\Rightarrow T=\frac{2\pi}{50\pi}\Rightarrow T=\frac{1}{25}s=0/04s$$

بازهٔ $t_1=0s$ تا $t_2=0/02s$ نصف دوره است و نوسانگر در نصف دوره مسافتی دو برابر دامنه طی می‌کند.

$$S_{av}=\frac{\ell}{\Delta t}\Rightarrow1/5=\frac{2A}{0/02}\Rightarrow A=1/5\times10^{-2}m\Rightarrow A=1/5cm$$

۱۰۱ | ۴ | A



زمان یک نوسان هر ذره از تار همان دوره نوسان موج است. (T)

بسامد را به‌دست می‌آوریم.

$$f_n=n\frac{v}{2\ell}\xrightarrow{n=1}f_1=\frac{250}{2\times0/5}\Rightarrow f=250Hz$$

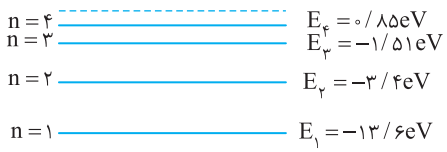
دوره خواهد شد:

$$T=\frac{1}{f}\Rightarrow T=\frac{1}{250}s\Rightarrow T=4\times10^{-3}s=4ms$$

۱۰۲ B **۱**

ترازهـای انرژی اتم هیدروژن به شـکل روبه‌روسـت. هـرگاه اتم یک فوتون گسـیل کند، انرژی فوتون برابر اختلاف انرژی دو تراز است. در این مسئله انرژی فوتون $۱۲/۷۵eV$ است که دقیقاً با اختلاف انرژی تراز $n=۴$ و $n=۱$ برابر است.

$$E_۴-E_۱=-۰/۸۵-(-۱۳/۶)=۱۲/۷۵eV$$



۱۰۳ B **۲**

با توجه به رابطهٔ اینشتین برای اثر فوتوالکتریک خواهیم داشت:

$$K_m=hf-W_۰\Rightarrow K_m=\frac{hc}{\lambda}-W_۰$$

در فرض مسئله بیان شده $\lambda_۲=\frac{\lambda_۱}{۲}$ و $K_{m_۲}=۶K_{m_۱}$ ، از این رو:

$$\frac{hc}{\frac{\lambda_۱}{۲}}-W_۰=۶(\frac{hc}{\lambda_۱}-W_۰)\Rightarrow\frac{۲hc}{\lambda_۱}-W_۰=\frac{۶hc}{\lambda_۱}-۶W_۰$$

$$\Rightarrow ۵W_۰=\frac{۴hc}{\lambda_۱}\xrightarrow{W_۰=۴eV}۵\times۴=۴\times\frac{۴\times۱۰^{-۱۵}\times۳\times۱۰^{۸}}{\lambda_۱}$$

$$\Rightarrow\lambda_۱=\frac{۱۲\times۱۰^{-۷}}{۵}\Rightarrow\lambda_۱=۲/۴\times۱۰^{-۷}m\Rightarrow\lambda_۱=۲۴۰nm$$

۱۰۴ A **۴**

افزایش درصد ایزوتوپ اورانیوم ۲۳۵ را غنی‌سازی اورانیوم می‌گویند.

پاسخ کنکور ۱۴۰۲ رشتهٔ ریاضی (خارج نوبت دوم)

۱۰۵ A **۳**

در اثر واپاشی هسته و گسیل آلفا، $(\frac{۴}{۲}\alpha)$ دو واحد از عدد اتمی و ۴ واحد از عدد جرمی هسته ما در کم می‌شود:

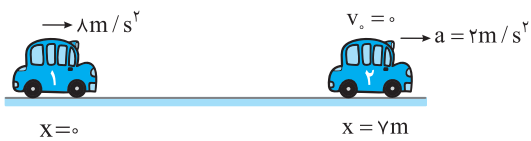
$$^{۲۳۸}_{۹۲}U\rightarrow{}^{۲۳۴}_{۹۰}T_h+{}^{۴}_{۲}\alpha$$

۱۰۶ B **۴**

معادلهٔ حرکت دو متحرک را می‌نویسیم:

$$x_۱=vt+x_۰\Rightarrow x_۱=۸t$$

$$x_۲=\frac{۱}{۲}at^۲+v_۰+x_۰\Rightarrow x_۲=\frac{۱}{۲}\times۲\times t^۲+۰+۷$$



قرار است که تعداد دفعاتی که فاصلهٔ دو متحرک ۵m است را به‌دست بیاوریم. بنابراین می‌توانیم بنویسیم.

$$|x_۲-x_۱|=۵\Rightarrow|t^۲+۷-۸t|=۵\Rightarrow\begin{cases}t^۲-۸t+۷=۵ & (I)\\ t^۲-۸t+۷=-۵ & (II)\end{cases}$$

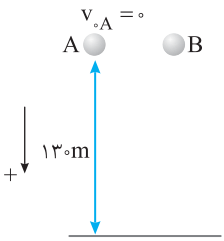
معادله‌ها را حل می‌کنیم.

$$(I)\Rightarrow t^۲-۸t-۲=۰\Rightarrow t=\pm\sqrt{۱۶-۲}\Rightarrow t=۴\pm\sqrt{۱۴}\Rightarrow\begin{cases}t=۴-\sqrt{۱۴}>۰\\ t=۴+\sqrt{۱۴}>۰\end{cases}$$

$$(II)\Rightarrow t^۲-۸t+۱۲=۰\Rightarrow t=۴\pm\sqrt{۱۶-۱۲}\Rightarrow t=۴\pm۲\Rightarrow\begin{cases}t=۲s\\ t=۶s\end{cases}$$

هـر چهار زمان به‌دسـت آمده مثبت هسـتند بنابراین فاصلهٔ دو متحـرک از هم چهار بار ۵m می‌شود.

۱۰۷ A **۳**



در مدت ۵s که گلولهٔ A جابه‌جا می‌شود گلولهٔ B بـه مـدت $۵-۲=۳s$ در حـال سـقوط اسـت. جابه‌جایی دو گلولهٔ A و B به ترتیب در مدت ۵s و ۳s حساب می‌کنیم.

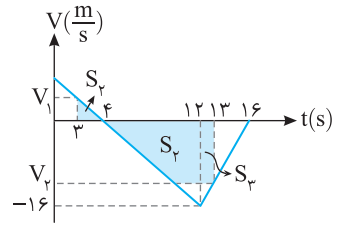
جهـت رو بـه پایین را به اختیار خـود مثبت فرض می‌کنیم.

$$\Delta y=\frac{۱}{۲}gt^۲\Rightarrow\begin{cases}\Delta y_A=\frac{۱}{۲}\times۱۰\times۲۵\Rightarrow\Delta y_A=۱۲۵m\\ \Delta y_B=\frac{۱}{۲}\times۱۰\times۹\Rightarrow\Delta y_B=۴۵m\end{cases}$$

بنابراین فاصلهٔ آن‌ها از هم $۱۲۵-۴۵=۸۰m$ خواهد شد:

۱۰۸ B **۱**

به کمک شیب نمودار سرعت $v_۱$ در لحظه‌ای $t_۱=۳s$ و سـرعت $v_۲$ در لحظـهٔ $t_۲=۱۳s$ را حساب می‌کنیم.



$$v_۱:\frac{۰-v_۱}{۴-۳}=\frac{-۱۶-۰}{۱۲-۴}\Rightarrow v_۱=۲m/s$$

$$v_۲:\frac{۰+۱۶}{۱۶-۱۲}=\frac{v_۲+۱۶}{۱۳-۱۲}\Rightarrow v_۲=-۱۲m/s$$

مسافت طی شده توسط متحرک در بازهٔ زمانی $t=۳s$ تا $t=۱۳s$ را به کمک سطح زیر نمودار حساب می‌کنیم.

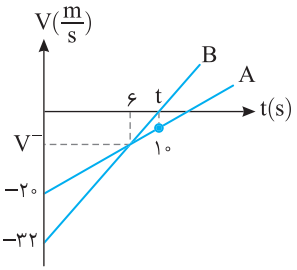
$$\ell=|S_۱|+|S_۲|+|S_۳|\Rightarrow\ell=\frac{۲\times۱}{۲}+\frac{۸\times۱۶}{۲}+\frac{۱۶+۱۲}{۲}\times۱$$

$$\Rightarrow\ell=۱+۶۴+۱۴\Rightarrow\ell=۷۹m$$

تندی متوسط را به‌دست می‌آوریم: $S_{av}=\frac{\ell}{\Delta t}\Rightarrow S_{av}=\frac{۷۹}{۱۳-۳}\Rightarrow s_{av}=۷/۹m/s$

۱۰۹ C **۳**

خط فکری البته باید مشخص کنیـم چه مـدت دو متحـرک خلاف جهـت هـم در حرکـت هسـتند. در مدت صفر تا t سرعت هر دو متحرکی منفی و در مدت $t>۱۰s$ نیز سرعت هر دو متحرک مثبت است بنابراین در بازهٔ زمانی t تا ۱۰s دو متحرک خلاف جهت هم در حرکت هستند و شما باید رفتار دو متحرک را در این بازه بررسی کنید.



۱ شتاب A را به‌دست می‌آوریم.

$$a_A=\frac{v-v_۰}{t}\Rightarrow a_A=\frac{۰-(-۲۰)}{۱۰}\Rightarrow a_A=۲m/s^۲$$

۲ سرعت متحرک A و B در لحظهٔ $t=۶s$ یکسان و برابر است با:

$$v=at+v_۰\Rightarrow v=۲\times۶-۲۰\Rightarrow v=-۸m/s\Rightarrow v_A=v_B=-۸m/s$$

۳ شتاب متحرک B را حساب می‌کنیم.

$$a_B=\frac{-۸+۳۲}{۶-۰}\Rightarrow a_B=۴m/s^۲$$

۴ لحظهٔ t را حساب می‌کنیم. $v_B = a_B t + v_{\circ B} \Rightarrow \circ = ۴ \times t - ۳۲ \Rightarrow t = ۸s$

۵ معادلهٔ حرکت دو متحرک را نوشته فاصلهٔ دو متحرک را در لحظه‌های $t = ۸s$ و $t = ۱\circ s$ و $t = ۱\circ s$ به‌دست آورده مقایسه می‌کنیم.

$$x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_\circ t + x_\circ \Rightarrow \begin{cases} x_A = \frac{۱}{۲} \times ۲t^۲ - ۲\circ t \Rightarrow x_A = t^۲ - ۲\circ t \\ x_B = \frac{۱}{۲} \times ۴t^۲ - ۳۲t \Rightarrow x_B = ۲t^۲ - ۳۲t \end{cases}$$

$$|x_A - x_B| = |t^۲ - ۲\circ t - ۲t^۲ + ۳۲t| \Rightarrow |x_A - x_B| = |-t^۲ - ۱۲t|$$

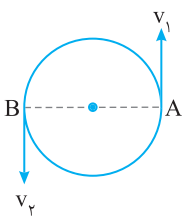
$$t = ۸s \Rightarrow |x_A - x_B| = |-۶۴ + ۹۶| \Rightarrow |x_A - x_B| = ۳۳m$$

$$t = ۱\circ s \Rightarrow |x_A - x_B| = |-۱\circ\circ + ۱۲\circ| \Rightarrow |x_A - x_B| = ۲\circ m$$

بنابراین فاصلهٔ دو متحرک از ۳۲m در لحظهٔ $t = ۸s$ به ۲۰m در لحظهٔ $t = ۱s$ رسیده یعنی فاصلهٔ A و B ۱۲m کاهش می‌یابد.

۲ ۱۱۰ B

تندی گلوله را حساب می‌کنیم.



$$v = \frac{۲\pi r}{T} \xrightarrow[r=۲m]{T=۱/۵vs} v = \frac{۲ \times ۳/۱۴ \times ۲}{۱/۵v} \Rightarrow v = ۸m/s^۲$$

شتاب مرکزگرا خواهد شد:

$$a = \frac{v^۲}{۲} \Rightarrow a = \frac{(۱۸)^۲}{۲} \Rightarrow a = ۳cm/s^۲$$

نیم‌دوره، گلوله مسیری مطابق شکل روبه‌رو را طی می‌کند. اگر سرعت در نقطهٔ A برابر $v_۱ = +۸m/s$ باشد سرعت در نقطهٔ B $v_۲ = -۸m/s$ خواهد بود و اندازهٔ تغییر تکانه خواهد شد:

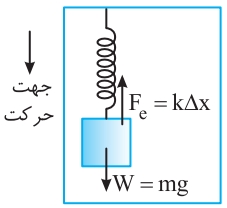
$$|\Delta P| = P_۲ - P_۱ = mv_۲ - mv_۱ \Rightarrow |\Delta P| = |\frac{۵\circ}{۱۰۰۰}(-۸ - ۸)| = \circ/۸kgm/s$$

۳ ۱۱۱ B

آسانسور با شتاب ثابت $۲m/s^۲$ رو به پایین در حرکت است و با توجه به قانون دوم نیوتون می‌توان نوشت:

$$F_{net} = ma \Rightarrow W - F_e = ma \Rightarrow mg - k\Delta x = ma \xrightarrow[a=۲m/s^۲]{m=۳kg, k=۴\circ N/m}$$

$$۳\circ - ۴\circ\circ \times \Delta x = ۳ \times ۲ \Rightarrow ۲۴ = ۴\circ\circ \Delta x \Rightarrow \Delta x = \circ/\circ۶m = ۶cm$$



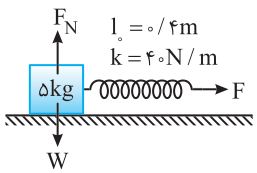
طول فنر خواهد شد: $\Delta x = x_۲ - x_۱ \Rightarrow ۶ = x_۲ - ۴۲ \Rightarrow x_۲ = ۴۸cm$

تذکر: البته ما فرض کردیم که حرکت آسانسور رو به پایین تندشونده است و خوشبختانه با این فرض عدد به دست آمده در گزینه‌ها وجود داشت و گرنه مجبور می‌شدیم این مسئله را بار دیگر با فرض کندشونده بودن حرکت رو به پایین حل کنیم.

۴ ۱۱۲ B

نیروی کشسانی فنر را حساب می‌کنیم.

$$F = K\Delta L$$



$$\Rightarrow F_e = ۴\circ\circ \frac{(۴/۷۵ - ۴\circ)}{۱\circ\circ} \Rightarrow F_e = ۳\circ N$$

در لحظهٔ شروع به حرکت نیروی کشسانی فنر با تقریب خوبی با نیروی اصطکاک آستانهٔ حرکت برابر است از این‌رو:

$$f_{s\,max} = F_e \Rightarrow \mu_s mg = ۳\circ \Rightarrow \mu_s \times ۵\circ = ۳\circ \Rightarrow \mu_s = \circ/۶$$

وقتی جسم در حرکت است آنگاه:

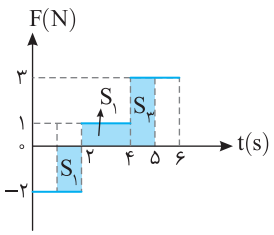
$$F_{net} = ma \Rightarrow F_e - f_k = ma \xrightarrow{a=۲m/s^۲} ۳\circ - \mu_k(۵\circ) = ۵ \times ۲$$

$$\mu_k = \circ/۴$$

بنابراین خواهیم داشت: $\frac{\mu_s}{\mu_k} = \frac{\circ/۶}{\circ/۴} = \frac{۳}{۲}$

۱ ۱۱۳ B

یادآوری سطح محصور بین نمودار نیرو و زمان و محور زمان برابر تغییر تکانه جسم است. $(\Delta P = S)$



سطح زیر نمودار در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۱s$ تا $t_۲ = ۵s$ را به‌دست می‌آوریم.

$$\Delta P = S_۱ + S_۲ + S_۳ \Rightarrow \Delta P = (-۲ \times ۱) + (۱ \times ۲) + (۳ \times ۱)$$

$$\Delta P = -۲ + ۲ + ۳ \Rightarrow \Delta P = ۳kgm/s$$

تغییر سرعت را حساب می‌کنیم.

$$\Delta P = m\Delta V \xrightarrow{m=\circ/۵kg} ۳ = \circ/۵\Delta v \Rightarrow \Delta v = ۶m/s$$

شتاب متوسط خواهد شد: $a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a_{av} = \frac{۶}{۵-۱} \Rightarrow a_{av} = ۱/۵m/s^۲$

۲ ۱۱۴ B

نکته بسامد موج منتشر شده در محیط از ویژگی‌های چشمه موج است.

در صورت مسئله از شما طول موج امواج صوتی گسیل شده در هوا توسط تار خواسته شده است. بسامد صوت ۵۰۰Hz و تندی انتشار صوت در هوا $۳۴\circ m/s$ بیان شده است. از این‌رو: $\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow \lambda = \frac{۳۴\circ}{۵\circ\circ} \Rightarrow \lambda = \circ/۶۸m = ۶۸cm$

۱ ۱۱۵ B

نکته اختلاف بسامد دو مُد متوالی یک تار مرتعش برابر بسامد اصلی تار است.

$$f_{n+۱} - f_n = f_۱$$

بسامد اصلی تار را به‌دست می‌آوریم. $f_۱ = ۲۸\circ - ۲۴\circ \Rightarrow f_۱ = ۴\circ Hz$

یادآوری: بسامد، مُد nام تا n برابر بسامد صوت اصلی آن است. $f_n = nf_۱$

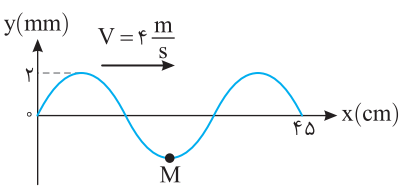
هر گزینه که ضریب صحیح $f_۱ = ۴\circ Hz$ نباشد، نمی‌تواند بسامد تشدید این تار باشد.

$$\frac{۶\circ}{۴\circ} = ۱/۵$$

بنابراین گزینه (۱) نمی‌تواند بسامد تشدید تار باشد.

۴ ۱۱۶ B

خط فکری اغلب این مسائل دارای راه حل مشخص هستند ابتدا به کمک اعداد روی محور xها طول موج را به‌دست بیاورید سپس به کمک آن و تندی انتشار موج دوره را حساب کنید. با داشتن دوره و بازهٔ زمانی داده شده در مسئله می‌توانید مسافت و تندی متوسط ذره M را به‌دست بیاورید.



۱ با توجه به نمودار موج: $۳\frac{\lambda}{۲} = ۴۵ \Rightarrow \lambda = ۳\circ cm$

۲ دوره نوسان ذرات محیط:

$$T=\frac{\lambda}{v}\Rightarrow T=\frac{۰/۳}{۴}\Rightarrow T=\frac{۳}{۴۰}s\Rightarrow T=۰/۰۷۵s$$

۳ نسبت $\Delta t=۰/۰۵s$ به دوره را حساب می‌کنیم.

$$\frac{\Delta t}{T}=\frac{۰/۰۵}{۰/۰۷۵}\Rightarrow \Delta t=\frac{۵۰}{۷۵}\Rightarrow \Delta t=\frac{۲T}{۳}$$

۴ $\frac{۲T}{۳}$ را به بازه‌های زمانی شناخته شده تبدیل می‌کنیم.

$$\Delta T=\frac{۲T}{۳}=\frac{T}{۲}+\frac{T}{۶}$$

۵ در مدت $\frac{T}{۲}$، ذرهٔ M از $-۲mm$ به $۲mm$ می‌رود و در مدت $\frac{T}{۶}$ از $A=۲mm$ به $\frac{A}{۲}=۱mm$ می‌رود بنابراین مسافت طی شده خواهد شد:

$$\ell=۴+۱=۵m$$

۶ تندی متوسط را حساب می‌کنیم.

$$S_{av}=\frac{\ell}{\Delta t}\Rightarrow S_{av}=\frac{۰/۰۰۵}{۰/۰۵}=۰/۱m/s$$

۳ ۱۱۷ B

با توجه به تعریف تراز شدت صوت خواهیم داشت:

$$\begin{cases}\beta_A=۱۰\log\frac{I_A}{I_۰}\\ \beta_B=۱۰\log\frac{I_B}{I_۰}\end{cases}\Rightarrow \beta_A-\beta_B=۱۰(\log\frac{I_A}{I_۱}-\log\frac{I_B}{I_۰})$$

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

با توجه به فرض مسئله $\beta_A-\beta_B=۱۱/۵dB$ بنابراین:

$$۱۱/۵=۱۰\log\frac{I_A}{I_B}\Rightarrow ۱/۱۵\log\frac{I_A}{I_B}$$

$$۱+۰/۱۵=\log\frac{I_A}{I_B}\xrightarrow{۰/۱۵=۰/۵\times۰/۳=۰/۵\log۲}$$

$$\log۱۰+\frac{۱}{۲}\log۲=\log\frac{I_A}{I_B}$$

$$\log۱۰+\log۲^{\frac{۱}{۲}}=\log\frac{I_A}{I_B}\Rightarrow\frac{I_A}{I_B}=۱۰\sqrt{۲}$$

۱ ۱۱۸ B

۱ بسامد زاویه‌ای نوسانگر را حساب می‌کنیم.

$$\omega=۲\pi F\xrightarrow{f=۲۰Hz}\omega=۴۰\pi\ rad/s$$

۲ مقدار بیشینه انرژی پتانسیل نوسانگر همان مقدار انرژی مکانیکی است.

$$E=K+U$$

با فرض مسئله $U=\frac{۱}{۲}E$ در نتیجه انرژی جنبشی نوسانگر نیز $\frac{۱}{۲}E$ می‌شود.

$$K=\frac{۱}{۲}E\xrightarrow{K=۰/۱\pi^۲}۰/۱\pi^۲=\frac{۱}{۲}E\Rightarrow E=۰/۲\pi^۲J$$

۳ اکنون دامنه را به‌دست می‌آوریم:

$$E=\frac{۱}{۲}mA^۲\omega^۲\Rightarrow ۰/۲\pi^۲=\frac{۱}{۲}\times۰/۱\times A^۲\times(۴۰\pi)^۲\Rightarrow A^۲=\frac{۱}{۴۰۰}\Rightarrow A=۰/۰۵m$$

معادله حرکت خواهد شد: $x=۰/۰۵\cos۴۰\pi t$

۳ ۱۱۹ B

یادآوری گسترهٔ طول موجی نور مرئی ۴۰۰nm تا ۷۰۰nm است. طول موج گسیلی ۱۶۰۰nm بوده یعنی از ۷۰۰nm مربوط به نور قرمز بیشتر است بنابراین این موج الکترومغناطیسی در ناحیهٔ فروسرخ است.

با توجه به رابطهٔ ریدبرگ کوتاه‌ترین طول موج گسیلی در هر یک از سری‌های اتم هیدروژن وقتی است که الکترون از $n=\infty$ به n' می‌رود بنابراین:

$$\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^۲}-\frac{۱}{n^۲})\xrightarrow{R=۰/۰۱nm^{-۱}}\frac{۱}{۱۶۰۰}=\frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{n'^۲}-\frac{۱}{\infty})\Rightarrow n'=۴$$

۲ ۱۲۰ B

این مسائل از ترکیب دو فرمول به سادگی قابل حمل است.

$$P=\frac{E}{t},\quad E=nh\frac{C}{\lambda}\Rightarrow P=\frac{nhC/\lambda}{t}\Rightarrow P=\frac{nhC}{\lambda t}$$

$$\xrightarrow[h=۶/۶۳\times۱۰^{-۳۴}Js,t=۱s,\lambda=۶/۶۳nm]{P=۰/۳\times۱۰^{-۳}w,C=۳\times۱۰^۸m/s}۰/۳\times۱۰^{-۳}=\frac{n\times۶/۶۳\times۱۰^{-۳۴}\times۳\times۱۰^۸}{۶۶۳\times۱۰^{-۹}\times۱}$$

$$n=\frac{۳\times۱۰^{-۱۳}}{۳\times۱۰^{-۲۸}}\Rightarrow n=۱۰^{۱۵}$$

۳ ۱۲۱ A

نیروی هسته‌ای یک نیروی ربایشی بین نوکلئون‌های هسته است این نیرو کوتاه بُرد بوده و در فاصله‌های کوچک‌تر از ابعاد هسته عمل می‌کند.

۱ ۱۲۲ B

برای توپ‌های ۱ و ۳ تا رسیدن به زمین تندی در حال افزایش است اما برای توپ ۲ که به بالا پرتاب شده ابتدا تندی کاهش و سپس افزایش می‌یابد بنابراین گزاره الف درست است و گزاره ب نادرست است.

تندی اولیه سه توپ یکسان بوده و انرژی جنبشی اولیه آن‌ها برابر $K_۱=K_۲=K_۳=\frac{۱}{۲}mv^۲$ است انرژی پتانسیل گرانشی آن‌ها نیز یکسان است $U_۱=U_۲=U_۳=mgh$ بنابراین انرژی جنبشی آن‌ها در رسیدن به زمین برابر بوده و تندی آن‌ها یکی است و گزاره پ درست است. زمان حرکت در توپ ۲ که ابتدا رو به بالا می‌رود از دو توپ دیگر بیشتر بوده و گزاره ت نادرست است.

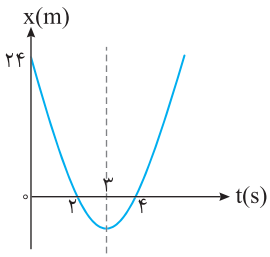
پاسخ کنکور ۱۴۰۳ رشتهٔ ریاضی (نوبت اول)

۱ ۱۲۳ A

در گسیل بتای منفی $({}^{۰}_{-۱}e)$، عدد جرمی ثابت می‌ماند و به عدد اتمی یک واحد اضافه می‌شود. بنابراین گزینه (۱) درست است.

$${}^{۱۷۶}_{۷۱}Lu\rightarrow {}^{۱۷۶}_{۷۲}Hf+{}^{۰}_{-۱}e$$

۲ ۱۲۴ B



نمودار مکان زمان حرکت با شتاب ثابت به صورت یک سهمی است و سهمی نسبت به محور گذرنده از رأسش دارای تقارن است. بنابراین ریشه‌های معادلهٔ مکان - زمان $t=۲s$ و $t=۴s$ است.

$$x=A(t-۲)(t-۴)$$

در $t=۰$، مکان متحرک $x=۲۴$ است. از این‌رو:

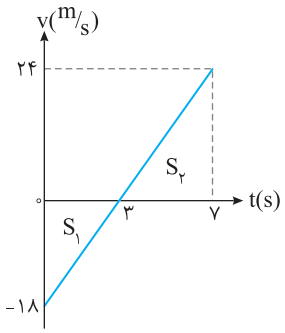
$$۲۴=A(۰-۲)(۰-۴)\Rightarrow A=۳$$

معادلهٔ مکان - زمان خواهد شد:

$$x=۳(t-۲)(t-۴)\Rightarrow x=۳(t^۲-۶t+۸)\Rightarrow x=۳t^۲-۱۸t+۲۴$$

معادلهٔ سرعت - زمان را به‌دست آورده و نمودار آن را رسم می‌کنیم.

$$\frac{۱}{۲}a=۳\Rightarrow a=۶m/s^۲,\quad v_۰=-۱۸m/s,\quad v=۶t-۱۸$$



سرعت در لحظهٔ $t=۷s$ را به‌دست می‌آوریم.

$$v=۶\times۷-۱۸\Rightarrow v=۲۴m/s$$

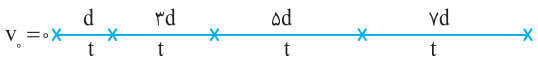
نسبت $\frac{s_{av}}{v_{av}}$ خواهد شد:

$$\frac{s_{av}}{v_{av}}=\frac{\frac{l}{\Delta t}}{\frac{\Delta x}{\Delta t}}\Rightarrow\frac{s_{av}}{v_{av}}=\frac{|S_1|+|S_2|}{S_1+S_2}=\frac{|\frac{-18\times3}{2}|+|\frac{24\times4}{2}|}{\frac{-18\times3}{2}+\frac{24\times4}{2}}$$

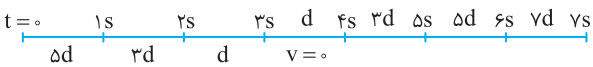
$$\Rightarrow\frac{s_{av}}{v_{av}}=\frac{27+48}{-27+48}=\frac{75}{21}=\frac{25}{7}$$

روش دیگر:

نکته در یک حرکت با شتاب ثابت روی خط راست وقتی متحرک از حال سکون شروع به حرکت می‌کند، جابه‌جایی آن در بازه‌های زمانی یکسان t به صورت زیر است:



با توجه به نمودار در لحظهٔ $t=3s$ سرعت صفر است از این‌رو خواهیم داشت:



$$l=5d+3d+d+d+3d+5d+7d=25d$$

$$\Delta x=-5d-3d-d+d+3d+5d+7d=7d$$

$$\frac{s_{av}}{v_{av}}=\frac{l}{\Delta x}=\frac{25}{7}$$

۳ ۱۲۵ B

در این مسئله شما با یک سؤال صرفاً ریاضی سروکار دارید و باید نامعادلهٔ زیر را حل کنید.

$$|x|\le8\Rightarrow-8\le2t^2-12t+8\le8\Rightarrow2t^2-12t\le0$$

$$t^2-6t\le0\Rightarrow0<t<6s$$

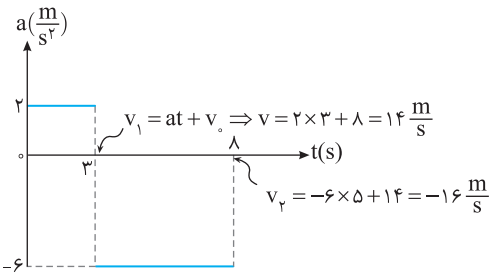
$$-8\le2t^2-12t+8\qquad0\le2t^2-12t+16\Rightarrow t^2-6t+8\ge0\Rightarrow(t-2)(t-4)\ge0$$

$t\ge4s$ و $t\le2s$، اشتراک دو بازهٔ صفر تا ۶s و $t\le2s$ و $t\ge4s$ برابر ۴s می‌شود.

۴ ۱۲۶ B

سرعت در لحظهٔ $t=3s$ و $t=8s$ را حساب می‌کنیم و روی نمودار می‌نویسیم.

لحظه‌ای که سرعت صفر می‌شود را به‌دست می‌آوریم.

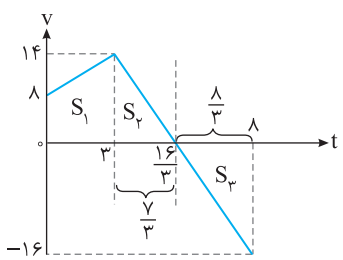


$$v=at+v_0\Rightarrow0=-6t+14\Rightarrow t=\frac{7}{3}s$$

بنابراین لحظه‌ای که سرعت می‌شود خواهد شد: $3+\frac{7}{3}=\frac{16}{3}s$

نمودار سرعت - زمان را رسم می‌کنیم و سطح زیر نمودار را حساب می‌کنیم و مسافت طی شده را به‌دست می‌آوریم. $l=|S_1|+|S_2|+|S_3|$

$$l=(8+14)\times\frac{3}{2}+(14\times\frac{7}{3})\times\frac{1}{2}+\frac{16}{2}\times\frac{8}{3}\Rightarrow l=33+\frac{49}{3}+\frac{64}{3}\Rightarrow l=\frac{212}{3}m$$

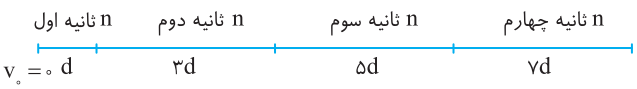


تندی متوسط خواهد شد:

$$s_{av}=\frac{l}{\Delta t}\Rightarrow s_{av}=\frac{\frac{212}{3}}{8}\Rightarrow s_{av}=\frac{212}{24}\Rightarrow s_{av}=\frac{53}{6}m/s$$

۱ ۱۲۷ B

در حرکت با شتاب ثابت روی خط راست بدون سرعت اولیه جابه‌جایی‌ها در بازه‌های زمانی یکسان n (یا t) از مقادیر زیر پیروی می‌کنند.



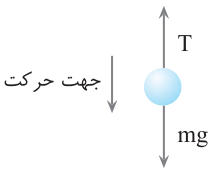
بنابراین: $\frac{\Delta x_{سوم}}{\Delta x_{دوم}}=\frac{5}{3}$

روش دیگر: استفاده از رابطهٔ $\Delta x_n=\frac{n}{2}a(2t-n)$ است.

جابه‌جایی در n ثانیهٔ سوم خواهد شد:

$$\left.\begin{aligned}\Delta x_{سوم}&=\frac{n}{2}a[2(3n)-n]=\frac{5n^2}{2}a\\ \Delta x_{دوم}&=\frac{n}{2}a[(2(2n)-n]=\frac{3n^2}{2}a\end{aligned}\right\}\frac{\Delta x_{سوم}}{\Delta x_{دوم}}=\frac{5}{3}$$

۴ ۱۲۸ A

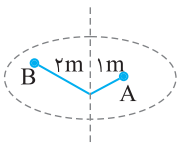


نیروهای وارد بر جسم را رسم می‌کنیم و نیروی خالص وارد بر جسم را بنا به قانون دوم نیوتون برابر ma قرار می‌دهیم.

$$mg-T=ma\xrightarrow{a=0/8g}$$

$$mg-T=0/8mg\Rightarrow T=0/2mg=\frac{1}{5}mg$$

۲ ۱۲۹ B



دورهٔ چرخش A و B یکسان است. $T_A=T_B$

نیروی مرکز گرای وارد بر A و B را مقایسه می‌کنیم.

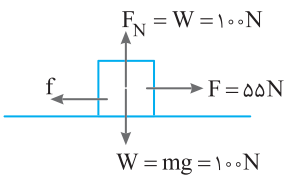
$$F_A=mr_A(\frac{2\pi}{T})^2\qquad F_B=mr_B(\frac{2\pi}{T})^2$$

$$\Rightarrow\frac{F_A}{F_B}=\frac{r_A}{r_B}\Rightarrow\frac{F_A}{F_B}=\frac{1}{2}\Rightarrow F_A<F_B$$

بنابراین نیروی مرکز گرای وارد بر B بزرگ‌تر است.

با افزایش تندی حرکت دیسک نیروی لازم برای نگه‌داشتن شخص B بیشتر است و شخص B زودتر بر دیسک می‌لغزد.

۳ ۱۳۰ A



ابتدا اصطکاک آستانهٔ حرکت را حساب می‌کنیم.

$$f_{s\max}=\mu_sF_N\Rightarrow F_{s\max}=0/5\times100\Rightarrow f_{s\max}=50N$$

نیروی $F=55N$ از نیروی اصطکاک آستانهٔ حرکت بیشتر است و باعث حرکت جسم می‌شود. بنابراین نیروی اصطکاک جنبشی را باید حساب کرد.

$$f_k=\mu_kF_N\Rightarrow f_k=0/25\times100\Rightarrow f_k=25N$$

نیروی خالص وارد بر جسم خواهد شد:

$$F_{net}=F-f_k\Rightarrow F_{net}=55-25\Rightarrow F_{net}=30N$$

A ۱۳۱ ۴

ابتدا به کمک معادلهٔ مستقل از زمان، شتاب حرکت خودرو را به‌دست می‌آوریم.

$$v=۳۶km/h\Rightarrow v=\frac{۳۶}{۳/۶}\Rightarrow v=۱۰m/s$$

$$v^۲-v_۰^۲=۲a\Delta x\xrightarrow{\Delta x=۱۰m}۰-۱۰۰=۲a\times۱۰\Rightarrow a=-۵m/s^۲$$

نیروی خالص وارد بر خودرو همان نیروی اصطکاک است.

$$F_{net}=ma\Rightarrow -f_k=ma\xrightarrow{m=۱۶۰۰kg}-f_k=۱۶۰۰\times(-۵)$$

$$\Rightarrow f=۸۰۰۰N$$

A ۱۳۲ ۱

معادله مکان زمان نوسانگر به صورت $x=A\cos\frac{۱۶\pi}{۳}t$ است.

دوره را به‌دست می‌آوریم:

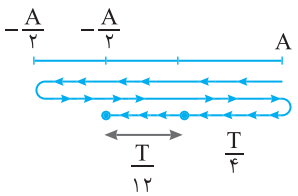
$$\omega=\frac{۲\pi}{T}\Rightarrow\frac{۱۶\pi}{۳}=\frac{۲\pi}{T}\Rightarrow T=\frac{۳}{۸}s$$

بازهٔ زمانی ۰/۵s را بر حسب دوره مشخص می‌کنیم.

$$\frac{\Delta t}{T}=\frac{\frac{۱}{۲}}{\frac{۳}{۸}}\Rightarrow\frac{\Delta t}{T}=\frac{۴}{۳}\Rightarrow\Delta t=\frac{۴}{۳}T\Rightarrow\Delta t=T+\frac{T}{۳}\Rightarrow\Delta t=T+\frac{T}{۴}+\frac{T}{۱۲}$$

در مدت ۰/۵ ثانیه، نوسانگر به مدت T ثانیه مسافت ۴A را طی کرده است و جابه‌جایی آن صفر شده و به مدت $\frac{T}{۴}$ جابه‌جایی A و به مدت $\frac{T}{۳}$ جابه‌جایی $\frac{A}{۲}$ را داشته است

به شکل زیر دقت کنید.



$L=۴A,\Delta x=۰$

$L=\frac{۳}{۲}A,\Delta x=\frac{۳}{۲}A$

نسبت تندی متوسط به سرعت متوسط را به‌دست می‌آوریم.

$$\frac{s_{av}}{|v_{av}|}=\frac{\frac{l}{\Delta t}}{\frac{|\Delta x|}{\Delta t}}=\frac{l}{|\Delta x|}=\frac{۴A+\frac{۳}{۲}A}{\frac{۳}{۲}A}\Rightarrow\frac{s_{av}}{|v_{av}|}=\frac{۱۱}{۳}$$

A ۱۳۳ ۲

رابطهٔ انرژی مکانیکی دستگاه جرم - فنر به صورت $E=\frac{۱}{۲}kA^۲$ است و در دو حالت ثابت فنر و دامنه یکسان است بنابراین:

$$E_۱=E_۲=۸J$$

B ۱۳۴ ۱

شدت صوت چشمه را حساب می‌کنیم.

$$\beta=۱۰\log\frac{I}{I_۰}\xrightarrow{\beta=۹۰۰dB}۹۰=۱۰\log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}}\Rightarrow\frac{I}{۱۰^{-۱۲}}=۱۰^۹$$

$$I=۱۰^{-۳}W/m^۲$$

آهنگ متوسط انتقال انرژی (P) از $۱cm^۲$ خواهد شد:

$$I=\frac{P}{A}\Rightarrow P=IA\Rightarrow P=۱۰^{-۳}\times۱۰^{-۴}\Rightarrow P=۱۰^{-۷}W\Rightarrow P=۱۰^{-۱}\mu W$$

A ۱۳۵ ۳

چگالی خطی تار را حساب می‌کنیم.

$$\mu=\frac{m}{l}\xrightarrow[l=۰/۶m]{m=۶\times۱۰^{-۳}kg}\mu=\frac{۶\times۱۰^{-۳}}{۰/۶}\Rightarrow\mu=۱۰^{-۲}\frac{kg}{m}$$

تندی انتشار موج در تار را به‌دست می‌آوریم.

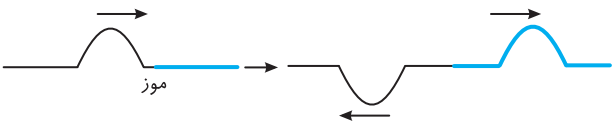
$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}\xrightarrow{F=۳۲۴N}v=\sqrt{\frac{۳۲۴}{۱۰^{-۲}}}\Rightarrow v=۱۸۰m/s$$

بسامد هماهنگ چهارم خواهد شد:

$$f=\frac{nv}{۲l}\Rightarrow f=\frac{۴\times۱۸۰}{۲\times۰/۶}\Rightarrow f=۶۰۰Hz$$

A ۱۳۶ ۴

دو قسمت طناب هم‌جنس هستند و در طناب ضخیم‌تر، تندی انتشار موج کمتر است. وقتی تپ به محل تغییر قطر طناب می‌رسد، بخشی از تپ وارد بخش ضخیم می‌شود و بخشی از روی مرز بازتاب کرده و وارونه می‌شود.



A ۱۳۷ ۴

اولین خط طیفی رشتهٔ پاشن یعنی گذار از $n=۴$ به $n'=۳$ و دومین خط طیفی آن یعنی گذار از $n=۵$ به $n'=۳$.

در رابطهٔ ریدبرگ - بالمر برای اتم هیدروژن جایگذاری کرده و $\lambda_۱$ و $\lambda_۲$ را به‌دست آورده بر هم تقسیم می‌کنیم.

$$\frac{۱}{\lambda}=R\left(\frac{۱}{n'^۲}-\frac{۱}{n^۲}\right)\Rightarrow\begin{cases}\frac{۱}{\lambda_۱}=R\left(\frac{۱}{۹}-\frac{۱}{۱۶}\right)\\ \frac{۱}{\lambda_۲}=R\left(\frac{۱}{۹}-\frac{۱}{۲۵}\right)\end{cases}$$

$$\frac{\frac{۱}{\lambda_۱}}{\frac{۱}{\lambda_۲}}=\frac{\frac{۱۶-۹}{۱۴۴}}{\frac{۲۵-۹}{۲۲۵}}\Rightarrow\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱}=\frac{۷\times۲۲۵}{۱۴۴\times۱۶}\Rightarrow\frac{\lambda_۱}{\lambda_۲}=\frac{۱۶\times۱۶}{۷\times۲۵}\Rightarrow\frac{\lambda_۱}{\lambda_۲}=\frac{۲۵۶}{۱۷۵}$$

A ۱۳۸ ۱

انرژی فوتون گسیلی را حساب می‌کنیم.

$$E_{n'}-E_n=hf\Rightarrow-\frac{E_R}{n'^۲}-\left(-\frac{E_R}{n^۲}\right)=hf$$

$$\frac{-۱۳/۶}{۱۶}+\frac{۱۳/۶}{۱}=hf\Rightarrow hf=-۰/۸۵+۱۳/۶\Rightarrow hf=۱۲/۷۵eV$$

بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها را به‌دست می‌آوریم.

$$K_m=hf-W_۰\Rightarrow K_m=۱۲/۷۵-۵/۲\Rightarrow K_m=۷/۵۵eV$$

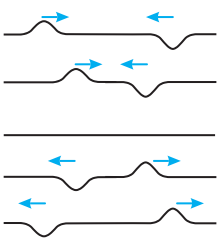
پاسخ کنکور ۱۴۰۳ رشتهٔ ریاضی (نوبت دوم)

A ۱۳۹ ۲

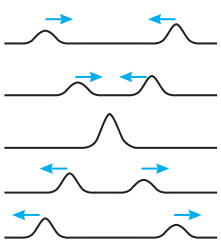
قدرت نفوذپذیری گاما از دو پرتو دیگر بیشتر و قدرت نفوذ آلفا از دو پرتو دیگر کمتر است و گزینهٔ (۲) درست است.

A ۱۴۰ ۳

در شکل (الف)، دو موج اثر هم را تضعیف می‌کنند و تداخل «ویرانگر» است.



در شکل (ب)، دو موج اثر هم را تقویت می‌کنند و تداخل «سازنده» است.



A ۱۴۱ ۴

با ثابت ماندن دامنه و همچنین K فنر، انرژی مکانیکی $E=\frac{۱}{۲}KA^۲$ ثابت می‌ماند.

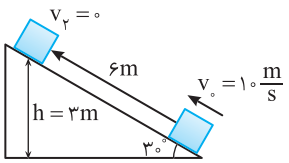
A ۱۴۲ ۳

تابش گرمایی در هر دمایی توسط جسم گسیل می‌شود و گزارهٔ (الف) درست و گزارهٔ (پ) نادرست است. در دماهای معمولی، بیشتر تابش گسیل شده از سطح اجسام، در ناحیه فروسرخ است و گزارهٔ (ب) نادرست است.

طیف گسیلی گازها، خطی است و گزارهٔ (ت) درست است.

B ۱۴۳ ۲

می‌دانیم ضلع روبه‌رو به زاویهٔ ۳۰°، نصف وتر است.



$$h=\frac{۶}{۲}=۳m$$

به کمک قضیه کار و انرژی جنبشی مسئله را حل می‌کنیم.

$$W_f+W_g=\Delta K \xrightarrow[K_۲=۰]{v_۲=۰} W_f-mgh=۰-\frac{۱}{۲}mv_۰^۲$$

$$W_f=mgh-\frac{۱}{۲}mv_۰^۲ \Rightarrow W_f=۳۰m-\frac{۱}{۲}m(۱۰)^۲$$

$$W_f=-۲۰m$$

درصد اتلاف انرژی خواهد شد: $\frac{W_f}{K}\times ۱۰۰=\frac{-۲۰m}{\frac{۱}{۲}mv^۲}\times ۱۰۰=\frac{۲۰m}{۵۰m}\times ۱۰۰=۴۰٪$

A ۱۴۴ ۴

الف) نادرست / جرم هسته از مجموع جرم نوکلئون‌های آن کمتر است.

ب) درست: انرژی لازم برای جدا کردن نوکلئون‌ها را انرژی بستگی هسته‌ای گویند.

پ) درست: برای پایداری هسته، در هسته‌های سنگین، تعداد نوترون‌ها از تعداد پروتون‌ها بیشتر است.

B ۱۴۵ ۱

معادلهٔ $x=\frac{۲}{۳}t^۲-۶t+۱۵$ ریشه ندارد، زیرا دلتای آن منفی است.

$$\Delta=۳۶-۴۰=-۴<۰$$

با توجه به اینکه ضریب $t^۲$ معادله $x-t$ مثبت است، پس دهانه نمودار رو به بالا و شکل آن به صورت U است، بنابراین کمترین فاصلهٔ متحرک از مبدأ همان نقطهٔ رأس سهمی است.

$$t_{رأس}=-\frac{b}{۲a} \Rightarrow t_{رأس}=-\frac{-۶}{۲\times\frac{۲}{۳}} \Rightarrow t_{رأس}=\frac{۹}{۲}s$$

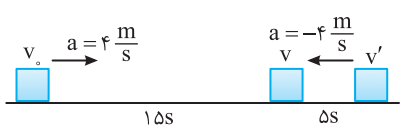
مکان رأس خواهد شد:

$$x=\frac{۲}{۳}(\frac{۹}{۲})^۲-۶(\frac{۹}{۲})+۱۵ \Rightarrow x=\frac{۲}{۳}\times\frac{۸۱}{۴}-۲۷+۱۵$$

$$x=۱۳/۵-۱۲ \Rightarrow x_{min}=۱/۵m$$

B ۱۴۶ ۳

سرعت را در لحظهٔ $t=۱۵s$ حساب می‌کنیم. $v=at+v_۰ \Rightarrow v=۶۰+v_۰$



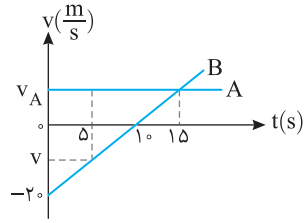
سرعت را در انتهای ۵s با شتاب $-۴m/s$ به‌دست می‌آوریم.

$$v'=a't'+v \Rightarrow v'=-۴\times۵+۶۰+v_۰ \Rightarrow v'=۴۰+v_۰$$

شتاب متوسط خواهد شد: $a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a_{av}=\frac{۴۰+v_۰-v_۰}{۲۰} \Rightarrow a_{av}=۲m/s^۲$

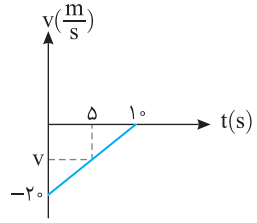
B ۱۴۷ ۴

با توجه به شیب نمودار B، تندی متحرک A را به‌دست می‌آوریم.



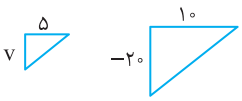
$$\frac{۰-(-۲۰)}{۱۰-۰}=\frac{v_A-۰}{۱۵-۱۰} \Rightarrow v_A=۱۰m/s$$

سرعت متحرک B در لحظهٔ $t=۵s$ را به کمک تشابه حساب می‌کنیم.



$$\frac{-۲۰}{۱۰}=\frac{v}{۵} \Rightarrow v=-۱۰m/s$$

جابه‌جایی متحرک A و B را در مدت ۵s به‌دست می‌آوریم.

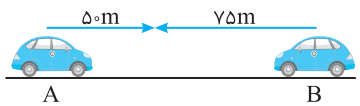


$$\Delta x_A=v_A\times t \Rightarrow \Delta x_A=۵\times۱۰=۵۰m$$

$$\Delta x_B=\frac{v+v_۰}{۲}\times t \Rightarrow \Delta x_B=\frac{-۱۰+(-۲۰)}{۲}\times۵ \Rightarrow \Delta x_B=-۷۵m$$

سرعت متحرک A مثبت بوده و متحرک A در جهت محور xها ۵۰m جابه‌جا می‌شود تا دو متحرک به هم برسند.

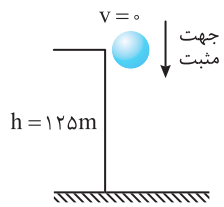
سرعت متحرک B منفی بوده و متحرک B خلاف جهت محور xها ۷۵m جابه‌جا می‌شود تا دو متحرک به هم برسند.



بنابراین، این دو متحرک در ابتدا در فاصلهٔ $۵۰+۷۵=۱۲۵m$ هم بوده‌اند.

B ۱۴۸ ۳

ابتدا زمان کل سقوط را به‌دست می‌آوریم.



$$h=\frac{۱}{۲}gt^۲ \Rightarrow ۱۲۵=\frac{۱}{۲}\times۱۰t^۲ \Rightarrow t=۵s$$

سرعت را در دو ثانیهٔ آخر، یعنی بازهٔ زمانی بین $t_۱=۳s$ و $t_۲=۵s$، به‌دست می‌آوریم.

$$v=gt \Rightarrow \begin{cases} v_۱=۳۰m/s \\ v_۲=۵۰m/s \end{cases}$$

سرعت متوسط خواهد شد:

$$v_{av}=\frac{v_۱+v_۲}{۲}=\frac{۳۰+۵۰}{۲} \Rightarrow v_{av}=۴۰m/s$$

B ۱۴۹ ۲

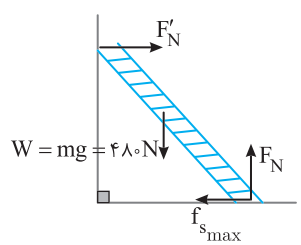
وزن نردبان برابر است با:

$$W=mg$$

$$\Rightarrow W=۴۸\times۱۰۰=۴۸۰N$$

نردبان ساکن است و نیروهای وارد بر آن متوازن هستند. بنابراین:

$$F_N=W \Rightarrow F_N=۴۸۰N$$



نیرویی که سطح افقی بر نردبان وارد می‌کند، برایند دو نیروی F_N و $f_{s_{max}}$ است.

از این‌رو:

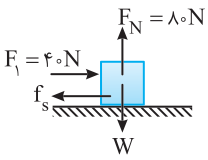
$$R=\sqrt{F_N^2+f_{s_{max}}^2}\Rightarrow 120\times\sqrt{17}=\sqrt{480^2+f_{s_{max}}^2}$$
$$\Rightarrow 120\times120\times17=480^2+f_{s_{max}}^2$$
$$\Rightarrow (120)^2\times17=(120)^2\times16+f_{s_{max}}^2$$
$$f_{x_{max}}^2=17\times(120)^2-16\times(120)^2$$
$$\Rightarrow f_{x_{max}}^2=(120)^2\Rightarrow f_{s_{max}}=120N$$

ضریب اصطکاک ایستایی را به‌دست می‌آوریم.

$$f_{s_{max}}=\mu_s F_N\Rightarrow 120=\mu_s\times480=\mu_s=0/25$$

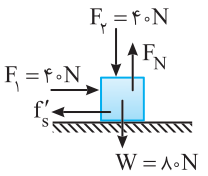
B ۲ ۱۵۰

در حالت اول، جسم ساکن است و نیروی اصطکاک ایستایی با نیروی افقی $F_1=40N$ برابر است. وقتی نیروی $f_s=F_1=40N$ عمودی $F_2=40N$ به سمت پایین بر جسم وارد می‌شود، اصطکاک همچنان با نیروی $F_1=40N$ برابر است.



جسم ساکن: $F_1=f_s'=40N$

$$\frac{f_s'}{f_s}=\frac{40}{40}=1$$



نیروی عمودی سطح در حالت اول $F_N=W=80N$ و در حالت دوم:

$$F_N'=W+F_2\Rightarrow F_N'=120N$$

نیرویی که سطح افقی بر جسم وارد می‌کند:

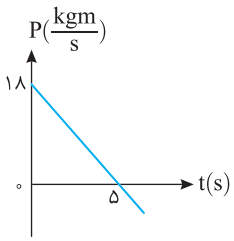
$$R=\sqrt{F_N^2+f_s^2}\Rightarrow\begin{cases}R_1=\sqrt{40^2+80^2}=40\sqrt{1^2+2^2}N=40\sqrt{5}N\\ R_2=\sqrt{40^2+(120)^2}=40\sqrt{1+3^2}N=40\sqrt{10}N\end{cases}$$

بنابراین نسبت $\frac{R_2}{R_1}$ خواهد شد:

$$\frac{R_2}{R_1}=\frac{40\sqrt{10}}{40\sqrt{5}}\Rightarrow\frac{R_2}{R_1}=\sqrt{2}$$

B ۱ ۱۵۱

ابتدا از روی نمودار، نیروی وارد بر جسم را حساب می‌کنیم.



$$F=\frac{\Delta P}{\Delta t}\xrightarrow{\text{در بازهٔ ۰ تا ۵s}}F=\frac{0-18}{5-0}\Rightarrow F=-3/6N$$

نیرو وارد بر جسم ثابت است. بنابراین، شتاب حرکت جسم نیز ثابت و در تمام لحظات یکسان است.

$$F=ma\Rightarrow -3/6=0/45\,a\Rightarrow a=-8m/s^2$$

بزرگی شتاب $8m/s^2$ است.

A ۳ ۱۵۲

تندی ماهواره با جذر شعاع مدار چرخش ماهواره نسبت وارون دارد.

$$v=\sqrt{\frac{Gm_e}{r}}\Rightarrow\frac{v_B}{v_A}=\sqrt{\frac{r_A}{r_B}}\Rightarrow\frac{1}{2}=\sqrt{\frac{r_A}{r_B}}\Rightarrow\frac{r_A}{r_B}=\frac{1}{4}$$

مربع دورهٔ چرخش ماهواره با مکعب شعاع مدار آن نسبت مستقیم دارد.

$$(\frac{T_A}{T_B})^2=(\frac{r_A}{r_B})^3\Rightarrow(\frac{T_A}{T_B})^2=(\frac{1}{4})^3\Rightarrow(\frac{T_A}{T_B})^2=(\frac{1}{64})\Rightarrow\frac{T_A}{T_B}=\frac{1}{8}$$

B ۴ ۱۵۳

ابتدا مکان نوسانگر را در لحظهٔ $t=0/07\pi s$ به‌دست می‌آوریم.

$$x=0/04\cos 50t\Rightarrow x=0/04\cos 50\times0/07\pi$$
$$x=0/04\cos\frac{7}{2}\pi\Rightarrow x=0/04\cos(4\pi-\frac{\pi}{2})\Rightarrow x=0$$

بنابراین در این لحظه، نوسانگر در حال گذر از مبدأ مکان بوده و تندی آن بیشینه است.

با توجه به معادلهٔ $x=0/04\cos(50t)$ ، دامنهٔ نوسان $A=0/04m$ و بسامد زاویه‌ای نوسانگر $\omega=50rad/s$ است. $v_m=A\omega\Rightarrow v_m=0/04\times50\Rightarrow v_m=2m/s$

A ۳ ۱۵۴

تندی انتشار موج را حساب می کنیم.

$$\mu=\frac{m}{\ell}\xrightarrow[\ell=0/5m]{m=0/2kg}\mu=\frac{0/2}{0/5}\Rightarrow\mu=0/4kg/m$$
$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}\xrightarrow{F=10N}v=\sqrt{\frac{10}{0/4}}\Rightarrow v=5m/s$$

طول موج را به‌دست می‌آوریم.

$$\lambda=\frac{v}{f}\xrightarrow{f=20Hz}\lambda=\frac{5}{20}\Rightarrow\lambda=\frac{1}{4}m\Rightarrow\lambda=25cm$$

A ۲ ۱۵۵

به کمک رابطهٔ بسامدی تار مرتعش، شمارهٔ هماهنگ را به‌دست می‌آوریم.

$$f=\frac{nv}{2\ell}\xrightarrow[\ell=0/6m]{v=180m/s,f=600Hz}600=\frac{n\times180}{2\times0/6}\Rightarrow n=4$$

تار هماهنگ چهارم خود را تولید می‌کند.

چشمهٔ موج در تار و موج صوت در هوا یکسان است. پس، بسامد موج تار و موج صوت، یکسان و برابر $600Hz$ است.

صوت با بسامد $600Hz$ و تندی $336m/s$ در هوا منتشر می‌شود و طول موج آن برابر است با:

$$\lambda=\frac{v}{f}\Rightarrow\lambda=\frac{336}{600}\Rightarrow\lambda=0/56m\Rightarrow\lambda=56cm$$

B ۴ ۱۵۶

بلندترین طول موجی که بتواند الکترون را از سطح طلا جدا کند، باید انرژی آن با تابع کار طلا $W=5/175eV$ برابر باشد.

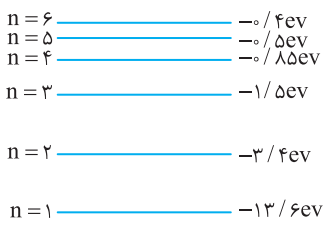
$$E=\frac{hc}{\lambda_0}\Rightarrow5/175=\frac{4/14\times10^{-15}\times3\times10^8}{\lambda_0}$$
$$\Rightarrow\lambda_0=2/4\times10^{-7}m\Rightarrow\lambda_0=240nm$$

این طول موج از $400nm$ کمتر بوده و در ناحیه فرابنفش است. در تابش اتم‌های هیدروژن، گسیل فرابنفشی به رشته لیمان مربوط است و بلندترین طول موج این رشته مربوط به $n'=1$ و $n=2$ است.

$$\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2})\Rightarrow\frac{1}{\lambda}=\frac{1}{100}(\frac{1}{1}-\frac{1}{4})\Rightarrow\frac{1}{\lambda}=\frac{3}{400}\Rightarrow\lambda=\frac{400}{3}nm$$

که این طول موج از $240nm$ کمتر بوده و می‌دانیم که به ازای $\lambda<\lambda_0$ پدیده رخ می‌دهد. پس، جواب سؤال $\frac{400}{nm}$ است.

راه‌حل دوم: برای حل سؤالات بهتر است ترازهای انرژی را حفظ باشیم. برای رخ دادن پدیده باید انرژی فوتون گسیل شده به سطح فلز از تابع کار بیشتر باشد:



$$\text{انرژی فوتون گسیل شده اتم هیدروژن}=E_U-E_L$$
$$\text{انرژی فوتون گسیل شده اتم هیدروژن}>W_0$$

اختلاف تراز ۱ و ۲، بلندترین طول موجی را دارد که انرژی گسیلی آن از تابع کار بیشتر است.

$$\frac{1}{\lambda}=R(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2})\Rightarrow\frac{1}{\lambda}=\frac{1}{100}(\frac{1}{1}-\frac{1}{4})\Rightarrow\frac{1}{\lambda}=\frac{3}{400}\Rightarrow\lambda=\frac{400}{3}nm$$

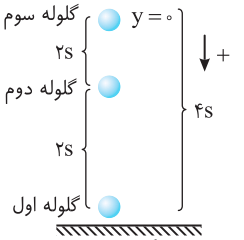
پاسخ کنکور ۱۴۰۴ رشتهٔ ریاضی (نوبت اول)

۱۵۷ B **۲**

ذرهٔ آلفا (α) وقتی توسط هسته گسیل می‌شود از عدد جرمی هسته ۴ واحد کاسته می‌شود.

۱۵۸ B **۴**

با توجه به صورت مسئله، هر گلوله دو ثانیه بعد ازدیگری رها می‌شود بنابراین در لحظهٔ رها شدن گلولهٔ سوم، گلولهٔ اول $4s$ در حال سقوط بوده و به سطح زمین رسیده و در این لحظه گلولهٔ دوم، $2s$ در حرکت است.



بنابراین:

$$y=+\frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow \begin{cases} \xrightarrow{\text{گلولهٔ اول}} y_1=+\frac{1}{2}\times 10\times 16 \Rightarrow y_1=80m \\ \xrightarrow{\text{گلولهٔ دوم}} y_2=\frac{1}{2}\times 10\times(2)^2 \Rightarrow y_2=20m \end{cases}$$

فاصله گلولهٔ دوم از زمین خواهد شد. $y=80-20=60m$

۱۵۹ B **۱**

تا لحظه‌ای که تندی آن‌ها برابر شود، فاصلهٔ بین دو متحرک در حال افزایش است. لحظهٔ برابر شدن تندی دو متحرک را حساب می‌کنیم.

$$v_1=v_2 \Rightarrow 0/5t_1=2(t_1-3) \Rightarrow 0/5t_1=2t_1-6 \Rightarrow t_1=4s$$

لحظهٔ رسیدن دو متحرک به هم را به‌دست می آوریم:

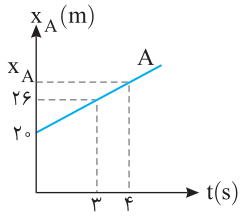
$$x_1=x_2 \Rightarrow \frac{1}{2}(0/5)t_1'=\frac{1}{2}(2)(t_1'-3)^2$$

$$t_1'^2=4(t_1'-3)^2 \Rightarrow t_1'=2(t_1'-3) \Rightarrow t_1'=6s$$

از لحظهٔ $t=4s$ سرعت متحرک (۲) از سرعت متحرک (۱) بیشتر می‌شود و به آن نزدیک می‌شود تا لحظهٔ $t=6s$ که به آن می‌رسد، یعنی به مدت $2s$ فاصلهٔ دو متحرک در حال کاهش است.

۱۶۰ B **۴**

ابتدا مشخص می‌کنیم که متحرک A در لحظهٔ $t=4s$ در چه مکانی است.



$$\frac{26-20}{3}=\frac{x_A-20}{4} \Rightarrow x_A=28m$$

در مدت $4s$ متحرک B با سرعت اولیهٔ $12m/s$ از مبدأ مکان به مکان $28m$ می‌رسد، بنابراین:

$$x=\frac{1}{2}at^2+v_0t+x_0 \Rightarrow 28=\frac{1}{2}a(4)^2+12\times 4+0$$

$$28=8a+48 \Rightarrow 8a=-20 \Rightarrow a=-2/5m/s^2$$

بردار شتاب: $\vec{a}=-2/5\vec{i}$

۱۶۱ B **۱**

۲ ثانیهٔ دوم یعنی بازهٔ زمانی بین $t_1=2s$ تا $t_2=4s$، بنابراین سرعت متحرک را در این دو لحظه حساب می‌کنیم.

$$v=3t^2-8 \Rightarrow \begin{cases} v_1=3\times(2)^2-8 \Rightarrow v_1=4m/s \\ v_2=3\times(4)^2-8 \Rightarrow v_2=40m/s \end{cases}$$

شتاب متوسط را به‌دست می‌آوریم:

$$a_{av}=\frac{v_2-v_1}{t_2-t_1} \Rightarrow a_{av}=\frac{40-4}{2} \Rightarrow a_{av}=18m/s^2$$

۱۶۲ B **۳**

با توجه به تعریف تکانه خواهیم داشت:

$$F=\frac{\Delta P}{\Delta t} \Rightarrow -2=\frac{0/8(-5-5)}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t=4s$$

۱۶۳ B **۴**

حداکثر تحمل طناب $430N$ و وزن جسم $490N$ و حرکت رو به پایین است، بنابراین: (دقت کنید $g=9/8m/s^2$ است.)

$$mg-T=ma \Rightarrow 490-430=50a$$

$$a=\frac{60}{50} \Rightarrow a=1/2m/s^2$$

۱۶۴ B **۱**

جرم‌های m_1 و m_2 را بر حسب F به دست می‌آوریم:

$$F=ma \Rightarrow \begin{cases} F=m_1\times 12 \Rightarrow m_1=\frac{F}{12} \\ F=m_2\times 4 \Rightarrow m_2=\frac{F}{4} \end{cases}$$

اکنون شتاب حرکت جسمی به جرم m_2-m_1 را حساب می‌کنیم:

$$F=ma \Rightarrow F=(m_2-m_1)a$$

$$F=(\frac{F}{4}-\frac{F}{12})a \Rightarrow F=\frac{3F-F}{12}a \Rightarrow a=\frac{12}{2}=6m/s$$

۱۶۵ B **۲**

دورهٔ چرخش میز را حساب می‌کنیم.

$$T=\frac{t}{N} \Rightarrow T=\frac{3/14}{3}s$$

نیروی اصطکاک ایستایی نیروی مرکزگرای لازم برای چرخش سکه را تأمین می‌کند.

$$f_{s\,max}=F \Rightarrow \mu_s mg=mr(\frac{2\pi}{T})^2$$

$$\mu_s g=r(\frac{4\pi^2}{T^2}) \Rightarrow \mu_s\times 10=0/1\times\frac{4\times(3/14)^2}{\frac{(3/14)^2}{9}} \Rightarrow \mu_s=0/36$$

۱۶۶ B **۳**

با توجه به هم‌جنس بودن دو تار، چگالی آن‌ها برابر است، از این‌رو

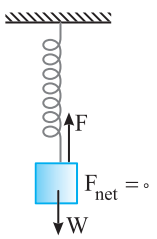
$$v=\sqrt{\frac{F}{\rho A}} \Rightarrow \frac{v_A}{v_B}=\sqrt{\frac{F_A}{F_B}}\times\sqrt{\frac{\rho_B}{\rho_A}}\times\sqrt{\frac{A_B}{A_A}}$$

نیروی کشش یکسان است در نتیجه: $\frac{v_A}{v_B}=\sqrt{\frac{1}{4}} \Rightarrow \frac{100}{v_B}=\frac{1}{2} \Rightarrow v_B=200m/s$

۱۶۷ B **۴**

با توجه به اثر دوپلر وقتی چشمه در حال نزدیک شدن به ناظر است، بسامد افزایش می‌یابد.

۱۶۸ B **۲**



در حالت تعادل، نیروی وزن و نیروی کشسانی فنر متوازن هستند.

$$F=W \Rightarrow k\Delta L=mg \Rightarrow k(0/25)=0/2\times 10$$

$$k=80N/m$$

انرژی مکانیکی یا همان بیشینه انرژی جنبشی خواهد شد:

$$K_m=E=\frac{1}{2}kA^2 \Rightarrow K_m=\frac{1}{2}\times 80\times(2\times 10^{-2})^2$$

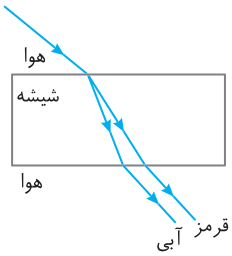
$$K_m=40\times 4\times 10^{-4} \Rightarrow K_m=16\times 10^{-3}J=16mJ$$

B ۳ ۱۶۹

طول موج یعنی فاصلهٔ جبهه‌های موج در بخش B کوتاه‌تر از طول موج در بخش A است بنابراین: $\lambda_A > \lambda_B \xrightarrow[v=f\lambda]{f_A=f_B} v_A > v_B, A_{\text{عمق}} > B_{\text{عمق}}$

B ۳ ۱۷۰

نور آبی دارای طول موج کوتاه‌تری است، بنابراین هنگام ورود از هوا به شیشه بیشتر منحرف می‌شود و پرتوها مطابق شکل روبه‌رو از هم جدا شده اما در یک امتداد حرکت می‌کنند و هنگام خروج موازی هستند.



B ۱ ۱۷۱

با کاهش طول موج نور، انرژی فوتون افزایش می‌یابد $(\uparrow E=\frac{hc}{\lambda\downarrow})$

بنابراین بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها افزایش می‌یابد.

$$\uparrow K_m=\frac{hc}{\lambda\downarrow}-W_{\text{ثابت}}$$

B ۲ ۱۷۲

B ۴ ۱۷۳

$$N=N_\circ(\frac{1}{2})^n \Rightarrow \frac{N_\circ}{16}=N_\circ(\frac{1}{2})^n$$

تعداد نیمه عمر را به‌دست می‌آوریم.

$$\frac{1}{16}=\frac{1}{2^n}\Rightarrow n=4 \quad \text{نیمه‌عمر}$$

اکنون مدت زمان نیمه‌عمر را حساب می‌کنیم.

$$T_{\frac{1}{2}}=\frac{t}{n}\Rightarrow T_{\frac{1}{2}}=\frac{8}{4}=2h$$

پاسخ کنکور ۱۴۰۴ رشتهٔ ریاضی (نوبت دوم)

B ۱ ۱۷۴

بسامد را حساب می‌کنیم.

$$45\frac{\text{دور}}{\text{دقیقه}}\rightarrow f=\frac{45}{60}=\frac{3}{4}\frac{\text{دور}}{\text{ثانیه}}$$

$$\omega=\frac{2\pi}{T}=2\pi f\Rightarrow \omega=2\pi\times\frac{3}{4}=\frac{3\pi}{2}\,\text{rad/s}$$

B ۲ ۱۷۵

منشأ موج الکترومغناطیس گاما، تغییر تراز انرژی نوکلئونی‌های هسته است بنابراین گزارهٔ (ب) نادرست است. آشکارسازی و تشخیص امواج الکترومغناطیسی با توجه به طول موج آن‌ها متفاوت است. در نتیجه گزاره (د) نیز نادرست است. اما گزاره‌های (الف) و (ج) درست هستند.

B ۳ ۱۷۶

با توجه به فرض مسئله:

$$K_2=\frac{5}{4}K_1, v_2=\frac{5}{4}v_1\Rightarrow \frac{1}{2}m_2(\frac{5}{4}v_1)^2=\frac{5}{4}(\frac{1}{2})m_1v_1^2$$

$$\Rightarrow \frac{5}{4}m_2=m_1\Rightarrow m_2=\frac{4}{5}m_1=\frac{4}{5}\times5=4kg, \Delta m=5-4=1kg$$

B ۱ ۱۷۷

سرعت متوسط در هر بازهٔ زمانی در حرکت باشتاب ثابت برابر سرعت لحظه‌ای در وسط آن بازه است. ابتدا معادله سرعت - زمان را به‌دست می‌آوریم.

$$\begin{cases} x=\frac{3}{4}t^2-15t+30 \\ x=\frac{1}{2}at^2+v_1t+x_1 \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{2}a=\frac{3}{4}\Rightarrow a=\frac{3}{2}m/s^2, v_\circ=-15m/s$$

$$v=at+v_\circ\Rightarrow v=\frac{3}{2}t-15$$

سرعت متوسط در ۵ ثانیه اول یعنی سرعت در لحظهٔ $t=2/5s$

$$v_1=\frac{3}{2}\times2/5-15=\frac{15}{4}-15\Rightarrow v_1=\frac{-3\times15}{4}m/s$$

۵ ثانیه سوم یعنی بازهٔ زمانی بین ۱۰s تا ۱۵s و سرعت متوسط در این بازه برابر سرعت لحظه‌ای در لحظهٔ $t=12/5s$ است.

$$v_2=\frac{3}{2}\times12/5-15=\frac{3\times25}{4}-15\Rightarrow v_2=\frac{75-60}{4}\Rightarrow v_2=\frac{15}{4}m/s$$

بنابراین

$$\frac{v_1}{v_2}=\frac{-\frac{3\times15}{4}}{\frac{15}{4}}=-3$$

روش دیگر: می‌توان جابه‌جایی در این دو بازه را به‌دست آورده برهم تقسیم کرد.

B ۴ ۱۷۸

معادلهٔ سهمی به‌صورت مقابل است.

$$x=A(t-t_1)(t-t_2)$$

که در آن t_1 و t_2 ریشه‌های معادله هستند که در این نمودار $t_1=2s$ و $t_2=5s$ است. در لحظهٔ $t=0$ نیز مکان $+20m$ است. بنابراین:

$$x=A(t-2)(t-5)\xrightarrow{t=0}20=A(-2)(-5)\Rightarrow A=2$$

معادلهٔ مکان زمان خواهد شد:

$$x=2(t-2)(t-5)\Rightarrow x=2(t^2-7t+10)$$

$$x=2t^2-14t+20$$

معادلهٔ سرعت زمان را می‌نویسیم:

$$v=4t-14\xrightarrow{t=5s}v=4\times5-14\Rightarrow v=6m/s$$

B ۱ ۱۷۹

کل زمان سقوط را حساب می‌کنیم. جهت مثبت را رو به پایین و محل رها شدن را مبدأ مختصات فرض می‌کنیم.

$$y=\frac{1}{2}gt^2\Rightarrow12/8=\frac{1}{2}\times10\times t^2\Rightarrow t^2=2/56\Rightarrow t=1/6s$$

۰/۶s قبل از رسیدن به زمین، یعنی سنگ ۱s سقوط کرده است.

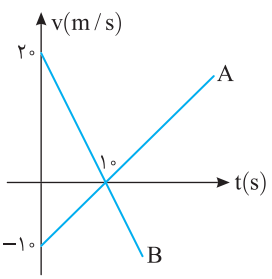
$$\Delta y=\frac{1}{2}\times10\times1\Rightarrow\Delta y=5m$$

در نتیجه در فاصلهٔ سنگ از زمین برابر است با:

$$12/8-5=7/8m$$

B ۲ ۱۸۰

شتاب حرکت هر متحرک را به‌دست می‌آوریم. سپس معادلهٔ حرکت آن‌ها را می‌نویسیم.



$$a=\frac{\Delta v}{\Delta t}\Rightarrow\begin{cases} a_A=\frac{10}{10}=1m/s^2 \\ a_B=\frac{0-20}{10}=-2m/s^2 \end{cases}$$

$$x=\frac{1}{2}at^2+v_\circ t+x_\circ\Rightarrow\begin{cases} x_A=\frac{1}{2}t^2-10t \\ x_B=\frac{1}{2}(-2)t^2+20t\Rightarrow x_B=-t^2+20t \end{cases}$$

تفاضل x_A و x_B را برابر ۱۵۰m قرار می‌دهیم.

$$|x_A - x_B| = ۱۵۰ \Rightarrow \frac{۱}{۲}t^۲ - ۱۰t + t^۲ - ۲۰t = \pm ۱۵۰$$

$$\frac{۳}{۲}t^۲ - ۳۰t = ۱۵۰ \Rightarrow \frac{۳}{۲}t^۲ - ۳۰t - ۱۵۰ = ۰$$

$$\frac{t^۲}{۲} - ۱۰t - ۵۰ = ۰ \Rightarrow t^۲ - ۲۰t - ۱۰۰ = ۰$$

$$t = ۱۰ \pm \sqrt{۲۰۰} = ۱۰ \pm ۱۰\sqrt{۲} \Rightarrow t = ۱۰ + ۱۰\sqrt{۲}$$

$$\frac{۳}{۲}t^۲ - ۳۰t = -۱۵۰ \Rightarrow \frac{t^۲}{۲} - ۱۰t + ۵۰ = ۰$$

$$t^۲ - ۲۰t + ۱۰۰ = ۰ \Rightarrow (t-۱۰)^۲ = ۰ \Rightarrow t = ۱۰s$$

۴ ۱۸۱ B

سطح زیر نمودار نیرو - زمان برابر تغییر تکانهٔ جسم است.

$$S = (۵\times۲) + (۸\times۲) + (۶\times۱) \Rightarrow \Delta P = ۱۰ + ۱۶ + ۶ = ۳۲ \, kg\,m/s$$

تغییر سرعت جسم در این ۵s را حساب می‌کنیم.

$$\Delta P = m\Delta v \Rightarrow ۳۲ = ۴\Delta v \Rightarrow \Delta v = ۸ \, m/s$$

شتاب متوسط خواهد شد:

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{۸}{۵} = ۱/۶ \, m/s^۲$$

۴ ۱۸۲ B

بنا به خاصیت لختی اگر خودرو شتاب رو به جلو داشته باشد، آونگ روبه عقب منحرف می‌شود و در حرکت دایره‌ای همواره آونگ به سمت خارج پیچ (به‌سمت بیرون دایره) منحرف می‌شود.

۲ ۱۸۳ B

معادلهٔ سرعت - زمان جسمی که در شرایط خلأ رها می‌شود یک تابع خطی از زمان است و نمودار سرعت - زمان آن نیز خط راست است. بنابراین نمودار تکانه - زمان آن نیز خط راست است.

$$P = mv \Rightarrow P = m(-gt)$$

در نتیجه گزینه‌های (۳) و (۴) نادرست هستند.

$$|v| = \sqrt{۲gh} \Rightarrow |v| = \sqrt{۲\times۱۰\times۵} \Rightarrow v = -۱۰ \, m/s$$

$$P = mv \Rightarrow P = ۰/۴\times(-۱۰) = -۴ kg\,m/s$$

۳ ۱۸۴ B

ابتدا مکان جسم در لحظهٔ $t = \frac{۱}{۸}s$ را حساب می‌کنیم.

$$x = ۰/۰۵\cos\frac{۲۰\pi}{۸} = ۰/۰۵\cos\frac{۵\pi}{۲} \Rightarrow x = ۰$$

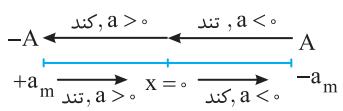
نوسانگر در مبدأ مکان دارای بیشینه انرژی جنبشی است که با انرژی مکانیکی جسم برابر است.

$$K_m = \frac{۱}{۲}mv_m^۲ = \frac{۱}{۲}m(A\omega)^۲ \Rightarrow K_m = \frac{۱}{۲}\times۰/۱۲\times(۰/۰۵\times۲۰\pi)^۲$$

$$K_m = ۰/۰۶\times(\pi^۲)J \Rightarrow K_m = ۶۰\pi^۲ mJ$$

۱ ۱۸۵ B

با توجه به شکل گزینهٔ (۱) درست است.



۲ ۱۸۶ B

با توجه به شکل، طول موج را به‌دست می‌آوریم.

$$۳\frac{\lambda}{۲} = ۳۰۰cm \Rightarrow \lambda = ۲۰۰cm = ۲m$$

$$f = \frac{c}{\lambda} \Rightarrow f = \frac{۳\times۱۰^۸}{۲} \Rightarrow f = ۱/۵\times۱۰^۸ Hz \Rightarrow f = ۱۵۰MHz$$

۳ ۱۸۷ B

هرگاه نور از محیط غلیظ وارد محیط رقیق شود، پرتو از خط عمود دور می‌شود و هر چه طول موج کوتاه‌تر باشد، انحراف بیشتر است. طول موج نور آبی از طول موج نور قرمز کمتر است بنابراین هنگام ورود به هوا از خط عمود دورتر می‌شود و گزینهٔ (۳) درست است.

۳ ۱۸۸ B

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): $(W_۰ = hf_۰)$ بنابراین هر چه تابع کار بیشتر باشد، بسامد آستانه نیز بیشتر است و این گزینه نادرست است.

گزینهٔ (۲): با توجه به رابطهٔ اینشتین $(\uparrow K_m = hf \uparrow - W_۰)$ این گزینه نادرست است.

گزینهٔ (۳) : تعریف دقیق تابع کار است و این گزینه درست است.

گزینهٔ (۴): نادرست است زیرا بلندترین طول موج را طول موج آستانه می‌گویند.

۱ ۱۸۹ B

بلندترین طول موج در رشتهٔ براکت یعنی گذار از $n=۵$ به $n'=۴$ و کوتاه‌ترین طول موج یعنی گذار از $h=\infty$ به $n'=۴$ بنابراین

$$\frac{۱}{\lambda} = R\left(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}\right) \Rightarrow \begin{cases} \frac{۱}{\lambda_{max}} = R\left(\frac{۱}{۱۶} - \frac{۱}{۲۵}\right) \Rightarrow \lambda_{max} = \frac{۱۶\times۲۵}{۹R} \\ \frac{۱}{\lambda_{min}} = R\left(\frac{۱}{۱۶} - ۰\right) \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{۱۶}{R} \end{cases}$$

$$\frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}} = \frac{۲۵}{۹}$$

۲ ۱۹۰ B

با توجه به پایستگی تعداد نوکلئون‌ها می‌توان نوشت:

$$۱ + ۲۳۵ = ۱۳۳ + ۱۰۱ + n \Rightarrow n = ۲$$

تعداد نوترون‌ها ۲ است. مقداری از جرم اولیه به انرژی تبدیل می‌شود بنابراین $M_۱ > M_۲$ خواهد بود.

۴ ۱۹۱ B

حجم نوترون را به‌دست می‌آوریم:

$$V = \frac{۴}{۳}\pi R^۳ \Rightarrow V = \frac{۴}{۳}\times۳\times(۸/۴\times۱۰^{-۱۶})^۳ \Rightarrow V = ۴\times(۸/۴)^۲\times۱۰^{-۴۸}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \rho = \frac{۱/۷\times۱۰^{-۲۷}\times۱۰^۳}{۴(۸/۴)^۳\times۱۰^{-۴۸}\times۱۰^۶}$$

۸/۴ را به تقریب ۸ می‌گیریم پس $(۸/۴)^۳ \simeq ۸^۳ = ۵۱۲$ و ۱/۷ را به‌تقریب ۲ می‌گیریم.

$$\rho = \frac{۲\times۱۰^{۱۸}}{۴\times۵۱۲} = \frac{۱۰^{۱۸}}{۱۰۲۴} \simeq ۱۰^{۱۵} g/cm^۳$$

۳ ۱۹۲ B

بار داده شده به یک رسانا (فلز) در سطح خارجی آن پخش می شود میدان الکتریکی درون آن صفر و پتانسیل الکتریکی تمام نقاط آن یکسان است.