پاسخ‌نامه‌ی کنکور سراسری ۹۵

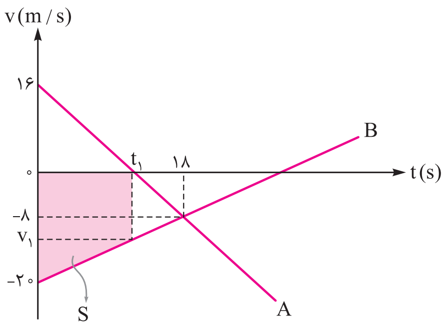
۱- گزینه‌ی ۱ شبیه پاسخ تست ۵۹۸ (فصل حرکت‌شناسی) می‌نویسیم:

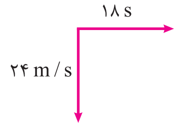
$$x=\frac{1}{2}a_xt^2+v_{0x}t+x_0=\frac{1}{2}\times1\times t^2+0+0=\frac{1}{2}t^2$$

$$y=\frac{1}{2}a_yt^2+v_{0y}t+y_0=\frac{1}{2}\times2\times t^2+0+0=t^2$$

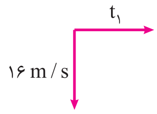
$$\vec{r}=x\vec{i}+y\vec{j}=(\frac{1}{2}\times t^2)\vec{i}+(t^2)\vec{j}\xrightarrow{(t=4\,s)}\vec{r}=(\frac{1}{2}\times4^2)\vec{i}+(4^2)\vec{j}=8\vec{i}+16\vec{j}$$

۲- گزینه‌ی ۲ با توجه به شکل روبه‌رو، سرعت متحرک A تا لحظه‌ی t_1 مثبت است و متحرک A تا این لحظه در جهت محور x حرکت می‌کند. لحظه‌ی t_1 را می‌توانیم به راحتی حساب کنیم. پاره‌خط A درمدت ۱۸s، به اندازه‌ی 24 m/s (یعنی $(-8)-16$) پایین آمده و در مدت t_1 به اندازه‌ی 16 m/s پایین آمده و یک تناسب ساده نشان می‌دهد $t_1=12\,s$ است.



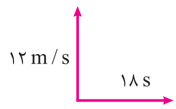


و

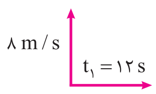


$$\Rightarrow\quad t_1=\frac{16}{24}\times18=12\,s$$

پاره‌خط B درمدت ۱۸s، به اندازه‌ی 12 m/s (یعنی $(-8)-(-20)$) بالا رفته است. با یک حساب سرانگشتی مشخص می‌شود در مدت $t_1=12\,s$، به اندازه‌ی 8 m/s بالا می‌رود و به سرعت $v_1=-20+8=-12\,m/s$ می‌رسد.



$\Rightarrow$



حالا کافی است مساحت ذوزنقه‌ی نشان داده شده در شکل بالا (S) را حساب کنید تا جابه‌جایی متحرک B در بازه‌ی زمانی ۰ تا t_1 به دست آید.

$$\Delta x_B=S=(\frac{-20+v_1}{2})\times t_1=(\frac{-20-12}{2})\times12=-16\times12=-192\,m\ \rightarrow\ |\Delta x_B|=192\,m$$

۳- گزینه‌ی ۴ با توجه به درس‌نامه‌ی ۴۴ (فصل حرکت‌شناسی)، زمان رسیدن دو گلوله به یکدیگر برابر است با:

$$t=\frac{h}{v_{0A}+v_{0B}}=\frac{180}{30+30}=\frac{180}{60}=3\,s$$

جابه‌جایی گلوله‌ی B در این مدت برابر است با:

$$\Delta y_B=\frac{1}{2}gt^2+v_{0B}t=\frac{1}{2}\times10\times3^2+30\times3=45+90=135\,m$$

جابه‌جایی گلوله‌ی A را در این مدت می‌توانیم از راه معادله حساب کنیم یا این‌که بگیم:

$$\Delta y_A=h-\Delta y_B=180-135=45\,m$$

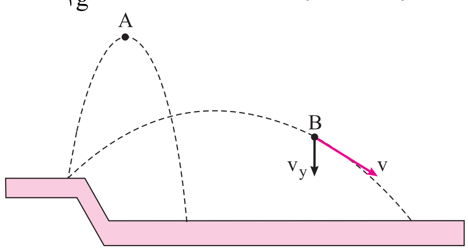
$$\frac{\Delta y_A}{\Delta y_B}=\frac{45}{135}\ \rightarrow\ \frac{\Delta y_A}{\Delta y_B}=\frac{1}{3}$$

۴- گزینه‌ی ۲ ارتفاع اوج گلوله‌ی A بزرگ‌تر از ارتفاع اوج گلوله‌ی B است. پس سرعت اولیه‌ی گلوله‌ی A در راستای قائم، بزرگ‌تر از سرعت اولیه‌ی گلوله‌ی B در راستای قائم است:

$$h_s=\frac{v_{0y}^2}{2g}\xrightarrow{h_s(A)>h_s(B)}v_{0y}(A)>v_{0y}(B)$$

در نتیجه، زمان اوج پرتابه‌ی A نیز بزرگ‌تر از زمان اوج پرتابه‌ی B است:

$$t_s=\frac{v_{0y}}{g}\ \rightarrow\ t_s(A)>t_s(B)$$



پس مطابق شکل روبه‌رو، وقتی A در نقطه‌ی اوج خود قرار دارد، B از ارتفاعی پایین‌تر از A و با سرعتی که مؤلفه‌ی قائم آن رو به پایین است، به سمت پرتگاه حرکت می‌کند. طبیعی است که B زودتر از A به زمین می‌رسد.

۵- گزینه‌ی ۱ با استفاده از رابطه‌ی ۱۸ (فصل دینامیک) نیروی کششی نخ متصل به وزنه‌ها (T') را حساب می‌کنیم:

$$T'=(\frac{2m_1m_2}{m_1+m_2})g=(\frac{2\times1\times4}{1+4})\times10=\frac{8}{5}\times10=16\,N$$

نیروی کشش نخ متصل به قرقره دو برابر مقدار فوق است:

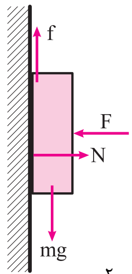
$$T=2T'=2\times16\ \Rightarrow\ T=32\,N$$

۶- گزینه‌ی ۴ به کمک رابطه‌ی اثبات‌شده در درس‌نامه‌ی ۱۳ داریم:

$$x_s=\frac{v_0^2}{2\mu_kg}\ \rightarrow\ \frac{x_s(A)}{x_s(B)}=(\frac{v_{0A}}{v_{0B}})^2\times(\frac{\mu_{kB}}{\mu_{kA}})\xrightarrow[(\mu_{kA}=2\mu_{kB})]{(v_{0A}=v_{0B})}\frac{x_s(A)}{x_s(B)}=\frac{1}{2}$$

۷- گزینه۳ **گام اول:** با توجه به اطلاعات داده‌شده و شکل روبه‌رو، در حالت اول چون جسم ساکن است، نیروهای افقی $N_۱$ و $F_۱$ با یکدیگر و نیروهای $f_{s\,max}$ و mg نیز با یکدیگر موازنه می‌شود:

$$N_۱ = F_۱ \ , \ f_{s\,max} = mg$$



گام دوم: در حالت دوم، چون جسم با سرعت ثابت حرکت می‌کند، باز هم برایند نیروهای وارد بر جسم چه در راستای افقی و چه در راستای قائم، صفر است:

$$N_۲ = F_۲ \ , \ f_k = mg$$

گام سوم: از مقایسه‌ی گام‌های اول و دوم نتیجه می‌گیریم:

$$f_{s\,max} = f_k = mg \ \rightarrow \ f_۱ = f_۲$$

$$\mu_s N_۱ = \mu_k N_۲ \ \rightarrow \ \mu_s F_۱ = \mu_k F_۲ \xrightarrow{(\mu_s > \mu_k)} F_۱ < F_۲$$

۸- گزینه۱ با توجه به رابطه‌ی ۱۵ (در فصل حرکت دایره‌ای) می‌نویسیم:

$$\tan\alpha = \frac{v^۲}{Rg}$$

$$v = ۵۴\,km/h = \frac{۵۴}{۳/۶}\,m/s = ۱۵\,m/s \ \rightarrow \ \tan ۳۷^\circ = \frac{۱۵^۲}{R \times ۱۰} \ \rightarrow \ \frac{\sin ۳۷^\circ}{\cos ۳۷^\circ} = \frac{۱۵ \times ۱۵}{۱۰R}$$

$$(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶ \ , \ \cos ۳۷^\circ = ۰/۸) \ \rightarrow \ \frac{\cancel{۳}}{۴} = \frac{\overset{۵}{\cancel{۱۵}} \times ۱۵}{۱۰R} \ \rightarrow \ ۱۰R = ۲۰ \times ۱۵ \ \rightarrow \ R = ۳۰\,m$$

۹- گزینه۳ چون سرعت جسم در ابتدا و لحظه‌ی فشردگی کامل فنر صفر است، انرژی جنبشی دستگاه تغییر نمی‌کند $(\Delta K = ۰)$.

بنابراین:

$$\Delta E = ۰ \ \rightarrow \ \Delta U + \Delta K = ۰ \ \rightarrow \ \Delta U = ۰ \ \rightarrow \ \Delta U_g + \Delta U_e = ۰$$

از طرفی، تغییر انرژی پتانسیل گرانشی برابر منفی کار نیروی وزن است:

$$\Delta U_g = -W_{mg}$$

$$-W_{mg} + \Delta U_e = ۰ \ \rightarrow \ W_{mg} = \Delta U_e = \frac{۱}{۲}kx^۲ - ۰ \ \rightarrow \ W_{mg} = \frac{۱}{۲} \times (۲/۵ \times \frac{N}{۱۰^{-۲}m}) \times (۱۲ \times ۱۰^{-۲})^۲ \ \rightarrow \ W_{mg} = ۱/۸\,J$$

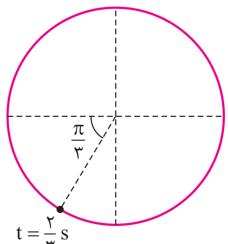
۱۰- گزینه۱ بسامد زاویه‌ای نوسانگر برابر است با:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{۲۰۰}{۰/۵}} = \sqrt{۴۰۰} = ۲۰\,rad/s$$

اکنون از رابطه‌ی سرعت با مکان در حرکت نوسانی استفاده می‌کنیم:

$$v = \omega\sqrt{A^۲ - x^۲} \ \rightarrow \ v = ۲۰\sqrt{۵^۲ - ۳^۲} \ \rightarrow \ v = ۲۰ \times ۴\,cm/s \ \rightarrow \ v = ۰/۸\,m/s$$

۱۱- گزینه٤ با توجه به نمودار $v-t$، در لحظه‌ی $t = \frac{۲}{۳}s$ سرعت نوسانگر به $-۲\pi\,m/s$ می‌رسد؛



پس از معادله‌ی سرعت نوسانگر می‌توان نوشت:

$$v = v_{max}\cos\varphi \ \rightarrow \ -۲\pi = ۴\pi\cos\varphi \ \rightarrow \ \cos\varphi = -\frac{۱}{۲} \ \rightarrow \ \varphi = \frac{۲\pi}{۳}\,rad \text{ یا } \frac{۴\pi}{۳}\,rad$$

از بین این دو جواب، تنها $\varphi = \frac{۴\pi}{۳}\,rad$ قابل قبول است، زیرا در لحظه‌ی $t = \frac{۲}{۳}s$، نوسانگر در حال نزدیک‌شدن به انتهای مسیر است. بسامد زاویه‌ای نوسانگر برابر است با:

$$\Delta\varphi = \omega\Delta t \ \rightarrow \ \frac{۴\pi}{۳} = \omega \times \frac{۲}{۳} \ \rightarrow \ \omega = ۲\pi\,rad/s$$

هم‌چنین بیشینه‌ی شتاب نوسانگر برابر است با:

$$a_{max} = A\omega^۲ = A\omega \times \omega \ \rightarrow \ a_{max} = v_{max} \times \omega \ \rightarrow \ a_{max} = ۴\pi \times ۲\pi \ \rightarrow \ a_{max} = ۸\pi^۲\,m/s^۲$$

صورت کلی معادله‌ی شتاب نوسانگر به‌صورت $a = -a_{max}\sin(\omega t)$ است، پس می‌توان نوشت:

$$۴\pi^۲ = |-۸\pi^۲\sin(۲\pi t)| \ \rightarrow \ \sin(۲\pi t) = \frac{۱}{۲} \xrightarrow{(\sin\frac{\pi}{۶} = \frac{۱}{۲})} ۲\pi t = \frac{\pi}{۶} \ \rightarrow \ t = \frac{۱}{۱۲}s$$

۱۲- گزینه۲ طول موج برابر $\lambda = ۲۰\,cm$ است و اختلاف راه نقطه‌ی M از دو چشمه برابر $\delta = d_۲ - d_۱ = ۸۰ - ۵۰ = ۳۰\,cm$ است، پس می‌توان نتیجه گرفت: $\delta = \frac{۳}{۲}\lambda$، اکنون از رابطه‌ی اختلاف راه با اختلاف فاز داریم:

$$\Delta\varphi = k\delta \ \rightarrow \ \Delta\varphi = \frac{۲\pi}{\lambda} \times \frac{۳}{۲}\lambda \ \rightarrow \ \Delta\varphi = ۳\pi\,rad$$

اختلاف فاز نقطه‌ی M از دو چشمه، مضرب فردی از π رادیان است، بنابراین دو موج در فاز مخالف به نقطه‌ی M می‌رسند و برهم‌نهی دو موج ویرانگر است.

۱۳- گزینه۳ با توجه به تابع موج $\omega = ۳۰\,rad/s$ و $k = ۱/۵\,rad/m$؛ پس سرعت انتشار موج برابر است با:

$$v = \frac{\omega}{k} = \frac{۳۰}{۱/۵} = ۲۰\,m/s$$

اکنون از رابطه‌ی $v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$ استفاده می‌کنیم:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} \ \rightarrow \ v^۲ = \frac{F}{\rho A} \ \rightarrow \ F = \rho A v^۲$$

$$\rightarrow \ F = ۸۰۰۰ \times \pi(\frac{۲}{۲})^۲ \times ۱۰^{-۶} \times ۲۰^۲ \xrightarrow{(\pi = ۳)} F = ۹/۶\,N$$

۱۴- گزینه۲ فاصله‌ی دو نقطه‌ی M و N مضرب زوج یا فردی از نصف طول موج نیست، پس این دو نقطه هم‌فاز یا در فاز مخالف نیستند. در لحظه‌ی موردنظر بزرگی سرعت دو نقطه‌ی M و N یکسان است، اما چند لحظه پس از این، بزرگی سرعت این دو نقطه یکسان نیست، بنابراین سرعت دو نقطه‌ی M و N در هر لحظه یکسان نیست. از طرف دیگر همه‌ی نقطه‌های محیط انتشار موج با بسامد یکسانی نوسان می‌کنند و چنان‌چه انرژی موج میرا نشود، دامنه‌ی نوسان تمام ذره‌های محیط انتشار یکسان است؛ پس ۲ درست است.

۱۵- گزینه۴ از رابطه‌ی تراز شدت صوت می‌توان نوشت:

$$\beta_۱ = ۱۰\log\frac{I_۱}{I_۰}\ ,\ \beta_۲ = ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۰} \rightarrow \beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱}$$

شدت صوت با مجذور دامنه‌ی چشمه متناسب است، پس داریم:

$$I \propto \frac{A^۲f^۲}{r^۲} \xrightarrow[(r_۲=r_۱)]{(f_۲=f_۱)} \frac{I_۲}{I_۱} = (\frac{A_۲}{A_۱})^۲ \rightarrow \frac{I_۲}{I_۱} = ۱۶$$

$$\beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱} \xrightarrow[(I_۲=۱۶I_۱)]{(\beta_۲=۱/۳\beta_۱)} ۱/۳\beta_۱ - \beta_۱ = ۱۰\log۱۶ \rightarrow ۰/۳\beta_۱ = ۱۰\log۲^۴$$

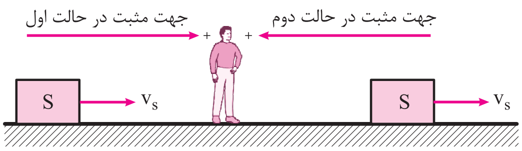
$$۰/۳\beta_۱ = ۴۰\log۲ \rightarrow ۰/۳\beta_۱ = ۴۰\times۰/۳ \rightarrow \beta_۱ = ۴۰\,dB \rightarrow \beta_۲ = ۱/۳\beta_۱ = ۱/۳\times۴۰ = ۵۲\,dB$$

۱۶- گزینه۲ در حالت اول بسامد صوت برابر $\lambda_۱$ است و رابطه‌ی بین موج و طول لوله به‌صورت $L = \frac{۳}{۴}\lambda_۱$ است. لوله‌ی صوتی یک انتها بسته است، پس طول لوله مضرب فردی از ربع طول موج است و در حالت دوم رابطه‌ی بین طول موج و طول لوله به‌صورت $L = (۲n-۱)\frac{\lambda_۲}{۴}$ است، از این دو تساوی داریم:

$$L = (۲n-۱)\frac{\lambda_۲}{۴} = ۳\frac{\lambda_۱}{۴} \rightarrow \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{۳}{۲n-۱}$$

اگر $n = ۴$ انتخاب شود، $\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{۳}{۲\times۴-۱} = \frac{۳}{۷}$ می‌شود که نشان می‌دهد ۲ درست است.

۱۷- گزینه۳ در حالت اول، چشمه به شنونده نزدیک‌تر می‌شود و سرعت چشمه در جهت رسیدن صوت به گوش شنونده است؛ پس از رابطه‌ی دوپلر داریم:



$$\frac{f_o}{v - v_o} = \frac{f_s}{v - v_s} \rightarrow \frac{f_o}{v} = \frac{f_s}{v - v_s} \xrightarrow{v_s = \frac{v}{n}} f_o = \frac{v}{v - \frac{v}{n}}f_s \rightarrow f_o = \frac{n}{n-۱}f_s$$

$$\Delta f = f_o - f_s \rightarrow \Delta f = \frac{n}{n-۱}f_s - f_s \rightarrow \Delta f = \frac{n-(n-۱)}{n-۱}f_s \rightarrow \Delta f = \frac{۱}{n-۱}f_s$$

در حالت دوم، سرعت چشمه در خلاف جهت رسیدن صوت به گوش شنونده است؛ بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{f'_o}{v - v_o} = \frac{f_s}{v - v_s} \rightarrow \frac{f'_o}{v} = \frac{f_s}{v + v_s} \xrightarrow{(v_s = \frac{v}{n})} f'_o = \frac{v}{v + \frac{v}{n}}f_s \rightarrow f'_o = \frac{n}{n+۱}f_s$$

$$\Delta f' = f_s - f'_o \rightarrow \Delta f' = f_s - \frac{n}{n+۱}f_s \rightarrow \Delta f' = (\frac{n+۱-n}{n+۱})f_s \rightarrow \Delta f' = \frac{۱}{n+۱}f_s$$

در نتیجه خواهیم داشت:

$$\frac{\Delta f}{\Delta f'} = \frac{\frac{۱}{n-۱}f_s}{\frac{۱}{n+۱}f_s} \rightarrow \frac{\Delta f}{\Delta f'} = \frac{n+۱}{n-۱}$$

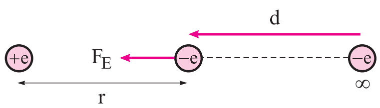
۱۸- گزینه۱ می‌دانیم با وجود تفاوت بسیار زیاد در بسامد، نحوه‌ی تولید و آشکارسازی موج‌های الکترومغناطیسی، ماهیت و قانون‌های حاکم بر همه‌ی آن‌ها یکسان است. از طرف دیگر سرعت انتشار همه‌ی موج‌های الکترومغناطیسی در خلأ یکسان است، اما در سایر محیط‌های شفاف، هر چه بسامد موج الکترومغناطیسی بیشتر باشد، سرعت انتشار آن موج در محیط شفاف کم‌تر خواهد بود.

۱۹- گزینه۲ در آزمایش یانگ اختلاف فاصله‌ی دو شکاف از mامین نوار روشن از رابطه‌ی $\delta = m\lambda$ و اختلاف فاصله‌ی دو شکاف از m'امین نوار تاریک از رابطه‌ی $\delta = (۲m'-۱)\frac{\lambda}{۲}$ به دست می‌آید، پس داریم:

$$m' = ۳ \rightarrow \delta = (۲\times۳-۱)\frac{\lambda}{۲} \rightarrow ۱۵۰۰ = ۵\times\frac{\lambda}{۲} \rightarrow \lambda = ۶۰۰\,nm$$

$$m = ۲ \rightarrow \delta = ۲\lambda \rightarrow \delta = ۲\times۶۰۰ \rightarrow \delta = ۱۲۰۰\,nm$$

۲۰- گزینه۴ فرض کنید الکترونی را از فاصله‌ی خیلی دوری (∞) به فاصله‌ی r از یک پروتون منتقل کنیم، می‌دانیم تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی برابر با منفی کار نیروی الکتریکی در این مسیر است. از طرف دیگر نیروی الکتریکی در این مسیر ثابت نیست، بنابراین باید کارش را به کمک انتگرال‌گیری حساب کنیم:



$$dW = F\,dr \rightarrow W = \int F\,dr \rightarrow W_E = \int_{\infty}^{r}\frac{kq^۲}{r^۲}dr \xrightarrow{q=e} W_E = ke^۲\int_{\infty}^{r}\frac{dr}{r^۲}$$

$$\rightarrow W_E = ke^۲(-\frac{۱}{r}]_{\infty}^{r}) \rightarrow W_E = ke^۲(\frac{۱}{\infty} - (-\frac{۱}{r})) \rightarrow W_E = \frac{ke^۲}{r}$$

$$\Delta U = -W_E \rightarrow U - U_۰ = -\frac{ke^۲}{r} \xrightarrow{(U_۰=۰)} U = -\frac{ke^۲}{r}$$

البته این نتیجه در مدل اتمی بور، بدون اثبات در کتاب درسی آمده است.

۲۱- گزینه۱ به کمک رابطه‌ی فوتوالکتریک اینشتین می‌توان نوشت:

$$eV_۰ = hf - W_۰ \xrightarrow{W_۰=hf_۰} eV_۰ = hf - hf_۰ \rightarrow eV_۰ = hc(\frac{۱}{\lambda} - \frac{۱}{\lambda_۰})$$

$$\rightarrow ۱\times۱/۵ = ۴\times۱۰^{-۱۵}\times۳\times۱۰^۸(\frac{۱}{\lambda} - \frac{۱}{۴۸۰})\times۱۰^{+۹} \rightarrow \frac{۱}{۸۰۰} = \frac{۱}{\lambda} - \frac{۱}{۴۸۰} \rightarrow \frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۳۰۰} \rightarrow \lambda = ۳۰۰\,nm$$

۲۲- گزینه۴ تعداد نیمه‌عمرهای سپری‌شده برابر است با:

$$n=\frac{t}{T} \rightarrow n=\frac{۳۲}{۸}=۴$$

$$N=\frac{N_۰}{۲^n} \xrightarrow{n=۴} N=\frac{N_۰}{۲^۴} \rightarrow N=\frac{N_۰}{۱۶}\ ,\ \Delta N=N_۰-N=N-\frac{N_۰}{۱۶} \rightarrow \Delta N=\frac{۱۵}{۱۶}N_۰$$

$$\rightarrow \frac{\Delta N}{N_۰}=\frac{۱۵}{۱۶} \rightarrow \frac{\Delta N}{N_۰}=۰/۹۳۷۵ \rightarrow \frac{\Delta N}{N_۰}=٪۹۳/۷۵$$

۲۳- گزینه۳ می‌دانیم در جریان یک فعل و انفعال هسته‌ای، مجموع عددهای جرمی و عددهای اتمی در دو طرف معادله یکسان است، پس می‌توان نوشت:

$$^{۱۳۷}_{۵۵}Cs \rightarrow {}^{۱۳۷}_{۵۶}Ba+{}^{A}_{Z}X \rightarrow \begin{cases}۱۳۷=۱۳۷+A \rightarrow A=۰\\ ۵۵=۵۶+Z \rightarrow Z=-۱\end{cases} \rightarrow {}^{۰}_{-۱}X \equiv {}^{۰}_{-۱}e^-$$

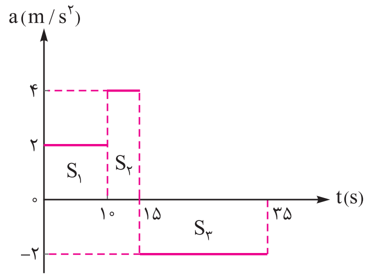
بنابراین در جریان این واکنش، بتای منفی (الکترون) گسیل می‌شود. برای به دست آوردن انرژی آزادشده از رابطه‌ی اینشتین استفاده می‌کنیم:

$$E=mc^۲ \xrightarrow[u=۱/۷\times۱۰^{-۲۷}\,kg]{m=۰/۰۰۱u} E=۰/۰۰۱\times۱/۷\times۱۰^{-۲۷}\times(۳\times۱۰^۸)^۲ \rightarrow E=۱/۵۳\times۱۰^{-۱۳}J$$

۲۴- گزینه۳

$$\vec{a}=\frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}=\frac{\vec{v}_۲-\vec{v}_۱}{t_۲-t_۱}=\frac{(۱۰\vec{i}-۱۶\vec{j})-(-۶\vec{i}+۴\vec{j})}{۴-۰}=\frac{۱۶\vec{i}-۲۰\vec{j}}{۴} \rightarrow \vec{a}=۴\vec{i}-۵\vec{j}$$

۲۵- گزینه۳ سرعت متحرک را در لحظه‌های $t_۱=۱۰\,s$، $t_۲=۱۵\,s$ و $t_۳=۳۵\,s$ به ترتیب با $v_۱$، $v_۲$ و $v_۳$ نشان می‌دهیم و براساس شکل روبه‌رو می‌نویسیم:

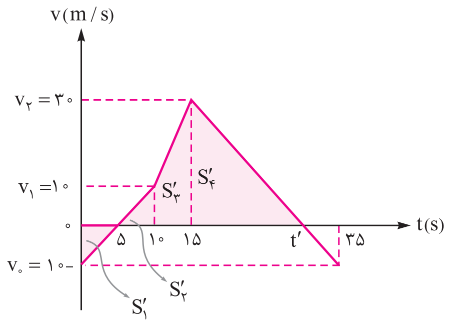


$$\Delta v_۱=S_۱ \rightarrow v_۱-v_۰=۲\times۱۰ \rightarrow v_۱-(-۱۰)=۲۰ \rightarrow v_۱=۱۰\,m/s$$

$$\Delta v_۲=S_۲ \rightarrow v_۲-v_۱=۴\times(۱۵-۱۰) \rightarrow v_۲-۱۰=۲۰ \rightarrow v_۲=۳۰\,m/s$$

$$\Delta v_۳=S_۳ \rightarrow v_۳-v_۲=-۲\times(۳۵-۱۵) \rightarrow v_۳-۳۰=-۴۰ \rightarrow v_۳=-۱۰\,m/s$$

براساس اعداد بالا، نمودار سرعت ـ زمان متحرک مطابق شکل زیر رسم می‌شود. نمودار نشان می‌دهد متحرک پس از ۱۰ s به مکان اولیه‌اش برمی‌گردد.



$$\Delta x=x_{t=۱۰s}-x_۰=S'_۱+S'_۲ \xrightarrow{(S'_۱=-S'_۲)} x_{t=۱۰s}-x_۰=۰ \rightarrow x_{t=۱۰s}=۰$$

(توجه بفرمایید که $S'_۱=-۲۵\,m$ و $S'_۲=۲۵\,m$ است؛ یعنی متحرک در ۵ ثانیه‌ی اول حرکت، ۲۵ m در خلاف جهت محور و در ۵ ثانیه‌ی دوم، ۲۵ m در جهت محور x حرکت می‌کند و به مبدأ مکان برمی‌گردد.)

از لحظه‌ی $t=۱۰\,s$ تا لحظه‌ی t' که سرعت متحرک مثبت است، متحرک به طور مداوم از مبدأ دور می‌شود و از لحظه‌ی t' به بعد که سرعت متحرک منفی می‌شود، متحرک به سمت مبدأ برمی‌گردد. با این حساب متحرک در لحظه‌ی t' بیشترین فاصله را از مبدأ پیدا می‌کند. برای محاسبه‌ی t'، نمودار $v-t$ متحرک را در بازه‌ی زمانی ۱۵ s تا ۳۵ s بررسی می‌کنیم. شتاب متحرک در این بازه‌ی زمانی $-۲\,m/s^۲$ است؛ یعنی سرعت متحرک در هر ثانیه ۲ m/s کاهش می‌یابد و در نتیجه، سرعت متحرک در مدت ۱۵ s به اندازه‌ی ۳۰ m/s کاهش می‌یابد و از ۳۰ m/s به صفر می‌رسد؛ یعنی:

$$t'-۱۵=۱۵ \rightarrow t'=۳۰\,s$$

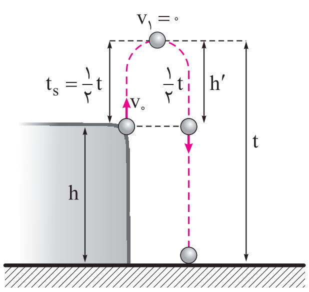
جابه‌جایی متحرک تا لحظه‌ی t' برابر است با:

$$\Delta x=S'_۱+S'_۲+S'_۳+S'_۴ \xrightarrow{(S'_۱=-S'_۲)} \Delta x=S'_۳+S'_۴$$

بنابراین مکان متحرک در لحظه‌ی t' برابر است با:

$$x-x_۰=(\frac{۱۰+۳۰}{۲})\times(۱۵-۱۰)+\frac{۳۰\times(۳۰-۱۵)}{۲} \rightarrow x-۰=۱۰۰+۲۲۵ \rightarrow x=۳۲۵\,m$$

۲۶- گزینه۲ اگر گلوله فاصله‌ی نقطه‌ی اوج تا زمین را در مدت t طی کند، فاصله‌ی نقطه‌ی اوج تا مبدأ پرتاب را در مدت $\frac{t}{۲}$ طی می‌کند. اگر جابه‌جایی گلوله را در مدت $\frac{t}{۲}$ با h' نشان دهیم، داریم:



$$\begin{cases}h'=\frac{۱}{۲}g(\frac{۱}{۲}t)^۲+v_۱(\frac{۱}{۲}t)\\ (h+h')=\frac{۱}{۲}gt^۲+v_۱t\end{cases} \xrightarrow{(v_۱=۰)} \frac{h'}{h+h'}=\frac{۱}{۴} \rightarrow ۴h'=h+h' \rightarrow h'=\frac{h}{۳}$$

$$\text{مسافت طی شده}=h'+h'+h=\frac{h}{۳}+\frac{h}{۳}+h \rightarrow \text{مسافت طی شده}=\frac{۵}{۳}h$$

۲۷- گزینه‌ی ۱ از این تست‌ها زیاد حل کرده‌ایم!

$$\begin{cases} F = ۶ma \\ F' = (۲m + ۳m)a = ۵ma \;\rightarrow\; F > F' > F'' \\ F'' = ۳ma \end{cases}$$

۲۸- گزینه‌ی ۱ در حرکت دورانی یکنواخت، جهت شتاب به سمت مرکز دوران است. بنابراین، با توجه به شکل، جهت شتاب اتومبیل در نقطه‌ی A به طرف جنوب غربی است.

۲۹- گزینه‌ی ۲ از این تست‌ها هم زیاد دیدیم!

$$K_۱ + K_۲ = ۲۲/۵ \;\rightarrow\; \frac{۱}{۲}(m_۱ + m_۲)v^۲ = ۲۲/۵ \;\rightarrow\; \frac{۱}{۲}\times(۲+۳)\times v^۲ = ۲۲/۵ \;\rightarrow\; v^۲ = ۹\ m^۲/s^۲$$

$$|\Delta U_{\text{دستگاه}}| = |\Delta K_{\text{دستگاه}}| \;\rightarrow\; m_۳gh = (K_۱ + K_۲ + K_۳) - (\cancel{K_{\circ ۱}} + \cancel{K_{\circ ۲}} + \cancel{K_{\circ ۳}}) \;\rightarrow\; m_۳\times ۱۰\times ۰/۹ = (K_۱ + K_۲) + \frac{۱}{۲}m_۳v^۲$$

$$\rightarrow ۹m_۳ = ۲۲/۵ + \frac{۱}{۲}m_۳\times ۹ \;\rightarrow\; \frac{۹}{۲}m_۳ = ۲۲/۵ \;\rightarrow\; m_۳ = ۵\ kg$$

۳۰- گزینه‌ی ۳ دامنه‌ی نوسان، نصف طول پاره‌خط نوسان و برابر $A = \frac{۲۰}{۲} = ۱۰\ cm$ است؛ هم‌چنین نوسانگر در هر دوره دو بار پاره‌خط نوسان را طی می‌کند؛ پس اگر در مدت $\frac{۱}{۴}$ ثانیه از مرکز نوسان به انتهای مسیر (نصف پاره‌خط نوسان) برسد، دوره‌اش برابر $T = ۱s$ است و داریم: $\omega = \frac{۲\pi}{T} = ۲\pi\ rad/s$. انرژی جنبشی نوسانگر در مرکز نوسان بیشینه و برابر با انرژی مکانیکی نوسانگر است؛ پس می‌توان نوشت:

$$K_{max} = E \;\rightarrow\; K_{max} = \frac{۱}{۲}kA^۲ \;\rightarrow\; K_{max} = \frac{۱}{۲}m\omega^۲A^۲$$

$$\rightarrow K_{max} = \frac{۱}{۲}\times ۰/۱\times(۲\pi)^۲\times(۰/۱)^۲ \xrightarrow{(\pi^۲ = ۱۰)} K_{max} = ۰/۰۲\ J \;\rightarrow\; K_{max} = ۲۰\ mJ$$

۳۱- گزینه‌ی ۲ در حرکت هماهنگ ساده، بردار شتاب نوسانگر همواره متناسب و در خلاف جهت بردار مکان نوسانگر است؛ پس اگر شتاب نوسانگر در جهت محور x ها باشد، مکان نوسانگر الزاماً در خلاف جهت محور x ها است و ۲ درست است. توجه کنید که تنها با داشتن علامت سرعت نوسانگر نمی‌توان علامت مکان نوسانگر را تعیین کرد.

۳۲- گزینه‌ی ۱ دو موج در یک محیط منتشر می‌شوند و سرعت انتشار موج، تنها به ویژگی‌های فیزیکی محیط انتشار بستگی دارد؛ پس سرعت انتشار دو موج یکسان است $(v_A = v_B)$؛ اما برای محاسبه‌ی نسبت طول موجها می‌توان نوشت:

$$\lambda = \frac{v}{f} \;\rightarrow\; \frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{v_A}{v_B}\times\frac{f_B}{f_A} \xrightarrow[(f_A = ۴f_B)]{(v_A = v_B)} \frac{\lambda_A}{\lambda_B} = ۱\times\frac{۱}{۴} \;\rightarrow\; \frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{۱}{۴}$$

۳۳- گزینه‌ی ۲ سرعت انتشار موج عرضی در سیم برابر است با:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} \;\rightarrow\; v = \sqrt{\frac{۳۱۲}{۷۸۰۰\times ۱۰^{-۶}}} \;\rightarrow\; v = \sqrt{۴۰۰۰۰} \;\rightarrow\; v = ۲۰۰\ m/s$$

فاصله‌ی بین دو گره‌ی متوالی نیمی از یک طول موج است، بنابراین می‌توان نوشت:

$$\Delta x = \frac{\lambda}{۲} \;\rightarrow\; ۰/۲ = \frac{\lambda}{۲} \;\rightarrow\; \lambda = ۰/۴\ m \;,\; \lambda = \frac{v}{f} \;\rightarrow\; ۰/۴ = \frac{۲۰۰}{f} \;\rightarrow\; f = ۵۰۰\ Hz$$

۳۴- گزینه‌ی ۳ کافی است از رابطه‌ی شدت صوت استفاده کنیم:

$$I = \frac{P}{A} \rightarrow I = \frac{E}{At} \;\rightarrow\; I = \frac{۱/۵\times ۱۰^{-۱۱}}{۳\times ۱۰^{-۴}\times ۵} \;\rightarrow\; I = ۱۰^{-۸}\ W/m^۲ \;\rightarrow\; I = ۱۰^{-۲}\ \mu W/m^۲ \;\rightarrow\; I = ۰/۰۱\mu W/m^۲$$

۳۵- گزینه‌ی ۲ سرعت انتشار صوت برابر است با:

$$\lambda = \frac{v}{f} \;\rightarrow\; v = \lambda f \;\rightarrow\; v = ۸/۷۵\times ۱۰^{-۳}\times ۴۰\times ۱۰^۳ \;\rightarrow\; v = ۳۵۰\ m/s$$

صوت در مدت $۰/۴s$ یک بار تا دیوار رفته و پس از بازتاب، برگشته است؛ بنابراین در مدت زمان $۰/۲s$ فاصله‌ی بین چشمه تا دیوار را طی کرده است و داریم:

$$\Delta x = v\Delta t \;\rightarrow\; \Delta x = ۳۵۰\times ۰/۲ \;\rightarrow\; \Delta x = ۷۰\ m$$

۳۶- گزینه‌ی ۲ در آزمایش یانگ، فاصله‌ی نوار روشن mاُم از نوار مرکزی از رابطه‌ی $x_m = \frac{m\lambda D}{a}$ به دست می‌آید؛ پس برای محاسبه‌ی طول موج نور داریم:

$$x_m = \frac{m\lambda D}{a} \xrightarrow[(x_۲ = ۰/۶\ mm)]{(m = ۲)} ۰/۶\times ۱۰^{-۳} = \frac{۲\times\lambda\times ۱}{۲\times ۱۰^{-۳}} \;\rightarrow\; \lambda = ۶\times ۱۰^{-۷}\ m$$

اکنون از رابطه‌ی پلانک استفاده می‌کنیم:

$$E_\circ = hf \rightarrow E_\circ = \frac{hc}{\lambda} \;\rightarrow\; E_\circ = \frac{۴\times ۱۰^{-۱۵}\times ۳\times ۱۰^۸}{۶\times ۱۰^{-۷}} \;\rightarrow\; E_\circ = \frac{۴\times ۳}{۶} \;\rightarrow\; E_\circ = ۲\ eV$$

۳۷- گزینه۱ طول موج $۱۱۲/۵$ نانومتر به ناحیه‌ی فرابنفش تعلق دارد و در بین رشته‌های اتم هیدروژن، تنها رشته‌ی لیمان خط‌هایی در ناحیه‌ی فرابنفش دارد؛ پس عدد رشته برابر $n=۱$ است. برای محاسبه‌ی عدد خط از رابطه‌ی ریدبرگ ـ بالمر استفاده می‌کنیم:

$$\frac{۱}{\lambda}=R_H\left(\frac{۱}{n^۲}-\frac{۱}{n'^۲}\right)\rightarrow\frac{۱}{۱۱۲/۵}=\frac{۱}{۱۰۰}\left(\frac{۱}{۱^۲}-\frac{۱}{n'^۲}\right)$$

$$\rightarrow\frac{۱۰۰}{۱۱۲/۵}=۱-\frac{۱}{n'^۲}\rightarrow\frac{۱}{n'^۲}=۱-\frac{۸}{۹}\rightarrow\frac{۱}{n'^۲}=\frac{۱}{۹}\rightarrow n'^۲=۹\rightarrow n'=۳$$

۳۸- گزینه۴ از رابطه‌ی فوتوالکتریک اینشتین استفاده کرده و همه‌ی جمله‌ها را برحسب الکترون‌ولت می‌نویسیم:

$$eV_۰=hf-W_۰\rightarrow K_{max}=hf-W_۰\rightarrow hf=K_{max}+W_۰\rightarrow hf=\frac{۴\times۱۰^{-۱۹}}{۱/۶\times۱۰^{-۱۹}}+۲/۵\rightarrow hf=۲/۵+۲/۵\rightarrow hf=۵\,eV$$

$$\rightarrow\frac{hc}{\lambda}=۵\rightarrow\frac{۴\times۱۰^{-۱۵}\times۳\times۱۰^۸}{\lambda}=۵\rightarrow\lambda=۲/۴\times۱۰^{-۷}\,m\rightarrow\lambda=۲۴۰\,nm$$

۳۹- گزینه۳ کافی است معادله‌ی واپاشی را بنویسیم و از برابری عددهای اتمی و جرمی در دو طرف معادله استفاده کنیم:

$$^{A}_{Z}X\rightarrow{}^{۲۰۸}_{۸۱}Tl+{}^{۴}_{۲}\alpha+{}^{۰}_{+۱}e^{+}\rightarrow\begin{cases}A=۲۰۸+۴+۰\rightarrow A=۲۱۲\\Z=۸۱+۲+۱\rightarrow Z=۸۴\end{cases}$$

۴۰- گزینه۴ مانند تست ۶۰۱ فصل حرکت‌شناسی، ثابت می‌شود مسیر حرکت به شکل یک خط راست است. با توجه به شتاب ثابت متحرک (چه در راستای افقی و چه در راستای قائم) می‌نویسیم:

$$\Delta x=\frac{۱}{۲}a_xt^۲+v_{۰x}t=\frac{۱}{۲}\times۲\times۲^۲+۰=۴\,m$$

$$\Delta y=\frac{۱}{۲}a_yt^۲+v_{۰y}t=\frac{۱}{۲}\times(-۱/۵)\times۲^۲+۰=-۳\,m$$

$$\Delta r=\sqrt{\Delta x^۲+\Delta y^۲}=\sqrt{۴^۲+(-۳)^۲}=\sqrt{۱۶+۹}=\sqrt{۲۵}\rightarrow\Delta r=۵\,m$$

۴۱- گزینه۳ **گام اول:** سطح زمین را مبدأ انرژی پتانسیل گرانشی در نظر می‌گیریم (البته طراح مسئله باید این فرض را مطرح می‌کرد!). انرژی مکانیکی پرتابه در سطح زمین به طور کامل به شکل جنبشی است. از این مطلب استفاده می‌کنیم و سرعت اولیه‌ی پرتابه را حساب می‌کنیم:

$$E=\frac{۱}{۲}mv_۰^۲\rightarrow۲۵۰۰=\frac{۱}{۲}\times۰/۵\times v_۰^۲\rightarrow v_۰^۲=۱۰۰۰۰\rightarrow v_۰=۱۰۰\,m/s$$

گام دوم: با داشتن ارتفاع اوج گلوله می‌توان سرعت اولیه‌ی جسم در راستای قائم را حساب کرد:

$$h_s=\frac{v_{۰y}^۲}{۲g}\rightarrow۳۲۰=\frac{v_{۰y}^۲}{۲\times۱۰}\rightarrow v_{۰y}^۲=۶۴۰۰\rightarrow v_{۰y}=۸۰\,m/s$$

گام سوم: $v_{۰x}$ *رو هم حساب کنیم؛ نیاز می‌شه!*

$$v_۰^۲=v_{۰x}^۲+v_{۰y}^۲\rightarrow۱۰۰^۲=v_{۰x}^۲+۸۰^۲\rightarrow v_{۰x}^۲=۳۶۰۰\rightarrow v_{۰x}=۶۰\,m/s$$

گام چهارم: محاسبه‌ی جابه‌جایی پرتابه در راستای قائم پس از $۱۰\,s$:

$$\Delta y=-\frac{۱}{۲}gt^۲+v_{۰y}t$$

$$\Delta y=-\frac{۱}{۲}\times۱۰\times۱۰^۲+۸۰\times۱۰=-۵۰۰+۸۰۰=۳۰۰\,m$$

گام پنجم: محاسبه‌ی جابه‌جایی پرتابه در راستای افقی پس از $۱۰\,s$:

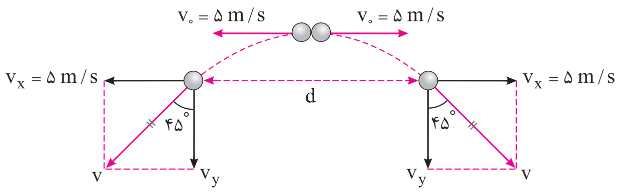
$$\Delta x=v_xt=v_{۰x}t=۶۰\times۱۰=۶۰۰\,m$$

گام ششم: حالا جابه‌جایی کل را حساب می‌کنیم:

$$\Delta r=\sqrt{\Delta x^۲+\Delta y^۲}$$

$$\Delta r=\sqrt{۶۰۰^۲+۳۰۰^۲}=\sqrt{(۳۰۰\times۲)^۲+۳۰۰^۲}=\sqrt{۴\times(۳۰۰)^۲+۳۰۰^۲}=\sqrt{۳۰۰^۲\times(۴+۱)}\rightarrow\Delta r=۳۰۰\sqrt{۵}\,m$$

۴۲- گزینه۱ مطابق شکل روبه‌رو، در لحظه‌ای که راستای سرعت گلوله‌ها بر هم عمود می‌شود، بردار سرعت هر کدام با امتداد قائم زاویه‌ی ۴۵° می‌سازد. در این موقعیت:



$$\tan۴۵^\circ=\frac{v_y}{v_x}\rightarrow v_y=v_x=v_{۰x}=v_۰\cos۰=۵\times۱=۵\,m/s$$

حالا لحظه‌ای را حساب می‌کنیم که v_y به مقدار فوق می‌رسد:

$$v_y=gt+v_{۰y}=gt+v_۰\sin۰\rightarrow۵=۱۰t+۰\rightarrow t=۰/۵\,s$$

در مدت فوق، جابه‌جایی هر گلوله در راستای افقی برابر است با:

$$\Delta x=v_xt=۵\times۰/۵=۲/۵\,m$$

فاصله‌ی دو گلوله از یکدیگر دو برابر مقدار بالاست:

$$d=۲\Delta x=۲\times۲/۵\rightarrow d=۵\,m$$

۴۳- گزینه۱ شبیه تست ۵۰۶ است. به همان ترتیب می‌نویسیم:

$$\Delta t=\frac{۲v_۱}{g} \rightarrow ۳=\frac{۲v_۱}{۱۰} \rightarrow v_۱=۱۵\ m/s$$

$$h_s=\frac{v_\circ^۲}{۲g} \xrightarrow[(v_\circ=v_۱)]{(h_s=h')} h'=\frac{v_۱^۲}{۲g}=\frac{۱۵^۲}{۲\times ۱۰}=\frac{۲۲۵}{۲۰} \rightarrow h'=۱۱/۲۵\ m$$

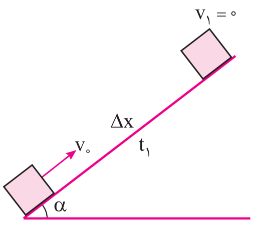
۴۴- گزینه۳ طبق رابطه‌ی $\vec{P}=m\vec{v}$، اگر اندازه‌ی تکانه‌ی متحرکی کم یا زیاد شود، بزرگی سرعت آن نیز در همان جهت کم یا زیاد می‌شود. P_x که ثابته ($P_x=۵\ kg.m/s$). باید ببینیم P_y چه‌طوری تغییر می‌کنه. $|P_y|$ تا لحظه‌ی $t=۲s$ کاهش و بعد از آن افزایش می‌یابد.

$$P_y=-۳t+۶ \xrightarrow{(t=۲s)} P_y=\circ \rightarrow$$

t	۰		۲		∞
$\lvert P_y \rvert$		↘	۰	↗	

توجه بفرمایید که $P=\sqrt{P_x^۲+P_y^۲}=\sqrt{۲۵+P_y^۲}$ و تکانه‌ی کل متحرک نیز تا لحظه‌ی $t=۲s$، کاهش و پس از آن افزایش می‌یابد؛ برای سرعت متحرک هم همین اتفاق می‌افتد.

۴۵- گزینه۴ این مسئله شبیه تست ۳۴۴ فصل دینامیک است و براساس اهمیتی که دارد، آن را در حالت کلی بررسی می‌کنیم.

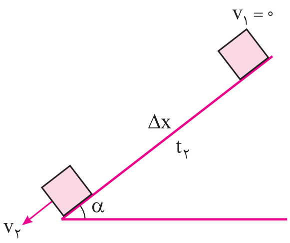


(الف)

جسمی را مطابق شکل الف با سرعت اولیه‌ی $v_\circ$ در امتداد سطح شیب‌دار به طرف بالا پرتاب می‌کنیم و جسم پس از طی مسافت Δx متوقف می‌شود ($v_۱=\circ$). با توجه به رابطه‌ی مستقل از سرعت اولیه می‌نویسیم:

$$\Delta x=-\frac{۱}{۲}a_۱t_۱^۲+v_۱t_۱$$

رابطه‌ی ۲۲ : $a_۱=-g(\sin\alpha+\mu_k\cos\alpha) \xrightarrow{(v_۱=\circ)} \Delta x=\frac{۱}{۲}g(\sin\alpha+\mu_k\cos\alpha)t_۱^۲ \quad (I)$



(ب)

جسم همین مسافت را به سمت پایین برمی‌گردد (شکل ب). در این حالت داریم: $\Delta x=\frac{۱}{۲}a_۲t_۲^۲+v_۱t_۲$

رابطه‌ی ۲۰ : $a_۲=g(\sin\alpha-\mu_k\cos\alpha) \xrightarrow{(v_۱=\circ)} \Delta x=\frac{۱}{۲}g(\sin\alpha-\mu_k\cos\alpha)t_۲^۲ \quad (II)$

$$(I)=(II) \rightarrow \frac{۱}{۲}g(\sin\alpha+\mu_k\cos\alpha)t_۱^۲=\frac{۱}{۲}g(\sin\alpha-\mu_k\cos\alpha)t_۲^۲ \rightarrow (\frac{t_۱}{t_۲})^۲=\frac{\sin\alpha-\mu_k\cos\alpha}{\sin\alpha+\mu_k\cos\alpha}$$

در این تست داریم:

$$t_۱=\frac{۱}{۲}t_۲ \rightarrow (\frac{۱}{۲})^۲=\frac{\sin ۳۷^\circ-\mu_k\cos ۳۷^\circ}{\sin ۳۷^\circ+\mu_k\cos ۳۷^\circ} \rightarrow \frac{۱}{۴}=\frac{\circ/۶-\circ/۸\mu_k}{\circ/۶+\circ/۸\mu_k} \rightarrow \circ/۶+\circ/۸\mu_k=۲/۴-۳/۲\mu_k \rightarrow ۴\mu_k=۱/۸$$

$$\rightarrow \mu_k=\frac{۱۸}{۴۰} \rightarrow \mu_k=\frac{۹}{۲۰}$$

۴۶- گزینه۲

$$a=\frac{m_۲g-\mu_km_۱g}{m_۱+m_۲} \xrightarrow{(\mu_k=۱)} a=\frac{(m_۲-m_۱)g}{m_۱+m_۲}$$

$$d=\frac{۱}{۲}at^۲+v_\circ t=\frac{۱}{۲}\times\frac{(m_۲-m_۱)g}{m_۱+m_۲}\times t^۲+\circ \rightarrow t^۲=\frac{۲d(m_۱+m_۲)}{(m_۲-m_۱)g} \rightarrow t=[\frac{۲d(m_۱+m_۲)}{(m_۲-m_۱)g}]^{\frac{۱}{۲}}$$

۴۷- گزینه۲ اگر مجموع زاویه‌هایی که دو متحرک طی می‌کنند ۲π رادیان شود، مجدداً از کنار هم عبور می‌کنند.

$$\Delta\theta_۱+\Delta\theta_۲=۲\pi \rightarrow \omega_۱t+\omega_۲t=۲\pi \rightarrow \omega_۱t+\frac{۱}{۴}\omega_۱t=۲\pi \rightarrow \frac{۵}{۴}\omega_۱t=۲\pi \rightarrow t=\frac{۸\pi}{۵\omega_۱}$$

مقدار بالا در بین گزینه‌ها نیست. *جای* $\omega_۱$ *رو به* $\omega_۲$ *بریم!*

$$\omega_۱=۴\omega_۲ \rightarrow t=\frac{۸\pi}{۵\times ۴\omega_۲} \rightarrow t=\frac{۲\pi}{۵\omega_۲}$$

۴۸- گزینه۴ شبیه تست ۱۵۹ فصل کار و انرژی است. فرض می‌کنیم فنر حداکثر به اندازه‌ی x فشرده می‌شود. در این صورت تمام انرژی پتانسیل گرانشی جسم به انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره‌شده در فنر تبدیل می‌شود:

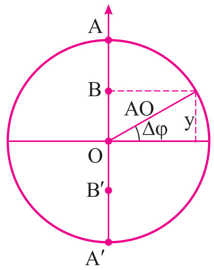
$$mg(h+x)=\frac{۱}{۲}kx^۲$$

$$\circ/۱\times ۱۰\times(\circ/۹+x)=\frac{۱}{۲}\times ۲۰۰\times x^۲ \rightarrow \circ/۹+x=۱۰۰x^۲$$

معادله‌ی بالا را لازم نیست حل کنید. با توجه به گزینه‌ها $x=\circ/۱\ m$ یا $x=۱۰\ cm$ به دست می‌آید:

$$\circ/۹+\circ/۱=۱۰۰\times(\circ/۱)^۲$$

۴۹- گزینه‌ی ۱ مطابق شکل، دایره‌ی مرجعی رسم کرده و نقطه‌های پاره‌خط نوسان را روی آن مشخص می‌کنیم. نقطه‌ی O مرکز نوسان است و فاصله‌ی نقطه‌ی B از آن، نیمی از دامنه‌ی نوسان است؛ اگر تغییر فاز نوسانگر در جابه‌جایی از O تا B را با $\Delta\varphi$ نشان دهیم، داریم:



$$\sin\Delta\varphi=\frac{y}{r}\xrightarrow[r=OA]{y=OB}\sin\Delta\varphi=\frac{OB}{OA}\xrightarrow{OA=2OB}\sin\Delta\varphi=\frac{1}{2}\rightarrow\Delta\varphi=\frac{\pi}{6}\,rad$$

اکنون از رابطه‌ی فاز با زمان داریم:

$$\Delta\varphi=\omega\Delta t\xrightarrow{(\omega=2\pi f)}\frac{\pi}{6}=2\pi f\times\frac{1}{300}\rightarrow f=25\,Hz$$

۵۰- گزینه‌ی ۲ باید دوره و دامنه‌ی نوسانگر را حساب کنیم. وقتی نوسانگر از وضع تعادل عبور می‌کند، مکانش برابر صفر و سرعتش بیشینه می‌شود؛ پس داریم:

$$v^2=\frac{\pi^2}{400}-\frac{\pi^2}{4}x^2\xrightarrow[(v=v_{max})]{(x=0)}v_{max}^2=\frac{\pi^2}{400}\rightarrow v_{max}=\frac{\pi}{20}\,m/s\rightarrow v_{max}=5\pi\,cm/s$$

با توجه به مقدار v_{amx} ، (۱) یا (۲) درست هستند. از طرف دیگر وقتی نوسانگر به انتهای مسیرش می‌رسد، سرعتش برابر صفر و مکانش برابر با دامنه‌ی نوسان می‌شود، پس می‌توان نوشت:

$$v^2=\frac{\pi^2}{400}-\frac{\pi^2}{4}x^2\xrightarrow[(v=0)]{(x=A)}\frac{\pi^2}{4}A^2=\frac{\pi^2}{400}\rightarrow A=0/1\,m$$

$$v_{max}=A\omega\rightarrow\frac{\pi}{20}=\frac{1}{10}\times\omega\rightarrow\omega=\frac{\pi}{2}\,rad/s\quad,\quad T=\frac{2\pi}{\omega}=\frac{2\pi}{\frac{\pi}{2}}\rightarrow T=4\,s$$

زمان مشخص‌شده روی محور t نمودارها برابر $\frac{5}{4}T=5\,s$ است؛ بنابراین (۲) صحیح است.

۵۱- گزینه‌ی ۳ در تارهای مرتعش، شماره‌ی هماهنگ با تعداد شکم‌ها برابر است؛ بنابراین تار هماهنگ سوم خود را تولید کرده است و داریم:

$$f_n=\frac{nv}{2L}\xrightarrow{n=3}f_3=\frac{3\times180}{2\times0/45}\rightarrow f_3=600\,Hz$$

۵۲- گزینه‌ی ۳ ابتدا مکان $x=\frac{1}{6}\,m$ را در تابع موج جای‌گذاری می‌کنیم تا معادله‌ی مکان ذره به دست آید. سپس از معادله‌ی مکان نسبت به زمان مشتق می‌گیریم تا معادله‌ی سرعت ذره حاصل شود:

$$u_y=0/2\sin(15\pi t-\pi x)\xrightarrow{(x=\frac{1}{6}m)}y=0/2\sin(15\pi t-\frac{\pi}{6})$$

$$v=\frac{dy}{dt}\rightarrow v=0/2\times15\pi\cos(15\pi t-\frac{\pi}{6})\xrightarrow{(t=\frac{1}{30}s)}v_{\frac{1}{30}}=3\pi\cos(\frac{\pi}{2}-\frac{\pi}{6})$$

$$\rightarrow v_{\frac{1}{30}}=3\pi\cos(\frac{\pi}{3})\rightarrow v_{\frac{1}{30}}=3\pi\times\frac{1}{2}\xrightarrow{(\pi=3)}v_{\frac{1}{30}}=4/5\,m/s$$

۵۳- گزینه‌ی ۲ با توجه به نقش موج، فاصله‌ی دو نقطه‌ی M و N از هم برابر $\frac{\lambda}{2}$ است؛ پس این دو نقطه در فاز مخالف‌اند و بزرگی سرعتشان با هم برابر است، اما همواره در خلاف جهت یکدیگر حرکت می‌کنند. اختلاف فاز دو نقطه برابر $\Delta\varphi=k\Delta x=\frac{2\pi}{\lambda}\times\frac{\lambda}{2}=\pi\,rad$ است. با گذشت زمان و پیش‌روی موج، قله‌ی قبل از M و دره‌ی قبل از N به این نقطه‌ها می‌رسند؛ بنابراین هر دو نقطه‌ی M و N در حال دورشدن از وضع تعادل هستند و حرکتشان کندشونده است.

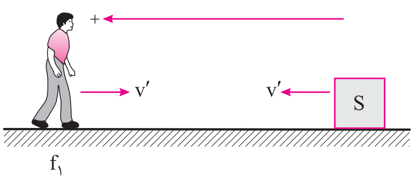
۵۴- گزینه‌ی ۱ می‌دانیم لوله‌های صوتی بسته، تنها هماهنگ‌های فرد صوت اصلی خود را تشدید می‌کنند، پس نسبت بسامد دو صوت یک لوله‌ی صوتی بسته پس از ساده‌شدن، به صورت نسبت دو عدد فرد درمی‌آید. در بین گزینه‌های داده‌شده، تنها در (۱) صورت و مخرج هر دو فرد هستند.

۵۵- گزینه‌ی ۳ از رابطه‌ی تراز شدت نسبی دو صوت استفاده می‌کنیم:

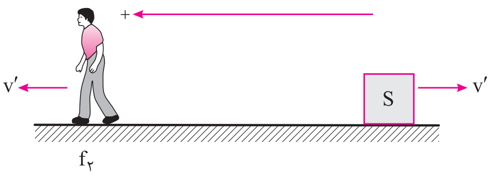
$$\beta_2-\beta_1=10\log\frac{I_2}{I_1}\xrightarrow[(I_2=8I_1)]{(\beta_2=1/3\beta_1)}1/3\beta_1-\beta_1=10\log\frac{8I_1}{I_1}\rightarrow0/3\beta_1=10\log8$$

$$\rightarrow0/3\beta_1=10\log2^3\rightarrow0/3\beta_1=30\log2\rightarrow0/3\beta_1=30\times0/3\rightarrow\beta_1=30\,dB$$

۵۶- گزینه‌ی ۲ در حالت اول که چشمه و شنونده به هم نزدیک می‌شوند، با توجه به شکل و به کمک رابطه‌ی دوپلر داریم:



$$\frac{f_o}{\vec{v}-\vec{v}_o}=\frac{f_s}{\vec{v}-\vec{v}_s}\xrightarrow{f_o=f_1}\frac{f_1}{v+v'}=\frac{f_s}{v-v'}\rightarrow f_1=\frac{v+v'}{v-v'}f_s$$



به طریق مشابه در حالت دوم که چشمه و شنونده از هم دور می‌شوند، به رابطه‌ی $f_۲ = \frac{v-v'}{v+v'} f_s$ می‌رسیم. حالا می‌توان نوشت:

$$f_۱ - f_۲ = ۳۳۰\ \text{Hz}$$

$$\rightarrow \left(\frac{v+v'}{v-v'} - \frac{v-v'}{v+v'}\right)\times f_s = ۳۳۰ \xrightarrow{(f_s = ۹۰۰\,\text{Hz})} \frac{(v+v')^۲ - (v-v')^۲}{(v-v')(v+v')} = \frac{۳۳۰}{۹۰۰}$$

$$\rightarrow \frac{۴vv'}{(v-v')(v+v')} = \frac{۱۱}{۳۰} \rightarrow ۱۲۰vv' = ۱۱(v-v')(v+v')$$

$$v = ۳۳۰\ \text{m/s} \rightarrow ۱۲۰\times ۳۳۰\times v' = ۱۱\times(۳۳۰-v')(۳۳۰+v') \rightarrow (۳۳۰-v')(۳۳۰+v') = ۳۶۰۰\ v'$$

حالا اگر مقدار v' را از گزینه‌ها در عبارت بالا جای‌گذاری کنیم، معلوم می‌شود به ازای $v' = ۳۰\ \text{m/s}$ تساوی برقرار می‌شود.

۵۷- گزینه۴ آلفا، بتا و پوزیترون ذراتی هستند که به هنگام واپاشی هسته‌ها آزاد می‌شوند. این ذره‌ها حامل بار الکتریکی هستند و در میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی منحرف می‌شوند؛ اما اشعه‌ی ایکس و پرتو گاما از جنس امواج الکترومغناطیسی هستند، به این معنی که حامل بار الکتریکی نیستند و در میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی منحرف نمی‌شوند.

۵۸- گزینه۱ در آزمایش یانگ، فاصله‌ی نوار تاریک mاُم از نوار روشن مرکزی از رابطه‌ی $x_m = (۲m-۱)W$ به دست می‌آید که W پهنای هر نوار تداخلی است. هم‌چنین فاصله‌ی دو نوار روشن متوالی، دو برابر پهنای هر نوار تداخلی است؛ پس می‌توان نوشت:

$$۲W = ۳\times ۱۰^{-۴} \rightarrow W = ۱/۵\times ۱۰^{-۴}$$

$$x_m = (۲m-۱)W \xrightarrow{m=۵} x_۵ = (۲\times ۵ - ۱)\times ۱/۵\times ۱۰^{-۴} \rightarrow x_۵ = ۱/۳۵\times ۱۰^{-۳}\ \text{m} \rightarrow x_۵ = ۱/۳۵\ \text{mm}$$

۵۹- گزینه۴ با استفاده از رابطه‌ی پلانک داریم:

$$E_\circ = hf \rightarrow E_\circ = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow ۲\times ۱۰^۳ = \frac{۴\times ۱۰^{-۱۵}\times ۳\times ۱۰^۸}{\lambda} \rightarrow \lambda = ۶\times ۱۰^{-۱۰}\text{m} \rightarrow \lambda = ۰/۶\ \text{nm}$$

۶۰- گزینه۱ باید بسامد قطع فلز را به دست آوریم:

$$W_\circ = hf_\circ \rightarrow ۲ = ۴\times ۱۰^{-۱۵}\times f_\circ \rightarrow f_\circ = ۵\times ۱۰^{۱۴}\ \text{Hz} \rightarrow f_\circ = ۵۰۰\times ۱۰^{۱۲}\ \text{Hz} \xrightarrow{۱\text{T} = ۱۰^{۱۲}} f_\circ = ۵۰۰\ \text{THz}$$

در نمودار $f - V_\circ$ محل تقاطع نمودار با محور f، بسامد قطع فلز را نشان می‌دهد، پس ۱ درست است.

۶۱- گزینه۴ ایزوتوپ ^{۲۳۹}Np پرتوزا است و با نیمه‌عمر ۲/۳ روز و گسیل ذره‌ی بتا (الکترون) به پلوتونیم تبدیل می‌شود:

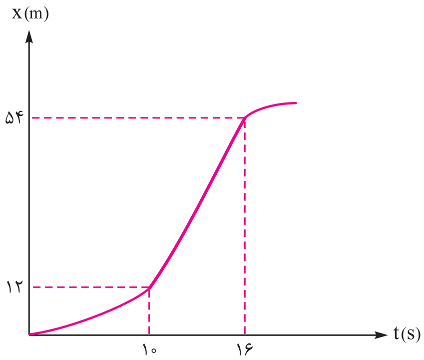
$$^{۲۳۹}_{۹۳}\text{Np} \longrightarrow {}^{\ \,۰}_{-۱}e^- + {}^{۲۳۹}_{۹۴}\text{Pu}$$

۶۲- گزینه۳ با توجه به نمودار تعداد هسته‌ها برحسب زمان، پس از گذشت ۳ روز تعداد هسته‌های A از ۱۰۰۰ هسته‌ی فعال، نصف شده و به ۵۰۰ هسته‌ی فعال می‌رسد؛ بنابراین نیمه‌عمر ماده‌ی A برابر (روز) $T_A = ۳$ است. پس از گذشت ۹ روز، ماده‌ی A، $n_A = \frac{t}{T_A} = \frac{۹}{۳} = ۳$ نیمه‌عمر را طی می‌کند و تعداد هسته‌های فعالش به $N = \frac{N_\circ}{۲^n} = \frac{۱۰۰۰}{۲^۳} = ۱۲۵$ هسته می‌رسد. از آن‌جا که پس از گذشت ۳ روز تعداد هسته‌های فعال ماده‌ی B هم از ۱۰۰۰ هسته به ۱۲۵ هسته می‌رسد، داریم:

$$n_B = \frac{t}{T_B} \rightarrow ۳ = \frac{۳}{T_B} \rightarrow T_B = ۱\ \text{روز}$$

حالا برای محاسبه‌ی زمانی که در آن تعداد هسته‌های ماده‌ی B به $\frac{۱}{۳۲}$ تعداد اولیه می‌رسد، داریم:

$$N = \frac{N_\circ}{۲^n} \rightarrow \frac{N_\circ}{۳۲} = \frac{N_\circ}{۲^n} \rightarrow ۲^n = ۳۲ \rightarrow ۲^n = ۲^۵ \rightarrow n = ۵ \rightarrow \frac{t}{T_B} = ۵ \rightarrow \frac{t}{۱} = ۵ \rightarrow t = ۵\ \text{روز}$$

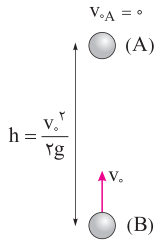


۶۳- گزینه۳ در بازه‌ی زمانی $t = ۱۰\text{s}$ تا $t = ۱۶\text{s}$، شیب نمودار ثابت و بیشینه است؛ بنابراین سرعت متحرک در این بازه‌ی زمانی بیشینه است. برای محاسبه‌ی سرعت متحرک در این بازه‌ی زمانی، می‌توانیم براساس شکل روبه‌رو سرعت متوسط متحرک را در همین بازه حساب کنیم (هر خانه‌ی محور افقی ۲s و هر خانه‌ی محور قائم ۶ m/s است).

$$v = \bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۵۴-۱۲}{۱۶-۱۰} = \frac{۴۲}{۶} \rightarrow v = ۷\ \text{m/s}$$

۶۴- گزینه۴

حرکت گلوله‌ها را از لحظه‌ای بررسی می‌کنیم که گلوله‌ی A در اوج قرار دارد و گلوله‌ی B با سرعت $v_۰$ رو به بالا پرتاب می‌شود. لحظه‌ی رسیدن دو گلوله به یکدیگر برابر است با:



$$t=\frac{h}{v_{۰A}+v_{۰B}}=\frac{h}{۰+v_۰}\xrightarrow{(h=\frac{v_۰^۲}{۲g})}t=\frac{v_۰}{۲g}$$

جابه‌جایی گلوله‌ی B در مدت فوق نشان می‌دهد که دو گلوله در چه ارتفاعی از کنار هم می‌گذرند.

$$\Delta y_B=-\frac{۱}{۲}gt^۲+v_۰t=-\frac{۱}{۲}g\times(\frac{v_۰}{۲g})^۲+v_۰(\frac{v_۰}{۲g})=-\frac{v_۰^۲}{۸g}+\frac{v_۰^۲}{۲g}\to\Delta y_B=\frac{۳v_۰^۲}{۸g}$$

۶۵- گزینه۴

$$\vec{v}=\frac{d\vec{r}}{dt}=۲۰t\,\vec{i}+(-۱۵t^۲+۱۵)\,\vec{j}$$

$$\vec{a}=\frac{d\vec{v}}{dt}=۲۰\,\vec{i}+(-۳۰t)\,\vec{j}\to a=\sqrt{۲۰^۲+(-۳۰t)^۲}=\sqrt{۴۰۰+۹۰۰t^۲}$$

در لحظه‌ی $t=۰$ بزرگی شتاب متحرک به کم‌ترین مقدار خود می‌رسد:

$$t=۰\to a=a_{min}=\sqrt{۴۰۰}=۲۰\,m/s^۲$$

دراین لحظه شتاب متحرک در راستای افقی است:

$$\vec{a}=۲۰\,\vec{i}$$

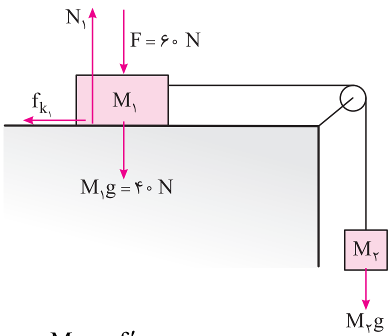
و سرعت آن در راستای قائم:

$$\vec{v}=۲۰t\,\vec{i}+(-۱۵t^۲+۱۵)\,\vec{j}\xrightarrow{(t=۰)}\vec{v}=۱۵\,\vec{j}$$

بنابراین بردارهای سرعت و شتاب متحرک بر هم عمودند.

۶۶- گزینه۱

تا قبل از حذف نیروی F، داریم:



$$\Sigma F_{y_۱}=۰$$

$$N_۱=F+M_۱g=۶۰+۴۰=۱۰۰\,N$$

$$f_{k_۱}=\mu_kN_۱=۰/۲\times۱۰۰=۲۰\,N$$

$$\Sigma F_{\text{دستگاه}}=۰\to M_۲g=f_{k_۱}\to M_۲g=۲۰\,N\to۱۰M_۲=۲۰\to M_۲=۲\,kg$$

بعد از حذف نیروی F، اصطکاک کاهش می‌یابد و دستگاه با شتاب ثابت شروع به حرکت می‌کند.

در این حالت:

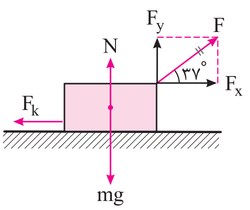
$$N'_۱=mg=۴۰\,N$$

$$f'_{k_۱}=\mu_kN'_۱=۰/۲\times۴۰=۸\,N$$

$$a=\frac{M_۲g-f'_{k_۱}}{M_۱+M_۲}=\frac{۲۰-۸}{۴+۲}=\frac{۱۲}{۶}\to a=۲\,m/s^۲$$

۶۷- گزینه۲

در حالت اول که جسم با سرعت ثابت حرکت می‌کند، برایند نیروهای وارد بر جسم، چه در راستای افقی و چه در راستای قائم برابر صفر است.



$$N_۱+F_y=mg\to N_۱+F\sin۳۷^\circ=۵/۵\times۱۰\to N_۱=۵۵-۰/۶F$$

$$F_x=f_k\to F\cos۳۷^\circ=\mu_kN_۱\to۰/۸F=۰/۵\times(۵۵-۰/۶F)\to۲/۲F=۵۵\to F=۲۵\,N$$

$$N_۱=۵۵-۰/۶F=۵۵-۰/۶\times۲۵=۵۵-۱۵=۴۰\,N$$

اگر نیروی F دو برابر شود، خواهیم داشت:

$$F_{۲y}=F_۲\sin۳۷^\circ=۲F\sin۳۷^\circ=۲\times۲۵\times۰/۶=۳۰\,N$$

$$N_۲+F_{۲y}=mg\to N_۲+۳۰=۵/۵\times۱۰\to N_۲=۵۵-۳۰=۲۵\,N$$

$$\frac{f_{k_۲}}{f_{k_۱}}=\frac{\mu_kN_۲}{\mu_kN_۱}=\frac{N_۲}{N_۱}=\frac{۲۵}{۴۰}\to\frac{f_{k_۲}}{f_{k_۱}}=\frac{۵}{۸}$$

۶۸- گزینه۳

شبیه تست ۲۱۴ است. با همان استدلال معلوم می‌شود دوره‌ی گردش ماهواره‌ی A، ۱۲ ساعت است (یعنی در هر شبانه‌روز دو بار دوران می‌کند و یک بار به طور کامل زمین را دور می‌زند).

$$T^۲\propto r^۳\to(\frac{T_B}{T_A})^۲=(\frac{r_B}{r_A})^۳=(\frac{۹r_A}{r_A})^۳\to(\frac{T_B}{۱۲})^۲=۹\times۹\times۹$$

$$\to\frac{T_B}{۱۲}=۳\times۳\times۳\to T_B=۱۲\times۲۷\to T_B=۳۲۴\,h$$

۶۹- گزینه۲

دقت کنید، $K_۲=\frac{۵}{۴}K_۱$ نیست! $\Delta K=\frac{۵}{۴}K_۱$ است!

$$\begin{cases}\Delta K=\frac{۵}{۴}K_۱\to K_۲-K_۱=\frac{۵}{۴}K_۱\to K_۲=\frac{۹}{۴}K_۱\\ v_۲=v_۱+۵\end{cases}\to\frac{K_۲}{K_۱}=(\frac{v_۲}{v_۱})^۲\to\frac{۹}{۴}=(\frac{v_۱+۵}{v_۱})^۲\to\frac{۳}{۲}=\frac{v_۱+۵}{v_۱}$$

$$\to۳v_۱=۲v_۱+۱۰\to v_۱=۱۰\,m/s$$

۷۰- گزینه۱ نوسانگر در مدت $\frac{T}{۲}$ می‌تواند از یک انتهای مسیر به انتهای دیگر مسیر برود؛ بنابراین بیشینه‌ی جابه‌جایی نوسانگر در نیم دوره برابر $۲A$ است و داریم: $A=۰/۰۵\,m$. حالا از رابطه‌ی انرژی مکانیکی نوسانگر استفاده می‌کنیم:

$$E=\frac{۱}{۲}mA^{۲}\omega^{۲} \rightarrow ۱/۲۵\times۱۰^{-۲}\pi^{۲}=\frac{۱}{۲}\times۰/۱\times(۰/۰۵)^{۲}\times\omega^{۲} \rightarrow \omega^{۲}=۱۰۰\pi^{۲} \rightarrow \omega=۱۰\pi\ rad/s$$

با داشتن A و ω نوشتن معادله‌ی سرعت نوسانگر کاری ندارد:

$$v=A\omega\cos(\omega t) \rightarrow v=۰/۰۵\times۱۰\pi\cos(۱۰\pi t) \rightarrow v=۰/۵\pi\cos(۱۰\pi t)$$

۷۱- گزینه۳

$$f=\frac{N}{t}=\frac{۲}{۰/۴}=۵\ Hz \rightarrow \omega=۲\pi f=۱۰\pi\ rad/s$$

$$a_{max}=A\omega^{۲} \rightarrow ۲۰=A\times(۱۰\pi)^{۲} \xrightarrow{(\pi^{۲}=۱۰)} A=۰/۰۲\,m=۲\,cm$$

طول پاره‌خط نوسانی دو برابر دامنه‌ی نوسان است؛ پس می‌توان نوشت:

$$\overline{MN}=۲A=۴\,cm$$

۷۲- گزینه۴ سرعت انتشار موج در طناب برابر است با:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}} \rightarrow v=\sqrt{\frac{۳۲۰}{۰/۲}}=\sqrt{۱۶۰۰}=۴۰\,m/s$$

اکنون از رابطه‌ی آهنگ متوسط انتقال انرژی در طناب استفاده می‌کنیم:

$$\overline{P}=۲\pi^{۲}\mu vf^{۲}A^{۲} \rightarrow \overline{P}=۲\pi^{۲}\times۰/۲\times۴۰\times۵^{۲}\times(۰/۱)^{۲} \rightarrow \overline{P}=۴۰\,W$$

۷۳- گزینه۴ با توجه به نقش دو موج، تا $x=۳۰\,cm$، موج A یک دوره‌ی کامل و موج B به اندازه‌ی $\frac{۳}{۴}$ دوره پیش‌روی کرده‌اند؛ پس می‌توان نوشت:

$$۳۰\,cm=\lambda_A=\frac{۳}{۴}\lambda_B \rightarrow \lambda_A=۳۰\,cm\ ,\ \lambda_B=۴۰\,cm$$

$$\lambda_A=\frac{v}{f_A} \rightarrow ۰/۳=\frac{۳۰}{f_A} \rightarrow f_A=۱۰۰\,Hz$$

$$\lambda_B=\frac{v}{f_B} \rightarrow ۰/۴=\frac{۳۰}{f_B} \rightarrow f_B=۷۵\,Hz$$

اکنون تعداد نوسان‌های هر موج در مدت $۲۰\,s$ را حساب کرده و جواب را به دست می‌آوریم:

$$f=\frac{N}{t} \rightarrow N=ft$$

$$N_A=f_At \rightarrow N_A=۱۰۰\times۲۰=۲۰۰۰\ ,\ N_B=f_Bt \rightarrow N_B=۷۵\times۲۰=۱۵۰۰$$

$N_A-N_B=۵۰۰$ نوسان کامل

۷۴- گزینه۱ از رابطه‌ی تراز شدت نسبی دو صوت استفاده می‌کنیم:

$$\beta_۲-\beta_۱=۱۰\log(\frac{I_۲}{I_۱}) \xrightarrow{(\beta_۲-\beta_۱=۳\,dB)} ۳=۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱} \rightarrow ۰/۳=\log\frac{I_۲}{I_۱} \rightarrow \log۲=\log\frac{I_۲}{I_۱} \rightarrow \frac{I_۲}{I_۱}=۲$$

۷۵- گزینه۲ در آزمایش یانگ، فاصله‌ی m امین نوار روشن مرکزی از رابطه‌ی $x_m=\frac{m\lambda D}{a}$ به دست می‌آید؛ هم‌چنین اختلاف فاصله‌ی m امین نوار روشن از دو شکاف از رابطه‌ی $\delta_m=m\lambda$ به دست می‌آید؛ پس می‌توان نوشت:

$$x_m=\frac{\delta_mD}{a} \xrightarrow{m=۳} ۳\times۱۰^{-۳}=\frac{\delta_۳\times۱/۲}{۱\times۱۰^{-۳}} \rightarrow \delta_۳=۲/۵\times۱۰^{-۶}\,m \rightarrow \delta_۳=۲/۵\times۱۰^{-۳}\,mm$$

۷۶- گزینه۳ با توجه به الگوی اتمی بور، اگر الکترون از مدار n ام به مدار n' ام برود، فوتونی گسیل می‌شود که انرژی‌اش برابر با اختلاف انرژی الکترون در دو مدار است؛ یعنی می‌توان نوشت:

$$E_n-E_{n'}=hf \rightarrow -\frac{E_R}{n^{۲}}-(-\frac{E_R}{n'^{۲}})=hf \rightarrow (-\frac{۱}{n^{۲}}+\frac{۱}{n'^{۲}})=\frac{hf}{E_R}$$

$$\xrightarrow[(hf=۱۶/۳۲\times۱۰^{-۱۹}\,J)]{(E_R=|E_۱|=۲۱/۷۶\times۱۰^{-۱۹}\,J)} (\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}})=\frac{۱۶/۳۲}{۲۱/۷۶} \rightarrow \frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}}=\frac{۳}{۴} \rightarrow \frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}}=۱-\frac{۱}{۴} \rightarrow \frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}}=\frac{۱}{۱^{۲}}-\frac{۱}{۲^{۲}} \rightarrow n'=۱\ ,\ n=۲$$

۷۷- گزینه۲

$$K=hf-W_۰ \rightarrow \begin{cases}K_۱=hf_۱-W_۰\\K_۲=hf_۲-W_۰\end{cases} \xrightarrow{(K_۲=۳K_۱)} ۳(hf_۱-W_۰)=hf_۲-W_۰$$

$$\xrightarrow{(f_۲=۲f_۱)} ۳hf_۱-۳W_۰=۲hf_۱-W_۰ \rightarrow hf_۱=۲W_۰ \xrightarrow{(W_۰=hf_۰)} hf_۱=۲hf_۰ \rightarrow f_۰=\frac{f_۱}{۲}$$

۷۸- گزینه۲ کاستی جرم برابر است با:

$$m=(۲۲۳/۰۱۸u-۲۱۹/۰۰۹u-۴/۰۰۳u) \rightarrow m=۰/۰۰۶u$$

انرژی معادل با هر u برابر $۹۳۱/۵$ مگاالکترون‌ولت است؛ پس داریم:

$$E=۹۳۱/۵\times۰/۰۰۶ \rightarrow E=۵/۵۸۹\,MeV \rightarrow E=۵/۵۸۹\times۱۰^{-۶}\,eV$$

$$\xrightarrow{(۱\,eV=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\,J)} E=۵/۵۸۹\times۱۰^{۶}\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\,J \rightarrow E=۸/۹۴۲۴\times۱۰^{-۱۳}\,J$$