در یک تار دو سربسته، یکی از بسامدهای تشدیدی ۳۲۵Hz و بسامد تشدیدی بعدی ۳۹۰Hz است. اگر طول تار ۲۰cm باشد، تندی انتشار صوت در تار چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۱۳ ۲) ۲۶ ۳) ۵۲ ۴) ۱۰۴

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

اختلاف بسامد دو هماهنگ متوالی برابر بسامد اصلی تار است.

$$f_1 = ۳۹۰ - ۳۲۵ = ۶۵ \text{ Hz}$$

$$f_1 = \frac{v}{۲L} \Rightarrow ۶۵ = \frac{v}{۲ \times ۰/۲} \Rightarrow V = ۲۶ \frac{m}{s}$$

اگر موج سینوسی از قسمت ضخیم طناب به قسمت نازک آن وارد شود، تندی، بسامد و طول موج عبوری در مقایسه با موج فرودی چه تغییری می‌کند؟

۱) کاهش، افزایش و کاهش
۲) افزایش، کاهش و افزایش
۳) کاهش، ثابت و کاهش
۴) افزایش، ثابت و افزایش

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. بسامد موج ثابت می‌ماند و سرعت انتشار موج افزایش می‌یابد با توجه به رابطه‌ی $v = \lambda . f$ طول موج نیز افزایش می‌یابد.

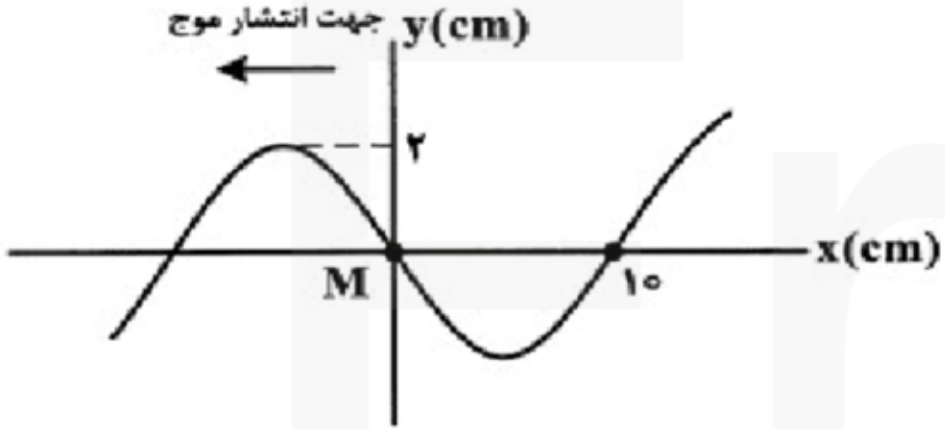
وال عنبر یکی از جانورانی است که با استفاده از پژواک امواج فراصوتی، مکان‌یابی می‌کند. بسامد امواج فراصوتی که این وال تولید می‌کند، حدود ۱۰۰kHz است. زمان رفت و برگشت صوت گسیل شده توسط وال برای مانعی که در فاصله‌ی ۱۵۰ متری از آن قرار گرفته چند ثانیه است؟ (تندی صورت در آب دریا $\frac{m}{s}$ ۱۵۰۰ فرض شود.)

۱) ۰/۱ ۲) ۰/۲ ۳) ۰/۳ ۴) ۰/۴

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$t = \frac{x}{v} = \frac{۳۰۰}{۱۵۰۰} = ۰/۲s$$

شکل زیر، تصویر لحظه‌ای از یک موج عرضی در یک ریسمان کشیده شده را نشان می‌دهد. در مدت $\frac{T}{۴}$ ذره‌ی M و موج به ترتیب مسافت چند سانتی‌متر را طی می‌کنند؟



۱) ۱ و ۵
۲) ۲ و ۵
۳) ۱ و ۱۰
۴) ۲ و ۱۰

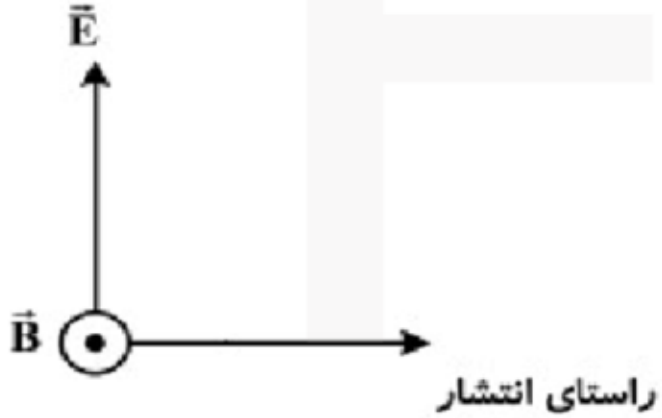
گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

در مدت $\frac{T}{۴}$ ذره M از مکان $y = ۰$ به مکان $y = +۲cm$ می‌رود و موج در این مدت مسافت $\frac{\lambda}{۴} = ۵cm$ را طی می‌کند.

یک موج الکترومغناطیسی در یک راستا منتشر می‌شود. در یک نقطه از این مسیر انتشار جهت میدان الکتریکی در راستای قائم روبه بالا و جهت میدان مغناطیسی در راستای افقی و روبه جنوب است جهت انتشار موج به کدام سمت است؟

۱) شمال ۲) جنوب ۳) مشرق ۴) مغرب

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



با توجه به قاعده‌ی دست راست، راستای انتشار در جهت مشرق است.

یک چشمه‌ی موج در تشت آبی به عمق ۵cm نوسان می‌کند فاصله‌ی بین دو برآمدگی مجاور ۵۰cm است. اگر این چشمه در تشت آبی به عمق ۷cm نوسان کند، این فاصله ۶۰cm می‌شود. سرعت انتشار موج در حالت دوم چند برابر سرعت انتشار موج در حالت اول است؟

۱) ۱ ۲) $\frac{۶}{۵}$ ۳) $\frac{۷}{۵}$ ۴) $\frac{۷}{۶}$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\frac{V_۲}{V_۱} = \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{۶۰}{۵۰} = \frac{۶}{۵}$$

شدت صوتی با بسامد ۱۶۰۰Hz برابر $۱۰^{-۴}\ \frac{W}{m^۲}$ است. تراز شدت این صورت چند دسی‌بل است؟

$\left(I_۰ = ۱۰^{-۱۲}\ \frac{W}{m^۲}\right)$

۱) ۴۰ ۲) ۶۰ ۳) ۸۰ ۴) ۱۲۰

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\beta = ۱۰\ \text{Log}\ \frac{I}{I_۰} = ۱۰\ \text{Log}\ \frac{۱۰^{-۴}}{۱۰^{-۱۲}} = ۸۰\ \text{dB}$$

معادله‌ی حرکت نوسانگری در SI به‌صورت $x = ۰/۱ \cos ۱۰\pi t$ است. اگر جرم نوسانگر $۲۰۰g$ باشد، در لحظه‌ی $t = \frac{۳}{۲۰} s$ انرژی جنبشی نوسانگر چند ژول است؟ $(\pi^۲ = ۱۰)$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۰/۱ ۴) ۰/۵

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

در لحظه‌ی $t = \frac{۳}{۲۰} s$ مکان نوسانگر $x = ۰$ است و در این مکان انرژی جنبشی نوسانگر برابر انرژی مکانیکی است.

$$K_{max} = \frac{۱}{۲} mA^۲ \omega^۲ = \frac{۱}{۲} \times \frac{۲}{۱۰} \times \frac{۱}{۱۰۰} \times ۱۰۰\pi^۲ = ۱$$

نوسانگر ساده‌ای با دوره‌ی ۰/۲ ثانیه روی پاره‌خطی به طول ۴cm حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. در لحظه‌ای که نوسانگر از مرکز نوسان می‌کند، بزرگی سرعتش چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۰/۲π ۲) ۰/۴π ۳) ۲۰π ۴) ۴۰π

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0/2} = 10\pi \ \frac{Rad}{s}$$

در لحظه‌ی عبور از مرکز نوسان سرعت نوسانگر بیشینه است.

$$V_{max} = A\omega = 0/02 \times 10\pi = 0/2\ \pi \ \frac{m}{s}$$

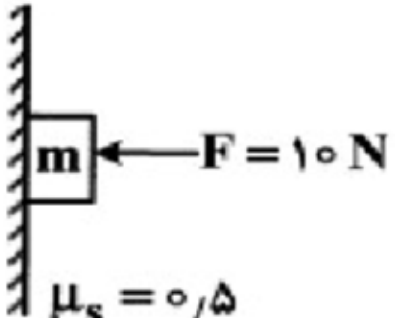
ماهواره‌ی A به جرم m در یک مدار دایره‌ای به شعاع r دور زمین می‌چرخد. ماهواره‌ی B به جرم ۲m در یک مدار دایره‌ای به شعاع ۲r به دور زمین می‌چرخد. انرژی جنبشی ماهواره‌ی A چند برابر انرژی جنبشی ماهواره‌ی B است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$ ۴) $\frac{\sqrt{۲}}{۴}$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\frac{K_A}{K_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{r_B}{r_A} = \frac{\cancel{m}}{\cancel{۲m}} \frac{\cancel{۲r}}{\cancel{r}} = ۱$$

مطابق شکل به جسم نیروی افقی F وارد می‌شود و جسم ساکن است. درباره‌ی نیروهای وارد بر جسم کدام مورد است؟



۱) واکنش نیروی $\vec{F}$، نیروی عمودی سطح است.
۲) نیروی وزن برابر نیروی اصطکاک ایستایی است.
۳) واکنش نیروی وزن، نیروی اصطکاک است.
۴) همه‌ی موارد درست است.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. چون جسم ساکن است باید نیروی وزن برابر نیروی اصطکاک ایستایی باشد.

توپی به جرم ۲۰۰g از ارتفاع ۴۵ متری زمین رها می‌شود. بزرگی تکانه ی این توپ در لحظه‌ی برخورد به زمین در SI چقدر است؟ (مقاومت هوا ناچیز فرض شود و $\left(g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}\right)$

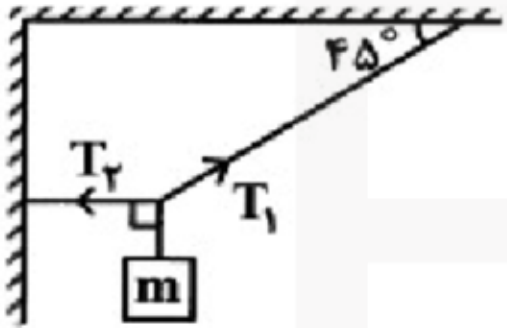
۱) ۳ ۲) ۶ ۳) ۹ ۴) ۱۲

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$v = \sqrt{۲gh} = \sqrt{۲ \times ۱۰ \times ۴۵} = ۳۰ \frac{m}{s}$$

$$P = mv = ۰/۲ \times ۳۰ = ۶ \, kg \frac{m}{s}$$

در شکل زیر اگر $T_2 = 40N$ باشد، جرم وزنه‌ی آویخته شدن چند کیلوگرم است؟ $\left(g = 10 \frac{m}{s^2}\right)$



۱) $2\sqrt{2}$

۲) $4\sqrt{2}$

۳) ۸

۴) ۴

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

برای اینکه وزنه‌ی m در حال تعادل باشد، باید برایند نیروهای T_2 و mg در راستای T_1 باشد $\Leftarrow T_2$ و mg باید با هم، هم‌اندازه باشند.

$T_2 = mg = 40 \Rightarrow m = 4kg$

گلوله‌ای از ارتفاع ۹۰ متری سطح زمین در شرایط خلاء رها می‌شود. سرعت متوسط گلوله در ثانیه سوم چند برابر سرعت در لحظه‌ی $t = ۲/۵\ s$ است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) $\frac{۲}{۵}$ ۴) $\frac{۵}{۲}$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

ثانیه سوم بازه‌ی زمانی بین $t = ۲s$ تا $t = ۳s$ است.

$$V = -gt$$

$$\begin{cases} v_۲ = -۲۰\ \frac{m}{s} \\ v_۳ = -۳۰\ \frac{m}{s} \end{cases} \quad V_{av} = \frac{-۲۰ + (-۳۰)}{۲} = -۲۵\ \frac{m}{s}$$

$$V_{۲/۵} = -۱۰\ (۲/۵) = -۲۵\ \frac{m}{s}$$

سرعت در لحظه $t = ۲/۵\ s$ برابر سرعت متوسط در ثانیه سوم است.

معادله‌ی حرکت متحرکی در SI به صورت $x = ۳t^۲ - ۶t + ۱۲$ است. بعد از لحظه‌ی $t = ۰$، چند ثانیه حرکت متحرک کند شونده است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۱/۲ ۴) ۱/۵

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$V = at + v_۰ = ۶t - ۶ = ۰ \Rightarrow t = ۱s$

از لحظه‌ی $t = ۰$ تا $t = ۱s$ حرکت کند شونده است.

نیمه‌عمر عنصر بیسموت ۲۱۲ حدود ۶۰ دقیقه است. بعد از چند ساعت، تعداد هسته‌های واپاشیده‌شده از این ماده ۷ برابر تعداد هسته‌های باقی‌مانده‌ی آن می‌شود؟

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۸ ۴) ۶

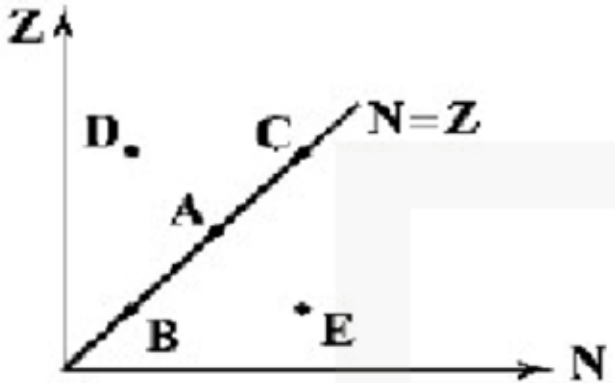
گزینه ۲ پاسخ صحیح است. فرض می‌کنیم تعداد هسته‌های اولیه N_0 و تعداد هسته‌های باقی‌مانده N و تعداد هسته‌های واپاشیده شده برابر N' باشد. در این صورت داریم:

$$N_0 = N + N' \xrightarrow{N' = 7N} N_0 = 8N \Rightarrow N = \frac{1}{8}N_0$$

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

$$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow 3 = \frac{t}{60} \Rightarrow t = \frac{1}{80}\min = 3h$$

در نمودار زیر Z نشان‌دهنده‌ی عدد اتمی و N نشان‌دهنده‌ی تعداد نوترون‌های هسته های مختلف است. اگر هسته‌ی اتم A یک پرتو α تابش کند، به هسته‌ی کدام‌یک از اتم‌های زیر می‌تواند تبدیل شود؟



۱) B

۲) C

۳) D

۴) E

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا واکنش موردنظر را می‌نویسیم:

$$^{A}_{Z}A \rightarrow {}^{4}_{2}\alpha + {}^{A-4}_{Z-2}X$$

همان‌طور که در واکنش بالا می‌بینید، هسته‌ی X نسبت به هسته‌ی A دو پروتون و دو نوترون کم‌تر دارد. با توجه به این‌که A روی خط $N = Z$ است، تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های آن یکساناست، بنابراین تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های X نیز باید یکسان باشد و البته کم‌تر از A باشد، بنابراین فقط B می‌تواند X باشد.

$^{۱۲۴}_{۵۳}I \rightarrow {}^{۱۲۴}_{۵۲}Te + e^{+}$

چند مورد از عبارات زیر در ارتباط با واکنش زیر نادرست است؟

الف) تعداد پروتون‌های دختر یکی کم‌تر از تعداد پروتون‌های مادر است.

ب) تعداد نوترون‌های مادر برابر تعداد نوترون‌های دختر است.

پ) در این واکنش یکی از پروتون‌های درون هسته به یک نوترون و یک الکترون تبدیل می‌شود.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. واکنش موردنظر یک واکنش به همراه گسیل β^{+} است. در این واکنش یکی از پروتون‌های درون هسته به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود، بنابراین تعداد پروتون‌های هسته‌ی دختر یکی کم‌تر از تعداد پروتون‌های هسته‌ی مادر و تعداد نوترون‌های هسته‌ی دختر یکی بیش‌تر از تعداد نوترون‌های هسته‌ی مادر است و عبارت «ب» و «پ» نادرست هستند.

چند مورد از عبارات زیر در ارتباط با لیزر نادرست است؟

الف) وارونی جمعیت الکترون‌ها در یک محیط لیزری باعث تضعیف نور لیزر می‌شود.

ب) از لیزرها در اندازه‌گیری دقیق طول، شبکه‌های کابل نوری و برداشتن لکه‌های پوستی استفاده می‌شود.

پ) اساس کار لیزرها گسیل القایی است.

ت) انرژی لازم برای برانگیخته کردن الکترون‌ها در گسیل القایی می‌تواند به وسیله‌ی درخش‌های شدید نور معمولی ایجاد شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. وارونی جمعیت الکترون‌ها در یک محیط لیزری، مربوط به وضعیتی است که تعداد الکترون‌ها در تراز شبه‌پایدار نسبت به تراز پایین‌تر بیش‌تر باشد. در این ترازها الکترون‌ها مدت زمان طولانی‌تری باقی می‌مانند و باعث می‌شوند فرصت بیش‌تری برای افزایش وارونی جمعیت ایجاد شود و نور لیزر تقویت می‌شود بنابراین عبارت «الف» نادرست است و سایر عبارت‌ها درست می‌باشند.

گستره‌ی طول موج‌های رشته‌ی لیمان $(n' = ۲)$ چند میکرومتر است؟ $(R \simeq ۰/۰۱ (nm)^{-۱})$

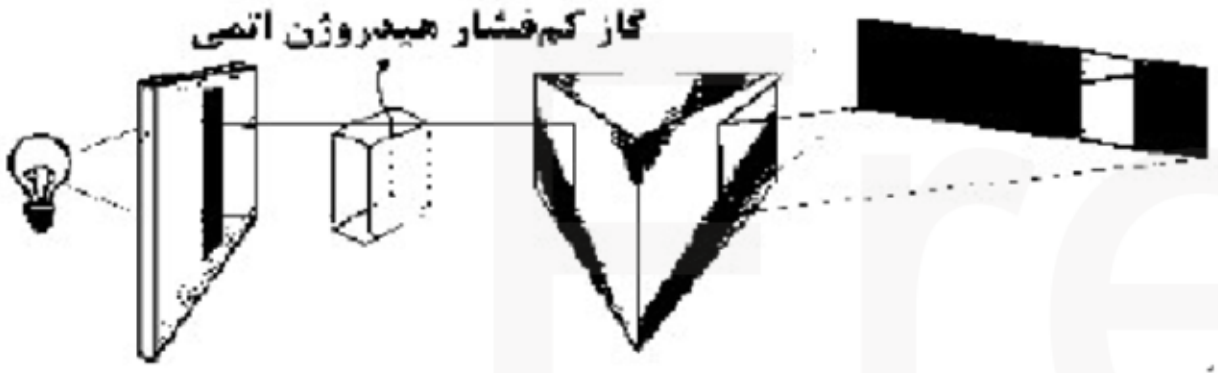
۱) $\frac{۱}{۱۰}$ ۲) $\frac{۱}{۳۰}$ ۳) $\frac{۱}{۱۵}$ ۴) $\frac{۲}{۱۵}$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. همان‌طور که می‌دانید اختلاف کوتاه‌ترین و بلندترین طول موج در هر رشته را گستره‌ی طول موج‌های آن رشته می‌نامند، بنابراین گستره‌ی طول موج‌های رشته‌ی لیمان برابر است با:

$$\frac{۱}{\lambda} = R\left(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}\right) \Rightarrow \begin{cases} \frac{۱}{\lambda_{max}} = R\left(\frac{۱}{۱} - \frac{۱}{۴}\right) \Rightarrow \lambda_{max} = \frac{۴۰۰}{۳} nm \\ \frac{۱}{\lambda_{min}} = R\left(\frac{۱}{۱} - \frac{۱}{\infty}\right) \Rightarrow \lambda_{min} = ۱۰۰ nm \end{cases}$$

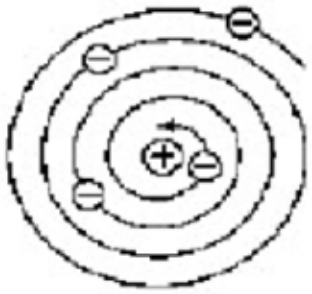
$$\Rightarrow \text{گستره طول موج لیمان} = \frac{۴۰۰}{۳} - ۱۰۰ = \frac{۱۰۰}{۳} nm = \frac{۱}{۳۰} \mu m$$

درشکل زیر مراحل انجام آزمایشی مشخص شده است. این آزمایش مربوط به یکی از روش‌های طیف‌نمایی است. طیف حاصل کدام گزینه است؟



۱) جذبی خطی
۲) نشری خطی
۳) جذبی پیوسته
۴) گسیلی پیوسته

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. همان‌طور که می‌دانید طیف حاصل از گازها گسسته (خطی) است و با توجه به این‌که نور حاصل از چشمه‌ی نور از گاز موردنظر عبور کرده است، بعضی از پرتوهای نور موردنظر توسط گاز جذب می‌شود و طیف حاصل جذبی خطی است.



اگر الکترون‌ها مانند سیاره‌های منظومه‌ی خورشیدی که به دور خورشید می‌چرخند، به دور هسته در گردش باشند، مطابق شکل زیر روی هسته سقوط خواهند کرد. کدام گزینه در مورد این شکل نادرست است؟

۱) با تابش امواج الکترومغناطیس توسط الکترون از انرژی آن کاسته می‌شود.
۲) با کاهش شعاع مدار الکترون، بسامد حرکت آن نیز کاهش می‌یابد.
۳) طیف امواج الکترومغناطیسی گسیل شده از اتم پیوسته است.
۴) هر چه الکترون به هسته نزدیک‌تر می‌شود، طول موج امواج الکترومغناطیسی گسیل شده کوتاه تر می‌شوند.

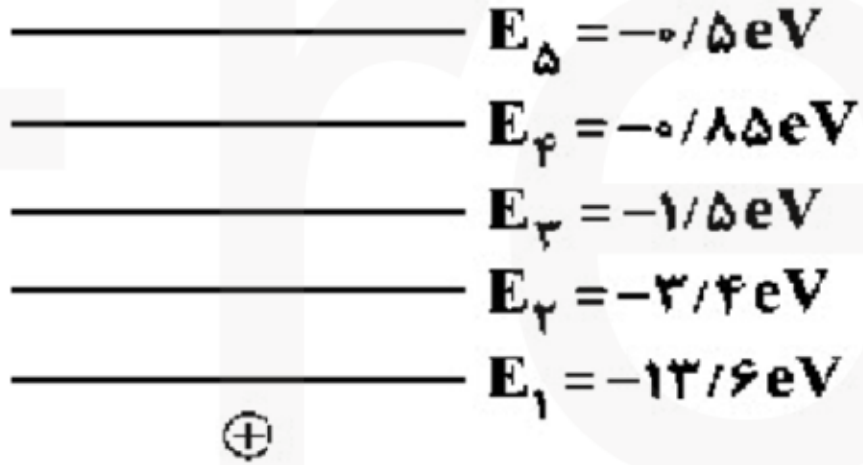
گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به مدل رادرفورد با تابش امواج الکترومغناطیسی توسط الکترون از انرژی آن کاسته می‌شود و باعث کاهش شعاع مداری می‌شود که الکترون روی آن حرکت می‌کند و کاهش شعاع باعث افزایش بسامد و کاهش طول موج می‌شود، بنابراین گزینه‌ی ۲ نادرست است.

اگر اندازه‌ی اختلاف انرژی الکترون در اتم هیدروژن در ترازهای n و m برابر $1/9eV$ باشد، اندازه‌ی اختلاف انرژی الکترون در اتم هیدروژن در ترازهای $(n-1)$ و $(m+1)$ چند الکترون ولت است؟ $(m>n\ ,\ E_R=13/6eV)$

۱) ۰/۶۵ ۲) ۲/۵۵ ۳) ۱۰/۲ ۴) ۱۲/۷۵

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا به کمک رابطه‌ی بور انرژی الکترون را در ۵ لایه‌ی اول اتم هیدروژن به دست می‌آوریم. توصیه می‌کنیم این اعداد را به خاطر بسپارید.

$$E_n=-\frac{E_R}{n^2}\Rightarrow$$



همان‌طور که می‌بینید، اختلاف انرژی الکترون در لایه‌های ۲ و ۳ برابر $1/9eV$ است. بنابراین $n=2$ و $m=3$ است و در نتیجه منظور از لایه‌های $(n-1)$ و $(m+1)$، لایه‌های ۱ و ۴ می‌باشد که تفاوت انرژی آن‌ها برابر $12/75eV$ است.

در طیف اتمی هیدروژن، کم‌ترین بسامد فوتون فرابنفش تابشی در سری بالمر $(n' = ۲)$، چند برابر بیش‌ترین بسامد فوتون تابشی در سری لیمان $(n' = ۱)$ است؟

۱) $\frac{۲}{۹}$ ۲) $\frac{۳۶}{۵}$ ۳) $\frac{۱}{۴}$ ۴) $\frac{۴۵}{۱۹۶}$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. بیش‌ترین بسامد فوتون تابشی در سری لیمان زمانی ایجاد می‌شود که الکترون از لایه‌ی $n = \infty$ به لایه‌ی اول بیاید. در این صورت داریم:

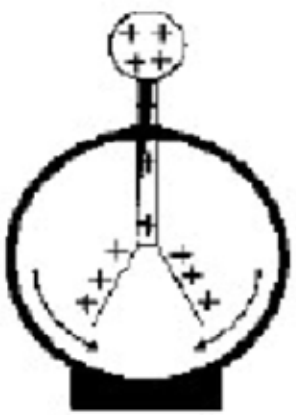
$$\frac{۱}{\lambda_{\text{لیمان}}} = R\left(\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}}\right) = R\left(\frac{۱}{۱} - \frac{۱}{\infty}\right) = R \Rightarrow \lambda_{\text{لیمان}} = \frac{۱}{R}$$

و کم‌ترین بسامد فوتون فرابنفش تابشی در سری بالمر، مربوط به گذار الکترون از لایه‌ی ۷ به لایه‌ی ۲ است و داریم:

$$\frac{۱}{\lambda_{\text{بالمر}}} = R\left(\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}}\right) = R\left(\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۴۹}\right) = R\left(\frac{۴۵}{۱۹۶}\right) \Rightarrow \lambda_{\text{بالمر}} = \frac{۱۹۶}{۴۵R}$$

و در نهایت طبق رابطه‌ی $\lambda = \frac{c}{f}$ داریم:

$$\frac{f_{\text{بالمر}}}{f_{\text{لیمان}}} = \frac{\lambda_{\text{لیمان}}}{\lambda_{\text{بالمر}}} = \frac{\frac{۱}{R}}{\frac{۱۹۶}{۴۵R}} = \frac{۴۵}{۱۹۶}$$



مطابق شکل زیر، یک برق‌نما دارای بار الکتریکی مثبت است. بسامد آستانه‌ی فلز کلاهک این برق‌نما در محدوده‌ی اشعه‌ی X است. کدام گزینه در مورد این برق‌نما درست است؟

۱) اگر به کلاهک برق‌نما پرتوهای گاما تابیده شود، فاصله‌ی تیغه‌ها افزایش می‌یابد.

۲) اگر به کلاهک برق‌نما پرتوهای فروسرخ تابانده شود، فاصله‌ی تیغه‌ها افزایش می‌یابد.

۳) اگر به کلاهک برق‌نما پرتوهای گاما تابیده شود، فاصله‌ی تیغه‌ها کاهش می‌یابد.

۴) اگر به کلاهک برق‌نما پرتوهای فروسرخ تابانده شود، فاصله‌ی تیغه‌ها کاهش می‌یابد.

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. چون بسامد پرتوهای فروسرخ کم‌تر از بسامد آستانه‌ی فلز است، با تاباندن پرتوهای فروسرخ تغییری در فاصله‌ی تیغه‌ها ایجاد نمی‌شود، اما تاباندن پرتو گاماباعث می‌شود که تعدادی از الکترون‌های کلاهک برق‌نما جدا شوند و بار مثبت برق‌نما بیش‌تر شده و در نتیجه فاصله‌ی تیغه‌ها افزایش می‌یابد.

بسامد یک موج الکترومغناطیسی در هوا $۳\times۱۰^{۱۵}\,Hz$ است. اگر این موج از هوا وارد آب شود، طول موج آن چند نانومتر تغییر می‌کند؟ ($c = ۳\times۱۰^{۸}\,\frac{m}{s}$ و ضریب شکست آب $\frac{۴}{۳}$ است.)

۱) ۵۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۲۵ ۴) ۷۵

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا طول موج پرتو موردنظر را در هوا به دست می‌آوریم:

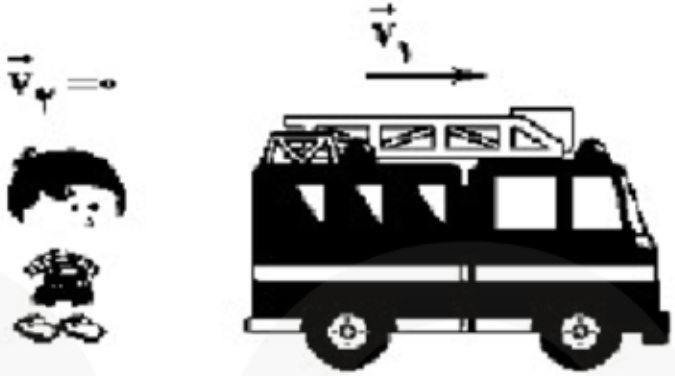
$$\lambda_{هوا} = \frac{c}{f} = \frac{۳\times۱۰^{۸}}{۳\times۱۰^{۱۵}} = ۱۰^{-۷}\,m = ۱۰۰\,nm$$

در ادامه به کمک رابطه‌ی ضریب شکست و طول موج، یک تناسب ساده می‌نویسیم و طول موج پرتو موردنظر را در آب به دست می‌آوریم:

$$\left.\begin{array}{l}\lambda = \frac{v}{f}\\ n = \frac{c}{v}\end{array}\right\} \xrightarrow{f\ ثابت} \lambda \propto \frac{۱}{n} \Rightarrow \frac{\lambda_{آب}}{\lambda_{هوا}} = \frac{n_{هوا}}{n_{آب}} \Rightarrow \frac{\lambda_{آب}}{۱۰۰} = \frac{۱}{\frac{۴}{۳}} \Rightarrow \lambda_{آب} = ۷۵\,nm$$

بنابراین طول موج پرتو موردنظر ۲۵nm تغییر کرده است.

مطابق شکل‌های زیر، شخصی در نزدیکی یک ماشین آتش‌نشانی با آژیر روشن قرار دارد. در کدام گزینه بسامد دریافتی توسط شخص بیش‌تر از بسامد صدای آژیر و طول موج دریافتی توسط او کم‌تر از طول موج صدای آژیر است؟

۱) 

۲)

۳)

۴)

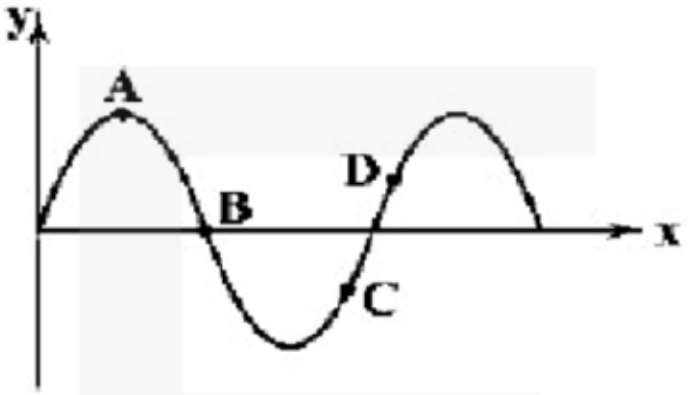
گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در شکل رسم شده در گزینه‌ی ۳ شنونده و چشمه‌ی صوت در حال نزدیک شدن به یک‌دیگر هستند، بنابراین بسامد دریافتی توسط شنونده بیش‌تر از بسامد صدای چشمه است، از طرف دیگر چون چشمه در حال حرکت است و شنونده در جلوی چشمه قرار دارد، طول موج دریافتی توسط شنونده کم‌تر از طول موج صدای چشمه خواهد بود.

در کدام گزینه دوره‌ی تناوب تمام پرتوهای ذکر شده بیش‌تر از دوره‌ی تناوب پرتو نارنجی است؟

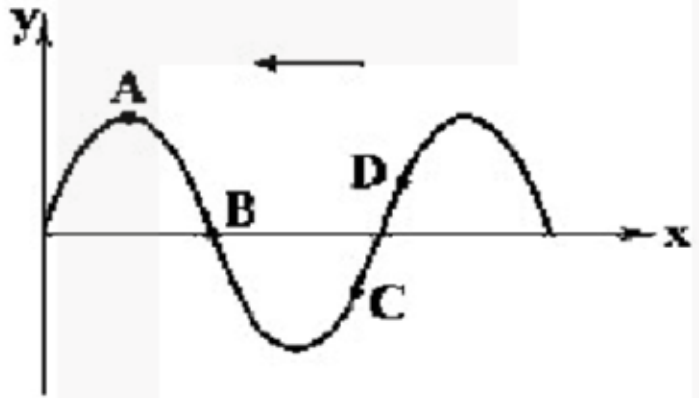
۱) سبز - پرتوی X - گاما
۲) میکروموج - قرمز - امواج رادیویی
۳) زرد - قرمز - امواج رادیویی
۴) قرمز - فروسرخ - زرد

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بسامد پرتوهای قرمز، فروسرخ، میکروموج و امواج رادیویی کم‌تر از بسامد نور نارنجی بوده و در نتیجه دوره‌ی آن‌ها بیش‌تر از دوره‌ی نارنجی است.

نقش موج عرضی در طنابی در یک لحظه مطابق شکل زیر است. در لحظه‌ی نشان‌داده شده در شکل، نقطه‌ی D از طناب به صورت کندشونده در حال حرکت است. کدام‌یک از گزینه‌های زیر در مورد حرکت نقاط A، B، C و D در لحظه‌ی نشان داده شده نادرست است؟



۱) تندی حرکت A صفر است.
۲) شتاب حرکت B صفر است.
۳) انرژی جنبشی نقطه‌ی C در حال کاهش است.
۴) برایند نیروهای وارد شده به نقطه‌ی D در خلاف جهت محور y است.



گزینه ۳ پاسخ صحیح است. همان‌طور که در شکل زیر می‌بینید با توجه به این‌که نقطه‌ی D به صورت کندشونده در حال حرکت است، نتیجه می‌گیریم که در حال نزدیک شده به نقطه‌ی بازگشتی است و در نتیجه موج در خلاف جهت محور x در حال انتشار است. به شکل زیر دقت کنید:

بررسی گزینه‌ها:

۱) A در نقطه‌ی بازگشت قرار دارد و تندی حرکت آن صفر است.
۲) B در حال تعادل است. در این حالت تندی حرکت ذره بیشینه و شتاب حرکت آن صفر است.
۳) C در حال نزدیکشدن به نقطه‌ی تعادل است، بنابراین تندی و انرژی جنبشی آن در حال افزایش است.
۴) چون D در قسمت مثبت محور مکان قرار دارد، جهت نیروی وارد شده به آن در خلاف محور y است.

تندی انتشار موج عرضی در تاری $۲۰۰\frac{m}{s}$ است. اگر نیروی کشش این تار را ۴ برابر کنیم، طول تار ۲۱ درصد افزایش می‌یابد. در این حالت تندی انتشار موج عرضی در تار چند متر بر ثانیه می‌شود؟

۱) ۲۰۰ ۲) ۲۲۰ ۳) ۴۰۰ ۴) ۴۴۰

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا طول ثانویه‌ی تار را برحسب طول اولیه‌ی آن به دست می‌آوریم:

$$L_۲ = L_۱ + \frac{۲۱}{۱۰۰}L_۱ = \frac{۱۲۱}{۱۰۰}L_۱$$

در ادامه با نوشتن یک تناسب ساده $v_۲$ را محاسبه می‌کنیم:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{FL}{m}} \xrightarrow{\text{m ثابت}} \frac{v_۲}{v_۱} = \sqrt{\frac{F_۲}{F_۱} \times \frac{L_۲}{L_۱}} \xrightarrow[L_۲ = \frac{۱۲۱}{۱۰۰}L_۱]{F_۲ = ۴F_۱}$$

$$\frac{v_۲}{v_۱} = \sqrt{۴ \times \frac{۱۲۱}{۱۰۰}} \Rightarrow \frac{v_۲}{v_۱} = \frac{۲ \times ۱۱}{۱۰} \xrightarrow{v_۱ = ۲۰\frac{m}{s}} \frac{v_۲}{۲۰۰} = \frac{۲۲}{۱۰} \Rightarrow v_۲ = ۴۴۰\frac{m}{s}$$