TURBOTEST

توربوتست

فیزیک دوازدهم | استاد افشین فخرایی

Albert Einstein

تورِبوتست | بانک تست انحصاری دوره توربوجت

کاری از گروه آموزشی راینو

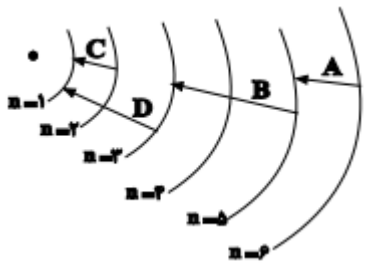
راینو
جادوگر آموزش ایران!

توربوجت

۱) اگر در یک اتم هیدروژن، الکترون از مدار n = ۵ به مدار n = ۲ جهش کند، طول‌موج فوتون گسیلی برابر با چند میکرومتر خواهد بود؟
$(c = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s} , h = ۴/۲ \times ۱۰^{-۱۵} eV.s , E_R = ۱۳/۵eV)$

۱) $\frac{۴۰۰۰}{۹}$ ۲) $\frac{۴۰۰}{۹}$ ۳) $\frac{۴۰}{۹}$ ۴) $\frac{۴}{۹}$

۲) شکل زیر مدارهای الکترون در الگوی بور برای اتم هیدروژن را نشان می‌دهد. در کدام گسیل بسامد فوتون تابش شده بیش‌تر است؟



۱) A
۲) B
۳) C
۴) D

۳) اختلاف طول موج فوتون‌های A و B برابر ۳۰۰ nm است. اگر انرژی فوتون پرتو B، ۶ برابر انرژی فوتون پرتو A باشد، بسامد فوتون B چند Hz است؟ $(c = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s})$

۱) $\frac{۱}{۱۲} \times ۱۰^{۱۵}$ ۲) $\frac{۱}{۱۲} \times ۱۰^{۱۶}$
۳) ۵×۱۰^{۱۴} ۴) ۵×۱۰^{۱۵}

۴) بسامد دومین خط رشته لیمان $(n' = ۱)$ در طیف اتم هیدروژن چند هرتز است؟ $(c = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}$ و $R = ۱۰^{-۲} (nm)^{-۱})$

۱) $\frac{۹}{۴} \times ۱۰^{۱۵}$ ۲) $\frac{۸}{۳} \times ۱۰^{۱۵}$
۳) $\frac{۹}{۴} \times ۱۰^{۱۶}$ ۴) $\frac{۸}{۳} \times ۱۰^{۱۶}$

۵) در یک اتم هیدروژن الکترون در تراز n = ۵ قرار دارد، نسبت بلندترین طول موج فوتون گسیلی به کوتاه‌ترین طول‌موج فوتون جذبی توسط این الکترون کدام است؟

۱) ۹ ۲) $\frac{۱۶}{۹}$
۳) $\frac{۱۲۸}{۳}$ ۴) $\frac{۲۵}{۴}$

۶) طیف حاصل از رشته داغ یک لامپ روشن ..... و طیف حاصل از یک گاز رقیق و کم‌فشار ..... نامیده می‌شود.

۱) گسیلی خطی – گسیلی خطی
۲) گسیلی پیوسته – گسیلی پیوسته
۳) گسیلی پیوسته – گسیلی خطی
۴) گسیلی خطی – گسیلی پیوسته

۷) در اتم هیدروژن، الکترون در دومین حالت برانگیخته قرار دارد. بلندترین طول‌موج تابشی در این حالت چند برابر کوتاه‌ترین طول‌موج تابشی است؟

۱) ۶/۴ ۲) ۵/۴ ۳) ۹ ۴) ۴/۸

۸) اختلاف انرژی دو تراز مربوط به چهارمین خط طیفی اتم هیدروژن در رشته بالمر$(n' = ۲)$تقریباً چند الکترون ولت است؟
$(E_R = ۱۳/۶eV)$

۱) ۱۳/۶ ۲) ۱۳/۲۲ ۳) ۱/۸۹ ۴) ۳/۰۲

(۹) در اتم هیدروژن، الکترون از مداری به شعاع r به مدار دیگری به شعاع r′ می‌رود و فوتونی با انرژی ۲/۵۵eV گسیل می‌کند. r′ − r چند برابر شعاع بور (a_0) است؟ ($E_R = ۱۳/۶eV$)

۱) ۲ ۲) ۵ ۳) ۸ ۴) ۱۲

(۱۰) رابطه ی انرژی فوتونی که در اثر گذار الکترون در اتم هیدروژن از تراز انرژی بالا به تراز انرژی پایین ایجاد می شود، به صورت $E = A\left(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}\right)$ می باشد. در این رابطه، A کدام است؟ (R ،c و h به ترتیب ثابت ریدبرگ، سرعت نور در خلا و ثابت پلانک است.)

۱) R ۲) $\frac{R}{hc}$ ۳) Rhc ۴) $\frac{Rc}{h}$

(۱۱) در اتم هیدروژن، اگر اختلاف انرژی الکترون بین ترازهای ۱ و ۲ برابر ΔE و بین ترازهای ۱ و ۵ برابر ΔE′ باشد، ΔE′−ΔE چند ریدبرگ است؟

۱) ۰/۲۹ ۲) ۰/۲۱ ۳) ۰/۵۸ ۴) ۰/۴۳

(۱۲) کدام‌یک از عبارت‌های زیر در مورد لیزرها نادرست است؟

۱) هر چه الکترون‌ها بتوانند در تراز شبه پایدار مدت زمان بیش‌تری باقی بمانند نور تقویت شده‌تری از لیزر خارج می‌شود.
۲) همه پرتوهای نوری که از یک لامپ رشته‌ای ساطع می‌شوند همفاز نیستند در صورتی‌که پرتوهای نوری که از یک لیزر ساطع می‌شوند همگی همفازند.
۳) شکل روبه‌رو نمایش دهنده گسیل القایی در لیزرهاست.

۴) الکترون‌ها در حالت وارونی جمعیت نسبت به حالت برانگیخته معمولی می‌توانند مدت زمان طولانی‌تری در تراز بالاتر بمانند.

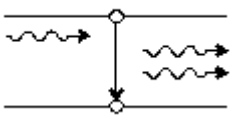
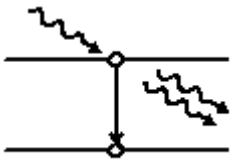
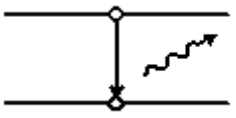
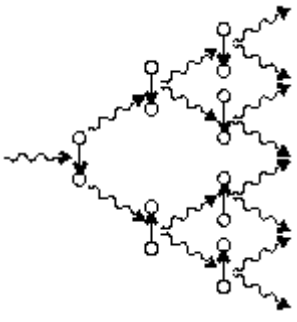
(۱۳) توان مصرفی لیزری ۱۰۰ وات و بازده آن یک‌صدم درصد است. اگر طول‌موج نور این لیزر ۱۳۲۰Å باشد، در هر دقیقه چند فوتون از آن گسیل می‌شود؟ ($c = ۳ \times ۱۰^۸ \frac{m}{s}$, $h = ۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴} J.s$)

۱) ۴×۱۰^{۱۹} ۲) ۴×۱۰^{۱۷} ۳) ۲×۱۰^{۱۹} ۴) ۲×۱۰^{۱۷}

(۱۴) کدام‌یک از گزینه‌های زیر جزء ویژگی‌های گسیل القایی نمی‌باشد؟

۱) فوتون گسیل‌شده با فوتون ورودی همگام یا هم‌فاز است.
۲) تعداد فوتون‌های خروجی در محیط لیزری افزایش می‌یابد و در نتیجه نور لیزر تقویت می‌شود.
۳) فوتون‌های گسیل شده در محیط لیزری در همان جهت فوتون‌های ورودی حرکت می‌کنند.
۴) انرژی لازم برای برانگیخته شدن الکترون‌ها به تراز پایین‌تر از طریق تخلیه ولتاژهای بالا و درخش‌های شدید نور معمولی انجام می‌گیرد.

(۱۵) کدام‌یک از شکل‌های زیر نمی‌تواند نمایش درستی از گسیل خودبه‌خودی و گسیل القایی باشد؟

۱) 
۲) 
۳) 
۴) 

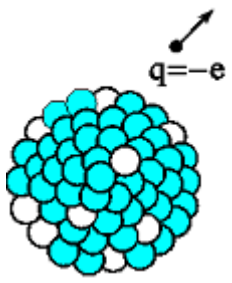
(۱۶) کدام گزینه درباره ایزوتوپ‌ها نادرست است؟

۱) هر عنصری می‌تواند دارای ایزوتوپ‌های پایدار و پرتوزا باشد.
۲) جداسازی ایزوتوپ‌های مختلف یک عنصر به روش شیمیایی صورت می‌گیرد.
۳) ویژگی ایزوتوپ‌های یک عنصر را تعداد نوکلئون‌های هسته آن مشخص می‌کند.
۴) ایزوتوپ‌های پرتوزا از نظر شیمیایی فرقی با ایزوتوپ‌های پایدار ندارند.

(۱۷) در یک واکنش هسته‌ای، ۲ میلی‌گرم جرم، تبدیل به انرژی شده است. انرژی حاصل معادل با چند کیلووات‌ساعت است؟ $(c = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s})$

۱) $۲/۵ \times ۱۰^{۴}$ ۲) $۲/۵ \times ۱۰^{۹}$ ۳) ۵×۱۰^{۴} ۴) ۵×۱۰^{۹}

(۱۸) در واپاشی مطابق شکل زیر، تعداد پروتون های هسته ..... و تعداد نوترون های آن .....



۱) یک واحد افزایش می یابد- یک واحد کاهش می یابد.
۲) یک واحد کاهش می یابد- یک واحد افزایش می یابد.
۳) یک واحد افزایش می یابد- ثابت می ماند.
۴) یک واحد کاهش می یابد- ثابت می ماند.

(۱۹) نپتونیم $_{۹۳}^{۲۳۷}Np$ ایزوتوپ ناپایداری است که واپاشی ان از طریق گسیل ۳ ذرهٔ α و یک ذرهٔ β^{-} صورت می‌گیرد. در این واپاشی، هستهٔ نهایی به ترتیب چند نوترون و چند پروتون دارد؟

۱) ۱۳۶ و ۸۷ ۲) ۱۳۶ و ۸۸ ۳) ۱۳۷ و ۸۷ ۴) ۱۳۷ و ۸۸

(۲۰) در اتم هیدروژن الکترون از تراز ۲ به ۴ می‌رود. در این انتقال، شعاع مدار چند برابر شده و انرژی الکترون چگونه تغییر می‌کند؟

۱) ۴ برابر، انرژی الکترون $\frac{۳}{۱۶}$ ریدبرگ کاهش می‌یابد.
۲) ۴ برابر، انرژی الکترون $\frac{۳}{۱۶}$ ریدبرگ افزایش می‌یابد.
۳) ۲ برابر، انرژی الکترون $\frac{۳}{۱۶}$ ریدبرگ افزایش می‌یابد.
۴) ۴ برابر، انرژی الکترون $\frac{۷}{۱۶}$ ریدبرگ افزایش می‌یابد.

(۲۱) نیمه عمر یک ماده‌ی پرتوزا برابر با ۱۴ روز است. اگر پس از گذشت ۸۴ روز فقط ۳g از آن ماده باقی مانده باشد، طی این مدت چند گرم ماده واپاشیده شده است؟

۱) ۹۳ ۲) ۱۸۹ ۳) ۹۶ ۴) ۱۹۲

(۲۲) حاصل واپاشی عنصر مادر $_{Z}^{A}X$، عنصر دختر $_{۸۱}^{۲۰۸}Tl$ به اضافه یک ذره پوزیترون و یک ذره آلفا است. A و Z به‌ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟

۱) ۸۲ , ۲۱۲ ۲) ۸۲ , ۲۱۱ ۳) ۸۴ , ۲۱۲ ۴) ۸۴ , ۲۱۱

(۲۳) تعداد هسته‌های اولیه یک نمونه از یک ماده پرتوزا، ۱۶۰۰۰ و نیمه‌عمر آن، برابر با ۱۰ روز است. تعداد هسته‌های واپاشیده شده آن در فاصله زمانی ۲۰ روز تا ۴۰ روز کدام است؟

۱) ۱۰۰۰ ۲) ۲۰۰۰ ۳) ۳۰۰۰ ۴) ۶۰۰۰

(۲۴) از تعداد ۱۶۰۰ هستهٔ پرتوزا پس از گذشت ۲۸۰ ساعت، تعداد ۱۵۵۰ هسته واپاشی شده‌اند. نیمه عمر این مادهٔ پرتوزا چند دقیقه است؟

۱) ۳۳۶۰ ۲) ۵۶
۳) ۷۰ ۴) ۴۲۰۰

۲۵) نمودار تعداد هسته‌های مادر دو عنصر A و B برحسب زمان مطابق شکل زیر است. چند ساعت پس از آغاز واپاشی تعداد هسته‌های مادر دو عنصر با یکدیگر برابر می‌شود؟

۱) ۱/۵
۲) ۲/۵
۳) ۳
۴) ۲

پاسخ: گزینه ۴

قلم‌چی ۱۳۹۸ | درصد پاسخگویی ۱۰% | دشوار

گزینه «۴»

هنگامی که الکترون از مدار بالاتر $n_U = ۵$ به مدار پایین تر $n_L = ۲$ جهش می‌کند، فوتونی گسیل می‌شود که انرژی آن برابر با اختلاف انرژی دو مدار است. داریم:

$$E_U - E_L = hf \Rightarrow \frac{-E_R}{n_U^۲} - \frac{(-E_R)}{n_L^۲} = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\Rightarrow ۱۳/۵ \left(\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۲۵}\right) = \frac{۴/۲\times۱۰^{-۱۵}\times۳\times۱۰^{۸}}{\lambda}$$

$$\Rightarrow \frac{۱۳/۵\times۲۱}{۱۰۰} = \frac{۱/۲۶\times۱۰^{-۶}}{\lambda}$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{۱۲۶}{۲۱} \times \frac{۱}{۱۳/۵} \times ۱۰^{-۶} \Rightarrow \lambda = \frac{۴}{۹} \times ۱۰^{-۶}\, m = \frac{۴}{۹}\mu m$$

پاسخ: گزینه ۴

گزینه های دام دار ۳ | قلم‌چی ۱۴۰۰ | درصد پاسخگویی ۲۶% | نسبتا ساده

گزینه «۴»

در این شکل هرچه شماره تراز مقصد کوچک‌تر باشد، بسامد فوتون گسیل‌شده بزرگ‌تر خواهد بود، درنتیجه بسامد فوتون گسیل‌شده در موارد C و Dبزرگ‌تر از بقیه است.

هم‌چنین بین گسیل‌های مختلف با مقصدی یکسان، هرچه فاصله بین ۲ تراز بیش‌تر باشد، بسامد فوتون گسیل‌شده نیز بیش‌تر خواهد بود، درنتیجه پاسخ گسیلD است.

پاسخ: گزینه ۴

قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۲۵% | متوسط

انرژی پرتو B بیش‌تر از انرژی پرتو A است؛ بنابراین طول موج پرتو B کم‌تر از طول موج پرتو A است. پس داریم:

$$\lambda_A - \lambda_B = ۳۰۰nm = ۳\times۱۰^{-۷}\, m \Rightarrow \lambda_A = \lambda_B + ۳\times۱۰^{-۷}\, m$$

$$E = hf = h\frac{c}{\lambda} \rightarrow \frac{E_B}{E_A} = \frac{\lambda_A}{\lambda_B} \rightarrow ۶ = \frac{\lambda_B + ۳\times۱۰^{-۷}}{\lambda_B}$$

$$۶\lambda_B = \lambda_B + ۳\times۱۰^{-۷} \rightarrow ۵\lambda_B = ۳\times۱۰^{-۷} \rightarrow \lambda_B = ۶\times۱۰^{-۸}\, m$$

$$f = \frac{c}{\lambda} \Rightarrow f_B = \frac{۳\times۱۰^{۸}}{۶\times۱۰^{-۸}} = \frac{۱}{۲} \times ۱۰^{۱۶}\, Hz = ۵\times۱۰^{۱۵}\, Hz$$

پاسخ: گزینه ۲

قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۱۸% | نسبتا دشوار

گزینه «۲»

در رشته لیمان $n' = ۱$ و دومین خط رشته مربوط به $n = ۳$ است.

$$\frac{۱}{\lambda} = R\left(\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}}\right) \Rightarrow \frac{۱}{\lambda_۲} = ۰/۰۱\left(\frac{۱}{۱^{۲}} - \frac{۱}{۳^{۲}}\right) = ۰/۰۱ \times \left(۱ - \frac{۱}{۹}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{\lambda_۲} = \frac{۱}{۱۰۰} \times \frac{۸}{۹} \Rightarrow \lambda_۲ = \frac{۹۰۰}{۸} nm$$

$$f_۲ = \frac{c}{\lambda_۲} = \frac{۳\times۱۰^{۸}}{\frac{۹۰۰}{۸}\times۱۰^{-۹}} = \frac{۸}{۳} \times ۱۰^{۱۵}\, Hz$$

پاسخ: گزینه ۲

قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۲۰% | متوسط

گزینه «۲»

بلندترین طول‌موج فوتون گسیلی مربوط به زمانی است که الکترون از تراز $n = ۵$ به تراز $n = ۴$ جابه‌جا شده و کوتاه‌ترین طول‌موج فوتون جذبی توسط این الکترون مربوط به زمانی است که الکترون با دریافت انرژی از تراز $n = ۵$ به تراز $n = \infty$ جابه‌جا شود. بنابراین مطابق رابطه ریدبرگ داریم:

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2}\right) \begin{cases} n_U = 5,\ n_L = 4 \\ \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{max}} = R\left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{5^2}\right) = \frac{9R}{16 \times 25} \quad (I) \\ n_U = \infty,\ n_L = 5 \\ \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{min}} = R\left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{\infty^2}\right) = \frac{R}{25} \quad (II) \end{cases}$$

$$I, II \Rightarrow \frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}} = \frac{\frac{R}{25}}{\frac{9R}{16 \times 25}} = \frac{16}{9}$$

پاسخ: گزینه ۳

قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۴۸% | ساده

طیف حاصل از رشته داغ یک لامپ روشن، طیف گسیلی پیوسته (طیف پیوسته) و طیف حاصل از گاز کم فشار و رقیق، طیف گسیلی خطی (طیف خطی) است.

پاسخ: گزینه ۱

قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۱۰% | دشوار

گزینه «۱»

با توجه به معادله ریدبرگ $\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right)$، در دومین حالت برانگیخته که الکترون در $n = 3$ است، برای بلندترین طول‌موج تابشی، $n' = 2$ و برای کوتاه‌ترین طول‌موج تابشی، $n' = 1$ است.

$$\frac{1}{\lambda_{min}} = R\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2}\right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{min}} = R\left(\frac{8}{9}\right) \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{9}{8R}$$

$$\frac{1}{\lambda_{max}} = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{max}} = R\left(\frac{5}{36}\right) \Rightarrow \lambda_{max} = \frac{36}{5R}$$

$$\frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}} = \frac{\frac{36}{5R}}{\frac{9}{8R}} = 6/4$$

پاسخ: گزینه ۴

قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۱۸% | نسبتا دشوار

گزینه (۴)

چهارمین خط طیفی اتم هیدروژن در رشته بالمر ($n' = 2$)مربوط به گذار الکترون از تراز ($n = 6$)به ($n' = 2$) است:

$$\Delta E = E_n - E_{n'} \xrightarrow[n'=2,\ n=6]{E_n = -\frac{E_R}{n^2}}$$

$$\Delta E = -\frac{E_R}{36} + \frac{E_R}{4} = \frac{2}{9} \times 13/6 \simeq 3/02eV$$

پاسخ: گزینه ۴

خارج از کشور ۱۴۰۰ | متوسط

گزینه «۴»

انرژی الکترون در ترازnدر اتم هیدروژن از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

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

چنانچه الکترون از ترازnبه تراز$n'(n' < n)$ برود انرژی گسیل شده برابر است با:

$$E_n - E_{n'} = \frac{E_R}{n'^2} - \frac{E_R}{n^2} \xrightarrow[E_R = 13/6eV]{E_{n'} - E_n = 2/55eV}$$

$$2/55 = 13/6\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{n'^2}\right) \Rightarrow \frac{255}{1360} = \frac{1}{n^2} - \frac{1}{n'^2}$$

$$\Rightarrow \frac{3}{16} = \frac{n'^2 - n^2}{n^2 \times n'^2} \Rightarrow \begin{cases} n' = 2 \\ n = 4 \end{cases}$$

$$\xrightarrow[n'=2, n=4]{r_n = a_0 n^2} r - r' = a_0(n^2 - n'^2) = 12a_0$$

پاسخ: گزینه ۳

قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۱۹% | نسبتا دشوار

گزینه ۳

با استفاده از رابطه ی ریدبرگ و تعریف انرژی و طول موج هر فوتون، داریم:

$$\frac{۱}{\lambda} = R\left(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}\right) \xrightarrow{\lambda=\frac{c}{f}} \frac{f}{c} = R\left(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}\right)$$

$$\xrightarrow{E=hf} E = Rhc\left(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}\right) \Rightarrow A = Rhc$$

پاسخ: گزینه ۲ قلم‌چی ۱۳۹۹ درصد پاسخگویی ۲۱% نسبتا دشوار

گزینه (۲)

می‌دانیم که اختلاف انرژی بین ترازها را می‌توان به‌صورت زیر نوشت:

$$\Delta E(۵ \rightarrow ۱) = \Delta E_{(۵\rightarrow۲)} + \Delta E_{(۲\rightarrow۱)}$$

$$\Delta E' = \Delta E_{(۵\rightarrow۲)} + \Delta E$$

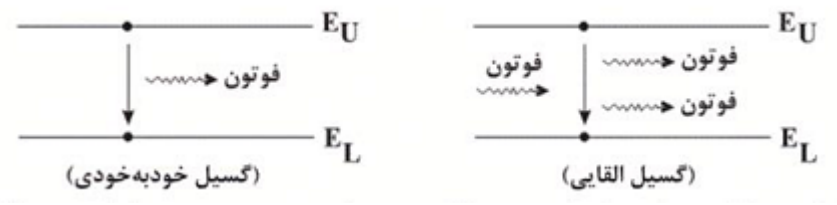
$$\Delta E' - \Delta E = \Delta E_{(۵\rightarrow۲)}$$

$$\Delta E_{(۵\rightarrow۲)} = E_۵ - E_۲ \xrightarrow{E_n=\frac{-E_R}{n^۲}} \frac{-E_R}{۲۵} - \frac{-E_R}{۴} = \frac{۲۱}{۱۰۰}E_R$$

$$\Delta E_{(۵\rightarrow۲)} = ۰/۲۱\,E_R$$

با توجه به این‌که E_R یک ریدبرگ نام دارد، پس ریدبرگ $\Delta E' - \Delta E = ۰/۲۱$ است.

پاسخ: گزینه ۳ قلم‌چی ۱۳۹۸ درصد پاسخگویی ۳۰% متوسط



اگر انرژی کافی به اتم‌ها داده شود، الکترون‌های بیشتری به تراز انرژی بالاتر برانگیخته خواهند شد، شرطی که به وارونی جمعیت معروف است.

وارونی جمعیت الکترون‌ها در یک محیط لیزری، مربوط به وضعیتی است که تعداد الکترون‌ها در ترازهای موسوم به تراز شبه‌پایدار نسبت به تراز پایین بسیار بیشتر باشند. در این ترازها الکترون‌ها مدت زمان بسیار طولانی‌تری($۱۰^{-۳}$ s) نسبت به حالت برانگیخته معمولی($۱۰^{-۸}$ s) باقی می‌مانند.

این زمان طولانی‌تر فرصت بیشتری برای افزایش وارونی جمعیت و در نتیجه تقویت نور لیزر فراهم می‌کند. (صحت گزینه‌های «۱» و «۴»)

در لیزر فوتون‌هایی که باریکه لیزری را ایجاد می‌کنند، هم‌بسامد، هم‌جهت و هم‌فاز هستند. (صحت گزینه «۲»)

پاسخ: گزینه ۲ قلم‌چی ۱۳۹۸ درصد پاسخگویی ۱۹% نسبتا دشوار

$۱۰۰ \times ۶۰ \times ۱۰^{-۴} = ۶ \times ۱۰^{-۱}$ J = انرژی مفید در مدت یک دقیقه

$E = hf = h\frac{c}{\lambda}$ انرژی هر فوتون

$$\Rightarrow E = ۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴} \times \frac{۳\times۱۰^{۸}}{۱۳۲۰\times۱۰^{-۱۰}} = ۱/۵ \times ۱۰^{-۱۸}\ \text{J}$$

$$\text{فوتون } n = \frac{۶\times۱۰^{-۱}}{۱/۵\times۱۰^{-۱۸}} = ۴ \times ۱۰^{۱۷}$$

پاسخ: گزینه ۴ قلم‌چی ۱۳۹۸ درصد پاسخگویی ۳۵% متوسط

سه ویژگی عمده گسیل القائی مطابق گزینه‌های «۱» و «۲» و «۳» می‌باشد.

پاسخ: گزینه ۴ قلم‌چی ۱۳۹۹ درصد پاسخگویی ۱۷% متوسط دام دار ۳

گزینه «۴»

در گسیل خودبه‌خود، الکترون از تراز انرژی بالاتر به‌طور خودبه‌خودی به تراز انرژی پایین‌تر جهش می کند و یک فوتون در جهت کاتوره‌ای گسیل می‌کند.

در گسیل القایی الکترون با جذب یک فوتون مناسب از تراز برانگیخته به تراز پایدار انتقال می‌یابد و یک فوتون در جهت فوتون ورودی گسیل می‌کند.

بررسی گزینه‌ها:

گزینه «۱»: گسیل القایی را نمایش می‌دهد و درست است.

گزینه «۲»: گسیل القایی را نمایش می‌دهد و درست است. دقت کنید که فوتون گسیل شده در همان جهت فوتون ورودی است.

گزینه «۳»: گسیل خودبه‌خود را نمایش می‌دهد و درست است.

گزینه «۴»: فوتون‌های خروجی باید در جهت فوتون ورودی یعنی افقی باشد. این شکل نمایش درستی از گسیل القایی نمی‌باشد و نادرست است.

پاسخ: گزینه ۲

قلم‌چی ۱۴۰۰ | درصد پاسخگویی ۳۵% | متوسط

گزینهٔ «۲»

جداسازی ایزوتوپ‌های مختلف یک عنصر به روش‌های فیزیکی صورت می‌گیرد.

پاسخ: گزینه ۳

قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۲۳% | متوسط

گزینهٔ «۳»

ابتدا انرژی حاصل را برحسب ژول محاسبه می‌کنیم:

$$E = mc^2 \xrightarrow[c=3\times10^{8}\,m/s]{m=2\,mg=2\times10^{-3}g=2\times10^{-6}\,kg}$$

$$E = (2\times10^{-6})\times(9\times10^{16}) \Rightarrow E = 18\times10^{10}\ J$$

از طرفی، یک کیلووات‌ساعت برابر $3/6\times10^{6}$ ژول است:

$$1kWh = 10^{3}\left(\frac{J}{s}\right)\times 3600s = 3/6\times10^{6}\ J$$

بنابراین: $E = \frac{18\times10^{10}}{3/6\times10^{6}} \Rightarrow E = 5\times10^{4}\ kWh$

پاسخ: گزینه ۱

قلم‌چی ۱۴۰۰ | درصد پاسخگویی ۳۱% | متوسط

گزینهٔ «۱»

مطابق شکل داده شده، در این واپاشی یک الکترون گسیل شده است، بنابراین این واپاشی، از نوع بتای منفی می‌باشد، در این نوع واپاشی یک نوترون به یک پروتون و یک الکترون تبدیل می‌گردد، یعنی تعداد پروتون‌های هسته یک واحد افزایش و از نوترون‌های آن یک واحد کم می‌شود. معادله این واپاشی به صورت زیر است:

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e^{-}$$

پاسخ: گزینه ۴

کنکور سراسری ۱۴۰۰ | متوسط

گزینه «۴»

معادلهٔ واپاشی هسته را می‌نویسیم، با توجه به اینکه ۳ ذرهٔ α و یک ذرهٔ β^{-1} واپاشی شده‌اند، داریم:

$$^{237}_{93}Np \rightarrow 3\,{}^{4}_{2}He + {}^{0}_{-1}e + {}^{A}_{Z}X$$

$$\left.\begin{array}{l} 237 = 12 + A \Rightarrow A = 225 \\ 93 = 6 - 1 + Z \Rightarrow Z = 88 \end{array}\right\} \xrightarrow{A=N+Z} N = 225 - 88 = 137$$

پاسخ: گزینه ۲

گزینه ها‌ی دام دار ۱ | قلم‌چی ۱۴۰۰ | درصد پاسخگویی ۲۰% | متوسط

گزینه‌ی «۲»

$$\begin{matrix} n_1 = ۲ \\ n_۲ = ۴ \end{matrix} \Rightarrow \frac{r_۲}{r_1} = \left(\frac{n_۲}{n_1}\right)^۲ = \left(\frac{۴}{۲}\right)^۲ = ۴$$

$$E_n = \frac{E_R}{n^۲} \Rightarrow \begin{cases} E_۲ = \dfrac{-E_R}{۲^۲} \\ E_۴ = \dfrac{-E_R}{۴^۲} \end{cases} \Rightarrow E_۴ - E_۲ = -\frac{E_R}{۱۶} - \left(\frac{-E_R}{۴}\right) = \frac{۳E_R}{۱۶}$$

انرژی الکترون افزایش می‌یابد.

پاسخ: گزینه ۲

قلم‌چی ۱۳۹۴ | درصد پاسخگویی ۳۳% | متوسط

با توجه به رابطه‌ی نیمه‌عمر مواد پرتوزا می‌توان نوشت:

$$\text{نیمه‌عمر} ۶ = \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}} = \frac{۸۴}{۱۴} = n$$

$$m_{\text{باقی مانده}} = \frac{m_۰}{۲^n} \Rightarrow m_۰ = m_{\text{باقیمانده}} \times ۲^n$$

$$\xrightarrow{m_{\text{باقی مانده}} = ۳g, n=۶} m_۰ = ۳ \times ۲^۶ \Rightarrow m_۰ = ۱۹۲g$$

$$\text{باقی مانده} m_۰ - m_{\text{واپاشی شده}}' =$$

$$m_{\text{واپاشی شده}}' = ۱۹۲ - ۳ \Rightarrow m_{\text{واپاشی شده}}' = ۱۸۹g$$

پاسخ: گزینه ۳

قلم‌چی ۱۳۹۸ | درصد پاسخگویی ۳۲% | متوسط

ابتدا معادله واپاشی را می‌نویسیم و سپس با استفاده از قوانین پایستگی جرم و بار الکتریکی مقادیر A و Z را محاسبه می‌کنیم:

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

پاسخ: گزینه ۳

قلم‌چی ۱۳۹۸ | درصد پاسخگویی ۳۱% | متوسط

ابتدا باید تعداد هسته‌های واپاشیده شده در هر مرحله را به‌دست آوریم:

تعداد هسته‌های واپاشیده شده (N') ، پس از گذشت ۲۰ روز:

$$\left.\begin{matrix} t_۱ = ۲۰d \\ T_{\frac{۱}{۲}} = ۱۰d \end{matrix}\right\} \Rightarrow n_۱ = \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}} = \frac{۲۰}{۱۰} = ۲$$

$$\Rightarrow N' = N_۰ - \frac{N_۰}{۲^{n_۱}} = \frac{(۲^{n_۱} - ۱)N_۰}{۲^{n_۱}} = \frac{(۲^۲ - ۱) \times ۱۶۰۰۰}{۲^۲}$$

$$= \frac{۳ \times ۱۶۰۰۰}{۴} = ۱۲۰۰۰$$

تعداد هسته‌های واپاشیده شده (N'') ، پس از گذشت ۴۰ روز:

$$\left.\begin{matrix} t_۲ = ۴۰d \\ T_{\frac{۱}{۲}} = ۱۰d \end{matrix}\right\} \Rightarrow n_۲ = \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}} = \frac{۴۰}{۱۰} = ۴$$

$$\Rightarrow N'' = \frac{(۲^{n_۲} - ۱)N_۰}{۲^{n_۲}} = \frac{(۲^۴ - ۱) \times ۱۶۰۰۰}{۲^۴} = \frac{۱۵ \times ۱۶۰۰۰}{۱۶} = ۱۵۰۰۰$$

از تفاضل این دو عدد، تعداد هسته‌های واپاشیده شده بین این دو لحظه، به‌دست می‌آید:

تعداد هسته‌های واپاشیده شده، بین روز $t_۱ = ۲۰$ تا روز $t_۲ = ۴۰$

$$= ۱۵۰۰۰ - ۱۲۰۰۰ = ۳۰۰۰$$

پاسخ: گزینه [illegible]

قلم‌چی ۱۳۹۸ | درصد پاسخ[illegible]

گزینه «۱»

$$N \text{ باقی مانده } = \frac{N_0}{2^n},\ n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}$$

$$\xrightarrow[N_0=1600]{N \text{ باقی مانده} = 1600-1550=50} 50 = \frac{1600}{2^{\frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}}}$$

$$\Rightarrow 2^{\frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}} = 32 = 2^5 \xrightarrow{t=280 \text{ ساعت}} 5 = \frac{280}{T_{\frac{1}{2}}}$$

$$\Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = 56h = 3360\,min$$

پاسخ: گزینه ۳

گزینه های دام دار ۲ | قلم‌چی ۱۴۰۰ | درصد پاسخگویی ۱۹% | متوسط

گزینه «۳»

ابتدا نیمه‌عمر A و B را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{N_A}{N_{0A}} = \frac{1}{2^{n_A}} \Rightarrow \frac{500}{2000} = \frac{1}{2^{n_A}} \Rightarrow 2^{n_A} = 4 \Rightarrow n_A = 2$$

$$\xrightarrow{t=4 \text{ ساعت},\ n_A=\frac{t}{T_A}} \frac{4}{T_A} = 2 \Rightarrow T_A = 2 \text{ ساعت}$$

$$\frac{N_B}{N_{0B}} = \frac{1}{2^{n_B}} \xrightarrow[N_{0B}=1000\times10^6]{N_B=500\times10^6} 2^{n_B} = 2^1 \Rightarrow n_B = 1$$

$$\xrightarrow{n_B=\frac{t}{T_B},\ t=6 \text{ ساعت}} T_B = 6 \text{ ساعت}$$

$$\frac{N_{0B}}{2^{n_A}} = \frac{N_{0A}}{2^{n_B}} \Rightarrow \frac{2000}{2^{n_A}} = \frac{1000}{2^{n_B}} \Rightarrow 2^{(n_A-n_B)} = 2$$

$$\Rightarrow \frac{t}{T_A} - \frac{t}{T_B} = \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{6}\right) = 1 \Rightarrow t = 3 \text{ ساعت} \xrightarrow[T_A=2 \text{ ساعت}]{T_B=6 \text{ ساعت}}$$

① جسم‌های گرم و داغ، چشمه‌ی تولید کدام‌یک از امواج زیر به حساب نمی‌آیند؟

۱) امواج فروسرخ ۲) فرابنفش ۳) نور مرئی ۴) پرتو ایکس

② تابشی با بسامد معین باعث می‌شود تا فوتوالکترونها از سطح فلز (۱) خارج شوند ولی از سطح فلز (۲) خارج نشوند. کدام گزینه مقایسهٔ درستی از انرژی فوتون‌های فرودی (hf) را با تابع کار فلزها (W_0) به‌درستی نشان می‌دهد؟

۱) $hf > W_{0_2}$ ، $hf > W_{0_1}$ ۲) $hf < W_{0_2}$ ،$hf > W_{0_1}$
۳) $hf > W_{0_2}$ ،$hf < W_{0_1}$ ۴) $hf < W_{0_2}$ ،$hf < W_{0_1}$

③ در اتم هیدروژن الکترون از مدار n_U به n_L می‌رود و نوری با بسامد ۵۶۲/۵THz تابش می‌کند. n_U و n_L به ترتیب کدام‌اند؟
$(c = ۳ \times ۱۰^{۸}\ m/s\ ,\ R_H = ۰/۰۱(nm)^{-۱})$

۱) ۲ و ۱ ۲) ۳ و ۱ ۳) ۴ و ۲ ۴) ۵ و ۳

④ الکترونی در اتم هیدروژن در تراز $n = ۴$ قرار دارد. نسبت بلندترین طول‌موج جذبی توسط این الکترون به کوتاه‌ترین طول‌موج گسیلی آن کدام است؟

۱) $\frac{۱۳۵}{۷}$ ۲) $\frac{۹}{۷}$ ۳) $\frac{۱۲۵}{۳}$ ۴) $\frac{۷}{۹}$

⑤ در اتم هیدروژن الکترون در تراز $n = ۴$ قرار دارد. با در نظر گرفتن تمام گذارهای ممکن، چند نوع فوتون با انرژی‌های متفاوت ممکن است گسیل شود؟

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۸

⑥ اختلاف بیش‌ترین و کم‌تین بسامد فوتون گسیلی اتم هیدروژن در رشتهٔ پاشن ($n' = ۳$) چند هرتز است؟
$(R = \frac{۱}{۱۰۰}(nm)^{-۱}\ ,\ e = ۳ \times ۱۰^{۸}\frac{m}{s})$

۱) $۷/۵ \times ۱۰^{۱۵}$ ۲) $۱/۸۷۵ \times ۱۰^{۱۵}$ ۳) $۷/۵ \times ۱۰^{۱۴}$ ۴) $۱/۸۷۵ \times ۱۰^{۱۴}$

⑦ الکترونی در اتم هیدرژن دو گذار متوالی ابتدا از n به n' و سپس از n' به n'' انجام می‌دهد. اگر انرژی الکترون در گذار اول $\frac{۳}{۱۶}$ ریدبرگ کاهش و در گذار بعدی $\frac{۲۱}{۱۰۰}$ ریدبرگ افزایش یابد، در این صورت طول موج فوتون ..... در گذار الکترون از تراز n به n'' تقریباً برابر با ..... میکرون است. $(E_R = ۱۳/۶eV\ ,\ hc = ۱۲۰۰eV.nm)$

۱) جذبی، ۲/۲ ۲) جذبی، ۳/۹
۳) گسیلی، ۲/۲ ۴) گسیلی، ۳/۹

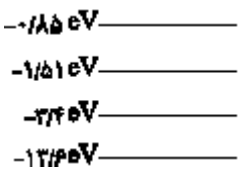
⑧ در مدل اتمی بور شعاع مدارهای الکترون برای اتم هیدروژن و ترازهای انرژی الکترون به‌ترتیب از راست به چپ ..... و ..... است.

۱) پیوسته – پیوسته ۲) گسسته – گسسته ۳) پیوسته – گسسته ۴) گسسته - پیوسته

⑨ بسامد سومین خط طیف اتم هیدروژن در کدام رشته $۲/۵ \times ۱۰^{۱۴}\ Hz$ است؟ $[C = ۳ \times ۱۰^{۸}\frac{m}{s}\ ,\ R = \frac{۱}{۱۰۰}(nm)^{-۱}]$

۱) پاشین ($n' = ۳$) ۲) براکت ($n' = ۴$)
۳) پفوند ($n' = ۵$) ۴) بالمر ($n' = ۲$)

(۱۰) شکل زیر، تعدادی از ترازهای انرژی اتم هیدروژن را نشان می‌دهد. اگر الکترون از تراز با انرژی $-۱/۵۱eV$ به اولین تراز برانگیخته جهش کند، طول موج فوتون گسیلی برحسب نانومتر تقریباً کدام است؟ $(hc = ۱۲۴۰eV.nm)$



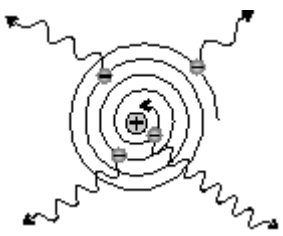
۱) ۱۰۳nm
۲) ۲۵۶nm
۳) ۶۵۶nm
۴) ۴۲۵nm

(۱۱) در واکنش هسته‌ای زیر، X کدام ذره یا اشعه است؟

$$^{۲۳۸}_{۹۲}U \rightarrow ^{۲۳۴}_{۹۰}Th + X$$

۱) گاما ۲) پوزیترون ۳) الکترون ۴) آلفا

(۱۲) شکل زیر بر اساس مدل اتم هسته‌ای رسم شده است. کدام‌یک از موارد زیر از این مدل نتیجه‌گیری نمی‌شود؟



۱) انرژی الکترون با نزدیک‌شدن به هسته کاهش می‌یابد.
۲) الکترون پس از چرخش‌های متوالی روی هسته سقوط می‌کند.
۳) با نزدیک‌شدن الکترون به هسته، بسامد موج گسیلی از آن افزایش می‌یابد.
۴) طیف اتمی، خطی یا گسسته است.

(۱۳) در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $۱۵۰\frac{N}{C}$ که جهت آن به سمت پایین است، ذره‌ای به جرم ۱۵g و بار $q = -۴mC$ از نقطه A با پتانسیل $V_A = -۲۰V$ در راستای قائم پرتاب می‌کنیم و از نقطه B با پتانسیل $V_B = ۴۰V$ عبور می‌کند. اگر انرژی جنبشی ذره در نقطه A، ۰/۱۲ ژول باشد، انرژی جنبشی ذره در نقطه B چند ژول است؟ $(g = ۱۰\frac{N}{kg})$

۱) ۰/۴۲ ۲) ۰/۰۶ ۳) ۰/۳ ۴) ۰/۱۸

(۱۴) در اتم هیدروژن، کوتاه‌ترین طول‌موج رشته بالمر $(n' = ۲)$، ..... نانومتر از بلندترین طول‌موج رشته لیمان $(n' = ۱)$ ..... است. $\left(R = ۰/۰۱(nm)^{-۱}\right)$

۱) $\frac{۸۰۰}{۳}$، بلندتر ۲) $\frac{۴۰۰}{۳}$، بلندتر
۳) $\frac{۸۰۰}{۳}$، کوتاه‌تر ۴) $\frac{۴۰۰}{۳}$، کوتاه‌تر

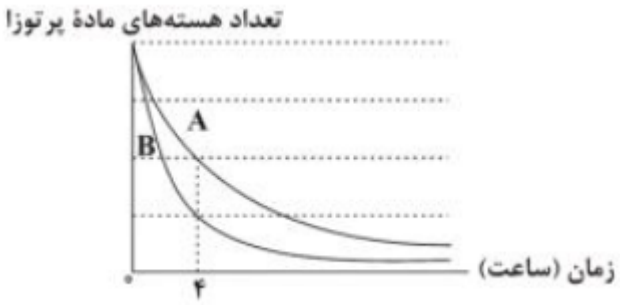
(۱۵) در واکنش هسته‌ای مقابل تعداد نوترون‌های هسته Y کدام است؟ $^{۲۴۰}_{۹۰}X \rightarrow ^{n}_{۷۸}Y + m\alpha$

۱) ۱۴۰ ۲) ۱۳۸ ۳) ۲۱۸ ۴) ۲۱۶

(۱۶) نیمه‌عمر یک ماده رادیواکتیو برابر با ۸ ساعت است. چند ساعت زمان باید بگذرد تا مقدار ماده واپاشیده شده ۱۵ برابر ماده فعال شود؟

۱) ۸ ۲) ۳۲ ۳) ۴۰ ۴) ۶۴

۱۷) شکل زیر نمودار تغییرات تعداد هسته‌های ماده پرتوزای دو عنصر A و B را نشان می‌دهد، پس از گذشت ۸ ساعت از فروپاشی دو هسته نسبت تعداد هسته‌های فروپاشی شده عنصر A به هسته‌های فروپاشی شده عنصر B کدام است؟

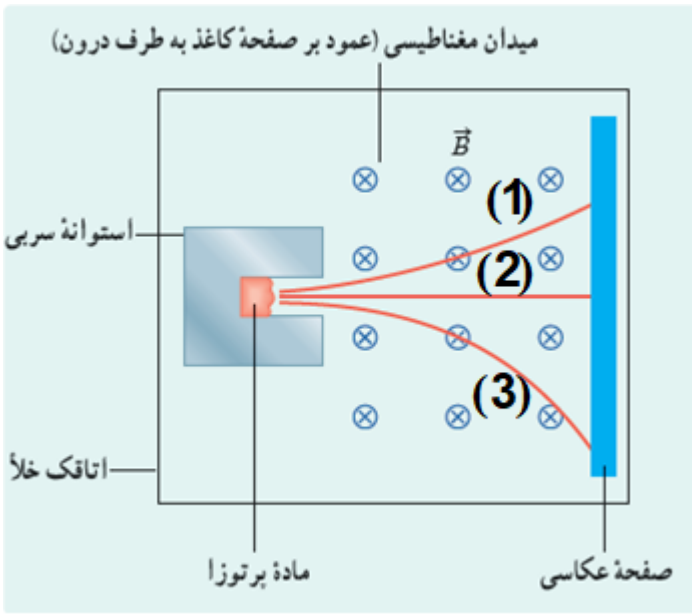


۱) $\frac{۴}{۵}$
۲) ۲
۳) $\frac{۳}{۱۴}$
۴) $\frac{۶}{۷}$

۱۸) سدیم $^{۲۴}_{۱۱}Na$ واپاشی β^- انجام می‌دهد، هستهٔ جدید به‌ترتیب چند نوترون و چند پروتون خواهد داشت؟

۱) ۱۳و۱۱ ۲) ۱۲و۱۱ ۳) ۱۱و۱۳ ۴) ۱۲و۱۲

۱۹) شکل زیر، طرح آزمایش ساده‌ای را نشان می‌دهد که در آن، قطعه‌ای از یک نمونه پرتوزا را در حفره یک استوانه سربی و در مقابل یک صفحه عکاسی قرار داده‌ایم. با توجه به مسیر حرکت پرتوها در میدان مغناطیسی درون‌سو، پرتوهای ۱، ۲ و ۳ به‌ترتیب از راست به چپ کدام می‌تواند باشد؟



۱) گاما، پوزیترون، الکترون
۲) آلفا، پوزیترون، گاما
۳) پوزیترون، گاما، آلفا
۴) آلفا، گاما، الکترون

۲۰) نیمه‌عمر یک ماده رادیواکتیو ۲ ساعت است. پس از چند ساعت، $\frac{۱}{۱۲۸}$ هسته‌های اولیه، فعال باقی می‌ماند؟

۱) ۳۶ ۲) ۲۸
۳) ۱۴ ۴) ۱۲

پاسخ: گزینه ۴ | قلم‌چی ۱۳۹۴ | درصد پاسخگویی ۵۴% | ساده

گزینه‌ی «۴»

چشمه‌ی تولید پرتو ایکس(X)، لامپ پرتوXاست، در صورتی‌که جسم‌های داغ چشمه‌ی تولید امواج فرابنفش، نور مرئی و فروسرخ می‌باشد.

پاسخ: گزینه ۲ | قلم‌چی ۱۳۹۸ | درصد پاسخگویی ۴۵% | ساده

گزینهٔ «۲»

بنابر نظریهٔ اینشتین، وقتی نور تکفام بر سطح فلزی می‌تابد، اگر فوتون انرژی کافی داشته باشد، می‌تواند باعث کنده شدن الکترون شود. اثر فوتوالکتریک به شرطی رخ می‌دهد که انرژی فوتون از تابع کار فلز بزرگتر باشد. بنابراین انرژی فوتون در فلز (۱) بزرگتر از تابع کار فلز و در فلز (۲) کمتر از تابع کار فلز است و در فلز (۲) اثر فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد.

پاسخ: گزینه ۳ | قلم‌چی ۱۴۰۰ | درصد پاسخگویی ۲۲% | متوسط

گزینهٔ «۳»

در گذار از n_U به n_L، طول‌موج گسیلی به صورت زیر محاسبه می‌شود (معادله ریدبرگ):

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n_L^۲} - \frac{۱}{n_U^۲}) \xrightarrow{\lambda=\frac{c}{f}} \frac{f}{c} = R(\frac{۱}{n_L^۲} - \frac{۱}{n_U^۲})$$

$$\xrightarrow[R=۰/۰۱(nm)^{-۱} = ۱۰^{۷} m^{-۱}]{f=۵۶۲/۵\times۱۰^{۱۲} Hz, c=۳\times۱۰^{۸} m/s}$$

$$\frac{۵۶۲/۵\times۱۰^{۱۲}}{۳\times۱۰^{۸}} = ۱۰^{۷}(\frac{۱}{n_L^۲} - \frac{۱}{n_U^۲})$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{n_L^۲} - \frac{۱}{n_U^۲} = \frac{۵۶۲۵}{۳۰۰۰۰} = \frac{۳}{۱۶} = \frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۱۶} \Rightarrow \begin{cases} n_L = ۲ \\ n_U = ۴ \end{cases}$$

پاسخ: گزینه ۳ | قلم‌چی ۱۳۹۸ | درصد پاسخگویی ۱۵% | نسبتا ساده

بلندترین طول‌موج جذبی مربوط به حالتی است که این الکترون از تراز n = ۴ به تراز n = ۵ برود و کوتاه‌ترین طول‌موج گسیلی آن مربوط به حالتی است که الکترون از تراز n = ۴ به تراز n′ = ۱ برود.

$$(۱) \quad \frac{۱}{\lambda_{max}} = R(\frac{۱}{۴^۲} - \frac{۱}{۵^۲}) \Rightarrow \frac{۱}{\lambda_{max}} = R\frac{۹}{۴۰۰}$$

$$(۲) \quad \frac{۱}{\lambda_{min}} = R(\frac{۱}{۱^۲} - \frac{۱}{۴^۲}) \Rightarrow \frac{۱}{\lambda_{min}} = R(\frac{۱۵}{۱۶})$$

$$(۱), (۲) \Rightarrow \frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}} = \frac{\frac{۱۵}{۱۶}}{\frac{۹}{۴۰۰}} = \frac{۲۵\times۵}{۳} = \frac{۱۲۵}{۳}$$

پاسخ: گزینه ۳ | قلم‌چی ۱۳۹۸ | درصد پاسخگویی ۳۵% | متوسط

در اتم هیدروژن، هنگامی‌که الکترون در تراز nام قرار دارد، با در نظر گرفتن تمام گذارهای ممکن، می‌توان تعداد فوتون‌ها را به‌صورت ترکیب ۲ تا از n تا یعنی $\binom{n}{۲}$ محاسبه کرد. یعنی:

تعداد کل فوتون‌های گسیلی $= \frac{n(n-۱)}{۲} = \frac{۴\times۳}{۲} = ۶$

پاسخ: گزینه ۴ | خارج از کشور ۱۴۰۱ | دشوار

گزینه «۴»

کمترین بسامد $n = ۴ \rightarrow ۳ -$

بیشتر

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{f}{C} \times 10^{-9}{}^{0/01}R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

$$f_1 = 3 \times 10^8 \times 10^7 \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{16}\right) = /4 \times 10^{15} \times \frac{7}{79 \times 16} = \frac{7}{48} \times 10^{15}$$

$$f_2 = 3 \times 10^{15} \left(\frac{1}{9} - 0\right) = \frac{1}{3} \times 10^{15}$$

$$f_2 - f_1 = 1/875 \times 10^{14} H$$

پاسخ: گزینه ۲ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۱۳% | دشوار

گزینه «۲»

هنگام گذار الکترون از تراز بالاتر به تراز پایین‌تر انرژی آن کاهش می‌یابد و بالعکس. بنابراین داریم:

$$\left.\begin{aligned} E_{n'} - E_n &= \frac{-3}{16}E_R \\ E_{n''} - E_{n'} &= \frac{21}{100}E_R \end{aligned}\right\} \Rightarrow E_{n''} - E_n = -\frac{3}{16}E_R + \frac{21}{100}E_R = \frac{9}{400}E_R$$

با توجه به این‌که $(E_{n''} - E_n) > 0$ است. بنابراین الکترون طی گذار از n به n'' بایستی فوتون جذب کند طول‌موج فوتون جذبی برابر است با:

$$\Delta E = \frac{hc}{\lambda} \xrightarrow[E_R = 13/6eV]{\Delta E = \frac{9}{400}E_R \,,\, hc = 1200eV.nm}$$

$$\frac{9}{400} \times 13/6 = \frac{1200}{\lambda} \Rightarrow \lambda \cong 3900nm = 3/9\mu m$$

پاسخ: گزینه ۲ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۲۹% | متوسط

طبق مدل اتمی بور، مدارها و انرژی‌های الکترون‌ها در هر اتم کوانتیده‌اند، یعنی فقط مدارها و انرژی‌های گسسته معینی مجاز هستند. شعاع این مدارها و انرژی الکترون برای اتم هیدروژن از رابطه‌های زیر به‌دست می‌آید:

$r_n = a_0 n^2$ (شعاع مدارهای الکترون برای اتم هیدروژن)

در این رابطه n عدد کوانتومی نامیده می‌شود.

$E_n = \frac{-13/6eV}{n^2}$ (ترازهای انرژی الکترون در اتم هیدروژن)

پاسخ: گزینه ۱ | خارج از کشور ۱۴۰۰ | متوسط

گزینه «۱»

سومین خط طیف اتم هیدروژن مربوط به گذار الکترون از تراز$n'+3$به ترازn'است. با توجه رابطهٔ بسامد و طول موج، ابتدا طول موج گسیلی را به دست می‌آوریم و سپس با استفاده از معادلهٔ ریدبرگn'را تعیین می‌کنیم:

$$c = \lambda f \xrightarrow[c = 3 \times 10^8]{f = 2/5 \times 10^{14} Hz} \lambda = \frac{3 \times 10^8}{2/5 \times 10^{14}} = 1/2 \times 10^{-6} m = 1200nm$$

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{(n'+3)^2}\right) \xrightarrow[\lambda = 1200nm]{R = 0/01(nm)^{-1}}$$

$$\frac{1}{1200} = 0/01\left(\frac{(n'+3)^2 - n'^2}{n'^2(n'+3)^2}\right) \Rightarrow \frac{1}{12} = \frac{9+6n'}{n'^2(n'+3)^2}$$

برای به دست آوردنn'نیازی به حل معادلهٔ بالا نیست با جایگذاری گزینه‌هاn'به دست می‌آید:

$$n' = 3 \Rightarrow \frac{9+6n'}{n'^2(n'+3)^2} = \frac{9+6\times3}{3^2\times6^2} = \frac{3^3}{2^2\times6^2} = \frac{1}{12}$$

پاسخ: گزینه ۳ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۱۸% | متوسط

گزینه (۳)

می‌دانیم انرژی فوتون [illegible] اف انرژی بین دو مدار اولیه و نهایی است [illegible]

$$\Delta E = hf \Rightarrow E_3 - E_2 = hf$$

$$\Rightarrow E_3 - E_2 = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow -1/51 + 3/4 = \frac{1240}{\lambda}$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{1240}{1/89} \simeq 656nm$$

پاسخ: گزینه ۴

قلم‌چی ۱۴۰۰ | درصد پاسخگویی ۵۱% | ساده

گزینهٔ «۴»

عدد جرمی و عدد اتمی طرفین را با یک‌دیگر برابر قرار می‌دهیم:

$$A : 238 = 234 + A \rightarrow A = 4$$
$$Z : 92 = 90 + Z \Rightarrow Z = 2$$
$$\rightarrow {}^{4}_{2}X$$

در نتیجه ذرهٔ ${}^{4}_{2}X$، ذرهٔ آلفا می‌باشد.

پاسخ: گزینه ۴

گزینه های دام دار ۱ | قلم‌چی ۱۳۹۸ | درصد پاسخگویی ۳۱% | متوسط

گزینهٔ «۴»

این مدل همان مدل رادرفورد است که براساس آن طیف گسیلی اتم باید پیوسته باشد.

پاسخ: گزینه ۳

گزینه های دام دار ۲ | قلم‌چی ۱۴۰۰ | درصد پاسخگویی ۲۰% | متوسط

گزینه‌ی «۳»

مطابق قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$W_E + W_{mg} = \Delta KI$$

با توجه به رابطه کار میدان الکتریکی و تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار داریم:

$$W_E = -\Delta U \xrightarrow[\Delta V = V_B - V_A = 60V]{\Delta U = q\Delta V \, , \, q = -4mC = -4 \times 10^{-3} C}$$

$$W_E = 4 \times 10^{-3} \times 60 = 24 \times 10^{-2} J \; II$$

$$|\Delta V| = Ed \xrightarrow[\Delta V = 60V]{E = 150 \frac{N}{C}} d = \frac{60}{150} = 0/4m = 40cm$$

چون پتانسیل نقطه B بزرگ‌تر از پتانسیل نقطه A است، با توجه به این‌که جهت میدان الکتریکی به‌سمت پایین است، بنابراین بار به‌سمت بالا پرتاب شده است. پس کار نیروی وزن برابر است با:

$$W_{mg} = -mgd \xrightarrow[g = 10 \frac{N}{kg} \, , \, m = 15g = 15 \times 10^{-3} kg]{d = 0/4m}$$

$$W_{mg} = -15 \times 10^{-3} \times 10 \times 0/4 = -6 \times 10^{-2} J \; III$$

$$I \, , \, II \, , \, III \Rightarrow 24 \times 10^{-2} - 6 \times 10^{-2} = K_B - K_A$$

$$\xrightarrow{K_A = 0/12J} K_B = 0/3J$$

پاسخ: گزینه ۱

قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۲۸% | متوسط

گزینه «۱»

می‌دانیم در هر رشته، کوتاه‌ترین طول‌موج به ازای $n = \infty$ و بلندترین طول‌موج به ازای $n' = n + 1$ به‌دست می‌آید.

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

$$\frac{1}{\quad} = R\left(\frac{1}{\quad}\right.$$

$\Rightarrow (\lambda_{min})_{\text{بالمر}} = \frac{۴}{R} = ۴۰۰nm$

بلندترین طول‌موج رشته لیمان : $\frac{۱}{(\lambda_{max})_{\text{لیمان}}} = R\left(\frac{۱}{۱^۲} - \frac{۱}{۲^۲}\right) = R\left(\frac{۳}{۴}\right)$

$\Rightarrow (\lambda_{max})_{\text{لیمان}} = \frac{۴}{۳R} = \frac{۴۰۰}{۳}nm$

دقت کنید که کوتاه‌ترین طول‌موج سری بالمر از بلندترین طول‌موج سری لیمان، بلندتر است، یعنی گزینه‌های (۳) و (۴) رد می‌شوند، بنابراین:

$(\lambda_{min})_{\text{بالمر}} - (\lambda_{max})_{\text{لیمان}} = ۴۰۰ - \frac{۴۰۰}{۳} = \frac{۸۰۰}{۳}nm$

پاسخ: گزینه ۲

گزینه های دام دار ۴ | قلم‌چی ۱۴۰۰ | درصد پاسخگویی ۲۶% | متوسط

گزینه «۲»

ذره آلفا همان هسته هلیم دو بار مثبت است. با موازنه اعداد جرمی و اتمی در دو طرف واکنش داریم:

$۷۸ = ۹۰ - ۲m \Rightarrow m = \frac{۱۲}{۲} = ۶$

$n = ۲۴۰ - ۴ \times ۶ \Rightarrow n = ۲۱۶$

$N = A - Z \xrightarrow{A=۲۱۶,Z=۷۸} N = ۲۱۶ - ۷۸ = ۱۳۸$

پاسخ: گزینه ۲

قلم‌چی ۱۳۹۸ | درصد پاسخگویی ۳۲% | متوسط

در بحث نیمه‌عمر داریم:

جرم باقی‌مانده $m = \frac{m_۰}{۲^n}, n = \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}}$

مقدار جرم واپاشیده شده $m' = m_۰\left(۱ - \frac{۱}{۲^n}\right)$

$$\begin{cases} T_{\frac{۱}{۲}} = ۸\,h \\ t = ? \\ m' = ۱۵\,m \end{cases}$$

$۱۵\,m = m_۰\left(۱ - \frac{۱}{۲^n}\right) \Rightarrow ۱۵\left(\frac{m_۰}{۲^n}\right) = m_۰\left(۱ - \frac{۱}{۲^n}\right)$

$\frac{۱۵}{۲^n} = ۱ - \frac{۱}{۲^n} \Rightarrow \frac{۱۵}{۲^n} + \frac{۱}{۲^n} = ۱ \Rightarrow \frac{۱۶}{۲^n} = ۱ \Rightarrow ۲^n = ۱۶ \Rightarrow n = ۴$

$n = \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}} \Rightarrow ۴ = \frac{t}{۸} \Rightarrow t = ۳۲\,h$

پاسخ: گزینه ۱

قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۱۵% | متوسط

گزینه «۱»

ابتدا با توجه به نمودار نیمه‌عمرAوBرا به‌دست می‌آوریم:

$$N_{\text{باقی‌مانده}} = \frac{N_۰}{۲^n} \begin{cases} \xrightarrow[n_A = \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}}]{t=۴h,\left(\frac{N_{\text{باقیمانده}}}{N_۰}\right)_A = \frac{۱}{۲}} \frac{۱}{۲} = \frac{۱}{۲^{\frac{۴}{T_{\frac{۱}{۲}}}}} \\ \Rightarrow T_{\frac{۱}{۲}} = ۴h \\ \xrightarrow[n_B = \frac{t}{T'_{\frac{۱}{۲}}}]{t=۴h,\left(\frac{N_{\text{باقیمانده}}}{N_۰}\right)_B = \frac{۱}{۴}} \frac{۱}{۴} = \frac{۱}{۲^{\left(\frac{۴}{T'_{\frac{۱}{۲}}}\right)}} \\ \Rightarrow T'_{\frac{۱}{۲}} = ۲h \end{cases}$$

$$N_{\text{واپاشی}} = N_0 - \frac{N_0}{2^n} \begin{cases} t=8h\ ,\ n=\frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} \xrightarrow[T_{\frac{1}{2}}=4h]{} (N_{\text{واپاشی}})_A = N_0(1-\frac{1}{2^2}) = \frac{3}{4}N_0 \ (I) \\ t=8h\ ,\ n=\frac{t}{T'_{\frac{1}{2}}} \xrightarrow[T'_{\frac{1}{2}}=2h]{} (N_{\text{واپاشی}})_B = N_0(1-\frac{1}{2^4}) = \frac{15}{16}N_0 \ (II) \end{cases}$$

$$I \text{ و } II \Rightarrow \frac{(N_{\text{واپاشی}})_A}{(N_{\text{واپاشی}})_B} = \frac{\frac{3}{4}N_0}{\frac{15}{16}N_0} = \frac{4}{5}$$

پاسخ: گزینه ۴ خارج از کشور ۱۴۰۰ متوسط

گزینه «۴»

در واپاشی β^-درون هسته یک نوترون به یک پروتون و یک الکترون تبدیل می‌شود.

$$^{24}_{11}Na \rightarrow ^{A}_{Z}X + ^{0}_{-1}e \Rightarrow \begin{cases} A = 24 \\ Z - 1 = 11 \Rightarrow Z = 12 \end{cases}$$

$$\xrightarrow[Z=12]{A=Z+N} N = 12$$

پاسخ: گزینه ۴ گزینه های دام دار ۳ قلم‌چی ۱۳۹۸ درصد پاسخگویی ۲۷% متوسط

با استفاده از قاعده دست راست پرتو (۱) دارای بار مثبت، پرتو (۲) بدون بار و پرتو (۳) دارای بار منفی است.

پاسخ: گزینه ۳ قلم‌چی ۱۴۰۰ درصد پاسخگویی ۴۱% ساده

گزینهٔ «۳»

برای تعیین مدت زمان واپاشی، ابتدا باید تعداد نیمه‌عمرهای سپری شده را تعیین کرد و سپس با استفاده از رابطه $n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}$ زمان کل را محاسبه کنیم. بنابراین اگر جرم اولیه را m_0 فرض کنیم، ابتدا طبق الگوی زیر، تعداد نیمه‌عمرهای سپری شده را محاسبه می‌کنیم:

$$m_0 \rightarrow \frac{m_0}{2} \rightarrow \frac{m_0}{4} \rightarrow \frac{m_0}{8} \rightarrow \frac{m_0}{16} \rightarrow \frac{m_0}{32}$$

$$\rightarrow \frac{m_0}{64} \rightarrow \frac{m_0}{128}(\text{باقی‌مانده})$$

بنابراین ۷ نیمه‌عمر سپری می‌شود، پس طبق رابطه تعداد نیمه‌عمر، زمان کل سپری شده تعیین می‌گردد:

$$n = \frac{t_{\text{کل}}}{T_{\frac{1}{2}}} \xrightarrow[T_{\frac{1}{2}}=2h]{n=7} t_{\text{کل}} = 14\ h$$

روش دوم:

$$m = \frac{m_0}{2^n} \xrightarrow{m=\frac{1}{128}m_0} 2^n = 128 = 2^7 \Rightarrow n = 7$$

$$n = \frac{t_{\text{کل}}}{T_{\frac{1}{2}}} \xrightarrow[T_{\frac{1}{2}}=2h]{n=7} t_{\text{کل}} = 14\ h$$

① بسامد یک نوسانگر هماهنگ ساده با دامنه ۲cm برابر با ۴Hz است. مسافت طی شده توسط این نوسانگر در مدت ۲ ثانیه چند سانتی‌متر است؟

۱) ۱۶ ۲) ۶۴ ۳) ۲ ۴) ۱

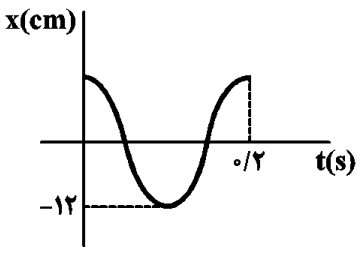
② دو آونگAوBحرکت نوسانی هماهنگ ساده‌ی کم دامنه انجام می‌دهند. اگر طول آونگ A چهار برابر طول آونگ B و بیشینه‌ی زاویه‌ای که آونگA با راستای قائم می‌سازد نصف بیشینه‌ی زاویه‌ای باشد که آونگ B با راستای قائم می‌سازد، در این‌صورت بیشینه‌ی سرعت آونگA چند برابر بیشینه‌ی سرعت آونگ B است؟

۱) ۲ ۲) ۱ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) ۴

③ نوسانگری روی محور x حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد و مبدأ مختصات نقطهٔ تعادل (مرکز نوسان) است. اگر دامنهٔ حرکت نوسانگر ۲cm و بسامد حرکتش $\frac{۱}{۴}$Hz باشد، بزرگی سرعت متوسط نوسانگر در کمترین بازهٔ زمانی که از مکان $+\sqrt{۲}$cm در جهت محور x عبور می‌کند و سپس به مکان $-\sqrt{۲}$cm می‌رسد، چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟ .

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

④ نمودار مکان ـ زمان وزنه‌ای را که به وسیله فنری با ثابت $۲۰۰\frac{N}{m}$ روی سطح افقی بدون اصطکاکی به نوسان‌های هماهنگ ساده وا می‌داریم، مطابق شکل زیر است. اگر وزنه دیگری را که جرم آن ۱۵۰ گرم از جرم وزنه کنونی کمتر می‌باشد، جایگزین کرده و به همین فنر متصل نماییم و مجدداً آن را وادار به حرکت هماهنگ ساده با دامنه مشابه کنیم، معادله مکان ـ زمان حرکت هماهنگ وزنه جدید در SI کدام است؟ ($\pi^۲ = ۱۰$)

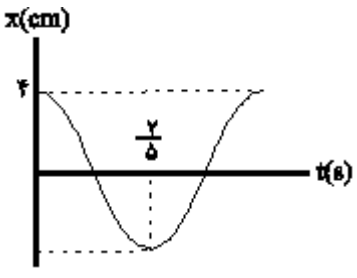


۱) $x = ۰/۱۲\cos(۲۰\pi t)$ ۲) $x = ۰/۱۲\cos(۴۰\pi t)$
۳) $x = ۰/۱۲\cos(۲/۵\pi t)$ ۴) $x = ۰/۱۲\cos(۵\pi t)$

⑤ معادله حرکت هماهنگ ساده‌ای در SI، به‌صورت $x = ۰/۱\cos(\frac{\pi}{۴}t)$ است. در بازه زمانی $t_۱ = ۲s$ تا $t_۲ = ۷s$، مجموعاً چند ثانیه حرکت متحرک کندشونده است؟

۱) ۱ ۲) ۲
۳) ۳ ۴) ۴

⑥ نمودار مکان- زمان حرکت هماهنگ ساده‌ای مطابق شکل زیر است. کمترین تندی متوسط نوسانگر در یک بازه زمانی دلخواه به مدت ۰/۲s، چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟ ($\sqrt{۲} = ۱/۴$)

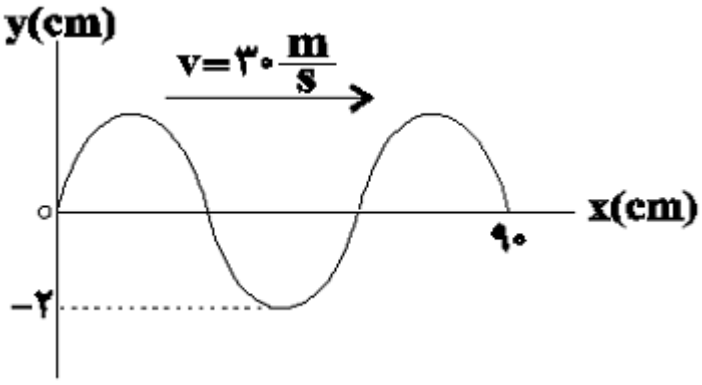


۱) ۱۲
۲) ۲۶
۳) ۲۴
۴) ۲۷

(۷) دوره نوسان هماهنگ ساده آونگی به طول ۴۰cm در فاصله h از سطح زمین برابر با $\frac{\pi}{۲}$ ثانیه است. h چند برابر شعاع زمین است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

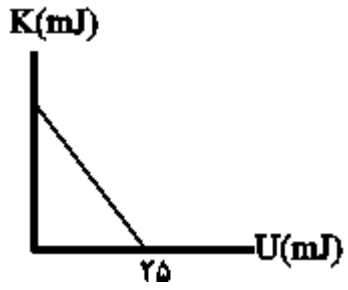
۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) ۴ ۳) $\frac{۱}{۴}$ ۴) ۲

(۸) نقش یک موج عرضی در یک طناب که در جهت محور x منتشر می‌شود، در لحظهٔ $t_۱$ مطابق شکل زیر است. مسافتی که یک ذره از طناب در مدت $t_۱$ تا $t_۲ = t_۱ + \frac{۱}{۲۵}s$ طی می‌کند، چند سانتی‌متر است؟



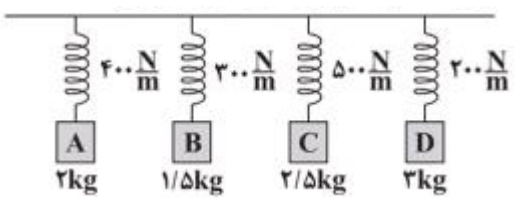
۱) ۴
۲) ۸
۳) ۱۶
۴) ۳۲

(۹) نمودار انرژی جنبشی برحسب انرژی پتانسیل کشسانی نوسانگر هماهنگ ساده‌ای به جرم ۲۰۰g مطابق شکل زیر است. اگر این نوسانگر طول پاره‌خط نوسان را طی زمان ۰/۳s به‌طور کامل طی کند، معادله نوسان‌های آن در SI مطابق با کدام گزینه است؟ $(\pi = ۳)$



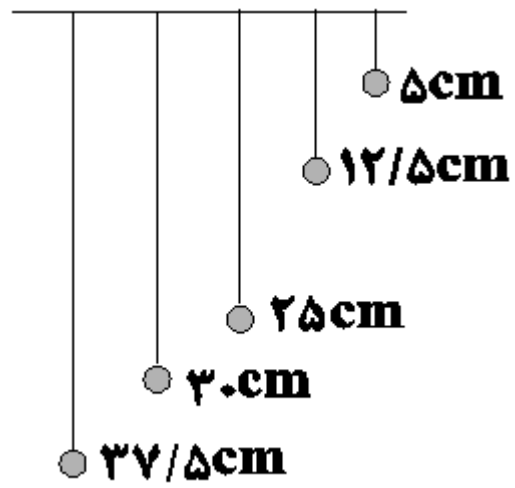
۱) $x = ۰/۰۵\cos(۱۰t)$
۲) $x = ۰/۵\cos(۱۰t)$
۳) $x = ۰/۰۵\cos(۲۰t)$
۴) $x = ۰/۵\cos(۲۰t)$

(۱۰) در شکل زیر، اگر وزنه A با بسامد طبیعی خود به نوسان درآید، پدیده تشدید برای کدام‌یک از وزنه‌های دیگر رخ می‌دهد؟



۱) B و D
۲) C و D
۳) B و C
۴) B و C ،D

(۱۱) در شکل زیر، پنج آونگ ساده از میله‌ای افقی آویزان هستند. اگر میله نوسان‌هایی افقی و با گسترهٔ بسامد زاویه‌ای بین $۵\frac{rad}{s}$ تا $۱۰\frac{rad}{s}$ انجام دهد، چه تعداد از آونگ‌ها به‌شدت به نوسان درمی‌آیند؟ ($g = ۱۰\frac{N}{kg}$)



۱) ۴
۲) ۳
۳) ۲
۴) ۱

(۱۲) در پی زمین‌لرزه بزرگی که در سواحل مکزیک رخ داد، ساختمان‌های نیمه‌بلند فروریختند ولی ساختمان‌های بلندتر و کوتاه‌تر پابرجا ماندند. این پدیده بدان علت بود که:

۱) بسامد ارتعاش طبیعی ساختمان‌های نیمه‌بلند خیلی بیش‌تر از بسامد ارتعاش زلزله بود.
۲) بسامد ارتعاش طبیعی ساختمان‌های نیمه‌بلند خیلی کم‌تر از بسامد ارتعاش زلزله بود.
۳) بسامد ارتعاش طبیعی ساختمان‌های نیمه‌بلند بسیار نزدیک و یا برابر با بسامد ارتعاش زلزله بود.
۴) ساختمان‌های نیمه‌بلند با دوره کم‌تر از دوره نوسان طبیعی خود به ارتعاش درآمدند.

(۱۳) کدام گزینه در مورد امواج صوتی منتشر شده در یک محیط صحیح نیست؟

۱) در این امواج راستای انتشار موج بر امتداد ارتعاش ذرات محیط منطبق است.
۲) فاصله بین یک تراکم و یک انبساط به عنوان طول‌موج تعریف می‌شود.
۳) سرعت انتشار امواج صوتی علاوه بر جنس محیط به دما نیز بستگی دارد.
۴) این امواج در یک محیط همگن، با سرعت ثابت منتشر می‌شوند.

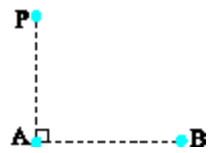
(۱۴) کدام‌یک از موارد زیر در مورد امواج مکانیکی صحیح است؟

۱) همانند امواج الکترومغناطیسی برای انتشار نیاز به محیط مادی دارند.
۲) منشأ تولید آن‌ها با امواج الکترومغناطیسی یکسان است.
۳) میکروموج‌ها از انواع موج‌های مکانیکی هستند.
۴) مشخصه‌های امواج مکانیکی با امواج الکترومغناطیسی یکسان است.

(۱۵) کدام‌یک از موارد زیر از کاربردهای دستگاه لیتوترپسی است؟

۱) ثبت صداهای ضعیف
۲) شکستن سنگ‌های کلیه با کمک بازتابنده‌های بیضوی
۳) تعیین تندی خودروها با استفاده از مکان‌یابی پژواکی امواج الکترومغناطیسی
۴) تعیین تندی شارش خون با استفاده از مکان‌یابی پژواکی امواج فراصوت

(۱۶) مطابق شکل زیر، دو ایستگاه رادیویی A و B به فاصله ۸۰km از هم قرار دارند و هر یک سیگنالی را گسیل می‌کنند. گیرنده P که در فاصله ۶۰km از A قرار دارد، این دو سیگنال را با اختلاف زمانی چند ثانیه دریافت می‌کند؟ ($c = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}$)



۱) $\frac{۴}{۳} \times ۱۰^{-۴}$
۲) $\frac{۴}{۳} \times ۱۰^{-۷}$
۳) $\frac{۲}{۳} \times ۱۰^{-۴}$
۴) $\frac{۲}{۳} \times ۱۰^{-۷}$

(۱۷) اختلاف تراز شدت دو صوت برابر با ۳ دسی‌بل است. شدت صوت قوی‌تر چند برابر شدت صوت ضعیف‌تر است؟ ($\log ۲ = ۰/۳$)

۱) ۲
۲) ۳
۳) ۲۰
۴) ۳۰

(۱۸) خط‌های طیف نوری یک کهکشان به‌وسیله آشکارسازی روی زمین دریافت می‌شود. اگر طول‌موج‌های دریافتی آن به‌طرف طول‌موج‌های بلندتر جابه‌جا شود، اصطلاحاً به آن . . . . . گفته می‌شود و نشان دهنده آن است که . . . . . .

۱) انتقال به سرخ ـ کهکشان به زمین نزدیک می‌شود.
۲) انتقال به آبی ـ کهکشان به زمین نزدیک می‌شود.
۳) انتقال به سرخ ـ کهکشان از زمین دور می‌شود.
۴) انتقال به آبی ـ کهکشان از زمین دور می‌شود.

(۱۹) شخصی در فاصلهٔ ۳۴۰ متری از یک دیوار قائم قرار دارد و پژواک صدای خود را ۰/۲ ثانیه بعد می‌شنود، اگر با تغییر دمای محیط تندی صوت در هوا ۱۰ درصد افزایش یابد، در حالت جدید، شخص حداکثر چند متر می‌تواند به دیوار نزدیک شود تا پژواک صدای خود را از صدای اولیهٔ خود تمیز دهد؟ (اعداد فرضی هستند.)

۱) ۳۴
۲) ۱۵۳
۳) ۱۷۰
۴) ۷۶

(۲۰) گوی متحرکی را با دوره تناوب ۱s در سطح آبی به نوسان درمی‌آوریم و فاصله بین دو ستیغ متوالی در عمق ۳/۵ سانتی‌متری برابر با ۶۰ cm است. در صورتی که در عمق ۲/۵ سانتی‌متری تندی انتشار موج سطحی $\frac{۵}{۶}$ برابر تندی انتشار موج سطحی در عمق ۳/۵ سانتی‌متری باشد، طول موج در عمق ۲/۵ cm برابر چند سانتی‌متر است؟

۱) ۵۰
۲) ۲۵
۳) ۳۵
۴) ۴۰

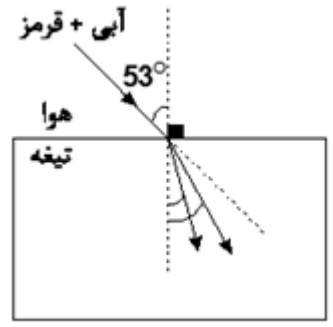
(۲۱) در کدام گزینه، از مکان‌یابی پژواکی استفاده نمی‌شود؟

۱) خفاش و دلفین برای یافتن طعمه
۲) دستگاه سونار در کشتی‌ها
۳) سونوگرافی
۴) پدیده دوپلر

(۲۲) با تابش یک باریکه تک‌رنگ از نور مرئی از خلأ به یک محیط شفاف، تندی انتشار آن ۲۰ درصد تغییر می‌کند. ضریب شکست محیط شفاف چقدر است؟

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

(۲۳) مطابق شکل زیر، پرتوی نوری متشکل از دو رنگ آبی و قرمز، با زاویه تابش ۵۳° از هوا به یک تیغه متوازی‌السطوح می‌تابد. اگر انحراف پرتوهای آبی و قرمز از امتداد اولیه به‌ترتیب ۲۳° و ۱۶° باشد، ضریب شکست تیغه برای پرتوهای آبی و قرمز به‌ترتیب از راست به چپ، کدام است؟ ($\sin 53 = 0/8$ و $\sin 37 = 0/6$)



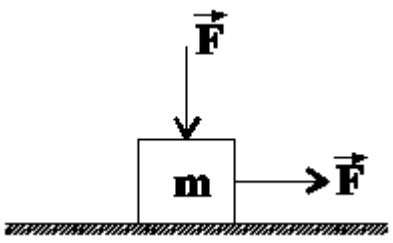
۱) $\frac{8}{5}$ و $\frac{4}{3}$

۲) $\frac{4}{3}$ و $\frac{8}{5}$

۳) $\frac{8}{3}$ و $\frac{5}{4}$

۴) $\frac{5}{3}$ و $\frac{8}{5}$

(۲۴) مطابق شکل زیر، به جسمی به جرم m دو نیروی هم‌اندازه و عمود بر هم F وارد می‌شود و جسم با سرعت ثابت $20\frac{m}{s}$ روی سطح افقی در حال حرکت است. اگر در یک لحظه جهت هر دو نیروی F به‌طور همزمان عکس شود، ۲ ثانیه پس از آن تندی جسم چند متر بر ثانیه می‌شود؟ ($\mu_k = 0/4$, $g = 10\frac{N}{kg}$ و فرض کنید $F < mg$ است.)



۱) ۱۶

۲) ۱۲

۳) ۴

۴) ۲

پاسخ: گزینه ۲

قلم‌چی ۱۳۹۸ | درصد پاسخگویی ۲۹% | متوسط

گزینه«۲»

ابتدا تعداد نوسان‌های کاملی که نوسانگر در مدت ۲ ثانیه انجام می‌دهد را به‌دست می‌آوریم:

$$n = \frac{t}{T} \xrightarrow{f=\frac{1}{T}} n = tf \xrightarrow{t=2s\ ,\ f=4Hz} n = 8 \text{ نوسان}$$

مسافتی که نوسانگر در هر نوسان کامل طی می‌کند، برابر با چهار برابر دامنه نوسان است. بنابراین مسافت طی شده توسط نوسانگر در ۸ بار نوسان کامل برابر است با:

$$\ell = 8 \times 4A = 32A \xrightarrow{A=2cm} \ell = 64\,cm$$

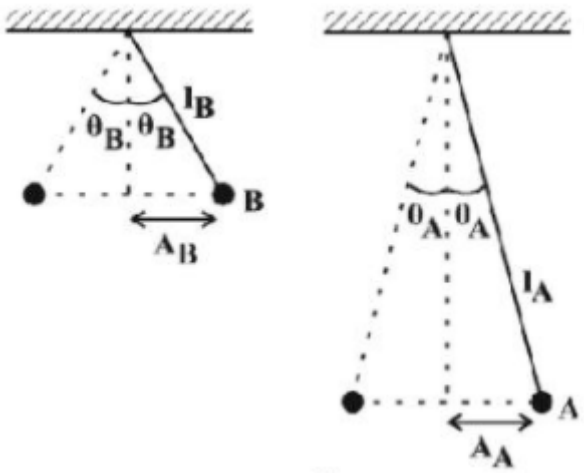
پاسخ: گزینه ۲

قلم‌چی ۱۳۹۵ | درصد پاسخگویی ۳% | دشوار

با توجه به رابطه‌ی سرعت زاویه‌ای داریم:

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \xrightarrow{l_A = 4l_B} \frac{\omega_A}{\omega_B} = \sqrt{\frac{l_B}{l_A}} = \frac{1}{2}$$

در حرکت نوسانی هماهنگ ساده‌ی کم دامنه‌ی آونگ، جابه‌جایی آونگ از نقطه‌ی تعادل برابر با حاصل‌ضرب طول آونگ در زاویه‌ای است که آونگ با راستای قائم می‌سازد.



$$\left.\begin{matrix} A_A = (\theta_{max})_A \times l_A \\ A_B = (\theta_{max})_B \times l_B \end{matrix}\right\} \xrightarrow[(\theta_{max})_A = \frac{(\theta_{max})_B}{2}]{l_A = 4l_B} \frac{A_A}{A_B} = \frac{4}{2} = 2$$

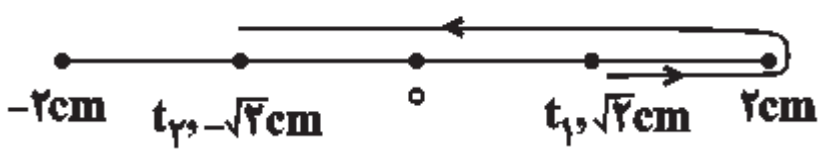
$$v_{max} = A\omega \xrightarrow[\omega_A = \frac{\omega_B}{2}]{A_A = 2A_B} \frac{(v_{max})_A}{(v_{max})_B} = 2 \times \frac{1}{2} = 1$$

پاسخ: گزینه ۴

کنکور سراسری ۱۳۹۹ | نسبتا دشوار

گزینه ۴

با توجه به اطلاعات سوال نوسانگر بایستی مسیر زیر را طی کند:



با توجه به معادلهٔ حرکت هماهنگ ساده اختلاف لحظات t_1 و t_2را به دست می‌آوریم:

$$\omega = 2\pi f \xrightarrow{f=\frac{1}{4}Hz} \omega = \frac{\pi}{2}\frac{rad}{s}$$

$$x = A\cos\omega t \Rightarrow \begin{cases} \xrightarrow[A=2cm\ ,\ \omega=\frac{\pi}{2}\frac{rad}{s}]{x_1=\sqrt{2}cm} \cos\omega t_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} \\ \xrightarrow{x_2=-\sqrt{2}cm} \cos\omega t_2 = -\frac{\sqrt{2}}{2} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \omega t_1 = 2\pi - \frac{\pi}{4} = \frac{7\pi}{4} \text{rad (I)} \\ \omega t_2 = 2\pi + \frac{3\pi}{4} = \frac{11\pi}{4} \text{rad (II)} \end{cases}$$

$$\text{(I)}, \text{(II)} \Rightarrow \omega(t_2 - t_1) = \pi \xrightarrow{\omega = \frac{\pi}{2}\ \frac{\text{rad}}{\text{s}}} t_2 - t_2 = 2\text{s}$$

اکنون با توجه به رابطهٔ سرعت متوسط داریم:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \xrightarrow[\Delta t = 2\text{s}]{x_2 = -\sqrt{2}\text{ cm},\ x_1 = \sqrt{2}\text{cm}} v_{av} = -\sqrt{2}\frac{\text{cm}}{\text{s}} \Rightarrow |v_{av}| = \sqrt{2}\frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

پاسخ: گزینه ۱

قلم‌چی ۱۳۹۹ نسبتا دشوار

گزینه «۱»

با توجه به نمودار داده شده می‌توان نوشت:

$$T = 0/2\text{s} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 10\pi\frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow 10\pi = \sqrt{\frac{200}{m}} \Rightarrow 100\pi^2 = \frac{200}{m} \Rightarrow m = 0/2\text{kg} = 200\text{g}$$

وزن وزنه در حالت جدید برابر با ۵۰g = ۱۵۰ − ۲۰۰ خواهد بود و داریم:

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{k}{m_2}} = \sqrt{\frac{200}{50\times10^{-3}}} = \sqrt{4\times10^3} = 20\sqrt{10} = 20\pi\frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

هم چنین براساس نمودار A = ۰/۱۲m است، پس معادله مکان ـ زمان حرکت جرم ـ فنر در حالت جدید عبارت است از:

$$x = A\cos(\omega t) \Rightarrow x = 0/12\cos(20\pi t)$$

پاسخ: گزینه ۳

قلم‌چی ۱۳۹۹ درصد پاسخگویی ۳۳% متوسط

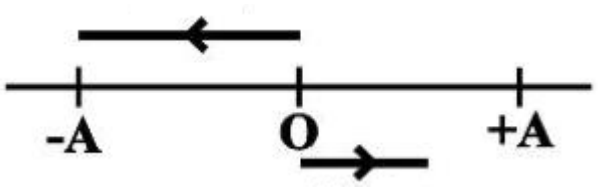
گزینه «۳»

ابتدا دوره تناوب را به‌دست می‌آوریم:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \frac{\pi}{4} = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = 8\text{s}$$

در حرکت هماهنگ ساده، با حرکت به سمت دو انتهای مسیر نوسان، حرکت کندشونده است. بنابراین مطابق شکل زیر، در بازه‌های زمانی ۲s تا ۴s و ۶s تا ۷s حرکت متحرک کندشونده است.

۲s تا ۴s



۶s تا ۷s

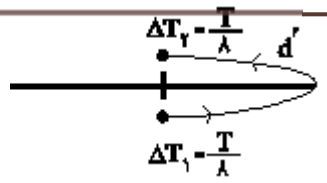
$$\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 = 2 + 1 = 3\text{s}$$

پاسخ: گزینه ۱

قلم‌چی ۱۳۹۹ درصد پاسخگویی ۲۲% متوسط

گزینه «۱»

برای به‌دست آوردن کمترین تندی متوسط در هر بازه زمانی دلخواه، باید به دنبال حداقل مسافت طی شده در این بازه زمانی باشیم که در دو مدت زمان متقارن حول مکان انتهایی مسیر نوسان رخ می‌دهد:



$$\frac{T}{2} = \frac{2}{5} \Rightarrow T = 0/8s \xrightarrow{\Delta t = 0/2s} \Delta t = \frac{T}{4}$$

$$d' = (A - \frac{\sqrt{2}}{2}A) = 0/3A \xrightarrow{A=4cm} d' = 1/2cm$$

$$\Rightarrow d_{min} = 2d' = 2 \times 1/2 = 2/4cm$$

حالا برای محاسبه تندی متوسط، داریم:

$$s_{min} = \frac{d_{min}}{\Delta t} = \frac{2/4}{0/2} = 12\frac{cm}{s}$$

پاسخ: گزینه ۳

قلم‌چی ۱۳۹۷ | درصد پاسخگویی ۱۵% | متوسط

دوره نوسان آونگ را در سطح زمین به‌دست می‌آوریم:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{0/4}{10}} \Rightarrow T_1 = \frac{4\pi}{10}s = \frac{2\pi}{5}s$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \xrightarrow{L_1 = L_2} \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{g_1}{g_2}}$$

$$\xrightarrow{g = G\frac{M_e}{R^2}} \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2} = \frac{R_2}{R_1}$$

$$\xrightarrow[R_1 = R_e, T_1 = \frac{2\pi}{5}s]{R_2 = R_e + h, T_2 = \frac{\pi}{2}s} \frac{\frac{\pi}{2}}{\frac{2\pi}{5}} = \frac{R_e + h}{R_e}$$

$$\Rightarrow 5R_e = 4R_e + 4h \Rightarrow \frac{h}{R_e} = \frac{1}{4}$$

T_1 :دوره نوسان آونگ روی سطح زمین

T_2 :دوره نوسان آونگ در ارتفاع h

R_e =شعاع زمین

پاسخ: گزینه ۳

قلم‌چی ۱۴۰۰ | درصد پاسخگویی ۳۰% | متوسط

گزینهٔ «۳»

برای محاسبهٔ مسافت طی شده کافی است تعداد نوسانات را به‌دست آوریم، زیرا در هر نوسان، مسافتی برابر با 4A طی می‌شود. بنابراین:

$$\frac{6\lambda}{4} = 90cm \Rightarrow \lambda = \frac{90 \times 4}{6} = 60\,cm = 0/6m$$

$$v = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow T = \frac{\lambda}{v} \xrightarrow[v = 30\frac{m}{s}]{\lambda = 0/6m} T = \frac{0/6}{30} = 2 \times 10^{-2}\,s$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 = t_1 + \frac{1}{25} - t_1 = \frac{1}{25}s$$

$$n = \frac{\Delta t}{T} = \frac{\frac{1}{25}}{2 \times 10^{-2}} = \frac{1}{0/5} = 2$$

$$n = \frac{L}{4A}$$

$$\Rightarrow L = 4nA = 4 \times 2 \times 2 = 16\,cm$$

پاسخ: گزینه ۱

قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۲۲% | متوسط

گزینهٔ «۱»

چون نوسانگر طول پاره‌خط نوسان را در مدت 0/3s ثانیه طی می‌کند، بنابراین:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\times3}{0/6} \Rightarrow \omega = 10\frac{rad}{s}$$

در حرکت هماهنگ ساده، داریم:

$$E = U_{max} = K_{max}$$

$$\Rightarrow K_{max} = 25mJ = 25\times10^{-3}J$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mA^2\omega^2 = 25\times10^{-3}J$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}\times200\times10^{-3}\times A^2\times10^2 = 25\times10^{-3}$$

$$\Rightarrow A = 0/05m$$

بنابراین معادله نوسان‌های این نوسانگر به‌صورت زیر است:

$$x = 0/05\cos(10t)$$

پاسخ: گزینه ۳

قلم‌چی ۱۳۹۷ | درصد پاسخگویی ۳۶% | متوسط

زمانی تشدید رخ می‌دهد که بسامد طبیعی نوسانگر با بسامد طبیعی نوسانگر A برابر شود. طبق رابطه $T = \frac{1}{f}$ می‌توان گفت دوره حرکت برابر بین دو نوسانگر باعث می‌شود تشدید رخ دهد.

$$T_A = 2\pi\sqrt{\frac{m_A}{k_A}} = 2\pi\sqrt{\frac{2}{400}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{200}}s$$

$$T_B = 2\pi\sqrt{\frac{m_B}{k_B}} = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{3}{2}}{300}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{200}}s$$

$$T_C = 2\pi\sqrt{\frac{m_C}{k_C}} = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{5}{2}}{500}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{200}}s$$

$$T_D = 2\pi\sqrt{\frac{m_D}{k_D}} = 2\pi\sqrt{\frac{3}{200}}s$$

بین نوسان‌گرهای A، B و C به‌علت دوره حرکت برابر و درنتیجه بسامد یکسان تشدید رخ می‌دهد.

پاسخ: گزینه ۱

قلم‌چی ۱۴۰۰ | درصد پاسخگویی ۲۵% | متوسط

گزینهٔ «۱»

اگر بسامد نوسان‌های میله با بسامد آونگ‌ها برابر باشد، در آونگ‌ها تشدید رخ می‌دهد و به شدت به نوسان درمی‌آیند. بنابراین طول آونگ‌هایی را که با بسامد زاویه‌ای بین $\omega_1 = 5\frac{rad}{s}$ و $\omega_2 = 10\frac{rad}{s}$ نوسان می‌کنند، به‌دست می‌آوریم:

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{\ell}} \Rightarrow \omega_1 = \sqrt{\frac{g}{\ell_1}} \Rightarrow 5 = \sqrt{\frac{10}{\ell_1}} \Rightarrow \ell_1 = 40\,cm$$

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{g}{\ell_2}} \Rightarrow 10 = \sqrt{\frac{10}{\ell_2}} \Rightarrow \ell_2 = 10cm$$

پس در آونگ‌هایی که طول آن‌ها بین ۱۰ cm تا ۴۰ cm است، تشدید رخ می‌دهد که مجموعاً ۴ آونگ این شرط را دارا هستند.

پاسخ: گزینه ۳

قلم‌چی ۱۳۹۸ | درصد پاسخگویی ۵۳% | ساده

علت تخریب ساختمان‌های نیمه‌بلند پدیده تشدید بود. از آن‌جایی که بسامد ارتعاش طبیعی این ساختمان‌ها بسیار نزدیک و یا حتی برابر با بسامد ارتعاش زلزله بود، بنابراین در اثر تشدید، بیش‌ترین مقدار انرژی به آن‌ها انتقال یافت و سبب افزایش بیش از حد دامنه ارتعاش و در نهایت تخریب آن‌ها شد.

پاسخ: گزینه ۲

گزینه های دام دار ۱ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۲۶% | متوسط

گزینه «۲»

در امواج صوتی که از نوع طولی هستند، فاصله بین دو تراکم و یا دو انبساط متوالی به عنوان طول‌موج تعریف می‌شود.

پاسخ: گزینه ۴

قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۳۴% | متوسط

گزینه «۴»

بررسی گزینه‌های نادرست:

گزینه «۱»: امواج الکترومغناطیسی برای انتشار نیاز به محیط مادی ندارند.

گزینه «۲»: منشأ تولید امواج مکانیکی با امواج الکترومغناطیسی متفاوت است.

گزینه «۳»: میکروموج‌ها از انواع امواج الکترومغناطیسی است.

پاسخ: گزینه ۲

قلم‌چی ۱۴۰۰ | درصد پاسخگویی ۳۳% | متوسط

گزینهٔ «۲»

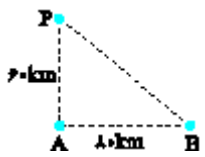
از دستگاه لیتوتریپسی برای شکستن سنگ‌های کلیه با کمک بازتابنده‌های بیضوی استفاده می‌شود.

پاسخ: گزینه ۱

قلم‌چی ۱۳۹۸ | درصد پاسخگویی ۲۶% | متوسط

گزینه «۱»

ابتدا با استفاده از رابطه فیثاغورس، فاصله ایستگاه رادیویی B از گیرنده P را به دست می‌آوریم:



$$\overline{PB} = \sqrt{\overline{AP}^{۲} + \overline{AB}^{۲}} \xrightarrow[\overline{AB}=۸۰\,km]{\overline{AP}=۶۰km} \overline{PB} = \sqrt{۶۰^{۲} + ۸۰^{۲}} \Rightarrow \overline{PB} = ۱۰۰\,km$$

اکنون با استفاده از رابطه $\Delta t = \frac{\Delta x}{c}$، اختلاف زمانی که گیرنده P دو سیگنال را دریافت می‌کند، حساب می‌کنیم. دقت کنید، چون PB>PA است، با توجه به ثابت بودن تندی انتشار موج، $t_B > t_A$ است:

$$\Delta t = t_B - t_A \xrightarrow{t=\frac{\Delta x}{c}} \Delta t = \frac{\Delta x_B}{c} - \frac{\Delta x_A}{c} = \frac{\Delta x_B - \Delta x_A}{c}$$

$$\xrightarrow[\Delta x_A = ۶۰\,km = ۶۰\times۱۰^{۳}m = ۶\times۱۰^{۴}m]{\Delta x_B = ۱۰۰km = ۱۰۰\times۱۰^{۳}m = ۱۰\times۱۰^{۴}m}$$

$$\Delta t = \frac{۱۰\times۱۰^{۴} - ۶\times۱۰^{۴}}{۳\times۱۰^{۸}} = \frac{۴\times۱۰^{۴}}{۳\times۱۰^{۸}} \Rightarrow \Delta t = \frac{۴}{۳}\times۱۰^{-۴}\,s$$

پاسخ: گزینه ۱

قلم‌چی ۱۳۹۸ | درصد پاسخگویی ۴۲% | ساده

گزینه «۱»

$$\Delta\beta = \beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰\log(\frac{I_۲}{I_۱})$$

$$\xrightarrow{\Delta\beta=۳dB} ۳ = ۱۰\log(\frac{I_۲}{I_۱}) \Rightarrow \log(\frac{I_۲}{I_۱}) = ۰/۳ = \log ۲$$

$$\Rightarrow \frac{I_۲}{I_۱} = ۲$$

پاسخ: گزینه ۳

قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۴۰% | ساده

گزینه ی «۳»

زمانی‌که طول‌موج دریافتی به‌سمت طول‌موج‌های بلندتر جابه‌جا شود، اصطلاحاً به آن انتقال به سرخ گفته می‌شود که این پدیده زمانی رخ می‌دهد که کهکشان در حال دور شدن از آشکا

پاسخ: گزینه ۲ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۳۱% | متوسط

گزینهٔ «۲»

حداقل فاصلهٔ بین دو صوت باید ۰/۱ ثانیه باشد تا گوش انسان بتواند دو صوت را از یکدیگر تمیز دهد. اگر فاصلهٔ شخص از دیوار d و در حالت جدید ′d باشد داریم:

$$\left.\begin{matrix} v_{صوت} \times \Delta t = 2d \\ v'_{صوت} \times \Delta t' = 2d' \end{matrix}\right\} \Rightarrow \frac{v'_{صوت}\Delta t'}{v_{صوت}\Delta t} = \frac{d'}{d}$$

$$\xrightarrow[\Delta t=0/2s, d=340m]{\Delta t'=0/1s} \frac{1/10 \times 0/1}{0/2} = \frac{d'}{340}$$

$$\Rightarrow d' = 187m \Rightarrow d - d' = 153m$$

پاسخ: گزینه ۱ | قلم‌چی ۱۴۰۰ | درصد پاسخگویی ۳۶% | متوسط

گزینه «۱»

فاصله بین دو ستیغ متوالی برابر یک طول موج است. در حالت اول $\lambda_1 = 60\,cm$ و $T_1 = 1s$ است. در حالت دوم چون دوره تناوب ثابت است و $v_2 = \frac{5}{6}v_1$ می‌باشد. به‌کمک رابطه $\lambda = vT$ داریم:

$$v_2 = \frac{5}{6}v_1 \xrightarrow{v=\frac{\lambda}{T}} \frac{\lambda_2}{T} = \frac{5}{6} \times \frac{\lambda_1}{T}$$

$$\xrightarrow{\lambda_1 = 60cm} \lambda_2 = \frac{5}{6} \times 60 = 50\,cm$$

تندی انتشار موج روی سطح آب‌های کم‌عمق، به عمق آب بستگی دارد و با کاهش عمق آب، تندی انتشار و در نتیجه طول موج کاهش خواهد یافت.

پاسخ: گزینه ۴ | قلم‌چی ۱۳۹۸ | درصد پاسخگویی ۴۴% | ساده

در دستگاه سونار کشتی برای مکان‌یابی اجسام زیر آب، خفاش و دلفین برای یافتن طعمه و در سونوگرافی از مکان‌یابی پژواکی استفاده می‌شود.

پاسخ: گزینه ۳ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۳۰% | متوسط

گزینه (۳)

با تابش نور از خلأ به یک محیط شفاف، تندی آن کاهش می‌یابد. بنابراین می‌توان نوشت:

(c :سرعت نور در خلأ) $v_{\text{در محیط شفاف}} = c - 0/2c = 0/8c$

طبق تعریف ضریب شکست داریم:

$$n = \frac{c}{v} = \frac{c}{0/8c} = \frac{10}{8} = \frac{5}{4}$$

پاسخ: گزینه ۱ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۲۵% | متوسط

گزینه «۱»

ابتدا بر اساس میزان انحراف پرتوهای آبی و قرمز، زاویه شکست را در تیغه برای هر دو پرتو محاسبه می‌کنیم: (ضریب شکست شیشه برای نور آبی بزرگ‌تر از ضریب شکست شیشه برای نور قرمز است.)

پرتوی آبی : $\theta_2 = 53^\circ - 23^\circ = 30^\circ$

پرتوی قرمز : $\theta'_2 = 53^\circ - 16^\circ = 37^\circ$

حال قانون شکست اسنل را در هر مورد می‌نویسیم:

پرتوی آبی : $n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$

پرتوی قرمز : $n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta'_2$

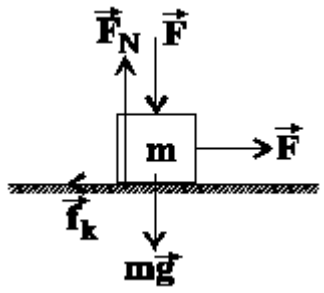
$$\Rightarrow 1 \times 0/8 = n_2 \times 0/6 \Rightarrow n_2 = \frac{0/8}{0/6} = \frac{4}{3}$$

پاسخ: گزینه ۳

قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۲۳% | متوسط

گزینه«۳»

نیروهای وارد بر جسم را در حالت اول رسم می‌کنیم:



با استفاده از تعادل نیروها در راستای قائم داریم:

$$F_N - mg - F = 0 \Rightarrow F_N = mg + F$$

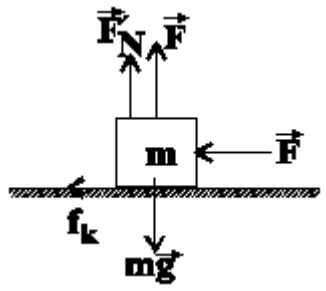
جسم با سرعت ثابت حرکت می‌کند، پس شتاب حرکت آن صفر است. بنابراین با استفاده از تعادل نیروها در راستای افقی داریم: $F - f_k = 0$

$$\Rightarrow F - \mu_k F_N = 0$$

$$\Rightarrow F - \mu_k(mg + F) = 0 \Rightarrow \mu_k = \frac{F}{mg+F}$$

پس از عکس شدن جهت هر دو نیروی F، نیروهای وارد بر جسم به‌صورت شکل زیر خواهد بود:

با استفاده از تعادل نیروها در راستای قائم داریم:



$$F + F'_N - mg = 0 \Rightarrow F'_N = mg - F$$

با استفاده از قانون دوم نیوتون در راستای افقی خواهیم داشت:

$$-F - f_k = ma$$

$$\Rightarrow -F - \mu_k F'_N = ma \xrightarrow[\mu_k = \frac{F}{mg+F}]{F'_N = mg - F} -F - \frac{F}{mg+F}(mg - F) = ma$$

$$\Rightarrow -F\left(1 + \frac{mg-F}{mg+F}\right) = ma$$

$$\Rightarrow \frac{-2F}{mg+F} \times mg = ma \xrightarrow{\frac{F}{mg+F} = \mu_k} -2\mu_k g = a$$

$$\xrightarrow[\mu_k = 0/4]{g = 10\frac{N}{kg}} a = -8\frac{m}{s^2}$$

$$v = at + v_0 \xrightarrow[a = -8\frac{m}{s^2}]{v_0 = 20\frac{m}{s},\ t = 2s} v = -8 \times 2 + 20 = 4\frac{m}{s}$$

① بسامد یک نوسانگر هماهنگ ساده با دامنه ۲cm برابر با ۴Hz است. مسافت طی شده توسط این نوسانگر در مدت ۲ ثانیه چند سانتی‌متر است؟

۱) ۱۶ ۲) ۶۴ ۳) ۲ ۴) ۱

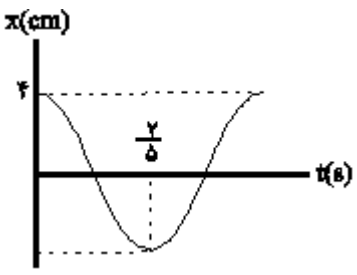
② نوسانگری روی محور x حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد و مبدأ مختصات نقطهٔ تعادل (مرکز نوسان) است. اگر دامنهٔ حرکت نوسانگر ۲cm و بسامد حرکتش $\frac{۱}{۴}$Hz باشد، بزرگی سرعت متوسط نوسانگر در کمترین بازهٔ زمانی که از مکان $+\sqrt{۲}$cm در جهت محور x عبور می‌کند و سپس به مکان $-\sqrt{۲}$cm می‌رسد، چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟ .

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

③ دو آونگAوBحرکت نوسانی هماهنگ ساده‌ی کم دامنه انجام می‌دهند. اگر طول آونگ A چهار برابر طول آونگ B و بیشینه‌ی زاویه‌ای که آونگA با راستای قائم می‌سازد نصف بیشینه‌ی زاویه‌ای باشد که آونگ B با راستای قائم می‌سازد، در این‌صورت بیشینه‌ی سرعت آونگA چند برابر بیشینه‌ی سرعت آونگ B است؟

۱) ۲ ۲) ۱ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) ۴

④ نمودار مکان- زمان حرکت هماهنگ ساده‌ای مطابق شکل زیر است. کمترین تندی متوسط نوسانگر در یک بازه زمانی دلخواه به مدت ۰/۲s، چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟ ($\sqrt{۲} = ۱/۴$)

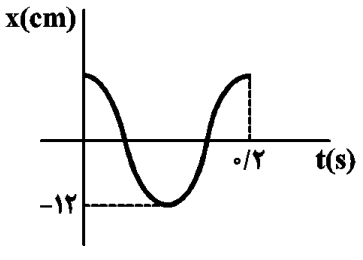


۱) ۱۲
۲) ۲۶
۳) ۲۴
۴) ۲۷

⑤ معادله حرکت هماهنگ ساده‌ای در SI، به‌صورت $x = ۰/۱\cos(\frac{\pi}{۴}t)$ است. در بازه زمانی $t_۱ = ۲s$ تا $t_۲ = ۷s$، مجموعاً چند ثانیه حرکت متحرک کندشونده است؟

۱) ۱ ۲) ۲
۳) ۳ ۴) ۴

⑥ نمودار مکان ـ زمان وزنه‌ای را که به وسیله فنری با ثابت $۲۰۰\frac{N}{m}$ روی سطح افقی بدون اصطکاکی به نوسان‌های هماهنگ ساده وا می‌داریم، مطابق شکل زیر است. اگر وزنه دیگری را که جرم آن ۱۵۰ گرم از جرم وزنه کنونی کمتر می‌باشد، جایگزین کرده و به همین فنر متصل نماییم و مجدداً آن را وادار به حرکت هماهنگ ساده با دامنه مشابه کنیم، معادله مکان ـ زمان حرکت هماهنگ وزنه جدید در SI کدام است؟ ($\pi^۲ = ۱۰$)

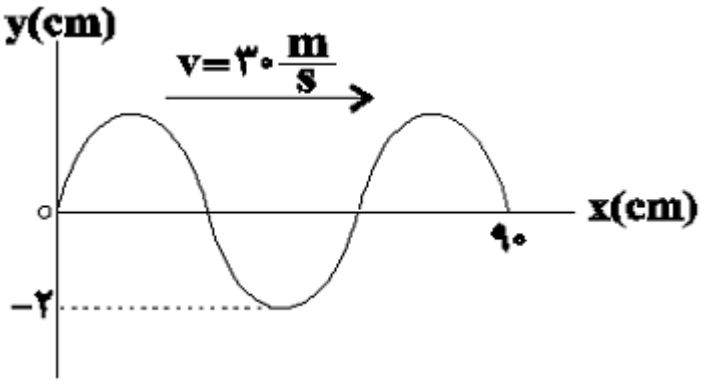


۱) $x = ۰/۱۲\cos(۲۰\pi t)$ ۲) $x = ۰/۱۲\cos(۴۰\pi t)$
۳) $x = ۰/۱۲\cos(۲/۵\pi t)$ ۴) $x = ۰/۱۲\cos(۵\pi t)$

۷) دوره نوسان هماهنگ ساده آونگی به طول ۴۰cm در فاصله h از سطح زمین برابر با $\frac{\pi}{۲}$ ثانیه است. h چند برابر شعاع زمین است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

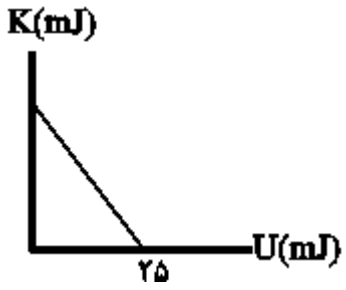
۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) ۴ ۳) $\frac{۱}{۴}$ ۴) ۲

۸) نقش یک موج عرضی در یک طناب که در جهت محور x منتشر می‌شود، در لحظهٔ $t_۱$ مطابق شکل زیر است. مسافتی که یک ذره از طناب در مدت $t_۱$ تا $t_۲ = t_۱ + \frac{۱}{۲۵}s$ طی می‌کند، چند سانتی‌متر است؟



۱) ۴
۲) ۸
۳) ۱۶
۴) ۳۲

۹) نمودار انرژی جنبشی برحسب انرژی پتانسیل کشسانی نوسانگر هماهنگ ساده‌ای به جرم ۲۰۰g مطابق شکل زیر است. اگر این نوسانگر طول پاره‌خط نوسان را طی زمان ۰/۳s به‌طور کامل طی کند، معادله نوسان‌های آن در SI مطابق با کدام گزینه است؟ $(\pi = ۳)$

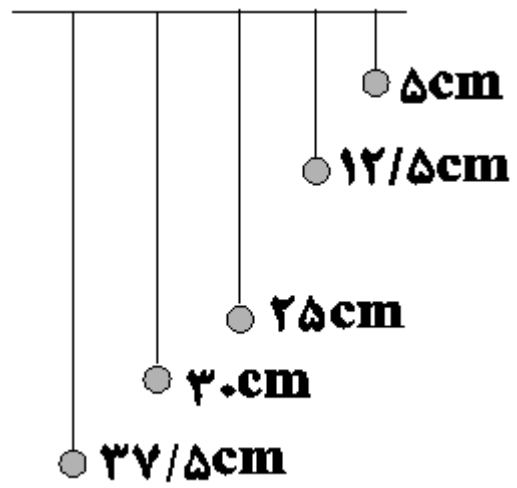


۱) $x = ۰/۰۵\cos(۱۰t)$
۲) $x = ۰/۵\cos(۱۰t)$
۳) $x = ۰/۰۵\cos(۲۰t)$
۴) $x = ۰/۵\cos(۲۰t)$

۱۰) در پی زمین‌لرزه بزرگی که در سواحل مکزیک رخ داد، ساختمان‌های نیمه‌بلند فروریختند ولی ساختمان‌های بلندتر و کوتاه‌تر پابرجا ماندند. این پدیده بدان علت بود که:

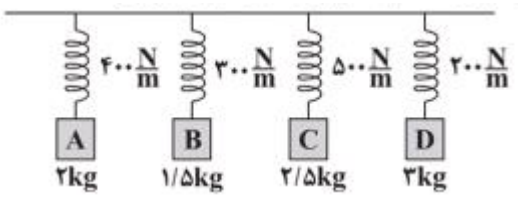
۱) بسامد ارتعاش طبیعی ساختمان‌های نیمه‌بلند خیلی بیش‌تر از بسامد ارتعاش زلزله بود.
۲) بسامد ارتعاش طبیعی ساختمان‌های نیمه‌بلند خیلی کم‌تر از بسامد ارتعاش زلزله بود.
۳) بسامد ارتعاش طبیعی ساختمان‌های نیمه‌بلند بسیار نزدیک و یا برابر با بسامد ارتعاش زلزله بود.
۴) ساختمان‌های نیمه‌بلند با دوره کم‌تر از دوره نوسان طبیعی خود به ارتعاش درآمدند.

(۱۱) در شکل زیر، پنج آونگ ساده از میله‌ای افقی آویزان هستند. اگر میله نوسان‌هایی افقی و با گسترهٔ بسامد زاویه‌ای بین $۵\frac{rad}{s}$ تا $۱۰\frac{rad}{s}$ انجام دهد، چه تعداد از آونگ‌ها به‌شدت به نوسان درمی‌آیند؟ ($g = ۱۰\frac{N}{kg}$)



۱) ۴
۲) ۳
۳) ۲
۴) ۱

(۱۲) در شکل زیر، اگر وزنه A با بسامد طبیعی خود به نوسان درآید، پدیده تشدید برای کدام‌یک از وزنه‌های دیگر رخ می‌دهد؟



۱) B و D
۲) C و D
۳) B و C
۴) B و C ،D

(۱۳) کدام‌یک از موارد زیر از کاربردهای دستگاه لیتوترپسی است؟

۱) ثبت صداهای ضعیف
۲) شکستن سنگ‌های کلیه با کمک بازتابنده‌های بیضوی
۳) تعیین تندی خودروها با استفاده از مکان‌یابی پژواکی امواج الکترومغناطیسی
۴) تعیین تندی شارش خون با استفاده از مکان‌یابی پژواکی امواج فراصوت

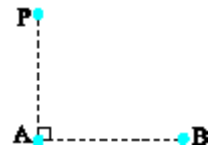
(۱۴) کدام‌یک از موارد زیر در مورد امواج مکانیکی صحیح است؟

۱) همانند امواج الکترومغناطیسی برای انتشار نیاز به محیط مادی دارند.
۲) منشأ تولید آن‌ها با امواج الکترومغناطیسی یکسان است.
۳) میکروموج‌ها از انواع موج‌های مکانیکی هستند.
۴) مشخصه‌های امواج مکانیکی با امواج الکترومغناطیسی یکسان است.

(۱۵) کدام گزینه در مورد امواج صوتی منتشر شده در یک محیط صحیح نیست؟

۱) در این امواج راستای انتشار موج بر امتداد ارتعاش ذرات محیط منطبق است.
۲) فاصله بین یک تراکم و یک انبساط به عنوان طول‌موج تعریف می‌شود.
۳) سرعت انتشار امواج صوتی علاوه بر جنس محیط به دما نیز بستگی دارد.
۴) این امواج در یک محیط همگن، با سرعت ثابت منتشر می‌شوند.

(۱۶) مطابق شکل زیر، دو ایستگاه رادیویی A و B به فاصله ۸۰km از هم قرار دارند و هر یک سیگنالی را گسیل می‌کنند. گیرنده P که در فاصله ۶۰km از A قرار دارد، این دو سیگنال را با اختلاف زمانی چند ثانیه دریافت می‌کند؟ ($c = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}$)



۱) $\frac{۴}{۳} \times ۱۰^{-۴}$
۲) $\frac{۴}{۳} \times ۱۰^{-۷}$
۳) $\frac{۲}{۳} \times ۱۰^{-۴}$
۴) $\frac{۲}{۳} \times ۱۰^{-۷}$

(۱۷) اختلاف تراز شدت دو صوت برابر با ۳ دسی‌بل است. شدت صوت قوی‌تر چند برابر شدت صوت ضعیف‌تر است؟ ($\log ۲ = ۰/۳$)

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۲۰ ۴) ۳۰

(۱۸) خط‌های طیف نوری یک کهکشان به‌وسیله آشکارسازی روی زمین دریافت می‌شود. اگر طول‌موج‌های دریافتی آن به‌طرف طول‌موج‌های بلندتر جابه‌جا شود، اصطلاحاً به آن . . . . . گفته می‌شود و نشان دهنده آن است که . . . . . .

۱) انتقال به سرخ ـ کهکشان به زمین نزدیک می‌شود.
۲) انتقال به آبی ـ کهکشان به زمین نزدیک می‌شود.
۳) انتقال به سرخ ـ کهکشان از زمین دور می‌شود.
۴) انتقال به آبی ـ کهکشان از زمین دور می‌شود.

(۱۹) در کدام گزینه، از مکان‌یابی پژواکی استفاده نمی‌شود؟

۱) خفاش و دلفین برای یافتن طعمه
۲) دستگاه سونار در کشتی‌ها
۳) سونوگرافی
۴) پدیده دوپلر

(۲۰) شخصی در فاصلهٔ ۳۴۰ متری از یک دیوار قائم قرار دارد و پژواک صدای خود را ۰/۲ ثانیه بعد می‌شنود، اگر با تغییر دمای محیط تندی صوت در هوا ۱۰ درصد افزایش یابد، در حالت جدید، شخص حداکثر چند متر می‌تواند به دیوار نزدیک شود تا پژواک صدای خود را از صدای اولیهٔ خود تمیز دهد؟ (اعداد فرضی هستند.)

۱) ۳۴ ۲) ۱۵۳ ۳) ۱۷۰ ۴) ۷۶

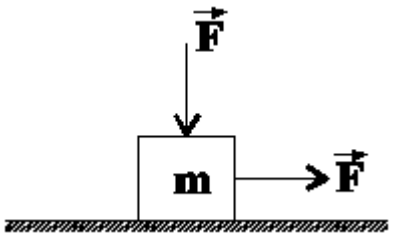
(۲۱) گوی متحرکی را با دوره تناوب ۱s در سطح آبی به نوسان درمی‌آوریم و فاصله بین دو ستیغ متوالی در عمق ۳/۵ سانتی‌متری برابر با ۶۰ cm است. در صورتی که در عمق ۲/۵ سانتی‌متری تندی انتشار موج سطحی $\frac{۵}{۶}$ برابر تندی انتشار موج سطحی در عمق ۳/۵ سانتی‌متری باشد، طول موج در عمق ۲/۵ cm برابر چند سانتی‌متر است؟

۱) ۵۰ ۲) ۲۵ ۳) ۳۵ ۴) ۴۰

(۲۲) با تابش یک باریکه تک‌رنگ از نور مرئی از خلأ به یک محیط شفاف، تندی انتشار آن ۲۰ درصد تغییر می‌کند. ضریب شکست محیط شفاف چقدر است؟

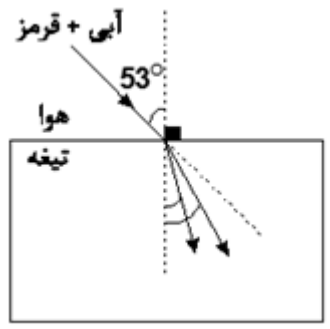
۱) $\frac{۳}{۲}$ ۲) $\frac{۶}{۵}$ ۳) $\frac{۵}{۴}$ ۴) $\frac{۴}{۳}$

۲۳) مطابق شکل زیر، به جسمی به جرم m دو نیروی هم‌اندازه و عمود بر هم F وارد می‌شود و جسم با سرعت ثابت $۲۰\frac{m}{s}$ روی سطح افقی در حال حرکت است. اگر در یک لحظه جهت هر دو نیروی F به‌طور همزمان عکس شود، ۲ ثانیه پس از آن تندی جسم چند متر بر ثانیه می‌شود؟ ($\mu_k = ۰/۴$, $g = ۱۰\frac{N}{kg}$ و فرض کنید $F < mg$ است.)



۱) ۱۶
۲) ۱۲
۳) ۴
۴) ۲

۲۴) مطابق شکل زیر، پرتوی نوری متشکل از دو رنگ آبی و قرمز، با زاویه تابش ۵۳° از هوا به یک تیغه متوازی‌السطوح می‌تابد. اگر انحراف پرتوهای آبی و قرمز از امتداد اولیه به‌ترتیب ۲۳° و ۱۶° باشد، ضریب شکست تیغه برای پرتوهای آبی و قرمز به‌ترتیب از راست به چپ، کدام است؟ ($\sin ۵۳° = ۰/۸$ و $\sin ۳۷° = ۰/۶$)



۱) $\frac{۸}{۵}$ و $\frac{۴}{۳}$
۲) $\frac{۴}{۳}$ و $\frac{۸}{۵}$
۳) $\frac{۸}{۳}$ و $\frac{۵}{۴}$
۴) $\frac{۵}{۳}$ و $\frac{۸}{۵}$

پاسخ: گزینه ۲

قلم‌چی ۱۳۹۸ | درصد پاسخگویی ۲۹% | متوسط

گزینه«۲»

ابتدا تعداد نوسان‌های کاملی که نوسانگر در مدت ۲ ثانیه انجام می‌دهد را به‌دست می‌آوریم:

$$n = \frac{t}{T} \xrightarrow{f=\frac{1}{T}} n = tf \xrightarrow{t=2s\ ,\ f=4Hz} n = 8 \text{ نوسان}$$

مسافتی که نوسانگر در هر نوسان کامل طی می‌کند، برابر با چهار برابر دامنه نوسان است. بنابراین مسافت طی شده توسط نوسانگر در ۸ بار نوسان کامل برابر است با:

$$\ell = 8 \times 4A = 32A \xrightarrow{A=2cm} \ell = 64\,cm$$

پاسخ: گزینه ۴

کنکور سراسری ۱۳۹۹ | نسبتا دشوار

گزینه ۴

با توجه به اطلاعات سوال نوسانگر بایستی مسیر زیر را طی کند:

با توجه به معادلهٔ حرکت هماهنگ ساده اختلاف لحظات t_1 و t_2را به دست می‌آوریم:

$$\omega = 2\pi f \xrightarrow{f=\frac{1}{4}Hz} \omega = \frac{\pi}{2}\frac{rad}{s}$$

$$x = A\cos\omega t \Rightarrow \begin{cases} \xrightarrow[A=2cm\ ,\ \omega=\frac{\pi}{2}\frac{rad}{s}]{x_1=\sqrt{2}cm} \cos\omega t_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} \\ \xrightarrow[A=2cm\ ,\ \omega=\frac{\pi}{2}\frac{rad}{s}]{x_2=-\sqrt{2}cm} \cos\omega t_2 = -\frac{\sqrt{2}}{2} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \omega t_1 = 2\pi - \frac{\pi}{4} = \frac{7\pi}{4} rad\ (I) \\ \omega t_2 = 2\pi + \frac{3\pi}{4} = \frac{11\pi}{4} rad\ (II) \end{cases}$$

$$(I), (II) \Rightarrow \omega(t_2 - t_1) = \pi \xrightarrow{\omega=\frac{\pi}{2}\frac{rad}{s}} t_2 - t_2 = 2s$$

اکنون با توجه به رابطهٔ سرعت متوسط داریم:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \xrightarrow[\Delta t=2s]{x_2=-\sqrt{2}\,cm\ ,\ x_1=\sqrt{2}cm} v_{av} = -\sqrt{2}\frac{cm}{s} \Rightarrow |v_{av}| = \sqrt{2}\frac{cm}{s}$$

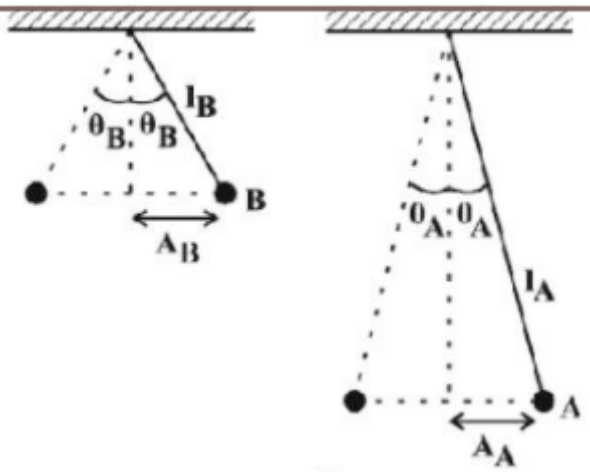
پاسخ: گزینه ۲

قلم‌چی ۱۳۹۵ | درصد پاسخگویی ۳% | دشوار

با توجه به رابطه‌ی سرعت زاویه‌ای داریم:

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \xrightarrow{l_A=4l_B} \frac{\omega_A}{\omega_B} = \sqrt{\frac{l_B}{l_A}} = \frac{1}{2}$$

در حرکت نوسانی هماهنگ ساده‌ی کم دامنه‌ی آونگ، جابه‌جایی آونگ از نقطه‌ی تعادل برابر با حاصل‌ضرب طول آونگ در زاویه‌ای است که آونگ با راستای قائم می‌سازد.



$$\left.\begin{matrix} A_A = (\theta_{max})_A \times l_A \\ A_B = (\theta_{max})_B \times l_B \end{matrix}\right\} \xrightarrow[(\theta_{max})_A = \frac{(\theta_{max})_B}{۲}]{l_A = ۴ l_B} \frac{A_A}{A_B} = \frac{۴}{۲} = ۲$$

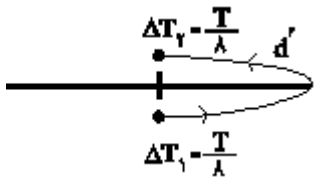
$$v_{max} = A\omega \xrightarrow[\omega_A = \frac{\omega_B}{۲}]{A_A = ۲A_B} \frac{(v_{max})_A}{(v_{max})_B} = ۲ \times \frac{۱}{۲} = ۱$$

پاسخ: گزینه ۱

قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۲۲% | متوسط

گزینه «۱»

برای به‌دست آوردن کمترین تندی متوسط در هر بازه زمانی دلخواه، باید به دنبال حداقل مسافت طی شده در این بازه زمانی باشیم که در دو مدت زمان متقارن حول مکان انتهایی مسیر نوسان رخ می‌دهد:



$$\frac{T}{۲} = \frac{۲}{۵} \Rightarrow T = ۰/۸s \xrightarrow{\Delta t = ۰/۲s} \Delta t = \frac{T}{۴}$$

$$d' = (A - \frac{\sqrt{۲}}{۲}A) = ۰/۳A \xrightarrow{A = ۴cm} d' = ۱/۲cm$$

$$\Rightarrow d_{min} = ۲d' = ۲ \times ۱/۲ = ۲/۴cm$$

حالا برای محاسبه تندی متوسط، داریم:

$$s_{min} = \frac{d_{min}}{\Delta t} = \frac{۲/۴}{۰/۲} = ۱۲ \frac{cm}{s}$$

پاسخ: گزینه ۳

قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۳۳% | متوسط

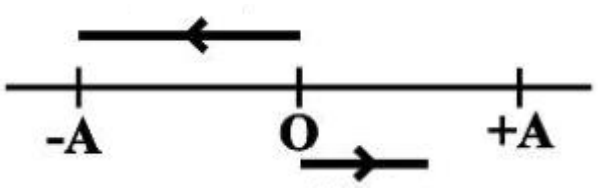
گزینه «۳»

ابتدا دوره تناوب را به‌دست می‌آوریم:

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

در حرکت هماهنگ ساده، با حرکت به سمت دو انتهای مسیر نوسان، حرکت کندشونده است. بنابراین مطابق شکل زیر، در بازه‌های زمانی ۲s تا ۴s و ۶s تا ۷s حرکت متحرک کندشونده است.

۲s تا ۴s



۶s تا ۷s

$$\Delta t = \Delta t_۱ + \Delta t_۲ = ۲ + ۱ = ۳s$$

پاسخ: گزینه ۱

قلم‌چی ۱۳۹۹ | نستا دشوار

گزینه «۱»

با توجه به نمودار داده شده می‌توان نوشت:

$$T = ۰/۲s \Rightarrow \omega = \frac{۲\pi}{T} = ۱۰\pi \frac{rad}{s}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow ۱۰\pi = \sqrt{\frac{۲۰۰}{m}} \Rightarrow ۱۰۰\pi^۲ = \frac{۲۰۰}{m} \Rightarrow m = ۰/۲kg = ۲۰۰g$$

وزن وزنه در حالت جدید برابر با $۱۵۰ - ۲۰۰ = ۵۰g$ خواهد بود و داریم:

$$\omega_۲ = \sqrt{\frac{k}{m_۲}} = \sqrt{\frac{۲۰۰}{۵۰\times۱۰^{-۳}}} = \sqrt{۴\times۱۰^{۳}} = ۲۰\sqrt{۱۰} = ۲۰\pi \frac{rad}{s}$$

هم چنین براساس نمودار $A = ۰/۱۲m$ است، پس معادله مکان ـ زمان حرکت جرم ـ فنر در حالت جدید عبارت است از:

$$x = A\cos(\omega t) \Rightarrow x = ۰/۱۲\cos(۲۰\pi t)$$

پاسخ: گزینه ۳

قلم‌چی ۱۳۹۷ | درصد پاسخگویی ۱۵% | متوسط

دوره نوسان آونگ را در سطح زمین به‌دست می‌آوریم:

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow T_۱ = ۲\pi\sqrt{\frac{۰/۴}{۱۰}} \Rightarrow T_۱ = \frac{۴\pi}{۱۰}s = \frac{۲\pi}{۵}s$$

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \xrightarrow{L_۱=L_۲} \frac{T_۲}{T_۱} = \sqrt{\frac{g_۱}{g_۲}}$$

$$\xrightarrow{g=G\frac{Me}{R^۲}} \frac{T_۲}{T_۱} = \sqrt{\left(\frac{R_۲}{R_۱}\right)^۲} = \frac{R_۲}{R_۱}$$

$$\xrightarrow[R_۱=R_e, T_۱=\frac{۲\pi}{۵}s]{R_۲=R_e+h, T_۲=\frac{\pi}{۲}s} \frac{\frac{\pi}{۲}}{\frac{۲\pi}{۵}} = \frac{R_e+h}{R_e}$$

$$\Rightarrow ۵R_e = ۴R_e + ۴h \Rightarrow \frac{h}{R_e} = \frac{۱}{۴}$$

$T_۱$:دوره نوسان آونگ روی سطح زمین

$T_۲$:دوره نوسان آونگ در ارتفاع h

R_e =شعاع زمین

پاسخ: گزینه ۳

قلم‌چی ۱۴۰۰ | درصد پاسخگویی ۳۰% | متوسط

گزینه «۳»

برای محاسبهٔ مسافت طی شده کافی است تعداد نوسانات را به‌دست آوریم، زیرا در هر نوسان، مسافتی برابر با ۴A طی می‌شود. بنابراین:

$$\frac{۶\lambda}{۴} = ۹۰cm \Rightarrow \lambda = \frac{۹۰\times۴}{۶} = ۶۰\,cm = ۰/۶m$$

$$v = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow T = \frac{\lambda}{v} \xrightarrow[v=۳۰\frac{m}{s}]{\lambda=۰/۶m} T = \frac{۰/۶}{۳۰} = ۲\times۱۰^{-۲}\,s$$

$$\Delta t = t_۲ - t_۱ = t_۱ + \frac{۱}{۲۵} - t_۱ = \frac{۱}{۲۵}s$$

$$n = \frac{\Delta t}{T} = \frac{\frac{۱}{۲۵}}{۲\times۱۰^{-۲}} = \frac{۱}{۰/۵} = ۲$$

$$n = \frac{L}{۴A}$$

$$\Rightarrow L = ۴nA = ۴\times۲\times۲ = ۱۶\,cm$$

پاسخ: گزینه ۱

قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۲۲% | متوسط

گزینه «۱»

چون نوسانگ ... ۰/۳s ثانیه طی می‌کند، بنابرا...

$\frac{T}{2} = ۰/۳ \Rightarrow T = ۰/۶s$

$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{۲\times۳}{۰/۶} \Rightarrow \omega = ۱۰\frac{rad}{s}$

در حرکت هماهنگ ساده، داریم:

$E = U_{max} = K_{max}$

$\Rightarrow K_{max} = ۲۵mJ = ۲۵ \times ۱۰^{-۳} J$

$\Rightarrow \frac{۱}{۲}mA^{۲}\omega^{۲} = ۲۵ \times ۱۰^{-۳} J$

$\Rightarrow \frac{۱}{۲} \times ۲۰۰ \times ۱۰^{-۳} \times A^{۲} \times ۱۰^{۲} = ۲۵ \times ۱۰^{-۳}$

$\Rightarrow A = ۰/۰۵m$

بنابراین معادله نوسان‌های این نوسانگر به‌صورت زیر است:

$x = ۰/۰۵\cos(۱۰t)$

پاسخ: گزینه ۳

قلم‌چی ۱۳۹۸ | درصد پاسخگویی ۵۳% | ساده

علت تخریب ساختمان‌های نیمه‌بلند پدیده تشدید بود. از آن‌جایی که بسامد ارتعاش طبیعی این ساختمان‌ها بسیار نزدیک و یا حتی برابر با بسامد ارتعاش زلزله بود، بنابراین در اثر تشدید، بیش‌ترین مقدار انرژی به آن‌ها انتقال یافت و سبب افزایش بیش از حد دامنه ارتعاش و در نهایت تخریب آن‌ها شد.

پاسخ: گزینه ۱

قلم‌چی ۱۴۰۰ | درصد پاسخگویی ۲۵% | متوسط

گزینهٔ «۱»

اگر بسامد نوسان‌های میله با بسامد آونگ‌ها برابر باشد، در آونگ‌ها تشدید رخ می‌دهد و به شدت به نوسان درمی‌آیند. بنابراین طول آونگ‌هایی را که با بسامد زاویه‌ای بین $\omega_۱ = ۵\frac{rad}{s}$ و $\omega_۲ = ۱۰\frac{rad}{s}$ نوسان می‌کنند، به‌دست می‌آوریم:

$\omega = \sqrt{\frac{g}{\ell}} \Rightarrow \omega_۱ = \sqrt{\frac{g}{\ell_۱}} \Rightarrow ۵ = \sqrt{\frac{۱۰}{\ell_۱}} \Rightarrow \ell_۱ = ۴۰\,cm$

$\omega_۲ = \sqrt{\frac{g}{\ell_۲}} \Rightarrow ۱۰ = \sqrt{\frac{۱۰}{\ell_۲}} \Rightarrow \ell_۲ = ۱۰cm$

پس در آونگ‌هایی که طول آن‌ها بین ۱۰ cm تا ۴۰ cm است، تشدید رخ می‌دهد که مجموعاً ۴ آونگ این شرط را دارا هستند.

پاسخ: گزینه ۳

قلم‌چی ۱۳۹۷ | درصد پاسخگویی ۳۶% | متوسط

زمانی تشدید رخ می‌دهد که بسامد طبیعی نوسانگر با بسامد طبیعی نوسانگر A برابر شود. طبق رابطه $T = \frac{۱}{f}$ می‌توان گفت دوره حرکت برابر بین دو نوسانگر باعث می‌شود تشدید رخ دهد.

$T_A = ۲\pi\sqrt{\frac{m_A}{k_A}} = ۲\pi\sqrt{\frac{۲}{۴۰۰}} = ۲\pi\sqrt{\frac{۱}{۲۰۰}}\,s$

$T_B = ۲\pi\sqrt{\frac{m_B}{k_B}} = ۲\pi\sqrt{\frac{\frac{۳}{۲}}{۳۰۰}} = ۲\pi\sqrt{\frac{۱}{۲۰۰}}\,s$

$T_C = ۲\pi\sqrt{\frac{m_C}{k_C}} = ۲\pi\sqrt{\frac{\frac{۵}{۲}}{۵۰۰}} = ۲\pi\sqrt{\frac{۱}{۲۰۰}}\,s$

$T_D = ۲\pi\sqrt{\frac{m_D}{k_D}} = ۲\pi\sqrt{\frac{۳}{۲۰۰}}\,s$

بین نوسان‌گرهای A، B و C به‌علت دوره حرکت برابر و درنتیجه بسامد یکسان تشدید رخ می‌دهد.

پاسخ: گزینه ۲

قلم‌چی ۱۴۰۰ | درصد پاسخگویی ۳۳% | متوسط

گزینهٔ «۲»

از دستگاه لیتوتریپسی [illegible] کلیه با کمک بازتابنده‌های بیضوی استفاده [illegible]

پاسخ: گزینه ۴

قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۳۴% | متوسط

گزینه «۴»

بررسی گزینه‌های نادرست:

گزینه «۱»: امواج الکترومغناطیسی برای انتشار نیاز به محیط مادی ندارند.

گزینه «۲»: منشأ تولید امواج مکانیکی با امواج الکترومغناطیسی متفاوت است.

گزینه «۳»: میکروموج‌ها از انواع امواج الکترومغناطیسی است.

پاسخ: گزینه ۲

گزینه های دام دار ۱ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۲۶% | متوسط

گزینه «۲»

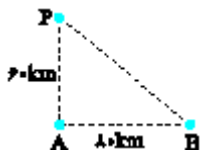
در امواج صوتی که از نوع طولی هستند، فاصله بین دو تراکم و یا دو انبساط متوالی به عنوان طول‌موج تعریف می‌شود.

پاسخ: گزینه ۱

قلم‌چی ۱۳۹۸ | درصد پاسخگویی ۲۶% | متوسط

گزینه «۱»

ابتدا با استفاده از رابطه فیثاغورس، فاصله ایستگاه رادیویی B از گیرنده P را به دست می‌آوریم:



$$\overline{PB} = \sqrt{\overline{AP}^{۲} + \overline{AB}^{۲}} \xrightarrow[\overline{AB}=۸۰\,km]{\overline{AP}=۶۰km} \overline{PB} = \sqrt{۶۰^{۲} + ۸۰^{۲}} \Rightarrow \overline{PB} = ۱۰۰\,km$$

اکنون با استفاده از رابطه $\Delta t = \frac{\Delta x}{c}$، اختلاف زمانی که گیرنده P دو سیگنال را دریافت می‌کند، حساب می‌کنیم. دقت کنید، چون PB>PA است، با توجه به ثابت بودن تندی انتشار موج، $t_B > t_A$ است:

$$\Delta t = t_B - t_A \xrightarrow{t=\frac{\Delta x}{c}} \Delta t = \frac{\Delta x_B}{c} - \frac{\Delta x_A}{c} = \frac{\Delta x_B - \Delta x_A}{c}$$

$$\xrightarrow[\Delta x_A = ۶۰\,km = ۶۰\times۱۰^{۳} m = ۶\times۱۰^{۴} m]{\Delta x_B = ۱۰۰ km = ۱۰۰\times۱۰^{۳} m = ۱۰\times۱۰^{۴} m}$$

$$\Delta t = \frac{۱۰\times۱۰^{۴} - ۶\times۱۰^{۴}}{۳\times۱۰^{۸}} = \frac{۴\times۱۰^{۴}}{۳\times۱۰^{۸}} \Rightarrow \Delta t = \frac{۴}{۳}\times۱۰^{-۴}\,s$$

پاسخ: گزینه ۱

قلم‌چی ۱۳۹۸ | درصد پاسخگویی ۴۲% | ساده

گزینه «۱»

$$\Delta\beta = \beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰\log(\frac{I_۲}{I_۱})$$

$$\xrightarrow{\Delta\beta=۳dB} ۳ = ۱۰\log(\frac{I_۲}{I_۱}) \Rightarrow \log(\frac{I_۲}{I_۱}) = ۰/۳ = \log ۲$$

$$\Rightarrow \frac{I_۲}{I_۱} = ۲$$

پاسخ: گزینه ۳

قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۴۰% | ساده

گزینه ی «۳»

زمانی‌که طول‌موج دریافتی به‌سمت طول‌موج‌های بلندتر جابه‌جا شود، اصطلاحاً به آن انتقال به سرخ گفته می‌شود که این پدیده زمانی رخ می‌دهد که کهکشان در حال دور شدن از آشکارساز

پاسخ: گزینه ۴

ساده | درصد پاسخگویی ۴۴% | قلم‌چی ۱۳۹۸

در دستگاه سونار کشتی برای مکان‌یابی اجسام زیر آب، خفاش و دلفین برای یافتن طعمه و در سونوگرافی از مکان‌یابی پژواکی استفاده می‌شود.

پاسخ: گزینه ۲

متوسط | درصد پاسخگویی ۳۱% | قلم‌چی ۱۳۹۹

گزینهٔ «۲»

حداقل فاصلهٔ بین دو صوت باید ۰/۱ ثانیه باشد تا گوش انسان بتواند دو صوت را از یکدیگر تمیز دهد. اگر فاصلهٔ شخص از دیوار d و در حالت جدید ′d باشد داریم:

$$\left.\begin{matrix} v_{صوت} \times \Delta t = 2d \\ v'_{صوت} \times \Delta t' = 2d' \end{matrix}\right\} \Rightarrow \frac{v'_{صوت}\Delta t'}{v_{صوت}\Delta t} = \frac{d'}{d}$$

$$\xrightarrow[\Delta t=0/2s, d=340m]{v_{صوت}=340\frac{m}{s},\ \Delta t'=0/1s} \frac{1/1\times 0/1}{0/2} = \frac{d'}{340}$$

$$\Rightarrow d' = 187m \Rightarrow d - d' = 153m$$

پاسخ: گزینه ۱

متوسط | درصد پاسخگویی ۳۶% | قلم‌چی ۱۴۰۰

گزینهٔ «۱»

فاصله بین دو ستیغ متوالی برابر یک طول موج است. در حالت اول $\lambda_1 = 60\,cm$ و $T_1 = 1s$ است. در حالت دوم چون دوره تناوب ثابت است و $v_2 = \frac{5}{6}v_1$ می‌باشد. به‌کمک رابطه $\lambda = vT$ داریم:

$$v_2 = \frac{5}{6}v_1 \xrightarrow{v=\frac{\lambda}{T}} \frac{\lambda_2}{T} = \frac{5}{6} \times \frac{\lambda_1}{T}$$

$$\xrightarrow{\lambda_1 = 60cm} \lambda_2 = \frac{5}{6} \times 60 = 50\,cm$$

تندی انتشار موج روی سطح آب‌های کم‌عمق، به عمق آب بستگی دارد و با کاهش عمق آب، تندی انتشار و در نتیجه طول موج کاهش خواهد یافت.

پاسخ: گزینه ۳

متوسط | درصد پاسخگویی ۳۰% | قلم‌چی ۱۳۹۹

گزینه (۳)

با تابش نور از خلأ به یک محیط شفاف، تندی آن کاهش می‌یابد. بنابراین می‌توان نوشت:

(c :سرعت نور در خلأ) $v_{\text{در محیط شفاف}} = c - 0/2c = 0/8c$

طبق تعریف ضریب شکست داریم:

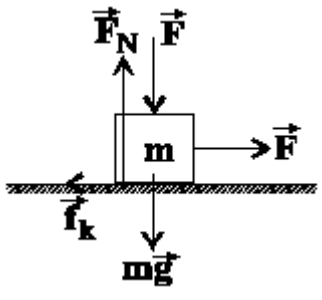
$$n = \frac{c}{v} = \frac{c}{0/8c} = \frac{10}{8} = \frac{5}{4}$$

پاسخ: گزینه ۳

متوسط | درصد پاسخگویی ۲۳% | قلم‌چی ۱۳۹۹

گزینه«۳»

نیروهای وارد بر جسم را در حالت اول رسم می‌کنیم:



با استفاده از تعادل نیروها در راستای قائم داریم:

$F_N - mg - F = ۰ \Rightarrow F_N = mg + F$

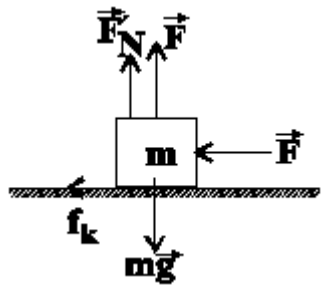
جسم با سرعت ثابت حرکت می‌کند، پس شتاب حرکت آن صفر است. بنابراین با استفاده از تعادل نیروها در راستای افقی داریم: $F - f_k = ۰$

$\Rightarrow F - \mu_k F_N = ۰$

$\Rightarrow F - \mu_k(mg + F) = ۰ \Rightarrow \mu_k = \frac{F}{mg+F}$

پس از عکس شدن جهت هر دو نیروی F، نیروهای وارد بر جسم به‌صورت شکل زیر خواهد بود:

با استفاده از تعادل نیروها در راستای قائم داریم:



$F + F'_N - mg = ۰ \Rightarrow F'_N = mg - F$

با استفاده از قانون دوم نیوتون در راستای افقی خواهیم داشت:

$-F - f_k = ma$

$\Rightarrow -F - \mu_k F'_N = ma \xrightarrow[\mu_k = \frac{F}{mg+F}]{F'_N = mg - F} -F - \frac{F}{mg+F}(mg - F) = ma$

$\Rightarrow -F(۱ + \frac{mg-F}{mg+F}) = ma$

$\Rightarrow \frac{-۲F}{mg+F} \times mg = ma \xrightarrow{\frac{F}{mg+F} = \mu_k} -۲\mu_k g = a$

$\xrightarrow[\mu_k = ۰/۴]{g = ۱۰ \frac{N}{kg}} a = -۸ \frac{m}{s^۲}$

$v = at + v_۰ \xrightarrow[a = -۸ \frac{m}{s^۲}]{v_۰ = ۲۰ \frac{m}{s} , t = ۲s} v = -۸ \times ۲ + ۲۰ = ۴ \frac{m}{s}$

پاسخ: گزینه ۱

قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۲۵% | متوسط

گزینه «۱»

ابتدا بر اساس میزان انحراف پرتوهای آبی و قرمز، زاویه شکست را در تیغه برای هر دو پرتو محاسبه می‌کنیم: (ضریب شکست شیشه برای نور آبی بزرگ‌تر از ضریب شکست شیشه برای نور قرمز است.)

پرتوی آبی : $\theta_۲ = ۵۳^\circ - ۲۳^\circ = ۳۰^\circ$

پرتوی قرمز : $\theta'_۲ = ۵۳^\circ - ۱۶^\circ = ۳۷^\circ$

حال قانون شکست اسنل را در هر مورد می‌نویسیم:

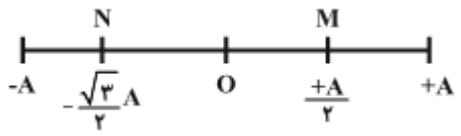
پرتوی آبی : $n_۱ \sin\theta_۱ = n_۲ \sin\theta_۲$

$\Rightarrow ۱ \times ۰/۸ = n_۲ \times ۰/۵ \Rightarrow n_۲ = \frac{۸}{۵}$

پرتوی قرمز : $n_۱ \sin\theta_۱ = n_۲ \sin\theta'_۲$

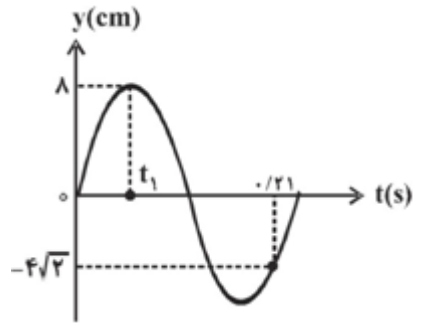
$\Rightarrow ۱ \times ۰/۸ = n_۲ \times ۰/۶ \Rightarrow n_۲ = \frac{۸}{۶} = \frac{۴}{۳}$

۱) نوسانگری بر روی پاره‌خط زیر به مرکزO و دامنه‌یA، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر این نوسانگر فاصله‌ی بین دو نقطه‌ی M تا N را بدون تغییر جهت طی کند، نوع حرکت آن ..... بوده و انرژی پتانسیل کشسانی آن ..... است.



۱) ابتدا تندشونده و سپس کُندشونده ـ ابتدا در حال افزایش و سپس در حال کاهش
۲) ابتدا تندشونده و سپس کُندشونده ـ ابتدا در حال کاهش و سپس در حال افزایش
۳) ابتدا کُندشونده و سپس تندشونده ـ ابتدا در حال افزایش و سپس در حال کاهش
۴) ابتدا کُندشونده سپس تندشونده ـ ابتدا در حال کاهش و سپس در حال افزایش

۲) شکل مقابل، نمودار مکان-زمان نوسانگر ساده‌ای را نشان می‌دهد. اندازه‌ی شتاب این نوسانگر در لحظه‌ی $t_۱$، چند متر بر مجذور ثانیه است؟ ($\pi = ۳$)



۱) ۱۰ **۲)** ۲۰
۳) ۴۰ **۴)** ۵۰

۳) اگر دامنه ارتعاش یک نوسانگر ۱۰cm و دوره تناوب آن ۰/۱۲ ثانیه باشد، اندازه سرعت متوسط آن، وقتی که بدون تغییر جهت از نقطه $x = -۵cm$ به نقطه $x = +۵cm$ می‌رسد، چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۵ **۲)** ۱۰ **۳)** ۲/۵ **۴)** ۱/۲۵

۴) نوسانگری با معادله $\frac{d^۲x}{dt^۲} + ۲۵\pi^۲x = ۰$ روی پاره‌خطی به طول۲۰cm حرکت می‌کند. بیش‌ترین سرعت متوسط این نوسانگر هنگامی‌که مسافتی به اندازه۱۰cmرا طی می‌کند، چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۱ **۲)** ۱/۵ **۳)** ۲ **۴)** ۲/۵

۵) معادله سرعت ـ مکان نوسانگری که حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد، در SI به‌صورت $v^۲ = ۰/۳ - ۳۰x^۲$ است. شتاب نوسانگر زمانی‌که در مکان $x = ۵cm$ قرار دارد، چند متر بر مجذور ثانیه است؟

۱) +۱/۵ **۲)** -۱/۵ **۳)** $+۰/۱۵\sqrt{۱۰}$ **۴)** $-۰/۱۵\sqrt{۱۰}$

۶) در مکانی شتاب گرانش برابر $g = \pi^۲\frac{m}{a^۲}$است، طول آونگ ساده‌ای را چند سانتی‌متر انتخاب کنیم تا در هر ثانیه یک نوسان کامل انجام دهد؟

۱) ۱۰۰ **۲)** ۷۵ **۳)** ۵۰ **۴)** ۲۵

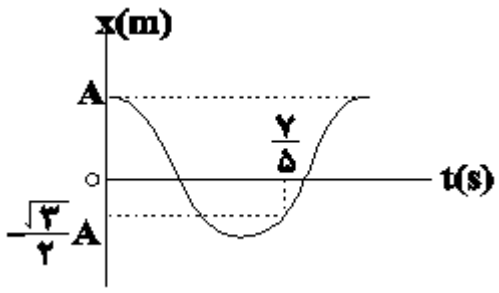
۷) در یک حرکت نوسانی ساده، در فواصل زمانی ۰/۰۱s، شتاب متحرک صفر می‌شود. بسامد این حرکت چند هرتز است؟

۱) ۱۰۰ **۲)** ۵۰ **۳)** ۵ **۴)** ۱۰

۸) بیش‌ترین جابه‌جایی یک نوسانگر با بسامد نوسان‌های ۰/۵Hz در مدت زمان $\frac{۲}{۳}$s، کدام است؟ (A = دامنه نوسان)

۱) $\sqrt{۲}A$ **۲)** $\sqrt{۳}A$ **۳)** A **۴)** ۲A

(۹) نمودار مکان – زمان نوسانگر هماهنگ ساده‌ای مطابق شکل زیر است. در بازه زمانی $t_1 = 0/4\ s$ تا $t_2 = 1/6\ s$، تندی متوسط نوسانگر چند برابر اندازه سرعت متوسط آن است؟



۱) ۱
۲) ۲
۳) $\frac{3}{2}$
۴) ۳

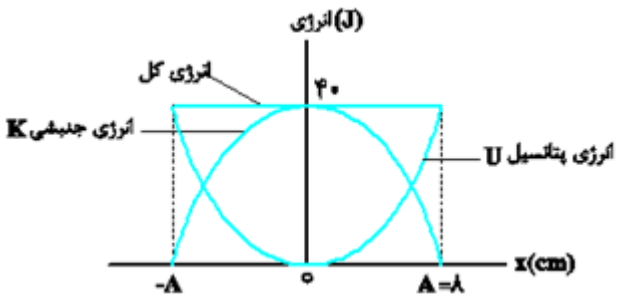
(۱۰) معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به‌صورت $x = 0/2\cos(10\pi t)$ است. پس از لحظه $t = 0$ در لحظه t_1، نوسانگر برای اولین بار بیشینه تندی را دارد و در لحظه t_2 برای دومین بار پس از لحظه $t = 0$ اندازه شتاب بیشینه شده است. $\frac{t_2}{t_1}$ کدام است؟

۱) ۴ ۲) ۱ ۳) $\frac{1}{2}$ ۴) $\frac{1}{3}$

(۱۱) دو آونگ ساده به طول‌های L_1 و L_2 که نوسان‌های کم‌دامنه انجام می‌دهند، در هر دقیقه به‌ترتیب ۲۰ و ۱۵ نوسان کامل انجام می‌دهند. آونگ ساده‌ای به طول $(L_1 + L_2)$ در هر دقیقه چند نوسان کامل کم‌دامنه انجام می‌دهد؟

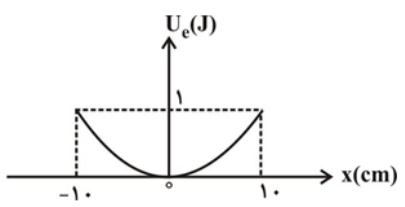
۱) ۱۲ ۲) ۱۴
۳) ۱۷ ۴) ۱۹

(۱۲) نمودار تغییرات انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی یک نوسان‌کننده به جرم ۵۰۰ گرم که در راستای محور x حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد، به‌صورت شکل زیر است. بسامد نوسان چند هرتز است؟ $(\pi = \sqrt{10})$



۱) ۵۰
۲) ۴۰
۳) ۲۵
۴) ۱۰

(۱۳) نمودار انرژی پتانسیل کشسانی نوسانگر ساده‌ای که با دوره $\frac{\pi}{50}s$ در حال نوسان است، مطابق شکل زیر می‌باشد. جرم نوسانگر چند گرم است؟

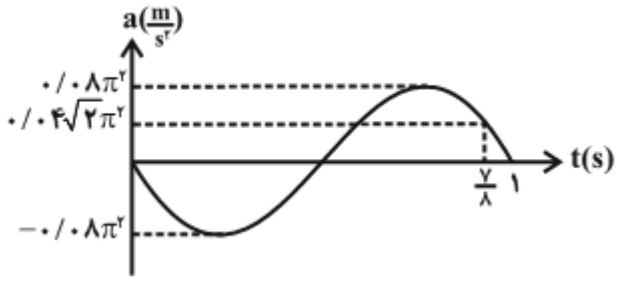


۱) ۰/۰۲
۲) ۲۰
۳) ۰/۰۴
۴) ۴۰

(۱۴) رابطهٔ نیرو- مکان در نوسانگر وزنه- فنر، در SI به‌صورت $F = -۳۶۰x$ است. اگر بیشینهٔ انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره شده در آن ۴۵۰mJ باشد، دامنهٔ نوسان‌های این نوسانگر چند سانتی‌متر است؟

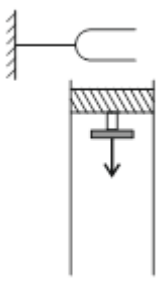
۱) ۰/۱۵ ۲) ۵ ۳) ۰/۰۵ ۴) ۱۵

(۱۵) در شکل زیر، نمودار شتاب ـ زمان نوسانگر وزنه ـ فنری نشان داده شده است. اگر ثابت فنر $۱۰۰\frac{N}{m}$ باشد، در لحظه $t = \frac{۷}{۸}s$ انرژی جنبشی نوسانگر چند ژول است؟



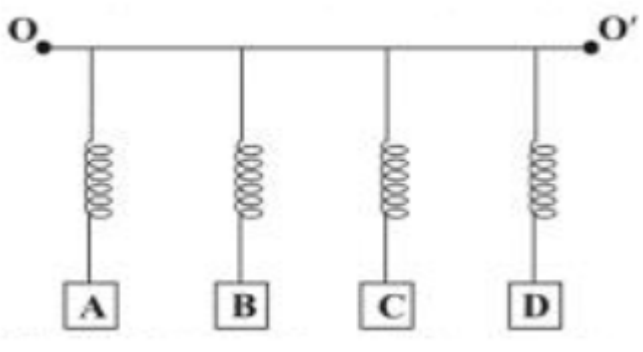
۱) ۰/۲۵
۲) ۰/۰۱
۳) ۰/۰۲۵
۴) ۰/۱

(۱۶) مطابق شکل زیر، دیاپازون را مرتعش کرده و پیستون را به آرامی از بالای لوله به پایین می‌آوریم. مشاهده می‌شود که بعد از اولین تشدید، باید پیستون را ۱۷ سانتی‌متر دیگر پایین بیاوریم تا تشدید دوم رخ دهد. اگر سرعت صوت در هوای درون لوله $۳۴۰\frac{m}{s}$ باشد، بسامد نوسان‌های دیاپازون چند هرتز است؟



۱) ۲۰۰۰
۲) ۴۰۰۰
۳) ۵۰۰
۴) ۱۰۰۰

(۱۷) مطابق شکل زیر، چهار سامانهٔ جرم – فنر با ثابت فنر یکسان $۳۶\frac{N}{m}$ به میلهٔ ′OO وصل شده‌اند. اگر میله با بسامد زاویه‌ای $\omega_{OO'} = ۳\ \frac{rad}{s}$ درراستای قائم شروع به نوسان کند، بیشینهٔ انرژی مکانیکی ذخیره شده در کدام سامانه از بقیه بیشتر است؟



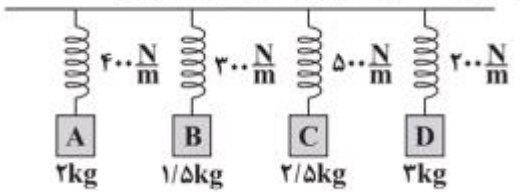
$m_A = ۹kg$ $m_B = ۴kg$ $m_C = ۱۰kg$ $m_D = ۵kg$

۱) D
۲) C
۳) B
۴) A

(۱۸) در پی زمین‌لرزه بزرگی که در سواحل مکزیک رخ داد، ساختمان‌های نیمه‌بلند فروریختند ولی ساختمان‌های بلندتر و کوتاه‌تر پابرجا ماندند. این پدیده بدان علت بود که:

۱) بسامد ارتعاش طبیعی ساختمان‌های نیمه‌بلند خیلی بیش‌تر از بسامد ارتعاش زلزله بود.
۲) بسامد ارتعاش طبیعی ساختمان‌های نیمه‌بلند خیلی کم‌تر از بسامد ارتعاش زلزله بود.
۳) بسامد ارتعاش طبیعی ساختمان‌های نیمه‌بلند بسیار نزدیک و یا برابر با بسامد ارتعاش زلزله بود.
۴) ساختمان‌های نیمه‌بلند با دوره کم‌تر از دوره نوسان طبیعی خود به ارتعاش درآمدند.

(۱۹) در شکل زیر، اگر وزنه A با بسامد طبیعی خود به نوسان درآید، پدیده تشدید برای کدام‌یک از وزنه‌های دیگر رخ می‌دهد؟

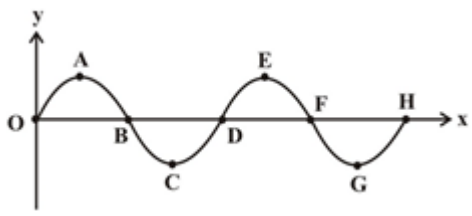


۱) B و D
۲) C و D
۳) B و C
۴) B و C ،D

(۲۰) در یک لوله صوتی به طول ۵۰ سانتی‌متر، فاصله یک شکم از گره مجاورش برابر با ۱۰ سانتی‌متر است. این لوله صوتی از چه نوعی است و هماهنگ چندم خود را تشدید کرده است؟

۱) باز، سوم
۲) بسته، سوم
۳) بسته، پنجم
۴) باز، پنجم

(۲۱) شکل زیر، نقش انتشار موجی را در یک طناب و در لحظه‌ای معین نشان می‌دهد. در کدام گزینه تمام نقاط مشخص شده با یک‌دیگر هم‌فاز هستند؟



۱) F , B , O
۲) E , C , A
۳) H , D , O
۴) F , C , O

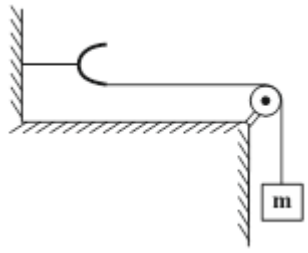
(۲۲) بسامد صوت اصلی تار مرتعشی که دو انتهای آن ثابت است، ۲۰۰Hz می‌باشد. در تار دیگری هم طول با تار قبلی که جرم یکای طول آن $\frac{1}{4}$ جرم یکای طول تار قبلی می‌باشد، با همان نیروی کشش، بسامد اصلی تار چند هرتز می‌شود؟

۱) ۲۰۰
۲) ۵۰
۳) ۱۰۰
۴) ۴۰۰

(۲۳) کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

۱) امواج الکترومغناطیسی همگی با تندی نور در خلأ حرکت می‌کنند.
۲) در طیف امواج الکترومغناطیسی هیچ گسستگی وجود ندارد.
۳) روش‌های تولید و کاربردهای قسمت‌های مختلف طیف امواج الکترومغناطیسی متفاوت است.
۴) امواج رادیویی، میکرو موج، فرو سرخ، طیف نور مرئی، فرابنفش، پرتوهای x و پرتوهای گاما، به‌ترتیب از بیشترین بسامد تا کمترین بسامد مرتب شده‌اند.

(۲۴) در شکل زیر، دیاپازون با بسامد f نوسان می‌کند و در طول تار افقی ۳ گره ایجاد می‌شود. اگر جرم m را ۴ برابر کنیم، تعداد گره‌ها چند برابر می‌شود؟ (در محل تماس طناب با قرقره، گره تشکیل می‌شود.)



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

(۲۵) سیمی به چگالی $۷/۸ \frac{g}{cm^۳}$ و قطر مقطع ۰/۵mm، بین دو نقطه با نیرویی به بزرگی ۲۳۴N کشیده شده است. اندازه سرعت انتشار امواج عرضی در این سیم چند متر بر ثانیه است؟ (π = ۳)

۱) ۲۵۰ ۲) ۴۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۴۰۰

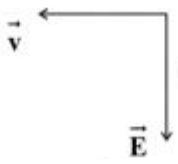
(۲۶) تراز شدت صوت یک منبع صوت نقطه‌ای در فاصله ۳ متری از آن، چند دسی‌بل بیشتر از تراز شدت صوت آن منبع در فاصله ۳۰ متری از آن است؟

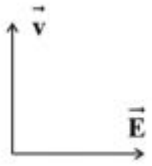
۱) ۲ ۲) ۲۰ ۳) ۶۰ ۴) ۱۰۰

(۲۷) کدام‌یک از گزینه‌های زیر، لحظه‌ای را نشان می‌دهد که در آن جهت میدان مغناطیسی برای یک موج الکترومغناطیسی، به سمت شمال (درون‌صفحه) است؟ ($\vec{E}$ میدان الکتریکی و $\vec{v}$ جهت انتشار موج است).

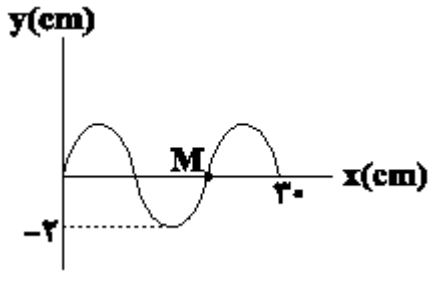
۱)

۲)

۳) 

۴) 

(۲۸) شکل زیر تصویری از یک موج عرضی در یک ریسمان کشیده شده را در لحظه t = ۰ نشان می‌دهد. تندی ذره M در این لحظه چند برابر تندی انتشار موج است؟ (π = ۳)



۱) ۰/۱
۲) $\frac{۳}{۵}$
۳) $\frac{۲}{۵}$
۴) ۱

(۲۹) اگر تراز شدت صوت حاصل از یک مته سنگ شکن ۱۲۰dB باشد، شدت این صوت چند میکروووات بر متر مربع است؟ ($I_۰ = ۱۰^{-۱۲} \frac{W}{m^۲}$)

۱) ۱ ۲) $۱۰^{۶}$ ۳) $۱۰^{-۶}$ ۴) $۱۰^{۱۲}$

(۳۰) تندی انتشار موج عرضی در یک سیم برابر با $۴۰\sqrt{۲}$ متر بر ثانیه است. سیم را از وسط نصف کرده و دو نیمه آن را بر روی هم تا می‌کنیم. تندی انتشار امواج عرضی با فرض ثابت ماندن نیروی کشش در این سیم، چند متر بر ثانیه خواهد بود؟

۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) $۲۰\sqrt{۲}$ ۴) ۶۰

(۳۱) شخصی با چکش به انتهای میلهٔ باریک بلندی ضربه‌ای می‌زند. تندی صوت در این میله ۱۲ برابر تندی صوت در هوا است. شخص دیگری که گوش خود را نزدیک انتهای دیگر میله گذاشته دو صدا با اختلاف زمانی ۰/۱۲s می‌شنود. اگر تندی صوت در هوا $۳۳۰\frac{m}{s}$ باشد، طول میله چند متر است؟

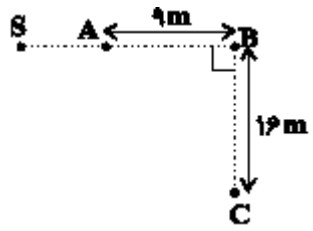
۱) ۱۱۲ ۲) ۸۶
۳) ۴۳/۲ ۴) ۲۷

(۳۲) در یک اتاق مکعبی در وسط سقف یک بلندگو قرار دارد که امواج صوتی را به صورت امواج کروی منتشر می‌کند. اگر این امواج در محدوده‌ی شنوایی مورچه‌های کف اتاق باشند، تفاضل تراز شدت صوت‌های بیشینه و کمینه‌ی دریافتی توسط مورچه چند دسی‌بل است؟ ($\log ۲ = ۰/۳$ ، $\log ۳ = ۰/۴$ و بلندگو را چشمه‌ی نقطه‌ای فرض کنید.)

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

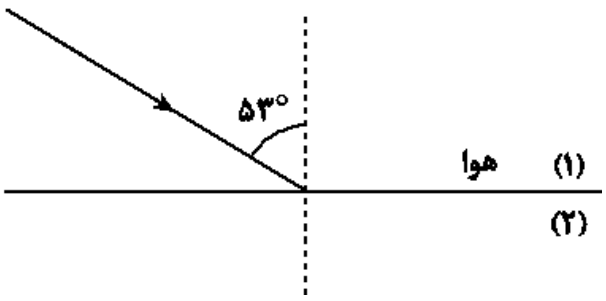
(۳۳) مطابق شکل زیر، یک چشمه صوتی در نقطه S قرار دارد. اگر اختلاف تراز شدت صوت در نقاط A وB، برابر با ۱۲dB و توان چشمه صوت ۱۲۰W باشد،تراز شدت صوت در نقطه C چند دسی‌بل است؟

($\pi = ۳$، $\log ۲ = ۰/۳$، $I_۰ = ۱۰^{-۱۲} \frac{W}{m^۲}$ و از اتلاف انرژی صوتی صرف‌نظر کنید.)



۱) ۱۰۸
۲) ۱۰۴
۳) ۱۰۶
۴) ۱۱۰

(۳۴) مطابق شکل زیر، پرتو نوری از هوا به یک محیط شفاف می‌تابد و در ورود به محیط (۲)، ۱۶° از راستای اولیه منحرف می‌شود. اگر طول موج نور در محیط دوم، $\frac{۱}{۸}\mu m$ از طول موج نور در هوا کمتر باشد، بسامد نور چند هرتز است؟ ($\sin ۵۳^\circ = ۰/۸$ =سرعت نور در هوا، $۳ \times ۱۰^۸ \frac{m}{s}$)

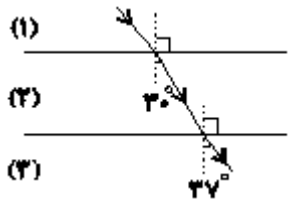


۱) ۶×۱۰^{۱۴}
۲) ۶×۱۰^{۱۵}
۳) $۸/۴ \times ۱۰^{۱۴}$
۴) $۸/۴ \times ۱۰^{۱۵}$

(۳۵) موج عرضی سینوسی از قسمت نازک طناب به قسمت ضخیم آن وارد می‌شود. بسامد و طول موج آن به‌ترتیب چگونه تغییر می‌کنند؟

۱) کاهش می‌یابد – ثابت می‌ماند.
۲) کاهش می‌یابد – کاهش می‌یابد.
۳) ثابت می‌ماند – افزایش می‌یابد.
۴) ثابت می‌ماند – کاهش می‌یابد.

۳۶) پرتو نوری مطابق شکل از محیط شفاف (۱) وارد محیط‌های شفاف دیگر می‌شود. اگر تندی نور در محیط (۱) ۶۰ درصد بیش‌تر از تندی نور در محیط (۲) باشد، نسبت ضریب شکست محیط (۱) به ضریب شکست محیط(۳) کدام است؟ ($\sin ۳۷^\circ = ۰/۶$ و سطح جدایی محیط‌های شفاف موازی یکدیگر است.)



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

۳۷) چه تعداد از عبارت‌های زیر صحیح است؟

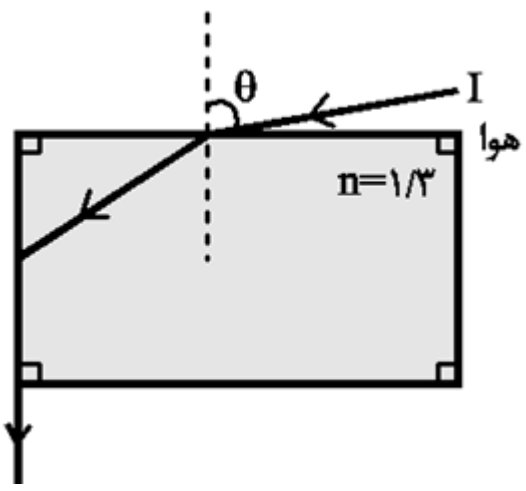
- ضریب شکست هر محیطی برای نورهای مختلف به طول‌موج نور بستگی دارد.
- ضریب شکست یک محیط معین شفاف مثل شیشه برای طول‌موج‌های کوتاه‌تر، بیش‌تر است.
- ضریب شکست منشور برای نور سبز بیش‌تر از ضریب شکست منشور برای نور آبی است.
- در داخل منشور، تندی نور بنفش بیش‌تر از تندی نور قرمز است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۸) کدام یک از منابع انرژی زیر تا کنون برای تولید الکتریسیته در مقیاس بزرگ استفاده نشده است؟

۱) انرژی هسته‌ای ۲) انرژی امواج دریا ۳) انرژی برق آبی ۴) انرژی خورشیدی

۳۹) مطابق شکل زیر، پرتو I از هوا وارد محیط شفاف می‌شود. اگر مسیر این پرتو در محیط شفاف با ضریب شکست $n = ۱/۳$ مطابق شکل زیر باشد، $\sin\theta$ کدام است؟

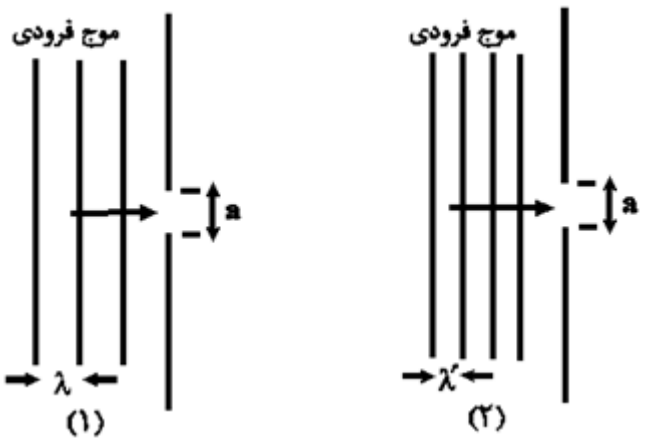


۱) $\sqrt{۰/۶۹}$
۲) $\sqrt{۰/۷۵}$
۳) $\sqrt{۰/۳}$
۴) $\sqrt{۰/۴۴}$

۴۰) شخصی به طول قد ۱۸۰cm مقابل آینه‌ای کروی قرار دارد. اگر طول تصویر ۶۰cm کوچکتر از طول شخص و بر روی پرده‌ای که به فاصلهٔ ۰/۵ متری آینه واقع است، تشکیل شده باشد. شعاع این آینه چند سانتی‌متر است؟

۱) ۱۵ ۲) ۲۵
۳) ۳۰ ۴) ۶۰

۴۱) در کدام‌یک از شکاف‌های مقابل، پدیدهٔ پراش بارزتری نسبت به دیگری رخ می‌دهد؟ ($\lambda' < \lambda$)



۱) شکاف (۱)
۲) شکاف (۲)
۳) در هر دو شکاف یکسان است.
۴) نمی‌توان نظر قطعی داد.

۴۲) با کم کردن صدای تلویزیون، شدت صوتی که به گوش ما می‌رسد، ۰/۱ برابر می‌شود. در این صورت، تراز شدت صوتی که می‌شنویم، چگونه تغییر می‌کند؟ (اتلاف انرژی نداریم.)

۱) ۲۰dB افزایش می‌یابد.
۲) ۸۰dB افزایش می‌یابد.
۳) ۲۰dB کاهش می‌یابد.
۴) ۸۰dB کاهش می‌یابد.

۴۳) نور سبز از شکافی به‌صورت بارزی پراشیده شده است. کدام‌یک از پرتوهای زیر پراش کمتری در هنگام عبور از همان شکاف خواهد داشت؟

۱) زرد
۲) آبی
۳) قرمز
۴) نارنجی

۴۴) صفحه حساسی به مساحت $3\ cm^2$ بر راستای انتشار صوت عمود است و در مدت ۵ ثانیه، $1/5 \times 10^{-11}$ J انرژی صوتی به صفحه می‌رسد. شدت صوت در سطح این صفحه چند میکروووات بر متر مربع است؟

۱) $2/5 \times 10^{-8}$
۲) 10^{-8}
۳) ۰/۰۱
۴) ۰/۲۵

۴۵) در خلأ، با عبور پرتوهای تک‌رنگ سبز از یک شکاف، پدیده پراش رخ می‌دهد. در همان شرایط، با عبور کدام‌یک از پرتوهای تک‌رنگ زیر از همان شکاف، پدیده پراش ضعیف‌تری رخ خواهد داد؟ (مقدار کمتری به اطراف گسترده می‌شود.)

۱) آبی و بنفش
۲) آبی و زرد
۳) زرد و نارنجی
۴) قرمز و بنفش

۴۶) اگر در یک لوله صوتی که یک طرف آن باز و طرف دیگر آن بسته است، مُد سوم تشدید شده باشد، طول لوله چند برابر طول‌موج امواج صوتی تشدید شده در داخل آن است؟

۱) ۱
۲) $\frac{3}{4}$
۳) $\frac{5}{4}$
۴) $\frac{3}{2}$

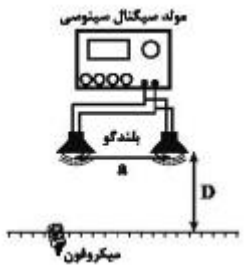
۴۷) مطابق شکل زیر، یک انتهای سیم همگنی به دیوار و انتهای دیگر آن به دیاپازونی بسته شده است. در اثر نوسان دیاپازون، در طناب موج‌های ایستاده تشکیل می‌شود. اگر در همین شرایط، به جای این دیاپازون، از دیاپازونی با بسامد بیش‌تر استفاده کنیم و موج‌های ایستاده در سیم تشکیل شود، فاصله‌ی اولین شکم از دیوار ...

۱) کاهش می‌یابد.
۲) افزایش می‌یابد.
۳) تغییر نمی‌کند.
۴) بسته به بسامد دیاپازون، هر سه حالت ممکن است.

۴۸) در یک لوله صوتی، طول لوله ۱/۵ برابر طول‌موج حاصل است. این لوله دارای ..... است و لوله مُد ..... را تولید کرده است.

۱) دو انتهای باز - دوم ۲) یک انتهای بسته - دوم ۳) دو انتهای باز - سوم ۴) یک انتهای بسته - سوم

۴۹) در یک آزمایش، دو بلندگو که مطابق شکل به یک مولد سیگنال الکتریکی متصل‌اند، امواج سینوسی هم‌بسامدی در فضا منتشر می‌کنند. با حرکت دادن یکنواخت میکروفون در امتداد خط فرضی نشان داده شده که در فاصله مناسبی از بلندگوها قرار دارد، بلندی صدا چگونه تغییر می‌کند؟



۱) پیوسته کاهش می‌یابد.
۲) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.
۳) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.
۴) به‌طور متناوب کم و زیاد می‌شود.

۵۰) جرم سیم پیانویی به طول ۱/۶m برابر با ۶g است. اگر این سیم را با نیرویی به بزرگی ۲۱۶N بکشیم، بسامد هماهنگ سوم آن چند هرتز است؟

۱) ۱۵۰ ۲) ۳۰۰ ۳) ۳۷۵ ۴) ۲۲۵

پاسخ: گزینه ۲

زمانی که نوسانگر در حال نزدیک شدن به مرکز نوسان باشد، سرعت و شتاب آن هم‌جهت است و بنابراین حرکتش تندشونده می‌باشد و زمانی که در حال دور شدن از مرکز نوسان است، حرکتش کندشونده خواهد بود. بنابراین حرکت این نوسانگر در بازه‌ی زمانی مشخص شده ابتدا تندشونده و سپس کندشونده خواهد بود.

در مورد انرژی پتانسیل کشسانی نوسانگر می‌توان گفت هر چه نوسانگر به دو انتهای مسیر نوسان نزدیک شود، انرژی پتانسیل کشسانی آن بیش‌تر شده و در مرکز نوسان انرژی پتانسیل کشسانی آن صفر است، پس انرژی پتانسیل کشسانی این نوسانگر ابتدا در حال کاهش و سپس در حال افزایش است.

پاسخ: گزینه ۴

با توجه به نمودار، در لحظه‌ی t_1 شتاب نوسانگر بیشینه است و اندازه‌ی آن از رابطه‌ی $a_{max} = A\omega^2$ به‌دست می‌آید. بنابراین ابتدا بسامد زاویه‌ای نوسان جسم را به‌دست می‌آوریم:

$$\sin\phi_2 = \frac{-4\sqrt{2}}{8} = -\frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \phi_2 = \frac{7\pi}{4}\text{rad}$$

$\frac{7\pi}{4}\text{rad}$

$$\omega = \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = \frac{\frac{7\pi}{4}}{0/21} = 25\frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

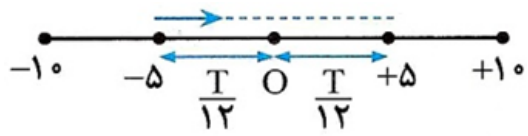
$$a_{max} = A\omega^2 = 0/08 \times 25^2 = \frac{2}{25} \times 25 \times 25$$

$$\Rightarrow a_{max} = 50\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

پاسخ: گزینه ۱

گزینه «۱»

ابتدا مدت زمانی که نوسانگر بدون تغییر جهت از مکان $x_1 = -5\text{cm}$ به مکان $x_2 = +5\text{cm}$ می‌رود را به دست می‌آوریم، با توجه به شکل زیر وقتی نوسانگر از $x = -5\text{cm}$ بدون تغییر جهت به $x = +5\text{cm}$ می‌رود. زمان طی آن برابر $\Delta t = \frac{T}{6}$ است. بنابراین داریم:



$$\Delta t = \frac{T}{12} + \frac{T}{12} = \frac{T}{6} \xrightarrow{T=0/12s} \Delta t = \frac{0/12}{6} = 0/02s$$

اکنون با محاسبه جابه‌جایی، تندی متوسط را به دست می‌آوریم:

$$\Delta t = x_2 - x_1 \xrightarrow[x_1=-5cm]{x_2=+5cm}$$

$$\Delta x = 5 - (-5) = 10cm = 0/1m$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \xrightarrow[\Delta t=0/02s]{\Delta x=0/1m} v_{av} = \frac{0/1}{0/02} \Rightarrow v_{av} = 5m/s$$

پاسخ: گزینه ۲

با توجه به معادله حرکت می‌توان دریافت که:

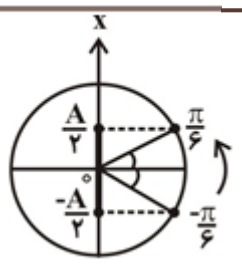
$$A = \frac{\text{طول پاره‌خط}}{2} = \frac{20}{2} = 10cm \text{ و } \omega^2 = 25\pi^2 \Rightarrow \omega = 5\pi\frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

بنابر رابطه $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{A}{\Delta t}$، وقتی $\bar{v}$ بیشینه است، که Δt کم‌ترین زمان لازم برای طی کردن مسافت A باشد. این زمان مربوط به بازه‌ای است که متحرک بین $\frac{A}{2}$ و $-\frac{A}{2}$ (بدون تغییر جهت) حرکت [illegible] لت اختلاف فاز متحرک برابر است با:

$\varphi_2 - \varphi_1 = \frac{\pi}{6} - (-\frac{\pi}{6}) = \frac{\pi}{3}rad$

$\Delta\varphi = \omega\Delta t \Rightarrow \Delta t_{min} = \frac{\Delta\varphi}{\omega} = \frac{\frac{\pi}{3}}{5\pi} = \frac{1}{15}s$

$\bar{v}_{max} = \frac{A}{\Delta t_{min}} = \frac{0/1}{\frac{1}{15}} = 1/5\frac{m}{s}$



پاسخ: گزینه ۲

در مرکز نوسان، $x = 0$ و v ماکزیمم است. $\xrightarrow{x=0} v_{max}^2 = 0/3(\frac{m}{s})^2$

در انتهای مسیر نوسان، $v = 0$ و x ماکزیمم و برابر با دامنه است.

$\xrightarrow{v=0} 0 = 0/3 - 30A^2 \Rightarrow A^2 = 10^{-2} \Rightarrow A = 10^{-1}\ m$

بیشینه شتاب حرکت نوسانگر برابر است با:

$a_{max} = A\omega^2 = \frac{v_{max}^2}{A} = \frac{0/3}{0/1} = 3\frac{m}{s^2}$

بنابراین داریم:

$\frac{x}{A} = -\frac{a}{a_{max}} \Rightarrow \frac{0/05}{0/1} = -\frac{a}{3} \Rightarrow a = -1/5\frac{m}{s^2}$

پاسخ: گزینه ۴

گزینه «۴»

$T = 1S \qquad T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \rightarrow \ell = \frac{g}{4\pi^2} = \frac{1}{4} = 25cm$

پاسخ: گزینه ۲

گزینه ی «۲»

شتاب نوسانگر در مرکز نوسان صفر است و چون در یک نوسان کامل، دو بار مسیر طی می‌شود، دوره حرکت $0/02s = 0/01 \times 2$ است.

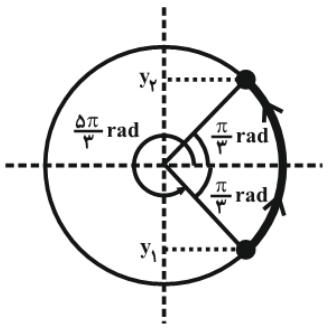
$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0/02} = 50Hz$

پاسخ: گزینه ۲

با توجه به این‌که هر چه به مرکز نوسان نزدیکتر می‌شویم، سرعت نوسانگر بیشتر می‌شود، بنابراین بیش‌ترین جابه‌جایی یک نوسانگر در یک بازه زمانی معین هنگامی خواهد بود که نیمی از مسیر طی شده را قبل از رسیدن به مرکز نوسان و نیمی دیگر را بعد از رسیدن به مرکز نوسان بپیماید. داریم: $\Delta\varphi = \omega\Delta t$

$= (2\pi f)(\Delta t)$

$= 2\pi(\frac{1}{2}) \times \frac{2}{3} = \frac{2\pi}{3}rad$



$$\begin{cases} y_1 = A\sin(\frac{-\pi}{3}) = -\frac{\sqrt{3}}{2}A \\ y_2 = A\sin(\frac{\pi}{3}) = \frac{\sqrt{3}}{2}A \end{cases}$$

$$\Delta y = y_2 - y_1 = \sqrt{3}A$$

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

با توجه به معادله مکان – زمان در حرکت هماهنگ ساده داریم:

$$x = A\cos(\frac{2\pi}{T}t) \xrightarrow[t=\frac{7}{5}s]{x=-\frac{\sqrt{3}}{2}A} -\frac{\sqrt{3}}{2}A = A\cos(\frac{2\pi}{T}\times\frac{7}{5})$$

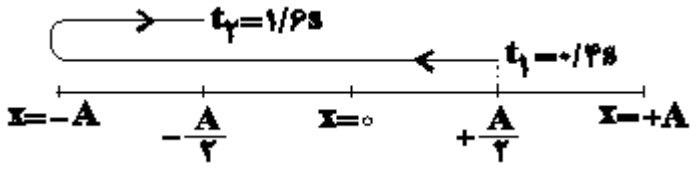
$$\Rightarrow \frac{7\pi}{6} = \frac{14\pi}{5T} \Rightarrow T = \frac{12}{5}(s) \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{5\pi}{6}\frac{rad}{s}$$

سپس مکان نوسانگر را در لحظات t_1 و t_2 به‌دست می‌آوریم:

$$t_1 = 0/4(s) \Rightarrow x_1 = A\cos(\frac{5\pi}{6}\times\frac{2}{5}) = A\cos(\frac{\pi}{3}) = \frac{A}{2}$$

$$t_2 = 1/6(s) \Rightarrow x_2 = A\cos(\frac{5\pi}{6}\times\frac{8}{5}) = A\cos(\frac{4\pi}{3}) = \frac{-A}{2}$$

و در نهایت با استفاده از مسیر حرکت نوسانگر، تندی متوسط و سرعت متوسط آن را به‌صورت زیر محاسبه می‌کنیم:



$$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{2A}{1/2} = \frac{5}{3}A\frac{m}{s}$$

$$v_{av} = \frac{d}{\Delta t} = \frac{-A}{1/2} = -\frac{5}{6}A\frac{m}{s}$$

$$\Rightarrow \frac{s_{av}}{|v_{av}|} = \frac{\frac{5}{3}}{\frac{5}{6}} = 2$$

پاسخ: گزینه ۱

برای اولین‌بار پس از لحظه صفر وقتی تندی بیشینه می‌شود که مکان نوسانگر صفر شود.

$$x = 0/2\cos 10\pi t = 0 \Rightarrow \cos 10\pi t = \cos\frac{\pi}{2}$$

$$10\pi t_1 = \frac{\pi}{2} \Rightarrow t_1 = 0/05s$$

برای دومین‌بار پس از لحظه صفر اندازه شتاب وقتی بیشینه می‌شود که تندی صفر شود یعنی نوسانگر یک دوره را طی کرده باشد.

$$t_2 = T \Rightarrow \omega = 10\pi = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = 0/2s = t_2$$

$$\frac{t_2}{t_1} = \frac{0/2}{0/05} = 4$$

راه دوم: تندی نوسانگر برای اولین‌بار در لحظه $t_1 = \frac{T}{4}$ بیشینه می‌شود و بزرگی شتاب آن در لحظه $t_2 = T$ برای دومین بار به بیشینه مقدار خود می‌رسد. بنابراین داریم: $\frac{t_2}{t_1} = \frac{T}{\frac{T}{4}} = 4$

پاسخ: گزینه ۱

ابتدا با استفاده از رابطه $T = \frac{t}{N}$، دوره نوسان هر آونگ را حساب می‌کنیم.

$$T_1 = \frac{t}{N_1} = \frac{60}{20} = 3s, T_2 = \frac{t}{N_2} = \frac{60}{15} = 4s$$

اکنون با توجه به رابطه [illegible] آونگ ساده‌ای به طول $(L_1 + L_2)$ [illegible]

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow T^۲ = ۴\pi^۲\frac{L}{g}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} L_۱ = \frac{g}{۴\pi^۲}T_۱^۲ \\ L_۲ = \frac{g}{۴\pi^۲}T_۲^۲ \end{cases} \Rightarrow L_۱ + L_۲ = \frac{g}{۴\pi^۲}(T_۱^۲ + T_۲^۲)$$

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{L_۱+L_۲}{g}} \Rightarrow T = ۲\pi\sqrt{\frac{\frac{g}{۴\pi^۲}(T_۱^۲+T_۲^۲)}{g}}$$

$$\Rightarrow T = \sqrt{T_۱^۲ + T_۲^۲} \Rightarrow T = \sqrt{۳^۲ + ۴^۲} \Rightarrow T = ۵s$$

بنابراین تعداد نوسان‌های کامل کم‌دامنه آونگ در مدت یک دقیقه برابر است با:

$$T = \frac{t}{N} \Rightarrow ۵ = \frac{۶۰}{N} \Rightarrow N = ۱۲ \text{ نوسان کامل}$$

نکته: دوره تناوب آونگی که طول آن مجموع طول دو آونگ با دوره‌های $T_۱$ و $T_۲$ است از رابطه $T = \sqrt{T_۱^۲ + T_۲^۲}$ به دست می‌آید.

پاسخ: گزینه ۳

گزینه۳

با استفاده از رابطه انرژی مکانیکی نوسانگر هماهنگ ساده، داریم:

$$E = ۲\pi^۲mA^۲f^۲ \Rightarrow ۴۰ = ۲ \times ۱۰ \times ۰/۵ \times (۰/۰۸)^۲f^۲ \Rightarrow f = ۲۵Hz$$

پاسخ: گزینه ۲

ابتدا بسامد زاویه‌ای نوسانگر را حساب می‌کنیم:

$$\omega = \frac{۲\pi}{T} = \frac{۲\pi}{\frac{\pi}{۵۰}} \Rightarrow \omega = ۱۰۰\frac{rad}{s}$$

سپس با استفاده از رابطه بیشینه انرژی پتانسیل کشسانی یک نوسانگر، جرم آن‌را به‌دست می‌آوریم:

$$E = U_{max} = \frac{۱}{۲}m\omega^۲A^۲ \Rightarrow ۱ = \frac{۱}{۲}m \times (۱۰۰)^۲ \times (۰/۱)^۲$$

$$\Rightarrow m = \frac{۲}{۱۰۰}kg = ۲۰g$$

پاسخ: گزینه ۲

گزینهٔ «۲»

طبق رابطهٔ $F = -kx$ و با مقایسهٔ آن با رابطهٔ $F = -۳۶۰x$، می‌توان دریافت که ثابت فنر $۳۶۰\frac{N}{m}$ است. داریم:

$$U_{max} = E \Rightarrow U_{max} = \frac{۱}{۲}kA^۲$$

$$\Rightarrow ۴۵۰ \times ۱۰^{-۳} = \frac{۱}{۲} \times ۳۶۰ \times A^۲ \Rightarrow A = ۰/۰۵m = ۵cm$$

پاسخ: گزینه ۲

با توجه به شکل، $a_{max} = ۰/۰۸\pi^۲\frac{m}{s^۲}$ و شتاب در لحظهٔ $t = \frac{۷}{۸}s$ برابر با $a = ۰/۰۴\sqrt{۲}\pi^۲\frac{m}{s^۲}$ است. در لحظهٔ $t_۱ = \frac{۷}{۸}s$ داریم:

$$a = -a_{max}\sin(\omega t_۱)$$

$$\Rightarrow ۰/۰۴\sqrt{۲}\pi^۲ = -۰/۰۸\pi^۲\sin(\omega t_۱) \Rightarrow \sin(\omega t_۱) = -\frac{\sqrt{۲}}{۲}$$

$$\sin^۲\omega t_۱ + \cos^۲\omega t_۱ = ۱ \Rightarrow (-\frac{\sqrt{۲}}{۲})^۲ + \cos^۲\omega t_۱ = ۱ \Rightarrow \cos^۲\omega t_۱ = \frac{۱}{۲}$$

اکنون دامنه نوسان را به‌دست می‌آوریم و سپس انرژی جنبشی را حساب می‌کنیم.

$$\omega = \frac{۲\pi}{T} \xrightarrow{T=۱s} \omega = ۲\pi\frac{rad}{s}$$

$a_{max} = A\omega^{۲} \Rightarrow ۰/۰۸\pi^{۲} = A \times ۴\pi^{۲} \Rightarrow A = ۰/۰۲m$

$K = \frac{۱}{۲}m\omega^{۲}A^{۲}\cos^{۲}\omega t_{۱} \Rightarrow K = \frac{۱}{۲} \times ۱۰۰ \times \frac{۴}{۱۰۰۰۰} \times \frac{۱}{۲} = ۰/۰۱J$

پاسخ: گزینه ۴

با توجه به این نکته که تغییر طول لوله به ازای دو تشدید متوالی (فاصله بین دو تشدید) برابر با $\frac{\lambda}{۲}$ است، داریم:

$\frac{\lambda}{۲} = ۱۷cm \Rightarrow \lambda = ۳۴cm$

$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{۳۴۰}{۰/۳۴} = ۱۰۰۰Hz$

پاسخ: گزینه ۳

بسامد زاویه‌ای طبیعی هر یک از سامانه‌ها را به‌دست می‌آوریم:

$$\omega_A = \sqrt{\frac{k_A}{m_A}} = \sqrt{\frac{۳۶}{۹}} = ۲\ \frac{rad}{s}$$

$$\omega_B = \sqrt{\frac{k_B}{m_B}} = \sqrt{\frac{۳۶}{۴}} = ۳\ \frac{rad}{s}$$

$$\omega_C = \sqrt{\frac{k_C}{m_C}} = \sqrt{\frac{۳۶}{۱۰}} = \sqrt{۳/۶}\ \frac{rad}{s}$$

$$\omega_D = \sqrt{\frac{k_D}{m_D}} = \sqrt{\frac{۳۶}{۵}} = \sqrt{۷/۲}\ \frac{rad}{s}$$

تنها سامانه‌ای که با نوسان میله دچار تشدید می‌شود، B است. بنابراین جسم B با دامنه‌ای خیلی بزرگتر از سه جسم دیگر نوسان می‌کند. در نتیجه طبق رابطهٔ $E = \frac{۱}{۲}kA^{۲}$ ، انرژی مکانیکی ذخیره شده در آن از بقیه بیشتر است.

پاسخ: گزینه ۳

علت تخریب ساختمان‌های نیمه‌بلند پدیده تشدید بود. از آن‌جایی که بسامد ارتعاش طبیعی این ساختمان‌ها بسیار نزدیک و یا حتی برابر با بسامد ارتعاش زلزله بود، بنابراین در اثر تشدید، بیش‌ترین مقدار انرژی به آن‌ها انتقال یافت و سبب افزایش بیش از حد دامنه ارتعاش و در نهایت تخریب آن‌ها شد.

پاسخ: گزینه ۳

زمانی تشدید رخ می‌دهد که بسامد طبیعی نوسانگر با بسامد طبیعی نوسانگر A برابر شود. طبق رابطه $T = \frac{۱}{f}$ می‌توان گفت دوره حرکت برابر بین دو نوسانگر باعث می‌شود تشدید رخ دهد.

$$T_A = ۲\pi\sqrt{\frac{m_A}{k_A}} = ۲\pi\sqrt{\frac{۲}{۴۰۰}} = ۲\pi\sqrt{\frac{۱}{۲۰۰}}\ s$$

$$T_B = ۲\pi\sqrt{\frac{m_B}{k_B}} = ۲\pi\sqrt{\frac{\frac{۳}{۲}}{۳۰۰}} = ۲\pi\sqrt{\frac{۱}{۲۰۰}}\ s$$

$$T_C = ۲\pi\sqrt{\frac{m_C}{k_C}} = ۲\pi\sqrt{\frac{\frac{۵}{۲}}{۵۰۰}} = ۲\pi\sqrt{\frac{۱}{۲۰۰}}\ s$$

$$T_D = ۲\pi\sqrt{\frac{m_D}{k_D}} = ۲\pi\sqrt{\frac{۳}{۲۰۰}}\ s$$

بین نوسان‌گرهای A، B و C به‌علت دوره حرکت برابر و درنتیجه بسامد یکسان تشدید رخ می‌دهد.

پاسخ: گزینه ۳

فاصله گره از شکم مجاورش $= \frac{\lambda}{۴} = ۱۰\ cm$

چون طول لوله مضرب فرد (مضرب پنجم) $\frac{\lambda}{۴}$ است، بنابراین لوله صوتی یک انتها بسته است و هماهنگ پنجم خود را تولید می‌کند.

$L = (۲m - ۱)\frac{\lambda}{۴} \Rightarrow ۵۰ = (۲m - ۱) \times ۱۰ \Rightarrow ۲m - ۱ = ۵$

پاسخ: گزینه ۳

نقطه‌هایی از محیط انتشار موج که فاصله‌ی آن‌ها از یک‌دیگر مضرب صحیحی از طول موج و یا مضرب زوجی از نصف طول موج باشد، هم‌فازند ($\Delta x = n\lambda = 2n\frac{\lambda}{2}$)، بنابراین نقاط D،O وH با هم، نقاط B و F با هم، نقاط A و E با هم و نقاط C و G نیز با هم هم‌فاز هستند.

پاسخ: گزینه ۴

اگر جرم یکای طول تار تغییر کند، طبق رابطه $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$، سرعت انتشار موج در تار تغییر خواهد کرد. بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{v'}{v} = \sqrt{\frac{\mu}{\mu'} \times \frac{F'}{F}} \xrightarrow[F'=F]{\mu'=\frac{1}{4}\mu} \frac{v'}{v} = \sqrt{\frac{\mu}{\frac{1}{4}\mu} \times 1} \Rightarrow \frac{v'}{v} = \sqrt{4}$$

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

$$f = \frac{nv}{2L} \Rightarrow \frac{f'}{f} = \frac{n'}{n} \times \frac{v'}{v} \times \frac{L}{L'} \xrightarrow[L=L' \ , \ n'=n=1]{f=200Hz \ , \ \frac{v'}{v}=2} \frac{f'}{200} = 1 \times 2 \times 1$$

$$\Rightarrow f' = 400Hz$$

پاسخ: گزینه ۴

گزینهٔ «۴»

طیف امواج الکترومغناطیسی، به‌ترتیب از کمترین بسامد تا بیشترین بسامد به صورت امواج رادیویی، میکروموج، فرو سرخ، طیف نور مرئی، فرابنفش، پرتوهای x و پرتوهای گاما مرتب می‌شوند.

پاسخ: گزینه ۲

بسامد موج ایستاده‌ی ایجاد شده در هر دو حالت برابر با بسامد دیاپازون و ثابت است. در تار مرتعش با دو انتهای بسته، تعداد گره‌ها از شماره‌ی هماهنگ یک واحد بیش‌تر است.

$$f_n = \frac{nv}{2L} \xrightarrow{v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}} f_n = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

$$\xrightarrow{\mu=\mu'} \frac{f'_n}{f_n} = \frac{n'}{n} \times \sqrt{\frac{F'}{F}}$$

$$\xrightarrow[n=3-1=2]{\frac{f'_n}{f_n}=1} \frac{n'}{2}\sqrt{\frac{4mg}{mg}} = 1 \Rightarrow n' = 1$$

بنابراین تعداد گره‌های تشکیل شده در طناب در حالت دوم، برابر است با:

$$(\text{تعداد گره‌ها})_2 = n'+1 = 1+1 = 2$$

بنابراین داریم:

$$\frac{(\text{تعداد گره ها})_2}{(\text{تعداد گره ها})_1} = \frac{2}{3}$$

پاسخ: گزینه ۴

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{FL}{m}} \xrightarrow[V=\frac{\pi d^2}{4}L]{m=\rho V} v = \frac{2}{d}\sqrt{\frac{F}{\pi\rho}}$$

$$\Rightarrow v = \frac{2}{0/5\times10^{-3}} \times \sqrt{\frac{234}{3\times7/8\times10^{3}}} \Rightarrow v = 400\frac{m}{s}$$

پاسخ: گزینه ۲

شدت یک چشمه صوت نقطه‌ای [illegible] از آن نسبت عکس دارد. بنابراین داریم:

$\frac{I_2}{I_1} = (\frac{r_1}{r_2})^2$

از طرفی دیگر برای تراز شدت صوت برحسب دسی‌بل، داریم:

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow \Delta\beta = \beta_2 - \beta_1 = 10 \log \frac{I_2}{I_1} \xrightarrow{\frac{I_2}{I_1}=(\frac{r_1}{r_2})^2}$$

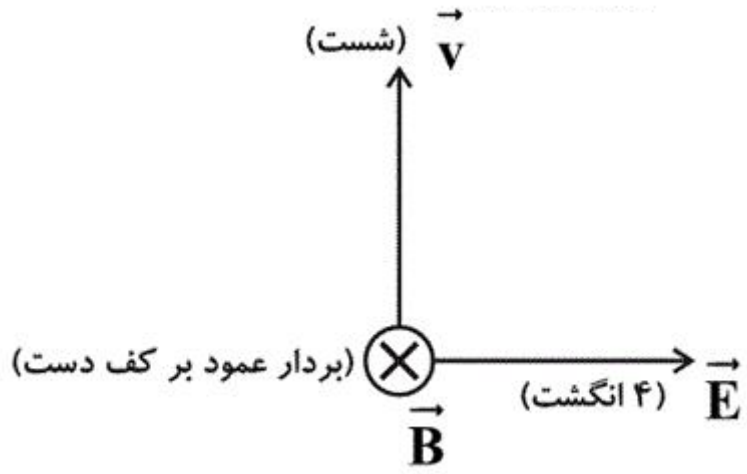
$$\Delta\beta = 10 \log (\frac{r_1}{r_2})^2 \Rightarrow \Delta\beta = 20 \log \frac{r_1}{r_2} \xrightarrow[r_2=30m]{r_1=3m}$$

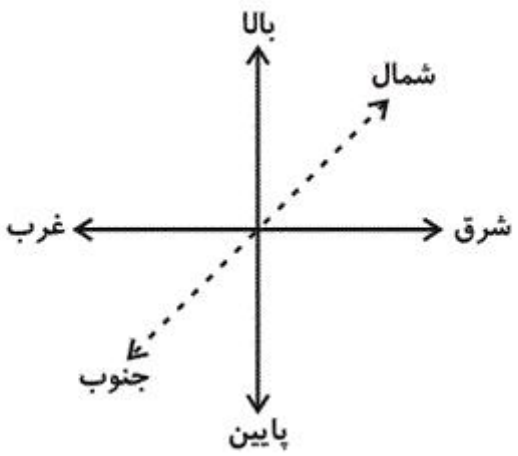
$$\Delta\beta = 20 \log \frac{3}{30} \Rightarrow \Delta\beta = -20dB$$

بنابراین تراز شدت صوت در فاصله ۳ متری، ۲۰dB بیش‌تر از تراز شدت صوت در فاصله ۳۰ متری است.

پاسخ: گزینه ۴

طبق قاعده دست راست برای امواج الکترومغناطیسی، برای اینکه میدان مغناطیسی ($\vec{B}$) به سمت شمال (درون‌سو) باشد، باید گزینه (۴) رخ دهد.





پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

ابتدا با توجه به شکل طول موج را تعیین می‌کنیم.

$$\frac{3\lambda}{2} = 30cm \Rightarrow \lambda = 20\,cm = 0/2m$$

پس داریم:

مطابق شکل ذره M در این لحظه در مرکز نوسان قرار دارد. بنابراین تندی آن بیشینه است. با توجه به رابطه تندی انتشار موج و تندی بیشینه ذره درحال نوسان داریم:

$$v_{max} = A\omega$$

$\xrightarrow{\omega=\frac{2\pi}{T}} \frac{v_{max}}{\text{انتشار } v} = \frac{2\pi A}{\lambda}$

$\xrightarrow[\pi=3, A=2cm=0/02m]{\lambda=0/2m} v_M = v_{\text{بیشینه}} = 0/6v$ انتشار

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

با استفاده از رابطه تراز شدت یک صوت، داریم:

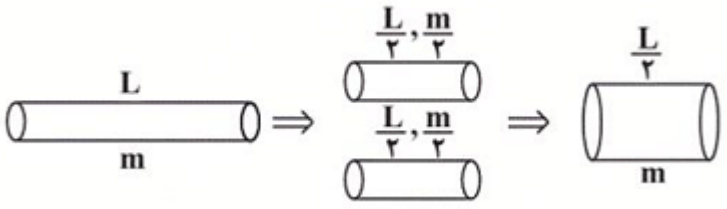
$$\beta = 10\log(\frac{I}{I_0}) \Rightarrow 120 = 10\log(\frac{I}{I_0})$$

$$\Rightarrow 12 = \log(\frac{I}{I_0}) \Rightarrow 10^{12} = \frac{I}{I_0}$$

$$\Rightarrow I = 10^{12} \times 10^{-12} = 1\frac{W}{m^2} = 10^6 \frac{\mu W}{m^2}$$

پاسخ: گزینه ۲

هنگامی‌که سیم را نصف کرده و دو نیمه را بر روی هم تا می‌کنیم جرم کل سیم ثابت می‌ماند اما طول سیم نصف می‌شود.



$$v = \sqrt{\frac{FL}{m}} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} \Rightarrow \frac{v_2}{40\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{\frac{L}{2}}{L}}$$

$$\frac{v_2}{40\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow v_2 = 40\frac{m}{s}$$

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

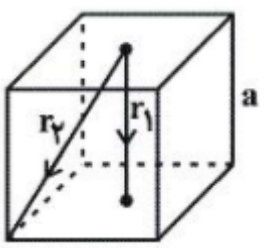
دو صدا یکی از طریق میله و دیگری از طریق هوای اطراف میله به گوش می‌رسد زمان رسیدن صدا از دو طریق را به‌دست می‌آوریم و از هم کم می‌کنیم، اگر تندی صوت در هوا $v_1 = 330\frac{m}{s}$ باشد، تندی انتشار صوت در لوله برابر $v_2 = (330 \times 12)\frac{m}{s}$ می‌باشد.

$$\Delta t = \frac{l}{v_1} - \frac{l}{v_2} \Rightarrow 0/12 = \frac{l}{330} - \frac{l}{12\times330} = \frac{(12-1)l}{12\times330}$$

$$\Rightarrow \frac{0/12\times12\times330}{11} = l \Rightarrow l = 43/2m$$

پاسخ: گزینه ۱

مطابق شکل، بیشینه‌ی شدت صوت دریافتی توسط مورچه در حالتی است که مورچه درست در وسط کف اتاق و زیر منبع صوتی باشد (کم‌ترین فاصله)، در این صورت فاصله‌ی مورچه تا منبع برابر همان ضلع مکعب است.($r_1 = a$)



کم‌ترین شدت صوت دریافتی زمانی است که مورچه در بیش‌ترین فاصله تا منبع صوت یعنی در یک گوشه‌ی کف اتاق قرار داشته باشد.

$(r_2 = \sqrt{\frac{3}{2}}a)$

$$\frac{I_{max}}{I_{min}} = (\frac{r_2}{r_1})^2 = \frac{3}{2}$$

تفاضل دو تراز شدت صوت از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید.

$$\Delta L = 10\log\frac{3}{2} = 10(l$$

$= ۱۰ \times (۰/۴ - ۰/۳) = ۱۰ \times (۰/۱) \Rightarrow \Delta\beta = ۱dB$

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

اختلاف تراز شدت صوت بین دو نقطه برحسب دسی‌بل را می‌توان از رابطه زیر به‌دست آورد:

$$\beta = ۱۰ \log \frac{I}{I_۰} \Rightarrow \beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰ \log \frac{I_۲}{I_۱}$$

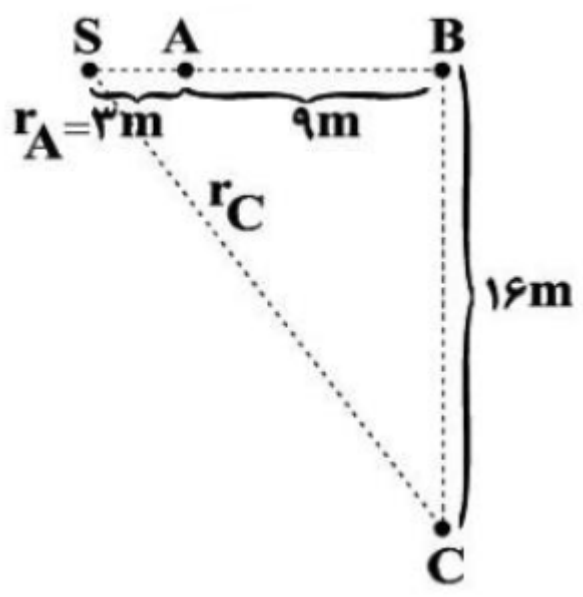
$$\xrightarrow{I=\frac{P}{A}=\frac{P}{۴\pi r^۲}} \beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰ \log \left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲$$

برای اختلاف تراز شدت صوت بین دو نقطه A وB داریم:

$$\beta_A - \beta_B = ۱۰ \log \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^۲ \xrightarrow{[} r_B = r_A + ۹]\beta_A - \beta_B = ۱۲dB ۱۲ = ۱۰ \log \left(\frac{r_A+۹}{r_A}\right)^۲$$

$$\Rightarrow ۱/۲ = \log \left(\frac{r_A+۹}{r_A}\right)^۲ \Rightarrow ۴(۰/۳) = ۴ \log ۲ = \log \left(\frac{r_A+۹}{r_A}\right)^۲$$

$$\Rightarrow ۲^۴ = \left(\frac{r_A+۹}{r_A}\right)^۲ \Rightarrow ۴ = \frac{r_A+۹}{r_A} \Rightarrow r_A = ۳m$$



در نهایت تراز شدت صوت را در نقطه C به‌صورت زیر به‌دست می‌آوریم:

$$\beta_C = ۱۰ \log \frac{P}{۴\pi r_C^۲ I_۰} \xrightarrow{[} r_C = \sqrt{۱۶^۲ + ۱۲^۲} = ۲۰ m]P = ۱۲۰W, \pi = ۳, I_۰ = ۱۰^{-۱۲} \frac{W}{m^۲}$$

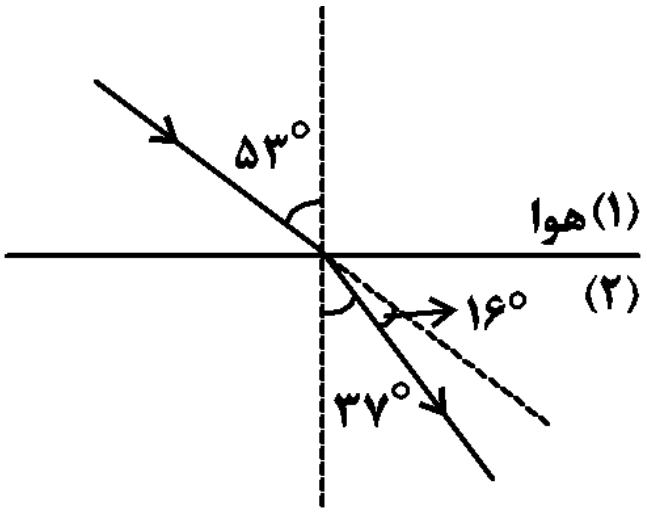
$$\beta_C = ۱۰ \log \frac{۱۲۰}{۱۲(۴\times ۱۰^۲)(۱۰^{-۱۲})} = ۱۰ \log \frac{۱۰^{۱۱}}{۴}$$

$$= ۱۰[\log ۱۰^{۱۱} - \log ۲^۲] = ۱۰[۱۱ - ۲(۰/۳)] = ۱۰۴dB$$

پاسخ: گزینه ۱

گزینه «۱»

چون پرتوی نور از هوا وارد محیط شفاف شده است، به خط عمود نزدیک می‌شود و تندی آن کاهش می‌یابد. بنابراین می‌توان نوشت:



$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_۲}{n_۱} = \frac{V_۱}{V_۲} = \frac{\lambda_۱}{\lambda_۲}$$

از طرفی داریم:

$$\lambda_2 - \lambda_1 = \frac{1}{8} \times 10^{-6}\ m$$

$$\xrightarrow{(*)} \lambda_1 - \frac{3}{4}\lambda_1 = \frac{1}{8} \times 10^{-6} \Rightarrow \lambda_1 = \frac{1}{2} \times 10^{-6}\ m$$

بنابراین:

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\times10^{8}}{\frac{1}{2}\times10^{-6}} \Rightarrow f = 6 \times 10^{14}\ Hz$$

پاسخ: گزینه ۴

گزینه «۴»

بسامد یک موج از ویژگی‌های منبع تولید موج است و با تغییر محیط انتشار موج، تغییری نمی‌کند بنابراین بسامد موج ثابت می‌ماند.

طبق رابطه $V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$، وقتی موج از قسمت نازک به قسمت ضخیم وارد شود،جرم واحد طول آن افزایش یافته و در نتیجه تندی انتشار آن کاهش خواهد یافت.
از طرفی با کاهش تندی انتشار موج، طبق رابطه $V = \lambda F$، طول موج موج عرضی منتشر شده نیز کاهش خواهد یافت.

پاسخ: گزینه ۴

گزینه «۴»

با توجه به صورت سؤال داریم:

$$(1)\ 1/6 = \frac{n_2}{n_1} \xrightarrow{n=\frac{c}{v}} \frac{v_1}{v_2} = 1/6$$

از طرفی در عبور پرتو نور از محیط (۲) به محیط (۳) با توجه به رابطه اسنل می‌توان نوشت:

$$(2)\ \frac{5}{6} = \frac{0/5}{0/6} = \frac{n_3}{n_2} \Rightarrow n_2 \sin 30^\circ = n_3 \sin 37^\circ$$

از دو رابطه (۱) و (۲) داریم:

$$\frac{3}{4} = \frac{n_1}{n_3} \Rightarrow \frac{n_2}{n_1} \times \frac{n_3}{n_2} = 1/6 \times \frac{5}{6} = \frac{4}{3}$$

پاسخ: گزینه ۱

بررسی موارد مطرح شده:

- ضریب شکست هر محیطی به‌جز خلأ به طول‌موج نور بستگی دارد.

- مورد دوم صحیح است.

- طول‌موج نور سبز بیش‌تر از نور آبی است پس ضریب شکست برای نور سبز کم‌تر از آبی است.

- در داخل منشور، تندی نور بنفش کم‌تر از نور قرمز است زیرا طول‌موج نور بنفش کم‌تر از طول‌موج نور قرمز است.

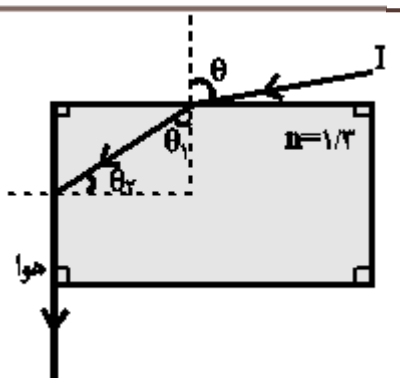
پاسخ: گزینه ۲

از انرژی امواج دریا برای تولید برق برای مردمانی که در جزیره‌ها زندگی می‌کنند استفاده می‌شود ولی به علت وجود مشکلات فنی، هنوز در مقیاس بزرگ از آن استفاده نشده است.

پاسخ: گزینه ۱

گزینه «۱»

در ابتدا با استفاده از شکست اسنل قانون برای θ_2 داریم:



$$\sin\theta_2 = \frac{1}{n} \Rightarrow \sin\theta_2 = \frac{1}{1/3}$$

حال برای θ_1 داریم:

$$\theta_1 + \theta_2 = 90^\circ \Rightarrow \theta_2 = 90^\circ - \theta_1 \Rightarrow \sin\theta_2 = \sin(90^\circ - \theta_1) = \cos\theta_1$$

$$\Rightarrow \cos\theta_1 = \frac{1}{1/3} = \frac{10}{13} \Rightarrow \sin\theta_1 = \frac{\sqrt{69}}{13}$$

از طرفی داریم:

$$n\sin\theta_1 = \sin\theta \Rightarrow \sin\theta_1 = \frac{\sin\theta}{1/3} \Rightarrow \sin\theta = \sqrt{0/69}$$

پاسخ: گزینه ۴

چون تصویر روی پرده تشکیل شده است حقیقی است و بنابراین آینه از نوع مقعر است.

$$m = \frac{A'B'}{AB} = \frac{120}{180} = \frac{2}{3}$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{m}{q} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{m+1}{q} = \frac{1}{f} \Rightarrow q = (m+1)f$$

$$\Rightarrow 50 = (\frac{2}{3} + 1)f \Rightarrow f = 30cm \Rightarrow R = 2f = 60cm$$

پاسخ: گزینه ۱

گزینهٔ «۱»

می‌دانیم که هر چه نسبت $\frac{a}{\lambda}$ کوچکتر باشد، پدیدهٔ پراش بارزتر است. در اینجا که a یکسان است، هر چه λ بزرگ‌تر باشد، پراش بارزتر است.

پاسخ: گزینه ۳

گزینهٔ «۳»

به کمک رابطهٔ تراز شدت صوت $\beta = 10\log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ و اینکه $\frac{I_2}{I_1} = 0/01$ می‌باشد، داریم:

$$\Delta\beta = \beta_2 - \beta_1 = 10\log\left(\frac{I_2}{I_1}\right)$$

$$\xrightarrow{\frac{I_2}{I_1}=0/01} \Delta\beta = 10\log\left(10^{-2}\right) = -20dB$$

بنابراین تراز شدت صوتی که می‌شنویم، ۲۰dB کاهش می‌یابد.

پاسخ: گزینه ۲

با ثابت بودن طول شکاف، هرچه طول‌موج نور کمتر شود، پراش کمتری صورت می‌گیرد. طول‌موج نور آبی از سبز کمتر است.

پاسخ: گزینه ۳

گزینهٔ «۳»

با استفاده از $\bar{P} = \frac{E}{t}$ است، به صورت

$E = ۱/۵ \times ۱۰^{-۱۱}\ J, t = ۵s$

$A = ۳cm^۲ \xrightarrow{۱cm^۲=۱۰^{-۴}m^۲} A = ۳ \times ۱۰^{-۴}\ m^۲$

$I = \frac{\bar{P}}{A} \xrightarrow{\bar{P}=\frac{E}{t}} I = \frac{\frac{E}{t}}{A} = \frac{E}{A.t} \Rightarrow I = \frac{۱/۵\times۱۰^{-۱۱}}{۳\times۱۰^{-۴}\times۵}$

$\Rightarrow I = ۱۰^{-۸}\ \frac{W}{m^۲} \xrightarrow{۱W=۱۰^{۶}\mu W} I = ۱۰^{-۸} \times ۱۰^{۶}\ \frac{\mu W}{m^۲}$

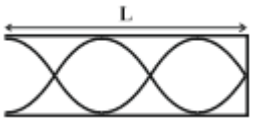
$\Rightarrow I = ۰/۰۱\frac{\mu W}{m^۲}$

پاسخ: گزینه ۱

در پدیده پراش، هرچه نسبت $\frac{\lambda}{a}$ کمتر باشد (a پهنای شکاف و λ طول‌موج نور مورد آزمایش)، پدیده پراش ضعیف‌تری رخ می‌دهد. در این آزمایش پهنای شکاف (a) ثابت است، بنابراین هر چه λ کمتر شود، پدیده پراش کمتر رخ می‌دهد. با توجه به طیف امواج الکترومغناطیسی، باید از نورهایی با طول موج کمتر از سبز یعنی آبی، نیلی و بنفش استفاده کرد.

پاسخ: گزینه ۳

مطابق شکل ۴-۳۹ کتاب درسی، وقتی در لوله‌ای صوتی که یک انتهای آن بسته است مُد سوم تشدید شده باشد، شکل آن به‌صورت زیر خواهد شد:



چون فاصله هر دو گره متوالی $\frac{\lambda}{۲}$ و فاصله گره و شکم متوالی $\frac{\lambda}{۴}$ است، پس طول لوله برابر است با:

$L = \frac{\lambda}{۴} + ۲\frac{\lambda}{۲} = \frac{۵}{۴}\lambda$

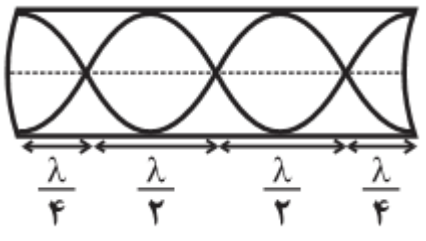
پاسخ: گزینه ۱

مطابق شکل زیر چون در انتهای بسته گره تشکیل می‌شود، فاصله اولین شکم از دیوار برابر$\frac{\lambda}{۴}$ است. از طرف دیگر با افزایش بسامد دیاپازون، بسامد موج در طناب نیز افزایش می‌یابد و چون سرعت انتشار موج در طناب ثابت است، طبق رابطه‌ی $\lambda = \frac{v}{f}$ طول موج کاهش خواهد یافت، بنابراین فاصله‌ی اولین شکم از دیوار نیز کاهش می‌یابد.

پاسخ: گزینه ۳

در لوله‌های صوتی، فاصله گره‌های مجاور از هم برابر با $\frac{\lambda}{۲}$ و فاصله گره‌ها از شکم‌های مجاور برابر با $\frac{\lambda}{۴}$ است. از آن‌جایی که طول این لوله صوتی برابر با $\frac{۳\lambda}{۲}$ است، نمی‌تواند «یک انتها بسته» باشد زیرا نخستین مُد لوله صوتی یک انتها بسته دارای طولی معادل $\frac{\lambda}{۴}$ است که در مُدهای بعدی طولی معادل $\frac{\lambda}{۲}$ به آن افزوده می‌شود. بنابراین این لوله مطابق شکل زیر «دو انتها باز» است و مُد سوم خود (دارای ۳ گره) را تولید کرده است، داریم:

$L = \frac{۳\lambda}{۲} = ۱/۵\lambda$



پاسخ: گزینه ۴

گزینه ی «۴»

براساس تداخل‌های سازنده و ویرانگر به‌طور متناوب کم و زیاد می‌شود. جایی که دامنه موج برایند بیشینه باشد، بلندی صدا زیاد شده و در جایی که دامنه موج برایند کمینه باشد، بلندی صدا کم می‌شود.

پاسخ: گزینه ۴

گزینه «۴»

ابتدا تندی انتشار موج در سیم پیانو را محاسبه می‌کنیم. داریم:

$$m = ۶g = ۶ \times ۱۰^{-۳}\,kg$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F.L}{m}} = \sqrt{\frac{۲۱۶ \times ۱/۶}{۶ \times ۱۰^{-۳}}} = \sqrt{۵۷/۶ \times ۱۰^{۳}} = ۲۴۰\frac{m}{s}$$

هنگامی‌که در سیم، هماهنگ سوم ایجاد شود، داریم:

$$n = ۳$$

$$f_n = \frac{nv}{۲L} \Rightarrow f_۳ = \frac{۳ \times ۲۴۰}{۲ \times ۱/۶} = ۲۲۵Hz$$

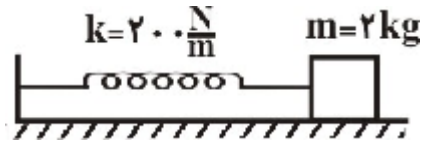
۱) نوسانگری روی پاره‌خطی به طول ۲۰ سانتی‌متر و با بسامد ۵ هرتز، حرکت نوسانی هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اندازه‌ی سرعت این نوسانگر در فاصله‌ی ۲ سانتی‌متر مانده به انتهای مسیر نوسان، چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟

۱) ۳۰π ۲) ۴۰π ۳) ۵۰π ۴) ۶۰π

۲) در یک حرکت هماهنگ ساده، در یک لحظه اندازه نیروی وارد بر نوسانگر نصف اندازه بیشینه نیروی وارد بر آن است. ۰/۵ ثانیه پس از این لحظه، سرعت نوسانگر به نصف بیشینه سرعت آن می‌رسد. بیشینه دوره این نوسانگر چند ثانیه است؟

۱) ۱ ۲) ۲
۳) ۳ ۴) ۶

۳) مطابق شکل زیر، وزنه‌ای متصل به فنری سبک و افقی در غیاب اصطکاک در حال تعادل قرار دارد. هرگاه وزنه را از حالت تعادل به اندازه‌ی ۵cm جابه‌جا کرده و رها کنیم تا وزنه حرکت نوسانی هماهنگ ساده انجام دهد، اندازه‌ی سرعت وزنه وقتی به ۴ سانتی‌متری نقطه‌ی تعادل می‌رسد، چند $\frac{cm}{s}$ است؟



۱) ۳ ۲) ۱۰
۳) ۳۰ ۴) ۳۰۰

۴) کدام‌یک از گزینه‌های زیر در مورد حرکت نوسانی ساده، صحیح است؟

۱) نوسانگر در بازه‌های زمانی مساوی، جابه‌جایی‌های مساوی دارد.
۲) حرکتی شتاب‌دار با شتاب ثابت است.
۳) نوسانگر در بازه‌های زمانی مساوی، تغییر فاز مساوی دارد.
۴) هرگاه بُعد و سرعت نوسانگر هم‌علامت باشند، حرکت تندشونده است.

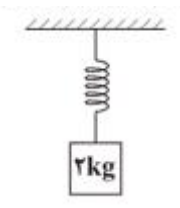
۵) معادله‌ی حرکت نوسانگر هماهنگ ساده‌ای در SI به‌صورت $x = ۰/۰۲ \sin(\pi t)$ است. اندازه‌ی شتاب متوسط این نوسانگر در ثانیه‌ی چهارم حرکت خود چند $\frac{cm}{s^۲}$ است؟ $(\pi = ۳)$

۱) ۰/۱۲ ۲) ۰/۰۶ ۳) ۱۲ ۴) ۶

۶) وزنه‌ای به جرم m به انتهای فنری با ثابت K آویخته شده است و مجموعه جرم و فنر حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهند. از راست به چپ جرم وزنه چند درصد و چگونه تغییر کند تا دوره تناوب آن نصف شود؟

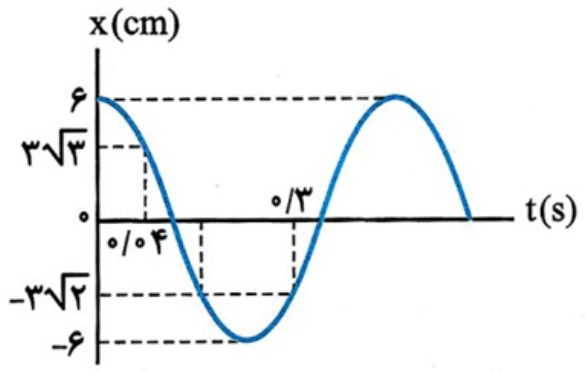
۱) ۲۵، کاهش ۲) ۵۰، کاهش ۳) ۷۵، کاهش ۴) ۳۰۰، افزایش

۷) در شکل مقابل وزنه‌ای به جرم ۲kg از یک فنر با ثابت k در راستای قائم آویخته شده و مجموعه در حال تعادل است. اگر وزنه حول نقطه تعادل خود با دوره نوسان ۰/۵ ثانیه شروع به حرکت هماهنگ ساده کند، در لحظه‌ای که وزنه ۵ سانتی‌متر بالاتر از نقطه تعادل قرار می‌گیرد، جهت و بزرگی نیروی وارد بر وزنه از طرف فنر کدام است؟ $(\pi^۲ = ۱۰ , g = ۱۰ \frac{N}{kg})$



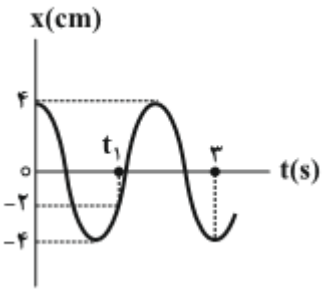
۱) بالا، ۱۶N ۲) پایین، ۱۶N
۳) بالا، ۴N ۴) پایین، ۴N

۸) نمودار مکان ـ زمان نوسانگری مطابق شکل مقابل است. این نوسانگر در مدت ۱/۹۲ ثانیه چند سانتی‌متر مسافت طی می‌کند؟



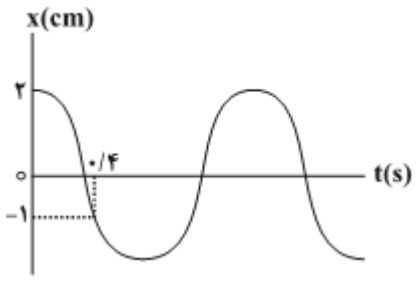
۱) ۲۴
۲) ۹۶
۳) ۱۰۰
۴) ۳۶

۹) نمودار مکان – زمان نوسانگری که بر روی محور x نوسان می‌کند، مطابق شکل زیر است. بردار شتاب نوسانگر در لحظه t_1 برحسب $\frac{cm}{s^2}$ کدام است؟ $(\pi^2 = 10)$



۱) $40\vec{i}$
۲) $-40\vec{i}$
۳) $20\vec{i}$
۴) $-20\vec{i}$

۱۰) نمودار مکان – زمان نوسانگر هماهنگ ساده‌ای مطابق شکل زیر است. به‌ترتیب از راست به چپ بیشینه تندی نوسانگر چند متر بر ثانیه است و در چه لحظه‌ای بر حسب ثانیه تندی نوسانگر برای دومین بار بیشینه می‌شود؟

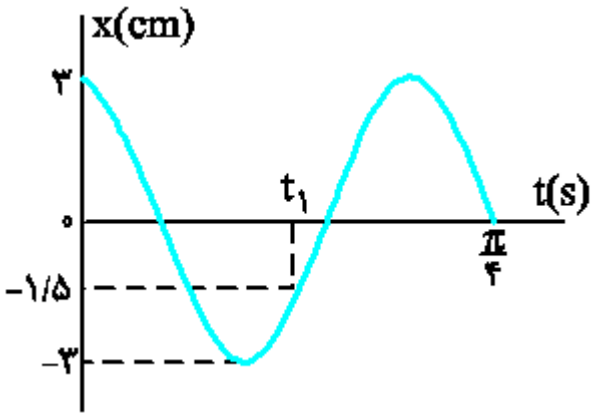


۱) $\frac{20\pi}{3}$، ۰/۳
۲) $\frac{\pi}{30}$، ۰/۳
۳) $\frac{20\pi}{3}$، ۰/۹
۴) $\frac{\pi}{30}$، ۰/۹

۱۱) آونگ ساده‌ای به طول ۸۰cm با دامنه کم در حال نوسان است. طول آونگ را چگونه تغییر دهیم تا دوره نوسان آن نصف شود؟

۱) ۶۰ سانتی‌متر کاهش دهیم.
۲) ۶۰ سانتی‌متر افزایش دهیم.
۳) ۲۰ سانتی‌متر کاهش دهیم.
۴) ۲۰ سانتی‌متر افزایش دهیم.

(۱۲) نمودار مکان – زمان نوسانگری به جرم ۲۰۰ گرم مطابق شکل زیر است. نیروی خالص وارد بر نوسانگر در لحظه t_1 چند نیوتون است؟

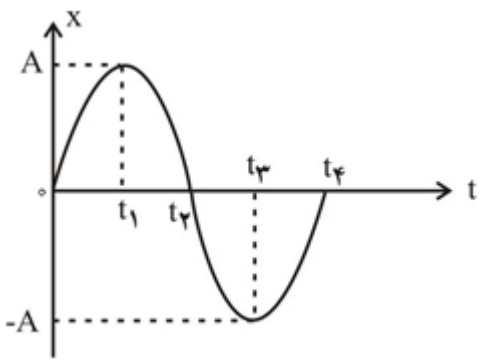


۱) ۰/۲
۲) ۰/۳
۳) $۰/۲\sqrt{۳}$
۴) $۰/۳\sqrt{۲}$

(۱۳) در یک مکان معین و در بازه زمانی مشخصی، تعداد نوسان‌های آونگ ساده A برابر با ۱۲ نوسان و آونگ ساده B برابر با ۵ نوسان است. اگر در همین مکان، آونگ ساده‌ای قرار دهیم که طول آن برابر با مجموع طول دو آونگ A و B باشد، در همان مدت زمان، چند نوسان کامل انجام می‌دهد؟

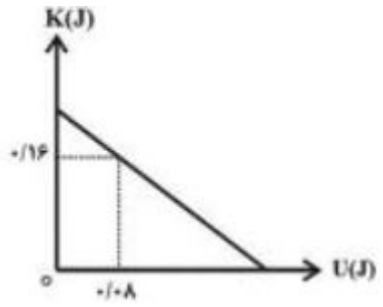
۱) ۱۳
۲) ۱۷
۳) $\frac{۶۰}{۱۳}$
۴) $\frac{۶۰}{۱۷}$

(۱۴) شکل زیر، نمودار مکان – زمان نوسانگر هماهنگ ساده‌ای را نشان می‌دهد. در کدام بازه زمانی، انرژی پتانسیل کشسانی رو به افزایش و شتاب نوسانگر منفی است؟



۱) صفر تا t_1
۲) t_2 تا t_3
۳) t_1 تا t_2
۴) t_3 تا t_4

(۱۵) نمودار انرژی جنبشی بر حسب انرژی پتانسیل نوسانگر هماهنگ ساده‌ای مطابق با شکل زیر است. اگر ثابت فنر برابر با $۳۰۰\frac{N}{m}$ باشد، طی یک نوسان کامل، این نوسانگر چه مسافتی را بر حسب سانتی‌متر طی می‌کند؟



۱) ۲۴
۲) ۸
۳) ۱۶
۴) ۴

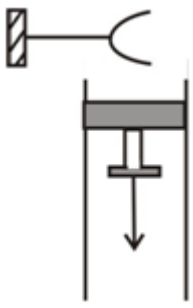
(۱۶) در مکانی که تراز شدت صوت ۹۶ دسی‌بل است، در مدت یک دقیقه به هر میلی‌متر مربع از سطحی که در این مکان عمود بر مسیر انتشار صوت قرار دارد، چند میکروژول انرژی صوتی می‌رسد؟ $(\log ۲ = ۰/۳, I_۰ = ۱۰^{-۱۲}\ \frac{W}{m^۲})$

۱) ۰/۲۴
۲) ۰/۴۸
۳) ۲۴۰
۴) ۴۸۰

(۱۷) اگر تراز شدت صوتی $\beta = ۹۲dB$ باشد، شدت صوت چند برابر شدت صوت مبنا است؟ $(\log ۲ = ۰/۳)$

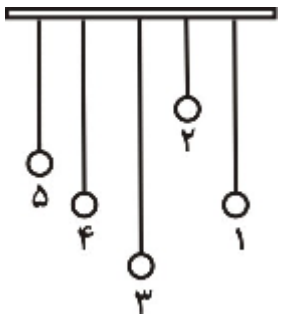
۱) ۸×۱۰^{۸}
۲) ۱۶×۱۰^{۸}
۳) ۸×۱۰^{۱۲}
۴) ۱۶×۱۰^{۱۲}

(۱۸) مطابق شکل مقابل، پیستونی را که زیر دیاپازون مرتعشی قرار دارد، به آرامی از بالای لوله به پایین می‌آوریم. مشاهده می‌شود که بعد از رخ دادن اولین تشدید، باید پیستون را ۱۷ سانتی‌متر دیگر به پایین بیاوریم تا تشدید دوم رخ دهد. اگر سرعت صوت در هوای درون لوله $۳۴۰\frac{m}{s}$ باشد، بسامد نوسان‌های دیاپازون چند هرتز است؟



۱) ۲۰۰۰
۲) ۴۰۰۰
۳) ۵۰۰
۴) ۱۰۰۰

(۱۹) در شکل مقابل، به میله‌ی افقی، آونگ‌های ساده با جرم‌های یکسان و طول‌های متفاوت آویخته‌ایم، به‌طوری که طول آونگ‌های ۱ و ۴ با هم مساوی‌اند. با به نوسان در آوردن آونگ ۱، چه اتفاقی می‌افتد؟



۱) فقط آونگ ۴ شروع به نوسان می‌کند.
۲) همه‌ی آونگ‌ها با دوره‌ی نوسان‌های برابر شروع به نوسان می‌کنند.
۳) آونگ ۴ ساکن می‌ماند و بقیه‌ی آونگ‌ها شروع به نوسان می‌کنند.
۴) به همه‌ی آونگ‌ها انرژی منتقل می‌شود، ولی بیش‌ترین انرژی به علت تشدید به آونگ ۴ منتقل می‌شود.

(۲۰) در سطح زمین، نوسانات دستگاه جرم ـ فنری، آونگ ساده کم‌دامنه‌ای را تشدید می‌کند. اگر جرم متصل به فنر را دو برابر کنیم و هر دو دستگاه را به ارتفاع $h = 3R_e$ از سطح زمین ببریم، طول آونگ را چند برابر کنیم، تا مجدداً تشدید رخ دهد؟ (R_e : شعاع کره زمین)

۱) $\sqrt{2}$ ۲) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ۳) $\frac{1}{8}$ ۴) ۸

(۲۱) در طول تار مرتعشی با دو انتهای ثابت که امواج ایستاده تشکیل شده است، ۵ گره وجود دارد. طول تار را با ثابت ماندن جرم واحد طول و نیروی کشش آن، ۵۰ درصد افزایش می‌دهیم و همچنان در تار با همان بسامد قبلی امواج ایستاده تشکیل می‌شود. در این حالت چند گره در تار ایجاد شده است؟

۱) ۴ ۲) ۵ ۳) ۶ ۴) ۷

(۲۲) چند مورد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

آ) بسامد امواج فراصوتی‌ای که وال عنبر تولید می‌کند، حدود ۱۰۰MHz است.

ب) برای تشخیص یک جسم با استفاده از پژواک امواج فراصوتی، اندازه آن جسم باید در حدود طول موج به‌کار رفته یا کوچک‌تر از آن باشد.

پ) در رادار دوپلری از امواج الکترومغناطیسی برای مکان‌یابی پژواکی استفاده می‌شود.

ت) اگر نور مرئی با طول موج ۰/۵ μm به سطحی بتابد که از دید میکروسکوپی از اجزای متمایز و کوچکی در حدود ۱۰ μm تشکیل شده باشد، به‌صورت آینه‌ای (منظم) از این سطح بازتاب می‌کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

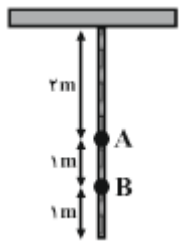
(۲۳) یک موج مکانیکی، فاصله‌ی ۱/۲ متری بین چهار نقطه‌ی هم‌فاز متوالی از محیط انتشار موج را در مدت ۰/۱۵s طی می‌کند. بسامد این موج چند هرتز است؟

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

(۲۴) ماهیت پرتو گاما مشابه ماهیت کدام پرتو است؟

۱) آلفا ۲) بتا ۳) پوزیترون ۴) ایکس

(۲۵) در شکل مقابل، ریسمانی همگن از سقف آویزان است. اگر در ریسمان امواج عرضی ایجاد کنیم، سرعت انتشار این امواج در نقطه‌ی A چند برابر نقطه‌ی B است؟



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

(۲۶) یک موج الکترومغناطیسی در حال انتشار در خلاف جهت محور y است. اگر در لحظه t = ۰ در نقطه‌ای از فضا جهت میدان مغناطیسی درجهت مثبت محور xو مقدار آن نصف مقدار بیشینه و اندازه آن در حال کاهش باشد، در لحظه $t = \frac{T}{۴}$، میدان الکتریکی در همان نقطه در جهت ..... و اندازه آن در حال ..... است. (T دوره نوسان موج است.)

۱) مثبت محور z – کاهش
۲) منفی محور z – افزایش
۳) مثبت محور z – افزایش
۴) منفی محور z – کاهش

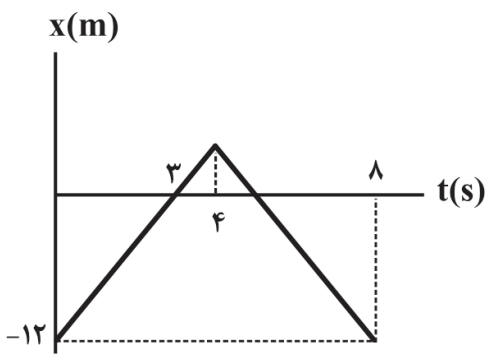
(۲۷) اگر توان یک منبع صوتی ۳۰ برابر شود، تراز شدت صوت در مکان A که در فاصلهٔ مشخصی از چشمهٔ صوت قرار دارد، ۳۰ درصد افزایش می‌یابد. انرژی صوتی عبوری عمود بر سطحی به مساحت ۲/۵ سانتی‌متر مربع که در مکان A قرار دارد، در حالت اول در مدت ۲۰ ثانیه چند ژول است؟ ($I_۰ = ۱۰^{-۱۲} \frac{W}{m^۲}$, $\log ۳ = ۰/۵$)

۱) ۵×۱۰^{-۹}
۲) ۵×۱۰^{-۱۰}
۳) $۲/۵ \times ۱۰^{-۹}$
۴) $۲/۵ \times ۱۰^{-۱۱}$

(۲۸) طول یکی از تارهای پیانویی ۱m و جرم آن ۹g است. اگر بسامد اصلی این تار ۱۲۵Hz باشد، نیروی کشش تار چند نیوتون است؟

۱) ۲۸۱/۲۵
۲) ۵۶۲/۵
۳) ۸۴۳/۷۵
۴) ۱۱۲۵

(۲۹) نمودار مکان – زمان حرکت متحرکی که روی محور xها حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. سرعت متوسط متحرک بین دو لحظهٔ t = ۱s تا t = ۵s برابر با چند متر بر ثانیه است؟



۱) ۱
۲) ۲
۳) ۲/۴
۴) ۱/۶

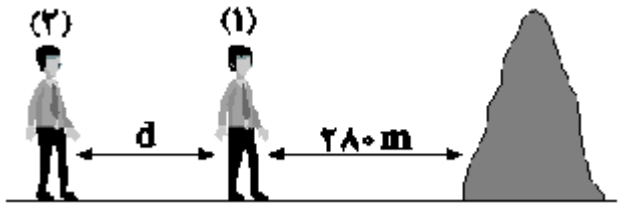
(۳۰) تندی انتشار موجی عرضی در یک طناب که دو سر آن با نیروی ثابت F کشیده شده است، برابر با ۷ می‌باشد. اگر $\frac{۲}{۳}$ طول طناب را بریده و کنار بگذاریم و بقیه طناب را با نیروی ثابت ۲F بکشیم، تندی انتشار موج عرضی در آن چند ۷ می‌شود؟

۱) $\sqrt{۲}$
۲) $\frac{\sqrt{۶}}{۳}$
۳) $\sqrt{۶}$
۴) $\sqrt{۳}$

(۳۱) شخصی بین دو دیواره صخره‌ای موازی هم، تیراندازی می‌کند. حداقل اختلاف فاصله او از این دو دیواره چند متر باشد تا او صدای پژواک حاصل از صخره‌ها را مستقل از هم بشنود؟ (تندی انتشار صوت در هوا را برابر با $۳۴۰ \frac{m}{s}$ فرض کنید.)

۱) ۳۴
۲) ۱۷
۳) ۳۴۰
۴) ۱۷۰

۳۲) مطابق شکل دانش‌آموز (۱) در فاصله ۲۸۰ متر از صخره قائمی ایستاده است و در فاصله d از او دانش‌آموز (۲) قرار دارد. دانش‌آموز (۱) فریاد می‌زند و دانش‌آموز (۲) دو صدا به فاصله ۱/۷۵ s می‌شنود. اگر دانش‌آموز (۱)، ۸۰ متر به صخره نزدیک شود و سپس فریاد بزند، دانش‌آموز (۲) دو صدا را به فاصله چند ثانیه می‌شنود؟

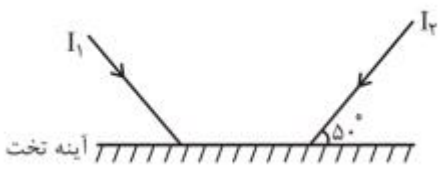


۱) ۱/۵
۲) ۱/۲۵
۳) ۱
۴) فاصله d باید مشخص باشد.

۳۳) هماهنگ سوم یک تار مرتعش که بین دو نقطه‌ی ثابت با نیروی کشش F قرار دارد و در طول آن امواج ایستاده تشکیل شده است، برابر با ۲۷۰Hz است. اگر نیروی کشش تار را چهار برابر کنیم، بسامد صوت اصلی تار چند هرتز می‌شود؟

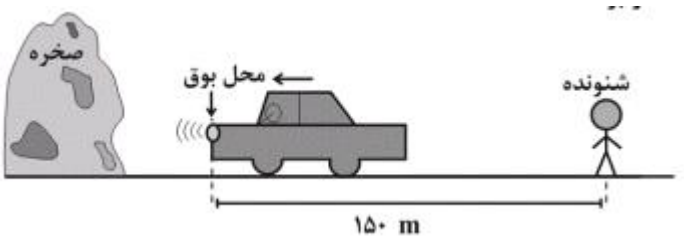
۱) ۹۰
۲) ۱۸۰
۳) ۲۷۰
۴) ۳۶۰

۳۴) در شکل زیر، زاویه بین پرتوهای بازتاب با یکدیگر برابر ۹۰° است. زاویه تابش پرتوی I_1 چند درجه است؟



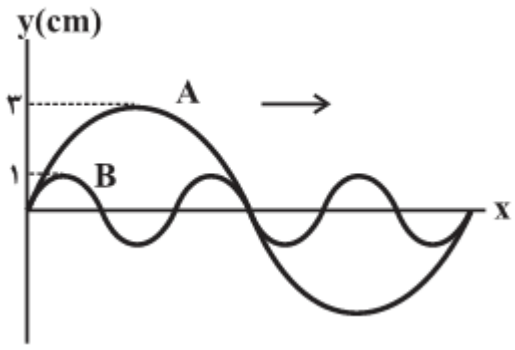
۱) ۳۰°
۲) ۴۰°
۳) ۴۵°
۴) ۵۰°

۳۵) مطابق شکل خودرویی در حال دور شدن از شنونده ساکن و در لحظهٔ بوق زدن نشان داده شده است. اگر صدای بوق خودرو ۰/۵s پس از به صدا درآمدن و صدای پژواک این صوت ۱/۳sپس از شنیدن صدای صوت اصلی توسط شنونده دریافت شود. در این صورت در لحظهٔ بوق زدن فاصلهٔ خودرو تا صخره چند متر بوده است؟



۱) ۳۴۰
۲) ۲۴۰
۳) ۱۹۵
۴) ۳۴۵

۳۶) دو موج پیش‌رونده در دو ریسمان مشابه منتشر می‌شود. اگر تصویر این دو موج در یک لحظه مطابق شکل زیر باشد و نیروی کشش دو ریسمان یکسان باشد، مقدار متوسط آهنگ انتقال انرژی در موج B چند برابر موج A است؟

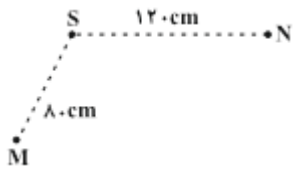


۱) ۱
۲) ۹
۳) $\frac{۱}{۹}$
۴) $\frac{۱}{۳}$

۳۷) وال عنبر با استفاده از پژواک امواج فراصوتی تولیدی خود با بسامد ۱۰۰kHz، مکان‌یابی می‌کند. اگر برای مانعی که در ۱۰۰ متری وال قرار دارد، زمان رفت و برگشت موج ۱۲۵ms باشد، حداقل اندازه مانع چند سانتی‌متر باشد تا توسط امواج تولیدی وال قابل تشخیص باشد؟

۱) ۲
۲) ۱/۸
۳) ۱/۶
۴) ۱/۲

۳۸) چشمه‌ی موج S بر روی سطح آب، موج‌های دایره‌ای شکل با طول‌موج ۵۰cm ایجاد کرده است. در شکل زیر اختلاف فاز بین نقاط M و N بر روی سطح آب چند رادیان است؟

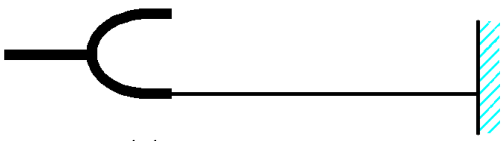


۱) $\frac{۵\pi}{۴}$
۲) ۴π
۳) $\frac{۸\pi}{۵}$
۴) $\frac{۴\pi}{۵}$

۳۹) وال عنبر برای مکان‌یابی پژواکی امواج فراصوت با بسامد ۱۰۰ kHz گسیل می‌کند. تندی این امواج در آب دریا $۱۵۰۰\frac{m}{s}$ است. اگر ابعاد موانع A و B و C که در مسیر وال قرار دارد. به‌ترتیب ۰/۵ cm و ۱/۵ cm و ۳ cm باشد، وال کدام‌یک را می‌تواند تشخیص دهد؟

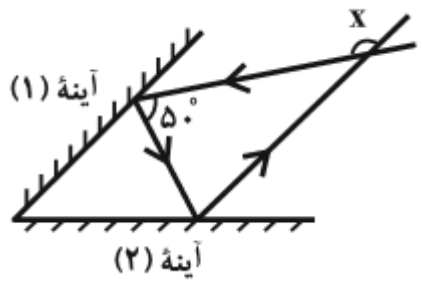
۱) فقط B
۲) B و A
۳) C و B
۴) فقط A

۴۰) مطابق شکل زیر، یک انتهای سیم همگنی به دیوار و انتهای دیگر آن به دیاپازونی بسته شده است. در اثر نوسان دیاپازون، در طناب موج‌های ایستاده تشکیل می‌شود. اگر در همین شرایط، به جای این دیاپازون، از دیاپازونی با بسامد بیش‌تر استفاده کنیم و موج‌های ایستاده در سیم تشکیل شود، فاصلهٔ اولین شکم از دیوار ...



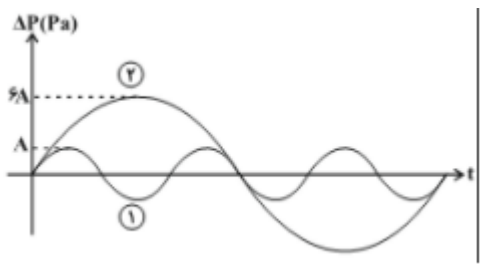
۱) کاهش می‌یابد.
۲) افزایش می‌یابد.
۳) تغییر نمی‌کند.
۴) بسته به بسامد دیاپازون، هر سه حالت ممکن است.

۴۱) در شکل زیر پرتو بازتاب از آینه تخت (۲) با آینه تخت (۱) موازی است. در این صورت زاویه بین پرتو تابیده شده به آینه (۱) و پرتو بازتاب از آینه (۲) (زاویه ی x) چند درجه است؟



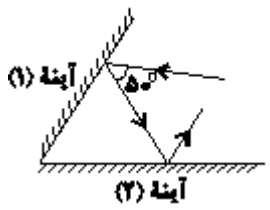
۱) ۱۱۵
۲) ۱۰۰
۳) ۱۱۰
۴) ۹۵

۴۲) امواج صوتی حاصل از ارتعاشات دو چشمه‌ی صوتی نقطه‌ای (۱) و (۲) به نقطه‌ی P که به‌ترتیب در فاصله‌های d و ۴d از چشمه‌ها قرار دارد، می‌رسند. اگر نمودارهای نوسان ذره‌ی واقع در نقطه‌ی P تنها تحت اثر مستقل امواج (۱) و (۲) مطابق شکل مقابل باشد، در این نقطه اختلاف تراز شدت دو صوت چند دسی‌بل است؟ (log ۲ = ۰/۳)



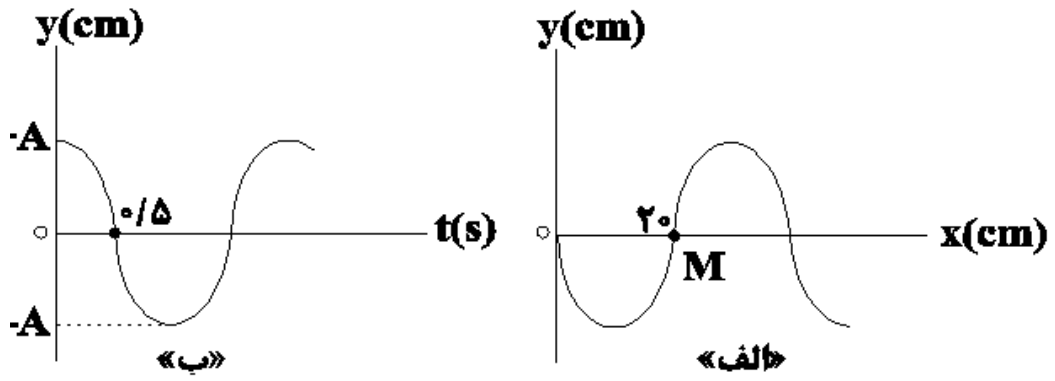
۱) ۶
۲) ۳
۳) ۹
۴) ۲

۴۳) در شکل زیر پرتو بازتاب از آینه تخت (۲) با آینه تخت (۱) موازی است. در این صورت زاویه بین پرتو تابیده شده به آینه (۱) و پرتو بازتاب از آینه (۲) چند درجه است؟



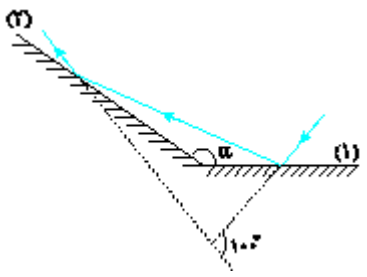
۱) ۱۱۵
۲) ۱۰۰
۳) ۱۶۰
۴) ۸۰

۴۴) در شکل زیر نقش یک موج عرضی را در لحظه t = ۰/۵s در شکل «الف» مشاهده می‌کنید. اگر نمودار مکان – زمان نقطه M مطابق شکل «ب» باشد، تندی انتشار موج ..... متر برثانیه و جهت انتشار موج ..... است.



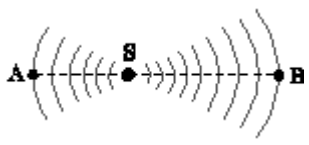
۱) ۰/۲, هم جهت با محور x
۲) ۰/۴, خلاف جهت با محور x
۳) ۰/۲، خلاف جهت با محور x
۴) ۰/۴, هم جهت با محور x

۴۵) مطابق شکل زیر، پرتو نوری به آینه (۱) می‌تابد و پس از بازتابش، به آینه (۲) برخورد می‌کند. اگر امتداد پرتو تابش آینه (۱) با امتداد پرتو بازتابش آینه (۲) زاویه ° ۱۰۰ بسازد، α چند درجه است؟



۱) ۱۰۰
۲) ۱۲۰
۳) ۱۳۰
۴) ۱۴۰

۴۶) در شکل زیر، امواج صوتی حاصل از چشمه S بعد از ۰/۳s به نقطه A و بعد از ۰/۶s به نقطه B می‌رسند. اگر اختلاف تراز شدت صوت در دو نقطه A و B برابر ۳۰ دسی‌بل باشد، توان صوت روی جبهه موج در نقطه A چند برابر توان صوت روی جبهه موج در نقطه B است؟



۱) ۱۰۰۰
۲) ۲۵۰
۳) ۵۰۰
۴) ۱۵۰۰

۴۷) در یک انتهای طنابی افقی به جرم ۴kg و طول ۲۵cm که تحت نیروی کششی ۴۰۰N است، یک تپ عرضی ایجاد می‌کنیم. این تپ بعد از چه مدت زمانی برحسب ثانیه به انتهای دیگر طناب خواهد رسید؟

۱) ۰/۰۵
۲) ۰/۰۴
۳) ۰/۰۳
۴) ۰/۰۱

۴۸) در شکل زیر یک آمبولانس ساکن، صوتی با بسامد f_s و طول موج λ_s تولید می‌کند. شنوندهٔ A با تندی ثابت به آمبولانس نزدیک و شنوندهٔ B نیز با تندی ثابت از آمبولانس دور می‌شود، اگر بسامد صوت دریافت‌شده توسط شنونده‌های A و B به‌ترتیب f_A و f_B و طول موج صوت دریافت‌شده توسط شنونده‌های A و B به‌ترتیب λ_A و λ_B باشد، کدام‌یک از گزینه‌های زیر درست است؟

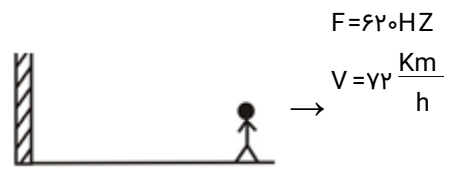
۱) $\lambda_B < \lambda_S < \lambda_A$ و $f_A < f_S < f_B$

۲) $\lambda_A = \lambda_S = \lambda_B$ و $f_B < f_S < f_A$

۳) $\lambda_A = \lambda_S = \lambda_B$ و $f_A < f_S < f_B$

۴) $\lambda_A < \lambda_S < \lambda_B$ و $f_B < f_S < f_A$

۴۹) شخصی منبع صوتی به بسامد ۶۲۰Hz در دست دارد و با سرعت $۷۲\frac{km}{h}$ از یک صخره دور می‌شود. بسامد صوت پژواکی که شخص دریافت می‌کند، چند هرتز می‌باشد؟ (سرعت انتشار صوت در هوا $۲۹۰\frac{m}{s}$فرض شود.)



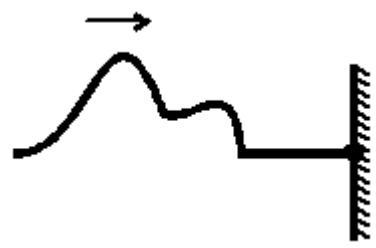
۱) ۲۸۰

۲) ۵۴۰

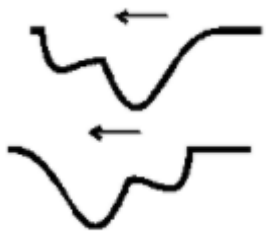
۳) ۵۸۰

۴) ۷۱۱

۵۰) در شکل زیر، یک تپ عرضی در طنابی کشیده شده که انتهای آن در نقطه‌ای ثابت شده، در جهت نشان داده شده در حال پیشروی است. شکل تپ بازتاب شده مطابق با کدام گزینه است؟



۱)



۲)

۳)

۴)

۵۱) سیمی با دو انتهای بسته به طول ۱۵۰ cm و جرم ۱۰gتوسط نیرویی به بزرگی ۴۸۶ N کشیده شده است. اگر بسامد ارتعاش سیم ۴۵۰ Hz باشد، تعداد گره‌های ایجاد شده در سیم کدام است؟

۱) ۵

۲) ۶

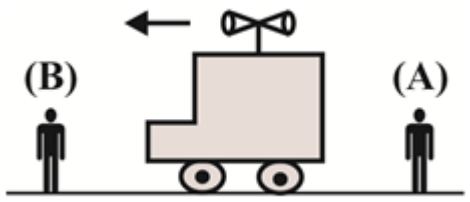
۳) ۴

۴) ۷

۵۲) موجی با بسامد زاویه‌ای $۶\pi \frac{rad}{s}$ و سرعت $۱۲ \frac{m}{s}$ در یک بُعد از محیطی همگن انتشار می‌یابد. کم‌ترین فاصله‌ی بین دو نقطه از محیط انتشار موج که با هم به اندازه‌ی $\frac{۳\pi}{۲}$rad اختلاف فاز دارند، برابر با چند متر است؟

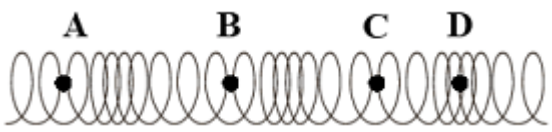
۱) ۰/۷۵
۲) ۳
۳) ۷/۵
۴) ۱۵

۵۳) در شکل زیر، فرستنده صوتی که به سمت چپ در حال حرکت است، در حال انتشار امواج صوتی با بسامد ۵۰۰Hz است. اگر تندی صوت در محیط برابر با $۳۲۰ \frac{m}{s}$ باشد، طول‌موجی که توسط گیرنده‌A اندازه‌گیری می‌شود(λ_A) و طول‌موجی که توسط گیرنده‌B اندازه‌گیری می‌شود(λ_B)، چگونه است؟



۱) $\lambda_B = ۶۴cm \ , \ \lambda_A > ۶۴cm$
۲) $\lambda_B < ۶۴cm \ , \ \lambda_A > ۶۴cm$
۳) $\lambda_B = ۶۴cm \ , \ \lambda_A < ۶۴cm$
۴) $\lambda_B < ۶۴cm \ , \ \lambda_A < ۶۴cm$

۵۴) شکل زیر موجی طولی را که در یک فنر در حال انتشار است، در یک لحظه نشان می‌دهد. کدام نقطه یا نقاط در این لحظه در مرکز نوسان قرار دارند؟

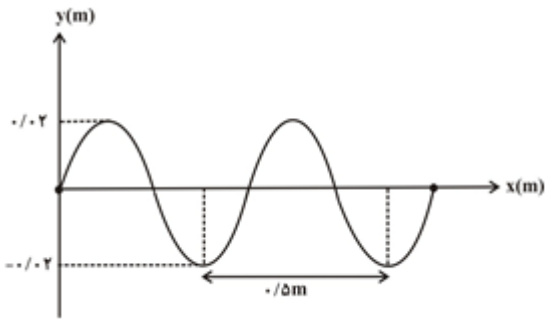


۱) B , A
۲) C
۳) D , C
۴) D , B

۵۵) شخصی در فاصلهٔ بین دو دیوار بلند موازی ایستاده است. شخص فریاد می‌زند و پژواک صدای خود را که از هر دو دیوار بازمی‌تابد، می‌شنود. حداقل فاصلهٔ بین دو دیوار چند متر باشد تا شخص بتواند هر دو پژواک بازتابیده از دو دیوار را به‌طور واضح از هم و از صدای فریاد خود تمیز دهد؟ (سرعت صوت $۳۴۰ \frac{m}{s}$ است و حداقل تأخیر زمانی بین دو صوت باید ۰/۱ ثانیه باشد تا گوش انسان دو صدا را از هم تمیز دهد.)

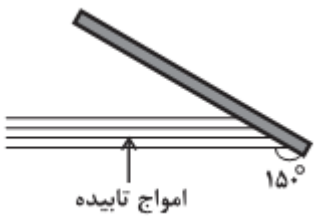
۱) ۳۴
۲) ۵۱
۳) ۲۵/۵
۴) ۶۸

۵۶) مطابق شکل زیر، یک موج عرضی با سرعت $۵ \frac{m}{s}$ در یک طناب منتشر می‌شود. اگر جرم واحد طول طناب برابر با $۰/۰۳ \frac{kg}{m}$باشد، مقدار متوسط توان انتقال انرژی از هر نقطه این طناب در مدت زمان یک دوره(T)چند وات است؟ ($\pi^۲ = ۱۰$)



۱) ۱/۲
۲) ۰/۶
۳) ۰/۱۲
۴) ۰/۰۶

۵۷) شکل زیر موج تختی را نشان می‌دهد که بر مانع تختی تابیده شده است. زاویه بین جبهه‌های موج تابیده و بازتابیده، چند درجه است؟

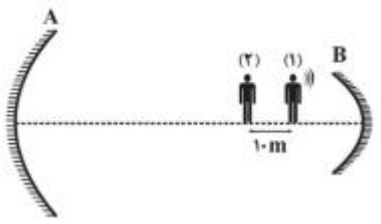


۱) ۳۰
۲) ۶۰
۳) ۷۵
۴) ۱۵

۵۸) اتومبیلی با تندی $۱۲۶\frac{km}{h}$ در حال حرکت به سمت یک دیوار بلند است. اگر در یک لحظه که فاصله اتومبیل از دیوار ۳۰۰m است اتومبیل بوق بزند، چند ثانیه بعد از بوق زدن، راننده پژواک صدای بوق را خواهد شنید؟ ($v = ۳۴۰\frac{m}{s}$ و از جذب انرژی در محیط صرف‌نظر کنید.)

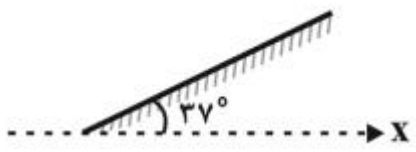
۱) ۱/۷۶
۲) ۱/۹۶
۳) ۱/۶
۴) ۱/۸۶

۵۹) شکل زیر دو سطح کاو A و B را نشان می‌دهد که در فاصلهٔ ۵۰ متری هم قرار دارند. شخص اول در کانون سطح کاو B قرار داشته و شروع به صحبت کردن می‌کند. فاصلهٔ کانونی سطح کاو A دو برابر فاصلهٔ کانونی سطح کاو B و برابر ۲۰m می‌باشد. شخص دوم که ۱۰ متر عقب‌تر از شخص اول قرار دارد، چند متر و در چه جهتی جابه‌جا شود تا بازتاب صدای شخص اول را به بهترین شکل بشنود؟



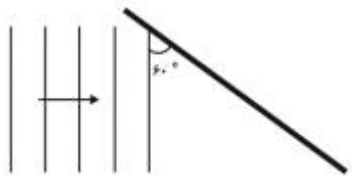
۱) ۲۰، چپ
۲) ۲۰، راست
۳) ۱۰، راست
۴) ۱۰، چپ

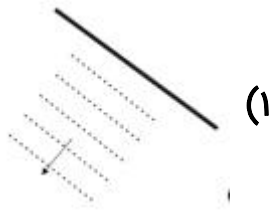
۶۰) مطابق شکل زیر، پرتویی موازی با محور x، از سمت چپ به آینه تختی برخورد می‌کند. زاویه جبهه‌های موج بازتابیده از سطح آینه با محور x چند درجه است؟

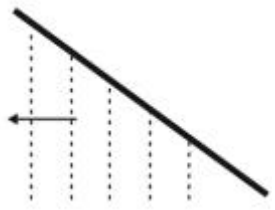


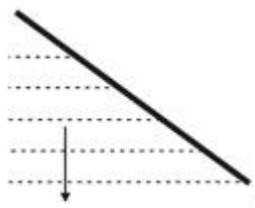
۱) ۷۴
۲) ۵۳
۳) ۳۷
۴) ۱۶

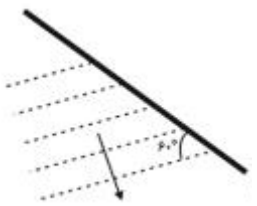
۶۱) مطابق شکل زیر، موج تختی به مانع تختی برخورد می‌کند. در کدام گزینه جبهة امواج بازتابیده از مانع به درستی رسم شده است؟



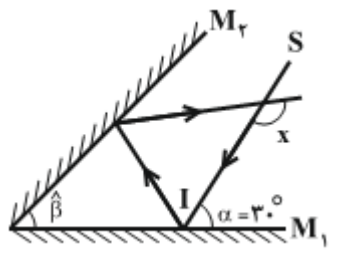
۱)


۲)


۳)


۴)


۶۲) مطابق شکل زیر، پرتو SI با زاویه α نسبت به سطح افق به سطح آینه تخت M_1 می‌تابد و پس از بازتاب از آینه تخت M_2، از مجموعه خارج می‌شود. اگر α را 10° نسبت به افق کم کنیم، زاویه بین پرتوی تابش به آینه اول و بازتابش از آینه دوم (x) کدام است؟



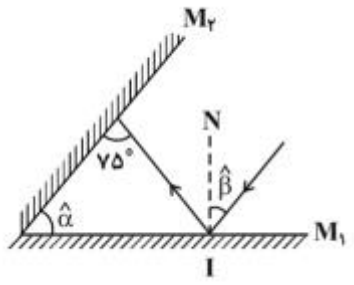
۱) β

۲) 2β

۳) $\beta - 10^\circ$

۴) $\beta - 20^\circ$

۶۳) با توجه به شکل زیر، رابطه بین دو زاویه $\widehat{\alpha}$ و $\widehat{\beta}$ کدام است؟ (NI خط عمود بر آینه M_1 است.)



۱) $\widehat{\alpha} - \widehat{\beta} = 15^\circ$

۲) $\widehat{\alpha} + \widehat{\beta} = 15^\circ$

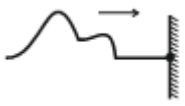
۳) $\widehat{\alpha} = \widehat{\beta} + 30^\circ$

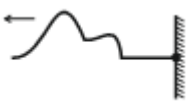
۴) $\widehat{\alpha} = \widehat{\beta} - 15^\circ$

۶۴) واحد کمیت $\varepsilon_0\mu_0$ در SI کدام است؟ (ε_0: ضریب گذردهی الکتریکی خلأ و μ_0: تراوایی مغناطیسی خلأ است.)

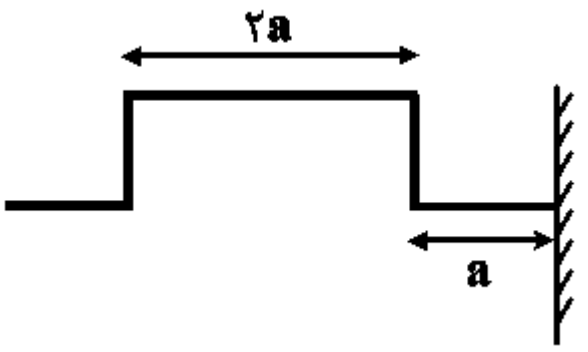
۱) $\frac{m}{s}$ ۲) $\frac{m}{s^2}$ ۳) $\frac{m^2}{s^2}$ ۴) $\frac{s^2}{m^2}$

۶۵) مطابق شکل زیر، تپی در یک ریسمان کشیده بلند که یک سر آن به تکیه‌گاهی ثابت شده است، به سمت تکیه‌گاه روانه می‌شود. بازتاب این تپ مطابق با کدام گزینه است؟



۱) 
۲)
۳)
۴)

۶۶) مطابق شکل زیر، تپی عرضی با تندی ۷ در یک طناب در حال پیشروی به سمت انتهای ثابت طناب است. پس از چه زمانی برای یک لحظه طناب به‌صورت افقی خواهد بود؟



۱) $\frac{a}{7}$ ۲) $\frac{2a}{7}$
۳) $\frac{3a}{27}$ ۴) $\frac{a}{27}$

۶۷) صوتی در یک لوله صوتی با یک انتهای بسته، طول لوله را در مدت $\frac{1}{200}$s با سرعت ثابت طی می‌کند. بسامد هماهنگ سوم این صوت چند هرتز است؟

۱) ۱۵۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۳۰۰

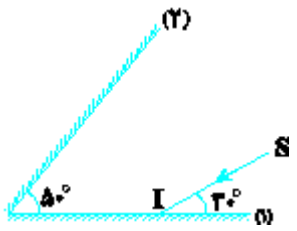
۶۸) دو چشمه موج هم‌فاز و هم‌بسامد S_1 و S_2، در یک محیط همگن، موج منتشر می‌کنند و طول موج برابر ۲۰cm است. در این محیط، فاصله نقطه M از این دو چشمه به‌ترتیب ۵۰ سانتی‌متر و ۸۰ سانتی‌متر است. اختلاف فاز بین دو موجی که هم‌زمان به نقطه M می‌رسند، کدام است و بر هم نهی دو موج در این نقطه چگونه است؟

۱) ۳π، سازنده ۲) ۳π، ویرانگر ۳) $\frac{3\pi}{2}$، سازنده ۴) $\frac{3\pi}{2}$، ویرانگر

۶۹) یک تشت موج از دو قسمت کم عمق به عمق ۵ cm و عمیق‌تر به عمق ۷cm تشکیل شده است. یک منبع موج امواجی با دوره T = ۱s ایجاد می‌کند. طول موج در قسمت کم عمق ۵۰ cm و در قسمت دیگر ۶۰ cm می‌شود. تندی انتشار موج سطحی در قسمت کم‌عمق چند برابر قسمت عمیق‌تر است؟

۱) $\frac{5}{6}$ ۲) $\frac{6}{5}$ ۳) $\frac{7}{5}$ ۴) $\frac{5}{7}$

(۷۰) مطابق شکل زیر، پرتو نور Siبه آینه (۱)می‌تابد و پس از بازتاب از آینه (۲)، دوباره به آینه (۱)می‌تابد. امتداد پرتو بازتاب نهایی با امتداد پرتو Si، زاویه چند درجه می‌سازد؟



۱) ۱۲۰
۲) ۱۴۰
۳) ۱۶۰
۴) ۱۸۰

(۷۱) مطابق شکل زیر، جبهه‌های موج تختی به سطح یک مانع برخورد می‌کنند. اگر جبهه‌های موج فرودی بر محور عمود باشند، زاویهٔ بین جبهه‌های بازتابیده از مانع با محورx چند درجه است؟

۱) ۹۰°
۲) ۱۶°
۳) ۳۷°
۴) صفر

(۷۲) اگر در فاصله‌ی ۱۰۰ متری از یک چشمه‌ی صوت نقطه‌ای تراز شدت صوت برابر ۸۷dB باشد، توان این چشمه چند وات است؟ ($\pi = ۳, I_۰ = ۱۰^{-۱۲} \frac{W}{m^۲}, \log ۲ = ۰/۳$و از اتلاف انرژی صرف‌نظر شود.)

۱) ۶۰
۲) ۱۲۰
۳) ۱۸۰
۴) ۲۴۰

(۷۳) پرتو نوری با زاویهٔ تابش ۳۰ درجه به یک آینهٔ تخت می‌تابد و بعد از بازتاب از آن به آینهٔ تخت دیگر برخورد می‌کند، اگر دو آینه با هم زاویهٔ ۴۵ درجه بسازند، زاویهٔ بازتاب از آینهٔ دوم چند درجه است؟

۱) ۱۵
۲) ۲۰
۳) ۲۵
۴) ۳۰

(۷۴) یک چشمهٔ تولید صوت در حال حرکت است. تجمع جبهه‌های موج در جلوی چشمه ..... و در پشت چشمه ..... از حالتی است که چشمه ساکن است.

۱) کمتر – بیشتر
۲) کمتر - کمتر
۳) بیشتر - بیشتر
۴) بیشتر - کمتر

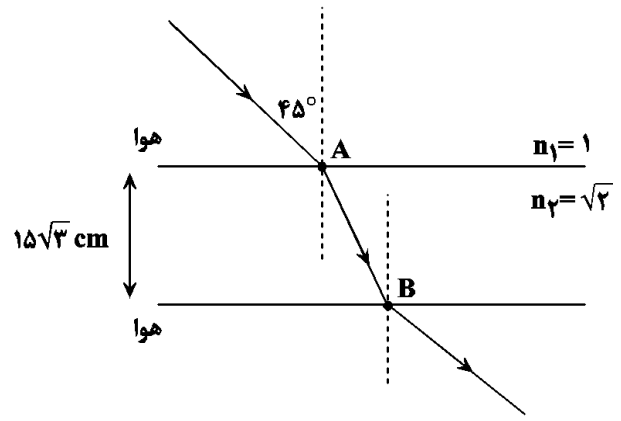
(۷۵) خودرویی بین دو صخره با تندی ثابت $۲۰ \frac{m}{s}$ بر روی خط راست درحال حرکت است. حداقل فاصله دو صخره از یکدیگر چند متر باشد، تا اگر راننده در وسط فاصله بین دو صخره بوق بزند، پژواک را از دو صخره به‌طور مجزا بشنود؟ ($v_{صوت} = ۳۴۰ \frac{m}{s}$)

۱) ۶۸۰
۲) ۲۸۸
۳) ۱۷۰
۴) ۳۴۰

(۷۶) مسافت کمینه لازم بین چشمه صوت و سطح بازتابنده برای تمیز یک پژواک اول از صوت اولیه تقریباً چند متر است؟ (تندی صوت در هوا ۳۴۰ m/s است.)

۱) ۱۷۰ ۲) ۳۴ ۳) ۱۷ ۴) ۳۴۰

(۷۷) مطابق شکل زیر، پرتو نوری از هوا وارد محیط شفافی می‌شود و شکست می‌یابد. این پرتو فاصله A تا B را در چند نانو ثانیه طی می‌کند؟ ($c = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}$)

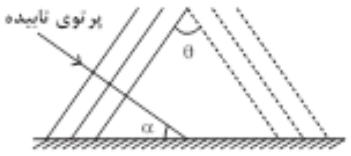


۱) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$
۲) ۱
۳) $\sqrt{۲}$
۴) ۳

(۷۸) یک منبع صوت در فاصله d از یک شنونده قرار دارد. اگر بسامد صوت را ۴ برابر و دامنه نوسان آن را $\sqrt{۸}$ برابر کنیم و منبع صوت را در فاصله ۲d از شنونده قرار دهیم، تراز شدت صوتی که به شنونده می‌رسد، نسبت به حالت قبل چند دسی‌بل تغییر می‌کند؟ ($\log ۲ = ۰/۳$ و از اتلاف انرژی صوتی صرف‌نظر کنید.)

۱) ۹ ۲) ۱۲ ۳) ۱۵ ۴) ۱۸

(۷۹) در شکل زیر، امواج تخت تابیده و بازتابیده از یک مانع تخت رسم شده است. کدام‌یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

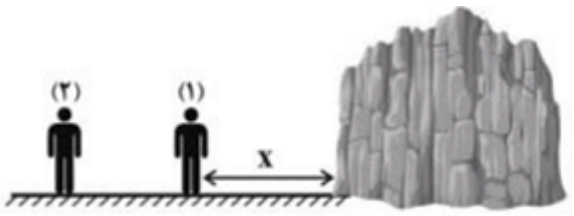


۱) $\hat{\theta} = \alpha$
۲) $\hat{\theta} = ۲\alpha$
۳) $۲\hat{\theta} = \alpha$
۴) $\hat{\theta} = ۳\alpha$

(۸۰) دو پرتو A و B به ترتیب با زاویه‌های تابش ۵۰° و ۳۰° به سطح آینه‌ای تخت برخورد می‌کنند و پس از بازتاب، پرتوهای بازتاب یکدیگر را در نقطه N قطع می‌کنند. اگر d_A و d_B به ترتیب فاصله نقطه برخورد پرتوهای A و B با سطح آینه از انتهای آینه (نقطه M) باشد، کدام گزینه در مورد زاویه برخورد پرتوهای بازتاب و d_A و d_B صحیح است؟

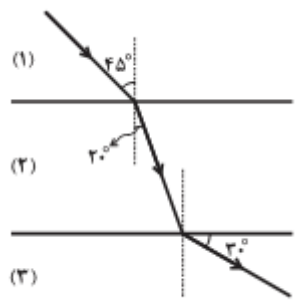
۱) $d_A > d_B$ و ۶۰°
۲) $d_A < d_B$ و ۶۰°
۳) $d_A > d_B$ و ۲۰°
۴) $d_A < d_B$ و ۲۰°

(۸۱) مطابق شکل زیر، دو دانش‌آموز در مقابل صخره قائمی ایستاده‌اند. دانش‌آموز (۱) فریاد می‌زند و دانش‌آموز (۲)، دو صدا با فاصله زمانی ۰/۴ ثانیه می‌شنود. مقدار x بر حسب متر کدام است؟ (تندی انتشار صوت در هوا را ۳۲۰m/s در نظر بگیرید.)



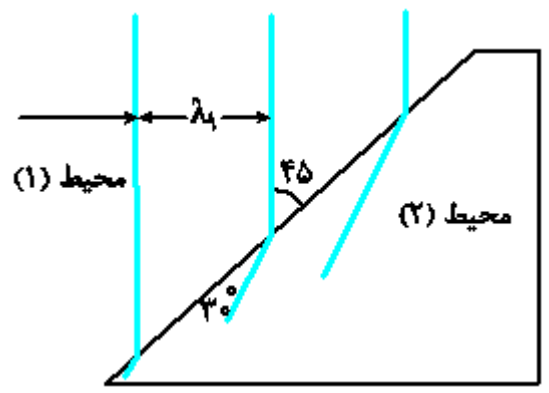
۱) ۳۲
۲) ۶۴
۳) ۱۲۸
۴) ۲۵۶

(۸۲) در شکل زیر، اگر سطح جدایی محیط‌های شفاف با هم موازی باشد، تندی نور در محیط (۳) چند برابر تندی آن در محیط (۱) است؟



۱) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$
۲) $\sqrt{۳}$
۳) $\frac{\sqrt{۶}}{۲}$
۴) $\frac{\sqrt{۶}}{۴}$

(۸۳) شکل زیر جبهه‌های موج الکترومغناطیسی را نشان می‌دهد که از محیط (۱) وارد محیط (۲) شده است. تندی نور در محیط (۱) چند برابر تندی نور در محیط (۲) است؟

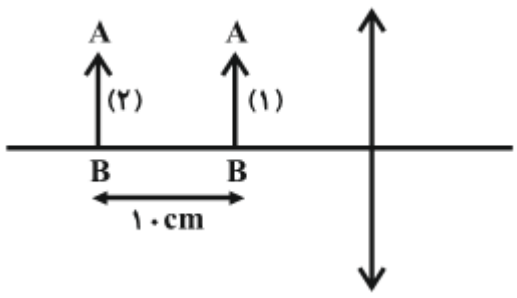


۱) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$
۲) $\sqrt{\frac{۳}{۲}}$
۳) $\sqrt{۲}$
۴) ۲

(۸۴) شخصی در مقابل یک آینه‌ی تخت قرار دارد. اگر شخص با سرعت ثابت $۵\frac{m}{s}$ و آینه نیز با سرعت ثابت $۲/۵\frac{m}{s}$ هر دو در یک جهت حرکت کنند، پس از ۲s، فاصله‌ی شخص از تصویرش چند متر تغییر خواهد کرد؟

۱) صفر
۲) ۵
۳) ۲۰
۴) ۱۰

۸۵) مطابق شکل زیر، جسمی را عمود بر محور اصلی عدسی همگرایی در دو حالت (۱) و (۲) قرار می‌دهیم و تصاویری حقیقی به‌ترتیب با بزرگنمایی‌های ۲ و $\frac{۱}{۵}$ تشکیل می‌شود. فاصله بین دو تصویر چند سانتی‌متر است؟



۱) ۱۲
۲) ۱۰
۳) ۴
۴) ۳

۸۶) پرتو نوری از هوا تحت زاویه تابش ۵۳ درجه بر سطح یک محیط شفاف می‌تابد، قسمتی از آن بازتابش پیدا می‌کند و قسمتی نیز وارد محیط شفاف می‌شود. اگر پرتوی بازتابیده و شکسته برهم عمود باشند، ضریب شکست محیط شفاف چقدر است؟ ($\sin ۵۳^\circ = ۰/۸$)

۱) $\frac{۴}{۳}$
۲) $\frac{۳}{۲}$
۳) $\frac{۱۶}{۹}$
۴) $\frac{۹}{۴}$

۸۷) پرتوی a دارای رنگ قرمز، پرتویb دارای رنگ زرد، پرتوی c دارای رنگ آبی و پرتوی d دارای رنگ بنفش است. کدام گزینه در رابطه با پراش امواج تختی با این طول‌موج‌ها در عبور از یک روزنه در شرایط یکسان صحیح است؟ (ابعاد روزنه در حدود طول‌موج این پرتوها است.)

۱) پراش موج aکمتر از موج d و بیشتر از موج bاست.
۲) پراش موج cکمتر از موج b و کمتر از موج d است.
۳) پراش موج a بیشتر از موج b و پراش موج d بیشتر از موج cاست.
۴) پراش موج bبیشتر از موج c و پراش موج a بیشتر از موج bاست.

۸۸) یک چشمهٔ صوت نقطه‌ای، امواج صوتی کروی را در یک فضای باز تولید و منتشر می‌کند. اگر ۲۰ درصد از توان تولیدی چشمه صوت در فاصلهٔ ۵ متری تا ۱۰ متری چشمه جذب محیط شود، تراز شدت صوت طی این فاصله چند دسی‌بل کاهش می‌یابد؟ ($\log ۲ = ۰/۳$)

۱) ۰/۷
۲) ۷
۳) ۰/۲
۴) ۳

۸۹) در آزمایش یانگ پهنای هر نوار روشن برابر ۰/۶mm است. اگر این آزمایش را بدون تغییر شرایط، یک بار در آب با ضریب شکست $\frac{۴}{۳}$ و بار دیگر در بنزن با ضریب شکست $\frac{۳}{۲}$ انجام دهیم، اختلاف اندازهٔ پهنای نوار روشن در این دو آزمایش چند میلی‌متر خواهد بود؟

۱) ۰/۱
۲) ۰/۰۱
۳) ۰/۵
۴) ۰/۰۵

۹۰) آهنگ متوسط انتقال انرژی یک منبع صوت نقطه‌ای برابر با ۵۰۰W است و شنونده‌ای که در فاصلهٔ ۵۰ متری از این منبع صوتی قرار دارد، تراز شدت صوت حاصل را ۱۰۰dB احساس می‌کند. چند درصد آهنگ متوسط انتقال انرژی منبع صوتی طی این فاصله توسط محیط جذب شده است؟ ($\pi = ۳$ و $I_۰ = ۱۰^{-۱۲}\ \frac{W}{m^۲}$)

۱) ۶۰
۲) ۲۰
۳) ۴۰
۴) ۸۰

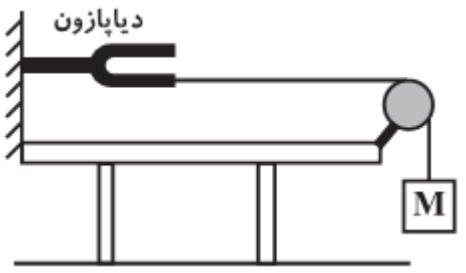
۹۱) کدام گزینه در مورد پدیده پراش صحیح است؟

۱) هر چه ابعاد روزنه نسبت به طول‌موج بزرگ‌تر باشد، گسترش نور به اطراف کم‌تر است.
۲) هنگام عبور موج از لبه‌های مانعی که ابعاد آن در حدود طول‌موجِ موج باشد، پدیده پراش رخ می‌دهد.
۳) در پراش نوری تکفام از یک شکاف باریک یا لبه‌ای تیز، نوارهای تاریک و روشن روی پرده تشکیل می‌شود.
۴) هر سه گزینه صحیح است.

(۹۲) طول لوله دو انتها بازی، ۴۰ سانتی‌متر و تندی صوت در هوای درون آن ۳۲۰m/s است. بسامد مُد سوم آن چند هرتز است؟

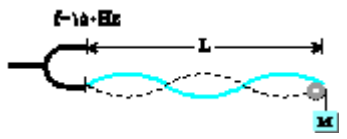
۱) ۳۰۰ ۲) ۶۰۰ ۳) ۹۰۰ ۴) ۱۲۰۰

(۹۳) مطابق شکل زیر، یک سر طنابی به دیاپازونی وصل شده و سر دیگر آن از روی قرقره ثابتی عبور کرده و به آن وزنه M را آویزان کرده‌ایم. سپس دیاپازون را به نوسان در می‌آوریم و در طناب موج ایستاده تشکیل می‌شود. برای این‌که تعداد گره و شکم‌ها کاهش یابد، کدام‌یک از کارهای زیر را می‌توان انجام داد؟ (در نقاط اتصال طناب با دیاپازون و قرقره، گره تشکیل می‌شود.)



۱) وزنه‌ای با جرم بیشتر استفاده کنیم.
۲) دیاپازونی با بسامد کمتر استفاده کنیم.
۳) طنابی با جرم واحد طول کمتر استفاده کنیم.
۴) همه موارد را می‌توان اعمال کرد.

(۹۴) مطابق شکل در یک تار مرتعش موج ایستاده تشکیل شده است. اگر طول تار(L)برابر ۶۰ سانتی‌متر و جرم تار ۲ گرم باشد، جرم وزنه‌ی آویخته شده از انتهای تار چند گرم است؟ ($g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}$)



۱) ۳۶۰
۲) ۶۸۰
۳) ۱۲۰۰
۴) ۱۰۰۰

(۹۵) رشته‌ای از بسامدهای تشدیدی یک تار با دو انتهای بسته به صورت $f_۱$، ۱۶۰Hz و $f_۳$، ۳۲۰Hzاست، $f_۳ - f_۱$چند هرتز است؟

۱) ۲۴۰ ۲) ۱۸۰ ۳) ۱۶۰ ۴) ۸۰

(۹۶) به‌ترتیب در فاصله‌های ۱۵cm و ۱۲۰cm از دو چشمه یکسان هم‌بسامد و هم‌فاز، تداخل ویرانگر ایجاد شده است. کدام‌یک از گزینه‌های زیر نمی‌تواند طول موج چشمه‌ها برحسب سانتی‌متر باشد؟

۱) ۱۸ ۲) ۳۰ ۳) ۴۲ ۴) ۷۰

پاسخ: گزینه ۴

با توجه به طول پاره‌خط نوسان، می‌توان دامنه‌ی نوسان‌های این نوسانگر را به‌دست آورد. داریم:

$$A = \frac{۲۰}{۲} = ۱۰cm$$

با استفاده از بسامد نوسان‌ها، بسامد زاویه‌ای نوسانگر را به‌دست می‌آوریم:

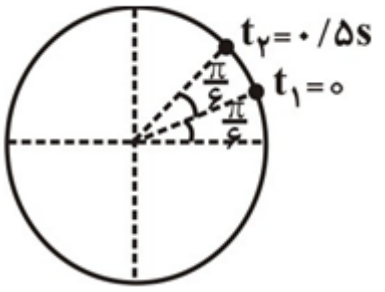
$$\omega = ۲\pi f = ۲\pi(۵) = ۱۰\pi \ \frac{rad}{s}$$

اندازه‌ی سرعت نوسانگر در ۲ سانتی‌متر مانده به انتهای مسیر نوسان یعنی در بُعد $x = ۱۰ - ۲ = ۸cm$ به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$|v| = \omega\sqrt{A^۲ - x^۲} \Rightarrow |v| = ۱۰\pi\sqrt{۱۰^۲ - ۸^۲}$$

$$\Rightarrow |v| = ۱۰\pi(۶) = ۶۰\pi \ \frac{cm}{s}$$

پاسخ: گزینه ۴



دوره نوسانگر در حالتی بیشینه خواهد بود که تغییر فاز آن بین دو لحظه مشخص شده کمینه باشد و با توجه به متناسب بودن بعد و شتاب و با در نظر گرفتن معادله سرعت می‌توان نوشت:

$$|\frac{F}{F_{max}}| = |\frac{x}{A}| = \sin\varphi_۱ \Rightarrow \sin\varphi_۱ = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \varphi_۱ = \frac{\pi}{۶}rad$$

$$\frac{v}{v_{max}} = \cos\varphi_۲ \Rightarrow \cos\varphi_۲ = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \varphi_۲ = \frac{\pi}{۳}rad$$

اکنون مطابق رابطه $\Delta\varphi = \omega\Delta t$ می‌توان نوشت:

$$\varphi_۲ - \varphi_۱ = \frac{۲\pi}{T} \times \Delta t \Rightarrow \frac{\pi}{۳} - \frac{\pi}{۶} = \frac{۲\pi}{T} \times \frac{۱}{۲} \Rightarrow T = ۶s$$

پاسخ: گزینه ۳

ابتدا بسامد زاویه‌ای حرکت نوسانی ساده را حساب می‌کنیم. داریم:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{۲۰۰}{۲}} = ۱۰\frac{rad}{s}$$

با استفاده از رابطه‌ی مستقل از زمان در حرکت نوسانی ساده بین بُعد و سرعت نوسانگر، می‌توان نوشت:

$$v = \omega\sqrt{A^۲ - x^۲} = ۱۰ \times \sqrt{۵^۲ - ۴^۲} = ۳۰\frac{cm}{s}$$

پاسخ: گزینه ۳

حرکت نوسانی ساده، حرکتی شتاب‌دار است، بنابراین نوسانگر در حالت کلی در بازه‌های زمانی مساوی، جابه‌جایی‌های یکسانی ندارد. از طرفی در این حرکت شتاب‌دار، هم اندازه و هم جهت بردار شتاب متغیر است.

هم‌چنین چون علامت بُعد و شتاب در حرکت نوسانی عکس یک‌دیگر است، بنابراین برای این‌که حرکت نوسانی تندشونده باشد، باید بُعد و سرعت نوسانگر مختلف‌العلامت باشند. طبق رابطه $\Delta\varphi = \omega\Delta t$، در بازه‌های زمانی یکسان، نوسانگر تغییر فاز یکسانی دارد.

پاسخ: گزینه ۳

انیه s تا t_1 = ... ت سخرک را به‌د ... سط ... : $\frac{v_2-v_1}{t_2-t_1}$.

می‌آوریم. داریم:

$$v = \frac{dx}{dt} = ۰/۰۲ \times \pi \times \cos(\pi t) \xrightarrow{\pi=۳} v = ۰/۰۶\cos(\pi t)$$

$$\begin{cases} \xrightarrow{t_1=۳s} v_1 = ۰/۰۶\cos(۳\pi) \Rightarrow v_1 = -۰/۰۶\frac{m}{s} \\ \xrightarrow{t_2=۴s} v_2 = ۰/۰۶\cos(۴\pi) \Rightarrow v_2 = ۰/۰۶\frac{m}{s} \end{cases}$$

$$\bar{a} = \frac{v_2-v_1}{t_2-t_1} \Rightarrow \bar{a} = \frac{۰/۰۶-(-۰/۰۶)}{۴-۳} = ۰/۱۲\frac{m}{s^2}$$

$$\Rightarrow \bar{a} = ۱۲\frac{cm}{s^2}$$

پاسخ: گزینه ۳

با استفاده از رابطه دوره تناوب برای سامانه جرم و فنر داریم:

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} \xrightarrow{T_2=\frac{۱}{۲}T_1} \frac{۱}{۴} = \frac{m_2}{m_1}$$

$$\Rightarrow m_2 = \frac{m_1}{۴}$$

بنابراین تغییرات جرم وزنه برابر است با:

$$\text{درصد تغییر جرم وزنه} = \frac{m_2-m_1}{m_1} \times ۱۰۰ = \frac{\frac{m_1}{۴}-m_1}{m} \times ۱۰۰ = -۷۵$$

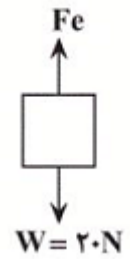
بنابراین جرم وزنه باید ۷۵ درصد کاهش یابد.

پاسخ: گزینه ۳

در نوسانگر وزنه و فنر، جهت شتاب و جهت نیروی خالص همواره به‌سمت مرکز تعادل است، چون وزنه بالاتر از نقطه تعادل قرار دارد. بنابراین جهت نیروی خالص به‌سمت پایین است. با توجه به رابطه شتاب – مکان در حرکت هماهنگ ساده داریم:

$$|a| = \omega^2 x \xrightarrow[x=۵cm=۰/۰۵m]{\omega=\frac{۲\pi}{T}=\frac{۲\pi}{۰/۵}=۴\pi\frac{rad}{s}} |a| = ۱۶\pi^2 \times ۰/۰۵ = ۸\frac{m}{s^2}$$

$$\Rightarrow F_{net} = ma = ۲ \times ۸ = ۱۶N$$

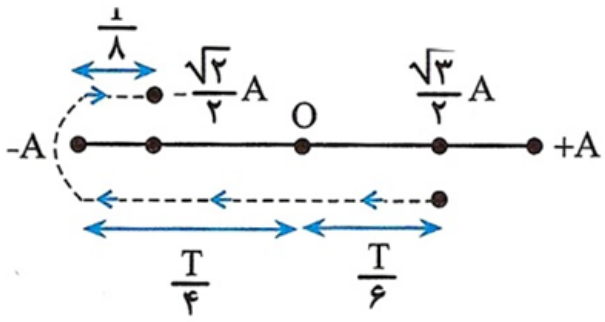


با توجه به این‌که نیروی خالص برابر با ۱۶N و جهت آن به‌سمت پایین است. بنابراین $F_{net} < W$ است لذا جهت نیروی فنر وارد بر وزنه به‌سمت بالا است و داریم: $W - Fe = F_{net} \Rightarrow Fe = ۲۰ - ۱۶ = ۴N$

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

چون نوسانگر در هر دوره تناوب ۴ برابر دامنه نوسان، مسافت طی می‌کند، ابتدا باید دوره تناوب را پیدا کنیم. با توجه به نمودار نوسانگر در بازه زمانی $\Delta t = \frac{۳}{۱۰} - \frac{۴}{۱۰۰} = \frac{۲۶}{۱۰۰}s$، از مکان $x = ۳\sqrt{۳}cm$ با یک بار تغییر جهت به مکان $x = -۳\sqrt{۲}$ می‌رود. با توجه به این که $A = ۶cm$ است، می‌توان گفت، نوسانگر جابه‌جایی از مکان $\frac{\sqrt{۳}}{۲}A+$ به مکان $\frac{\sqrt{۲}}{۲}A-$ را در مدت $\frac{۱۳T}{۲۴}$ طی کرده است، بنابراین داریم:



$$\frac{T}{6}+\frac{T}{4}+\frac{T}{8}=\frac{26}{100}\Rightarrow\frac{13T}{24}=\frac{26}{100}\Rightarrow T=0/48s$$

اکنون مشخص می‌کنیم $1/92s$ برابر چند دوره تناوب است. چون دوره تناوب برابر $0/48s$ است، می‌توان گفت $1/92s$ برابر $4T$ است. با توجه به این که در هر دوره تناوب مسافت طی شده چهار برابر دامنه است داریم:

$$l=4(4A)\xrightarrow{A=6cm}l=16\times6=96cm$$

پاسخ: گزینه ۳

ابتدا دوره تناوب نوسانگر را محاسبه می‌کنیم، داریم:

$$T+\frac{T}{2}=\frac{3T}{2}=3s\Rightarrow T=2s$$

بسامد زاویه‌ای برابر است با

$$\omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{2\pi}{2}=\pi\frac{rad}{s}$$

شتاب نوسانگر در هر لحظه به‌صورت زیر قابل محاسبه است، داریم:

$$\left.\begin{matrix}F=ma\\F=-kx\end{matrix}\right\}\Rightarrow ma=-kx\Rightarrow a=\frac{-k}{m}x=-\omega^2x$$

در لحظه t_1، مکان نوسانگر برابر $(-2cm)$ است. بنابراین:

$$a=-\omega^2x\xrightarrow[x=-2cm]{\omega=\pi\frac{rad}{s}}a=-\pi^2\times(-2)=2\pi^2=20\frac{cm}{s^2}$$

در نهایت چون در لحظه t_1، نوسانگر در مکانی منفی قرار دارد و در حال نزدیک شدن به مبدأ نوسان است، بنابراین شتاب آن مثبت است و بردار شتاب به‌صورت $\vec{a}=+20\vec{i}\frac{cm}{s^2}$ می‌باشد.

پاسخ: گزینه ۴

ابتدا با استفاده از معادله مکان – زمان، بسامد زاویه‌ای را محاسبه می‌کنیم.

$$x=A\cos(\omega t)\xrightarrow[t=0/4s,x=-1cm]{A=2cm}-1=2\cos(0/4\omega)$$

$$\Rightarrow\cos(0/4\omega)=-\frac{1}{2}\Rightarrow0/4\omega=\frac{2\pi}{3}\Rightarrow\omega=\frac{5\pi}{3}\ \frac{rad}{s}$$

حال بیشینه تندی نوسانگر را محاسبه می‌کنیم. داریم:

$$v_{max}=A\omega=2\times10^{-2}\times\frac{5\pi}{3}\Rightarrow v_{max}=\frac{\pi}{30}\ \frac{m}{s}$$

در حرکت هماهنگ‌ساده، تندی زمانی بیشینه می‌شود که نوسانگر از مبدأ نوسان عبور کند و این اتفاق برای دومین بار در لحظه $t=\frac{3}{4}T$ رخ می‌دهد. داریم:

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

$$t=\frac{3}{4}T\xrightarrow{T=1/2s}t=\frac{3}{4}\times1/2=0/9s$$

پاسخ: گزینه ۱

گزینه۱

از رابطه $T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ می‌توان استفاده کرد:

$2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow \frac{}{T_1} - \sqrt{\ } L_1$ cm

با توجه به رابطه به‌دست آمده باید طول آونگ را ۶۰cm کاهش دهیم ($L_2 = ۲۰cm$) تا تساوی فوق برقرار شود.

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

نیروی وارد بر نوسانگر هماهنگ ساده توسط فنر اعمال می‌شود و اندازه آن در هر لحظه از رابطه $|F| = f|x|$ به دست می‌آید که $|x|$، اندازه جابه‌جایی از مرکز تعادل است.

با استفاده از نمودار داریم:

$$۵\frac{T}{۴} = \frac{\pi}{۴} \Rightarrow T = \frac{\pi}{۵}s$$

$$w = \frac{۲\pi}{T} = \frac{۲\pi}{\frac{\pi}{۵}} \Rightarrow w = ۱۰\frac{rad}{s}$$

$$|F| = k|x| \xrightarrow{k=mw^۲}$$
$$|f| = mv^۲|x| = ۰/۲ \times ۱۰^{۲} \times ۱/۵ \times ۱۰^{-۲}$$
$$\Rightarrow |f| = ۰/۳N$$

پاسخ: گزینه ۳

اگر بازه زمانی مشخص را t فرض کنیم، تعداد نوسان‌های کامل هر آونگ برابر است با:

$$N = \frac{t}{T} \Rightarrow T = \frac{t}{N} \Rightarrow \begin{cases} T_A = \frac{t}{۱۲} \\ T_B = \frac{t}{۵} \end{cases}$$

حال با استفاده از رابطه دوره تناوب آونگ ساده داریم:

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow L = \frac{T^۲g}{۴\pi^۲} \Rightarrow \begin{cases} L_A = \frac{T_A^۲g}{۴\pi^۲} \\ L_B = \frac{T_B^۲g}{۴\pi^۲} \end{cases}$$

$$T' = ۲\pi\sqrt{\frac{L_A+L_B}{g}} = ۲\pi\sqrt{\frac{\frac{T_A^۲g}{۴\pi^۲}+\frac{T_B^۲g}{۴\pi^۲}}{g}} \Rightarrow T' = \sqrt{T_A^۲ + T_B^۲}$$

$$\Rightarrow T' = \sqrt{\left(\frac{t}{۱۲}\right)^۲ + \left(\frac{t}{۵}\right)^۲} \Rightarrow T' = \frac{۱۳t}{۶۰}$$

بنابراین تعداد نوسان‌های کامل آونگ جدید برابر است با: $N' = \frac{t}{T'} = \frac{۶۰}{۱۳}$

پاسخ: گزینه ۱

مطابق رابطه $U_e = \frac{۱}{۲}kx^۲$، وقتی نوسانگر به‌طرف یکی از دو انتهای مسیر حرکت می‌کند، انرژی پتانسیل کشسانی آن در حال افزایش است (صفر تا t_1 و t_2 تا t_3) اما بنابر رابطه $a = -\omega^۲x$، علامت شتاب و مکان در حرکت هماهنگ ساده مخالف یک‌دیگر است، لذا در بازه زمانی صفر تا t_2 که مکان نوسانگر مثبت است، شتاب آن منفی می‌باشد. اشتراک این دو بازه زمانی جواب سؤال یعنی بازه زمانی صفر تا t_1 را مشخص می‌کند.

پاسخ: گزینه ۳

در هر حرکت نوسانی هماهنگ ساده، مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل در هر نقطه ثابت و برابر با انرژی مکانیکی مجموعه است. داریم:

$$E = K + U = ۰/۱۶ + ۰/۰۸ \Rightarrow E = ۰/۲۴J$$

از طرفی داریم:

$$E = \frac{۱}{۲}kA^۲ \Rightarrow ۰/۲۴ = \frac{۱}{۲} \times ۳۰۰ \times A^۲ \Rightarrow A = ۴ \times ۱۰^{-۲}\ m = ۴cm$$

طی یک نوسان کامل، نوسانگر به اندازه ۴A مسافت طی می‌کند، بنابراین:

$$d = ۴A = ۴ \times ۴ = ۱۶cm$$

پاسخ: گزینه ۱

گزینه «۱»

با استفاده از رابطه تراز شدت یک صوت داریم:

$$\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow ۹۶ = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow ۹/۶ = \log\frac{I}{I_۰}$$

$$\Rightarrow ۹ + ۰/۶ = \log\frac{I}{I_۰}$$

$$\Rightarrow ۹\log ۱۰ + ۲\log ۲ = \log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow \log(۴\times ۱۰^{۹}) = \log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}}$$

$$\Rightarrow I = ۴\times ۱۰^{-۳}\ \frac{w}{m^۲}$$

حال از تعریف شدت صوت داریم:

$$I = \frac{E}{At} \Rightarrow ۴\times ۱۰^{-۳} = \frac{E}{۱۰^{-۶}\times ۶۰}$$
$$\Rightarrow E = ۰/۲۴\times ۱۰^{-۶}\ J = ۰/۲۴\mu J$$

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

با استفاده از رابطه تراز شدت صوت می‌توان نوشت:

$$\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \xrightarrow{\beta=۹۲\ dB} ۹۲ = ۱۰\log\frac{I}{I_۰}$$

$$\Rightarrow \log\frac{I}{I_۰} = ۹/۲ \Rightarrow \frac{I}{I_۰} = ۱۰^{۹/۲} \xrightarrow{۹/۲=۸+۱/۲}$$

$$\frac{I}{I_۰} = ۱۰^{۸}\times ۱۰^{۱/۲} \xrightarrow{۱/۲=۴\times ۰/۳=۴\times\log ۲=\log ۲^{۴}}$$

$$\frac{I}{I_۰} = ۱۰^{۸}\times ۱۰^{\log ۲^{۴}} \xrightarrow{۱۰^{\log ۲^{۴}}=۱۶} \frac{I}{I_۰} = ۱۶\times ۱۰^{۸}$$

پاسخ: گزینه ۴

می‌دانیم تغییر طول لوله به ازای دو تشدید متوالی (فاصله‌ی بین دو تشدید) برابر با $\frac{\lambda}{۲}$ است، بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{\lambda}{۲} = ۱۷cm \Rightarrow \lambda = ۳۴cm$$

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{۳۴۰}{۰/۳۴} = ۱۰۰۰Hz$$

پاسخ: گزینه ۴

در کتاب درسی و در توضیح پدیده‌ی تشدید که در بخش پایانی فصل حرکت هماهنگ ساده آمده است، بیان شده که وقتی یک آونگ ساده شروع به نوسان می‌کند، انرژی آن به آونگ‌های دیگر منتقل شده و آن‌ها را به حرکت در می‌آورد، ولی بیش‌ترین انرژی به آونگ مشابه منتقل می‌شود. به این حالت، تشدید گفته می‌شود و به همین دلیل آونگ مشابه دیرتر از بقیه‌ی آونگ‌ها می‌ایستد.

پاسخ: گزینه ۳

ابتدا تغییرات شتاب گرانشی را محاسبه می‌کنیم. $g = G\frac{M_e}{r^۲}$

$$\Rightarrow \frac{g'}{g} = \left(\frac{R_e}{R_e+h}\right)^۲ \xrightarrow{h=۳R_e} \frac{g'}{g} = \left(\frac{R_e}{۴R_e}\right)^۲ = \frac{۱}{۱۶} \quad (۱)$$

دوره تناوب دستگاه جرم - فنر را با $T_۱$ و دوره تناوب آونگ را با $T_۲$ نمایش می‌دهیم.

دوره تناوب دستگاه جرم ـ فنر در مکان جدید برابر است با:

دوره تناوب جرم ـ فنر : $T'_۱ = ۲\pi\sqrt{\frac{m'}{\ }} \xrightarrow{m'=۲m} T'_۱ = \sqrt{۲}T_۱$

سرط ... دوره تناوب د ... جدید با هد

دوره آونگ : $T'_۲ = \sqrt{۲}T_۲ \Rightarrow \frac{T'_۲}{T_۲} = \sqrt{۲}$

$$\xrightarrow{T=۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}}} \frac{T'_۲}{T'_۱} = \sqrt{\frac{L'}{L} \times \frac{g}{g'}}$$

$$\xrightarrow{(۱)} \sqrt{۲} = \sqrt{\frac{L'}{L} \times ۱۶}$$

$$\Rightarrow \frac{L'}{L} = \frac{۱}{۸} \Rightarrow L' = \frac{۱}{۸}L$$

پاسخ: گزینه ۴

چون جرم واحد طول و نیروی کشش تار تغییر نکرده است، بنابراین طبق رابطه $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$، سرعت انتشار موج در آن ثابت باقی می‌ماند. از طرفی می‌دانیم در تار با دو انتهای بسته، تعداد گره‌ها یک واحد بیشتر از عدد هماهنگ ایجاد شده در تار است. در نتیجه در حالت اول هماهنگ چهارم در تار تشدید شده است. با توجه به بسامد هماهنگ‌های ایجاد شده در تار با دو انتهای بسته و یکسان بودن این بسامد در دو حالت، داریم:

$$f_n = f_{n'} \Rightarrow \frac{nv}{۲L} = \frac{n'v}{۲L'} \xrightarrow[n=۴]{L'=۱/۵L} ۴ = \frac{n'}{۱/۵}$$

$$\Rightarrow n' = ۶ \Rightarrow \text{تعداد گره‌ها} = ۷$$

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

بررسی تک‌تک موارد:

آ) نادرست – بسامد امواج فراصوتی‌ای که وال عنبر تولید می‌کند، حدود ۱۰۰ kHz است.

ب) نادرست – برای تشخیص یک جسم با استفاده از پژواک امواج فراصوتی، اندازه آن جسم باید در حدود طول موج به‌کار رفته یا بزرگ‌تر از آن باشد.

پ) درست

ت) نادرست – در چنین شرایطی که اجزای تشکیل دهنده به سطح بزرگ‌تر از طول موج تابیده شده است، موج به‌صورت نامنظم بازتاب پیدا می‌کند.

پاسخ: گزینه ۲

فاصله‌ی دو نقطه‌ی هم‌فاز متوالی از محیط انتشار موج برابر با طول موج است، بنابراین فاصله‌ی n نقطه‌ی هم‌فاز متوالی برابر با $\lambda(n-۱)$ خواهد بود. داریم:

$$۳\lambda = ۱/۲ \Rightarrow \lambda = ۰/۴m$$

برای محاسبه‌ی سرعت موج مکانیکی، داریم:

$$x = vt \xrightarrow[t=۰/۱۵s]{x=۱/۲m} ۱/۲ = v \times ۰/۱۵ \Rightarrow v = ۸\frac{m}{s}$$

برای محاسبه‌ی بسامد موج، داریم:

$$v = \lambda f \Rightarrow ۸ = ۰/۴f \Rightarrow f = ۲۰Hz$$

پاسخ: گزینه ۴

گزینه «۴»

پرتوگاما از طیف موج‌های الکترومغناطیسی است که جرم و بار الکتریکی ندارد.

بنابراین در بین گزینه‌ها، پرتوایکس این ویژگی‌ها را دارد.

دقت کنید آلفا، بتا و پوزیترون، ذره‌هایی هستند که دارای جرم و بار الکتریکی می‌باشند.

پاسخ: تربیه ۳

چون ریسمان همگن است پس چگالی خطی ریسمان ثابت است. طول ریسمان از نقطه‌ی A تا پایین ریسمان ۲ متر و از نقطه‌ی B تا پایین یک متر است. بنابراین:

$$\mu = \frac{m}{L} \Rightarrow m = \mu L \Rightarrow \begin{cases} m_A = ۲\mu \\ m_B = \mu \end{cases}$$

با استفاده از قانون دوم نیوتون، برای نقطه‌های A و B می‌توان نوشت:

$$T_A - m_A g = ma = ۰ \Rightarrow T_A - ۲\mu g = ۰ \Rightarrow T_A = ۲\mu g$$

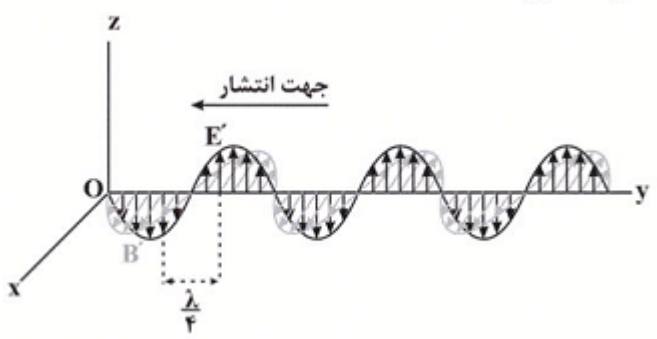
$$T_B - m_B g = ma = ۰ \Rightarrow T_B - \mu g = ۰ \Rightarrow T_B = \mu g$$

حال با استفاده از رابطه‌ی سرعت انتشار امواج عرضی در تار، می‌توان نوشت:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow \frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{T_A}{T_B}} = \sqrt{\frac{۲\mu g}{\mu g}} = \sqrt{۲}$$

پاسخ: گزینه ۳

با استفاده از قاعده دست راست اگر چهار انگشت دست راست درجهت میدان الکتریکی قرار بگیرد، و جهت خم‌شدن چهار انگشت جهت میدان مغناطیسی را نشان دهد، انگشت شست جهت انتشار موج را نشان می‌دهد. بنابراین مطابق شکل زیر در لحظه $t = ۰$ و در این مکان جهت میدان الکتریکی خلاف جهت محور z است. با توجه به این‌که پیشروی موج در مدت زمان $\frac{T}{۴}$، برابر با $\frac{\lambda}{۴}$ است، لذا میدان الکتریکی در لحظه $t = \frac{T}{۴}$ برابر با $\vec{E'}$ می‌شود. چون موج در خلاف جهت محور y در حال انتشار است، بنابراین اندازه میدان الکتریکی در حال افزایش است و جهت آن در جهت مثبت محور zاست.



پاسخ: گزینه ۲

گزینهٔ «۲»

$$I = \frac{P}{A} \xrightarrow{P_۲ = ۳۰P_۱} \frac{I_۲}{I_۱} = ۳۰$$

$$\Delta\beta = ۱۰ \log \frac{I_۲}{I_۱} \xrightarrow{\frac{I_۲}{I_۱} = ۳۰} \Delta\beta = ۱۰ \log ۳۰$$

$$\xrightarrow{\log ۳۰ = \log ۳ + \log ۱۰} \Delta\beta = ۱۵dB \xrightarrow{\beta_۲ = ۱/۳ \beta_۱}$$

$$۰/۳ \beta_۱ = ۱۵ \Rightarrow \beta_۱ = ۵۰dB$$

$$\beta_۱ = ۱۰ \log \frac{I_۱}{I_۰} \xrightarrow{\beta_۱ = ۵۰db} I_۱ = ۱۰^{۵} I_۰ \xrightarrow{I_۰ = ۱۰^{-۱۲} \frac{W}{m^۲}}$$

$$I_۱ = ۱۰^{-۷} \frac{W}{m^۲} \xrightarrow[A = ۲/۵ \times ۱۰^{-۴} m^۲]{E = IAt,\ t = ۲۰\ s} E_۱ = ۵ \times ۱۰^{-۱۰}\ J$$

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

با استفاده از رابطه تندی انتشار امواج عرضی در تار و بسامد تشدیدی تارهای مرتعش با دو انتخابی بسته، داریم:

$f_r \quad \frac{nV}{2L} \xrightarrow{V=\sqrt{\frac{F}{\mu}}} f_n = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F}{\mu}}$

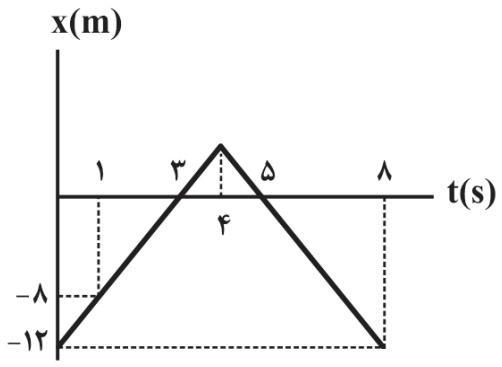
$f_n = \frac{n}{2}\sqrt{\frac{F}{\mu L}} \Rightarrow f_1 = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{F}{\mu L}}$

$\Rightarrow 125 = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{F}{9\times10^{-3}\times1}} \Rightarrow F = 562/5N$

پاسخ: گزینه ۲

با توجه به تقارن موجود در شکل، متحرک در لحظهٔ $t = 5s$ از مبدأ مکان عبور می‌کند. ($x_5 = 0$) از طرفی با توجه به تشابه مثلث‌ها، برای مکان متحرک در لحظهٔ $t = 1s$ داریم:

$\frac{3-1}{x_1} = \frac{3}{-12} \Rightarrow x_1 = -8m$



حال با توجه به تعریف سرعت متوسط، داریم:

$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_5 - x_1}{t_5 - t_1} = \frac{0-(-8)}{5-1} \Rightarrow v_{av} = 2\frac{m}{s}$

پاسخ: گزینه ۱

گزینه «۱»

اگر $\frac{2}{3}$ طناب را جدا کنیم، چگالی خطی جرم طناب ثابت می‌ماند.

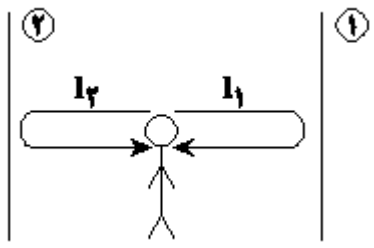
$\mu = \frac{m}{L}$

با توجه به رابطه تندی انتشار موج عرضی در تار، می‌توان نوشت:

$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow \frac{v'}{v} = \sqrt{\frac{F'}{F}} = \sqrt{2}$

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»



اگر دو صوت با اختلاف زمانی کم‌تر از ۰/۱s به گوش شخص برسند، گوش نمی‌تواند آن دو صوت را مستقل از هم تشخیص دهد. بنابراین برای این‌که دو صدا مستقل از هم شنیده شوند، باید اختلاف زمانی رسیدن آن‌ها به گوش بزرگ‌تر یا مساوی ۰/۱s باشد. فرض می‌کنیم شخص در فاصله l_1 از یک صخره و در فاصله l_2 از صخره دیگر قرار دارد. در این حالت اختلاف زمانی دو صوت رسیده به شخص در اثر پژواک برابر است با:

$t_1 = \frac{2l_1}{v}$

$t_2 = \frac{2l_2}{v}$

$\Rightarrow t_1 - t_2 = \frac{2(l_1 - l_2)}{v} \geq 0/1s$

$(l_1 - l_2) \geq \frac{0/1\times v}{2} = \frac{34}{2} = 17m$

$l_1 \quad l_2 \geq ۱۷m$

یعنی حداقل اختلاف فاصله شخص از دیواره صخره‌ها باید ۱۷m باشد تا دو صوت مستقل از هم شنیده شوند.

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

در واقع دانش‌آموز (۲) در لحظه t_1 صدای دانش‌آموز (۱) و در لحظه t_2، پژواک صدا را از صخره می‌شوند. با توجه به رابطه تندی متوسط داریم:

$$t_1 = \frac{d}{v}$$
$$t_2 = \frac{d+2(280)}{v} \quad \Rightarrow \Delta t = t_2 - t_1 = \frac{2(280)}{v}$$

که در آن ۷ تندی صوت در هوا است.

با توجه به روند کلی حل مسأله مشخص است که فاصله دو دانش‌آموز از هم تأثیری در فاصله زمانی شنیدن دو صدا ندارد. پس داریم:

$$\frac{\Delta t}{\Delta t'} = \frac{2(280)}{2(200)} \xrightarrow{\Delta t=1/75\ s} \Delta t' = 1/25s$$

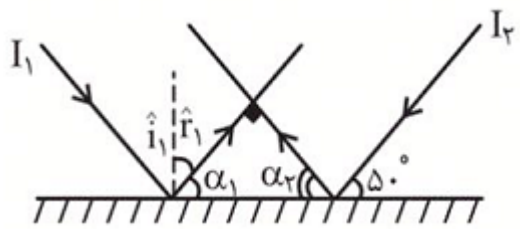
پاسخ: گزینه ۲

می‌دانیم نیروی کشش تار از عوامل تعیین کننده‌ی سرعت انتشار امواج عرضی در تار مرتعش است. بنابراین با استفاده از رابطه‌های سرعت انتشار امواج عرضی در تار مرتعش و بسامد هماهنگ‌های آن، می‌توان نوشت:

$$f_n = \frac{nv}{2L} \xrightarrow{v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}} f_n = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow \frac{f'_n}{f_n} = \frac{n'}{n} \times \sqrt{\frac{F'}{F}}$$

$$\Rightarrow \frac{f'_1}{270} = \frac{1}{3}\sqrt{4} \Rightarrow f'_1 = 180Hz$$

پاسخ: گزینه ۴



در شکل مقابل، پرتوهای بازتاب رسم شده‌اند. طبق گفته سؤال، زاویه بین این پرتوها $90°$ است.

طبق قوانین بازتاب زاویه α_2 برابر با $50°$ است. پس در مثلث ایجاد شده توسط پرتوهای بازتاب می‌توان نوشت:

$$\alpha_1 + 90° + 50° = 180° \Rightarrow \alpha_1 = 40°$$

از طرفی طبق قانون بازتاب، داریم:

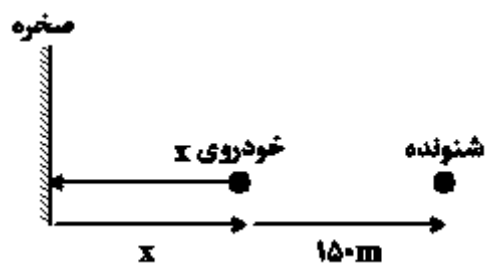
$$\theta_1 + 40° = 90° \Rightarrow \theta_1 = 50° \Rightarrow \hat{i}_1 = \theta_1 = 50°$$

پاسخ: گزینه ۳

با داشتن زمان اولین صوت دریافتی می‌توان نوشت:

$$v_{صوت} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{150}{0/5} = 300\frac{m}{s}$$

اگر فاصلهٔ خودرو در لحظهٔ بوق زدن تا صخره x باشد مسافتی که صوت دوم طی می‌کند تا به شنونده برسد برابر است با (۱۵۰ + ۲x)



Δ صوت = ۷۰ ث

$(۲x + ۱۵۰) = ۳۰۰ \times ۱/۸$

$۲x + ۱۵۰ = ۵۴۰ \Rightarrow$

$x = ۱۹۵m$

راه دوم: چون تندی صوت ثابت است و با توجه به این‌که در مدت ۱/۳ ثانیه مسافتی به‌اندازهٔ ۲x را طی می‌کند داریم:

$\frac{۰/۵}{۱/۳} = \frac{۱۵۰}{۲x} \Rightarrow x = ۱۹۵m$

پاسخ: گزینه ۱

می‌دانیم مقدار متوسط آهنگ انتقال انرژی در یک موج سینوسی با مربع بسامد و مربع دامنه نسبت مستقیم دارد ($P_{av} \propto f^{۲} \times A^{۲}$). بنابراین کافی است دامنه و بسامد دو موج را تعیین کنیم. با توجه به شکل، $A_A = ۳cm$، $A_B = ۱cm$ و $\frac{\lambda_A}{۲} = ۳ \times \frac{\lambda_B}{۲}$ است. چون نیروی کشش در دو ریسمان مشابه یکسان است، طبق رابطه $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$، تندی انتشار موج در ریسمان‌های A و B یکسان خواهد بود. بنابراین داریم:

$$\Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} \Rightarrow \frac{f_A}{f_B} = \frac{v_A}{v_B} \times \frac{\lambda_B}{\lambda_A} \xrightarrow{[} \lambda_A = ۳\lambda_B]v_A = v_B \frac{f_A}{f_B} = ۱ \times \frac{\lambda_B}{۳\lambda_B}$$

$$\Rightarrow \frac{f_A}{f_B} = \frac{۱}{۳}$$

در آخر داریم:

$$P_{av} \propto f^{۲} \times A^{۲} \Rightarrow \frac{P_{av_B}}{P_{av_A}} = \left(\frac{f_B}{f_A} \times \frac{A_B}{A_A}\right)^{۲} = \left(۳ \times \frac{۱}{۳}\right)^{۲}$$

$$\Rightarrow \frac{P_{av_B}}{P_{av_A}} = ۱$$

پاسخ: گزینه ۳

ابتدا طول‌موج امواج ساطع شده از وال را به‌دست می‌آوریم. اگر اندازه مانع برابر و یا بزرگتر از این طول‌موج باشد، به واسطه این امواج توسط وال قابل تشخیص است. داریم:

$$v = \frac{x}{t} = \frac{۲l}{t} \Rightarrow v = \frac{۲\times۱۰۰}{۱۲۵\times۱۰^{-۳}} \Rightarrow v = ۱/۶ \times ۱۰^{۳} m/s$$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{۱/۶\times۱۰^{۳}}{۱۰۰\times۱۰^{۳}} \Rightarrow \lambda = ۱/۶ \times ۱۰^{-۲} m = ۱/۶cm$$

بنابراین حداقل ابعاد جسم باید ۱/۶cm باشد تا به واسطه این امواج توسط وال تشخیص داده شود.

پاسخ: گزینه ۳

ابتدا اختلاف فاز هر یک از نقاط M و N را نسبت به چشمه‌ی S به‌دست می‌آوریم:

$$\Phi_M - \Phi_S = k\Delta x_{MS} = \frac{۲\pi}{۰/۵} \times ۰/۸ = ۳/۲\pi \ rad \quad (۱)$$

$$\Phi_N - \Phi_S = k\Delta x_{NS} = \frac{۲\pi}{۰/۵} \times ۱/۲ = ۴/۸\pi \ rad \quad (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} \Phi_N - \Phi_M = ۴/۸\pi - ۳/۲\pi = ۱/۶\pi = \frac{۸\pi}{۵} \ rad$$

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

ابتدا طول موج گسیل شده را محاسبه می‌کنیم.

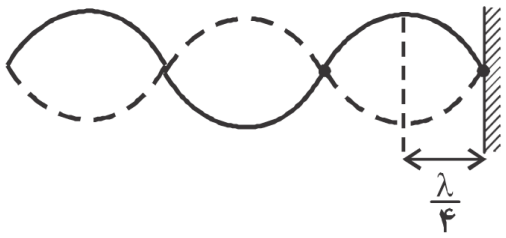
$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{۱۵۰۰}{۱۰۰\times۱۰^{۳}} = ۱/۵ \times ۱۰^{-۲} m = ۱/۵cm$$

برای تشخیص یک جسم، اندازه آن باید در حدود طول موج به‌کار رفته و یا بزرگ‌تر از آن باشد. بنابراین این امواج برای تشخیص B و C کاربرد دارند.

اسم

گزینهٔ «۱»

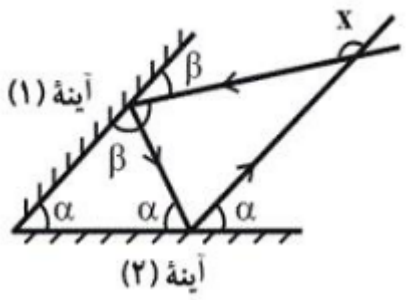
مطابق شکل زیر چون در انتهای بسته گره تشکیل می‌شود، فاصلهٔ اولین شکم از دیوار برابر $\frac{\lambda}{۴}$ است. از طرف دیگر با افزایش بسامد دیاپازون، بسامد موج در طناب نیز افزایش می‌یابد و چون سرعت انتشار موج در طناب ثابت است، طبق رابطهٔ $\lambda = \frac{v}{f}$ طول‌موج کاهش خواهد یافت، بنابراین فاصلهٔ اولین شکم از دیوار نیز کاهش می‌یابد.



پاسخ: گزینه ۱

گزینهٔ «۱»

می‌توان اثبات کرد که زاویه بین پرتو بازتاب از آینه (۲) و پرتو تابیده شده به آینه (۱) دو برابر زاویه بین دو آینه است. با توجه به قانون بازتاب، زاویه بین دو آینه را به دست می‌آوریم:



$\beta + ۵۰^\circ + \beta = ۱۸۰^\circ \Rightarrow \beta = ۶۵^\circ$

با توجه به این‌که مجموع زوایای داخلی هر مثلث برابر با ۱۸۰° است، در نتیجه زاویه بین پرتو بازتاب از آینه (۲) و پرتو تابیده به آینه (۱) (زاویه x) برابر است با:

$۲\alpha + ۶۵^\circ = ۱۸۰^\circ$

$\Rightarrow x = ۲\alpha = ۱۸۰^\circ - ۶۵^\circ = ۱۱۵^\circ$

پاسخ: گزینه ۱

۱۰ توجه به نمودارهای صورت سؤال و فرض مسئله داریم:

$A_۲ = ۶A_۱ \ , \ d_۲ = ۴d_۱ \ , \ T_۲ = ۳T_۱ \xrightarrow{f=\frac{۱}{T}} f_۱ = ۳f_۲$

با توجه به رابطه‌ی مقایسه‌ای برای شدت صوت، داریم:

$\frac{I_۱}{I_۲} = (\frac{f_۱}{f_۲})^۲ \times (\frac{A_۱}{A_۲})^۲ \times (\frac{d_۲}{d_۱})^۲$

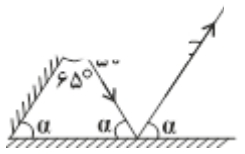
$\Rightarrow \frac{I_۱}{I_۲} = (\frac{۳f_۲}{f_۲})^۲ \times (\frac{A_۱}{۶A_۱})^۲ \times (\frac{۴d_۱}{d_۱})^۲ = ۲^۲$

برای محاسبه‌ی اختلاف تراز شدت دو صوت، داریم:

$\beta_۱ - \beta_۲ = ۱۰ \log \frac{I_۱}{I_۲} = ۱۰ \log ۲^۲ = ۲۰ \log ۲ = ۲۰ \times ۰/۳ = ۶(dB)$

پاسخ: گزینه ۱

می‌توان اثبات کرد که زاویه بین پرتو بازتاب از آینه (۲) و پرتو تابیده شده به آینه (۱) دو برابر زاویه بین دو آینه است. با توجه به قانون بازتاب، زاویه بین دو آینه را به دست می‌آوریم:



$۲\alpha + ۶۵ = ۱۸۰$

بنابراین زاویه بین پرتو بازتاب از آینه (۲) و پرتو تابیده به آینه (۱) برابر است با:

$x = ۲\alpha = ۱۸۰ - ۶۵ = ۱۱۵$

پاسخ: گزینه ۱

گزینه «۱»

ابتدا تندی انتشار موج را به‌دست می‌آوریم. با توجه به دو نمودار طول موج و دوره تناوب به‌دست می‌آید، داریم:

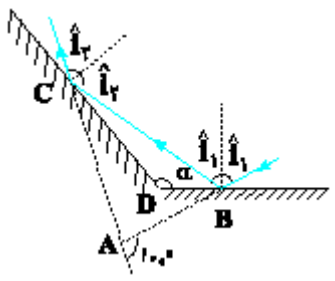
$$\left.\begin{array}{l}\frac{T}{۴} = ۰/۵ \Rightarrow T = ۲s \\ \frac{\lambda}{۲} = ۲۰cm \Rightarrow \lambda = ۴۰\,cm = ۰/۴\,m\end{array}\right\} \lambda = vT \Rightarrow \frac{۴}{۱۰} = v \times ۲$$

$$\Rightarrow v = ۰/۲\,\frac{m}{s}$$

با توجه به نمودار $y - t$ بعد از لحظه $t = ۰/۵s$ مکان نقطه M منفی می‌شود. پس موج درجهت محور xها درحال انتشار است.

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»



طبق قانون بازتاب عمومی، همواره زاویه تابش برابر با زاویه بازتابش است. از طرفی می‌دانیم در هر مثلث، هر زاویه خارجی با مجموع دو زاویه داخلی دیگر مثلث برابر است. بنابراین در مثلث $\overset{\Delta}{ABC}$ داریم:

$$۱۰۰^\circ = ۲\left(۹۰ - \hat{i}_۱\right) + ۲\left(۹۰ - \hat{i}_۲\right)$$

$$\Rightarrow \left(۹۰ - \hat{i}_۱\right) + \left(۹۰ - \hat{i}_۲\right) = ۵۰^\circ$$

حال در مثلث $\overset{\Delta}{BCD}$ با توجه به این‌که مجموع زوایای داخلی هر مثلث ۱۸۰° است، داریم:

$$\alpha + \left(۹۰ - \hat{i}_۱\right) + \left(۹۰ - \hat{i}_۲\right) = ۱۸۰^\circ \Rightarrow \alpha + ۵۰^\circ = ۱۸۰^\circ \Rightarrow \alpha = ۱۳۰^\circ$$

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

ابتدا نسبت فاصله نقطه‌هایA و B از چشمه صوت را به دست می‌آوریم. چون تندی صوت ثابت است، با استفاده از رابطه $X = v\Delta t$، داریم:

$$X = v\Delta t \xrightarrow{v=\text{ثابت}} \frac{r_B}{r_A} = \frac{\Delta t_B}{\Delta t_A}$$

$$\xrightarrow[\Delta t_A = ۰/۳\ s]{\Delta t_B = ۰/۶\ s} \frac{r_B}{r_A} = \frac{۰/۶}{۰/۳} \Rightarrow \frac{r_B}{r_A} = ۲$$

اکنون با داشتن $\Delta\beta = ۳۰\,dB$، نسبت $\frac{I_A}{I_B}$ را به صورت زیر به دست می‌آوریم. دقت کنید، چون $r_A < r_B$ است، $\beta_A > \beta_B$ می‌باشد، در نتیجه، $\Delta\beta = \beta_A - \beta_B = +۳۰\,dB$ است.

$\Delta = ۱۰ \log \frac{I_A}{I_B} \rightarrow$

$\Rightarrow \log \frac{I_A}{I_B} = ۳ \Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = ۱۰^{۳}$

در آخر با استفاده از تعریف شدت صوت داریم:

$I = \frac{P}{A} \xrightarrow{A=۴\pi r^{۲}} P = I \times ۴\pi r^{۲} \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = \frac{I_A}{I_B} \times \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^{۲}$

$\Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = ۱۰^{۳} \times \left(\frac{۱}{۲}\right)^{۲} = \frac{۱۰۰۰}{۴} \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = ۲۵۰$

پاسخ: گزینه ۱

ابتدا سرعت انتشار امواج عرضی در طناب را حساب می‌کنیم:

$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{FL}{m}} = \sqrt{\frac{۴۰۰ \times ۲۵ \times ۱۰^{-۲}}{۴}} = ۵ \frac{m}{s}$

حال با توجه به معادله‌ی حرکت با سرعت ثابت، داریم:

$t = \frac{x}{v} = \frac{۲۵ \times ۱۰^{-۲}}{۵} = ۵ \times ۱۰^{-۲} s = ۰/۰۵s$

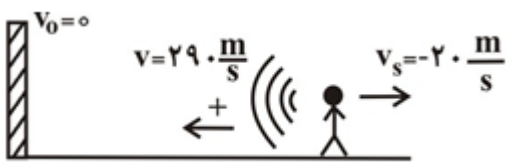
پاسخ: گزینه ۲

گزینهٔ «۲»

چون شنوندهٔ A با تندی ثابت به سمت آمبولانس می‌رود. درمدت زمان یکسان در مقایسه با شنوندهٔ ساکن با جبهه‌های موج بیش‌تری مواجه می‌شود و بسامد احساس آن بیش‌تر از بسامد واقعی می‌شود و چون شنوندهٔ B با تندی ثابت در حال دور شدن از آمبولانس است، در مدت زمان یکسان در مقایسه با شنوندهٔ ساکن با جبهه‌های موج کم‌تری مواجه می‌شود و در نتیجه بسامد احساسی آن کم‌تر از بسامد واقعی می‌شود و هم‌چنین چون آمبولانس ساکن است، لذا تجمع جبهه‌های موج در دو سوی آن یکسان بوده و در نتیجه طول موج دریافتی توسط هریک از دو شنونده با طول موج چشمهٔ موج برابر است.

پاسخ: گزینه ۲

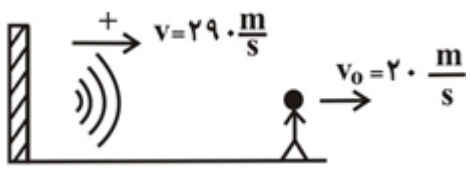
گزینه‌ی «۲»



ابتدا فرض کنید، صخره یک شنونده‌ی ساکن می‌باشد. در این حالت بسامد صوتی که صخره دریافت می‌کند برابر است با: (جهت مثبت از طرف منبع (شخص) به طرف شنونده(صخره) می‌باشد.)

$\frac{f_o}{v-v_o} = \frac{f_s}{v-v_s} \Rightarrow \frac{f_o}{۲۹۰-۰} = \frac{۶۲۰}{۲۹۰+۲۰} \Rightarrow f_o = ۵۸۰Hz$

حال فرض کنید صخره، منبع ساکنی است و صوتی با بسامد۵۸۰Hzرا منتشر می‌کند. بسامد صوتی که شنونده دریافت می‌کند برابر است با: (جهت مثبت از منبع به‌طرف شنونده می‌باشد.)



$\frac{f_o}{v-v_o} = \frac{f_s}{v-v_s} \Rightarrow \frac{f_o}{۲۹۰-۲۰} = \frac{۵۸۰}{۲۹۰-۰} \Rightarrow f_o = ۵۴۰Hz$

پاسخ: گزینه ۱

در یک طناب کشیده شده، وقتی یک تپ عرضی از انتهای ثابت آن بازتاب می‌کند، آن قسمت از تپ که در جلو قرار دارد، همچنان در جلو قرار خواهد داشت. همچنین وقتی تپ به مرز می‌رسد، نیرویی به تکیه‌گاه وارد می‌کند که طبق قانون سوم نیوتون، تکیه‌گاه نیز نیرویی با اندازه برابر و در جهت مخالف به طناب وارد می‌کند. این نیرو تپی در طناب ایجاد می‌کند که در جهت مخالف تپ تابیده، بازتاب می‌شود.

پاسخ: گزینه ۲

گزینهٔ «۲»

ابتدا به کمک رابطه $v = \sqrt{\frac{F.L}{m}}$ تندی موج ایجاد شده در تار سیم را محاسبه می‌کنیم. داریم:

$$v = \sqrt{\frac{F.L}{m}} = \sqrt{\frac{۴۸۶ \times ۱/۵}{۱۰ \times ۱۰^{-۳}}} = \sqrt{۷۲۹۰۰} = ۲۷۰ \frac{m}{s}$$

بسامد موج ایجاد شده در سیم از رابطه $f_n = \frac{nv}{۲L}$ به‌دست می‌آید که در آن n تعداد شکم‌های ایجاد شده در سیم می‌باشد. داریم:

$$f_n = \frac{nv}{۲L} \Rightarrow ۴۵۰ = \frac{n \times ۲۷۰}{۲ \times ۱/۵} \Rightarrow n = ۵$$

بنابراین تعداد گره‌ها برابر است با:

$$n + ۱ = ۶$$

پاسخ: گزینه ۲

ب استفاده از رابطه‌ی اختلاف فاز بین دو نقطه از محیط انتشار یک موج، داریم:

$$\Delta\phi = k\Delta x = \frac{\omega}{v}\Delta x \Rightarrow \frac{۳\pi}{۲} = \frac{۶\pi}{۱۲}\Delta x \Rightarrow \Delta x = ۳m$$

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

ابتدا طول‌موج صوت تولید شده را به سمت می‌آوریم:

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow \lambda = \frac{۳۲۰}{۵۰۰} = ۰/۶۴m \Rightarrow \lambda = ۶۴cm$$

به دلیل اینکه فرستنده صوتی متحرک است، طول‌موج دریافتی در جلوی آن (که گیرنده B قرار گرفته است) کوچکتر از ۶۴cm و طول‌موج دریافتی در پشت سر آن (که گیرنده A قرار گرفته است) بزرگتر از ۶۴cm خواهد بود.

پاسخ: گزینه ۳

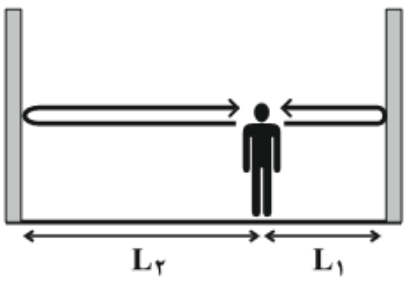
گزینهٔ «۳»

نقاطی که در لحظه نشان داده شده در وسط فشردگی یا وسط کشیدگی قرار گرفته‌اند، در حالت عادی خود هستند و در آن لحظه در مرکز نوسان خود قرار دارند.

پاسخ: گزینه ۲

گزینهٔ «۲»

چون حداقل فاصلهٔ بین دو دیوار خواسته شده است، برای اینکه شخص بتواند هر دو صدا را تشخیص دهد، باید پژواک بازتابیده از دیوار نزدیکتر، ۰/۱ ثانیه بعد و پژواک بازتابیده از دیوار دورتر، ۰/۲ ثانیه بعد (۰/۱ ثانیه دیرتر از پژواک اول) به شخص برسد.



$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow ۳۴۰ = \frac{۲L_۱}{۰/۱} \Rightarrow L_۱ = ۱۷m$$

$$۳۴۰ = \frac{۲L_۲}{۰/۲} \Rightarrow L_۲ = ۳۴m$$

$$L = L_۱ + L_۲ = ۱۷ + ۳۴ = ۵۱m$$

پاسخ: گزینه ۳

با توجه به شکل سؤال، طول موج برابر با $\lambda = ۰/۵m$ و دامنه برابر با $A = ۰/۰۲m$ است. بنابراین با محاسبه بسامد موج و استفاده از رابطه مقدار متوسط توان انتقال انرژی در مدت یک دوره، می‌توان نوشت:

$$\lambda = \frac{v}{f} \xrightarrow{\lambda=۰/۵m, v=۵\frac{m}{s}} ۰/۵ = \frac{۵}{f} \Rightarrow f = ۱۰Hz$$

$$\bar{P} = ۲\pi^۲ A^۲ f^۲ \mu v \xrightarrow{\mu=۰/۰۳\frac{kg}{m}}$$
$$\bar{P} = ۲ \times ۱۰ \times (۰/۰۲)^۲ \times ۱۰^۲ \times ۰/۰۳ \times ۵ \Rightarrow \bar{P} = ۰/۱۲W$$

پاسخ: گزینه ۲

زاویه‌ای که جبهه‌های موج تخت با سطح مانع تخت می‌سازند معادل زاویه‌ای است که پرتوی تابیده با خط عمود بر سطح مانع تخت (زاویه تابش) می‌سازد. بنابراین زاویه بین جبهه‌های موج تابیده و بازتابیده معادل زاویه بین پرتوی تابش و بازتابش از سطح مانع تخت است. در نتیجه طبق توضیحات داده شده و قانون بازتاب عمومی داریم:

زاویه تابش = ۳۰° ⇒ زاویه بازتابش = ۳۰°

زاویه بین جبهه‌های موج تابیده و بازتابیده = زاویه بین پرتوهای تابش و بازتابش = ۶۰°

پاسخ: گزینه ۳

تندی اتومبیل بر حسب متر بر ثانیه برابر است با:

$$۱۲۶\frac{km}{h} = ۳۵\frac{m}{s}$$

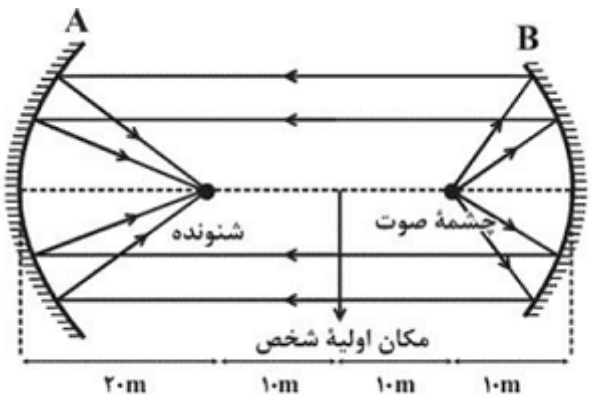
اگر پژواک صدای بوق بعد از t ثانیه به گوش راننده برسد، اتومبیل در این مدت به اندازه (۳۵t) متر دیگر به دیوار نزدیک خواهد شد. پس صوت بوق از لحظه ایجاد و پس از بازتاب از دیوار تا رسیدن به راننده مسافتی به‌صورت $l = ۳۰۰ + (۳۰۰ - ۳۵t)$ را طی می‌کند.

$$s = \frac{l}{\Delta t} \Rightarrow ۳۴۰ = \frac{(۳۰۰)+(۳۰۰-۳۵t)}{t}$$

$$\Rightarrow ۳۴۰ = \frac{۶۰۰-۳۵t}{t} \Rightarrow ۳۷۵t = ۶۰۰ \Rightarrow t = ۱/۶s$$

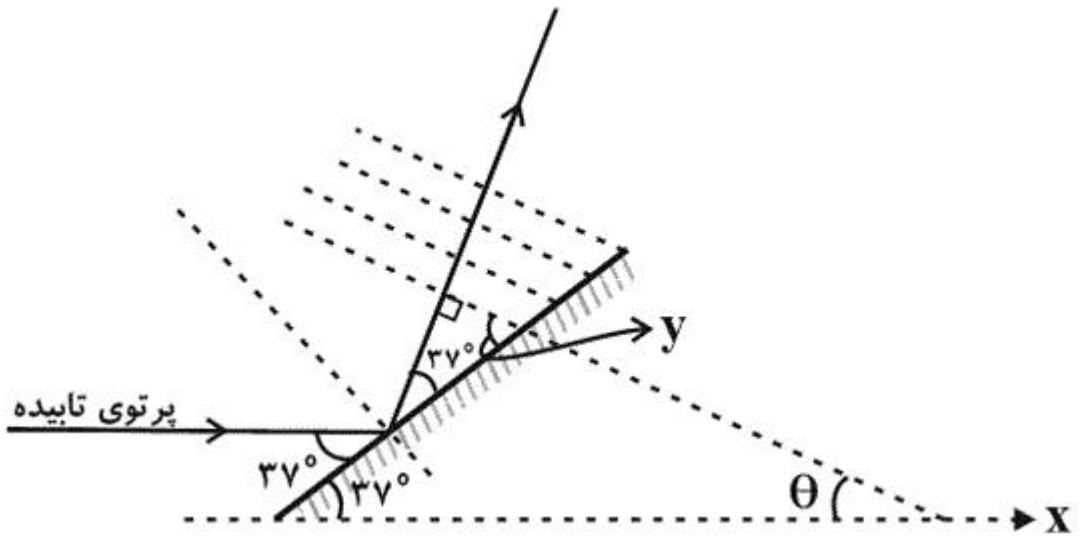
پاسخ: گزینه ۴

وقتی شخص اول موج صوتی ایجاد می‌کند، به دلیل این‌که شخص در کانون سطح کاو B قرار دارد، پرتوهای موج همگی موازی محور اصلی از سطح کاو B بازتاب می‌کنند. چون این پرتوها موازی محور اصلی به سطح کاو A می‌رسند، پس بازتاب آن‌ها همگی از فاصلهٔ کانونی سطح کاو A عبور می‌کنند. پس شخص ۱۰م باید روی کانون سطح کاو A قرار گیرد: یعنی طبق شکل شخص باید ۱۰m در جهت چپ (به سمت کانون سطح کاو A) حرکت کند.



پاسخ: گزینه ۴

با توجه به قانون بازتاب عمومی، پرتوی بازتابیده را رسم می‌کنیم.



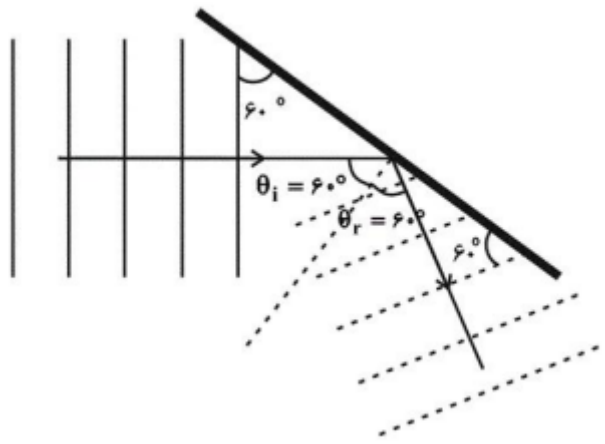
با توجه به این‌که در هر مثلث، زاویه خارجی برابر با مجموع دو زاویه داخلی غیرمجاور است، داریم:

$۳۷^\circ + ۹۰^\circ + y = ۱۸۰^\circ \Rightarrow y = ۵۳^\circ$

$y = \theta + ۳۷^\circ \Rightarrow ۵۳^\circ = \theta + ۳۷^\circ \Rightarrow \theta = ۱۶^\circ$

پاسخ: گزینه ۴

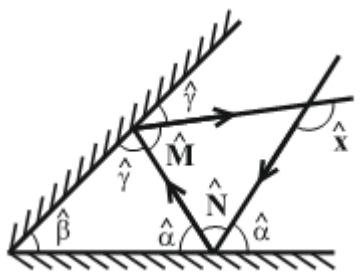
ابتدا زاویه تابش و بازتابش پرتوی موج تابیده به مانع تخت را می‌یابیم. با توجه به این‌که زاویه تابش (θ_i) و زاویه بازتاب (θ_r) با هم برابرند، با رسم خط عمود در محل برخورد پرتوی موج تابیده به مانع تخت، می‌بینیم $\theta_i = \theta_r = ۶۰^\circ$ است.



از طرف دیگر، چون جبهه‌های موج بازتابیده عمود بر پرتوی موج بازتابیده است، مطابق شکل، زاویه برخورد جبهه‌های موج بازتابیده با سطح مانع تخت برابر $\theta = ۶۰^\circ$ است.

پاسخ: گزینه ۲

مطابق شکل زیر و با استفاده از قانون بازتاب عمومی امواج، داریم:



$۲\hat{\alpha} + \hat{N} = ۱۸۰^\circ \Rightarrow \hat{N} = ۱۸۰^\circ - ۲\hat{\alpha} \quad (۱)$

$۲\hat{\gamma} + \hat{M} = ۱۸۰^\circ \Rightarrow \hat{M} = ۱۸۰ - ۲\hat{\gamma} \quad (۲)$

$\hat{\alpha} + \hat{\beta} + \hat{\gamma} = ۱۸۰^\circ \Rightarrow \hat{\beta} = ۱۸۰^\circ - (\hat{\alpha} + \hat{\gamma}) \quad (۳)$

با توجه به این‌که در مثلث، زاویه خارجی برابر با مجموع دو زاویه داخلی غیر مجاور است، داریم:

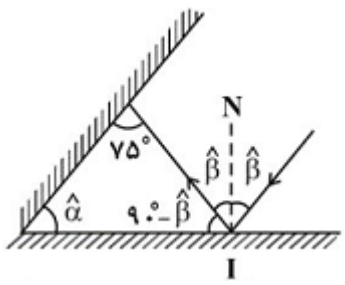
$\hat{x} = \hat{N} + \hat{M} \xrightarrow{(۱),(۲)} \hat{x} = ۱۸۰^\circ - ۲\hat{\alpha} + ۱۸۰^\circ - ۲\hat{\gamma}$

$= ۲(۱۸۰^\circ - (\hat{\alpha} + \hat{\gamma})) \xrightarrow{(۳)} \hat{x} = ۲\hat{\beta}$

پاسخ: گزینه ۱

ا تو ... بس (بازتابش

$$\widehat{\alpha} + ۷۵^\circ + (۹۰^\circ - \widehat{\beta}) = ۱۸۰^\circ$$
$$\Rightarrow \widehat{\alpha} + ۱۶۵^\circ - \widehat{\beta} = ۱۸۰^\circ$$
$$\Rightarrow \widehat{\alpha} - \widehat{\beta} = ۱۸۰^\circ - ۱۶۵^\circ$$
$$\Rightarrow \widehat{\alpha} - \widehat{\beta} = ۱۵^\circ$$



پاسخ: گزینه ۴

گزینهٔ «۴»

طبق معادلهٔ تندی امواج الکترومغناطیسی در خلأ داریم:

$$c = \frac{۱}{\sqrt{\mu_۰ \varepsilon_۰}} \Rightarrow [c] = [\varepsilon_۰ \mu_۰]^{-\frac{۱}{۲}}$$

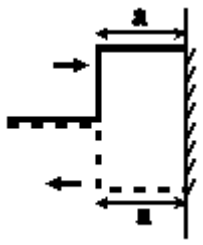
$$\Rightarrow \frac{m}{s} = [\varepsilon_۰ \mu_۰]^{-\frac{۱}{۲}} \Rightarrow \varepsilon_۰ \mu_۰ = \frac{s^۲}{m^۲}$$

پاسخ: گزینه ۲

وقتی تپ به تکیه‌گاه می‌رسد، نیرویی به آن وارد می‌کند و طبق قانون سوم نیوتون، تکیه‌گاه نیز نیرویی با اندازه برابر و در جهت مخالف بر ریسمان وارد می‌کند که این نیرو در محل تکیه‌گاه، تپی در ریسمان ایجاد می‌کند که در خلاف جهت تپ تابیده، حرکت می‌کند.

پاسخ: گزینه ۲

گزینهٔ «۲»



با حرکت تپ عرضی در طناب، زمانی که شکل تپ به‌صورت مقابل می‌شود، برای یک لحظه تداخل ویرانگر رخ داده و طناب به‌صورت افقی خواهد بود. برای این موضوع تپ باید به اندازهٔ ۲a با تندی v حرکت کند و در نتیجه مدت زمان لازم برای این حرکت برابر است با: $t = \frac{۲a}{v}$

پاسخ: گزینه ۱

صوت با سرعت ثابت طول لوله را در مدت $\frac{۱}{۲۰۰}s$ طی می‌کند.

$$\text{سرعت صوت} = v = \frac{L}{\Delta t} = \frac{L}{\frac{۱}{۲۰۰}} \Rightarrow v = ۲۰۰L$$

با توجه به رابطه بسامد هماهنگ‌های لوله‌های صوتی با یک انتهای بسته، داریم:

$$f_{(۲n-۱)} = \frac{(۲n-۱)v}{۴L} \Rightarrow f_۳ = \frac{۳v}{۴L} = \frac{۳\times ۲۰۰L}{۴L} \Rightarrow f_۳ = ۱۵۰Hz$$

پاسخ: گزینه ۲

اختلاف فاز دو موجی که هم‌زمان به نقطه M می‌رسند، به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\Delta\varphi = k|d_۲ - d_۱| \xrightarrow{k=\frac{۲\pi}{\lambda}} \Delta\varphi = \frac{۲\pi}{۲۰}|۸۰ - ۵۰|$$

پرا

پاسخ: گزینه ۱

گزینه «۱»

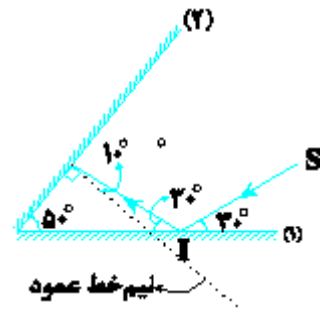
طبق رابطه $\lambda = vT$، با ثابت بودن دوره، طول موج با تندی انتشار نسبت مستقیم دارد. بنابراین می‌توان نوشت: $\frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{۵۰}{۶۰} = \frac{۵}{۶}$

پاسخ: گزینه ۳

گزینه ۳

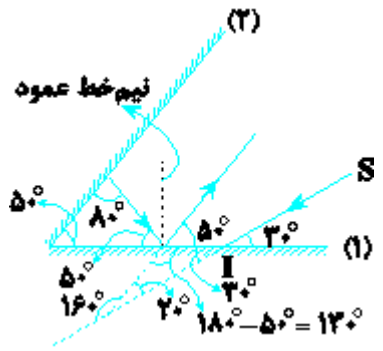
با توجه به قانون بازتاب، زاویه تابش و بازتابش با هم برابر است:

مسیر پرتو را پس از بازتاب از آینه (۱) مطابق شکل زیر مشخص می‌کنیم، زاویه بازتاب پرتو در آینه (۲)، ۱۰° است.



اکنون مسیر بازتاب پرتو از آینه (۲) را رسم می‌کنیم.

با توجه به این‌که زاویه تابش با بازتابش برابر است و مجموع زوایای داخل مثلث ۱۸۰° است، داریم:



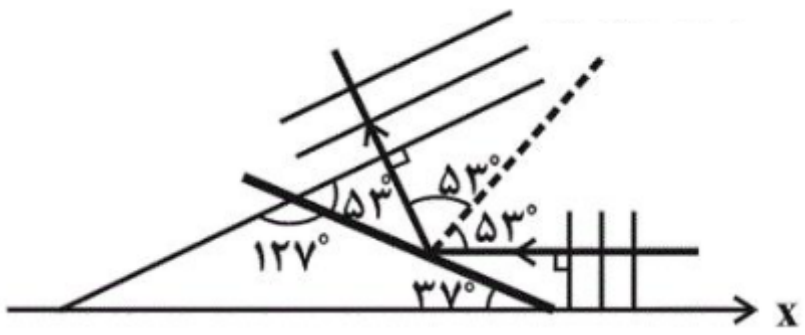
بنابراین با توجه به شکل زاویه بین امتداد پرتوی بازتاب و پرتو تابش ۱۶۰° است.

پاسخ: گزینه ۲

گزینه ی «۲»

با توجه به شکل زاویهٔ تابش برابر با ۵۳° است. از قانون بازتاب می‌دانیم که زاویهٔ تابش و بازتابش با هم برابرند. با محاسبه زاویه‌ها در شکل، زاویه بین جبهه‌های بازتابی و محور x برابر ۱۶° است.

جبهه باز تابیده



پاسخ: گزینه ۱

ابتدا شدت صوت را حساب می‌کنیم:

$\beta = ۱۰ \log \frac{I}{I_۰} \rightarrow \ldots$

$\Rightarrow ۹ - ۰/۳ = \log \frac{I}{I_۰} \Rightarrow \log ۱۰^{۹} - \log ۲ = \log \frac{I}{I_۰}$

$\Rightarrow \log \frac{۱۰^{۹}}{۲} = \log \frac{I}{I_۰} \Rightarrow \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} = \frac{۱۰^{۹}}{۲} \Rightarrow I = ۵ \times ۱۰^{-۴} \frac{W}{m^۲}$

حال با استفاده از رابطه‌ی شدت صوت داریم:

$I = \frac{P}{۴\pi r^۲} \Rightarrow ۵ \times ۱۰^{-۴} = \frac{P}{۴ \times ۳ \times ۱۰۰^{۲}} \Rightarrow P = ۶۰W$

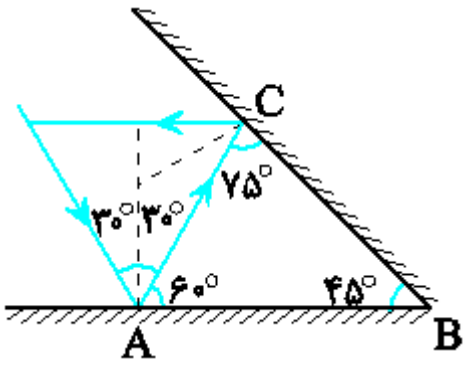
پاسخ: گزینه ۱

مطابق قانون بازتاب نور، زاویهٔ تابش با زاویهٔ بازتاب برابر است. بنابراین با توجه به این‌که زاویهٔ بین دو آینه برابر ۴۵° است، لذا در مثلث $\overset{\Delta}{ABC}$

زاویهٔ C برابر است با $\hat{C} = ۱۸۰ - (۴۵ + ۶۰) = ۷۵^{\circ}$.

زاویهٔ بازتاب برابر با زاویهٔ تابش و برابر با زاویه‌ای است که پرتو نور تابیده شده به آینهٔ دوم با نیم‌خط عمود می‌سازد؛ لذا زاویهٔ بازتاب از آینهٔ دوم برابر است با:

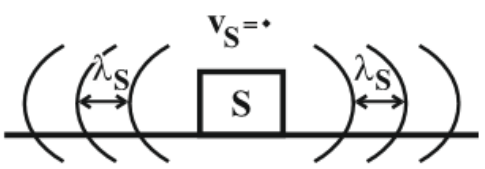
$\hat{R} = ۹۰ - ۷۵ = ۱۵^{\circ}$



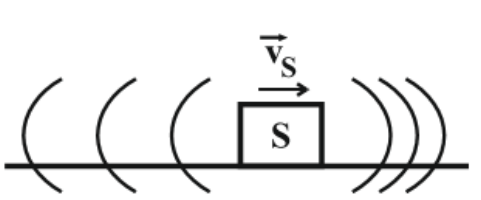
پاسخ: گزینه ۴

گزینهٔ «۴»

در حال سکون:



در حال حرکت:



طول‌موج در جلوی چشمه کمتر از λ_s و در پشت چشمه بیشتر از λ_s است، بنابراین تجمع جبهه‌های موج در جلو بیشتر و در پشت کمتر از حالتی است که چشمه ساکن است.

پاسخ: گزینه ۲

گزینهٔ «۲»

شخص زمانی می‌تواند صدای پژواک خود را بشنود که حداقل فاصله زمانی بین دو پژواک ۰/۱ ثانیه باشد.

$d_۱ = ۲d + vt_۱ \xrightarrow{t_۱ = t_۲ + ۰/۱} d_۱ = ۲d + v(t_۲ + ۰/۱)$

$d_۲ = ۲d - vt_۲ \Rightarrow d_۲ = ۲d - vt_۲$

$t_۲$ $\xrightarrow[v=۲۰\frac{m}{s}]{\frac{d_۱}{v_{صوت}}}$ ۳۲۰(۱)

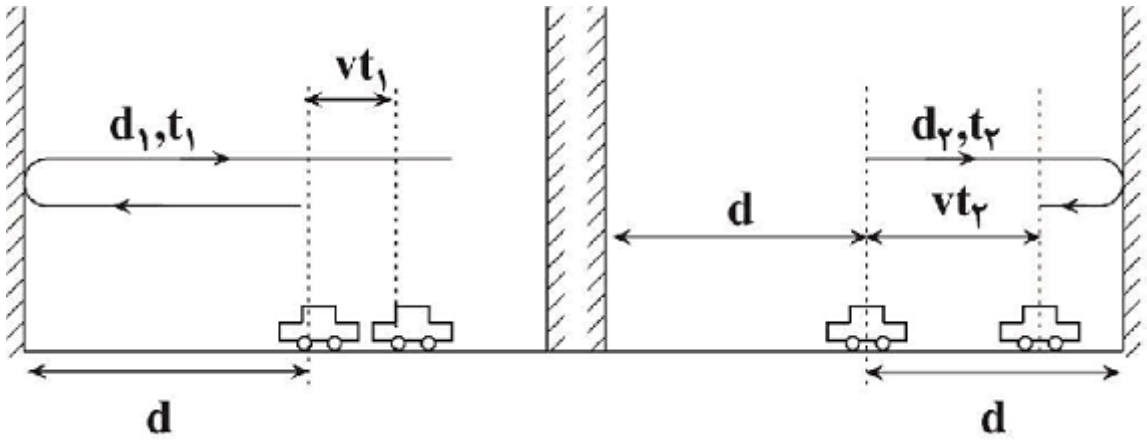
$\Rightarrow ۲d - ۳۲۰t_۲ = ۳۲$ (۱)

$t_۲ = \frac{d_۲}{v_{صوت}} \xrightarrow[v=۲۰\frac{m}{s}]{v_{صوت}=۳۴۰\frac{m}{s}} ۳۴۰t_۲ = ۲d - ۲۰t_۲$

$\Rightarrow ۳۶۰t_۲ = ۲d$(۲)

(۱) و (۲) $\Rightarrow ۳۶۰t_۲ - ۳۲۰t_۲ = ۳۲ \Rightarrow t_۲ = \frac{۳۲}{۴۰} = ۰/۸s$

$\xrightarrow{۲d=۳۶۰t_۲}$فاصله بین دو صخره $= ۳۶۰ \times ۰/۸ = ۲۸۸m$



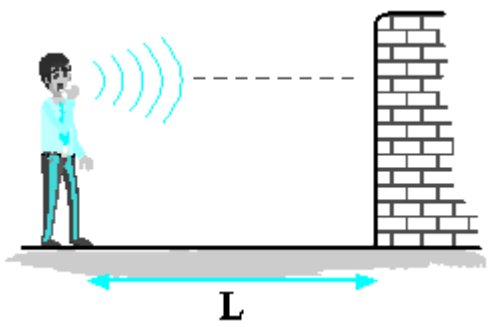
پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

اگر تأخیر زمانی بین صوت تابشی و صوت بازتابیده حداقل $t = ۰/۱s$ باشد گوش انسان می‌تواند پژواک را از صوت اولیه تمیز دهد. بنابراین، با توجه به این‌که تندی صوت در هوا $v = ۳۴۰ m/s$ است، با استفاده از رابطه $x = vt$، مسافت کمینه را به‌دست می‌آوریم. دقت کنید، چون زمان رفت و برگشت صوت $۰/۱s$ است. مسافت طی شده توسط آن دو برابر فاصله بین چشمه صوت و سطح بازتابنده می‌باشد.

$x = vt \xrightarrow[t=۰/۱s]{x=۲L\ ,\ v=۳۴۰\ m/s} ۲L = ۳۴۰ \times ۰/۱$

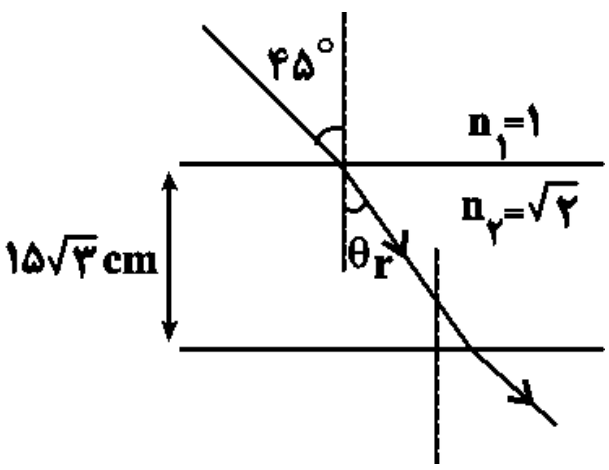
$\Rightarrow L = \frac{۳۴}{۲} \Rightarrow L = ۱۷\,m$



پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

ابتدا با استفاده از قانون شکست اسنل، داریم:



$n_۱ \sin\theta_i = n_۲ \sin\theta_r$

$n\theta$

$$\Rightarrow \sin\theta_r = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \theta_r = ۳۰^\circ$$

حال فاصله AB را حساب می‌کنیم.

$$\cos\theta_r = \frac{L}{\overline{AB}} \Rightarrow \frac{\sqrt{۳}}{۲} = \frac{۱۵\sqrt{۳}}{\overline{AB}} \Rightarrow \overline{AB} = ۳۰\,cm$$

تندی نور در این محیط برابر است با:

$$v = \frac{c}{n} = \frac{۳\times۱۰^{۸}}{\sqrt{۲}}\ \frac{m}{s}$$

بنابراین مدت زمانی که طول می‌کشد تا این پرتو فاصله AB را طی کند، برابر است با:

$$V = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \frac{۳\times۱۰^{۸}}{\sqrt{۲}} = \frac{۰/۳}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \sqrt{۲}\times۱۰^{-۹}\,s = \sqrt{۲}\,ns$$

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

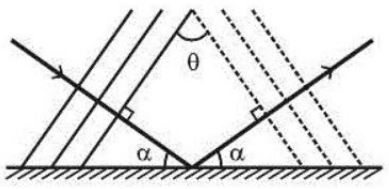
سدت یک صوت با مجذور دامنه و بسامد رابطه مستقیم و با مجذور فاصله از چشمه صوت رابطه عکس دارد:

$$\frac{I_۲}{I_۱} = \left(\frac{d_۱}{d_۲}\right)^{۲}\times\left(\frac{A_۲}{A_۱}\right)^{۲}\times\left(\frac{f_۲}{f_۱}\right)^{۲} \Rightarrow \frac{I_۲}{I_۱} = \left(\frac{d}{۲d}\right)^{۲}\times\left(\sqrt{۸}\right)^{۲}\times(۴)^{۲} = ۳۲$$

$$\Delta\beta = ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱} = ۱۰\log ۳۲ = ۱۰\log ۲^{۵} = ۱۰\times۵\log ۲$$

$$= ۱۰\times۵\times(۰/۳) = ۱۵dB$$

پاسخ: گزینه ۲

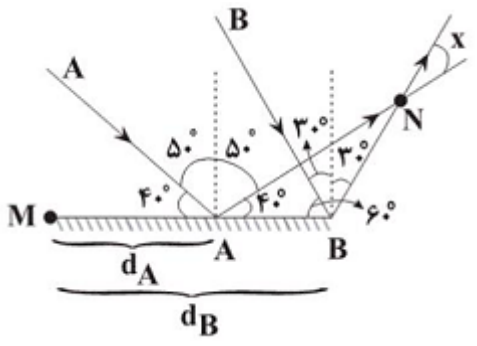


پرتوهای تابیده و بازتابیده بر جبهه‌های موج تخت تابیده و بازتابیده عمود هستند. از طرفی زاویه تابش و زاویه بازتابش همواره با هم برابر است. با توجه به این که مجموع زوایای داخلی هر چهارضلعی برابر با ۳۶۰° است، داریم:

$$۱۸۰^\circ - ۲\alpha + \hat{\theta} + ۹۰^\circ + ۹۰^\circ = ۳۶۰^\circ \Rightarrow \hat{\theta} = ۲\alpha$$

پاسخ: گزینه ۴

در مثلث $\overset{\Delta}{ABN}$ مجموع زوایا برابر با ۱۸۰° است بنابراین، داریم:

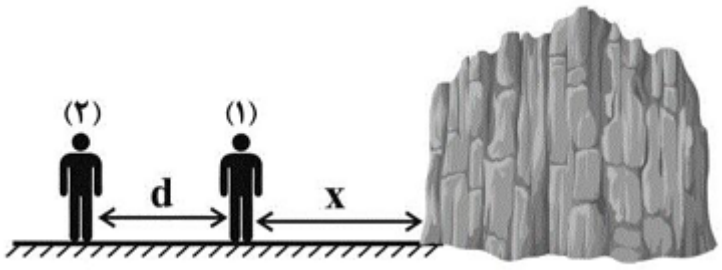


$$x = ۱۸۰^\circ - ۴۰^\circ - ۱۲۰^\circ = ۲۰^\circ$$

از طرفی از روی شکل مشخص است $d_B > d_A$ است.

پاسخ: گزینه ۲

دانش‌آموز (۲) ابتدا صدای فریاد دانش‌آموز(۱) و سپس پژواک آن‌را می‌شنود. اگر t_1 را زمان رسیدن صدای دانش‌آموز (۱) به دانش‌آموز (۲) و t_2 را زمان رسیدن صدای دوم (ناشی از پژواک) به دانش‌آموز (۲) در نظر بگیریم، داریم:



$$t_1 = \frac{d}{v}$$

$$t_2 = \frac{d+2x}{v}$$

$$t_2 - t_1 = 0/4 \Rightarrow \frac{d+2x}{v} - \frac{d}{v} = 0/4$$

$$\frac{2x}{320} = 0/4 \Rightarrow x = 64m$$

پاسخ: گزینه ۳

طبق قانون شکست اسنل برای محیط‌های شفاف (۱) و (۲) و همچنین محیط‌های شفاف (۲) و (۳) داریم:

$$\left.\begin{matrix} n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2 \\ n_2 \sin\theta_2 = n_3 \sin\theta_3 \end{matrix}\right\} \Rightarrow n_1 \sin\theta_1 = n_3 \sin\theta_3$$

$$\xrightarrow{n=\frac{c}{v}} \frac{\sin\theta_1}{v_1} = \frac{\sin\theta_3}{v_3} \Rightarrow \frac{v_3}{v_1} = \frac{\sin\theta_3}{\sin\theta_1}$$

$$\Rightarrow \frac{v_3}{v_1} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 45^\circ} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{\sqrt{2}}{2}} \Rightarrow \frac{v_3}{v_1} = \frac{\sqrt{6}}{2}$$

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

طبق تعریف، زاویه تابش برابر با زاویه بین جبهه‌های موج تابشی و سطح جدایی دو محیط است و زاویه شکست زاویه بین جبهه‌های موج شکست و سطح جدایی دو محیط است.

حال با استفاده از قانون شکست عمومی داریم:

$$\frac{\text{Sin}\,\theta_2}{\text{Sin}\,\theta_1} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow \frac{\sin 30^\circ}{\sin 45^\circ} = \frac{V_2}{V_1}$$

$$\Rightarrow \frac{\frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \sqrt{2}$$

پاسخ: گزینه ۴

گزینه‌ی «۴»

در صورتی که جسم و آینه‌ی تخت هر دو در یک جهت حرکت کنند، آنگاه سرعت انتقال تصویر نسبت به شخص برابر است با $|2v' - 2v|$که v'وvبه‌ترتیب سرعت جسم و آینه می‌باشد:

تغییر فاصله‌ی شخص از تصویرش در مدت زمان$t = |2v' - 2v| \times t$

$= |2 \times 5 - 2 \times 2/5| \times 2 = 10m$

پاسخ: گزینه ۳

چون بزرگنمایی تصویر حقیقی کوچکتر از ۱ است، بنابراین جسم حارج از عدسی و تصویر حقیقی آن بین ۲ و ۲۲ تشکیل شده است.

با استفاده از رابطه عدسی‌های همگرا زمانی‌که تصویر حقیقی است، می‌توان نوشت:

$$\frac{۱}{p}+\frac{۱}{q}=\frac{۱}{f} \Rightarrow \frac{۱}{p_۱}+\frac{۱}{q_۱}=\frac{۱}{p_۲}+\frac{۱}{q_۲}$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{p_۱}-\frac{۱}{p_۲}=\frac{۱}{q_۲}-\frac{۱}{q_۱} \Rightarrow \frac{p_۲-p_۱}{p_۱ p_۲}=\frac{-(q_۲-q_۱)}{q_۱ q_۲}$$

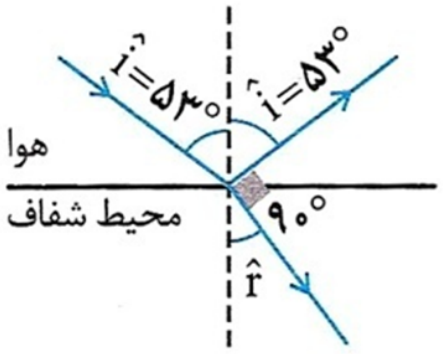
$$\Rightarrow \frac{\Delta p}{p_۱ p_۲}=\frac{-\Delta q}{q_۱ q_۲} \Rightarrow \frac{\Delta q}{\Delta p}=-\frac{q_۱}{p_۱}\times\frac{q_۲}{p_۲} \Rightarrow \frac{\Delta q}{\Delta p}=-m_۱ m_۲$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta q}{۱۰}=-۲\times\frac{۱}{۵} \Rightarrow \Delta q=-۴cm \Rightarrow |\Delta q|=۴cm$$

پاسخ: گزینه ۱

گزینه «۱»

ابتدا با توجه به شکل مقابل و با در نظر گرفتن این مطلب که مجموع زوایای نیم صفحه برابر با ۱۸۰° است، زاویه شکست (β) را به دست می‌آوریم:



$$\hat{i}+۹۰^\circ+\beta=۱۸۰^\circ \xrightarrow{\hat{i}=۵۳^\circ} ۵۳^\circ+۹۰^\circ+\beta=۱۸۰^\circ \Rightarrow \beta=۳۷^\circ$$

اکنون به کمک قانون شکست اسنل، ضریب شکست محیط شفاف ($n_۲$) را به دست می‌آوریم، داریم:

$$n_۱ \sin\hat{i}=n_۲ \sin\hat{r} \xrightarrow[n_۱=n_{هوا}=۱]{\hat{i}=۵۳^\circ \ , \ \hat{r}=۳۷^\circ}$$

$$۱\times \sin ۵۳^\circ = n_۲ \times \sin ۳۷^\circ \xrightarrow[\sin ۳۷^\circ=۰/۶]{\sin ۵۳^\circ=۰/۸}$$

$$۱\times ۰/۸=n_۲\times ۰/۶ \Rightarrow n_۲=\frac{۰/۸}{۰/۶}=\frac{۴}{۳}$$

پاسخ: گزینه ۴

گزینهٔ «۴»

در شرایط یکسان هر چه طول‌موج موجی بیشتر باشد، دچار پراش بیشتری می‌شود. از طرفی با توجه به رنگ پرتوها، موج aدارای بزرگ‌ترین طول‌موج و موج dدارای کوچک‌ترین طول‌موج است. بنابراین گزینه «۴» صحیح است.

پاسخ: گزینه ۲

گزینهٔ «۲»

با استفاده از رابطهٔ شدت صوت، داریم:

$$I=\frac{P}{A} \Rightarrow \frac{I_۲}{I_۱}=\frac{P_۲}{P_۱}\times\left(\frac{r_۱}{r_۲}\right)^۲$$

$$\xrightarrow[r_۲=۲r_۱]{P_۲=۰/۸P_۱} \frac{I_۲}{I_۱}=۰/۸\times\frac{۱}{۴}=۰/۲$$

حال با استفاده از رابطهٔ تراز شدت یک صوت، داریم:

$$\beta=۱۰\log\frac{I}{I_۰}$$

$\frac{I_2}{I_1} = ۱۰^{\log ۰/۰۱}$ - I

$\Rightarrow \Delta\beta = -۷dB$

پاسخ: گزینه ۴

گزینه «۴»

در آب: $\frac{w_2}{w_1} = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow \frac{w_{آب}}{۰/۶} = \frac{۱}{\frac{۴}{۳}} \Rightarrow w_{آب} = \frac{۶}{۱۰} \times \frac{۳}{۴} = \frac{۹}{۲۰} = ۰/۴۵mm$

در بنزن: $\frac{w_2}{w_1} = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow \frac{w_{بنزن}}{۰/۶} = \frac{۱}{\frac{۳}{۲}} \Rightarrow w_{بنزن} = \frac{۶}{۱۰} \times \frac{۲}{۳} = \frac{۴}{۱۰} = ۰/۴mm$

$w_{آب} - w_{بنزن} = ۰/۴۵ - ۰/۴ = ۰/۰۵mm$

پاسخ: گزینه ۳

گزینهٔ «۳»

با استفاده از رابطهٔ $\beta = ۱۰ \log \frac{I}{I_۰}$، می‌توان نوشت:

$۱۰۰ = ۱۰ \log \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \Rightarrow ۱۰^{۱۰} = \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \Rightarrow I = ۱۰^{-۲} \frac{W}{m^۲}$

حال با توجه به رابطهٔ شدت یک صوت، داریم:

$I = \frac{P_{av}}{A} \Rightarrow ۱۰^{-۲} = \frac{P_{av}}{۴ \times ۳ \times ۵۰^۲} \Rightarrow P_{av} = ۳۰۰W$

بنابراین $۲۰۰W = ۳۰۰ - ۵۰۰$ از توان اولیهٔ منبع توسط محیط جذب شده است. بنابراین:

درصد اتلاف $= (\frac{۳۰}{۵۰} - ۱) \times ۱۰۰ = -۴۰ \%$

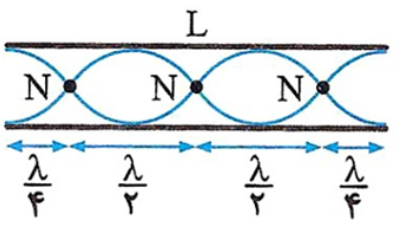
پاسخ: گزینه ۴

هرچه ابعاد روزنه نسبت به طول‌موج بزرگ‌تر باشد، پدیده پراش کمتر رخ می‌دهد. پدیده پراش هنگام عبور موج از لبه‌های مانعی که ابعاد آن در حدود طول‌موجِ موج باشد نیز رخ می‌دهد. در هنگام پراش نوری تکفام از لبه‌های باریک و تیز، نوارهای روشن و تاریک روی پرده تشکیل می‌شود.

پاسخ: گزینه ۴

گزینهٔ «۴»

در ابتدا با رسم نقش موج صوتی ایجاد شده، طول موج مُد سوم لوله را می‌یابیم. دقت کنید در مُد سوم، سه گره ایجاد می‌شود.



$L = \frac{\lambda}{۴} + \frac{\lambda}{۲} + \frac{\lambda}{۲} + \frac{\lambda}{۴} \Rightarrow L = ۳\frac{\lambda}{۲} \xrightarrow{L=۴۰cm} \lambda = \frac{۸۰}{۳}cm$

حال برای تعین بسامد مربوط به این مُد می‌توان نوشت:

$\lambda = \frac{v}{f} \xrightarrow[v=۳۲۰\ m/s]{\lambda=\frac{۸۰}{۳}cm = \frac{۸}{۳۰}m} \frac{۸}{۳۰} = \frac{۳۲۰}{f} \Rightarrow f = ۱۲۰۰Hz$

پاسخ: گزینه ۴

$f_n = \frac{nv}{۲L} \Rightarrow f_n = \frac{n}{۲L}\sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow f_n = \frac{n}{۲L}\sqrt{\frac{Mg}{\mu}}$

گزینه اول صحیح است؛ چون تعداد شکم (n) با جذر جرم وزنه آویزان رابطه عکس دارد.

گزینه دوم صحیح است؛ چون تعداد شکم با بسامد رابطه مستقیم دارد.

گزینه سوم صحیح است؛ چون تعداد شکم با جذر جرم واحد طول رابطه مستقیم دارد.

دقت کنید در یک طناب با دو انتهای ثابت، تعداد شکم برابر با (n) و تعداد گره برابر با (n + ۱) است، بنابراین با کاهش تعداد شکم‌ها، تعداد گره‌ها نیز کاهش خواهد یافت.

پاسخ: گزینه ۳

ابتدا از رابطه‌ی $f_n = \frac{nv}{2L}$ سرعت انتشار موج عرضی در تار را حساب می‌کنیم. دقت کنید چون در طول تار ۴ گره تشکیل شده است، $n = ۴ - ۱ = ۳$ است.

$$f_n = \frac{nv}{2L} \xrightarrow{f_۳=۱۵۰Hz\ ,\ n=۳\ ,L=۰/۶m} ۱۵۰ = \frac{۳v}{۲ \times ۰/۶}$$

$$\Rightarrow v = ۶۰\frac{m}{s}$$

اکنون از رابطه‌ی $v = \sqrt{\frac{F.L}{m}}$ نیروی کشش تار را که برابر وزن جسم آویخته شده به انتهای تار است، به‌دست می‌آوریم و سپس جرم آن‌را حساب می‌کنیم.

$$v = \sqrt{\frac{F.L}{m}} \xrightarrow{m=۰/۰۰۲kg\ ,L=۰/۶m,v=۶۰\frac{m}{s},F=Mg}$$

$$۶۰ = \sqrt{\frac{M \times ۱۰ \times ۰/۶}{۰/۰۰۲}} \Rightarrow ۳۶۰۰ = \frac{۶M}{۰/۰۰۲}$$

$$\Rightarrow M = ۱/۲kg \Rightarrow M = ۱۲۰۰g$$

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

$$f_۳ - f_۱ = f_۴ - f_۲ = ۳۲۰ - ۱۶۰ = ۱۶۰$$

پاسخ: گزینه ۱

اختلاف راه نقاط ویرانگر از چشمه‌های موج باید مضرب فردی از $\frac{\lambda}{۲}$ باشد.

$$\Delta d = (۲n - ۱)\frac{\lambda}{۲} \Rightarrow ۱۲۰ - ۱۵ = (۲n - ۱)\frac{\lambda}{۲} \Rightarrow \lambda = \frac{۲۱۰}{۲n-۱}$$

$$n = ۱ \Rightarrow \lambda = \frac{۲۱۰}{۱} = ۲۱۰cm$$

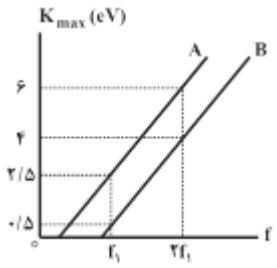
$$n = ۲ \Rightarrow \lambda = \frac{۲۱۰}{۳} = ۷۰cm$$

$$n = ۳ \Rightarrow \lambda = \frac{۲۱۰}{۵} = ۴۲cm$$

$$n = ۴ \Rightarrow \lambda = \frac{۲۱۰}{۷} = ۳۰cm$$

به ازاء $\lambda = ۱۸cm$، عدد صحیحی برای n به‌دست نمی‌آوریم.

① نمودار بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها بر حسب بسامد نور فرودی برای دو فلز A و B در آزمایش فوتوالکتریک مطابق شکل زیر است. بسامد آستانه فوتوالکترون‌های فلز A چند برابر فلز B است؟



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

② تابع کار فلزی ۱/۷ الکترون‌ولت است. اگر طول‌موج قطع فلز ۴ برابر طول‌موج نور تابشی به این فلز باشد، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های خروجی از این فلز، چند الکترون‌ولت است؟

۱) ۶/۸
۲) ۵/۱
۳) ۳/۴
۴) ۴/۸

③ در آزمایش فوتوالکتریک، طول موج قطع یک فلز ۳۱۰ نانومتر است. اگر به این فلز نور فرابنفش به طول موج ۲۰۰ نانومتر بتابانیم، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های جدا شده چند الکترون ولت می‌شود؟ $(hc = ۱۲۴۰eV \cdot nm)$

۱) ۱/۲
۲) ۲/۲
۳) ۳/۶
۴) ۴/۸

④ درپدیده فوتوالکتریک چگونه می توانیم بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون های خارج شده از فلز را افزایش دهیم؟

۱) سطح الکترودی که نور به آن می تابد را افزایش دهیم.
۲) طول‌موج پرتو فرودی بر الکترود را کاهش دهیم.
۳) به جای یک لامپ از دو لامپ با همان ویژگی‌ها برای تابش فوتون استفاده کنیم.
۴) بسامد پرتو فرودی را کاهش دهیم.

⑤ انرژی چند فوتون با طول‌موج ۵ میکرومتر با انرژی یک فوتون اشعه گاما با طول موج ۰/۲پیکومتر برابر است؟

۱) ۲۵
۲) ۴×۱۰^{-۷}
۳) $۲/۵ \times ۱۰^{۷}$
۴) ۴×۱۰^{۷}

⑥ در اتم هیدروژن، الکترون در دومین حالت برانگیخته قرار دارد. بلندترین طول‌موج تابشی در این حالت چند برابر کوتاه‌ترین طول‌موج تابشی است؟

۱) ۶/۴
۲) ۵/۴
۳) ۹
۴) ۴/۸

⑦ بسامد دومین خط رشته لیمان $(n' = ۱)$ در طیف اتم هیدروژن چند هرتز است؟ ($c = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}$ و $R = ۱۰^{-۲} (nm)^{-۱}$)

۱) $\frac{۹}{۴} \times ۱۰^{۱۵}$
۲) $\frac{۸}{۳} \times ۱۰^{۱۵}$
۳) $\frac{۹}{۴} \times ۱۰^{۱۶}$
۴) $\frac{۸}{۳} \times ۱۰^{۱۶}$

⑧ طیف حاصل از رشته داغ یک لامپ روشن ..... و طیف حاصل از یک گاز رقیق و کم‌فشار ..... نامیده می‌شود.

۱) گسیلی خطی – گسیلی خطی
۲) گسیلی پیوسته – گسیلی پیوسته
۳) گسیلی پیوسته – گسیلی خطی
۴) گسیلی خطی – گسیلی پیوسته

(۹) الکترونی در اتم هیدروژن در حالت پایه (n = ۱) با جذب ۱۲/۷۵eV انرژی به تراز n' منتقل می‌شود. با در نظر گرفتن تمام گذارهای ممکن، اگر این الکترون از این تراز به حالت پایه برود، چند نوع فوتون با انرژی‌های متفاوت می‌تواند گسیل کند؟ (E_R = ۱۳/۶eV)

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۸

(۱۰) انرژی لازم برای جدا کردن الکترون از تراز سوم در اتم هیدروژن چند برابر انرژی لازم برای جدا کردن الکترون از اتم هیدروژن از ترازی می‌باشد که شعاع مدارش ۱۶ برابر شعاع اتم بور است؟

۱) $\frac{۱۶}{۳}$ ۲) $\frac{۱۶}{۹}$ ۳) $\frac{۴}{۳}$ ۴) $\frac{۴}{۹}$

(۱۱) فاصله بین دو مدار گردش سوم و چهارم در اتم هیدروژن، چند برابر فاصله بین دو مدار گردش اول و دوم آن است؟

۱) $\frac{۷}{۳}$ ۲) $\frac{۷}{۵}$ ۳) $\frac{۵}{۳}$ ۴) $\frac{۹}{۵}$

(۱۲) اگر الکترون اتم هیدروژن بلندترین طول موج رشته پاشن را تابش کند، به‌ترتیب از راست به چپ شعاع، انرژی و سرعت چرخش آن به دور هسته اتم چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{۱۶}{۹}$، $\frac{۹}{۱۶}$، $\frac{۴}{۳}$ ۲) $\frac{۴}{۳}$، $\frac{۳}{۴}$، $\frac{۴}{۳}$ ۳) $\frac{۹}{۱۶}$، $\frac{۱۶}{۹}$، $\frac{۴}{۳}$ ۴) $\frac{۴}{۳}$، $\frac{۳}{۴}$، $\frac{۱۶}{۹}$

(۱۳) در اتم هیدروژن، الکترون در تراز n قرار دارد و انرژی یونش آن ۰/۸۵۰ الکترون‌ولت است. انرژی لازم برای آن که این الکترون را به تراز n + ۱ ببرد، چند الکترون‌ولت است؟ (E_R = ۱۳/۶eV)

۱) ۱/۱۰۶ ۲) ۰/۵۴۴ ۳) ۰/۴۲۵ ۴) ۰/۳۰۶

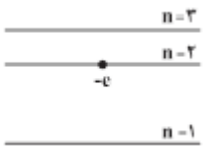
(۱۴) تابع کار فلزی ۲eV است. بلندترین طول‌موجی که سبب گسیل فوتوالکترون از این فلز می‌شود، چند میکرون است؟ ($h = ۴ \times ۱۰^{-۱۵}\ eV.s$ و $c = ۳ \times ۱۰^{۸}\ \frac{m}{s}$)

۱) ۱/۲ ۲) ۰/۳
۳) ۰/۶ ۴) ۰/۹

(۱۵) مطابق مدل اتمی رادرفورد اگر الکترون به دور هسته در حال گردش باشد، باید به‌تدریج ..... و بسامد موج الکترومغناطیسی گسیل شده از آن ..... یابد.

۱) به هسته نزدیک شده- کاهش ۲) به هسته نزدیک شده- افزایش
۳) از هسته دور شده- کاهش ۴) از هسته دور شده- افزایش

(۱۶) نمودار ترازهای انرژی در یک اتم تک الکترونی مطابق شکل زیر است. اگر الکترون در ابتدا در تراز n = ۲ قرار داشته باشد، انرژی فوتون ورودی که بتواند این الکترون را وادار به گسیل القایی کند، کدام است؟ (E_n، انرژی الکترون در تراز n است.)



۱) $E_۱$ ۲) $E_۳ - E_۱$
۳) $E_۳$ ۴) $E_۲ - E_۱$

(۱۷) کدام‌یک از گزینه‌های زیر جزء ویژگی‌های گسیل القایی نمی‌باشد؟

۱) فوتون گسیل‌شده با فوتون ورودی همگام یا هم‌فاز است.
۲) تعداد فوتون‌های خروجی در محیط لیزری افزایش می‌یابد و در نتیجه نور لیزر تقویت می‌شود.
۳) فوتون‌های گسیل شده در محیط لیزری در همان جهت فوتون‌های ورودی حرکت می‌کنند.
۴) انرژی لازم برای برانگیخته شدن الکترون‌ها به تراز پایین‌تر از طریق تخلیه ولتاژهای بالا و درخش‌های شدید نور معمولی انجام می‌گیرد.

(۱۸) کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

۱) در گسیل خودبه‌خود، فوتون در جهتی کاتوره‌ای گسیل می‌شود.
۲) در گسیل القایی، تعداد فوتون‌های خروجی عددی زوج است.
۳) در گسیل القایی، فوتون ورودی باعث تحریک الکترون از حالت پایه شده و سپس با بازگشت این الکترون به تراز پایین‌تر، یک فوتون مشابه فوتون اولیه گسیل خواهد شد.
۴) الکترون‌های برانگیخته در ترازهای شبه پایدار، مدت زمان طولانی‌تری نسبت به حالت برانگیخته معمولی باقی می‌مانند.

(۱۹) کدام‌یک از برهم‌کنش‌های زیر بیانگر یک گسیل القایی است؟

۱) اتم* → فوتون + اتم
۲) فوتون + اتم → اتم*
۳) فوتون* + اتم → فوتون + اتم*
۴) فوتون + اتم → فوتون + اتم*

(۲۰) کدام گزینه در مورد پدیده گسیل فوتون‌ها صحیح نیست؟

۱) در گسیل القایی، یک فوتون وارد و دو فوتون خارج می‌شود که این موجب افزایش تعداد فوتون‌ها می‌شود.
۲) فوتون گسیل شده در گسیل القایی با فوتون ورودی هم‌فاز، هم‌جهت و هم‌بسامد است.
۳) در ترازهای شبه پایدار الکترون‌ها مدت زمان بسیار طولانی‌تری در حالت برانگیخته باقی می‌مانند و این موجب تقویت نور لیزر می‌شود.
۴) در بعضی ترازها، در اثر گسیل کاتوره‌ای فوتون‌ها، الکترون‌های بیشتری به تراز انرژی بالاتر برانگیخته می‌شوند.

(۲۱) الکترونی در اتم هیدروژن، اولین خط از رشته پاشن را در یک گذار گسیل می‌کند. در این گذار، به‌ترتیب از راست به چپ نیروی ربایشی وارد بر الکترون چند برابر می‌شود و طول موج گسیل شده کدام است؟ (R ثابت ریدبرگ است.)

۱) $\frac{۱۶}{۹}$ و $\frac{۱۴۴}{۷R}$
۲) $\frac{۹}{۱۶}$ و $\frac{۷}{۱۴۴R}$
۳) $\frac{۸۱}{۲۵۶}$ و $\frac{۷}{۱۴۴R}$
۴) $\frac{۲۵۶}{۸۱}$ و $\frac{۱۴۴}{۷R}$

(۲۲) در واپاشی β کدام گزینه نادرست است؟

۱) در واپاشی β^+، یکی از پروتون‌های درون هسته، به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود.
۲) در واپاشی β^-، بار هسته $۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}$ C افزایش می‌یابد.
۳) در واپاشی β^+، بار هسته به اندازه $۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}$ C کاهش می‌یابد.
۴) در واپاشی β^-، یک پروتون درون هسته به نوترون و الکترون تبدیل می‌شود.

(۲۳) طبق مدل اتمی تامسون کدام گزینه صحیح نیست؟

۱) اتم کره‌ای است که بار مثبت به طول همگن در سرتاسر آن گسترده شده است.
۲) الکترون‌ها سهم ناچیزی در جرم اتم دارند.
۳) الکترون‌ها در جاهای مختلف آن پراکنده شده‌اند.
۴) الکترون‌ها با بسامدهای معینی حول بارهای مثبت نوسان می‌کنند.

(۲۴) در واکنش هسته‌ای مقابل تعداد نوترون‌های هسته Y کدام است؟ ${}^{۲۴۰}_{۹۰}X \rightarrow {}^{n}_{۷۸}Y + m\alpha$

۱) ۱۴۰
۲) ۱۳۸
۳) ۲۱۸
۴) ۲۱۶

(۲۵) در یک اتم هیدروژن، الکترون در تراز n = ۳ قرار دارد. اگر فوتونی با انرژی $\frac{۵}{۳۶}E_R$ به این اتم بتابانیم، چه اتفاقی ممکن است رخ دهد؟ (E_R = یک ریدبرگ)

۱) فوتون ورودی با اتم برانگیخته نمی‌تواند برهم‌کنشی داشته باشد.
۲) الکترون با جذب فوتون ورودی به تراز n = ۴ می‌رود.
۳) الکترون با جذب فوتون ورودی به تراز n = ۵ می‌رود.
۴) الکترون با گسیل القایی به تراز n = ۲ می‌رود.

(۲۶) نیمه‌عمر یک ماده پرتوزا برابر با ۱۴ روز است. اگر پس از گذشت ۸۴ روز فقط ۳g از آن ماده باقی مانده باشد، چند گرم ماده واپاشیده شده است؟

۱) ۹۳ ۲) ۱۸۹ ۳) ۹۶ ۴) ۱۹۲

(۲۷) اگر از یک هسته رادیواکتیو بعد از چند واپاشی متوالی ۳ پرتوی گاما، ۳ ذره پوزیترون و ۳ ذره آلفا گسیل شود، عدد اتمی آن ..... و عدد جرمی آن ..... می‌یابد.

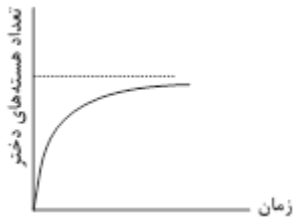
۱) ۹ واحد کاهش – ۸ واحد افزایش
۲) ۹ واحد افزایش – ۱۲ واحد کاهش
۳) ۹ واحد کاهش – ۱۲ واحد کاهش
۴) ۸ واحد افزایش – ۹ واحد کاهش

(۲۸) در واکنش هسته‌ای زیر تعداد نوترون‌های هسته Y کدام است؟

$$^{۲۴۰}_{۹۰}X \rightarrow ^{n}_{۷۸}Y + m\alpha$$

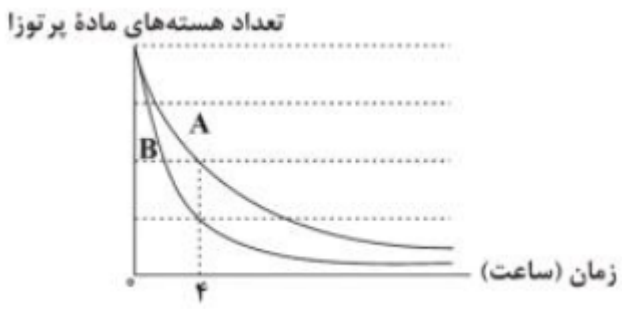
۱) ۱۴۰ ۲) ۱۳۸ ۳) ۲۱۸ ۴) ۲۱۶

(۲۹) در واپاشی یک ماده پرتوزا، نمودار تعداد هسته‌های دختر بر حسب زمان مطابق شکل زیر است. در لحظه $t = ۵T_{\frac{۱}{۲}}$، نسبت تعداد هسته‌های دختر به تعداد هسته‌های مادر پرتوزای باقی‌مانده کدام است؟



۱) $\frac{۱}{۳۲}$ ۲) $\frac{۳۱}{۳۲}$
۳) $\frac{۱}{۳۱}$ ۴) ۳۱

(۳۰) شکل زیر نمودار تغییرات تعداد هسته‌های ماده پرتوزای دو عنصر A و B را نشان می‌دهد، پس از گذشت ۸ ساعت از فروپاشی دو هسته نسبت تعداد هسته‌های فروپاشی شده عنصر A به هسته‌های فروپاشی شده عنصر B کدام است؟



۱) $\frac{۴}{۵}$
۲) ۲
۳) $\frac{۳}{۱۴}$
۴) $\frac{۶}{۷}$

۳۱) کدام گزینه درباره دستگاه‌های آبی راکتور نادرست است؟

۱) آب با فشار کم‌تر بخار شده و وارد توربین می‌شود.
۲) آب با فشار بیش‌تر بر اثر واکنش‌های هسته‌ای گرم می‌شود.
۳) آب با فشارکم‌تر سوخت هسته‌ای را احاطه کرده است.
۴) آب با فشار بیش‌تر شامل مواد پرتوزاست.

۳۲) اگر برای ذوب کردن هر گرم آهن حدود ۲۵۰J انرژی نیاز باشد، برای ذوب کردن ۷۲ تن آهن، چند گرم از ماده باید به انرژی تبدیل شود؟ (سرعت نور = ۳×۱۰^{۸} متر بر ثانیه)

۱) ۲×۱۰^{-۵}
۲) ۲×۱۰^{-۷}
۳) ۴×۱۰^{-۷}
۴) ۲×۱۰^{-۴}

۳۳) کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

۱) به حاصلضرب کاستی جرم هسته در مربع تندی نور، انرژی بستگی هسته گفته می‌شود.
۲) هر نوکلئون می‌تواند به تمام نوکلئون‌های هسته نیروی هسته‌ای وارد کند.
۳) نیروهای هسته‌ای کوتاه‌بُرد هستند و تنها در فاصله‌ای کمتر از ابعاد هسته اثر می‌کنند.
۴) فرایند تقسیم یک هسته سنگین به دو هسته با جرم کمتر را شکافت هسته‌ای می‌گویند.

۳۴) در واکنش هسته‌ای زیر، جای خالی مربوط به کدام ذره یا ذرات است؟

$$^{۲۳۵}_{۹۲}U + ^{۱}_{۰}n \rightarrow ^{۱۴۲}_{۵۶}Ba + ^{۹۱}_{۳۶}Kr + \ldots + ۲۰۰MeV$$

۱) پروتون
۲) نوترون
۳) ۳ پروتون
۴) ۳ نوترون

۳۵) برای تولید یک مگاوات ساعت انرژی، چند میلی‌گرم ماده باید به انرژی تبدیل شود؟ $\left(c = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}\right)$

۱) ۴
۲) ۰/۴
۳) ۰/۰۴
۴) ۰/۰۰۴

۳۶) کدام گزینه واکنش هسته‌ای مقابل را کامل می‌کند؟ $D + T \rightarrow He + \ldots$

۱) α
۲) β^{+}
۳) γ
۴) n

۳۷) چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

الف) در واکنش گداخت، مجموع جرم محصولات فرایند بیشتر از مجموع جرم هسته‌های اولیه است.

ب) در واکنش گداخت، دو هسته کم‌جرم، باید به قدر کافی به هم نزدیک شوند تا نیروی کوتاه‌بُرد هسته‌ای بتواند آن‌ها را کنار هم نگه‌دارد.

پ) در هم‌جوشی هسته‌های دو ایزوتوپ هیدروژن، هسته هلیم و یک پروتون پرانرژی تولید می‌شود.

ت) در واکنش گداخت، دما باید بسیار بالا باشد تا هسته‌ها با انرژی جنبشی زیاد به هم برخورد کنند.

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

۳۸) کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

۱) تشکیل طیف پیوسته توسط جسم جامد، ناشی از برهم‌کنش قوی بین اتم‌های سازنده آن است.
۲) گازهای کم‌فشار و رقیق، طیفی گسسته را گسیل می‌کنند که شامل طول‌موج‌های معینی است.
۳) در طیف خطی، طول‌موج‌های ایجاد شده برای اتم‌های هر گاز، منحصر به فرد هستند.
۴) بیشتر رشته‌های طیف گسیلی اتم هیدروژن در ناحیه مرئی قرار دارند.

پاسخ: گزینه ۴

قلم‌چی ۱۳۹۸ | درصد پاسخگویی ۱۷% | متوسط

با استفاده از معادله فوتوالکتریک داریم:

$$K_{max} = hf - W_{\circ} \xrightarrow{W_{\circ}=hf_{\circ}} K_{max} = h(f - f_{\circ})$$

$$\text{فلز A}: \begin{cases} ۲/۵ = h(f_۱ - f_{\circ A}) \\ ۶ = h(۲f_۱ - f_{\circ A}) \end{cases} \Rightarrow \frac{۲/۵}{۶} = \frac{f_۱ - f_{\circ A}}{۲f_۱ - f_{\circ A}} = f_{\circ A} = \frac{۲}{۷}f_۱ \quad (۱)$$

$$\text{فلز B}: \begin{cases} ۰/۵ = h(f_۱ - f_{\circ B}) \\ ۴ = h(۲f_۱ - f_{\circ B}) \end{cases} \Rightarrow \frac{۰/۵}{۴} = \frac{f_۱ - f_{\circ B}}{۲f_۱ - f_{\circ B}} = f_{\circ B} = \frac{۶}{۷}f_۱ \quad (۲)$$

بنابراین: $\xrightarrow{(۲),(۱)} \frac{f_{\circ A}}{f_{\circ B}} = \frac{\frac{۲}{۷}f_۱}{\frac{۶}{۷}f_۱} = ۱۳$

پاسخ: گزینه ۲

قلم‌چی ۱۳۹۸ | درصد پاسخگویی ۱۴% | متوسط

با استفاده از رابطه بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها، می‌توان نوشت:

$$\lambda_{\circ} = ۴\lambda \Rightarrow \frac{c}{f_{\circ}} = ۴ \times \frac{c}{f} \Rightarrow f = ۴f_{\circ}$$

$$K_{max} = hf - W_{\circ} \Rightarrow K_{max} = h \times ۴f_{\circ} - W_{\circ}$$

$$\xrightarrow{hf_{\circ}=W_{\circ}} K_{max} = ۴W_{\circ} - W_{\circ} \Rightarrow K_{max} = ۳W_{\circ}$$

$$\xrightarrow{W_{\circ}=۱/۷eV} K_{max} = ۳ \times ۱/۷ \Rightarrow K_{max} = ۵/۱eV$$

پاسخ: گزینه ۲

خارج از کشور ۱۳۹۷ | متوسط

گزینه۲

مطابق رابطه بیشینه انرژی جنبشی و طول موج قطع داریم:

$$K_{max} = hf - W_{\circ} \xrightarrow{W_{\circ}=h\frac{c}{\lambda_{\circ}}} K_{max} = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_{\circ}}$$

$$\xrightarrow[\lambda=۲۰۰nm \ , \ \lambda_{\circ}=۳۱۰nm]{hc=۱۲۴۰ev.nm} k_{max} = \frac{۱۲۴۰}{۲۰۰} - \frac{۱۲۴۰}{۳۱۰}$$

$$\Rightarrow K_{max} = \left(\frac{۳۱-۲۰}{۲۰\times۳۱}\right) \times ۱۲۴ = \frac{۲۲}{۱۰} = ۲/۲ev$$

پاسخ: گزینه ۲

قلم‌چی ۱۳۹۸ | درصد پاسخگویی ۲۹% | متوسط

با توجه به رابطه $K_{max} = hf - W_{\circ}$، برای افزایش انرژی جنبشی فوتوالکترون های خارج شده از فلز می توان:

۱- از پرتوی نوری با بسامد بزرگ تر استفاده کرد.

۲- از پرتوی نوری با طول‌موج کوتاه تر استفاده کرد.

۳- پرتوی نور را برسطح فلزی بتابانیم که تابع کار آن کم تر باشد.

رابطه فوق نشان می دهد که تعداد فوتون‌های فرودی و اندازه سطح الکترودی که نور به آن می تابد، در بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون های خارج شده از فلز تأثیری ندارد.

پاسخ: گزینه ۳

قلم‌چی ۱۳۹۸ | درصد پاسخگویی ۳۷% | ساده

با توجه به رابطه انرژی n فوتون با بسامدf، می‌توان نوشت:

$E = nhf \xrightarrow{f=\frac{c}{\lambda}} E = \frac{nhc}{\lambda} \Rightarrow \frac{E_{\text{گاما}}}{E_{\text{فوتون}}} = \frac{n_{\text{گاما}}}{n_{\text{فوتون}}} \times \frac{\lambda_{\text{فوتون}}}{\lambda_{\text{گاما}}}$

$\xrightarrow{E_{\text{گاما}} = E_{\text{فوتون}},\ \lambda_{\text{فوتون}} = 5\times10^{-6}\,m,\ \lambda_{\text{گاما}} = 0/2\,pm} 1 = \frac{1}{n_{\text{فوتون}}} \times \frac{5\times10^{-6}}{0/2\times10^{-12}}$

$\Rightarrow n_{\text{فوتون}} = 2/5\times10^{7}$ فوتون

پاسخ: گزینه ۱ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۱۰% | دشوار

گزینه «۱»

با توجه به معادله ریدبرگ $\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right)$، در دومین حالت برانگیخته که الکترون در $n = 3$ است، برای بلندترین طول‌موج تابشی، $n' = 2$ و برای کوتاه‌ترین طول‌موج تابشی، $n' = 1$ است.

$$\frac{1}{\lambda_{min}} = R\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2}\right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{min}} = R\left(\frac{8}{9}\right) \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{9}{8R}$$

$$\frac{1}{\lambda_{max}} = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{max}} = R\left(\frac{5}{36}\right) \Rightarrow \lambda_{max} = \frac{36}{5R}$$

$$\frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}} = \frac{\frac{36}{5R}}{\frac{9}{8R}} = 6/4$$

پاسخ: گزینه ۲ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۱۸% | نسبتا دشوار

گزینه «۲»

در رشته لیمان $n' = 1$ و دومین خط رشته مربوط به $n = 3$ است.

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda_2} = 0/01\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2}\right) = 0/01 \times \left(1 - \frac{1}{9}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda_2} = \frac{1}{100} \times \frac{8}{9} \Rightarrow \lambda_2 = \frac{900}{8}\,nm$$

$$f_2 = \frac{c}{\lambda_2} = \frac{3\times10^{8}}{\frac{900}{8}\times10^{-9}} = \frac{8}{3}\times10^{15}\,Hz$$

پاسخ: گزینه ۳ | قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۴۸% | ساده

طیف حاصل از رشته داغ یک لامپ روشن، طیف گسیلی پیوسته (طیف پیوسته) و طیف حاصل از گاز کم فشار و رقیق، طیف گسیلی خطی (طیف خطی) است.

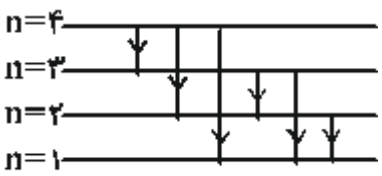
پاسخ: گزینه ۳ | قلم‌چی ۱۳۹۵ | درصد پاسخگویی ۱۰% | دشوار

ابتدا انرژی فوتون جذب شده را به شکل $\frac{15}{16}E_R$ = ۱۲/۷۵eV می‌نویسیم.

$$E_{\text{فوتون}} = E_2 - E_1 \Rightarrow +\frac{15}{16}E_R = \frac{-E_R}{n^2} - \frac{-E_R}{1^2}$$

$$\Rightarrow n = 4$$

حال انواع گذارهای گسیلی ممکن را مشخص می‌کنیم.



بنابراین در مجموع ۶ نوع فوتون با انرژی‌های مختلف گسیل می‌شود.

پاسخ: گزینه ۲ | قلم‌چی ۱۳۹۶ | درصد پاسخگویی ۲۶% | متوسط

با توجه به رابطه‌ی انرژی بستگی الکترون یعنی $|E_n| = \frac{E_R}{n^2}$، داریم:

$$|E_3| = \frac{E_R}{3^2} = \frac{E_R}{9}$$

از طرفی بنابه رابطه‌ی $r_n = n^2 a_0$، می‌توان دریافت که تراز الکترون در حالت دوم برابر است با: $16a_0 = n^2 a_0 \Rightarrow n = 4$

برای جدا کردن الکترون از تراز چهارم که شعاع مدارش ۱۶ برابر شعاع اتم بور است، داریم: $|E_4| = \frac{E_R}{4^2} = \frac{E_R}{16} \Rightarrow \frac{|E_3|}{|E_4|} = \frac{16}{9}$

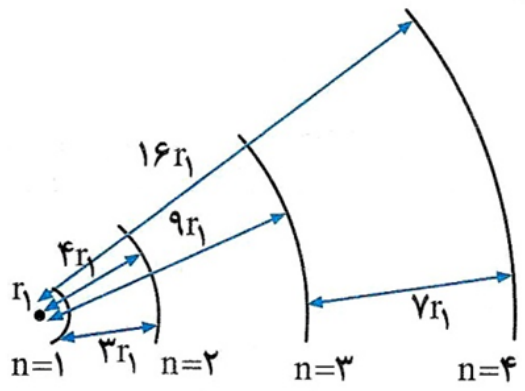
پاسخ: گزینه ۱

سوالات کتاب آبی ۱۴۰۰ | نسبتا ساده

گزینه «۱»

با توجه به رابطه $r_n = a_0 n^2$ به راحتی می‌توان دریافت که نسبت خواسته شده برابر مقدار زیر است:

$$\frac{7r_1}{3r_1} = \frac{7}{3}$$



پاسخ: گزینه ۳

گزینه های دام دار ۱ | قلم‌چی ۱۳۹۶ | درصد پاسخگویی ۱۸% | متوسط

رشته پاشن زمانی تابش می‌شود که الکترون از ترازهای بالاتر به تراز $n' = 3$ گذار انجام دهد. بلندترین طول موج (کمترین انرژی) فوتون تابشی زمانی خواهد بود که الکترون از تراز $n = 4$ به تراز $n' = 3$ گذار انجام دهد. در این حالت داریم:

$$r_n = a_0 n^2 \Rightarrow \frac{r_3}{r_4} = \left(\frac{3}{4}\right)^2 \Rightarrow \frac{r_3}{r_4} = \frac{9}{16}$$

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \Rightarrow \frac{E_3}{E_4} = \left(\frac{4}{3}\right)^2 \Rightarrow \frac{E_3}{E_4} = \frac{16}{9}$$

$$v_n = \sqrt{\frac{ke^2}{mr_n}} \xrightarrow{r_n = a_0 n^2} v_n = \frac{1}{n}\sqrt{\frac{ke^2}{ma_0}} \Rightarrow \frac{v_3}{v_4} = \frac{4}{3}$$

پاسخ: گزینه ۴

قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۲۲% | متوسط

گزینه «۴»

در ابتدا با معلوم بودن انرژی یونش الکترون، شماره مدار آن را می‌یابیم.

$$E'_n = \frac{E_R}{n^2} \xrightarrow[E_R = 13/6eV]{E'_n = 0/85eV} 0/85 = \frac{13/6}{n^2}$$

$$\Rightarrow n^2 = \frac{13/6}{0/85} = 16 \Rightarrow n = 4$$

حال برای پیدا کردن انرژی لازم برای گذار از $n = 4$ به $n + 1 = 5$ داریم:

$$\Delta E = E_u - E_l = -E_R\left(\frac{1}{(n+1)^2} - \frac{1}{n^2}\right) = -13/6 \times \left(\frac{1}{25} - \frac{1}{16}\right)$$

$$\Rightarrow \Delta E = 0/306eV$$

پاسخ: گزینه ۳

قلم‌چی ۱۳۹۷ | درصد پاسخگویی ۴۲% | ساده

بلندترین طول موجی که سبب گسیل فوتوالکترون‌ها می‌شود، همان طول‌موج قطع (λ_0) است، بنابراین داریم:

$$\lambda_0 = \frac{c}{f_0} = \frac{c}{\frac{W_0}{h}} = \frac{hc}{W_0}$$

پاسخ: گزینه ۲

قلم‌چی ۱۳۹۸ | درصد پاسخگویی ۴۰% | ساده

در مدل اتمی رادرفورد اگر فرض کنیم الکترون‌ها مانند سیاره‌های منظومه شمسی به دور هسته در حال گردش باشند، این حرکت شتابدار سبب تابش امواج الکترومغناطیسی توسط الکترون می‌شود و از انرژی آن کاسته می‌شود. کاهش انرژی باعث می‌شود شعاع مدار الکترون کاهش یابد و بسامد حرکت آن به تدریج افزایش یابد و افزایش تدریجی بسامد حرکت مداری الکترون باعث می‌شود بسامد موج الکترومغناطیسی گسیل شده نیز به تدریج زیاد شود.

پاسخ: گزینه ۴

قلم‌چی ۱۳۹۸ | درصد پاسخگویی ۳۹% | ساده

برای گسیل القایی، انرژی فوتون ورودی باید دقیقاً با اختلاف انرژی دو تراز برابر باشد، بنابراین چون الکترون در ابتدا در تراز n = ۲ قرار دارد، برای گسیل القایی باید فوتونی با انرژی $E_2 - E_1$ به آن بتابانیم تا گسیل القایی رخ دهد.

پاسخ: گزینه ۴

قلم‌چی ۱۳۹۸ | درصد پاسخگویی ۳۵% | متوسط

سه ویژگی عمده گسیل القائی مطابق گزینه‌های «۱» و «۲» و «۳» می‌باشد.

پاسخ: گزینه ۳

قلم‌چی ۱۳۹۸ | درصد پاسخگویی ۲۸% | متوسط

در گسیل القایی، یک فوتون ورودی، الکترون برانگیخته را تحریک می‌کند تا تراز انرژی خود را تغییر دهد و به تراز پایین‌تر برود. برای تحریک اولیه الکترون از یک چشمه خارجی مناسب استفاده می‌شود.

پاسخ: گزینه ۴

قلم‌چی ۱۳۹۷ | درصد پاسخگویی ۳۶% | متوسط

در گسیل القایی، اتم ابتدا برانگیخته است. سپس با یک فوتون که انرژی آن برابر با اختلاف انرژی دو تراز اتم است، اتم برانگیخته را وا می‌دارند تا با گسیل یک فوتون دیگر، به حالت پایین‌تر برود. این برهم کنش به‌صورت زیر بیان می‌شود.

فوتون + اتم → فوتون + اتم*

پاسخ: گزینه ۴

قلم‌چی ۱۳۹۸ | درصد پاسخگویی ۲۵% | متوسط

گسیل القایی نیاز به چشمه خارجی دارد و فقط در این حالت الکترون‌های بیشتری به تراز انرژی بالاتر برانگیخته می‌شوند و با وارونی جمعیت مواجه خواهیم شد.

پاسخ: گزینه ۴

گزینه های دام دار ۱ | قلم‌چی ۱۴۰۰ | درصد پاسخگویی ۹% | نسبتا دشوار

گزینه‌ی «۴»

اولین خط از رشته پاشن حالتی است که الکترون از لایه چهارم به روی لایه سوم سقوط کند. بنابراین $n = ۴$ و $n' = ۳$. با توجه به رابطه $r_n = a_0 n^2$ نسبت شعاع‌ها را به‌دست می‌آوریم: $\frac{r_3}{r_4} = (\frac{3}{4})^2 = \frac{9}{16}$

با داشتن نسبت شعاع‌ها و با کمک رابطه قانون کولن داریم:

$$\begin{cases} F = K\dfrac{|q_1 q_2|}{r^2} \\ \dfrac{r_3}{r_4} = \dfrac{9}{16} \end{cases} \Rightarrow \frac{F_3}{F_4} = (\frac{r_4}{r_3})^2 = (\frac{16}{9})^2 = \frac{256}{81}$$

برای محاسبه طول موج گسیل شده طبق رابطه ریدبرگ داریم:

$$\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2}) = R(\frac{16-9}{144}) = \frac{7R}{144} \Rightarrow \lambda = \frac{144}{7R}$$

پاسخ: گزینه ۴

قلم‌چی ۱۴۰۰ | درصد پاسخگویی ۴۰% | ساده

گزینهٔ «۴»

در واپاشی β^- یک نوترون درون هسته به پروتون و الکترون تبدیل می‌شود و داریم: ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e^-$

در این واپاشی بار هسته به اندازه $1/6 \times 10^{-19}\ C$ افزایش می‌یابد.

در واپاشی β^+ یکی از پروتون‌های درون هسته به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود و داریم: ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{1}e^+$

در این واپاشی بار هسته به اندازه $1/6 \times 10^{-19}\ C$ کاهش می‌یابد.

پاسخ: گزینه ۳ سوالات کتاب آبی ۱۴۰۰ نسبتا ساده

گزینه «۳»

در مدل اتمی رادرفورد، بار مثبت در قسمت کوچکی که اصطلاحاً به آن هسته می‌گویند، متمرکز شده است.

پاسخ: گزینه ۲ گزینه های دام دار ۴ قلمچی ۱۴۰۰ درصد پاسخگویی ۲۶% متوسط

گزینه «۲»

ذره آلفا همان هسته هلیم دو بار مثبت است. با موازنه اعداد جرمی و اتمی در دو طرف واکنش داریم:

$$۷۸ = ۹۰ - ۲m \Rightarrow m = \frac{۱۲}{۲} = ۶$$

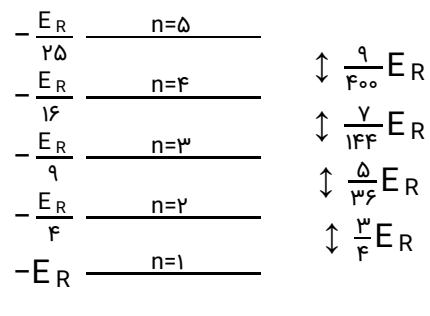
$$n = ۲۴۰ - ۴ \times ۶ \Rightarrow n = ۲۱۶$$

$$N = A - Z \xrightarrow{A=۲۱۶,Z=۷۸} N = ۲۱۶ - ۷۸ = ۱۳۸$$

پاسخ: گزینه ۴ قلمچی ۱۳۹۸ درصد پاسخگویی ۸% دشوار

گزینه «۴»

انرژی ترازهای الکترون در اتم هیدروژن $\left(E_n = -\frac{E_R}{n^۲}\right)$ و اختلاف انرژی آن‌ها در شکل زیر مشخص شده است.



چون الکترون ابتدا در تراز $n = ۳$ قرار دارد و انرژی فوتون تابشی برابر با اختلاف انرژی ترازهای $n = ۳$ و $n = ۲$ است، بنابراین الکترون با گسیل القایی به تراز $n = ۲$ می‌رود.

پاسخ: گزینه ۲ قلمچی ۱۳۹۸ درصد پاسخگویی ۳۰% متوسط

با توجه به رابطه نیمه‌عمر ماده پرتوزا، می‌توان نوشت:

$$n = \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}} = \frac{۸۴}{۱۴} \Rightarrow n = ۶$$

$$m = m_۰ \left(\frac{۱}{۲}\right)^n \Rightarrow ۳ = m_۰ \left(\frac{۱}{۲}\right)^۶ \Rightarrow m_۰ = ۱۹۲g$$

$m' = m_۰ - m \Rightarrow m' = ۱۹۲ - ۳ \Rightarrow m' = ۱۸۹g$ واپاشی شده

پاسخ: گزینه ۳ قلمچی ۱۳۹۹ درصد پاسخگویی ۲۶% متوسط

گزینه «۳»

پرتوی گاما هیچ تأثیر... گسیل پرتو گاما به حالت پایه م...

$$^{A}_{Z}X^{*} \rightarrow {}^{A}_{Z}X + \gamma$$

با گسیل ۳ ذره پوزیترون، عدد اتمی ۳ واحد کاهش می‌یابد و عدد جرمی ثابت می‌ماند.

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-۳}Y + {}^{۰}_{+۱}e$$

با گسیل ۳ ذره آلفا، عدد جرمی ۱۲ واحد و عدد اتمی ۶ واحد کاهش می‌یابد.

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-۱۲}_{Z-۶}Y + {}^{۴}_{۲}He$$

پس با در نظر گرفتن همه موارد فوق، عدد اتمی ۹ واحد و عدد جرمی ۱۲ واحد کاهش می‌یابد.

پاسخ: گزینه ۲

قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۱۹% | نسبتا دشوار

گزینه «۲»

ذره آلفا همان هسته هلیوم دو بار مثبت است. با موازنه

اعداد جرمی و اتمی در دو طرف واکنش داریم:

$$۷۸ = ۹۰ - ۲m \Rightarrow m = \frac{۱۲}{۲} = ۶$$

$$n = ۲۴۰ - ۴ \times ۶ \Rightarrow n = ۲۱۶$$

$$N = A - Z \xrightarrow{A=۲۱۶,Z=۷۸} N = ۲۱۶ - ۷۸ = ۱۳۸$$

پاسخ: گزینه ۴

قلم‌چی ۱۳۹۸ | درصد پاسخگویی ۲۷% | متوسط

از شروع واپاشی، با گذشت هر نیمه‌عمر، تعداد هسته‌های مادر پرتوزا نصف شده و هسته‌های واپاشی شده به هسته دختر تبدیل می‌شوند. اگر فرض کنیم تعداد هسته‌های اولیه مادر برابر با $N_۰$ باشد، بعد از گذشت پنج نیمه‌عمر، تعداد هسته‌های باقی‌مانده برابر است با:

$$n = \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}} = \frac{۵T_{\frac{۱}{۲}}}{T_{\frac{۱}{۲}}} = ۵$$

$$N = N_۰\left(\frac{۱}{۲}\right)^{n} = N_۰\left(\frac{۱}{۲}\right)^{۵} \Rightarrow N = \frac{۱}{۳۲}N_۰$$

بنابراین تعداد هسته‌های دختر برابر است با:

$$N' = N_۰ - N = N_۰ - \frac{۱}{۳۲}N_۰ \Rightarrow N' = \frac{۳۱}{۳۲}N_۰$$

در نتیجه:

$$\frac{N'}{N} = \frac{\frac{۳۱}{۳۲}N_۰}{\frac{۱}{۳۲}N_۰} = ۳۱$$

پاسخ: گزینه ۱

قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۱۵% | متوسط

گزینه «۱»

ابتدا با توجه به نمودار نیمه‌عمرAوBرا به‌دست می‌آوریم:

$$\text{باقی‌مانده } N = \frac{N_۰}{۲^{n}} \begin{cases} \xrightarrow[n_A = \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}}]{t=۴h,\left(\frac{\text{باقیمانده } N}{N_۰}\right)_A = \frac{۱}{۲}} \frac{۱}{۲} = \frac{۱}{۲^{\frac{۴}{T_{\frac{۱}{۲}}}}} \\ \Rightarrow T_{\frac{۱}{۲}} = ۴h \\ \xrightarrow[n_B = \frac{t}{T'_{\frac{۱}{۲}}}]{t=۴h,\left(\frac{\text{باقیمانده } N}{N_۰}\right)_B = \frac{۱}{۴}} \frac{۱}{۴} = \frac{۱}{۲^{\left(\frac{۴}{T'_{\frac{۱}{۲}}}\right)}} \\ \Rightarrow T'_{\frac{۱}{۲}} = ۲h \end{cases}$$

$$N_{\text{واپاشی}} = N_0 - \frac{N_0}{2^n} \begin{cases} t=8h\ ,\ n=\frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} \xrightarrow[T_{\frac{1}{2}}=4h]{} (N_{\text{واپاشی}})_A = N_0(1-\frac{1}{2^2}) = \frac{3}{4}N_0 \ (I) \\ t=8h\ ,\ n=\frac{t}{T'_{\frac{1}{2}}} \xrightarrow[T'_{\frac{1}{2}}=2h]{} (N_{\text{واپاشی}})_B = N_0(1-\frac{1}{2^4}) = \frac{15}{16}N_0 \ (II) \end{cases}$$

$$I \text{ و } II \Rightarrow \frac{(N_{\text{واپاشی}})_A}{(N_{\text{واپاشی}})_B} = \frac{\frac{3}{4}N_0}{\frac{15}{16}N_0} = \frac{4}{5}$$

پاسخ: گزینه ۴

سوالات کتاب آبی ۱۴۰۰ | متوسط

گزینه «۴»

در راکتور، آب با فشار بیش‌تر سوخت هسته‌ای را احاطه کرده و در اثر واکنش‌های هسته‌ای بدون تبخیر به دمای بسیار بالا می‌رسد، سپس گرما را به آب با فشار کم‌تر رسانده و باعث تبخیر آن و چرخش توربین می‌شود. باید توجه داشت که آب با فشار بیش‌تر به سبب احاطه کردن سوخت هسته‌ای، شامل مواد پرتوزا است.

پاسخ: گزینه ۴

گزینه های دام دار ۲ | قلمچی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۱۵% | متوسط

گزینه «۴»

$$E(J) = 72 \times 10^{-6}\ g\ Fe \times \frac{250J}{1gFe} = 18 \times 10^{-9}\ J$$

$$E = mc^2 \Rightarrow 18 \times 10^{-9} = m(3 \times 10^8)^2$$

$$m = \frac{18 \times 10^{-9}}{9 \times 10^{16}} = 2 \times 10^{-7}\ kg = 2 \times 10^{-4}\ g$$

پاسخ: گزینه ۲

قلمچی ۱۳۹۸ | درصد پاسخگویی ۴۲% | ساده

هر نوکلئون فقط به نزدیکترین نوکلئونهای مجاورش نیروی هسته‌ای وارد می‌کند. بنابراین گزینه «۲» صحیح نیست.

پاسخ: گزینه ۴

قلمچی ۱۳۹۴ | درصد پاسخگویی ۴۱% | نسبتا ساده

واکنش ذکر شده در صورت سؤال، یکی از حالت‌های مختلف شکافت $^{235}_{92}U$ است که در آن ترکیب‌های مختلفی از هسته‌های عناصر کوچک‌تر به وجود می‌آیند. با توجه به اصول پایستگی، می‌توان دریافت که در جای خالی باید سه نوترون قرار گیرد تا واکنش از لحاظ فیزیکی برقرار باشد.

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{142}_{56}Ba + ^{91}_{36}Kr + 3(^{1}_{0}n) + 200MeV$$

پاسخ: گزینه ۳

قلمچی ۱۳۹۴ | درصد پاسخگویی ۱۶% | دشوار

گزینه‌ی «۳»

ابتدا تعیین می‌کنیم یک مگاوات ساعت انرژی، معادل با چند ژول انرژی است:

$$1MWh = 1 \times 10^6\ (W) \times 3600\ (s) = 3/6 \times 10^9\ W.s = 3/6 \times 10^9\ J$$

حال با استفاده از رابطه‌ی اینشتین، مقدار جرم مورد نیاز برای این مقدار انرژی را محاسبه می‌کنیم:

$$E = mc^2 \Rightarrow 3/6 \times 10^9 = m(3 \times 10^8)^2$$

$$\Rightarrow m = \frac{3/6 \times 10^9}{9 \times 10^{16}} = 4 \times 10^{-8}\ Kg \Rightarrow m = 0/04mg$$

پاسخ: گزینه ۴

قلمچی ۱۳۹۸ | درصد پاسخگویی ۳۳% | متوسط

واکنش ذکر شده در صورت سؤال، یک واکنش گداخت یا همجوشی هسته‌ای نام دارد که در آن دو هسته سبک با یکدیگر ترکیب شده و هسته سنگین‌تری را به وجود می‌آورند. در این واکنش دوتریم (D) و تریتیم (T) دو ایزوتوپ هیدروژن هستند. داریم:

$$_{1}^{2}D_{1} + _{1}^{3}T_{2} \rightarrow _{2}^{4}He_{2} + _{Z}^{A}X_{N}$$

$$\left.\begin{array}{l} 2+3=4+A \Rightarrow A=1 \\ 1+1=2+Z \Rightarrow Z=0 \\ 1+2=2+N \Rightarrow N=1 \end{array}\right\} \Rightarrow _{0}^{1}X_{1} \equiv n$$

بنابراین این واکنش با یک نوترون کامل می‌شود.

پاسخ: گزینه ۲

قلم‌چی ۱۳۹۸ | درصد پاسخگویی ۱۷% | نسبتا دشوار

مورد «الف» نادرست است چون در واکنش «گداخت» مجموع جرم محصولات کمتر از مجموع جرم هسته‌های اولیه است و این اختلاف جرم سبب آزاد شدن مقدار زیادی انرژی می‌شود. $(E = mc^2)$

مورد «پ» نادرست است. چون در این فرایند هسته هلیم و یک نوترون پرانرژی تولید می‌شود.

پاسخ: گزینه ۴

قلم‌چی ۱۳۹۹ | درصد پاسخگویی ۳۵% | متوسط

گزینه «۴»

عبارت گزینه «۴» نادرست است. چون فقط چهار خط از رشته بالمر ($n' = 2$) در ناحیه مرئی قرار دارد.