

پاسخنامه تشریحی

۱ گزینه ۳ هر ذره از طناب، همانند یک نوسانگر رفتار کرده و در مدت T ثانیه $4A$ را طی می‌کند و می‌دانیم طول پاره‌خط نوسان برابر $2A$ می‌باشد.

$$\frac{T}{1(s)} \left| \frac{4A}{2A} \right. \Rightarrow T = 2(s)$$

حرکت قلّه موج در یک محیط یک حرکت یکنواخت است. یعنی:

$$\Delta x = v \cdot t, \quad v = \frac{\lambda}{T}$$

$$18 = \frac{4}{2} \times t \rightarrow t = 9(s)$$

۲ گزینه ۳

$$\frac{v}{v_{\max}} = \frac{1}{3} \xrightarrow[v=2\pi f]{v_{\max}=Aw} \frac{v}{2A\pi f} = \frac{1}{3} \xrightarrow[v=\lambda f]{v=\lambda f} \frac{\lambda f'}{2A\pi f'} = \frac{1}{3} \rightarrow \frac{\lambda}{6A} = \frac{1}{3} \rightarrow \frac{\lambda}{A} = 2 \rightarrow \frac{A}{\lambda} = \frac{1}{2}$$

۳ گزینه ۲ در این تست با توجه به این که $h_1 > h_2$ است و با توجه به این نکته که در تشت موج، تندی انتشار موج بر سطح مایعات، رابطه مستقیمی با عمق آن مایع دارد، می‌توان نتیجه گرفت که: $v_1 > v_2$ است.

در یک بازه زمانی یکسان، جابه‌جایی موجی بیشتر است که تندی بیشتری دارد، یعنی $d_1 > d_2$ است.

۴ گزینه ۱ چون بسامد موج با بسامد منبع تولید موج یکسان است، بسامد برای همه اجزای محیط یکسان و ثابت است.

۵ گزینه ۲ هنگامی که سیم را از ابزار عبور می‌دهیم چون دما ثابت است چگالی ثابت است، چون حجم هم ثابت است، جرم تغییر نمی‌کند:

(حجم $\times$ چگالی = جرم)

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{FL}{m}} \rightarrow \frac{v'}{v} = \sqrt{\frac{F'}{f} \cdot \frac{L'}{L}} = \sqrt{6 \times \frac{3}{2}} = \sqrt{9} = 3$$

۶ گزینه ۲

$$v_{\max} = A\omega \text{ بیشینه تندی ذرات, } v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \text{ تندی انتشار}$$

$$a_{\max} = A\omega^2 \text{ بیشینه شتاب ذرات, } \lambda = \frac{v}{f} \text{ طول موج طناب}$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{120}{2.8}} = 5 \frac{m}{s} \rightarrow \lambda = \frac{v}{f} \rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{5 \frac{m}{s}}{5m} = 1Hz \rightarrow \omega = 2\pi f = 2\pi \times 1 = 2\pi \frac{rad}{s}$$

$$\frac{v_{\max} \text{ ذرات}}{v \text{ تندی انتشار موج}} = 0.8 \rightarrow \frac{A\omega}{v} = 0.8 \rightarrow \frac{A \times 2\pi}{5} = 0.8 \rightarrow (2\pi)A = 4 \rightarrow \boxed{A = \frac{2}{\pi}}$$

$$a_{\max} = A\omega^2 = \left(\frac{2}{\pi}\right)(2\pi)^2 = \frac{2}{\pi} \times 4\pi^2 = 8\pi \frac{m}{s^2} \rightarrow \boxed{a_{\max} = 8\pi \frac{m}{s^2}}$$

۷ گزینه ۲ نکته: اگر در اثر کشش و بدون تغییر جرم، سطح مقطع تار $\frac{1}{n}$ برابر شود، طول تار n برابر می‌شود.

با توجه به اینکه در اثر کشش، قطر تار نصف شده، سطح مقطع آن $\frac{1}{4}$ برابر شده و از آنجا که جرم تار تغییر نکرده، طول تار ۴ برابر می‌شود. حالا محاسبه می‌کنیم که تندی انتشار موج در تار چند

برابر شده است:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} \xrightarrow[\rho: \text{ثابت}]{F: \text{ثابت}} \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{A_1}{A_2}} \xrightarrow{A_2 = \frac{1}{4}A_1} \frac{v_2}{v_1} = 2$$

برای مقایسه زمان لازم برای عبور موج از کل طول تار داریم:

$$l = v \cdot \Delta t \rightarrow \frac{l_2}{l_1} = \frac{v_2}{v_1} \times \frac{t_2}{t_1} \xrightarrow[l_2=4l_1]{l_2=4l_1} 4 = 2 \times \frac{t_2}{t_1} \Rightarrow \frac{t_2}{t_1} = 2$$

۸ گزینه ۳ با توجه به شکل متوجه می‌شویم که نیروی کشش برای هر تار برابر با وزن وزنه متصل به آن است:

$$\left. \begin{aligned} F_1 &= m_1 g \\ F_2 &= m_2 g = 4m_1 g \end{aligned} \right\} \Rightarrow F_2 = 4F_1$$

به کمک رابطه سرعت انتشار موج در تارها می‌توانیم رابطه‌ای بین یکای جرم آن‌ها پیدا کنیم:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \xrightarrow{v_1=v_2} \frac{F_1}{\mu_1} = \frac{F_2}{\mu_2} \Rightarrow \mu_2 = 4\mu_1 \Rightarrow \frac{m_2}{L_2} = 4 \frac{m_1}{L_1}$$

از هم جنس بودن تارها می توان نتیجه گرفت که چگالی آن ها یکسان است پس:

$$\rho_2 = \rho_1 \Rightarrow \frac{m_2}{V_2} = \frac{m_1}{V_1} \Rightarrow \frac{m_2}{A_2 L_2} = \frac{m_1}{A_1 L_1} \Rightarrow \frac{4}{A_2} = \frac{1}{A_1} \Rightarrow A_2 = 4A_1 \Rightarrow \pi \frac{d_2^2}{4} = 4\pi \frac{d_1^2}{4} \Rightarrow d_2^2 = 4d_1^2 \Rightarrow d_2 = 2d_1$$

آن است.

۹ گزینه ۲ طبق رابطه $v = \frac{2}{D} \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$ نتیجه می گیریم که سرعت انتشار موج در یک طناب با جذر نیروی کشش آن نسبت مستقیم و با قطر آن نسبت وارون دارد.

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{D_1}{D_2} \sqrt{\frac{F_2}{F_1}} \xrightarrow{F_2 = \frac{1}{2} F_1, D_2 = \frac{1}{2} D_1} \frac{v_2}{v_1} = \frac{D_1}{\frac{1}{2} D_1} \sqrt{\frac{\frac{1}{2} F_1}{F_1}} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{2}{\sqrt{2}} = \sqrt{2}$$

فاصله قله و دره متوالی در یک موج برابر با $\frac{\lambda}{2}$ است. از طرفی رابطه طولی موج به صورت $\lambda = \frac{v}{f}$ است. با توجه به ثابت بودن بسامد می توان نتیجه گرفت:

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{2}$$

چون طول موج $\sqrt{2}$ برابر شده است، بنابراین فاصله قله و دره متوالی هم $\sqrt{2}$ برابر می شود.

۱۰ گزینه ۱ چون هم جنس هستند، پس چگالی آن ها برابر است. همچنین نیروی کشش در هر دو طناب برابر است پس: $v = \frac{2}{D} \sqrt{\frac{F}{\pi p}}$

با عوض شدن محیط، تندی تغییر می کند، اما بسامد ثابت است.

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{D_1}{D_2} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = 4$$

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{v_2}{v_1} \times \frac{f_1}{f_2} \xrightarrow{f_1 = f_2} \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = 4 \Rightarrow \frac{\lambda_0}{\lambda_1} = 4 \Rightarrow \lambda_1 = 20 \text{ cm}$$

$$\lambda_0 - 20 = 60 \text{ cm}$$

۱۱ گزینه ۲ گام ۱:

$$v = \frac{2}{D} \sqrt{\frac{F}{\rho \pi}} = \frac{2}{2 \times 10^{-3}} \sqrt{\frac{720}{6000 \times 3}} = 10^3 \times \frac{2}{10} = 200 \frac{m}{s}$$

گام ۲:

$$\Delta x = v \Delta t \rightarrow 1.2 = 200 \Delta t \rightarrow \Delta t = \frac{1.2}{200} = 6 \times 10^{-3} s = 6 \text{ ms}$$

۱۲ گزینه ۳

$$\left\{ \begin{array}{l} v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \frac{2}{D} \sqrt{\frac{F}{\rho \pi}} \\ \text{قطر سطح مقطع طناب : } D \end{array} \right., \quad p = 2\pi r \xrightarrow{p_2 = 2p_1} r_2 = 4r_1 \rightarrow D_2 = 4D_1 \rightarrow v \propto \frac{1}{D} \rightarrow \boxed{v_2 = \frac{1}{4} v_1} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} f_2 = f_1 \\ \lambda = \frac{v}{f} \rightarrow \lambda \propto v \end{array} \right. \rightarrow \lambda_2 = \frac{1}{4} \lambda_1$$

۱۳ گزینه ۳ گام ۱:

$$\left\{ \begin{array}{l} F_B = F_A \\ \rho_A = \frac{m_A}{V_A} = \frac{4}{4} = 1 \Rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{2}{1} = 2 \\ \rho_B = \frac{m_B}{V_B} = \frac{5}{1} = 5 \end{array} \right.$$

گام ۲:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F \cdot L}{m}} = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} = \frac{2}{D} \sqrt{\frac{F}{\rho \pi}} \Rightarrow \frac{v_A}{v_B} = \frac{D_B}{D_A} \sqrt{\frac{F_A}{F_B} \times \frac{\rho_B}{\rho_A}} \Rightarrow \frac{v_A}{v_B} = \frac{1}{\frac{1}{2}} \sqrt{1 \times \frac{1}{4}} = 2 \times \frac{1}{2} = 1$$

۱۴ گزینه ۲ مسافت طی شده در یک دوره تناوب برای موج برابر λ (طول موج) و برای ذره‌ای طناب برابر $4A$ است. بنابراین با توجه به اطلاعات تست:

$$\frac{\lambda}{4A} = 5 \rightarrow \frac{\lambda}{A} = 20 \quad (1)$$

$$v_{\max} = Aw \xrightarrow{w = 2\pi f} v_{\max} = 2\pi A f \xrightarrow{\lambda = \frac{v}{f}} v_{\max} = 2\pi v \frac{A}{\lambda} \xrightarrow{(1)} 30 \times 10^{-2} = 2 \times 3 \times v \times \frac{1}{20} \rightarrow v = 1 \frac{m}{s}$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \xrightarrow{\mu = \frac{m}{L}, m = \rho v} v = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{F}{\rho \pi}} \quad (2) \xrightarrow{\text{از رابطه (۲)}} 1 = \frac{1}{1 \times 10^{-2}} \sqrt{\frac{F}{2 \times 10^3 \times 3}} \rightarrow 10^{-4} = \frac{F}{6 \times 10^3} \rightarrow F = 6 \text{ N}$$

۱۵ گزینه ۳ طبق رابطه $v = \sqrt{\frac{F}{\rho \cdot A}}$

سرعت انتشار موج عرضی در یک طناب به ضخامت، جنس و نیروی کشش طناب وابسته است. دو طناب یکسان‌اند بنابراین $\rho_1 = \rho_2$ و $A_1 = A_2$ اما صحبتی در مورد نیروی کشش طناب‌ها نشده بنابراین در مورد برابری سرعت انتشار موج در طناب نمی‌توان اظهار نظر کرد.

فرکانس از ویژگی‌های چشمه موج است و چون هر دو طناب به یک منبع ارتعاش متصل‌اند می‌توان گفت: $f_1 = f_2$.

طبق رابطه $\lambda = \frac{v}{f}$ و مشخص نبودن سرعت انتشار موج در طناب‌ها، در مورد طول موج نیز نمی‌توان اظهار نظر کرد.

۱۶ گزینه ۱

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \xrightarrow{\mu = \frac{m}{L}, m = \rho V = \rho A L} v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} \xrightarrow{A = \pi r^2} v = \frac{1}{r} \sqrt{\frac{F}{\rho \pi}} \xrightarrow{\rho_A = \frac{1}{r^2} \rho_B \cdot F_A = F_B, r_A = r_B} \frac{v_B}{v_A} = \frac{r_A}{r_B} \sqrt{\frac{\rho_A}{\rho_B}} = 3 \sqrt{\frac{1}{3}} = \sqrt{3}$$

۱۷ گزینه ۲ برای حل سؤال باید به چند مطلب توجه کنیم و مسیری به صورت زیر طی کنیم:

(۱) نیروی کشش تار با نیروی وزن وزنه آویخته شده به آن برابر است.

(۲) جرم واحد طول تار را محاسبه کنیم.

(۳) تندی انتشار موج را به دست بیاوریم.

(۴) در پایان طول موج را بیابیم. بنابراین داریم:

$$\mu = \frac{m}{L} = \frac{2 \times 10^{-3}}{1 \times 10^{-1}} = \frac{1}{5} \times 10^{-2} \frac{kg}{m}$$

$$F = T = mg = 0.4 \times 10 = 4N$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{4}{\frac{1}{5} \times 10^{-2}}} = \sqrt{1600} = 40 \frac{m}{s}$$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{40}{200} = 0.2m = 20cm$$

۱۸ گزینه ۳ از رابطه $v = \sqrt{\frac{FL}{m}}$ تندی انتشار صوت در هر طناب به راحتی محاسبه می‌شود. نیروی کشش هر طناب با وزن وزنه آویزان برابر است.

با توجه به اینکه طول قسمت آویزان هر طناب L است، برای تعیین طول کل طناب، باید طول قسمت آویزان را با طول قسمت افقی آن جمع کنیم.

$$v_1 = \sqrt{\left(200 \times \frac{2L}{m}\right)} = \sqrt{400} \sqrt{\frac{L}{m}}$$

$$v_2 = \sqrt{200 \times \frac{3L}{m}} = \sqrt{600} \sqrt{\frac{L}{m}}$$

$$v_3 = \sqrt{200 \times \frac{2L}{3m}} = \sqrt{200} \sqrt{\frac{m}{L}}$$

$$v_4 = \sqrt{400 \times \frac{2L}{m}} = \sqrt{800} \sqrt{\frac{L}{m}}$$

از مقایسه مقادیر به دست آمده معلوم می‌شود که کمترین تندی انتشار مربوط به طناب C است پس گزینه ۳ پاسخ درست است.

۱۹ گزینه ۳ در ابتدا تندی انتشار موج در طناب را محاسبه می‌کنیم.

$$v = f \times \lambda = 5 \times \frac{16}{100} \rightarrow v = 0.8 \frac{m}{s}$$

حال برای تعیین نیروی کشش طناب داریم:

$$v = \sqrt{\frac{F \cdot L}{m}} \rightarrow 0.8 = \sqrt{\frac{F \times 0.4}{0.25}} \rightarrow (0.8)^2 = \frac{F \times 0.4}{0.25} \rightarrow F = 0.4N$$

۲۰ گزینه ۲ ابتدا تندی انتشار موج عرضی در فنر را محاسبه می‌کنیم:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{1.35}{0.15}} \Rightarrow v = 3 \frac{m}{s}$$

برای تعیین طول موج ایجادشده در فنر داریم:

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{3}{2.5} \Rightarrow \lambda = 1.2m$$

۲۱ گزینه ۲

$$\begin{cases} F_v = 9F_1 \\ A_v = A_1 - \frac{64}{100}A_1 = \frac{36}{100}A_1 \end{cases} \rightarrow v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} \rightarrow \frac{v_v}{v_1} = \sqrt{\left(\frac{F_v}{F_1}\right)\left(\frac{\rho_1}{\rho_v}\right)\left(\frac{A_1}{A_v}\right)} = \sqrt{9 \times 1 \times \frac{100}{36}} = 3 \times \frac{10}{6} = 5 \rightarrow \boxed{\frac{v_v}{v_1} = 5}$$

۲۲ گزینه ۳ نیروی کشش و بسامد در هر دو محیط (طناب نازک و طناب ضخیم) برابر است. ولی سرعت انتشار موج با ورود به طناب نازک تر افزایش یافته و در نتیجه طول موج بیشتر می شود.

۲۳ گزینه ۲ چشمه ایجادکننده موج برای همه نقاط یکسان است بنابراین بسامد و دوره همه نقاط برابر است. سرعت انتشار موج نیز طبق رابطه $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ برای همه نقاط یکسان است. بنابراین موارد ۱ و ۳ درست هستند.

۲۴ گزینه ۲ گام ۱: ابتدا به کمک تندی، محاسبه کنیم که مسافت طی شده چند cm بوده است:

$$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} \rightarrow \ell = s_{av} \times \Delta t = 120 \frac{cm}{s} \times 0.3 = 36cm$$

گام ۲: حال ببینیم نسبت به دامنه نوسانی ذرات، هر ذره چه مسافتی را پیموده:

$$\frac{\ell}{A} = \frac{36cm}{6cm} = 6 \rightarrow \ell = 6A$$

گام ۳: هر ذره در هر دوره مسافت ۴A را طی می کند بنابراین:

$$\frac{\ell}{4A} = \frac{6A}{4A} = 1.5$$

و هر ۴A در یک دوره (T) طی می شود بنابراین:

$$\Delta t = 0.3s = 1.5T \rightarrow \boxed{T = \frac{1}{5}s}$$

گام ۴: با توجه به شکل:

$$\lambda + \frac{\lambda}{4} = \frac{5\lambda}{4} = 15cm \rightarrow \boxed{\lambda = 12cm}$$

گام ۵:

$$\lambda = vT \Rightarrow v = \frac{\lambda}{T} = \frac{12cm}{\frac{1}{5}s} = 60 \frac{cm}{s}$$

۲۵ گزینه ۲ گام ۱:

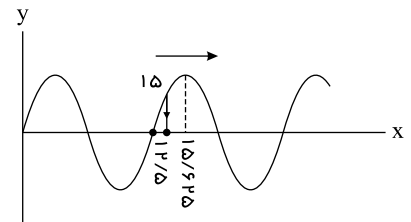
$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F}{\frac{m}{L}}} = \sqrt{\frac{FL}{m}} = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} = \sqrt{\frac{0.9}{(12 \times 10^{-3})(3 \times 10^{-4})}} \rightarrow v = \sqrt{\frac{9 \times 10^{-1}}{36 \times 10^{-1}}} = \sqrt{\frac{1}{4}} = 0.5 \frac{m}{s}$$

گام ۲:

$$v = \lambda f \rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{0.5}{4} = \frac{1}{8}m = 12.5cm \rightarrow \frac{\lambda}{4} = 3.125cm$$

گام ۳:

(به طرف پایین و تندشونده) $x = 15cm \rightarrow \lambda < x < \frac{\lambda}{4}$



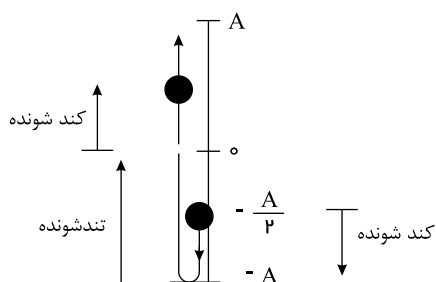
۲۶ گزینه ۳ گام ۱: با توجه به نمودار داده شده، ابتدا طول موج و دوره موج را محاسبه می کنیم.

$$\frac{\lambda}{4} = 75cm \rightarrow \lambda = 60cm = 0.6m \rightarrow T = \frac{\lambda}{v} = \frac{0.6m}{5 \frac{m}{s}} = 0.12s \rightarrow \boxed{T = 0.12s}$$

گام ۲: حال کافی است که ببینیم، مدت زمان داده شده چه کسری از دوره موج است:

$$\begin{cases} \Delta t = 6 - 0 = 6s \\ T = 0.12s \end{cases} \rightarrow \frac{\Delta t}{T} = \frac{60}{12} = \frac{1}{2} \rightarrow \boxed{\Delta t = \frac{T}{2}}$$

فیزیک دوازدهم فصل سه موج



گام ۳: اکنون به ذره M می‌نگریم. با توجه به جهت انتشار موج، ذره M در ابتدا به طرف پایین حرکت کرده و بعد از رسیدن به نقطه بازگشت $y = -A$ ، متوقف شده و باز می‌گردد و تأیید از عبور از مرکز تعادل به نقطه $y = +\frac{A}{2}$ برسد. (ابتدا کندشونده - سپس تندشونده - بعد از آن کندشونده)

۲۷ گزینه ۳ در نمودار نقش موج هر ذره حرکت ذره مقابل از خودش را تکرار می‌کند و به سمت مکان ذره قبلی‌اش حرکت می‌کند و علامت شتاب و مکان نوسانگر عکس یکدیگرند.

حرکت ذره A به سمت $x = 0$ است. بنابراین نیروی وارد بر آن در جهت $-y$ است. ← گزینه ۱، غلط
حرکت ذره B به سمت $x = +A$ است. در نتیجه سرعت آن مثبت و شتاب آن منفی است. ← گزینه ۲، غلط
حرکت ذره C به سمت $x = 0$ است بنابراین حرکت تندشونده دارد. ← گزینه ۳، درست
حرکت ذره D به سمت $x = -A$ است. یعنی در خلاف جهت محور y حرکت می‌کند. ← گزینه ۴، غلط

۲۸ گزینه ۲ با توجه به نمودار، در نقطه‌ای که دو نمودار قطع پیدا کردند، داریم:

$$\frac{3}{2}\lambda A = \frac{1}{2}\lambda B \rightarrow \lambda B = 3\lambda A \xrightarrow{V_A=V_B} T_B = 2T_A$$

* با توجه به اینکه هر دو جمع در یک محیط بیشتر شده‌اند، تندی‌هایشان با هم برابر است. بنابراین طبق رابطه $\lambda = V \cdot T$ ، نسبت طول موج‌ها با نسبت دوره‌ها برابر است.

$$N_{\downarrow} = \frac{t}{T} \Rightarrow \frac{N_B}{N_A} = \frac{\frac{t}{T_B}}{\frac{t}{T_A}} = \frac{T_A}{T_B} = \frac{1}{2}$$

تعداد نوسان کامل
چشمه در t ثانیه

$N_B \Leftarrow$ تقریباً ۶۷٪ کمتر از N_A است.

۲۹ گزینه ۲

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{موج اول } \overline{AD} \text{ را در } 3s \text{ طی می‌کند.} : \frac{3}{2}\lambda = v \times 3 \rightarrow v = \frac{\lambda}{2} \\ \text{موج اول } \overline{OA} \text{ را در } 4s \text{ طی می‌کند.} : \frac{3}{4}\lambda = \frac{3}{4}\lambda \rightarrow \frac{\lambda}{2}\Delta t' \rightarrow \Delta t' = 1,5s \end{array} \right.$$

تندی موج دوم $\frac{1}{3}$ تندی موج اول است. $(v' = \frac{1}{3}v = \frac{\lambda}{6})$

با تغییر محیط و با توجه به رابطه تندی انتشار $\frac{v'}{v} = \frac{D}{D'} = \frac{1}{3}$

$$(v = \frac{2}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}})$$

نکته: چون v ، f و $\frac{1}{3}$ برابر شده است و رابطه $\lambda = \frac{v}{f}$ برقرار است. در نتیجه λ در دو حالت یکسان است.
حال برای فاصله OA که در هر دو حالت یکسان است.

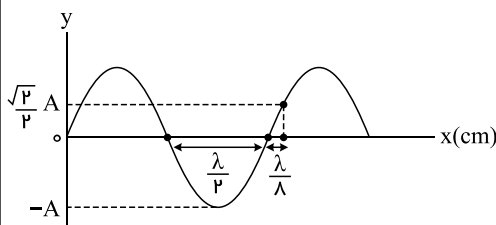
$$\Rightarrow OA = v' \Delta t''$$

$$\frac{3}{4}\lambda = (\frac{\lambda}{6}\Delta t'') \Rightarrow \Delta t'' = 4,5s$$

بنابراین موج حاصل ۳ ثانیه زودتر از موج اول مسافت OA را طی می‌کند.

۳۰ گزینه ۲ می‌دانیم، حداقل مسافت طی شده توسط موج، در مدتی که هر ذره از محیط انتشار موج، از نقطه تعادل خود به $\frac{\sqrt{2}}{2}$ دامنه‌اش می‌رسد، است. بنابراین: $\frac{\lambda}{8}$

فیزیک دوازدهم فصل سه موج



$$\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{2} = 150 \text{ cm} \Rightarrow \frac{5\lambda}{2} = 150 \Rightarrow \lambda = 240 \text{ cm} = 2.4 \text{ m}$$

برای محاسبه تندی موج نیز داریم:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{240}{60} = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

اکنون دوره تناوب را حساب می‌کنیم:

$$v = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow 4 = \frac{2.4}{T} \Rightarrow T = 0.6 \text{ s}$$

با توجه به اینکه $T = 0.6 \text{ s}$ است و کل زمان برابر با $t' = 0.15 \text{ s}$ می‌باشد، تعداد نوسانات را به دست می‌آوریم:

$$n = \frac{t}{T} = \frac{0.15}{0.6} = 0.25$$

ذره M به ازای هر نوسان کامل مسافتی معادل $4A$ و به ازای هر نصف نوسان مسافتی معادل $2A$ را طی می‌کند. (A دامنه نوسان است) بنابراین در یک مدت معین داریم:

$$\frac{S_{av}}{|v_{av}|} = \left| \frac{L}{\Delta x} \right| = \frac{2.5(4A)}{2A} = 5$$

۳۱ گزینه ۱ ابتدا طول موج (λ) و دوره حرکت ذرات محیط انتشار موج (T) را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{3\lambda}{2} = 30 \text{ cm} \rightarrow \lambda = 20 \text{ cm}$$

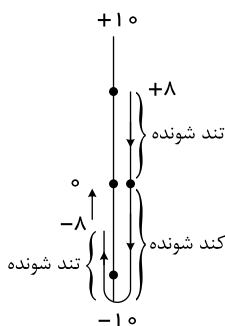
$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{0.2}{2} = 0.1 \text{ s}$$

در نتیجه مدت زمان سپری شده (Δt) برابر است با:

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 0.5 \Rightarrow \Delta t = \frac{T}{2}$$

می‌دانیم در هر $\frac{T}{2}$ ، هر ذره به اندازه $2A$ مسافت طی می‌کند ($2A = 2 \times 10 = 20 \text{ cm}$) از طرفی ذره M در لحظه t_1 در حال پایین آمدن است (چون ذره قبل M پائین تر است).

ذره M برای آنکه 20 cm مسافت طی کند، باید طبق مسیر مقابل حرکت کند، بنابراین نوع حرکت ذره M ، تندشونده، کندشونده، تندشونده خواهد بود. (حرکت ذره به سمت وضع تعادل: تندشونده و حرکت ذره به سمت نقاط بازگشتی: کندشونده است.)



۳۲ گزینه ۱

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{10^{-1}}{2 \times 10^{-1}} = 0.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow 0.5 = \sqrt{\frac{0.5}{\mu}} \Rightarrow 0.25 = \frac{0.5}{\mu} \Rightarrow \mu = 2 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

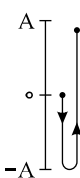
$$\mu = \frac{m}{L} \Rightarrow m = \mu L = 2 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times 1 \times 10^{-2} \text{ m} = 2 \times 10^{-2} \text{ kg} = 2 \times 10^{-2} \text{ kg} \times 10^3 \Rightarrow m = 20 \text{ g}$$

۳۳ گزینه ۲ با توجه به نقش موج داده شده، دوره نوسان ذرات موج برابر است با:

$$\frac{3}{4}\lambda = 0.3 \Rightarrow \lambda = 0.4 \text{ m}$$

$$\lambda = v \times T \Rightarrow 0.4 = 10 \times T \Rightarrow T = 0.04 \text{ s}$$

فیزیک دوازدهم فصل سه موج



مدت زمان $s \frac{3}{100}$ برابر با $\frac{3T}{4}$ است. در این مدت جابه‌جایی و مسیر نوسان ذره A به‌صورت زیر است. با توجه به اینکه ذره A در لحظه t به سمت پایین نوسان می‌کند مسیر مطابق شکل زیر است:

$$\Delta y = +A - 0 = +A = +0.4$$

$$v_{av} = \frac{\Delta y}{A} = \frac{0.4}{\frac{3}{100}} = +\frac{40}{3} m/s$$

پس گزینه ۲ صحیح است.

۳۴ گزینه ۴ با توجه به نقش موج و تعیین طول موج، بسامد زاویه‌ای موج را محاسبه کرده و پس از آن تندی بیشینه هر ذره را محاسبه می‌کنیم.

$$\lambda + \frac{\lambda}{2} = 30 \Rightarrow \frac{3\lambda}{2} = 30 \Rightarrow \lambda = 20 cm$$

$$v_{\text{موج}} = \lambda f \Rightarrow 50 = \frac{2}{100} f \Rightarrow f = 2500 Hz$$

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow \omega = 2 \times 2500 \times \pi = 5000\pi rad/s$$

$$v_{max} = A\omega = \frac{3}{100} \times 5000 \times \pi = 45\pi m/s$$

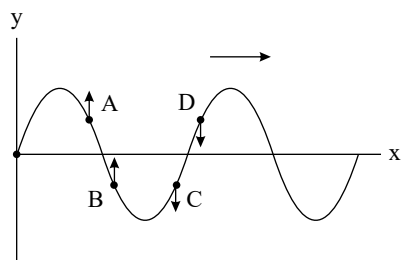
$$\Rightarrow \frac{v_{max}}{v_{\text{ذره}}} = \frac{45}{50} = \frac{9}{10}$$

۳۵ گزینه ۱ ابتدا ببینیم که قلّه مورد نظری که با پیکان در $(t = t_1)$ مشخص شده در مدت $6s$ بر حسب طول موج چه مسافتی را طی کرده است و پس از آن دوره نوسان را محاسبه می‌کنیم و در نهایت بسامد یا همان تعداد نوسان‌ها در هر ثانیه را به‌دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} x_1 = \lambda \\ x_2 = \lambda + \frac{3\lambda}{4} = \frac{7\lambda}{4} \end{cases} \Rightarrow \Delta x = v\Delta t \rightarrow \frac{3}{4}\lambda = \left(\frac{X}{T}\right) \times 6s \rightarrow \frac{3}{4} = \frac{6}{T} \Rightarrow \boxed{T = 8s} \rightarrow \boxed{f = \frac{1}{8} Hz}$$

۳۶ گزینه ۴

گام ۱: علامت شتاب نوسانگر با مکان نوسانگر (در امتداد نوسان یعنی y) مخالف یکدیگر هستند. بنابراین اگر $a < 0$ باید $y > 0$ باشد. (یعنی نقاط A و D)



گام ۲: اگر ذره نوسان‌کننده به طرف مرکز نوسان خود حرکت کند (یعنی به سمت محور x), تندی حرکت آن و در نتیجه انرژی جنبشی آن افزایش می‌یابد. (ذره D)

۳۷ گزینه ۳ روشن است که عدد ۸ در نمودار نشانگر نصف طول موج است، یعنی:

$$\frac{\lambda}{2} = 8cm \rightarrow \lambda = 16cm = 0.16m$$

می‌دانیم:

$$\lambda = \frac{v}{f} \rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{32}{0.16} = 200 Hz$$

با توجه به این که f بیانگر تعداد نوسان در واحد زمان است. بنابراین به راحتی می‌توان تعداد نوسانات در ۳ دقیقه را به‌دست آورد:

$$f = \frac{n}{t} \rightarrow n = 3 \times 60 \times 200 = 36000 \text{ نوسان}$$

۳۸ گزینه ۴

بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱: دامنه هر چهار نقطه یکسان است و بسامد یکسانی هم دارند چون بسامد موج و بسامد چشمه موج یکسان است.

گزینه ۲: سرعت نوسان این نقاط یکسان نیست چون ضمن نوسان از صفر تا v_{max} در حال تغییر هستند، ضمن این که نقاط A و C به سمت بالا و نقاط B و D به سمت پایین حرکت می‌کنند و

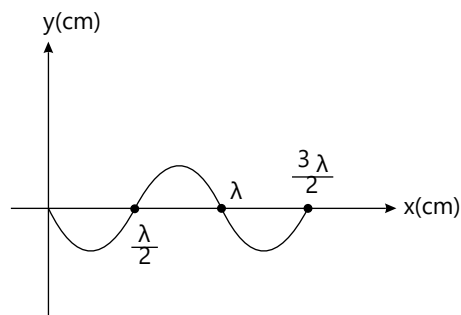
بنابراین سرعت یکسانی ندارند.

گزینه ۳: در هر لحظه فاصله نقاط A و D همچنین B و C دو به دو از مرکز نوسان یکسان است ولی فاصله هر چهار نقطه یکسان نیست.

گزینه ۴: در لحظه نشان داده شده A و D حرکتی کندشونده و B و C حرکتی تندشونده دارند.

۳۹ گزینه ۲ ابتدا با توجه به نقش موج، طول موج و با توجه به تندی انتشار موج، دوره و بسامد زاویه‌ای موج را محاسبه می‌کنیم.

$$\frac{3\lambda}{2} = 0.9(m) \rightarrow \lambda = 0.6m$$



$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{30}{0.6} = 50(Hz) \Rightarrow \omega = 2\pi f = 300\left(\frac{rad}{s}\right)$$

ذره M پس از $\frac{T}{4}$ ، به اندازه A + به بالا حرکت کرده و به مرکز نوسان می‌رسد و سرعت آن بیشینه می‌شود.

$$v = v_{max} = A\omega = \frac{12}{100} \times 300 = 36 \frac{m}{s}$$

۴۰ گزینه ۲ مطابق شکل موج در خلاف جهت محور x در حال پیشروی است و پس از مدت $\frac{T}{2}$ ذره M برای اولین بار با سرعتی در خلاف جهت محور y از مرکز نوسان می‌گذرد.

از طرف دیگر نقطه $x = 1.2$ نشان داده شده روی شکل برابر 2λ است. بنابراین $\lambda = 0.6(m)$ است.

$$\begin{cases} \Delta t = \frac{T}{2} \\ T = \frac{\lambda}{v} = \frac{0.6}{15} = 0.04(s) \end{cases} \rightarrow \Delta t = 0.02(s)$$

۴۱ گزینه ۴ ابتدا طول موج و دوره موج را به دست می‌آوریم:

$$\lambda + \frac{3}{4}\lambda = 3.5 \Rightarrow \lambda = 2m$$

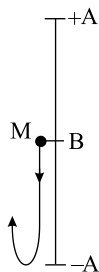
$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{2}{100} = \frac{1}{50}s$$

$$\text{مدت زمان } \Delta t = \frac{1}{150}s, \frac{T}{3} \text{ است.}$$

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{\frac{1}{150}}{\frac{1}{50}} = \frac{1}{3} \Rightarrow \Delta t = \frac{T}{3}$$

موج خلاف محور x حرکت می‌کند. پس ذره M به سمت پایین حرکت می‌کند.

در مدت $\frac{T}{4}$ حرکت کندشونده و سپس تا $\frac{T}{3}$ تندشونده است.



۴۲ گزینه ۴ کافی است که ببینیم در این مدت، موج چه مسافتی را برحسب طول موج می‌پیماید. بنابراین داریم:

$$\Delta x = v \cdot t \xrightarrow{v=\lambda \cdot f}$$

$$\Delta x = (\lambda f) \Delta t = \lambda \times 40 \times \frac{3}{160} \rightarrow \Delta x = \frac{3}{4}\lambda$$

$\frac{3}{4}\lambda$ بعد از نقطه M ، نقطه x_p است.

۴۳ گزینه ۱ نقاطی که تندشونده رو به پایین حرکت می‌کنند:

$$\{A, E, I\}$$

نقاطی که کندشونده رو به بالا حرکت می‌کنند:

$$\{O, D, H, L\}$$

۴۴ گزینه ۳ با توجه به نمودار می‌توان نتیجه گرفت:

$$\frac{\Delta \lambda}{\lambda} = \frac{20}{100} \rightarrow \lambda = 16 \text{ cm}$$

$$T = 0.05 \text{ s} \rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.05} = 20 \text{ Hz}$$

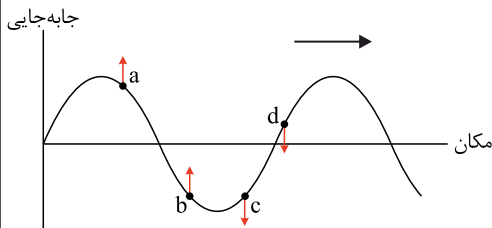
$$\lambda = \frac{v}{f} \rightarrow v = \lambda f \rightarrow v = \frac{16}{100} \times 20 = 3.2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_{\max} = Aw = A(2\pi f) \rightarrow v_{\max} \approx \frac{1}{100} \times 2 \times 3 \times 20 = 1.2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow \frac{v}{v_{\max}} = \frac{3.2}{1.2} = \frac{8}{3}$$

۴۵ گزینه ۲ برای تشخیص نوع حرکت هر نقطه باید به قبل آن نقطه نگاه کرد. اگر نقطه قبلی بالاتر باشد، پس نقطه مورد نظر قرار است بالا برود مانند نقاط A و C و اگر پایین‌تر باشد قرار است پایین برود مانند نقاط B و D. برای تعیین تندشونده یا کندشونده بودن حرکت کافیه ببینیم که نقاط چهارگانه مورد نظرمان در حال نزدیک شدن به نقطه تعادل هستند و یا در حال دور شدن که در مورد اول حرکت تندشونده و در مورد دوم حرکت کندشونده است با توجه به توضیحات ذکر شده نقطه B حرکتی تندشونده رو به پایین دارد.

۴۶ گزینه ۴ نکته: در انتشار موج، هر جزء از محیط تمایل به تکرار وضعیت ارتعاشی ذره مقابل خود را دارد.

با توجه به جهت انتشار موج، وضعیت ارتعاشی هر ذره و جهت سرعت ارتعاش آن در لحظه نمایش داده شده، به صورت زیر است:



بدیهی است که ذره d زودتر از بقیه، به انرژی جنبشی بیشینه خود (یعنی به مرکز نوسان که در اینجا نقطه برخورد نمودار به محور مکان است) می‌رسد.

۴۷ گزینه ۴ مقدار متوسط آهنگ انتقال انرژی یا همان توان متوسط در یک موج مکانیکی با مربع دامنه (A^2) و مربع بسامد (f^2) متناسب است.

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2 \times \left(\frac{f_2}{f_1}\right)^2 = \left(\frac{2A_1}{A_1}\right)^2 \times \left(\frac{2f_1}{f_1}\right)^2 = 4 \times 4 = 16 \Rightarrow P_2 = 16P_1$$

پس گزینه ۴ صحیح است.

۴۸ گزینه ۴ همان‌طور که می‌دانیم توان متوسط انتقال انرژی موج عرضی با مربع دامنه (A^2) و نیز مربع بسامد (f^2) متناسب است، پس داریم:

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2 \times \left(\frac{f_2}{f_1}\right)^2 = \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2 \times \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 \rightarrow \frac{P_2}{P_1} = (2)^2 \times \left(\frac{1}{3}\right)^2 \rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{4}{9}$$

۴۹ گزینه ۲ گام ۱: متوسط آهنگ انتقال انرژی با توان دوم دامنه و توان دوم بسامد رابطه مستقیم دارد.

$$P_{av} \propto A^2 f^2 (1)$$

گام ۲: دو ریسمان مشابه و نیروی کششی یکسان است. بنابراین طبق رابطه $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ $v_{(A)} = v_{(B)}$ ، $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$

(v_A و v_B تندی انتشار دو موج هستند).

گام ۳: با توجه به شکل و رابطه طول موجها:

$$\lambda_B = \frac{\lambda_A}{2} \rightarrow \frac{v_B}{f_B} = \frac{1}{2} \frac{v_A}{f_A} \Rightarrow \boxed{f_B = 2f_A(2)}$$

و نیز با توجه به شکل: $A_{(A)} = 1.5 A_{(B)}(3)$

گام ۴:

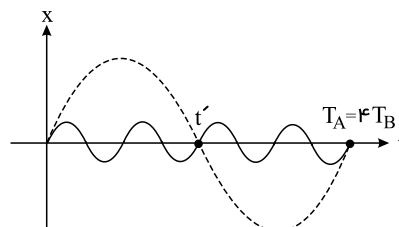
$$(1), (2), (3), (4) \rightarrow \frac{(P_{av})_A}{(P_{av})_B} = \left(\frac{3}{2}\right)^2 \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{9}{16}$$

۵۰ گزینه ۴ با توجه به نمودار، رابطه بین دوره موج‌ها را می‌یابیم. (می‌دانیم که توان متوسط انتقال انرژی با مربع دامنه و مربع بسامد متناسب دارد).

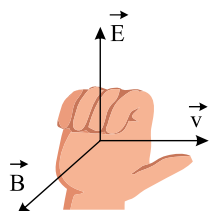
فیزیک دوازدهم فصل سه موج

$$t' = \frac{T_A}{2} = 2T_B \rightarrow \frac{T_A}{T_B} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{\bar{P}_A}{\bar{P}_B} = 1 \rightarrow \left(\frac{A_A}{A_B}\right)^2 \left(\frac{f_A}{f_B}\right)^2 = 1 \rightarrow \left(\frac{A_A}{1}\right)^2 \left(\frac{1}{4}\right)^2 = 1 \rightarrow A_A = 4 \text{ cm}$$



۵۱ گزینه ۲ در امواج الکترومغناطیسی میدان الکتریکی و مغناطیسی بر هم عمود و همچنین هم‌فازند. بنابراین در نقطه A که میدان الکتریکی صفر است، میدان مغناطیسی نیز صفر است. در نقطه B میدان الکتریکی در جهت مثبت محور y است و با روش دست راست می‌توان نتیجه گرفت که اگر این موج در جهت $+x$ منتشر شود و میدان الکتریکی در جهت $+y$ باشد، میدان مغناطیسی در جهت $+z$ یعنی بیرون‌سو خواهد بود.



پس گزینه ۲ صحیح است.

۵۲ گزینه ۴ با توجه به نمودار $B - t$ می‌توان نوشت:

$$\frac{T}{4} = 0.5 \times 10^{-8} \text{ s} \rightarrow T = 2 \times 10^{-8} \text{ s}$$

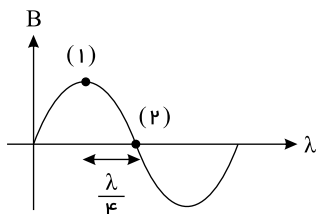
همچنین با توجه به نمودار $B - x$ می‌توان نوشت:

$$\frac{3\lambda}{4} = 2.4 \times 10^{-3} \text{ cm} \rightarrow \lambda = 3.2 \text{ m}$$

حال برویم به سراغ روابط مربوط به موج الکترومغناطیس:

$$\lambda = vT \rightarrow v = \frac{\lambda}{T} = \frac{3.2}{2 \times 10^{-8}} = 1.6 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۵۳ گزینه ۱ چون میدان الکتریکی و مغناطیسی همگام هستند، پس در t_1 میدان الکتریکی هم صفر است و حداقل جابه‌جایی موج با توجه به نمودار $\frac{\lambda}{4}$ می‌شود که هم‌ارز با $\frac{T}{4}$ است:



$$\lambda = vT \Rightarrow 900 \times 10^3 = 3 \times 10^8 \times T \Rightarrow T = 3 \times 10^{-6} \text{ s} \Rightarrow \Delta t_{\min} = \frac{T}{4} = \frac{3}{4} \times 10^{-6}$$

۵۴ گزینه ۳ در امواج الکترومغناطیسی میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی همگام (هم‌فاز) هستند؛ یعنی با هم صفر و با هم بیشینه می‌شوند.

پس گزینه ۳ پاسخ تست است.

۵۵ گزینه ۴ می‌دانیم که آهنگ متوسط انتقال انرژی یک موج صوتی سینوسی با مربع دامنه و مربع بسامد نسبت مستقیم دارد.

گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم:

گزینه ۱:

$$f_2 = f_1, A_2 = 4A_1 \Rightarrow P_2 = 16P_1$$

گزینه ۲:

$$f_2 = \frac{1}{2}f_1, A_2 = \frac{1}{2}A_1, P_2 = \frac{1}{16}P_1$$

گزینه ۳:

$$f_2 = 2f_1, A_2 = 2A_1 \Rightarrow P_2 = 16P_1$$

گزینه ۴:

$$A_2 = A_1, f_2 = 2f_1 \Rightarrow P_2 = 4P_1$$

فیزیک دوازدهم فصل سه موج

۵۶ گزینه ۲ بنا به نتیجه‌ای که ماکسول از پیدایش میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی از تغییرات یکدیگر گرفت، امواج الکترومغناطیسی باید لزوماً ناشی از تغییرات همزمان میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی باشد.

پس گزینه ۲ صحیح است.

۵۷ گزینه ۳ گزینه ۱: میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی هم‌جهت نیستند و بر هم عمودند.

گزینه ۲: میدان‌های E و B هم‌اندازه نیستند.

گزینه ۴: مانند گزینه ۱،

پس گزینه ۳ صحیح است.

۵۸ گزینه ۱

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} \xrightarrow{C=\lambda f} \lambda f = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} \Rightarrow f \sqrt{\mu_0 \epsilon_0} = \frac{1}{\lambda} \Rightarrow [f \sqrt{\mu_0 \epsilon_0}] = \frac{1}{m}$$

۵۹ گزینه ۱

همان‌طور که می‌دانیم جهت انتشار موج الکترومغناطیسی را می‌توانیم از طریق قاعده دست راست و با توجه به موارد زیر به دست آوریم:

$\vec{E}$: در جهت ۴ انگشت دست راست.

$\vec{B}$: جهت کف دست (بردار B از کف دست خارج شود).

$\vec{V}$ (جهت انتشار موج): جهت نوک انگشت شست دست راست.

بنابراین با توجه به جهت بردارهای $\vec{E}$ و $\vec{B}$ ، جهت انتشار موج در سمت (+) محور x خواهد بود.

۶۰ گزینه ۳ با توجه به قاعده دست راست، اگر چهار انگشت دست راست در جهت میدان الکتریکی (در اینجا z (عمود بر صفحه به طرف بیرون)) قرار گیرد، به گونه‌ای که انگشت شست در جهت انتشار موج باشد (در اینجا x به طرف راست) در اینصورت بردار میدان مغناطیسی از کف دست خارج می‌شود که در اینجا و در این لحظه $-y$ می‌شود. از طرفی می‌دانیم که امواج رادیویی دارای طول موج بیشتری از امواج مرئی هستند.

۶۱ گزینه ۴ بدیهی است که با توجه به تندی انتشار موج‌ها، موج P به مدت $120s$ ، زودتر از موج S به لرزه‌نگار می‌رسد.

گام ۱:

$$v_p = \frac{\Delta x}{\Delta t_p}, v_s = \frac{\Delta x}{\Delta t_s}$$

$$\Delta t_s = \Delta t_p + 120s$$

گام ۲:

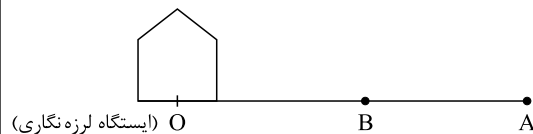
$$\frac{\Delta x}{v_s} - \frac{\Delta x}{v_p} = 120 \rightarrow \Delta x \left(\frac{1}{v_s} - \frac{1}{v_p} \right) = 120 \rightarrow \Delta x \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{8} \right) = 120 \rightarrow \Delta x \left(\frac{4-2}{16} \right) = 120 \rightarrow \frac{1}{8} \Delta x = 120 \rightarrow \boxed{\Delta x = 960 km}$$

۶۲ گزینه ۴ زمان رسیدن موج با تندی v_P و v_S به سطح زمین قابل محاسبه است. فاصله محل وقوع زمین‌لرزه d در نظر می‌گیریم:

$$\Delta t = t_s - t_p = \frac{d}{v_s} - \frac{d}{v_p} = \frac{d(v_p - v_s)}{v_p v_s} \Rightarrow d = \frac{v_p v_s}{v_p - v_s} \Delta t = \frac{6 \times 4}{6 - 4} \left(\frac{km}{s} \right) \times 3 \times 60 (s) = 2160 km$$

۶۳ گزینه ۲

مطابق شکل وضعیت نقطه‌های A و B نسبت به ایستگاه لرزه‌نگاری نمایش داده شده است، با کمک اختلاف زمانی داریم:



$$v = \frac{x}{t} \Rightarrow (t_P = \frac{x}{v_p}, t_s = \frac{x}{v_s}) \Rightarrow \Delta t = t_s - t_p = \frac{x}{v_s} - \frac{x}{v_p} \Rightarrow \Delta t = x \left(\frac{1}{v_s} - \frac{1}{v_p} \right) \Rightarrow \Delta t = \frac{x(v_p - v_s)}{v_s v_p} \Rightarrow x = \frac{v_s v_p}{v_p - v_s} \Delta t \quad (I)$$

با استفاده از رابطه (I) داریم:

برای نقطه A :

$$x_A = OA = \frac{4 \times 8}{8 - 4} (270) = 8 \times 270 = 2160 km$$

برای نقطه B :

$$x_B = OB = \frac{4 \times 8}{8 - 4} (45) = 8 \times 45 = 360 km$$

فاصله AB برابر است با:

$$AB = OA - OB = 2160 - 360 = 1800 km$$

۶۴ گزینه ۱ ابتدا با استفاده از رابطه $\Delta x = v \Delta t$ ، زمان پیمودن هر یک از دو موج را به دست می‌آوریم. اگر تندی موج S را v_S و تندی موج P را v_P نشان دهیم، اختلاف زمان رسیدن این

دو موج برابر است با:

$$\Delta t = \frac{\Delta x}{v_S} - \frac{\Delta x}{v_P} \rightarrow \Delta t = \frac{(v_P - v_S)\Delta x}{v_S v_P} = \frac{(\lambda - \lambda) \times 2 \times 10^3}{\lambda \times \lambda} = 250s$$

۶۵ گزینه ۴ برای هر دو موج رابطه $\Delta X = v \Delta t$ را می‌نویسیم.

$$\begin{cases} (1) : \Delta x = v_S \Delta t_S, (2) : \Delta x = v_P \Delta t_P \\ \text{از طرفی:} \\ (3) : \Delta t_S = \Delta t_P + 60(s) \end{cases}$$

چون فاصله مورد نظر (Δx) در هر ۲ رابطه یکسان است، دو رابطه ۱ و ۲ را با هم برابر قرار می‌دهیم. (به جای Δt_s از رابطه ۳ استفاده می‌کنیم.)

$$v_S \Delta t_S = v_P \Delta t_P \rightarrow 5(\Delta t_P + 60) = \lambda \Delta t_P \Rightarrow 3 \Delta t_P = 300 \Rightarrow \Delta t_P = 100(s)$$

$$2 \text{ رابطه } \Delta t_P \text{ در رابطه } \Delta x = v_P \Delta t_P = \lambda \times 100 = 800km$$

روش دوم:

$$\Delta x = \frac{v_P v_S}{v_P - v_S} \times \Delta t \Rightarrow \Delta x = \frac{\lambda \times 5}{\lambda - 5} \times 60 \Rightarrow \Delta x = 800km$$

۶۶ گزینه ۳ موج منتشرشده در فنر (۱) طولی و موج منتشرشده در فنر (۲) عرضی است و تندی انتشار امواج طولی در یک محیط جامد بیشتر از امواج عرضی در همان محیط است.

۶۷ گزینه ۴ در یک محیط جامد کشسان تندی انتشار امواج طولی بیشتر از امواج عرضی است.

۶۸ گزینه ۴ ابتدا فاصله S_1 تا گیرنده را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta x = vt \Rightarrow x = 340 \times \left(\frac{1}{340}\right) = 1m$$

یعنی فاصله S_1 تا گیرنده، $1m$ بیشتر از S_1 تا گیرنده است؛ و برابر با $13m$ می‌باشد. پس فاصله S_1 و S_2 را به دست می‌آوریم:

$$13^2 = 12^2 + x^2 \Rightarrow x = 5m$$

پس فاصله بین S_1 و S_2 ، 5 متر است؛ بنابراین گزینه ۴ صحیح است.

۶۹ گزینه ۱ برای حرکت رفت و برگشتی صوت می‌توان نوشت: زمان $\times$ تندی = مسافت

$$L = S \cdot \Delta t \Rightarrow 2 \times 40 = 320 \Delta t \rightarrow \Delta t = \frac{1}{4}(s)$$

برای محاسبه دوره تناوب از رابطه $\lambda = v \cdot T$ استفاده می‌کنیم:

$$16 \times 10^{-2} = 320 \times T \rightarrow T = \frac{1}{2} \times 10^{-3}(s)$$

$$n = \frac{\Delta t}{T} = \frac{\frac{1}{4}}{\frac{1}{2} \times 10^{-3}} = 500 \quad (\text{نوسان})$$

۷۰ گزینه ۱

روش اول: صوت از دو مسیر، یکی از طریق هوا و دیگری از طریق ریل به گوش نفر دوم می‌رسد که طول طی شده برای هر دو مسیر یکسان است. بنابراین داریم:

$$\Delta x_1 = \Delta x_2$$

$$v_1 t_1 = v_2 t_2 \rightarrow 350 t_1 = 3500 t_2 \rightarrow t_1 = 10 t_2$$

$$\Delta t = t_1 - t_2 = 1,8 \xrightarrow{t_1 = 10 t_2} 10 t_2 - t_2 = 1,8 \rightarrow 9 t_2 = 1,8 \rightarrow t_2 = 0,2s$$

$$\Delta x_2 = v_2 t_2 = 3500 \times 0,2 = 700m$$

روش دوم:

$$\overline{AB} = d = \frac{v_1 v_2 \times \Delta t}{v_2 - v_1} = \frac{350 \times 3500 \times 1,8}{(3500 - 350)} = 3500 \times 0,2 = 700m$$

۷۱ گزینه ۳ یک صدا که زودتر به گوش شنونده می‌رسد ناشی از موجی است که از دیواره لوله می‌گذرد و مدت زمان رسیدن آن به گوش شخص برابر است با:

$$\Delta t_1 = \frac{L}{v_1} = \frac{L}{1200}$$

صدای دیگر که یک ثانیه پس از صدای اول به گوش شخص می‌رسد، ناشی از موجی است که از طریق هوای درون لوله به گوش شخص می‌رسد و برابر است با:

$$\Delta t_2 = \frac{L}{v_2} = \frac{L}{300}$$

طبق گفته سؤال ۱ $\Delta t_2 = \Delta t_1 + 1$ است، پس:

$$\Delta t_2 = \Delta t_1 + 1 \Rightarrow \frac{L}{300} = \frac{L}{1200} + 1 \Rightarrow \frac{3L}{1200} = 1 \Rightarrow L = 400m$$

۷۲ گزینه ۳ فقط جملهٔ ب، نادرست است، زیرا در مواردی استثنا وجود دارد.

۷۳ گزینه ۴ ابتدا با استفاده از $\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right) \times \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$ ، نسبت شدت صوت در محل صفحه را به دست می آوریم.

$$\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right) \times \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \xrightarrow{r_1=2m, r_2=6m} \frac{I_2}{I_1} = 1 \times \left(\frac{2}{6}\right)^2 = \frac{1}{9}$$

با استفاده از رابطه $I = \frac{E}{A \cdot t}$ انرژی رسیده به صفحه A_2 را محاسبه می کنیم.

$$I = \frac{E}{At} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{E_2}{E_1} \times \frac{t_1}{t_2} \times \frac{A_1}{A_2} \Rightarrow \frac{1}{9} = \frac{E_2}{240} \times \frac{10s}{60s} \times \frac{2cm^2}{8cm^2} \Rightarrow \frac{1}{9} = \frac{E_2}{240} \times \frac{1}{24} \Rightarrow E_2 = 640\mu J$$

۷۴ گزینه ۲

$$\left. \begin{aligned} \Delta\beta &= 10 \log \frac{I_2}{I_1} \\ \frac{I_2}{I_1} &= \left(\frac{f_2}{f_1} \times \frac{r_1}{r_2}\right)^2 \end{aligned} \right\} \Delta\beta = 20 \log \left(\frac{f_2}{f_1} * \frac{r_1}{r_2}\right)$$

فاصله ۹۰٪ کاهش پیدا کرده $\Leftarrow r_2 = 0.1r_1$ ، فرکانس ۷۵٪ کاهش داشته $\Leftarrow f_2 = \frac{1}{4}f_1$

$$\Delta\beta = 20 \log \frac{1}{4} \times 10 = 20(\log 2^{-2} + \log 10) = 20 \times 0.4dB = 8dB$$

۷۵ گزینه ۳

$$\Delta\beta = 10 \log \frac{I_2}{I_1}, \quad \frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2, \quad I = \frac{P}{4\pi r^2} \rightarrow \Delta\beta = 20 \log \frac{r_1}{r_2}$$

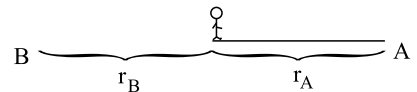
$$\left. \begin{aligned} \text{فاصله نقطه } B \text{ از چشمه} &= 2x \\ \text{فاصله نقطه } C \text{ از چشمه} &= \sqrt{(2x)^2 + (x)^2} = \sqrt{5}x \end{aligned} \right\} \Delta\beta_{B,C} = 20 \log \frac{\sqrt{5}}{2} \xrightarrow{\text{ادامه}} \Delta\beta_{B,C} = 20(\log \sqrt{5} - \log 2) = 20\left(\frac{1}{2} \log 5 - \log 2\right) \simeq 1dB$$

$$\text{برای نقاط } O, C: \Delta\beta = 20 \log \frac{r_{AC}}{r_{OC'}} = 20 \log 2 = 6dB$$

$$\frac{\Delta\beta_{BC}}{\Delta\beta_{OC}} = \frac{1}{6}$$

۷۶ گزینه ۴ می دانیم که شدت صوت در اطراف یک چشمهٔ صوتی با مجذور دامنه و بسامد متناسب و با مجذور فاصله از چشمه نسبت عکس دارد. پس در اینجا رابطهٔ بین دامنه و بسامد چشمه ها را می یابیم.

$$\left\{ \begin{aligned} \lambda_B &= 2\lambda_A \text{ از روی نمودار} \\ V_A &= V_B \text{ چون محیط یکسان است} \end{aligned} \right. \rightarrow f_A = 2f_B$$



$$\rightarrow \frac{I_B}{I_A} = \left(\frac{f_B}{f_A}\right)^2 \left(\frac{A_B}{A_A}\right)^2 \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^2 \rightarrow 1 = \frac{1}{4} \times \frac{1}{9} \times \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^2 \rightarrow \begin{cases} r_A = 6r_B \\ r_A + r_B = 21 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} r_A = 18m \\ r_B = 3m \end{cases}$$

از روی نمودار: $A_A = 3A_B$

۷۷ گزینه ۱

می دانیم که در یک مکان، شدت صوت با مربع دامنه و مربع بسامد متناسب است. یعنی:

$$\frac{I_A}{I_B} = \left(\frac{f_A}{f_B}\right)^2 \times \left(\frac{A_A}{A_B}\right)^2 \rightarrow 9 = \left(\frac{1}{2}\right)^2 \times \left(\frac{A_A}{A_A - 10cm}\right)^2 \rightarrow \left(\frac{A_A}{A_A - 10cm}\right)^2 = 36 \rightarrow \frac{A_A}{A_A - 10cm} = 6 \rightarrow 5A_A = 60cm \rightarrow A_A = 12cm$$

دقت کنید که چون هر دو موج در یک محیط منتشر شده اند، تندی انتشار موج برای هر دو یکسان است. بنابراین:

$$\lambda = \frac{v}{f} \xrightarrow{v: \text{ یکسان}} \frac{f_A}{f_B} = \frac{\lambda_B}{\lambda_A} \xrightarrow{\lambda_A = 2\lambda_B} \frac{f_A}{f_B} = \frac{1}{2}$$

۷۸ گزینه ۳ در اطراف یک چشمه صوتی، شدت صوت با مربع فاصله از چشمه نسبت عکس دارد. بنابراین داریم:

$$\beta_r - \beta_1 = 10 \log \frac{I_r}{I_1} = 10 \log \left(\frac{r_1}{r_r} \right)^2 = 20 \log \frac{r_1}{r_r} \rightarrow -40 = 20 \log \frac{r_1}{r_r} \rightarrow \log \frac{r_1}{r_r} = -2 \rightarrow \frac{r_1}{r_r} = \frac{1}{100} \rightarrow \frac{r_1}{r_1 + 3} = \frac{1}{100}$$

$$\rightarrow 100r_1 = r_1 + 3 \rightarrow r_1 = \frac{1}{33} m$$

۷۹ گزینه ۲ ابتدا فرض می‌کنیم جذب صوت توسط هوا ناچیز باشد. در این صورت داریم: (با توجه به ثابت بودن بسامد و دامنه)

$$\frac{I_r}{I_1} = \left(\frac{r_1}{r_r} \right)^2$$

$$\beta_r - \beta_1 = 10 \log \frac{I_r}{I_1} \Rightarrow \beta_r - \beta_1 = 20 \log \left(\frac{r_1}{r_r} \right)$$

$$\beta_r - 120 = 20 \log \left(\frac{100}{2000} \right)$$

$$\beta_r = 120 + 20 \log \left(\frac{1}{20} \right)$$

$$= 120 + 20 (\log 1 - \log 20) = 120 - 20 (\log 2 + \log 10) = 120 - 20 (0.3 + 1) = 94 \text{ dB}$$

اکنون مقدار جذب توسط هوا را محاسبه می‌کنیم. در فاصله ۱۰۰ متر (0.1 km) تا 2 km ، به ازای جذب ۸ دسی‌بل در هر کیلومتر داریم:

$$\beta = 8 \times (2 - 0.1) = 15.2 \text{ dB}$$

حال این مقدار را از مقدار ایده‌آل کم می‌کنیم.

$$\beta = 94 - 15.2 = 78.8 \text{ dB} \approx 79 \text{ dB}$$

۸۰ گزینه ۲ با استفاده از اختلاف دو تراز شدت صوت داده‌شده داریم:

$$\Delta\beta = \beta_r - \beta_1 = 10 \log \frac{I_r}{I_1} \rightarrow 94 - 56 = 10 \log \frac{I_r}{I_1} \rightarrow 38 = 10 \log \frac{I_r}{I_1} \rightarrow 3.8 = \log \frac{I_r}{I_1}$$

$$\rightarrow 2 + 1.8 = \log \frac{I_r}{I_1} \xrightarrow[6 \log 2 = \log 2^6]{1.8 = 6 \times 0.3 = \log 2} \log 10^2 + \log 2^6 = \log \frac{I_r}{I_1} \rightarrow \log 2^6 \times 10^2 = \log \frac{I_r}{I_1} \rightarrow \frac{I_r}{I_1} = 2^6 \times 10^2 = 6.4 \times 10^3$$

تذکر: می‌توان پاسخ دیگری نیز برای این سوال پیدا کرد. یعنی:

$$3.8 = \log \frac{I_r}{I_1} \rightarrow 5 - 1.2 = \log \frac{I_r}{I_1} \xrightarrow[4 \log 2 = \log 2^4]{1.2 = 4 \times 0.3 = \log 2} \log 10^5 - \log 2^4 = \log \frac{I_r}{I_1}$$

$$\rightarrow \log \frac{10^5}{2^4} = \log \frac{I_r}{I_1} \rightarrow \frac{I_r}{I_1} = 6.25 \times 10^3$$

که با توجه به اینکه این پاسخ در گزینه‌ها، نیست (در سوال ذکر شده کدام گزینه می‌تواند باشد) پاسخ همان گزینه ۲ است.

۸۱ گزینه ۳ ابتدا شدت صوت به‌ازای تراز شدت صوت 57 dB را به‌دست می‌آوریم.

$$\beta = 10 \log \frac{I_r}{I_1} \Rightarrow 57 = 10 \log \frac{I_r}{10^{-12}} \Rightarrow 5 + 0.7 = \log \frac{I_r}{10^{-12}} \Rightarrow \log 10^5 + \log 5 = \log \frac{I_r}{10^{-12}} \Rightarrow \log 5 \times 10^5 = \log \frac{I_r}{10^{-12}} \Rightarrow I_r = 5 \times 10^{-7} \frac{W}{m^2}$$

طبق رابطه $\frac{I_r}{I_1} = \left(\frac{r_1}{r_r} \right)^2$ ، فاصله r_r را به‌دست می‌آوریم. (آهنگ متوسط انتقال انرژی $(\bar{P})$ ثابت در نظر گرفته شده است).

$$\frac{I_r}{I_1} = \left(\frac{r_1}{r_r} \right)^2 \Rightarrow \frac{5 \times 10^{-7}}{2 \times 10^{-8}} = \left(\frac{2}{r_r} \right)^2 \Rightarrow 25 = \left(\frac{2}{r_r} \right)^2 \xrightarrow{\text{جذر}} 5 = \frac{2}{r_r} \Rightarrow r_r = \frac{2}{5} m$$

سؤال $\Delta r = r_r - r_1$ را خواسته است، پس:

$$\Delta r = r_r - r_1 = \frac{2}{5} - 2 = \frac{-8}{5} = -1.6 m$$

بنابراین شنونده باید $1.6 m$ به منبع نزدیک شود.

۸۲ گزینه ۱ ابتدا شدت صوت را با استفاده از رابطه $\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$ به‌دست می‌آوریم:

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow 27 = \log \frac{I}{10^{-12}} \Rightarrow 2.7 = \log \frac{I}{10^{-12}} \Rightarrow 3 - 0.3 = \log \frac{I}{10^{-12}} \Rightarrow \log 1000 - \log 2 = \log \frac{I}{10^{-12}} \Rightarrow \log 500 = \log \frac{I}{10^{-12}}$$

$$\Rightarrow I = 5 \times 10^{-10} \frac{W}{m^2}$$

طبق رابطه $I = \frac{E}{At}$ انرژی صوتی رسیده به صفحه را به‌دست می‌آوریم:

$$I = \frac{E}{At} \Rightarrow 5 \times 10^{-10} = \frac{E}{60 \times 4 \times 10^{-4}} \Rightarrow E = 12 \times 10^{-12} J$$

۸۳ گزینه ۴ ابتدا فاصله اولیه شنونده تا منبع قبل از حرکت شنونده را به‌دست می‌آوریم:

فیزیک دوازدهم فصل سه موج

$$\beta_r - \beta_1 = 10 \log \frac{I_r}{I_1} \Rightarrow 20 = 10 \log \left(\frac{r_1}{r_r} \right)^2 \Rightarrow 2 = \log \left(\frac{r_1}{r_1 - 20} \right)^2 \Rightarrow \frac{r_1}{r_1 - 20} = 10 \Rightarrow r_1 = \frac{200}{9} m$$

بنابراین فاصله اولیه منبع و شنونده قبل از حرکت شنونده $r_1 = \frac{200}{9} m$ و پس از $20m$ نزدیک شدن به $r_r = \frac{200}{9} - 20 = \frac{20}{9} m$ می‌رسد. اگر شنونده از فاصله r_r به اندازه x متر به منبع نزدیک شود، تراز شدت صوت $20dB$ افزایش می‌یابد. در این حالت داریم:

$$\beta_r - \beta_r = 10 \log \frac{I_r}{I_r} \Rightarrow 20 = 10 \log \left(\frac{r_r}{r_r - x} \right)^2 \Rightarrow \frac{r_r}{r_r - x} = 10 \Rightarrow \frac{\frac{20}{9}}{\frac{20}{9} - x} = 10 \Rightarrow x = 2m$$

۸۴ گزینه ۲ اگر شدت صوتی برابر شدت موج (I_0) باشد، آن صوت به زحمت قابل شنیدن است، یعنی $\beta = 0$ است. بنابراین دورترین فاصله‌ای که می‌توان صوت را شنید شدت صوتی معادل I_0 دارد. پس:

$$I = I_0 \Rightarrow 10^{-12} = \frac{P}{4\pi r^2} \Rightarrow 10^{-12} = \frac{12}{4 \times 3 \times r^2} \Rightarrow r = 10^6 m$$

توجه کنید که در عمل مقدار r بسیار کمتر از عدد به‌دست آمده است زیرا درصد زیادی از انرژی صوتی در مسیر تلف می‌شود.
پس گزینه ۲ صحیح است.

۸۵ گزینه ۳ با اضافه کردن ۷ بلندگوی دیگر، شدت صوت ۸ برابر می‌شود.

$$\left. \begin{aligned} \Delta\beta &= 10 \log \frac{I_r}{I_1} \\ \beta_r &= 173\beta_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow 3\beta_1 = 10 \log 8 = 10 \log 2^3 = 9$$

$$\beta_1 = 30dB$$

۸۶ گزینه ۱ با n بلندگو توان منبع و در نتیجه شدت صوت n برابر می‌شود:

$$\Delta B = 10 \log \frac{I_r}{I_1} \\ 10 \log n = 6 \Rightarrow \log n = 0.6 = 2 \times 0.3 = 2 \log 2 \Rightarrow \log n = \log 2^2 \Rightarrow n = 4$$

بنابراین باید ۳ بلندگو را در کنار یک بلندگو قرار دهیم.

۸۷ گزینه ۳

$$I = \frac{P}{A} = \frac{510 \times 10^{-6}}{34 \times 10^{-2}} = 15 \times 10^{-2} \\ \beta = 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \log \frac{15 \times 10^{-2}}{10^{-12}} = 10 \log 15 \times 10^{10} \\ \beta = 10(\log 3 + \log 5 + \log 10^{10}) \quad \beta = 112dB$$

۸۸ گزینه ۱ ابتدا شدت صوت و توان لازم برای این شدت صوت را محاسبه می‌کنیم. پس از آن بازده بلندگو را به‌دست می‌آوریم.

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \rightarrow 100 = 10 \log \frac{I}{10^{-12}} \rightarrow \frac{I}{10^{-12}} = 10^{10} \rightarrow I = 10^{-2} \frac{w}{m^2} \\ I = \frac{P}{A} \rightarrow 10^{-2} = \frac{P}{4\pi r^2} = \frac{P}{4 \times 3 \times 25} \rightarrow P = 3w \\ بازده = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 = \frac{3}{15} \times 100 = 20\%$$

۸۹ گزینه ۲

$$\Delta\beta = 10 \log \frac{I_r}{I_1} \rightarrow 9 = 10 \log \frac{I_r}{I_1} \rightarrow 3 \times 0.3 = \log \frac{I_r}{I_1} \rightarrow \log 2^3 = \log \frac{I_r}{I_1} \rightarrow I_r = 8I_1 \\ I = \frac{P}{4\pi r^2} \\ I_r = 8I_1 \xrightarrow{r_1=r_r} P_r = 8P_1$$

۹۰ گزینه ۲

$$\Delta\beta = 10 \log \left(\frac{f_r}{f_1} \right)^2 \left(\frac{A_r}{A_1} \right)^2 \left(\frac{r_1}{r_r} \right)^2 \rightarrow 40 = 10 \log (2)^2 \left(\frac{r_1}{r_r} \right)^2 \rightarrow 4 = \log 2^2 \left(\frac{r_1}{r_r} \right)^2 \rightarrow 2^2 \left(\frac{r_1}{r_r} \right)^2 = 10^4 \rightarrow 2 \left(\frac{r_1}{r_r} \right) = 100 \\ \frac{2 \times 50}{r_r} = 100 \rightarrow r_r = 1m \rightarrow \Delta r = 49m$$

۹۱ گزینه ۱ شدت صوت دو منبع صوتی در محلی که شخص ایستاده است را با هم برابر قرار می‌دهیم تا توان چشمه صوتی دوم را به دست آوریم. داریم:

$$I_1 = I_2 \rightarrow \frac{P_1}{A_1} = \frac{P_2}{A_2} \xrightarrow{A=4\pi r^2} \frac{P_1}{4\pi r_1^2} = \frac{P_2}{4\pi r_2^2} \rightarrow \frac{P_2}{(200)^2} = \frac{P_2}{(40)^2} \rightarrow P_2 = 10W$$

دقت شود که باید P_1 را برحسب وات در معادله قرار دهیم تا P_2 نیز برحسب وات به دست بیاید، همچنین باید واحد r_1 و r_2 را یکسان در روابط جایگذاری کنیم.

۹۲ گزینه ۳ در ابتدا شدت صوت را در نقطه موردنظر محاسبه می‌کنیم:

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \rightarrow 20 = 10 \log \frac{I}{10^{-12}} \\ \Rightarrow I = 10^{-10} \frac{W}{m^2}$$

حال با توجه به تعریف شدت صوت در هر نقطه داریم:

$$I = \frac{P}{A} \rightarrow P = IA = 10^{-10} \times 5 \times 10^{-4} = 5 \times 10^{-14} W = 5 \times 10^{-4} \mu W$$

۹۳ گزینه ۱

می‌دانیم که شدت صوت با مربع دامنه و مربع بسامد رابطه مستقیم و با مربع فاصله از چشمه صوتی نسبت عکس دارد. در این‌جا که بسامد ثابت است، داریم:

$$\frac{f_2}{f_1} = 1 \\ \Delta\beta = 10 \log \frac{I_2}{I_1} \rightarrow \Delta\beta = 10 \log \left(\frac{f_2}{f_1} \right)^2 \left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2 \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2 \xrightarrow{\frac{f_2}{f_1}=1} 40 = 10 \log 2^2 \times \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2 \rightarrow 4 = \log 2^2 \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2 \Rightarrow 2^2 \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2 = 10^4 \\ \rightarrow 2 \frac{r_1}{r_2} = 100 \rightarrow \frac{2 \times 100}{r_2} = 100 \rightarrow r_2 = 2m \rightarrow \Delta r = 2 - 100 = -98m$$

۹۸ متر باید نزدیک شود.

۹۴ گزینه ۲ با توجه به نمودار، طول موج صوت B ، دو برابر طول موج صوت A است. چون هر دو صوت در یک محیط منتشر شده‌اند، تندی انتشار آن‌ها یکسان است. با توجه به رابطه $\lambda = \frac{v}{f}$

نسبت بسامد صوت A به بسامد صوت B برابر است با:

$$2\lambda_A = \lambda_B, \quad v_A = v_B \\ \frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{v_A}{v_B} \times \frac{f_B}{f_A} \Rightarrow \frac{1}{2} = 1 \times \frac{f_B}{f_A} \Rightarrow \frac{f_A}{f_B} = 2$$

شدت صوت با مربع فاصله و مربع بسامد رابطه مستقیم دارد، پس:

$$\frac{I_A}{I_B} = \left(\frac{A_A}{A_B} \right)^2 \times \left(\frac{f_A}{f_B} \right)^2 = \left(\frac{2}{1} \right)^2 \times (2)^2 = 16$$

۹۵ گزینه ۲ ابتدا نسبت $\frac{I_2}{I_1}$ را به دست می‌آوریم. پس از آن، این نسبت را با هریک از گزینه‌ها بررسی می‌کنیم.

$$19 = 10 \log \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow 1.9 = \log \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow 1 + \boxed{0.9} = \log \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow \log 10 + \log 2^9 = \log \frac{I_2}{I_1}$$

$$\Rightarrow \log 10 \times 10 = \log \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = 100 \left\{ \begin{array}{l} \text{گزینه ۱: } \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2 = 100 \rightarrow r_1 = 10\sqrt{2}r_2 \rightarrow r_2 = \frac{1}{10\sqrt{2}}r_1 = \frac{\sqrt{2}}{20}r_1 \times \\ \text{گزینه ۲: } \left(\frac{f_2}{f_1} \right)^2 = 100 \rightarrow f_2 = 10\sqrt{2}f_1 \checkmark \\ \text{گزینه ۳: } \left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2 = 100 \rightarrow A_2 = 10\sqrt{2}A_1 \times \\ \text{گزینه ۴: } \frac{P_2}{P_1} = 100 \times \end{array} \right.$$

۹۶ گزینه ۴ توجه کنید که تمام انرژی منبع صوت از دهانه خروجی بلندگو عبور می‌کند. بنابراین توان صوت عبوری از دهانه بلندگو همان توان تولیدی منبع است. بنابراین شدت صوت در دهانه خروجی بلندگو برابر است با:

$$I = \frac{P}{A} = \frac{20}{\pi r^2} = \frac{20}{\pi \times \left(\frac{1}{2} \right)^2} = \frac{80}{\pi} W/m^2$$

پس گزینه ۴ صحیح است.

۹۷ گزینه ۴ بسامد صوت‌هایی که انسان می‌تواند بشنود بین 20 Hz تا 20000 Hz است، پس:

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow \begin{cases} \lambda_{\min} = \frac{340}{20000} = 0.017\text{ m} \\ \lambda_{\max} = \frac{340}{20} = 17\text{ m} \end{cases} \Rightarrow 0.017 < \lambda < 17$$

انسان این بازه را می‌تواند بشنود و خارج از این بازه را نمی‌شنود.

۹۸ گزینه ۲ ارتفاع، بسامدی است که گوش انسان درک می‌کند، چون بسامد دیاپازون ثابت است پس $f_1 = f_2$ است. (گزینه‌های ۱ و ۳ نادرست‌اند)
بلندی، شدتی است که گوش انسان درک می‌کند. در آزمایش دوم که شدت ضربه به دیاپازون بیشتر است بلندی بیشتر شنیده می‌شود، پس $k_2 > k_1$ است.
پس گزینه ۲ صحیح است.

۹۹ گزینه ۱ بلندگو بسامد صدا را تغییر نمی‌دهد اما شدت صوت را افزایش می‌دهد. بنابراین ارتفاع صدای شنیده شده که وابسته به بسامد است، تغییر نمی‌کند ولی بلندی صدای شنیده شده که متناسب با شدت صوت است را افزایش می‌دهد.
پس گزینه ۱ صحیح است.

۱۰۰ گزینه ۱ با افزایش فاصله، شدت صوت دریافتی توسط شنونده کاهش یافته و با توجه به آنکه بلندی صوت با شدت صوت متناسب است، صوت شنیده‌شده توسط شنونده آهسته‌تر می‌شود.

۱۰۱ گزینه ۴ هنگامی که چشمه صوت ساکن است، طول موج برای متحرک و ناظر ساکن یکسان می‌باشد؛ ولی از آنجایی که ناظر C در حال نزدیک شدن به چشمه صوت است، نسبت به ناظر A که ساکن است، بسامد بیشتری دریافت می‌کند؛ زیرا در یک زمان مشخص تعداد جبهه موج بیشتری به آن می‌رسد.

۱۰۲ گزینه ۴ چون چشمه صوت ساکن است، تجمع جبهه‌های دریافتی در دو طرف چشمه یکسان است.

یعنی: $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3$
بسامد دریافتی توسط شخص ۲ و ۳ یکسان است، زیرا با سرعت یکسانی از چشمه دور می‌شوند و این بسامد، از بسامد چشمه کمتر است. بسامد دریافتی توسط شخص ۱، از بسامد چشمه بیشتر است، زیرا به چشمه نزدیک می‌شود، بنابراین $f_2 = f_3 < f_1$

۱۰۳ گزینه ۳ با ساکن بودن چشمه صوت، طول موج دریافتی ناظر ثابت می‌ماند. با افزایش تندی ناظر، در مدت زمان یکسان جبهه‌های موج بیشتری توسط ناظر دریافت می‌شود، یعنی بسامد موج دریافتی افزایش می‌یابد.

۱۰۴ گزینه ۴ اگر چشمه به شنونده نزدیک شود، شنونده طول موج کوتاه‌تری را (نسبت به حالت سکون چشمه) دریافت می‌کند. طول موج تنها هنگامی نسبت به حالت سکون تغییر می‌کند که چشمه صوت حرکت کند و اگر چشمه ثابت باشد. طول موج دریافتی شنونده دچار تغییر نمی‌شود. (λ_s طول موج صوت ایجاد شده در حالت سکون چشمه است).
شنونده (۱): چشمه $\lambda_1 = \lambda_s$
شنونده (۲): چشمه $\lambda_2 < \lambda_s$

۱۰۵ گزینه ۱ الف) چشمه لزوماً متحرک است، زیرا تراکم جبهه‌های موج در تمام نقاط یکسان نیست.
ب) چون تراکم جبهه‌ها در B بیشتر است می‌توان نتیجه گرفت چشمه در حال حرکت به سمت راست است.
پ) درست است.
ت) تندی انتشار صوت فقط به محیط انتشار بستگی دارد و برای دو نقطه A و B مقدار یکسانی دارد.

۱۰۶ گزینه ۴ نکات مورد نیاز حل سؤال:

گزینه ۴) اگر جبهه‌های موج یکدیگر را قطع کنند، تندی چشمه صوت بیشتر از تندی صوت است. گزینه ۴
گزینه ۱) اگر فاصله جبهه‌های موج از یکدیگر هم‌اندازه باشد، چشمه صوت ساکن است. گزینه ۱
گزینه ۲) اگر فاصله جبهه‌ها در جلوی چشمه کمتر از پشت چشمه باشد، تندی چشمه کمتر از تندی صوت است.
۴- اگر جبهه‌های موج در جلوی چشمه مماس بر هم باشند، تندی چشمه برابر تندی صوت است.

۱۰۷ گزینه ۳ طول موج صوت در جلوی اتومبیل B ، کوچک‌تر از طول موج صوت در عقب آن است و این، ربطی به حرکت اتومبیل A و C ندارد:

$$\lambda_C < \lambda_A$$

از طرفی چون فاصله اتومبیل‌ها نسبت به هم تغییر نمی‌کند، بسامد صوت دریافتی توسط راننده‌ها برابر بسامد واقعی صوت اتومبیل B است:

$$f_A = f_C = f_B$$

۱۰۸ گزینه ۴ وقتی منبع ارسال موج ساکن است، طول موجی که شنونده متحرک دریافت می‌کند، همان طول موج منبع است. با بازتاب صوت از یک مانع ساکن طول موج آن تغییر نمی‌کند. پس ساختمان همان طول موج λ_1 را باز می‌تاباند که توسط راننده دریافت می‌شود.

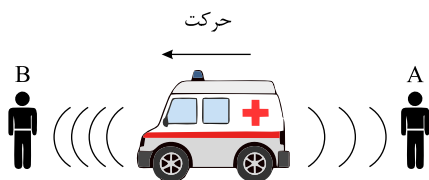
$$\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3$$

گزینه ۱۰۹

در حرکت کندشونده علامت a و v قرینه یکدیگرند. چون شتاب در جهت محور x است، در نتیجه سرعت در خلاف جهت محور x

خواهد بود. پس آمبولانس در حال حرکت به سمت چپ است. چون شنونده B در جلوی چشمه صوت قرار دارد و شنونده A در پشت

آن است. $\lambda_B < \lambda_A \Leftarrow$



گزینه ۱۱۰ از زیروندهای ۱ و ۲ به ترتیب برای کمیت‌های وابسته به طناب نازک و ضخیم استفاده می‌کنیم. زمان لازم برای آنکه یک تپ با تندی v طنابی به طول L را ببیماید از رابطه $t = \frac{L}{v}$

به‌دست می‌آید، بنابراین چون تپ بازتابشی در مدت $4s$ طول طناب نازک و تپ عبوری در مدت $2s$ طول طناب ضخیم را می‌بیماید، داریم:

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{L_1}{L_2} \times \frac{v_2}{v_1} \Rightarrow \frac{4}{2} = \frac{L_1}{L_2} \times \frac{v_2}{v_1} \Rightarrow \frac{L_1}{L_2} = \frac{v_1}{5v_2} \quad (I)$$

تندی حرکت تپ در طنابی به قطر D و چگالی ρ که با نیروی کشیده شده است از رابطه $v = \frac{2}{D} \sqrt{\frac{F}{\pi\rho}}$ به‌دست می‌آید که با نوشتن شکل مقایسه‌ای آن خواهیم داشت (دقت کنید که طناب‌ها

هم‌جنس هستند، پس چگالی ρ برای آن‌ها یکسان است. از طرفی با توجه به نوع اتصال آن‌ها به هم، نیروی کششی در هر دو یکسان است.)

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{D_2}{D_1} \rightarrow \frac{v_1}{v_2} = 2 \quad (II)$$

حال رابطه (I) را در رابطه (II) قرار می‌دهیم:

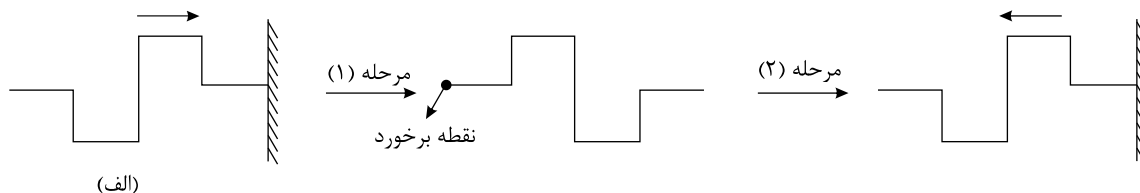
$$(I) : \frac{L_1}{L_2} = \frac{v_1}{5v_2} \rightarrow \frac{L_1}{L_2} = \frac{1}{5} \times 2 = \frac{2}{5}$$

پس گزینه ۳ صحیح است.

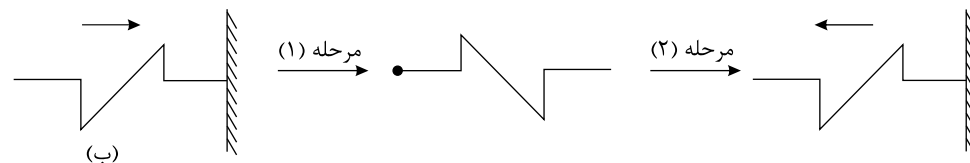
گزینه ۱۱۱ برای رسم بازتاب موج، ابتدا موج را نسبت به نقطه برخورد با مانع به صورت آینه‌ای برعکس می‌کنیم.

سپس به راستای انتشار موج برعکس می‌کنیم:

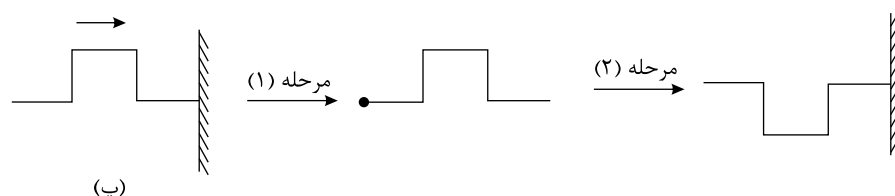
پس بازتاب در شکل (الف) شبیه موج اولیه است.



پس بازتاب در شکل (ب) شبیه موج اولیه است.

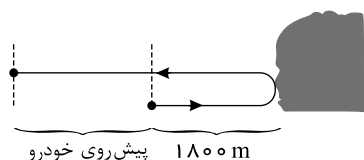


اما بازتاب در شکل (پ) شبیه موج اولیه نیست.



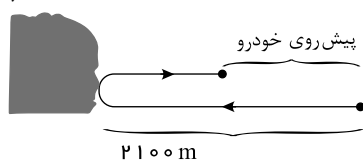
۱۱۲ گزینه ۱

در مدتی که اتومبیل بوق را به صدا در می آورد تا زمانی که صدای پژواک از صخره (۱) را بشنود، صوت مسیری مطابق شکل زیر را طی می کند. اگر این مدت زمان Δt_1 باشد داریم:



پیش روی خودرو $+ 1800 + 2 \times 1800 =$ مسافت موج صوتی

$$l = 3600 + \frac{72}{3.6} \times \Delta t_1 = 3600 + 20t_1$$



صدای پژواک از صخره (۲) از لحظه بوق زدن تا لحظه رسیدن به اتومبیل مسیر زیر را طی می کند.

$$\text{مسافت موج صوتی} = 4200 - \frac{72}{3.6} \times \Delta t_2 = 4200 - 20t_2$$

از طرفی مسافت از رابطه $l = v \times \Delta t$ نیز به دست می آید، پس:

$$3600 + 20t_1 = 320t_1 \Rightarrow 300t_1 = 3600 \Rightarrow t_1 = 12s$$

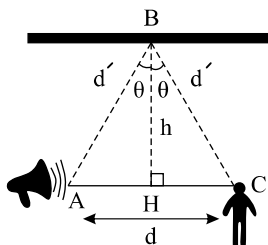
$$4200 - 20t_2 = 320t_2 \Rightarrow 340t_2 = 4200 \Rightarrow t_2 = 12.3s$$

پس:

$$t_2 - t_1 = 12.3 - 12 = 0.3s$$

۱۱۳ گزینه ۴

چون شنونده نمی تواند صدای اصلی را از صدای بازتاب تشخیص دهد، این دو صدا با فاصله زمانی کمتر از ۰.۱ s به گوشش می رسد. اگر t زمانی باشد که صوت به طور مستقیم و t' زمانی باشد که صوت پس از بازتاب به گوش شنونده می رسد، با توجه به شکل زیر داریم:



$$\Delta t \leq 0.1 \Rightarrow t' - t \leq 0.1 \Rightarrow \frac{2d'}{v} - \frac{d}{v} \leq 0.1 \Rightarrow 2d' - d \leq 0.1v \Rightarrow 2d' - 9 \leq 0.1 \times 320 \Rightarrow 2d' \leq 41 \Rightarrow d' \leq \frac{41}{2} \Rightarrow d'_{max} = \frac{41}{2}m$$

در مثلث AHB داریم:

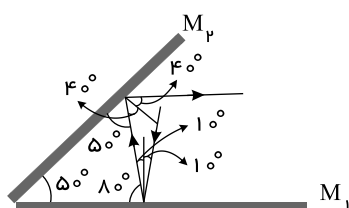
$$d'^2 = \left(\frac{d}{2}\right)^2 + h^2 \Rightarrow h^2 = d'^2 - \frac{d^2}{4}$$

$$h_{max}^2 = d'_{max}^2 - \frac{81}{4} = \frac{(41)^2}{4} - \frac{81}{4} = 400 \Rightarrow h_{max} = 20m$$

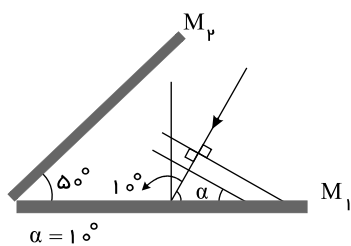
۱۱۴ گزینه ۲ زاویه تابش (یا بازتابش) برابر زاویه بین سطح آینه و جبهه موج است.

پس زاویه بازتاب از آینه ۲، ۴۰° است و اگر زاویه تابش به آینه ۱ را محاسبه کنیم، زاویه α را محاسبه می کنیم:

با توجه به اینکه مجموع زوایای متمم ۹۰° و مجموع زوایای داخلی مثلث ۱۸۰° است، زاویه تابش به آینه ۱ را بدست می آوریم:

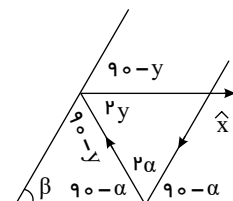


پی زاویه بین سطح آینه M_1 و جبهه موج تابیده شده به آن 10° است.



گزینه ۳ ۱۱۵

$$\text{مجموع زوایای داخلی مثلث} = 180 \Rightarrow (90 - \alpha) + (90 - y) + \beta = 180 \Rightarrow \boxed{\beta = \alpha + y} \quad (1)$$

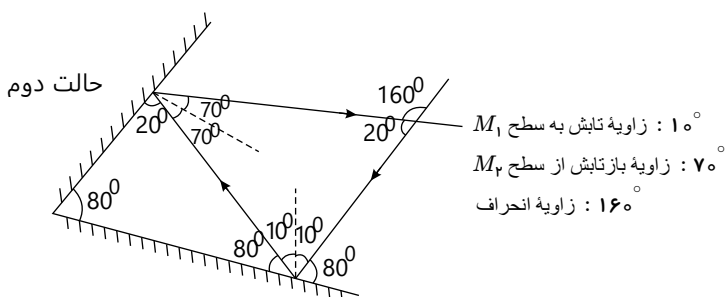
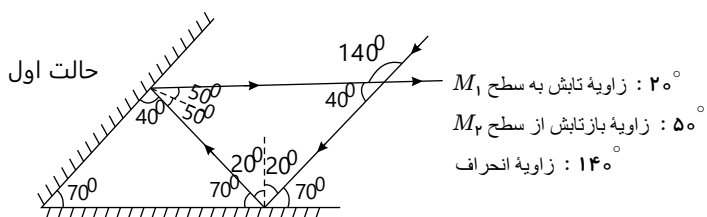


در مثلث جمع دو زاویه داخلی برابر با زاویه خارجی رأس دیگر است.

$$\boxed{x = 2\alpha + 2y} \quad (2)$$

زاویه بین پرتوی بازتاب نهایی و پرتوی تابش اولیه، با کاهش زاویه تابش تغییری نمی‌کند. $(1), (2) \Rightarrow x = 2\beta \rightarrow$

گزینه ۳ ۱۱۶



زاویه تابش به سطح M_1 ، 10° کاهش، زاویه بازتاب از سطح M_2 ، 20° افزایش و زاویه انحراف 20° افزایش می‌یابد (زاویه انحراف با توجه به نوع مسئله، به زاویه بین دو آینه بستگی دارد (مستقل از زاویه تابش است))

در این نوع مسئله اگر زاویه بین دو آینه α باشد $(0^\circ < \alpha < 90^\circ) \Leftarrow$ زاویه انحراف (2α) می‌شود.

گزینه ۳ ۱۱۷ اگر آینه α درجه دوران کند، پرتو بازتاب 2α درجه هم‌جهت دوران می‌کند.

(۲) اگر پرتو تابش α درجه دوران کند، پرتو بازتاب α درجه و در خلاف جهت آن دوران می‌کند.

گزینه‌ها را چک می‌کنیم:

گزینه ۱:

$$20^\circ + 10^\circ = 10^\circ \times$$

آینه ۱۰° ساعتگرد دوران کند $\Leftarrow$ بازتاب ۲۰° ساعتگرد دوران می کند.

پرتو بازتابش ۱۰° ساعتگرد دوران کند $\Leftarrow$ پرتو بازتاب ۱۰° پادساعتگرد دوران می کند.

در مجموع پرتو بازتاب ۱۰° ساعتگرد دوران خواهد کرد.

گزینه ۲:

$$\overset{\curvearrowright}{۲۰^\circ} + \overset{\curvearrowright}{۳۰^\circ} = \overset{\curvearrowright}{۵۰^\circ} \times$$

گزینه ۳:

$$\overset{\curvearrowright}{۱۰^\circ} + \overset{\curvearrowleft}{۳۰^\circ} = \overset{\curvearrowright}{۲۰^\circ} \checkmark$$

گزینه ۴:

$$\overset{\curvearrowleft}{۱۰^\circ} + \overset{\curvearrowleft}{۳۰^\circ} = \overset{\curvearrowleft}{۴۰^\circ} \times$$

۱۱۸ گزینه ۳ یا باید زاویه تابش را افزایش دهیم یا آینه را ساعتگرد حول O دوران دهیم.

الف) بررسی تغییر در زاویه تابش:

اگر زاویه تابش x° زیاد شود $\rightarrow$ $۲(i+x)$: زاویه بین پرتو تابش و بازتاب در حالت جدید $\rightarrow$ $۲i$: زاویه بین پرتو ناشی و بازتابش

$$\Rightarrow 2i + 2x = 173(2i) \Rightarrow 2,6i - 2i = 2x$$

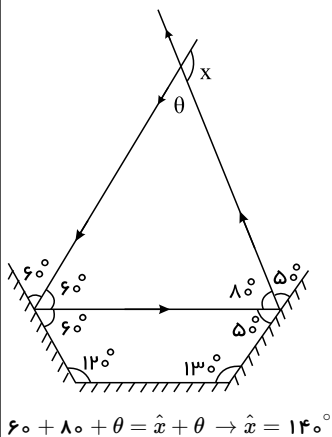
$$0,6i = 2x \rightarrow x = 0,3i = 0,3(60)^\circ = 18$$

ب) بررسی دوران آینه:

آینه x° دوران $\rightarrow$ $۲(i+x)$: زاویه بین پرتو تابش و بازتاب $\rightarrow$ $۲i$: زاویه بین پرتو ناشی و بازتاب
ساعتگرد انجام دهد

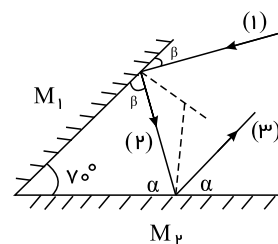
پس یا باید پرتو تابش ۱۸° پادساعتگرد دوران کند (زاویه تابش ۱۸° افزایش یابد) یا آینه ۱۸° ساعتگرد دوران کند.

۱۱۹ گزینه ۴ زاویه بین پرتوی تابش اولیه و پرتو بازتاب نهایی برابر است با:



۱۲۰ گزینه ۲ برای آن که پرتو ۳ مجدداً به آینه M_1 برخورد نکند باید α کوچکتر مساوی ۷۰ باشد.

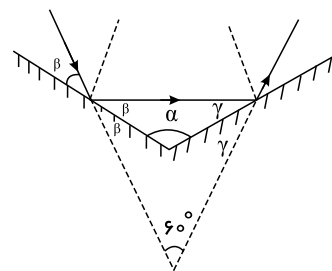
$$\begin{cases} \alpha \leq 70 & (1) \\ \alpha + \beta + 70 = 180 \Rightarrow \alpha + \beta = 110 \rightarrow \beta = 110 - \alpha & (2) \end{cases}$$



$$(1), (2) \Rightarrow \beta \geq 40^\circ$$

۱۲۱ گزینه ۳

$$\begin{cases} 2\beta = 60 \rightarrow \beta = 30 \\ 2\gamma = 60 \rightarrow \gamma = 30 \end{cases}$$

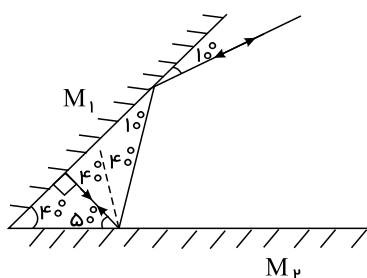


$$\alpha + \beta + \gamma = 1\lambda_0 \Rightarrow \alpha + \mathfrak{V}_0 + \mathfrak{V}_0 = 1\lambda_0$$

$$\alpha = 12.0^\circ$$

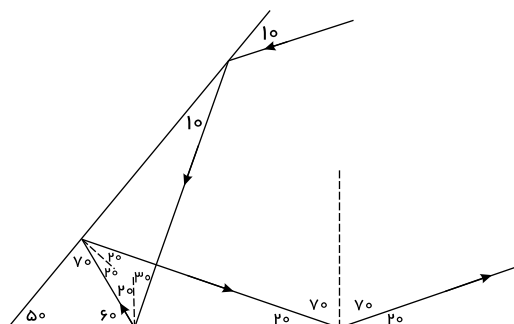
۱۲۲ گزینه ۴ حالت اول:

۵: تعداد برخوردها



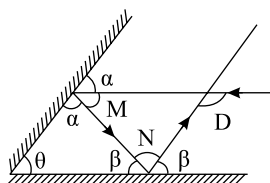
حالت دوم:

۴: تعداد برخوردها



تعداد برخوردها، یک عدد کمتر می‌شود.

۱۲۳ گزینه ۳ با توجه به شکل داریم:



در مثلث، اندازه هر زاویه خارجی برابر است با مجموع زوایای داخلی غیرمجاور پس:

$$D = M + N$$

$$D = (1\lambda_0 - 2\alpha) + (1\lambda_0 - 2\beta) = 2 \times 1\lambda_0 - 2(\alpha + \beta)$$

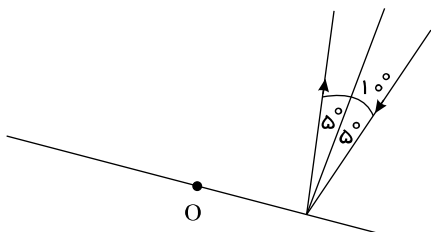
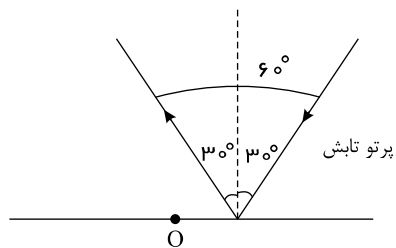
$$D = \mathfrak{r} \times 1\lambda_0 - \mathfrak{r}(1\lambda_0 - \theta)$$

$$D = \mathfrak{r}\theta$$

طبق نتیجه بالا زاویه D بستگی به زاویه بین دو آینه یعنی θ دارد و با تغییر زاویه α تغییری نمی‌کند.

۱۲۴ گزینه ۱ زاویه بین جبهه موج و مانع برابر با زاویه تابش است. با رسم پرتوها می‌بینیم که با چرخش مانع حول نقطه O به صورت ساعتگرد زاویه تابش کوچک می‌شود؛ پس زاویه بین پرتو

تابش و پرتو بازتاب جدید 5° کاهش می‌یابد.

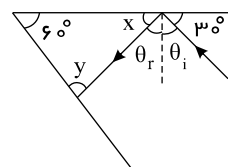


$$\theta_i = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ \Rightarrow \theta_r = \theta_i = 60^\circ$$

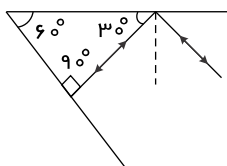
$$x + \theta_r = 90^\circ \Rightarrow x = 30^\circ$$

$$x + y + 60^\circ = 180^\circ \Rightarrow 30^\circ + y + 60^\circ = 180^\circ \Rightarrow y = 90^\circ$$

گزینه ۲ ۱۲۵

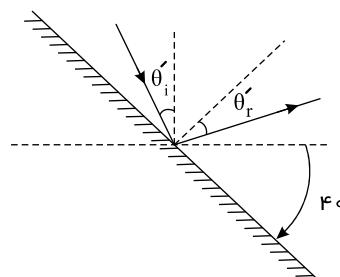


بنابراین پرتو بازتاب آینه (۲) روی پرتوی تابش به آینه قرار می‌گیرد و پرتو مسیر رفت را برمی‌گردد؛ بنابراین پرتوی خروجی نسبت به پرتوی ورودی به اندازه 180° منحرف شده است.



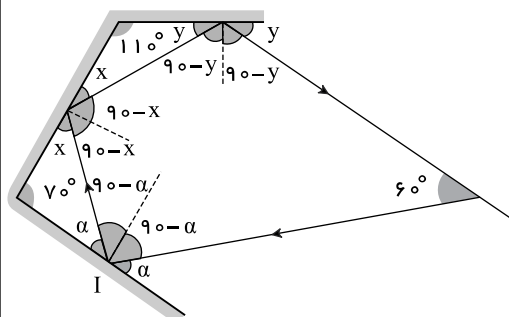
گزینه ۳ ۱۲۶ با چرخش آینه، نیم‌خط عمود بر سطح نیز همراه آن می‌چرخد و زاویه تابش جدید برابر است با:

$$\theta'_i = \theta_i + 40^\circ = \theta'_r$$



در حالت اول زاویه پرتوی بازتاب با سطح آینه $90^\circ - \theta_i = 50^\circ$ است. در حالت دوم زاویه پرتوی بازتاب با سطح آینه $90^\circ - (\theta_i + 40^\circ) = 50^\circ$ است که نسبت به حالت اول 40° درجه تغییر کرده است.

گزینه ۱ ۱۲۷ مسیر حرکت پرتو را تا بازتاب از مانع (۳) رسم می‌کنیم.



فیزیک دوازدهم فصل سه موج

$$x + \alpha + 70 = 180 \Rightarrow x = 110 - \alpha$$

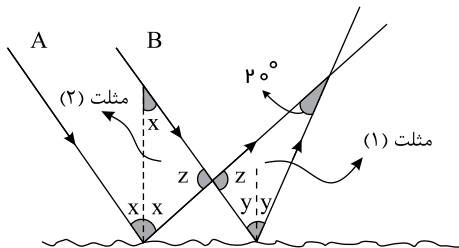
$$x + 110 + y = 180 \Rightarrow y = 70 - x$$

با توجه به اینکه مجموع زوایای داخلی چهارضلعی 360° است، داریم:

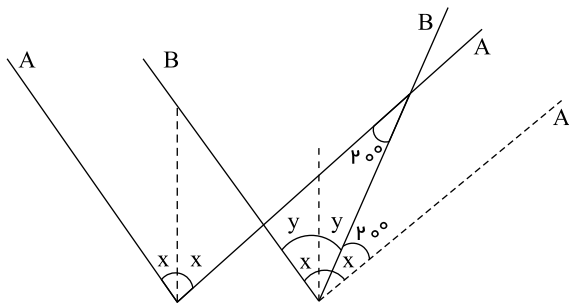
$$2(90 - \alpha) + 2(90 - x) + 2(90 - y) + 60 = 360 \Rightarrow 180 - 2\alpha + 180 - 2x + 180 - 2y + 60 = 360 \Rightarrow 240 = 2(\alpha + x + y) \Rightarrow \alpha + x + y = 120$$

$$\Rightarrow \alpha + (110 - \alpha) + (70 - (110 - \alpha)) = 120 \Rightarrow \alpha + 70 = 120 \Rightarrow \alpha = 50^\circ$$

۱۲۸ گزینه ۱ نیم خطهای عمود بر سطح را در نقطه تابش پرتو A و پرتو B به سطح رسم می کنیم. زاویه پرتو تابش A را x و زاویه پرتو تابش B را y در نظر می گیریم.



پرتوهای A و B موازی اند و خطی که آن دو را قطع می کند، در مثلث (۲) ، دو زاویه مساوی ایجاد می کند.



$$(۱) \text{ مثلث } : z = 180 - (20 + 2y) = 160 - 2y$$

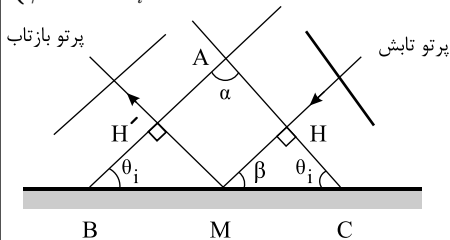
$$(۲) \text{ مثلث } : z = 180 - 2x$$

$$\Rightarrow 160 - 2y = 180 - 2x \Rightarrow 2x - 2y = 20 \Rightarrow x - y = 10^\circ$$

۱۲۹ گزینه ۴

با توجه به شکل زیر که در آن α زاویه بین جبهه موج تابش و جبهه موج بازتابش و β زاویه بین پرتوی تابش و مانع تخت و θ_i زاویه تابش است، پس:

$$\begin{cases} \alpha + 2\theta_i = 180 \\ \alpha = \beta + 20 \\ \beta = 90 - \theta_i \end{cases} \Rightarrow \alpha = 110 - \theta_i \Rightarrow 110 - \theta_i + 2\theta_i = 180 \Rightarrow \theta_i = 70^\circ$$



۱۳۰ گزینه ۱ سوال، زاویه بین آینه و سطح افق یعنی θ را می خواهد، بنابراین کافی است تا دیگر زوایای مجهول را مطابق شکل زیر، برحسب θ بدست بیاوریم پس:

در مثلث MAN داریم:

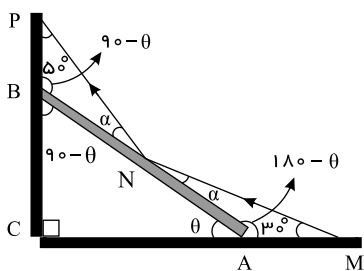
$$\alpha + (180 - \theta) + 30 = 180 \Rightarrow \alpha = \theta - 30 \quad (I)$$

در مثلث BPN داریم:

$$\alpha + (90 + \theta) + 50 = 180 \Rightarrow \alpha + \theta = 40 \quad (*)$$

با قرار دادن رابطه (I) در رابطه $(*)$ داریم:

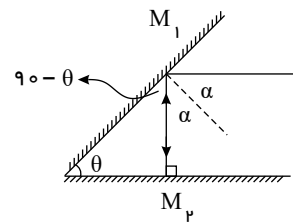
$$\alpha + \theta = 40 \Rightarrow (\theta - 30) + \theta = 40 \Rightarrow 2\theta = 70 \Rightarrow \theta = 35^\circ$$



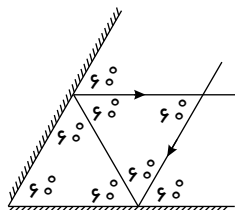
۱۳۱ گزینه ۲ پرتوی نور فقط هنگامی روی خودش بازتاب می شود که به صورت عمودی به یک آینه بتابد. بنابراین می توان نتیجه گرفت پرتو به صورت عمودی به آینه M_P تابیده است.

فیزیک دوازدهم فصل سه موج

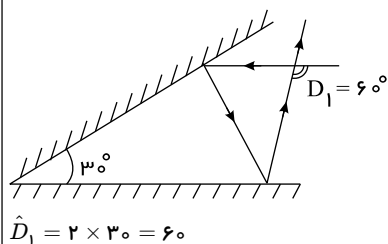
$$(90 - \theta) + \alpha = 90^\circ \Rightarrow \alpha = \theta$$



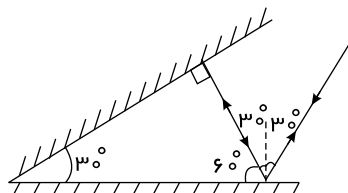
۱۳۲ گزینه ۴ با استفاده از قانون عمومی بازتاب و این نکته که هرگاه دو خط موازی توسط خط دیگری قطع شود، زاویه‌هایی که ایجاد می‌شود دو به دو با هم برابرند، زاویه بین دو آینه 60° محاسبه می‌شود.



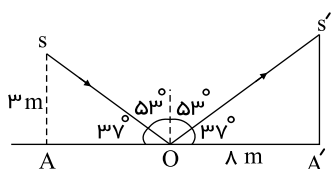
۱۳۳ گزینه ۳ در شکل اولیه زاویه انحراف دو برابر زاویه بین دو آینه است.



اما زمانی که زاویه تابش 10° درجه زیاد می‌شود، پرتو روی خودش بازمی‌گردد و زاویه انحراف 180° خواهد شد. بنابراین زاویه انحراف به اندازه 120° زیاد می‌شود.



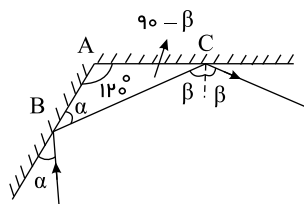
۱۳۴ گزینه ۱ زاویه تابش با بازتابش برابر است. با توجه به روابط مثلثاتی می‌توان طول مسیر حرکت پرتو را به دست آورد:



$$\sin 37^\circ = \frac{3}{os} \Rightarrow os = \frac{3}{0.6} = 5m$$

$$\cos 37^\circ = \frac{1}{os'} \Rightarrow os' = \frac{1}{0.8} = 1.25m \Rightarrow L = os + os' = 6.25m$$

۱۳۵ گزینه ۴ مجموع زوایای داخلی مثلث 180° است. به مثلث ABC دقت کنید:

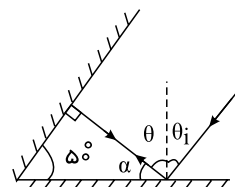


$$\hat{\alpha} + 120^\circ + 90^\circ - \hat{\beta} = 180^\circ \Rightarrow \hat{\alpha} - \hat{\beta} = -30^\circ$$

۱۳۶ گزینه ۳ پرتوی نور در صورتی روی خودش بازتاب می‌شود که به صورت عمودی به یک آینه برخورد کند. بنابراین پرتو به صورت عمودی به آینه (۲) تابیده است.

$$90^\circ + \alpha + 50^\circ = 180^\circ \rightarrow \alpha = 40^\circ$$

$$\theta_i = \theta_r = 90^\circ - \alpha = 50^\circ$$

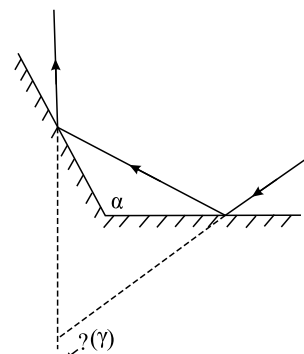


۱۳۷ گزینه ۲

$$\alpha > 180^\circ \rightarrow \begin{cases} \gamma = 360^\circ - 2\alpha \\ \gamma' = 360^\circ - 2\alpha' \end{cases} \xrightarrow{\gamma' = \gamma + 4} 360^\circ - 2\alpha' = 360^\circ - 2\alpha + 4$$

$$\Rightarrow 2(\alpha - \alpha') = 4$$

$$\Rightarrow \alpha' = \alpha - 2$$

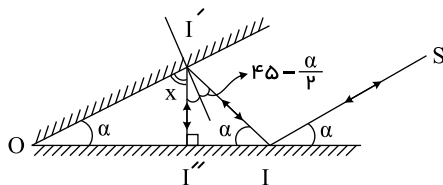


زاویه انحراف پرتو خروجی
نسبت به پرتو تابش ورودی

۱۳۸ گزینه ۴ وقتی آینه ۱۰ درجه بچرخد، پرتو بازتاب دو برابر آن، یعنی ۲۰ درجه در همان جهت چرخش آینه خواهد چرخید. پس در این حالت، زاویه بین پرتو تابش و پرتو بازتاب برابر $\hat{S O R'} = 20^\circ + 60^\circ = 80^\circ$ می‌شود. برای این‌که زاویه بین پرتو تابش و بازتاب به همان مقدار قبلی برگردد، باید زاویه بین پرتو تابش و پرتو بازتاب ۲۰ درجه کاهش یابد. با توجه به این‌که جهت چرخش پرتو تابش و پرتو بازتاب خلاف جهت یکدیگر و زاویه چرخش آن‌ها با هم برابر می‌باشد، نتیجه می‌گیریم باید پرتو تابش ۱۰ درجه در جهت چرخش آینه، یعنی ساعتگرد بچرخد.

۱۳۹ گزینه ۱

اگر مسیر پرتو SI را پس از بازتاب دنبال کنیم، داریم:



دقت کنید، شرط اینکه پرتو بعد از تابش به سطح آینه M_1 ، بر روی خودش بازتاب شود، این است که بر سطح آینه عمود باشد. در مثلث $II'I''$ زاویه $I'I''$ عبارت است از:

$$90^\circ + I' + \alpha = 180^\circ \rightarrow I' = 90^\circ - \alpha$$

در مثلث $I'OI''$ داریم:

$$x + \alpha + 90^\circ = 180^\circ \rightarrow x + \alpha = 90^\circ \quad (I)$$

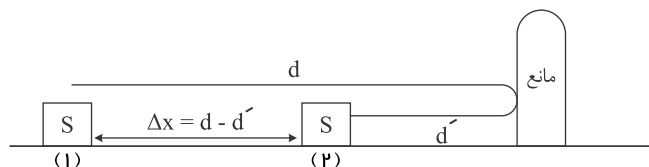
$$x - \frac{\alpha}{2} = 45^\circ \quad (II)$$

$$(I), (II) \begin{cases} x + \alpha = 90^\circ \\ x - \frac{\alpha}{2} = 45^\circ \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \alpha = 30^\circ \\ x = 60^\circ \end{cases}$$

از طرفی می‌دانیم که $x + 45^\circ - \frac{\alpha}{2} = 90^\circ$ یعنی:

۱۴۰ گزینه ۲

ابتدا تندی انتشار صوت در محیط را محاسبه می‌کنیم:



$$\lambda = \frac{v}{f} \rightarrow 1.5 \times 10^{-2} = \frac{v}{400} \rightarrow v = 340 \frac{m}{s}$$

حال جابه‌جایی چشمه صوتی در مدت ۲ ثانیه را به دست می‌آوریم:

$$\Delta x = v \cdot \Delta t \rightarrow d - d' = 20 \times 2 \rightarrow d - d' = 40m$$

اما صوت در این مدت مسافتی به اندازه $\Delta x'$ را طی می‌کند که:

$$\Delta x' = 2d - \Delta x = v_{\text{صوت}} \times \Delta t \rightarrow 2d - 40 = 340 \times 2 \rightarrow d = 360m$$

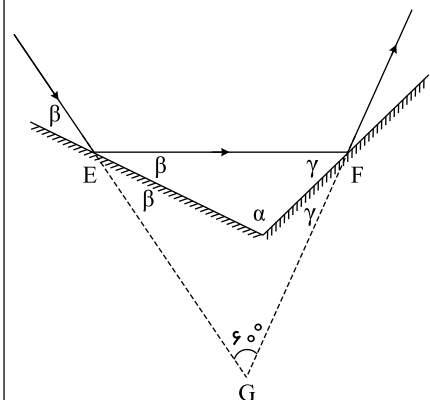
$$d - d' = 40m \xrightarrow{d=360m} 360 - d' = 40 \rightarrow d' = 320m$$

در نهایت داریم:

$$\frac{d}{d'} = \frac{360}{320} = \frac{9}{8}$$

۱۴۱ گزینه ۲

امتداد پرتو اول را رسم می‌کنیم تا شکل مربوط به مسأله به دست آید (مثلث EFG). از آنجایی که مجموع زوایای داخلی مثلث متساوی‌الاضلاع برابر 180° است، پس هر زاویه داخلی آن 60° می‌شود، بنابراین داریم:

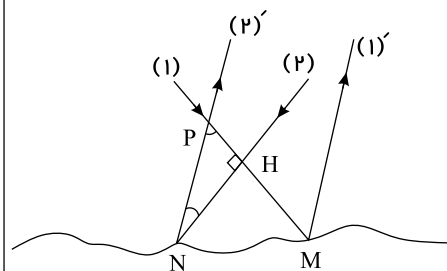


$$\begin{cases} 2\gamma = 60 \rightarrow \gamma = 30 \\ 2\beta = 60 \rightarrow \beta = 30 \end{cases}$$

مجموع زوایای داخلی مثلث برابر 180° است. بنابراین داریم:

$$\Rightarrow \alpha + \beta + \gamma = 180 \Rightarrow \alpha + 30 + 30 = 180 \Rightarrow \alpha = 120^\circ$$

۱۴۲ گزینه ۲ در شکل زیر، نقطه برخورد پرتوی تابش (۱) با سطح ناهموار با M و نقطه برخورد پرتوی تابش (۲) با سطح ناهموار با N نشان داده شده است. همچنین پرتوی بازتاب را به ترتیب با (۱)' و (۲)' نشان داده‌ایم.



چون زاویه تابش پرتو (۱) برابر با 30° است، زاویه بین پرتوی تابش و پرتوی بازتابش آن برابر با 60° است ($\hat{M} = 60^\circ$) و چون پرتوهای بازتاب (۱)' و (۲)' با یکدیگر موازی هستند و پرتوی تابش (۱) مورب است، پس:

$$\hat{P} = \hat{M} = 60^\circ$$

در مثلث PHN داریم:

$$\hat{P} + \hat{H} + \hat{N} = 180^\circ \Rightarrow 60 + 90 + \hat{N} = 180 \Rightarrow \hat{N} = 30^\circ$$

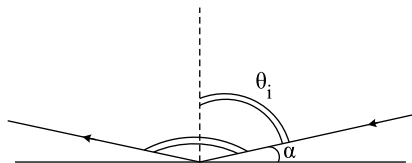
زاویه $\angle N$ ، ۲ برابر زاویه تابش پرتوی (۲) است، پس زاویه تابش پرتوی (۲) برابر با 15° است.

۱۴۳ گزینه ۳ اولاً با تغییر محیط موج، تندی و طول موج هر دو به یک نسبت تغییر می‌کنند ($\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{V_2}{V_1}$); در نتیجه گزینه‌های (۱) و (۴) نادرست هستند.

ثانیاً با ورود موج به محیط کم عمق، تندی و طول موج هر دو کم خواهند شد.

۱۴۴ گزینه ۲

می‌دانیم که زاویه تابش، زاویه بین پرتو تابش (یا بازتابش) با خط عمود بر سطح مانع است. بنابراین $\beta = 2\theta_i$ است. یعنی داریم:



$$\beta = 2\theta_i \xrightarrow{\beta = \lambda\alpha}$$

$$2\theta_i = \lambda\alpha \rightarrow \theta_i = 4\alpha \quad (1)$$

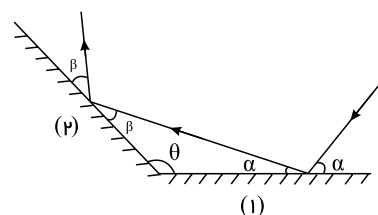
حال با توجه به شکل داریم:

$$\theta_i = 4\alpha \xrightarrow{\theta_i + \alpha = 90} 4\alpha + \alpha = 90 \rightarrow \alpha = \frac{90}{5} = 18^\circ \xrightarrow{\theta_i = 4\alpha} \theta_i = 4 \times 18 \rightarrow \theta_i = 72^\circ$$

۱۴۵ گزینه ۳

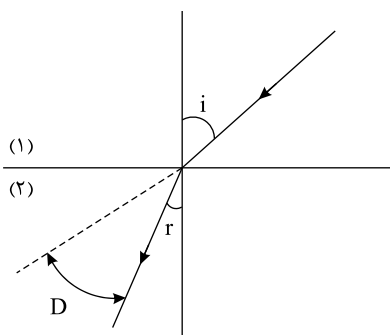
$$\alpha + \beta + \theta = 180$$

$$\alpha + \beta = 180 - \theta$$



۱۴۶ گزینه ۳

تندی موج به هنگام عبور از مرز بین دو محیط، به مقدار ۲۵ درصد کاهش می‌یابد. بنابراین مطابق شکل، پرتو شکست به خط عمود نزدیک‌تر می‌شود.



نسبت تندی در دو محیط برابر است با:

$$D = i - r \Rightarrow 16 = i - r \Rightarrow r = i - 16 \quad (I) \quad \frac{\Delta v}{v_1} \times 100 = -25 \Rightarrow \frac{v_2 - v_1}{v_1} = \frac{-25}{100} = -\frac{1}{4} \Rightarrow 4v_2 - 4v_1 = -v_1 \Rightarrow 4v_2 = 3v_1 \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{4}{3} \quad (II)$$

از طرفی با توجه به قانون شکست عمومی داریم:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2} \xrightarrow{(I)} \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{4}{3} \xrightarrow{(II)} \frac{\sin i}{\sin(i - 16)} = \frac{4}{3}$$

برای بدست آوردن زاویه تابش i ، باید معادله کسری بالا را حل کرد اما بهتر است با جایگذاری گزینه‌ها در رابطه بالا به زاویه تابش i رسید. (حل معادله بالا دشوار است) پس:

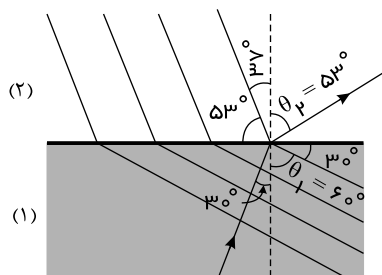
$$i = 53^\circ \Rightarrow \frac{\sin 53}{\sin(53 - 16)} = \frac{\sin 53}{\sin 37} = \frac{0.8}{0.6} = \frac{4}{3}$$

پس با جایگذاری 53° معادله بالا حل می‌شود.

۱۴۷ گزینه ۲ ابتدا باید زاویه پرتوهای تابش و شکست موج را به دست آوریم. دقت کنید که پرتو موج بر جبهه موج عمود است.

در شکل داریم:

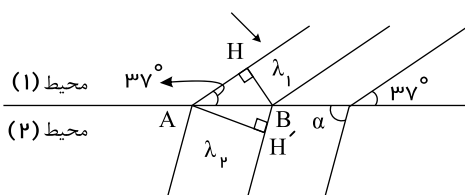
$$\theta_r = 53^\circ, \theta_i = 3^\circ$$



حال از قانون شکست عمومی، تندی موج را در محیط دوم به دست می آوریم:

$$\frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_1} = \frac{v_r}{v_1} \Rightarrow \frac{\sin 53^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{v_r}{60} \Rightarrow v_r = 60 \times \frac{0.8}{0.5} = 96 \text{ m/s}$$

۱۴۸ گزینه ۱



طول موج، فاصله عمودی بین جبهه‌های موج است. بنابراین با توجه به شکل زیر و با فرض اینکه زاویه حاده‌ای که جبهه‌های موج شکست با مرز دو محیط می‌سازد برابر با α است، داریم:

در مثلث ABH داریم:

$$\sin 37^\circ = \frac{\lambda_1}{AB} = \frac{AB - 12}{AB} \Rightarrow 0.6 = \frac{AB - 12}{AB} \Rightarrow 0.6AB = AB - 12 \Rightarrow 0.4AB = 12 \Rightarrow AB = \frac{12}{0.4} = 30 \text{ cm}$$

در مثلث ABH' داریم:

$$\sin \alpha = \frac{\lambda_2}{AB} = \frac{AB - 6}{AB} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{30 - 6}{30} = \frac{24}{30} = \frac{4}{5} = 0.8$$

زاویه تابش و شکست به ترتیب زاویه‌هایی هستند که جبهه موج تابش و جبهه موج شکست با سطح جداکننده دو محیط می‌سازد، پس:

$$\frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} = \frac{v_1}{v_2} \Rightarrow \frac{\sin 37^\circ}{\sin \alpha} = \frac{v_1}{v_2} \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{0.6}{0.8} = \frac{3}{4} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{4}{3}$$

۱۴۹ گزینه ۴

زوایای تابش (زاویه پرتو با خط عمود) را با هم مقایسه می‌کنیم.

$$\alpha' + \alpha = \frac{\pi}{2}, \beta' + \beta = \frac{\pi}{2}, \gamma' + \gamma = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \beta' < \gamma' < \alpha'$$

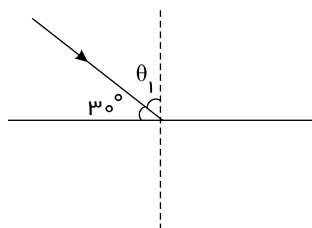
بنابراین سرعت پرتو نور در محیط A از دو محیط دیگر بیشتر است همچنین سرعت پرتو نور در محیط C بیشتر از محیط B است.

$$\frac{\sin \gamma'}{\sin \beta'} = \frac{v_C}{v_B} \xrightarrow{\gamma' > \beta'} v_C > v_B$$

۱۵۰ گزینه ۳ با توجه به شکل موج طولی، زاویه جبهه‌های موج طولی شکست با مرز مشترک دو محیط کمتر از زاویه جبهه‌های موج تابش با مرز دو محیط است، بنابراین تندی انتشار موج طولی در محیط A بیشتر از محیط B است. (محیط A نسبت به محیط B برای انتشار امواج طولی، غلیظ تر است)

تندی امواج الکترومغناطیسی در محیط‌ها برخلاف امواج طولی است. چون تندی موج طولی در محیط A بیشتر از محیط B است، تندی انتشار موج الکترومغناطیسی در محیط B بیشتر از A است و با ورود پرتو موج الکترومغناطیسی از محیط A به B ، پرتو از خط عمود دور می‌شود.

۱۵۱ گزینه ۲ مسیر حرکت پرتو فرودی را دنبال می‌کنیم.

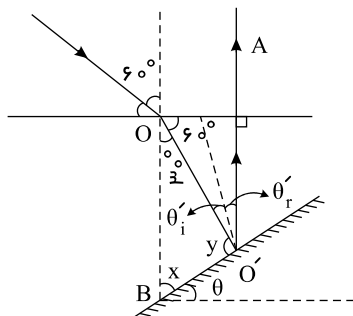


$$\theta_1 = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$$

$$\frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_1} = \frac{v_r}{v_1} \Rightarrow \frac{\sin \theta_r}{\sin 60^\circ} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \sin \theta_r = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta_r = 30^\circ$$

چون قرار است پرتو هنگام خروج از مرز بدون تغییر جهت خارج شود، بنابراین زاویه تابش هنگام خروج پرتو از محیط (۲) صفر درجه است.

در مثلث OAO' داریم:



$$90^\circ + 60^\circ + (\theta_i' + \theta_r) = 180^\circ \Rightarrow \theta_i' = \theta_r = 15^\circ$$

$$y = 90^\circ - \theta_i' = 75^\circ$$

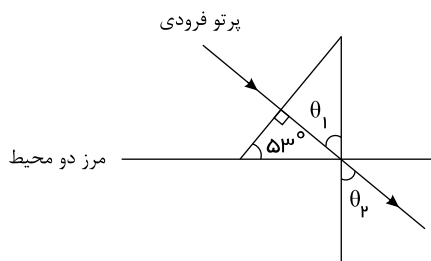
در مثلث OBO' داریم:

$$x + y + 30^\circ = 180^\circ \Rightarrow x + 75^\circ + 30^\circ = 180^\circ \Rightarrow x = 75^\circ$$

حال زاویه θ را محاسبه می‌کنیم:

$$x + \theta = 90^\circ \Rightarrow \theta = 90^\circ - 75^\circ = 15^\circ$$

۱۵۲ گزینه ۲ با توجه به اینکه هنگام تغییر محیط بسامد موج ثابت می‌ماند:



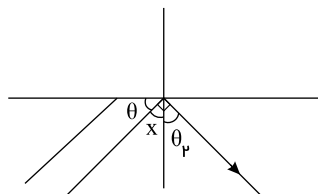
با توجه به اینکه $f_1 = f_2$ و $\lambda = \frac{v}{f}$ داریم:

$$\theta_1 = 53^\circ$$

$$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{v_2}{v_1} \rightarrow \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{5}{8}$$

$$\rightarrow \frac{\sin \theta_2}{\frac{5}{8}} = \frac{5}{8} \rightarrow \sin \theta_2 = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta_2 = 30^\circ$$

با توجه به θ_1 و اینکه پرتوی شکست بر جبهه موج شکسته شده عمود است پس:

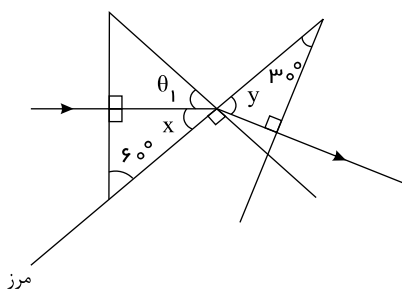


$$\theta + x = 90^\circ$$

$$x + \theta_2 = 90^\circ$$

$$\Rightarrow \theta = \theta_2 = 30^\circ$$

۱۵۳ گزینه ۴ ابتدا زاویه تابش (θ_1) و زاویه شکست (θ_2) را تعیین می‌کنیم. می‌دانیم که پرتوی فرودی بر جبهه موج فرودی و پرتوی شکست بر جبهه‌های موج شکسته شده عمود است.



$$x + 90^\circ + 60^\circ = 180^\circ \Rightarrow x = 30^\circ \Rightarrow \theta_1 = 90^\circ - x = 60^\circ$$

$$y + 90^\circ + 30^\circ = 180^\circ \Rightarrow y = 60^\circ \Rightarrow \theta_r = 90^\circ - y = 30^\circ$$

طبق قانون شکست عمومی داریم:

$$\frac{\sin \theta_v}{\sin \theta_1} = \frac{v_v}{v_1} \Rightarrow \frac{\sin \varpi_o}{\sin \varphi_o} = \frac{v_v}{v} \Rightarrow v_v = v \left(\frac{\frac{1}{v}}{\frac{\sqrt{v}}{v}} \right) = \frac{\sqrt{v}}{v} v$$

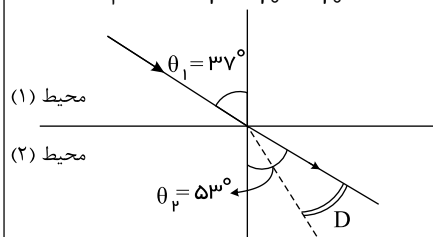
۱۵۴ گزینه ۴ تندی نور در محیط (۱) ۲۵٪ کمتر از تندی نور در محیط (۲) است یعنی:

$$v_1 = v_r - \frac{v\delta}{100}v_r \Rightarrow v_1 = \frac{v\delta}{100}v_r \Rightarrow \frac{v_1}{v_r} = \frac{v}{100}$$

زاویه تابش، زاویه بین خط عمود بر سطح جداکننده پرتو تابش است پس: $\theta_1 = 37^\circ$

از رابطه $\frac{v_2}{v_1} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1}$ زاویه شکست را بدست می آوریم:

$$\sin \theta_r = \frac{v_r}{v_1} \sin \theta_1 = \frac{4}{5} \times \frac{6}{10} = \frac{2}{5} \Rightarrow \theta_r = \sin^{-1} \frac{2}{5}$$



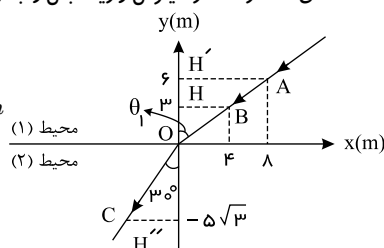
حال با توجه به شکل زاویه انحراف را به دست می آوریم:

$$D = \theta_r - \theta_l = 53^\circ - 37^\circ = 16^\circ$$

۱۵۵ گزینه ۳ در ابتدا مسافت‌های AB و OC و سینوس زاویه تابش را با توجه به شکل داده شده بدست می‌آوریم.

$$A(1, 6), B(4, 3) \Rightarrow |AB| = \sqrt{(1 - 4)^2 + (6 - 3)^2} = \sqrt{16 + 9} = 5$$

$$\cos \Psi_0 = \frac{|OH''|}{|OC|} \Rightarrow |OC| = \frac{|OH''|}{\cos \Psi_0} \Rightarrow |OC| = \frac{\Delta \sqrt{r}}{\frac{\sqrt{r}}{r}} = 1.0m$$



در مثلث OBH داریم:

$$\sin \theta_1 = \frac{|BH|}{|OB|} = \frac{r}{\sqrt{w^2 + r^2}} = \frac{r}{\omega}$$

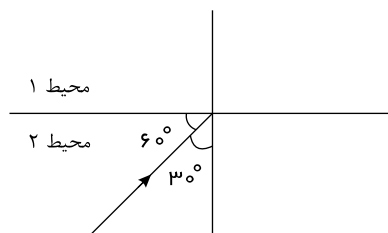
سیس تندى پرتو موج در دو محيط را با استفاده از قانون شکست عمومى محاسبه مى کنيم و در ادامه با فرض اينکه پرتو موج در مدت t' مسافت OC را پيماید، خواسته سوال را بدست مى آوريم:

$$\frac{v_r}{v_1} = \frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_1} \Rightarrow \frac{v_r}{v_1} = \frac{\sin 30^\circ}{\frac{r}{\lambda}} = \frac{\lambda}{r} \Rightarrow \frac{v_r}{v_1} = \frac{\frac{OC}{t'}}{\frac{AB}{t}}$$

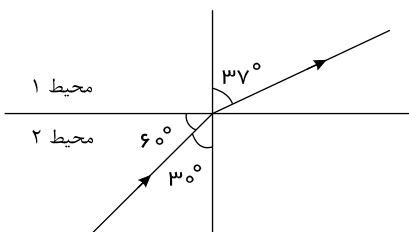
$$\frac{|OC|}{|AB|} \times \frac{t}{t'} = \frac{\Delta}{\Lambda} \Rightarrow \frac{10}{\Delta} \times \frac{t}{t'} = \frac{\Delta}{\Lambda} \Rightarrow t' = \frac{\Lambda}{\Delta} \times \frac{10}{\Delta} t = \frac{16}{\Delta} t = 3,2t \rightarrow t' = 3,2t$$

۱۵۶ گزینه ۱

زاویه تابش را که زاویه بین پرتوی تابش و خط عمود بر سطح جداکننده است، مشخص می‌کنیم:



چون سرعت موج در محیط (۲) افزایش یافته، بنابراین از رابطه $\frac{v_2}{v_1} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1}$ می‌توان گفت θ_2 نیز افزایش یافته است؛ پس اگر موج 7° از مسیر اولیه خود منحرف شده یعنی زاویه شکست $37^\circ = 30^\circ + 7^\circ$ است.



$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{\sin 37^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{0.6}{0.5} = \frac{6}{5}$$

از آنجایی که بسامد موج با تغییر محیط انتشار تغییر نمی‌کند، از رابطه $v = \lambda f$ داریم:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \Rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{6}{5}$$

۱۵۷ گزینه ۴ نسبت سرعت نور در محیط‌های (۱) و (۲) را بدست می‌آوریم:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{0.8}{0.5} = 1.6 \Rightarrow v_2 = 1.6v_1$$

از رابطه $\text{نسبت} = \frac{\text{مسافت طی شده}}{\text{زمان حرکت}}$ ، مدت زمان رسیدن پرتو از نقطه A به A' را بدست می‌آوریم:

$$t = \frac{AO + OA'}{v_1} = \frac{2AO}{v_1}$$

مدت زمان رسیدن پرتو از نقطه A به O و O به B را بدست می‌آوریم:

$$t' = \frac{OA}{v_1} + \frac{OB}{v_2} = \frac{OA}{v_1} + \frac{OB}{1.6v_1} = \frac{1.6OA + OB}{1.6v_1} = \frac{2.6OA}{1.6v_1}$$

حال نسبت $\frac{t'}{t}$ را بدست می‌آوریم:

$$\frac{t'}{t} = \frac{\frac{2.6OA}{1.6v_1}}{\frac{2OA}{v_1}} = \frac{2.6}{3.2} = \frac{13}{16}$$

۱۵۸ گزینه ۱ چون موج از هوا به محیط شفاف تابیده باید به خط عمود نزدیک شود.

$$\theta_i = 45^\circ, \quad \theta_r = 45 - 15 = 30^\circ$$

$$\frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} = \frac{v_1}{v_2} \Rightarrow \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \Rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \sqrt{2} = 1.4 \Rightarrow \begin{cases} \lambda_1 = 1.4\lambda_2 \\ \lambda_1 - \lambda_2 = 150 \text{ km} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \lambda_2 = 375 \text{ km} \\ \lambda_1 = 525 \text{ km} \end{cases}$$

۱۵۹ گزینه ۲ وقتی پرتو نور از محیط A وارد B می‌شود.

$$\frac{\sin 45^\circ}{\sin 37^\circ} = \frac{v_A}{v_B} \Rightarrow v_A = \frac{5\sqrt{2}}{6}v_B \quad (1)$$

وقتی پرتو نور از محیط B وارد C می‌شود.

$$\frac{\sin 37^\circ}{\sin 60^\circ} = \frac{v_B}{v_C} \Rightarrow v_C = \frac{5\sqrt{3}}{6}v_B \quad (2)$$

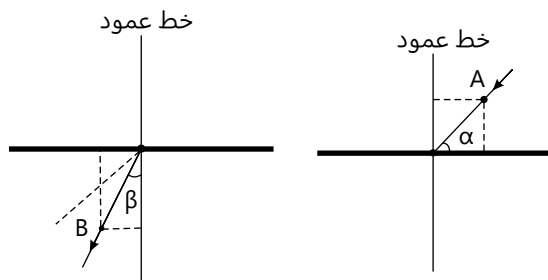
$$(1), (2) \rightarrow v_C = \frac{\cancel{5}\sqrt{3}}{\cancel{6}\sqrt{2}} \times \left(\frac{\cancel{5}\sqrt{2}}{\cancel{6}\sqrt{3}} \right) v_A = \frac{\sqrt{6}}{2}v_A$$

۱۶۰ گزینه ۲ با توجه به مختصات نقطه A خواهیم داشت:

$$\tan \alpha = \frac{4}{4} \Rightarrow \alpha = 45^\circ \Rightarrow \theta_1 = 45^\circ$$

با توجه به مختصات B :

$$\tan \beta = \frac{-2\sqrt{3}}{-6} = \frac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow \beta = 30^\circ \Rightarrow \theta_r = 30^\circ$$



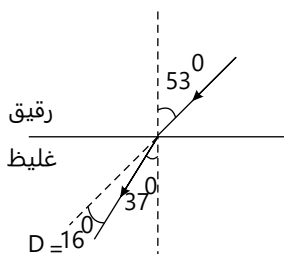
$$\frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_1} = \frac{v_r}{v_1} = \frac{\lambda_r}{\lambda_1} \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\lambda_r}{\lambda_1} \Rightarrow \lambda_r = \frac{\sqrt{2}}{2} \lambda_1$$

۱۶۱ گزینه ۴

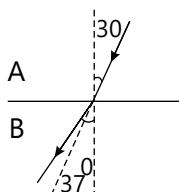
چون پرتو نور در محیط غلیظ تر 16° منحرف شده، پس زاویه شکست از زاویه تابش 16° کمتر است یعنی:

$$\theta_r = 53^\circ - 16^\circ = 37^\circ$$

$$\Rightarrow \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_r} = \frac{v_1}{v_r} \Rightarrow \frac{\sin 53^\circ}{\sin 37^\circ} = \frac{v_1}{v_r} \Rightarrow \frac{0.8}{0.6} = \frac{v_1}{v_r} \Rightarrow v_1 = 2.4 \times 10^8 \frac{Mm}{s} \Rightarrow v_1 = 2.4 \times 10^5 \frac{Km}{s} = 2.4 \times 10^8 \frac{m}{s}$$



۱۶۲ گزینه ۴



در اینجا زاویه تابش که زاویه بین پرتو تابش و خط عمود است، 30° بوده، بنابراین داریم:

$$\frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_1} = \frac{v_A}{v_B} \Rightarrow \frac{\sin 30^\circ}{\sin 37^\circ} = \frac{v_A}{v_B} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{5}{6} = \frac{v_A}{v_B} \Rightarrow v_B = \frac{6}{5} v_A$$

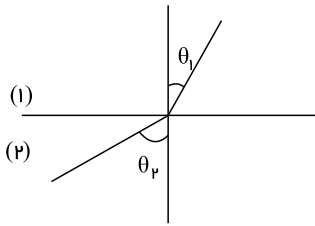
$$\text{درصد تغییر سرعت} = \frac{\Delta v}{v_A} = \frac{\frac{1}{5} v_A}{v_A} = \frac{1}{5}$$

یعنی 20% درصد افزایش در سرعت رخ داده است.

۱۶۳ گزینه ۲

باید به زاویه‌های تابش و شکست توجه کنیم، یعنی:

فیزیک دوازدهم فصل سه موج



$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{\sin(90 - 37)}{\sin(90 - 60)} = \frac{\sin 53}{\sin 30} = \frac{0.8}{0.5} \Rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{8}{5} \rightarrow \frac{\Delta \lambda}{\lambda_1} \rightarrow \frac{3}{5} \rightarrow \frac{\Delta \lambda}{\lambda_1} \times 100 = +60\%$$

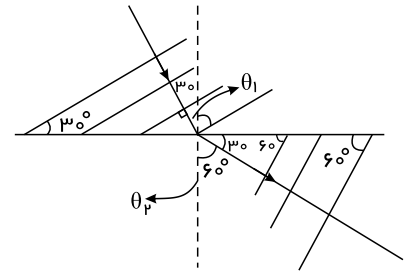
طول موج نور ۶۰٪ افزایش می‌یابد.

۱۶۴ گزینه ۳ با تغییر محیط بسامد ثابت می‌ماند. $f_1 = f_2 \leftarrow$
فاصله بین جبهه‌ها با طول موج برابر است. در اینجا $\theta = \theta_1$ و $\theta_2 = 53^\circ$ است.

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} \rightarrow \frac{5\sqrt{2}}{8} = \frac{\sin \theta}{\sin 30} \rightarrow \sin \theta = \frac{\sqrt{2}}{2} \rightarrow \theta = 45^\circ \quad \lambda d_1 = 5\sqrt{2} d_2 \rightarrow 8\lambda_1 = 5\sqrt{2} \lambda_2, \quad \lambda = \frac{v}{f} \rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{5\sqrt{2}}{8}$$

۱۶۵ گزینه ۱

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} \rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{\sin 60}{\sin 30} \Rightarrow \frac{\lambda_2}{0.6} = \sqrt{3} \rightarrow \lambda_2 = 0.6\sqrt{3}(m) = 60\sqrt{3}cm$$



۱۶۶ گزینه ۱ می‌دانیم که زاویه تابش، زاویه بین پرتو تابش و خط عمود بر مرز مشترک در محیط می‌باشد. بنابراین داریم:

$$\theta_A = 90 - 37^\circ = 53^\circ$$

حال با استفاده از قانون شکست عمومی داریم:

$$\frac{\sin \theta_A}{\sin \theta_B} = \frac{v_A}{v_B} \Rightarrow \frac{\sin 53}{\sin 37} = \frac{v_A}{v_B} \rightarrow \frac{0.8}{0.6} = \frac{v_A}{v_B} \rightarrow \frac{v_B}{v_A} = \frac{0.6}{0.8} = \frac{3}{4}$$

۱۶۷ گزینه ۴ بسامد به منبع بستگی دارد و در عبور موج از محیطی به محیط دیگر تغییر نمی‌کند، داریم:

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{10}{8} \quad \lambda_1 = 12cm \rightarrow$$

$$\frac{\lambda_2}{12} = \frac{10}{8} \Rightarrow \lambda_2 = 15cm$$

۱۶۸ گزینه ۳ اگر زاویه تابش را θ_1 و زاویه بازتاب را θ'_1 فرض کنیم، داریم:

$$\theta_2 + \theta'_1 = 90 \Rightarrow \theta_1 + \theta_2 = 90 \rightarrow \theta_1 = 53^\circ$$

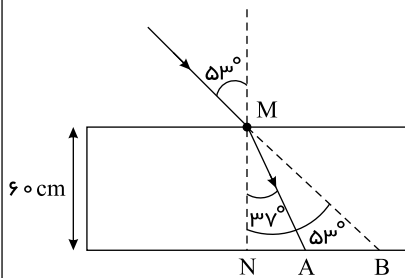
$$53^\circ = \theta_1 \text{ تابش} \rightarrow \theta'_1 = 53^\circ \text{ بازتاب} \rightarrow \theta_2 = 37^\circ \text{ زاویه شکست}$$

روش اول

$$n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{\sin 53}{\sin 37} = \frac{0.8}{0.6} = \frac{4}{3}$$

روش دوم

فیزیک دوازدهم فصل سه موج



محاسبه ضریب شکست در حالتی که پرتوهای بازتاب و شکست بر هم عمودند:

$$\tan \theta_1 = n \Rightarrow n = \frac{\sin \theta_1}{\cos \theta_1} = \frac{0.8}{0.6} = \frac{4}{3}$$

قسمت دوم سوال:

$$\tan 53^\circ = \frac{NB}{MN} \Rightarrow \frac{4}{3} = \frac{NB}{60} \Rightarrow NB = 80 \text{ cm}$$

$$\tan 37^\circ = \frac{NA}{MN} \Rightarrow \frac{3}{4} = \frac{NA}{60} \Rightarrow NA = 45 \text{ cm}$$

$$AB = NB - NA = 80 - 45 = 35 \text{ cm} = 0.35 \text{ m}$$

۱۶۹ گزینه ۳ ابتدا تندی نور در هر محیط را بدست می آوریم:

$$v_A = \frac{c}{n_A} = \frac{3 \times 10^8}{2} = 1.5 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$v_B = \frac{c}{n_B} = \frac{3 \times 10^8}{1.5} = 2 \times 10^8 \text{ m/s}$$

طول مسیر پرتو در محیط A را برابر با L در نظر می گیریم؛ بنابراین طول مسیر پرتو در محیط B برابر L - 100 است و داریم:

$$\Delta t_A + \Delta t_B = 5.5 \times 10^{-9} \xrightarrow{\Delta t = \frac{\Delta x}{v}} \frac{L}{v_A} + \frac{100 - L}{v_B} = 5.5 \times 10^{-9} \Rightarrow \frac{L}{1.5 \times 10^8} + \frac{100 - L}{2 \times 10^8} = 5.5 \times 10^{-9} \Rightarrow L = 30 \text{ m}$$

مدت زمان حرکت پرتو در هر محیط برابر است با:

$$\Delta t_A = \frac{L}{v_A} = \frac{30}{1.5 \times 10^8} = 2 \times 10^{-9} \text{ s}$$

$$\Delta t_B = 5.5 \times 10^{-9} - \Delta t_A = 3.5 \times 10^{-9}$$

$$\frac{\Delta t_B}{\Delta t_A} = \frac{3.5 \times 10^{-9}}{2 \times 10^{-9}} = \frac{7}{4}$$

۱۷۰ گزینه ۱ ابتدا تندی نور در هر محیط را به دست می آوریم.

$$n = \frac{c}{v}$$

$$n_A = \frac{3}{2} \Rightarrow \frac{3}{2} = \frac{c}{v_A} \Rightarrow v_A = \frac{3 \times 10^8 \times 2}{3} = 2 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$n_B = \frac{4}{3} \Rightarrow \frac{4}{3} = \frac{c}{v_B} \Rightarrow v_B = \frac{3 \times 10^8 \times 3}{4} = \frac{9}{4} \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$n_C = \frac{5}{3} \Rightarrow \frac{5}{3} = \frac{c}{v_C} \Rightarrow v_C = \frac{3 \times 10^8 \times 3}{5} = \frac{9}{5} \times 10^8 \text{ m/s}$$

مدت زمان حرکت پرتو در هر محیط در مسیر رفت را به دست می آوریم:

$$t_A = \frac{l_A}{v_A} = \frac{0.2}{2 \times 10^8} = 10^{-9} \text{ s}$$

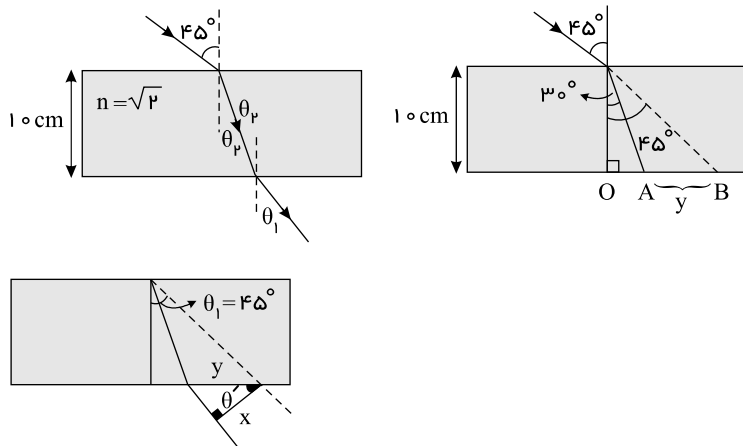
$$t_B = \frac{l_B}{v_B} = \frac{0.1}{\frac{9}{4} \times 10^8} = \frac{4}{9} \times 10^{-9} \text{ s}$$

$$t_C = \frac{l_C}{v_C} = \frac{0.1}{\frac{9}{5} \times 10^8} = \frac{5}{9} \times 10^{-9} \text{ s}$$

کل زمان رفت و برگشت پرتو برابر است با:

$$t = 2(t_A + t_B + t_C) = 2(10^{-9} + \frac{4}{9} \times 10^{-9} + \frac{5}{9} \times 10^{-9}) = 2(2 \times 10^{-9}) = 4 \times 10^{-9} \text{ s}$$

۱۷۱ گزینه ۱ ابتدا زاویه شکست پرتو هنگام ورود به تیغه را بدست می آوریم. از طرفی می دانیم که زاویه خروج از تیغه نسبت به خط عمود بر سطح تیغه، همان 45° است.



$$\frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_i} = \frac{n_1}{n_r} \rightarrow \frac{\sin \theta_r}{\sin 45^\circ} = \frac{1}{\sqrt{2}} \rightarrow \sin \theta_r = \frac{1}{2} \rightarrow \theta_r = 30^\circ$$

برای محاسبه x ، ابتدا باید y را محاسبه کنیم:

$$\tan 45^\circ = \frac{OB}{1.0} \Rightarrow OB = 1.0 \tan 45^\circ \Rightarrow OB = 1.0 \text{ cm}$$

$$\tan 30^\circ = \frac{OA}{1.0} \Rightarrow OA = 1.0 \tan 30^\circ \Rightarrow OA = 1.0 \frac{\sqrt{3}}{3} \text{ cm}$$

$$y = OB - OA = 1.0 - 1.0 \frac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow y = 1.0 \left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}}\right) \Rightarrow y = 1.0 \left(\frac{\sqrt{3} - 1}{\sqrt{3}}\right)$$

محاسبه مقدار x :

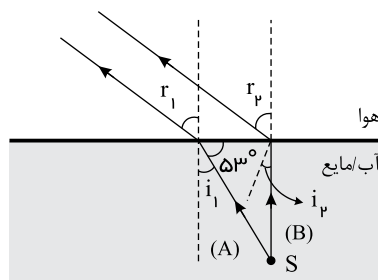
$$\theta' = \theta = 45^\circ$$

$$x = y \cos \theta' = 1.0 \left(\frac{\sqrt{3} - 1}{\sqrt{3}}\right) \times \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{5\sqrt{2}(\sqrt{3} - 1)}{\sqrt{3}} \Rightarrow x = \frac{5\sqrt{6}}{3}(\sqrt{3} - 1)$$

۱۷۲ گزینه ۳ زاویه شکست را در حالتی که پرتو از آب به هوا می تابد، بدست می آوریم: (وضعیت (A) در شکل زیر):

$$\frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} = \frac{n_r}{n_i} \Rightarrow \frac{\sin(90^\circ - 53^\circ)}{\sin \theta_r} = \frac{1}{\frac{4}{3}}$$

$$\frac{\sin 37^\circ}{\sin \theta_r} = \frac{3}{4} \Rightarrow \sin \theta_r = \frac{4}{3} \times 0.6 = 0.8 \Rightarrow \theta_r = 53^\circ$$



و برای حالتی که پرتو از مایعی به ضریب شکست ۴/۱ به هوا می تابد حالت (B)، چون پرتوی عبوری آن موازی پرتوی عبوری حالت اول است، زاویه شکست آن ها با یکدیگر برابر است، پس:

$$\theta'_r = \theta_r = 53^\circ$$

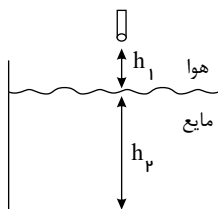
$$\frac{\sin \theta'_i}{\sin \theta'_r} = \frac{n_r}{n'_i} \Rightarrow \frac{\sin \theta'_i}{\sin 53^\circ} = \frac{1}{1.6} \Rightarrow \sin \theta'_i = \frac{0.8}{1.6} = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta'_i = 30^\circ$$

$$\theta = 90^\circ - \theta'_i \Rightarrow \theta = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$$

۱۷۳ گزینه ۲

برای اینکه نور مجدداً به منبع نور برگردد، باید در محیط، مسافتی معادل دو برابر ارتفاع h را ببیماید، یعنی:

فیزیک دوازدهم فصل سه موج



h_1 : فاصله منبع تا سطح مایع

h_2 : عمق مایع

$$\Delta t_1 = \frac{2h_1}{v_{\text{hوا}}} = \frac{6}{3 \times 10^8} = 2 \times 10^{-8} \text{ s}$$

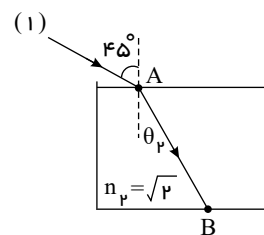
$$\Delta t_2 = 3 \times 10^{-8} - 2 \times 10^{-8} = 10^{-8} \text{ s}$$

$$v = \frac{c}{n} = \frac{3 \times 10^8}{2} = 1.5 \times 10^8 \text{ m/s}$$

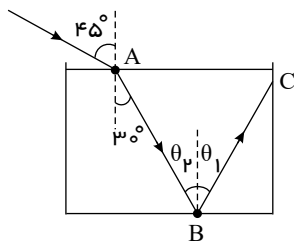
$$2h_2 = v \Delta t_2 = 1.5 \times 10^8 \times 10^{-8} \Rightarrow 2h_2 = 1.5 \Rightarrow h_2 = 0.75 \text{ m} = 75 \text{ cm}$$

۱۷۴ گزینه ۴ ابتدا زاویه شکست را به کمک قانون اسنل محاسبه می‌کنیم:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \xrightarrow{n_1=1, \theta_1=45^\circ} 1 \times \sin 45^\circ = \sqrt{2} \times \sin \theta_2 \rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2} \sin \theta_2 \rightarrow \sin \theta_2 = \frac{1}{2} \rightarrow \theta_2 = 30^\circ$$

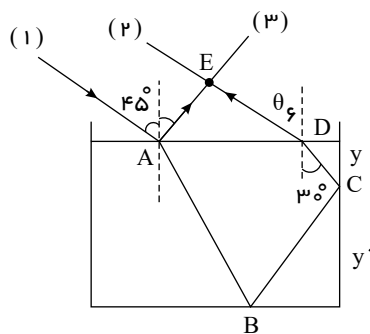
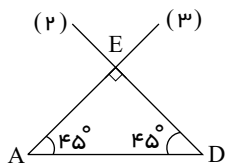
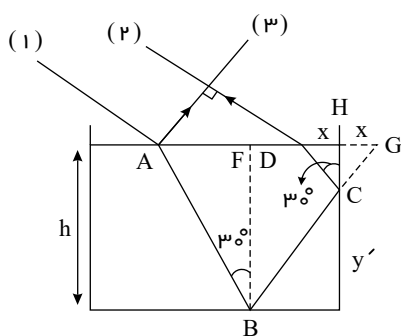


پرتو شکست پس از برخورد با آینه در کف ظرف (نقطه B) بازتاب شده و به آینه عمودی سمت راست (نقطه C) برخورد می‌کند.

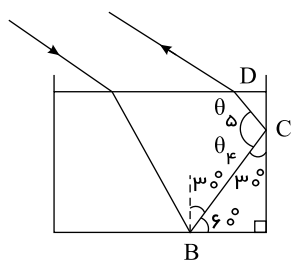


از هندسه می‌دانیم (دو خط موازی و مورب): $\hat{\theta}_2 = 30^\circ$

از قوانین بازتابش می‌دانیم: $\hat{\theta}_2 = \hat{\theta}_3 = 30^\circ$



فیزیک دوازدهم فصل سه موج



با توجه به شکل مقابل زوایای تابش و بازتابش برای آینه عمودی در نقطه C عبارتند از: $\hat{\theta}_f = \hat{\theta}_d = 60^\circ$

پرتو بازتاب نهایی وقتی به نقطه D می‌رسد می‌شکند و مجدداً وارد هوا می‌شود. به کمک قانون اسنل زاویه شکست را محاسبه می‌کنیم: (اینبار محیط مایع (۲) هوا است).

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \rightarrow \sqrt{2} \times \frac{1}{2} = 1 \times \sin \theta_f \rightarrow \sin \theta_f = \frac{\sqrt{2}}{2} \rightarrow \hat{\theta}_f = 45^\circ$$

بنابراین پرتوهای بازتاب (۳) و شکست نهایی (۲) برهم عمودند و (۱) با (۲) موازی است.

$$\Delta ADE: \cos 45^\circ = \frac{AE}{AD} \rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{\sqrt{6}}{AD} \rightarrow AD = 2\sqrt{3} \text{ cm}$$

$$AD = AF + FD \rightarrow 2\sqrt{3} = AF + FD$$

$$\Delta AFB: AF = h \tan 30^\circ \rightarrow FD = (2\sqrt{3} - h \tan 30^\circ)$$

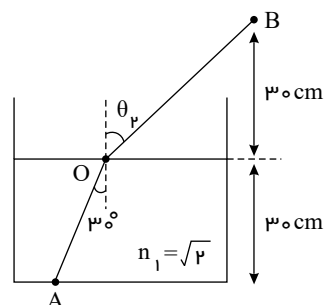
$$AF = FG = FD + 2x \quad h \tan 30^\circ = (\sqrt{3} - h \tan 30^\circ) + 2x \rightarrow h \tan 30^\circ = \sqrt{3} + x$$

$$\Delta CDH: x = y \tan 30^\circ \rightarrow h \tan 30^\circ = \sqrt{3} + y \tan 30^\circ \rightarrow \frac{\sqrt{3}}{3} h = \sqrt{3} + \frac{\sqrt{3}}{3} y \rightarrow h = 3 + y \xrightarrow{y > 0} h > 3$$

۱۷۵ گزینه ۲ برای درک بهتر صورت سؤال و حل راحت‌تر آن شکلی از صورت سؤال رسم می‌کنیم.

ابتدا بر طبق رابطه اسنل زاویه شکست θ_r را می‌یابیم:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \rightarrow \sqrt{3} \times \sin 30^\circ = 1 \times \sin \theta_r \rightarrow \theta_r = 60^\circ$$



می‌دانیم نور با سرعت ثابت حرکت می‌کند، یعنی $\Delta x = v \Delta t$ برقرار است.

$$(1) \text{ محیط } \overline{AO} = v_1 t_1 \rightarrow \frac{30 \times 10^{-2}}{\cos 30^\circ} = \frac{30 \times 10^{-2}}{\sqrt{3}} \times t_1 \rightarrow t_1 = 2 \times 10^{-9} \text{ s}$$

$$(2) \text{ محیط } \overline{OB} = v_2 t_2 \rightarrow \frac{30 \times 10^{-2}}{\cos 60^\circ} = 30 \times 10^{-2} \times t_2 \rightarrow t_2 = 2 \times 10^{-9} \text{ s}$$

بنابراین کل زمان لازم برای رسیدن نور از نقطه A تا B برابر $4 \times 10^{-9} \text{ s} = 4 \text{ ns}$ است.

$$\text{تذکر: } v_1 = \frac{c}{n} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m}}{\sqrt{3} \text{ s}}$$

۱۷۶ گزینه ۲

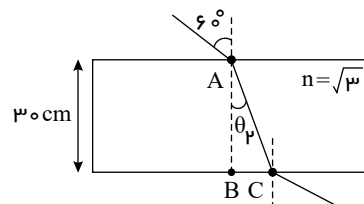
$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{4}{3} \xrightarrow{v = \frac{c}{n}} \frac{v_2}{v_1} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{4}{3}$$

می‌دانیم بسامد موج تنها به ویژگی‌های چشمه موج وابسته است، بنابراین بسامد نور تکرنگ در دو محیط شفاف یکسان است: $f_1 = f_2$

$$\lambda = v f \rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{v_2}{v_1} \rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{4}{3}$$

۱۷۷ گزینه ۲ ابتدا به کمک قانون اسنل زاویه شکست پرتو را محاسبه می‌کنیم:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \rightarrow 1 \times \sin 60^\circ = \sqrt{3} \times \sin \theta_2 \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3} \sin \theta_2 \rightarrow \sin \theta_2 = \frac{1}{2} \rightarrow \theta_2 = 30^\circ$$



حال در مثلث ABC طول ضلع BC را می‌یابیم:

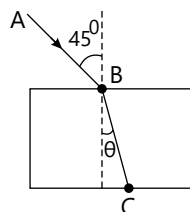
$$\Delta ABC : \tan \theta_2 = \frac{BC}{AB} \rightarrow \tan 30^\circ = \frac{BC}{30} \rightarrow BC = \frac{\sqrt{3}}{3} \times 30 \text{ cm} \rightarrow BC \simeq 17 \text{ cm}$$

برای آن‌که نقطه C بر B منطبق شود، باید نقطه اثر پرتو نور را از نقطه A به اندازه 17 سانتی‌متر به سمت چپ انتقال دهیم.

گزینه ۱

۱۷۸

ابتدا رابطه بین زمان حرکت نور را می‌نویسیم:



$$\Delta t_{\text{کل}} = \Delta t_{AB} + \Delta t_{BC} = \frac{AB}{v_1} + \frac{BC}{v_2} = \frac{2 \times 10^{-2}}{3 \times 10^8} + \frac{BC \times 10^{-2}}{\frac{1}{n} \times 3 \times 10^8} = 2 \times 10^{-10}$$

$$\frac{2}{3} \times 10^{-10} + \frac{\sqrt{6} \times 10^{-2} \times n \times \sqrt{2n^2}}{3 \times 10^8 \times \sqrt{2n^2 - 1}} = 2 \times 10^{-10} \rightarrow \text{طرفین را در } 10^{+10} \text{ ضرب می‌کنیم} \rightarrow \frac{2}{3} + \frac{nBC}{3} = 2 \quad (1)$$

حال BC به صورت زیر می‌یابیم:

$$\cos \theta = \frac{\sqrt{6} \times 10^{-2}}{BC} \rightarrow BC = \frac{\sqrt{6} \times 10^{-2}}{\cos \theta} = \frac{\sqrt{6} \times 10^{-2}}{\sqrt{1 - \sin^2 \theta}} n_1 \sin 45^\circ = n_2 \sin \theta \rightarrow \sin \theta = \frac{1}{n} \times \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$BC = \frac{\sqrt{6} \times 10^{-2}}{\sqrt{1 - \frac{1}{2n^2}}} = \frac{\sqrt{6} \times 10^{-2}}{\sqrt{\frac{2n^2 - 1}{2n^2}}} = \frac{\sqrt{6} \times \sqrt{2} \times n}{\sqrt{2n^2 - 1}} \rightarrow BC = \frac{2\sqrt{3}n}{\sqrt{2n^2 - 1}} \quad (2)$$

حال با استفاده از (۱) و (۲) داریم:

$$\rightarrow \frac{2}{3} + \frac{\sqrt{6} \times \sqrt{2} \times n^2}{3 \times \sqrt{2n^2 - 1}} = 2 \rightarrow \frac{2\sqrt{3}n^2}{3\sqrt{2n^2 - 1}} = \frac{4}{3} \rightarrow \sqrt{3n^2} = 2\sqrt{2n^2 - 1} \rightarrow 3n^2 = 4(2n^2 - 1) \Rightarrow 3n^2 - 8n^2 + 4 = 0 \rightarrow n = \sqrt{2}$$

گزینه ۴ ۱۷۹

$$t_{MO} = \frac{d_{MO}}{v} \xrightarrow{\substack{v = 3 \times 10^8 \\ \frac{r_0 \sqrt{2}}{d_{MO}} = \sin 45^\circ}} t_{MO} = \frac{40 \times 10^{-2}}{3 \times 10^8} = \frac{40}{3} \times 10^{-10}$$

$$t_{OS} = \frac{d_{OS}}{v'} \xrightarrow{\substack{v'_S = \frac{c}{\sqrt{2}} \\ \frac{r_0 \sqrt{3}}{d_{OS}} = \sin 60^\circ}} t_{OS} = \frac{40 \times 10^{-2}}{\frac{3 \times 10^8}{\sqrt{2}}} = \frac{40 \sqrt{2}}{3} \times 10^{-10}$$

$$\frac{t_{MO}}{t_{OS}} = \frac{\frac{40}{3} \times 10^{-10}}{\frac{40 \sqrt{2}}{3} \times 10^{-10}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

۱۸۰ گزینه ۱ با توجه به موازی بودن پرتوهای فرودی و اینکه $\theta_A < \theta_B$ است، در نتیجه در محیط شفاف $n_A > n_B$ خواهد بود و در خلاء $\lambda_A < \lambda_B$ است.

فیزیک دوازدهم فصل سه موج

$$\Rightarrow n_B = 1,5 - 0,3 = 1,2 \quad / \quad \lambda_{1A} + 210 = \lambda_{1B} \quad / \quad \lambda_{2A} + 300 = \lambda_{2B}$$

رابطه اسنل را برای هر دو پرتو به طور جداگانه می نویسیم:

$$\begin{cases} \frac{n_A}{1} = \frac{\lambda_{1A}}{\lambda_{2A}} \Rightarrow \frac{1,5}{1} = \frac{\lambda_{1A}}{\lambda_{2A}} \Rightarrow \boxed{2\lambda_{1A} = 3\lambda_{2A}} & (1) \\ \frac{n_B}{1} = \frac{\lambda_{1B}}{\lambda_{2B}} \Rightarrow \frac{1,2}{1} = \frac{\lambda_{1A} + 210}{\lambda_{2A} + 300} \Rightarrow \boxed{6\lambda_{2A} + 1800 = 5\lambda_{1A} + 1050} & (2) \end{cases}$$

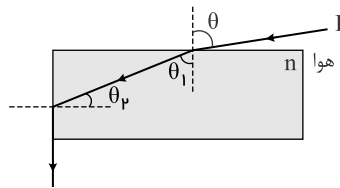
با حل دستگاه متشکل از معادلات (1) و (2)، λ_{1A} و λ_{2A} به دست می آیند. داریم:

$$\xrightarrow[\text{دستگاه}]{\text{حل}} \begin{cases} \lambda_{1A} = 750 \mu m \Rightarrow f_A = \frac{c}{\lambda_{1A}} = \frac{3 \times 10^8}{750 \times 10^{-6}} = 4 \times 10^{11} Hz \\ \lambda_{2A} = 500 \mu m \end{cases}$$

نکته: اگر λ_{2A} را بزرگ تر از λ_{2B} در نظر می گرفتیم، طول موج منفی به دست می آمد.

۱۸۱ گزینه ۱

برای پرتوی I ورودی به تیغه، با توجه رابطه اسنل داریم:



$$n \sin \theta_1 = \sin \theta \quad (1)$$

از طرفی برای پرتو خروجی از تیغه داریم:

$$n \sin \theta_p = 1 \times \sin 90 \rightarrow \sin \theta_p = \frac{1}{n} \xrightarrow{\theta_p = 90 - \theta_1} \sin(90 - \theta_1) = \frac{1}{n} \rightarrow \cos \theta_1 = \frac{1}{n} \rightarrow n \cos \theta_1 = 1 \quad (2)$$

با توجه به رابطه (1) و (2) داریم:

$$(2), (1) \Rightarrow \begin{cases} n \sin \theta_1 = \sin \theta \\ n \cos \theta_1 = 1 \end{cases} \xrightarrow{\text{به توان ۲ می رسانیم}} \begin{cases} n^2 \sin^2 \theta_1 = \sin^2 \theta \\ n^2 \cos^2 \theta_1 = 1 \end{cases} \xrightarrow{\text{جمع کنیم}} n^2 (\sin^2 \theta_1 + \cos^2 \theta_1) = 1 + \sin^2 \theta \rightarrow n^2 = 1 + 0,69 = 1,69 \rightarrow n = 1,3$$

۱۸۲ گزینه ۳

$$v_1 = \frac{c}{n}, v_2 = \frac{c}{n+1}$$

$$\Delta v = v_1 - v_2 = \frac{c}{n} - \frac{c}{n+1} = c \left(\frac{1}{n} - \frac{1}{n+1} \right) = c \left(\frac{n+1-n}{n(n+1)} \right) = \frac{c}{n(n+1)} \Rightarrow \Delta v = \frac{c}{n(n+1)} \Rightarrow n(n+1) = \frac{c}{\Delta v} = \frac{3 \times 10^8}{5 \times 10^{-9}} = 6$$

$$\Rightarrow n^2 + n - 6 = 0 \Rightarrow \begin{cases} n = 2 \text{ قابل قبول} \\ n = -3 \text{ غ قی} \end{cases}$$

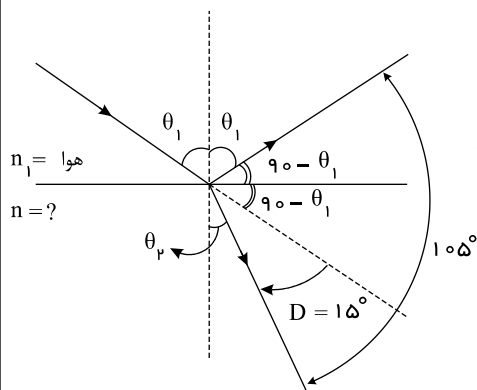
پس $n = 2$ است

۱۸۳ گزینه ۳ سرعت انتشار نور در هوا یا خلأ برابر با c و در محیط شفاف برابر با v است. رابطه ضریب شکست محیط شفاف: $n = \frac{c}{v}$

$$\left. \begin{aligned} t_1 &= \frac{L}{c} \text{ زمان حرکت نور در هوا} \\ t_2 &= \frac{L}{v} \text{ زمان حرکت نور در محیط} \end{aligned} \right\} \Rightarrow t_1 + t_2 = \frac{L}{c} + \frac{L}{v} = \frac{L}{nv} + \frac{L}{v} \Rightarrow t_1 + t_2 = \frac{L}{v} \left(\frac{1}{n} + 1 \right) = \frac{L}{v} \left(\frac{n+1}{n} \right)$$

۱۸۴ گزینه ۳

(می‌دانیم که پرتو هنگام ورود به محیط شفاف که ضریب شکست آن از هوا بیشتر است به خط عمود نزدیک می‌شود، بنابراین شکل مسئله به صورت زیر است.)



$$90^\circ - \theta_1 + 90^\circ - \theta_1 + 15^\circ = 105^\circ \Rightarrow \theta_1 = 45^\circ$$

$$\theta_r = \theta_1 - D = 45^\circ - 15^\circ = 30^\circ$$

طبق قانون شکست اسنل داریم:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_r \sin \theta_r \Rightarrow 1 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = n \times \frac{1}{2} \Rightarrow n = \sqrt{2}$$

حال تندی نور در محیط شفاف را بدست می‌آوریم:

$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow \sqrt{2} = \frac{3 \times 10^8}{v} \Rightarrow v = 1.5 \sqrt{2} \times 10^8 \text{ m/s} = 1.5 \sqrt{2} \times 10^8 \text{ km/s}$$

۱۸۵ گزینه ۱ اندازه سرعت نور در محیط A را برحسب t به دست می‌آوریم:

$$v_A = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{r_0}{t}$$

طبق رابطه بین ضریب شکست و سرعت نور در محیط، برای دو محیط A و B داریم:

$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow \frac{n_A}{n_B} = \frac{\frac{c}{v_A}}{\frac{c}{v_B}} = \frac{v_B}{v_A}$$

با استفاده از نسبت سرعت نور در دو محیط و سرعت نور در محیط A، سرعت نور در محیط B را به دست می‌آوریم:

$$\frac{n_A}{n_B} = \frac{v_B}{v_A} \Rightarrow \frac{r}{r} = \frac{v_B}{\frac{r_0}{t}} \Rightarrow v_B = \frac{15}{t}$$

حال زمان طی کردن مسافت 120 m در محیط B توسط پرتو را به دست می‌آوریم:

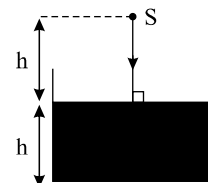
$$v_B = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \frac{15}{t} = \frac{120}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 8t$$

روش دوم: می‌دانیم که نور به طور یکنواخت و با سرعت ثابت در یک محیط منتشر می‌شود. بنابراین داریم:

$$\Delta x = v \times \Delta t \rightarrow \frac{\Delta x_A}{\Delta x_B} = \frac{v_A}{v_B} \times \frac{t_A}{t_B} \xrightarrow{\frac{v_A}{v_B} = \frac{n_B}{n_A}} \frac{\Delta x_A}{\Delta x_B} = \frac{n_B}{n_A} \times \frac{t_A}{t_B} = \frac{\Delta x_A = r_0 \text{ m}, t_A = t}{\Delta x_B = 120 \text{ m}, \frac{n_B}{n_A} = \frac{r}{r}} \rightarrow \frac{r_0}{120} = \frac{r}{r} \times \frac{t}{t_0} \rightarrow t_B = 8t$$

۱۸۶ گزینه ۲ در حالت اول، نور مسافت h را در هوا با تندی $v_1 = c$ و مسافت h را درون مایع با تندی $v_2 = \frac{c}{n}$ در مدت زمان t طی می‌کند پس:

$$t = \frac{h}{v_1} + \frac{h}{v_2} = \frac{h}{c} + \frac{h}{\frac{c}{r}} = \frac{h}{c} + \frac{rh}{c} \Rightarrow t = \frac{4h}{c} \quad (I)$$

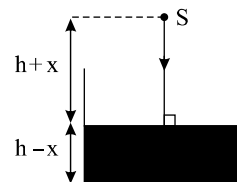


در حالت دوم، چنانچه به ارتفاع x از مایع درون ظرف برداریم، طبق شکل زیر، نور مسافت $h + x$ را در هوا با تندی $v_1 = c$ و مسافت $h - x$ را درون مایع با تندی $v_2 = \frac{c}{r}$ در مدت زمان $\frac{2}{3}t$ طی می‌کند، پس:

طی می‌کند، پس:

فیزیک دوازدهم فصل سه موج

$$\frac{2}{3}t = \frac{h+x}{v_1} + \frac{h-x}{v_2} = \frac{h+x}{c} + \frac{h-x}{\frac{c}{3}} = \frac{h+x+3(h-x)}{c} \Rightarrow \frac{2}{3}t = \frac{4h-2x}{c} \quad (I)$$



و در پایان از تقسیم رابطه (I) بر رابطه (II) خواسته سوال بدست می آوریم:

$$\frac{3}{2} = \frac{4h}{4h-2x} \Rightarrow 12h - 6x = 8h \Rightarrow 6x = 4h \Rightarrow x = \frac{2}{3}h = \frac{2}{3}h$$

۱۸۷ گزینه ۱ قانون شکست اسنل را برای دو پرتوی A و B جداگانه می نویسیم:

$$(A \text{ پرتوی}): \frac{\sin i_A}{\sin r_A} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \frac{\sin(90^\circ - 37^\circ)}{\sin \theta} = \frac{3}{4} \Rightarrow \frac{\sin 53^\circ}{\sin \theta} = \frac{3}{4} \Rightarrow \frac{4}{3} \Rightarrow \frac{\sin \theta}{\sin 53^\circ} = \frac{4}{3} \Rightarrow \sin \theta = \frac{3}{4} \times 0.8 = 0.6 \Rightarrow \theta = 37^\circ$$

$$(B \text{ پرتوی}): \frac{\sin i_\theta}{\sin r_\theta} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \frac{\sin 45^\circ}{\sin 37^\circ} = \frac{n}{\frac{6\sqrt{2}}{5}} \Rightarrow n = \frac{6\sqrt{2}}{5} \times \frac{\sin 45^\circ}{\sin 37^\circ} \Rightarrow n = \frac{6\sqrt{2}}{5} \times \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{0.6} = 2$$

۱۸۸ گزینه ۳ ابتدا ضریب شکست محیط (۲) به ضریب شکست محیط (۱) را بدست می آوریم:

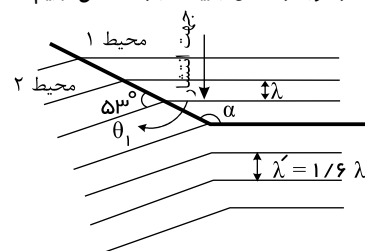
$$\left. \begin{aligned} n = \frac{c}{v} \Rightarrow n_2 v_2 &= n_1 v_1 \Rightarrow \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} \\ v = \lambda f \Rightarrow \frac{v_2}{\lambda_2} &= \frac{v_1}{\lambda_1} \Rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{n_2}{n_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\lambda}{1.6\lambda} \rightarrow \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{1.6}$$

دقت شود که زاویه بین جبهه های موج شکسته شده و سطح جداکننده دو محیط برابر با زاویه شکست است. حال با توجه به شکست جبهه های موج از مرز بین دو محیط در سمت چپ شکل داریم:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \Rightarrow \sin \theta_1 = \frac{n_2}{n_1} \sin \theta_2 \Rightarrow \sin \theta_1 = \frac{1}{1.6} \times 0.8 = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta_1 = 30^\circ$$

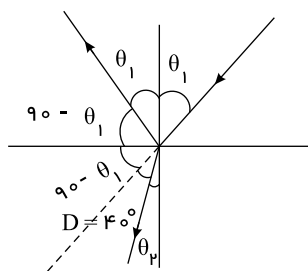
$$\alpha + \theta_1 = 180^\circ \Rightarrow \alpha = 180^\circ - 30^\circ = 150^\circ$$

حال با توجه به شکل زاویه α را بدست می آوریم:



۱۸۹ گزینه ۴

با ترسیم شکل خواهیم داشت:



$$90 - \theta_1 + 90 - \theta_2 + 40 = 180 \Rightarrow 180 - 2\theta_1 = 180 \Rightarrow 2\theta_1 = 180 \Rightarrow \theta_1 = 90^\circ$$

زاویه انحراف برابر با $\theta_1 - \theta_2$ است؛ پس:

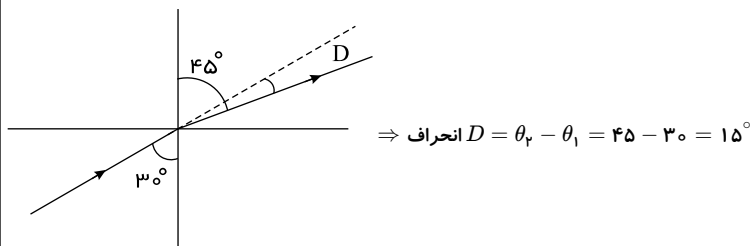
$$\theta_2 = 90 - 40 = 50^\circ$$

۱۹۰ گزینه ۱ طبق رابطه $\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{v_2}{v_1}$ داریم:

$$\frac{v_{\text{هوای}}}{v_{\text{محیط شفاف}}} = \sqrt{2} \Rightarrow \frac{\sin 30^\circ}{\sin \theta_2} = \frac{v_{\text{محیط شفاف}}}{v_{\text{هوای}}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \frac{1}{\sin \theta_2} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \sin \theta_2 = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \theta_2 = 45^\circ$$

مطابق شکل زاویه انحراف $\theta_2 - \theta_1$ است پس:

فیزیک دوازدهم فصل سه موج



۱۹۱ گزینه ۳ بررسی گزینه‌ها:

گزینه ۱:

$$\frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} = \frac{n_r}{n_i} \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{n_r}{n_i} \Rightarrow \frac{n_r}{n_i} = 2$$

$$\frac{v_r}{v_i} = \frac{n_i}{n_r} \Rightarrow \frac{v_r}{v_i} = \frac{1}{2} \Rightarrow v_r = \frac{1}{2} v_i, \text{ درصد تغییرات: } \frac{\Delta v}{v_i} \times 100 = \frac{v_r - v_i}{v_i} \times 100 = \frac{\frac{1}{2} v_i - v_i}{v_i} \times 100 = -50\%$$

۵۰ درصد کاهش می‌یابد، پس گزینه ۱ نادرست است.

گزینه ۲:

وقتی نور از یک محیط شفاف وارد محیط شفاف دیگر می‌شود، بسامد آن ثابت می‌ماند پس گزینه ۲ نادرست است.

گزینه ۳:

$$\frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} = \frac{n_r}{n_i} \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{n_r}{n_i} \Rightarrow \frac{n_r}{n_i} = 2 \Rightarrow n_r = 2n_i \rightarrow n_i = \frac{1}{2} n_r$$

ضریب شکست محیط ۲ بیشتر از ضریب شکست محیط ۱ است پس گزینه ۳ درست است.

گزینه ۴:

$$\frac{\lambda_r}{\lambda_i} = \frac{n_i}{n_r} \Rightarrow \frac{\lambda_r}{\lambda_i} = \frac{1}{2} \Rightarrow \lambda_r = \frac{1}{2} \lambda_i; \text{ درصد تغییرات} = \frac{\frac{1}{2} \lambda_i - \lambda_i}{\lambda_i} \times 100 \Rightarrow \text{درصد تغییرات} = -50\%$$

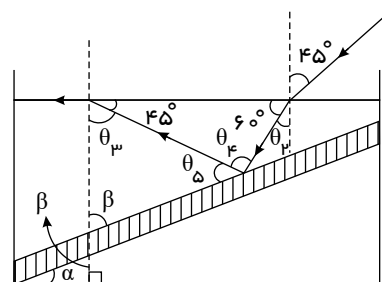
۵۰٪ کاهش یافته است، پس گزینه ۴ نادرست است.

۱۹۲ گزینه ۱

$$\frac{\sin 45}{\sin \theta_r} = \frac{n_{\text{میع}}}{n_{\text{هوا}}} = \sqrt{2} \Rightarrow \sin \theta_r = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta_r = 30^\circ$$

$$\frac{\sin \theta_r}{\sin 90} = \frac{n_{\text{هوا}}}{n_{\text{میع}}} \Rightarrow \sin \theta_r = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \theta_r = 45^\circ$$

$$\theta_r + 105^\circ = 180^\circ \Rightarrow \theta_r = 75^\circ$$



$$\theta_\Delta = \frac{180^\circ - 75^\circ}{2} = 52.5^\circ$$

$$\alpha + \beta + 90^\circ = 180^\circ$$

$$\theta_r + \theta_\Delta + \beta = 180^\circ$$

$$\theta_r + \theta_\Delta = \alpha + 90^\circ \Rightarrow 45^\circ + 52.5^\circ = \alpha + 90^\circ \Rightarrow \alpha = 7.5^\circ$$

۱۹۳ گزینه ۲

$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow n_{\text{آب}} = \frac{c}{v_{\text{آب}}} \Rightarrow \frac{4}{3} = \frac{3 \times 10^8}{v_{\text{آب}}} \Rightarrow v_{\text{آب}} = \frac{9}{4} \times 10^8 \frac{m}{s}$$

حالا بسامد نور را در آب محاسبه می‌کنیم:

فیزیک دوازدهم فصل سه موج

$$\lambda_{\text{آب}} = \frac{v_{\text{آب}}}{f_{\text{آب}}} \Rightarrow f_{\text{آب}} = \frac{\frac{9}{4} \times 10^8}{3 \times 10^{-7}} \Rightarrow f = \frac{3}{4} \times 10^{15} \text{ Hz} \times 10^{-12} = \frac{3000}{4} = 750 \text{ THz}$$

دقت شود که با تغییر محیط بسامد عوض نمی‌شود و بسامد در شیشه نیز همین مقدار است و عدد ضریب شکست شیشه اطلاعات اضافه است.

۱۹۴ گزینه ۱ وقتی نور از محیط با ضریب شکست کمتر وارد محیط با ضریب شکست بیشتر می‌شود، امتداد پرتو نور به خط عمود نزدیک می‌شود و وقتی از محیط با ضریب شکست بیشتر وارد محیط با ضریب شکست کمتر می‌شود از خط عمود دور می‌شود، پس مسیرهای A و C صحیح است. همچنین با توجه به اینکه لایه وسطی یک تیغه متوازی‌السطوح است و در ۲ طرف آن محیط یکسان است پرتو اول و آخر باید موازی باشند، پس فقط مسیر A به درستی ترسیم شده است.

۱۹۵ گزینه ۳

$$\frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} = \frac{n_r}{n_i} \Rightarrow \frac{\sin 30}{\sin \theta_r} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \theta_r = 45^\circ$$

$$\frac{n_r}{n_i} = \frac{v_i}{v_r} \Rightarrow \frac{v_i}{v_r} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \sqrt{2} = \sqrt{2} v_i$$

$$\text{درصد تغییر} : \frac{v_r - v_i}{v_i} \times 100 = \frac{\sqrt{2} v_i - v_i}{v_i} \times 100 = \frac{1.4 v_i - v_i}{v_i} \times 100 = \frac{0.4 v_i}{v_i} \times 100 = 40\%$$

سرعت نور ۳۰٪ افزایش یافته است، پس گزینه ۱ غلط است.

سرعت در هوا بیشتر از محیط با ضریب شکست $\sqrt{2}$ است، پس گزینه ۲ غلط است.

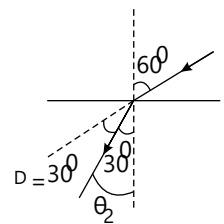
$$D = |\theta_i - \theta_r| = 45^\circ - 30^\circ = 15^\circ$$

۱۹۶ گزینه ۲ چون مسیر حرکت نور در محیط n_3 به خط عمود نزدیک‌تر است، پس ضریب شکست محیط n_3 از محیط‌های n_1 و n_2 بیشتر است. پرتوهای SI و AB هر دو در محیط n_1 قرار دارند، پس با هم موازی می‌باشند.

۱۹۷ گزینه ۱

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_r} = \frac{n_r}{n_i} \Rightarrow \frac{\sin 60}{\sin \theta_r} = \frac{\sqrt{3}}{1} \Rightarrow \sin \theta_r = \frac{1}{2} \sin 60^\circ \Rightarrow \theta_r = 30^\circ \Rightarrow D = \theta_1 - \theta_r = 60^\circ - 30^\circ = 30^\circ$$

$$D - \theta_r = 30^\circ - 30^\circ = 0$$

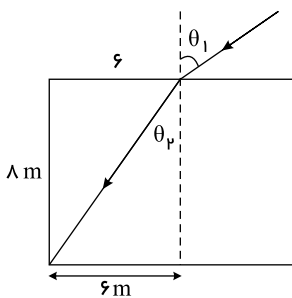


۱۹۸ گزینه ۴ با ورود موج الکترومغناطیس از هوا به تیغه شیشه‌ای الزاماً سرعت کاهش می‌یابد ولی بسامد ثابت است. توجه داشته باشید که در حالت خاصی که $\alpha = 0^\circ$ است زاویه شکست هم برابر صفر است یعنی امتداد پرتو تغییر نمی‌کند.

۱۹۹ گزینه ۳

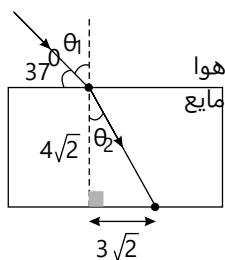
ابتدا θ_p را به صورت زیر محاسبه می‌کنیم. سپس ضریب شکست مایع را بدست می‌آوریم:

$$\tan \theta_p = \frac{6}{8} = \frac{3}{4} = \tan 37^\circ \rightarrow \theta_p = 37^\circ$$



$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_p} = \frac{n_p}{n_i} \Rightarrow \frac{\sin 45^\circ}{\sin 37^\circ} = \frac{n_p}{1} \rightarrow n_p = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{\frac{6}{8}} \Rightarrow n_p = \frac{10\sqrt{2}}{12} = \frac{5\sqrt{2}}{6}$$

۲۰۰ گزینه ۴



$$\tan \theta_r = \frac{3\sqrt{2}}{4\sqrt{2}} = \frac{3}{4} \Rightarrow \theta_r = 37^\circ$$

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_r} = \frac{n_r}{n_1} \rightarrow \frac{\sin 53^\circ}{\sin 37^\circ} = \frac{n_r}{1} \Rightarrow n_r = \frac{0.8}{0.6} = \frac{4}{3}$$

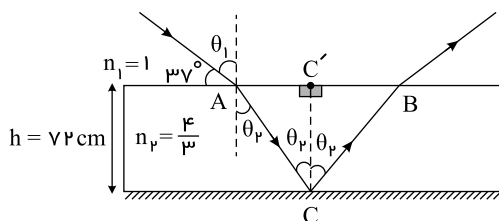
۲۰۱ گزینه ۲

$$\sin^2 \theta_r + \cos^2 \theta_r = 1 \Rightarrow \sin^2 \theta_r = 1 - \frac{2}{25} = \frac{23}{25} \Rightarrow \sin \theta_r = \frac{\sqrt{23}}{5}$$

$$\sin^2 \theta_1 + \cos^2 \theta_1 = 1 \Rightarrow \sin^2 \theta_1 = 1 - \frac{1}{25} = \frac{24}{25} \Rightarrow \sin \theta_1 = \frac{\sqrt{24}}{5}$$

$$\frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_1} = \frac{v_r}{v_1} = \frac{\lambda_r}{\lambda_1} = \frac{n_1}{n_r} = \frac{\sqrt{23}}{\sqrt{24}}$$

۲۰۲ گزینه ۲ در ابتدا زاویه شکست در تیغه را محاسبه می‌کنیم:



$$n_1 \sin \theta_1 = n_r \sin \theta_r \xrightarrow{\theta_1 = 53^\circ} 1 \times \sin 53^\circ = \frac{4}{3} \sin \theta_r$$

$$\rightarrow 1 \times \frac{4}{5} = \frac{4}{3} \sin \theta_r$$

$$\rightarrow \sin \theta_r = 0.6 \Rightarrow \theta_r = 37^\circ$$

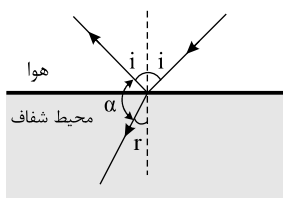
حال در مثلث ACC' داریم:

$$\tan 37^\circ = \frac{AC'}{72} \rightarrow \frac{3}{4} = \frac{AC'}{72} \rightarrow AC' = 54 \text{ cm}$$

و در نهایت به‌خاطر تقارن شکل ایجادشده داریم:

$$AB = 2AC' = 2 \times 54 \rightarrow AB = 108 \text{ cm}$$

۲۰۳ گزینه ۲ اگر زاویه تابش، θ_r زاویه شکست و α زاویه بین پرتوی بازتابش و پرتوی شکست باشد، با توجه به شکل زیر داریم:



$$\alpha = 180^\circ - (\theta_i + \theta_r) \quad (I)$$

از طرفی طبق صورت سؤال α به مقدار 90° از زاویه θ_i بزرگ‌تر است، پس طبق رابطه (I) داریم:

$$\alpha = 90^\circ + \theta_i \Rightarrow 180^\circ - (\theta_i + \theta_r) = 90^\circ + \theta_i \Rightarrow \theta_r = 90^\circ - 2\theta_i \quad (II)$$

حال با نوشتن قانون شکست اسنل و طبق رابطه (II) زاویه تابش θ_i را بدست آوریم:

$$\frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} = \frac{n_r}{n_1} \Rightarrow \frac{\sin \theta_i}{\sin (90^\circ - 2\theta_i)} = \frac{1.5}{1} \Rightarrow \frac{\sin \theta_i}{\cos 2\theta_i} = \frac{1.5}{1} \Rightarrow \frac{\sin \theta_i}{1 - 2\sin^2 \theta_i} = \frac{1.5}{1}$$

$$1.5 - 3\sin^2 \theta_i = \sin \theta_i \Rightarrow 3\sin^2 \theta_i + \sin \theta_i - 1.5 = 0 \Rightarrow \begin{cases} \sin \theta_i = 0.6 \Rightarrow \theta_i = 37^\circ \\ \sin \theta_i = -\frac{5}{6} \end{cases}$$

۲۰۴ گزینه ۲ اندازه سرعت نور در محیط A را بر حسب t بدست می آوریم:

$$v_A = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{27}{t}$$

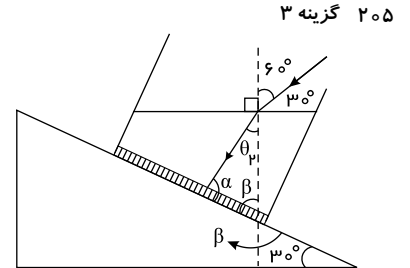
طبق رابطه بین ضریب شکست و سرعت نور در محیط برای دو محیط A و B داریم:

$$\frac{n_A}{n_B} = \frac{v_B}{v_A} \Rightarrow \frac{5}{3} = \frac{v_B}{\frac{27}{t}} \Rightarrow v_B = \frac{15}{t}$$

در انتها زمان طی کردن مسافت $150m$ در محیط B توسط پرتو را بدست می آوریم:

$$v_B = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \frac{15}{t} = \frac{150}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 10t$$

$$\frac{\sin \theta_r}{\sin 60} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \sin \theta_r = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta_r = 30 \left\{ \begin{array}{l} \beta + 30 = 90 \rightarrow \beta = 60 \\ \theta_r + \alpha + \beta = 180 \rightarrow 30 + \alpha + 60 = 180 \rightarrow \alpha = 90 \end{array} \right.$$



پس پرتو عمود بر سطح آینه به کف ظرف خورده و همان مسیر رفت را بازمی گردد و زاویه پرتو خروجی با سطح مایع 30° می شود.

۲۰۶ گزینه ۲

اگر $\theta_1 = 30^\circ$ و $\theta_r = 45^\circ$ باشد، داریم:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_r} = \frac{v_1}{v_r} = \frac{\lambda_1}{\lambda_r} \\ \frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_p} = \frac{v_r}{v_p} = \frac{\lambda_r}{\lambda_p} \end{array} \right. \Rightarrow \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_r} = \frac{\lambda_1}{\lambda_r} \Rightarrow \frac{\sin 30}{\sin 45} = \frac{\lambda_1}{\lambda_r} \Rightarrow \frac{1/2}{\frac{\sqrt{2}}{2}} \Rightarrow \lambda_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} \lambda_r$$

۲۰۷ گزینه ۱ از رابطه $n = \frac{c}{v}$ می توانیم بنویسیم:

$$nv = c = \text{ثابت} \Rightarrow n_1 v_1 = n_r v_r \Rightarrow nv = 0.6v(n+1) \Rightarrow n = 0.6n + 0.6 \Rightarrow 0.4n = 0.6 \Rightarrow n = \frac{3}{2}$$

حال از رابطه $n = \frac{c}{v}$ تنیدی نور در محیطی با ضریب شکست n را بدست می آوریم:

$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow v = \frac{3 \times 10^8 m/s}{2} = 2 \times 10^8 m/s = 2 \times 10^5 km/s$$

۲۰۸ گزینه ۲

$$\frac{v_{\text{آب}}}{v_{\text{شیشه}}} = \frac{\lambda_{\text{آب}}}{\lambda_{\text{شیشه}}} = \frac{n_{\text{شیشه}}}{n_{\text{آب}}} \Rightarrow \frac{\lambda_{\text{آب}}}{\lambda_{\text{شیشه}}} = \frac{3}{4} = \frac{9}{12}$$

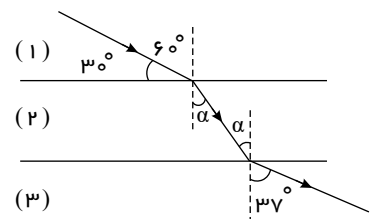
$$\lambda_{\text{آب}} = \lambda_{\text{شیشه}} + 50$$

$$\frac{\lambda_{\text{شیشه}} + 50}{\lambda_{\text{شیشه}}} = \frac{9}{12} \Rightarrow \lambda_{\text{شیشه}} = 400 nm$$

$$v_{\text{شیشه}} = \frac{c}{n} = \frac{3 \times 10^8}{\frac{4}{3}} = 2.25 \times 10^8 \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{2.25 \times 10^8}{4 \times 10^{-7}} = \frac{1}{2} \times 10^{15} Hz \Rightarrow f = 5 \times 10^{14} Hz \times 10^{-9} = 5 \times 10^5 GHz$$

۲۰۹ گزینه ۴

$$\frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} = \frac{n_r}{n_1} = \frac{v_1}{v_r}$$



فیزیک دوازدهم فصل سه موج

$$\frac{\sin i}{\sin \alpha} = \frac{v_1}{v_2} \Rightarrow \frac{\sin 60}{\sin \alpha} = \frac{v_1}{v_2} \Rightarrow \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\sin \alpha} = \frac{v_1}{v_2} \quad (I)$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin 37} = \frac{v_2}{v_3} \Rightarrow \frac{\sin \alpha}{0.6} = \frac{v_2}{v_3} \quad (II)$$

$$(II) \text{ ضرب رابطه } (I) \text{ در } (I): \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{0.6} = \frac{v_1}{v_3} \Rightarrow \frac{v_1}{v_3} = \frac{5\sqrt{3}}{6}$$

روش دوم:

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} \rightarrow \frac{\sin 60}{\sin 37} = \frac{v_1}{v_2} \rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{6}{10}} \rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{5\sqrt{3}}{6}$$

۲۱۰ گزینه ۲

$$n = \frac{c}{v} \rightarrow v = \frac{c}{n}$$

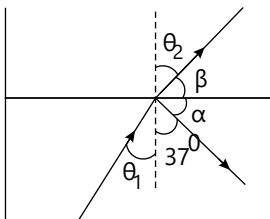
$$v_{\text{آب}} = \frac{5}{4} v_{\text{یخ}} \rightarrow n_{\text{آب}} = \frac{4}{5} n_{\text{یخ}} \quad (1)$$

$$v_{\text{یاقوت}} = \frac{75}{100} v_{\text{یخ}} \rightarrow v_{\text{یاقوت}} = \frac{3}{4} v_{\text{یخ}} \rightarrow n_{\text{یاقوت}} = \frac{4}{3} n_{\text{یخ}} \quad (2)$$

$$(1), (2) \Rightarrow \frac{n_{\text{آب}}}{n_{\text{یاقوت}}} = \frac{\frac{4}{5} n_{\text{یخ}}}{\frac{4}{3} n_{\text{یخ}}} = \frac{3}{5} = 0.6$$

۲۱۱ گزینه ۳

با توجه به قانون عمومی بازتاب و برابری زاویه‌های تابش و بازتابش می‌توان گفت: $\theta_1 = 37^\circ$



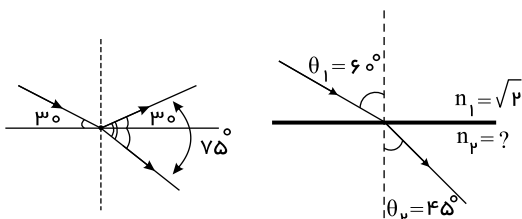
$$\alpha + 37 = 90 \rightarrow \alpha = 53, \alpha + \beta = 90 \rightarrow \beta = 37, \theta_2 = 90 - \beta = 53^\circ$$

طبق قانون عمومی شکست می‌توان نوشت:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

$$n_{\text{مایع}} \times \sin 37 = n_{\text{هوا}} \sin 53 \rightarrow n_{\text{مایع}} = \frac{4}{3}$$

۲۱۲ گزینه ۳ با توجه به شکل $\theta_2 = 45^\circ$ خواهد بود.

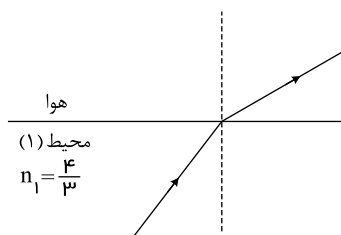


$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \frac{\sin 60}{\sin 45} = \frac{n_2}{\sqrt{2}} \Rightarrow n_2 = \sqrt{3}$$

۲۱۳ گزینه ۴

فاصله دو جبهه موج متوالی برابر با طول موج است. $x_A = \lambda_A, x_B = \lambda_B$

طبق رابطه اسنل داریم:

$$n_1 v_1 = n_2 v_2 \rightarrow \frac{\lambda_B}{\lambda_A} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{n_1}{n_2} \rightarrow \frac{x_B}{x_A} = \frac{4}{3}$$


هو
محیط (۱)
 $n_1 = \frac{4}{3}$

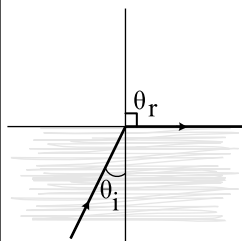
۲۱۴ گزینه ۴

در اینجا به ازای بیشترین مقدار θ_i یعنی 37° ، پرتو در آستانه خروج از محیط شفاف به هوا بوده و $\theta_r = 90^\circ$ است. بنابراین داریم:

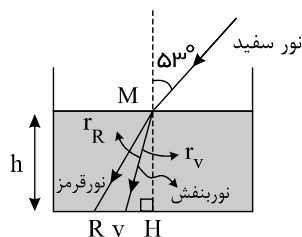
$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

$$n \times \sin 37^\circ = 1 \times \sin 90^\circ$$

$$n \times \frac{6}{10} = 1 \times 1 \Rightarrow n = \frac{5}{3}$$



۲۱۵ گزینه ۲ نور سفید به هنگام ورود به مایع پاشیده می‌شود و نور بنفش دارای بیشترین انحراف و نور قرمز دارای کمترین انحراف است. در ابتدا با نوشتن رابطه اسنل برای هر یک از دو پرتو قرمز و بنفش، زاویه شکست آن‌ها را محاسبه می‌کنیم:



$$(\text{نور بنفش}) : \frac{\sin i}{\sin r_v} = \frac{n_v}{n_{\text{هوا}}} \Rightarrow \frac{\sin 53^\circ}{\sin r_v} = \frac{1.6}{1} \Rightarrow \frac{0.8}{\sin r_v} = 1.6 \Rightarrow \sin r_v = \frac{1}{2} \Rightarrow r_v = 30^\circ$$

$$(\text{نور قرمز}) : \frac{\sin i}{\sin r_R} = \frac{n_R}{n_{\text{هوا}}} \Rightarrow \frac{\sin 53^\circ}{\sin r_R} = \frac{\frac{4}{3}}{1} \Rightarrow \sin r_R = \frac{3}{4} \times \sin 53^\circ = \frac{3}{4} \times 0.8 = 0.6 \Rightarrow r_R = 37^\circ$$

اکنون می‌توان با نوشتن رابطه کسینوس زوایای شکست در مثلث‌های مربوطه، مسافتی که نورهای قرمز و بنفش در مایع را طی می‌کنند، به دست آورد:

$$\triangle MVH : \cos r_v = \frac{MH}{MV} \Rightarrow \cos 30^\circ = \frac{h}{L_v} \Rightarrow L_v = \frac{h}{\cos 30^\circ} = \frac{h}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{h}{0.85}$$

$$\triangle MRH : \cos r_R = \frac{MH}{MR} \Rightarrow \cos 37^\circ = \frac{h}{L_R} \Rightarrow L_R = \frac{h}{\cos 37^\circ} = \frac{h}{0.8}$$

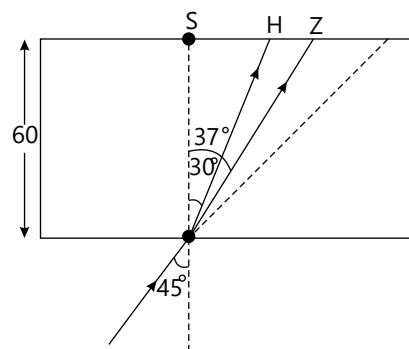
و در پایان چون اختلاف مسافتی که نورهای قرمز و بنفش درون مایع طی می‌کنند 1.25 cm است، پس:

$$L_R - L_v = 1.25 \Rightarrow \frac{h}{0.8} - \frac{h}{0.85} = 1.25 \Rightarrow h \left(\frac{1}{0.8} - \frac{1}{0.85} \right) = 1.25 \Rightarrow \frac{h \times 0.05}{0.8 \times 0.85} = 1.25 \Rightarrow h = \frac{1.25 \times 0.8 \times 0.85}{0.05} = \frac{1 \times 0.85}{0.05} = 17 \text{ cm}$$

۲۱۶ گزینه ۳ برای پرتو سبز:

$$\frac{\sin \theta_r}{\sin 45} = \frac{1}{\frac{5\sqrt{2}}{6}} \Rightarrow \theta_r = 37^\circ$$

$$\frac{\sin \theta_r}{\sin 45} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \theta_r = 30^\circ$$



برای پرتو آبی:

$$\tan 30 = \frac{SH}{60} \Rightarrow SH = 60 \times \frac{\sqrt{3}}{3} = 20\sqrt{3} \text{ cm}$$

$$\tan 37 = \frac{SZ}{60} \Rightarrow SZ = 60 \times \frac{3}{4} = 45 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow SZ - SH = 45 - 20\sqrt{3} = 11 \text{ cm}$$

زاویه شکست هر یک از پرتوها را به دست می آوریم و از هم کم می کنیم. می دانیم که شکست بیشتر معادل انحراف بیشتر پرتو نور است گزینه ۲

۲۱۷

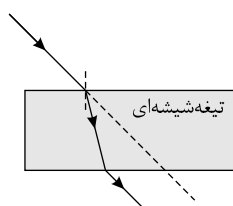
$$(1) \text{ برای پرتو } : \frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_{r1}} = n_1 \Rightarrow \frac{\sin 60^\circ}{\sin \theta_{r1}} = \sqrt{\frac{3}{2}} \Rightarrow \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\sin \theta_{r1}} = \sqrt{\frac{3}{2}} \Rightarrow \sin \theta_{r1} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \theta_{r1} = 45^\circ$$

$$(2) \text{ برای پرتو } : \frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_{r2}} = n_2 \Rightarrow \frac{\sin 60^\circ}{\sin \theta_{r2}} = \sqrt{3} \Rightarrow \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\sin \theta_{r2}} = \sqrt{3} \Rightarrow \sin \theta_{r2} = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta_{r2} = 30^\circ$$

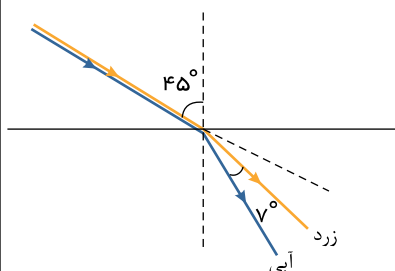
$$\theta = \theta_{r1} - \theta_{r2} = 45 - 30 = 15^\circ$$

گزینه ۴ ضریب شکست تیغه شیشه‌ای برای نور آبی بیشتر از نور زرد است. بنابراین نور آبی بیشتر از زرد منحرف می شود و به خط عمود بر مرز مشترک نزدیک تر می شود. (رد گزینه های ۱ و ۳)

هنگام خروج پرتوها از تیغه در همان راستای اولیه پرتوها از تیغه خارج می شوند. (رد گزینه ۱)
بنابراین هر دو پرتوی خروجی با یکدیگر و با پرتوی اولیه موازی هستند.



گزینه ۱ انحراف نور آبی بیشتر از نور زرد است. بنابراین شکل مسئله به صورت زیر است:



$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \Rightarrow 1 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2} \times \sin \theta_2 \Rightarrow \theta_2 = 30^\circ$$

با توجه به شکل $30^\circ + 7^\circ = 37^\circ$ است. طبق قانون اسنل شکست داریم:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \Rightarrow 1 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = n_2 \times \sin 37^\circ \Rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2} = n_2 \times 0.6 \Rightarrow n_2 = \frac{5\sqrt{2}}{6}$$

۲۲۰ گزینه ۴ بررسی همه موارد:

الف) درست؛ چون دمای هوای نزدیک سطح زمین بیشتر از هوای دور از سطح زمین است، هوای نزدیک سطح زمین رقیق تر از هوای دور از سطح زمین است و تندی نور در این محیط بیشتر است.

ب) درست؛ چون تندی نور در هوای نزدیک سطح زمین است؛ طبق رابطه $n = \frac{c}{v}$ ، ضریب شکست این هوا کمتر از هوای دور از سطح زمین است.

پ) درست؛ در منشور تندی نور با طول موج بیشتر، بیشتر است.

ت) درست؛ در منشور هرچه طول موج بیشتر باشد، انحراف پرتو کمتر است. بنابراین انحراف نور سبز بیشتر از نور زرد است زیرا طول موج کمتر از نور زرد است.

۲۲۱

گزینه ۱ ضریب شکست محیط شفاف برای پرتو قرمز کمتر از پرتوی آبی است. بنابراین $n = \frac{4\sqrt{2}}{5}$ برای نور قرمز و $n = \frac{\lambda}{\delta}$ برای نور آبی است و نور آبی بیشتر منحرف می شود.

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \Rightarrow 1 \times \sin 53^\circ = \frac{4\sqrt{2}}{5} \times \sin \theta_2 \Rightarrow \theta_2 = 45^\circ$$

$$D_{\text{قرمز}} = 53^\circ - 45^\circ = 8^\circ$$

$$n_1 \sin \theta'_1 = n_2 \sin \theta'_2 \Rightarrow 1 \times \sin 53^\circ = \frac{\lambda}{\delta} \times \sin \theta'_2 \Rightarrow \theta'_2 = 3^\circ$$

$$D_{\text{آبی}} = 53^\circ - 3^\circ = 50^\circ$$

بنابراین پرتوی آبی به اندازه $15^\circ = 50^\circ - 35^\circ = \hat{D}_{\text{آبی}} - \hat{D}_{\text{قرمز}}$ بیشتر از پرتوی قرمز منحرف شده است.

۲۲۲ گزینه ۲ چون نور از محیط غلیظ به رقیق تابیده، پس اولاً پرتوها از خط عمود دور می شوند و با توجه به اینکه شکست آبی از زرد بیشتر است، پس گزینه ۲ صحیح است.

۲۲۳ گزینه ۱ بررسی موارد نادرست:

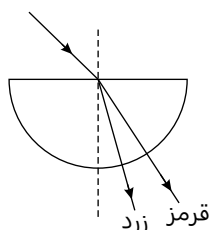
الف: ضریب شکست نور در محیط های غیر خلا بر طول موج نور بستگی دارد.

$$\text{پ: می دانیم در هر محیط غیر خلا: } n \times \frac{1}{\lambda} = n_{\text{زرد}} > n_{\text{سبز}} \rightarrow \lambda_{\text{زرد}} < \lambda_{\text{سبز}}$$

ت: طبق رابطه $\lambda = \frac{v}{f}$ ، طول موج و تندی با یکدیگر رابطه مستقیم دارند، پس:

$$\lambda_{\text{قرمز}} < \lambda_{\text{آبی}} \rightarrow v_{\text{قرمز}} < v_{\text{آبی}}$$

۲۲۴ گزینه ۲



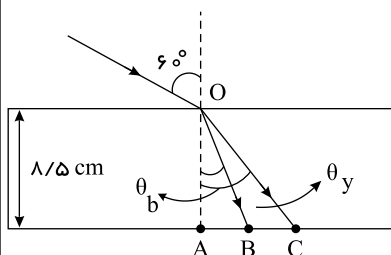
۱) در ورود نور از هوا به شیشه، پرتوی نور باید به خط عمود نزدیک تر شود.

۲) ضریب شکست و انحراف نور در محیط های غیر خلا، با طول موج نور نسبت عکس دارد.

۳) چون پرتوها از نقطه O (مرکز کره) وارد آن می شوند و در راستای شعاع کره حرکت می کنند و شعاع بر محیط عمود است در هنگام ورود به هوا دچار انحراف نمی شوند.

۲۲۵ گزینه ۲

نور آبی طول موج کوتاهتری دارد و در ورود به تیغه دچار انحراف بیشتری می شود. بنابراین پرتو ۱ نور آبی و پرتو ۲ نور زرد است.



$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \rightarrow 1 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{\frac{3}{2}} \sin \theta_2 \rightarrow \sin \theta_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \rightarrow \theta_2 = 45^\circ$$

فیزیک دوازدهم فصل سه موج

$$\text{برای نور آبی} \rightarrow n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \rightarrow 1 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3} \sin \theta_2 \rightarrow \sin \theta_2 = \frac{1}{2} \rightarrow \theta_2 = 30^\circ$$

$$\theta_y = 45^\circ \rightarrow \triangle OAC \text{ متساوی الساقین است: مثلث} \Rightarrow OA = AC = 1.5 \text{ (cm)}$$

$$\theta_2 = 30^\circ \rightarrow \triangle OAB \text{ مثلث} \Rightarrow \tan 30^\circ = \frac{AB}{OA} \Rightarrow AB = \frac{1.5}{\sqrt{3}} = 0.87$$

$$x = BC = AC - AB = 1.5 - 0.87 = 0.63$$

۲۲۶ گزینه ۳ الف) نادرست: با افزایش دمای هوا، ضریب شکست هوا کاهش می‌یابد.

ب) نادرست: با ورود موج آب به بخش کم عمق، تندی موج کاهش می‌یابد. بنابراین طول موج (فاصله بین جبهه‌های موج) کاهش می‌یابد.

پ) درست

ت) درست

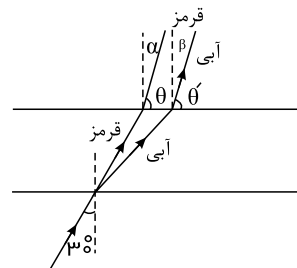
۲۲۷ گزینه ۳ در متن سؤال مشخص نشده است که محیط A و B کدام غلیظ‌تر است ولی پرتو نور، موج الکترومغناطیس است بنابراین اگر $n_A > n_B$ باشد پس از شکست از خط عمود دور می‌شود و میزان انحراف آبی بیشتر از قرمز است (دلیل نادرستی گزینه ۱) و اگر $n_A < n_B$ باشد پس از شکست به خط عمود نزدیک می‌شود و میزان انحراف آبی بیشتر از قرمز است (دلیل نادرستی گزینه ۲)

گزینه ۴ نمی‌تواند در هیچ حالتی رخ دهد.

۲۲۸ گزینه ۲ محیط اول و آخر یکسان‌اند. پس زاویه بین پرتوها و خط عمود در محیط n_1 یکسان است.

$$\frac{\sin \alpha}{\sin 30^\circ} = \frac{n_1}{n_2} \rightarrow \alpha = 30^\circ \rightarrow \theta = 60^\circ$$

$$\frac{\sin \beta}{\sin 30^\circ} = \frac{n_1}{n_2} \rightarrow \beta = 30^\circ \rightarrow \theta' = 60^\circ$$



پرتو آبی بیشتر شکسته می‌شود (نسبت به خط پرتو قرمز از خط عمود دورتر می‌شود). $\Rightarrow f_{\text{آبی}} > f_{\text{قرمز}}$

* سینوس زوایای تابش و شکست با ضرایب شکست محیط‌ها رابطه عکس دارد.

۲۲۹ گزینه ۳ ضریب شکست شیشه برای طول موج‌های کوتاه‌تر، بیشتر است، بنابراین تندی برای طول موج‌های کوتاه‌تر، کمتر است.

۲۳۰ گزینه ۲ اتفاقی که در این شکل شاهد آن هستیم، مشابه پدیدهٔ سراب است. با حرکت پرتو به سمت زمین، جبهه‌های موج از یکدیگر دور شده و یک منحنی را تشکیل می‌دهند و می‌توان نتیجه گرفت دمای محیط با حرکت به سمت زمین پیوسته افزایش یافته است.

