



گزینه ۳

۱

در این سوال‌ها، زاویه انحراف بین پرتوی تابش اول و پرتو بازتاب دوم برابر با $2 \times \min(\alpha, 180^\circ - \alpha)$ است.

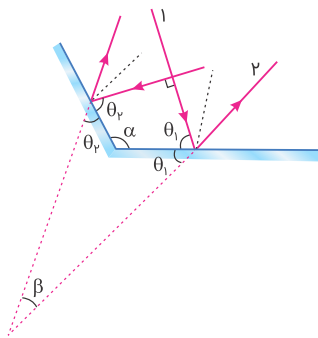
$2 \times (180^\circ - \alpha) = 360^\circ - 2\alpha$ زاویه انحراف حاده $\Rightarrow$ حاده $180^\circ - \alpha$ و منفرد α

$$360^\circ - 2\alpha = \frac{1}{2}\alpha \Rightarrow \alpha = 168^\circ$$

گزینه ۳

۲

زاویه‌ها را مشخص می‌کنیم.



$360^\circ =$ مجموع زوایای چهار ضلعی

$$\left. \begin{aligned} 90^\circ + \theta_1 + \theta_2 + \alpha &= 360^\circ \\ 90^\circ + 2\theta_1 + 2\theta_2 + \beta &= 360^\circ \end{aligned} \right\} \Rightarrow 90^\circ + 2(270^\circ - \alpha) + \beta = 360^\circ$$

$$\Rightarrow \beta = 2\alpha - 270^\circ$$

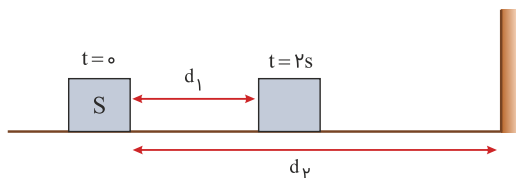
گزینه ۱

۳

ابتدا تندی صوت در محیط را به دست می‌آوریم:

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow v = \lambda f = 1/75 \times 10^{-3} \times 40 \times 10^3 = 350 \text{ m/s}$$

اگر d_1 جابه‌جایی چشمه صوت در مدت $2s$ و d_2 فاصله اولیه چشمه صوت از مانع باشد:

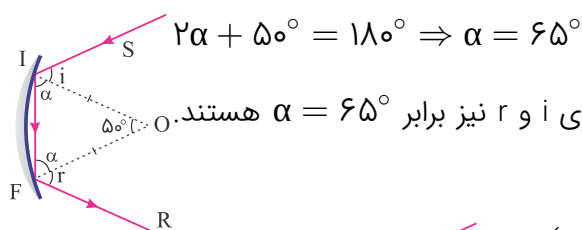


$$d_1 = v\Delta t = 20 \times 2 = 40 \text{ m}$$

مسافت طی شده توسط صوت به اندازه d_1 از $2d_2$ کمتر است: $\Delta x = 2d_2 - d_1 \Rightarrow v\Delta t = 2d_2 - 40$

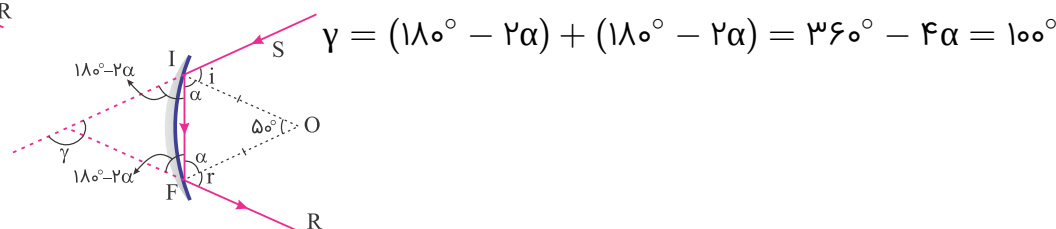
$$\Rightarrow 350 \times 2 = 2d_2 - 40 \Rightarrow 2d_2 = 740 \Rightarrow d_2 = 370 \text{ m}$$

شعاع کره بر سطح کره در نقطه تابش عمود است و نقش خط عمود بر سطح را بازی می‌کند. چون دو شعاع هم‌اندازه‌اند، مثلث مشخص شده متساوی‌الساقین است و زاویه α برابر است با:



$$2\alpha + 50^\circ = 180^\circ \Rightarrow \alpha = 65^\circ$$

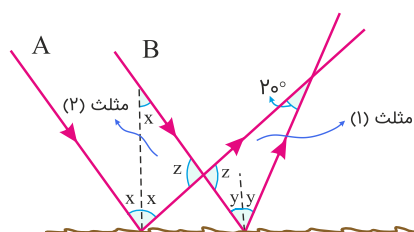
با توجه به این که شعاع نیم‌خط عمود بر سطح نیز می‌باشد، پس زوایای i و r نیز برابر $\alpha = 65^\circ$ هستند. بنابراین زاویه بین امتداد پرتوهای SI و FR برابر است با:



$$\gamma = (180^\circ - 2\alpha) + (180^\circ - 2\alpha) = 360^\circ - 4\alpha = 100^\circ$$

گام اول: نیم‌خط‌های عمود بر سطح را در نقطه تابش پرتو A و پرتو B به سطح رسم می‌کنیم. زاویه تابش پرتو A را x و زاویه تابش پرتو B را y در نظر می‌گیریم.

گام دوم:



پرتوهای A و B موازی‌اند و خطی که آن دو را قطع می‌کند، در مثلث (۲)، دو زاویه مساوی ایجاد می‌کند.

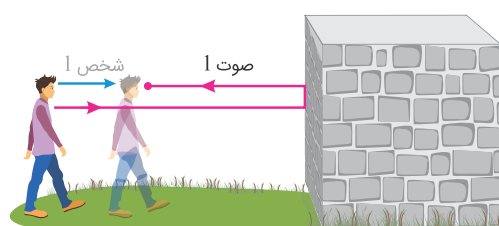
در مثلث (۱) و مثلث (۲) داریم:

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

$$\text{مثلث (۲)} \quad z = 180 - 2x$$

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

حداقل اختلاف زمان بین رسیدن پژواک صوت و صوت باید ۰/۱ ثانیه باشد تا بتوان آن را از صدای اصلی تمیز داد. در مدت ۰/۱ ثانیه شخص و صوت مجموعاً با توجه به شکل زیر 35 m را طی کرده‌اند. بنابراین:

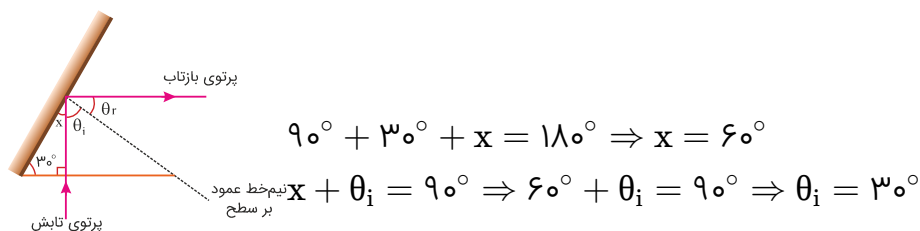


$$\ell_{\text{شخص}} + \ell_{\text{صوت}} = 35$$

$$340t + vt = 35$$

$$\Rightarrow 340 \times 0/1 + v \times 0/1 = 35 \Rightarrow v = 10 \text{ m/s}$$

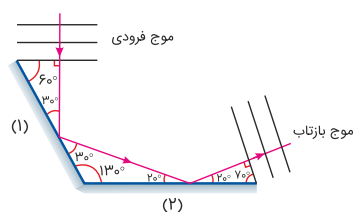
پرتوی تابش عمود بر جبهه‌های موج تابیده شده است.



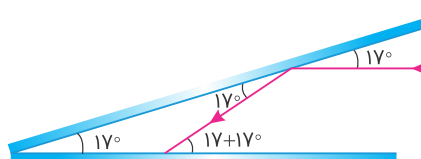
طبق قانون بازتاب عمومی داریم:

$$\theta_r = \theta_i \Rightarrow \theta_r = 30^\circ$$

زاویه پرتوی بازتاب با سطح مانع متمم زاویه بازتاب است؛ بنابراین $\theta = 90^\circ - \theta_r = 60^\circ$ است.



اگر یک پرتو موازی با یکی از دو آینه به آن‌ها بتابد، در هر بار بازتاب زاویه پرتو با آینه‌ها به اندازه زاویه بین دو آینه افزایش می‌یابد. (پرتوهای بعدی را رسم کنید تا این مطلب را در بازتاب‌های دیگر نیز ببینید.)



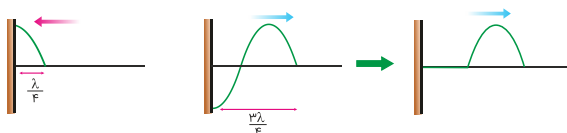
$$\begin{cases} \theta_n = 17n > 163^\circ \\ \theta_{(n-1)} = 17(n-1) < 163^\circ \end{cases}$$

بنابراین $n = 10$ به دست می‌آید.

ابتدا باید تعیین کنیم چه طولی از موج در مدت زمان خواسته شده به مانع برخورد کرده و بازتاب شده است.

$$L = vt = 5 \times 4/5 = 22/5 \text{ cm} \Rightarrow \frac{L}{\lambda} = \frac{22/5}{30} = \frac{3}{4}$$

موج به اندازه $\frac{3}{4}\lambda$ به مانع خورده و بازتاب کرده و $\frac{\lambda}{4}$ آن باقی مانده است. از برهم نهی موج بازتاب و موج رفت می توان نتیجه گرفت:

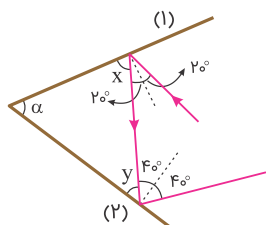


هنگامی که پرتو به سمت داخل (بین دو آینه) حرکت می کند، زاویه پرتوی تابش در هر برخورد با سطح آینه ای که به آن برخورد کرده است، نسبت به این زاویه در برخورد قبل، به اندازه زاویه بین دو آینه بزرگ تر است.

$$20^\circ = \text{زاویه بین دو آینه} \Rightarrow \text{زاویه بین دو آینه} = \alpha + 20^\circ$$

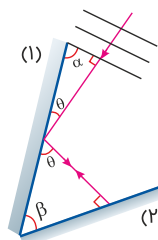
به جای جبهه های موج از نمودار پرتویی استفاده می کنیم. "زاویه بین جبهه با سطح مانع با زاویه پرتو با نیم خط عمود بر سطح مانع برابر است." با توجه به این نکته، نمودار پرتویی موج به صورت شکل زیر است:

با توجه به این شکل، زاویه بین دو آینه (α) برابر است با:



$$\alpha + x + y = 180^\circ \quad \begin{matrix} x = 90^\circ - 20^\circ = 70^\circ \\ y = 90^\circ - 40^\circ = 50^\circ \end{matrix} \Rightarrow \alpha + 70^\circ + 50^\circ = 180^\circ \Rightarrow \alpha = 60^\circ$$

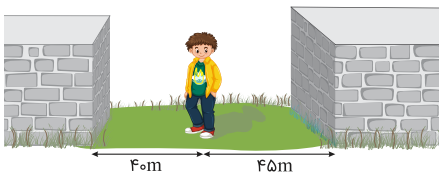
برای آنکه موج تابش روی خودش بازتاب شود می بایست پرتو موج بازتاب از سطح مانع (۱) بر سطح مانع (۲) عمود شود. در این صورت خواهیم داشت:



$$\left. \begin{matrix} \theta + \beta = 90^\circ \\ \theta = 90^\circ - \alpha \end{matrix} \right\} \Rightarrow 90^\circ - \alpha + \beta = 90^\circ$$

$$\alpha = \beta$$

ابتدا با توجه به شکل مدت زمان رسیدن پژواک از دیوار دورتر را به دست می آوریم:



$$\begin{cases} \Delta t_1 = \frac{2 \times 40}{v_1} \\ \Delta t_2 = \frac{2 \times 45}{v_1} \end{cases} \Rightarrow \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = \frac{8}{9} \Rightarrow \frac{0.2}{\Delta t_2} = \frac{8}{9} \Rightarrow \Delta t_2 = \frac{9}{40} s$$

بنابراین اختلاف زمان رسیدن دو پژواک برابر است با:

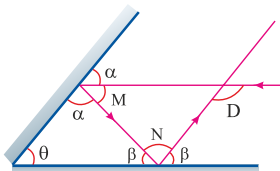
$$\Delta t = \Delta t_2 - \Delta t_1 = \frac{9}{40} - 0.2 = \frac{1}{40} s$$

شخص این پژواک را تمییز می دهد، زیرا تنها فاصله زمانی بین صدای اصلی و پژواک آن باید از ۰/۱ ثانیه بیشتر باشد. در مورد دو پژواک متوالی با هر فاصله زمانی، این مسئله وجود ندارد و این پژواک ها قابل شنیدن هستند.

باتوجه به شکل داریم:

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

$$D = M + N$$



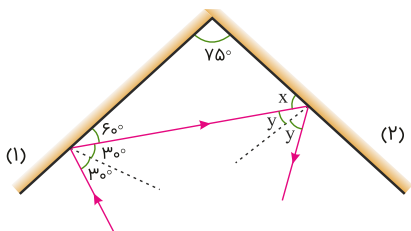
$$D = (180 - 2\alpha) + (180 - 2\beta) = 2 \times 180 - 2(\alpha + \beta)$$

$$D = 2 \times 180 - 2(180 - \theta)$$

$$D = 2\theta$$

همان طور که نتیجه نشان می دهد زاویه D بستگی به زاویه بین دو آینه یعنی θ داشته و با تغییر زاویه α تغییری نمی کند.

گام اول: به جای جبهه های موج از نمودار پرتویی استفاده می کنیم. زاویه جبهه های موج با مانع با زاویه پرتو با نیم خط عمود برابر است.



$$(2) x + 60 + 75 = 180 \Rightarrow x = 45^\circ$$

گام دوم: باتوجه به شکل، زاویه بازتاب پرتو بازتاب از مانع (۲) برابر است با:

$$y = 90 - x = 90 - 45 = 45^\circ$$

گام سوم: زاویه پرتوهای بازتاب با نیم خط عمود همان زاویه موج بازتاب با سطح مانع است؛ بنابراین خواسته مسئله $y = 45^\circ$ است.

به جای جبهه‌های موج، پرتوهای موج را رسم می‌کنیم. زاویه جبهه‌ها با سطح مانع با زاویه پرتو با خط عمود برابر است.

$$x = 180^\circ - (\alpha + 60^\circ) = 120^\circ - \alpha$$

طبق گفته سوال، زاویه جبهه‌های موج بازتاب با سطح مانع (۳) که همان زاویه بازتاب است برابر 20° است. پس با توجه به شکل $y = 20^\circ$ است و داریم:

$$x + 100^\circ + (90^\circ - y) = 180^\circ$$

$$\xrightarrow{x=120^\circ-\alpha} 120^\circ - \alpha + 100^\circ + 90^\circ - 20^\circ = 180^\circ \Rightarrow \alpha = 110^\circ$$

مسیر حرکت پرتو را تا خروج از مجموعه دو آینه دنبال می‌کنیم.

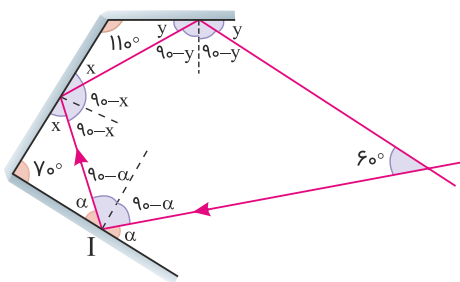
$$20^\circ + i + 90^\circ + 35^\circ = 180^\circ \Rightarrow i = 35^\circ$$

$$\begin{cases} \alpha = 90^\circ - i = 90^\circ - 35^\circ = 55^\circ \\ \beta + \alpha + 35^\circ = 180^\circ \Rightarrow \beta + 55^\circ + 35^\circ = 180^\circ \Rightarrow \beta = 90^\circ \end{cases}$$

بنابراین پرتوی بازتاب روی خودش برمی‌گردد و همان مسیری را که طی کرده است برمی‌گردد. بنابراین زاویه انحراف پرتو SI و پرتو خروجی نهایی از دو آینه برابر 180° است.

تمام موارد صحیح است.

گام اول: مسیر حرکت پرتو را تا بازتاب از مانع (۳) رسم می‌کنیم.



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

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

گام دوم: باتوجه به اینکه مجموع زوایای داخلی چهارضلعی 360° است، داریم:

$$2(90^\circ - \alpha) + 2(90^\circ - x) + 2(90^\circ - y) + 60^\circ = 360^\circ$$

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

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

$$\Rightarrow \alpha + 70^\circ = 120^\circ \Rightarrow \alpha = 50^\circ$$