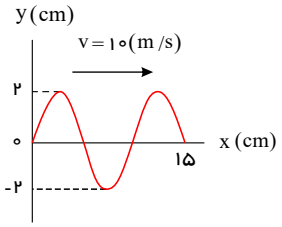
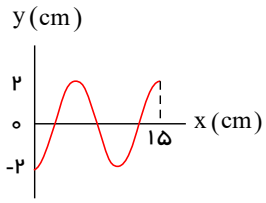
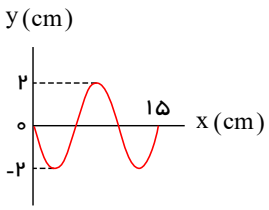
۱ معادله‌ی حرکت نوسانی چشمه‌ی موجی در SI به صورت $y = A\sin(\omega t)$ است. اگر این نوسان‌ها در یک محیط با سرعت $۲۰\frac{m}{s}$ انتشار یابد و طول موج برابر ۰٫۸ متر باشد، ω چند رادیان بر ثانیه است؟

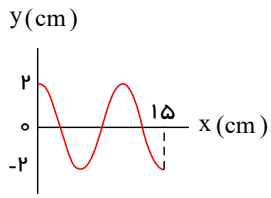
۱) ۲۵π ۲) ۵۰π ۳) ۱۰۰π ۴) ۲۰۰π

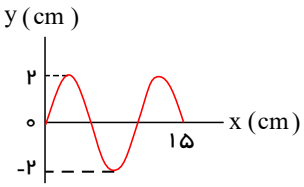
۲ نقش موجی در لحظه‌ی $t = ۰$ مطابق شکل است. نقش موج در لحظه‌ی $t = \frac{۱}{۴۰۰}s$ کدام است؟



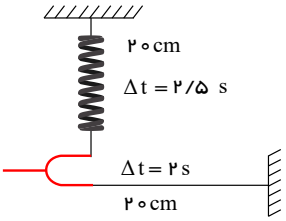
۱)


۲)


۳)


۴)


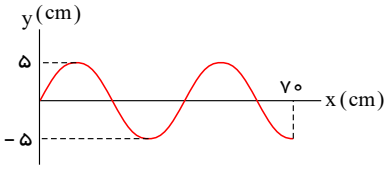
۳ دو موج همزمان توسط فنر و تار بوسیله دیاپازون ایجاد شده و موج در فنر در ۲٫۵s به انتهای فنر رسیده و موج در تار در مدت ۲s به انتهای تار می‌رسد. نوع موج در فنر و تار به ترتیب از راست به چپ و نسبت طول موج در فنر به طول موج در تار:



۱) طولی و عرضی و $\frac{۵}{۴}$ ۲) عرضی و طولی و $\frac{۵}{۴}$

۳) طولی و عرضی و $\frac{۴}{۵}$ ۴) باید فرکانس معلوم باشد.

۴ مطابق شکل زیر، نقش یک موج عرضی در یک طناب داده شده است. حداکثر سرعت نوسان هر ذره از محیط چند برابر سرعت انتشار موج است؟



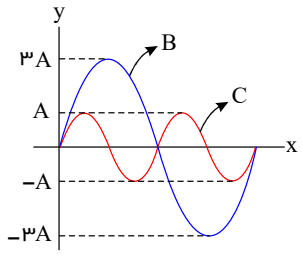
۱) $\frac{\pi}{۸}$

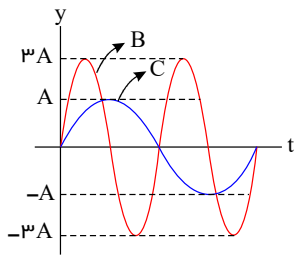
۲) $\frac{\pi}{۴}$

۳) $\frac{\pi}{۲}$

۴) باید بسامد ارتعاشات منبع موج داده شود.

۵ شکل‌های زیر نقش دو موج عرضی در طناب‌های هم‌جنس B و C و نمودار نوسان یک ذره از هر یک از دو طناب را نشان می‌دهد. اگر متوسط توان انتقال انرژی از هر نقطه‌ی طناب در مدت زمان یک دوره $\overline{P}$ باشد، حاصل $\frac{\overline{P}_B}{\overline{P}_C}$ کدام است؟ (قطر مقطع دو طناب یکسان است.)





۱) ۱۶

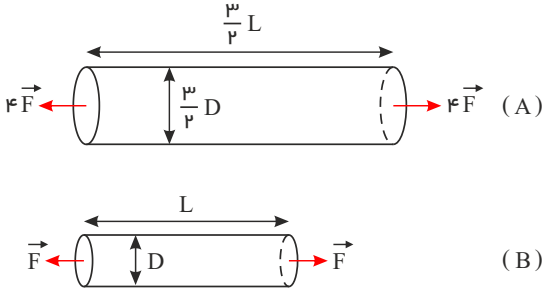
۲) ۱۴۴

۳) ۲۵۶

۴) ۳۲۴

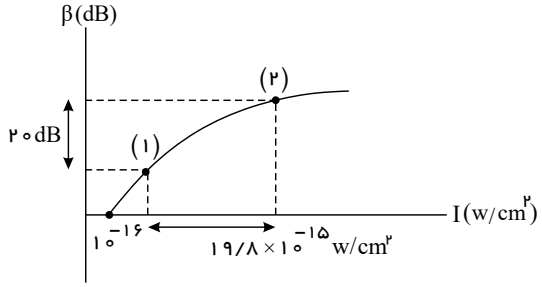
امواج عید

۶ در شکل زیر چگالی فلز A چهار برابر چگالی فلز B است. سرعت انتشار موج‌های عرضی در تار B چند برابر سرعت انتشار موج‌های عرضی در تار A است؟



۱) $\frac{۳}{۲}$
۲) $\frac{۲}{۳}$
۳) ۱۲
۴) ۶

۷ شکل زیر نمودار تراز شدت صوت را برحسب شدت آن برای یک چشمهٔ صوت نمایش می‌دهد. این صوت توسط چشمه‌ای با توان متوسط ۰٫۲۴pW منتشر می‌شود و دو شنوندهٔ (۱) و (۲) در فاصله‌های مختلفی از چشمه قرار دارند. فاصلهٔ شنوندهٔ (۱) از چشمهٔ صوت چند سانتی‌متر است؟ ($\pi = ۳$)



۱) ۶
۲) ۱۰
۳) ۶۰
۴) ۱

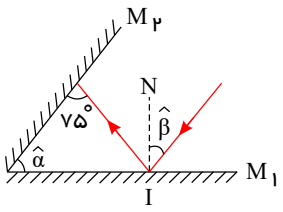
۸ اتومبیلی با تندی ۱۲۶ km/h درحال حرکت به سمت یک دیوار بلند است. اگر در یک لحظه که فاصلهٔ اتومبیل از دیوار ۳۰۰ m است اتومبیل بوق بزند، چند ثانیه بعد از بوق زدن، راننده پژواک صدای بوق را خواهد شنید؟ ($v_{\text{صوت}} = ۳۴۰\ m/s$ و از جذب انرژی در محیط صرف‌نظر کنید.)

۱) ۱٫۷۶
۲) ۱٫۹۶
۳) ۱٫۶
۴) ۱٫۸۶

۹ برای کاهش ۱۲ دسی‌بل تراز شدت یک صوت کدام گزینه ممکن است؟ ($\log ۲ = ۰٫۳$)

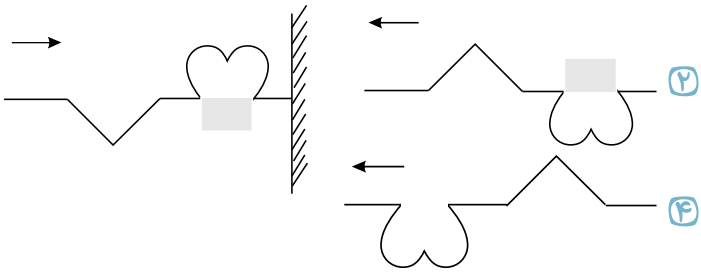
۱) ۴ برابر کردن فاصله از منبع صوت
۲) ۴ برابر کردن دامنهٔ نوسان صوت
۳) ۴ برابر کردن بسامد صوت
۴) $\frac{۱}{۴}$ برابر کردن شدت صوت

۱۰ با توجه به شکل زیر، رابطه‌ی بین دو زاویه‌ی $\hat{\alpha}$ و $\hat{\beta}$ کدام است؟ (NI خط عمود بر آینه‌ی $M_۱$ است.)



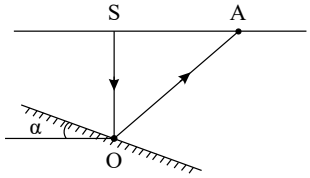
۱) $\hat{\alpha} - \hat{\beta} = ۱۵^\circ$
۲) $\hat{\alpha} + \hat{\beta} = ۱۵^\circ$
۳) $\hat{\alpha} = \hat{\beta} + ۳۰^\circ$
۴) $\hat{\alpha} = \hat{\beta} - ۱۵^\circ$

۱۱ موجی مطابق شکل زیر به مانع سختی (انتهای بسته‌ی طناب) برخورد کرده و بازتاب می‌شود. موج بازتاب کدام گزینه است؟



۱)
۲)
۳)
۴)

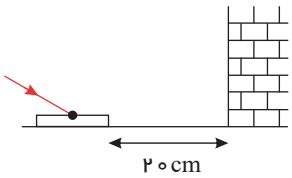
۱۲ پرتو نور از روزنه‌ی S مطابق شکل در امتداد عمود بر سقف اتاق به سطح آینه می‌تابد و بازتابش آن در نقطه‌ی A به سقف اتاق می‌رسد ($SO = SA = ۳m$). آینه را چند درجه حول نقطه‌ی O بچرخانیم (زاویه‌ی α چند درجه تغییر کند) تا فاصله‌ی نقطه‌ی روشن روی سقف از S برابر ۴ متر شود؟ ($\sin ۳۷^\circ \simeq ۰٫۶$)



۱) ۲
۲) ۸
۳) ۶
۴) ۴

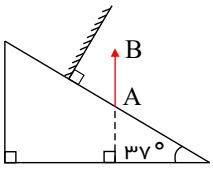
امواج عیلی

۱۳ مطابق شکل آینه‌ی تخت باریکی به طول $۲۰cm$ بر روی زمین و در کنار دیواری قرار گرفته است. اگر فاصله‌ی لبه‌ی نزدیک این آینه از دیوار $۲۰cm$ باشد و پرتوی نوری با زاویه‌ی تابش ۶۰° به مرکز آن بتابد، فاصله‌ی نقطه‌ی برخورد بازتاب این نور به دیوار تا سطح زمین برابر با چند سانتی متر است؟



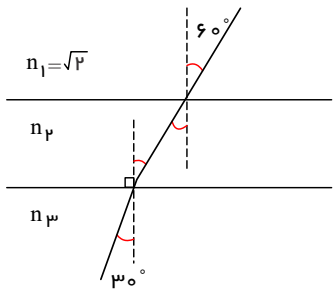
۱) $۱۰\sqrt{۳}$
۲) $۳۰\sqrt{۳}$
۳) ۳۰
۴) ۱۵

۱۴ در شکل روبه‌رو، زاویه‌ی بین جسم AB و تصویرش در آینه، چند درجه است؟



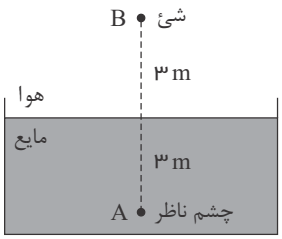
۱) ۱۰۶
۲) ۷۴
۳) ۵۳
۴) ۳۷

۱۵ در شکل مقابل، مسیر پرتویی تک‌رنگ در سه محیط شفاف، با سطوح موازی داده شده است. $n_۳$ (ضریب شکست محیط سوم) کدام است؟



۱) $\sqrt{۵}$
۲) ۲
۳) $\sqrt{۶}$
۴) ۳

۱۶ وقتی چشم ناظر در نقطه‌ی A و شیء در نقطه‌ی B باشد، ناظر شیء را در فاصله‌ی ۶۰ سانتی‌متری از B می‌بیند. سرعت نور در مایع چند متر بر ثانیه است؟ $(c \simeq ۳ \times ۱۰^۸ \frac{m}{s})$



۱) $۳/۶ \times ۱۰^۸$
۲) $۲/۴ \times ۱۰^۸$
۳) $۲/۷ \times ۱۰^۸$
۴) $۲/۵ \times ۱۰^۸$

۱۷ یک منبع نور نقطه‌ای، در داخل مایع شفاف و به فاصله‌ی ۲۰ سانتی متر از سطح آن قرار دارد. وقتی از بالا به سطح مایع نگاه می‌کنیم، قطر دایره روشن مشاهده شده بر روی سطح مایع چند سانتی متر است؟ (ضریب شکست مایع $\frac{۵}{۳}$ و $\cos ۵۳^\circ = ۰/۶$ است.)

۱) ۱۵
۲) ۲۵
۳) ۳۰
۴) ۴۰

امواج عید

پاسخ‌نامه تشریحی

۱ ۱ ۲ ۳ ۴

$$\lambda = \frac{V}{f} \Rightarrow ۰/۸ = \frac{۲۰}{f} \Rightarrow f = ۲۵Hz$$

$$\omega = ۲\pi f = ۲\pi \times ۲۵ = ۵۰\pi(\frac{rad}{s})$$

۲ ۱ ۲ ۳ ۴

با توجه به شکل: $\frac{۳\lambda}{۲} = ۱۵ \Rightarrow \lambda = ۱۰cm = ۰/۱m$

$$\lambda = VT \Rightarrow ۰/۱ = ۱۰T \Rightarrow T = \frac{۱}{۱۰۰}s \Rightarrow t = \frac{۱}{۴۰۰} = \frac{T}{۴}$$

می‌دانیم در بازه‌ی $\frac{T}{۴}$ جابجایی نوسانگری که در مرکز نوسان است، به اندازه‌ی A است. بنابراین نقطه‌ی $x = ۰$ با توجه به جهت حرکتش که رو به پایین است در لحظه‌ی t به $-A$ می‌رسد که مطابق با گزینه‌ی ۱ است.

۳ ۱ ۲ ۳ ۴

چون چشمه‌ی موج برای تار و فنر یکسان است، بسامد در هر دو انتشار یکسان است.

$$\Delta x = V\Delta t$$

$$۰/۲ = V_{فنر} \times ۲/۵ \Rightarrow V_{فنر} = \frac{۲}{۲۵}$$

$$۰/۲ = V_{تار} \times ۲ \Rightarrow V_{تار} = \frac{۱}{۱۰}$$

$$\lambda = \frac{V}{f_{ثابت}} \Rightarrow \frac{\lambda_۱}{\lambda_۲} = \frac{V_۱}{V_۲} \Rightarrow \frac{\lambda_{فنر}}{\lambda_{تار}} = \frac{V_{فنر}}{V_{تار}} \Rightarrow \frac{\lambda_{فنر}}{\lambda_{تار}} = \frac{\frac{۲}{۲۵}}{\frac{۱}{۱۰}} = \frac{۲۰}{۲۵} = \frac{۴}{۵}$$

۴ ۱ ۲ ۳ ۴

با استفاده از اطلاعات روی نمودار نقش موج داریم:

$$\lambda + \frac{۳\lambda}{۴} = ۷۰ \Rightarrow \frac{۷\lambda}{۴} = ۷۰ \Rightarrow \lambda = ۴۰cm = ۰/۴m$$

با دانستن حداکثر سرعت نوسان ذرات محیط $(V_{max} = A\omega = ۲\pi Af)$ و سرعت انتشار موج $(V = \lambda f)$ داریم:

$$\frac{V_{max}}{V} = \frac{۲\pi Af}{\lambda f} = \frac{۲\pi A}{\lambda} \xrightarrow[\lambda = ۰/۴m]{A = ۰/۰۵m} \frac{V_{max}}{V} = \frac{۲\pi \times ۰/۰۵}{۰/۴} = \frac{\pi}{۴}$$

۵ ۱ ۲ ۳ ۴

چون دو طناب هم‌جنس هستند و قطر مقطع آن‌ها با هم برابر است، بنابراین مطابق رابطه‌ی $\mu = \rho A$، جرم واحد طول آن‌ها با هم برابر است. مطابق شکل‌های سؤال داریم:

$$\lambda_B = ۲\lambda_C \quad (۱)$$

$$T_C = ۲T_B \xrightarrow{T = \frac{۱}{f}} f_B = ۲f_C \quad (۲)$$

$$V = \lambda f \Rightarrow \frac{V_B}{V_C} = \frac{\lambda_B}{\lambda_C} \times \frac{f_B}{f_C} \xrightarrow{(۱),(۲)} \frac{V_B}{V_C} = ۴$$

باتوجه به رابطه‌ی مقدار متوسط توان انتقال انرژی در مدت زمان یک دوره تناوب داریم:

$$\bar{P} = ۲\pi^۲ A^۲ f^۲ \mu V \xrightarrow{\mu_B = \mu_C} \frac{\bar{P}_B}{\bar{P}_C} = \frac{A_B^۲ f_B^۲ V_B}{A_C^۲ f_C^۲ V_C} \xrightarrow[V_B = ۴V_C]{A_B = ۳A_C ,\ f_B = ۲f_C} \frac{\bar{P}_B}{\bar{P}_C} = ۳^۲ \times ۲^۲ \times ۴ = ۱۴۴$$

۶ ۱ ۲ ۳ ۴

سرعت انتشار موج عرضی از رابطهٔ $V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\pi\rho}}$ به دست می‌آید:

$$V = \frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\pi\rho}} \Rightarrow \frac{V_B}{V_A} = \frac{D_A}{D_B}\sqrt{\frac{F_B}{F_A}} \times \sqrt{\frac{\rho_A}{\rho_B}}$$

$$\xrightarrow[F_A = ۴F ,\ F_B = F ,\ \rho_A = ۴\rho_B]{D_A = \frac{۳}{۲}D ,\ D_B = D} \frac{V_B}{V_A} = \frac{\frac{۳}{۲}D}{D} \times \sqrt{\frac{F}{۴F}} \times \sqrt{\frac{۴\rho_B}{\rho_B}} \Rightarrow \frac{V_B}{V_A} = \frac{۳}{۲}$$

۷ ۱ ۲ ۳ ۴

با توجه به اطلاعات روی نمودار می‌توان نوشت:

$$\begin{cases}\beta_2-\beta_1=20\,dB\\ I_2-I_1=19/8\times10^{-15}\,W/cm^2\end{cases}$$

$$\Delta\beta=10\log\frac{I_2}{I_1}\Rightarrow20=10\log\frac{I_2}{I_1}\Rightarrow\frac{I_2}{I_1}=10^2\Rightarrow I_2=10^2I_1$$

$$I_2-I_1=19/8\times10^{-15}\Rightarrow10^2I_1-I_1=19/8\times10^{-15}$$

$$\Rightarrow99I_1=19/8\times10^{-15}\Rightarrow I_1=2\times10^{-16}\frac{W}{cm^2}=2\times10^{-12}\,W/m^2$$

$$I_1=\frac{\bar{P}}{A_1}=\frac{\bar{P}}{4\pi r_1^2}\Rightarrow2\times10^{-12}=\frac{2/4\times10^{-13}}{4\times3\times r_1^2}\Rightarrow r_1^2=0/01\Rightarrow r_1=0/1\,m=10\,cm$$

۸ ۱ ۲ **۳** ۴

تندی اتومبیل برحسب متربرثانیه برابر است با:

$$126\,km/h=35\,m/s$$

اگر پژواک صدای بوق بعد از t ثانیه به گوش راننده برسد، اتومبیل در این مدت به اندازهٔ (35t) متر دیگر به دیوار نزدیک خواهد شد. پس صوت بوق از لحظهٔ ایجاد و پس از بازتاب از دیوار تا رسیدن به راننده مسافتی به‌صورت $l=300+(300-35t)$ را طی می‌کند.

$$s=\frac{l}{\Delta t}\Rightarrow340=\frac{(300)+(300-35t)}{t}\Rightarrow340=\frac{600-35t}{t}\Rightarrow375t=600\Rightarrow t=1/6\,s$$

۹ ۱ ۲ ۳ ۴ **۱**

تراز شدت صوت برحسب دسی‌بل از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$\beta=10\log\frac{I}{I_0}$$

بنابراین تغییرات تراز شدت صوت برابر است با:

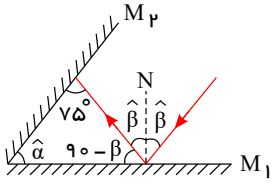
$$\beta_2-\beta_1=10\log\frac{I_2}{I_1}\Rightarrow-12=10\log\frac{I_2}{I_1}$$

$$\Rightarrow\log\frac{I_2}{I_1}=-1/2=-4\log2=\log2^{-4}=\log\frac{1}{2^4}=\log\frac{1}{16}\Rightarrow\frac{I_2}{I_1}=\frac{1}{16}$$

بنابراین برای کاهش ۱۲ دسی‌بلی تراز شدت صوت باید شدت صوت $\frac{1}{16}$ شدت صوت اولیه شود؛ از آن‌جایی که $I=\frac{\bar{P}}{A}=\frac{\bar{P}}{4\pi r^2}$، بنابراین فاصله باید ۴ برابر شود و در نتیجهٔ رابطهٔ $E=2\pi^2mA^2f^2$، دامنهٔ نوسان $\frac{1}{4}$ برابر یا بسامد صوت $\frac{1}{4}$ برابر شود.

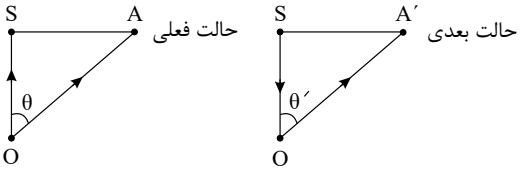
۱۰ ۱ ۲ ۳ ۴ **۱**

$$\hat{\alpha}+75^\circ+(90^\circ-\hat{\beta})=180^\circ$$
$$\Rightarrow\hat{\alpha}+165^\circ-\hat{\beta}=180^\circ$$
$$\Rightarrow\hat{\alpha}-\hat{\beta}=15^\circ$$



۱۱ ۱ ۲ ۳ **۴**

در بازتاب از انتهای سخت، موج بازتاب، π رادیان نسبت به موج تابش اختلاف فاز دارد و در خلاف جهت آن است. پس در واقع باید یک بار موج را نسبت به راستای افقی قرینه کنیم (اختلاف فاز) و یک بار نسبت به راستای قائم (خلاف جهت). پس گزینه‌ی ۴ صحیح است.



۱۲ ۱ ۲ ۳ **۴**

$$SO=SA=2m\Rightarrow\theta=45^\circ$$

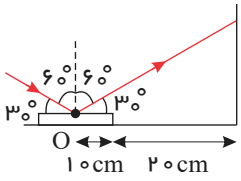
$$SA'=4m\ ,\ SO=3m\Rightarrow\sin\theta'=\frac{4}{5}\Rightarrow\theta'=53^\circ$$

$\Rightarrow\theta'-\theta=8^\circ$ **.پرتوی تابش ثابت بوده و پرتوی بازتابش 8° چرخیده است**

.یعنی آینه 4° چرخیده است

۱۳ ۱ ۲ ۳ ۴ **۱**

باتوجه به شکل زیر و رسم بازتاب نور، مشاهده می‌کنیم که پرتو بازتاب در نقطه‌ی به دیوار برخورد می‌کند و طول در مثلث یا همان ارتفاع ، پاسخ مسئله می‌باشد. در مثلث داریم:

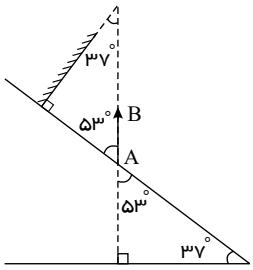


$\tan ۳۰^\circ = \frac{AB}{OB} \Rightarrow \frac{\sqrt{۳}}{۳} = \frac{h}{۳۰} \Rightarrow h = ۱۰\sqrt{۳}\,cm$

۱۴ ۱ ۲ ۳ ۴ چون جسم و تصویرش نسبت به سطح آینهٔ تخت قرینهٔ یکدیگرند، پس طبق قانون بازتاب عمومی می‌توان نشان داد که زاویهٔ بین امتداد و جسم با امتداد و تصویرش در آینهٔ تخت، دو برابر زاویهٔ بین امتداد جسم با سطح آینه است. بنابراین داریم:

$$\alpha = ۳۷^\circ$$

$$\text{زاویهٔ بین جسم و تصویرش} = ۲\alpha = ۲ \times ۳۷^\circ = ۷۴^\circ$$

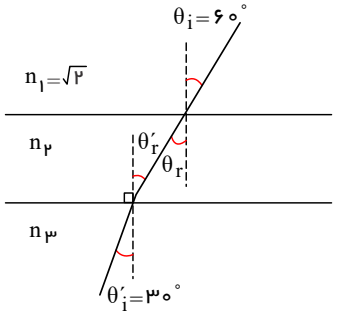


۱۵ ۱ ۲ ۳ ۴ با استفاده از قانون شکست اسنل می‌توان نوشت:

$$\left.\begin{array}{l} n_۱ \sin\theta_i = n_۲ \sin\theta_r \\ n_۲ \sin\theta'_i = n_۳ \sin\theta'_r \end{array}\right\} \xrightarrow{\theta_r = \theta'_i} n_۱ \sin\theta_i = n_۳ \sin\theta'_i$$

$$\sqrt{۲}\sin ۶۰^\circ = n_۳ \sin ۳۰^\circ \Rightarrow \sqrt{۲} \times \frac{\sqrt{۳}}{۲} = n_۳ \times \frac{۱}{۲}$$

$$\Rightarrow n_۳ = \sqrt{۶}$$



۱۶ ۱ ۲ ۳ ۴

مطابق شکل و با استفاده از قانون شکست اسنل می‌توان نوشت:

$$n_۱ \sin\theta_i = n_۲ \sin\theta_r \Rightarrow n_{\text{هوا}} \times \frac{OO'}{O'B} = n_{\text{مایع}} \times \frac{OO'}{O'B'}$$

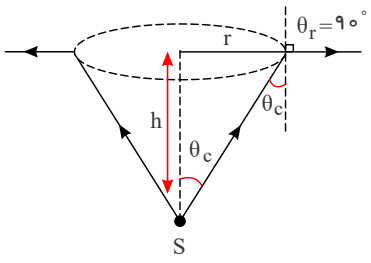
چون از دید قائم تقریباً $O'B \simeq OB$ و $O'B' \simeq OB'$ است، می‌توان نوشت:

$$\frac{n_{\text{هوا}}}{OB} = \frac{n_{\text{هوا}}}{OB} \Rightarrow \frac{۱}{۳} = \frac{n_{\text{هوا}}}{۳٫۶} \Rightarrow n_{\text{هوا}} = \frac{۳٫۶}{۳} = \frac{۳۶}{۳۰} = \frac{۶}{۵}$$

$$v_{\text{مایع}} = \frac{c}{n_{\text{مایع}}} = \frac{۳ \times ۱۰^۸}{\frac{۶}{۵}} = \frac{۵}{۲} \times ۱۰^۸ = ۲٫۵ \times ۱۰^۸\,m/s$$

۱۷ ۱ ۲ ۳ ۴

می‌دانیم وقتی یک پرتو نور از محیطی شفاف وارد محیط شفاف دیگری می‌شود، بخشی از پرتو نور شکست‌خورده و وارد محیط دوم می‌شود. حال اگر زاویهٔ تابش پرتو نور با خط عمود بر مرز مشترک دو محیط به گونه‌ای باشد که زاویهٔ شکست آن ۹۰° شود، آن زاویهٔ تابش را زاویهٔ حد می‌نامند. بنابراین مطابق شکل ابتدا زاویهٔ حد و سپس به کمک آن قطر دایره روشن را به‌دست می‌آوریم:



قانون شکست اسنل: $n_۱ \sin\theta_۱ = n_۲ \sin\theta_۲$ ، هوا $n_۱ = ۱$

$$\frac{۵}{۳} \times \sin\theta_c = ۱ \times \sin ۹۰^\circ \Rightarrow \sin\theta_c = \frac{۳}{۵}$$

$$\Rightarrow \sin\theta_c = ۰٫۶ \Rightarrow \theta_c = ۳۷^\circ$$

$$\sin\theta_c = \frac{r}{h} \Rightarrow \frac{۳}{۵} = \frac{r}{۲۰} \Rightarrow r = ۱۵\,cm$$