

استادبانک



نمونه سوالات همراه با جواب و

گام به گام کتاب‌های درسی

به طور کامل رایگان در

اپلیکیشن استادبانک

به جمع ده‌ها هزار کاربر اپلیکیشن رایگان استادبانک پیوندید.

[لینک دریافت اپلیکیشن نمونه سوالات استادبانک \(کلیک کنید\)](#)

* برای مشاهده نمونه سوالات دانلود شده به صفحه بعد مراجعه کنید.

۱- در گذشته برای آگاه کردن کشتی‌ها از خطر صخره‌ها، در صدف‌های حلزونی می‌دمیدند. امروزه بیشتر برای جشن‌ها و شادی‌ها در آن‌ها می‌دمند. چگونه این صدف‌ها می‌توانند چنین صدایی ایجاد کنند؟

« پاسخ »



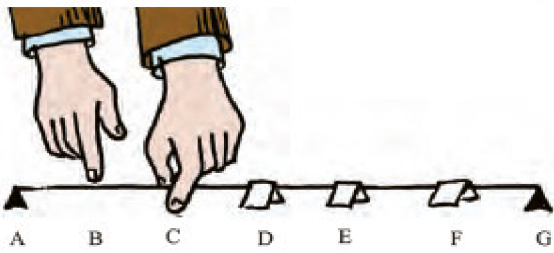
به هنگام دمیدن در یک صدف حلزونی لب‌ها را روی دهانه باریک آن می‌فشارند. با دمیدن صدف حلزونی، لب‌ها به نوسان درمی‌آیند و اگر این کار با دقت صورت بگیرد، لب‌ها در بسامدهای مختلفی به نوسان درمی‌آیند. نوسان لب‌ها در درون صدف، امواجی صوتی را با همان بسامدهای نوسان لب به وجود می‌آورد. اگر برخی از این امواج با یکی از بسامدهای تشدید صدف منطبق شوند، در این صورت یک موج صوتی قوی را ایجاد می‌کنند. برای نمونه از لحاظ تجربی، اگر پایین‌ترین بسامد تشدید صدف $332/5\text{ Hz}$ باشد، بسامد نوسان لب نیز باید همین مقدار باشد تا موج صوتی قوی ایجاد شود.



۲- وقتی گالن آبی را خالی می‌کنیم، با خالی شدن آب صدای گلوپ گلوپی را می‌شنویم. موقع خالی شدن گالن بسامد این صدا کم‌تر می‌شود (صدای بم‌تر) یا بیش‌تر (صدای زیرتر)؟ چرا؟

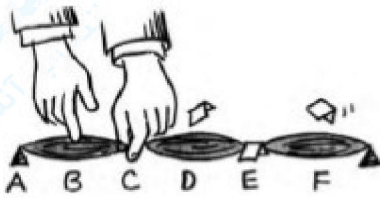
« پاسخ »

در هنگام خالی شدن گالن، حجم فضای هوای داخل آن افزایش می‌یابد. هر چه فضای هوای خالی افزایش یابد، اندازه بسامدهای تشدید کم‌تر می‌شوند (صدای بم‌تر) (این بسامدها با طول ستون هوا نسبت معکوس دارند). صدای حاصل از خالی شدن ظرف، گستره وسیعی از بسامدها را دارد که در هر لحظه، یکی از آن‌ها با بسامد تشدید هوای درون ظرف منطبق می‌شود، بنابراین موقع خالی شدن گالن، مدام صداهای بم‌تر و بم‌تری (با بسامد کم‌تری) را می‌شنویم.



۳- در شکل نشان داده شده، نقاط A، B، C، D، E، F و G در فاصله‌های یکسانی از هم قرار دارند. تار را در نقطه‌ی C به آرامی می‌گیریم، طوری که نوسان‌های بخشی از تار که سمت چپ نقطه‌ی C است، بتواند به سمت راست این نقطه منتقل شود. اکنون تار را در نقطه‌ی B می‌نوازیم. بدین ترتیب موج ایستاده‌ای در طول تار تشکیل می‌شود، به طوری که در نقطه‌های A و C گره و در نقطه‌ی B شکم آن قرار دارد. به گمان شما برای کاغذهای تاشده‌ای که در نقاط D، E و F قرار دارند، چه رخ می‌دهد؟

« پاسخ »



اگر تار در نقطه‌ی C محکم گرفته شود، نوسان‌های تار به سمت راست منتقل نمی‌شوند. بنابراین در انجام این تجربه، چگونگی گرفتن تار در نقطه C مهم است و تا آنجا که ممکن است باید به آرامی گرفته شود. در این صورت، موج ایستاده‌ای مانند شکل زیر بر تار ایجاد می‌شود به طوری که نقطه‌های A، C، E و گره‌ها و نقطه‌های B، D، F شکم‌ها می‌شوند. بنابراین کاغذهای تاشده در نقطه‌های D و F به هوا برمی‌خیزند، در حالی که کاغذ واقع در E، در جای خود ثابت می‌ماند.

۴- رشته‌ای از بسامدهای تشدیدی یک تار با دو انتهای بسته عبارت‌اند از: 150 Hz ، 225 Hz ، 300 Hz و 375 Hz . در این رشته یک بسامد (کم‌تر از 400 Hz) جا افتاده است. الف) این بسامد کدام است؟ ب) بسامد هماهنگ هفتم چه قدر است؟

« پاسخ »

$$\text{الف) } f_{n+1} - f_n = \frac{v}{2L} = f_1 = (225\text{ Hz} - 150\text{ Hz}) = 75\text{ Hz}$$

$$f_{n+1} - f_n = \frac{v}{2L} = f_1 = (300\text{ Hz} - 225\text{ Hz}) = 75\text{ Hz}$$

$$f_{n+1} - f_n = \frac{v}{2L} = f_1 = (375\text{ Hz} - 300\text{ Hz}) = 75\text{ Hz}$$

تفاوت بسامدهای تشدیدی برابر 75 Hz است و چون بسامد کم‌تر از 400 Hz خواسته شده است، پس بسامد موردنظر همان $75\text{ Hz} - 150\text{ Hz} = 75\text{ Hz}$ است.

ب) بسامد پنج هماهنگ اول به ترتیب برابر با 75 Hz ، 150 Hz ، 225 Hz ، 300 Hz و 375 Hz شده است که به ترتیب هماهنگ‌های اول تا پنجم هستند. بنابراین بسامد هماهنگ هفتم برابر است با: $f_7 = 7(75\text{ Hz}) = 525\text{ Hz}$

۵- در یک تار دو سر بسته، یکی از بسامدهای تشدید 325Hz ، و بسامد تشدید بعدی 390Hz است. بسامد تشدید پس از 195Hz این تار چیست؟

« پاسخ »

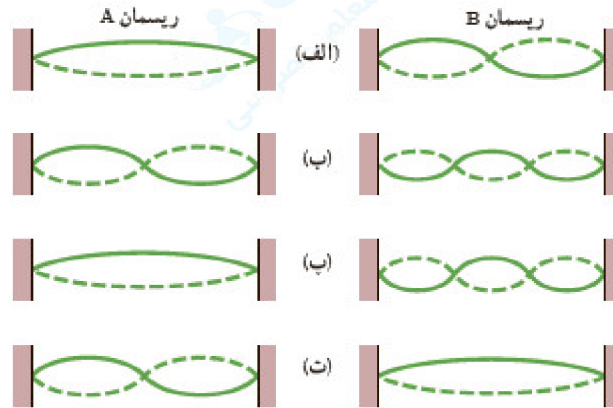
تفاضل دو بسامد نوسان متوالی تار برابر با بسامد اصلی نوسان تار است. بنابراین:

$$f = (390\text{Hz} - 325\text{Hz}) = 65\text{Hz}$$

همان بسامد اصلی (پایه) است.

پس بسامد هماهنگ بعدی پس از 195Hz برابر با $195\text{Hz} + 65\text{Hz} = 260\text{Hz}$ است.

۶- ریسمان‌های A و B، طول و چگالی خطی جرمی یکسان دارند، ولی ریسمان B تحت کشش بیشتری نسبت به ریسمان A قرار دارد. شکل زیر چهار وضعیت (الف) تا (ت) را نشان می‌دهد که در آنها نقش‌های موج ایستاده در دو ریسمان وجود دارند. در کدام وضعیت‌ها، احتمال دارد که ریسمان‌های A و B در بسامد تشدید یکسانی نوسان کنند؟



« پاسخ »

چون ریسمان B تحت کشش بیشتری نسبت به ریسمان A قرار دارد، تندی موج در این ریسمان بیشتر است، زیرا هر دو ریسمان چگالی خطی جرمی یکسانی دارند. پس طبق رابطه $f_n = \frac{nv}{2L}$ با توجه به این که طول دو ریسمان یکسان است، درمی‌یابیم تنها در شکل (ت) که ریسمان b در هماهنگ اول و ریسمان a در هماهنگ دوم در نوسان است این امکان وجود دارد که ریسمان‌ها در بسامدهای تشدید یکسانی باشند.

۷- تار ویولنی به طول $30/0 \text{ cm}$ و چگالی خطی مجر می $0/650 \frac{\text{g}}{\text{m}}$ در نزدیکی بلندگویی قرار داده شده است که توسط

یک نوسان ساز صوتی با بسامد متغیر به کار می افتد. معلوم شده است وقتی بسامد نوسان ساز در گستره $1500 \text{ Hz} - 500 \text{ Hz}$ تغییر می کند تار فقط هنگامی به نوسان درمی آید که بسامد آن 880 Hz و 1320 Hz باشد.

الف) چه پدیده ای سبب به نوسان در آمدن تار شده است؟

ب) بسامد اصلی تار چه قدر است؟

پ) کشش تار چه قدر است؟

« پاسخ »

الف) تشدید، باعث به نوسان در آمدن تار می شود. اگر بسامد مولد نوسان با بسامدهای ارتعاش تار منطبق شود، تار به

تشدید درمی آید. در غیر این صورت، موج ایستاده بارزی ایجاد نمی شود. به عبارتی وقتی $f = \frac{v}{\lambda}$ برابر با یکی از

بسامدهای نوسان ساز باشد، این پدیده رخ می دهد.

ب) چون تار فقط در دو بسامد 880 Hz و 1320 Hz به نوسان درمی آید، تفاضل آنها برابر بسامد اصلی نوسان تار

$$f_{n+1} - f_n = \frac{(n+1)v}{2L} - \frac{nv}{2L} = \frac{v}{2L}$$

است.

$$f_{n+1} - f_n = 1320 \text{ Hz} - 880 \text{ Hz} = 440 \text{ Hz}$$

$$\text{پ) } f_{n+1} - f_n = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow 440 \text{ Hz} = \frac{1}{2(0/3\text{m})} \sqrt{\frac{F}{0/65 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{m}}}} \Rightarrow F = 45/3 \text{ N}$$

۸- اگر بسامد اصلی یک تار ویولن به جرم 800 mg و طول $22/0 \text{ cm}$ برابر 920 Hz باشد
 الف) تندی موج عرضی در این تار را به دست آورید.
 ب) کشش تار چه قدر است؟

پ) برای بسامد اصلی، طول موج موج عرضی در تار و طول موج امواج صوتی گسیل شده توسط تار چه قدر است؟
 تندی صوت در هوا را $340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ بگیرید.

« پاسخ »

الف) دو سر تار بسته است و وقتی در پایین ترین بسامد خود نوسان می کند، طول آن دقیقاً نصف طول موج است.

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{2L} \Rightarrow 920 \text{ Hz} = \frac{v}{2(0/22 \text{ m})} \Rightarrow v = 404/8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{ب) } v = \sqrt{\frac{F \cdot L}{m}} \Rightarrow 404/8 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \sqrt{\frac{F(22 \times 10^{-2} \text{ m})}{800 \times 10^{-6} \text{ kg}}} \Rightarrow F \simeq 0/596 \text{ N}$$

$$\text{پ) } \lambda = 2L = 2(0/22 \text{ m}) = 0/44 \text{ m}$$

بسامد صوت در هوا همان بسامد نوسان سیم است، ولی به خاطر تندی متفاوت صوت، طول موج متفاوت می شود. اگر هوا را با شاخص پایین a نشان دهیم، خواهیم داشت:

$$\lambda_a = \frac{V_a}{f} = \frac{340 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{920 \text{ s}^{-1}} \simeq 0/37 \text{ m} = 37 \text{ cm}$$

۹- تار ویولنی که طول آن $15/0 \text{ cm}$ است و در دو انتها بسته شده است، در $n = 1$ خود نوسان می کند. تندی موج عرضی در این تار $250 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ و تندی صوت در هوا $348 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ است.

الف) بسامد و

ب) طول موج امواج صوتی گسیل شده از تار چه قدر است؟

« پاسخ »

$$\text{الف) } f_n = \frac{nv}{2L} \xrightarrow{n=1} f_1 = \frac{(1) \left(250 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)}{2(0/15 \text{ m})} \simeq 833 \text{ Hz}$$

بسامد موج روی تار، همان بسامد موج صوتی است که تولید می شود.

ب) f_1 بسامد موج صوتی است و بنابراین برای طول موج موج صوتی گسیل شده داریم:

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{348 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{833 \text{ Hz}} \simeq 0/418 \text{ m}$$

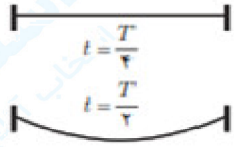
۱۰- تار ی که بین دو تکیه‌گاه محکم شده است در هماهنگ اول خود با بسامد f به نوسان درمی‌آید. شکل زیر جابه‌جایی تار در $t = 0$ را نشان می‌دهد.



الف) جابه‌جایی تار را در $t = \frac{1}{4f}$ و $t = \frac{1}{2f}$ رسم کنید.

ب) فاصله‌ی بین تکیه‌گاه‌ها $1/0 \text{ m}$ است. اگر تندی موج عرضی در تار $240 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ باشد، بسامد نوسان تار چه قدر می‌شود؟

« پاسخ »



الف) چون دوره تناوب برابر با عکس بسامد است، $(T = \frac{1}{f})$ بنابراین $t = \frac{1}{4f}$ معادل با $\frac{1}{4}T$ و $t = \frac{1}{2f}$ معادل با $\frac{1}{2}T$ است. به عبارتی در زمان $t = \frac{1}{4f}$ ، $\frac{1}{4}$ دوره گذشته است و در زمان $t = \frac{1}{2f}$ ، نصف دوره، پس شکل‌ها چنین می‌شوند:

$$\text{ب) } \frac{\lambda}{2} = 1 \text{ m} \Rightarrow \lambda = 2 \text{ m}$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{240 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2 \text{ m}} = 1/2 \times 10^2 (\text{s})^{-1} = 120 \text{ Hz}$$

۱۱- در آزمایش یانگ:

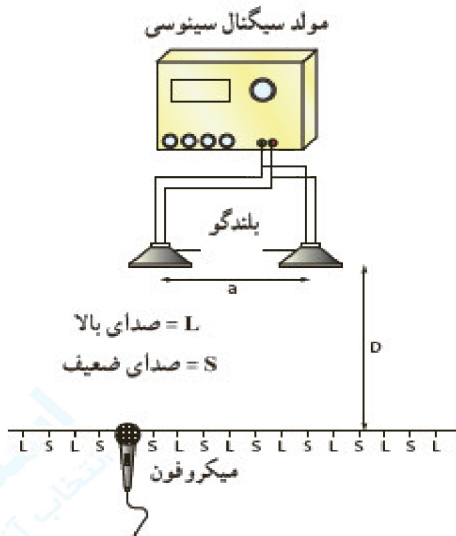
الف) اگر آزمایش را به جای نور تکفام سبز با نور تکفام قرمز انجام دهیم پهنای هر نوار تاریک یا روشن چه تغییری می‌کند؟

ب) اگر آزمایش را به جای آن که در هوا انجام دهیم، در آب انجام دهیم، پهنای هر نوار تاریک یا روشن چه تغییری می‌کند؟

« پاسخ »

الف) با افزایش طول موج، پهنای نوارها زیاد می‌شود. پس پهنای نوارها با استفاده از نور تکفام قرمز به جای نور تکفام سبز، افزایش می‌یابد.

ب) طول موج به کار رفته کاهش می‌یابد که این به معنای کاهش پهنای نوارها است.



۱۲- در آزمایش تداخل صوتی (شکل روبه‌رو)، فاصله‌ی بین هر نقطه‌ی با صدای بالا (L) تا نقطه‌ی با صدای ضعیف (S) مجاورش، متناسب با طول‌موج موج صوتی به کار رفته در این آزمایش است. برای آن‌که این آزمایش به سادگی انجام‌پذیر باشد باید فاصله‌ی نقطه‌های S و L مجاور نه خیلی زیاد، و نه خیلی کم باشد.

الف) بسامد صوت گسیل شده از بلندگوها را چگونه تغییر دهیم تا نقطه‌های S و L مجاور به هم نزدیک شوند؟

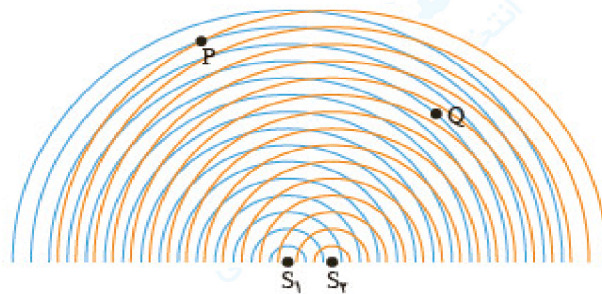
ب) بسامد صوت گسیل شده از بلندگوها را چگونه تغییر دهیم تا نقطه‌های S و L مجاور به هم دور شوند؟

« پاسخ »

الف) چون فاصله نقطه‌های S و L متناسب با طول‌موج به کار رفته است، بنابراین برای آن‌که نقطه‌های S و L به هم نزدیک باشند باید طول‌موج به کار رفته کوچک باشد. با توجه به این‌که $f = \frac{v}{\lambda}$ است نتیجه می‌گیریم که این معادل با افزایش بسامد صوت است.

ب) برای آن‌که نقطه‌های S و L از هم دور شوند باید طول‌موج به کار رفته بزرگ باشد. با توجه به این‌که $f = \frac{v}{\lambda}$ است نتیجه می‌گیریم که این معادل با کاهش بسامد صوت است.

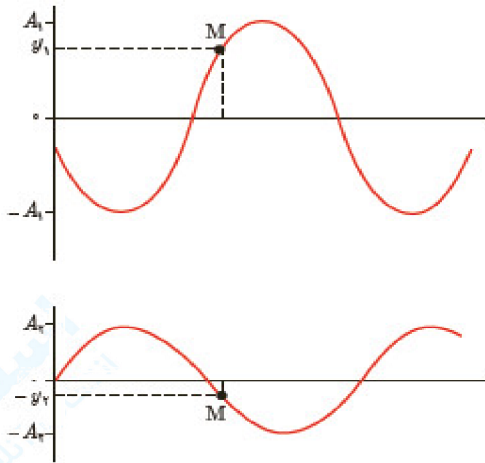
۱۳- دو چشمه‌ی نقطه‌ای S_1 و S_2 به طور هم‌زمان، با بسامد یکسان، و همگام با یک‌دیگر در یک تشت موج نوسان می‌کنند و جبهه‌های موجی را مطابق شکل زیر به وجود می‌آورند. توضیح دهید دامنه‌ی موج برآیند در نقطه‌های P و Q چگونه است؟



« پاسخ »

در نقطه‌ی P قله (ستیغ) موج‌ها هم‌دیگر را قطع کرده‌اند و بر هم نهاده شده‌اند و بنابراین تداخل کاملاً سازنده و دامنه موج برآیند بیشینه است، اما در نقطه Q قله (ستیغ) یک موج با دره (پاستیغ) موج دیگر تلاقی کرده است. (توجه کنید که Q بر یک منحنی آبی و در میان دو منحنی قرمز است) و بنابراین هم‌دیگر را تضعیف می‌کنند و دامنه کمینه است.

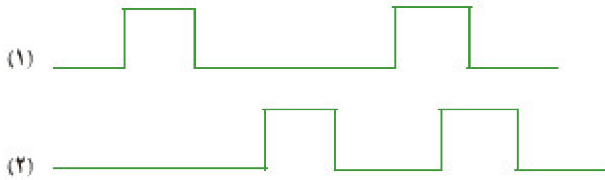
۱۴- شکل‌های زیر نمودار جابه‌جایی - مکان دو موج را در لحظه‌ی معینی نشان می‌دهد. جابه‌جایی برای نقطه‌ی M در این لحظه چه قدر است؟



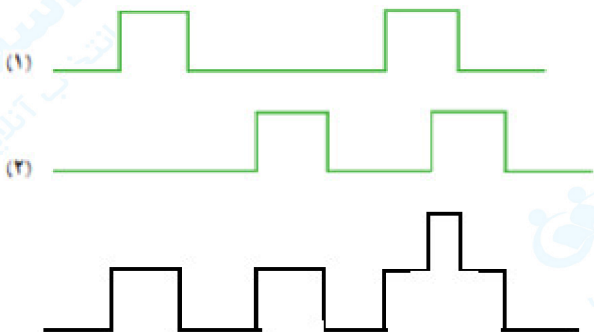
« پاسخ »

جابه‌جایی کل، جمع برداری هر جابه‌جایی مجزا است. چون جابه‌جایی‌های نقطه‌ی M در جهت‌های مخالف هم هستند، جمع برداری آنها برابر $y_1 - y_2$ می‌شود که چون $y_1 > y_2$ است، مقداری مثبت است.

۱۵- در شکل‌های زیر، وقتی موج ۱ بر موج ۲ برهم نهاده شود شکل موج برهم نهاده را رسم کنید.



« پاسخ »

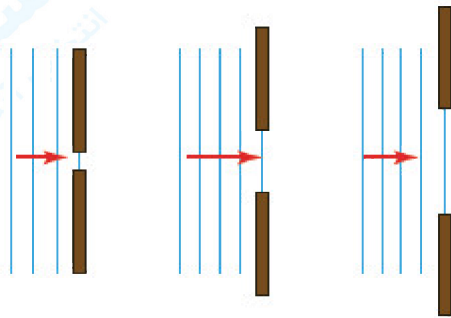


۱۶- گوشی‌های همراه با امواج رادیویی با بسامد حدود ۲GHz کار می‌کنند. توضیح دهید این امواج تحت چه شرایطی از موانع پراشیده می‌شوند و به منطقه‌ی سایه‌ی موانع می‌رسند.

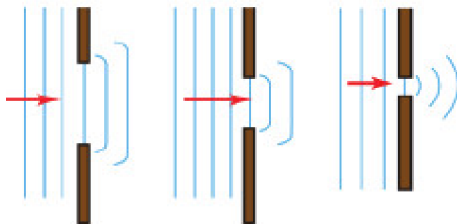
« پاسخ »

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8 \left(\frac{m}{s}\right)}{2 \times 10^9 s^{-1}} = 0.15m$$

این امواج از اجسامی به قطری حدود ۱۵cm یا کوچک‌تر، به خوبی پراشیده می‌شوند.



۱۷- در یک تشت موج، مطابق شکل زیر، موج تختی ایجاد شده است. توضیح دهید با باریک کردن شکاف‌ها چه شکلی برای جبهه‌های موج خروجی از آن‌ها حاصل می‌شود.



« پاسخ »

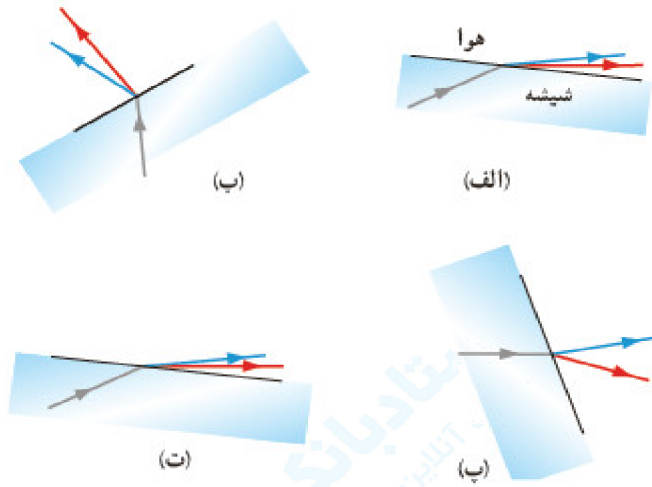
با باریک کردن پهنای شکاف، پدیده پراش به طور بارزتری خود را نشان می‌دهد و موجی که از شکاف خارج می‌شود از حالت موج تخت بیشتر خارج می‌شود و در حالتی که پهنای شکاف در حدود طول موج باشد موج‌های تخت به صورت امواج نیم‌دایره‌ای گسترده می‌شوند.

۱۸- دو دانش‌آموز به نور زرد نگاه می‌کنند. یکی از آن‌ها نور زرد را ترکیب دو نور قرمز و سبز و دیگری آن‌را از یک نوع رنگ می‌داند. به نظر شما با چه تجربه‌ای می‌توان بین این دو نظر، یکی را انتخاب کرد؟

« پاسخ »

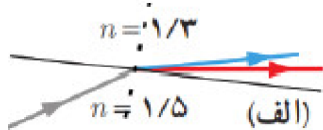
با استفاده از یک منشور به سادگی می‌توانیم بین این دو نظر، یکی را انتخاب کنیم. اگر نور زرد، ترکیبی باشد در منشور تجزیه می‌شود و می‌توانیم نورهای قرمز و سبز را مشاهده کنیم.

۱۹- در شکل‌های زیر، پرتوی فرودی که شامل نورهای قرمز و آبی است از شیشه وارد هوای رقیق شده است. کدام شکل، شکستی را نشان می‌دهد که از لحاظ فیزیکی ممکن است؟



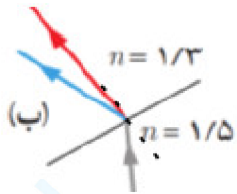
« پاسخ »

شکل (الف) پرتو شکسته شده از خط عمود دور شده است و پرتوی آبی می‌بایست پیش‌تر از پرتوی قرمز شکست پیدا



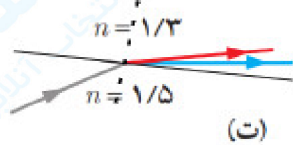
می‌کرد.

شکل (ب) پرتوی قرمز تقریباً در امتداد خط عمود و پرتوی آبی در سمت نادرست (چپ خط عمود) شکسته شده



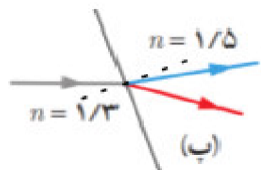
است.

شکل (ت) پرتو شکسته شده از خط عمود دور شده است و پرتوی آبی بیش‌تر از پرتوی قرمز شکست پیدا کرده است



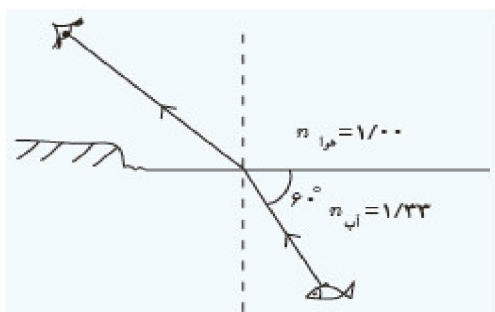
که گزینه‌ی درستی است.

شکل (پ) پرتوها در سمتی درست شکسته شده‌اند، ولی پرتوی آبی به خط عمود نزدیک شده‌اند. بنابراین کلیت این



شکل نیز نادرست است.

۲۰- مطابق شکل، پرتو نوری که از ماهی به چشمان شخص می‌رسد تحت زاویه‌ی 60° به مرز آب - هوا برخورد کرده است. زاویه‌ی شکست این پرتو در هوا چه قدر است؟



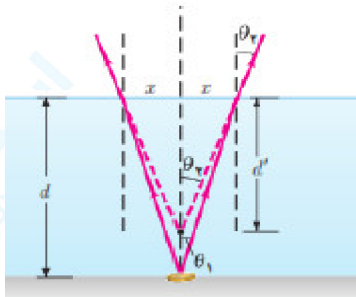
« پاسخ »

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \Rightarrow \sin \theta_2 = \frac{n_1 \sin \theta_1}{n_2} = \frac{(1.33) \sin 60^\circ}{1} = 1.107 \Rightarrow \theta_2 = 41.7^\circ$$



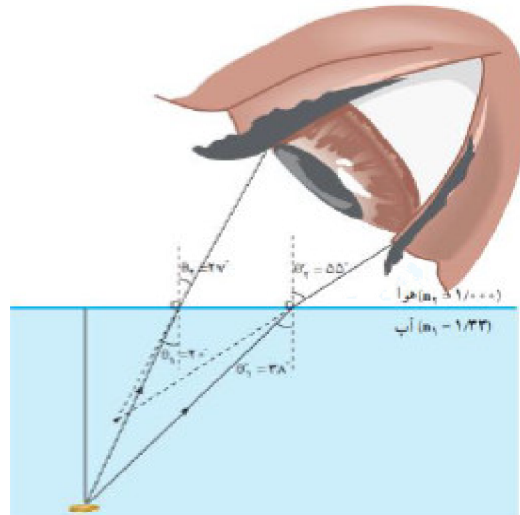
۲۱- سکه‌ای را در گوشه ی فنجان خالی قرار دهید و طوری مقابل آن قرار گیرد که نتوانید سکه را ببینید. سپس بی آن‌که سرتان را حرکت دهید به آرامی در فنجان آب بریزید، به طوری که آب ریختن شما موجب جابه‌جایی سکه نشود. با پر شدن فنجان، سکه را خواهید دید. با رسم پرتوها علت دیده شدن سکه را توضیح دهید.

« پاسخ »



اگر به طور قائم از بالا نگاه کنیم. پرتویی که از نقطه‌ای از سکه رسم نماییم در زاویه کوچکی از خط عمود از سطح آب قرار می‌گیرد. به دلیل شکسته شدن پرتوها و ورود آن‌ها از محیط با ضریب شکست بیشتر به محیطی با ضریب شکست کم‌تر، پرتوها در محل خروج از سطح آب، از خط عمود دور می‌شوند و این‌طور به نظر می‌رسد که امتداد آن‌ها در نقطه‌ای بالاتر از کف فنجان هم‌دیگر را قطع می‌کنند (که با رسم خط چین‌هایی نشان داده شده است. همین باعث می‌شود عمق فنجان را کم‌تر ببینیم).

اگر کسی به طور مایل نگاه کند، افزون بر جابه‌جایی قائم، یک جابه‌جایی افقی نیز وجود دارد. و همان‌طور که در شکل زیر برای داده‌هایی خاص نشان داده شده است، تصویر در هر دو امتداد قائم و افقی به ناظر نزدیک می‌شود. البته محل این تصویر یکتا نیست و هرچه پرتوهایی که به چشم ناظر می‌رسند افقی‌تر گردند، تصویر به ناظر نزدیک‌تر می‌گردد. بیش‌ترین آن برای پرتوهایی است که نزدیک به زاویه حد به سطح جدایی می‌تابند.



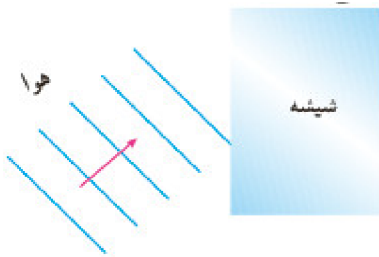
- ۲۲- طول موج نور قرمز لیزر هلیوم - نئون در هوا حدود 633nm است، ولی در زجاجیه چشم 474nm است.
 الف) بسامد این نور چه قدر است؟
 ب) ضریب شکست زجاجیه برای این نور چه قدر است؟
 پ) تندی این نور در زجاجیه را محاسبه کنید.

« پاسخ »

$$\text{الف) } f = \frac{v}{\lambda} = \frac{c}{\lambda_0} = \frac{3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{633 \times 10^{-9} \text{m}} = 4.74 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\text{ب) } n = \frac{\lambda_0}{\lambda} = \frac{633 \times 10^{-9} \text{m}}{474 \times 10^{-9} \text{m}} = 1.34$$

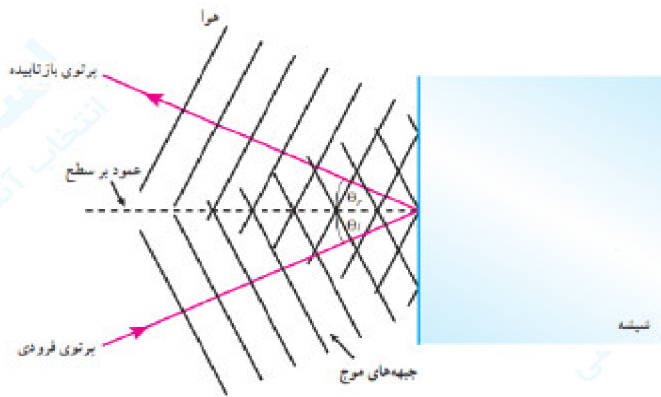
$$\text{پ) } v = \frac{c}{n} = \frac{3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1.34} = 2.25 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



۲۳- در شکل روبه‌رو موج نوری فرودی از هوا وارد شیشه می‌شود. بخشی از موج در سطح جدایی دو محیط بازمی‌تابد و بخشی دیگر شکست می‌یابد و وارد شیشه می‌شود.
الف) مشخصه‌های موج بازتابیده و موج شکست‌یافته را با موج فرودی مقایسه کنید.

ب) جبهه‌های موج بازتابیده و شکست‌یافته را رسم کنید.

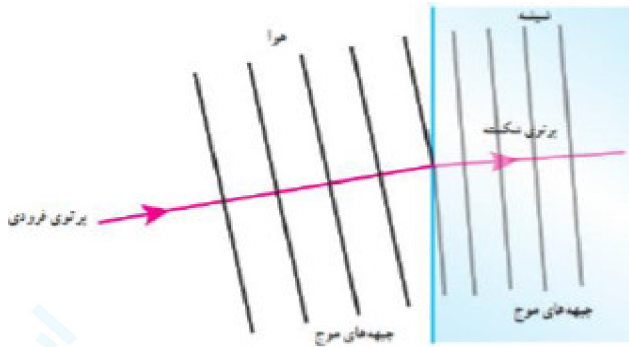
« پاسخ »

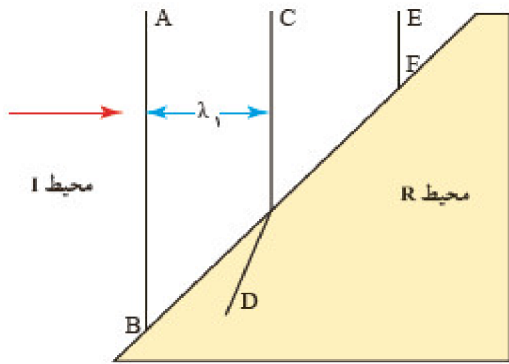


الف) برای موج شکسته، به‌جز بسامد در سایر مشخصه‌ها با موج فرودی متفاوت است. چرا که تندی و طول‌موج تغییر می‌کنند و این دو به ضریب شکست بستگی دارند. در حالی که برای موج بازتابیده، بسامد، طول‌موج و تندی با موج فرودی برابر است.

ب) امتداد پرتوها بر اثر شکست تفاوت پیدا می‌کند. پرتوی شکسته شده باید به خط عمود نزدیک شود. ابتدا پرتوی موج را رسم کرده و سپس جبهه‌های موج را به گونه‌ای رسم می‌کنیم که این پرتو عمود بر آنها باشد، در مورد جبهه‌های موج بازتابیده، چون در خود محیط بازتابیده می‌شوند، فاصله خطوط تغییر نمی‌کند و بنابراین برای موج بازتابیده شکلی مانند روبه‌رو خواهیم داشت.

برای جبهه‌های موج شکست‌یافته نیز نخست یک پرتوی شکست‌یافته را رسم می‌کنیم و سپس جبهه‌های موج مربوط به آنرا نشان می‌دهیم، که فاصله جبهه‌های موج در شیشه، کوتاه‌تر است.



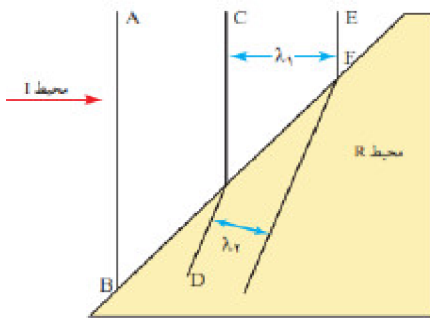


۲۴- شکل روبه‌رو جبهه‌های موجی را نشان می‌دهد که بر مرز بین محیط I و محیط R فرود آمده‌اند.
الف) ادامه‌ی جبهه‌ی موج EF را در محیط R رسم کنید.
ب) توضیح دهید در کدام محیط تندی موج بیش‌تر است.
پ) آیا با استفاده از این نمودار می‌توان نسبت تندی موج عبوری به موج فرودی را محاسبه کرد؟

« پاسخ »

الف) ادامه موج EF، پرتوی شکسته شده در محیط R است که باید موازی با D باشد. به عبارتی، پرتوهای شکسته باید موازی هم باشند.

ب و پ) با عبور موج از محیطی به محیط دیگر، بسامد موج تغییر نمی‌کند. بنابراین نسبت $\frac{V}{\lambda}$ ثابت می‌ماند و داریم:



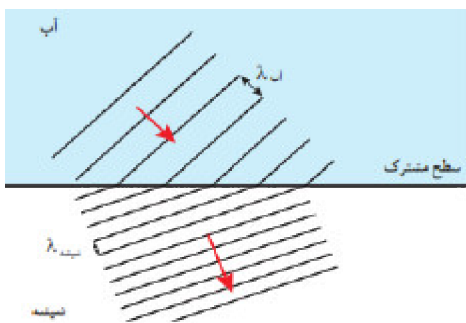
$$\frac{V_1}{\lambda_1} = \frac{V_2}{\lambda_2} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

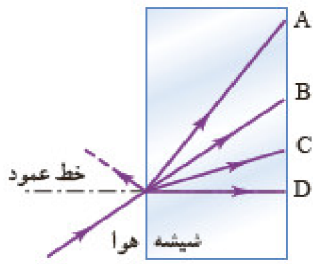
از روی شکل بالا درمی‌یابیم که $\lambda_2 > \lambda_1$ و بنابراین $V_2 < V_1$ است. به عبارتی با دانستن فاصله بین جبهه‌های موج در دو محیط می‌توان درباره نسبت تندی موج در دو محیط اظهارنظر کرد. مثلاً برای شکل بالا در این مسئله، نسبت λ_1 به λ_2 تقریباً $1/6$ می‌شود که همان نسبت V_1 به V_2 نیز هست.

۲۵- ضریب شکست آب $1/3$ و ضریب شکست شیشه $1/5$ است. اگر نوری به طور مایل از آب به مرز شیشه با آب بتابد، با رسم نموداری، جبهه‌های موج را در دو محیط نشان دهید.

« پاسخ »

مطابق شکل مقابل خواهیم داشت (البته در این شکل فاصله‌ی بین جبهه‌های موج در دو محیط به یک مقیاس نیست، ولی در هر حال شیشه $\lambda > \lambda_{\text{آب}}$ است).





۲۶- شکل روبه‌رو پرتویی را نشان می‌دهد که از هوا وارد شیشه شده است. کدام گزینه‌های A تا D، می‌تواند پرتوی داخل شیشه را نشان دهد؟

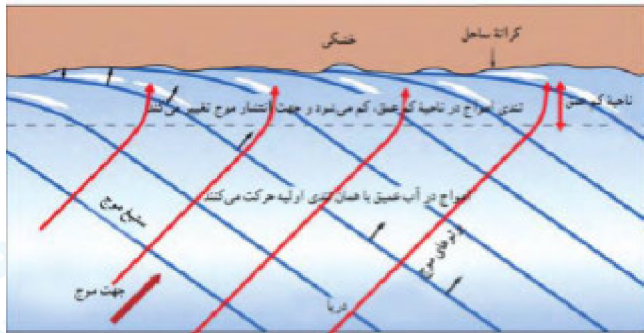
« پاسخ »

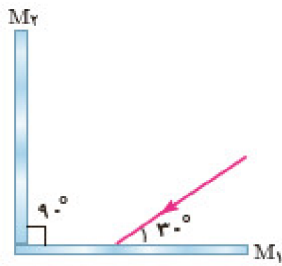
شیشه ضریب شکست بزرگ‌تری نسبت به هوا دارد. پرتو شکسته شده در شیشه به خط عمود نزدیک می‌شود. بنابراین پرتوی A، نمی‌تواند درست باشد، زیرا پرتو از خط عمود دور شده است. اگر نور از شیشه وارد هوا می‌شد. این پرتو صحیح بود. پرتوی B در امتداد پرتوی فرودی است. پرتوی C پاسخ درستی است زیرا به سمت خط عمود کج شده است. پرتوی D نادرست است. توجه کنید که برای این پرتو، زاویه شکست $\theta_p = 0$ است.

۲۷- با رسم شکلی از جبهه‌های موج توضیح دهید چگونه جهت انتشار جبهه‌های موج با رسیدن به یک ساحل شیب‌دار، تغییر می‌کند.

« پاسخ »

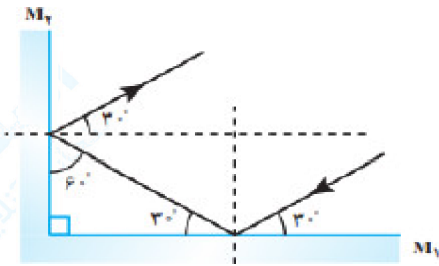
با نزدیک شدن امواج به یک ساحل شیب‌دار و رسیدن جبهه‌های موج به ساحل که در آنجا عمق آب کم می‌شود، جهت انتشار موج تغییر می‌کند. به عبارتی، با ورود امواج از ناحیه عمیق به ناحیه کم عمق، تندی آنها کم می‌شود.





۲۸- در شکل زیر پرتوهای بازتابیده از آینه‌های تخت M_1 و M_2 را رسم کنید.

« پاسخ »



۲۹- وقتی یک باریکه‌ی لیزر را به دیوار کلاس می‌تابانیم، همه‌ی دانش‌آموزان نقطه‌ی رنگی ایجاد شده روی دیوار را می‌بینند. دلیل آن چیست؟

« پاسخ »

ناشی از بازتاب پخشنده است.

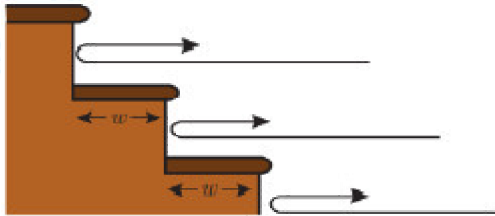


تصویری از معبد کوکولکان

۳۰- اگر در فاصله‌ی مناسبی از یک رشته پلکان بلند بایستید و یک بار کف بزنید، پژواکی بیش‌تر از یک صدای برهم زدن دست می‌شنوید. نمونه‌ی جالبی از این پدیده در برابر رشته پله‌های معبد قدیمی کوکولکان در مکزیک رخ می‌دهد. این معبد از ۹۲ پله‌ی سنگی تشکیل شده است. در مورد چنین پژواکی توضیح دهید.

« پاسخ »

اگر فاصله از پلکان به حد کافی زیاد باشد، به طوری که بتوان مانند شکل زیر مسیر تپ‌های متوالی را تقریباً موازی در نظر گرفت، تقریباً بسامد ثابتی برای رشته تپ‌های متوالی درک می‌کنید.



$$f = \frac{1}{\Delta t} = \frac{v}{2w}$$

این صدا به صورت رشته‌ای دوره‌ای از تپ‌ها بازمی‌گردد و مانند یک نت نواخته شده درک می‌شود. بدیهی است اگر پهنای پله‌ها کوچک‌تر باشد، با توجه به این که $f \propto \frac{1}{w}$ است، بسامد ادراک شده بیش‌تر می‌شود.

مسیر تپ‌های متوالی که هر کدام از یک پله نشأت گرفته‌اند، موازی نیست و بسامد ثابتی را برای رشته تپ‌های متوالی درک نمی‌کنید. بلکه گستره‌ای از بسامدها را درک می‌کنید که به تدریج کم می‌شوند. به طوری که بسامد دریافتی از پله‌های پایینی (که تپ‌های بازتابیده از آنها را زودتر می‌شنویم) بیش‌تر از بسامد دریافتی از پله‌های بالایی است (که تپ‌های بازتابیده از آنها را دیرتر می‌شنویم) و بدین ترتیب صدا را به صورت رشته‌ای دوره‌ای از تپ‌ها می‌شنوید.

۳۱- دانش‌آموزی بین دو صخره‌ی قائم ایستاده است و فاصله‌ی او از صخره‌ی نزدیک‌تر 240 m است. دانش‌آموز فریاد می‌زند و اولین پژواک صدای خود را پس از $1/5\text{ s}$ و صدای پژواک دوم را $1/10\text{ s}$ بعد از پژواک اول می‌شنود. الف) تندی صوت در هوا چه قدر است؟ ب) فاصله‌ی بین دو صخره را بیابید.

« پاسخ »

$$\left| \begin{array}{c} \leftarrow 2d_1 = vt_1 \quad \rightarrow 2d_1 = vt_1 \\ \leftarrow 2d_2 = vt_2 \quad \rightarrow 2d_2 = vt_2 \end{array} \right|$$

الف) $2d_1 = vt_1 \Rightarrow v = \frac{2d_1}{t_1} = \frac{480\text{ m}}{1/5\text{ s}} = 320\text{ m/s}$

ب) $d_2 = \frac{vt_2}{2} = \frac{\left(320\text{ m/s}\right) \times (2/5\text{ s})}{2} = 400\text{ m}$

$$d = d_1 + d_2 = 400\text{ m} + 240\text{ m} = 640\text{ m}$$

۳۲- درستی یا نادرستی عبارت زیر را مشخص کنید.
فاصله‌ی بین یک قله و دره‌ی مجاور هم در امواج دایره‌ای روی سطح آب برابر با طول موج است.

« پاسخ »

نادرست

۳۳- از داخل پراتنز، کلمه‌ی درست را انتخاب کنید.
سرعت انتشار امواج الکترومغناطیسی به (ضریب شکست - دمای) محیط برای آن طول موج از امواج الکترومغناطیسی بستگی دارد.

« پاسخ »

ضریب شکست

۳۴- در چه صورتی تشدیدگر هلمهولتز، پاسخ قوی‌تری به یک صورت می‌دهد؟

« پاسخ »

هرگاه بسامد یک صوت برابر با یکی از بسامدهای تشدید تشدیدگر باشد.

۳۵- در یک تار می‌خواهیم پایین‌ترین بسامد تشدید 20 Hz باشد:

(الف) طول تار را به دست آورید. (سرعت انتشار امواج عرضی در تار $40 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ است.)

(ب) طول موج هماهنگ سوم را به دست آورید.

« پاسخ »

$$f_n = \frac{nv}{2L} \Rightarrow f_1 = \frac{1 \times v}{2L} \Rightarrow \frac{1 \times 40}{2L} = 20$$

$$\frac{20}{L} = 20 \Rightarrow L = 1 \text{ m}$$

$$\lambda_n = \frac{2L}{n} \Rightarrow \lambda_3 = \frac{2L}{3} = \frac{2 \times 1}{3} = \frac{2}{3} \text{ m}$$

(الف)

(ب)

۳۶- اگر آزمایش یانگ را یک بار با پرتو تکفام سبز در هوا انجام دهیم، نوارهای روشن سبز رنگی تشکیل می‌شود. اگر این آزمایش را عیناً در آب انجام دهیم، الف) نوارهای روشن چه رنگی هستند؟ ب) پهنای نوارها چه تغییری می‌کند؟ چرا؟

« پاسخ »

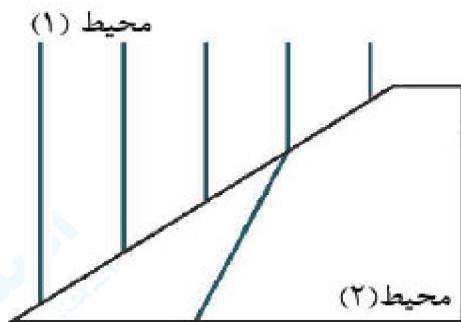
الف) سبز
ب) کم‌تر
با انجام این آزمایش در هوا و آب، رنگ نور پرتو تکفام تغییری نمی‌کند. ولی چون در آب طول موج کاهش می‌یابد، پهنای نوارها که متناسب با طول موج نور به کار رفته هستند نیز کاهش می‌یابد.

۳۷- نوری با زاویه‌ی 30° از هوا وارد شیشه‌ای با ضریب شکست ۲ می‌گردد، زاویه‌ای پرتو شکسته شده که با خط عمود بر سطح جدایی می‌سازد را به دست آورید.

« پاسخ »

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \Rightarrow 1 \times \sin \frac{1}{2} = 2 \times \sin \theta_2 \Rightarrow 1 \times \frac{1}{2} = 2 \times \sin \theta_2$$

$$\Rightarrow \sin \theta_2 = \frac{1}{4} \Rightarrow \theta_2 = 14^\circ \text{ C}$$



۳۸- مطابق شکل روبه‌رو، جبهه‌های موجی بر مرز بین محیط‌های ۱ و ۲ فرود می‌آید.

الف) در کدام محیط تندی جبهه‌های موج بیش‌تر است؟ چرا؟
ب) چگونه می‌توان با استفاده از این شکل، نسبت تندی موج عبوری به موج فرودی را محاسبه کرد؟

« پاسخ »

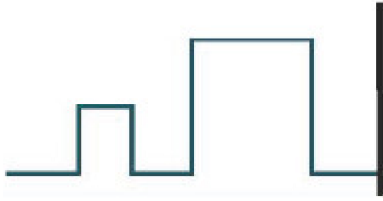
الف) محیط ۱ - هر چه تندی جبهه‌های موج در محیطی کم‌تر باشد، فاصله‌ی بین جبهه‌های موج در آن محیط کم‌تر است و در نتیجه طول موج کم‌تر خواهد بود. از آنجایی که فاصله‌ی بین جبهه‌های موج در محیط ۱ بیش‌تر است پس موج منتشر شده در این محیط طول موج بیش‌تری دارد و تندی جبهه‌های آن بیش‌تر است.
ب) بسامد (f) موج منتشر شده با عبور از مرز بین دو محیط تغییر نمی‌کند. بنابراین، رابطه‌ی بین طول موج و تندی انتشار جبهه‌های موج در دو محیط به صورت زیر است.

$$v_1 = \lambda_1 f \quad \text{و} \quad v_2 = \lambda_2 f \quad (\text{موج فرودی}) \quad \text{و} \quad (\text{موج عبوری})$$

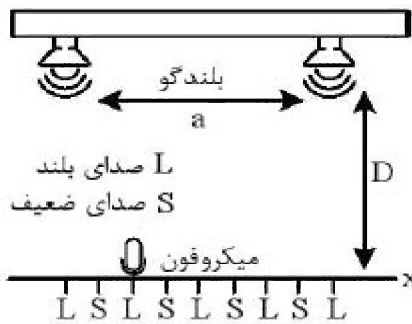
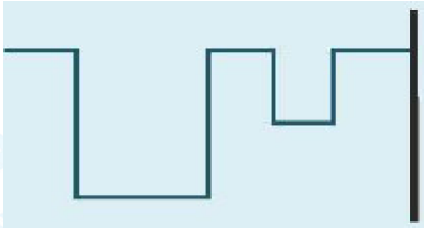
در نهایت نسبت تندی موج عبوری به موج فرودی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\lambda_2 f}{\lambda_1 f} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

۳۹- مطابق شکل، تپ‌ی روی طنابی در حال انتشار است. شکل تپ بازتابی را از انتهای ثابت طناب رسم کنید.



« پاسخ »



۴۰- در آزمایش زیر، با حرکت دادن میکروفون در امتداد خط فرضی x ، بلندی صدا در نقاط L و S به طور متناوب زیاد و کم می‌شود. افزایش طول موج صوت بلندگوها چه تأثیری روی فاصله‌ی نقاط S و L دارد؟

« پاسخ »

فاصله‌های S و L از هم زیاد می‌شود. زیرا فاصله‌ی بین S و L متناسب با طول موج صوتی به کار رفته است، بنابراین با افزایش طول موج صوت بلندگوها، فاصله‌های S و L از هم زیاد می‌شود.

۴۱- در یک تار می‌خواهیم پایین‌ترین بسامد تشدید 20 Hz باشد:

الف) طول تار را به دست آورید. (سرعت انتشار امواج عرضی در تار $40 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ است.)

ب) طول موج هماهنگ سوم را به دست آورید.

« پاسخ »

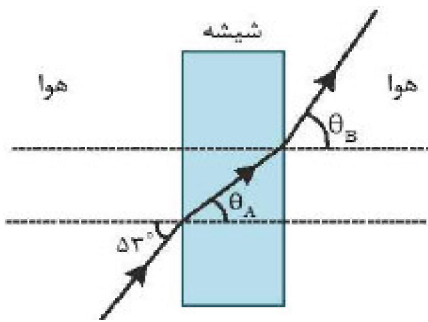
$$f_n = \frac{nv}{2L} \Rightarrow f_1 = \frac{1 \times v}{2L} \Rightarrow \frac{1 \times 40}{2L} = 20$$

(الف)

$$\frac{20}{L} = 20 \Rightarrow L = 1 \text{ m}$$

$$\lambda_n = \frac{2L}{n} \Rightarrow \lambda_3 = \frac{2L}{3} = \frac{2 \times 1}{3} = \frac{2}{3} \text{ m}$$

(ب)



۴۲- پرتو نوری مطابق شکل از هوا بر تیغه شیشه‌ای متوازی‌السطوحی، با زاویه تابش 53° فرود می‌آید. مطلوبست محاسبه‌ی:
 الف) زاویه شکست (θ_A) پرتو در شیشه
 ب) زاویه خارجی (θ_B) پرتو از شیشه ($N_{\text{شیشه}} = 1/6$)

« پاسخ »

الف)

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

$$1 \times \sin 53^\circ = 1/6 \times \sin \theta_A \Rightarrow \sin \theta_A = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta_A = 30^\circ$$

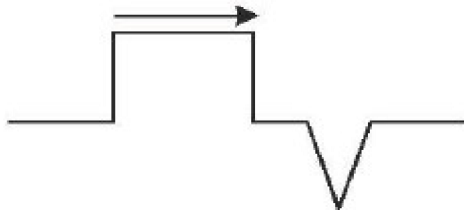
$$n_2 \sin \theta_A = n_1 \sin \theta_B$$

$$1/6 \times \frac{1}{2} = 1 \times \sin \theta_B$$

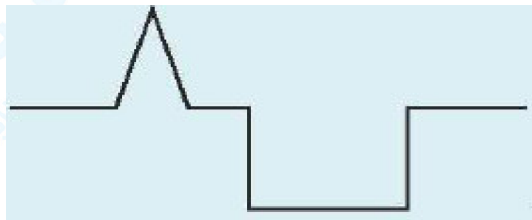
$$\sin \theta_B = 1/12 \Rightarrow \theta_B = 53^\circ$$

ب)

۴۳- با توجه به شکل موج داده شده، شکل موج بازتاب از انتهای ثابت طناب را رسم کنید.



« پاسخ »



۴۴- الف) یک پرتو نور تحت زاویه‌ی 53° از هوا به یک محیط شفاف می‌تابد و زاویه شکست برابر 37° می‌شود. ضریب شکست محیط شفاف چه قدر است؟

ب) پرتو نور چند درجه منحرف شده است؟ ($\sin 37^\circ = 0/6$, $\sin 53^\circ = 0/8$)

« پاسخ »

$$\frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \frac{\sin 53^\circ}{\sin 37^\circ} = \frac{n_2}{1} \Rightarrow n_2 = \frac{4}{3}$$

الف)

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

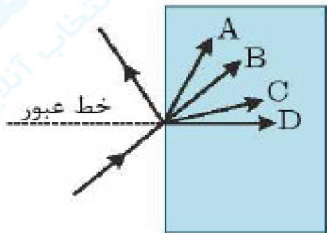
ب)

۴۵- نسبت بسامد تشدیدي هماهنگ چهارم یک تار ۱ متری به بسامد هماهنگ سوم آن چه قدر است؟

« پاسخ »

$$f_n = \frac{v}{\lambda_n} = \frac{nv}{2L} \Rightarrow \frac{f_4}{f_3} = \frac{\frac{4v}{2L}}{\frac{3v}{2L}} = \frac{4}{3}$$

۴۶- شکل زیر پرتویی را نشان می‌دهد که از هوا وارد شیشه شده است. کدام یک از گزینه‌های A تا D، می‌تواند پرتو داخل شیشه را تکان دهد؟



« پاسخ »

گزینه‌ی C، زیرا ضریب شکست شیشه از ضریب شکست هوا بزرگ‌تر است، بنابراین پرتو شکست باید به خط عمود بر مرز جدایی نزدیک شود، پس گزینه‌های A و B نمی‌تواند صحیح باشد. گزینه D نیز خط عمود بر مرز جدایی است که این گزینه هم رد می‌گردد.

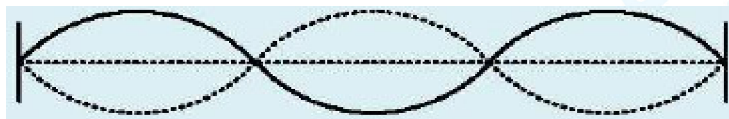
۴۷- در طنابی با دو انتهای ثابت، موج ایستاده‌ای با چهار گره ایجاد شده است. تندی انتشار موج در طناب $120 \frac{m}{s}$ و

فاصله‌ی دو گره متوالی ۱۲ cm است.

الف) وضعیت نوسانی طناب را رسم کنید.

ب) طول طناب چند سانتی‌متر است؟

« پاسخ »



الف)

$$n = 4 - 1 = 3 \quad L = n \frac{\lambda}{2} \quad L = 3 \times 12 = 36 \text{ cm}$$

ب)

$$f = \frac{v}{\lambda} \quad f = \frac{120}{0.24} = 500 \text{ Hz}$$

پ)

(ص ۱۰۶)

۴۸- یک پرتو تحت زاویه 45° از هوا وارد محیط شفاف می‌شود. اگر زاویه شکست در محیط شفاف برابر 37° درجه باشد، ضریب شکست محیط شفاف چه قدر است؟ (ضریب شکست هوا را برابر ۱ فرض کنید).
 $\sin 45^\circ = 0.7$, $\sin 37^\circ = 0.6$

« پاسخ »

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad \frac{0.7}{0.6} = \frac{n_2}{1} \quad n_2 = \frac{7}{6}$$

(ص ۹۸)

۴۹- دو ویژگی موج بازتاب از انتهای ثابت را بنویسید.

« پاسخ »

۱- اختلاف فاز موج تابشی و بازتاب به اندازه π می‌باشد. ($0/25$)
 ۲- سرعت‌های موج تابشی و بازتاب برابر و در خلاف جهت یکدیگرند. ($0/25$) ص ۱۰۰

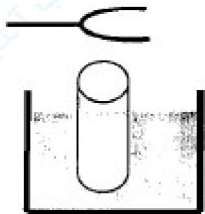
۵۰- آزمایش یانگ را با نوری به طول موج 0.4 میکرون انجام داده‌ایم. فاصله بین دو نوار روشن متوالی 0.8 میلی‌متر می‌شود. اگر این آزمایش را با نوری به طول موج 0.6 میکرون در همان شرایط قبلی انجام دهیم، فاصله بین نوار روشن پنجم تا نوار روشن مرکزی چند متر خواهد شد؟

« پاسخ »

$$I = \frac{\pi D^2}{4a} \quad (0/25) \quad 0.8 \times 10^{-3} = \frac{0.4 \times 10^{-6} \times D}{a} \quad (0/25) \quad \frac{D}{a} = 2 \times 10^3 \quad (0/25)$$

$$\lambda = \frac{ax'}{n'D} \rightarrow x' = \frac{\lambda n'D}{a} \quad (0/25) \quad x' = 0.6 \times 10^{-6} \times 5 \times 2 \times 10^3 \quad (0/25) \quad x' = 6 \times 10^{-3} \text{ m} \quad (0/25)$$

ص ۱۸۰

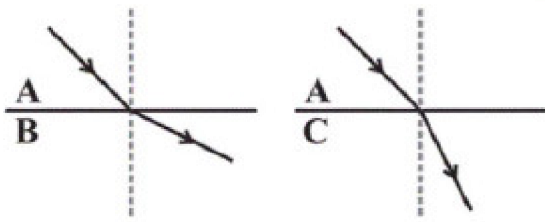


۵۱- مطابق شکل یک لوله صوتی را به تدریج درون یک ظرف آب فرو می‌بریم. اگر در اولین تشدید، طول ستون هوای درون لوله 23 سانتی‌متر باشد،
 الف) طول موج، چند سانتی‌متر است؟
 ب) اگر سرعت صوت در هوای درون لوله 322 متر بر ثانیه باشد، بسامد دیپازون چند هرتز است؟

« پاسخ »

$$\frac{\lambda}{4} = 23 \text{ cm} \quad (0/25) \rightarrow \lambda = 92 \text{ cm} \quad (0/25)$$

$$\text{ب) } f = \frac{v}{\lambda} \quad (0/25) \quad f = \frac{322}{0.92} \quad (0/25) \quad f = 350 \text{ Hz} \quad (0/25) \quad \text{ص ۱۵۱}$$



۵۲- در شکل زیر مسیر شکست نور در هنگام عبور از محیط شفاف A به محیط شفاف B و از محیط شفاف A به محیط شفاف C نشان داده شده است. کدام گزینه ضریب شکست این سه محیط را به درستی مقایسه کرده است؟

(۱) $n_B > n_A > n_C$

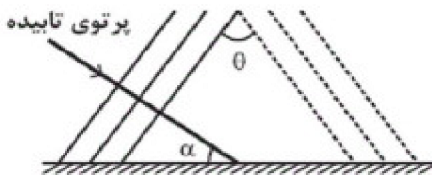
(۲) $n_A > n_C > n_B$

(۳) $n_C > n_A > n_B$

(۴) $n_C > n_B > n_A$

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با ورود نور از محیط A به محیط B، پرتو ورودی از خط عمود دور شده است، این یعنی محیط B نسبت به محیط A رقیق تر است، یعنی $n_A > n_B$ با ورود نور از محیط A به محیط C پرتو نور ورودی به خط عمود نزدیک شده است. این یعنی محیط C نسبت به محیط A غلیظ تر است، یعنی $n_C > n_A$ ، بنابراین داریم:

$$n_C > n_A > n_B$$


۵۳- در شکل زیر، امواج تخت تابیده و بازتابیده از یک مانع تخت رسم شده

است. کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

(۱) $\hat{\theta} = \hat{\alpha}$

(۲) $\hat{\theta} = 2\hat{\alpha}$

(۳) $2\hat{\theta} = \hat{\alpha}$

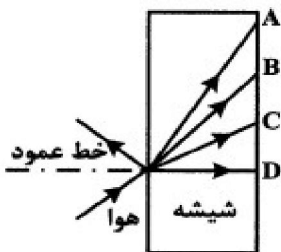
(۴) $\hat{\theta} = 3\hat{\alpha}$

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. پرتوهای تابیده و بازتابیده بر جبهه‌های موج تخت تابیده و بازتابیده عمود هستند. از طرفی زاویه تابش و زاویه بازتابش همواره با هم برابر است. با توجه به این که مجموع زوایای داخلی هر چهارضعی برابر با 360° است، داریم:

$$180^\circ - 2\hat{\alpha} + \hat{\theta} + 90^\circ + 90^\circ = 360^\circ \Rightarrow \hat{\theta} = 2\hat{\alpha}$$

۵۴- پرتو نور تک رنگی مطابق شکل روبه‌رو، از هوا وارد شیشه می‌شود. کدام یک می‌تواند پرتو داخل شیشه باشد؟



(۱) A

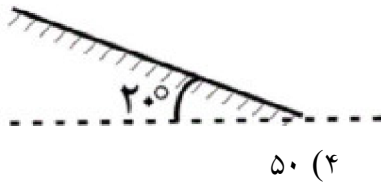
(۲) B

(۳) C

(۴) D

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. وقتی پرتو نور از محیط هوا وارد شیشه می‌شود سرعتش کم می‌شود، در نتیجه پرتوی شکست به خط عمود در نقطه تابش، نزدیک تر می‌شود.



۵۵- در شکل زیر آینه تختی با سطح افق زاویه 20° درجه می‌سازد. زاویه تابش پرتو تابیده شده به آینه تخت چند درجه باشد، تا پس از برخورد به آینه در راستای قائم بازتاب شود؟

۵۰ (۴)

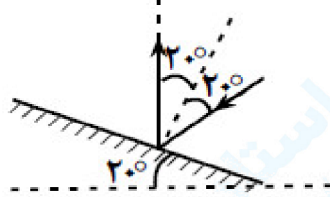
۷۰ (۳)

۴۰ (۲)

۲۰ (۱)

« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. مطابق شکل زیر زاویه تابش برابر است با 20° درجه.



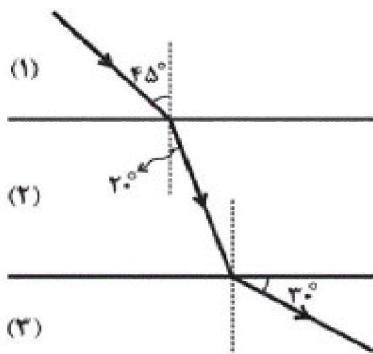
۵۶- کدام گزینه در مورد پدیده پراش صحیح است؟

- (۱) هرچه ابعاد روزنه نسبت به طول موج بزرگ‌تر باشد، گسترش نور به اطراف نور کم‌تر است.
- (۲) هنگام عبور موج از لبه‌های مانعی که ابعاد آن در حدود طول موج موج، باشد پدیده پراش رخ می‌دهد.
- (۳) در پراش نوری تکفام از یک شکاف باریک یا لبه‌ای تیز، نوارهای تاریک و روشن روی پرده تشکیل می‌شود.
- (۴) هر سه گزینه صحیح است.

« پاسخ »

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. هر چه ابعاد روزنه نسبت به طول موج بزرگ‌تر باشد، پدیده پراش کمتر رخ می‌دهد. پدیده پراش هنگام عبور از لبه‌های مانعی که ابعاد آن در حدود طول موج موج باشد نیز رخ می‌دهد. در هنگام پراش نوری تکفام از لبه‌های باریک و تیز، نوارهای روشن و تاریک روی پرده تشکیل می‌شود.

۵۷- در شکل زیر، اگر سطح جدایی محیطهای شفاف با هم موازی باشد، تندی نور در محیط (۳) چند برابر تندی آن در محیط (۱) است؟



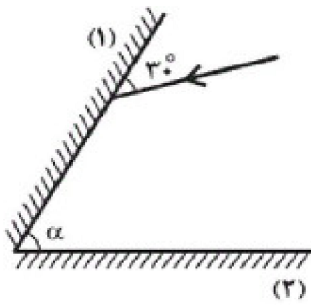
- (۱) $\frac{\sqrt{2}}{2}$
- (۲) $\sqrt{3}$
- (۳) $\frac{\sqrt{6}}{2}$
- (۴) $\frac{\sqrt{6}}{4}$

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. طبق قانون شکست اسنل برای محیطهای شفاف (۱) و (۲) و همچنین محیطهای شفاف (۲) و (۳) داریم:

$$\left. \begin{aligned} n_1 \sin \theta_1 &= n_2 \sin \theta_2 \\ n_2 \sin \theta_2 &= n_3 \sin \theta_3 \end{aligned} \right\} \Rightarrow n_1 \sin \theta_1 = n_3 \sin \theta_3$$

$$\xrightarrow{n = \frac{c}{v}} \frac{\sin \theta_1}{v_1} = \frac{\sin \theta_3}{v_3} \Rightarrow \frac{v_3}{v_1} = \frac{\sin \theta_3}{\sin \theta_1} \Rightarrow \frac{v_3}{v_1} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 45^\circ} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{\sqrt{2}}{2}} \Rightarrow \frac{v_3}{v_1} = \frac{\sqrt{6}}{2}$$

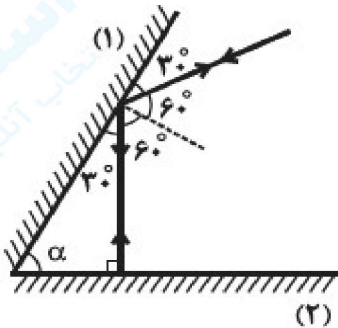


۵۸- در شکل زیر، زاویه بین دو آینه تخت چند درجه باشد تا پرتو تابش بر روی خودش بازتاب گردد؟

- (۱) ۶۰
- (۲) ۳۰
- (۳) ۹۰
- (۴) ۴۵

« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.



۵۹- زاویه تابش به آینه تخت (۱)، 60° می‌باشد. بنابراین مطابق شکل، چون مجموع زوایای داخلی یک مثلث برابر با 180° است، داریم:

$$30^\circ + 90^\circ + \hat{\alpha} = 180^\circ \Rightarrow \hat{\alpha} = 60^\circ$$

۵۹- جسمی را مقابل یک آینه مقعر عمود بر محور اصلی آن جابه‌جا می‌کنیم. کدام مورد ویژگی تصویر نمی‌تواند باشد؟

- (۱) مستقیم و بزرگ‌تر از جسم
- (۲) وارونه و بزرگ‌تر از جسم
- (۳) مستقیم و کوچک‌تر از جسم
- (۴) وارونه و کوچک‌تر از جسم

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

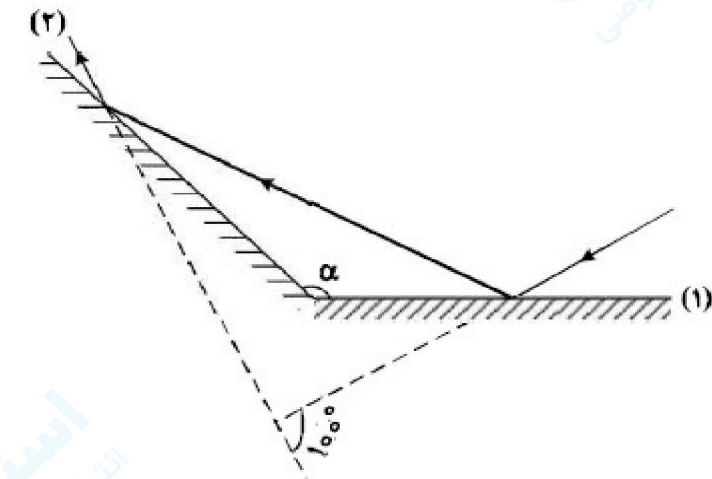
وقتی جسمی در فاصله‌ی کانونی آینه مقعر باشد، تصویری مستقیم و بزرگ‌تر از آن تشکیل می‌شود. وقتی جسم بین کانون و مرکز آینه مقعر باشد، تصویری وارونه و بزرگ‌تر از آن تشکیل می‌شود. وقتی جسم خارج از مرکز آینه مقعر قرار داشته باشد، تصویری وارونه و کوچک‌تر از آن تشکیل می‌شود.

۶۰- مطابق شکل زیر، پرتو نوری به آینه‌ی ۱ می‌تابد و پس از بازتاب، به آینه‌ی ۲ برخورد می‌کند. اگر امتداد پرتو تابش آینه‌ی ۱ با امتداد پرتو بازتاب آینه‌ی ۲ زاویه‌ی 100° بسازد، α چند درجه است؟

- (۱) 100
- (۲) 120
- (۳) 130
- (۴) 140

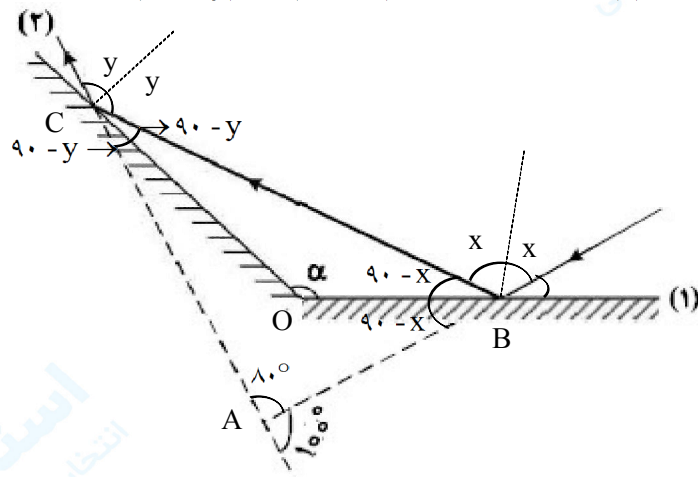
« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



$$\triangle ABC : (180 - 2y) + (180 - 2x) + 80^\circ = 180^\circ \quad (1)$$

$$\triangle OBC : (90 - y) + (90 - x) + \alpha = 180^\circ \quad (2)$$



$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} (1) : x + y = 130^\circ \\ (2) : \alpha = x + y \end{array} \right\}$$

$$\Rightarrow \alpha = 130^\circ$$

۶۱- فاصله‌ی کانونی یک آینه‌ی مقعر و یک آینه‌ی محدب هر کدام ۲۰ سانتی‌متر است. اگر جسم را یک بار در فاصله‌ی ۴۰ سانتی‌متری آینه‌ی مقعر و بار دیگر در همان فاصله از آینه‌ی محدب قرار دهیم، طول تصویر در آینه‌ی مقعر چند برابر طول تصویر در آینه‌ی محدب است؟

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

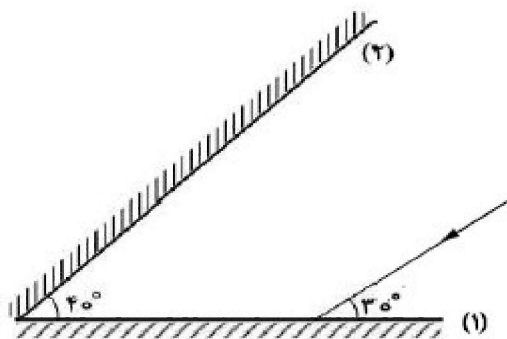
جسم روی مرکز آینه‌ی مقعر قرار دارد $\Leftarrow m = 1$

$$\left. \begin{array}{l} f = 20 \text{ cm} \\ f = 40 \text{ cm} \end{array} \right\} \rightarrow$$

$$\text{آینه محدب} : m' - \frac{1}{n+1} = \frac{1}{3}$$

$$n = \frac{p}{f} = \frac{40}{20} = 2$$

$$\frac{q \text{ مقعر}}{q \text{ محدب}} = \frac{mp}{m'p} = 3$$

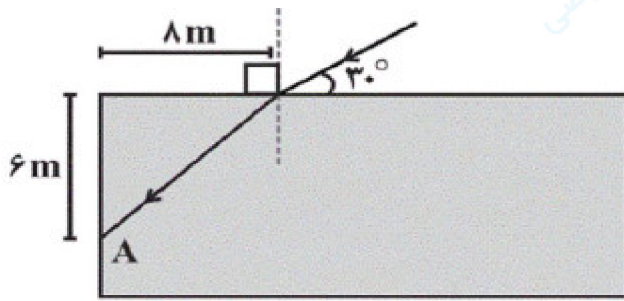


۶۲- مطابق شکل زیر، پرتو نوری به آینه‌ی ۱ می‌تابد و پس از بازتاب به آینه‌ی ۲ می‌تابد و در ادامه‌ی مسیرش دوباره از آینه‌ی ۲ بازتاب می‌شود. زاویه‌ی بازتاب آینه‌ی ۲ در دومین بازتاب چند درجه است؟

- ۱ (۶۰)
۲ (۵۰)
۳ (۴۰)
۴ (۳۰)

« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به قوانین بازتاب و رسم پرتوهای عمود



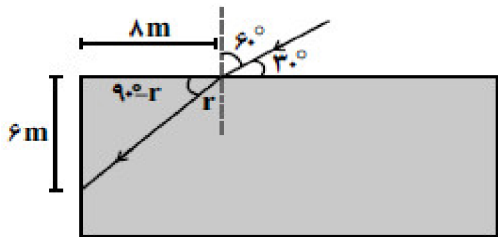
۶۳- مطابق شکل، پرتو نوری از هوا به سطح مایع شفاف داخل یک ظرف تائیده و پس از ورود به مایع در نقطه A به دیواره ظرف برخورد می کند. ضریب شکست مایع چقدر است؟

$$(n_{\text{هوا}} = 1, \sin 37^\circ = 0.6)$$

$\frac{5\sqrt{3}}{4}$ (۲)	$\frac{5\sqrt{3}}{8}$ (۱)
$\frac{5\sqrt{3}}{2}$ (۴)	$\frac{5\sqrt{3}}{3}$ (۳)

« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. زاویه شکست را از شکل محاسبه می کنیم و با توجه به این که زاویه تابش ۶۰ درجه است، با نوشتن قانون اسنل، ضریب شکست محیط به دست می آید:



$$\tan(90^\circ - r) = \frac{6}{8} = \frac{3}{4} \Rightarrow 90^\circ - r = 37^\circ \Rightarrow r = 53^\circ$$

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r \Rightarrow 1 \times \sin 60^\circ = n_2 \times \sin 53^\circ$$

$$\Rightarrow 1 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = n_2 \times \frac{4}{5} \Rightarrow n_2 = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{4}{5}} = \frac{5\sqrt{3}}{8}$$

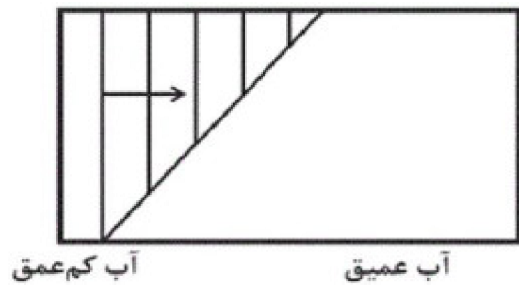
۶۴- وقتی گالن آبی را خالی می کنیم، با خالی شدن آب، صدای گلوپ گلوپی را می شنویم. با خالی شدن گالن طول ستون هوا زیاد شده، پس بسامد تشدید شده و صدا می شود.

(۱) بیشتر - بم و بم تر (۲) کمتر - زیر و زیر تر (۳) بیشتر - زیر و زیر تر (۴) کمتر - بم و بم تر

« پاسخ »

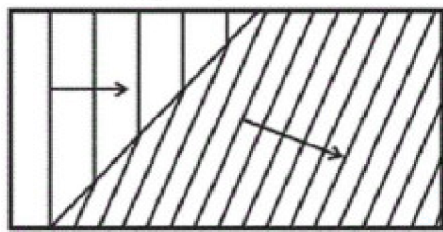
گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با خالی شدن آب طول لوله صوتی افزایش می یابد و چون بسامد با طول لوله رابطه عکس دارد، بسامد کمتر می شود و با کاهش بسامد صدای بم و بم تر می شود.

۶۵- روی سطح آب یک تشت، یک موج سطحی تخت در قسمت کم عمق ایجاد شده است و این موج به مرز آب کم عمق و آب عمیق می‌رسد. کدام گزینه شکل جبهه‌های موج سطحی در آب عمیق را به درستی نمایش می‌دهد؟

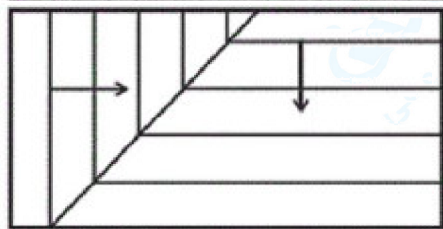


آب کم عمق

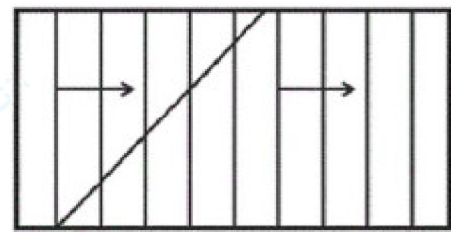
آب عمیق



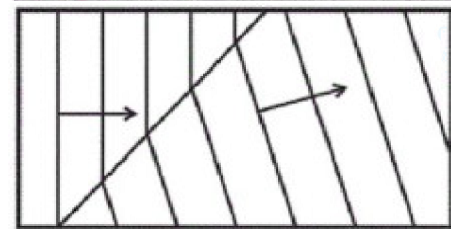
(۲)



(۴)



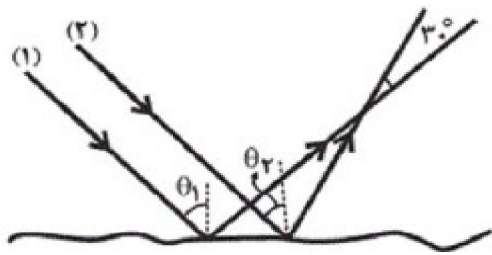
(۱)



(۳)

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با ورود موج سطحی به قسمت عمیق، سرعت انتشار آن و متناسب با آن طول موج (که همان فاصله بین جبهه‌های موج متوالی است)، می‌بایست افزایش یابد و زاویه شکست نسبت به زاویه تابش بیشتر شود.

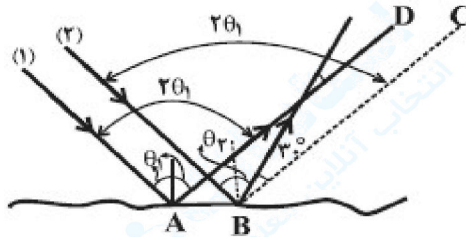


۶۶- مطابق شکل زیر، دو پرتو تابشی موازی را تحت زاویه‌های تابش θ_1 و θ_2 به سطح بازتابنده پخشنده (نامنظم) می‌تابانیم تا از این سطح بازتابش نمایند. $(\theta_1 - \theta_2)$ چند درجه است؟

- (۱) ۳۰
(۲) ۱۵
(۳) ۴۵
(۴) ۶۰

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.



می‌دانیم در هر نقطه از یک سطح، زاویه تابش برابر با زاویه بازتابش است. بنابراین با توجه به شکل، اگر از نقطه B خطی موازی با پرتو بازتابش AD رسم نماییم، با توجه به زاویه‌های نشان داده شده $\theta_1 - \theta_2$ را می‌یابیم. دقت کنید چون خط BC موازی پرتو AD و پرتو (۱) موازی پرتو (۲) است، زاویه بین پرتو (۲) و پرتو BC برابر با زاویه بین پرتو (۱) و پرتو AD است.

$$2\theta_1 = 2\theta_2 + 30^\circ \Rightarrow 2(\theta_1 - \theta_2) = 30^\circ \Rightarrow \theta_1 - \theta_2 = 15^\circ$$

۶۷- توان یک عدسی ۵- دیوپتر است و میله‌ای به طول ۵ سانتی‌متر عمود بر محور اصلی در ۳۰ سانتی‌متری عدسی قرار دارد. طول تصویر این میله چند سانتی‌متر است؟

- (۱) ۱/۵
(۲) ۲
(۳) ۲/۵
(۴) ۳

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$f = -\frac{1}{5} = -20 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{30} + \frac{1}{q} = -\frac{1}{20} \Rightarrow q = -12$$

$$m = \frac{q}{p} = \frac{12}{30}, A'B' = m \times AB \Rightarrow A'B' = \frac{12}{30} \times 5 = 2$$

۶۸- مطابق شکل زیر، پرتو نور SI به آینه‌ی ۱ می‌تابد و پس از بازتاب از آینه‌ی ۲، دوباره به آینه‌ی ۱ می‌تابد. امتداد پرتو بازتاب نهایی با امتداد پرتو SI، زاویه‌ی چند درجه می‌سازد؟

(۱) ۱۲۰

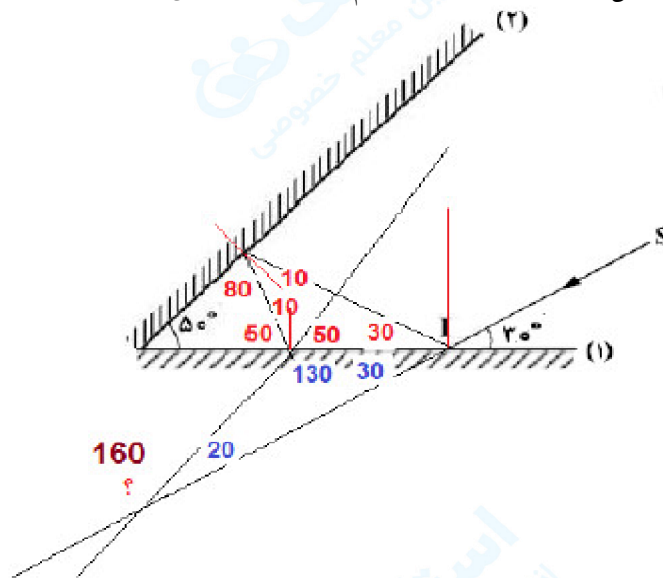
(۲) ۱۴۰

(۳) ۱۶۰

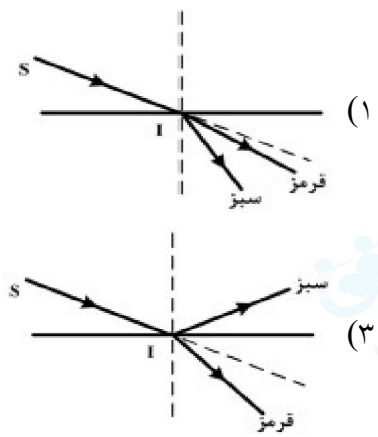
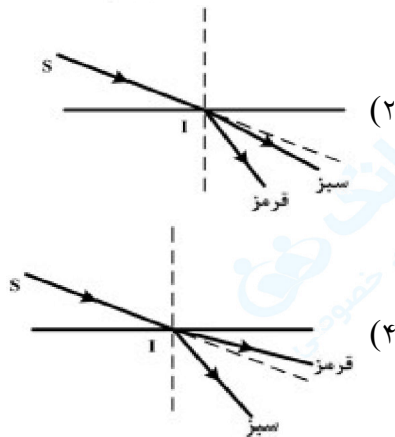
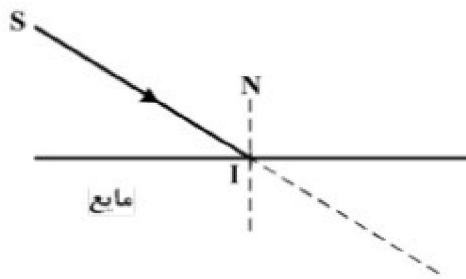
(۴) ۱۸۰

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با رسم پرتوهای نور مطابق شکل و یافتن زاویه‌های، زاویه بین پرتو ورودی و بازتابی نهایی که از آینه ۱ است که در شکل با علامت سؤال معلوم شده، مقدار این زاویه ۱۶۰ درجه به دست می‌آید.

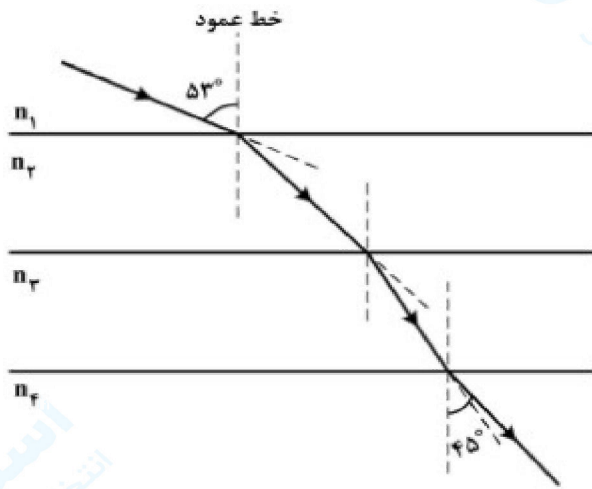


۶۹- در شکل زیر، پرتو فرودی SI شامل نورهای تکفام قرمز و سبز است که از هوا وارد یک مایع شفاف می‌شود. کدام یک از شکل‌های زیر مسیر شکست نور را درست نشان می‌دهد؟



« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. پرتوها به خط عمود نزدیک می‌شوند ولی ضریب شکست برای نور سبز با داشتن طول موج کم‌تر، بیش‌تر است پس بیش‌تر به خط عمود نزدیک می‌شود.



۷۰- مطابق شکل زیر پرتو نوری از محیط شفاف ۱ وارد محیط‌های شفاف دیگر می‌شود. اگر سرعت نور در محیط ۲، ۲۵ درصد کم‌تر از سرعت نور در محیط ۱ باشد و سرعت نور در محیط ۴، ۴۰ درصد بیش‌تر از سرعت نور در محیط ۳ باشد، ضریب شکست محیط ۲ چند برابر ضریب شکست محیط ۳ است؟
 ($\sin 53^\circ = 0.8$, $\sin 45^\circ = 0.7$)

- (۱) $\frac{4}{3}$
- (۲) $\frac{6}{5}$
- (۳) $\frac{3}{4}$
- (۴) $\frac{5}{6}$

« پاسخ »

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\frac{n_1}{n_4} = \frac{n_1}{n_2} \times \frac{n_2}{n_3} \times \frac{n_3}{n_4} \Rightarrow n_1 \sin 53^\circ = n_4 \sin 45^\circ \Rightarrow \frac{n_1}{n_4} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 53^\circ} = \frac{v_2}{v_1} \times \frac{n_2}{n_3} \times \frac{v_4}{v_3}$$

$$\Rightarrow \frac{0.7}{0.8} = \frac{0.75v_1}{v_1} \times \frac{n_2}{n_3} \times \frac{1/4v_3}{v_3} \Rightarrow \frac{n_2}{n_3} = \frac{10}{12} = \frac{5}{6}$$

۷۱- طول موج پرتوی نور تک‌رنگ A در خلأ، ۲۵ درصد بیش‌تر از طول موج پرتوی نور تک‌رنگ B است. با ورود این دو پرتو به آب، انرژی هر بسته‌ی انرژی از موج A، چند برابر موج B می‌باشد؟ ($n = \frac{4}{3}$: ضریب شکست آب)

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

« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به نسبت طول موج دو پرتوی A و B، به سادگی نسبت انرژی هر فوتون از A با انرژی هر فوتون از B در خلأ به صورت زیر قابل مقایسه است:

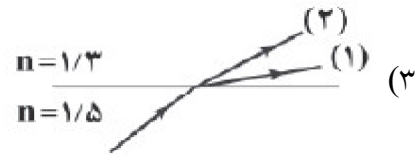
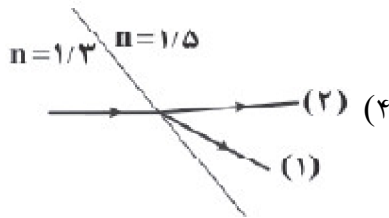
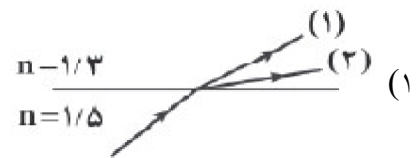
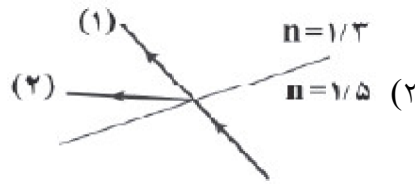
$$\lambda_A = \lambda_B + \frac{25}{100} \lambda_B = \frac{5}{4} \lambda_B$$

$$E \propto \frac{1}{\lambda} \Rightarrow \frac{E_A}{E_B} = \frac{\lambda_B}{\lambda_A} = \frac{\lambda_B}{\frac{5}{4} \lambda_B} = \frac{4}{5}$$

دقت کنید: با ورود هریک از فوتون‌ها به آب، فرکانس و انرژی آنها ثابت مانده و نسبت $\frac{E_A}{E_B}$ در آب نیز برابر $\frac{4}{5}$

می‌باشد.

۷۲- در شکل‌های زیر، پرتوی نور فرودی شامل نورهای قرمز ۱ و آبی ۲ است که در سطح مشترک دو محیط با ضریب شکست‌های $1/3$ و $1/5$ شکست پیدا کرده‌اند. کدام شکل، شکستی را نشان می‌دهد که از لحاظ فیزیکی ممکن است؟



« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با وارد شدن نور از محیط غلیظ به رقیق، اولاً پرتوها از خط عمود بر سطح جداکننده‌ی دو محیط دور می‌شوند و ثانیاً پرتوی آبی که بسامد بیشتری دارد، نسبت به نور قرمز بیش‌تر منحرف می‌شود و گزینه‌ی ۱ وضعیت صحیح انحراف پرتوها را نشان می‌دهد.

۷۳- کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد پدیده‌ی پراش نادرست است؟

- (۱) پدیده‌ی پراش برای تمامی امواج مانند مغناطیسی، الکتریکی و صوتی و ... رخ می‌دهد.
- (۲) هر چه پهنای شکاف در مقابل موج‌های تخت، کوچک‌تر باشد، موج‌ها بیش‌تر پراشیده می‌شوند.
- (۳) پدیده‌ی پراش برای پیشروی جبهه‌های موج، تنها به سمت موانع با لبه‌های تیز در حدود طول موج اتفاق می‌افتد.
- (۴) در پدیده‌ی پراش امواج هنگام عبور از شکاف، جبهه‌های موج از حالت تخت به حالت کروی تغییر شکل می‌دهند.

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. پدیده‌ی پراش برای پیشروی موج‌هایی به سمت موانع‌هایی با لبه‌های تیز و شکاف‌هایی در حدود طول موج است.

۷۴- یک پرتو تک‌رنگ از هوا با زاویه‌ی تابش 60° درجه بر سطح یک مایع می‌تابد. اگر زاویه‌ی انحراف و زاویه‌ی شکست پرتو در سطح مایع با هم برابر باشند، سرعت پرتو در مایع چند متر بر ثانیه است؟ $(c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s})$

$$\frac{\sqrt{3}}{3} \times 10^8 \text{ (۱)} \quad \sqrt{3} \times 10^8 \text{ (۲)} \quad 10^8 \text{ (۳)} \quad 3 \times 10^8 \text{ (۴)}$$

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. پرتو هنگام ورود از محیط رقیق به محیط غلیظ به خط عمود بر سطح نزدیک می‌شود، بنابراین می‌توان با استفاده از رابطه‌ی $\hat{D} = \hat{i} - \hat{r}$ که $\hat{D} = \hat{r}$ است، زاویه‌ی شکست را به دست آورد.

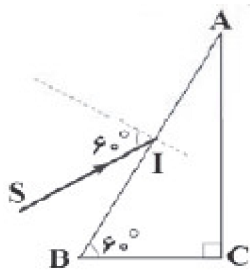
$$\hat{D} = \hat{i} - \hat{r} \Rightarrow \hat{r} = \hat{i} - \hat{r} \Rightarrow \hat{i} = 2\hat{r} \Rightarrow 60 = 2r \Rightarrow r = 30^\circ$$

اکنون با استفاده از قانون اسنل، نسبت ضریب شکست‌ها را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \frac{n_2}{n_1} = \sqrt{3}$$

حال مطابق رابطه‌ی $n = \frac{c}{v}$ ، ضریب شکست با سرعت، رابطه‌ی عکس دارد در نتیجه:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} \Rightarrow \sqrt{3} = \frac{c}{v_2} \Rightarrow \sqrt{3} = \frac{3 \times 10^8}{v_2} \Rightarrow v_2 = \frac{3 \times 10^8}{\sqrt{3}} = \sqrt{3} \times 10^8 \frac{m}{s}$$



۷۵- در شکل زیر، پرتوی نور تک‌رنگ SI با زاویه تابش 60° درجه به وجه AB می‌تابد و موازی با وجه BC، از وجه AC خارج می‌شود. با ورود پرتوی نور به داخل منشور، انرژی هریک از فوتون‌ها و فاصله‌ی بین جبهه‌های موج برای آن به ترتیب از راست به چپ چند برابر می‌شود؟

(۲) یک برابر - $\sqrt{3}$ برابر

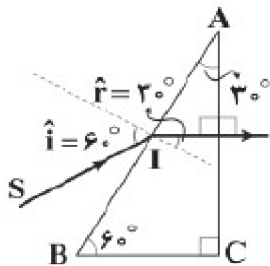
(۱) یک برابر - $\frac{\sqrt{3}}{3}$ برابر

(۴) $\sqrt{3}$ برابر - $\sqrt{3}$ برابر

(۳) $\sqrt{3}$ برابر - $\frac{\sqrt{3}}{3}$ برابر

« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با شکسته شدن پرتوی نور، بسامد آن تغییر نمی‌کند، بنابراین انرژی هریک از فوتون‌های نور تغییری نکرده و ثابت می‌ماند ($E = hf$). از طرفی فاصله‌ی بین جبهه‌های نور، متناسب با طول موج نور است. بنابراین می‌توان نوشت:



$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{v_2}{v_1}$$

ثابت

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\sin r}{\sin i}$$

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{\sin 30^\circ}{\sin 60^\circ} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

از طرفی براساس قانون شکست عمومی داریم:

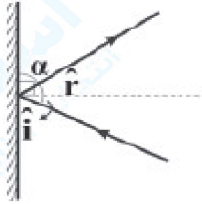
بنابراین:

۷۶- در شکل زیر، پرتوی نور تک‌رنگی به سطح آینه‌ای می‌تابد. اگر زاویه α ، برابر زاویه تابش باشد، زاویه بین پرتوی تابش و پرتوی بازتاب چند درجه است؟

- (۱) ۲۲/۵
- (۲) ۴۵
- (۳) ۹۰
- (۴) ۶۰

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به شکل زیر، زاویه α از زاویه تابش (i)، 90° بیش‌تر است، بنابراین:



$$\hat{\alpha} = 90 + \hat{i} \xrightarrow{\hat{\alpha} = 3\hat{i}} 3\hat{i} = 90 + \hat{i} \Rightarrow 2\hat{i} = 90 \Rightarrow \hat{i} = 45^\circ$$

بنابراین زاویه بین پرتوی تابش و پرتوی بازتاب برابر $(\hat{i} + \hat{r})$ است، بنابراین:

$$2\hat{i} = 180 - 2 \times 45 = 90^\circ$$

۷۷- شکل زیر مسیر پرتوی نور تک‌رنگی را در سه محیط ۱، ۲ و ۳ نشان می‌دهد. اگر طول موج نور در این سه محیط به ترتیب λ_1 ، λ_2 و λ_3 باشد، کدام گزینه صحیح است؟

- (۱) $\lambda_3 > \lambda_1 > \lambda_2$
- (۲) $\lambda_3 < \lambda_1 < \lambda_2$
- (۳) $\lambda_3 < \lambda_2 < \lambda_1$
- (۴) $\lambda_2 > \lambda_3 > \lambda_1$

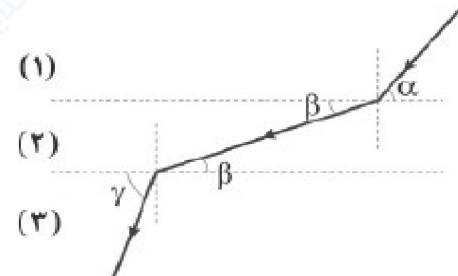
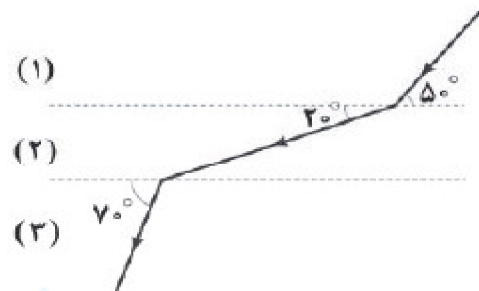
« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در عبور پرتوی نوری از چند محیط با مرزهای موازی، هر چه پرتو با مرز محیط‌ها زاویه کم‌تری بسازد، زاویه تابش یا شکست آن بیش‌تر است و طبق قانون شکست عمومی، تندی انتشار موج بیش‌تر خواهد بود. بنابراین اگر در محیطی پرتوی نور به خط عمود بر مرزها نزدیک‌تر باشد، موج در آن محیط با تندی کم‌تری پیشروی می‌کند.

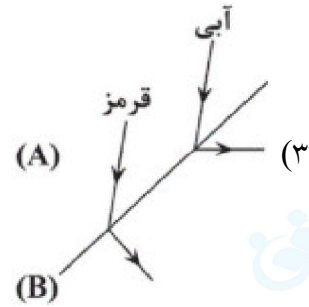
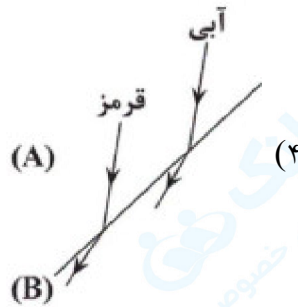
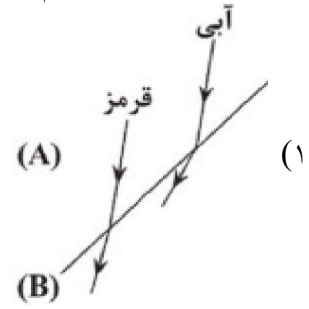
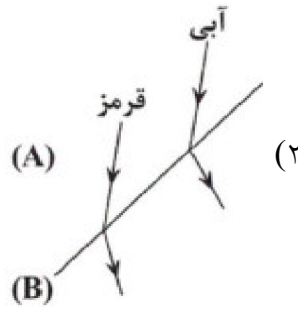
$$\gamma > \alpha > \beta \Rightarrow v_3 < v_1 < v_2$$

بسامد موج تنها به ویژگی‌های چشمه‌ی موج بستگی دارد و در محیط‌های مختلف ثابت است، پس مطابق رابطه‌ی

$$v_3 < v_1 < v_2 \Rightarrow \lambda_3 < \lambda_1 < \lambda_2 \quad \lambda = \frac{v}{f}$$



۷۸- دو پرتوی موازی آبی و قرمز به طور مایل از شیشه (محیط A) به سطح جدای شیشه و هوا (محیط B) تابیده می‌شوند و وارد هوا می‌شوند. کدام گزینه نقش این دو پرتو را در ورود به هوا به درستی نشان می‌دهد؟



« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ضریب شکست شیشه برای نور آبی بزرگ‌تر از نور قرمز است. چون پرتوها از شیشه به هوا تابیده شده‌اند، بنابراین انحراف پرتوی آبی بیشتر است و هر دو پرتو از خط عمود دور می‌شوند لذا گزینه «۱» پاسخ صحیح است.

۷۹- باریکه نوری متشکل از دو پرتوی قرمز و آبی از هوا و با زاویه تابش 60° بر سطح یک تیغه شفاف می‌تابد. اگر ضریب شکست تیغه برای نور قرمز $\sqrt{\frac{3}{2}}$ و برای نور آبی $\sqrt{3}$ باشد، زاویه بین دو پرتوی شکست در محیط دوم چند درجه است؟ ($n_{\text{هوا}} = 1$)

(۱) ۴۵

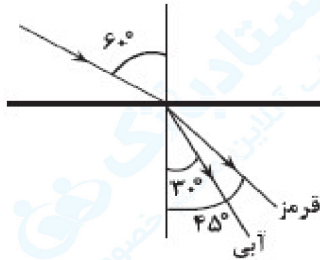
(۲) ۳۰

(۳) ۱۵

(۴) ۶۰

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با رسم شکل و طبق رابطه اسنل به محاسبه زاویه شکست برای پرتوی نور می‌پردازیم.



$$n_1 \times \sin \hat{i}_{\text{قرمز}} = n_{\text{قرمز}} \times \sin \hat{r}$$

$$n_{\text{قرمز}} = \sqrt{\frac{3}{2}}$$

$$\frac{1 \times \frac{\sqrt{3}}{2}}{\sin 60^\circ, n_1 = 1} \rightarrow 1 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{\frac{3}{2}} \times \sin \hat{r} \Rightarrow \sin \hat{r} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \hat{r}_{\text{قرمز}} = 45^\circ (1)$$

$$n_1 \times \sin \hat{i}_{\text{آبی}} = n_{\text{آبی}} \times \sin \hat{r}'$$

$$n_{\text{آبی}} = \sqrt{3}$$

$$\frac{1 \times \frac{\sqrt{3}}{2}}{\sin 60^\circ, n_1 = 1} \rightarrow 1 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3} \times \sin \hat{r}' \Rightarrow \sin \hat{r}' = \frac{1}{2} \Rightarrow \hat{r}'_{\text{آبی}} = 30^\circ (2)$$

$$(1), (2) \Rightarrow \hat{r}_{\text{قرمز}} - \hat{r}'_{\text{آبی}} = 15^\circ$$

۸۰- چه تعداد از عبارتهای زیر صحیح است؟

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

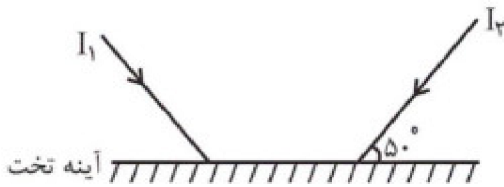
۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. بررسی موارد مطرح شده:

- ضریب شکست هر محیطی به جز خلأ به طول موج نور بستگی دارد.
- مورد دوم صحیح است.
- طول موج نور سبز بیشتر از نور آبی است پس ضریب شکست برای نور سبز کمتر از آبی است.
- در داخل منشور، تندی نور بنفش کمتر از نور قرمز است زیرا طول موج نور بنفش کم از نور قرمز است.

۸۱- در شکل زیر، زاویه بین پرتوهای بازتاب با یکدیگر برابر 90° است.



زاویه تابش پرتوی I_1 چند درجه است؟

۱ (۱) 30°
۲ (۲) 40°
۳ (۳) 45°
۴ (۴) 50°

« پاسخ »

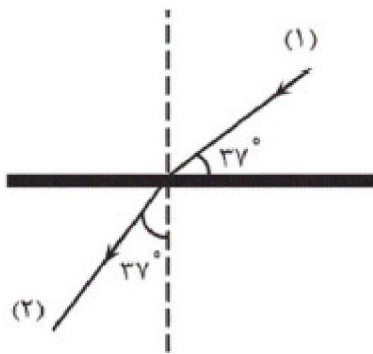
گزینه ۴ پاسخ صحیح است. در شکل مقابل، پرتوهای بازتاب رسم شده‌اند. طبق گفته سؤال، زاویه بین این پرتوها 90° است.

طبق قوانین بازتاب زاویه α_2 برابر با 50° است. پس در مثلث ایجاد شده توسط پرتوهای بازتاب می‌توان نوشت:

$$\hat{\alpha}_1 + 90^\circ + 50^\circ = 180^\circ \Rightarrow \alpha_1 = 40^\circ$$

از طرفی طبق قانون بازتاب، داریم:

$$\hat{r}_1 + 40^\circ = 90^\circ \Rightarrow \hat{r}_1 = 50^\circ \Rightarrow \hat{i}_1 = \hat{r}_1 = 50^\circ$$



۸۲- در شکل زیر پرتوی نور وقتی از محیط (۱) وارد محیط (۲) می‌شود، تندی اش چه تغییری می‌کند؟ ($\sin 37^\circ = 0.6$)

- (۱) ۲۰ درصد افزایش می‌یابد.
- (۲) ۲۰ درصد کاهش می‌یابد.
- (۳) ۲۵ درصد افزایش می‌یابد.
- (۴) ۲۵ درصد کاهش می‌یابد.

« پاسخ »

$$\hat{i} = 90^\circ - 37^\circ = 53^\circ$$

$$\hat{r} = 37^\circ$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. \hat{i} زاویه بین پرتوی تابش و خط عمود: \hat{r} زاویه بین پرتوی شکست و خط عمود: و از طرفی تندی نور با ضریب شکست رابطه عکس دارد.

$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{v_2}{v_1}$$

$$n_1 \sin \hat{i} = n_2 \sin \hat{r}$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin \hat{r}}{\sin \hat{i}} = \frac{v_2}{v_1} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{\sin 37^\circ}{\sin 53^\circ} = \frac{3}{4}$$

$$v_2 = \frac{3}{4}v_1 \Rightarrow \frac{\Delta v}{v_1} \times 100 = \left(\frac{v_2}{v_1} - 1 \right) \times 100 = -25\%$$

از طرفی طبق قانون شکست اسنل می‌توان گفت:

یعنی تندی نور در محیط (۲) نسبت به محیط (۱) ۲۵ درصد کاهش یافته است.

۸۳- اگر طول موج نور قرمز در خلأ برابر با ۶۰۰ نانومتر و در محیط شفافی برابر ۴۰۰ نانومتر باشد، ضریب شکست این محیط چند است؟ ($n_{\text{خلأ}} = 1$)

$$\frac{9}{4} \text{ (۴)}$$

$$\frac{3}{2} \text{ (۳)}$$

$$\frac{4}{3} \text{ (۲)}$$

$$\frac{16}{9} \text{ (۱)}$$

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به این که بسامد موج از ویژگی‌های چشمه موج است و در محیط‌های مختلف تغییر نمی‌کند، می‌توان نوشت:

$$\lambda = \frac{v}{f} \xrightarrow{f \equiv \text{ثابت}} \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{v_2}{v_1}$$

از طرف دیگر رابطه تندی انتشار موج و ضریب شکست محیط شفاف بدین صورت است:

$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} \Rightarrow \frac{n_2}{n_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{600}{400} = \frac{3}{2}$$

$$n_2 = \frac{3}{2}$$

از آنجا که ضریب شکست خلأ یک است:

۸۴- کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد پدیده سراب صحیح نیست؟

- (۱) پدیده سراب را نه تنها می‌توان دید بلکه می‌توان از آن عکس گرفت.
- (۲) چگالی هوا در پدیده سراب در نزدیکی سطح زمین کاهش می‌یابد.
- (۳) ضریب شکست در نزدیکی سطح زمین افزایش می‌یابد.
- (۴) تغییر جبهه موج و خمیدگی مربوط به آن، به این دلیل رخ می‌دهد که انتهای پایین جبهه موج در هوای گرم‌تر سریع‌تر حرکت می‌کند.

« پاسخ »

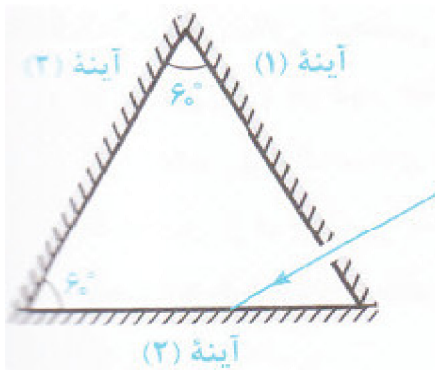
گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در روزهای گرم، هرچه به سطح زمین نزدیک‌تر شویم، دما افزایش می‌یابد. بنابراین چگالی هوا در نزدیکی سطح زمین کاهش می‌یابد که این سبب کاهش ضریب شکست و افزایش تندی انتقال موج می‌شود.

۸۵- مطابق شکل، وقتی یک تپ عرضی در یک تار فرستاده می‌شود و به بخشی از تار با ضخامت بیشتر (از همان جنس) می‌رسد، کدام شکل وضعیت تپ‌های ایجاد شده در دو بخش تار را به درستی نشان می‌دهد؟



« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در این حالت، تپ عرضی که به مرز مشترک می‌رسد، بخشی بازتاب شده و بخشی نیز وارد تار با ضخامت بیشتر می‌شود.

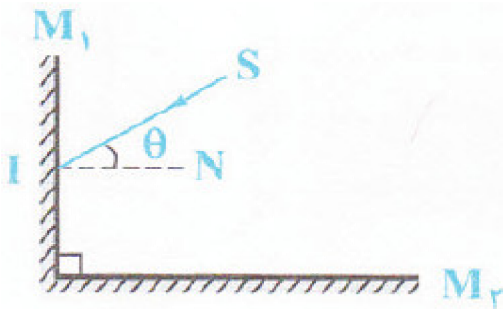
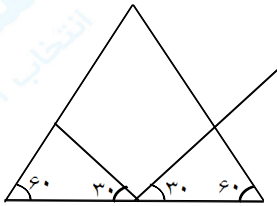


۸۶- در شکل مقابل، در آینه‌ی ۱ روزنه‌ای ایجاد شده و پرتوی نور نشان داده شده، عمود بر سطح آینه‌ی ۱ وارد مجموعه‌ی آینه‌ها می‌شود. این پرتو پس از چند برخورد به سطح آینه‌ها، در نهایت از این مجموعه خارج می‌شود؟

- (۱) ۲
- (۲) ۳
- (۳) ۴
- (۴) بی‌نهایت

« پاسخ »

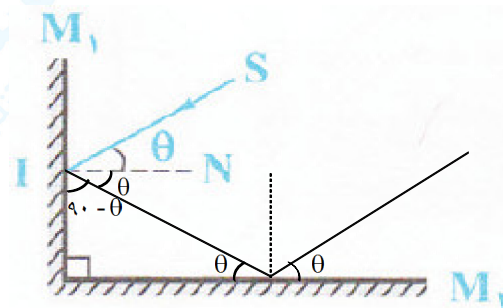
گزینه ۲ پاسخ صحیح است. این پرتو پس از تابش به آینه‌ی ۲ تحت زاویه‌ی عمود بر آینه‌ی ۳ می‌تابد و روی خودش بازتاب می‌شود.



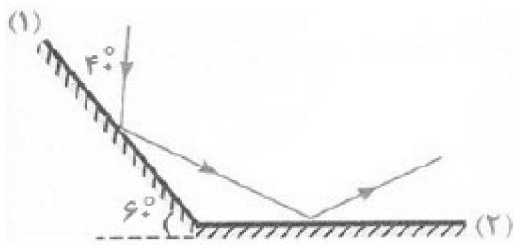
۸۷- در شکل روبه‌رو، دو آینه بر هم عمودند. محدوده‌ی تغییرات θ ، حداکثر چند درجه می‌تواند باشد تا پرتو بازتابش شده از آینه‌ی M_1 با پرتو SI موازی باشد؟

- (۱) ۴۵
- (۲) ۹۰
- (۳) ۱۳۵
- (۴) ۱۸۰

« پاسخ »



گزینه ۲ پاسخ صحیح است. زاویه‌ی θ با زاویه‌ی بازتاب از سطح M_1 برابر است، بنابراین تا زمانی که زاویه‌ی θ بین صفر تا ۹۰ درجه باشد، پرتوی ورودی و پرتوی خروجی موازی خواهند بود، در حالتی که θ برابر صفر درجه باشد پرتو پس از بازتاب از آینه M_1 روی خودش بازتاب می‌شود و در حالتی که θ برابر ۹۰ درجه باشد، پرتو پس از بازتاب از آینه M_1 روی خودش بازتاب می‌شود که موازی پرتوی تابش شده است.

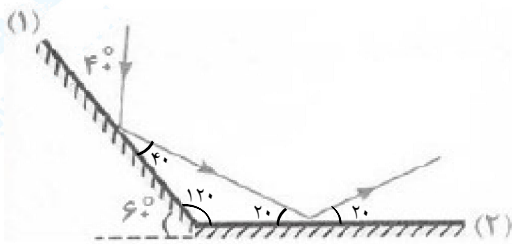


۸۸- در شکل مقابل پرتوی نوری به آینه‌ی ۱ می‌تابد و پس از برخورد به آینه‌ی ۲ بازتاب می‌شود. پرتو نور چند درجه نسبت به جهت اولیه منحرف می‌شود؟

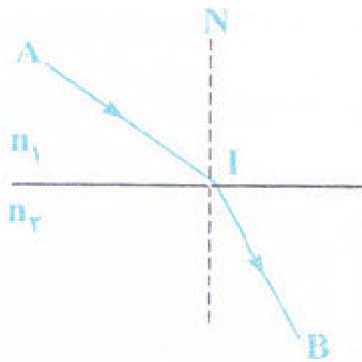
- (۱) ۴۰
- (۲) ۷۰
- (۳) ۶۰
- (۴) ۱۲۰

« پاسخ »

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.



$$\hat{D} = 40^\circ + 40^\circ + 20^\circ + 20^\circ = 120^\circ$$



۸۹- در شکل روبه‌رو، پرتو نوری از نقطه‌ی A در محیطی به ضریب شکست n_1 به نقطه‌ی B در محیط دوم که ضریب شکست آن n_2 است، می‌رسد. اگر $AI = IB = L$ بوده و تندی انتشار نور در محیط اول برابر V_1 باشد، زمان

رسیدن نور از A تا B کدام است؟

$$\frac{L}{V_1} \left(1 + \frac{n_1}{n_2} \right) \quad (۲)$$

$$\frac{L}{V_1} \left(1 + \frac{n_2}{n_1} \right) \quad (۱)$$

$$\frac{2L}{V_1} \left(1 + \frac{n_1}{n_2} \right) \quad (۴)$$

$$\frac{2L}{V_1} \left(1 + \frac{n_2}{n_1} \right) \quad (۳)$$

« پاسخ »

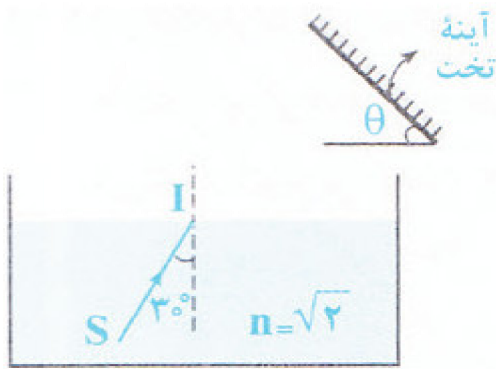
گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \Rightarrow \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow V_2 = \frac{n_1}{n_2} V_1$$

$$t = \frac{L}{V_1} + \frac{L}{V_2} = \frac{L}{V_1} + \frac{L}{V_1} \left(\frac{n_2}{n_1} \right) \Rightarrow t = \frac{L}{V_1} \left(1 + \frac{n_2}{n_1} \right)$$

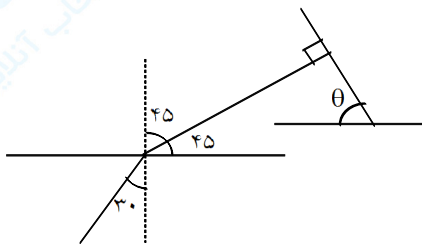
۹۰- در شکل مقابل، زاویه ی θ چند درجه باشد تا پرتوی SI پس از وارد شدن به هوا، بر روی خودش بازگردد؟

- (۱) ۳۰
- (۲) ۶۰
- (۳) ۴۵
- (۴) ۱۵



« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



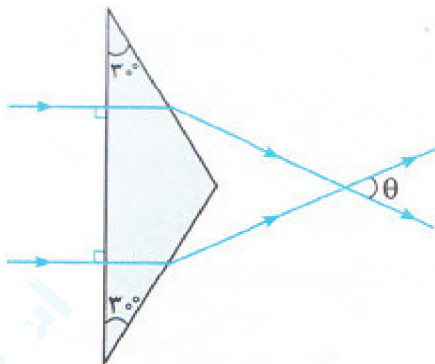
$$n_1 \sin i = n_2 \sin r \Rightarrow \sqrt{2} \left(\frac{1}{2} \right) = \sin r \Rightarrow r = 45^\circ$$

$$\theta = 45^\circ$$

۹۱- مطابق شکل، دو پرتو موازی به یک منشور با ضریب شکست $\sqrt{2}$ می تابند و

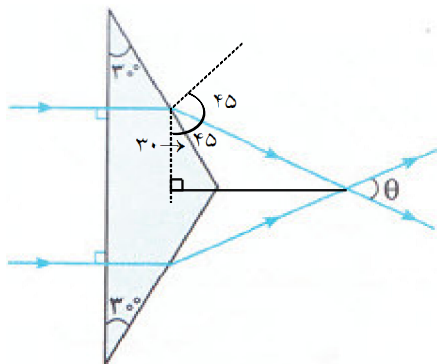
طبق مسیر نشان داده شده از آن عبور می کنند. زاویه ی θ چند درجه است؟

- (۱) ۳۰
- (۲) ۴۵
- (۳) ۶۰
- (۴) ۹۰



« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.



$$n_1 \sin i = n_2 \sin r \Rightarrow \sqrt{2} \left(\frac{1}{2} \right) = \sin r \Rightarrow r = 45^\circ$$

$$45 + 30 + 90 + \frac{\theta}{2} = 180 \Rightarrow \theta = 30^\circ$$

۹۲- یک پرتو الکترومغناطیسی با زاویه تابش 53° از خلأ به مرز جدایی دو محیط تابیده و بعد از ورود به محیط دوم، 16° از راستای اولیه اش منحرف می شود. اگر اختلاف طول موج این پرتو در دو محیط 300 km باشد، طول موج آن در خلأ چند کیلومتر است؟ $(\sin 37^\circ = \cos 53^\circ = 0.6)$

۱۵۰۰ (۴)

۱۲۰۰ (۳)

۹۰۰ (۲)

۸۰۰ (۱)

« پاسخ »

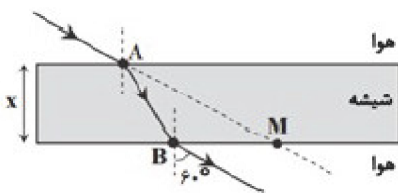
گزینه ۳ پاسخ صحیح است. قانون شکست عمومی را می نویسیم:

$$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{V_2}{V_1} : \frac{0.6}{0.8} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{3}{4}$$

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

$$\left. \begin{array}{l} \lambda = \frac{V}{f} \\ \text{ثابت } f = \text{ بسامد فقط به ویژگی های منبع پرتو وابسته است} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{3}{4}$$

$$\Rightarrow \Delta \lambda = \lambda_1 - \lambda_2 = \lambda_1 - \frac{3}{4} \lambda_1 = \frac{\lambda_1}{4} \Rightarrow \frac{\lambda_1}{4} = 300 \text{ km} \Rightarrow \lambda_1 = 1200 \text{ km}$$



۹۳- در شکل مقابل، اگر ضریب شکست شیشه $n = \sqrt{3}$ و مقدار جابه جایی پرتوی نور (فاصله ی BM) برابر ۸ میلی متر باشد، ضخامت تیغه ی شیشه ای متوازی السطوح (x) چند میلی متر است؟

$2\sqrt{3}$ (۲)

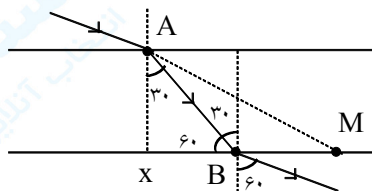
۱۲ (۴)

۶ (۱)

$4\sqrt{3}$ (۳)

« پاسخ »

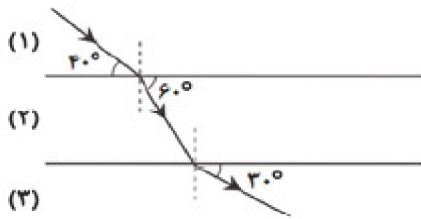
گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



$$n_1 \sin i = n_2 \sin r \Rightarrow \sin 60^\circ = \sqrt{3} \sin i \Rightarrow \sin i = \frac{1}{2} \Rightarrow i = 30^\circ$$

$$\triangle ABM \text{ مثلث متساوی الساقین} \Rightarrow AB = BM = 8 \text{ mm}$$

$$\triangle ABM \text{ در مثلث } Ax B : xB = \frac{1}{2} AB = 4 \text{ mm} \Rightarrow AB^2 = xB^2 + Ax^2 \Rightarrow Ax = \sqrt{48} = 4\sqrt{3}$$



۹۴- با توجه به مسیر پرتوی نور، در مورد تندی نور در محیط‌ها کدام گزینه درست است؟

(۱) $V_3 < V_1 < V_2$

(۲) $V_3 > V_1 > V_2$

(۳) $V_3 > V_2 > V_1$

(۴) $V_3 < V_2 < V_1$

« پاسخ »

$$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{V_2}{V_1}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. قانون شکست عمومی را می‌نویسیم:

یعنی اگر پرتوی نور، بازتر شود، سرعت نور در آن محیط بیش‌تر است و اگر پرتوی نور بسته‌تر شود، سرعت نور در آن محیط کم‌تر است. پس:

$$V_3 > V_1 > V_2$$

۹۵- موج تختی با سرعت $15 \frac{m}{s}$ وارد محیط دیگری می‌شود و سرعتش $5 \frac{m}{s}$ افزایش می‌یابد. اگر زاویه‌ی تابش 37° درجه

باشد، زاویه‌ی شکست چند درجه نسبت به تابش افزایش می‌یابد؟ $(\sin 37^\circ = \frac{3}{5})$

(۴) ۱۶ درجه

(۳) ۳۰ درجه

(۲) ۳۷ درجه

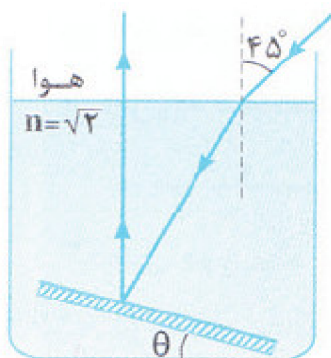
(۱) ۵۳ درجه

« پاسخ »

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$V_1 \sin r = V_2 \sin i \Rightarrow 15 \sin r = 20 \sin 37^\circ = 20 \times \frac{3}{5} = 12 \Rightarrow \sin r = \frac{4}{5}$$

زاویه شکست ۱۶ درجه نسبت به تابش افزایش می‌یابد. $\Rightarrow r = 53^\circ \Rightarrow$



۹۶- در شکل مقابل، با توجه به مسیر پرتو نور و بازتاب آن از روی آینه‌ی تخت، زاویه‌ی θ چند درجه است؟

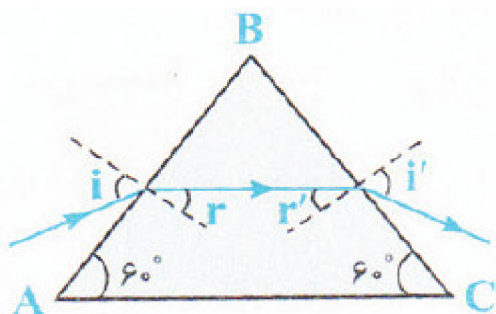
- (۱) ۱۵
- (۲) ۲۲/۵
- (۳) ۳۰
- (۴) ۴۵

« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r \Rightarrow \sin 45^\circ = \sqrt{2} \sin r \Rightarrow \sin r = \frac{1}{2} \Rightarrow r = 30^\circ$$

بنابر هندسه می‌دانیم که خطی که دو خط موازی را قطع کرده است، دو زاویه‌ی برابر می‌سازد، بنابراین جمع زاویه‌ی تابش و بازتاب از روی آینه‌ی تخت برابر ۳۰ درجه است، بنابراین زاویه‌ی بین خط عمود بر آینه و نور تابیده شده برابر ۱۵ درجه است که برابر همان زاویه‌ی θ است، زیرا دو زاویه که دارای اضلاع دوجه‌دو عمود بر هم هستند، یا با هم برابرند یا مکمل هستند.

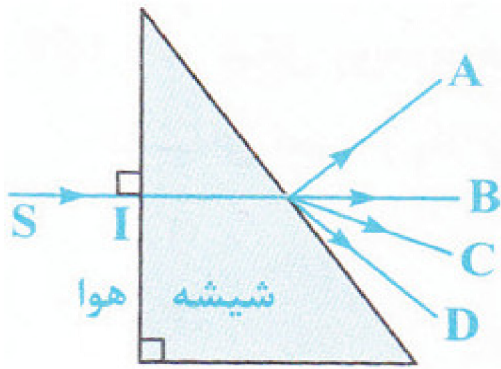


۹۷- مطابق شکل، پرتو نور تک‌رنگی از هوا وارد منشور شیشه‌ای شده و پس از شکست از منشور عبور می‌کند. اگر زاویه‌ی تابش (i) افزایش یابد:

- (۱) زاویه‌ی i' کاهش می‌یابد.
- (۲) زاویه‌ی r' افزایش می‌یابد.
- (۳) زاویه‌ی r کاهش می‌یابد.
- (۴) الزاماً زاویه‌ی انحراف کاهش می‌یابد.

« پاسخ »

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با افزایش زاویه i ، زاویه‌ی r نیز افزایش می‌یابد، در نتیجه زاویه r' کاهش یافته و زاویه‌ی i' نیز کاهش می‌یابد.



۹۸- در شکل روبه‌رو، پرتوی خروجی از منشور کدام است؟

- A (۱)
- B (۲)
- C (۳)

(۴) هریک از پرتوهای D و C ممکن است پاسخ باشد.

« پاسخ »

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r \Rightarrow \sin r = \frac{n_1}{n_2} \sin i$$

$$\frac{n_1}{n_2} > 1 \Rightarrow \sin r > \sin i \Rightarrow \hat{r} > \hat{i} \Rightarrow \text{C یا D ممکن است پرتوی خروجی باشد.}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

- ۹۹- اگر نور از هوا وارد شیشه شود، طول موج آن و انرژی وابسته به هر فوتون آن
- (۱) افزایش یافته - ثابت می‌ماند.
 - (۲) افزایش یافته - کاهش می‌یابد.
 - (۳) کاهش یافته - ثابت می‌ماند.
 - (۴) کاهش یافته - کاهش می‌یابد.

« پاسخ »

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. انرژی تنها به بسامد وابسته است و بسامد تنها به منبع وابسته است. بنابراین انرژی ثابت

طول موج کاهش می‌یابد $\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{v_2}{v_1} < 1$ می‌ماند.

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{n_1}{n_2} < 1$$

۱۰۰- پدیده‌ی سراب ناشی از وابستگی ضریب شکست محیط به است و پاشندگی نور توسط منشور ناشی از وابستگی ضریب شکست محیط به است.

- (۱) طول موج، دما
- (۲) دما، طول موج
- (۳) دما، دما
- (۴) طول موج، طول موج

« پاسخ »

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. پدیده‌ی سراب ناشی از وابستگی ضریب شکست محیط به دما و اختلاف در لایه‌های دما ایجاد می‌شود. پاشندگی نور توسط منشور به دلیل وابستگی ضریب شکست محیط به طول موج است که باعث می‌شود میزان شکست نورهای با طول موج مختلف، متفاوت باشد.