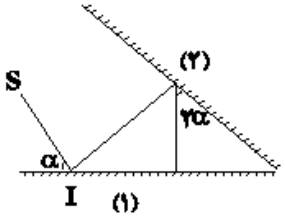
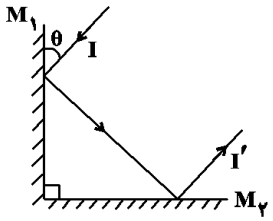
۲۷۱) در شکل زیر اگر پرتو SI پس از برخورد دوباره به آینه (۱) بر روی خودش باز گردد، زاویه α چند درجه است؟



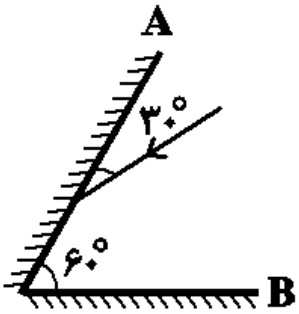
۱) ۲۰°
۲) ۳۰°
۳) ۴۵°
۴) ۶۰°

۲۷۲) مطابق شکل زیر، پرتو I به آینه M_1 تابیده شده و پس از برخورد با آینه‌ها، در نهایت پرتو I' از آینه M_2 بازتاب می‌شود. اگر زاویه θ را به اندازه ۵ درجه کاهش دهیم، زاویه بین پرتوهای I و I' چگونه تغییر می‌کند؟



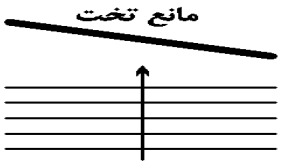
۱) ۵ درجه کاهش می‌یابد.
۲) ۱۰ درجه کاهش می‌یابد.
۳) ۱۰ درجه افزایش می‌یابد.
۴) تغییر نمی‌کند.

۲۷۳) در شکل مقابل، زاویه بازتابش از سطح آینه تخت A و تابش به سطح آینه تخت B، به‌ترتیب از راست به چپ در کدام گزینه آمده است؟



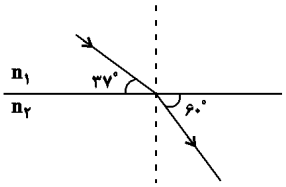
۱) ۳۰°، ۶۰°
۲) ۶۰°، ۹۰°
۳) ۶۰°، صفر
۴) ۳۰°، صفر

۲۷۴) در شکل زیر اگر موج با زاویه تابش ۳۰° بر سطح مانع تخت بتابد، زاویه بین جبهه‌های موج تابیده با جبهه‌های موج بازتابیده چند درجه می‌تواند باشد؟



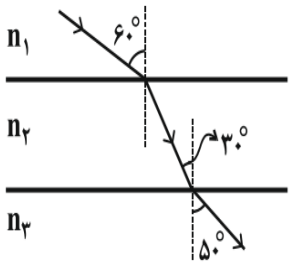
۱) ۳۰°
۲) ۶۰°
۳) ۹۰°
۴) ۴۵°

۲۷۵) در شکل زیر، پرتو نوری از محیط شفاف (۱) با ضریب شکست n_1 وارد محیط شفاف (۲) با ضریب شکست n_2 می‌شود. تندی نور در محیط اول چند درصد بیشتر از تندی نور در محیط دوم است؟ $(\cos 37^\circ = 0/8)$



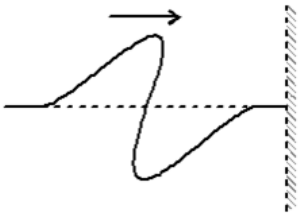
۱) ۱۶
۲) ۲۵
۳) ۴۰
۴) ۶۰

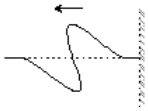
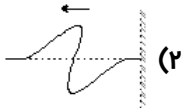
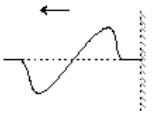
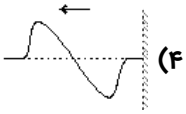
۲۷۶) در شکل زیر، سطح جدایی محیط‌های شفاف با هم موازی‌اند. اگر مسیر پرتوی نور مطابق شکل زیر باشد، کدام رابطه بین تندی نور در محیط‌ها برقرار است؟



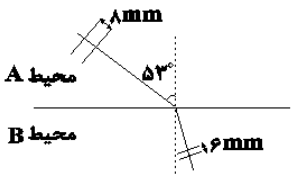
۱) $v_۱ > v_۲ > v_۳$
۲) $v_۱ > v_۳ > v_۲$
۳) $v_۲ = v_۳ > v_۱$
۴) $v_۲ > v_۳ > v_۱$

۲۷۷) در شکل زیر بازتاب تپ منتشر شده روی طناب کشیده شده از دیوار به کدام صورت است؟



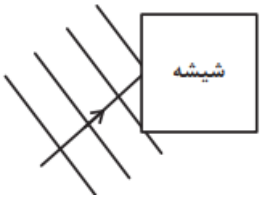
۱) 
۲) 
۳) 
۴) 

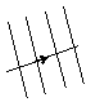
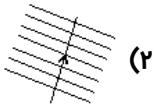
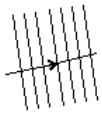
۲۷۸) مطابق شکل پرتو نوری از محیط A وارد محیط B می‌شود. اگر فاصله دو جبهه موج مجاور در محیط A، $۸mm$ و فاصله دو جبهه مجاور در محیط B، $۶mm$ باشد این پرتو در محیط B چند درجه نسبت به امتداد آن در محیط A منحرف می‌شود؟ $(\sin ۵۳^\circ = ۰/۸)$



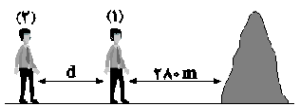
۱) ۱۵
۲) ۱۶
۳) ۲۰
۴) ۲۳

۲۷۹) در شکل زیر، جبهه‌های موج نور فرودی که از هوا وارد شیشه می‌شود، رسم شده است. کدام‌یک از گزینه‌های زیر وضعیت جبهه‌های موج نور شکست یافته در شیشه را به درستی نشان می‌دهد؟



۱) 
۲) 
۳) 
۴)

۲۸۰) مطابق شکل دانش‌آموز (۱) در فاصله ۲۸۰ متر از صخره قائمی ایستاده است و در فاصله d از او دانش‌آموز (۲) قرار دارد. دانش‌آموز (۱) فریاد می‌زند و دانش‌آموز (۲) دو صدا به فاصله $۱/۷۵\,s$ می‌شنود. اگر دانش‌آموز (۱)، ۸۰ متر به صخره نزدیک شود و سپس فریاد بزند، دانش‌آموز (۲) دو صدا را به فاصله چند ثانیه می‌شنود؟



۱) ۱/۵
۲) ۱/۲۵
۳) ۱
۴) فاصله d باید مشخص باشد.

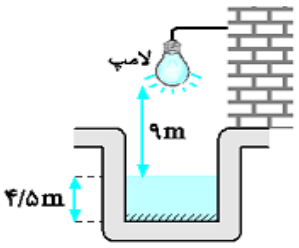
۲۸۰ فردی بین دو صخره ایستاده است و فریاد می‌زند. اگر اولین پژواک صدای خود را بعد از ۴ ثانیه دریافت کند. حداقل فاصله بین دو صخره چندمتر باشد تا او صدای حاصل از پژواک اول و دوم را مستقل از هم بشنود؟ (تندی صوت در هوا را $۳۴۰\frac{m}{s}$ درنظر بگیرید.)

۱) ۱۳۴۳ ۲) ۱۳۶۰ ۳) ۱۳۷۷ ۴) ۱۳۹۴

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

۱) ۵۰ ۲) ۲۵ ۳) ۳۵ ۴) ۴۰

۲۸۲ در شکل زیر، حداقل زمان لازم برای آن که نور لامپ پس از گذشتن از هوا و آب و بازتابش از روی آینه تخت افقی‌ای که در کف مخزن نصب شده، دوباره به لامپ برگردد، چند ثانیه است؟ (ضریب شکست آب نسبت به هوا $\frac{۴}{۳}$ و تندی انتشار نور در هوا $۳\times ۱۰^{۸} m/s$ است.)

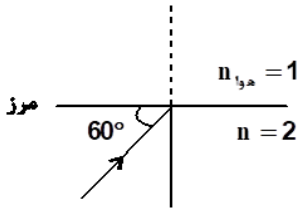


۱) ۹×۱۰^{-۸} ۲) ۵×۱۰^{-۸}
۳) ۲×۱۰^{-۸} ۴) $۱۰^{-۷}$

۲۸۳ سیمی با دو انتهای بسته به طول $۱۵۰cm$ و جرم $۱۰g$ توسط نیرویی به بزرگی $۴۸۶N$ کشیده شده است. اگر بسامد ارتعاش سیم $۴۵۰Hz$ باشد، تعداد گره‌های ایجاد شده در سیم کدام است؟

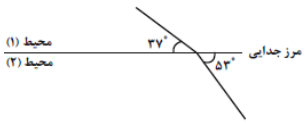
۱) ۵ ۲) ۶ ۳) ۴ ۴) ۷

۲۸۴ در شکل زیر پرتو نوری از محیط شفاف وارد هوا می‌شود. زاویه انحراف چند برابر زاویه شکست است؟



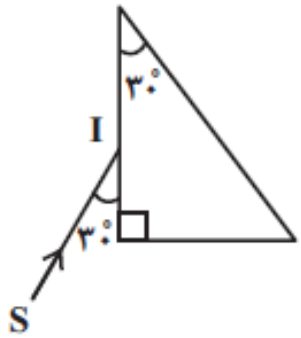
۱) $\frac{۳}{۲}$
۲) $\frac{۲}{۳}$
۳) $\frac{۴}{۳}$
۴) $\frac{۳}{۴}$

۲۸۵ شکل زیر، یکی از جبهه‌های موج را نشان می‌دهد که در حال عبور از محیط (۱) به محیط (۲) با ضریب شکست $n_۲=۲/۴$ است. در صورتی‌که فاصله دو جبهه موج متوالی در محیط (۱)، $۱۵۰nm$ نسبت به فاصله دو جبهه موج متوالی در محیط (۲) تفاوت داشته باشد، به‌ترتیب از راست به چپ، فاصله دو جبهه موج متوالی در محیط (۲) چند نانومتر و ضریب شکست محیط (۱) کدام است؟ $(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶)$



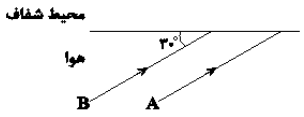
۱) ۱/۸ ، ۶۰۰
۲) ۱/۸ ، ۴۵۰
۳) ۳/۲ ، ۶۰۰
۴) ۳/۲ ، ۴۵۰

۲۸۷) در شکل زیر، پرتوی نور SI پس از ورود به منشور، در حالت عمود بر وتر از آن خارج می‌شود. تندی این پرتو در منشور چند برابر تندی آن در هوا است؟ $(n_{\text{هوا}} = ۱)$



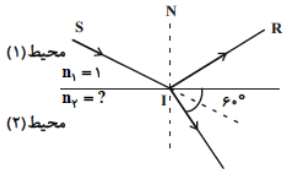
۱) $\frac{\sqrt{۳}}{۳}$
۲) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$
۳) $\sqrt{۳}$
۴) ۲

۲۸۸) دو پرتو موازی A و B از هوا وارد یک محیط شفاف می‌شوند. ضریب شکست محیط شفاف برای پرتو A برابر $\sqrt{۳}$ و برای پرتو B برابر $\frac{۵\sqrt{۳}}{۸}$ است. زاویه بین دو پرتو در نقطه‌ای که به هم می‌رسند، چند درجه است؟ $(\sin ۵۳^\circ = ۰/۸)$



۱) ۲۳
۲) ۱۶
۳) ۴۳
۴) ۳۷

۲۸۹) در شکل زیر، پرتوی SI بر سطح یک محیط شفاف تابیده است، به طوری که قسمتی از آن بازتاب پیدا کرده و قسمتی نیز شکسته و وارد محیط دوم شده است. اگر پرتوهای بازتابیده و شکست بر هم عمود باشند، زاویه انحراف و ضریب شکست محیط دوم به‌ترتیب از راست به چپ کدام است؟

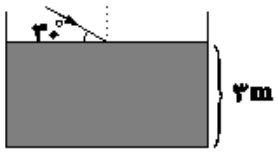


۱) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$، ۱۵°
۲) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$، ۳۰°
۳) $\sqrt{۳}$، ۱۵°
۴) $\sqrt{۳}$، ۳۰°

۲۹۰) در تاری به طول $۹۶cm$ که دو انتهای آن بسته است، موجی ایستاده تشکیل شده است. اگر فاصله بین هر شکم از گره مجاورش $۸cm$ باش.د، مجموع تعداد گره‌ها و شکم‌های تشکیل شده در تار کدام است؟

۱) ۱۱
۲) ۱۲
۳) ۱۳
۴) ۱۵

۲۹۱) مطابق شکل زیر پرتو نوری از هوا به سطح مایعی با ضریب شکست $\sqrt{۳}$ که درون استخری ریخته شده است، می‌تابد. چند نانوثانیه زمان سپری می‌شود که بعد از تابش این پرتو به سطح مایع، پرتو به کف استخر برسد؟
$(\text{ضریب شکست هوا} = ۱,\ \sin ۳۰^\circ = \frac{۱}{۲},\ c = ۳ \times ۱۰^{۸}\ \frac{m}{s})$



۱) ۲×۱۰^{-۸}
۲) $\sqrt{۳} \times ۱۰^{-۸}$
۳) ۲۰
۴) $۱۰\sqrt{۳}$

۲۹۲) در آزمایش یانگ، فاصله بین دو نوار روشن متوالی از یکدیگر برابر $۱mm$ است. اگر طول موج نور به کار رفته در آزمایش ۱/۲ برابر شود، فاصله بین دو نوار روشن و تاریک متوالی چند میلی‌متر می‌شود؟

۱) ۰/۶
۲) ۰/۵
۳) ۱/۲
۴) ۱

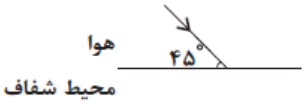
۲۹۳) کدام‌یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟

۱) ضریب شکست هر محیطی به جزء خلأ، به طول‌موج نور در آن محیط بستگی دارد.
۲) ضریب شکست شیشهٔ معمولی برای طیف مرئی با کاهش طول‌موج، افزایش می‌یابد.
۳) به پخش‌شدگی نور سفید در یک منشور به مؤلفه‌های رنگی خود، پاشندگی نور می‌گویند.
۴) با افزایش دمای هوای محیط، ضریب شکست آن افزایش می‌یابد.

۲۹۴) امروزه، طول‌موج سیگنال‌های تلویزیونی دیجیتال بسیار . . . . از طول‌موج سیگنال‌های تلویزیونی قدیمی بوده، در نتیجه ناحیه سایه برای این سیگنال‌ها . . . . است، به عبارتی رخ دادن پراش سیگنال . . . . . است.

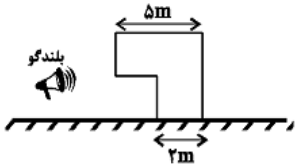
۱) کمتر، بزرگ‌تر، راحت‌تر
۲) کمتر، بزرگ‌تر، دشوارتر
۳) بیشتر، کوچک‌تر، راحت‌تر
۴) بیشتر، کوچک‌تر، دشوارتر

۲۹۵) مطابق شکل زیر پرتو نوری از هوا به سطح محیط شفافی می‌تابد، قسمتی از آن وارد محیط شفاف به ضریب شکست $\sqrt{۲}$ شده و قسمتی از آن بازتاب می‌شود. زاویه بین جبهه‌های موج وارد شده به محیط شفاف و جبهه‌های موج بازتاب شده چند درجه است؟



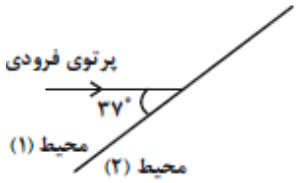
۱) ۴۵
۲) ۳۰
۳) ۹۰
۴) ۷۵

۲۹۶) در شکل زیر، بلندگو در حال تولید صوتی با طول‌موج $۸۱cm$ است. اگر اختلاف زمانی بین دو پژواکی که به بلندگو می‌رسند، $\frac{۱}{۵۴}s$ باشد، بسامد موج صوتی تولید شده چند هرتز است؟



۱) ۲۵۰
۲) ۴۰۰
۳) ۵۰۰
۴) ۵۵۰

۲۹۷) مطابق شکل زیر، پرتوی نوری از محیط شفاف (۱) وارد محیط شفاف (۲) شده و در مرز جدایی دو محیط، شکست می‌یابد. اگر در محیط دوم، طول‌موج پرتو ۲۵ درصد کاهش یابد، زاویه بین پرتوی شکست با امتداد پرتوی فرودی چند درجه است؟ $(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶)$

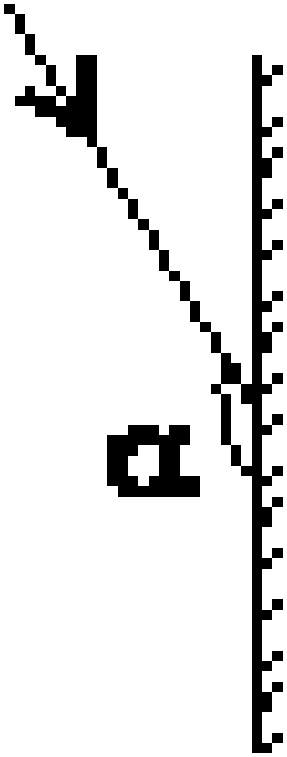


۱) ۵۳
۲) ۳۷
۳) ۱۸
۴) ۱۶

۲۹۸) شخصی بین دو صخره قائم و موازی فریاد می‌زند و پژواک صدای خود را از دو صخره با اختلاف زمانی ۲ ثانیه از هم می‌شنود. اگر فاصله شخص از صخره دورتر $۱/۷km$ باشد، فاصله بین دو صخره از هم چند متر است؟ (تندی صوت در هوا $۳۴۰\frac{m}{s}$ است.)

۱) ۳۰۶۰
۲) ۲۷۲۰
۳) ۲۳۸۰
۴) ۲۰۴۰

۲۹۹) در شکل زیر، پرتو نور تک‌رنگی به سطح آینه‌ای می‌تابد. اگر زاویه α، ۵ برابر زاویه تابش باشد، زاویه بین پرتو تابش و پرتو بازتابش چند درجه است؟



۱) ۶۷/۵
۲) ۱۲۰
۳) ۲۲/۵
۴) ۴۵

۳۰۰) چند مورد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

آ) بسامد امواج فراصوتی‌ای که وال عنبر تولید می‌کند، حدود $100MHz$ است.

ب) برای تشخیص یک جسم با استفاده از پژواک امواج فراصوتی، اندازه آن جسم باید در حدود طول موج به‌کار رفته یا کوچک‌تر از آن باشد.

پ) در رادار دوپلری از امواج الکترومغناطیسی برای مکان‌یابی پژواکی استفاده می‌شود.

ت) اگر نور مرئی با طول موج $0/5\mu m$ به سطحی بتابد که از دید میکروسکوپی از اجزای متمایز و کوچکی در حدود $10\mu m$ تشکیل شده باشد، به‌صورت آینه‌ای (منظم) از این سطح بازتاب می‌کند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

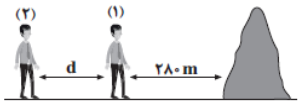
۳۰۱) صفحه حساسی به مساحت $3cm^2$ بر راستای انتشار صوت عمود است و در مدت ۵ ثانیه، $1/5\times10^{-11}J$ انرژی صوتی به صفحه می‌رسد. شدت صوت در سطح این صفحه چند میکروووات بر متر مربع است؟

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

۳۰۲) تعداد گره‌ها در یک لوله صوتی با دو انتهای باز که مُد دوم در آن تشکیل شده است چند برابر تعداد شکم‌ها در یک لوله صوتی یک انتها باز است که مُد سوم در آن تشکیل شده است؟

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

۳۰۳) مطابق شکل دانش‌آموز (۱) در فاصله ۲۸۰ متر از صخره قائمی ایستاده است و در فاصله d از او دانش‌آموز (۲) قرار دارد. دانش‌آموز (۱) فریاد می‌زند و دانش‌آموز (۲) دو صدا به فاصله $1/75\,s$ می‌شنود. اگر دانش‌آموز (۱)، ۸۰ متر به صخره نزدیک شود و سپس فریاد بزند، دانش‌آموز (۲) دو صدا را به فاصله چند ثانیه می‌شنود؟



۱) ۱/۵
۲) ۱/۲۵
۳) ۱
۴) فاصلهٔ d باید مشخص باشد.

۳۰۴) چه تعداد از جمله‌های زیر درست است؟

الف) در پدیده پراش، به ازای یک طول‌موج معین، هرچه پهنای شکاف کوچک‌تر باشد، پراش بارزتر است.

ب) پدیده پراش فقط برای امواجی رخ می‌دهد که به محیط مادی نیاز دارند.

پ) با دمیدن در صدف حلزونی، گستره وسیعی از بسامدها تولید می‌شود که اگر یکی از آن‌ها منطبق بر یکی از بسامدهای تشدید صدف شود، یک موج صوتی قوی ایجاد می‌شود.

ت) اگر آزمایش یانگ را به جای هوا در آب انجام دهیم، پهنای نوارها بیشتر می‌شود.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

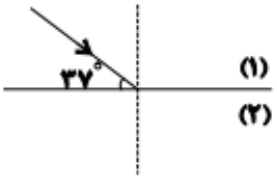
۳۰۵) پرتو نوری از هوا به سطح یک تیغه شیشه‌ای می‌تابد. قسمتی از این پرتو نور بازتاب می‌شود و قسمت دیگر آن با زاویه انحراف ۱۵ درجه وارد شیشه می‌گردد. اگر زاویه بین پرتو بازتابش و شکست ۱۰۵ درجه باشد، ضریب شکست شیشه چقدر است؟ (ضریب شکست هوا برابر ۱ است.)

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

۳۰۶) اگر آزمایش یانگ را یک بار در آب با ضریب شکست $\frac{۴}{۳}$ و بار دیگر در مایعی شفاف با ضریب شکست ۲ انجام دهیم، پهنای نوارهای تداخلی در آب چند برابر پهنای نوارهای تداخلی در مایع خواهد شد؟

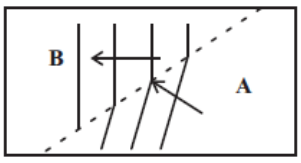
۱) $\frac{۸}{۳}$ ۲) $\frac{۳}{۸}$ ۳) $\frac{۲}{۳}$ ۴) $\frac{۳}{۲}$

۳۰۷) مطابق شکل زیر، پرتو نوری از محیط (۱) وارد محیط (۲) شده که در نتیجه تندی آن $\frac{۵}{۸}$ برابر می‌شود. این پرتو پس از ورود به محیط (۲) چند درجه نسبت به امتداد پرتو اولیه منحرف می‌شود؟ $(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶)$



۱) ۲۳
۲) ۳۰
۳) ۷
۴) ۱۶

۳۰۸) در شکل زیر، وضعیت جبهه‌های موج سطحی و متوالی را که بر سطح آب یک دریاچه ساکن در نزدیکی ساحل در حال پیشروی هستند، نشان می‌دهد. کدام‌یک از گزینه‌های زیر درست است؟

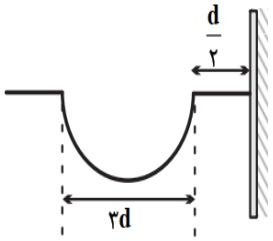


۱) عمق قسمت B کمتر و تندی انتشار در این قسمت بیشتر است.
۲) عمق قسمت B بیشتر و تندی انتشار در این قسمت کمتر است.
۳) عمق قسمت A کمتر و تندی انتشار در این قسمت کمتر است.
۴) عمق قسمت A بیشتر و تندی انتشار در این قسمت بیشتر است.

۳۰۹) زاویه تابش نوری که به سطح یک آینه تخت برخورد می‌کند، ۴۵° است. اگر آینه را ۱۵ درجه دوران دهیم و راستای تابش نور به سطح آینه (زاویه تابش) را هم ۱۵ درجه تغییر دهیم، با توجه به تمام حالات ممکن، کم‌ترین زاویه بین پرتو تابش و بازتابش $\theta_۱$ و بیش‌ترین زاویه بین پرتو تابش و بازتابش $\theta_۲$ خواهد شد. حاصل $\theta_۲ - \theta_۱$ کدام است؟

۱) ۶۰
۲) ۱۵۰
۳) ۱۲۰
۴) ۹۰

۳۱۰) شکل زیر، طرحی از یک تپ عرضی نیم‌دایره‌ای که با تندی ثابت v به سمت انتهای ثابت طنابی پیش می‌رود را نشان می‌دهد. پس از گذشت چه مدت زمان، برای یک لحظه، شکل طناب کاملاً افقی خواهد شد؟



۱) $\frac{۲d}{v}$
۲) $\frac{d}{v}$
۳) $\frac{۳d}{۲v}$
۴) $\frac{۷d}{۲v}$

۳۱۱) درباره بازتاب امواج چند مورد نادرست است؟

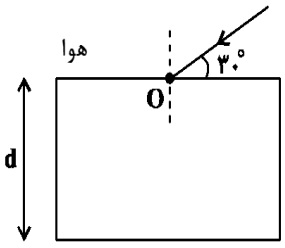
الف) اگر تأخیر زمانی بین صوت اولیه و پژواک آن کمتر از ۱ ثانیه باشد، گوش انسان نمی‌تواند پژواک را تشخیص دهد.

ب) برای تشخیص یک جسم، اندازه آن باید در محدوده طول‌موج به کار رفته یا بزرگ‌تر از آن باشد.

پ) بازتاب منظم وقتی رخ می‌دهد که ناهمواری‌های سطحی از طول‌موج نور تابیده شده بزرگ‌تر باشد.

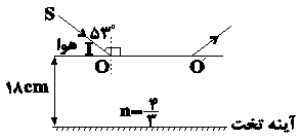
۱) صفر
۲) ۱
۳) ۲
۴) ۳

۳۱۲) تیغه متوازی‌السطوحی به ضخامت d و ضریب شکست $\sqrt{۳}$ در هوا قرار دارد و پرتوی نوری مطابق شکل زیر به آن می‌تابد. اگر نور در مدت $۵ns$ از تیغه عبور کند، d چند سانتی‌متر است؟ $(c = ۳ \times ۱۰^۸ \frac{m}{s})$



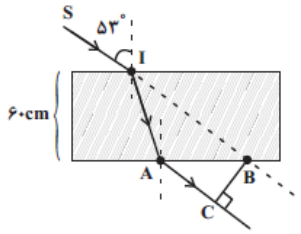
۱) ۶۰
۲) ۷۵
۳) ۴۵
۴) ۳۰

۳۱۳) پرتو نور SI مطابق شکل از هوا وارد محیط شفافی به ضخامت $۱۸cm$ و ضریب شکست $\frac{۴}{۳}$ می‌شود و پس از بازتاب از سطح آینه تختی که در کف محیط دوم قرار دارد، از نقطه O' از محیط دوم خارج می‌شود. این پرتو چند نانوثانیه پس از ورود به محیط دوم، از آن خارج می‌شود؟ $(c = ۳ \times ۱۰^۸ \frac{m}{s}$ تندی نور در هوا، $\sin ۵۳^\circ = ۰/۸)$



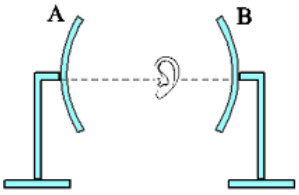
۱) ۱
۲) ۱/۵
۳) ۲
۴) ۳

۳۱۴) در شکل زیر، پرتوی SI با زاویه 53° از هوا به یک تیغه شفاف با ضریب شکست $\frac{4}{3}$ و ضخامت $60cm$ می‌تابد و در نقطه A از تیغه خارج می‌شود. اگر راستای پرتوی SI در نقطه B از تیغه شفاف خارج شود، $\overline{BC}$ چند سانتی‌متر است؟ $(\sin 53^\circ = 0/8)$



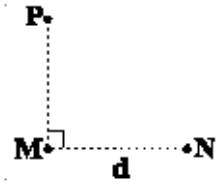
۱) ۴۵ ۲) ۲۱ ۳) ۵۵ ۴) ۳۵

۳۱۵) مطابق شکل زیر، سطح کاو A با فاصله کانونی $9m$ در فاصله ۲۸ متری سطح کاو B با فاصله کانونی $6m$ قرار دارد. وقتی شنونده در فاصله ۶ متری از سطح کاو B قرار می‌گیرد، صدای چشمه صوت را با بیشترین بلندی می‌شنود. فاصله چشمه صوت از شنونده چند متر است؟



۱) ۱۶ ۲) ۱۵
۳) ۱۳ ۴) ۱۸

۳۱۶) مطابق شکل زیر دو ایستگاه رادیویی M و N به فاصله d از یکدیگر قرار دارند و هر یک سیگنالی را گسیل می‌کنند. اگر گیرنده P که در فاصله $9km$ از ایستگاه M قرار دارد، این دو سیگنال را با اختلاف زمانی $20\mu s$ دریافت کند، آنگاه فاصله ایستگاه M از N چندکیلومتر است؟ $(c = 3 \times 10^5 \frac{km}{s})$



۱) ۱۵ ۲) ۱۲
۳) ۹ ۴) ۶

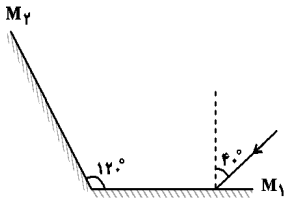
۳۱۷) میله‌ای فلزی به طول $20m$ درون آب قرار دارد. اگر به یک انتهای آن با چکش ضربه‌ای زده شود، اختلاف زمانی دو صوتی که از طریق آب و میله به انتهای میله منتقل می‌شود، چند ثانیه است؟ (تندی صوت در آب $1500\frac{m}{s}$ و تندی صوت در میله ۴ برابر تندی صوت در آب است.)

۱) ۰/۰۱ ۲) ۰/۰۲ ۳) ۰/۰۳ ۴) ۰/۰۴

۳۱۸) اگر طول‌موج نور زرد در خلأ برابر $0/5\mu m$ باشد، بسامد این نور در محیطی با ضریب شکست $n = \frac{4}{3}$ چند هرتز است؟ $(c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s})$

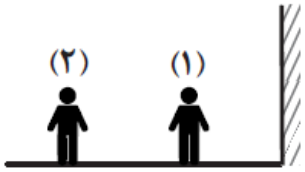
۱) 2×10^{14} ۲) $24/5 \times 10^{14}$ ۳) 6×10^{14} ۴) 8×10^{14}

۳۱۹) در شکل زیر، زاویه بازتاب نور از آینه M_2 و زاویه انحراف پرتوی نور پس از دو بار برخورد به سطح آینه‌ها نسبت به پرتوی ورودی به‌ترتیب از راست به چپ چند درجه است؟



۱) ۱۰ و ۱۲۰
۲) ۱۰ و ۸۰
۳) ۸۰ و ۱۲۰
۴) ۸۰ و ۸۰

۳۲۰) دو شخص در مجاورت مانعی تخت مطابق شکل زیر ایستاده‌اند. وقتی شخص (۱) فریاد می‌زند، شخص (۲)، دو صدا با فاصله زمانی ۲/۵ ثانیه از هم می‌شود. اگر شخص دوم ۳۰ متر بر روی خط از شخص اول دور شود، فاصله زمانی دو صدایی که می‌شنود چند ثانیه خواهد شد؟ $(v_{\text{صوت در هوا}} = ۳۳۰ \frac{m}{s})$



۱) ۱۵
۲) ۱۲/۵
۳) ۱۰
۴) ۲/۵

۳۲۱) سیمی به طول $۲m$ و جرم $۲۰g$ با نیروی کششی به بزرگی $۴۰۰N$ بین دو نقطه بسته شده است. بسامد هماهنگ چهارم نوسان‌های این سیم چند هرتز بیشتر از بسامد هماهنگ سوم نوسان‌های آن است؟

۱) ۲۵ ۲) ۱۰۰ ۳) ۵۰ ۴) ۱۲۵

۳۲۲) نور از هوا وارد محیط شفافی به ضریب شکست $n_A = \frac{۳}{۲}$ می‌شود و $۲s$ طول می‌کشد تا در آن محیط مسافت x را بپیماید. اگر نور وارد محیط شفافی به ضریب شکست n_B شود و $۳s$ طول بکشد تا مسافت $۲x$ را بپیماید، n_B و مسافتی که نور در مدت $۴s$ در هوا برحسب x طی می‌کند، به‌ترتیب از راست به چپ، کدام است؟ $(n_{\text{هوا}} = ۱)$

۱) $\frac{۹}{۴}$ ، $\frac{۳x}{۲}$ ۲) $\frac{۹}{۸}$ ، $۳x$ ۳) $\frac{۹}{۴}$ ، $۳x$ ۴) $\frac{۹}{۸}$ ، $\frac{۳x}{۲}$

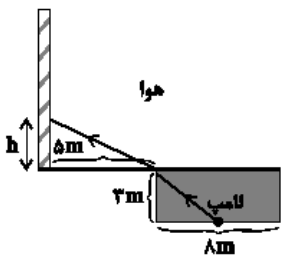
۳۲۳) در یک تار مرتعش با دو انتهای ثابت که در آن امواج ایستاده تشکیل شده است، طول‌موج هماهنگ چهارم چند برابر طول‌موج هماهنگ هفتم است؟

۱) $\frac{۴}{۷}$ ۲) $\frac{۷}{۴}$ ۳) $\frac{۷}{۱۳}$ ۴) $\frac{۱۳}{۷}$

۳۲۴) آزمایش یانگ را در آب با ضریب شکست $\frac{۴}{۳}$ انجام می‌دهیم. اگر بسامد نور مورد آزمایش را ۲۰ درصد افزایش دهیم و آزمایش را به جای آب در هوا انجام دهیم، ضخامت نوارهای تاریک یا روشن نسبت به حالت اول چند برابر می‌شود؟

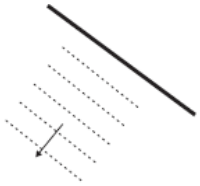
۱) $\frac{۹}{۱۰}$ ۲) $\frac{۴}{۳}$ ۳) $\frac{۱۰}{۹}$ ۴) $\frac{۳}{۴}$

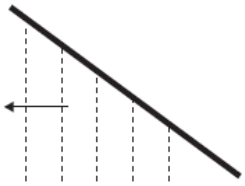
۳۲۵) مطابق شکل زیر، لامپی در وسط کف استخر پُر از مایعی قرار دارد. فاصله تقریباً چند سانتی‌متر است؟ $(n_{\text{مایع}} = ۱/۲$ و $n_{\text{هوا}} = ۱)$

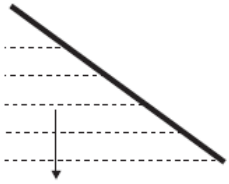


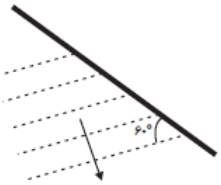
۱) ۱۴۵
۲) ۲۹
۳) ۹۶
۴) ۲۸

۳۲۶) مطابق شکل زیر، موج تختی به مانع تختی برخورد می‌کند. در کدام گزینه جبهه امواج بازتابیده از مانع به درستی رسم شده است؟

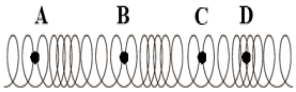
۱)


۲)


۳)


۴)


۳۲۷) شکل زیر موجی طولی را که در یک فنر در حال انتشار است، در یک لحظه نشان می‌دهد. کدام نقطه یا نقاط در این لحظه در مرکز نوسان قرار دارند؟

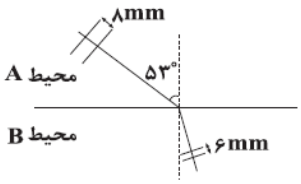


۱) B, A
۲) C
۳) D, C
۴) D, B

۳۲۸) اگر آزمایش یانگ را به جای نور تک‌فام قرمز با طول‌موج $۷۰۰nm$ با نور تک‌فام سبز با طول‌موج $۵۲۵nm$ انجام دهیم، پهنای نوارهای تاریک و روشن چند برابر می‌شود؟

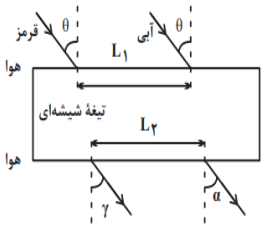
۱) $\frac{۴}{۳}$
۲) $\frac{۳}{۴}$
۳) $\frac{۷}{۵}$
۴) $\frac{۵}{۷}$

۳۲۹) مطابق شکل پرتو نوری از محیط A وارد محیط B می‌شود. اگر فاصله دو جبهه موج مجاور در محیط A، $۸mm$ و فاصله دو جبهه مجاور در محیط B، $۶mm$ باشد این پرتو در محیط B چند درجه نسبت به امتداد آن در محیط A منحرف می‌شود؟ $(\sin ۵۳^\circ = ۰/۸)$



۱) ۱۵
۲) ۱۶
۳) ۲۰
۴) ۲۳

۳۳۰) مطابق شکل زیر، دو پرتو موازی، به رنگ‌های قرمز و آبی تحت زاویه تابش θ بر سطح یک تیغه شیشه‌ای تابیده می‌شوند و در لحظه ورود فاصله نقاط تابش آن‌ها $L_۱$ می‌باشد. اگر هنگام خروج این پرتوها از تیغه، فاصله نقاط خروج $L_۲$ و زاویه‌ای که نور آبی و قرمز با خط عمود بر سطح تیغه می‌سازد، به‌ترتیب α و γ باشد، در کدام گزینه به درستی این کمیت‌ها مقایسه شده است؟



۱) $L_۱ = L_۲ \, , \, \theta = \alpha = \gamma$
۲) $L_۱ = L_۲ \, , \, \alpha > \gamma > \theta$
۳) $L_۲ < L_۱ \, , \, \theta < \gamma = \alpha$
۴) $L_۲ < L_۱ \, , \, \theta = \alpha = \gamma$

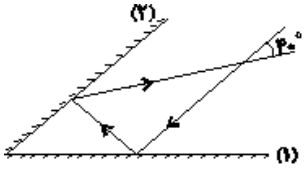
۳۳۱. پرتوی a دارای رنگ قرمز، پرتوی b دارای رنگ زرد، پرتوی c دارای رنگ آبی و پرتوی d دارای رنگ بنفش است. کدام گزینه در رابطه با پراش امواج تختی با این طول‌موج‌ها در عبور از یک روزنه در شرایط یکسان صحیح است؟ (ابعاد روزنه در حدود طول‌موج این پرتوها است.)

۱) پراش موج a کمتر از موج d و بیشتر از موج b است.
۲) پراش موج c کمتر از موج b و کمتر از موج d است.
۳) پراش موج a بیشتر از موج b و پراش موج d بیشتر از موج c است.
۴) پراش موج b بیشتر از موج c و پراش موج a بیشتر از موج b است.

۳۳۲. نور با شدت معینی به سه شکاف با پهناهای $d_1 < d_2 < d_3$ می‌تابد. اگر ابعاد شکاف‌ها در حدود طول‌موج نور فرودی باشد، پدیده پراش مربوط به کدام شکاف به‌صورت بارزتری قابل مشاهده است؟

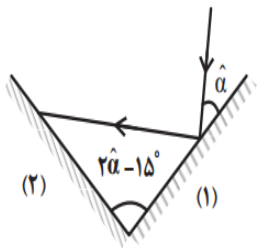
۱) d_1
۲) d_2
۳) d_3
۴) هر سه به یک کیفیت رؤیت می‌شوند.

۳۳۳. پرتو نوری به آینه (۱) می‌تابد و زاویه آن با پرتو بازتاب از آینه (۲) برابر با 40° است. اگر زاویه پرتو نور تابیده شده به آینه (۱) با سطح آینه ۶۰ درجه باشد، آینه (۲) را چند درجه بچرخانیم تا امتداد پرتو بازتاب از آینه (۲) موازی با سطح آینه (۱) باشد؟



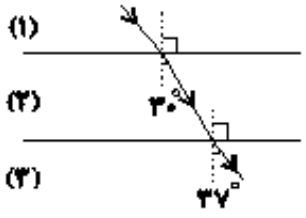
۱) ۳۰
۲) ۴۰
۳) ۲۰
۴) ۱۰

۳۳۴. در شکل زیر زاویه بین پرتوی تابیده و بازتابیده در آینه تخت (۱)، سه برابر زاویه بازتابش در آینه تخت (۲) است. α چند درجه است؟



۱) ۳۰
۲) ۳۷/۵
۳) ۴۵
۴) ۵۰

۳۳۵. پرتو نوری مطابق شکل از محیط شفاف (۱) وارد محیط‌های شفاف دیگر می‌شود. اگر تندی نور در محیط (۱) ۶۰ درصد بیش‌تر از تندی نور در محیط (۲) باشد، نسبت ضریب شکست محیط (۱) به ضریب شکست محیط (۳) کدام است؟ ($\sin 37^\circ = 0/6$ و سطح جدایی محیط‌های شفاف موازی یکدیگر است.)



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

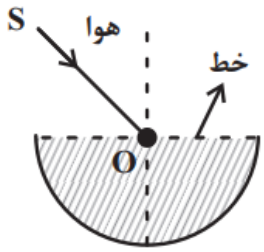
۳۳۶. دو دستگاه صداهایی با ترازهای شدت صوت $\beta_1 = 28dB$ و $\beta_2 = 92dB$ ایجاد می‌کنند. اگر شدت صوت مربوط به این دو تراز در SI به‌ترتیب I_1 و I_2 باشد، نسبت $\frac{I_2}{I_1}$ کدام است؟ ($\log 2 = 0/3$)

۱) $1/6 \times 10^5$
۲) $2/56 \times 10^6$
۳) $1/44 \times 10^5$
۴) 5×10^5

۳۳۷) جرم سیم پیانویی به طول ۸/۰ متر برابر با $6g$ و نیروی کشش آن $432N$ است. بسامد هماهنگ سوم آن چند هرتز است؟

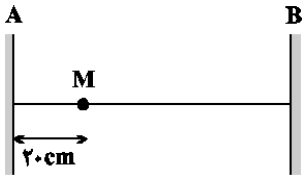
۱) ۱۵۰ ۲) ۴۵۰ ۳) ۶۰۰ ۴) ۳۰۰

۳۳۸) در شکل زیر پرتوی SO با زاویه تابش 53° به نقطه O (مرکز نیم‌کره) وارد می‌شود و با 16° انحراف نسبت به راستای اولیه از طرف دیگر نیم‌کره به محیط اولیه وارد می‌شود. ضریب شکست نیم‌کره کدام است؟ $(\sin 53^\circ = 0/8)$



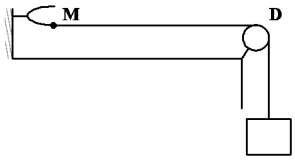
۱) $\frac{4}{3}$ ۲) $\frac{5}{4}$
۳) ۲ ۴) $\frac{5}{3}$

۳۳۹) در شکل زیر، سیمی به طول $80cm$ بین دو نقطه A و B محکم بسته شده است. اگر تندی انتشار موج عرضی در سیم برابر $20m/s$ باشد، کم‌ترین بسامد نوسان‌های سیم چند هرتز باشد تا در نقطه M شکم تشکیل شود؟



۱) ۵۰
۲) ۲۵
۳) ۱۰۰
۴) ۱۵۰

۳۴۰) مطابق شکل زیر، جرم وزنه برابر با $10kg$ و در تار افقی به طول یک متر، موجی ساکن با ۴ گره ایجاد شده است. اگر بسامد نوسان‌ها $300Hz$ باشد، جرم سیم MD چند گرم است؟ $(g = 10\frac{N}{kg})$



۱) ۲۵
۲) ۵۰
۳) ۲/۵
۴) ۵

۳۴۱) از نظر درستی یا نادرستی، عبارت «چگالی هوا با افزایش دما کاهش می‌یابد که این سبب افزایش ضریب شکست هوا می‌شود» با چه تعداد از عبارت‌های زیر مشابه است؟

الف) تندی امواج روی سطح آب های کم عمق به عمق آب بستگی دارد.

ب) علت شکست نور در اثر عبور از یک محیط به محیط دیگر، تغییر تندی نور است.

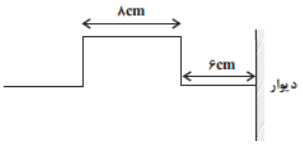
پ) پدیده سراب را می‌توان دید اما نمی‌توان از آن عکس گرفت.

ت) عموماً ضریب شکست یک محیط معین برای طول‌موج‌های کوتاه‌تر، کمتر است.

ث) هنگامی‌که نور تک‌رنگی از آب وارد هوا می‌شود، تندی آن افزایش و بسامد آن ثابت می‌ماند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

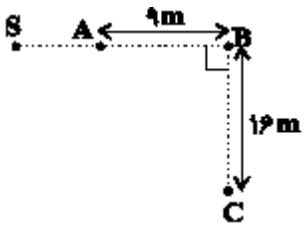
۳۴۲) شکل زیر، یک تپ پیش‌رونده عرضی در طناب را نشان می‌دهد که با تندی ثابت $۲\frac{cm}{s}$ به سمت دیواری که انتهای طناب محکم به آن بسته شده است، پیش می‌رود. چند ثانیه پس از لحظه نشان داده شده، طناب به حالت افقی درمی‌آید؟



۱) ۵
۲) ۶
۳) ۷
۴) ۸

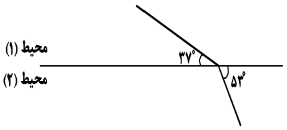
۳۴۳) مطابق شکل زیر، یک چشمه صوتی در نقطه S قرار دارد. اگر اختلاف تراز شدت صوت در نقاط A و B، برابر با $۱۲dB$ و توان چشمه صوت $۱۲۰W$ باشد،تراز شدت صوت در نقطه C چند دسی‌بل است؟

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



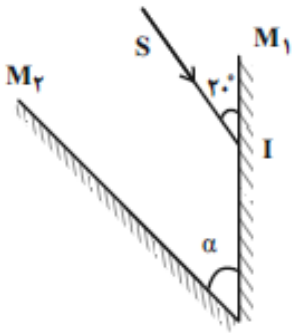
۱) ۱۰۸
۲) ۱۰۴
۳) ۱۰۶
۴) ۱۱۰

۳۴۴) شکل زیر، یکی از جبهه‌های موجی را نشان می‌دهد که در حال عبور از محیط (۱) به محیط (۲) با ضریب شکست $n_۲ = ۲/۴$ است. اگر فاصله دو جبهه موج متوالی در محیط (۱)، $۱۵۰nm$ نسبت به فاصله دو جبهه موج متوالی در محیط (۲) تفاوت داشته باشد، به‌ترتیب فاصله دو جبهه موج متوالی در محیط (۲) چند نانومتر و ضریب شکست محیط (۱) کدام است؟ $(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶)$



۱) ۶۰۰ ، ۱/۸
۲) ۴۵۰ ، ۱/۸
۳) ۶۰۰ ، ۳/۲
۴) ۴۵۰ ، ۳/۲

۳۴۵) در شکل زیر، اگر پرتوی SI پس از ۵ برخورد متوالی با آینه‌های $M_۱$ و $M_۲$، با بازتاب بر روی خودش از مجموعه این دو آینه، خارج شود، زاویه α چند درجه است؟



۱) ۴۰
۲) ۲۰
۳) ۳۵
۴) ۳۰

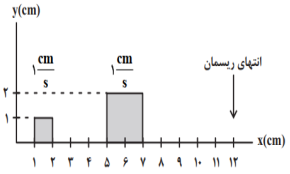
۳۴۶) دو سیم هم‌جنس و هم‌طول A و B را بین دو نقطه بسته و با نیروی یکسان می‌کشیم. اگر بسامد هماهنگ دوم سیم B با بسامد هماهنگ سوم سیم A برابر باشد، نسبت سطح مقطع سیم B به سطح مقطع سیم A کدام است؟

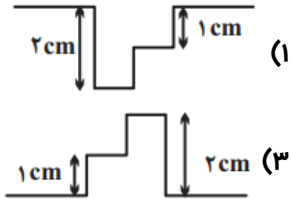
۱) $\frac{۲}{۳}$
۲) $\frac{۳}{۴}$
۳) $\frac{۴}{۹}$
۴) $\frac{۹}{۴}$

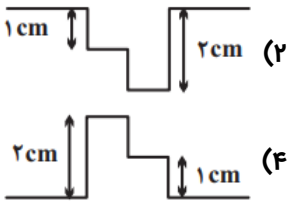
۳۴۷) در آزمایش یانگ با نور آبی، فاصله دو نوار روشن متوالی برابر با $۶mm$ است. اگر این آزمایش را در همان شرایط با نور نارنجی انجام دهیم، پهنای هر نوار روشن چند میلی‌متر می‌شود؟ $(\lambda_{\text{نارنجی}} = ۱/۵\lambda_{\text{آبی}})$

۱) ۴
۲) ۴/۵
۳) ۶
۴) ۹

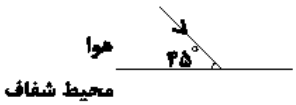
۳۴۸) دو تپ ایجاد شده در یک ریسمان به سمت یک انتهای ثابت با تندی ثابت حرکت می‌کنند. اگر وضعیت آن‌ها در لحظه $t = ۰$ مطابق با شکل زیر باشد، کدام گزینه طرح تداخلی ایجاد شده، در ریسمان در لحظه $t = ۸s$ را به درستی نشان می‌دهد؟



۱) 

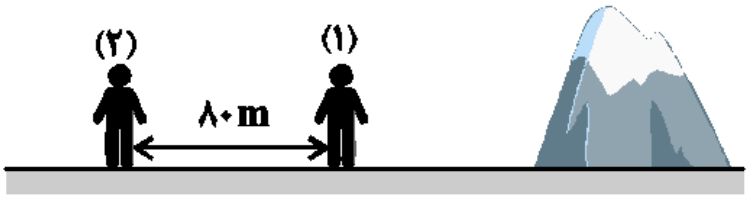
۲) 

۳۴۹) مطابق شکل زیر پرتو نوری از هوا به سطح محیط شفافی می‌تابد، قسمتی از آن وارد محیط شفاف به ضریب شکست $\sqrt{۲}$ شده و قسمتی از آن بازتاب می‌شود. زاویه بین جبهه‌های موج وارد شده به محیط شفاف با پرتو نور بازتاب شده چند درجه است؟



۱) ۱۵°
۲) ۳۰°
۳) ۱۰۵°
۴) ۷۵°

۳۵۰) در شکل زیر، دو دانش‌آموز مقابل صخره‌ای ایستاده‌اند. دانش‌آموز (۱) فریاد می‌زند و دانش‌آموز (۲) دو صدا به فاصله $۰/۵s$ از هم می‌شنود. کدام‌یک از کارهای زیر را انجام دهیم تا پس از فریاد زدن دانش‌آموز (۱)، دانش‌آموز (۲) دو صدا را به فاصله $۰/۷۵s$ از هم بشنود؟ $(v_{صوت} = ۳۴۰m/s)$



۱) دانش‌آموز (۱) به اندازهٔ ۴۲/۵ متر به صخره نزدیک شود.
۲) دانش‌آموز (۲) به اندازهٔ ۴۲/۵ متر به صخره نزدیک شود.
۳) دانش‌آموز (۱) به اندازهٔ ۴۲/۵ متر از صخره دور شود.
۴) دانش‌آموز (۲) به اندازهٔ ۴۲/۵ متر از صخره دور شود.

۳۵۱) در طول تاری با دو انتهای بسته، موج ایستاده تشکیل شده است. اگر طول‌موج امواج ایستاده تشکیل شده در این تار برابر با $۲۴cm$ باشد، طول این تار ممکن است چند سانتی‌متر باشد؟

۱) ۱۳۸
۲) ۶۹
۳) ۳۶
۴) ۱۸

۳۵۲) چه تعداد از عبارت‌های زیر صحیح است؟

الف) تندی امواج روی سطح آب موجود در تشت موج به عمق آب بستگی دارد.

ب) با افزایش دما، ضریب شکست هوا کاهش می‌یابد.

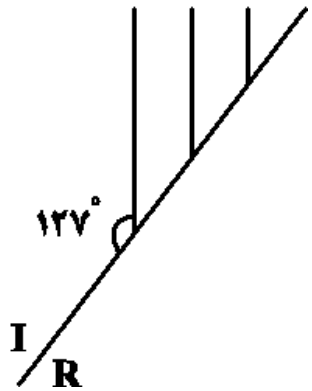
پ) در پاشندگی نور سفید، نور قرمز کم‌ترین و نور بنفش بیش‌ترین میزان انحراف را دارند.

ت) هر چه نسبت طول‌موج به پهنای شکاف بیشتر باشد، پراش بارزتری مشاهده می‌شود.

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

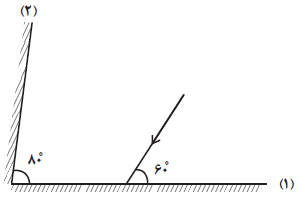
۳۵۳- در شکل زیر، جبهه‌های فرودی، در مرز آب عمیق و کم عمق در یک تشت نشان داده شده است. اگر زاویه شکست در محیط R، برابر 45° باشد، کدام ناحیه عمیق‌تر است و نسبت طول موج در دو محیط $\left(\frac{\lambda_I}{\lambda_R}\right)$ کدام است؟

$(\sin 37^\circ = 0/6)$



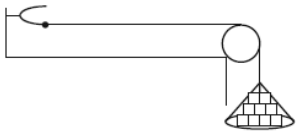
۱) $0/6\sqrt{2}$ – R
۲) $0/6\sqrt{2}$ – I
۳) $0/8\sqrt{2}$ – R
۴) $0/8\sqrt{2}$ – I

۳۵۴- در شکل زیر، زاویه تابش پرتو به آینه تخت (۱) را چند درجه تغییر دهیم تا پرتوی بازتابیده شده از آینه تخت (۲) با این پرتو موازی شود؟



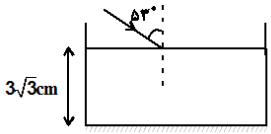
۱) ۵
۲) ۱۰
۳) ۴۰
۴) این وضعیت هیچ‌گاه رخ نمی‌دهد.

۳۵۵- در شکل زیر، ۹ وزنه ۵۰ گرمی در کفه متصل به طناب قرار گرفته‌اند و روی طناب، موج ایستاده‌ای با ۳ گره تشکیل شده است. چند وزنه باید از روی کفه برداریم تا موج ایستاده‌ای با ۳ شکم روی طناب تشکیل شود؟ (بسامد دیاپازون ثابت است.)



۱) ۳
۲) ۵
۳) ۶
۴) ۴

۳۵۶- در شکل زیر پرتو نوری، در نقطه O به سطح یک مایع با ضریب شکست $n = 1/6$ که داخل ظرفی قراردارد، می‌تابد. در ته ظرف، یک آینه تخت قراردارد و پرتو پس از بازتاب از آن، از سطح مایع خارج می‌شود. مدت زمانی که پرتو داخل مایع است، چند نانوثانیه می‌باشد. $(c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}, \sin 53^\circ = 0/8)$

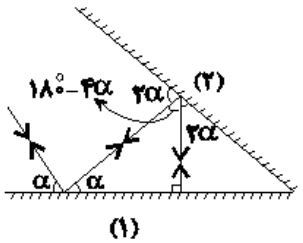


۱) ۰/۲
۲) ۰/۳۲
۳) ۰/۴
۴) ۰/۶۴

سوال ۲۷۱ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

با توجه به این‌که پرتو پس از برخورد به آینه (۱)، به روی خودش بازتاب شده است، زاویه آن با آینه ۹۰° بوده است.



برای زوایای داخلی مثلث ایجاد شده داریم:

$$۹۰ + \alpha + (۱۸۰ - ۴\alpha) = ۱۸۰ \Rightarrow \alpha = ۳۰^\circ$$

سوال ۲۷۲ گزینه درست: ۴

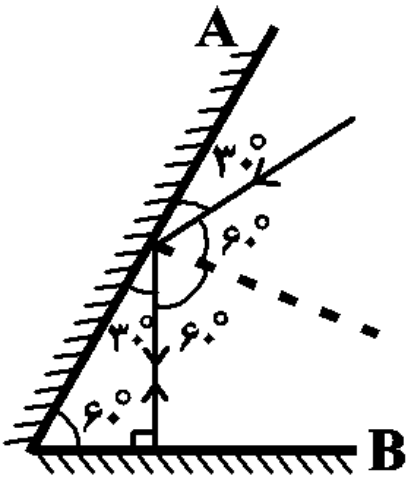
گزینه «۴»

چون آینه‌های $M_۱$ و $M_۲$ بر یکدیگر عمودند، پرتو I با هر زاویه‌ای به آینه $M_۱$ بتابد، پرتو I' موازی با پرتو I از روی آینه $M_۲$ بازتاب می‌کند، در نتیجه زاویه بین این دو پرتو همواره ۱۸۰ درجه می‌باشد. بنابراین با تغییر زاویه θ، زاویه بین پرتوهای I و I' تغییر نمی‌کند.

سوال ۲۷۳ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

طبق قانون بازتاب عمومی، زاویه تابش و بازتابش برای همهٔ انواع موج‌ها و از هر سطحی همواره برابرند. بنابراین مطابق شکل زیر داریم:



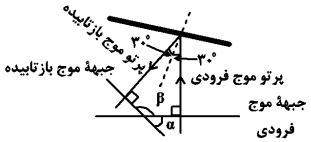
زاویه بازتابش از سطح آینه تخت A : $\theta_r = ۶۰^\circ$

زاویه تابش به سطح آینه تخت B : $\theta_i = ۰$

سوال ۲۷۴ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

با توجه به قانون بازتاب عمومی (برابری زاویهٔ تابش و بازتابش) و این‌که پرتو موج همواره بر جبهه‌های موج عمود است، طبق شکل زیر داریم:



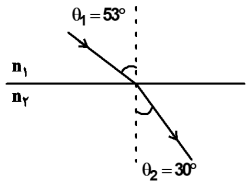
$$\beta + ۲ \times ۳۰^\circ + ۹۰^\circ + ۹۰^\circ = ۳۶۰^\circ$$
$$\beta = ۱۲۰^\circ \Rightarrow \alpha = ۱۸۰^\circ - ۱۲۰^\circ = ۶۰^\circ$$

همان‌طور که مشخص است زاویه بین جبهه‌های موج تابیده و بازتابیده برابر ۶۰° است.

سوال ۲۷۵ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

ابتدا زاویهٔ تابش و شکست را تعیین می‌کنیم و سپس از قانون عمومی شکست استفاده می‌کنیم. داریم:



$$\frac{v_۱}{v_۲} = \frac{\sin\theta_۱}{\sin\theta_۲} \Rightarrow \frac{v_۱}{v_۲} = \frac{\sin ۵۳^\circ}{\sin ۳۰^\circ} \Rightarrow \frac{v_۱}{v_۲} = \frac{۸}{۵} = ۱/۶$$

$$\left(\frac{v_۱}{v_۲} - ۱\right) \times ۱۰۰ = ۶۰\ \%$$

سوال ۲۷۶ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

می‌دانیم هرگاه پرتو نوری به‌طور مایل از محیطی که تندی نور در آن بیشتر است وارد محیطی شود که تندی نور در آن کمتر است، پرتو شکست به خط عمود نزدیک‌شده و زاویهٔ شکست کوچکتر از زاویهٔ تابش می‌شود. توجه کنید عکس بیان فوق نیز صحیح است.

مطابق شکل داریم:

در مرز جدایی (۱) و (۲): $(\theta_۱ = ۶۰^\circ) > (\theta_۲ = ۳۰^\circ) \Rightarrow v_۱ > v_۲$

در مرز جدایی (۲) و (۳): $(\theta'_۲ = ۳۰^\circ) < (\theta'_۳ = ۵۰^\circ) \Rightarrow v_۲ < v_۳$

در مرز فرضی جدایی (۱) و (۳): $(\theta''_۱ = ۶۰^\circ) > (\theta''_۳ = ۵۰^\circ) \Rightarrow v_۱ > v_۳$

با مقایسهٔ سه رابطهٔ بالا داریم:

$$v_۱ > v_۳ > v_۲$$

سوال ۲۷۷ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

وقتی تپی که در یک طناب افقی کشیده شده در حال انتشار است از انتهای بسته بازتاب می‌کند، آن قسمت از تپ که در جلو قرار دارد، همچنان در بازتاب نیز در جلو خواهد بود و فقط نسب به راستای افقی، تپ معکوس می‌شود. با این توضیحات، شکل گزینهٔ (۲) صحیح است.

سوال ۲۷۸ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

با به‌کارگیری قانون اسنل با توجه به این‌که فاصله هر دو جبهه موج متوالی همان طول موج است می‌توان نوشت:

$\lambda_A = ۸\,mm \;\;,\;\; \lambda_B = ۶\,mm$

$\frac{\sin\theta_۱}{\sin\theta_۲} = \frac{n_B}{n_A}$

اما چون ضریب شکست محیط‌ها با طول موج پرتو در این محیط‌ها رابطه عکس دارد می‌توان نوشت:

$\frac{\sin\theta_۱}{\sin\theta_۲} = \frac{\lambda_A}{\lambda_B} \Rightarrow \frac{\sin ۵۳^\circ}{\sin\theta_۲} = \frac{۸}{۶} \Rightarrow \frac{۸}{۱۰\sin\theta_۲} = \frac{۸}{۶}$

$\sin\theta_۲ = ۰/۶ \Rightarrow \theta_۲ = ۳۷^\circ \;,\; D = \theta_۱ - \theta_۲ = ۵۳^\circ - ۳۷^\circ = ۱۶^\circ$

سوال ۲۷۹ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

۱) می‌دانیم پرتوی موج در محیطی با ضریب شکست بیشتر، به خط عمود نزدیک‌تر می‌شود. (گزینه‌های «۲» و «۴» نادرست‌اند.)

۲) طول‌موج در ورود به محیط با ضریب شکست بیشتر، کاهش می‌یابد $(\lambda \propto \frac{۱}{n})$، یعنی فاصلهٔ بین جبهه‌های موج باید کاهش یابد. (گزینهٔ «۱» نادرست است.)

سوال ۲۸۰ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

در واقع دانش‌آموز (۲) در لحظهٔ $t_۱$ صدای دانش‌آموز (۱) و در لحظهٔ $t_۲$، پژواک صدا را از صخره می‌شنود. با توجه به رابطه تندی متوسط داریم:

$$\begin{matrix} t_۱ = \frac{d}{v} \\ t_۲ = \frac{d+۲(۲۸۰)}{v} \end{matrix} \quad \Rightarrow \Delta t = t_۲ - t_۱ = \frac{۲(۲۸۰)}{v}$$

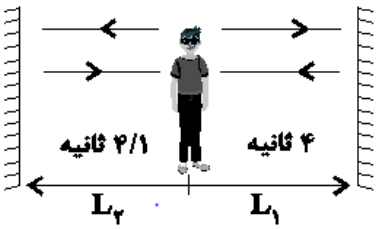
که در آن v تندی صوت در هوا است.

با توجه به روند کلی حل مسأله مشخص است که فاصله دو دانش‌آموز از هم تأثیری در فاصله زمانی شنیدن دو صدا ندارد. پس داریم:

$\frac{\Delta t}{\Delta t'} = \frac{۲(۲۸۰)}{۲(۲۰۰)} \xrightarrow{\Delta t = ۱/۷۵\,s} \Delta t' = ۱/۲۵ s$

سوال ۲۸۱ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»



ما می‌دانیم به شرطی پژواک اول و پژواک دوم به‌صورت مستقل شنیده می‌شود که اختلاف زمانی رسیدن آن‌ها به شنونده حداقل $۰/۱S$ باشد.

$$\Delta x = v\Delta t$$

$$۲L_۱ = ۳۴۰ \times ۴ \Rightarrow L_۱ = ۶۸۰m$$
$$۲L_۲ = ۳۴۰ \times ۴/۱ \Rightarrow L_۲ = ۶۹۷m$$

$$\xrightarrow[\text{دو صخره}]{\text{حداقل فاصله بین}} L_۱ + L_۲ = ۶۸۰ + ۶۹۷ = ۱۳۷۷m$$

سوال ۲۸۲ گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

فاصله بین دو ستیغ متوالی برابر یک طول موج است. در حالت اول $\lambda_۱ = ۶۰\,cm$ و $T_۱ = ۱s$ است. در حالت دوم چون دوره تناوب ثابت است و $v_۲ = \frac{۵}{۶}v_۱$ می‌باشد. به‌کمک رابطه $\lambda = vT$ داریم:

$$v_۲ = \frac{۵}{۶}v_۱ \xrightarrow{v=\frac{\lambda}{T}} \frac{\lambda_۲}{T} = \frac{۵}{۶} \times \frac{\lambda_۱}{T}$$

$$\xrightarrow{\lambda_۱ = ۶۰cm} \lambda_۲ = \frac{۵}{۶} \times ۶۰ = ۵۰\,cm$$

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

سوال ۲۸۳ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

اگر مدت زمان حرکت نور در هوا را $\Delta t_۱$ و مدت زمان حرکت نور در آب را $\Delta t_۲$ بنامیم، مدت زمانی که طول می‌کشد تا نور از لامپ به آینه تخت برسد و مجدداً برگردد، $۲(\Delta t_۱ + \Delta t_۲)$ است. از آن‌جایی که تندی حرکت نور (v) ثابت است، با استفاده از رابطه حرکت یکنواخت روی خط راست $(\Delta x = v\,\Delta t)$، داریم:

$$\Delta t_{\text{کل}} = ۲(\Delta t_۱ + \Delta t_۲) \xrightarrow{\Delta x = v\Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta x}{v}}$$

$$\Delta t_{\text{کل}} = ۲\left(\frac{\Delta x_۱}{v_۱} + \frac{\Delta x_۲}{v_۲}\right) \qquad (۱)$$

از سوی دیگر، با استفاده از رابطه مقایسه‌ای ضریب شکست، داریم:

$$n = \frac{c}{v} \xrightarrow[\text{رابطهٔ مقایسه ای}]{c \text{ ثابت}} \frac{n_۱}{n_۲} = \frac{v_۲}{v_۱} \Rightarrow v_۲ = \frac{n_۱}{n_۲} v_۱ \quad (۲)$$

اکنون با قرار دادن رابطه (۲) در رابطه (۱) و جای‌گذاری مقادیر عددی داده شده در صورت سؤال، می‌توان نوشت:

$$\Delta t_{\text{کل}} = ۲\left(\frac{\Delta x_۱}{v_۱} + \frac{\Delta x_۲}{v_۲}\right) \xrightarrow{(۲)}$$

$$\Delta t_{\text{کل}} = ۲\left(\frac{\Delta x_۱}{v_۱} + \frac{\Delta x_۲}{\frac{n_۱}{n_۲} v_۱}\right)$$

$$\Rightarrow \Delta t_{\text{کل}} = \frac{۲}{v_۱}(\Delta x_۱ + \frac{n_۲}{n_۱}\Delta x_۲) \xrightarrow[v_۱ = ۳\times ۱۰^{۸} m/s\ ,\ n_۱ = ۱\ ,\ n_۲ = \frac{۴}{۳}]{\Delta x_۱ = ۹\,m\ ,\ \Delta x_۲ = ۴/۵\,m}$$

$$\Delta t_{\text{کل}} = \frac{۲}{۳\times ۱۰^{۸}}(۹ + \frac{\frac{۴}{۳}}{۱} \times ۴/۵) \Rightarrow \Delta t = ۱۰^{-۷} s$$

سوال ۲۸۴ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

ابتدا به کمک رابطه $v = \sqrt{\frac{F.L}{m}}$ تندی موج ایجاد شده در تار سیم را محاسبه می‌کنیم. داریم:

$$v = \sqrt{\frac{F.L}{m}} = \sqrt{\frac{۴۸۶ \times ۱/۵}{۱۰ \times ۱۰^{-۳}}} = \sqrt{۷۲۹۰۰} = ۲۷۰ \frac{m}{s}$$

بسامد موج ایجاد شده در سیم از رابطه $f_n = \frac{nv}{۲L}$ به‌دست می‌آید که در آن n تعداد شکم‌های ایجاد شده در سیم می‌باشد. داریم:

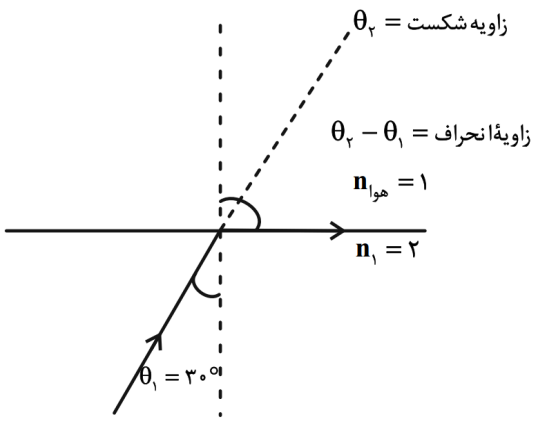
$$f_n = \frac{nv}{۲L} \Rightarrow ۴۵۰ = \frac{n \times ۲۷۰}{۲ \times ۱/۵} \Rightarrow n = ۵$$

بنابراین تعداد گره‌ها برابر است با:

$$n + ۱ = ۶$$

سوال ۲۸۵ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»



با توجه به شکل مسئله و طبق رابطهٔ اسنل داریم:

$$n_۱ \sin\theta_۱ = n_۲ \sin\theta_۲ \Rightarrow ۲ \sin ۳۰^\circ = ۱ \times \sin\theta_۲$$

$$\Rightarrow ۲ \times \frac{۱}{۲} = \sin\theta_۲ \Rightarrow \theta_۲ = ۹۰^\circ$$

$$\theta_{\text{انحراف}} = ۹۰^\circ - ۳۰^\circ = ۶۰^\circ$$

$$\frac{\theta_{\text{انحراف}}}{\theta_{\text{شکست}}} = \frac{۶۰^\circ}{۹۰^\circ} = \frac{۲}{۳}$$

سوال ۲۸۶ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

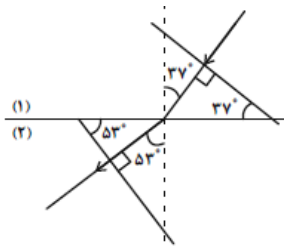
چون در عبور موج از محیط (۱) به محیط (۲)، زاویهٔ شکست بزرگتر از زاویهٔ تابش است، بنابراین موج از محیط غلیظ به محیط رقیق رفته است و در نتیجه تندی و طول‌موج آن افزایش یافته است.

پرتوی موج بر جبهه‌های موج عمود است. با رسم پرتو در دو محیط و با به کارگیری قانون عمومی شکست داریم:

$$\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱} = \frac{v_۲}{v_۱} \xrightarrow{v=\lambda f} \frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱} = \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱}$$

$$\Rightarrow \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{\sin ۵۳^\circ}{\sin ۳۷^\circ} \Rightarrow \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{۴}{۳} \xrightarrow{\lambda_۲ - \lambda_۱ = ۱۵۰nm} \lambda_۲ = ۶۰۰nm$$

حال به کمک قانون شکست اسنل داریم:

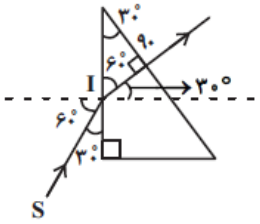


$$\frac{n_۱}{n_۲} = \frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱} \Rightarrow \frac{n_۱}{۲/۴} = \frac{۰/۸}{۰/۶} \Rightarrow n_۱ = ۳/۲$$

سوال ۲۸۷ گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

با رسم پرتوی شکست داریم:



$\hat{i} = ۶۰^\circ$

$\hat{r} = ۳۰^\circ$

$$n = \frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}} = \frac{\frac{\sqrt{۳}}{۲}}{\frac{۱}{۲}} = \sqrt{۳}$$

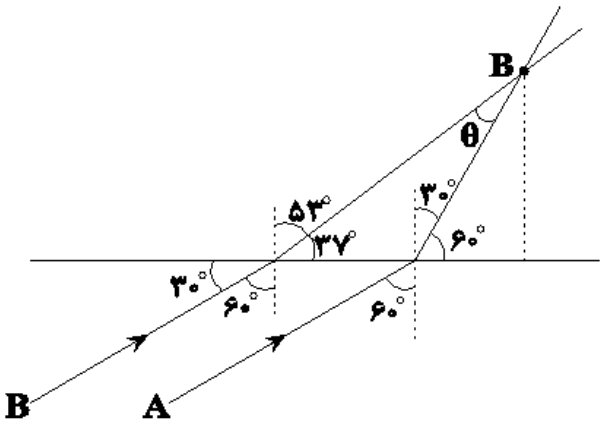
به کمک n در رابطه $v = \frac{c}{n}$ می‌توان نوشت:

$$\frac{v_{\text{منشور}}}{v_{\text{هوا}}} = \frac{n_{\text{هوا}}}{n_{\text{منشور}}} \Rightarrow \frac{v_{\text{منشور}}}{v_{\text{هوا}}} = \frac{۱}{\sqrt{۳}} = \frac{\sqrt{۳}}{۳}$$

سوال ۲۸۸ گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

با نوشتن قانون شکست اسنل زاویه شکست دو پرتو را به‌دست می‌آوریم:



$$n_۱ \sin \hat{i} = n_۲ \sin \hat{r} \begin{cases} A\text{پرتو} : \sin ۶۰^\circ = \sqrt{۳} \times \sin \hat{r}_A \\ \Rightarrow \sin \hat{r}_A = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \hat{r}_A = ۳۰^\circ \\ B\text{پرتو} : \sin ۶۰^\circ = \frac{۵\sqrt{۳}}{۸} \times \sin \hat{r}_B \\ \Rightarrow \sin \hat{r}_B = ۰/۸ \Rightarrow \hat{r}_B = ۵۳^\circ \end{cases}$$

$$\theta = ۱۸۰ - (۳۷ + ۹۰ + ۳۰) = ۲۳^\circ$$

سوال ۲۸۹ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

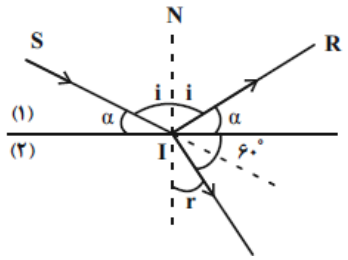
مطابق شکل زیر، زاویهٔ شکست پرتوی SI برابر با ۳۰° است، بنابراین:

$$۶۰^\circ + r = ۹۰^\circ \Rightarrow r = ۳۰^\circ$$

از طرفی زاویهٔ پرتوی بازتابش با مرز جدایی دو محیط برابر با ۳۰° است.

$$\alpha + ۶۰^\circ = ۹۰^\circ \Rightarrow \alpha = ۳۰^\circ$$
$$i + \alpha = ۹۰^\circ \Rightarrow i + ۳۰^\circ = ۹۰^\circ \Rightarrow i = ۶۰^\circ$$

زاویهٔ انحراف برابر است با: $D = i - r = ۶۰^\circ - ۳۰^\circ = ۳۰^\circ$



از طرفی طبق قانون شکست اسنل داریم:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_۲}{n_۱} \Rightarrow \frac{\sin ۶۰^\circ}{\sin ۳۰^\circ} = \frac{n_۲}{۱} \Rightarrow \frac{\frac{\sqrt{۳}}{۲}}{\frac{۱}{۲}} = n_۲ \Rightarrow n_۲ = \sqrt{۳}$$

سوال ۲۹۰ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

طول‌موج، چهار برابر فاصلهٔ شکم تا گرهٔ مجاورش است. بنابراین:

$$\frac{\lambda_n}{۴} = ۸ \Rightarrow \lambda_n = ۳۲cm$$

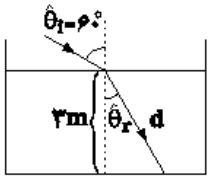
$$L = n\frac{\lambda_n}{۲} \Rightarrow ۹۶ = n \times \frac{۳۲}{۲} \Rightarrow n = ۶$$

$$\xrightarrow{\text{تعداد شکم }=۶ \quad \text{و تعداد گره }=۷} ۶ + ۷ = ۱۳$$

سوال ۲۹۱ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

با توجه به قانون اسنل، زاویه شکست پرتو را به‌دست می‌آوریم:



$$n_۱ \sin \hat{\theta}_i = n_۲ \sin \hat{\theta}_r$$

$$\Rightarrow ۱ \sin ۶۰^\circ = \sqrt{۳} \sin \hat{\theta}_r$$

$$\Rightarrow \sin \hat{\theta}_r = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \hat{\theta}_r = ۳۰^\circ$$

حال با توجه به زاویه به‌دست آمده، مسافت طی شده توسط پرتو تا رسیدن به کف استخر را محاسبه می‌کنیم:

$$\cos \hat{\theta}_r = \frac{h}{d} \xrightarrow{\hat{\theta}_r = ۳۰^\circ} \frac{\sqrt{۳}}{۲} = \frac{۳}{d} \Rightarrow d = \frac{۶}{\sqrt{۳}} m$$

$$\frac{v_۲}{v_۱} = \frac{n_۱}{n_۲} \Rightarrow \frac{v_۲}{۳\times ۱۰^۸} = \frac{۱}{\sqrt{۳}} \Rightarrow v_۲ = \frac{۳\times ۱۰^۸}{\sqrt{۳}} \frac{m}{s}$$

با توجه به معادله جابه‌جایی با تندی ثابت داریم:

$$t = \frac{d}{v} = \frac{\frac{۶}{\sqrt{۳}}}{\frac{۳\times ۱۰^۸}{\sqrt{۳}}} = ۲ \times ۱۰^{-۸} s = ۲۰ns$$

سوال ۲۹۲ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

می‌دانیم پهنای نوارهای تاریک و روشن یکسان و ثابت است. از طرف دیگر، فاصلهٔ دو نوار متوالی تاریک و روشن برابر I و فاصلهٔ دو نوار روشن متوالی و یا دو نوار تاریک متوالی برابر $۲I$ است. بنابراین داریم:

$$۲I_۱ = ۱ \Rightarrow I_۱ = ۰/۵mm$$

با توجه به این‌که پهنای نوارهای تداخلی متناسب با طول موج نور به کار رفته است، می‌توان نوشت:

$$I \propto \lambda \Rightarrow \frac{I_۲}{I_۱} = \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} \Rightarrow \frac{I_۲}{۰/۵} = ۱/۲ \Rightarrow I_۲ = ۰/۶mm$$

سوال ۲۹۳ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

با افزایش دمای هوا، چگالی آن کاهش یافته که این امر سبب کاهش ضریب شکست هوا می‌شود.

سایر گزینه‌ها، عبارت‌های صحیحی هستند.

سوال ۲۹۴ گزینه درست: ۲

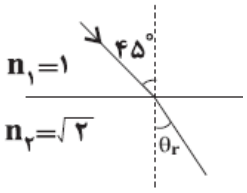
گزینهٔ «۲»

سیگنال‌های تلویزیونی دیجیتال طول‌موج کمتری نسبت به سیگنال‌های تلویزیونی قدیمی دارند پس مانع‌ها، در نتیجه ناحیهٔ سایه برای این سیگنال‌ها بزرگ‌تر هستند و رخ دادن پراش سیگنال دشوارتر است.

سوال ۲۹۵ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

با توجه به قانون اسنل داریم:

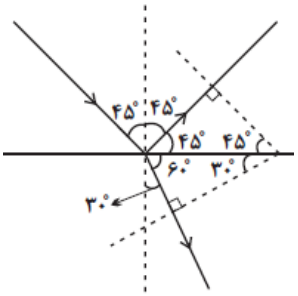


$$n_۱ \sin \hat{\theta}_i = n_۲ \sin \hat{\theta}_r$$

$$\Rightarrow ۱ \times \sin ۴۵^\circ = \sqrt{۲} \times \sin \hat{\theta}_r \Rightarrow \hat{\theta}_r = ۳۰^\circ$$

طبق قانون بازتاب عمومی، زاویهٔ تابش با زاویهٔ بازتابش برابر است. از طرفی جبهه‌های موج عمود بر پرتوی نور هستند، در نتیجه با توجه به شکل زیرداریم:

$$\alpha = ۳۰^\circ + ۴۵^\circ = ۷۵^\circ$$



سوال ۲۹۶ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

اختلاف زمانی ایجاد شده بین دو پژواک، به‌دلیل اختلاف مسافتی است که دو صوت می‌پیمایند.

$$\Delta t = \frac{۲d}{v} \Rightarrow \frac{۱}{۵۴} = \frac{۲(۳)}{v} \Rightarrow v = ۳۲۴ \frac{m}{s}$$

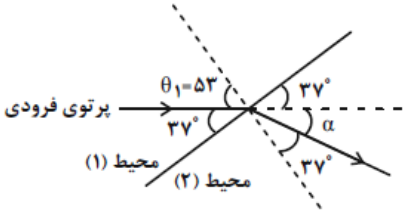
اکنون بسامد را محاسبه می‌کنیم:

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{۳۲۴}{۰/۸۱} = ۴۰۰ Hz$$

سوال ۲۹۷ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

با توجه به اینکه هنگام عبور پرتو از محیط (۱) به محیط (۲) بسامد ثابت می‌ماند، نسبت طول‌موج با نسبت تندی موج رابطهٔ مستقیم دارد و داریم:



$$(*)\ \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱}=\frac{v_۲}{v_۱}$$

از طرفی با توجه به رابطه قانون عمومی شکست داریم:

$$(**)\ \frac{v_۲}{v_۱}=\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱}$$

$$\xrightarrow{*,**}\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱}=\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱}\xrightarrow{\lambda_۲=\frac{۳}{۴}\lambda_۱}\frac{۳}{۴}=\frac{\sin\theta_۲}{\sin ۵۳^\circ}$$

$$\Rightarrow \sin\theta_۲=\frac{۳}{۴}\times ۰/۸=۰/۶\Rightarrow\theta_۲=۳۷^\circ$$

در نتیجه زاویهٔ α برابر است با:

$$\alpha=\theta_۱-\theta_۲=۵۳^\circ-۳۷^\circ=۱۶^\circ$$

سوال ۲۹۸ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

ابتدا باید ببینیم صوت در عرض چند ثانیه مسافت شخص تا صخرهٔ دورتر و سپس بازگشت به شخص را طی می‌کند. اگر فاصلهٔ شخص تا صخرهٔ دورتر را $x_۱$ و تا صخره نزدیکتر را $x_۲$ فرض کنیم، داریم:

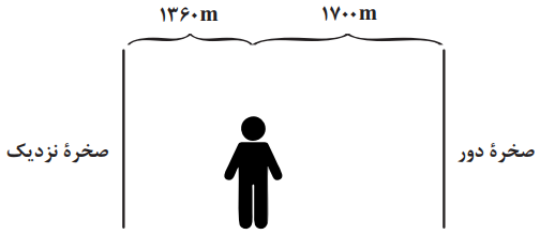
$$v=\frac{۲x_۱}{t_{دور}}\Rightarrow ۳۴۰=\frac{۲\times ۱۷۰۰}{t_{دور}}\Rightarrow t_{دور}=۱۰s$$

طبق صورت سؤال می‌دانیم صوت مسافت شخص تا صخرهٔ نزدیک‌تر و سپس بازگشت به شخص را در ۲ ثانیه زودتر نسبت به حالت قبل طی می‌کند. بنابراین داریم:

$$v=\frac{۲x_۱}{t_{نزدیک}}\Rightarrow ۳۴۰=\frac{۲x_۱}{۸}\Rightarrow x_۱=۱۳۶۰m$$

یعنی صخرهٔ نزدیک‌تر در فاصلهٔ ۱۳۶۰ متری شخص قرار دارد و بنابراین فاصلهٔ دو صخره از هم برابر است با:

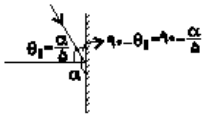
$$\text{فاصلهٔ دو صخره از هم}=۱۷۰۰+۱۳۶۰=۳۰۶۰m$$



سوال ۲۹۹ گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

طبق قانون بازتاب عمومی، همواره زاویه تابش و وبازتابش با هم برابر است. پس مطابق با شکل زیر داریم:



$$۹۰ - \frac{\alpha}{۵} = ۱۸۰ - \alpha \Rightarrow ۹۰ = \frac{۴}{۵}\alpha$$

$$\Rightarrow \frac{\alpha}{۵} = \theta_i = \frac{۹۰}{۴} = ۲۲/۵^\circ \Rightarrow ۲\theta_i = ۴۵^\circ$$

سوال ۳۰۰ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

بررسی تک‌تک موارد:

آ) نادرست ـ بسامد امواج فراصوتی‌ای که وال عنبر تولید می‌کند، حدود $۱۰۰\,kHz$ است.

ب) نادرست ـ برای تشخیص یک جسم با استفاده از پژواک امواج فراصوتی، اندازهٔ آن جسم باید در حدود طول موج به کار رفته با بزرگ‌تر از آن باشد.

پ) درست

ت) نادرست ـ در چنین شرایطی که اجزای تشکیل‌دهنده سطح با برآمدگی و فرورفتگی‌های بزرگ‌تر از طول موج تابیده شده است، موج به‌صورت نامنظم بازتاب پیدا می‌کند.

سوال ۳۰۱ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

با استفاده از رابطه $I = \frac{\bar{P}}{A}$ و با توجه به این‌که $\bar{P} = \frac{E}{t}$ است، به صورت زیر شدت صوت را حساب می‌کنیم:

$$E = ۱/۵ \times ۱۰^{-۱۱}\ J, t = ۵s$$
$$A = ۳cm^۲ \xrightarrow{۱cm^۲ = ۱۰^{-۴}m^۲} A = ۳ \times ۱۰^{-۴}m^۲$$

$$I = \frac{\bar{P}}{A} \xrightarrow{\bar{P} = \frac{E}{t}} I = \frac{\frac{E}{t}}{A} = \frac{E}{A.t} \Rightarrow I = \frac{۱/۵ \times ۱۰^{-۱۱}}{۳ \times ۱۰^{-۴} \times ۵}$$

$$\Rightarrow I = ۱۰^{-۸}\frac{W}{m^۲} \xrightarrow{۱W = ۱۰^۶ \mu W} I = ۱۰^{-۸} \times ۱۰^۶ \frac{\mu W}{m^۲}$$

$$\Rightarrow I = ۰/۰۱\frac{\mu W}{m^۲}$$

سوال ۳۰۲ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

دریک لولهٔ صوتی با دو انتهای باز که مُد دوم در آن تشکیل شده است، تعداد گره‌ها برابر با ۲ است.

دریک لولهٔ صوتی با یک انتهای باز که مُد سوم در آن تشکیل شده است، تعداد شکم‌ها برابر با ۳ است. بنابراین نسبت مورد نظر برابر با $\frac{۲}{۳}$است.

سوال ۳۰۳ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

در واقع دانش‌آموز (۲) در لحظهٔ t_1 صدای دانش‌آموز (۱) و در لحظهٔ t_2، پژواک صدا را از صخره می‌شوند. با توجه به رابطهٔ تندی متوسط داریم:

$$\begin{matrix} t_1 = \frac{d}{v} \\ t_2 = \frac{d+2\times(280)}{v} \end{matrix} \Rightarrow \Delta t = t_2 - t_1 = \frac{2\times(280)}{v}$$

که در آن v تندی صوت در هوا است.

با توجه به روند کلی حل مسأله مشخص است که فاصلهٔ دو دانش‌آموز از هم تأثیری در فاصلهٔ زمانی شنیدن دو صدا ندارد. پس داریم:

$$\frac{\Delta t}{\Delta t'} = \frac{2(280)}{2(200)} \xrightarrow{\Delta t = 1/75\ s} \Delta t' = 1/25 s$$

سوال ۳۰۴ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

موارد «ب» و «ت» غلط هستند.

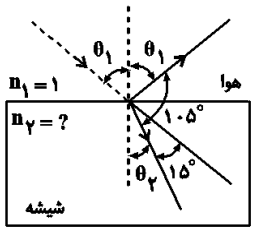
ب) پراش می‌تواند برای امواج مکانیکی یا الکترومغناطیسی هم رخ دهد.

ت) اگر آزمایش یانگ را به جای هوا در آب انجام دهیم، به علت کاهش طول‌موج، پهنای نوارها باریک‌تر می‌شود.

سوال ۳۰۵ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

ابتدا با توجه به شکل زیر، زاویهٔ تابش (θ_1) و زاویهٔ شکست (θ_2) را می‌یابیم:



$$\theta_1 = \theta_2 + 15^\circ \Rightarrow \theta_1 - \theta_2 = 15^\circ \quad (1)$$

$$\theta_1 + 105^\circ + \theta_2 = 180^\circ \Rightarrow \theta_1 + \theta_2 = 75^\circ \quad (2)$$

از رابطهٔ (۱) و (۲) داریم:

$$\begin{cases} \theta_1 + \theta_2 = 75^\circ \\ \theta_1 - \theta_2 = 15^\circ \end{cases} \Rightarrow 2\theta_1 = 90^\circ \Rightarrow \theta_1 = 45^\circ$$

$$\xrightarrow{(2)} 45^\circ + \theta_2 = 75^\circ \Rightarrow \theta_2 = 30^\circ$$

اکنون با استفاده از قانون شکست اسنل، ضریب شکست شیشه (n_2) را پیدا می‌کنیم:

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2 \xrightarrow{n_1=1} 1 \times \sin 45^\circ = n_2 \times \sin 30^\circ$$

$$\xrightarrow[\sin 30^\circ = \frac{1}{2}]{\sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}} \frac{\sqrt{2}}{2} = n_2 \times \frac{1}{2} \Rightarrow n_2 = \sqrt{2}$$

سوال ۳۰۶ گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

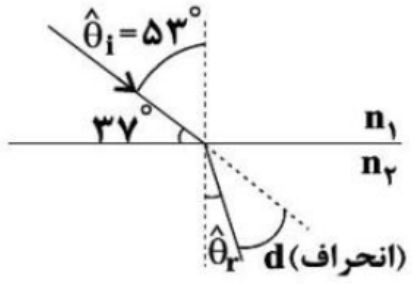
در آزمایش یانگ، پهنای نوارهای تداخلی با طول‌موج نور تکفام مورد آزمایش رابطهٔ مستقیم و در نتیجه با ضریب شکست رابطهٔ عکس دارد. پس داریم: ($W_{\text{آب}}$ ، پهنای نوارها در آب و $W_{\text{مایع}}$، پهنای نوارها در مایع است.)

$$\frac{W_{\text{آب}}}{W_{\text{مایع}}} = \frac{\lambda_{\text{آب}}}{\lambda_{\text{مایع}}} = \frac{n_{\text{مایع}}}{n_{\text{آب}}} \Rightarrow \frac{W_{\text{آب}}}{W_{\text{مایع}}} = \frac{۲}{\frac{۴}{۳}} = \frac{۳}{۲}$$

سوال ۳۰۷ گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

با توجه به این‌که تندی نور با ورود به محیط (۲) کاهش یافته است، درنتیجه وارد محیط با ضریب شکست بیش‌تری شده و پرتو نور به خط عمود نزدیک‌تر می‌شود. با توجه به قانون اسنل داریم:



$$n_۱ \sin\hat{\theta}_i = n_۲ \sin\hat{\theta}_r \Rightarrow \frac{n_۱}{n_۲} = \frac{\sin\hat{\theta}_r}{\sin\hat{\theta}_i}$$

$$\xrightarrow{\frac{n_۱}{n_۲}=\frac{v_۲}{v_۱}} \frac{v_۲}{v_۱} = \frac{\sin\hat{\theta}_r}{\sin\hat{\theta}_i} \Rightarrow \frac{۵}{۸} = \frac{\sin\hat{\theta}_r}{\sin ۵۳^\circ} = \frac{\sin\hat{\theta}_r}{۰/۸}$$

$$\Rightarrow \sin\hat{\theta}_r = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \hat{\theta}_r = ۳۰^\circ$$

$$d = \hat{\theta}_i - \hat{\theta}_r = ۵۳^\circ - ۳۰^\circ = ۲۳^\circ$$

سوال ۳۰۸ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

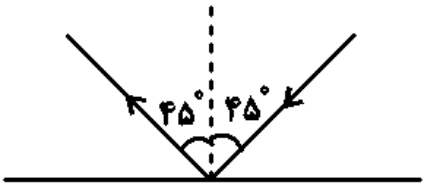
می‌دانیم هرچه عمق آب کمتر باشد، تندی انتشار موج در آن قسمت کاهش و در نتیجه طول‌موج نیز کاهش می‌یابد. با توجه به شکل، طول‌موج قسمت A، کمتر از طول‌موج قسمت B است. داریم:

$$\lambda_A < \lambda_B \Rightarrow v_A < v_B \Rightarrow$$ قسمت A کم عمق است.

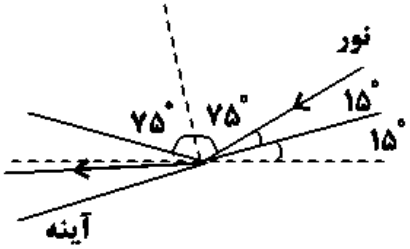
سوال ۳۰۹ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

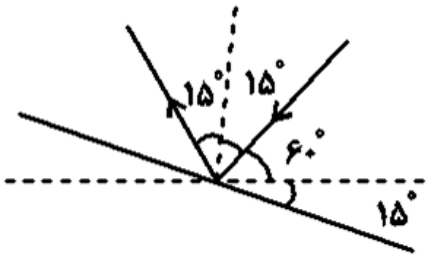
در این حالت زاویهٔ بین تابش و بازتابش ۹۰° است.



اگر آینه را ۱۵° پادساعتگرد و پرتو نور را ۱۵° ساعتگرد دوران دهیم، طبق شکل زاویهٔ بین پرتو تابش و بازتابش ۱۵۰° خواهد شد



حال اگر آینه را ۱۵°ساعتگرد و پرتو نور را ۱۵° پادساعتگرد دوران دهیم، زاویهٔ بین پرتو تابش و بازتابش در این حالت ۳۰ درجه است.



بنابراین: $\Rightarrow \theta_۲ - \theta_۱ = ۱۵۰^\circ - ۳۰^\circ = ۱۲۰^\circ$

سوال ۳۱۰ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

باید نیمی از یک نیم‌دایره به مانع برسد تا بازتاب آن، موج تابیده شده را کاملاً خنثی کند. بنابراین جابه‌جایی ذره برابر است با:

$$\Delta x = \frac{۳d}{۲} + \frac{d}{۲} = ۲d$$

$$t = \frac{\Delta x}{v} = \frac{۲d}{v}$$

سوال ۳۱۱ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

بررسی تک‌تک گزینه‌ها:

الف) نادرست: اگر تأخیر زمانی کمتر از ۰/۱ ثانیه باشد، گوش انسان نمی‌تواند پژواک را از صوت مستقیم اولیه تشخیص دهد.

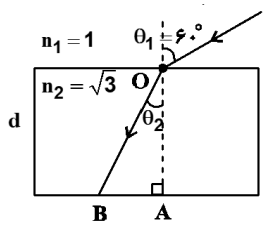
ب)درست

پ) نادرست: بازتاب منظم وقتی رخ می‌دهد که ناهمواری‌های سطحی از طول‌موج به کار رفته کوچک‌تر باشند.

سوال ۳۱۲ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

به کمک قانون شکست اسنل، زاویهٔ شکست را محاسبه و سپس تندی انتشار نور در تیغه را محاسبه می‌کنیم.



$$\Rightarrow \frac{\frac{\sqrt{۳}}{۲}}{\sin\theta_۲} = \sqrt{۳} \Rightarrow \sin\theta_۲ = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \theta_۲ = ۳۰^\circ$$

تندی انتشار نور در تیغه برابر است با:

$$n_۲ = \frac{c}{v_۲} \Rightarrow \sqrt{۳} = \frac{۳\times۱۰^{۸}}{v_۲} \Rightarrow v_۲ = \sqrt{۳}\times ۱۰^{۸}\ \frac{m}{s}$$

میزان جابه‌جایی نور در تیغه (OB) برابر است با:

$$\overline{OB} = v_۲\Delta t = \sqrt{۳}\times ۱۰^{۸}\times ۵\times ۱۰^{-۹} \Rightarrow \overline{OB} = ۵\sqrt{۳}\times ۱۰^{-۱}\ m$$

در مثلث $\overset{\Delta}{OAB}$ داریم:

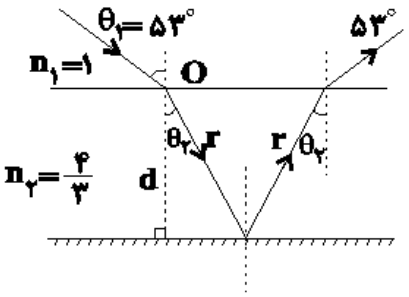
$$\cos ۳۰^\circ = \frac{\overline{OA}}{\overline{OB}} \Rightarrow \frac{\sqrt{۳}}{۲} = \frac{d}{۵\sqrt{۳}\times ۱۰^{-۱}}$$
$$\Rightarrow d = ۰/۷۵m = ۷۵cm$$

بنابراین ضخامت تیغه برابر با $۷۵cm$ می‌باشد.

سوال ۳۱۳ گزینه درست: ۳

گزینه «۳»

ابتدا مسیر حرکت پرتو را داخل محیط دوم رسم می‌کنیم. با توجه به رابطه شکست اسنل داریم:



$$n_۱ \sin\theta_۱ = n_۲ \sin\theta_۲$$

$$\sin ۵۳^\circ = \frac{۴}{۳}\sin\theta_۲$$

$$۰/۸ = \frac{۴}{۳}\sin\theta_۲ \Rightarrow \sin\theta_۲ = ۰/۶ \Rightarrow \cos\theta_۲ = ۰/۸$$

در مثلث قائم‌الزاویه ایجاد شده در شکل می‌توان نوشت:

$$\cos\theta_۲ = \frac{d}{r} \Rightarrow r = \frac{۱۸}{۰/۸} \Rightarrow r = \frac{۴۵}{۲}\,cm$$

مسافت طی شده $۲r$ است. پس داریم:

$$\text{مسافت} = ۲r = ۴۵\,cm$$

اکنون تندی حرکت پرتو داخل محیط دوم را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{v_۲}{v_۱} = \frac{n_۱}{n_۲} \Rightarrow v_۲ = \frac{۹}{۴} \times ۱۰^{۸}\,\frac{m}{s}$$

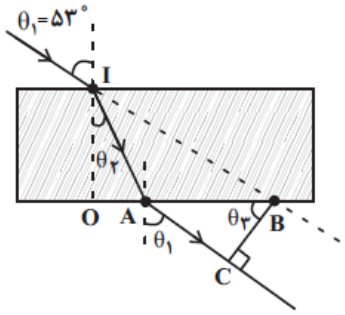
با توجه به رابطه تندی می‌توان نوشت:

$$t = \frac{\text{مسافت}}{\text{تندی}} = \frac{۴۵\times۱۰^{-۲}}{\frac{۹}{۴}\times۱۰^{۸}} = ۲ \times ۱۰^{-۹}\,s = ۲ns$$

سوال ۳۱۴ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

به کمک قانون شکست نور، زاویهٔ $\theta_۲$ را بدست می‌آوریم.



$$n_۱ \sin\theta_۱ = n_۲ \sin\theta_۲$$

$$\Rightarrow ۱ \times \sin ۵۳^\circ = \frac{۴}{۳}\sin\theta_۲ \Rightarrow \sin\theta_۲ = ۰/۶$$

$$\Rightarrow \theta_۲ = ۳۷^\circ$$

در مثلث $\overset{\Delta}{OAI}$ داریم:

$$\tan\theta_۲ = \frac{\overline{OA}}{OI} \Rightarrow \frac{۳}{۴} = \frac{\overline{OA}}{۶۰} \Rightarrow \overline{OA} = ۴۵cm$$

در مثلث $\overset{\Delta}{OBI}$ داریم:

$$\tan\theta_۱ = \frac{\overline{OB}}{OI} \Rightarrow \frac{۴}{۳} = \frac{\overline{OB}}{۶۰} \Rightarrow \overline{OB} = ۸۰cm$$

$$\Rightarrow AB = ۸۰ - ۴۵ = ۳۵cm$$

زاویه $\theta_۳ = \theta_۱$ است، بنابراین در مثلث $\overset{\Delta}{ABC}$ داریم:

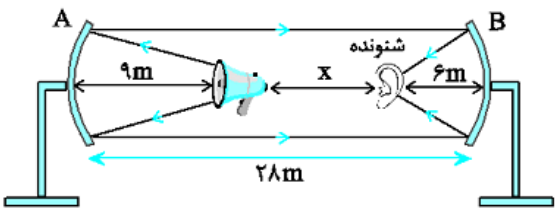
$$\cos\theta_۳ = \frac{\overline{BC}}{\overline{AB}} \Rightarrow \cos ۵۳^\circ = \frac{\overline{BC}}{۳۵} \Rightarrow \overline{BC} = ۳۵ \times ۰/۶ = ۲۱cm$$

سوال ۳۱۵ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

چون شنونده صوت را با بیشترین بلندی می‌شنود باید روی کانون سطح کاو B باشد. زیرا، موج‌های صوتی موازی با محور اصلی سطح B پس از بازتاب از کانون عبور می‌کنند. از طرف دیگر، چون پرتوهای بازتاب از سطح کاو A موازی با محور اصلی بوده است، الزاماً باید چشمه صوت روی کانون سطح کاو A قرار داشته باشد. بنابراین با توجه به شکل زیر فاصله چشمه صوت تا شنونده برابر است با:

$$۹ + x + ۶ = ۲۸ \Rightarrow x = ۱۳\,m$$



سوال ۳۱۶ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

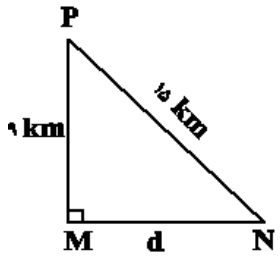
ابتدا باید فاصله ایستگاه N از گیرنده P را به‌دست آورد و سپس با توجه به رابطه فیثاغورس فاصله ایستگاه M از N را به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta t = t_{PN} - t_{PM} \xrightarrow{c=\frac{x}{t}} \Delta t = \frac{x_{PN}}{c} - \frac{x_{PM}}{c}$$

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{x_{PN} - x_{PM}}{c}$$

$$\xrightarrow[c=۳\times۱۰^{۸}\frac{m}{s}]{\Delta t=۲۰\times۱۰^{-۶}s\ ,\ x_{PM}=۹۰۰۰m} ۲۰ \times ۱۰^{-۶} = \frac{x_{PN}-۹۰۰۰}{۳\times۱۰^{۸}}$$

$$\Rightarrow x_{PN} = ۱۵۰۰۰m$$



$$PN^{۲} = PM^{۲} + MN^{۲} \Rightarrow MN = \sqrt{PN^{۲} - PM^{۲}}$$

$$\sqrt{۱۵۰۰۰^{۲} - ۹۰۰۰^{۲}} = \sqrt{۱۴۴ \times ۱۰^{۶}} = ۱۲ \times ۱۰^{۳}m = ۱۲km$$

سوال ۳۱۷ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

می‌دانیم تندی امواج صوتی در جامدات از تندی امواج در مایعات بیشتر است. بنابراین موج صوتی در جامدات (میله) سریعتر و در زمان کوتاه‌تری به انتهای آن می‌رسد. آب را جسم (۱) و میله را جسم (۲) در نظر می‌گیریم:

$$v_{۱} = ۱۵۰۰\frac{m}{s}\ ,\ v_{۲} = ۴v_{۱} = ۶۰۰۰\ \frac{m}{s}$$

$$\Delta t = t_{۱} - t_{۲} \xrightarrow{x=v.t} \Delta t = \frac{x}{v_{۱}} - \frac{x}{v_{۲}} = \frac{x(v_{۲}-v_{۱})}{v_{۱}.v_{۲}}$$

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{۲۰\times(۶۰۰۰-۱۵۰۰)}{۶۰۰۰\times۱۵۰۰} \Rightarrow \Delta t = ۰/۰۱\ s$$

سوال ۳۱۸ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

بسامد نور به چشمهٔ نور بستگی دارد و به محیط انتشار نور بستگی ندارد. بنابراین، چون تندی نور زرد و طول‌موج آن در خلأ را داریم. با استفاده از رابطهٔ زیر، بسامد آن را می‌یابیم:

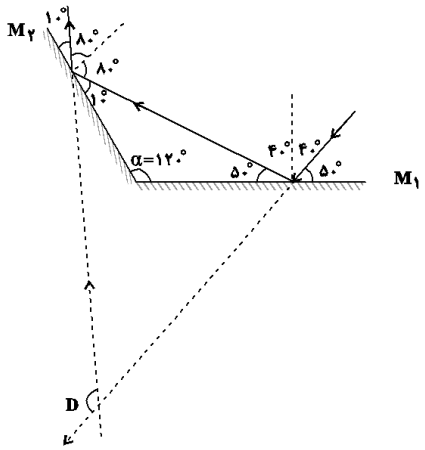
$$\lambda = \frac{c}{f} \xrightarrow[c=۳\times۱۰^{۸}\frac{m}{s}]{\lambda=۰/۵\mu m=۰/۵\times۱۰^{-۶}m}$$

$$۰/۵ \times ۱۰^{-۶} = \frac{۳\times۱۰^{۸}}{f} \Rightarrow f = ۶ \times ۱۰^{۱۴}\ Hz$$

سوال ۳۱۹ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

ابتدا با توجه به قانون بازتاب عمومی، زوایای تابش و بازتابش را در هر دو آینه رسم می‌کنیم. بنابراین زاویهٔ بازتابش از سطح آینهٔ $M_۲$ برابر با ۸۰° است.

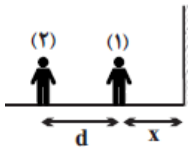


$$\hat{D} = ۲(۱۸۰^\circ - \alpha) = ۲ \times (۱۸۰^\circ - ۱۲۰^\circ) = ۱۲۰^\circ$$

سوال ۳۲۰ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

فاصلهٔ دو شخص از هم را با d و فاصلهٔ شخص (۱) تا مانع را با x نشان می‌دهیم.



وقتی شخص (۱) فریاد می‌زند، شخص دوم، صدای شخص (۱) را به صورت مستقیم و همچنین پژواک صدای او را از مانع می‌شنود. با توجه به رابطهٔ تندی داریم:

$$v = \frac{d}{t_۱}\ ,\ v = \frac{d+۲x}{t_۲} \Rightarrow t_۲ - t_۱ = \frac{d+۲x}{v} - \frac{d}{v}$$

$$\Rightarrow t_۲ - t_۱ = \frac{۲x}{v}$$

در نتیجه فاصلهٔ زمانی دو صدایی که شخص (۲) می‌شنود، مستقل از فاصله دو شخص از یکدیگر است.

سوال ۳۲۱ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

با استفاده از رابطهٔ بسامد نوسان‌های هماهنگ یک تار مرتعش، داریم:

$$f_n = \frac{nv}{2L} \xrightarrow{v=\sqrt{\frac{FL}{m}}} f_n = \frac{n}{2}\sqrt{\frac{F}{mL}}$$

$$f_4 = \frac{4}{2}\sqrt{\frac{400}{20\times10^{-3}\times2}} \Rightarrow f_4 = 200Hz$$

$$f_3 = \frac{3}{2}\sqrt{\frac{400}{20\times10^{-3}\times2}} \Rightarrow f_3 = 150Hz$$

$$\Rightarrow f_4 - f_3 = 200 - 150 = 50Hz$$

سوال ۳۲۲ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

طبق رابطهٔ تندی نور داریم:

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

$$\xrightarrow{v=\frac{\Delta x}{\Delta t}} n_A \frac{x_A}{t_A} = n_B \frac{x_B}{t_B}$$

$$\Rightarrow \frac{3}{2} \times \frac{x}{2} = n_B \times \frac{2x}{3} \Rightarrow n_B = \frac{9}{8}$$

برای خواستهٔ دوم مسأله داریم:

$$n_A \frac{x_A}{t_A} = n_{\text{هوا}} \frac{x_{\text{هوا}}}{t_{\text{هوا}}}$$

$$\Rightarrow \frac{3}{2} \times \frac{x}{2} = 1 \times \frac{x_{\text{هوا}}}{4} \Rightarrow x_{\text{هوا}} = 3x$$

سوال ۳۲۳ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

در یک تار مرتعش با دو انتهای ثابت که در آن امواج ایستاده تشکیل شده است، طول‌موج‌های تشدیدی از رابطهٔ $\lambda_n = \frac{2L}{n}$ به‌دست می‌آید.

بنابراین داریم: $\frac{\lambda_4}{\lambda_7} = \frac{7}{4}$

سوال ۳۲۴ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

می‌دانیم ضخامت نوارها متناسب با طول‌موج نور فرودی است. داریم:

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

$$f_{\text{هوا}} = f_{\text{آب}} + \frac{20}{100} f_{\text{آب}} \Rightarrow \frac{f_{\text{هوا}}}{f_{\text{آب}}} = 1/2$$

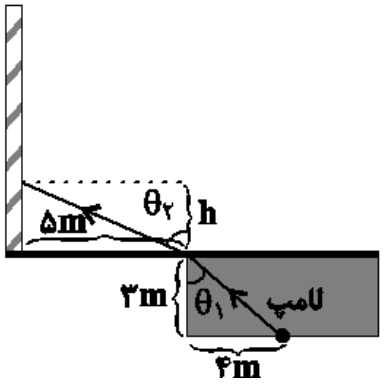
$$\frac{\lambda_{\text{هوا}}}{\lambda_{\text{آب}}} = \frac{v_{\text{هوا}}}{v_{\text{آب}}} \times \frac{f_{\text{آب}}}{f_{\text{هوا}}} = \frac{4}{3} \times \frac{1}{1/2} = \frac{10}{9}$$

نکته: می‌دانیم ضریب شکست با تندی موج به صورت $n = \frac{c}{v}$ رابطه دارد.

سوال ۳۲۵ گزینه درست: ۱

گزینه «۱»

با توجه به ابعاد مثلث ناشی از پرتو نور لامپ و اضلاع استخر، داریم:



$$\sin\theta_1 = \frac{\text{متقابل}}{\text{وتر}} = \frac{۴}{۵}$$

حال اگر قانون شکست اسنل را بنویسیم، داریم:

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

$$\Rightarrow ۱/۲ \times \frac{۴}{۵} = ۱ \times \sin\theta_2 \Rightarrow \sin\theta_2 = \frac{۲۴}{۲۵}$$

از طرفی می‌توان نوشت:

$$۱ + \cot^2\theta_2 = \frac{۱}{\sin^2\theta_2} \Rightarrow ۱ + \cot^2\theta_2 = (\frac{۲۵}{۲۴})^2$$

$$\Rightarrow \cot\theta_2 = \frac{۷}{۲۴}$$

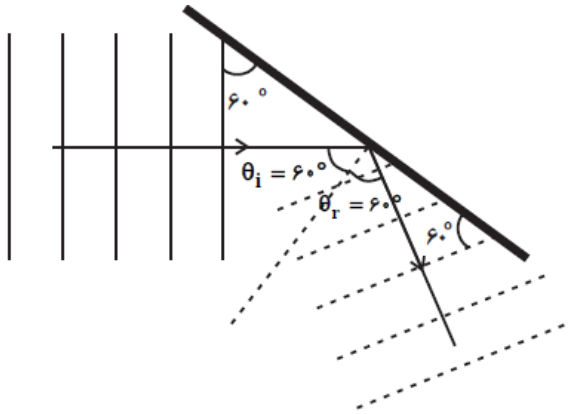
بنابراین:

$$\Rightarrow \frac{h}{۵} = \frac{۷}{۲۴} \Rightarrow h \simeq ۱/۴۵\, m = ۱۴۵cm$$

سوال ۳۲۶ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

ابتدا زاویهٔ تابش و بازتابش پرتوی موج تابیده به مانع تخت را می‌یابیم. با توجه به این‌که زاویهٔ تابش (θ_i) و زاویهٔ بازتاب (θ_r) با هم برابرند، با رسم خط عمود در محل برخورد پرتوی موج تابیده به مانع تخت، می‌بینیم $\theta_i = \theta_r = ۶۰^\circ$ است.



از طرف دیگر، چون جبهه‌های موج بازتابیده عمود بر پرتوی موج بازتابیده است، مطابق شکل، زاویهٔ برخورد جبهه‌های موج بازتابیده با سطح مانع تخت برابر $\theta = ۶۰^\circ$ است.

سوال ۳۲۷ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

نقاطی که در لحظه نشان داده شده در وسط فشردگی یا وسط کشیدگی قرار گرفته‌اند، در حالت عادی خود هستند و در آن لحظه در مرکز نوسان خود قرار دارند.

سوال ۳۲۸ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

پهنای نوارهای تاریک و روشن در آزمایش یانگ متناسب با طول‌موج نور به‌کار رفته در آزمایش است. بنابراین داریم:

$$W \propto \lambda \Rightarrow \frac{W_G}{W_R} = \frac{\lambda_G}{\lambda_R} = \frac{۵۲۵}{۷۰۰} \Rightarrow \frac{W_G}{W_R} = \frac{۳}{۴}$$

سوال ۳۲۹ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

با به‌کارگیری قانون اسنل با توجه به این‌که فاصلهٔ هر دو جبههٔ موج متوالی همان طول موج است می‌توان نوشت:

$$\lambda_A = ۸\,mm \ , \ \lambda_B = ۶\,mm$$

$$\frac{\sin\theta_۱}{\sin\theta_۲} = \frac{n_B}{n_A}$$

اما چون ضریب شکست محیط‌ها با طول موج پرتو در این محیط‌ها رابطهٔ عکس دارد، می‌توان نوشت:

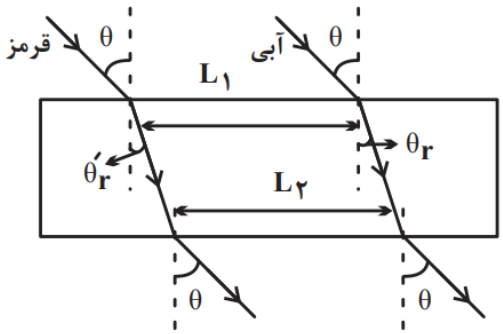
$$\frac{\sin\theta_۱}{\sin\theta_۲} = \frac{\lambda_A}{\lambda_B} \Rightarrow \frac{\sin ۵۳^\circ}{\sin\theta_۲} = \frac{۸}{۶} \Rightarrow \frac{۸}{۱۰\sin\theta_۲} = \frac{۸}{۶}$$

$$\sin\theta_۲ = ۰/۶ \Rightarrow \theta_۲ = ۳۷^\circ \ , \ D = \theta_۱ - \theta_۲ = ۵۳^\circ - ۳۷^\circ = ۱۶^\circ$$

سوال ۳۳۰ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

زاویهٔ هرکدام از این پرتوهای نور در ورود و خروج از تیغه یکسان می‌باشد، چون محیط بالا و پایین تیغه یکسان است، پس $\theta = \alpha = \gamma$.



با ورود نور آبی و قرمز به درون تیغه، هر دو به خط عمود نزدیک می‌شوند، ولی به دلیل اینکه ضریب شکست شیشه برای نور آبی بیش‌تر از نور قرمز است، نور آبی نسبت به نور قرمز بیش‌تر به خط عمود نزدیک می‌شود، یعنی $\theta_{r_{\text{آبی}}} < \theta_{r_{\text{قرمز}}}$ است در نتیجه پرتوها به هم نزدیک‌تر می‌شوند و $L_۲ < L_۱$ است.

سوال ۳۳۱ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

در شرایط یکسان هر چه طول‌موج موجی بیشتر باشد، دچار پراش بیشتری می‌شود. از طرفی با توجه به رنگ پرتوها، موج aدارای بزرگ‌ترین طول‌موج و موج dدارای کوچک‌ترین طول‌موج است. بنابراین گزینه «۴» صحیح است.

سوال ۳۳۲ گزینه درست: ۱

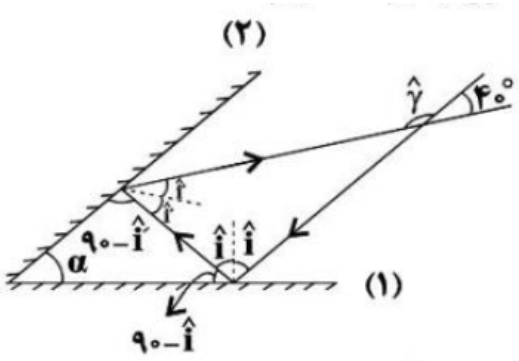
گزینهٔ «۱»

در پدیدهٔ پراش، هرچه قطر روزنه کوچک‌تر باشد، پدیدهٔ پراش به‌صورت بارزتری قابل رؤیت است، بنابراین گزینهٔ «۱» گزینهٔ صحیح است.

سوال ۳۳۳ گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

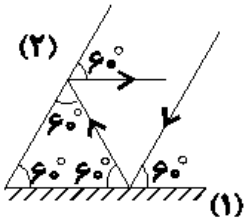
در ابتدا زاویه بین دو آینه در حالت اول(α)را می‌یابیم:



$$\left.\begin{array}{l}\hat{\gamma}=۲\hat{i}+۲\hat{i}' \\ \hat{\alpha}+(۹۰-\hat{i})+(۹۰-\hat{i}')=۱۸۰\end{array}\right\}\Rightarrow \hat{\gamma}=۲\hat{\alpha}$$

$$\xrightarrow{\hat{\gamma}=۱۸۰^\circ-۴۰^\circ=۱۴۰^\circ} \hat{\alpha}=\frac{۱۴۰^\circ}{۲}=۷۰^\circ$$

در حالت دوم:

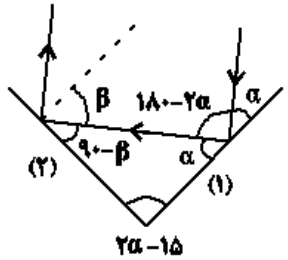


$$۷۰^\circ=۶۰^\circ+x\Rightarrow x=۱۰^\circ$$

سوال ۳۳۴ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

با استفاده از قانون بازتاب عمومی (برابری زاویهٔ تابش با بازتابش) و رسم شکل و در نظر گرفتن این نکته که مجموع زوایای داخلی هر مثلث برابر با $^\circ$ ۱۸۰ است، داریم:



$$(I) \quad ۲\hat{\alpha} - ۱۵^\circ + \hat{\alpha} + ۹۰^\circ - \hat{\beta} = ۱۸۰^\circ \Rightarrow ۳\hat{\alpha} - \hat{\beta} = ۱۰۵^\circ$$

از طرفی طبق فرض صورت سؤال داریم:

$$(II) \quad ۱۸۰^\circ - ۲\hat{\alpha} = ۳\hat{\beta} \Rightarrow ۳\hat{\beta} + ۲\hat{\alpha} = ۱۸۰^\circ$$

با حل هم‌زمان معادلات (I) و (II) داریم:

$$\hat{\alpha} = ۴۵^\circ \ , \ \hat{\beta} = ۳۰^\circ$$

سوال ۳۳۵ گزینه درست: ۴

گزینه «۴»

با توجه به صورت سؤال داریم:

$$\frac{v_۱}{v_۲} = ۱/۶ \xrightarrow{n=\frac{c}{v}} \frac{n_۲}{n_۱} = ۱/۶ \ (۱)$$

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

$$n_۲ \sin ۳۰^\circ = n_۳ \sin ۳۷^\circ \Rightarrow \frac{n_۳}{n_۲} = \frac{۰/۵}{۰/۶} = \frac{۵}{۶} (۲)$$

از دو رابطه (۱) و (۲) داریم:

$$\frac{n_۲}{n_۱} \times \frac{n_۳}{n_۲} = ۱/۶ \times \frac{۵}{۶} = \frac{۴}{۳} \Rightarrow \frac{n_۱}{n_۳} = \frac{۳}{۴}$$

سوال ۳۳۶ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

با استفاده از رابطه تراز شدت صوت داریم:

$$\beta = ۱۰ \log \frac{I}{I_۰} \Rightarrow \beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰ \log \frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow ۹۲ - ۲۸ = ۱۰ \log \frac{I_۲}{I_۱}$$

$$\Rightarrow ۶۴ = ۱۰ \log \frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow ۶/۴ = \log \frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow ۴ + ۲/۴ = \log \frac{I_۲}{I_۱}$$

$$\Rightarrow \log ۱۰^{۴} + \log ۲^{۸} = \log \frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow \log ۲/۵۶ \times ۱۰^{۶} = \log \frac{I_۲}{I_۱}$$

$$\Rightarrow \frac{I_۲}{I_۱} = ۲/۵۶ \times ۱۰^{۶}$$

سوال ۳۳۷ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

بسامد هماهنگ‌های تار مرتعش با دو انتهای بسته از رابطهٔ $f_n = \frac{nv}{۲L}$ به‌دست می‌آید. داریم:

$$v = \sqrt{\frac{F.L}{m}} = \sqrt{\frac{۴۳۲ \times ۰/۸}{۶ \times ۱۰^{-۳}}} = ۲۴۰ \frac{m}{s}$$

$$f_n = \frac{nv}{۲L} \Rightarrow f_۳ = \frac{۳ \times ۲۴۰}{۲ \times ۰/۸} = ۴۵۰ Hz$$

سوال ۳۳۸ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

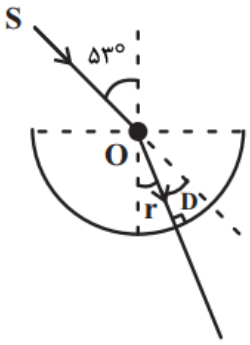
شعاع کره بر سطح آن عمود است و پرتوی ورودی به مرکز نیم کره با هر شکستی روبه‌رو شود، به‌طور مستقیم و بدون شکست از نیم کره خارج می‌شود. در ابتدا چون پرتوی نور از محیط رقیق به محیط غلیظ وارد می‌شود، به خط عمود نزدیک می‌شود.

$$\hat{D} + \hat{r} = \hat{i} \Rightarrow \hat{r} = \hat{i} - \hat{D} = ۵۳^\circ - ۱۶^\circ = ۳۷^\circ$$

$$n_۱ \sin \hat{i} = n_۲ \sin \hat{r}$$

$$\Rightarrow ۱ \times \sin ۵۳^\circ = n_۲ \sin ۳۷^\circ$$

$$\Rightarrow n_۲ = \frac{\sin ۵۳^\circ}{\sin ۳۷^\circ} = \frac{۰/۸}{۰/۶} = \frac{۴}{۳}$$



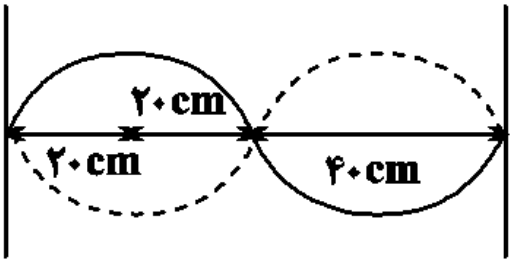
سوال ۳۳۹ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

کم‌ترین بسامد در حالتی رخ می‌دهد که بیشترین طول‌موج ایجاد شود، یعنی بین M و A شکم دیگری تشکیل نشود. با توجه به این که در نقطهٔ A گره و در نقطهٔ M شکم تشکیل شده است و فاصلهٔ یک گره از شکم مجاورش برابر با $\frac{\lambda}{۴}$ است، می‌توان نوشت:

$$\overline{AM} = \frac{\lambda}{۴} = ۲۰cm \Rightarrow \lambda = ۸۰cm = ۰/۸m$$
$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow ۰/۸ = \frac{۲۰}{f} \Rightarrow f = ۲۵Hz$$

روش دوم:

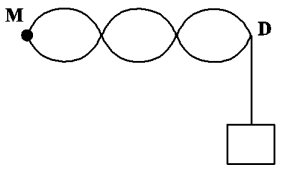


$$f_n = \frac{nv}{۲L} \Rightarrow f_۲ = \frac{۲\times۲۰}{۲\times۰/۸} = ۲۵Hz$$

سوال ۳۴۰ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

مطابق شکل زیر، تعداد شکم‌های موج ایجاد شده، برابر با $n = ۳$ است. با استفاده از رابطهٔ بسامد هماهنگ‌های یک تار مرتعش با دو انتهای ثابت داریم:



$$f_n = \frac{nv}{۲L} \Rightarrow ۳۰۰ = \frac{۳\times v}{۲\times ۱} \Rightarrow v = ۲۰۰\frac{m}{s}$$

بنابراین جرم تار برابر است با:

$$v = \sqrt{\frac{FL}{m}} \xrightarrow[v=۲۰۰m/s\ ,\ L=۱m]{F=mg=۱۰\times۱۰=۱۰۰N} ۲۰۰ = \sqrt{\frac{۱۰۰\times ۱}{m}}$$
$$\Rightarrow ۴\times ۱۰^{۴}m = ۱۰۰ \Rightarrow m = ۲/۵\times ۱۰^{-۳}kg = ۲/۵g$$

سوال ۳۴۱ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

عبارت صورت سؤال نادرست است، زیرا چگالی هوا با افزایش دما کاهش می‌یابد که این سبب کاهش ضریب شکست هوا می‌شود نه افزایش آن. بنابراین باید تعداد عبارات نادرست را مشخص کنیم:

عبارت‌های «الف»، «ب» و «ث» درست بوده و عبارت‌های «پ» و «ت» نادرست هستند.

بررسی موارد نادرست:

«پ»: پدیدهٔ سراب را نه تنها می‌توان دید بلکه می‌توان از آن عکس هم گرفت.

«ت»: عموماً ضریب شکست یک محیط معین برای طول‌موج‌های کوتاه‌تر، بیشتر است.

سوال ۳۴۲ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

چون انتهای طناب محکم به دیوار بسته شده است، پس بازتاب برای قلهٔ تپ عرضی به‌صورت دره خواهد بود. برای آن‌که طناب به‌صورت افقی در آید، باید موج فرودی و موج بازتابی اثر هم را به‌طور کامل خنثی کنند و این در حالتی رخ می‌دهد که پیشروی موج برابر با $۶+\frac{۸}{۲}=۱۰cm$ باشد. داریم:

$$v=\frac{\Delta x}{\Delta t}\Rightarrow ۲=\frac{۱۰}{\Delta t}\Rightarrow \Delta t=۵s$$

سوال ۳۴۳ گزینه درست: ۲

گزینه «۲»

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

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

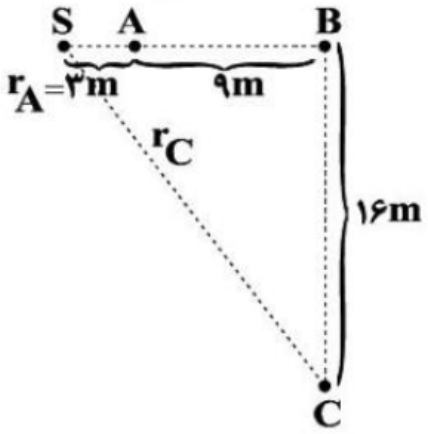
$$\xrightarrow{I=\frac{P}{A}=\frac{P}{۴\pi r^۲}} \beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰\log(\frac{r_۱}{r_۲})^۲$$

برای اختلاف تراز شدت صوت بین دو نقطه A و B داریم:

$$\beta_A - \beta_B = ۱۰\log(\frac{r_B}{r_A})^۲ \xrightarrow{[} r_B = r_A + ۹]\beta_A - \beta_B = ۱۲dB۱۲$$
$$= ۱۰\log(\frac{r_A+۹}{r_A})^۲$$

$$\Rightarrow ۱/۲ = \log(\frac{r_A+۹}{r_A})^۲ \Rightarrow ۴(۰/۳) = ۴\log۲ = \log(\frac{r_A+۹}{r_A})^۲$$

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



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

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

$$\beta_C = ۱۰\log\frac{۱۲۰}{۱۲(۴\times۱۰^۲)(۱۰^{-۱۲})} = ۱۰\log\frac{۱۰^{۱۱}}{۴}$$

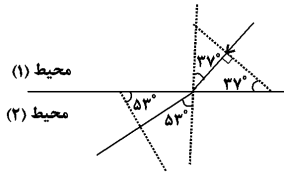
$$= ۱۰[\log۱۰^{۱۱} - \log۲^۲] = ۱۰[۱۱ - ۲(۰/۳)] = ۱۰۴dB$$

سوال ۳۴۴ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

چون زاویهٔ شکست بزرگ‌تر از زاویهٔ تابش است، بنابراین پرتوی موج از محیط غلیظ وارد محیط رقیق شده است و تندی آن و در نتیجه طول‌موج آن افزایش یافته است. بنابراین $\lambda_۲ > \lambda_۱$ است. از طرفی پرتو موج بر جبههٔ موج عمود است. با رسم پرتو در دو محیط و به کارگیری قانون شکست عمومی داریم:

$$\frac{v_۲}{v_۱} = \frac{\sin ۵۳^\circ}{\sin ۳۷^\circ} \xrightarrow{v=\lambda f} \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{۰/۸}{۰/۶} \Rightarrow \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{۴}{۳}$$
$$\xrightarrow{\lambda_۲ - \lambda_۱ = ۱۵۰\ nm} \lambda_۲ = ۶۰۰\ nm$$



حال به کمک قانون اسنل داریم:

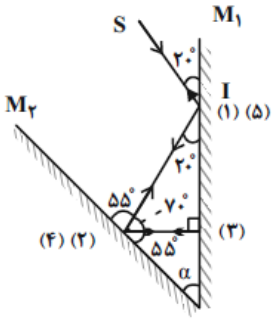
$$\frac{n_۱}{n_۲} = \frac{\sin \theta_۲}{\sin \theta_۱} \Rightarrow \frac{n_۱}{۲/۴} = \frac{۰/۸}{۰/۶} \Rightarrow n_۱ = ۳/۲$$

سوال ۳۴۵ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

برای این که پرتوی SI پس از ۵ برخورد متوالی با آینه‌های $M_۱$ و $M_۲$، با بازتاب بر روی خودش از مجموعهٔ دو آینه خارج شود، باید در برخورد سوم، بر سطح آینهٔ $M_۱$ عمود باشد. بنابراین با توجه به برابری زاویهٔ تابش و بازتابش در هر برخورد و در نظر گرفتن این نکته که مجموع زوایای داخلی هر مثلث برابر با ۱۸۰° است، با توجه به شکل زیر داریم:

$$\alpha + ۵۵^\circ + ۹۰^\circ = ۱۸۰^\circ \Rightarrow \alpha = ۳۵^\circ$$



سوال ۳۴۶ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

ابتدا با استفاده از رابطهٔ $f_n = \frac{nv}{2L}$، نسبت $\frac{v_A}{v_B}$ را می‌یابیم:

$$\frac{f_A}{f_B} = \frac{n_A}{n_B} \times \frac{v_A}{v_B} \times \frac{L_B}{L_A} \xrightarrow[L_A=L_B \ , \ n_B=2]{f_A=f_B \ , \ n_A=3}$$

$$1 = \frac{3}{2} \times \frac{v_A}{v_B} \times 1 \Rightarrow \frac{v_A}{v_B} = \frac{2}{3}$$

اکنون با استفاده از رابطهٔ $v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$ نسبت $\frac{A_B}{A_A}$ را پیدا می‌کنیم:

$$\frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{F_A}{F_B} \times \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{A_B}{A_A}} \xrightarrow[F_A=F_B]{\rho_A=\rho_B}$$

$$\frac{2}{3} = \sqrt{1 \times 1 \times \frac{A_B}{A_A}} \Rightarrow \frac{A_B}{A_A} = \frac{4}{9}$$

دقت کنید، رابطهٔ $v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$ به صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \xrightarrow{\mu=\frac{m}{L}} v = \sqrt{\frac{FL}{m}} \xrightarrow{m=\rho V=\rho AL}$$

$$v = \sqrt{\frac{FL}{\rho AL}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$$

سوال ۳۴۷ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

فاصله دو نوار روشن متوالی برابر دو برابر پهنای هر نوار است پس پهنای هر نوار برابر $3mm$ است.

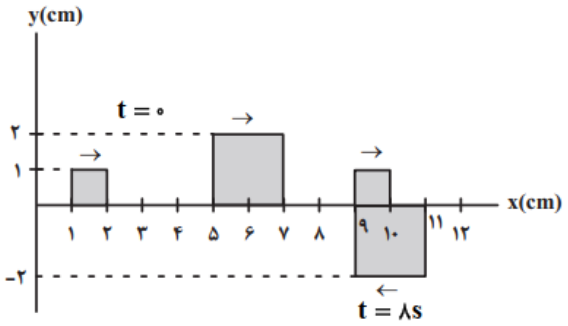
و چون پهنای نوارها متناسب با λ است، پس:

$$\frac{W_2}{W_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = 1/5 \Rightarrow \frac{W_2}{3} = 1/5 \Rightarrow W_2 = 4/5mm$$

سوال ۳۴۸ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

توجه داریم که هر نقطه روی هر دو تپ مسافتی برابر با $|\Delta x| = vt = ۱\frac{cm}{s} \times ۸s = ۸cm$ را طی می‌کند و با توجه به این که انتهای ریسمان ثابت است، موج در بازتاب خود وارونه می‌شود و داریم:

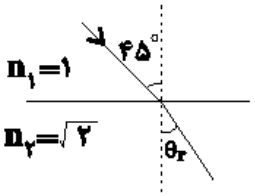


از طرفی چون جابه‌جایی‌های قائم قرینه‌اند، طرح تداخلی نهایی دو تپ به‌صورت زیر است:

سوال ۳۴۹ گزینه درست: ۱

گزینهٔ «۱»

با توجه به قانون اسنل داریم:

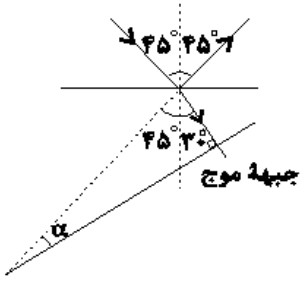


$$n_۱ \sin \hat{\theta}_i = n_۲ \sin \hat{\theta}_r$$

$$\Rightarrow ۱ \times \sin ۴۵^\circ = \sqrt{۲} \times \sin \hat{\theta}_r \Rightarrow \hat{\theta}_r = ۳۰^\circ$$

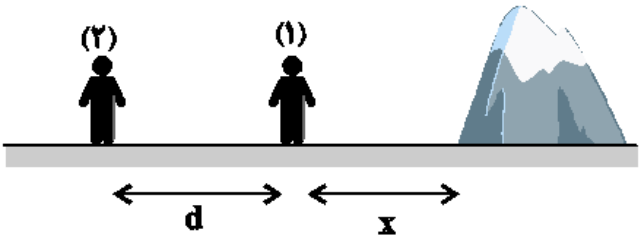
طبق قانون بازتاب عمومی، زاویه تابش با زاویه بازتابش برابر است. از طرفی جبهه‌های موج عمود بر پرتوی نور هستند، در نتیجه داریم:

$$\alpha = ۱۸۰^\circ - ۹۰^\circ - ۳۰^\circ - ۴۵^\circ = ۱۵^\circ$$



سوال ۳۵۰ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»



دانش‌آموز (۲) دو صدا می‌شنود. یکی صدایی که مستقیماً به گوش او می‌رسد. در این حالت صوت فاصلهٔ d را می‌پیماید و داریم:

$$v_{\text{صوت}} = \frac{d}{t_1} \Rightarrow t_1 = \frac{d}{v_{\text{صوت}}} \quad (1)$$

و دومین صدایی که می‌شنود، پژواک صدای دانش‌آموز (۱) از صخره است. در این حالت صوت فاصلهٔ $2x+d$ را می‌پیماید و داریم:

$$v_{\text{صوت}} = \frac{2x+d}{t_2} \Rightarrow t_2 = \frac{2x+d}{v_{\text{صوت}}} \quad (2)$$

از (۱) و (۲) داریم:

$$\xrightarrow[v_{\text{صوت}}=340m/s]{t_2-t_1=0/5s} 0/5 = \frac{2x}{340} \Rightarrow x = 85m$$

مشاهده کردیم که اختلاف زمانی رسیدن دو صدا به دانش‌آموز (۲)، به فاصلهٔ بین دو دانش‌آموز از هم بستگی ندارد. بنابراین حرکت دانش‌آموز (۲) تاثیری در زمان رسیدن دو صوت به آن ندارد.

در حالت دوم فاصلهٔ x را طوری می‌یابیم که فاصلهٔ دو صدا از هم $0/75s$ شود.

$$0/75 = \frac{2x'}{v_{\text{صوت}}} \Rightarrow x' = 127/5m$$
$$x' - x = 127/5 - 85 = 42/5m$$

یعنی دانش‌آموز (۱) باید از صخره دور شده و به دانش‌آموز (۲) نزدیک شود.

سوال ۳۵۱ گزینه درست: ۳

گزینهٔ «۳»

در تارهای دو سر بسته، طول تار برابر با $L = n\frac{\lambda_n}{2}$ است. (n عدد صحیح می‌باشد.)

$$L = n\frac{\lambda_n}{2} = n \times \frac{24}{2} = 12n\,(cm)$$

پس طول تار باید مضرب صحیحی از ۱۲ باشد که فقط گزینهٔ «۳» دارای این ویژگی است.

سوال ۳۵۲ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

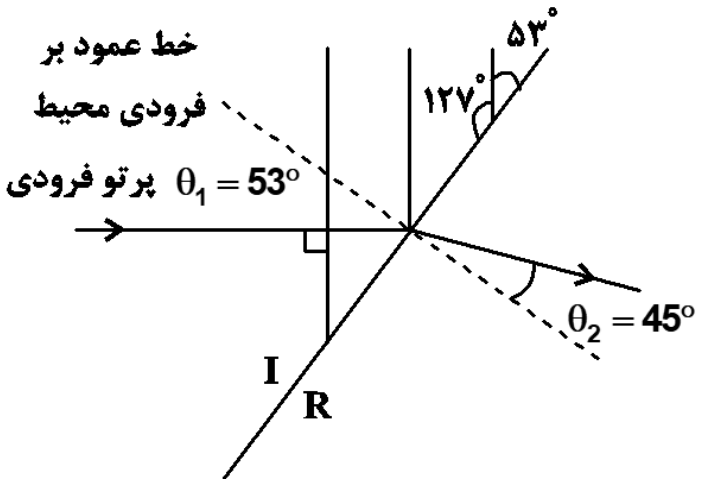
با توجه به متن کتاب درسی، هر چهار عبارت ذکر شده صحیح است

سوال ۳۵۳ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

چون پرتوی فرودی بر جبهه‌های موج فرودی عمود است، زاویهٔ بین پرتوی فرودی و خط عمود بر مرز جدایی در محیط I (زاویه تابش) مطابق شکل برابر ۵۳° خواهد شد.

طبق رابطهٔ قانون شکست عمومی داریم:



طبق رابطهٔ قانون شکست عمومی داریم:

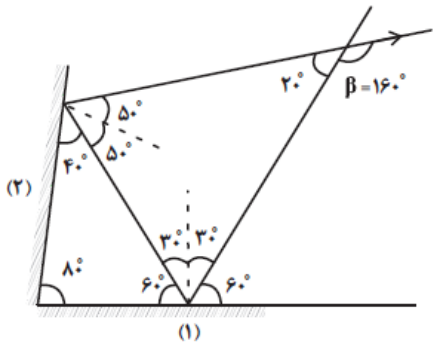
$$\frac{\sin\theta_۱}{\sin\theta_۲} = \frac{v_I}{v_R} \xrightarrow[\text{ثابت است } f]{v=\lambda f} \frac{\sin\theta_۱}{\sin\theta_۲} = \frac{\lambda_I}{\lambda_R} \Rightarrow \frac{\sin ۵۳^\circ}{\sin ۴۵^\circ} = \frac{\lambda_I}{\lambda_R}$$

$$\Rightarrow \frac{\lambda_I}{\lambda_R} = \frac{۰/۸}{\frac{\sqrt{۲}}{۲}} = ۰/۸\sqrt{۲}$$

طبق قانون شکست عمومی، چون $\theta_۱ > \theta_۲$ است پس تندی موج در ناحیه I بیشتر است و در نتیجه عمق آب در ناحیه I بیشتر از ناحیه R است.

سوال ۳۵۴ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»



زاویه بین پرتوی تابش به آینهٔ (۱) و پرتوی بازتاب شده از آینهٔ (۲) برابر با ۱۶۰° است.

نکته: مقدار زاویهٔ بین این دو پرتو فقط وابسته به زاویهٔ بین دو آینه است و با تغییر زاویهٔ تابش، دچار تغییر نمی‌شود.

سوال ۳۵۵ گزینه درست: ۲

گزینهٔ «۲»

در حالت اول ۳ گره و ۲ شکم روی طناب داریم:

$$f = \frac{nv}{۲L} = \frac{۲v}{۲L} = \frac{v}{L}$$

در حالت دوم ۳ شکم روی طناب داریم:

$$f' = \frac{nv}{۲L} = \frac{۳v'}{۲L}$$

چون دیاپازون تغییر نکرده است، پس در دو حالت بسامد موج ایستادهٔ تشکیل شده روی طناب یکسان است. بنابراین:

$$f = f' \Rightarrow \frac{v}{L} = \frac{۳v'}{۲L} \Rightarrow \frac{v}{v'} = \frac{۳}{۲}$$

$$\xrightarrow{v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}} \frac{\sqrt{\frac{F}{\mu}}}{\sqrt{\frac{F'}{\mu}}} = \frac{۳}{۲} \Rightarrow \sqrt{\frac{F}{F'}} = \frac{۳}{۲} \Rightarrow \frac{F}{F'} = \frac{۹}{۴}$$

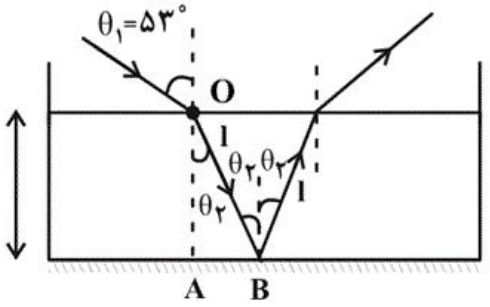
$$\xrightarrow{F=۹mg} \frac{۹mg}{F'} = \frac{۹}{۴} \Rightarrow F' = ۴mg$$

سپس تعداد ۵ وزنه باید از کفه کم کنیم.

سوال ۳۵۶ گزینه درست: ۴

گزینهٔ «۴»

ابتدا مسیر پرتو نور را از لحظهٔ ورود به مایع تا خارج شدن از آن رسم می‌کنیم.



$d = ۳\sqrt{۳}cm$

اکنون به کمک رابطهٔ اسنل، زاویهٔ $\theta_۲$ و پس از آن طول l را می‌یابیم.

$$n_۱ \sin\theta_۱ = n_۲ \sin\theta_۲ \xrightarrow[\theta_۱=۵۳^\circ]{n_۱=۱, n_۲=۱/۶}$$

$$۱ \times ۰/۸ = ۱/۶ \sin\theta_۲ \Rightarrow \sin\theta_۲ = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \theta_۲ = ۳۰^\circ$$

در مثلث OAB داریم:

$$\cos\theta_۲ = \frac{d}{l} \Rightarrow \frac{\sqrt{۳}}{۲} = \frac{۳\sqrt{۳}}{l} \Rightarrow l = ۶cm$$

پرتو طول $۲l$ را داخل مایع طی می‌کند. از طرفی تندی پرتو داخل مایع از رابطهٔ زیر بدست می‌آید.

$$v = \frac{c}{n} \xrightarrow{v=\frac{۲l}{t}} \frac{۲l}{t} = \frac{c}{n} \xrightarrow[c=۳\times۱۰^{۸} m/s]{l=۰/۰۶m, n=۱/۶}$$

$$t = \frac{۲\times۰/۰۶\times۱/۶}{۳\times۱۰^{۸}} = ۰/۶۴ \times ۱۰^{-۹} s = ۰/۶۴ns$$