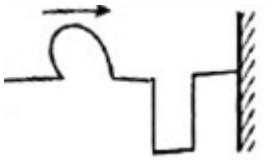
نام دبیر : مهدی باباخانی

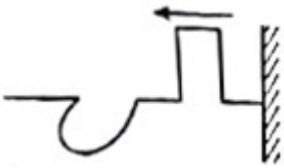
عنوان آزمون : تست برهمکنش امواج

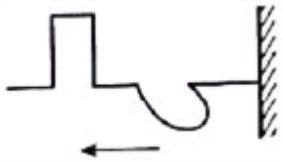
نام درس : فیزیک

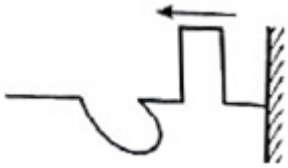
۱ شکل زیر یک موج مکانیکی است که در طول طنابی در حال عبور است و در انتها به یک میله که متصل است، برخورد کرده و بازتابیده می‌شود. موج بازتابیده مطابق با کدام گزینه است؟



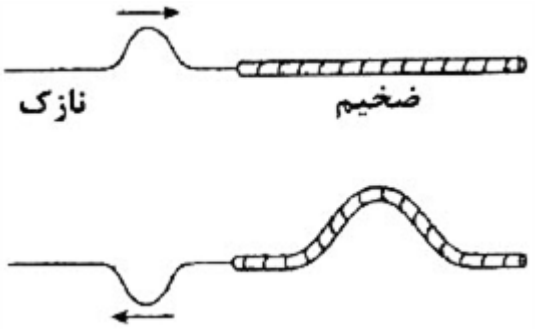
۱ 

۲ 

۳ 

۴ 

۲ با توجه به شکل مقابل موجی در قسمت نازک در حال عبور است و وارد قسمت ضخیم می‌شود. کدام گزینه صحیح است؟



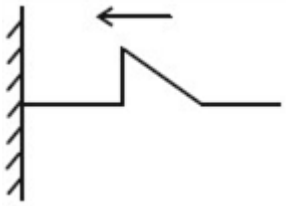
۱ هنگام ورود موج به قسمت ضخیم، بسامد موج کاهش می‌یابد.

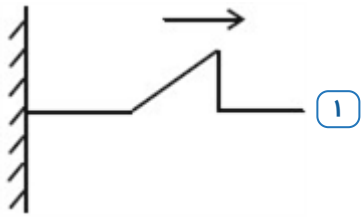
۲ هنگام ورود موج به قسمت ضخیم، تندی موج افزایش می‌یابد.

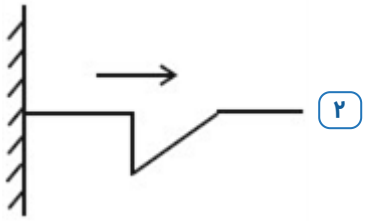
۳ طول موجِ موج بازتاب شده از طول موج عبوری بیشتر است.

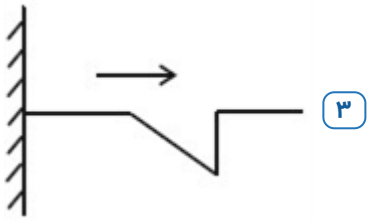
۴ بسامد موج عبوری نیز از بسامد موج بازتاب شده بیشتر است.

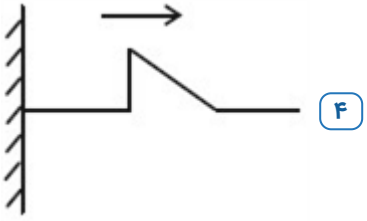
۳ در شکل زیر، تپی در یک ریسمان بلند با تکیه‌گاه ثابت در حال پیشروی است. شکل تپ بازتابیده از تکیه‌گاه در کدام گزینه درست رسم شده است؟



۱


۲


۳


۴


۴ شخصی بین دو صخره قائم که فاصله آن‌ها از هم ۱۶۵۰ متر است، ایستاده و فریاد می‌زند. اگر فاصله زمانی بین شنیدن صدای اولین پژواک از صخره‌ها برابر با ۴ ثانیه و تندی انتشار صوت در محیط $۳۳۰\frac{m}{s}$ باشد، آنگاه به ترتیب از راست به چپ فاصله شخص از صخره نزدیک‌تر چند متر است و صدای پژواک اول پس از چند ثانیه شنیده می‌شود؟

۱ ۴۹۵، ۱/۵ ۲ ۴۹۵، ۳ ۳ ۶۶۰، ۲ ۴ ۶۶۰، ۴

۵ شخصی بین دو صخرهٔ قائم فریاد می‌زند و $۱s$ بعد از پژواک اول، صدای پژواک دوم را می‌شنود. اگر فاصلهٔ شخص از صخرهٔ نزدیک‌تر، $\frac{۱}{۳}$ برابر فاصلهٔ شخص از صخرهٔ دورتر باشد، شخص بعد از چند ثانیه صدای پژواک اول را شنیده است؟

۱ ۰/۲۵ ۲ ۰/۵ ۳ ۱ ۴ ۱/۲۵

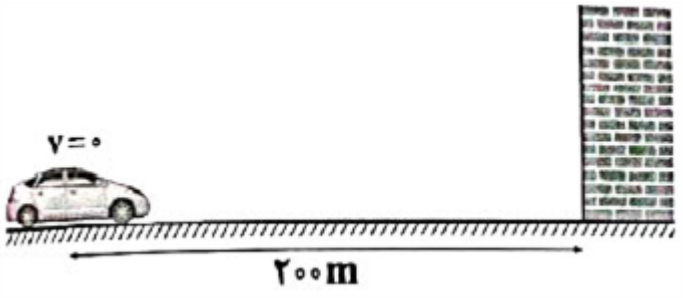
۶ تندی صوت در هوای $۰^\circ C$ حدود $۳۳۰\frac{m}{s}$ است. شخصی در این دما روبه‌روی یک دیوار بلند می‌ایستد و فریاد می‌زند. برای آنکه شخص بتواند پژواک صدای فریاد خود را از صدای اصلی تمیز دهد، باید فاصلهٔ او از دیوار چقدر باشد؟

۱ حداقل ۳۳ متر ۲ حداکثر ۱۶/۵ متر ۳ حداقل ۱۶/۵ متر ۴ حداکثر ۳۳ متر

۷ وال عنبر با استفاده از پژواک امواج فراصوتی با بسامد ۸۰kHz مکان‌یابی می‌کند. اگر مجموع زمان رفت و برگشت امواج گسیل شده توسط وال در برخورد به مانع برابر $۰/۲s$ و مانع در فاصلهٔ ۱۲۰ متری باشد، طول موج امواج گسیل شده چند سانتی‌متر است؟

۱ ۰/۷۵ ۲ ۱ ۳ ۱/۲۵ ۴ ۱/۵

۸ اتومبیلی مطابق شکل زیر، با شتاب ثابت $۱۰\frac{m}{s^۲}$ از حال سکون شروع به حرکت می‌کند. پس از ۵ ثانیه، در همین لحظه صدای بوق اتومبیل توسط راننده به صدا درمی‌آید و اتومبیل با سرعت ثابت به حرکت خودش ادامه می‌دهد. لحظه‌ای که راننده صدای بوق خودش را می‌شنود. فاصله‌اش تا مانع چند متر است؟ (سرعت صوت در هوا $۳۰۰\frac{m}{s}$ فرض شود.)



۱) ۷۵ ۲) $\frac{۳۷۵}{۷}$ ۳) ۱۲۵ ۴) ۹۳/۷۵

۹ شخصی بین دو صخره ایستاده است و تا صخرهٔ نزدیک‌تر $۱۷۰m$ فاصله دارد. این شخص فریاد می‌زند. پژواک اول را یک ثانیهٔ بعد می‌شوند و دو ثانیه پس از پژواک اول، پژواک دوم را می‌شنود. فاصلهٔ دو صخره چند متر است؟

۱) ۸۵۰ ۲) ۶۸۰ ۳) ۵۱۰ ۴) ۳۴۰

۱۰ چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

الف) اگر تأخیر زمانی بین صوت فرودی به مانع و صوت بازتابی از مانع کمتر از $۰/۱s$ باشد، گوش انسان می‌تواند پژواک را از صوت مستقیم اولیه تمیز دهد.

ب) یکای $\mu_۰\epsilon_۰$ برابر $\frac{m^۲}{s^۲}$ است.

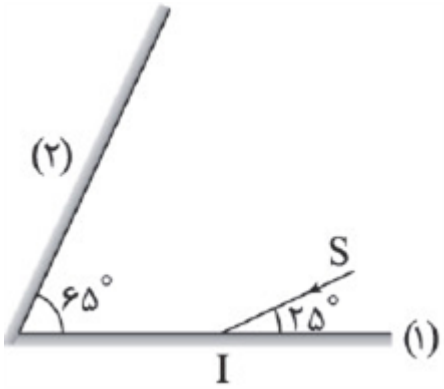
پ) در امواج طولی، راستای انتشار موج و ارتعاش ذرات بر هم عمود است، اما در امواج عرضی، راستای ارتعاش ذرات و انتشار موج یکسان است.

ت) از مکان‌یابی پژواکی به همراه اثر دوپلر می‌توان برای تعیین تندی شارش خون در رگ‌ها استفاده کرد.

ث) طیف امواج الکترومغناطیسی یک طیف پیوسته است.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

۱۱ در شکل مقابل دو آیینهٔ تخت متقاطع را مشاهده می‌کنید. پرتوی نور SI به آیینهٔ ۱ می‌تابد و سپس از آن بازتاب کرده و به آیینهٔ ۲ می‌رسد. پرتو نور خروجی نهایی از مجموعهٔ دو آیینه چند درجه نسبت به پرتوی SI منحرف شده است؟



۱) ۲۵° ۲) ۵۰° ۳) صفر ۴) ۱۸۰°

۱۲ خودرویی با تندی ثابت $۷۲\frac{km}{h}$ به صخرهٔ قائم و تختی نزدیک می‌شود. راننده بوق می‌زند و پس از ۰/۶ ثانیه پژواک صدای بوق خود را می‌شنود. در لحظهٔ دریافت پژواک صدای بوق از صخره، خودرو در چند متری مانع قرار دارد؟ (سرعت صوت در هوا $۳۴۰\frac{m}{s}$ است.)

۱) ۱۲۰ ۲) ۱۰۸ ۳) ۹۶ ۴) ۱۲

۱۳ ماشین آتش‌نشانی با تندی ثابت $۷۲\frac{km}{h}$ در حال دور شدن از یک دیوار بلند است. اگر در لحظه‌ای که فاصلهٔ این ماشین آتش‌نشانی از دیوار $۴۰۰m$ است، رانندهٔ ماشین آتش‌نشانی آژیر آن را به صدا درآورد، چند ثانیه بعد از آژیر زدن، راننده ماشین آتش‌نشانی صدای آژیر را پس از بازتاب از دیوار می‌شنود؟ (تندی صوت $۳۴۰\frac{m}{s}$ و از جذب انرژی توسط محیط صرف‌نظر شود.)

۱) ۱/۵ ۲) ۲ ۳) ۲/۵ ۴) ۳/۵

۱۴ شخصی در مقابل یک رشته پلکان بسیار بلند با تعداد پله‌های زیاد که همگی به عرض $۳۵cm$ هستند ایستاده است. این شخص یک بار کف دستان خود را به هم می‌زند. مجموعه پژواک‌های صدای دست شخص با چه بسامدی به گوش شخص می‌رسد؟ (تندی انتشار صوت در محیط $۳۲۹\frac{m}{s}$ است.)



۱) ۳۵۰ ۲) ۴۷۰ ۳) ۵۶۰ ۴) ۹۴۰

۱۵ چه تعداد از جمله‌های زیر درست است؟

الف) دستگاه سنگ‌شکن کلیه (لیتوتریپسی) به کمک بازتابنده‌های فراصوتی کار می‌کند.

ب) برای اندازه‌گیری تندی شارش خون از مکان‌یابی پژواکی به همراه اثر دوپلر امواج فراصوت استفاده می‌شود.

پ) در آب‌های کم‌عمق جبههٔ موج امواج سطحی دچار شکست شده به طوری‌که در بخش کم‌عمق فاصلهٔ جبهه‌های موج کمتر می‌شود.

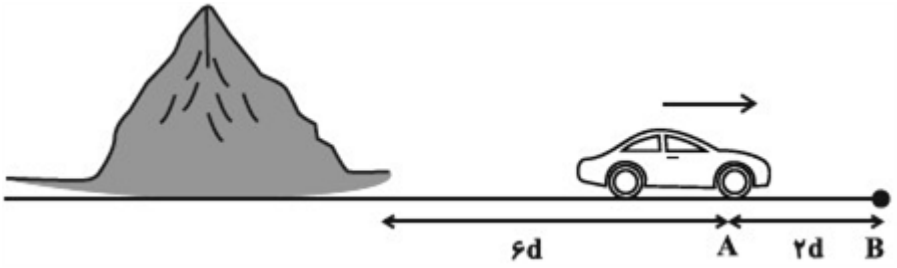
ت) قانون بازتاب عمومی هم برای بازتاب منظم و هم برای بازتاب نامنظم به کار می‌رود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۶ خفاشی در حین پرواز به طرف مانعی با تندی ثابت $۱۰\frac{m}{s}$، امواج فراصوتی را گسیل می‌کند که طول موج $۳/۲۵mm$ و بسامد ۱۲۰kHz دارد. اگر خفاش، پژواک این فراصوت را پس از $۰/۵s$ دریافت کند، فاصلهٔ مانع تا خفاش در لحظهٔ دریافت پژواک صوت چند متر بوده است؟

۱) ۹۷/۵ ۲) ۹۵ ۳) ۱۰۰ ۴) ۱۱۲/۵

۱۷ خودرویی با تندی ثابت در حال دور شدن از یک صخره است. اگر راننده، در نقطهٔ A بوق ماشین را به صدا درآورد و در نقطهٔ B صدای بوق را بشنود، تندی صوت چند برابر تندی خودرو است؟



۱) ۴ ۲) ۷

۳) ۱۰ ۴) اطلاعات مسئله کافی نیست

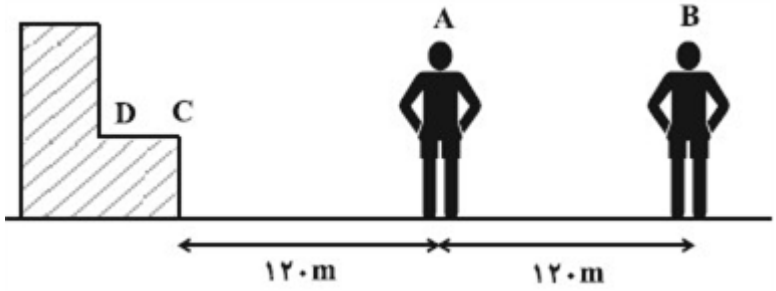
۱۸ اتومبیلی با تندی ثابت $۴۰\frac{m}{s}$ بین دو صخره‌ای که در فاصلهٔ ۱۷۰۰ متری از یکدیگر قرار دارند، بر روی خط راست حرکت می‌کند. اگر در یک لحظهٔ معین رانندهٔ اتومبیل بوق بزند، پس از مدتی پژواک حاصل از دو صخره را برای اولین بار به طور همزمان می‌شنود. اختلاف فاصلهٔ اتومبیل از دو صخره به هنگام بوق زدن چند متر بوده است؟ $\left(v_{\text{صوت}}=۳۴۰\frac{m}{s}\right)$

۱) ۷۵۰ ۲) ۹۵۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۱۵۰۰

۱۹ اتومبیلی با سرعت $۶۰\frac{m}{s}$ به صخره‌ای نزدیک می‌شود. زمانی‌که به فاصلهٔ ۱۰۰۰ متری صخره می‌رسد، بوق اتومبیل به صدا درمی‌آید. زمانی‌که رانندهٔ اتومبیل پژواک صدای بوق را می‌شنود، فاصلهٔ اتومبیل تا صخره چند متر است؟ $\left(V_{\text{صوت}}=۳۴۰\frac{m}{s}\right)$

۱) ۸۲۰ ۲) ۷۶۰ ۳) ۷۰۰ ۴) ۶۴۰

۲۰ دو دانش‌آموز ساکن A و B در فاصلهٔ $۱۲۰m$ از هم قرار دارند و دانش‌آموز A فریاد می‌زند. اگر اختلاف زمانی صوت اول و صوت سومی که به گوش دانش‌آموز B می‌رسد $۰/۸$ ثانیه باشد، طول CD چند متر است؟ $\left(v_{\text{صوت}}=۳۵۰\frac{m}{s}\right)$



۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

۲۱ کدام مورد درست است؟

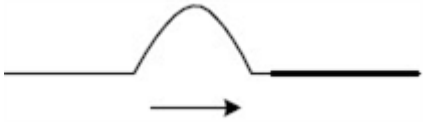
۱) قانون بازتاب عمومی برای امواج صوتی برقرار نیست.

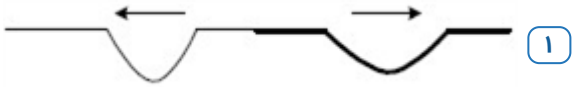
۲) از امواج الکترومغناطیسی برای مکان‌یابی پژواکی و تعیین تندی خودروها استفاده می‌شود.

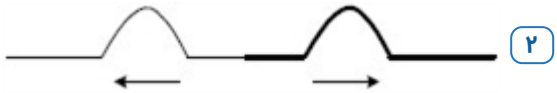
۳) از امواج فروسرخ تندی شارش خون را با استفاده از مکان‌یابی پژواکی به همراه اثر دوپلر اندازه‌گیری می‌کنند.

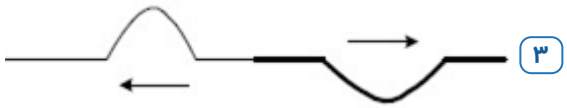
۴) خفاش فورانی از امواج فروسرخ از دهان خود گسیل می‌کند و با استفاده از مکان‌یابی پژواکی طعمه خود را شکار می‌کند.

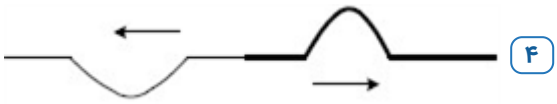
۲۲ در یک طناب کشیده شده که قسمتی از آن نازک و قسمت دیگر ضخیم است، مطابق شکل یک تپ در طناب نازک به سمت مقابل در حرکت است. کدام شکل، وضعیت بعدی طناب را درست نشان می‌دهد؟



۱ 

۲ 

۳ 

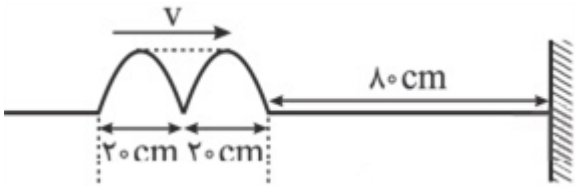
۴ 

۲۳ خفاشی با تندی ثابت $۱۵\frac{m}{s}$ به مانعی نزدیک می‌شود. در یک لحظه امواج فراصوتی به طراف مانع ارسال می‌کند و $۰/۸s$ بعد، پژواک آن را دریافت می‌کند. در لحظه دریافت پژواک، فاصله خفاش از مانع چند متر است؟

$\left(v_{\text{صوت}} = ۳۳۰\frac{m}{s}\right)$

۱ ۱۳۲ ۲ ۱۳۸ ۳ ۲۶۴ ۴ ۲۷۶

۲۴ یک تپ سینوسی مطابق شکل با تندی ثابت $۵\frac{cm}{s}$ در یک طناب منتشر شده و به انتهای ثابت طناب نزدیک می‌شود. چند ثانیه بعد از لحظه‌ی نشان داده‌شده، طناب کاملاً به صورت افقی درمی‌آید؟



۱ ۱۶ ۲ ۲۰ ۳ ۲۴ ۴ ۲۸

۲۵ شخصی بین دو صخره‌ی بلند که فاصله‌ی آنها از ۶۴۰ متر است، در نقطه‌ای ثابت ایستاده و فریاد می‌زند. اگر او دو پژواک از صدای خود را با فاصله‌ی زمانی ۱s بشنود، فاصله‌ی او از صخره‌ی نزدیک‌تر چند متر است؟

$\left(\text{تندی صوت} = ۳۲۰\frac{m}{s}\right)$

۱ ۸۰ ۲ ۱۶۰ ۳ ۲۴۰ ۴ ۲۸۰

۲۶ بسامد نور تک‌رنگی در شیشه ۴۵۰ تراهرتز است. بسامد این نور در آب چند تراهرتز است؟ (سرعت نور در شیشه و آب به ترتیب $۲ \times ۱۰^۸\frac{m}{s}$ و $۲/۲۵ \times ۱۰^۸\frac{m}{s}$ است.)

۱ ۴۵۰ ۲ ۴۰۰ ۳ ۵۰۶/۲۵ ۴ ۳۶۰

۲۷ دانش‌آموزی بین دو صخرهٔ قائم ایستاده است و فاصلهٔ بین دو صخره $۱۰۲۰m$ است. دانش‌آموز فریاد می‌زند و اولین پژواک صدای خود را پس از $۲s$ و صدای پژواک دوم را $۲s$ بعد از پژواک اول می‌شنود. فاصلهٔ دانش‌آموز از صخرهٔ نزدیک‌تر چند متر است؟

۱ ۱۷۰ ۲ ۳۴۰ ۳ ۵۱۰ ۴ ۶۸۰

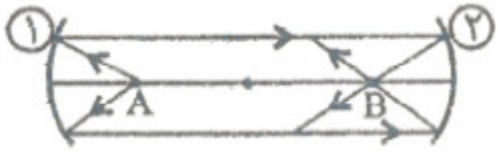
۲۸ اگر صوت پس از بازتاب، ..... به گوش شنونده‌ای برسد که صوت اولیه را ..... می‌شنود، به‌چنین بازتابی پژواک می‌گوییم.

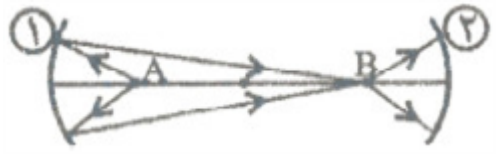
۱ با یک تأخیر زمانی - غیرمستقیم
۲ بدون تأخیر - مستقیماً
۳ با یک تأخیر زمانی - مستقیماً
۴ بدون تأخیر - غیرمستقیم

۲۹ انتشار و بازتاب امواج صوتی از دو سطح خمیده مقابل به هم در کدام گزینه به درستی نشان داده شده است؟ (A مرکز کانون اصلی (۱)، B مرکز کانون اصلی (۲))

۱


۲


۳


۴


۳۰ در رابطه با بازتابش امواج صوتی کدام گزینه درست است؟

۱ با برخورد به مانع و محیطی که از محیط اولیه غلیظ تر یا رقیق‌تر است قسمتی از امواج از روی مانع یا از سطح مشترک دو محیط منعکس شده و برمی‌گردد و قسمت دیگر پیش می‌رود.

۲ اگر محیط یا مانع کاملاً سخت باشد قسمتی از امواج منعکس می‌شود.

۳ با برخورد به مانع قسمتی از امواج از روی مانع یا از سطح مشترک دو محیط منعکس شده و برمی‌گردد و قسمت دیگر در سطح مشترک تلف می‌شود.

۴ اگر محیط یا مانع کاملاً سخت باشد امواج به طور کامل پیش می‌رود.

۳۱ دو طناب A و B در یک نقطه به یکدیگر متصل هستند و بین دو نقطه کشیده شده‌اند. طناب A نازک و جنسی سبک، و طناب B ضخیم و جنسی سنگین دارد. اگر مطابق شکل مقابل یک آشفتگی از سر طناب A منتشر شود در کدام گزینه آشفتگی بعد از رسیدن به محل اتصال A و B به درستی نشان داده شده است؟



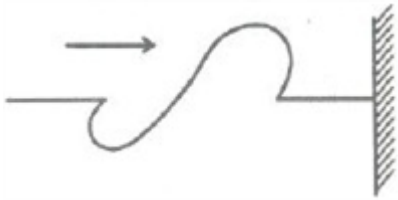
۱


۲


۳


۴


۳۲ در یک طناب که از یک سر به دیوار متصل است موجی مطابق شکل تولید می‌شود. موج برگشتی از دیوار چگونه است؟



۱ 

۲ 

۳ 

۴ 

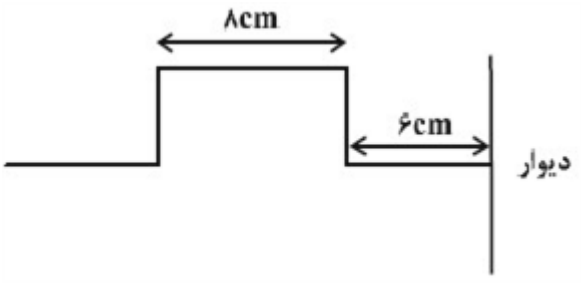
۳۳ یک دستگاه لرزه‌نگاری از یک زمین‌لرزه، دو موج، یکی طولی و دیگری عرضی به فاصلهٔ زمانی ۵۰ ثانیه ثبت می‌کند. اگر سرعت انتشار این دو موج به‌ترتیب $۸\frac{km}{s}$ و $۴/۸\frac{km}{s}$ باشد، زلزله در چند کیلومتری از محل لرزه‌نگار رخ داده است؟

۱ ۱۶۰۰ ۲ ۱۲۰۰ ۳ ۸۰۰ ۴ ۶۰۰

۳۴ از اتومبیلی که با سرعت $۴۰\frac{m}{s}$ به طرف مانع بزرگی در حال حرکت است، در یک لحظه تیری شلیک می‌شود. صدای شلیک تیر از ابتدا تا پس از بازگشت از مانع بعد از $۵s$ به اتومبیل می‌رسد. فاصلهٔ اتومبیل از مانع هنگام رها شدن تیر چند متر بوده است؟ (تندی انتشار صوت در هوا را $۳۴۰\frac{m}{s}$ درنظر بگیرید.)

۱ ۷۵۰ ۲ ۱۵۰۰ ۳ ۱۹۵۰ ۴ ۹۵۰

۳۵ شکل مقابل، یک تپ پیش‌روندهٔ 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 لحظهٔ نشان داده شده، طناب به حالت افقی درمی‌آید؟

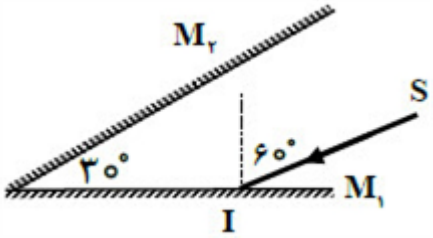


۱ ۵ ۲ ۶ ۳ ۷ ۴ ۸

۳۶ شخصی در فاصلهٔ ۲۵۵ متری از دیواری ایستاده و گلوله‌ای را به سمت آن شلیک می‌کند. اگر تندی حرکت گلوله ثابت و برابر با $۷۵\frac{m}{s}$ باشد، شخص چند ثانیه قبل از دیدن سوراخ گلوله روی دیوار، بازتاب صدای شلیک را از دیوار می‌شنود؟ $\left(\text{تندی صوت} = ۳۴۰\frac{m}{s}\right)$

۱) ۰/۹ ۲) ۱/۹ ۳) ۱/۵ ۴) ۳/۴

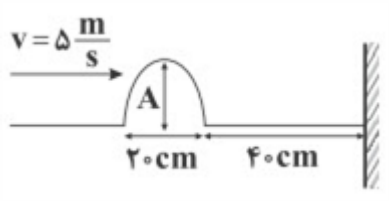
۳۷ در شکل مقابل، پرتو بازتابش نهایی نسبت به پرتو تابش اولیه (SI) چند درجه منحرف می‌شود؟



۱) ۱۸۰° ۲) ۱۶۰°

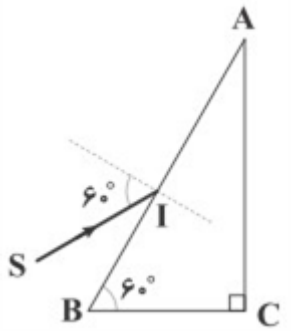
۳) ۱۵۰° ۴) ۱۴۰°

۳۸ شکل زیر، تپ موجی به شکل نیم‌دایره را در لحظه‌ی $t = ۰$ نمایش می‌دهد. در چه لحظه‌ای برحسب ثانیه، شکل طناب کاملاً افقی خواهد شد؟ (انتهای طناب محکم به دیوار بسته شده است.)



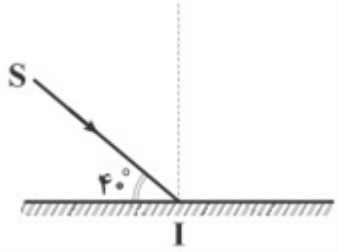
۱) ۰/۰۴ ۲) ۰/۰۸ ۳) ۰/۱ ۴) ۰/۱۲

۳۹ در شکل زیر، پرتوی نور تک‌رنگ SI با زاویه‌ی تابش ۶۰ درجه بر وجه AB می‌تابد و موازی با وجه BC، از وجه AC خارج می‌شود. با ورود پرتوی نور به داخل منشور، فاصله‌ی بین جبهه‌های موج آن چند برابر می‌شود؟



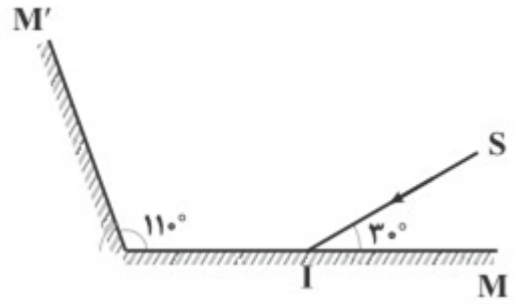
۱) $\sqrt{۳}$ ۲) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$ ۳) $\frac{\sqrt{۳}}{۳}$ ۴) $\frac{\sqrt{۳}}{۴}$

۴۰ مطابق شکل زیر، پرتوی نور SI به آینه‌ی تختی می‌تابد. اگر این آینه حول نقطه‌ی تابش I، 10° پادساعتگرد دوران کند، زاویه‌ی بین پرتوی تابش و پرتوی بازتابش چند درجه خواهد شد؟ (پرتوی تابش ثابت می‌ماند.)



۱) ۸۰ ۲) ۹۰ ۳) ۷۰ ۴) ۱۰۰

۴۱ مطابق شکل زیر، پرتوی نور SI با زاویه‌ی 30° نسبت به سطح آینه‌ی تخت M به آن برخورد می‌کند. زاویه‌ای که امتداد پرتوی بازتاب از آینه‌ی تخت M' با راستای آینه‌ی M می‌سازد، چند درجه است؟



۱) ۵۰ ۲) ۶۰ ۳) ۷۰ ۴) ۸۰

۴۲ اگر در آینه‌ی تختی، زاویه‌ی تابش را ۴۰ درجه افزایش دهیم، زاویه‌ی بین پرتوهای تابش و بازتابش، ۵ برابر می‌شود. زاویه‌ی تابش اولیه چند درجه بوده است؟

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۲۰ ۴) ۳۰

۴۳ سطح بازتابنده‌ی نور چه شرطی داشته باشد تا پرتوی تابش، پرتوی بازتابش و خط عمود بر سطح بازتابنده، هر سه در یک صفحه واقع شوند؟

۱) ناهمواری‌های سطح بازتابنده‌ی نور بسیار کوچک‌تر از طول موج نور باشد.

۲) سطح بازتابنده‌ی نور مسطح باشد.

۳) ناهمواری‌های سطح بازتابنده‌ی نور بسیار بزرگ‌تر از طول موج نور باشد.

۴) همواره و در هر شرایطی این موضوع صادق است.

۴۴ وال عنبر با استفاده از ..... مکان‌یابی می‌کند و اجسامی را تشخیص می‌دهد که ابعاد آن‌ها ..... امواج تولیدی توسط وال عنبر باشد.

۱) پژواک امواج فراصوتی - در حدود یا کوچک‌تر از طول موج

۲) پژواک امواج فراصوتی - در حدود یا بزرگ‌تر از طول موج

۳) بازتاب نور - در حدود یا بزرگ‌تر از طول موج

۴) بازتاب نور - در حدود یا کوچک‌تر از طول موج

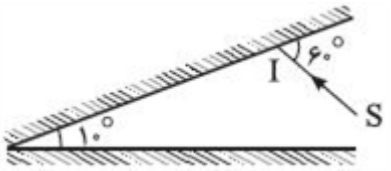
۴۵ امواج الکترومغناطیسی تخت تابیده به یک سطح کاو پس از بازتابش ..... می‌شوند.

۱) به موازات محور سطح کاو بازتاب
۲) به همه‌ی اطراف پراکنده
۳) تماماً جذب
۴) در یک نقطه کانونی

۴۶ هنگامی‌که نور به سطح ناهموار و غیرصیقلی برخورد می‌کند، کدام گزینه روی می‌دهد؟

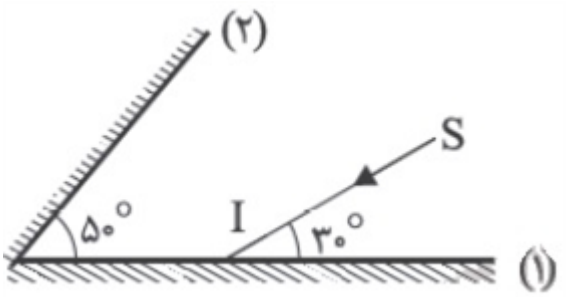
۱) جذب می‌شود
۲) با شکست عبور می‌کند
۳) بازتاب پخشنده
۴) بازتاب آینه‌ای

۴۷ پرتو نور SI مطابق شکل زیر به دو آینهٔ تخت متقاطع برخورد می‌کند. زاویهٔ بین پرتو تابش به آینهٔ اول و پرتو خروجی از میان آینه‌ها چند درجه است؟



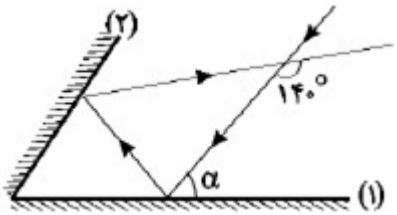
۱) 20°
۲) 60°
۳) 160°
۴) 180°

۴۸ پرتو نور SI مطابق شکل به آینه‌ی (۱) می‌تابد و پس از دو بار بازتاب از آینه‌ی (۱) از میان دو آینه خارج می‌شود. پرتو بازتاب نهایی با پرتو SI چه زاویه‌ای می‌سازد؟



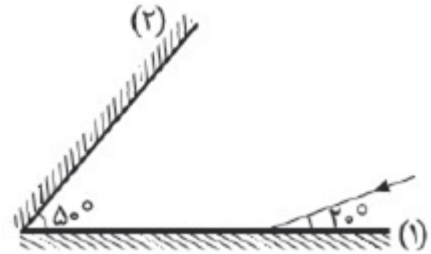
۱) 100°
۲) 120°
۳) 160°
۴) 180°

۴۹ مطابق شکل، پرتوی نوری با زاویه‌ی α به آینه‌ی (۱) تابیده و پس از بازتاب به آینه‌ی (۲) برخورد می‌کند. اگر زاویه‌ی بین پرتوی تابش به آینه‌ی (۱) و بازتابش از آینه‌ی (۲)، 140° درجه باشد، α چند درجه است؟ (زاویه‌ی بین دو آینه حاده است.)



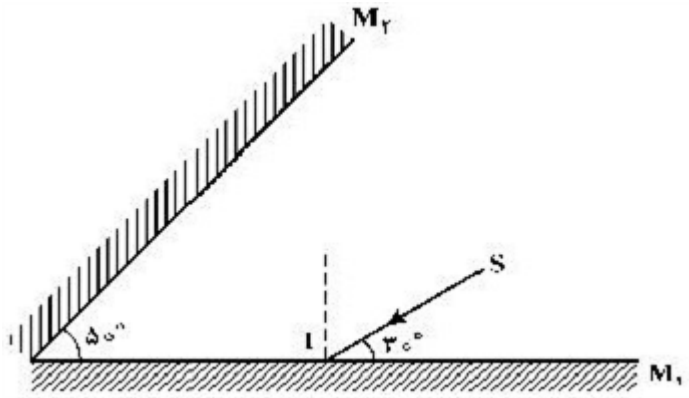
۱) ۵۰
۲) ۶۰
۳) ۷۰
۴) اطلاعات برای محاسبه‌ی α کافی نیست.

۵۰ در شکل روبه‌رو، پرتوی نور در برخورد اول با سطح آینه‌ی (۱) زاویه‌ی ۲۰° می‌سازد. این پرتو دوبار از آینه‌ی (۲) بازتاب شده و در نهایت با زاویه‌ی α نسبت به سطح آینه‌ی (۲) میان دو آینه خارج می‌شود. مقدار α چند درجه است؟



۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

۵۱ در شکل مقابل، امتداد پرتو نور بازتابیده از آینه‌ی $M_۲$ با امتداد پرتو SI، زاویه‌ی چند درجه می‌سازد؟

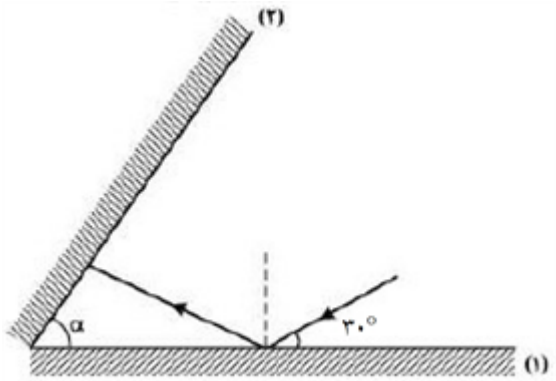


۱) ۴۰ ۲) ۷۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۱۱۰

۵۲ خفاشی در حین پرواز با سرعت ثابت $۱۰\frac{m}{s}$ به دیواری نزدیک می‌شود و امواج فراصوتی را از خود گسیل می‌کند. اگر خفاش پژواک این موج فراصوت را پس از $۰/۴s$ از تولید موج دریافت کند، فاصله‌ی دیوار تا خفاش در لحظه‌ی دریافت پژواک چند متر است؟ (بسامد صدای خفاش ۱۰۰kHz و طول موج آن $۳/۳۵mm$ است)

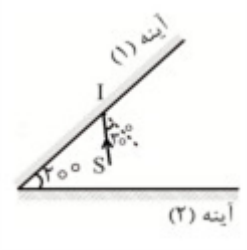
۱) ۶۵ ۲) ۶۹ ۳) ۱۳۴ ۴) ۱۳۸

۵۳ مطابق شکل مقابل، پرتو نوری تحت زاویه‌ی ۳۰° به آینه تخت ۱ می‌تابد و پس از بازتاب به آینه تخت ۲ می‌تابد. اگر در دومین بازتاب از آینه ۱ پرتو نور موازی آینه ۲ شود، زاویه‌ی α چند درجه است؟



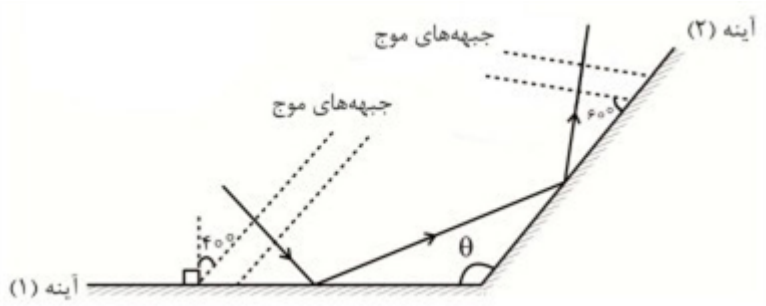
۱) ۳۰ ۲) ۴۰ ۳) ۵۰ ۴) ۶۰

۵۴ مطابق شکل، پرتو SI به آینه (۱) می‌تابد و پس از بازتابش‌هایی میان دو آینه، از فضای بین دو آینه خارج می‌شود. زاویه میان پرتو بازتاب نهایی با امتداد پرتو SI چند درجه است؟ (طول آینه‌ها به اندازه کافی بلند است.)



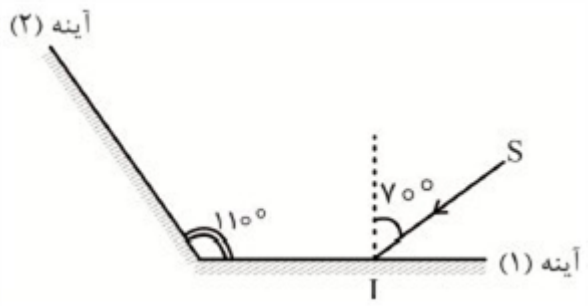
۱) 110° ۲) 130° ۳) 50° ۴) 80°

۵۵ مطابق شکل پرتو نوری به دو آینه تخت تابیده و از آنها بازتاب می‌کند. زاویه میان پرتو تابیده شده به آینه (۱) و پرتو باز تابیده از آینه (۲) چند درجه است؟



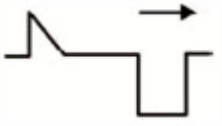
۱) 160° ۲) 140° ۳) 110° ۴) 80°

۵۶ در شکل مقابل اگر زاویه بین پرتو تابش SI و سطح آینه تخت ۱، 10° افزایش یابد، به‌ترتیب زاویه تابش در آینه ۲ چند درجه و چگونه تغییر می‌کند و زاویه بین امتداد پرتو SI و امتداد پرتو بازتاب از آینه ۲ چند درجه و چگونه تغییر می‌کند؟



۱) ۱۰ درجه افزایش می‌یابد، ۲۰ درجه کاهش می‌یابد.
۲) ۱۰ درجه کاهش می‌یابد، ۲۰ درجه کاهش می‌یابد.
۳) ۱۰ درجه افزایش می‌یابد، ثابت می‌ماند.
۴) ۱۰ درجه کاهش می‌یابد، ثابت می‌ماند.

۵۷ با تداخل کدام تپ با تپ ارسالی مقابل، در یک لحظه تمام نقاط می‌توانند تداخلی ویرانگر را تجربه کنند؟



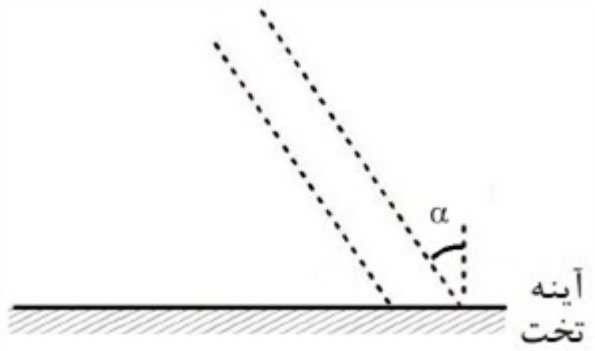
۱ 

۲ 

۳ 

۴ 

۵۸ در شکل مقابل دو جبهه موج متوالی تابیده شده به یک آینه تخت برحسب میکرومتر نشان داده شده است. اگر فاصله میان این دو جبهه موج متوالی $2/4\mu m$ و زاویه میان جبهه‌های موج تابشی و بازتابشی 120° باشد، α چند درجه و فاصله دو جبهه موج متوالی در موج بازتابشی چند میکرومتر است؟



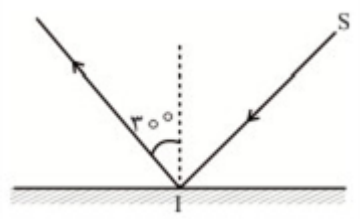
۱ 30° ،۱/۲

۲ 60° ،۱/۲

۳ 30° ،۲/۴

۴ 60° ،۲/۴

۵۹ مطابق شکل پرتو نور SI به سطح یک آینه تخت می‌تابد و از آن بازتابش می‌کند. پرتو SI را چند درجه و در چه جهتی بچرخانیم تا زاویه میان جبهه‌های موج تابشی و بازتابشی به 100° برسد؟



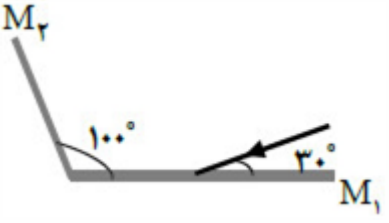
۱ ۲۰، پادساعتگرد

۲ ۱۰، پادساعتگرد

۳ ۲۰، ساعتگرد

۴ ۱۰، ساعتگرد

۶۰ شکل مقابل دو آینه‌ی تخت M_1 و M_2 را نشان می‌دهد. پرتویی به آینه‌ی M_1 می‌تابد. زاویه‌ی بازتاب از آینه‌ی M_2 چه‌قدر است؟



۱ 50°

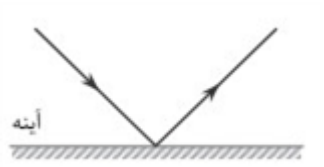
۲ 30°

۳ 40°

۶۱ پرتو نوری با زاویه‌ی تابش ۳۰ درجه به یک آینه‌ی تخت می‌تابد و بعد از بازتاب از آن به آینه‌ی تخت دیگر برخورد می‌کند. اگر دو آینه با هم زاویه‌ی ۴۵ درجه بسازند، زاویه‌ی بازتاب از آینه‌ی دوم چند درجه است؟

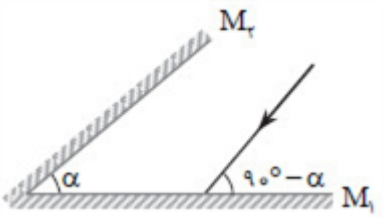
۱) ۱۵ ۲) ۲۰ ۳) ۲۵ ۴) ۳۰

۶۲ در شکل مقابل زاویه تابش دو برابر زاویه بین پرتو بازتابش و سطح آینه است. زاویه بین پرتو تابش و بازتابش چند درجه است؟



۱) ۶۰ ۲) ۹۰ ۳) ۱۲۰ ۴) ۱۵۰

۶۳ در شکل مقابل زاویه بین پرتو فرودی و بازتاب شده از آینه M_2 چند درجه است؟

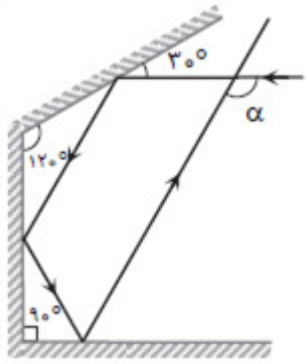


۱) ۱۸۰ ۲) 2α ۳) α ۴) صفر

۶۴ شخصی در فاصله‌ی d از آینه‌ی تختی به طول L و موازی با آن ایستاده است. دیواری پشت سر شخص به فاصله‌ی $2d$ از او قرار دارد. اگر شخص آن‌قدر از آینه دور شود تا فاصله‌اش از دیوار ۵۰ درصد کاهش یابد. طولی از دیوار که شخص در آینه رؤیت می‌کند، چند درصد کاهش می‌یابد؟ (آینه در ارتفاع مناسبی نصب شده است.)

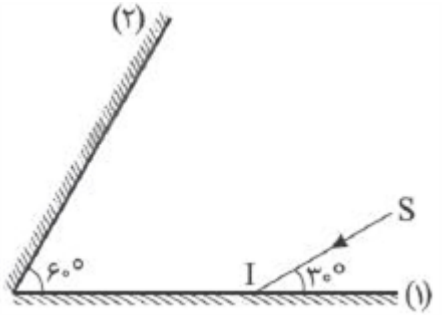
۱) ۳۷/۵ ۲) ۵۰ ۳) ۶۲/۵ ۴) ۸۰

۶۵ در شکل روبه‌رو، زاویه‌ی α چند درجه است؟



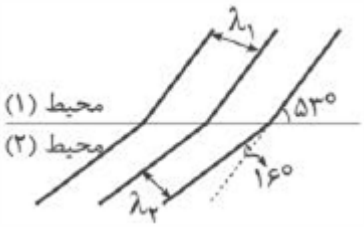
۱) ۱۱۰ ۲) ۱۲۰ ۳) ۱۳۰ ۴) ۱۵۰

۶۶ در شکل زیر پرتوی Sl به آینهٔ (۱) می‌تابد، از آن بازتاب کرده و به آینهٔ (۲) می‌تابد. پرتو نور خروجی نهایی از مجموعهٔ دو آینه چند درجه نسبت به جهت پرتو Sl منحرف شده است؟



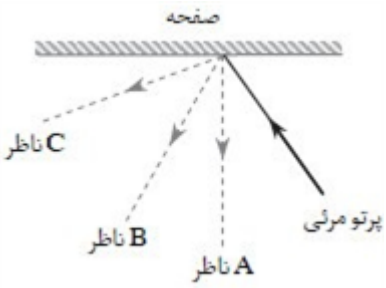
۱) صفر ۲) ۶۰° ۳) ۱۲۰° ۴) ۱۸۰°

۶۷ جبهه‌های موجی مطابق شکل از محیط (۱) وارد محیط (۲) می‌شود، حاصل $\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱}$ کدام است؟ $(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶)$



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

۶۸ با توجه به شکل مقابل کدام مورد نادرست است؟



۱) اگر صفحه، آینه تخت باشد، ناظر B پرتو بازتاب را می‌بیند.

۲) اگر صفحه، کدر باشد، هر ۳ ناظر، پرتو بازتاب را می‌بیند.

۳) بسامد هر ۳ پرتو با بسامد پرتو تابیده شده برابر است.

۴) اگر ناهمواری‌های سطح در ابعاد ۱۰ میکرومتر باشد، بازتاب آینه‌ای خواهد بود.

۶۹ منظور از سطح ناهموار در بازتاب پخشنده امواج چیست؟

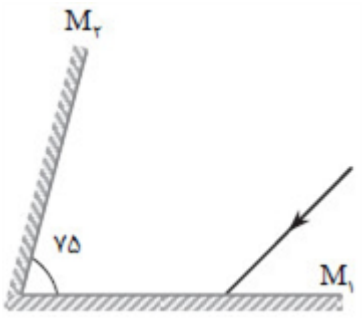
۱) اگر طول موج نور تابیده شده در حدود $۰/۵\mu m$ باشد، سطح مورد تابش پخشنده خواهد بود.

۲) اگر طول موج نور تابیده شده در حدود $۱\mu m$ باشد، سطح مورد تابش پخشنده خواهد بود.

۳) اگر طول موج نور تابیده شده بسیار بزرگ‌تر از ابعاد ناهمواری سطح باشد.

۴) اگر طول موج نور تابیده شده بسیار کوچک‌تر از ابعاد ناهمواری سطح باشد.

۷۰ پرتوی نوری مطابق شکل به آینه‌ی M_1 و سپس به آینه‌ی M_2 می‌تابد. پرتوی بازتابیده شده از آینه‌ی دوم با پرتوی اولیه‌ی نور چه زاویه‌ای می‌سازد؟



۱) ۴۵
۲) ۱۲۰
۳) ۱۵۰
۴) اطلاعات مسئله کافی نیست.

۷۱ درباره‌ی بازتاب امواج کدام مورد نادرست است؟

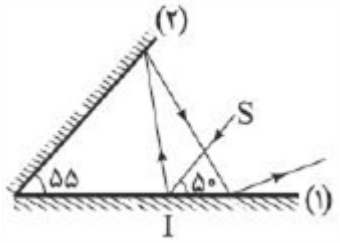
۱) برای تشخیص یک جسم، اندازه‌ی آن باید در حدود طول موج به‌کار رفته یا بزرگتر از آن باشد.

۲) اگر تأخیر زمانی بین صوت اوّلیه و پژواک آن صوت کمتر از ۰/۱ ثانیه باشد، گوش نمی‌تواند پژواک را تشخیص دهید.

۳) وقتی ناهمواری‌های سطحی از طول موج نور تابیده شده بزرگتر باشد، بازتاب پخشنده یا نامنظم رخ می‌دهد.

۴) وقتی تپ عرضی به انتهای ثابت در ریسمان می‌رسد، به همان صورت باز می‌تابد.

۷۲ مطابق شکل زیر، پرتو نور SI به آینهٔ (۱) می‌تابد و پس از بازتاب از آینهٔ (۲) دوباره به آینهٔ (۱) تابیده و از میان دو آینه خارج می‌شود. زاویهٔ بین امتداد پرتو بازتاب نهایی با امتداد پرتو SI چند درجه است؟



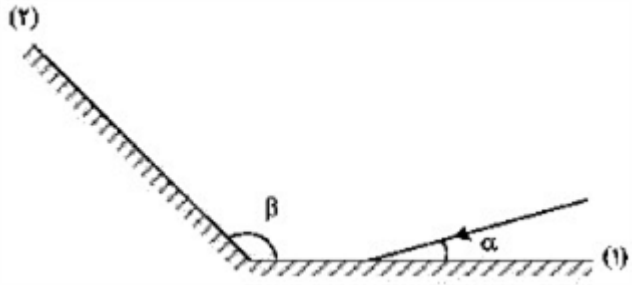
۱) ۲۰
۲) ۱۶۰
۳) ۱۵۰
۴) ۶۰

۷۳ در کدام موارد زیر، از بازتاب امواج الکترومغناطیسی استفاده می‌شود؟

الف) رادار دوپلری
ب) سونوگرافی
پ) اجاق خورشیدی
ت) دستگاه سونار در کشتی‌ها

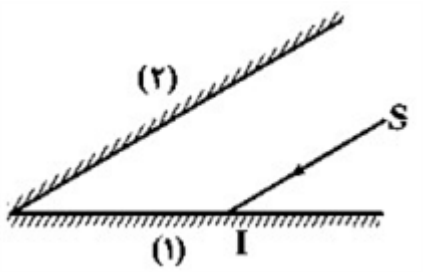
۱) الف و پ
۲) الف و ب
۳) الف، ب و پ
۴) ب، پ و ت

۷۴ مطابق شکل زیر، پرتوی نوری تحت زاویه‌ی α به آینه‌ی ۱ می‌تابد و پس از بازتاب به آینه‌ی ۲ می‌تابد. پرتو بازتابیده از آینه‌ی ۲ چه زاویه‌ای با سطح آن آینه می‌سازد؟



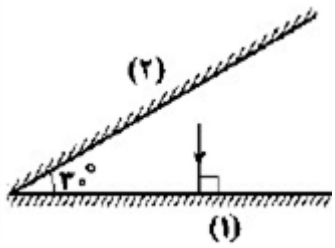
۱) $\pi-\beta$ ۲) $\beta-\alpha$ ۳) $\pi-(\beta-\alpha)$ ۴) $\pi-(\alpha+\beta)$

۷۵ مطابق شکل زیر، پرتوی SI موازی سطح آینه‌ی (۲) به آینه‌ی (۱) می‌تابد و بعد از بازتابش‌های متوالی از آینه‌ها در امتداد اولیه بازمی‌گردد. اگر در مجموع این پرتو ۵ بار به سطح آینه‌ها برخورد کرده باشد، زاویه‌ی بین دو آینه‌ی تخت چند درجه است؟



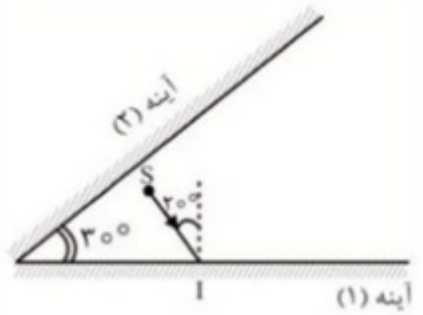
۱) ۳۰ ۲) ۴۵ ۳) ۴۰ ۴) ۶۰

۷۶ مطابق شکل مقابل، پرتوی نوری به صورت عمود به آینه‌ی (۱) می‌تابد. این پرتو در مجموع چند مرتبه با آینه‌ی (۱) برخورد کرده و در نهایت زاویه‌ی آن با آینه‌ی (۲) چند درجه خواهد شد؟ (طول آینه‌ها به حد کافی بلند است.)



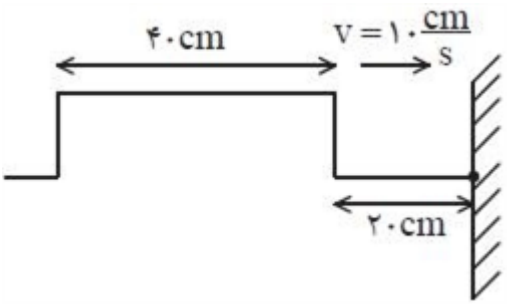
۱) یک - 180° ۲) یک - 60° ۳) دو - 60° ۴) دو - 180°

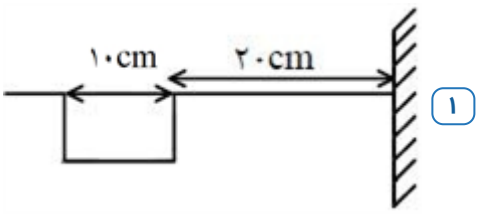
۷۷ مطابق شکل از چشمه نور نقطه‌ای S پرتو SI به آینه (۱) می‌تابد و پرتوها پس از بازتابش‌هایی میان این دو آینه، از فضای بین این دو آینه خارج می‌شوند. زاویه میان پرتو بازتاب نهایی با امتداد پرتو SI چند درجه است؟ (طول آینه‌ها به اندازه کافی بلند است.)

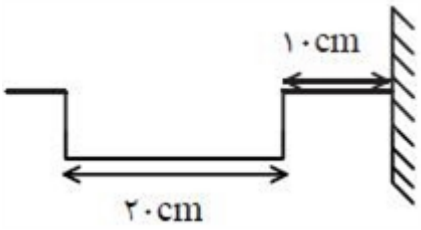


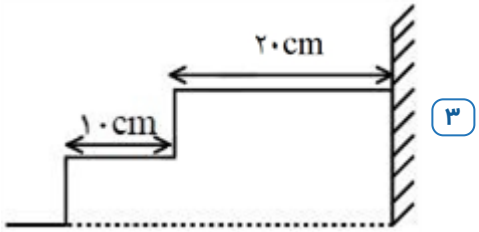
۱) 150° ۲) 110° ۳) 60° ۴) 80°

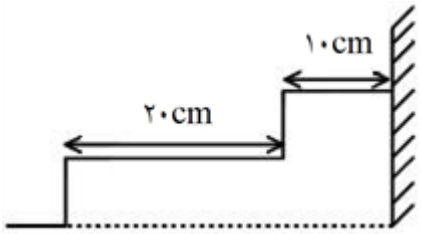
۷۸ یک تپ مستطیل شکل در $t = ۰$، مطابق شکل با سرعت $۱۰\frac{cm}{s}$ به انتهای بستهٔ طناب نزدیک می‌شود. کدام گزینه شکل این تپ را در $t = ۵s$ به درستی نشان می‌دهد؟



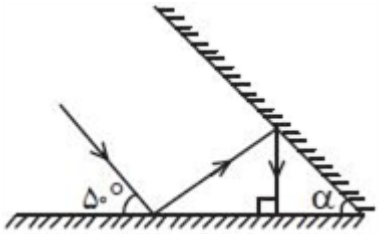
۱


۲


۳


۴


۷۹ با توجه به مسیر پرتوها در دو آینهٔ متقاطع، زاویهٔ بین دو آینه (α) چند درجه است؟



۱ ۲۰ ۲ ۳۰ ۳ ۲۵ ۴ ۳۵

۸۰ کدام گزینه نادرست است؟

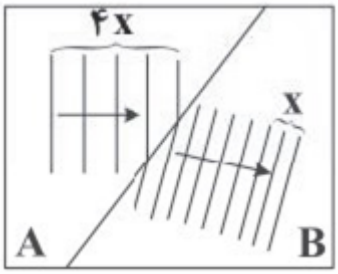
۱ در دوربین‌های تعیین سرعت در جاده‌ها، از مکان‌یابی پژواکی امواج صوتی استفاده می‌شود.

۲ در پدیده سراب، دمای هوای نزدیک به سطح زمین بیشتر و ضریب شکست آن کمتر است.

۳ عموماً ضریب شکست یک محیط معین برای طول موج‌های کوتاه‌تر، بیشتر است.

۴ در بازتاب امواج دایره‌ای و کروی، زاویه‌های تابش و بازتابش با یکدیگر برابر هستند.

۸۱ در یک تشت موج، امواج تخت با بسامد ۲۰Hz ایجاد شده است و مطابق شکل مقابل جبهه‌های موج از قسمت A وارد قسمت B می‌شوند. اگر اختلاف طول موج در قسمت‌های A و B برابر $۴cm$ باشد، تندی انتشار امواج در قسمت A چند متر بر ثانیه است؟



۱) ۰/۸ ۲) ۰/۶ ۳) ۱/۲ ۴) ۱/۶

۸۲ یک تپ موج عرضی مانند شکل زیر در طنابی کشیده شده که انتهای آن در نقطه‌ای ثابت شده است، در حال پیشروی است. تپ بازتاب شده به شکل کدام گزینه است؟



۱)


۲)


۳)

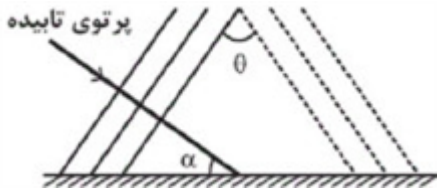

۴)


۸۳ مطابق شکل زیر، دو طعمه‌ی A و B به ترتیب در فواصل ۱۵۰cm و ۲۰۰cm از یک عقرب ماسه‌ای قرار دارند. اگر تندی موج طولی منتشرشده عقرب موج‌های منتشرشده از طعمه‌ی B را حس کند، چند ثانیه است؟ (تندی انتشار امواج طولی و عرضی منتشرشده از طعمه‌ی A برابر تندی انتشار امواج طولی و عرضی منتشرشده از طعمه‌ی B است.)



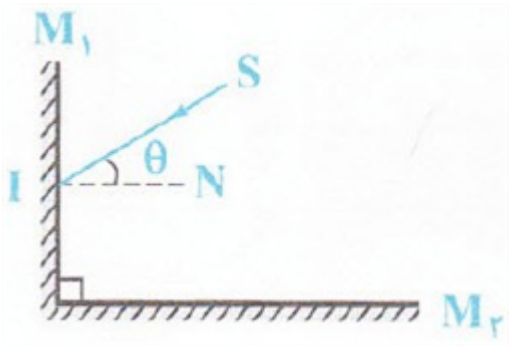
۱) $\frac{۱}{۲۵}$ ۲) $\frac{۲}{۷۵}$ ۳) $\frac{۳}{۲۵}$ ۴) $\frac{۱}{۷۵}$

۸۴ در شکل زیر، امواج تخت تابیده و بازتابیده از یک مانع تخت رسم شده است. کدام‌یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟



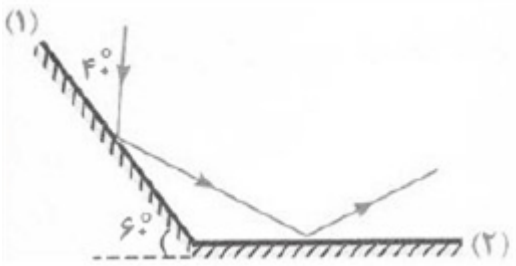
۱) $\hat{\theta} = \hat{\alpha}$ ۲) $\hat{\theta} = ۲\hat{\alpha}$ ۳) $۲\hat{\theta} = \hat{\alpha}$ ۴) $\hat{\theta} = ۳\hat{\alpha}$

۸۵ در شکل روبه‌رو، دو آینه بر هم عمودند. محدوده‌ی تغییرات θ، حداکثر چند درجه می‌تواند باشد تا پرتو بازتابش شده از آینه‌ی M_2 با پرتو SI موازی باشد؟



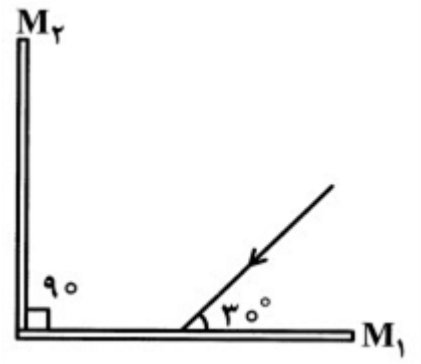
۱) ۴۵ ۲) ۹۰ ۳) ۱۳۵ ۴) ۱۸۰

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



۱) ۴۰ ۲) ۷۰ ۳) ۶۰ ۴) ۱۲۰

۸۷ در شکل روبه‌رو، زاویهٔ تابش نور به آینهٔ M_2 چند درجه است؟



۱) ۱۵ ۲) ۳۰ ۳) ۴۵ ۴) ۶۰

۸۸ پرتو نوری با چه زاویه‌ی تابشی به یکی از دو آینه‌ی تخت که با هم زاویه‌ی ۶۰ درجه ساخته‌اند، بتابد تا پرتو خروجی و ورودی برهم منطبق شوند؟

۱) ۳۰ ۲) ۴۵ ۳) ۶۰ ۴) ۹۰

۸۹ اگر یک دسته‌ی اشعه‌ی موازی، مرکب از دو پرتو تک رنگ سبز و قرمز را به طور مایل بر روی آینه‌ی تختی بتابانیم:

۱) پرتو سبز با زاویه‌ی بزرگ‌تری منعکس می‌شود.

۲) هر دو پرتو سبز و قرمز با زاویه‌ی مساوی منعکس می‌شوند.

۳) پرتو قرمز با زاویه‌ی بزرگ‌تری منعکس می‌شود.

۴) بسته به زاویه‌ی تابش، پرتو سبز یا پرتو قرمز با زاویه‌ی بزرگ‌تری منعکس می‌شود.

۹۰ در یک آینه‌ی تخت زاویه‌ی بین پرتو تابش با سطح آینه برابر است با زاویه‌ی بین پرتو تابش با پرتو بازتاب، در این صورت زاویه‌ی پرتوی بازتابش با سطح آینه چند درجه است؟

۱) ۶۰ ۲) ۴۵ ۳) ۳۰ ۴) ۷۵

۹۱ دانش‌آموزی بین دو صخره‌ی قائم ایستاده است. فاصله‌ی او از صخره‌ی نزدیک‌تر ۴۸۰ متر است. دانش‌آموز فریاد می‌زند و اولین پژواک صدای خود را پس از ۳ ثانیه و صدای پژواک دوم را ۲ ثانیه بعد از پژواک اول می‌شنود. تندی انتشار صوت در محیط ..... متر بر ثانیه و فاصله‌ی دو صخره از یک‌دیگر ..... متر است.

۱) ۳۲۰، ۸۰۰ ۲) ۳۲۰، ۱۲۸۰ ۳) ۴۰۰، ۸۰۰ ۴) ۴۰۰، ۱۲۸۰

۹۲ وال عنبر از امواج فراصوتی با بسامد ۱۰۰ کیلوهرتز و طول موج $۱/۵$ سانتی‌متر برای مکان‌یابی پژواکی استفاده می‌کند. چند میلی‌ثانیه پس از گسیل موج فراصوتی، این وال از وجود صخره‌ای در فاصله‌ی ۳۰۰ متری خود آگاه خواهد شد؟

۱) $۰/۲$ ۲) ۲۰۰ ۳) $۰/۴$ ۴) ۴۰۰

۹۳ ناهمواری‌های سطوح a و b و c به‌ترتیب در ابعاد $۰/۱$ و ۵ و ۱۰ میکرومتر است. بازتاب نور مرئی از سطوح a و b و c به‌ترتیب از راست به چپ چگونه است؟

۱) آینه‌ای - آینه‌ای - آینه‌ای ۲) آینه‌ای - آینه‌ای - پخشنده
۳) آینه‌ای - پخشنده - پخشنده ۴) پخشنده - پخشنده - پخشنده

۹۴ در کدام‌یک از وسایل زیر، از بازتاب امواج الکترومغناطیسی از سطح کاو و تجمع آن در کانون استفاده می‌شود؟

۱) آنتن حلقه‌ای - اجاق خورشیدی ۲) آنتن بشقابی - میکروفون سهموی
۳) آنتن حلقه‌ای - میکروفون سهموی ۴) آنتن بشقابی - اجاق خورشیدی

۹۵ میکروفون سهموی که از آن برای ثبت صداهای ضعیف استفاده می‌شود، نمونه‌ای از بازتاب صوت از سطوح ..... است. امواج صوتی پس از بازتاب از این سطح در نقطه‌ای به نام ..... جمع می‌شوند.

۱) تخت - کانون ۲) تخت - رأس ۳) کاو - کانون ۴) کاو - رأس

۹۶ خفاش برای یافتن طعمه از پژواک موج ..... خود استفاده می‌کند. این کار نمونه‌ای از استفاده از مفهوم ..... در امواج است.

۱) صوتی - شکست ۲) صوتی - بازتاب ۳) نوری - شکست ۴) نوری - بازتاب

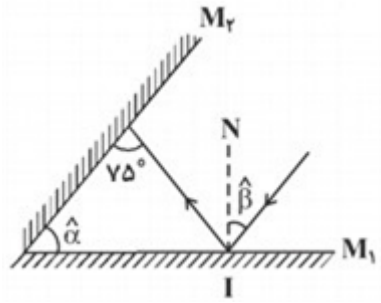
۹۷ کدام‌یک از گزینه‌های زیر در مورد بازتاب امواج نادرست است؟

۱) مفهوم بازتاب موج برای نور مرئی برقرار است ولی برای امواج مکانیکی برقرار نیست.
۲) دیده شدن تصویر در آینه، به علت بازتاب نور مرئی از سطح آن است.
۳) در ابزارآلات موسیقی، از بازتاب امواج صوتی استفاده می‌شود.
۴) پژواک صوت، نمونه‌ای از بازتاب امواج مکانیکی است.

۹۸ باریکه‌ی نور به یک آینه‌ی تخت می‌تابد. اگر با دوران پرتوی تابش، زاویه‌ی تابش را نصف کنیم، زاویه‌ی بین پرتو تابش و پرتو بازتابش نسبت به حالت اول چند برابر می‌شود؟

۱) ۲ ۲) ۱ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) ۴

۹۹) با توجه به شکل زیر، رابطه‌ی بین دو زاویه‌ی $\hat{\alpha}$ و $\hat{\beta}$ کدام است؟ (NI خط عمود بر آینه‌ی M_1 است.)

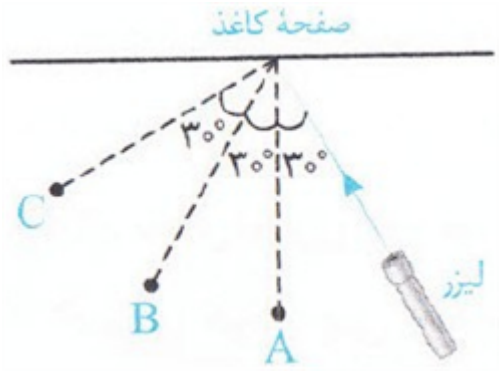


۱) $\hat{\alpha}-\hat{\beta}=۱۵^\circ$ ۲) $\hat{\alpha}+\hat{\beta}=۱۵^\circ$ ۳) $\hat{\alpha}=\hat{\beta}+۳۰^\circ$ ۴) $\hat{\alpha}=\hat{\beta}-۱۵^\circ$

۱۰۰) در دستگاه لیتوتریپسی که در ..... کاربرد دارد، از بازتابنده‌های ..... استفاده می‌شود.

۱) شکستن سنگ‌های کلیه - سهموی
۲) شکستن سنگ‌های کلیه - بیضوی
۳) ثبت صداهای ضعیف - سهموی
۴) ثبت صداهای ضعیف - بیضوی

۱۰۱) در شکل مقابل، نور لیزر را به یک صفحه‌ی کاغذ تابانده‌ایم. اگر سه ناظر در نقاط A و B و C قرار گرفته باشند، کدام‌یک نور لیزر را می‌بینند؟



۱) B و C
۲) فقط A
۳) فقط B
۴) A و B و C

۱۰۲) دو پرتو A و B به‌ترتیب با زاویه‌های تابش ۵۰° و ۳۰° به سطح آینه‌ای تخت برخورد می‌کنند و پس از بازتاب، پرتوهای بازتاب یک‌دیگر را در نقطه‌ی N قطع می‌کنند. اگر d_A و d_B به‌ترتیب فاصله‌ی نقطه‌ی برخورد پرتوهای A و B با سطح آینه از انتهای آینه (نقطه‌ی M) باشد، کدام گزینه در مورد زاویه‌ی برخورد پرتوهای بازتاب d_A و d_B صحیح است؟



۱) ۶۰° و $d_A>d_B$
۲) ۶۰° و $d_A<d_B$
۳) ۲۰° و $d_A>d_B$
۴) ۲۰° و $d_A<d_B$

۱۰۳) در اجاق خورشیدی و آنتن بشقابی از سطوح کاو برای کانونی نمودن پرتوهای رسیده از خورشید به سطح زمین و امواج رادیویی استفاده می‌شود. سطح کاو در اجاق خورشیدی ..... از سطح کاو در آنتن بشقابی است؛ چون طول موج پرتوهای رسیده از خورشید به سطح زمین ..... از طول موج امواج رادیویی است.

۱) صاف‌تر - بلندتر
۲) صاف‌تر - کوتاه‌تر
۳) ناصاف‌تر - بلندتر
۴) ناصاف‌تر - کوتاه‌تر

۱۰۴) وقتی یک موج سینوسی از قسمت نازک یک طناب به قسمت ضخیم آن وارد می‌شود، به‌ترتیب از راست به چپ بسامد و طول موج آن چگونه تغییر می‌کند؟

۱) ثابت - افزایش
۲) ثابت - کاهش
۳) افزایش - ثابت
۴) کاهش - ثابت

۱۰۵ صوت حاصل از یک چشمه‌ی ساکن، در مدت ۰/۴ ثانیه به یک دیوار برخورد کرده و به محل چشمه برمی‌گردد. اگر بسامد چشمه‌ی صوت ۴۰ کیلوهرتز و طول موج ۸/۷۵ میلی‌متر باشد، فاصله‌ی چشمه‌ی صوت تا دیوار چند متر است؟

۱) ۳۵ ۲) ۷۰ ۳) ۱۴۰ ۴) ۱۷۵

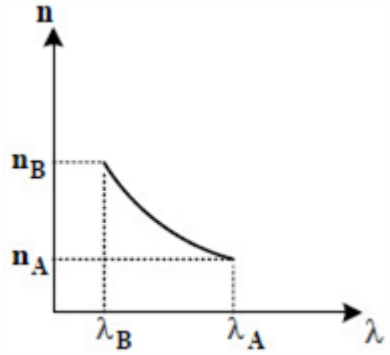
۱۰۶ در یک تار دو انتها ثابت به طول ۸ سانتی‌متر، یک موج ایستاده با ۵ گره تشکیل شده است. اگر سرعت انتشار امواج در این تار ۱۶۰ متر بر ثانیه باشد، فرکانس صوت حاصل چند هرتز است؟

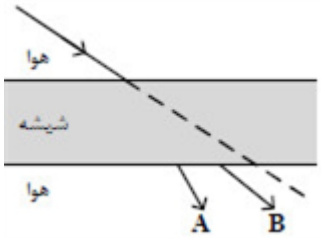
۱) ۴۰۰ ۲) ۶۰۰ ۳) ۱۲۰۰ ۴) ۲۰۰

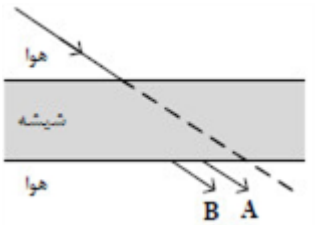
۱۰۷ پرتو نوری از هوا تحت زاویهٔ تابش ۵۳ درجه بر سطح یک محیط شفاف می‌تابد. قسمتی از آن بازتاب پیدا می‌کند و قسمتی نیز وارد محیط شفاف می‌شود. اگر پرتوهای بازتاب و شکست بر هم عمود باشند، ضریب شکست محیط شفاف کدام است؟ $(\sin 53^\circ = 0/8)$

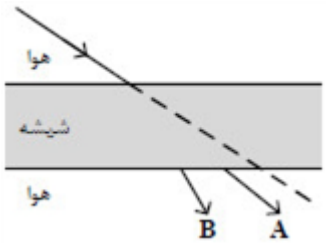
۱) $\frac{4}{3}$ ۲) $\frac{3}{2}$ ۳) $\frac{16}{9}$ ۴) $\frac{9}{4}$

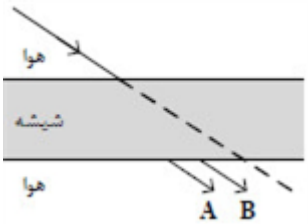
۱۰۸ نمودار شکل مقابل، تغییرات ضریب شکست در طیف نور سفید بر حسب طول موج برای شیشه را نشان می‌دهد که در آن دو مؤلفه از باریکه نور سفید با A و B مشخص شده‌اند. اگر نور سفید از هوا به یک تیغه شیشه‌ای متوازی‌السطوح بتابد و سپس از تیغه خارج شود، کدام مورد می‌تواند مسیر باریکه‌های A و B را به درستی نمایش دهد؟



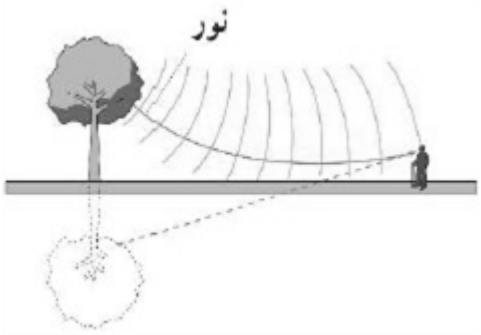
۱)


۲)


۳)


۴)


۱۰۹) کدام مفهوم فیزیکی به شکل مقابل مربوط نیست؟



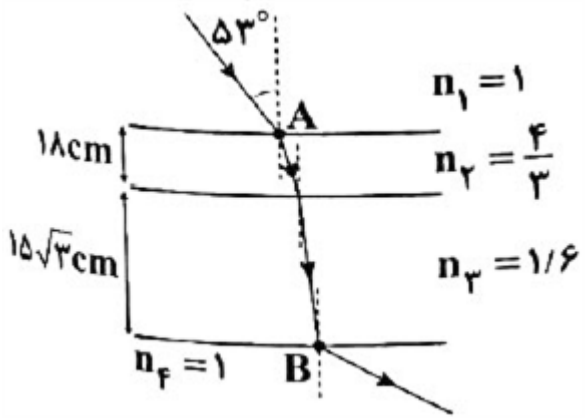
۱) سراب
۲) اثر دوپلر
۳) شکست نور
۴) اختلاف دما در لایه‌های مختلف هوا

۱۱۰) وقتی یک باریکهٔ لیزر را به دیوار کلاس می‌تابانیم، همهٔ دانش‌آموزان نقطهٔ رنگی ایجاد شده روی دیوار را می‌بینند. دلیل آن بازتاب ..... نور لیزر از دیوار است، زیرا ابعاد ناهمواری‌های دیوار بسیار ..... از طول موج نور لیزر است.

۱) نامنظم - کوچک‌تر
۲) منظم - کوچک‌تر
۳) نامنظم - بزرگ‌تر
۴) منظم - بزرگ‌تر

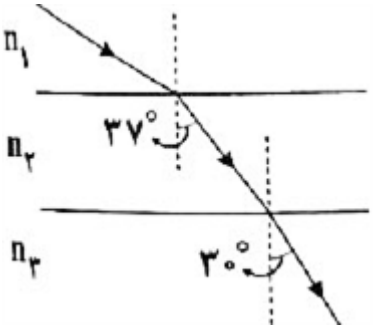
۱۱۱) مطابق شکل مقابل، پرتوی نوری از هوا وارد محیط های شفاف با مرزهای موازی می‌شود و شکست می‌یابد. این پرتو فاصلهٔ A تا B را در چند نانو ثانیه طی می‌کند؟

$\left(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶, c = ۳ \times ۱۰^۸ \frac{m}{s}\right)$



۱) ۱
۲) ۱/۶
۳) ۳/۶
۴) ۲/۶

۱۱۲) در شکل مقابل، سطح جدایی محیط های شفاف با هم موازی هستند. نور از هوا وارد محیط (۲) و سپس وارد محیط (۳) می‌شود. طول موج نور در محیط (۲) چند برابر طول موج در محیط (۳) است؟ $(\sin ۵۳^\circ = ۰/۸)$



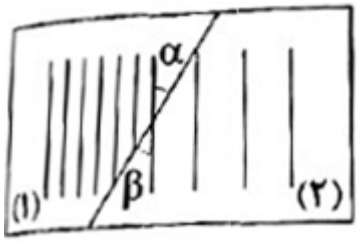
۱) $\frac{۸}{۵}$
۲) $\frac{۵}{۸}$
۳) $\frac{۶}{۵}$
۴) $\frac{۵}{۶}$

۱۱۳ پرتوی نور تک‌رنگی از محیط شفاف به ضریب شکست ۱/۶ به هوا می‌تابد. اگر زاویهٔ شکست ۲ برابر زاویهٔ تابش باشد، زاویهٔ بین پرتوی تابش و سطح جدایی دو محیط چند درجه است؟ $(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶)$

۱) ۳۰ ۲) ۳۷ ۳) ۴۵ ۴) ۵۳

۱۱۴ جبهه‌های موج تخت تشکیل شده در سطح آب یک تشت موج، در مرز دو ناحیهٔ عمیق و کم‌عمق آن، به شکل مقابل است. در مدتی که جبهه‌های موج در ناحیهٔ (۱)، $۱۵cm$ پیشروی می‌کنند، به ترتیب در این مدت جبهه‌های موج در ناحیهٔ (۲) چند متر پیشروی می‌کنند و عمق کدام ناحیه نیز بیشتر است؟

$(\alpha = ۳۰^\circ, \beta = ۳۷^\circ, \sin ۳۷^\circ = ۰/۶)$



۱) ۱۸، (۲) ۲) ۲۴، (۱) ۳) ۰/۱۸، (۲) ۴) ۰/۲۴، (۱)

۱۱۵ ضریب شکست مایعی $\frac{۴}{۳}$ و ضریب شکست شیشه ۱/۵ است. اگر نوری به طور مایل از شیشه به مایع بتابد و وارد مایع شود، تندی انتشار نور چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{۵}{۶}$ ۲) $\frac{۸}{۹}$ ۳) $\frac{۶}{۵}$ ۴) $\frac{۹}{۸}$

۱۱۶ با توجه به گزاره‌های زیر، کدام‌یک از آن‌ها صحیح است؟

الف) اگر موج سینوسی از قسمت ضخیم طناب وارد قسمت نازک آن شود، طول موج آن کاهش می‌یابد.

ب) تندی امواج روی سطح آب به عمق آب بستگی دارد.

ج) هنگام ورود موج روی سطح آب از قسمت عمیق به قسمت کم‌عمق، فاصلهٔ بین جبهه‌های موج کاهش می‌یابد.

۱) الف ۲) الف و ب ۳) ب و ج ۴) الف و ج

۱۱۷ اساس کار چه تعداد از دستگاه‌های زیر به درستی نوشته است؟

الف) میکروفون سهموی ⟵ بازتاب امواج مکانیکی (صوتی)

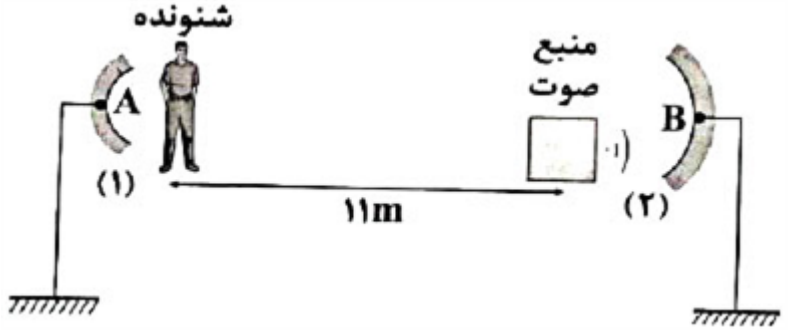
ب) دستگاه لیتوتریپسی ⟵ بازتاب امواج الکترومغناطیسی

ج) دستگاه اندازه‌گیری تندی شارش خون ⟵ مکان‌یابی پژواکی

د) رادار دوپلری ⟵ مکان‌یابی پژواکی با امواج الکترومغناطیسی

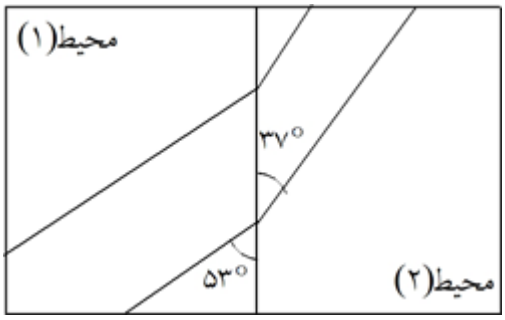
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۱۸ با توجه به شکل زیر، دو سطح کاو (۱) و (۲) روبه‌روی هم قرار دارند. فاصلهٔ کانونی سطح کاو (۱)، $۲۵cm$ و فاصلهٔ کانونی سطح کاو (۲)، $۷۵cm$ است. اگر فاصلهٔ دو نقطهٔ A و B برابر $۱۳m$ باشد، چشمهٔ صوت به چه شکل جابه‌جا شود تا شنونده بیشترین شدت صوت را حس کند؟ (شنونده در سطح کاو (۱) قرار دارد.)



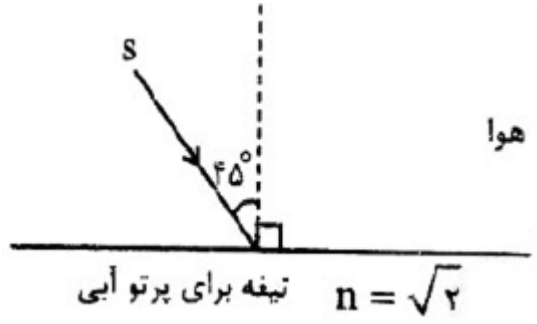
۱ ۰/۵ متر به سمت راست
۲ ۰/۵ متر به سمت چپ
۳ ۱ متر به سمت راست
۴ ۱ متر به سمت چپ

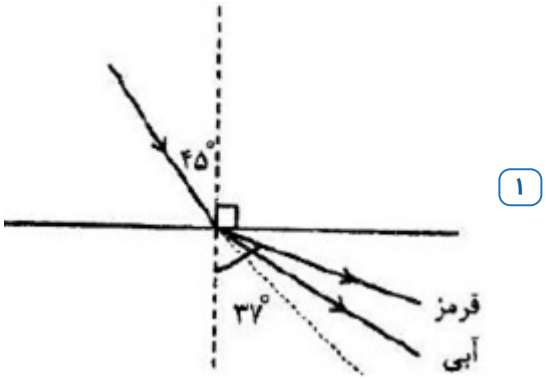
۱۱۹ مطابق شکل جبهه‌های موج از محیط ۱ به محیط ۲ وارد می‌شود. سرعت انتشار موج چند درصد تغییر می‌یابد؟ $(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶)$

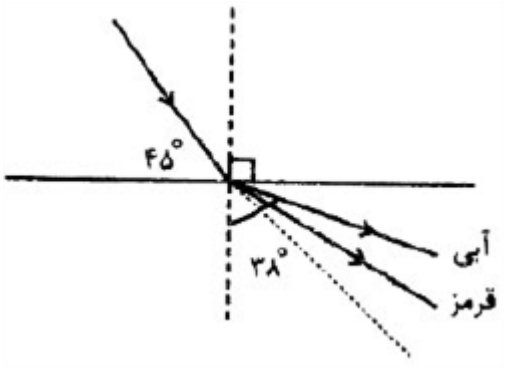


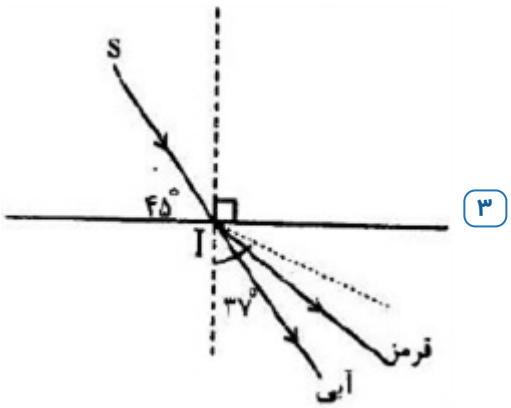
۱ ۳۳ درصد کاهش
۲ ۲۵ درصد کاهش
۳ ۲۵ درصد افزایش
۴ ۳۳ درصد افزایش

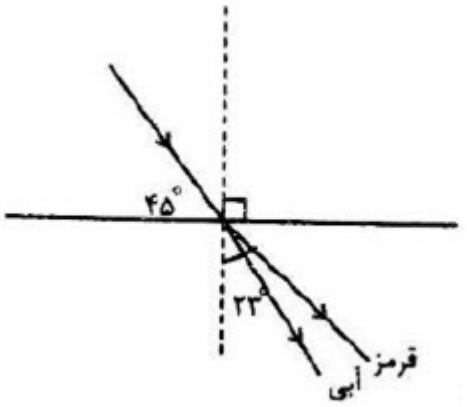
۱۲۰ پرتو فرودی SI شامل نورهای تک‌فام قرمز و آبی تحت زاویه تابش ۴۵° وارد یک تیغه شفاف می‌شود. اگر زاویه بین دو پرتوی شکست ۷° باشد، کدام‌یک از شکل‌های زیر مسیر شکست نور را درست نشان می‌دهد؟



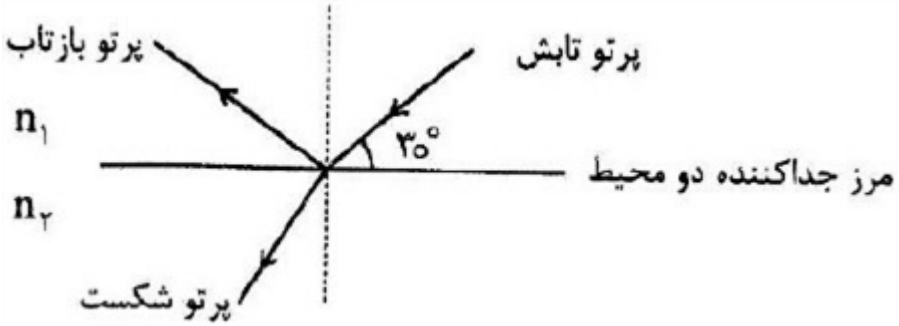
۱


۲


۳


۴


۱۲۱ مطابق شکل زیر، پرتو نور تک‌رنگ، از محیط ۱ به محیط ۲ می‌تابد. قسمتی از این پرتو بازتاب شده و قسمتی دیگر شکست یافته و وارد محیط ۲ می‌شود. اگر پرتو بازتاب بر پرتو شکست یافته عمود باشد، نسبت $n_۲$ به $n_۱$ کدام است؟ $\left(\sin ۳۰ = \cos ۶۰ = \frac{۱}{۲}\right)$



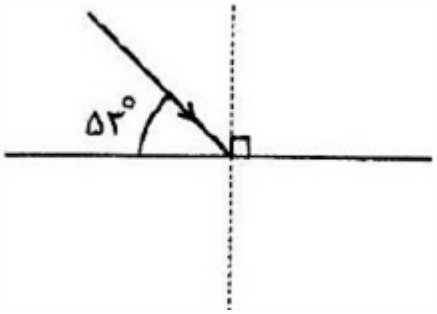
۱ $۲\sqrt{۳}$

۲ $\frac{۲\sqrt{۳}}{۳}$

۳ $\sqrt{۳}$

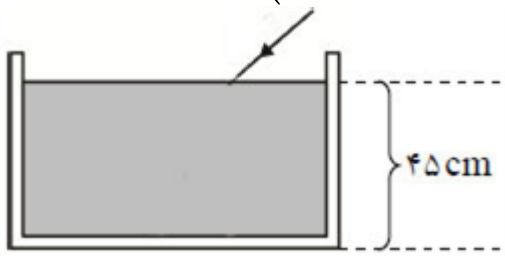
۴ $\frac{\sqrt{۳}}{۳}$

۱۲۲ مطابق شکل، پرتو نوری با طول موج $۰/۶\mu m$ از هوا وارد محیط شفافی می‌شود. اگر زاویه انحراف ۷° باشد، طول موج پرتو نور در محیط شفاف چند میکرومتر است؟ $(\sin ۵۳^\circ = ۰/۸)$



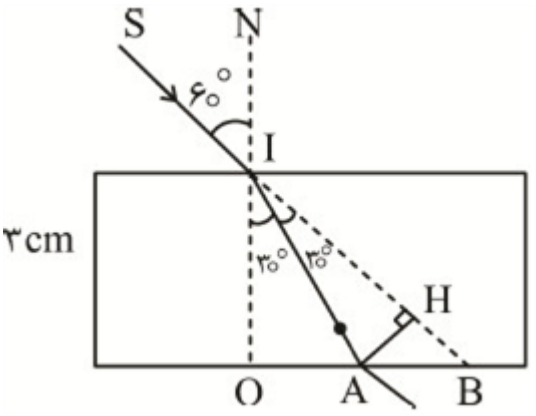
۱) ۰/۳ ۲) ۰/۵ ۳) ۰/۶ ۴) ۰/۷

۱۲۳ در شکل مقابل، باریکه نوری متشکل از رنگ‌های قرمز و بنفش، تحت زاویهٔ ۳۷° نسبت به سطح مایع، به آن تابیده می‌شود. اگر ضریب شکست مایع برای رنگ‌های قرمز و بنفش برابر $۰/۸\sqrt{۲}$ و $\frac{۴}{۳}$ باشد، این دو پرتو با چه اختلاف زمانی بر حسب نانو ثانیه به انتهای ظرف می‌رسند؟ $\left(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶, \sin ۴۵^\circ = \frac{\sqrt{۲}}{۲}\right)$



۱) ۰/۱ ۲) ۰/۲ ۳) ۰/۲۵ ۴) ۰/۵

۱۲۴ در شکل مقابل، پرتو نور SI با زاویهٔ تابش ۶۰° درجه به سطح یک تیغهٔ شیشه‌ای به ضخامت $۳cm$ می‌تابد و در نقطهٔ A از تیغه خارج می‌شود. در این مدت، میزان جابه‌جایی پرتو نسبت به راستای اولیه (خط عمود AH) چند سانتی‌متر بوده است؟ ($\sin ۳۰^\circ = \frac{۱}{۲}$، ضریب شکست تیغهٔ شیشه‌ای $\sqrt{۳}$ بوده و IB امتداد SI می‌باشد.)

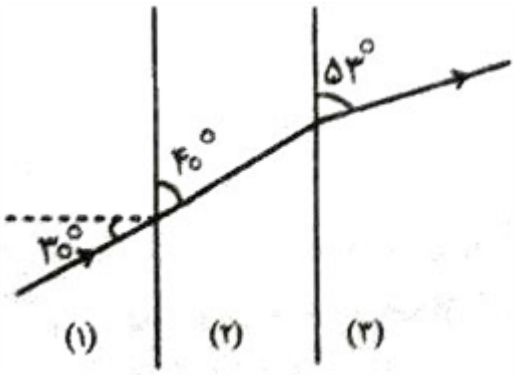


۱) ۲ ۲) $۲\sqrt{۳}$ ۳) $\sqrt{۳}$ ۴) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$

۱۲۵ شکل مقابل، موجی را نشان می‌دهد که از سه محیط متوالی با مرز مشترک موازی ۱، ۲ و ۳ عبور می‌کند. با توجه به شکل، طول موج و بسامد موج در ناحیهٔ ۳ به ترتیب از راست به چپ چند برابر طول موج و بسامد موج در ناحیهٔ ۱ است؟

$\sin ۳۰^\circ = \frac{۱}{۲}$

$\sin ۳۷^\circ = ۰/۶$

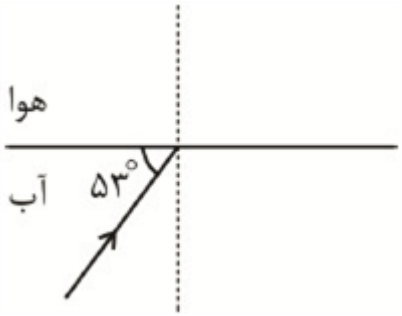


۱) $۱, \frac{۶}{۵}$ ۲) $۱, \frac{۵}{۶}$ ۳) $\frac{۵}{۶}, \frac{۶}{۵}$ ۴) $\frac{۶}{۵}, \frac{۵}{۶}$

۱۲۶ پرتو نوری از محیط ۱ وارد محیط ۲ می‌شود. زاویهٔ بین جبهه‌های موج نسبت به مرز جدایی دو محیط ۱۵ درجه تغییر می‌کند. اگر فرض شود که تندی موج در محیط ۲ بیشتر از محیط ۱ باشد و زاویهٔ تابش در محیط ۱ برابر ۴۵ درجه باشد $\left(\sin ۳۰ = \frac{۱}{۲}, \sin ۴۵ = \frac{\sqrt{۲}}{۲}\right)$ نسبت طول موج در محیط ۱ به طول موج در محیط ۲ کدام است؟

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

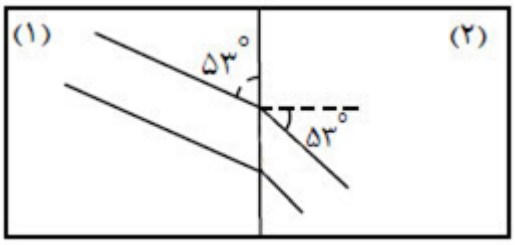
۱۲۷ مطابق شکل پرتویی از آب به هوا می‌تابد. اگر ضریب شکست آب $\frac{۴}{۳}$ باشد، پرتو شکست با مرز آب و هوا زاویه چند درجه می‌سازد؟ $(\sin ۵۳ = ۰/۸)$



۱) ۳۰ ۲) ۳۷ ۳) ۴۵ ۴) ۵۳

۱۲۸ جبهه‌های موج الکترومغناطیسی مطابق شکل از محیط ۱ وارد محیط ۲ می‌شود. فاصلهٔ جبهه‌های موج چند برابر می‌شود؟

$(\sin ۳۷ = ۰/۶)$



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

۱۲۹ یک موج عرضی مطابق شکل از طناب نازک وارد طناب ضخیم از همان جنس می‌شود. بسامد و طول موج به ترتیب چه تغییری می‌کنند؟



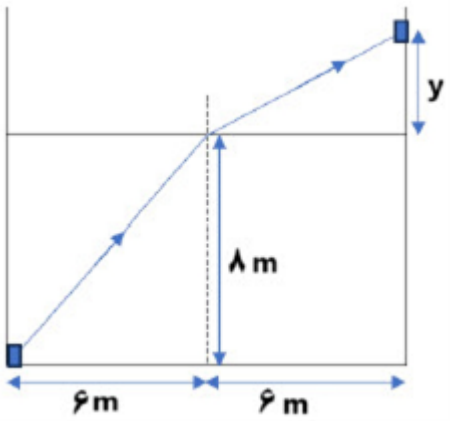
۱) افزایش می‌یابد - کاهش می‌یابد.
۲) کاهش می‌یابد - افزایش می‌یابد.
۳) ثابت می‌ماند - افزایش می‌یابد.
۴) ثابت می‌ماند - کاهش می‌یابد.

۱۳۰ پرتوی نوری از محیطی با ضریب شکست $\sqrt{۲}$ وارد هوا می‌شود اگر زاویهٔ شکست ۴۵° درجه باشد، زاویهٔ پرتوی تابش با مرز مشترک دو محیط چند درجه است؟ $\left(\frac{۱}{۲} = \sin ۳۰ = \cos ۶۰, \sin ۴۵ = \frac{\sqrt{۲}}{۲}, n_{\text{هوا}} = ۱\right)$

۱) ۴۵ ۲) ۶۰ ۳) ۳۰ ۴) ۹۰°

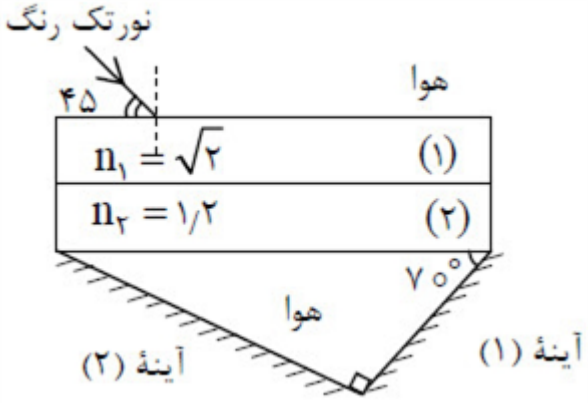
۱۳۱ برای کنترل عمق آب در یک استخر، باید وقتی سطح آب به $۸m$ می‌رسد، نور لیزر مطابق شکل به LDR بتابد و دستگاه هشداردهنده را فعال کند. LDR در چه فاصلهٔ عمودی از سطح آب باید بر روی دیوار نصب شود؟

$\left(n_{\text{آب}} = \frac{۴}{۳}\right)$



۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۴/۵ ۴) ۶

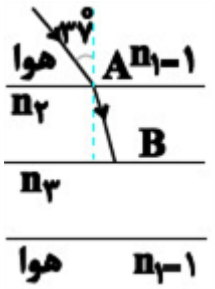
۱۳۲ مطابق شکل پرتو نور تک رنگی از هوا به سطح تیغهٔ متوازی‌السطوح ۱ می‌تابد و در نهایت پس از خروج از تیغهٔ متوازی‌السطوح ۲ به سطح آینهٔ تخت ۱ می‌تابد. زاویهٔ بازتاب این پرتو از سطح آینهٔ تخت ۲ کدام است؟



۱) 15° ۲) 25° ۳) 50° ۴) 65°

۱۳۳ مطابق شکل مقابل، پرتو نوری از محیط هوا وارد محیط های شفاف دیگری می‌شود. اگر این پرتو نور فاصلهٔ AB را در مدت $2ns$ طی کند، زاویه‌ای که پرتو تابش با سطح جدایی دو محیط ۲ و ۳ می‌سازد، چند درجه است؟

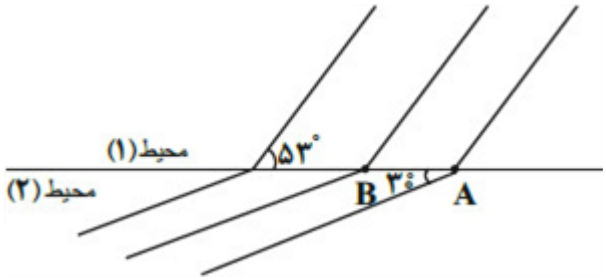
$(\overline{AB} = 50cm$ و $\sin 45^\circ = 0/7$ و $\sin 37^\circ = 0/6$ و $c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s})$



۱) ۳۰ ۲) ۶۰ ۳) ۴۵ ۴) ۵۳

۱۳۴ شکل مقابل جبهه‌های موجی را نشان می‌دهد که از محیط ۱ وارد محیط ۲ می‌شوند. اگر بسامد چشمهٔ این موج $10Hz$ باشد، تندی موج در محیط ۱ ..... متر بر ثانیه ..... از تندی موج در محیط ۲ است.

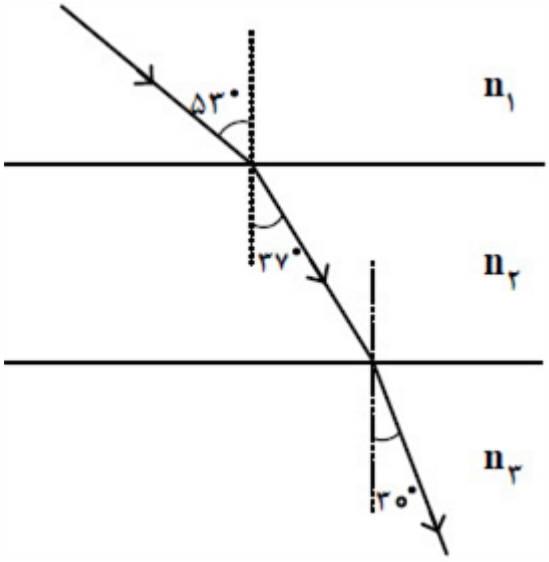
$(\sin 53^\circ = 0/8, \sin 30^\circ = 0/5, \overline{AB} = 20cm)$



۱) ۰/۶، بیشتر ۲) ۰/۲، بیشتر ۳) ۰/۶، کمتر ۴) ۰/۲، کمتر

۱۳۵ در شکل مقابل، سطح جدایی محیط های شفاف با هم موازی‌اند. نور از هوا وارد محیط ۲ و سپس وارد محیط ۳ می‌شود. سرعت نور در محیط ۲ چند متر بر ثانیه از سرعت نور در محیط ۳ بیشتر است؟

$(c = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}$ و $\sin ۵۳^{\circ} = ۰/۸)$

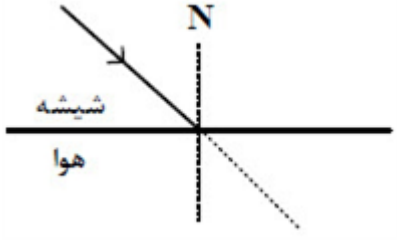


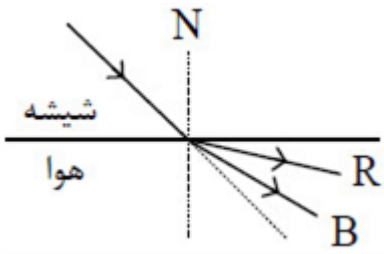
۱) $۱/۱۲۵ \times ۱۰^{۷}$ ۲) $۱/۸۷۵ \times ۱۰^{۸}$ ۳) $۲/۲۵ \times ۱۰^{۸}$ ۴) $۳/۷۵ \times ۱۰^{۷}$

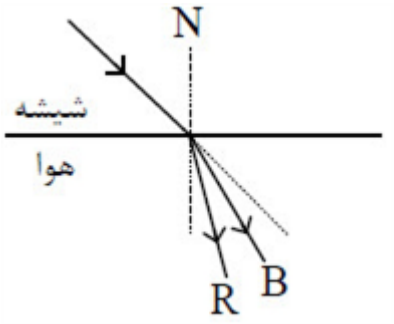
۱۳۶ پرتو نوری با زاویهٔ تابش ۶۰° از هوا وارد آب می‌شود. کدام کمیت‌های وابسته به پرتو، با ورود آن به آب تغییر می‌کند؟

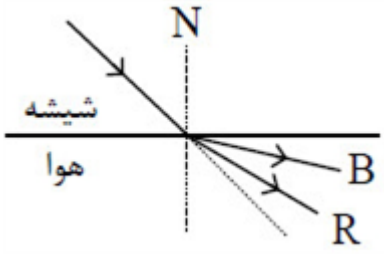
۱) جهت انتشار، تندی و طول موج
۲) بسامد، جهت انتشار و طول موج
۳) بسامد، جهت انتشار و تندی
۴) تندی، بسامد و طول موج

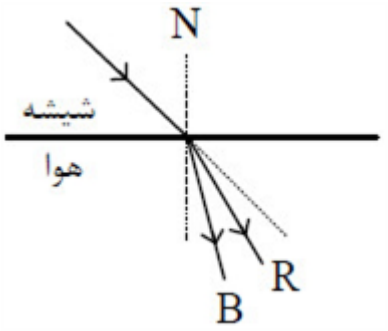
۱۳۷) مطابق شکل زیر، پرتو نوری شامل پرتوهای آبی B و قرمز R از شیشه وارد هوا می‌شود. کدام شکل زیر از نظر فیزیکی قابل قبول است؟



۱)


۲)


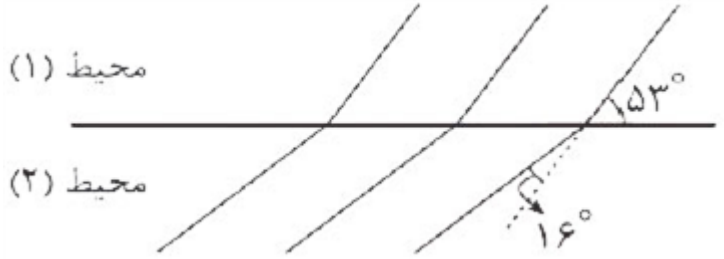
۳)


۴)


۱۳۸) بسامد نوری در خلأ $۵ \times ۱۰^{۱۴}\text{Hz}$ است. این نور وارد یک مایع می‌شود و طول موج آن $۲۰۰nm$ تغییر می‌کند. ضریب شکست مایع کدام است؟ $\left(c = ۳ \times ۱۰^{۸}\frac{m}{s}\right)$

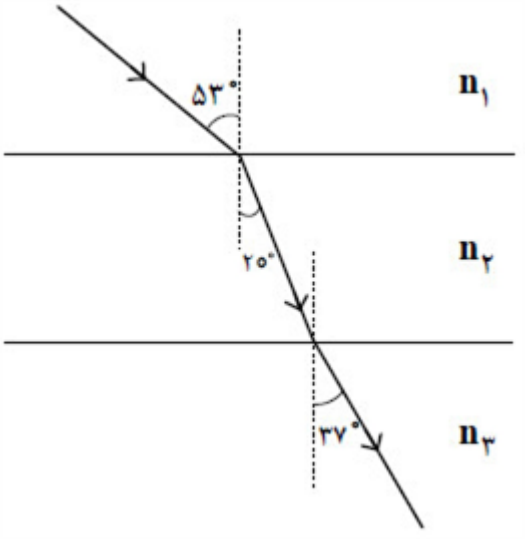
۱) $\frac{۵}{۳}$ ۲) $\frac{۴}{۳}$ ۳) $\frac{۳}{۲}$ ۴) ۲

۱۳۹) جبهه‌های موجی مطابق شکل از محیط ۱ وارد محیط ۲ می‌شود. در عبور موج از محیط ۱ به ۲ سرعت انتشار موج چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟ $(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶, \sin ۵۳^\circ = ۰/۸)$



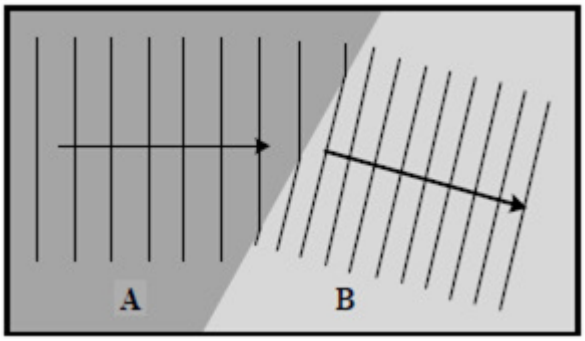
۱) ۲۵ درصد - افزایش ۲) ۲۵ درصد - کاهش ۳) ۷۵ درصد - کاهش ۴) ۷۵ درصد - افزایش

۱۴۰ مطابق شکل مقابل، پرتو نوری از محیط شفاف ۱ وارد محیط شفاف ۲ و سپس وارد محیط شفاف ۳ می‌شود. طول موج نور در محیط ۳، چند برابر طول موج نور در محیط ۱ است؟ $(\sin ۵۳^\circ = ۰/۸)$



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

۱۴۱ شکل مقابل، جبهه‌های موج روی آب را نشان می‌دهد که از ناحیهٔ A وارد ناحیهٔ B می‌شود. به ترتیب، تندی انتشار موج و عمق آب در کدام ناحیه بیشتر است؟



۱) A و B ۲) B و A ۳) A و A ۴) B و B

۱۴۲ چند تا از گزاره‌های زیر در پدیدهٔ پراش امواج درست است؟

الف) علت دریافت سیگنال وقتی گیرندهٔ رادیویی در محل سایه قرار دارد، پدیدهٔ پراش است.

ب) هر چه طول موج بزرگ‌تر باشد، قطعاً میزان پراش بیشتر است.

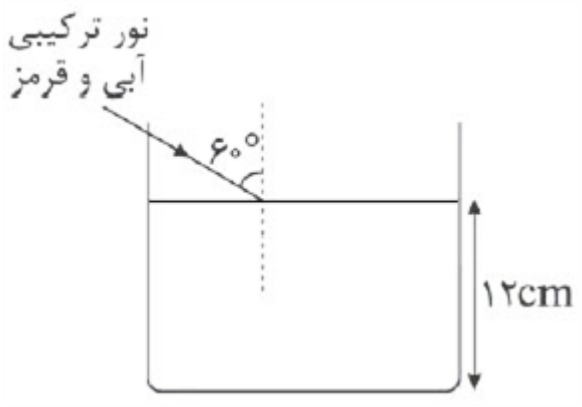
ج) هر چه طول موج به ابعاد شکاف نزدیک‌تر باشد، پراش بیشتر است.

د) هر چه طول موج کوتاه‌تر باشد، قطعاً میزان پراش بیشتر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

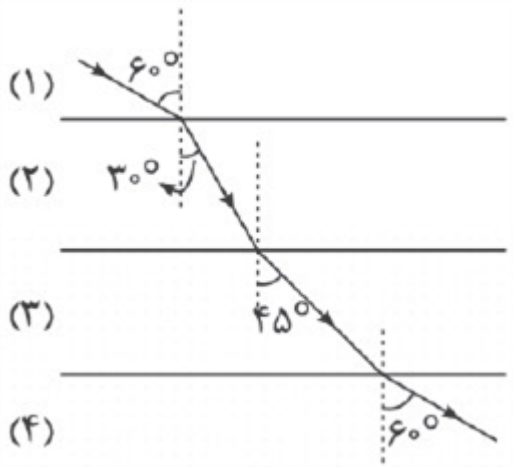
۱۴۳ در شکل زیر، باریکهٔ نوری متشکل از دو پرتوی نور تک رنگ آبی و قرمز از هوا وارد مایع شفافی به عمق $۱۲cm$ می‌شود. اگر ضریب شکست مایع برای رنگ‌های آبی و قرمز به ترتیب برابر $\frac{۱۷}{۱۲}$ و $\frac{۱۷}{۱۶}$ باشد، فاصلهٔ محل برخورد پرتوهای آبی و قرمز در کف ظرف حاوی مایع چند سانتی‌متر است؟

$(۱/۴ \simeq ۱/۷, \sqrt{۲} \simeq \sin ۵۳ = ۰/۸, \sin ۳۷ = ۰/۶, \sqrt{۳})$



۱) ۹ ۲) ۱۶ ۳) ۷ ۴) ۶

۱۴۴ پرتو نوری مطابق شکل، از محیط ۱ با زاویهٔ تابش ۶۰° به سطح جداکنندهٔ دو محیط برخورد کرده و پی در پی در محیط های دوم، سوم و چهارم می‌شود. اگر λ طول موج نور منتشر شده و v تندی انتشار نور در محیط باشد، مقادیر $\frac{\lambda_۳}{\lambda_۱}$ و $\frac{v_۴}{v_۲}$ به ترتیب کدام گزینه است؟



۱) $\frac{\sqrt{۳}}{۳}$ و $\frac{\sqrt{۶}}{۲}$ ۲) $\sqrt{۳}$ و $\frac{\sqrt{۶}}{۲}$ ۳) $\frac{\sqrt{۳}}{۳}$ و $\frac{\sqrt{۶}}{۳}$ ۴) $\sqrt{۳}$ و $\frac{\sqrt{۶}}{۳}$

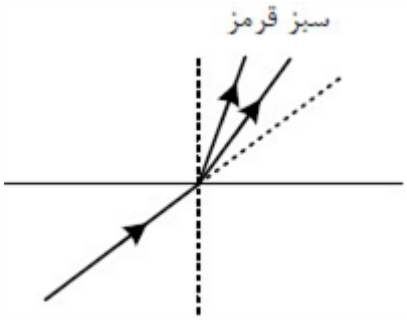
۱۴۵ چگالی هوا با افزایش دما ..... می‌یابد که این پدیده سبب ..... ضریب شکست می‌شود.

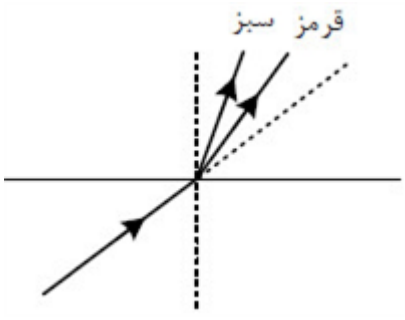
۱) افزایش - کاهش ۲) کاهش - افزایش ۳) کاهش - کاهش ۴) افزایش - افزایش

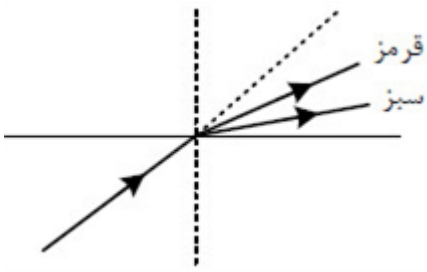
۱۴۶ نوری با زاویهٔ تابش ۶۰° از هوا وارد محیط شفافی می‌شود. اگر پرتو شکست و پرتو بازتابش بر هم عمود باشند. طول موج نور در محیط شفاف چند برابر طول موج نور در هوا است؟

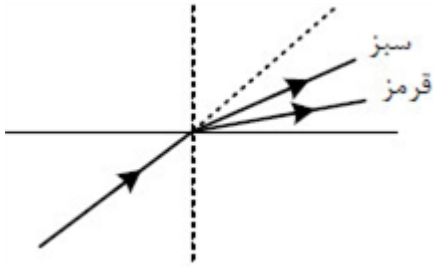
۱) $\frac{\sqrt{۳}}{۳}$ ۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$ ۳) $\sqrt{۳}$ ۴) $\sqrt{۲}$

۱۴۷ پرتو فرودی که شامل نورهای قرمز و سبز است، از شیشه وارد هوای رقیق می‌شود. کدام شکل شکستی را نشان می‌دهد که از لحاظ فیزیکی ممکن است؟

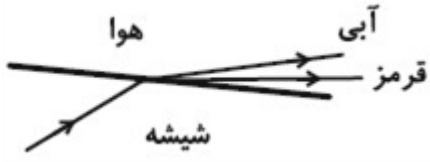
۱) 

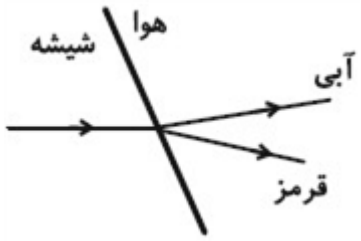
۲) 

۳) 

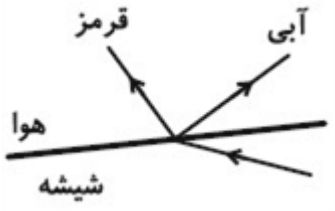
۴) 

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

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۱۴۹ شکل زیر وضعیت چند جبههٔ موج متوالی را در سطح آب نشان می‌دهد. اگر بسامد موج و عمق آب در ناحیهٔ A به ترتیب f_A و D_A و در ناحیهٔ B، f_B و D_B باشد، کدام گزینه درست است؟



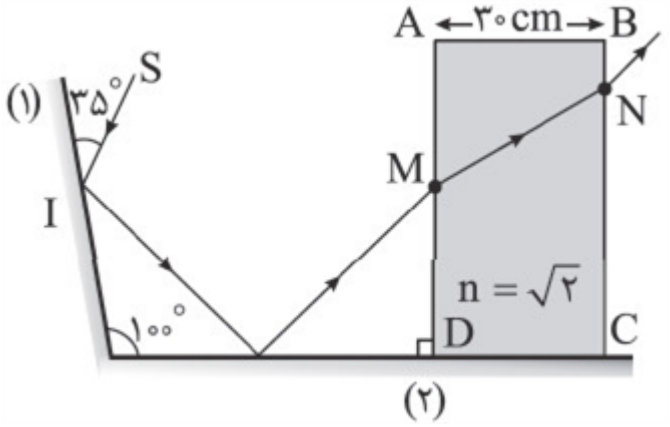
۱) $D_A < D_B \text{ ،} f_B < f_A$

۲) $D_A < D_B \text{ ،} f_B = f_A$

۳) $D_A > D_B \text{ ،} f_B < f_A$

۴) $D_A > D_B \text{ ،} f_B = f_A$

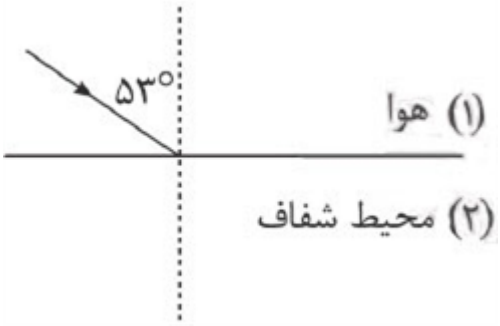
۱۵۰ شکل مقابل مسیر نور در برخورد با دو آینهٔ متقاطع و عبور از تیغه متوازی‌السطوح به ضخامت $۳۰cm$ را نشان می‌دهد. زاویه پرتو خروجی از تیغه با سطح افقی ..... و فاصلهٔ MN برابر ..... سانتی‌متر است.



۱) ۴۰ ،۳۰°
۲) $۲۰\sqrt{۳}$ ،۳۰°
۳) ۴۰ ،۴۵°
۴) $۲۰\sqrt{۳}$ ،۴۵°

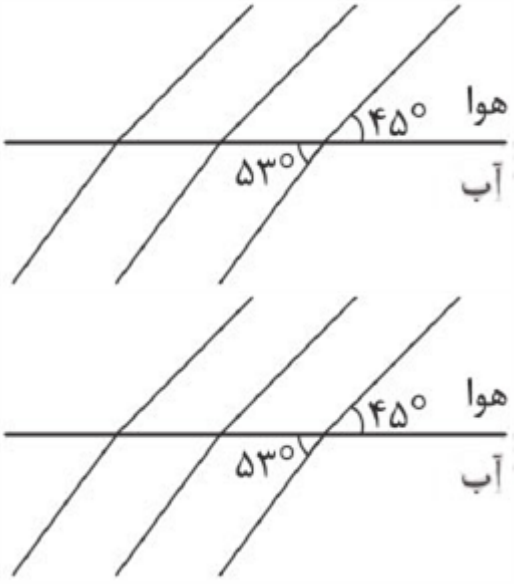
۱۵۱ مطابق شکل مقابل پرتوی نوری از هوا به محیط شفافی می‌تابد و ۸° درجه از راستای اولیه منحرف می‌شود. اگر طول موج نور در محیط شفاف $۱۵\mu m$ کمتر از طول موج نور در هوا باشد، بسامد نور چند تراهرتز است؟

$(۱/۴ \simeq c = ۳ \times ۱۰^۸ \frac{m}{s}, \sin ۵۳^\circ = ۰/۸, \sqrt{۲})$



۱) ۳/۵
۲) ۳
۳) ۲/۵
۴) ۲

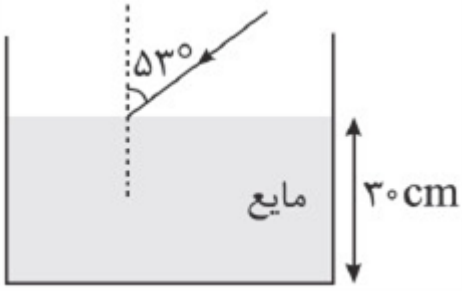
۱۵۲ مطابق شکل، جبهه‌های یک موج تخت از هوا وارد آب می‌شوند. این موج می‌تواند ..... باشد و در این انتقال طول موج آن برابر شده است. $(\sin ۵۳^\circ = ۰/۸, \sin ۴۵^\circ = ۰/۷)$



۱) نور مرئی - $\frac{۷}{۸}$
۲) نور مرئی - $\frac{۸}{۷}$
۳) موج صوتی - $\frac{۷}{۸}$
۴) موج صوتی - $\frac{۸}{۷}$

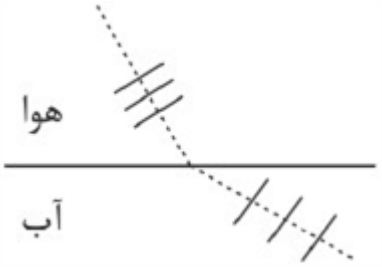
۱۵۳ در شکل مقابل، باریکهٔ نوری متشکل از دو پرتوی نیلی و قرمز از هوا وارد مایع شفافی به عمق $۳۰cm$ می‌شود. اگر ضریب شکست مایع برای رنگ‌های نیلی و قرمز برابر $\frac{۸}{۵}$ و $\frac{۸}{۷}$ باشد، فاصلهٔ پرتوهای قرمز رنگ و نیلی رنگ در کف ظرف حاوی مایع چند سانتی‌متر است؟

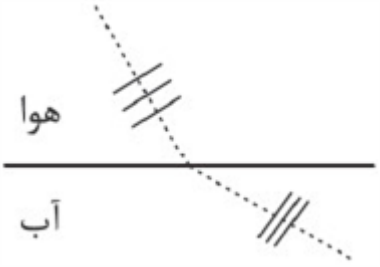
$(۱/۴ \simeq ۱/۷, \sqrt{۲} \simeq \sin ۵۳ = ۰/۸, \sqrt{۳})$

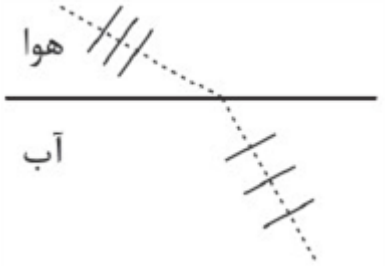


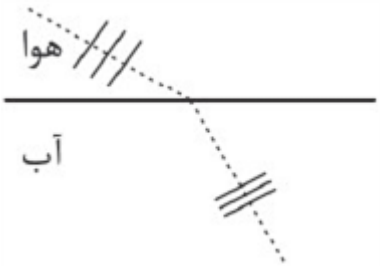
۱) ۱۰
۲) ۱۷
۳) ۱۵
۴) ۱۳

۱۵۴ یک جبههٔ موج نور مرئی از هوا وارد آب می‌شود. کدام یک از شکل‌های زیر شکست این موج را در عبور از هوا به آب به درستی نشان می‌دهد؟

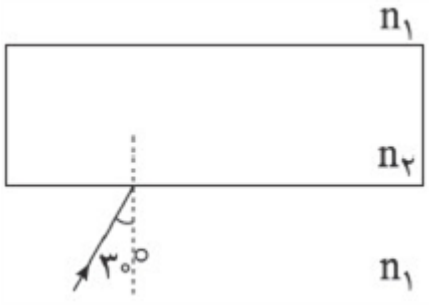
۱


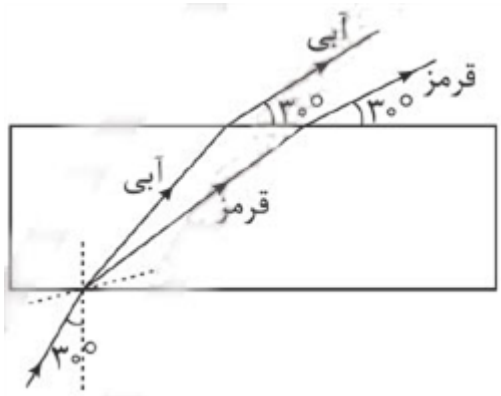
۲


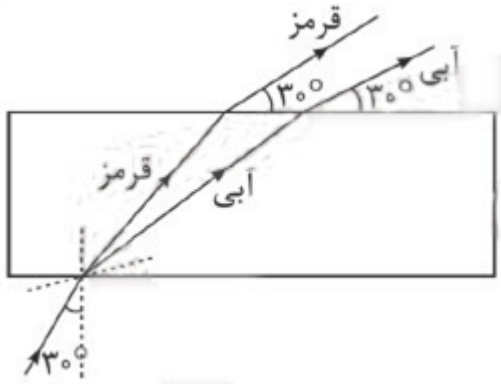
۳


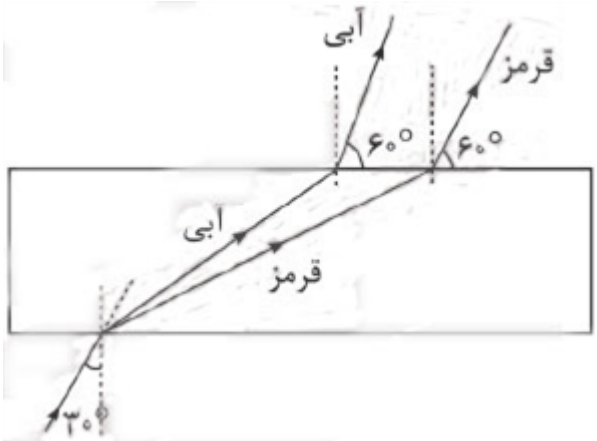
۴


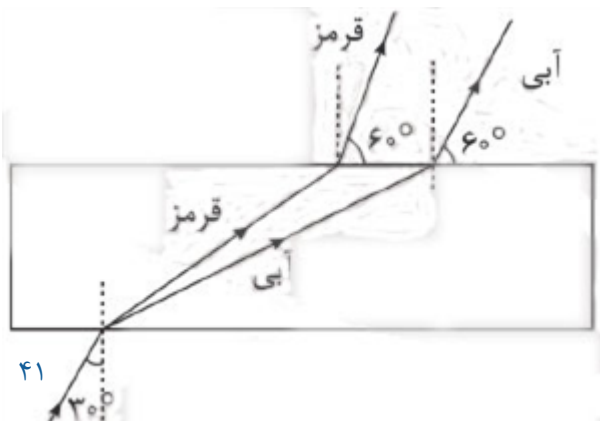
۱۵۵ پرتو نور ترکیبی مطابق شکل از یک محیط شفاف با ضریب شکست n_1 به یک تیغهٔ شیشه‌ای با ضریب شکست n_2 که سطوح بالایی و پایینی آن موازیند، برخورد می‌کند و وارد محیط ۲ شده و در نهایت وارد همان محیط شفاف با ضریب شکست n_1 می‌شود. اگر $n_2 < n_1$ باشد، کدام گزینه، امتداد پرتوهای نورهای قرمز و آبی را درست نشان می‌دهد؟



۱


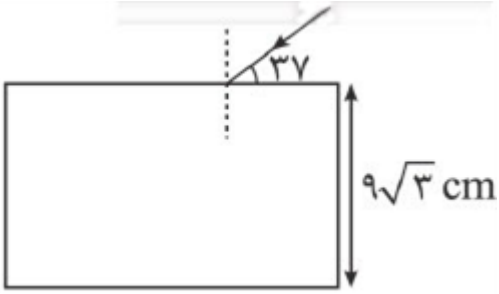
۲


۳


۴


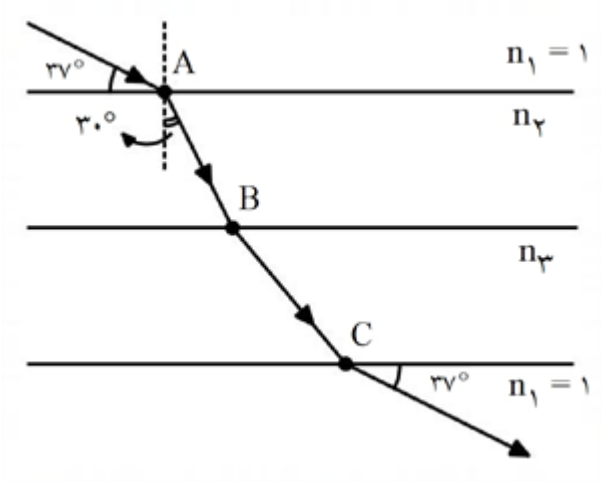
۱۵۶ مطابق شکل پرتو نور تک‌رنگی از هوا به تیغه‌ای متوازی‌السطوح به ضخامت $۹\sqrt{۳}cm$ و ضریب شکست ۱/۶ می‌تابد. مدت زمانی که نور در تیغه حرکت می‌کند، چند نانوثانیه است؟

$\left(c = ۳ \times ۱۰^{۸}\frac{m}{s}, \sin ۵۳^{\circ} = ۰/۸\right)$



۱) ۰/۴۸
۲) $۰/۴۸\sqrt{۳}$
۳) ۰/۹۶
۴) $۰/۹۶\sqrt{۳}$

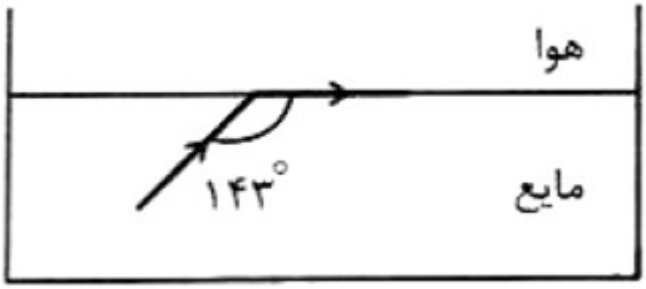
۱۵۷ در شکل روبه‌رو $\mathrm{AB} = ۱۰ \Rightarrow m$ و $\mathrm{BC} = ۶m$ است. اگر پرتوی نور تکفام مسیر ABC را در $۸۰ns$ طی کند، ضریب شکست محیط سوم $(n_۳)$ چقدر است؟ $\left(c = ۳ \times ۱۰^{۸}\frac{m}{s}\right)$



۱) ۱/۲
۲) $\frac{۴}{۳}$
۳) ۱/۶
۴) $\frac{۷}{۳}$

۱۵۸ پرتوی تکفام نور قرمز مطابق شکل از درون مایعی وارد هوا می‌شود به طوری‌که زاویه شکست در هوا ۹۰° است. طول موج این پرتو در داخل مایع چند نانومتر است؟ (طول موج نور قرمز در هوا $۶۵۰nm$ است.)

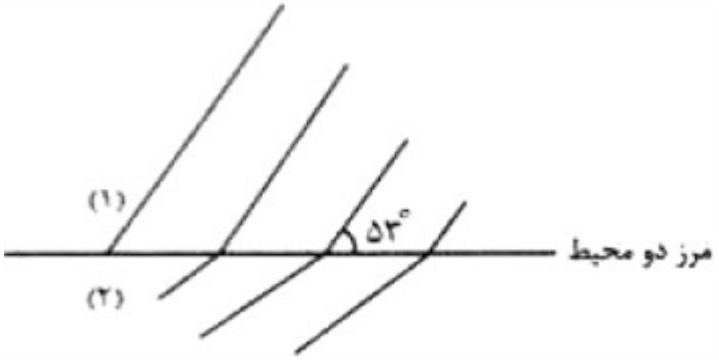
α	۳۰°	۳۷°	۴۵°	۵۳°	۶۰°
$\sin\alpha$	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۸	۰/۸۵



۱) ۳۲۵
۲) ۳۹۰
۳) ۴۵۵
۴) ۵۲۰

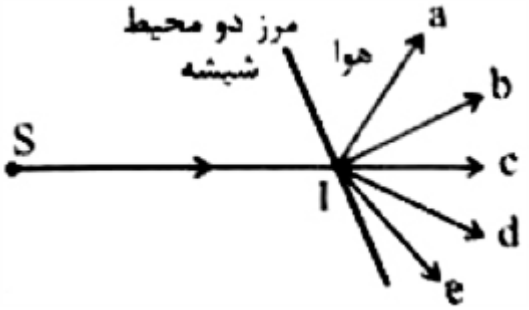
۱۵۹ در شکل زیر، جبهه‌های موج نور مرئی در عبور از محیط ۱ به محیط ۲ رسم شده‌اند. یکی از این دو محیط هوا و دیگری محیط شفافی با ضریب شکست ۱/۶ است. زاویهٔ شکست در محیط ۲ چند درجه است؟

α	۳۰°	۳۷°	۴۵°	۵۳°	۶۰°
$\sin\alpha$	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۸	۰/۸۵



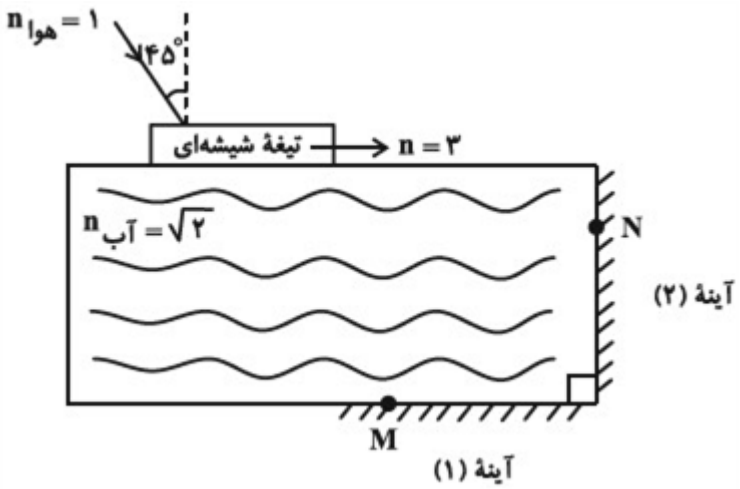
۱) ۳۰° ۲) ۳۷° ۳) ۴۵° ۴) ۶۰°

۱۶۰ در شکل مقابل پرتوی SI شامل دو پرتوی قرمز و آبی از شیشه وارد هوا می‌شود. کدام پرتوی شکست، نور قرمز است؟



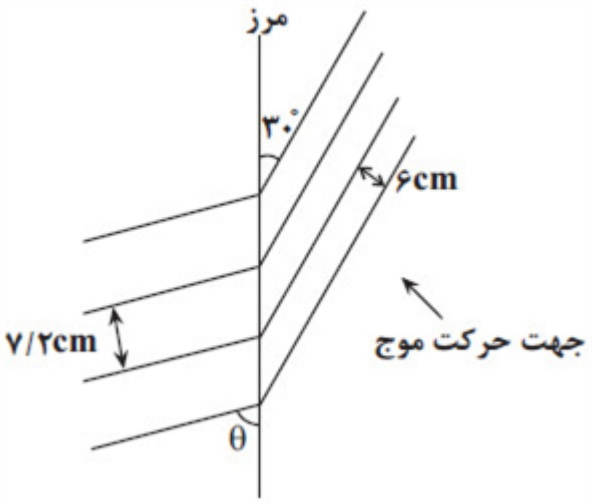
۱) a ۲) b ۳) d ۴) e

۱۶۱ در شکل مقابل، زاویهٔ بین پرتوی خروجی از آب با پرتوی ورودی به آب چند درجه است؟ (پرتو پس از ورود به آب در نقطهٔ M به آینهٔ ۱ برخورد می‌کند و پس از آن در نقطهٔ N به آینهٔ ۲ می‌رسد.)



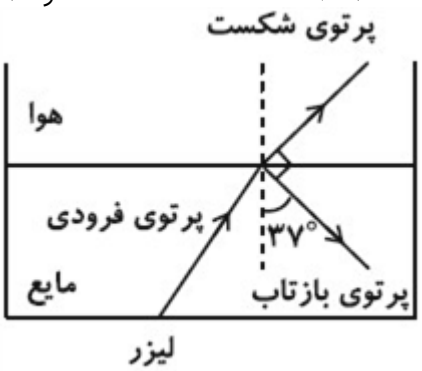
۱) ۶۰° ۲) ۹۰° ۳) ۱۸۰° ۴) ۰°

۱۶۲ شکل مقابل جبهه‌های موج تختی را نشان می‌دهد که از مرز دو محیط متفاوت عبور کرده‌اند. زاویهٔ θ چند درجه است؟ $(\cos ۵۳^\circ = ۰/۶)$



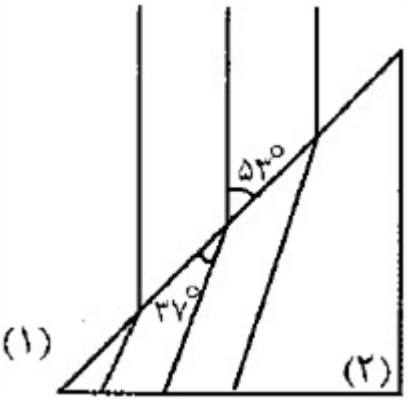
۱) ۹۰ ۲) ۶۰ ۳) ۵۳ ۴) ۳۷

۱۶۳ مطابق شکل مقابل، یک باریکهٔ نور لیزر از مایع به هوا می‌تابد. بخشی از آن بازتاب شده و بخش دیگر وارد هوا می‌شود. پرتو بازتاب و شکست بر یکدیگر عمودند. ضریب شکست مایع کدام است؟ $(n_{\text{هوا}} = ۱, \sin ۳۷^\circ = ۰/۶)$



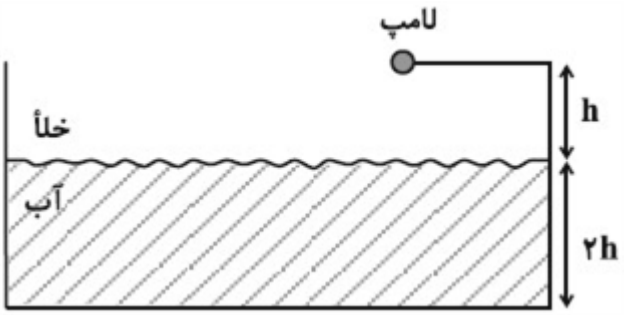
۱) $\frac{۶}{۵}$ ۲) $\frac{۵}{۴}$ ۳) $\frac{۴}{۳}$ ۴) $\frac{۳}{۲}$

۱۶۴ شکل مقابل جبهه‌های موج الکترومغناطیسی را نشان می‌دهد که از محیط ۱ وارد محیط ۲ شده است. تندی نور در محیط ۱ چند برابر تندی نور در محیط ۲ است؟ $(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶)$



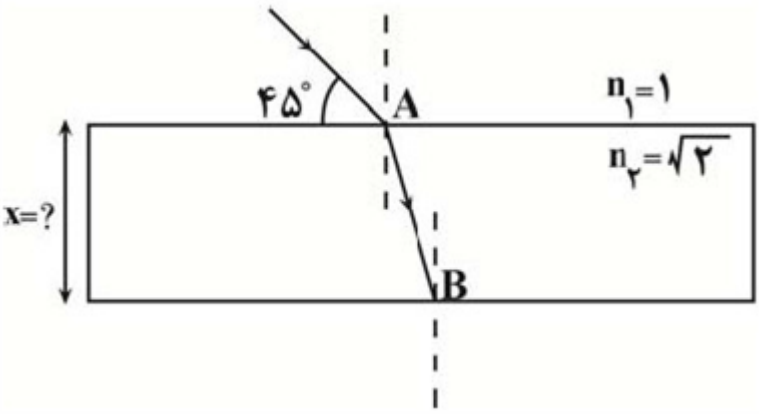
۱) $\frac{۴}{۳}$ ۲) $\frac{۳}{۴}$ ۳) $\frac{۵}{۳}$ ۴) $\frac{۵}{۴}$

۱۶۵ در شکل مقابل، کوتاه‌ترین زمانی‌که طول می‌کشد تا نور لامپ از هوا به کف ظرف آب برسد، $۳۳ns$ است. اگر پرتوی نوری با زاویهٔ تابش ۵۳° از لامپ به سطح آب بتابد، چند نانوثانیه طول می‌کشد تا این پرتوی نور از لامپ به کف ظرف برسد؟ ($c = ۳ \times ۱۰^۸ \frac{m}{s}$، $\sin ۵۳^\circ = ۰/۸$، $n_{آب} = \frac{۴}{۳}$ و $n_{هوا} = ۱$)



۱) ۳۷/۵ ۲) ۴۲/۲۵ ۳) ۴۵ ۴) ۵۱/۲۵

۱۶۶ مطابق شکل زیر، پرتو نوری از هوا وارد شیشه شده و دچار شکست می‌شود. اگر این پرتو فاصلهٔ A تا B را در مدت زمان $۲ns$ طی کند، ضخامت شیشه چند سانتی‌متر است؟ $\left(c = ۳ \times ۱۰^۸ \frac{m}{s}\right)$



۱) $۱۵\sqrt{۶}$ ۲) $۳۰\sqrt{۳}$ ۳) $۱۰\sqrt{۶}$ ۴) $۱۵\sqrt{۳}$

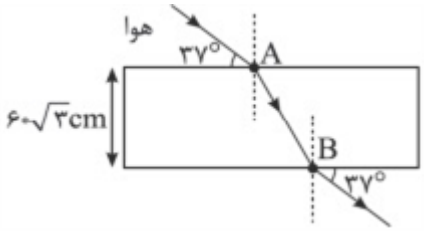
۱۶۷ یک باریکهٔ نور شامل دو پرتوی آبی و قرمز با زاویهٔ تابش ۵۳° از هوا به یک محیط شفاف می‌تابد. اگر ضریب شکست این محیط شفاف برای پرتوهای آبی و قرمز به‌ترتیب $\frac{۸}{۵}$ و $\frac{۴}{۳}$ باشد، کدام پرتو و چند درجه بیشتر منحرف می‌شود؟ ($\sin ۵۳^\circ = ۰/۸$)

۱) قرمز، ۱۶° ۲) قرمز، ۷° ۳) آبی، ۱۶° ۴) آبی، ۷°

۱۶۸ موج صوتی حاصل از یک چشمه‌ی موج از هوا وارد روغن می‌شود، به ترتیب از راست به چپ بسامد و طول موجِ این موجِ صوتی در روغن چند برابر هوا است؟ ($V_{هوا} = ۳۰۰ \frac{m}{s}$, $V_{روغن} = ۱۵۰۰ \frac{m}{s}$)

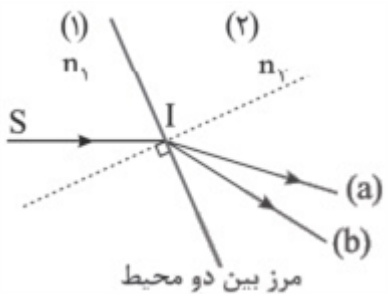
۱) $\frac{۱}{۵}$ - $\frac{۱}{۵}$ ۲) ۱ - ۵ ۳) $\frac{۱}{۵}$ - ۱ ۴) ۵ - ۵

۱۶۹) در شکل مقابل، مدت‌زمانی که پرتوی نور فاصله‌ی AB را در یک تیغه به ضخامت $۶۰\sqrt{۳}cm$ و ضریب شکست $n = ۱/۶$ طی می‌کند، چند نانوثانیه است؟ $\left(c = ۳ \times ۱۰^{۸}\frac{m}{s}, \sin ۳۷ = ۰/۶\right)$



۱) ۱/۶ ۲) ۳/۲ ۳) ۶/۴ ۴) ۹/۶

۱۷۰) در شکل مقابل، پرتوی فرودی SI شامل نورهای آبی و قرمز است. با توجه به شکل، کدام گزینه رنگ پرتوهای a و b و مقایسه‌ی $n_۱$ و $n_۲$ را به درستی بیان کرده است؟

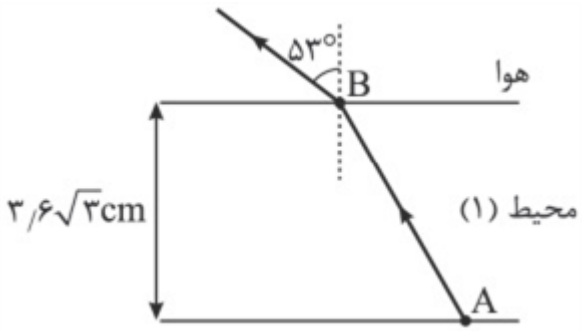


۱) a : آبی، b : قرمز، $n_۱ > n_۲$
۲) a : قرمز، b : آبی، $n_۱ > n_۲$
۳) a : آبی، b : قرمز، $n_۲ > n_۱$
۴) a : قرمز، b : آبی، $n_۲ > n_۱$

۱۷۱) در بازتاب از آینه‌ی تخت زاویه‌ی بین پرتو تابش و بازتابش ۴ برابر زاویه‌ی بین پرتو تابش و سطح آینه است. زاویه‌ی تابش چند درجه است؟

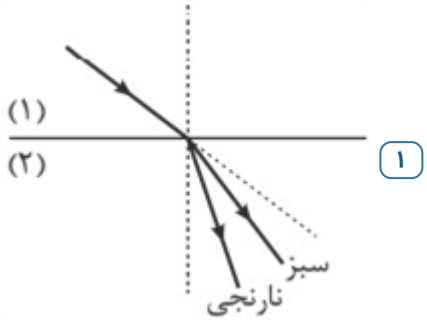
۱) ۳۰ ۲) ۴۰ ۳) ۵۰ ۴) ۶۰

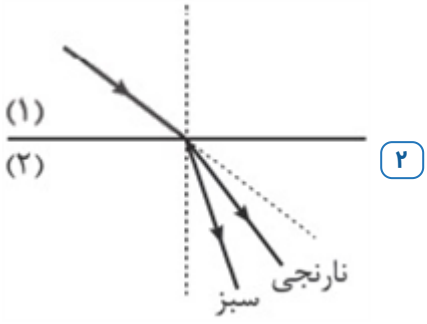
۱۷۲) مطابق شکل مقابل، با ورود پرتوی نور از محیط شفاف (۱) به هوا، طول موج پرتو ۶۰ درصد افزایش می‌یابد. فاصله‌ی AB چند سانتی‌متر است؟

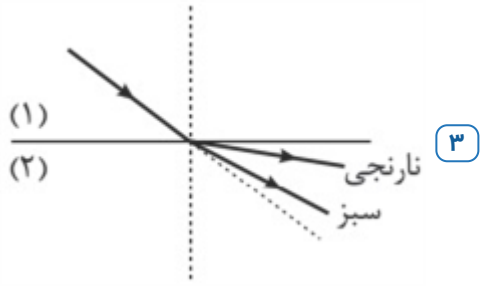


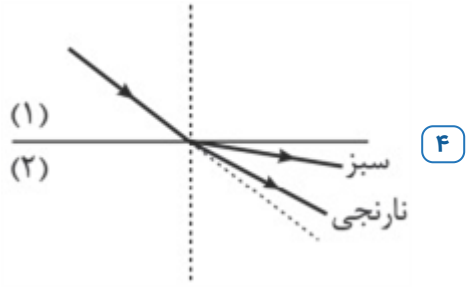
۱) ۷/۲ ۲) $۷/۲\sqrt{۳}$ ۳) ۱۴/۴ ۴) $۱۴/۴\sqrt{۳}$

۱۷۳ فرض کنید زاویه‌ی جبهه‌های موج صوتی با مرز جداکننده دو محیط با ورود از محیط شفاف (۱) به محیط شفاف (۲) کم می‌شود. حال کدام گزینه مسیر پرتوی نور شامل سبز و نارنجی را از محیط (۱) به محیط (۲) درست نشان می‌دهد؟

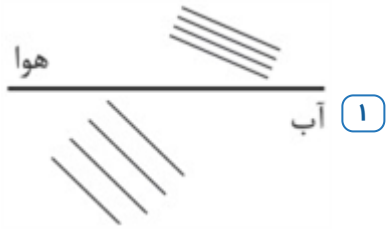
۱


۲


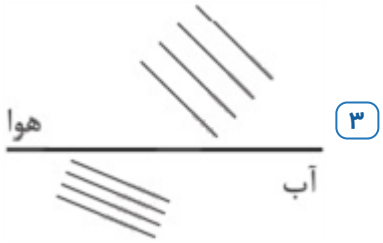
۳


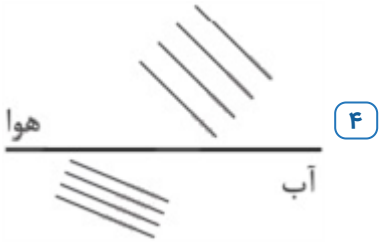
۴


۱۷۴ کدام‌یک از شکل‌ها در عبور جبهه‌ها موج صوتی از هوا به آب درست است؟

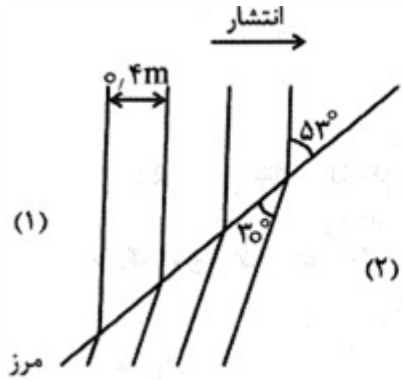
۱


۲


۳


۴


۱۷۵ شکل زیر طرحی از شکست موج در مرز دو محیط (۱) و (۲) را نشان می‌دهد. اگر بسامد موج 22Hz باشد، تندی انتشار موج در محیط (۲) چند متر بر ثانیه است؟



θ	۳۰°	۳۷°	۵۳°	۶۰°
$\sin\theta$	۰/۵۰	۰/۶۰	۰/۸	۰/۸۷

۱ ۵/۵۰ ۲ ۶/۸۰ ۳ ۹/۵۷ ۴ ۱۲/۷۶

۱۷۶ کدام گزینه معنی و شرح درستی از پاشندگی نور را بیان می‌کند؟

۱) وقتی باریکهٔ نور شامل پرتوهایی با طول موج یکسان باشد این پرتوها هنگام عبور از مرز دو محیط در زاویه‌های مختلفی شکسته می‌شوند.

۲) وقتی باریکهٔ نور سفید به وجهی از یک منشور بتابد، هنگام عبور از مرز دو محیط در زاویه‌های مختلفی شکسته می‌شوند و ضریب شکست برای طول موج‌های کوتاه‌تر بیشتر است.

۳) وقتی باریکهٔ نور شامل پرتوهایی با طول مختلف باشد این پرتوها هنگام عبور از مرز دو محیط در زاویه‌های یکسانی‌شکسته می‌شوند.

۴) وقتی باریکهٔ نور سفید به وجهی از یک منشور بتابد هنگام عبور از مرز دو محیط ، ضریب شکست برای طول موج‌های بلندتر بیشتر است.

۱۷۷ اگر نور از آب وارد هوا شود چه اتفاقی رخ می‌دهد؟

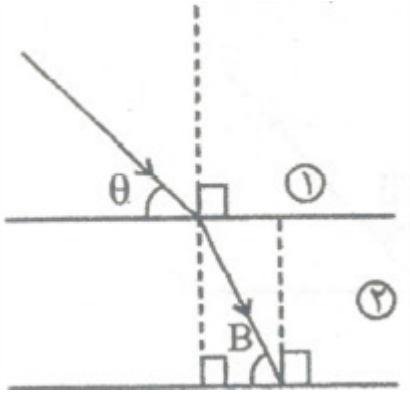
۱) فرکانس آن افزایش می‌یابد.

۲) فرکانس آن کاهش می‌یابد.

۳) طول موج آن افزایش می‌یابد.

۴) طول موج آن کاهش می‌یابد.

۱۷۸ در شکل داده شده اگر V_1 و V_2 سرعت نور در دو محیط باشد، نسبت $\frac{V_2}{V_1}$ کدام است؟



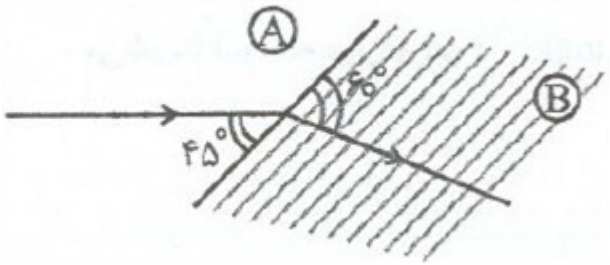
۱) $\frac{\sin\theta}{\sin\beta}$

۲) $\frac{\sin\beta}{\sin\theta}$

۳) $\frac{\cos\theta}{\cos\beta}$

۴) $\frac{\cos\beta}{\cos\theta}$

۱۷۹ برای شکل داده شده که نور از محیط A به محیط B وارد می‌شود، نسبت سرعت V_A به V_B کدام گزینه است؟



۱) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$

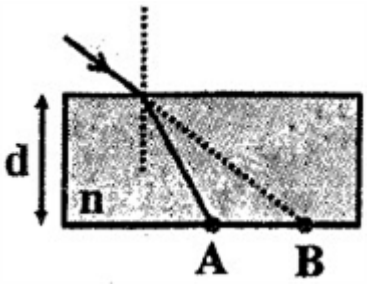
۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$

۳) $\sqrt{۲}$

۴) $\sqrt{۳}$

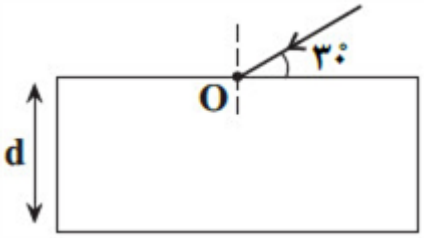
۱۸۰ پرتو نوری با زاویهٔ ۵۳ از هوا بر سطح تیغهٔ مسطح زیر می‌تابد. پرتو نور شکست پیدا می‌کند و به جای نقطهٔ B از نقطهٔ A خارج می‌شود. اگر ضخامت تیغه $۱۲mm$ باشد، فاصلهٔ دو نقطهٔ A و B چند mm است؟

$\left(\sin ۵۳^\circ = ۰/۸, n = \frac{۴}{۳}\right)$



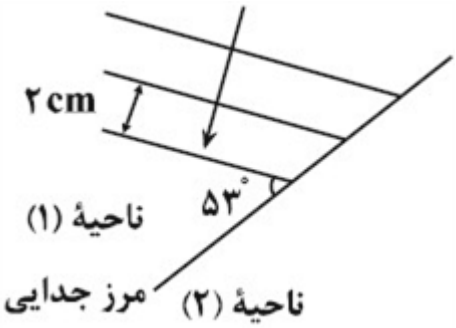
۱) ۷ ۲) ۶ ۳) ۵ ۴) ۴

۱۸۱ تیغهٔ متوازی‌السطوحی به ضخامت d و ضریب شکست $\sqrt{۳}$ در هوا قرار دارد و پرتوی نوری مطابق شکل به آن فرود می‌آید و از وجه مقابل آن خارج می‌شود. اگر پرتو پس از لحظهٔ ورود $۵ns$ طول بکشد تا از تیغه خارج شود، d چند سانتی‌متر است؟ $\left(\sin ۳۰^\circ = \frac{۱}{۲}, c = ۳ \times ۱۰^۸ \frac{m}{s}\right)$



۱) ۶۰ ۲) ۷۵ ۳) ۴۵ ۴) ۳۰

۱۸۲ شکل روبه‌رو، جبهه‌های متوالی موج تخت داخل تشت موجی را نشان می‌دهد که از ناحیه ۱ وارد ناحیهٔ ۲ می‌شود. اگر تندی انتشار موج در ناحیهٔ ۱، ۶۰ درصد بیشتر از تندی انتشار موج در ناحیهٔ ۲ باشد، زاویهٔ شکست و طول موج در ناحیهٔ ۲ به‌ترتیب چقدر هستند؟ $(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶)$



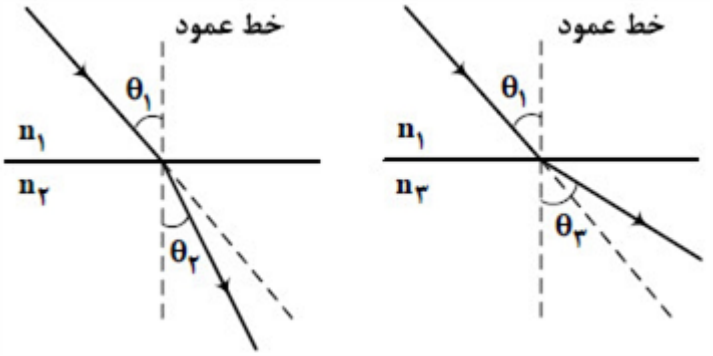
۱) $۱/۲cm$ ،۳۰° ۲) $۱/۲۵cm$ ،۳۰° ۳) $۱/۲cm$ ،۳۷° ۴) $۱/۲۵cm$ ،۳۷°

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



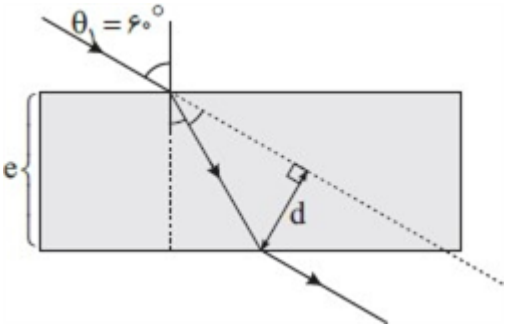
۱) ۳۰° ۲) ۶۰° ۳) ۹۰° ۴) ۴۵°

۱۸۴) کدام رابطه بین ضریب شکست سه محیط شفاف نشان داده شده در شکل زیر، درست است؟



۱) $n_۲ > n_۱ > n_۳$ ۲) $n_۳ > n_۲ > n_۱$ ۳) $n_۳ > n_۱ > n_۲$ ۴) $n_۲ > n_۳ > n_۱$

۱۸۵) مطابق شکل تیغه‌ی متوازی‌السطوحی در هوا قرار دارد. اگر ضریب شکست آن $\sqrt{۳}$ و میزان جابه‌جایی پرتو در تیغه $d = ۱۰\text{cm}$ باشد، ضخامت تیغه (e) چند cm است؟



۱) ۱۰ ۲) $۱۰\sqrt{۳}$ ۳) ۲۰ ۴) $۲۰\sqrt{۳}$

۱۸۶) فرض کنید پس از $۱/۵$ ثانیه و چندین بازتاب رفت و برگشت، آخرین پژواک صدا را از دیواری که ۲۵m از شما فاصله دارد، می‌شنوید. این پژواک مربوط به چندمین بازتاب است؟ (سرعت انتشار صوت در محیط، $۳۵۰ \frac{m}{s}$ است.)

۱) ۲۱ ۲) ۲۰ ۳) ۱۹ ۴) ۱۸

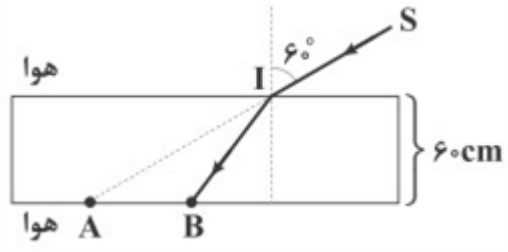
۱۸۷) در پدیده‌ی بازتاب کلی - زاویه تابش همواره ..... است.

۱) بزرگ‌تر از زاویه حد ۲) کوچک‌تر از زاویه حد ۳) کم‌تر از ۴۵ درجه ۴) بیش‌تر از ۴۵ درجه

۱۸۸ پرتوی نور تک‌رنگی با زاویه‌ی تابش ۵۳° از هوا به سطح یک مایع می‌تابد. قسمتی از این پرتو وارد مایع شده و شکسته می‌شود و بخشی از آن از سطح جداکننده‌ی هوا و مایع بازتاب می‌شود. اگر تندی نور در مایع $\frac{۵\sqrt{۲}}{۸}$ برابر تندی نور در هوا باشد، زاویه‌ی بین پرتوی شکست و پرتوی بازتاب چند درجه است؟ $(\sin ۵۳^\circ = ۰/۸)$

۱) ۳۰ ۲) ۴۵ ۳) ۸۲ ۴) ۹۸

۱۸۹ با توجه به شکل زیر، پرتو SI با زاویه‌ی تابش ۶۰° از هوا به یک تیغه‌ی شفاف به ضخامت $۶۰cm$ می‌تابد. فاصله‌ی AB چند سانتی‌متر است؟ $(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶, \cos ۳۷^\circ = ۰/۸, n_{هوا} = ۱, n_{تیغه} = \frac{۵\sqrt{۳}}{۶})$

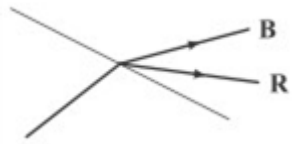


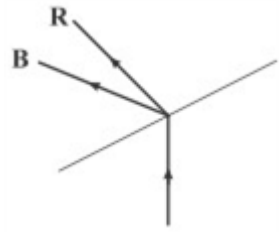
۱) $۶۰\sqrt{۳} - ۱۵$ ۲) $۳۰\sqrt{۳} - ۴۵$ ۳) $۶۰\sqrt{۳} - ۴۵$ ۴) $۳۰\sqrt{۳} - ۱۵$

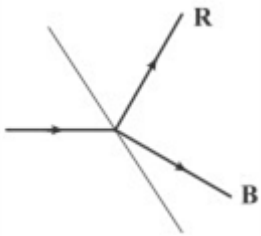
۱۹۰ یک پرتوی نور تک‌رنگ از هوا با زاویه‌ی تابش ۶۰ درجه بر سطح یک مایع می‌تابد. اگر زاویه‌ی انحراف و زاویه‌ی شکست پرتو در سطح مایع با هم برابر باشند، تندی پرتو در مایع چند متر بر ثانیه است؟ $(c = ۳ \times ۱۰^۸ \frac{m}{s})$

۱) ۳×۱۰^۸ ۲) $\sqrt{۳} \times ۱۰^۸$ ۳) ۶×۱۰^۸ ۴) $\sqrt{۶} \times ۱۰^۸$

۱۹۱ یک پرتوی نور فرودی که شامل نورهای قرمز (R) و آبی (B) است، از محیطی با ضریب شکست $۱/۹$ وارد محیطی با ضریب شکست $۱/۴$ می‌شود و شکست می‌یابد. کدام گزینه شکل درستی از شکست رخداده را نشان می‌دهد؟

۱)


۲)


۳)


۴)


۱۹۲ هنگامی که یک پرتوی نور تک‌رنگ از محیط شفاف A وارد محیط شفاف B می‌شود، فاصله‌ی دو جبهه‌ی موج متوالی آن، ۳۰ درصد افزایش می‌یابد و اگر همین پرتوی نور از محیط شفاف B وارد محیط شفاف C شود، فاصله‌ی دو جبهه‌ی موج متوالی آن، ۳۰ درصد کاهش می‌یابد. ضریب شکست محیط شفاف A چند برابر ضریب شکست محیط شفاف C است؟

۱) $\frac{۱۰۰}{۹۱}$ ۲) $\frac{۹۱}{۱۰۰}$ ۳) $\frac{۱۳}{۱۰}$ ۴) $\frac{۱۰}{۱۳}$

۱۹۳) پرتوی نور تک‌رنگی از هوا با زاویه‌ی تابش θ_1 به محیط شفافی به ضریب شکست $\sqrt{2}$ می‌تابد. اگر پرتوی شکست نسبت به امتداد پرتوی تابش، ۱۵ درجه منحرف شده باشد، زاویه‌ی تابش θ_1 چند درجه بوده است؟

۱) ۶۰ ۲) ۴۵ ۳) ۳۰ ۴) ۱۵

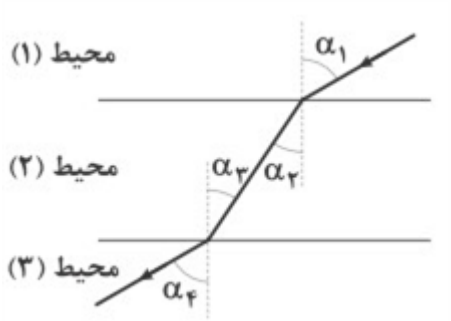
۱۹۴) سطحی، نور تک‌رنگ سبز را به صورت پخشنده باز می‌تاباند. اگر به این سطح امواج میکروموج بتابانیم، کدام گزینه در مورد بازتاب امواج میکروموج از این سطح درست است؟

۱) حتماً به‌صورت منظم بازتاب می‌شوند.
۲) حتماً به‌صورت پخشنده بازتاب می‌شوند.
۳) ممکن است به‌صورت منظم بازتاب شوند.
۴) اظهارنظر قطعی امکان‌پذیر نیست.

۱۹۵) ضریب شکست محیط شفاف ۱، ۳۰ درصد از ضریب شکست محیط ۲ بیشتر و ۳۰ درصد از ضریب شکست محیط ۳ کم‌تر است. اگر تندی نور در محیط ۳ از تندی نور در خلأ، ۴۸ درصد کم‌تر باشد، نسبت تندی نور در خلأ به تندی نور در محیط ۲ برابر کدام گزینه است؟

۱) $\frac{۱۶۹}{۱۷۵}$ ۲) $\frac{۱۷۵}{۱۶۹}$ ۳) $\frac{۱۳}{۷}$ ۴) $\frac{۷}{۱۳}$

۱۹۶) مطابق شکل زیر، یک پرتوی نور تک‌رنگ از محیط ۱ وارد محیط ۲ و سپس وارد محیط ۳ می‌شود. اگر $\alpha_1 - \alpha_2 = \alpha_4 - \alpha_3$ باشد، چه رابطه‌ی بین ضریب شکست محیط های ۱ و ۲ و ۳ برقرار است؟ (مرز جدایی محیط ها با هم موازی هستند).



۱) $n_1 < n_3 < n_2$ ۲) $n_1 = n_3 < n_2$ ۳) $n_1 > n_3 > n_2$ ۴) $n_1 = n_3 > n_2$

۱۹۷) چه تعداد از عبارت‌های زیر در مورد پدیده‌ی سراب نادرست است؟

الف) در حین تشکیل سراب، زاویه‌ی بین پرتوهای نور و جبهه‌های موج ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.
ب) در حین تشکیل سراب و حین رسیدن نور از جسم مشاهده‌شده به چشم ما، زاویه‌ی بین پرتوهای نور و افق، ابتدات کم‌تر و سپس بیشتر می‌شوند.
ج) سراب در روزهای گرم به این علت رخ می‌دهد که بخشی از هوا که در مجاورت زمین است نسبت به هوای سطح بالاتر، چگالی کم‌تر و ضریب شکست بیشتری دارد.
د) سراب را علاوه بر این‌که می‌توان به‌طور مستقیم مشاهده کرد، بلکه می‌توان از آن عکس هم گرفت.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۱۹۸) کدام‌یک از پرتوهای زیر در ورود از هوا به شیشه کم‌تر منحرف می‌شود؟

۱) سبز ۲) آبی ۳) بنفش ۴) قرمز

۱۹۹) در یک روز گرم با نزدیک شدن پرتوی نور به سطح زمین تندی و طول موج پرتو چگونه تغییر می‌کند؟ (از راست به چپ)

۱) کاهش، افزایش ۲) کاهش، کاهش ۳) افزایش، افزایش ۴) افزایش، کاهش

۲۰۰ با افزایش دمای محیط از θ_1 به θ_2 نسبت‌های $\frac{\rho_2}{\rho_1}$ و $\frac{n_2}{n_1}$ از راست به چپ چگونه تغییر می‌کنند؟ (ρ چگالی و n ضریب شکست است.)

۱) $\frac{\rho_2}{\rho_1} > 1$ و $\frac{n_2}{n_1} > 1$

۲) $\frac{\rho_2}{\rho_1} < 1$ و $\frac{n_2}{n_1} < 1$

۳) $\frac{\rho_2}{\rho_1} < 1$ و $\frac{n_2}{n_1} > 1$

۴) $\frac{\rho_2}{\rho_1} > 1$ و $\frac{n_2}{n_1} < 1$

۲۰۱ کدام‌یک از موارد زیر در مورد پدیدهٔ پراش نادرست است؟

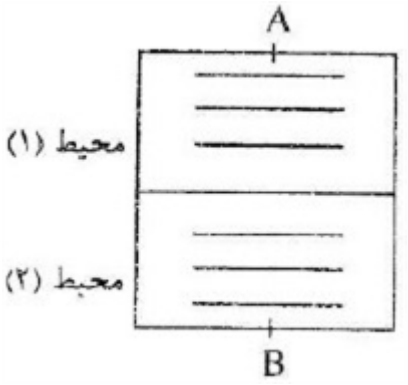
۱) پدیدهٔ پراش هم برای امواج الکترومغناطیسی و هم امواج مکانیکی رخ می‌دهد.

۲) در پدیدهٔ پراش، طول موج و تندی موج الکترومغناطیسی تغییر نمی‌کند.

۳) در پدیدهٔ پراش هر چقدر پهنای شکاف از طول موج الکترومغناطیسی بیشتر باشد، پراش بازتر خواهد بود.

۴) هیچ کدام

۲۰۲ مطابق شکل، موج تختی با بسامد f از محیط شفاف ۱ به محیط شفاف ۲ می‌تابد و در هیچ کدام از دو شکاف مشابه A و B پدیده پراش رخ نمی‌دهد. اگر بسامد را به تدریج کاهش دهیم، پدیده پراش در کدام‌یک از دو شکاف در ابتدا رخ می‌دهد؟ (ضریب شکست محیط های شفاف ۱ و ۲ به ترتیب $\frac{۴}{۳}$ و $\frac{۱۲}{۵}$ است.)



۱) A

۲) B

۳) به طور همزمان در شکاف A و B رخ می‌دهد.

۴) هیچ‌گاه رخ نمی‌دهد.

۲۰۳ گوشی‌های همراه با امواج رادیویی با بسامد ۲GHz کار می‌کنند. بیشترین پراش برای این موج وقتی رخ می‌دهد که به شکافی با ضخامت ..... بتابد و در این صورت موج پس از پراش به ناحیه سایه ..... $\left(C = ۳ \times ۱۰^۸ \frac{m}{s}\right)$

۱) $۱۵mm$ - می‌رسد

۲) $۱۵۰mm$ - می‌رسد

۳) $۱۵mm$ - نمی‌رسد

۴) $۱۵۰mm$ - نمی‌رسد

۲۰۴ چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

الف) در پدیدهٔ پراش هر چه نسبت طول موج به پهنای شکاف بیشتر باشد، پراش بارزتر است.

ب) تداخل، ترکیب دو یا چند موج است که همزمان از یک منطقه عبور می‌کنند.

پ) در آزمایش یانگ، نوارهای روشن در اصل نقاط با تداخل ویرانگر هستند.

ت) در نقش تداخلی آزمایش یانگ، پهنای هر نوار روشن یا تاریک با فرکانش نور متناسب است.

ث) وقتی آب را داخل یک لیوان یا پارچ می‌ریزیم، صدایی که می‌شنویم رفته رفته زیرتر می‌شود.

۱) ۴

۲) ۳

۳) ۲

۴) ۱

۲۰۵ پرتوهای نوری با طول موج λ به شکافی به ضخامت a تابیده و پراش موج از شکاف رخ می‌دهد به طوری که $a = ۶\lambda$ است. در کدام‌یک از حالت‌های زیر، میزان پراش نور افزایش می‌یابد؟

۱) ضخامت شکاف را $\frac{۱}{۳}$ برابر کنیم.
۲) بسامد نور تابشی را ۴ برابر کنیم.
۳) ضخامت شکاف را ۳ برابر کنیم.
۴) بسامد نور تابشی را $\frac{۱}{۴}$ برابر کنیم.

۲۰۶ در کدام‌یک از حالت‌های زیر، پدیده پراش بیشتر خواهد بود؟

۱) بسامد نور تابشی بیشتر و پهنای شکاف بزرگ‌تر باشد.
۲) بسامد نور تابشی کمتر و پهنای شکاف بزرگ‌تر باشد.
۳) بسامد نور تابشی بیشتر و پهنای شکاف کوچک‌تر باشد.
۴) بسامد نور تابشی کمتر و پهنای شکاف کوچک‌تر باشد.

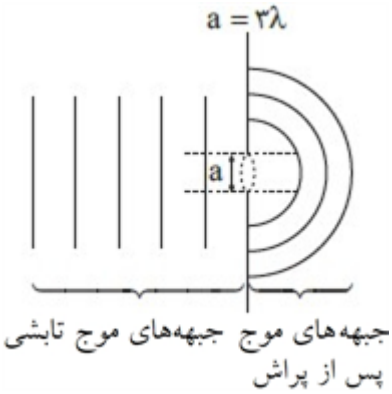
۲۰۷ اگر موجی با طول موج λ به مانعی برخورد کند که شکافی به پهنای a در آن باشد قسمتی از موج از شکاف می‌گذرد، در این باره کدام گزینه درست است؟

۱) هر چه پهنای شکاف بزرگ‌تر از λ باشد، موج گذر کرده، انحناء کمتری دارد.
۲) هر چه پهنای شکاف کوچک‌تر از λ باشد موج گذر کرده، انحناء کمتری دارد.
۳) هر چه پهنای شکاف نسبت به حالت قبل بیشتر شود موجی که از شکاف می‌گذرد به اطراف شکاف گسترده می‌شود.
۴) هر چه پهنای شکاف نسبت به حالت قبل کمتر شود موج گذر کرده از شکاف، شکل موج تختی بیشتری خواهد داشت.

۲۰۸ 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 کم ترین 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

۲۰۹ کدام‌یک از موارد زیر باعث می‌شود که در شکل مقابل خمیدگی و گسترش نور (پراش نور) پس از عبور از شکاف کمتر شود؟ (a ضخامت شکاف و λ طول موج است)



۱) استفاده از نور قرمز به جای آبی
۲) کاهش a
۳) مایل کردن جبهه‌های موج نسبت به مانع
۴) انجام آزمایش در آب

۲۱۰ نوری تکفام به شکافی به ضخامت $۰/۶mm$ که روی صفحه‌ای کدر قرار دارد، می‌تابد. به ازای کدام‌یک از بسامدهای زیر برحسب گیگاهرتز پراش نور بیشتر است؟ ($c = ۳ \times ۱۰^۸ \frac{m}{s}$)

۱) ۱۰۰
۲) ۳۰۰
۳) ۴۰۰
۴) ۵۰۰

۲۱۱ کدام‌یک از گزینه‌های زیر درخصوص پدیده‌ی پراش نادرست است؟

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

۲۱۲ تحلیل نقش پراش، مبتنی بر کدام مبحث در علم فیزیک است؟

۱) تشدید
۲) بازتاب موج
۳) شکست موج
۴) تداخل امواج

۲۱۳ در سطح یک صفحه‌ی مستطیل شکل فلزی شکافی به ضخامت $۲mm$ ایجاد شده است. بسامد موج الکترومغناطیسی تابشی به صفحه چند گیگاهرتز باشد تا پدیده‌ی پراش بارزتر رخ دهد؟ ($c = ۳ \times ۱۰^۸ \frac{m}{s}$)

۱) ۷۵
۲) ۱۵۰
۳) ۳۰۰
۴) ۶۰۰

۲۱۴ در سطح یک صفحه‌ی مستطیل شکل فلزی شکافی به ضخامت $۲mm$ ایجاد شده است. بسامد موج الکترومغناطیسی تابشی به صفحه چند گیگاهرتز باشد تا پدیده‌ی پراش بارزتر رخ دهد؟ ($c = ۳ \times ۱۰^۸ \frac{m}{s}$)

۱) ۷۵
۲) ۱۵۰
۳) ۳۰۰
۴) ۶۰۰

۲۱۵ پراش نور تکفام از یک شکاف باریک به اندازه‌ی $۱\mu m$ برای کدام‌یک از رنگ‌های نور، واضح‌تر رخ می‌دهد؟

۱) بنفش
۲) آبی
۳) زرد
۴) قرمز

۲۱۶ کدام جمله در مورد پراش موج نادرست است؟

۱ هنگامی اتفاق می‌افتد که موج از روزنه‌ای یا از لبه‌های مانعی به ابعاد حدود طول موج عبور کند.

۲ هنگامی که نور از یک شکاف باریک عبور می‌کند، نوارهای روشن و تاریک روی یک پرده تشکیل می‌دهد.

۳ پراش فقط در موج‌های الکترومغناطیسی اتفاق می‌افتد.

۴ اگر موج تخت از شکاف باریکی به ابعاد طول موج عبور کند، از حالت تخت خارج می‌شود.

۲۱۷ درباره پراش نور کدام مورد نادرست است؟

۱ موج در برخورد با یک مانع که ابعاد آن در حدود طول موج است، مانع را دور می‌زند که به این پدیده پراش گویند.

۲ در اثر پراش نور از یک شکاف باریک و قرار دادن پرده‌ای در برابر آن، نوارهای تاریک و روشن روی پرده ایجاد می‌شود.

۳ هر چه‌قدر پهنای شکافی که نور به آن می‌تابد در مقایسه با طول موج کوچک‌تر باشد، پدیده پراش بارزتر است.

۴ اگر پرتو زرد به شکافی تابیده شود و پراش ایجاد گردد، با استفاده از پرتو بنفش پدیده بارزتری ایجاد می‌کند.

۲۱۸ چند مورد از عبارت‌های زیر صحیح است؟

الف) تحلیل نقش پراش، مبتنی بر بحث برهم‌نهی موج است.

ب) سراب و سراب آبگیر تفاوتی ندارد.

پ) پدیده شکست برای امواج مکانیکی نیز رخ می‌دهد.

ت) پراش تنها نتیجه بر هم کنش امواج با محیط است.

ث) بازتاب تنها راه بر هم‌کنش امواج با محیط است.

۱ ۱ ۲ ۲ ۳ ۳ ۴ ۴

۲۱۹ ..... در هنگام عبور موج از ..... که ابعاد آن ..... طول موج باشد، رخ می‌دهد.

۱ پراش، مانع، خیلی کمتر ۲ پراش، لبه‌های مانع، در حدود

۳ تداخل، مانع، در حدود ۴ تداخل، لبه‌های مانع، خیلی کمتر

۲۲۰ کدام‌یک از عبارت‌های زیر در رابطه با تداخل امواج نوری در آزمایش یانگ نادرست است؟

۱ نقش حاصل بر پرده، ناشی از تداخل پراش نور عبوری از دو شکاف است.

۲ پهنای هر نوار تاریک و روشن، متناسب با طول موج نور به کار رفته است.

۳ فریزهای روشن ناشی از تداخل‌های سازنده و فریزهای تاریک ناشی از تداخل‌های ویران‌گر است.

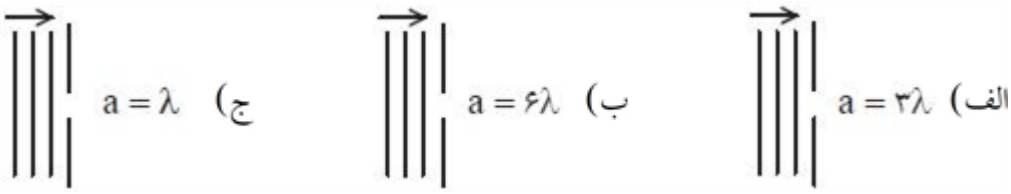
۴ اگر با حفظ باقی شرایط ، آزمایش را به جای هوا در آب انجام دهیم، نقش تداخلی روی پرده از بین می‌رود.

۲۲۱ نور تک‌رنگ سبز را به یک روزنه تابانده‌ایم و پدیده‌ی پراش رخ داده است. با کدام‌یک از روش‌های زیر پراش به شکل بارزتری رخ می‌دهد؟

۱ استفاده از نور تک‌رنگ بنفش ۲ باریک‌تر کردن روزنه

۳ انجام آزمایش پراش در آب، بدون تغییر سایر شرایط ۴ افزایش شدت نور تک‌رنگ سبز

۲۲۲ در هر یک از شکل‌های زیر، جبههٔ موج تختی با طول موج λ به سمت شکاف پیشروی می‌کنند. در کدام شکل، جبههٔ موج پس از عبور از شکاف تقریباً تخت باقی می‌ماند و در کدام شکل، پراش بارزتری مشاهده می شود؟ (به‌ترتیب از راست به چپ)



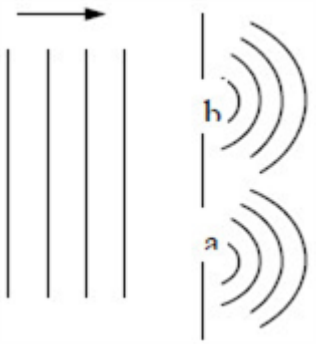
۱) ب - الف ۲) الف - ج ۳) ب - ج ۴) الف - ب

۲۲۳ موجی الکترومغناطیس با بسامد f از شکافی به پهنای a عبور می‌کند. در کدام‌یک از حالات زیر، پراش بارزتری را مشاهده خواهیم کرد؟

۱) $f = ۱۰^{۱۱}\text{Hz}, a = ۳mm$ ۲) $f = ۱۰^{۱۰}\text{Hz}, a = ۳cm$

۳) $f = ۱۰^{۹}\text{Hz}, a = ۳dm$ ۴) $f = ۱۰^{۱۰}\text{Hz}, a = ۳mm$

۲۲۴ مطابق شکل، موج تختی با طول موج λ به سمت دو شکاف با پهنای a و b پیش‌روی می‌کند. کدام مورد در بازه‌ی جبهه‌ی موج عبوری از دو شکاف صحیح است؟



۱) $a = b < \lambda$ ۲) $a > b = \lambda$ ۳) $\lambda = a < b$ ۴) $\lambda = a > b$

۲۲۵ کدام گزینه در مورد پدیدهٔ پراش صحیح است؟

۱) هرچه ابعاد روزنه نسبت به طول‌موج بزرگ‌تر باشد، گسترش نور به اطراف نور کم‌تر است.

۲) هنگام عبور موج از لبه‌های مانعی که ابعاد آن در حدود طول‌موجِ موج، باشد پدیدهٔ پراش رخ می‌دهد.

۳) در پراش نوری تکفام از یک شکاف باریک یا لبه‌ای تیز، نوارهای تاریک و روشن روی پرده تشکیل می‌شود.

۴) هر سه گزینه صحیح است.

۲۲۶ کدام‌یک از گزینه‌های زیر در مورد پدیده‌ی پراش نادرست است؟

۱) پدیده‌ی پراش برای تمامی امواج مانند مغناطیسی، الکتریکی و صوتی و ... رخ می‌دهد.

۲) هر چه پهنای شکاف در مقابل موج‌های تخت، کوچک‌تر باشد، موج‌ها بیش‌تر پراشیده می‌شوند.

۳) پدیده‌ی پراش برای پیشروی جبهه‌های موج، تنها به سمت موانع با لبه‌های تیز در حدود طول موج اتفاق می‌افتد.

۴) در پدیده‌ی پراش امواج هنگام عبور از شکاف، جبهه‌های موج از حالت تخت به حالت کروی تغییر شکل می‌دهند.

۲۲۷ پرتوی نور آبی رنگی (تک رنگ) در خلأ با عبور از شکاف پراشیده می‌شود. کدام‌یک از پرتوهای زیر، با عبور از همان شکاف، بیش‌تر از نور آبی پراشیده خواهد شد؟ (پهنای شکاف، ثابت است.)

۱) نارنجی ۲) نیلی ۳) بنفش ۴) هیچ‌کدام

۲۲۸ موج در عبور از یک شکاف با پهنایی از مرتبهٔ طول موج، به اطراف شکاف گسترده می‌شود. به این پدیده چه می‌گویند؟

۱) پاشندگی ۲) پراش ۳) شکست ۴) بازتابش

۲۲۹ موجی الکترومغناطیسی با بسامد f از شکافی به پنهای a عبور می‌کند. در کدام‌یک ازحالات زیر پراش بارزتری را مشاهده خواهیم کرد؟

۱) $f = ۱۰^{۱۰}\text{Hz}, a = ۲mm$ ۲) $f = ۱۰^{۱۱}\text{Hz}, a = ۲cm$

۳) $f = ۱۰^{۹}\text{Hz}, a = ۲۰mm$ ۴) $f = ۱۰^{۷}\text{Hz}, a = ۲۰cm$

۲۳۰ در طنابی با طول $۴۰cm$ که دو طرف آن بسته است، موج ایستاده‌ای با ۶ گره تشکیل می‌شود. بسامد نوسان چند هرتز است؟ (تندی انتشار موج در طناب $۱۲۰\frac{m}{s}$ است.)

۱) ۹۰۰ ۲) ۷۵۰ ۳) ۶۰۰ ۴) ۱۰۵۰

۲۳۱ در یک تار مرتعش بسامد هماهنگ سوم ۶۰۰Hz است. اگر با ثابت ماندن طول تار نیروی کشش تار ۴۴ درصد افزایش یابد، بسامد هماهنگ پنجم این تار مرتعش چند هرتز می‌شود؟

۱) ۶۰۰ ۲) ۸۰۰ ۳) ۹۰۰ ۴) ۱۲۰۰

۲۳۲ تاری به طول $۸۰cm$ و چگالی $۵\frac{g}{cm^۳}$ با نیروی کشش $۳۰۰N$ بین دو نقطه محکم بسته شده است. تار به تشدید درآمده و با بسامد ۲۵۰Hz ارتعاش می‌کند و در طول آن ۲ شکم ایجاد شده است. سطح مقطع تار چند میلی‌متر مربع است؟

۱) ۲ ۲) ۱/۵ ۳) ۰/۵ ۴) ۰/۱

۲۳۳ در آزمایش یانگ فاصلهٔ بین دو نوار روشن متوالی روی پرده در حالت اول $۱۰cm$ است. حال اگر طول موج نور تابشی ۲۰ درصد کم‌تر از طول موج اولیه باشد، فاصلهٔ بین دو نوار روشن متوالی روی پرده به اندازهٔ x تغییر می‌یابد. x کدام است؟

۱) $۲cm$ ۲) $۰/۲cm$ ۳) $۰/۰۲cm$ ۴) $۰/۲mm$

۲۳۴ یک تار دو انتها بسته به طول $۴۰cm$ و جرم $۱۰۰g$ با نیروی $۱۶N$ کشیده می‌شود. اگر این تار را با بسامد ۸۸Hz به نوسان درآوریم، در آن موج ایستاده تشکیل نمی‌شود. کمترین مقدار تغییر بسامد نوسان‌کننده چند هرتز و چگونه باشد تا در تار، امواج ایستاده تشکیل شود؟

۱) ۸ و کاهش ۲) ۲ و افزایش ۳) ۸ و افزایش ۴) ۲ و کاهش

۲۳۵ بسامد هماهنگ پنجم تار دو سر بسته‌ای با نیروی کشش F برابر ۶۰۰ هرتز است. بسامد صوت اصلی این تار با نیروی کشش $۴F$ چند هرتز است؟

۱) ۱۲۰ ۲) ۲۴۰ ۳) ۴۸۰ ۴) ۶۰۰

۲۳۶ طنابی دو طرف بسته، تحت تأثیر نیروی $۴۰۰N$ می‌باشد و در آن ۴ گره تشکیل شده است. اگر طول طناب یک متر و بسامد ایجاد شده ۳۰۰Hz باشد، جرم طناب چند گرم است؟

۱) ۱۰ ۲) $\frac{۴۰}{۹}$ ۳) ۲۰ ۴) $\frac{۸۰}{۹}$

۲۳۷ سیمی به طول $۱m$ و جرم $۲۰g$ را با نیروی $۲۰۰N$ می‌کشیم. بسامد هماهنگ دوم طناب چند Hz است؟

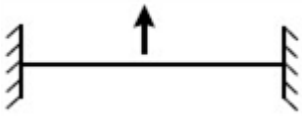
۱) ۵۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۱۵۰ ۴) ۲۰۰

۲۳۸ اختلاف بسامدهای هماهنگ پنجم و سوم یک تار دو انتها بسته برابر $۶۰۰Hz$ است. اگر طول تار $۰/۵m$ و اندازهٔ نیروی کشش آن $۱۸۰۰N$ باشد، جرم تار چند گرم است؟

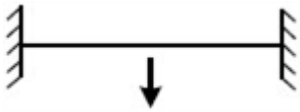
۱) ۵ ۲) ۱۲ ۳) ۲۵ ۴) ۱۰

۲۳۹ تاری که بین دو تکیه‌گاه محکم شده است، در هماهنگ اول با بسامد f به نوسان درمی‌آید. شکل زیر تار را در لحظهٔ $t = ۰s$ نشان می‌دهد. کدام شکل نشان‌دهندهٔ حرکت تار در لحظهٔ $t = \frac{۷}{۴f}$ است؟



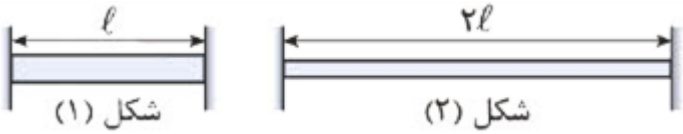
۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۲۴۰ دو تار هم‌جنس مطابق شکل‌های ۱ و ۲ بین دو نقطه محکم بسته شده‌اند، بزرگی نیروی کشش تار و شعاع سطح مقطع تار دوم به ترتیب ۴ برابر و $\frac{۱}{۲}$ برابر تار اول است. تارها را طوری به ارتعاش درمی‌آوریم که در تار اول ۳ گره و در تار دوم ۵ شکم ایجاد می‌شود. در این حالت بسامد موج ایستاده در تار دوم چند برابر بسامد موج ایستاده در تار اول است؟



۱) $\frac{۲۰}{۳}$ ۲) ۱/۲۵ ۳) ۴ ۴) ۵

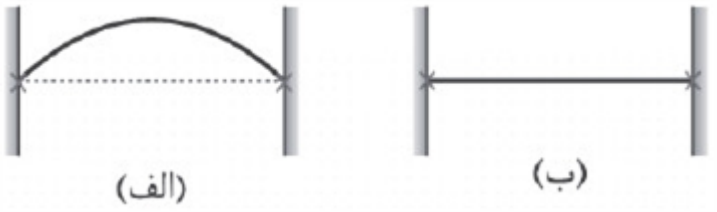
۲۴۱ دو بسامد متوالی در یک تار مرتعش با دو انتهای بسته به ترتیب $۳۷۵Hz$ و $۴۵۰Hz$ می‌باشند و تندی انتشار موج در این تار $۱۲۰\frac{m}{s}$ است. اگر این تار هماهنگ چهارم خود را تولید کند، فاصلهٔ دو گره مجاور از یکدیگر چند سانتی‌متر است؟

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

۲۴۲ اگر در یک تار مرتعش بدون تغییر حجم، تار را آنقدر بکشیم که قطر تار نصف شود، با فرض ثابت بودن نیروی کشش تار، طول موج هماهنگ اصلی نسبت به حالت قبل چند برابر می‌شود؟

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

۲۴۳ تار مرتعشی که بین دو تکیه‌گاه محکم شده است، در هماهنگ اول خود با بسامد f به نوسان درمی‌آید. در $t = ۰$ جابه‌جایی ذرات تار از وضع تعادل بیشینه و به شکل الف است. در کدام لحظه شکل تار کاملاً افقی و به صورت شکل ب خواهد شد؟



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

۲۴۴ در طول یک تار دو انتها بسته، موج ایستاده تشکیل شده است. کدام گزینه صحیح است؟

۱) اگر طول تار دو برابر شود، طول موج هماهنگ سوم نصف می‌شود.

۲) با هر گونه تغییر در طول تار، طول موج هماهنگ پنجم، $\frac{۳}{۵}$ برابر طول موج هماهنگ سوم است.

۳) اگر طول تار ۲۵ درصد افزایش یابد، بسامد هماهنگ اصلی، ۲۵ درصد کاهش می‌یابد.

۴) با افزایش تعداد گره‌های ایجاد شده، طول موج هماهنگ‌ها نیز افزایش می‌یابد.

۲۴۵ در یک تار به طول ۲ متر موج ایستاده و ۵ گره تشکیل شده است. اگر سرعت انتشار موج در تار $v = ۱۷۰\frac{m}{s}$ باشد، طول‌موج صوت تشکیل شده در هوا چند متر است؟ $\left(\text{صوت } v = ۳۴۰\frac{m}{s}\right)$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۴۶ تاری بین دو نقطه بسته شده و نیروی کشش آن $۵۰N$ است. نیروی کشش تار را چند نیوتون افزایش دهیم تا بسامد صوت اصلی آن ۲۰ درصد افزایش یابد؟

۱) ۴۴ ۲) ۴۰ ۳) ۲۲ ۴) ۲۰

۲۴۷ تاری به طول ۱ متر در حالت افقی بین دو نقطه محکم بسته شده است و طوری به ارتعاش درمی‌آید که در آن موج ایستاده با ۶ گره ایجاد می‌شود. تندی انتشار موج ایستاده در این تار $۱۰۰\frac{m}{s}$ است. اگر در $t = ۰$ تار کاملاً افقی باشد، در چه لحظه‌ای برحسب میلی‌ثانیه، برای اولین بار، تار دوباره به حالت کاملاً افقی درمی‌آید؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۴۸ یک تار مرتعش با دو انتهای بسته با بسامد ۶۰۰ هرتز در حال ارتعاش است و ۴ گره در طول تار دیده می‌شود. اگر طول تار $۶۰cm$ و جرم آن ۱۵ گرم باشد، نیروی کشش تار چند نیوتون است؟

۱) ۶۴ ۲) ۶۴۰ ۳) ۱۴۴ ۴) ۱۴۴۰

۲۴۹ اگر طول یک تار دو انتها بسته را $۲cm$ کوتاه کنیم، طول‌موج هماهنگ اول این تار ..... سانتی‌متر ..... می‌یابد.

۱) ۲، کاهش ۲) ۴، کاهش ۳) ۲، افزایش ۴) ۴، افزایش

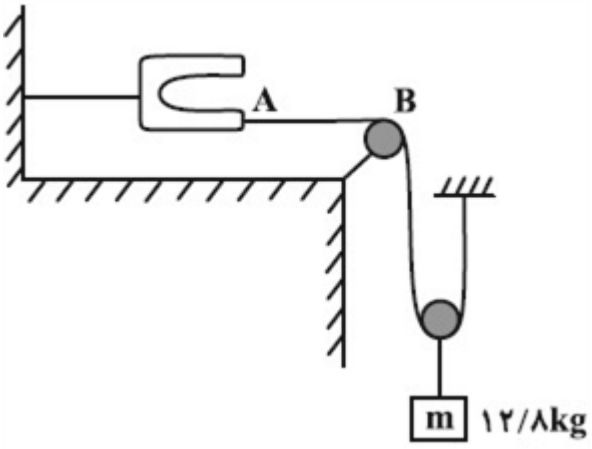
۲۵۰ یک تار دو انتها بسته به طول $۲۰cm$ و سطح مقطع $۰/۰۱cm^۲$ و چگالی $۲\frac{g}{cm^۳}$ با نیروی $۲۰N$ کشیده شده است. اگر این تار را با بسامد ۵۳۰Hz به نوسان درآوریم، در آن موج ایستاده بارزی تشکیل نمی‌شود. کمترین مقدار تغییر بسامد نوسان‌کننده چند هرتز و چگونه تغییر کند تا در تار موج ایستاده تشکیل گردد؟

۱) ۱۲۰Hz، افزایش ۲) ۳۰Hz، کاهش ۳) ۱۲۰Hz، کاهش ۴) ۳۰Hz، افزایش

۲۵۱ سیمی به طول ۰/۵ متر و جرم ۲۰ گرم با نیروی F بین دو نقطه بسته شده است. اگر بسامد هماهنگ دوم این سیم ۲۰۰ هرتز باشد، F چند نیوتون است؟

۱) ۱۰۰ ۲) ۴۰۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۸۰۰

۲۵۲ در شکل مقابل، طول طناب افقی برابر ۵۰ سانتی‌متر و جرم آن $۵۰۰g$ است. اگر بخواهیم در طناب افقی موج ایستاده ایجاد کنیم، بسامد هماهنگ اصلی موج ایستاده‌ای که در طناب می‌توان تشکیل داد. چند هرتز خواهد بود؟ (از جرم ادامهٔ طناب بعد از B و قرقره صرف‌نظر شود و $g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)



۱) ۴ ۲) ۲ ۳) ۸ ۴) ۱

۲۵۳ تاری به طول $۵۰cm$ را بین دو نقطه محکم بسته‌ایم و آن را با بسامد $f = ۶۰۰\text{Hz}$ به ارتعاش درمی‌آوریم. اگر در طول تار ۵ گره تشکیل شود، تندی انتشار موج در تار چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۱۸۰ ۲) ۱۵۰ ۳) ۱۲۰ ۴) ۸۰

۲۵۴ طول تاری $۴۰cm$ و جرم آن $۲۰g$ است. اگر بسامد اصلی آن ۲۸۵Hz باشد، نیروی کشش تار تقریباً چند نیوتون است؟

۱) ۲۵۰۰ ۲) ۲۶۰۰ ۳) ۲۷۰۰ ۴) ۲۸۰۰

۲۵۵ تندی انتشار موج عرضی در تار دو انتها بسته‌ای $۱۸۰\frac{m}{s}$ است و تار با بسامد ۶۰۰Hz ارتعاش می‌کند. اگر طول تار $۶۰cm$ باشد، صوت ایجاد شده هماهنگ چندم تار است و طول امواج صوتی گسیل شده توسط تار چند سانتی‌متر است؟ (تندی صوت در هوا $۳۳۶\frac{m}{s}$ است.)

۱) چهارم - ۳۰ ۲) چهارم - ۵۶ ۳) سوم - ۳۰ ۴) سوم - ۵۶

۲۵۶ تاری به طول $۶۰cm$ و جرم ۶ گرم بین دو نقطه با نیروی کشش $۳۲۴N$ بسته شده است. بسامد هماهنگ چهارم تار چند هرتز است؟

۱) ۴۰۰ ۲) ۸۰۰ ۳) ۶۰۰ ۴) ۱۲۰۰

۲۵۷ تندی انتشار موج در یک تار مرتعش $۴۸\frac{m}{s}$ است. اگر فاصله‌ی یک گره و شکم در این تار ۳۰ سانتی‌متر باشد، کدام گزینه می‌تواند بسامد موج ایستاده‌ی ایجاد شده در این تار باشد؟

۱) ۸۰ ۲) ۱۶۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۲۴۰

۲۵۸ موج ایستاده‌ای در یک تار به طول ۱ متر، ۵ گره تشکیل داده است. اگر سرعت انتشار موج در تار $V = ۲۰۰\frac{m}{s}$ باشد، بسامد هماهنگ اصلی چند هرتز است؟

۱) ۵۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۴۰۰

۲۵۹ طول یکی از تارهای پیانو $۱/۲\text{m}$ است. این تار با بسامد ۶۰۰Hz در ارتعاش بود و در طول تار ۵ گرم به‌وجود آمده است. تندی انتشار امواج عرضی در تار چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۹۰ ۲) ۲۸۸ ۳) ۳۶۰ ۴) ۴۵۰

۲۶۰ دو بسامد تشدیدی متوالی یک تار دو انتها ثابت، ۲۴۰ هرتز و ۲۸۰ هرتز است. کدام بسامد برحسب هرتز، از بسامدهای تشدیدی این تار نیست؟

۱) ۶۰ ۲) ۸۰ ۳) ۱۶۰ ۴) ۳۲۰

۲۶۱ مطابق شکل، تاری که بین دو تکیه‌گاه محکم شده است، در هماهنگ اول خود با بسامد f به نوسان درمی‌آید. اگر فاصلهٔ دو تکیه‌گاه $۵۰cm$ و تندی موج عرضی در آن $۲۵۰\frac{m}{s}$ باشد، چند میلی‌ثانیه طول می‌کشد تا هریک از ذرات تار یک نوسان انجام دهند؟



۱) ۲۵ ۲) ۲ ۳) ۵ ۴) ۴

۲۶۲ تاری به طول $۶۰cm$ با دو انتهای ثابت ارتعاش می‌کند و در طول آن ۳ شکم تشکیل شده است. اگر بسامد ایجاد شده ۳۰۰ هرتز باشد، تندی موج عرضی در تار چند متر بر ثانیه است و بسامد صوت اصلی تار چند هرتز است؟

۱) ۵۰۰ و ۳۰۰ ۲) ۱۲۰ و ۳۰۰ ۳) ۱۲۰ و ۱۰۰ ۴) ۵۰۰ و ۱۰۰

۲۶۳ فنری به جرم ۸۰۰g و طول ۵m با نیروی ۸N می‌کشیم. تندی انتشار موج این فنر چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۸/۰۴ ۲) ۷/۰۷ ۳) ۴/۰۸ ۴) ۳/۰۶

۲۶۴ جرم یک سیم پیانو به طول ۴۰cm برابر ۸g و نیروی کشش آن ۱۲۸N است. این سیم به گونه‌ای به نوسان درمی‌آید که بر روی آن امواج ایستاده تشکیل شده است. بسامد صوت ایجاد شده در سیم را حداقل چند هرتز افزایش دهیم تا بار دیگر امواج ایستاده در آن تشکیل شود؟

۱) ۵۰ ۲) ۷۵ ۳) ۱۰۰ ۴) ۱۵۰

۲۶۵ کدام گزینه در مورد امواج ایستاده روی یک طناب، درست است؟

۱) نقاط بین دو شکم متوالی ممکن است هم‌جهت یا خلاف جهت هم ارتعاش کنند.

۲) نقاط بین دو شکم متوالی الزاماً خلاف جهت هم ارتعاش می‌کنند.

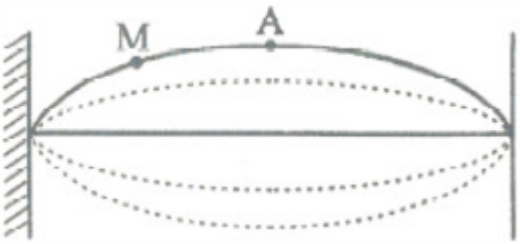
۳) نقاط بین دو شکم متوالی الزاماً هم‌جهت با هم ارتعاش می‌کنند.

۴) مکان گره‌ها بعد از یک چهارم دوره بیشنه می‌شود.

۲۶۶ اگر نیروی کشش وارد بر تار $۸۰۰N$ باشد، بسامد هماهنگ چهارم تار پیانویی به طول $۱m$ و جرم ۱۶ گرم چند هرتز است؟

۱) $۴۰۰\sqrt{۵}$ ۲) ۴۰۰ ۳) ۲۰۰ ۴) $۲۰۰\sqrt{۵}$

۲۶۷ در یک طناب موج ایستاده‌ای مطابق شکل مقابل است. کدام گزینه برای دو نقطهٔ A و M درست بیان شده است؟



۱) سرعت A در هنگام عبور از وضع تعادل کمتر از سرعت M در هنگام عبور از وضع تعادل است.

۲) دامنه نوسان هر دو نقطه یکسان است.

۳) دو نقطهٔ A و M با یکدیگر اختلاف فاز دارند.

۴) سرعت A در هنگام عبور از وضع تعادل بیش از سرعت M در هنگام عبور از وضع تعادل است.

۲۶۸ کدام گزینه در یک موج ایستاده درست است؟

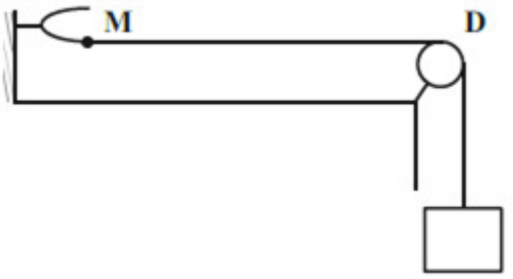
۱) فاصله بین دو شکم متوالی $\frac{\lambda}{۴}$ است.

۲) فاصله بین دو شکم متوالی $\frac{\lambda}{۲}$ است.

۳) فاصله بین دو گره متوالی $\frac{\lambda}{۴}$ است.

۴) فاصلهٔ هر گره تا اولین شکم $\frac{\lambda}{۲}$ است.

۲۶۹ مطابق شکل مقابل، جرم وزنه برابر با $۱۰kg$ و در تار افقی به طول یک متر، موجی ساکن با ۴ گره ایجاد شده است. اگر بسامد نوسان‌ها ۳۰۰Hz باشد، جرم سیم MD چند گرم است؟ $\left(g = ۱۰\frac{N}{kg}\right)$



۱) ۲۵ ۲) ۵۰ ۳) ۲/۵ ۴) ۵

۲۷۰ وقتی گالن آبی را خالی می‌کنیم، با خالی کردن آب، صدای گلوپ گلوپی را می‌شنویم. موقع خالی کردن گالن، کدام گزینه درست است؟

۱) بسامد صدا بیشتر و صدا بم‌تر می‌شود.
۲) بسامد صدا کمتر و صدا ریزتر می‌شود.
۳) بسامد صدا کمتر و صدا بم‌تر می‌شود.
۴) بسامد صدا بیشتر و صدا ریزتر می‌شود.

۲۷۱ دو نفر در دو انتهای یک لوله به طول ۵۰۰m ایستاده‌اند. نفر اول با چکش ضربه‌ای به لوله می‌زند. نفر دوم دو صدا با فاصله‌ی زمانی $۱/۲۵\text{s}$ می‌شنود. اگر تندی صوت در فلز ۸ برابر تندی صوت در هوا باشد، اختلاف تندی صوت در فلز و هوا چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۲۸۰۰
۲) ۲۴۵۰
۳) ۲۱۰۰
۴) ۱۹۵۰

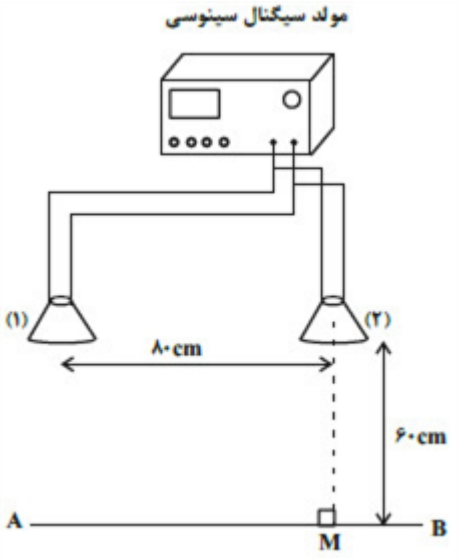
۲۷۲ امروزه، طول‌موج سیگنال‌های تلویزیونی دیجیتال بسیار ..... از طول‌موج سیگنال‌های تلویزیونی قدیمی بوده، در نتیجه ناحیهٔ سایه برای این سیگنال‌ها ..... است، به عبارتی رخ دادن پراش سیگنال ..... است.

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

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

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

۲۷۴ در شکل مقابل، دو بلندگو که به یک مولد سیگنال الکتریکی متصل‌اند، امواج سینوسی هم‌بسامدی با معادلهٔ نوسان‌های $x_۱ = x_۲ = ۰/۲\cos(۸۰\pi t)$ در فضا منتشر می‌کنند. اگر تندی انتشار این امواج در فضا برابر با $۶/۴\frac{m}{s}$ باشد، اختلاف فاصلهٔ نقطهٔ M از دو بلندگو چند برابر طول‌موج است؟



۱) ۲/۵
۲) ۱
۳) ۲
۴) ۳/۵

۲۷۵ مجموع بسامدهای دو هماهنگ نخست یک تار دو انتها بسته ۳۷۵ هرتز است. اگر طول تار $۴۰cm$ و جرم آن ۱۰ گرم باشد، نیروی کشش تار چند نیوتون است؟

۱) ۱۸۰
۲) ۲۰۰
۳) ۳۶۰
۴) ۲۵۰

۲۷۶ در یک تار مرتعش، بسامد دو هماهنگ متوالی تار ۲۴۰Hz و ۳۲۰Hz است. این بسامدها، هماهنگ‌های ..... و ..... بسامد اصلی بوده و طول تار ..... متر است. (سرعت انتشار موج در تار $۱۶۰\frac{m}{s}$ است.)

۱) سوم و چهارم، ۱ ۲) سوم و چهارم، ۲ ۳) سوم و چهارم، ۰/۵ ۴) دوم و سوم، ۲

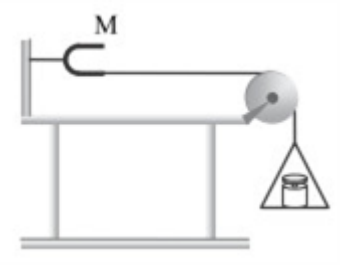
۲۷۷ سیمی به طول ۴۸cm و جرم ۳۶g بین دو نقطه با نیروی ۲۴۳۰N کشیده شده است. در این سیم دو انتها بسته موجی ایستاده تشکیل می‌شود که در آن پنج گره وجود دارد. بسامد تشدید شده توسط سیم چند هرتز است؟

۱) ۹۳۷/۵ ۲) ۷۵۰ ۳) ۳۷۵ ۴) ۱۸۷۵

۲۷۸ تاری به طول L بین دو نقطه ثابت شده است. اگر بسامد هماهنگ سوم و پنجم به‌ترتیب ۶۰۰Hz و ۱۰۰۰Hz باشد، طول موج هماهنگ هشتم چد متر است؟ (سرعت انتشار موج در طناب $۲۴۰\frac{m}{s}$ است.)

۱) ۰/۱۵ ۲) ۱/۵ ۳) ۰/۳ ۴) ۳

۲۷۹ در شکل روبه‌رو، دیاپازون در حال ارتعاش است، اگر به ازای وزنه‌ای که داخل کفه است، سه شکم در طول تار ایجاد شود، با کاهش تدریجی جرم وزنه، کدام‌یک از موارد زیر اتفاق می‌افتد؟



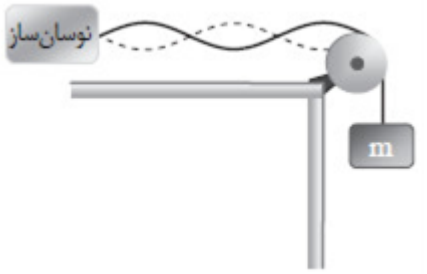
۱) تعداد شکم‌ها کاهش می‌یابد و بسامد زیر کاهش می‌یابد.

۲) تعداد شکم‌ها افزایش می‌یابد و بسامد زیر افزایش می‌یابد.

۳) تعداد شکم‌ها کاهش می‌یابد ولی بسامد ثابت می‌ماند.

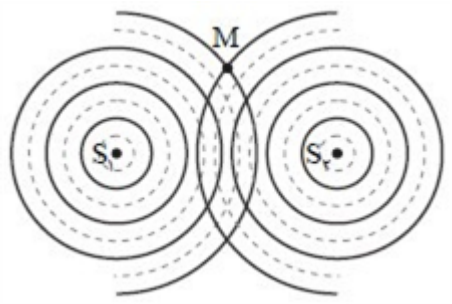
۴) تعداد شکم‌ها افزایش می‌یابد ولی بسامد ثابت می‌ماند.

۲۸۰ در شکل زیر، نوسان‌ساز، تار را با بسامد معینی به ارتعاش درمی‌آورد و در طول تار سه شکم به وجود می‌آورد. جرم وزنه را چند درصد کاهش دهیم تا در طول تار پنج شکم تشکیل شود؟



۱) ۳۶ ۲) ۴۰ ۳) ۶۰ ۴) ۶۴

۲۸۱ در شکل مقابل دو چشمه موج با بسامد یکسان، به طور هم‌زمان به سطح آب نوسان می‌کنند. دایره‌های کامل جبهه‌های موج در برآمدگی را نشان می‌دهد و خط های خط چین جبهه‌های فرورفتگی هر چشمه موج را نشان می‌دهد. در نقطه M چه تداخلی داریم و وضعیت نوسانی این نقطه چگونه است؟



۱) سازنده، با دامنه بیشینه بالا و پایین می‌رود.
۲) سازنده، همواره بالا می‌ماند.
۳) ویران‌گر، ساکن است.
۴) ویران‌گر، نوسان قابل توجهی ندارد.

۲۸۲ در یک تار دو سر بسته به طول ۱۵۰cm هنگام تولید تشدید با بسامد ۱۵۰Hz فاصله‌ی نزدیک‌ترین شکم تا انتهای تار ۶cm است. در حالتی که ۴ گره بین تار تولید شده، بسامد موج چند هرتز است؟

۱) ۳۶
۲) ۴۸
۳) ۱۸
۴) ۲۴

۲۸۳ در یک تار دو سر بسته بسامد تشدید ۳۲۵Hz و بسامد تشدید بعدی ۳۹۰Hz است. بسامد تشدید چهارم ریسمان چند هرتز است؟

۱) ۶۵
۲) ۱۹۵
۳) ۲۶۰
۴) ۳۲۵

۲۸۴ در یک تشت موج به کمک نوسان‌ساز تیغه‌ای با بسامد $۱۰\ \text{Hz}$ امواجی ایجاد می‌کنیم که فاصله بین قله و دره‌ی متوالی آن ۵cm باشد. اگر بره شیشه‌ای را در کف ظرف قرار دهیم، امواج در ورود به ناحیه کم عمق بالا بره شکست پیدا می‌کنند. اگر تندی امواج در ناحیه‌ی عمیق دو برابر ناحیه‌ی کم‌عمق باشد، طول موج با ورود به ناحیه‌ی کم‌عمق چند سانتی‌متر و چگونه تغییر می‌کند؟

۱) ۵ سانتی‌متر افزایش می‌یابد.
۲) ۵ سانتی‌متر کاهش می‌یابد.
۳) ۱۰ سانتی‌متر افزایش می‌یابد.
۴) ۱۰ سانتی‌متر کاهش می‌یابد.

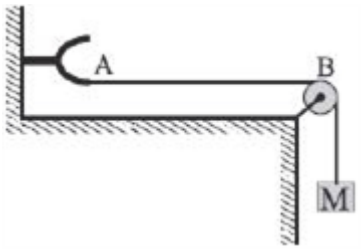
۲۸۵ بسامد اصلی تار مرتعشی با دو انتهای ثابت که در آن امواج ایستاده تشکیل شده، برابر با ۲۰۰Hz است. اندازه‌ی نیروی کشش تار را چند درصد تغییر دهیم تا بسامد اصلی آن ۲۲۰Hz شود؟

۱) ۲۱
۲) ۲۰
۳) ۱۱
۴) ۱۰

۲۸۶ جرم یک تار مرتعش ۲/۵ گرم و طول آن ۸۰cm است. اگر این تار را با نیروی $۷/۲N$ بکشیم و به گونه‌ای به نوسان دربیاوریم که در آن ۵ گره ایجاد شود، بسامد صوتی که در تار ایجاد می‌شود، چند هرتز است؟

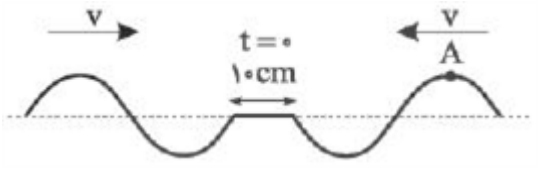
۱) ۶۰
۲) ۱۲۰
۳) ۱۵۰
۴) ۱۸۰

۲۸۷ در شکل زیر با ارتعاش دیاپازون در طول طناب AB، یک شکم ایجاد می‌شود. جرم وزنهٔ آویخته شده را چند برابر کنیم تا در طول طناب دو شکم ایجاد شود؟



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

۲۸۸ در شکل زیر دو تپ عرضی مشابه با طول موج $۳۰cm$ و سرعت $۵\frac{cm}{s}$ به سمت یک‌دیگر در حال حرکت هستند. چند ثانیه پس از لحظهٔ داده شده برحسب ثانیه، مکان ارتعاشی نقطهٔ A نسبت به وضع تعادلش بیشینه می‌شود؟



۱) ۳/۲۵ ۲) ۵/۵ ۳) ۷/۷۵ ۴) ۱۰

۲۸۹ در یک تار مرتعش با دو انتهای بسته، بسامد صوت اصلی ۵۰ هرتز است. اگر سرعت انتشار موج در طناب $۴۰\frac{m}{s}$ باشد و مجموع تعداد گره‌ها و شکم‌ها در آن برابر ۹ باشد، طول موج در تار چند سانتی‌متر است؟

۱) ۲۰ ۲) ۱۰ ۳) ۸۰ ۴) ۴۰

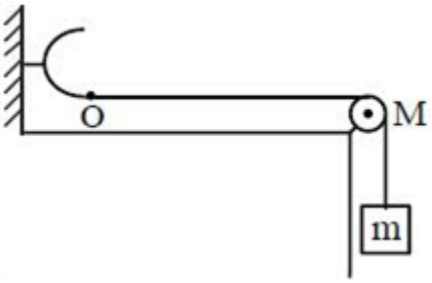
۲۹۰ در طنابی افقی که دو سر آن بسته شده است، موج ایستاده‌ای تشکیل می‌شود. اگر طول طناب $۱۲۰cm$ بوده و در آن ۵ گره تشکیل شده باشد، بسامد موج ایجاد شده در طناب چند هرتز است؟ (تندی انتشار موج در طناب $۲۴۰\frac{m}{s}$ است.)

۱) ۴۰۰ ۲) ۶۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۱۲۰

۲۹۱ در یک تار مرتعش، بسامد هماهنگ سوم، $۱۲۰۰Hz$ می‌باشد. اگر در این تار، هماهنگ دوم تشکیل شود، فاصلهٔ دو گرهٔ متوالی چند سانتی‌متر می‌شود؟ (سرعت صوت $۳۶۰\frac{m}{s}$ است.)

۱) ۲۲/۵ ۲) ۴۵ ۳) ۶۲/۵ ۴) ۹۰

۲۹۲ در شکل زیر نقطهٔ O توسط دیاپازون با بسامد ۵۰Hz به نوسان درمی‌آید. اگر طول تار OM برابر ۶۰cm ، جرم تار OM برابر $۴۵g$، جرم وزنهٔ آویزان از M چند کیلوگرم باشد تا در طول تار، سه شکم پدید آید؟ (تار در انتها بسته فرض شده و جرم تار آویزان از M ناچیز فرض می‌شود.) $\left(g = ۱۰\frac{m}{s^۲}\right)$



۱) ۴ ۲) ۰/۴ ۳) ۰/۳ ۴) ۳

۲۹۳ در طول تار مرتعشی ۵ گره موجود است، نیروی کشش تار را چند برابر کنیم تا باز هم صوتی با همان بسامد تولید کند ولی در طول تار ۴ گره ایجاد شود؟

۱) $\frac{۱۶}{۹}$ ۲) $\frac{۲۵}{۱۶}$ ۳) $\frac{۵}{۴}$ ۴) $\frac{۴}{۵}$

۲۹۴ در یک تار که دو سر آن بسته است یکی از بسامدهای تشدیدی ۱۸۰Hz و بسامد بعدی آن ۲۲۵Hz است، بسامد تشدیدی پس از ۳۱۵Hz، چند هرتز است؟

۱) ۹۰ ۲) ۲۷۰ ۳) ۳۶۰ ۴) ۴۰۵

۲۹۵ در تار کشیده‌ای به طول $۵۰cm$ جرم واحد طول $۵\frac{g}{m}$ که بین دو نقطه محکم بسته شده است. اگر بسامد صوت اصلی ۲۰۰Hz باشد، کشش تار چند نیوتن است؟

۱) ۲۱۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۱۲۰ ۴) ۱۰۰

۲۹۶ تار مرتعشی به طول $۱۲۰cm$ و جرم $۱۲g$ را بین دو نقطه محکم بسته‌ایم. اگر بسامد هماهنگ سوم این تار ۳۰۰Hz باشد، اندازه‌ی نیروی کششی تار چند نیوتون می‌باشد؟

۱) ۵۷۶ ۲) ۵۱۸/۶ ۳) ۵۱/۸۶ ۴) ۵/۷۶

۲۹۷ بسامد هماهنگ سوم تار مرتعشی که بین دو نقطه ثابت شده است، ۳۰۰Hz است. اگر بزرگی نیروی کشش تار را $\frac{۱}{۴}$ برابر کنیم، بسامد صوت اصلی آن چند هرتز خواهد بود؟

۱) ۵۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۲۵۰ ۴) ۳۵۰

۲۹۸ در یک طناب به طول $۲m$ که بین دو نقطه با نیروی ثابت کشیده می‌شود، موج ایستاده‌ای تشکیل شده است. اگر تندی انتشار موج در طناب $۲۰۰\frac{m}{s}$ باشد، بسامد موج را چند هرتز افزایش دهیم تا بر تعداد گره‌ها یکی افزوده شود؟

۱) ۲۵ ۲) ۵۰

۳) ۱۰۰ ۴) باید شماره‌ی هماهنگ معلوم باشد.

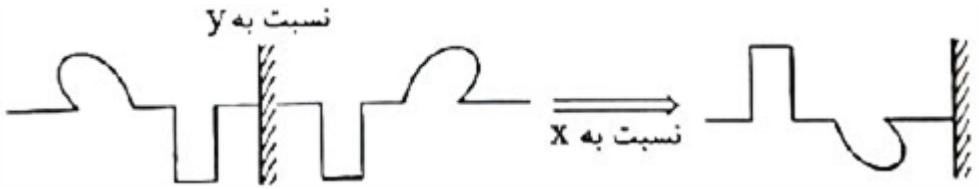
۲۹۹ جرم سیم پیانویی به طول $۱m$ برابر $۷/۵g$ و نیروی کشش آن $۴۳۲N$ است. بسامد هماهنگ اصلی این سیم چند هرتز است؟

۱) ۱۲۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۷۵ ۴) ۱۵

۳۰۰ سیمی بین دو نقطه‌ی ثابت کشیده شده است و در طول آن ۵ گره توسط یک چشمه‌ی موج ایجاد می‌شود. اگر نیروی کشش سیم را ۴ برابر کنیم چند شکم در طول سیم ایجاد می‌شود؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در بازتاب یک بعد، همواره موج بازتابیده نسبت به محور y و بعد نسبت به محور x قرینه خواهد شد.



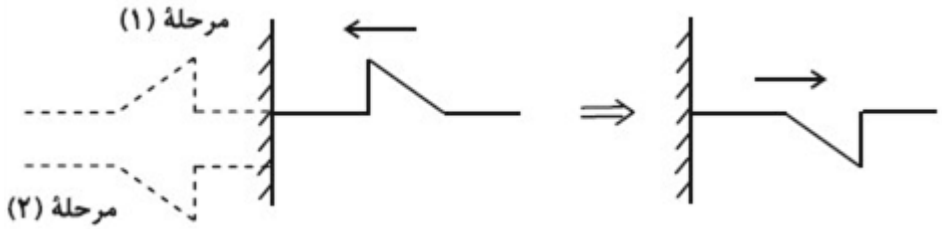
۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به اینکه موج از محیطی وارد محیط دیگر می‌شود که ویژگی‌های فیزیکی آن متفاوت است، تندی و طول موج تغییر خواهد کرد. اما بسامد آن ثابت می‌ماند، زیرا بسامد به ویژگی‌های منبع انتشار موج بستگی دارد.

حال دقت کنید جرم واحد طول قسمت ضخیم طناب بیشتر از قسمت نازک آن است، پس مطابق رابطهٔ $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$، جرم واحد طولی آن افزایش و تندی موج کاهش خواهد یافت.

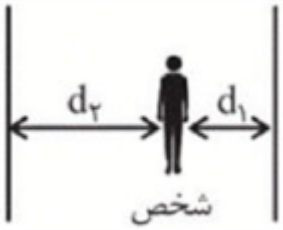
با توجه به رابطهٔ $\lambda = \frac{v}{f}$ و ثابت بودن بسامد، طول موج در قسمت نازک بیشتر از طول موج در قسمت ضخیم است.

نتیجه‌گیری: $\lambda_{\text{نازک}} > \lambda_{\text{ضخیم}} \Rightarrow v_{\text{نازک}} > v_{\text{ضخیم}}, f_{\text{نازک}} = f_{\text{ضخیم}}$

۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. برای رسم شکل تپ بازتابیده، ابتدا قرینهٔ تپ فرودی را نسبت به محور عمودی و سپس قرینهٔ آن را نسبت به محور افقی (راستای طناب) رسم می‌کنیم:



۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در ابتدا فرض می‌کنیم که فاصله شخص از صخره نزدیک‌تر d_1 و از صخره دیگر d_2 است. پس می‌توان نوشت:



$$\Delta x = vt \Rightarrow \begin{cases} (1)\ vt_1 = d_1 & \text{پژواک از صخره نزدیکتر} \\ (2)\ vt_2 = d_2 & \text{پژواک از صخره دورتر} \end{cases}$$

$$d_1 + d_2 = ۱۶۵۰ \Rightarrow m$$

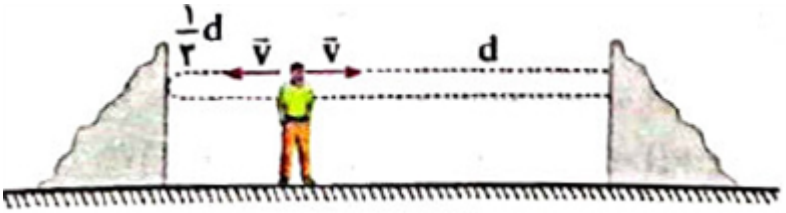
$$\xrightarrow{(۲) - (۱)} ۲(d_2 - d_1) = v\underbrace{(t_2 - t_1)}_{۴۰} \Rightarrow ۲(d_2 - d_1) = ۳۳۰ \times ۴ \Rightarrow d_2 - d_1 = ۶۶۰\,m$$

$$\Rightarrow \begin{cases} d_2 + d_1 = ۱۶۵۰ \Rightarrow m \\ d_2 - d_1 = ۶۶۰m \end{cases}$$

شنیدن صدای پژواک از صخره نزدیک‌تر $d_1 = ۴۹۵m, d_2 = ۱۱۵۵ \Rightarrow m \Rightarrow \Delta x = vt \Rightarrow ۲d_1 = vt_1$

$$\Rightarrow ۲ \times ۴۹۵ = ۳۳۰t_1 \Rightarrow t_1 = ۳s$$

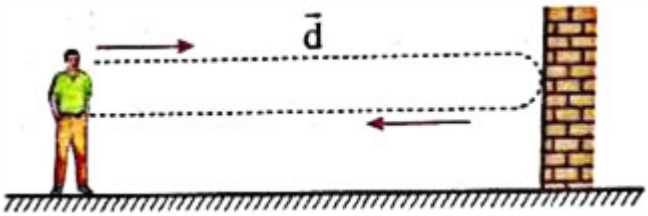
۵ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. مطابق شکل زیر، فرض می‌کنیم فاصلهٔ شخص تا صخرهٔ دورتر برابر با d باشد و داریم:



$$\begin{cases} ۲ \times \frac{۱}{۳} d = v.t_۱ \\ ۲ \times d = v.t_۲ \end{cases} \Rightarrow \frac{۱}{۳} = \frac{t_۱}{t_۲} \xrightarrow{t_۲ = t_۱ + ۱s} \frac{۱}{۳} = \frac{t_۱}{t_۱ + ۱} \Rightarrow ۳t_۱ = t_۱ + ۱$$

$$\Rightarrow ۲t_۱ = ۱ \Rightarrow t_۱ = ۰/۵s$$

۶ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در پدیدهٔ پژواک، اگر تأخیر زمانی بین صوت اصلی و پژواک، کمتر از $۰/۱s$ باشد، گوش انسان نمی‌تواند پژواک را از صوت اصلی تمیز دهد. بنابراین طبق شکل زیر، زمان رفت و برگشت صوت، حداقل باید $۰/۱s$ باشد.



$$v_{\text{صوت}} = \frac{۲d}{\Delta t} \Rightarrow ۳۳۰ = \frac{۲d}{۰/۱} \Rightarrow d = ۱۶/۵m$$

این فاصله، حداقل فاصلهٔ لازم برای تفکیک دو صوت از یکدیگر است. اگر فاصلهٔ شخص تا دیوار، کمتر از این مقدار باشد، صوت در زمانی کم‌تر از $۰/۱s$ به شخص می‌رسد و قابل تمیز دادن از صوت اصلی نیست.

۷ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. کل مسافتی که موج در مدت زمان رفت و برگشت طی می‌کند را $۲L$ در نظر می‌گیریم. با توجه به اینکه نوع حرکت موج با سرعت ثابت است داریم:

$$\Delta x = v.t \xrightarrow{\Delta x = ۲L} ۲۴۰ = v \times ۰/۲ \Rightarrow v = ۱۲۰۰ \frac{m}{s}$$

حال داریم:

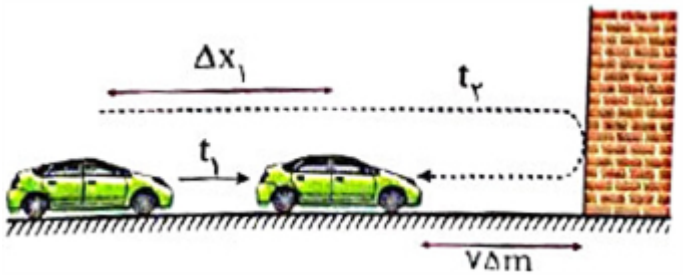
$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow \lambda = \frac{۱۲۰۰}{۸۰ \times ۱۰^۳} = \frac{۱۲}{۸۰۰} = ۱/۵cm$$

۸ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا مسافتی که اتومبیل در ۵ ثانیه اول حرکت کرده را به دست می‌آوریم:

$$\Delta x = \frac{۱}{۲}at^۲ + v_۰t \Rightarrow \Delta x = \frac{۱}{۲} \times ۱۰ \times ۲۵ = ۱۲۵ \Rightarrow m$$

$$v = at + v_۰ \Rightarrow v = ۱۰ \times ۵ = ۵۰\frac{m}{s}$$

حال در این لحظه فاصلهٔ اتومبیل تا مانع برابر $۷۵m$ است.

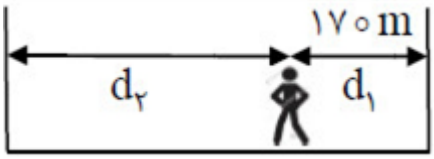


$$t_۱ = t_۲ \Rightarrow \frac{\Delta x}{۵۰} = \frac{۱۵۰ - \Delta x}{۳۰۰} \Rightarrow ۶\Delta x = ۱۵۰ - \Delta x$$

$$\Rightarrow ۷\Delta x = ۱۵۰ \Rightarrow \Delta x = \frac{۱۵۰}{۷}$$

$$\text{فاصله تا مانع} = ۷۵ - \frac{۱۵۰}{۷} = \frac{۳۷۵}{۷}m$$

۹ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.



$$L = v\,\Delta t \Rightarrow ۲d_۱ = v\,\Delta t \Rightarrow ۲ \times ۱۷۰ = v \times ۱$$

$$\Rightarrow v = ۳۴۰\frac{m}{s}$$

$$۲d_۲ = v\,\Delta t \Rightarrow ۲d_۲ = ۳۴۰ \times ۳ \Rightarrow d_۲ = ۵۱۰ \Rightarrow m$$

$$d_۱ + d_۲ = ۱۷۰ + ۵۱۰ = ۶۸۰m$$

۱۰ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. عبارت‌های ت و ث درست می‌باشند. حال به بررسی علت نادرست بودن سایر عبارت‌ها می‌پردازیم:

بررسی عبارت الف ⟵ اگر تأخیر زمانی بین صوت فرودی به مانع و صوت بازتابی از مانع کمتر از $۰/۱s$ باشد، گوش انسان نمی‌تواند پژواک را از صوت مستقیم اولیه تمیز دهد.

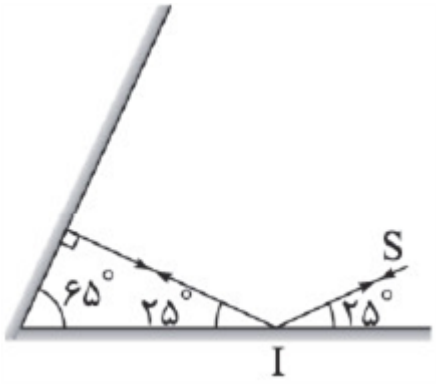
بررسی عبارت ب $۰/۱s$ یکای $\mu_۰\epsilon_۰$ برابر، $\frac{s^۲}{m^۲}$ است.

$$c = \frac{۱}{\sqrt{\mu_۰\epsilon_۰}} \Rightarrow [C] = \frac{۱}{[\sqrt{\mu_۰\epsilon_۰}]} \Rightarrow \frac{m}{s} = \frac{۱}{[\sqrt{\mu_۰\epsilon_۰}]} \Rightarrow [\sqrt{\mu_۰\epsilon_۰}] = \frac{s}{m}$$

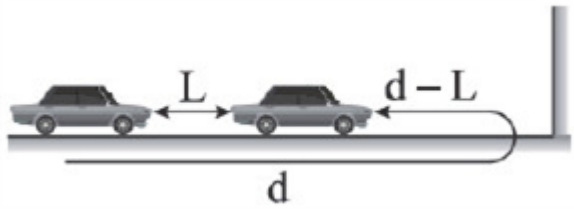
$$\Rightarrow [\mu_۰\epsilon_۰] = \frac{s^۲}{m^۲}$$

بررسی عبارت پ ⟵ در امواج طولی، راستای انتشار موج و ارتعاش ذرات یکسان است، اما در امواج عرضی، راستای ارتعاش ذرات و انتشار موج عمود است.

۱۱ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با رسم پرتوهای بازتاب مشاهده می‌کنیم پرتوی SI، ۱۸۰ درجه منحرف شده است.



۱۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



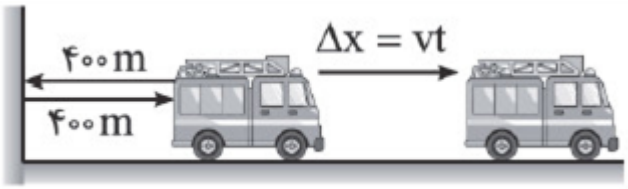
نوع حرکت خودرو و حرکت صوت یکنواخت است و مطابق شکل بالا، هنگامی‌که خودرو مسافت L و صوت مسافت $2d - L$ را طی می‌کند، راننده پژواک بوق را دریافت می‌کند.

$$\begin{cases} v = ۷۲\frac{km}{h} = ۲۰\frac{m}{s} \\ L = v_{\text{خودرو}} \times t = ۲۰ \times ۰/۶ = ۱۲ \Rightarrow m \end{cases}$$

$$۲d - L = v_{\text{صوت}} \times t \Rightarrow ۲d - ۱۲ = ۳۴۰ \times \frac{۶}{۱۰} \Rightarrow d = ۱۰۸ \Rightarrow m$$

فاصلهٔ خودرو و مانع هنگام دریافت پژواک برابر $d - L$ یعنی ۹۶ متر است.

۱۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. برای آنکه راننده پژواک آژیر را بشنود، صوت علاوه بر $۴۰۰m$ رفت و برگشت فاصله اولیه باید به اندازه $\Delta x = vt$ دیگر را طی می‌کند.



$$v_{\text{ماشین}} = ۷۲\frac{km}{h} \times \frac{۱۰}{۳۶} = ۲۰\frac{m}{s}$$

$$L = ۴۰۰ + ۴۰۰ + v_{\text{ماشین}}t = ۸۰۰ + ۲۰t$$

حال داریم:

$$L = v_{\text{صوت}}t \Rightarrow ۸۰۰ + ۲۰t = ۳۴۰t \Rightarrow ۳۲۰t = ۸۰۰ \Rightarrow t = ۲/۵s$$

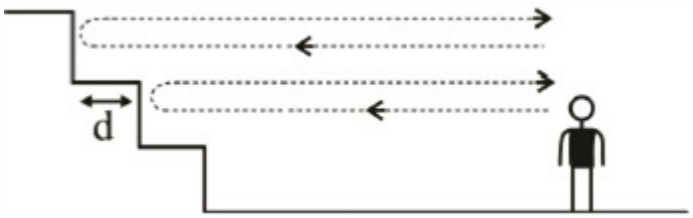
۱۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. هر پژواک نسبت به پژواک قبلی مسافتی به اندازهٔ ۲ برابر عرض پله را بیشتر از قبل طی می‌کند.

فاصلهٔ زمانی بین دو پژواک متوالی که همان دورهٔ پژواک‌هاست برابر است با:

$$T = \frac{۲d}{v}$$

از این رو بسامد پژواک‌ها $f = \frac{۱}{T} = \frac{v}{۲d}$ است.

$$f = \frac{v}{۲d} = \frac{۳۲۹}{۲ \times ۰/۳۵} = \frac{۳۲۹}{۰/۷} = ۴۷۰\text{Hz}$$



۱۵ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. هر ۴ جمله درست است.

۱۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ۷ = تندی انتشار فراصوت:

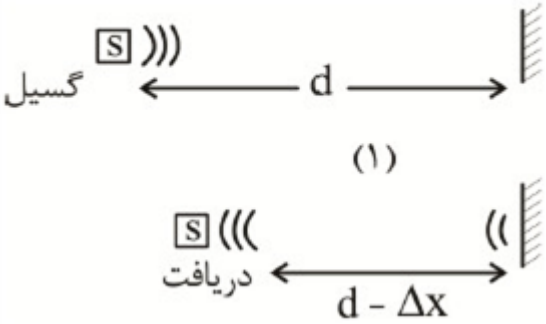
$$V = \lambda f = (۳/۲۵ \times ۱۰^{-۳})(۱۲۰ \times ۱۰^{۳}) = ۳۹۰\frac{m}{s}$$

اگر فاصلهٔ خفاش در لحظهٔ ارسال فراصوت تا مانع d باشد، فاصله‌اش در لحظهٔ دریافت پژواک $d = \Delta x$ خواهد بود.

$$\Delta x = V.\Delta t = ۱۰ \times ۰/۵ = ۵m$$

. را طی می‌کند تا صوت از لحظهٔ گسیل تا دریافت مسافت

$$L = d + (d - \Delta x) = ۲d - ۵$$



چون تندی انتشار فراصوت در محیط ثابت است:

$$L = V.\Delta t$$

$$۲d - ۵ = ۳۹۰ \times ۰/۵ \Rightarrow d = ۱۰۰ \Rightarrow m$$

فاصلهٔ خفاش در لحظهٔ دریافت پژواک

$$: d - \Delta x = ۱۰۰ - ۵ = ۹۵m$$

۱۷ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. مدت زمانی‌که طول می‌کشد تا خودرو از نقطهٔ A تا B جابه‌جا شود:

$$\Delta x = vt \Rightarrow t_{\text{خودرو}} = \frac{\Delta x}{v_{\text{خودرو}}} \xrightarrow{v_{\text{خودرو}} = v} t_{\text{خودرو}} = \frac{۲d}{v}$$

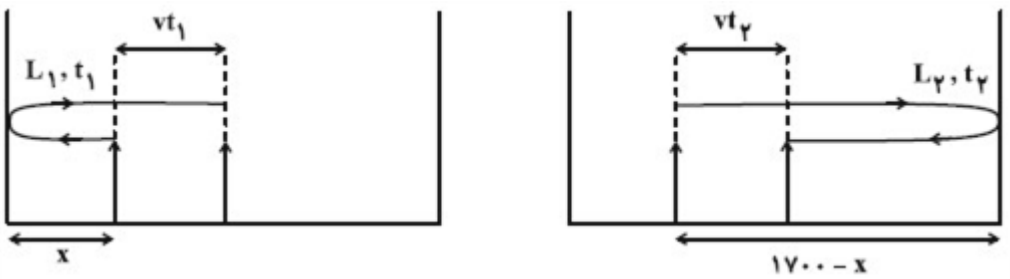
همچنین مدت زمان لازم برای آن که پژواک صدای بوق نقطهٔ A در نقطهٔ B شنیده شود:

$$t_{\text{پژواک}} = \frac{\Delta v}{v_{\text{پژواک}}} \xrightarrow{v_{\text{پژواک}} = v'} t_{\text{پژواک}} = \frac{۶d + ۶d + ۲d}{v'} \Rightarrow t_{\text{پژواک}} = \frac{۱۴d}{v'}$$

چون راننده پژواک صداق بوق را در نقطهٔ B می شوند، پس داریم:

$$t_{\text{پژواک}} = t_{\text{خودرو}} \Rightarrow \frac{۱۴d}{v'} = \frac{۲d}{v} \Rightarrow \frac{v'}{v} = ۷$$

۱۸ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. اگر مطابق با شکل‌های زیر، زمان پژواک از صخره نزدیک‌تر را با $t_۱$ و زمان پژواک از صخره دورتر را با $t_۲$ نشان دهیم، داریم:



$$L_۱ - vt_۱ = ۲x \xrightarrow[v=۴۰\frac{m}{s}]{L_۱=v_{صوت}\times t_۱=۳۴۰t_۱} ۳۴۰t_۱ - ۴۰t_۱ = ۲x \Rightarrow t_۱ = \frac{x}{۱۵۰} \quad (۱)$$

$$L_۲ - vt_۲ = ۲(۱۷۰۰ - x) \xrightarrow[v=۴۰\frac{m}{s}]{L_۲=v_{صوت}\times t_۲=۳۴۰t_۲} ۳۴۰t_۲ - ۴۰t_۲ = ۲(۱۷۰۰ - x)$$

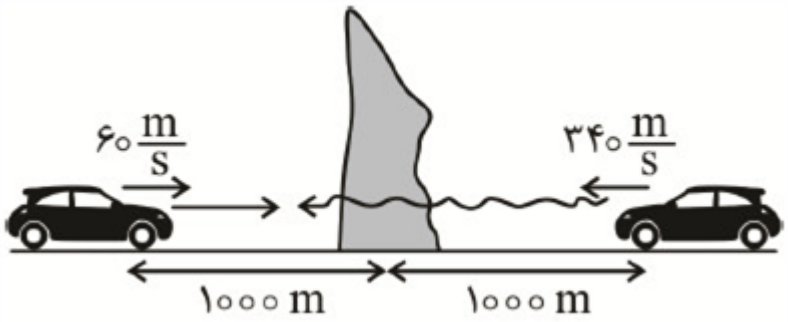
با توجه به برابری زمان های پژواک از دو صخره می توان گفت: $\Rightarrow ۱۹۰t_۲ = ۱۷۰۰ - x \Rightarrow t_۲ = \frac{۱۷۰۰ - x}{۱۹۰} \quad (۲)$

بنابراین اختلاف فاصلهٔ اتومبیل از دو صخره به هنگام بوق زدن برابر است با:

$$t_۱ = t_۲ \xrightarrow{(۱),(۲)} \frac{x}{۱۵۰} = \frac{۱۷۰۰ - x}{۱۹۰} \Rightarrow ۳۴x = ۱۵(۱۷۰۰) \Rightarrow x = ۷۵۰m$$

$$\mathrm{d}' = (۱۷۰۰ - x) - x = ۱۷۰۰ - ۲x = ۱۷۰۰ - ۲(۷۵۰) = ۲۰۰m$$

۱۹ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. سؤال را با حرکت نسبی حل می‌کنیم. فرض می‌کنیم صدای بوق از یک اتومبیل فرضی که در فاصلهٔ ۱۰۰۰ متری پشت صخره قرار دارد، خارج شده و به گوش رانندهٔ اتومبیل اصلی می‌رسد.



مدت زمان رسیدن صدای بوق به راننده $\Delta \mathrm{t} = \frac{\Delta \mathrm{x}}{V_۱ + V_۲} = \frac{۲۰۰۰}{۶۰ + ۳۴۰} = ۵s$

$\Delta \mathrm{x} = \mathrm{V}\,\Delta\,\mathrm{t} = ۶۰ \times ۵ = ۳۰۰m$ به صخره نزدیک می‌شود $۳۰۰m$ اتومبیل $۵s$ در مدت

بنابراین فاصلهٔ اتومبیل با صخره به ۷۰۰ متر می‌رسد. $\Delta \mathrm{x} = ۱۰۰۰ - ۳۰۰ = ۷۰۰m$

۲۰ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. صوت اول $\Rightarrow ۱۲۰ = ۳۵۰t_۱$

صوت سوم که در پلهٔ انتهایی بازتاب می‌شود $\Rightarrow ۱۲۰ + ۲(\mathrm{CD}) + ۱۲۰ + ۱۲۰ = ۳۵۰t_۳$

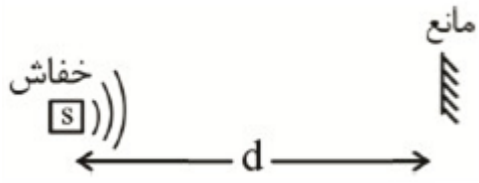
اختلاف صوت اول و سوم $\Rightarrow ۲۴۰ + ۲(\mathrm{CD}) = ۳۵۰(t_۳ - t_۱) \Rightarrow ۲۴۰ + (\mathrm{CD}) = ۳۵۰ \times \frac{۸}{۱۰}$

$$\Rightarrow ۲\mathrm{CD} = ۲۸۰ - ۲۴۰ \Rightarrow \mathrm{CD} = ۲۰m$$

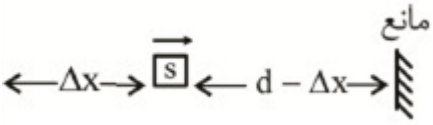
۲۱ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

۲۲ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. موج بازتابیده وارون می‌شود ولی موج عبوری مانند موج فرودی است.

۲۳ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. خفاش در لحظهٔ $t_۱ = ۰$ که فراصوت را ارسال می‌کند، در فاصلهٔ d از مانع و مطابق شکل در لحظهٔ $t_۲ = ۰/۸s$ در فاصلهٔ $d - \Delta x$ است:



شکل ۱



شکل ۲

بنابراین در مدت $۰/۸s$ فراصوت با تندی ثابت v_s، مسافت d تا مانع را رفته و مسافت $d - \Delta x$ را بازمی‌گردد.

$$L = v_s \Delta t$$

$$d + (d - \Delta x) = v_s \times ۰/۸$$

جابه‌جایی خفاش در این مدت

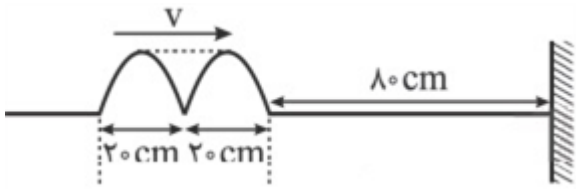
$$= \Delta x = v\,\Delta t = ۱۵ \times ۰/۸ = ۱۲ \Rightarrow m$$

$$۲d - ۱۲ = ۳۳۰ \times ۰/۸ \Rightarrow d = ۱۳۸ \Rightarrow m$$

۲۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

وقتی طناب به صورت افقی درمی‌آید که نقطه‌ی O به انتهای بسته طناب برسد.

$$\Delta x = v\,\Delta t \Rightarrow ۱۰۰ = ۵ \times \Delta t \Rightarrow \Delta t = ۲۰s$$



۲۵ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

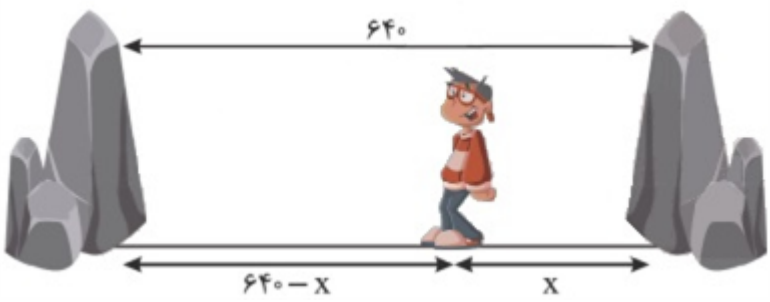
مسافتی که صوت در پژواک اول می‌پیماید تا به گوش شخص برسد $۲x$ و مسافت پژواک دوم $۲(۶۴۰ - x)$ می‌باشد.

$$\left.\begin{array}{c} \text{مسافت} = \text{تندی} \times \text{زمان} \Rightarrow ۲x = ۳۲۰t \\ ۲(۶۴۰ - x) = ۳۲۰(t + ۱) \end{array}\right\}$$

$$\Rightarrow \begin{array}{c} x = ۱۶۰t \ (۱) \\ ۶۴۰ - x = ۱۶۰t + ۱۶۰ \ (۲) \end{array}$$

در رابطه‌ی (۲) به جای $۱۶۰t$، x را جایگزین می‌کنیم:

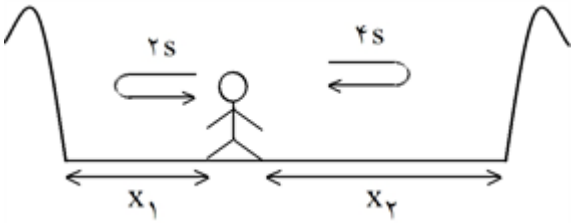
$$۶۴۰ - x = x + ۱۶۰ \Rightarrow ۲x = ۴۸۰ \Rightarrow x = ۲۴۰m$$



۲۶ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

می‌دانیم با تغییر محیط بسامد موج تغییر نمی‌کند. پس بسامد این نور در تمام محیط ها همان $۴۵۰THz$ است.

۲۷ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. چون تندی صوت ثابت است:



$$\frac{x_۱}{۲}=\frac{x_۲}{۴}\Rightarrow x_۲=۲x_۱$$

$$x_۱+x_۲=۱۰۲۰\Rightarrow ۳x_۱=۱۰۲۰\Rightarrow x_۱=۳۴۰m$$

۲۸ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. تعریف پژواک در بخش بازتاب امواج مکانیکی در کتاب درسی مطالعه شود.

۲۹ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

۳۰ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

۳۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. هرگاه دو طناب با چگالی سبک و سنگین به هم متصل باشند، اگر انتشار موج از سمت طناب سبک باشد، در محل اتصال و رسیدن به طناب سنگین قسمتی از آشفتگی به مسیر خود ادامه می‌دهد. ولی قسمتی دیگر در طناب سبک با حالت وارونه برمی‌گردد. اما از طناب سنگین به سبک، برگشت در سنگین، وارونگی ندارد.

۳۲ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. چون انتهای طناب ثابت است، موج وارونه می‌شود.

۳۳ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. همواره امواج طولی کندتر از عرض‌ها حرکت می‌کنند پس:

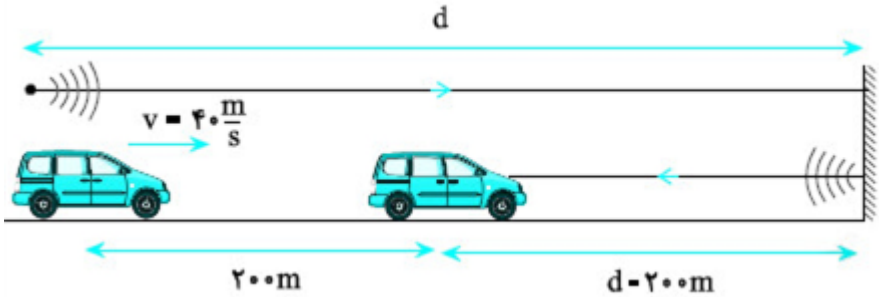
$$t_{\text{طول}}-t_{\text{عرض}}=۵۰s$$

$$\frac{x}{۴/۸}-\frac{x}{۸}=۵۰\Rightarrow x=۶۰۰m$$

۳۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با شلیک تیر، صوت حاصل از آن با تندی $۳۴۰\frac{m}{s}$ در مدت $۵s$ در حال انتشار است. بنابراین ابتدا باید مشخص کنیم اتومبیل در مدت $\Delta t=۵s$ چه مسافتی جلو می‌رود. چون سرعت اتومبیل ثابت است، داریم:

$$\Delta t=v\,\Delta t\xrightarrow[\Delta t=۵s]{v=۴۰\frac{m}{s}}\Delta x=۴۰\times ۵=۲۰۰m$$

همان‌طور که در شکل زیر می‌بینید، اگر فاصلهٔ اتومبیل از مانع در لحظهٔ شلیک برابر d باشد، بعد از $۵s$ که اتومبیل $۲۰۰m$ جلو می‌رود، صوت مسافت $۲d-۲۰۰$ را طی می‌کند تا به اتومبیل برسد. بنابراین داریم:



$$\Delta x=d+d-۲۰۰=۲d-۲۰۰$$

$$\Delta x=v\,\Delta t\xrightarrow[\Delta t=۵s]{v=۳۴۰\frac{m}{s}}۲d-۲۰۰=۳۴۰\times ۵\Rightarrow ۲d=۱۹۰۰\Rightarrow d=۹۵۰m$$

۳۵ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. چون انتهای طناب محکم به دیوار بسته شده است، پس بازتاب برای قلهٔ تپ عرضی به صورت دره خواهد بود. برای آن‌که طناب به صورت افقی درآید. باید موج فرودی و موج بازتابی اثر هم را به طور کامل خنثی کنند و این در حالتی رخ می‌دهد که پیشروی موج برابر با $۶ + \frac{۸}{۲} = ۱۰cm$ باشد. داریم:

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

۳۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. طبق شکل زیر، مسافتی که صوت حاصل از شلیک گلوله طی می‌کند تا بعد از برخورد به دیوار، دوباره به شخص برسد، برابر است با:



$$L = ۲ \times ۲۵۵ = ۵۱۰ \Rightarrow m$$
$$s = \frac{L}{\Delta t} \Rightarrow ۳۴۰ = \frac{۵۱۰}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = ۱/۵s$$

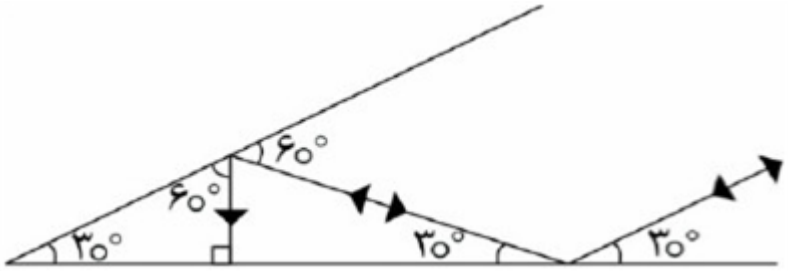
مدت زمان که طول می‌کشد تا گلوله بعد از شلیک به دیوار برخورد کند، برابر است با:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow ۷۵ = \frac{۲۵۵}{\Delta t'} \Rightarrow \Delta t' = \frac{۲۵۵}{۷۵} = ۳/۴s$$

بنابراین شخص $۳/۴ - ۱/۵ = ۱/۹s$ قبل از دیدن سوراخ شدن دیوار، بازتاب صدای شلیک گلوله را می‌شنود.

دقت کنید تندی حرکت نور در مقایسه با تندی‌های معمولی، آنقدر زیاد است که عملاً لحظهٔ ایجاد شدن سوراخ در دیوار و دیدن آن توسط شخص، یکسان درنظر گرفته می‌شود.

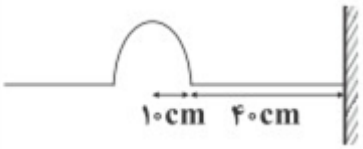
۳۷ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. پرتو به آینه ۱ به طور عمود برخورد کرده و لذا بر روی خودش باز خواهد گشت و این یعنی با ۱۸۰ درجه دوران بازمی‌گردد.



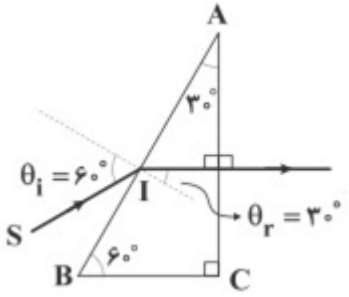
۳۸ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. برای آن‌که طناب کاملاً افقی شود، باید نیمی از موج به مانع برسد تا بازتاب آن، موج تابیده‌شده را کاملاً تخریب کند، یعنی موج باید در مجموع ۵۰cm حرکت کند.

بنابراین:

$$\Delta x = ۱۰ + ۴۰ = ۵۰cm = ۰/۵m$$
$$\Delta x = v \Delta t$$
$$\Rightarrow ۰/۵ = ۵ \times \Delta t \Rightarrow \Delta t = ۰/۱s$$



۳۹ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا طبق قوانین بازتاب، مسیر حرکت پرتو را بررسی می‌کنیم:



فاصله بین جبهه‌های نور، همان طول موج نور است، بنابراین می‌توان نوشت:

براساس قانون شکست عمومی داریم:

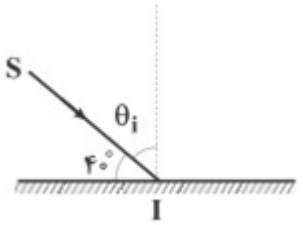
$$\lambda = \frac{v}{f} \xrightarrow{f:\text{ثابت}} \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{v_۲}{v_۱} \quad (I)$$

$$\frac{v_۲}{v_۱} = \frac{\sin\theta_r}{\sin\theta_i} \quad (\text{II})$$

بنابراین براساس روابط (I) و (II) داریم:

$$\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{\sin\theta_r}{\sin\theta_i} \Rightarrow \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{\sin ۳۰^\circ}{\sin ۳۶۰^\circ} = \frac{\frac{۱}{۲}}{\frac{\sqrt{۳}}{۲}} = \frac{۱}{\sqrt{۳}} \Rightarrow \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{\sqrt{۳}}{۳}$$

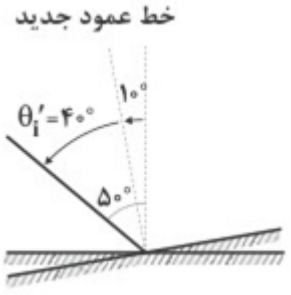
۴۰ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. قبل از شروع دوران آینه، زاویه‌ی تابش برابر است با:



با دوران آینه، خط عمود بر سطح آینه در نقطه‌ی تابش I نیز ۱۰° در جهت پادساعتگرد دوران می‌کند، بنابراین داریم:

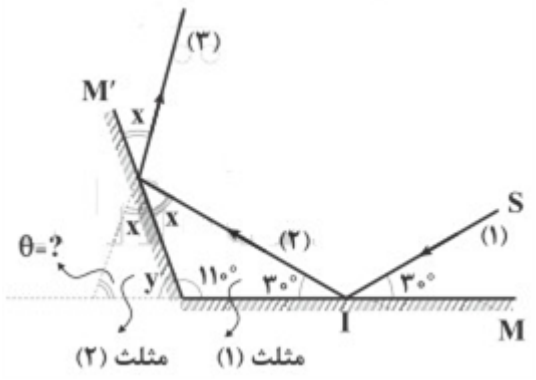
زاویه بین پرتوی تابش و بازتابش در شرایط جدید برابر است با:

$$\theta'_i = ۵۰^\circ - ۱۰^\circ = ۴۰^\circ$$



$$۲\theta'_i = ۲ \times ۴۰^\circ = ۸۰^\circ$$

۴۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا مسیر حرکت پرتوی نور پس از برخورد به آینه‌ها و بازتاب آن را رسم می‌کنیم.



در مثلث (۱) داریم:

$$x + ۱۱۰^\circ + ۳۰^\circ = ۱۸۰^\circ \Rightarrow x = ۱۸۰^\circ - ۱۴۰^\circ \Rightarrow x = ۴۰^\circ$$

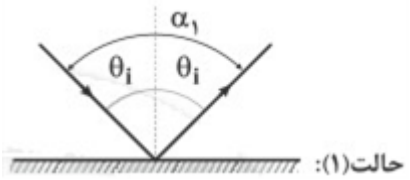
بنابراین زاویه‌ی y برابر است با:

$$۱۱۰^\circ + y = ۱۸۰^\circ \Rightarrow y = ۷۰^\circ$$

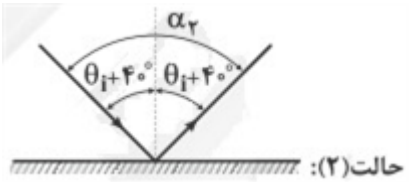
در مثلث (۲) داریم:

$$x + y + \theta = ۱۸۰^\circ \xrightarrow[y=۷۰^\circ]{x=۴۰^\circ} ۴۰ + ۷۰ + \theta = ۱۸۰^\circ \Rightarrow \theta = ۱۸۰^\circ - ۱۱۰^\circ \Rightarrow \theta = ۷۰^\circ$$

۴۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به قانون بازتاب عمومی که زاویه‌ی تابش و بازتابش همواره با هم برابر است، شکل زیر را خواهیم داشت:



پله دوم: با اعمال شرایط سؤال داریم:



$$\hat{\alpha}_۲ = ۵\hat{\alpha}_۱ \xrightarrow[\hat{\alpha}_۲ = ۲\theta_i + ۸۰^\circ]{\hat{\alpha}_۱ = \theta_i + \theta_i = ۲\theta_i} ۲\theta_i + ۸۰^\circ = ۵(۲\theta_i)$$

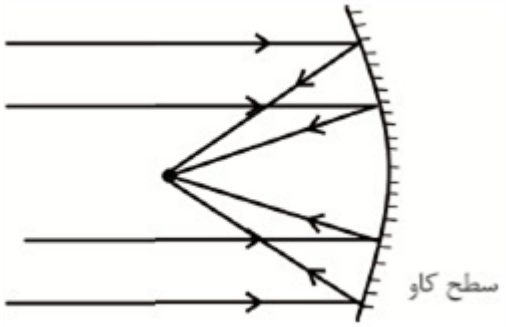
$$\Rightarrow ۱۰\theta_i - ۲\theta_i = ۸۰^\circ \Rightarrow ۸\theta_i = ۸۰^\circ \Rightarrow \theta_i = \frac{۸۰^\circ}{۸} = ۱۰^\circ$$

۴۳ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. همواره و در هر شرایطی زاویه‌ی تابش و بازتابش با هم برابرند و پرتوی تابش، پرتوی بازتاب و خط عمود بر سطح بازتابنده در یک صفحه واقع خواهند بود.

نکته: دقت داشته باشید که گزینه‌ی (۱) شرط برقراری بازتاب منظم است.

۴۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. وال عنبر با استفاده از پژواک امواج فراصوتی، اجسامی را که ابعادشان در حدود طول موج تولیدی توسط خود وال یا بزرگ‌تر از آن باشند، تشخیص می‌دهد.

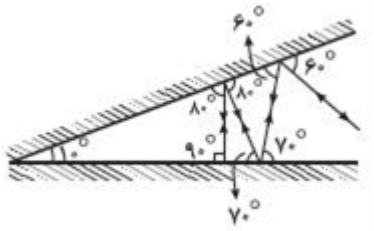
۴۵ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.



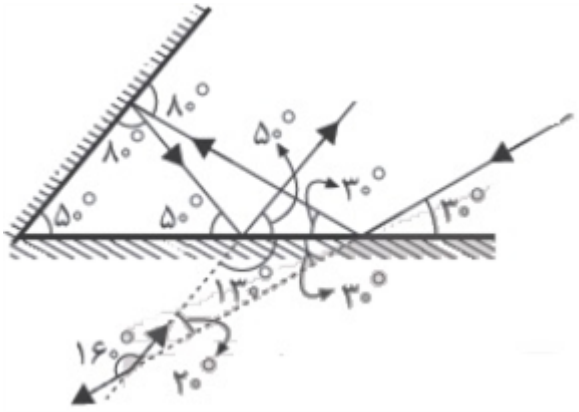
۴۶ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. اگر نور به سطحی برخورد کند که صیقلی و هموار نباشد، در تمام جهات پراکنده می‌شود و پرتوهای نور به طور کاتوره‌ای از پستی و بلندی‌های سطح، بازتابیده و پراکنده می‌شوند که به آن بازتاب پخشنده می‌گویند.

۴۷ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

وقتی مسیر پرتوهای نور را رسم می‌کنیم ملاحظه می‌شود پرتو بازتاب نهایی بر روی پرتو تابش اولیه برمی‌گردد، پس زاویهٔ بین پرتو تابش اولیه و بازتاب نهایی $^{\circ}$۱۸۰ می‌باشد.



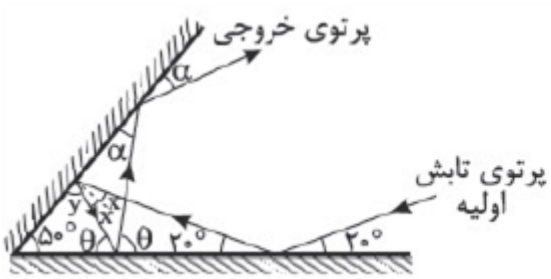
۴۸ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با رسم شکل ملاحظه می شود پرتو تابش به آینه ی اول و بازتاب نهایی با هم زاویه‌ی $^{\circ}$۱۶۰ می‌سازند.



۴۹ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. نکته: اگر زاویه‌ی بین دو آینه‌ی متقاطع، زاویه‌ی حاده‌ی β باشد، زاویه‌ی بین پرتوی تابش به آینه‌ی اول و بازتابش از آینه‌ی دوم (پس از تنها یک‌بار بازتابش)، برابر 2β خواهد بود.

با توجه به نکته‌ی فوق درمی‌یابیم، زاویه‌ی در شکل $^{\circ}$۱۴۰، مستقل از زاویه‌ی تابش به آینه‌ی (α) بوده و تحت هر مقداری از α ، زاویه‌ی بین دو پرتو $^{\circ}$۱۴۰ است. پس دانستن زاویه‌ی $^{\circ}$۱۴۰، برای محاسبه‌ی α کافی نیست.

۵۰ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.



$$۲۰^\circ + ۲x + y + ۵۰^\circ = ۱۸۰^\circ$$

$$\begin{cases} ۲x + y = ۱۱۰^\circ \\ x + y = ۹۰^\circ \end{cases} \Rightarrow x = ۲۰^\circ \ , \ y = ۷۰^\circ$$

$$۵۰ + y + \theta = ۱۸۰^\circ \Rightarrow \theta = ۶۰^\circ$$

$$\theta = ۵۰ + \alpha \ (\text{زاویه‌ی خارجی})$$

$$\alpha = ۱۰$$

۵۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. زاویه انحراف در آینه‌های متقاطع با زاویه حاده ۲α است. $۲(۵۰) = ۱۰۰$

۵۲ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

تندی انتشار فراصوت در محیط λf است.

$$v_۰ = \lambda f = (۳/۳۵ \times ۱۰^{-۳})(۱۰۰ \times ۱۰^{۳}) = ۳۳۵ \frac{m}{s}$$

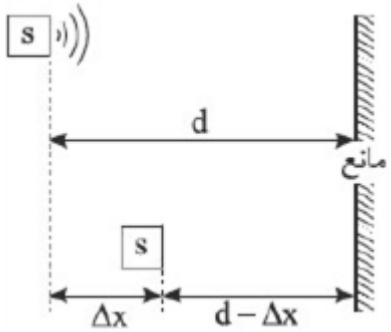
فرض کنید خفاش در لحظه‌ی تولید فراصوت در فاصله‌ی d از مانع است و پس از ۰/۴ ثانیه در فاصله‌ی $d - \Delta x$ از مانع قرار گیرد، مسافت طی‌شده توسط خفاش در ۰/۴ ثانیه برابر $\Delta x = ۱۰ \times ۰/۴ = ۴m$ است.

موج فراصوت در ۰/۴ ثانیه مسافت $۲d - \Delta x$ را طی کرده است، پس فاصله‌ی خفاش در هنگام دریافت پژواک ۴ متر کمتر یعنی $۶۵m$ است.

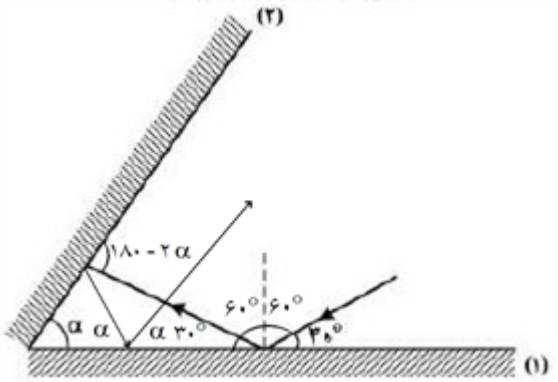
$$۲d - \Delta x = v_۰ \Delta t$$

$$۲d - ۴ = ۳۳۵ \times ۰/۴$$

$$d = ۳۴۵ \times ۰/۲ = ۶۹m$$



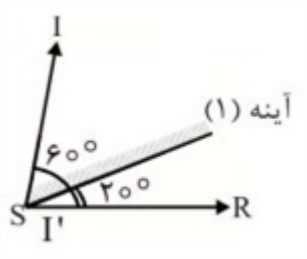
۵۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



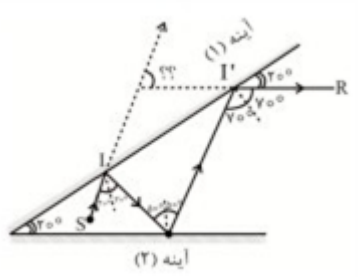
$$۳۰ + \alpha + (۱۸۰ - ۲\alpha) + ۱۸۰ - ۳۶۰ + ۴\alpha = ۱۸۰ \Rightarrow \alpha = ۵۰$$

۵۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

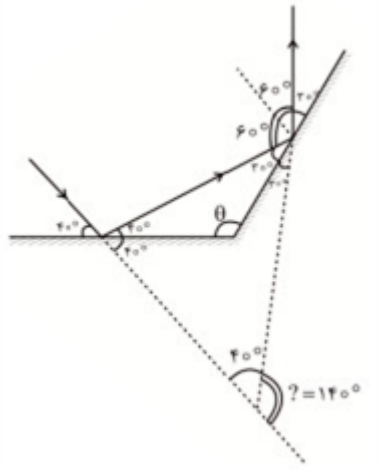
به کمک هندسه مقدماتی و با توجه به برابری زاویه‌های تابش و بازتابش در هر بازتاب، پرتو نهایی از سطح آینه (۱) بازتاب و از فضای بین دو آینه خارج می‌شود. با کمی دقت متوجه می‌شویم که پرتو نهایی $(I'\ R)$ موازی با آینه (۲) است.



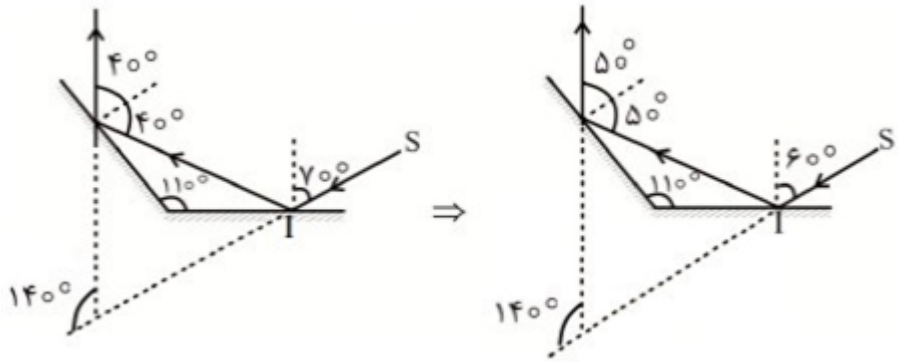
با توجه به شکل مقابل، پاسخ سؤال 80° است.



۵۵ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. به کمک هندسه مقدماتی و با توجه به قوانین بازتاب داریم:



۵۶ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



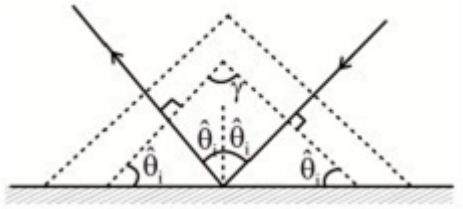
۵۷ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با برهم نهی تپ گزینه ۲ بر تپ تابشی، بر هم نهی در یک لحظه می‌تواند در تمام نقاط ویرانگر باشد.

۵۸ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. از آن‌جا که جبهه‌های موج تابشی و بازتابشی در یک محیط در حال انتشار هستند، فاصله جبهه‌های موج تابشی و بازتابشی یکسان است. با رسم جبهه‌های موج تابشی و بازتابشی می‌توان دریافت که زاویه میان جبهه‌های موج تابشی و بازتابشی برابر با $۱۸۰^\circ - ۲\theta$ است که در آن θ، زوایه تابش است. توجه داشته باشیم که زاویه تابش و بازتابش با زاویه جبهه‌های موج با سطح آینه یکسان است:

$$۱۸۰^\circ - ۲\theta = ۱۲۰ \Rightarrow \theta = ۳۰^\circ \Rightarrow \alpha = ۹۰^\circ - ۳۰^\circ = ۶۰^\circ$$

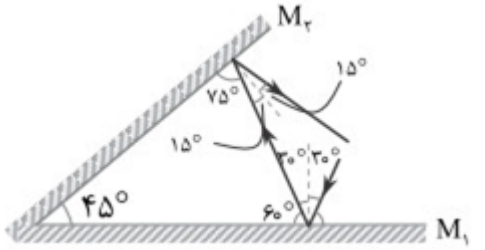
۵۹ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با رسم پرتوهای تابشی و بازتابشی و جبهه‌های موج تابشی و بازتابشی در می‌یابیم که زاویه میان جبهه‌های موج تابشی و بازتابشی برابر $\gamma = ۱۸۰^\circ - ۲\hat{\theta}_i$ است.

پس این زاویه در حالت اول $\hat{\gamma}_۱ = ۱۸۰ - ۲ \times ۳۰ = ۱۲۰^\circ$ است. برای آن که به $\hat{\gamma}_۲ = ۱۰۰^\circ$ برسد باید $\hat{\theta}_i = ۴۰^\circ$ شود. این یعنی باید پرتو SI را به اندازه ۱۰° ساعتگرد بچرخانیم.

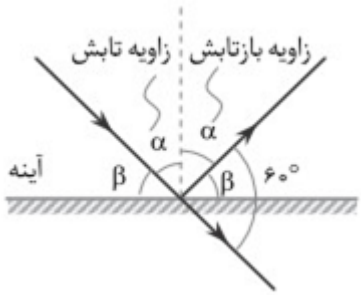


۶۰ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. (ص ۱۰۴)

۶۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.



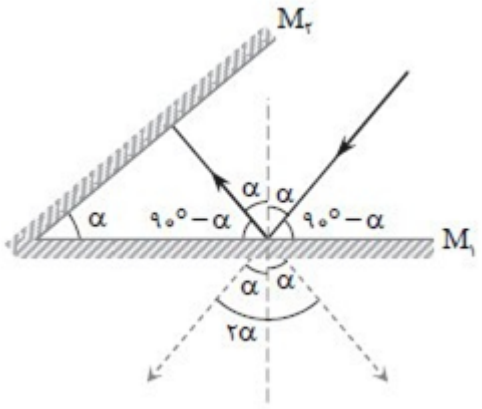
۶۲ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.



$$\{\alpha = ۲\beta . \alpha + \beta = ۹۰ \Rightarrow \alpha = ۶۰^\circ$$

زاویه بین پرتو تابش و بازتابش مکمل ۲α یعنی ۶۰ درجه است.

۶۳ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.



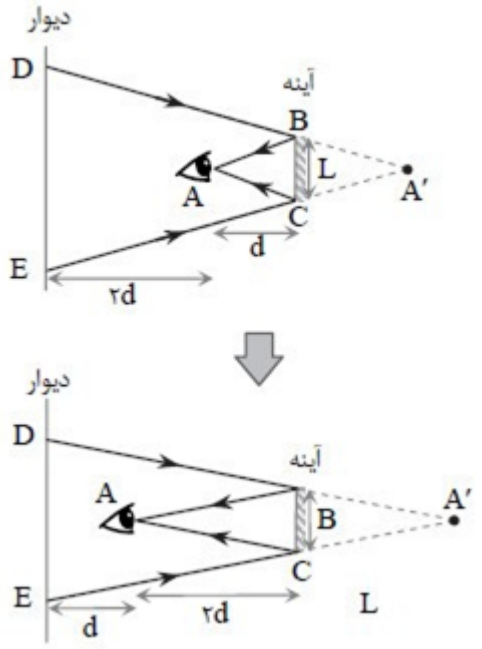
۶۴ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. برای حالت اول شکل بالا را ببینید. گویی قرینه‌ی چشم شخص از دریچه‌ای به ابعاد آینه به دیوار نگاه می‌کند در این حالت دو مثلث متشابه داریم: $\mathrm{A'DE}, \mathrm{A'BC}$

فاصله 'A تا آینه و دیوار d و $۴d$ است پس نسبت تشابه ۴ به ۱ است. پس ارتفاعی که از دیوار دیده می‌شود $۴(\mathrm{DE})$ برابر طول آینه یعنی $۴L$ است.

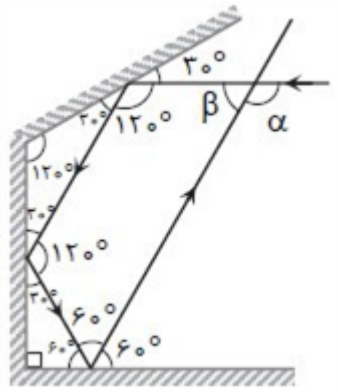
برای حالت دوم شکل پایین را ببینید این‌جا هم دو مثلث متشابه داریم. فاصله "A تا آینه برابر $۲d$ است و فاصله آن تا دیوار $۵d$ شده پس نسبت تشابه ۵ به ۲ است. پس ارتفاعی که از دیوار دیده می‌شود $۲/۵L$ شده از دو عدد نسبت می‌گیریم:

$$\frac{۲/۵L}{۴L}=\frac{۲/۵}{۴}=\frac{۵\times ۰/۵}{۵\times ۰/۸}=\frac{۵}{۸}=۶۲/۵\%$$

پس ۳۷/۵ درصد کاهش داشته‌ایم.



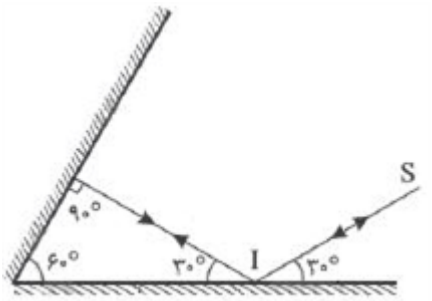
۶۵ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.



$$۱۲۰^\circ + ۱۲۰^\circ + ۶۰^\circ + \beta = ۳۶۰^\circ \Rightarrow \beta = ۶۰^\circ$$
$$\alpha = ۱۸۰^\circ - \beta = ۱۸۰^\circ - ۶۰^\circ = ۱۲۰^\circ$$

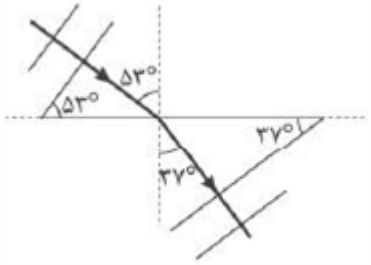
۶۶ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

با توجه به شکل ملاحظه می‌شود پرتو بازتاب نهایی بر روی پرتو تابش اولیه برمی‌گردد، پس زاویهٔ بین آن‌ها ۱۸۰° خواهد بود.



۶۷ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

با توجه به شکل، زاویهٔ تابش ۵۳ درجه و زاویهٔ شکست ۳۷ درجه است.



$$\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{v_۲}{v_۱} = \frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱} \Rightarrow \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱} = \frac{\sin ۳۷}{\sin ۵۳} = \frac{۳}{۴}$$

۶۸ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

درستی گزینه‌ی ۱: در بازتاب آینه‌ای فقط ناظر B می‌تواند پرتو بازتابیده را دریافت کند.

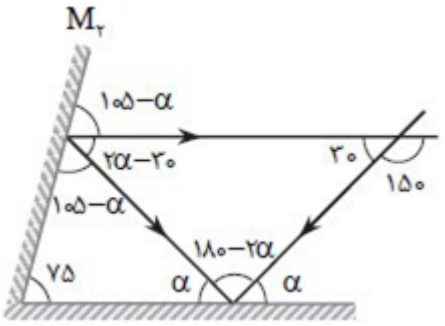
درستی گزینه‌ی ۲: اگر بازتاب پخشنده باشد، هر ۳ ناظر می‌توانند بازتاب‌ها را دریافت کنند.

درستی گزینه‌ی ۳: در اثر بازتاب یا شکست، بسامد پرتو تابیده شده تغییر نمی‌کند.

نادرستی گزینه‌ی ۴: در مقایسه با طول موج نور مرئی اگر ابعاد ناهمواری‌ها در حدود ۱۰ میکرومتر باشد، بازتاب پخشنده خواهد بود.

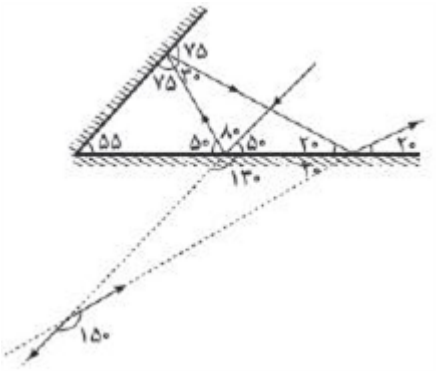
۶۹ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. اگر طول موج تابیده شده به سطح بسیار بزرگتر از ناهمواری سطوح باشد، بازتاب از سطح منظم است و اگر کوچک‌تر باشد، از سطح بازتاب پخشنده خواهد داشت.

۷۰ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



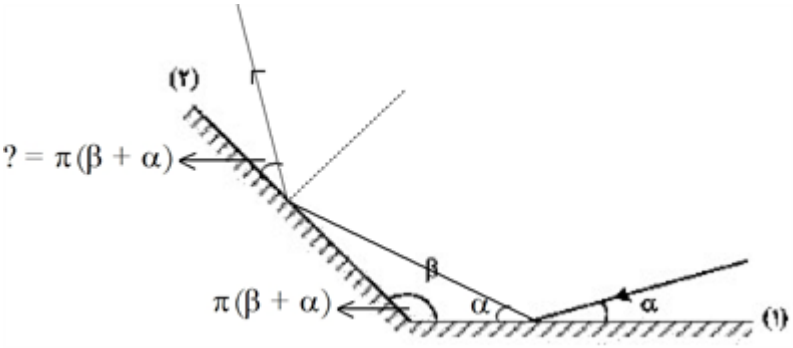
۷۱ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. تپ عرضی در برخورد با مانع به صورت وارونه بازمی‌تابد. توجه داشته باشید ملاک برای سطح ناهموار مقایسه ابعاد ناهمواری با طول موج تابیده شده است.

۷۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ۱۵۰ درجه



۷۳ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

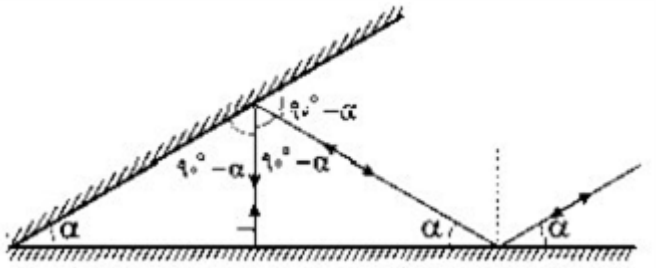
۷۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.



۷۵ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

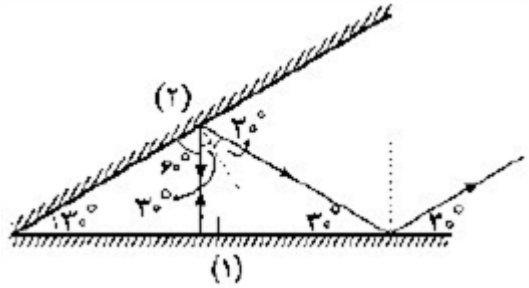
با توجه به قضیه‌ی خطوط موازی و مورب، چون پرتو SI موازی آینه‌ی (۲) است، اگر زاویه‌ی بین دو آینه برابر α باشد، زاویه‌ی پرتو SI با سطح آینه‌ی (۱) نیز برابر α خواهد بود.

از طرف دیگر پرتو موردنظر ۵ بار به آینه‌ها برخورد کرده است، بنابراین همان‌طور که در شکل زیر می‌بینید، حتماً در سومین برخورد بر سطح آینه‌ی (۱) به طور عمود تابیده است و در نتیجه روی خودش بازتابیده است. بنابراین داریم:



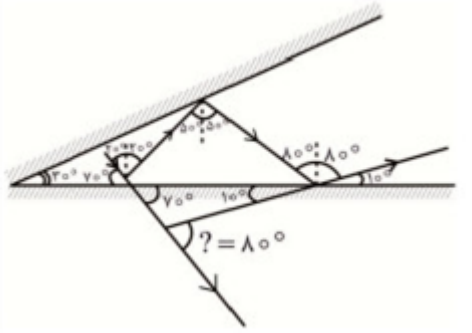
$$۳(۹۰^\circ - \alpha) = ۱۸۰^\circ \Rightarrow ۹۰^\circ - \alpha = ۶۰^\circ \Rightarrow \alpha = ۳۰^\circ$$

۷۶ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با استفاده از قانون بازتاب عمومی و و برابر بودن زاویه‌ی تابش و بازتابش، ادامه‌ی مسیر حرکت پرتوی نور را رسم می‌کنیم:

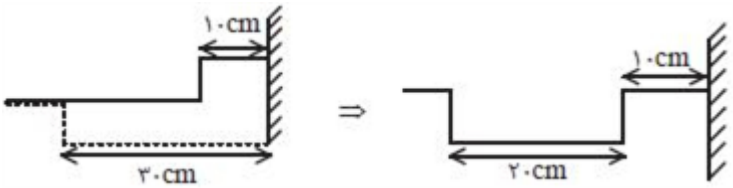


در نتیجه این پرتو نور در مجموع دو مرتبه با آینه‌ی (۱) برخورد کرده و در نهایت با آینه‌ی (۲) موازی می‌شود.

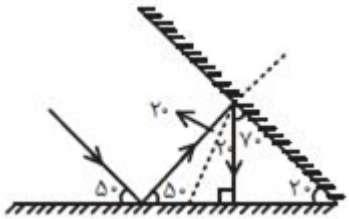
۷۷ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. به کمک هندسه مقدماتی و با رسم پرتوها خواهیم داشت:



۷۸ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در $t = ۵\text{s}$، تپ به اندازهٔ ۵۰cm حرکت می‌کند، پس ۳۰cm از تپ بازتاب شده و ۱۰cm آن به انتهای تار می‌رسد.



۷۹ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به مسیر پرتوهای نور با توجه به قانون بازتابشی کلی شکل زیر داریم:



۸۰ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

در دوربین‌های تعیین سرعت در جاده‌ها، از مکان‌یابی پژواکی امواج الکترومغناطیس استفاده می‌شود.

۸۱ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. گام اول: با توجه به این‌که فاصله‌ی دو جبهه‌ی متوالی، برابر λ می‌باشد، داریم:

$$\left.\begin{array}{l} ۴\lambda_A = ۴x \Rightarrow \lambda_A = x \\ ۲\lambda_B = x \Rightarrow \lambda_B = \dfrac{x}{۲} \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{\lambda_A}{\lambda_B} = ۲$$

گام دوم: طبق صورت سؤال، اختلاف طول موج در قسمت‌های A و B برابر $۴cm$ است. بنابراین داریم:

$$\lambda_A - \lambda_B = ۴ \times ۱۰^{-۲} \xrightarrow{\lambda_A = ۲\lambda_B} ۲\lambda_B - \lambda_B = ۴ \times ۱۰^{-۲} \Rightarrow \lambda_B = ۰/۰۴m$$

$$\lambda_A = ۰/۰۸m$$

گام سوم: بنابراین تندی انتشار امواج در محیط A برابر است با:

$$v_A = \lambda_A f = ۰/۰۸ \times ۲۰ = ۱/۶\frac{m}{s}$$

۸۲ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. تپ بازتاب شده و تپ فرودی باید نسبت به هم تقارن داشته باشند. (تقارن مرکزی)

۸۳ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

روش اول:

گام اول: ابتدا مدت زمانی که طول می‌کشد موج طولی از طعمه‌ی A به عقرب برسد را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta x = v_L\ \Delta t_۱ \Rightarrow ۱/۵ = ۱۵۰\Delta t_۱ \Rightarrow \Delta y_۱ = ۰/۰۱s$$

گام دوم: با توجه به این‌که دو موج منتشرشده از طعمه‌ی A با اختلاف زمانی $۰/۰۲s$ توسط عقرب دریافت می‌شوند، می‌توانیم نتیجه بگیریم که مدت زمان حرکت موج عرضی منتشر شده از طعمه‌ی A برابر $۰/۰۳s$ است و در نتیجه تندی انتشار موج عرضی مورد نظر برابر است با:

$$\Delta x = v_T\ \Delta t_۲ \Rightarrow ۱/۵ = v_T(۰/۰۳) \Rightarrow v_T = ۵۰\ \frac{m}{s}$$

گام سوم: با مشخص شدن تندی انتشار دو موج می‌توانیم زمان حرکت امواج از طعمه‌ی B به طرف عقرب را به دست آوریم:

$$\Delta x' = v_L\ \Delta t'_۱ \Rightarrow ۲ = ۱۵۰\ \Delta t_۱ \Rightarrow \Delta t_۱ = \frac{۱}{۷۵}\ s$$

$$\Delta x' = v_T\ \Delta t'_۲ \Rightarrow ۲ = ۵۰\ \Delta t_۲ \Rightarrow \Delta t_۲ = \frac{۱}{۲۵}\ s$$

B اختلاف زمانی موج‌های دریافت‌شده از طعمه‌ی $= \frac{۱}{۲۵} - \frac{۱}{۷۵} = \frac{۲}{۷۵}\ s$

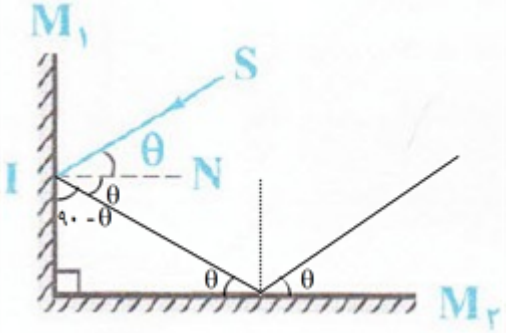
روش دوم: بدون طی کردن گام‌های قبل در یک گام می‌توان جواب این سؤال را به دست آورد. فاصله‌ی طعمه‌ی B تا عقرب $\frac{۴}{۳}$ برابر فاصله‌ی طعمه‌ی A تا عقرب است، بنابراین زمان حرکت امواج طولی و عرضی از طعمه‌ی B تا عقرب نیز $\frac{۴}{۳}$ برابر مدت زمان حرکت امواج طولی و عرضی از طعمه‌ی A تا عقرب خواهد بود و داریم:

B اختلاف زمانی موج‌های دریافتی از طعمه‌ی $= \frac{۴}{۳(۰/۰۲)} = \frac{۲}{۷۵}\ s$

۸۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. پرتوهای تابیده و بازتابیده بر جبهه‌های موج تخت تابیده و بازتابیده عمود هستند. از طرفی زاویهٔ تابش و زاویه بازتابش همواره با هم برابر است. با توجه به این که مجموع زوایای داخلی هر چهارضعی برابر با ۳۶۰° است، داریم:

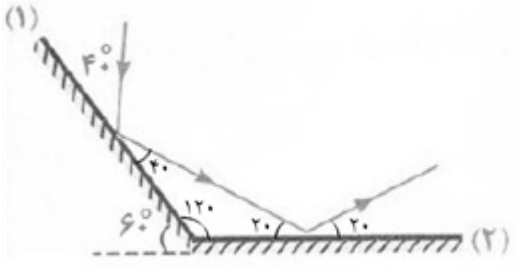
$$۱۸۰^\circ - ۲\hat{\alpha} + \hat{\theta} + ۹۰^\circ + ۹۰^\circ = ۳۶۰^\circ \Rightarrow \hat{\theta} = ۲\hat{\alpha}$$

۸۵ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. زاویه‌ی θ با زاویه‌ی بازتاب از سطح $M_۲$ برابر است، بنابراین تا زمانی‌که زاویه‌ی θ بین صفر تا ۹۰ درجه باشد، پرتوی ورودی و پرتوی خروجی موازی خواهند بود، در حالتی‌که θ برابر صفر درجه باشد پرتو پس از بازتاب از آینه $M_۱$ روی خودش بازتاب می‌شود و در حالتی‌که θ برابر ۹۰ درجه باشد، پرتو پس از بازتاب از آینه $M_۲$ روی خودش بازتاب می‌شود که موازی پرتوی تابش شده است.



۸۶ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\hat{D} - ۴۰^\circ + ۴۰^\circ + ۲۰^\circ + ۲۰^\circ = ۱۲۰^\circ$$

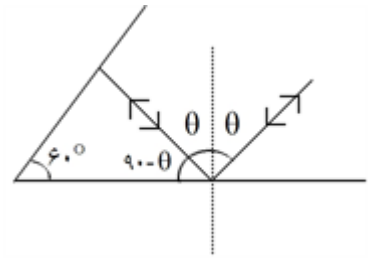


۸۷ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

زاویهٔ تابش نور به آینهٔ $M_۱$، برابر ۶۰° است. با توجه به اینکه زاویهٔ بین دو آینه ۹۰° است، زاویهٔ تابش نور به آینه $M_۲$، برابر ۳۰° می‌باشد.

۸۸ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. برای این‌که پرتوی خروجی و ورودی بر هم منطبق شوند، باید پرتوی ورودی بر سطح آینه‌ی دوم عمود باشد.

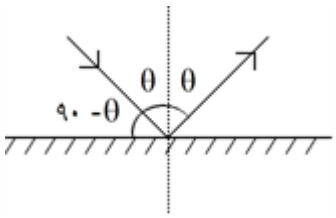
$$۶۰ + ۹۰ - \theta = ۹۰ \Rightarrow \theta = ۶۰^\circ$$



۸۹ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. زاویه‌ی بازتاب تنها به زاویه‌ی تابش ربط دارد. بنابراین از آن‌جا که پرتوهای سبز و قرمز موازی بوده‌اند، با زاویه‌ی مساوی منعکس می‌شوند.

۹۰ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$۹۰ - \theta = ۲\theta \Rightarrow ۳\theta = ۹۰ \Rightarrow \theta = ۳۰^\circ \Rightarrow ۹۰ - \theta = ۶۰^\circ$$



۹۱ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. مدت زمانی که طول می‌کشد تا پژواک صدا شنیده شود، مدت زمانی است که موج صوتی تا مانع می‌رود و برمی‌گردد:

$$۲\Delta x_۱ = Vt \Rightarrow ۲ \times ۴۸۰ = V \times ۳ \Rightarrow V = ۳۲۰\frac{m}{s}$$

$$۲\Delta x_۲ = Vt \Rightarrow \Delta x_۲ = \frac{۳۲۰ \times ۵}{۲} = ۸۰۰m \Rightarrow \Delta x_۱ + \Delta x_۲ = ۸۰۰ + ۴۸۰ = ۱۲۸۰ \Rightarrow m$$

۹۲ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$V = \lambda f \Rightarrow V = ۱/۵ \times ۱۰^{-۲} \times ۱۰۰ \times ۱۰^{۳} = ۱۵۰۰\frac{m}{s}$$

$$۲\Delta x = Vt \Rightarrow ۶۰۰ = ۱۵۰۰ \Rightarrow t \Rightarrow t = \frac{۶۰۰}{۱۵۰۰}s = ۰/۴s = ۴۰۰ms$$

۹۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. نور مرئی طول موجی در گستره‌ی ۰/۴ تا ۰/۷ میکرومتر دارد، اگر سطح بازتاب‌کننده دارای ناهمواری‌های کوچک‌تر از طول موج باشد، بازتاب آینه‌ای و اگر ناهمواری‌ها بزرگ‌تر از طول موج باشد، بازتاب پخشنده است.

۹۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

۹۵ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

۹۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

۹۷ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. بازتاب موج برای تمام امواج، از جمله امواج مکانیکی و الکترومغناطیسی برقرار است.

۹۸ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. زاویه‌ی بین پرتوی تابش و پرتوی بازتابش در آینه‌ی تخت، همواره با هم برابر هستند، بنابراین با نصف کردن زاویه‌ی تابش، زاویه‌ی بازتابش نیز نصف می‌شود، بنابراین زاویه‌ی بین پرتوی تابش و بازتابش نیز نصف می‌شود.

۹۹ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. خط Nl عمود بر آینه‌ی M_1 است، بنابراین زاویه‌ی سوم مثلث تشکیل شده متمم زاویه‌ی β خواهد بود (زاویه‌ی پرتوی تابش و بازتاب با هم برابرند). در نتیجه:

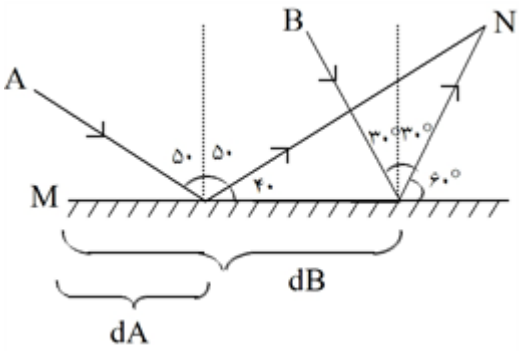
$$\alpha + ۷۵^\circ + (۹۰ - \beta) = ۱۸۰^\circ \Rightarrow \alpha - \beta = ۱۵^\circ$$

۱۰۰ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. صفحه ۹۲ کتاب درسی

۱۰۱ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. نور لیزر روی کاغذ به صورت یک نقطه‌ی نورانی دیده می‌شود و هر سه ناظر می‌توانند آن‌را ببینند.

۱۰۲ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\theta_A > \theta_B \Rightarrow d_A < d_B$$
$$\theta_N = ۱۸۰ - (۴۰ + ۱۲۰) = ۲۰^\circ$$



۱۰۳ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. سطح کاو در اجاق خورشیدی صاف‌تر از سطح کاو در آنتن بشقابی است، چون طول موج پرتوهای رسیده از خورشید به سطح زمین کوتاه‌تر از طول موج امواج رادیویی است.

۱۰۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بسامد فقط به منبع بستگی دارد و تغییر نمی‌کند، با افزایش جرم واحد طول یعنی ۰/۶ سرعت انتشار کاهش پیدا می‌کند $V = \frac{F}{M}$ و با کاهش سرعت انتشار و ثابت بودن بسامد طول موج کاهش می‌یابد.

$$\lambda = \mathrm{VT}$$

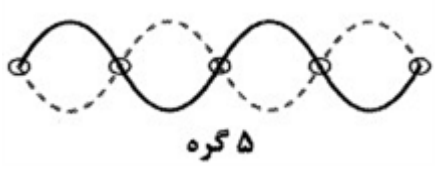
۱۰۵ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا به کمک رابطه‌ی زیر سرعت انتشار صوت در محیط را پیدا می‌کنیم:

$$v = \lambda f \Rightarrow v = ۸/۷۵ \times ۱۰^{-۳} \times ۴۰ \times ۱۰^{۳} = ۳۵۰ \frac{m}{s}$$

پس صوت با سرعت $۳۵۰ \frac{m}{s}$ مسافت بین چشمه‌ی صوت تا دیوار را در مدت $\frac{۰/۴}{۲}$ ثانیه طی کرده است.

$$\Delta x = v \, \Delta t \Rightarrow \Delta x = ۳۵۰ \times \frac{۰/۴}{۲} = ۳۵۰ \times ۰/۲ = ۷۰ m$$

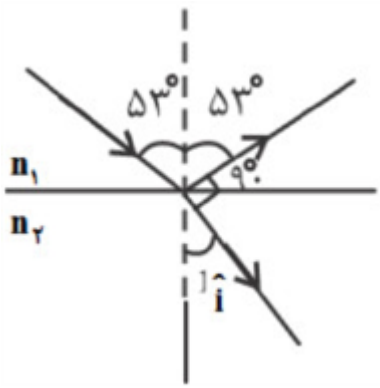
۱۰۶ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.



$$L = ۲\lambda = ۸۰ \Rightarrow \lambda = ۴۰ cm = ۰/۴ \ m$$

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{۱۶۰}{۰/۴} = ۴۰۰ \ Hz$$

۱۰۷ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به شکل زیر می‌توان نوشت:



$$\hat{r} = ۱۸۰^\circ - \hat{i} - ۹۰^\circ \Rightarrow \hat{r} = ۹۰ - \hat{i} \Rightarrow \sin \hat{r} = \cos \hat{i}$$

$$\frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}} = \frac{n_۲}{n_۱} \xrightarrow[n_۲ = n]{n_۱ = ۱} \frac{\sin \hat{i}}{\cos \hat{i}} = n \Rightarrow \tan \hat{i} = n$$

$$\Rightarrow \tan ۵۳^\circ = n \Rightarrow n = \frac{۴}{۳}$$

۱۰۸ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ضریب شکست B بیشتر است. در نتیجه در هنگام ورود بیشتر به خط عمود نزدیک می‌شود. در نتیجه در هنگام خروج هم باید B را در سمت چپ A ببینیم.

۱۰۹ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

۱۱۰ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. علت مشاهدهٔ اجسام بازتاب نامنظم نور از آن‌هاست. چون ناهمواری‌های دیوار بسیار بزرگ‌تر از طول موج نور لیزر است، سطح دیوار برای لیزر، یک سطح ناهموار محسوب می‌شود و نور به صورت نامنظم (پخشنده) از آن بازتاب می‌شود.

۱۱۱ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا تندی نور در محیط های ۲ و ۳ را به دست می‌آوریم.

$$\frac{v_۲}{v_۱}=\frac{n_۱}{n_۲}\Rightarrow\frac{v_۲}{۳\times ۱۰^۸}=\frac{۱}{\frac{۴}{۳}}\Rightarrow v_۲=\frac{۳}{۴}\times ۱۰^۸\frac{m}{s}$$

$$\frac{v_۳}{v_۱}=\frac{n_۱}{n_۳}\Rightarrow\frac{v_۳}{۳\times ۱۰^۸}=\frac{۱}{۱/۶}\Rightarrow v_۳=\frac{۳\times ۱۰^۸}{۱/۶}\frac{m}{s}$$

به کمک رابطهٔ استل دکارت زاویهٔ بین پرتو نور با خط عمود بر مرز در محیط های ۲ و ۳ را پیدا می‌کنیم.

$$n_۱\sin\theta_۱=n_۲\sin\theta_۲\Rightarrow ۱\times\sin ۵۳^\circ=\frac{۴}{۳}\times\sin\theta_۲\Rightarrow\sin\theta_۲=۰/۶\Rightarrow\theta_۲=۳۷^\circ$$

$$n_۱\sin\theta_۱=n_۳\sin\theta_۳\Rightarrow ۱\times\sin ۵۳^\circ=۱/۶\times\sin\theta_۳\Rightarrow\sin\theta_۳=۰/۵\Rightarrow\theta_۳=۳۰^\circ$$

اگر ضخامت هر محیط e فرض شود، طول مسیر طی شده x برابر $\frac{e}{\cos\theta}$ خواهد بود و با توجه به رابطهٔ $t=\frac{x}{v}$ خواهیم داشت:

$$t=\frac{x}{v}=\frac{\frac{e}{\cos\theta}}{v}=\frac{\frac{e}{\cos\theta}}{\frac{c}{n}}=\frac{e}{\cos\theta}\times\frac{n}{c}$$

$$t_{کل}=t_۱+t_۲=\frac{c_۱}{\cos\theta_۱}\times\frac{n_۱}{c}+\frac{c_۲}{\cos\theta_۲}\times\frac{n_۲}{c}$$

$$\Rightarrow t_{کل}=\frac{۱۸\times ۱۰^{-۲}}{۰/۸}\times\frac{\frac{۴}{۳}}{۳\times ۱۰^۸}+\frac{۱۵\sqrt{۳}\times ۱۰^{-۲}}{\frac{\sqrt{۳}}{۲}}\times\frac{۱/۶}{۳\times ۱۰^۸}$$

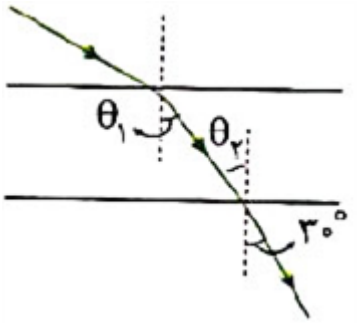
$$\Rightarrow t_{کل}=۱۰^{-۹}+۱/۶\times ۱۰^{-۹}=۲/۶\times ۱۰^{-۹}s=۲/۶ns$$

۱۱۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. هنگامی‌که یک پرتو از محیطی وارد محیط دیگر می‌شود و می‌خواهد از آن خارج شود، زاویهٔ شکست با زاویهٔ تابش آن برابر است. در نتیجه $\theta_۱=\theta_۲$ برقرار است.

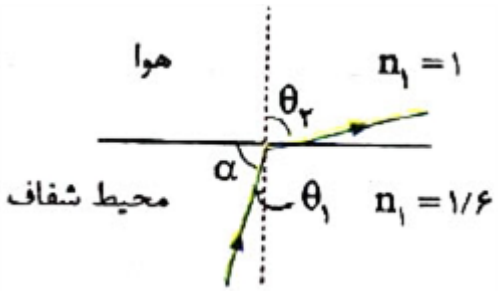
$$\theta_۱=\theta_۲=۳۷^\circ$$

حال خواهیم داشت:

$$\frac{\lambda_۲}{\lambda_۳}=\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۳}\Rightarrow\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱}=\frac{\frac{۶}{۱۰}}{\frac{۱}{۲}}=\frac{۱۲}{۱۰}=\frac{۶}{۵}$$



۱۱۳ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. هنگامی‌که پرتو از محیطی با ضریب شکست بیشتر وارد محیطی با ضریب شکست کم‌تر می‌شود، پرتو از خط عمود دور خواهد شد. دقت داشته باشید ضریب شکست هوا برابر ۱ است.



$$\theta_2 = 2\theta_1$$

$$\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1} = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow \frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1} = 1/6$$

$$\Rightarrow \frac{\sin 2\theta_1}{\sin\theta_1} = 1/6 \Rightarrow \frac{2\sin\theta_1\cos\theta_1}{\sin\theta_1} = 1/6 \Rightarrow 2\cos\theta_1 = 1/6 \Rightarrow \cos\theta_1 = 0/8 \Rightarrow \theta_1 = 37^\circ$$

دقت داشته باشید سؤال زاویهٔ بین پرتوی تابیده شده و سطح جدایی دو محیط یعنی α را می‌خواهد.

$$\alpha + \theta_1 = 90^\circ \Rightarrow \alpha + 37^\circ = 90^\circ \Rightarrow \alpha = 53^\circ$$

۱۱۴ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. رابطهٔ قانون شکست عمومی را بین دو ناحیهٔ ۱ و ۲ می‌نویسیم:

$$\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1} = \frac{v_2}{v_1} \Rightarrow \frac{\sin\beta}{\sin\alpha} = \frac{\frac{L_2}{\Delta t}}{\frac{L_1}{\Delta t}} \Rightarrow \frac{\sin 37^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{L_2}{L_1} \Rightarrow \frac{0/6}{\frac{1}{2}} = \frac{L_2}{15} \Rightarrow 1/2 = \frac{L_2}{15}$$

$$\Rightarrow L_2 = 15 \times 1/2 = 18cm = 0/18m$$

از آن‌جایی که فاصلهٔ بین جبهه‌های موج در محیط ۲ بیشتر از محیط ۱ است، بنابراین λ_2 بزرگ‌تر از λ_1 و ناحیهٔ ۲ عمق بیشتری دارد.

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\frac{v_{\text{مایع}}}{v_{\text{شیشه}}} = \frac{n_{\text{شیشه}}}{n_{\text{مایع}}} = \frac{1/5}{\frac{4}{3}} = \frac{\frac{3}{2}}{\frac{4}{3}} = \frac{9}{8}$$

۱۱۵

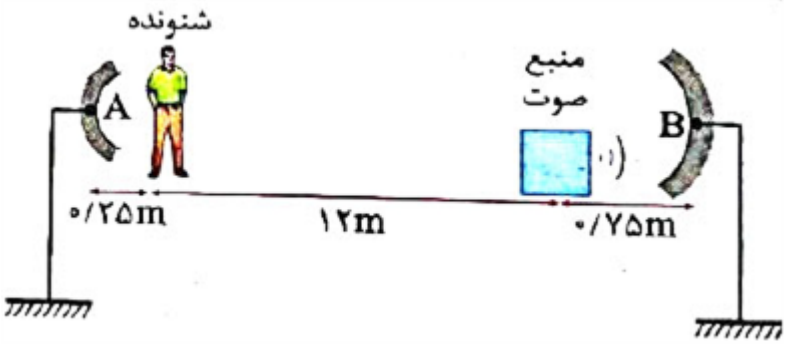
۱۱۶ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بررسی عبارت‌ها:

الف) با ورود موج سینوسی از قسمت ضخیم به قسمت نازک، جرم کاهش می‌یابد. با توجه به رابطهٔ $v = \sqrt{\frac{FL}{m}}$ جرم کاهش یافته پس تندی زیاد می‌شود، چون بسامد ثابت می‌ماند مطابق $\lambda = \frac{v}{f}$، طول موج نیز افزایش خواهد یافت.

ب و ج) تندی امواج روی سطح آب به عمق آب بستگی دارد، پس با ورود موج سطحی از قسمت عمیق به کم‌عمق، فاصلهٔ بین جبهه‌های موج کاهش و در نتیجه طول موج کاهش خواهد یافت.

۱۱۷ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. تمام موارد صحیح هستند.

۱۱۸ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. وقتی چشمه در سطح کانون ۲ قرار بگیرد، شنونده می‌تواند بیشترین شدت صوت را دریافت کند.

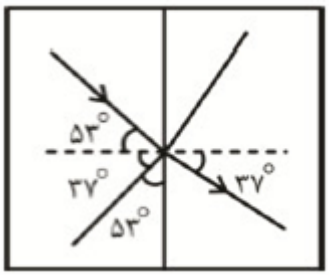


چون شنونده باید بیشترین شدت دریافتی را داشته باشد، منبع صوت باید در فاصلهٔ $۰/۷۵m$ از سطح قرار بگیرید، پس ۱ متر باید به سمت راست جابه‌جا شود.

۱۱۹ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\frac{\sin\theta_۱}{\sin\theta_۲}=\frac{v_۱}{v_۲}\Rightarrow\frac{۸}{۶}=\frac{v_۱}{v_۲}$$

$$\Rightarrow\frac{v_۲}{v_۱}=\frac{۳}{۴}\Rightarrow v_۲=\frac{۳}{۴}v_۱\Rightarrow\frac{\Delta v}{v_۱}=\frac{-۱}{۴}$$



کاهش $\frac{-۱}{۴}\times ۱۰۰=\%-۲۵$

۱۲۰ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$n_۱\sin\theta_۱=n_۲\sin\theta_۲\xrightarrow[\theta_۱=۴۵^\circ]{\sin ۴۵^\circ=\sqrt{\frac{۲}{۲}}}۱\sin ۴۵^\circ=\sqrt{۲}\sin\theta_۲\Rightarrow\sin\theta_۲=\frac{۱}{۲}$$

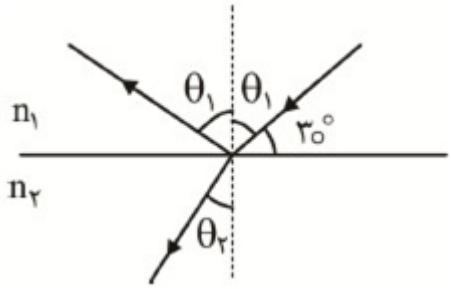
هوا — آبی — آبی

$\Rightarrow\theta_{\text{آبی}}=۳۰^\circ$

$\theta_{\text{قرمز}}=\theta_{\text{آبی}}+۷^\circ\Rightarrow\theta_{\text{قرمز}}=۳۰^\circ+۷^\circ=۳۷^\circ$

بنابراین گزینه ۳ درست است.

۱۲۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



$$n_۲\sin\theta_۲=n_۱\sin\theta_۱\ (I)$$

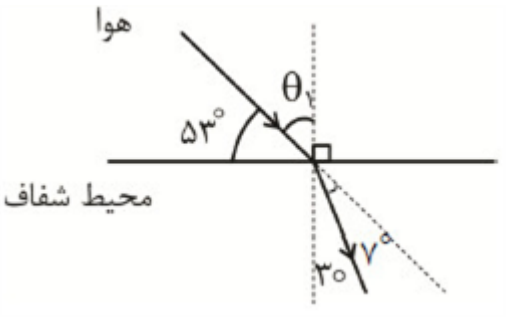
$$\theta_۱+\theta_۲=۹۰\Rightarrow\theta_۲=۹۰-\theta_۱$$

$$\Rightarrow\sin\theta_۲=\sin(۹۰-\theta_۱)=\cos\theta_۱\ (II)$$

$$\xrightarrow[(II)]{(I)}n_۲\cos\theta_۱=\sin\theta_۱$$

$$\begin{cases}\dfrac{\sin\theta_۱}{\cos\theta_۱}=\dfrac{n_۲}{n_۱}\\ \theta_۱+۳۰=۹۰\Rightarrow\theta_۱=۶۰^\circ\end{cases}\Rightarrow\frac{\sin ۶۰}{\cos ۶۰}=\frac{n_۲}{n_۱}\Rightarrow\tan ۶۰=\frac{n_۲}{n_۱}\Rightarrow\frac{n_۲}{n_۱}=\sqrt{۳}$$

۱۲۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. گام ۱: مطابق شکل زاویه تابش و زاویه شکست را به دست می‌آوریم:



$$D = |\theta_i - \theta r| \Rightarrow ۷^\circ = ۳۷^\circ - r \Rightarrow r = ۳۰^\circ$$

$$\text{زاویه تابش} = \theta_۱ = ۹۰ - ۵۳ = ۳۷^\circ$$

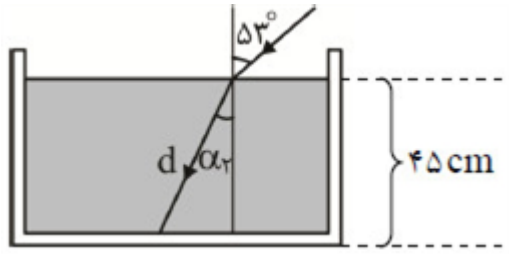
گام دوم: با استفاده از قانون شکست عمومی داریم:

$$\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱} = \frac{v_۲}{v_۱} \xrightarrow[f_۱=f_۲]{V=\lambda f} \frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱} = \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} \Rightarrow \frac{\sin^{۰/۵}۳۰^\circ}{\sin^{۰/۶}۳۷^\circ} = \frac{\lambda_۲}{۰/۶} \Rightarrow \lambda_۲ = ۰/۵\mu m$$

۱۲۳ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. برای هر پرتو جداگانه قانون شکست اسنل را به کار برده و سپس به کمک نسبت‌های مثلثاتی، مسافت طی شده را محاسبه و زمان طی مسیر را با تقسیم مسافت به سرعت انتشار نور تعیین می‌کنیم:

قانون شکست اسنل $: n_۱ \sin \alpha_۱ = n_۲ \sin \alpha_۲$

زاویه پرتو تابش با خط عمود $\alpha_۱ = ۵۳^\circ$ است.



پرتو قرمز: $۱ \times \sin \alpha_۲ = ۰/۸ \times \sqrt{۲}$

$$\sin \alpha_۲ = \frac{\sqrt{۲}}{۲} \Rightarrow \alpha_۲ = ۴۵^\circ$$

$$\cos \alpha_۲ = \frac{\sqrt{۲}}{۲} = \frac{۴۵}{d} \Rightarrow d = \frac{۹۰}{\sqrt{۲}} cm$$

با توجه به رابطه $n = \frac{c}{V}$، v با n رابطه عکس دارد.

$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow v\frac{c}{n} = \frac{۳ \times ۱۰^۸}{۰/۸\sqrt{۲}} \frac{m}{s}$$

$$\Delta x = v.t \Rightarrow t = \frac{d}{v} = \frac{\frac{۹۰}{\sqrt{۲}} \times ۱۰^{-۲} m}{\frac{۳ \times ۱۰^۸}{۰/۸\sqrt{۲}} \frac{m}{s}} \Rightarrow \text{پرتو قرمز} \quad t = ۲۴ \times ۱۰^{-۱۰}\, s = ۲/۴ nc$$

پرتو قرمز $: n_۱ \sin \alpha_۱ = n_۲ \sin \alpha_۲$

$$۱ \times \sin ۵۳ = \frac{۴}{۳} \sin \alpha_۱ \Rightarrow \sin \alpha_۲ = ۰/۶ \Rightarrow a_۲ = ۳۷^\circ$$

$$\cos \alpha_۲ = ۰/۸ = \frac{۴۵}{d} \Rightarrow d = \frac{۴۵}{۰/۸} cm$$

$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow v = \frac{c}{n} = \frac{۳ \times ۱۰^۸}{\frac{۴}{۳}} = \frac{۹}{۴} \times ۱۰^۸ \frac{m}{s}$$

$$\Delta t = v.t \Rightarrow t = \frac{d}{v} = \frac{\frac{۴۵}{۰/۸} \times ۱۰^{-۲} m}{\frac{۹}{۴} \times ۱۰^{-۸} \frac{m}{s}}$$

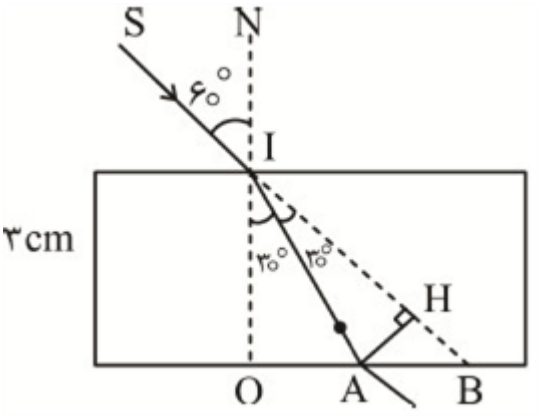
پرتو بنفش $t = ۲۵ \times ۱۰^{-۱۰}\, s = ۲/۵ ns$

$\Delta t =$ بنفش $t -$ قرمز $t = ۲/۵ - ۲/۴ = ۰/۱ ns$

۱۲۴ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا به کمک قانون شکست اسنل، زاویه ورود پرتو به تیغه را محاسبه می‌کنیم:

$$n_۱ \sin \alpha_۱ = n_۲ \sin \alpha_۲ \Rightarrow ۱ \times \sin ۶۰ = \sqrt{۳} \times \sin \alpha_۳ \Rightarrow \frac{\sqrt{۳}}{۲} = \sqrt{۳} \times \sin \alpha_۲$$

$$\Rightarrow \sin \alpha_۲ = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \alpha_۲ = ۳۰^\circ$$



$$\overset{\triangle}{IOA} : \cos ۳۰ = \frac{\sqrt{۳}}{۲} = \frac{۳cm}{\text{IA}} \Rightarrow \widehat{\text{IA}} = ۲\sqrt{۳}cm$$

$$\overset{\triangle}{IAH} : \sin ۳۰ = \frac{۱}{۲} = \frac{\text{AH}}{۲\sqrt{۳}} = \overline{\text{AH}} = \sqrt{۳}cm$$

پرتو با $\sqrt{۳}cm$ جابه‌جایی تیغه خارج می‌شود.

۱۲۵ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. گام ۱: با استفاده از قانون شکست عمومی داریم:

$$\frac{v_۱}{\sin \theta_۱} = \frac{v_۲}{\sin \theta_۲} = \frac{v_۳}{\sin \theta_۳}$$

بنابراین برای عبور موج از محیط های متوالی موازی می‌توان گفت: همواره مقدار $\frac{v}{\sin \theta}$ برای هر محیط ثابت است و تغییر نمی‌کند.

همچنین می‌دانیم زاویهٔ جبههٔ موج فرودی با مرز جدایی محیط ها، برابر زاویهٔ تابش و زاویهٔ جبههٔ موج شکسته شده با مرز جداکننده دو محیط برابر زاویهٔ شکست است.

پس می‌توان نوشت:

$$\left(\frac{\sin \theta}{v}\right)_۱ = \left(\frac{\sin \theta}{v}\right)_۳$$

$$\frac{\sin ۳۰}{v_۱} = \frac{\sin ۳۷^\circ}{v_۳} \Rightarrow \frac{v_۳}{v_۱} = \frac{\sin ۳۷}{\sin ۳۰} = \frac{۰/۶}{\frac{۱}{۲}} = ۱/۲$$

گام ۲:

$$\frac{v_۳}{v_۱} = \frac{\lambda_۳}{\lambda_۱} \Rightarrow \frac{\lambda_۴}{\lambda_۱} = ۱/۲ = \frac{۶}{۵}$$

گام ۳: بسامد از ویژگی‌های ذاتی چشمهٔ موج است و با تغییر محیط انتشار تغییر نمی‌کند.

$$f_۱ = f_۲ = f_۳ \Rightarrow \frac{f_۳}{f_۱} = ۱$$

۱۲۶ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به اینکه تندی موج در محیط ۲ بیشتر از محیط ۱ است، پس زاویهٔ شکست بیشتر از زاویهٔ تابش است.

$$D = ۱۵^\circ \Rightarrow |\theta_۲ - \theta_۱| = ۱۵$$

حال با توجه به رابطهٔ قانون شکست عمومی داریم:

$$\begin{cases} \theta_۲ - \theta_۱ = ۱۵ \Rightarrow \theta_۲ = \theta_۱ + ۱۵ = ۴۵ + ۱۵ = ۶۰^\circ & \text{قابل قبول} \\ \theta_۲ - \theta_۱ = -۱۵ \Rightarrow \theta_۲ = \theta_۱ - ۱۵ = ۴۵ - ۱۵ = ۳۰^\circ & \text{غیرقابل قبول} \end{cases}$$

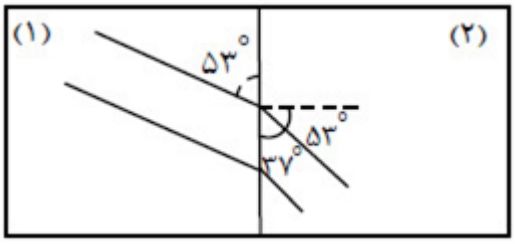
$$\frac{\sin\theta_۱}{\sin\theta_۲} = \frac{\lambda_۱}{\lambda_۲} \Rightarrow \frac{\sin ۴۵}{\sin ۶۰} = \frac{\lambda_۱}{\lambda_۲} \Rightarrow \frac{\frac{\sqrt{۲}}{۲}}{\frac{\sqrt{۳}}{۲}} = \frac{\lambda_۱}{\lambda_۲} \Rightarrow \frac{\lambda_۱}{\lambda_۲} = \sqrt{\frac{۲}{۳}}$$

۱۲۷ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. زاویه تابش برابر با $۹۰^\circ - ۵۳^\circ = ۳۷^\circ$ است؛ بنابراین با توجه به قانون شکست اسنل داریم:

$$n_۱ \sin\theta_۱ = n_۲ \sin\theta_۲ \Rightarrow \frac{۴}{۳} \times \sin ۳۷ = ۱ \times \sin\theta_۲ \Rightarrow \frac{۴}{۳} \times ۰/۶ = \sin\theta_۲ \Rightarrow \sin\theta_۲ = ۰/۸$$
$$\Rightarrow \theta_۲ = ۵۳^\circ$$

در نتیجه زاویه‌ای که پرتو شکست با مرز آب - هوا می‌سازد $۹۰^\circ - ۵۳^\circ = ۳۷^\circ$ است.

۱۲۸ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.



$$\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{\sin ۳۷}{\sin ۵۳} = \frac{۰/۶}{۰/۸} = \frac{۳}{۴}$$

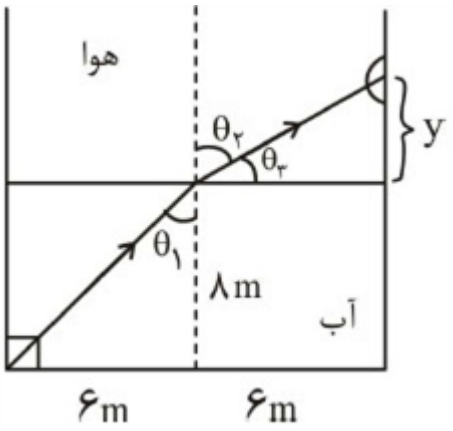
۱۲۹ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. بسامد یک موج همواره ثابت است. در طناب ضخیم سرعت انتشار موج کمتر است؛ پس طول موج نیز کاهش می‌یابد.

$$\downarrow V = \sqrt{\frac{F}{\uparrow A\rho}}$$
$$\downarrow \lambda = \frac{v \downarrow}{f \text{ ثابت}}$$

۱۳۰ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$n_۱ \sin\theta_۱ = n_۲ \sin\theta_۲ \Rightarrow \sqrt{۲} \times \sin\theta_۱ = ۱ \times \sin ۴۵ \Rightarrow \sqrt{۲} \times \sin\theta_۱ = \frac{\sqrt{۲}}{۲}$$
$$\Rightarrow \theta_۱ = ۳۰ \Rightarrow ۹۰ - ۳۰ = ۶۰^\circ$$

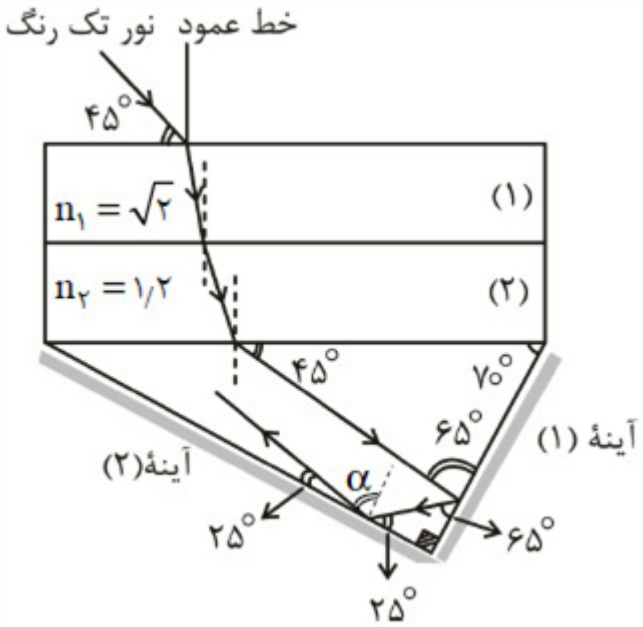
۱۳۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



$$\sin\theta_1 = ۰/۶$$
$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{n_2}{n_1}$$
$$\Rightarrow \frac{۰/۶}{\sin\theta_2} = \frac{۱}{۴} \Rightarrow \sin\theta_2 = ۰/۸$$
$$\Rightarrow \cos\theta_2 = ۰/۶$$

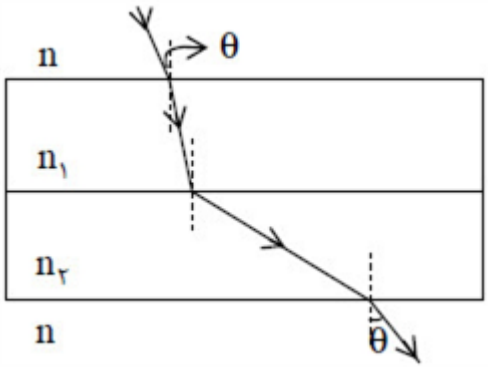
$$\theta_2 + \theta_3 = ۹۰^\circ \Rightarrow \sin\theta_3 = ۰/۶, \cos\theta_3 = ۰/۸ \Rightarrow \tan\theta_3 = \frac{۳}{۴} \Rightarrow \frac{y}{۶} = \frac{۳}{۴} \Rightarrow y = \frac{۱۸}{۴} = \frac{۹}{۲}$$
$$= ۴/۵m$$

۱۳۲ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.



$$\alpha = ۹۰^\circ - ۲۵^\circ = ۶۵^\circ$$

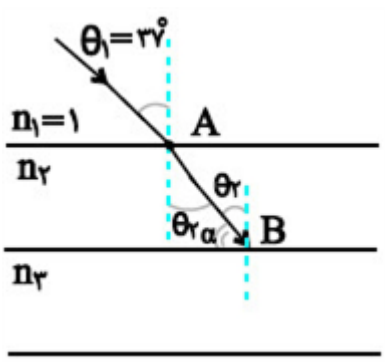
نکته: می‌توان بدون در نظر گرفتن ضریب شکست تیغه‌های متوازی‌السطوح آن‌ها را حذف نمود. به شرط آنکه محیط پیرامون تیغه‌های متوازی‌السطوح یکسان باشد.



۱۳۳ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا تندی پرتو نور را در محیط دوم می‌یابیم:

$$v_۲ = \frac{l}{\Delta t} \xrightarrow[\Delta t = ۲ns = ۲\times ۱۰^{-۹} m]{l = \overline{AB} = ۵۰cm = ۰/۵m} v_۲ = \frac{۰/۵}{۲ \times ۱۰^{-۹}} = ۲/۵ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}$$

اکنون با استفاده از قانون شکست عمومی، زاویهٔ $\theta_۲$ را پیدا می‌کنیم:



$$\frac{v_۲}{v_۱} = \frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱} \xrightarrow[\theta_۱ = ۳۷^\circ, v_۲ = ۲/۵\times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}]{v_۱ = c = ۳\times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}}$$

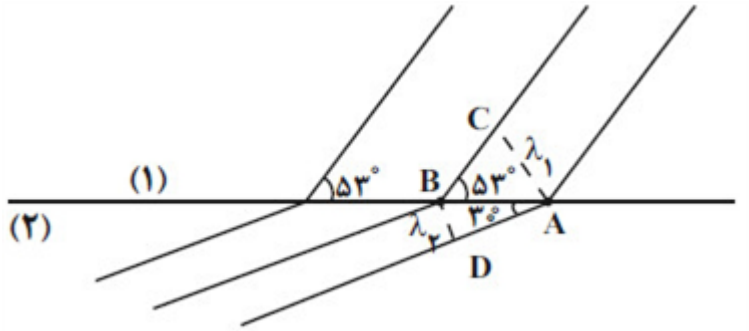
$$\frac{۲/۵ \times ۱۰^{۸}}{۳ \times ۱۰^{۸}} = \frac{\sin\theta_۲}{\sin ۳۷^\circ} \xrightarrow{\sin ۳۷^\circ = ۰/۶}$$

$$\frac{۲۵}{۳۰} = \frac{\sin\theta_۲}{۰/۶} \Rightarrow \sin\theta_۲ = \frac{۱۵}{۳۰} = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \theta_۲ = ۳۰^\circ$$

در آخر، با توجه به شکل، زاویه‌ای که پرتو تابش در محیط ۲ با سطح جداکنندهٔ آن با محیط ۳ می‌سازد برابر α است و به صورت مقابل به دست می‌آید:

$$\alpha + \theta_۲ = ۹۰^\circ \Rightarrow \alpha + ۳۰ = ۹۰ \Rightarrow \alpha = ۶۰^\circ$$

۱۳۴ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. چون فاصلهٔ دو جبههٔ موج متوالی برابر طول موج است، بنابراین، ابتدا طول موج‌ها را با توجه به شکل دست می‌آوریم. به همین منظور با توجه به مثلث‌های ABC و ABD داریم:



$$\sin ۵۳^\circ = \frac{\lambda_۱}{\overline{AB}} \xrightarrow[\sin ۵۳^\circ = ۰/۸]{AB = ۲۰cm}$$

$$۰/۸ = \frac{\lambda_۱}{۲۰}$$

$$\lambda_۱ = ۱۶cm = ۰/۱۶m$$

$$\sin ۳۰^\circ = \frac{\lambda_۲}{\overline{AB}} \Rightarrow \frac{۱}{۲} = \frac{\lambda_۲}{۲۰} \Rightarrow \lambda_۲ = ۱۰cm = ۰/۱m$$

اکنون، با توجه به رابطهٔ $\lambda = \frac{v}{f}$، تندی موج در هر محیط را به دست می‌آوریم و اختلاف آن‌ها را می‌یابیم:

دقت کنید، بسامد موج در تمام محیط ها یکسان است.

$$v_۱ = \lambda_۱ f \xrightarrow{f = ۱۰Hz} v_۱ = ۰/۱۶ \times ۱۰ = ۱/۶ \frac{m}{s}$$

$$v_۲ = \lambda_۲ f \Rightarrow v_۲ = ۰/۱ \times ۱۰ = ۱ \frac{m}{s}$$

$$\Delta v = v_۱ - v_۲ = ۱/۶ - ۱ \Rightarrow \Delta v = ۰/۶ \frac{m}{s}$$

۱۳۵ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\frac{v_۲}{v_۱}=\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱}\Rightarrow v_۲=v_۱\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱}\Rightarrow v_۲=(۳\times ۱۰^۸)\left(\frac{\sin ۳۷}{\sin ۵۳}\right)=۳\times ۱۰^۸\times\frac{۰/۶}{۰/۸}$$

$$\Rightarrow v_۲=۲/۲۵\times ۱۰^۸$$

$$\frac{v_۳}{v_۱}=\frac{\sin\theta_۳}{\sin\theta_۱}\Rightarrow v_۳=v_۱\frac{\sin\theta_۳}{\sin\theta_۱}\Rightarrow v_۳=(۳\times ۱۰^۸)\left(\frac{\sin ۳۰}{\sin ۵۳}\right)=۳\times ۱۰^۸\times\frac{۰/۵}{۰/۸}$$

$$\Rightarrow v_۳=۱/۸۷۵\times ۱۰^۸$$

$$\Delta v=v_۲-v_۳=(۲/۲۵-۱/۸۷۵)\times ۱۰^۸=۳/۷۵\times ۱۰^۷$$

۱۳۶ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در هنگام عبور نور از دو محیط مختلف بسامد ثابت می‌ماند. (رد گزینه‌های ۲، ۳ و ۴)

۱۳۷ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. هر دو از خط عمود دور می‌شوند.

$n_B>n_R\longleftarrow$ پرتو آبی بیش‌تر منحرف می‌شود.

۱۳۸ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. اگر خلأ را محیط ۱ و مایع را محیط ۲ در نظر بگیریم، با ورود نور به محیط ۲، تندی آن کاهش یافته و طبق رابطهٔ $\lambda=\frac{v}{f}$، طول موج نیز کاهش می‌یابد.

$$\lambda_۲=\lambda_۱-۲۰۰nm$$

$$\lambda_۱=\frac{c}{f}=\frac{۳\times ۱۰^۸}{۵\times ۱۰^{۱۴}}=۶۰۰nm\Rightarrow\lambda_۲=\lambda_۱-۲۰۰=۴۰۰nm$$

$$\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱}=\frac{v_۲}{v_۱}=\frac{n_۱}{n_۲}\Rightarrow\frac{۴۰۰}{۶۰۰}=\frac{۱}{n_{\text{مایع}}}\Rightarrow n_{\text{مایع}}=\frac{۳}{۲}$$

۱۳۹ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. دقت کنید زاویهٔ جبهه با سطح با زاویهٔ پرتو با خط عمود بر سطح یکسان است.

ابتدا به کمک رابطهٔ زیر نسبت تندی انتشار موج را در دو محیط به دست می‌آوریم:

$$\frac{v_۲}{v_۱}=\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱}=\frac{\sin ۳۷^\circ}{\sin ۵۳^\circ}=\frac{۰/۶}{۰/۸}=\frac{۳}{۴}$$

درصد تغییرات تندی عبارت است از:

$$\frac{\Delta v}{v_۱}\times ۱۰۰=\left(\frac{v_۲}{v_۱}-۱\right)\times ۱۰۰=\left(\frac{۳}{۴}-۱\right)\times ۱۰۰=\%-۲۵$$

علامت منفی نشان‌دهندهٔ کاهش تندی انتشار موج است.

۱۴۰ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\frac{\lambda_۳}{\lambda_۱}=\frac{\sin ۳۷}{\sin ۵۳}=\frac{۰/۶}{۰/۸}=\frac{۳}{۴}$$

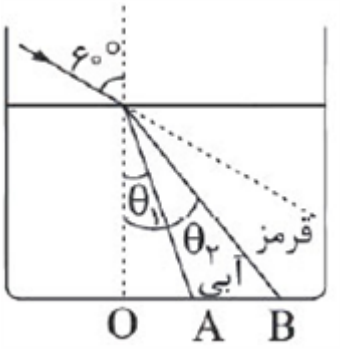
۱۴۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

۱۴۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. فقط موارد الف و ج درست است. پراش وقتی بیشینه است که ابعاد شکاف برابر طول موج شود. در مورد ب و د چون ابعاد شکاف معلوم نیست، نمی‌توان اظهارنظر کرد.

۱۴۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$\overline{AB} = ?$

با استفاده از رابطهٔ دکارت:



$$۱ \times \sin ۶۰ = \frac{۱۷}{۱۲}\sin\theta_۱ \ (I)$$

$$۱ \times \sin ۶۰ = \frac{۱۷}{۱۶}\sin\theta_۲ \ (II)$$

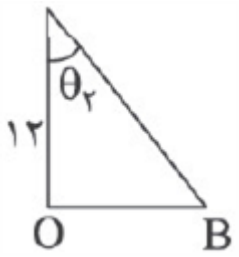
$$\begin{cases} (I): ۱ \times \dfrac{\sqrt{۳}}{۲} = \dfrac{۱۷}{۱۲}\sin\theta_۱ \Rightarrow \dfrac{۱۷}{۲۰} = \dfrac{۱۷}{۱۲}\sin\theta_۱ \Rightarrow \sin\theta_۱ = \dfrac{۱۲}{۲۰} = ۰/۶ \\ (II): ۱ \times \dfrac{\sqrt{۳}}{۲} = \dfrac{۱۷}{۱۶}\sin\theta_۲ \Rightarrow \dfrac{۱۷}{۲۰} = \dfrac{۱۷}{۱۶}\sin\theta_۲ \Rightarrow \sin\theta_۲ = \dfrac{۱۶}{۲۰} = ۰/۸ \end{cases}$$

$$\sin\theta_۱ = ۰/۶ \Rightarrow \tan\theta_۱ = \frac{۳}{۴}$$

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



$$\tan\theta_۱ = \frac{OA}{۱۲} \Rightarrow \frac{۳}{۴} = \frac{OA}{۱۲} \Rightarrow OA = ۹cm$$



$$\tan\theta_۲ = \frac{OB}{۱۲} \Rightarrow \frac{۴}{۳} = \frac{OB}{۱۲} \Rightarrow OB = ۱۶cm$$

$$\Rightarrow \overline{AB} = \overline{OB} - \overline{OA} = ۱۶ - ۹ = ۷cm$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. **۱۴۴**

$$\frac{\lambda_۳}{\lambda_۱} = \frac{\sin\theta_۳}{\sin\theta_۱} = \frac{\sin ۴۵^\circ}{\sin ۶۰^\circ} = \frac{\frac{\sqrt{۲}}{۲}}{\frac{\sqrt{۳}}{۲}} = \frac{\sqrt{۲}}{\sqrt{۳}} = \frac{\sqrt{۶}}{۳}$$

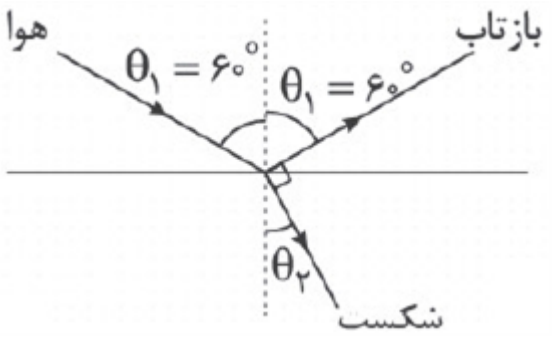
$$\frac{v_۴}{v_۲} = \frac{\sin\theta_۴}{\sin\theta_۲} = \frac{\sin ۶۰}{\sin ۳۰} = \frac{\frac{\sqrt{۳}}{۲}}{\frac{۱}{۲}} = \sqrt{۳}$$

۱۴۵ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

۱۴۶ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\theta_۱ + \theta_۲ = ۹۰ \Rightarrow \theta_۲ = ۳۰^\circ$$

$$\frac{\lambda_{۲\ \text{غلیظ}}}{\lambda_{۱\ \text{رقیق}}} = \frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱} = \frac{\frac{۱}{۲}}{\frac{\sqrt{۳}}{۲}} = \frac{\sqrt{۳}}{۳}$$



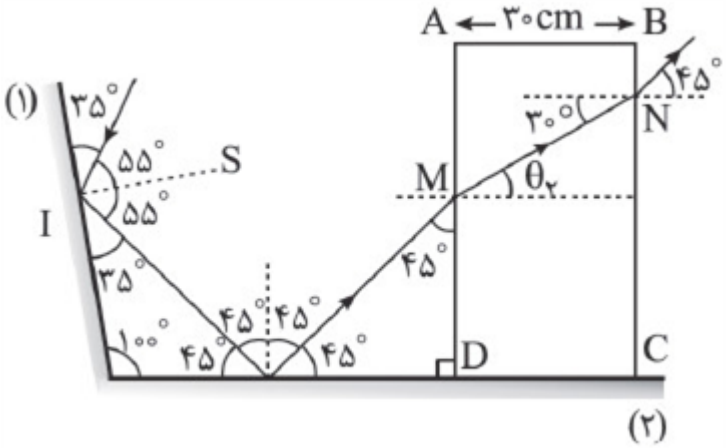
۱۴۷ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. از غلیظ به رقیق ⟵ از خط عمود دورتر ⟵ (رد گزینه‌های ۱ و ۲)
ضریب شکست و انحراف نور سبز بیشتر از قرمز است. (رد گزینهٔ ۴)

۱۴۸ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ضریب شکست شیشه برای نور آبی بیشتر از قرمز است و طبق رابطهٔ $n_۱ \sin\theta_۱ = n_۲ \sin\theta_۲$، هنگام خروج نور، نور آبی بیشتر از نور قرمز شکسته می‌شود و از خط عمود بر مرز دو محیط دورتر می‌شود که در شکل گزینهٔ ۳ این اتفاق می‌افتد.

۱۴۹ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در محیط B فاصلهٔ جبهه‌های موج بیشتر است پس طول موج بیشتر است. بسامد موج به چشمه بستگی دارد پس تغییر نمی‌کند و ثابت است. چون محیط B طول موج بیشتری دارد پس موج در این محیط تندی بیشتری دارد و عمق آب نیز بیشتر است.

$$\lambda_B > \lambda_A$$
$$f_B = f_A$$
$$v_B > v_B$$
$$D_B > D_A$$

۱۵۰ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.



زاویهٔ تابش به وجه AD برابر ۴۵° است.

$$n_۱ \sin\theta_۱ = n_۲ \sin\theta_۲ \Rightarrow ۱ \times \frac{\sqrt{۲}}{۲} = \sqrt{۲} \times \sin\theta_۲ \Rightarrow \sin\theta_۲ = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \theta_۲ = ۳۰^\circ$$

مطابق شکل پرتو نور با زاویهٔ ۴۵° از وجه BC خارج می‌شود.

$$\cos\theta_۲ = \frac{AB}{MN} \Rightarrow \cos ۳۰^\circ = \frac{۳۰}{MN} \Rightarrow \frac{\sqrt{۳}}{۲} = \frac{۳۰}{MN} \Rightarrow MN = \frac{۶۰}{\sqrt{۳}} = ۲۰\sqrt{۳} cm$$

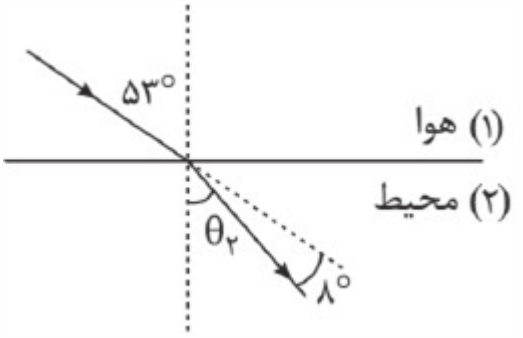
۱۵۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. پرتو نور در ورود به محیط شفاف به خط عمود نزدیک می‌شود. بنابراین:

$$\theta_۲ = ۵۳ - ۸ = ۴۵^\circ$$

$$\frac{\lambda_۱}{\lambda_۲} = \frac{\sin\theta_۱}{\sin\theta_۲} = \frac{\sin ۵۳}{\sin ۴۵} \Rightarrow \lambda_۲ = \frac{۷}{۸}\lambda_۱$$

$$\lambda_۱ - \lambda_۲ = ۱۵ \times ۱۰^{-۶} \Rightarrow \frac{۱}{۸}\lambda_۱ = ۱۵ \times ۱۰^{-۶}$$

$$\Rightarrow \lambda_۱ = ۱۲ \times ۱۰^{-۵} m$$



$$f = \frac{c}{\lambda_۱} = \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{۱۲ \times ۱۰^{-۵}} = ۲/۵ \times ۱۰^{۱۲}\text{Hz} = ۲/۵\text{THz}$$

۱۵۲ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱} = \frac{v_۲}{v_۱} \Rightarrow \frac{۰/۸}{۰/۷} = \frac{v_{\text{آب}}}{v_{\text{هوا}}} \Rightarrow v_{\text{آب}} = \frac{۸}{۷}v_{\text{هوا}}$$

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow \lambda_{\text{آب}} = \frac{۸}{۷}v_{\text{هوا}}$$

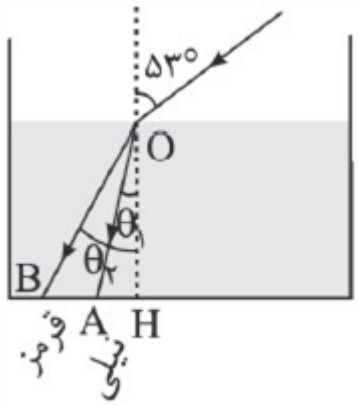
تندی موج با ورود از هوا به آب افزایش یافته، بنابراین حتماً با یک موج مکانیکی صوتی مواجه هستیم.

۱۵۳ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

با استفاده از رابطه شکست موج : $۱ \times \text{Sin}(۵۳) = \frac{۸}{۵} \times \text{Sin}\theta_۱$

$$\Rightarrow ۱ \times ۰/۸ = \frac{۸}{۵} \times \text{Sin}\theta_۱ \Rightarrow \text{Sin}\theta_۱ = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \theta_۱ = ۳۰^\circ$$

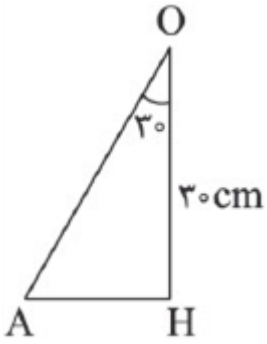
$$۱ \times \text{Sin}۵۳^{۰/۸} = \frac{۸}{۷} \times \text{Sin}\theta_۲ \Rightarrow \text{Sin}\theta_۲ = \frac{۷}{۱۰} \simeq \frac{\sqrt{۲}}{۲} \Rightarrow \theta_۲ = ۴۵^\circ$$



بنابراین با توجه به زوایای به دست آمده، از روی ۲ مثلث قائم‌الزاویه که داخل ظرف ایجاد شده است، می‌توان پاسخ مسئله را به دست آورد.

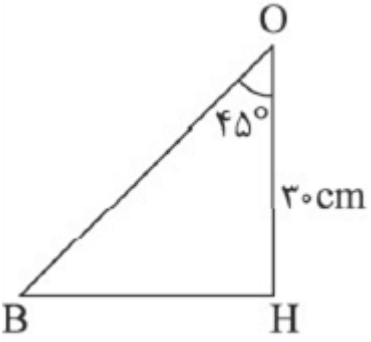
$$\tan ۳۰ = \frac{AH}{۳۰} \Rightarrow \frac{\sqrt{۳}}{۳} = \frac{AH}{۳۰}$$

$$\Rightarrow AH = ۱۰\sqrt{۳}\,cm \simeq ۱۷\,cm$$



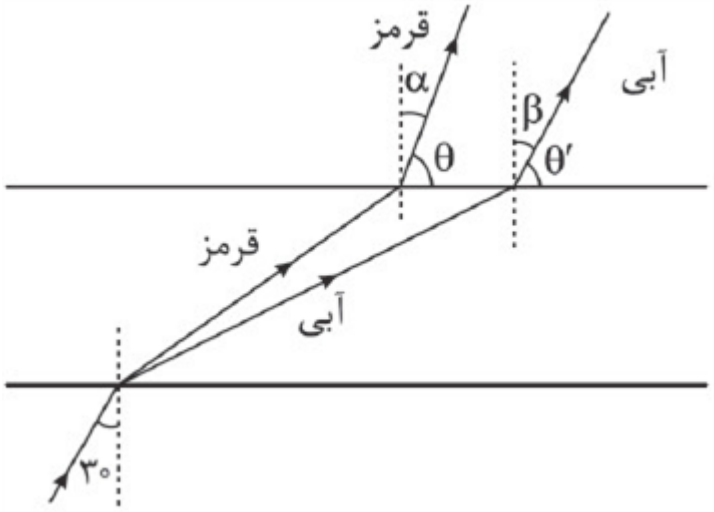
$$\Rightarrow BH = ۳۰\,cm$$

$$AB = BH - AH \Rightarrow AB = ۳۰ - ۱۰\sqrt{۳} \simeq ۱۳\,cm$$

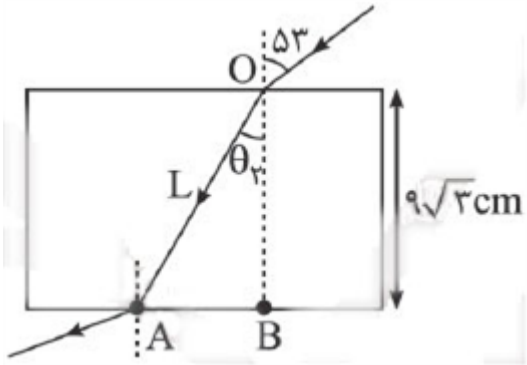


۱۵۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. می‌دانیم تندی و طول‌موج، موج نوری در عبور از هوا به آب کم می‌شود، پس گزینه‌های ۱ و ۳ غلط است همچنین می‌دانیم در عبور از هوا به آب پرتو شکست به خط عمود نزدیک شده و جبهه‌های موج به هم نزدیک‌تر می‌شوند، پس گزینهٔ ۴ درست است.

۱۵۵ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. چون $n_۲ < n_۱$ است، بنابراین پرتو شکست از خط عمود دور می‌شود و رنگی که بسامدش بیشتر است، بیشتر شکسته شده و از خط عمود دورتر می‌شود. دقت کنید چون محیط ورود و خروج نور یکسان است، پرتوهای ورودی و خروجی موازیند یعنی $\theta = \theta' = ۶۰$ است.



۱۵۶ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



$$\frac{\sin ۵۳}{\sin \theta_۲} = \frac{n_۲}{n_۱} \Rightarrow \frac{۰/۸}{\sin \theta_۲} = \frac{۱/۶}{۱}$$

$$\sin \theta_۲ = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \theta_۲ = ۳۰$$

$$\text{در مثلث OAB} \Rightarrow \cos \theta_۲ = \frac{۹\sqrt{۳}}{L}$$

$$\Rightarrow \cos ۳۰ = \frac{۹\sqrt{۳}}{L} \Rightarrow \frac{\sqrt{۳}}{۲} = \frac{۹\sqrt{۳}}{L} \Rightarrow L = ۱۸cm$$

$$n = \frac{C}{V} \Rightarrow ۱/۶ = \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{V} \Rightarrow V = \frac{۳۰}{۱۶} \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}$$

$$L = \mathrm{V}\,\Delta\,\mathrm{t} \Rightarrow \Delta \mathrm{t} = \frac{۱۸ \times ۱۰^{-۲}}{\frac{۳۰}{۱۶} \times ۱۰^{۸}} = \frac{۱۸ \times ۱۶ \times ۱۰^{-۲}}{۳ \times ۱۰^{۹}} s = ۶ \times ۱۶ \times ۱۰^{-۱۱}\ s = ۹۶ \times ۱۰^{-۲} ns = ۰/۹۶ ns$$

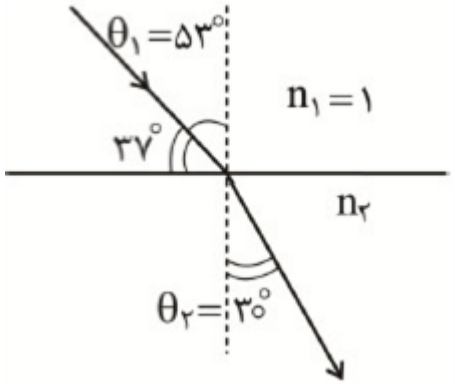
۱۵۷ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\Delta t = \frac{\overline{AB}}{V_۲} + \frac{\overline{BC}}{V_۳} = \frac{\overline{AB}}{\left(\frac{C}{n_۲}\right)} + \frac{\overline{BC}}{\left(\frac{C}{n_۳}\right)} \Rightarrow \Delta t = \frac{\overline{AB}.n_۲}{C} + \frac{\overline{BC}.n_۳}{C}$$

$$c\,\Delta\,t = n_۲.\overline{AB} + n_۳.\overline{BC} \Rightarrow ۳ \times ۱۰^{۸} \times ۸۰ \times ۱۰^{-۹} = n_۲ \times ۱۰ + n_۳ \times ۶$$

$$\Rightarrow ۲۴ = ۱۰ \Rightarrow n_۲ + ۶n_۳ \Rightarrow ۱۲ = ۵n_۲ + ۳n_۳$$

از طرفی:



$$n_۱ \sin\theta_۱ = n_۲ \sin\theta_۲ \Rightarrow ۱ \times \sin ۵۳^\circ = n_۲ \times \sin ۳۰^\circ$$

$$\Rightarrow ۰/۸ = n_۲ \times ۰/۵ \Rightarrow n_۲ = \frac{۸}{۵} \Rightarrow ۱۲ = ۵ \times \frac{۸}{۵} + ۳n_۳$$

$$\Rightarrow n_۳ = \frac{۴}{۳}$$

۱۵۸ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\theta_۱ = ۱۴۳ - ۹۰ = ۵۳$$

$$\theta_۲ = ۹۰$$

$$\frac{\sin\theta_۱}{\sin\theta_۲} = \frac{V_۱}{V_۲} = \frac{\lambda_۱}{\lambda_۲} \Rightarrow \frac{\sin ۵۳}{\sin ۹۰} = \frac{\lambda_۱}{۶۵۰} \Rightarrow \lambda_۱ = ۵۲۰nm$$

۱۵۹ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در محیط ۱ فاصلهٔ بین ۲ جبههٔ موج متوالی بیش از فاصلهٔ دو جبههٔ موج متوالی در محیط ۲ است:

$$\lambda_۱ > \lambda_۲$$

بسامد پرتو f در عبور از یک محیط به محیط دیگر ثابت می‌ماند، بنابراین:

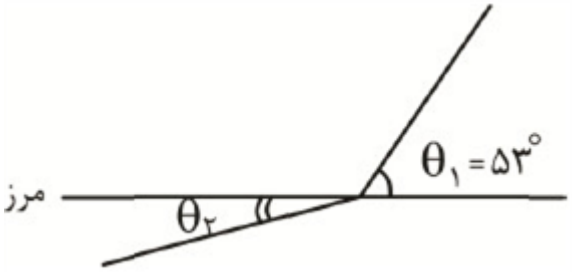
$$\lambda_۱ f > \lambda_۲ f \Rightarrow V_۱ > V_۲ \Rightarrow \frac{C}{n_۱} > \frac{C}{n_۲} \Rightarrow n_۱ < n_۲$$

بنابراین:

$$n_۲ = ۱/۶, n_۱ = ۱$$

زاویهٔ پرتو با خط عمودی برابر با زاویهٔ جبههٔ موج با مرز دو محیط است:

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

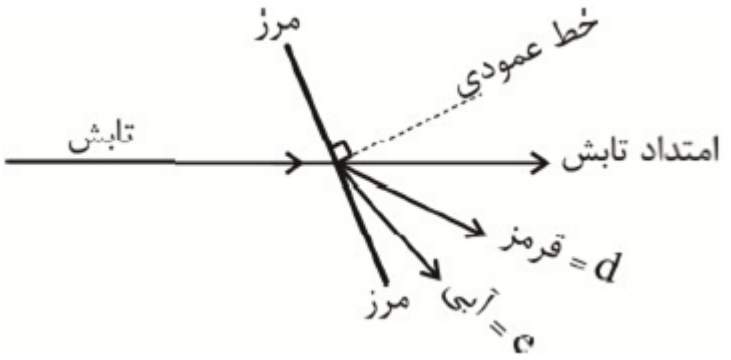


$$۱ \times \sin ۵۳^\circ = ۱/۶ \sin\theta_۲$$

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

۱۶۰ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. همیشه پرتوی شکست در ناحیه‌ای قرار می‌گیرد که امتداد تابش ما بین مرز و خط عمودی است.

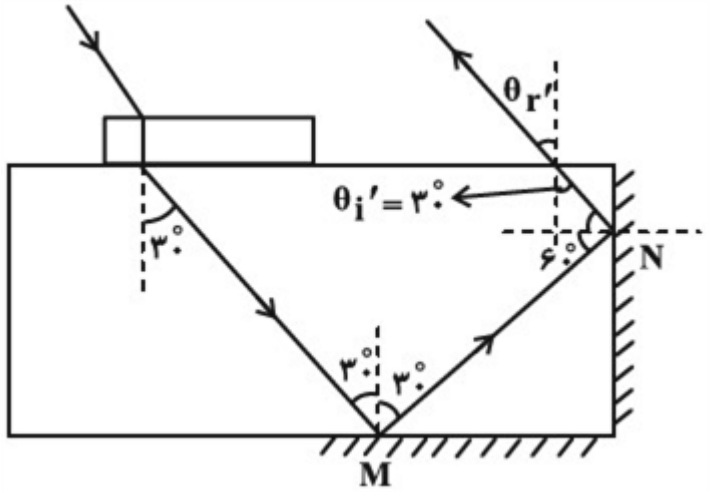
از آنجا که پرتو وارد محیط رقیق‌تر (هوا) می‌شود به مرز نزدیک شده، اما میزان شکست و انحراف پرتوی قرمز که بسامد کمتری تا پرتوی آبی دارد، کمتر است از این رو پرتوی d، قرمز است:



۱۶۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. پرتو از هوا وارد محیط شیشه‌ای و از محیط شیشه‌ای وارد مایع می‌شود. پس می‌توان رابطهٔ اسنل را مستقیماً بین هوا و مایع نوشت و داریم:

$$n_{۱}\sin ۴۵^\circ = n_{\text{مایع}}\sin\theta_r \Rightarrow ۱\times\frac{\sqrt{۲}}{۲}=\sqrt{۲}\sin\theta_r \Rightarrow \theta_r = ۳۰^\circ$$

پس از آن با رسم ادامهٔ مسیر پرتو خواهیم داشت:



پرتو پس از برخورد به آینهٔ ۲ با زاویهٔ تابش ۳۰° به سطح آب می‌تابد. با نوشتن رابطهٔ اسنل برای خروج پرتو از آب، داریم:

$$n_{\text{مایع}}\sin\theta_{i'} = n_{\text{هوا}}\sin\theta_{r'} \Rightarrow \sqrt{۲}\times\frac{۱}{۲}=۱\times\sin\theta_{r'} \Rightarrow \theta_{r'}=۴۵^\circ$$

و مشاهده می‌شود که پرتو با همان زاویهٔ ورودی خارج می‌شود پس با پرتوی ورودی به آب زاویهٔ ۱۸۰° می‌سازد.

۱۶۲ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. هنگام عبور یک موج از مرز میان دو محیط، فرکانس موج ثابت می‌ماند و طبق رابطهٔ $\lambda = \frac{v}{f}$، با ثابت ماندن f، طول موج و تندی رابطهٔ مستقیم دارند. طول موج پرتو در دو محیط نیز متناسب با فاصلهٔ بین جبهه‌های موج در دو محیط است.

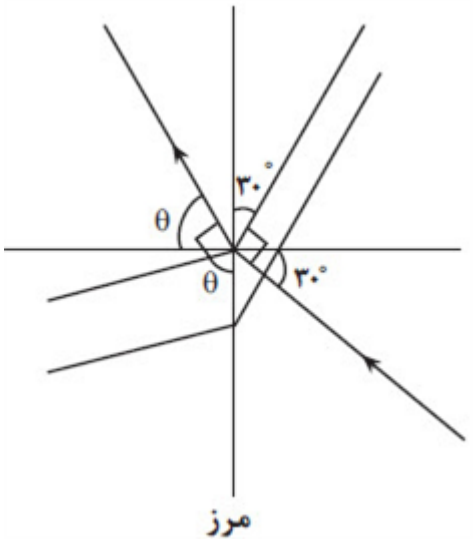
$$\frac{v_۲}{v_۱} = \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{۷/۲}{۶} = \frac{۶}{۵}$$

با توجه به شکل درمی‌یابیم زاویهٔ تابش (زاویهٔ بین پرتو تابش و خط عمود) همان ۳۰° و زاویهٔ شکست (زاویهٔ بین پرتو شکست و خط عمود) نیز همان θ می‌باشد.

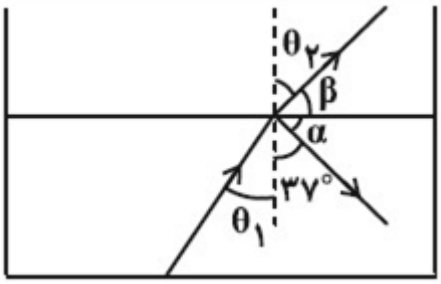
اکنون طبق قانون شکست عمومی داریم:

$$\frac{v_۲}{v_۱} = \frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱}$$

$$\frac{۶}{۵} = \frac{\sin\theta}{\sin ۳۰^\circ} = \frac{\sin\theta}{۰/۵} \Rightarrow \sin\theta = \frac{۰/۵ \times ۶}{۵} = ۰/۶ \Rightarrow \theta = ۳۷^\circ$$



۱۶۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به قانون عمومی بازتاب و برابری زاویه‌های تابش و بازتابش می‌توان گفت:



$$\theta_۱ = ۳۷^\circ$$

$$\alpha + ۳۷^\circ = ۹۰^\circ \Rightarrow \alpha = ۵۳^\circ \ , \ \alpha + \beta = ۹۰^\circ \Rightarrow \beta = ۳۷^\circ$$

$$\theta_۲ = ۹۰^\circ - \beta = ۵۳^\circ$$

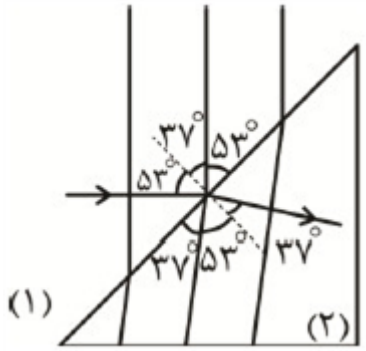
طبق قانون عمومی شکست می‌توان نوشت:

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

$$n_{\text{مایع}} \times \sin ۳۷^\circ = n_{\text{هوا}} \sin ۵۳^\circ \Rightarrow n_{\text{مایع}} = \frac{۴}{۳}$$

۱۶۴ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\frac{V_۱}{V_۲}=\frac{\sin ۵۳}{\sin ۳۷}=\frac{۰/۸}{۰/۶}=\frac{۴}{۳}$$



۱۶۵ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. کوتاه‌ترین زمان برای رسیدن نور لامپ به کف ظرف آب، در کوتاه‌ترین مسیر طی شده (مسیر حرکت عمودی) به دست می‌آید. اگر مدت زمان حرکت نور در هوا را با $\Delta t_۱$ و مدت زمان حرکت نور در آب را با $\Delta t_۲$ نشان دهیم، طبق رابطهٔ حرکت یکنواخت بر روی خط راست $(\Delta x = v\,\Delta t)$ داریم:

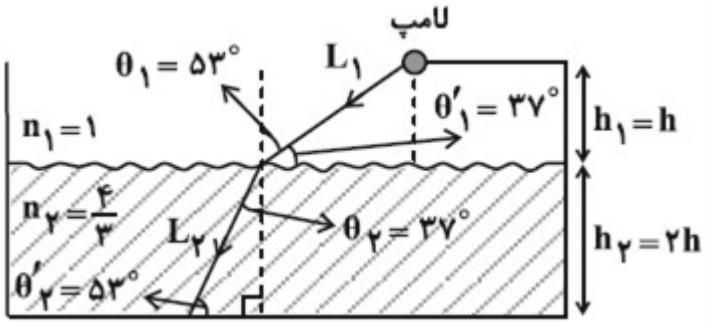
مطابق با شکل زیر و با استفاده از قانون شکست اسنل می توان نوشت:

$$\begin{cases}\Delta t_T=\Delta t_۱+\Delta t_۲\\ \Delta t=\dfrac{\Delta x}{v}\ ;\ v=\dfrac{c}{n}\end{cases}\Rightarrow \Delta t_T=\frac{h}{\frac{c}{n_۱}}+\frac{۲h}{\frac{c}{n_۲}}=\frac{h(n_۱+۲n_۲)}{c}\xrightarrow[c=۳\times ۱۰^۸\frac{m}{s},n_۱=۱,n_۲=\frac{۴}{۳}]{\Delta t_T=۳۳\times ۱۰^{-۹}s}$$

$$n_۱\sin\theta_۱=n_۲\sin\theta_۲\Rightarrow (۱)\left(\frac{۴}{۵}\right)$$

$$=\frac{۴}{۳}\sin\theta_۲\Rightarrow \sin\theta_۲=\frac{۳}{۵}=۰/۶$$

$$\Rightarrow \theta_۲=۳۷^\circ$$



$$\sin\theta'_۱=\frac{h_۱}{L_۱}\Rightarrow\frac{۳}{۵}=\frac{۲/۷}{L_۱}\Rightarrow L_۱=۴/۵m$$

$$\Delta t'_۱=\frac{L_۱}{c}=\frac{۴/۵}{۳\times ۱۰^۸}=۱۵\times ۱۰^{-۹}s=۱۵ns$$

$$\sin\theta'_۲=\frac{h_۲}{L_۲}\Rightarrow\frac{۴}{۵}=\frac{۲(۲/۷)}{L_۲}\Rightarrow L_۲=۶/۷۵m$$

$$\Delta t'_۲=\frac{n_۲L_۲}{c}=\frac{۴(۶/۷۵)}{۹\times ۱۰^۸}=۳۰ns$$

$$\Delta t'_T=\Delta t'_۱+\Delta t'_۲=۴۵ns$$

۱۶۶ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. پرتو نور پس از ورود به شیشه دچار شکست می‌شود. با استفاده از رابطهٔ اسنل زاویهٔ شکست را به دست می‌آوریم:

$$n_۱ \sin\theta_۱ = n_۲ \sin\theta_۲ \Rightarrow ۱ \times \frac{\sqrt{۲}}{۲} = \sqrt{۲}\sin\theta_۲ \Rightarrow \theta_۲ = ۳۰^\circ$$

سرعت پرتو پس از ورود به شیشه کاهش می‌یابد و از رابطه $v = \frac{c}{n}$ به دست می‌آید یعنی:

$$v = \frac{۳ \times ۱۰^{+۸}}{\sqrt{۲}} = \frac{۳\sqrt{۲}}{۲} \times ۱۰^{+۸}\frac{m}{s}$$

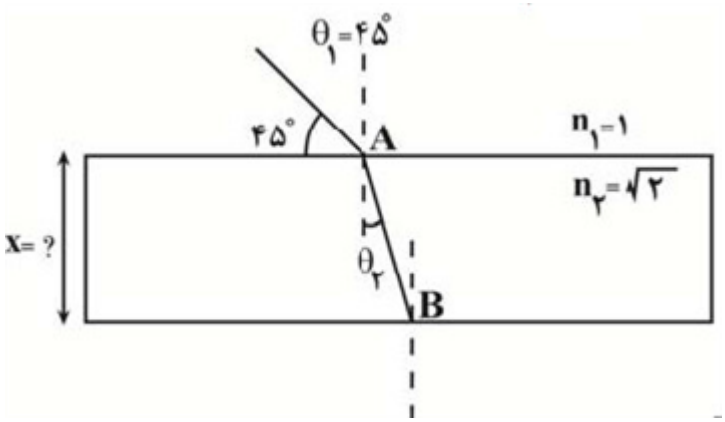
پرتو فاصله A تا B را با سرعت را با سرعت ثابت طی می کند و داریم:

$$L_{AB} = v\,\Delta t \xrightarrow[v=\frac{۳\sqrt{۲}}{۲}\times۱۰^{۸}\frac{m}{s}]{\Delta t = ۲ns} L_{AB} = \frac{۳\sqrt{۲}}{۲} \times ۱۰^{۸} \times ۲ \times ۱۰^{-۹} = ۳\sqrt{۲} \times ۱۰^{-۱} m$$

$$= ۳۰\sqrt{۲} cm$$

ضخامت شیشه را می‌توان با توجه به زاویهٔ $\theta_۲$ محاسبه کرد:

$$\cos\theta_۲ = \frac{x}{L_{AB}} \xrightarrow{\theta_۲ = ۳۰^\circ} \frac{\sqrt{۳}}{۲} = \frac{x}{۳۰\sqrt{۲}} \Rightarrow x = ۱۵\sqrt{۶} cm$$



۱۶۷ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. وقتی نور از هوا به طور مایل به یک محیط شفاف می‌تابد و تجزیه می‌شود، میزان شکست و انحراف پرتوی آبی بیشتر است، زیرا ضریب شکست بزرگ‌تری دارد.

زاویهٔ شکست برای پرتوی قرمز رنگ را به دست می‌آوریم:

$$n_۱ \sin\theta_۱ = n_۲ \sin\theta_۲ \xrightarrow[n_۲=\frac{۴}{۳}]{n_۱=۱\ ,\ \theta_۱=۵۳^\circ} ۱ \times \sin ۵۳^\circ = \frac{۴}{۳} \times \sin\theta_۲ \xrightarrow{\sin ۵۳^\circ=۰/۸}$$

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

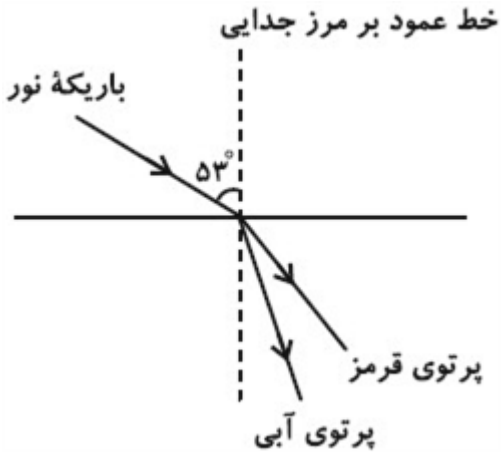
زاویهٔ شکست برای پرتوی آبی رنگ را نیز به دست می‌آوریم:

$$n_۱ \sin\theta_۱ = n_۲ \sin\theta_۲ \xrightarrow[n_۲=\frac{۸}{۵}]{n_۱=۱\ ,\ \theta_۱=۵۳^\circ} ۱ \times \sin ۵۳^\circ = \frac{۸}{۵} \times \sin\theta_۲$$

$$\xrightarrow{\sin ۵۳^\circ=۰/۸} ۰/۸ = \frac{۸}{۵} \times \sin\theta_۲ \Rightarrow \sin\theta_۲ = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \theta_۲ = ۳۰^\circ$$

اکنون اختلاف انحراف پرتوهای قرمز و آبی را حساب می کنیم:

$$(\theta_۲)_{\text{قرمز}} - (\theta_۲)_{\text{آبی}} = ۳۷^\circ - ۳۰^\circ = ۷^\circ$$



۱۶۸ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. همانطور که می‌دانیم، بسامد امواج به چشمه‌ی آنها وابسته است و به محیط انتشار موج بستگی ندارد. بنابراین بسامد موج صوتی در روغن و هوا یکسان است، اما طول موج با تغییر محیط به صورت زیر تغییر می‌کند:

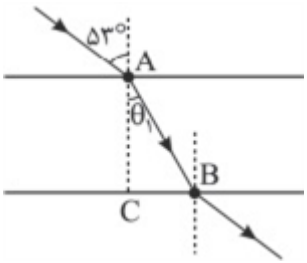
$$\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{v_۲}{v_۱} \Rightarrow \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{۱۵۰۰}{۳۰۰} = ۵$$

۱۶۹ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\frac{\sin ۵۳}{\sin \theta_۱} = \frac{۱/۶}{۱} \Rightarrow \theta_۱ = ۳۰$$

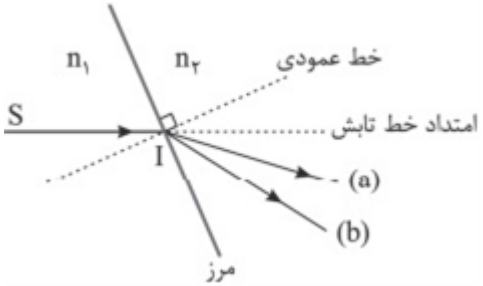
در مثلث ABC داریم:

$$\cos \theta_۱ = \frac{L}{AB} \Rightarrow \frac{\sqrt{۳}}{۲} = \frac{۶۰\sqrt{۳}}{AB}$$
$$\Rightarrow AB = ۱۲۰cm = ۱/۲m$$
$$n = \frac{C}{V} \Rightarrow V = \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{۱/۶}$$
$$\Delta t = \frac{L}{V} = \frac{۱/۲}{\frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{۱/۶}} = ۰/۴ \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۸} = ۶۴ \times ۱۰^{-۱۰}\ s = ۶/۴ns$$

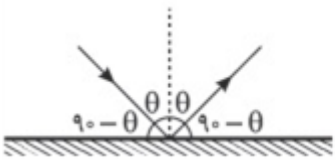


۱۷۰ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

چون پرتوهای شکست نسبت به پرتوهای تابش از خط عمود دور شده‌اند، پس $n_۲ < n_۱$ است و با توجه به اینکه شکست پرتو قرمز از آبی کمتر است گزینه‌ی ۲ درست است.



۱۷۱ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.



$$۲\theta = ۴(۹۰ - \theta)$$
$$\theta = ۲(۹۰ - \theta) \Rightarrow \theta = ۱۸۰ - ۲\theta$$
$$۳\theta = ۱۸۰ \Rightarrow \theta = ۶۰$$

۱۷۲ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

طبق قانون عمومی شکست داریم:

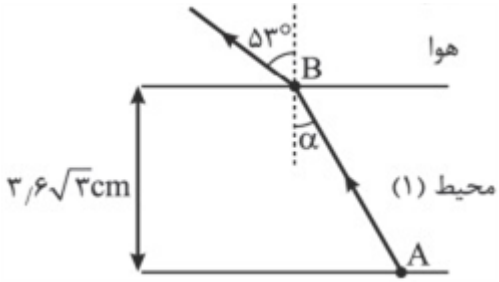
$$\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱}=\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱}=\frac{V_۲}{V_۱}$$

افزایش ۶۰ درصدی λ یعنی:

$$\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱}=\frac{۱/۶\lambda_۱}{\lambda_۱}=\frac{۸}{۵}$$

$$\frac{\sin ۵۳^\circ}{\sin\alpha}=\frac{۸}{۵}=\frac{۰/۸}{\sin\alpha}\Rightarrow\alpha=۳۰^\circ$$

$$\cos\alpha=\frac{۳/۶\sqrt{۳}}{AB}=\frac{\sqrt{۳}}{۲}\Rightarrow AB=۷/۲cm$$



۱۷۳ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

امواج صوتی (مکانیکی) برعکس امواج الکترومغناطیسی با ورود به محیط رقیق‌تر، دچار کاهش سرعت می‌شوند. چون زاویه جبهه‌های صوت در عبور از محیط (۱) به (۲) با سطح جداکننده کم شده، پس محیط (۲) رقیق‌تر از محیط (۱) است.

در نتیجه برای نور مرئی با ورود پرتو به محیط رقیق، پرتوها از خط عمود دور می‌شوند و چون بسامد نور سبز از نور نارنجی بیشتر است، انحراف نور سبز بیشتر از نور نارنجی است، پس گزینه‌ی ۴ صحیح است.

۱۷۴ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

چون در عبور از هوا به آب سرعت صوت زیاد می‌شود، جبهه‌ها از هم دور شده و پرتو شکست از خط عمود دور می‌شود.

۱۷۵ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

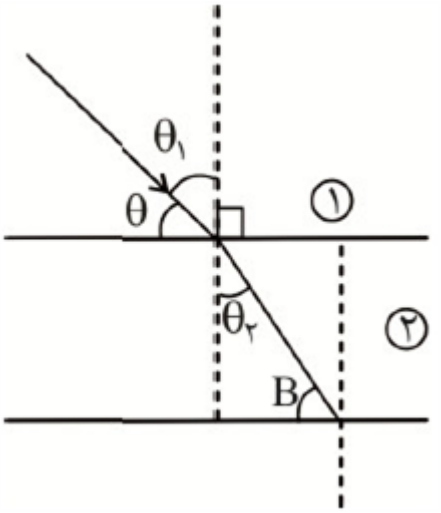
$$V_۱=\lambda_۱f_۱=۰/۴\times۲۲=۸/۸\ \frac{m}{s}$$

$$\frac{V_۲}{V_۱}=\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱}\rightarrow\frac{V_۲}{V_۱}=\frac{\sin ۳۰^\circ}{\sin ۵۳^\circ}\rightarrow\frac{V_۲}{۸/۸}=\frac{۰/۵}{۰/۸}\rightarrow V_۲=۵/۵\ \frac{m}{s}$$

۱۷۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

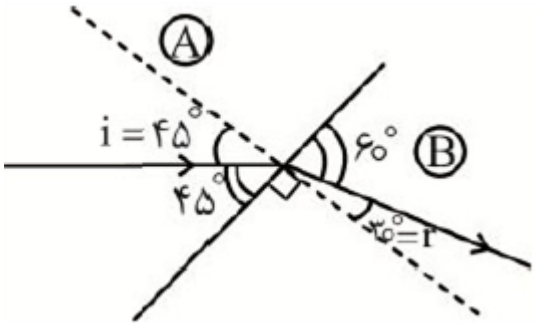
۱۷۷ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. نور از آب وارد هوا می‌شود، یعنی از محیط غلیظ وارد محیط رقیق می‌شود. پس طول موج افزایش می‌یابد.

۱۷۸ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.



$$\theta_۱ = ۹۰ - \theta$$
$$\theta_۲ = ۹۰ - \beta$$
$$\frac{V_۲}{V_۱} = \frac{n_۱}{n_۲} = \frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱} = \frac{\sin(۹۰ - \beta)}{\sin(۹۰ - \theta)} = \frac{\cos\beta}{\cos\theta}$$

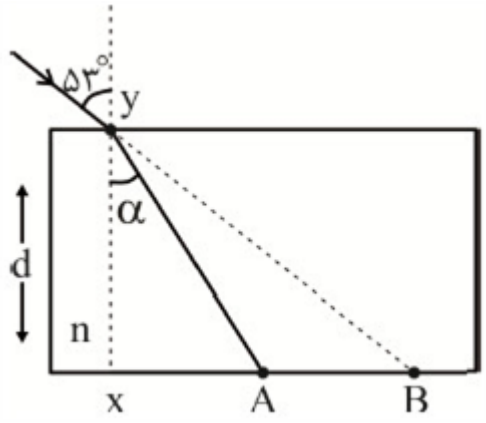
۱۷۹ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



$$\frac{n_B}{n_A} = \frac{\sin\theta_A}{\sin\theta_B} = \frac{\sin ۴۵^\circ}{\sin ۳۰^\circ} = \frac{\frac{\sqrt{۲}}{۲}}{\frac{۱}{۲}} = \sqrt{۲}$$
$$\frac{V_A}{V_B} = \frac{n_B}{n_A} = \sqrt{۲}$$
$$\frac{n_۱}{n_۲} = \frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱} = \frac{V_۲}{V_۱}$$

۱۸۰ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\frac{\sin ۵۳}{\sin \alpha} = \frac{n}{۱} = \frac{۴}{۳} \Rightarrow \alpha = ۳۷^\circ$$



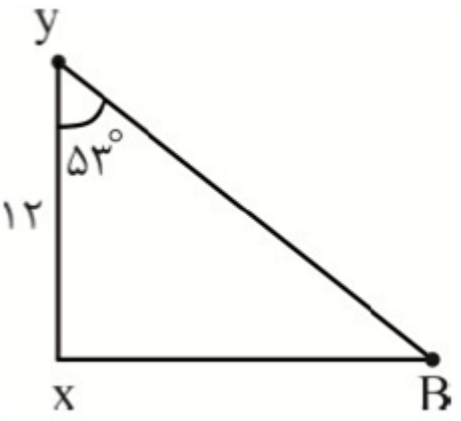
با کمک مثلث‌های $\overset{\triangle}{yx}B, \overset{\triangle}{yx}A$ فاصلهٔ دو نقطهٔ A و B را به دست می‌آوریم:

$$tg۳۷^\circ = \frac{\overline{xA}}{۱۲} = \frac{۳}{۴} \Rightarrow \overline{xA} = ۹mm$$



$$tg۵۳^\circ = \frac{\overline{xB}}{۱۲} = \frac{۴}{۳} \Rightarrow \overline{xB} = ۱۶mm$$

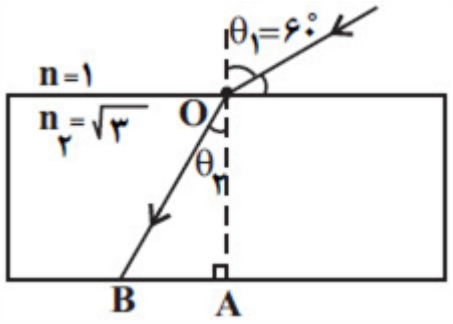
$$AB = \overline{xB} - \overline{xA} = ۱۶ - ۹ = ۷mm$$



۱۸۱ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا به کمک قانون شکست اسنل، زاویهٔ شکست را محاسبه و سپس تندی انتشار نور در تیغه را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}=\frac{n_2}{n_1}\Rightarrow\frac{\sin ۶۰}{\sin\theta_2}=\frac{\sqrt{۳}}{۱}$$

$$\Rightarrow\frac{\frac{\sqrt{۳}}{۲}}{\sin\theta_2}=\sqrt{۳}\Rightarrow\sin\theta_2=\frac{۱}{۲}\Rightarrow\theta_2=۳۰^\circ$$



تندی انتشار نور در تیغه برابر است با:

$$n=\frac{c}{v}\Rightarrow\sqrt{۳}=\frac{۳\times۱۰^۸}{v}\Rightarrow v=\sqrt{۳}\times۱۰^۸\frac{m}{s}$$

چون تندی نور ثابت است، به صورت زیر جابه‌جایی نور در تیغه را می‌یابیم، بنابراین مقدار جابه‌جایی نور در تیغهٔ (OB) برابر است با:

$$\Delta x=v.\Delta t\xrightarrow{\Delta t=۵ns=۵\times۱۰^{-۹}s}\Delta x=\sqrt{۳}\times۱۰^۸\times۵\times۱۰^{-۹}\Rightarrow\Delta x=۵\sqrt{۳}\times۱۰^{-۱}m$$

در آخر، در مثلث OAB داریم:

$$\Rightarrow OB=\Delta x=۰/۵\sqrt{۳}m$$

$$\cos\theta_2=\frac{OA}{OB}\xrightarrow[OA=d]{\theta_2=۳۰^\circ\ ,\ OB=۰/۵\sqrt{۳}m}\cos ۳۰=\frac{d}{۰/۵\sqrt{۳}}$$

$$\xrightarrow{\cos ۳۰=\frac{\sqrt{۳}}{۲}}\frac{\sqrt{۳}}{۲}=\frac{d}{۰/۵\sqrt{۳}}\Rightarrow d=۰/۷۵m=۷۵cm$$

۱۸۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. می‌دانیم که چون دو زاویهٔ غیر روبه‌رو هم با اضلاع عمود بر هم با هم برابرند، زاویهٔ بین جبهه‌های موج تابشی و مرز جدایی دو محیط برابر زاویهٔ تابش (θ_1) است.

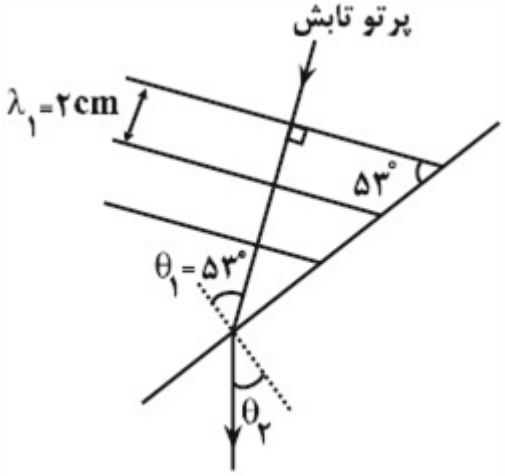
از طرف دیگر، چون تندی موج در محیط (۱) ۶۰ درصد بیشتر از تندی موج در محیط (۲) است،

$v_1=v_2+۰/۶v_2=\frac{۸}{۵}v_2$ می‌باشد. بنابراین طبق قانون شکست عمومی داریم:

$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}=\frac{v_1}{v_2}\xrightarrow[\theta_1=۵۳^\circ]{\frac{v_1}{v_2}=\frac{۸}{۵}}\frac{\sin ۵۳}{\sin\theta_2}=\frac{۸}{۵}$$

$$\xrightarrow{\sin ۵۳=۰/۸}\frac{۰/۸}{\sin\theta_2}=\frac{۸}{۵}$$

$$\Rightarrow\sin\theta_2=۰/۵\Rightarrow\theta_2=۳۰^\circ$$



با توجه به این‌که در عبور موج از یک محیط به محیط دیگر، بسامد موج ثابت می‌ماند، داریم:

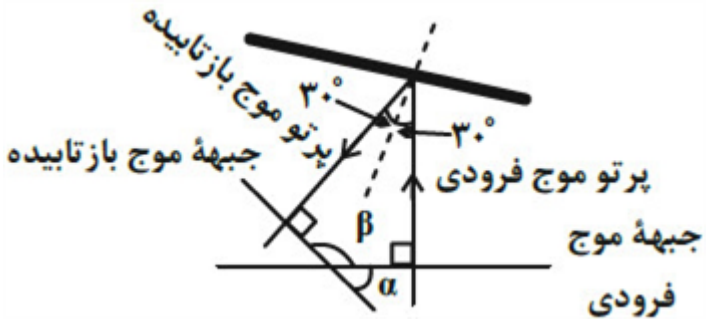
$$v=\lambda f\xrightarrow{f=\text{ثابت}}\frac{v_1}{v_2}=\frac{\lambda_1}{\lambda_2}\xrightarrow{\lambda_1=۲cm}\frac{۸}{۵}=\frac{۲}{\lambda_2}\Rightarrow\lambda_2=\frac{۱۰}{۸}=۱/۲۵cm$$

دقت کنید، فاصلهٔ دو جبههٔ موج متوالی برابر یک طول موج (λ) است. در این‌جا، طول موج در محیط ۱ برابر $\lambda_1=۲cm$ است.

۱۸۳ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. 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.



۱۸۴ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در شکل سمت راست پرتوی ما پس از شکست از خط عمود شده

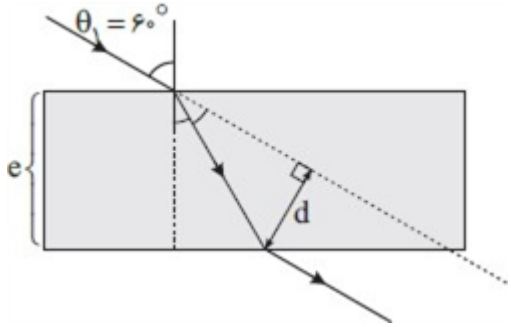
$$n_۱ > n_۳ \Longleftarrow$$

در شکل سمت چپ پرتوی ما پس از شکست به خط عمود نزدیک شده

$$n_۱ < n_۳ \Longleftarrow$$
$$\Rightarrow n_۲ > n_۱ > n_۳$$

۱۸۵ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\frac{\sin\theta_۱}{\sin\theta_۲} = \frac{n_۲}{n_۱} \Rightarrow \frac{\frac{\sqrt{۳}}{۲}}{\sin\theta_۲} = \sqrt{۳} \Rightarrow \theta_۲ = ۳۰$$
$$\overset{\triangle}{OMD} \ : \ \alpha = ۶۰ - ۳۰ = ۳۰$$
$$\sin ۳۰^\circ = \frac{d}{\mathrm{OM}} \Rightarrow \mathrm{OM} = \frac{۱۰}{\frac{۱}{۲}} = ۲۰cm$$
$$\overset{\triangle}{OHM} \ : \ \cos\theta_۲ = \frac{e}{\mathrm{OM}} \Rightarrow \frac{\sqrt{۳}}{۲} = \frac{e}{۲۰} \Rightarrow e = ۱۰\sqrt{۳}cm$$



۱۸۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اگر کل زمان حرکت صوت برابر T باشد، به ازای یک رفت و برگشت، صوت در مدت $\frac{T}{۲}$ فاصله ی $d = ۲۵\ m$ را طی کرده و در همین مدت برمی‌گردد. به همین ترتیب به ازای n رفت و برگشت، زمان طی شدن فاصله‌ی ۲۵ متری برابر $\frac{T}{n+۱}$ است. آن‌گاه برای بازتاب‌های چندگانه داریم:

$$d = vt \Rightarrow ۲۵ = ۳۵۰ \times \frac{۱/۵}{n+۱}$$

و در نتیجه:

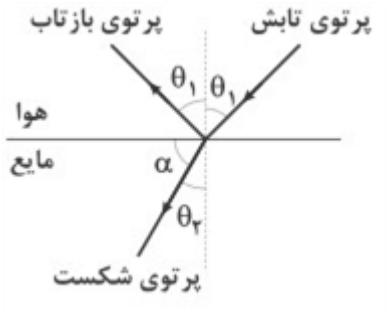
$$n = \frac{۳۵۰ \times ۱/۵}{۲۵} - ۱ = ۲۰$$

۱۸۷ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. وقتی نور از محیطی با ضریب شکست بیش‌تر به طور مایل وارد محیطی با ضریب شکست کم‌تر شود، به ازای زاویه‌ی تابش خاصی موسوم به زاویه حد، زاویه شکست برابر ۹۰ درجه می‌شود و از آن پس برای هر زاویه تابش بزرگ تری که می‌تابد، همه‌ی نور فرودی بازمی‌تابد که به این پدیده بازتاب داخلی کلی گفته می‌شود.

۱۸۸ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با استفاده از قانون شکست عمومی خواهیم داشت:

$$\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱} = \frac{v_۲}{v_۱} \Rightarrow \frac{\sin\theta_۲}{\sin ۵۳^\circ} = \frac{۵\sqrt{۲}}{۸} \Rightarrow \sin\theta_۲ = \frac{\sqrt{۲}}{۲} \Rightarrow \theta_۲ = ۴۵^\circ$$

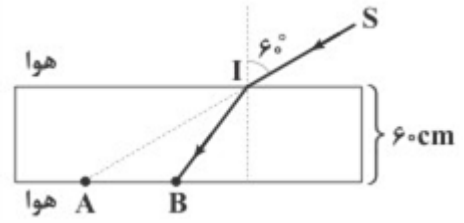
با توجه به شکل زیر، زاویه ی بین پرتو شکست و پرتو بازتاب برابر است با:



$$\hat{\alpha} = ۱۸۰^\circ - (\theta_۱ + \theta_۲)$$

$$\xrightarrow[\theta_۲=۴۵^\circ]{\theta_۱=۵۳^\circ} \hat{\alpha} = ۱۸۰^\circ - (۵۳^\circ + ۴۵^\circ) \Rightarrow \hat{\alpha} = ۱۸۰^\circ - ۹۸^\circ = ۸۲^\circ$$

۱۸۹ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به قانون شکست اسنل داریم:



$$\frac{\sin\theta_۱}{\sin\theta_۲}=\frac{n_۲}{n_۱}$$

$$\xrightarrow[n_۲=\frac{۵\sqrt{۳}}{۶}]{\theta_۱=۶۰^\circ}\ \frac{\sin ۶۰^\circ}{\sin\theta_۲}=\frac{\frac{۵\sqrt{۳}}{۶}}{۱}$$

$$\Rightarrow \sin\hat{\theta}_۲=۰/۶\xrightarrow{\sin ۳۷^\circ=۰/۶}\theta_۲=۳۷^\circ$$

در مثلث $\overset{\triangle}{\mathrm{IBH}}$ می‌توان نوشت:

$$\tan ۳۷^\circ=\frac{\mathrm{BH}}{\mathrm{IH}}\Rightarrow\frac{۳}{۴}=\frac{\mathrm{BH}}{۶۰}\Rightarrow \mathrm{BH}=۴۵\mathrm{cm}$$

در مثلث $\overset{\triangle}{\mathrm{IAH}}$ داریم:

$$\tan ۶۰^\circ=\frac{\mathrm{AH}}{\mathrm{IH}}\Rightarrow\sqrt{۳}=\frac{\mathrm{AH}}{۶۰}\Rightarrow \mathrm{AH}=۶۰\sqrt{۳}cm$$

فاصله‌ی AB برابر است با:

$$\mathrm{AB}=\mathrm{AH}-\mathrm{BH}=\left(۶۰\sqrt{۳}-۴۵\right)\ cm$$

۱۹۰ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به این‌که پرتو هنگام ورود از محیط رقیق به محیط غلیظ به خط عمود بر سطح جداکننده‌ی دو محیط نزدیک‌تر می‌شود، بنابراین می‌توان با استفاده از رابطه‌ی $\hat{D}=\hat{i}-\hat{r}$ که در آن $\hat{D}=\hat{r}$ است (مطابق گفته‌ی سؤال)، زاویه‌ی شکست را به‌دست آورد:

با استفاده از قانون شکست اسنل،

$$\hat{D}=\hat{i}-\hat{r}\xrightarrow{\hat{D}=\hat{r}}\hat{r}=\hat{i}-\hat{r}\Rightarrow ۲\hat{r}=\hat{i}\xrightarrow{\hat{i}=۶۰^\circ}۲\hat{r}=۶۰^\circ\Rightarrow\hat{r}=۳۰^\circ$$

نسبت ضریب شکست ها را محاسبه می کنیم:

$$\frac{\sin\hat{i}}{\sin\hat{r}}=\frac{n_۱}{n_۱}\xrightarrow[\hat{i}=۶۰^\circ]{\hat{r}=۳۰^\circ}\frac{\sin ۶۰^\circ}{\sin ۳۰^\circ}=\frac{n_۲}{n_۱}$$

$$\xrightarrow[\sin ۳۰^\circ=\frac{۱}{۲}]{\sin ۶۰^\circ=\frac{\sqrt{۳}}{۲}}\frac{\frac{\sqrt{۳}}{۲}}{\frac{۱}{۲}}=\frac{n_۲}{n_۱}\Rightarrow\frac{n_۲}{n_۱}=\sqrt{۳}$$

با استفاده از رابطه‌ی $n=\frac{c}{v}$، نتیجه می‌گیریم که ضریب شکست یک محیط با تندی پرتو در آن محیط رابطه‌ی عکس دارد، پس می‌توان نوشت:

$$\frac{n_۲}{n_۱}=\frac{v_۱}{v_۲}\xrightarrow{\frac{n_۲}{n_۱}=\sqrt{۳}}\sqrt{۳}=\frac{v_۱}{v_۲}=\frac{c}{v_۲}\xrightarrow{c=۳\times۱۰^۸\ \frac{m}{s}}\frac{۳\times۱۰^۸}{v_۲}=\sqrt{۳}$$

$$\Rightarrow v_۲=\frac{۳\times۱۰^۸}{\sqrt{۳}}=\sqrt{۳}\times۱۰^۸\ \frac{m}{s}$$

۱۹۱ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با عبور پرتو از محیط رقیق به غلیظ، پرتو به خط عمود بر سطح جداکننده‌ی دو محیط نزدیک می‌شود و بالعکس و می‌دانیم هر چه طول موج نور بیشتر باشد، میزان شکست آن کم‌تر است، بنابراین نور آبی نسبت به نور قرمز بیشتر از خط عمود بر سطح جداکننده‌ی دو محیط دور می‌شود.

۱۹۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. هنگام ورود پرتوی نور از محیط A به B، فاصله‌ی دو جبهه‌ی موج متوالی، ۳۰ درصد افزایش می‌یابد، بنابراین:

$$\lambda_B=\lambda_A+۰/۳\ \lambda_A=۱/۳\ \lambda_A\quad(I)$$

حین ورود پرتو از محیط B به C نیز فاصله‌ی دو جبهه‌ی موج متوالی، ۳۰ درصد کاهش می‌یابد، بنابراین:

$$\lambda_C=\lambda_B-۰/۳\ \lambda_B=۰/۷\ \lambda_B\ (\mathrm{II})$$

از روابط (I) و (II) داریم:

$$\begin{cases}\lambda_B=۱/۳\ \lambda_A\\ \lambda_C=۰/۷\ \lambda_B\end{cases}\Rightarrow\lambda_C=۰/۹۱\ \lambda_A$$

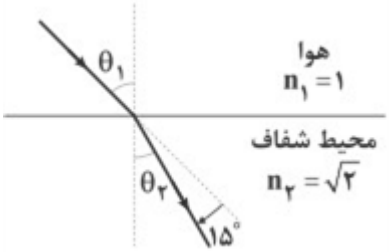
مطابق رابطه‌ی $v=\lambda f$ و ثابت ماندن بسامد حین تغییر محیط می‌توان نوشت:

$$\lambda_C=۰/۹۱\ \lambda_A\xrightarrow[f_A=f_C]{v=\lambda f}v_C=۰/۹۱\ v_A$$

با استفاده از رابطه‌ی $v=\frac{c}{n}$ و بازنویسی آن برای محیط A,C داریم:

$$v=\frac{c}{n}\Rightarrow\frac{v_C}{v_A}=\frac{n_A}{n_C}\xrightarrow{v_C=۰/۹۱\ v_A}\frac{n_A}{n_C}=\frac{۹۱}{۱۰۰}$$

۱۹۳ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. هوا رقیق‌ترین محیط است، بنابراین وقتی پرتویی از هوا به هر محیط شفافی بتابد، آن محیط شفاف، محیط غلیظ محسوب شده و در نتیجه پرتوی شکست نسبت به امتداد پرتوی تابش به خط عمودبر سطح جداکننده‌ی دو محیط نزدیک‌تر خواهد شد.



بنابراین با استفاده از قانون شکست اسنل داریم:

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$
$$\xrightarrow[\theta_2=\theta_1-15^\circ]{n_1=1 \text{ و } n_2=\sqrt{3}} 1\times \sin\theta_1 = \sqrt{2}\sin(\theta_1-15^\circ)$$
$$\Rightarrow \sin\theta_1 = \sqrt{2}\sin(\theta_1-15^\circ)$$

بهترین و سریع‌ترین راه برای پیدا کردن مقدار θ_1، جای‌گذاری گزینه‌ها در رابطه‌ی به‌دست آمده است.

بررسی گزینه‌ها:

۱) $\theta_1 = 60^\circ \Rightarrow \sin 60^\circ = \sqrt{2}\sin(60^\circ-15^\circ)$

$$\Rightarrow \sin 60^\circ = \sqrt{2}\sin 45^\circ \xrightarrow[\sin 45^\circ=\frac{\sqrt{3}}{2}]{\sin 60^\circ=\frac{\sqrt{3}}{2}} \frac{\sqrt{3}}{2} \neq 1 \ (\times)$$

۲) $\theta_1 = 45^\circ \Rightarrow \sin 45^\circ = \sqrt{2}\sin(45^\circ-15^\circ)$

$$(\checkmark)\Rightarrow \sin 45^\circ = \sqrt{2}\sin 30^\circ \xrightarrow[\sin 30^\circ=\frac{1}{2}]{\sin 45^\circ=\frac{\sqrt{2}}{2}} \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

۳) $\theta_1 = 30^\circ \Rightarrow \sin 30^\circ = \sqrt{2}\sin(30^\circ-15^\circ)$

$$\Rightarrow \sin 30^\circ = \sqrt{2}\sin 15^\circ$$

از طرفی می دانیم:

$$\sin 15^\circ = \sin(45^\circ-30^\circ) = \sin 45^\circ\cos 30^\circ - \cos 45^\circ \sin 30^\circ$$
$$= \frac{\sqrt{2}}{2}\times\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{\sqrt{2}}{2}\times\frac{1}{2} \Rightarrow \sin 15^\circ = \frac{\sqrt{6}-\sqrt{4}}{2}$$

بنابراین:

$$\frac{1}{2} \neq \sqrt{2}\left(\frac{\sqrt{6}-\sqrt{4}}{2}\right) \ (\times)$$

۴) $\Rightarrow \sin 15^\circ = \sqrt{2}\sin 0^\circ \ (\times)\ \theta_1 = 15^\circ \Rightarrow \sin 15^\circ = \sqrt{2}\sin(15^\circ-15^\circ)$

۱۹۴ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. به دلیل این‌که پرتوی نور تک‌رنگ سبز به‌صورت پخشنده توسط این سطح بازتابانده می‌شود، بنابراین ابعاد ناهمواری‌های این سطح، بیشتر از طول موج پرتوی نور سبزرنگ است.

می‌دانیم طول موج امواج میکروموج، بلندتر از طول موج پرتوی نور سبزرنگ است. بنابراین ابعاد ناهمواری‌های سطح بازتابانده ای‌بار کم‌تر یا بسیار کم‌تر از طول موج امواج میکروموج بوده، در نتیجه به‌صورت منظم بازتاب انجام می‌شود.

۱۹۵ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ضریب شکست محیط (۱)، ۳۰ درصد بیشتر از ضریب شکست محیط (۲) می‌باشد، یعنی:

$$n_۱ = ۱/۳n_۲ \Rightarrow n_۲ = \frac{n_۱}{۱/۳}$$

هم چنین ضریب شکست محیط (۱) از ضریب شکست محیط (۳)، ۳۰ درصد کم تر است، یعنی:

$$n_۱ = ۰/۷n_۳ \Rightarrow n_۳ = \frac{n_۱}{۰/۷}$$

براساس رابطه ی ضریب شکست می توان نوشت:

$$\frac{v_۲}{v_۳} = \frac{n_۳}{n_۲} = \frac{\frac{n_۱}{۰/۷}}{\frac{n_۱}{۱/۳}} = \frac{۱/۳n_۱}{۰/۷n_۱} = \frac{۱/۳}{۰/۷} = \frac{۱۳}{۷} \Rightarrow \frac{v_۲}{v_۱} = \frac{۱۳}{۷}$$

تندی نور در محیط (۳) از تندی نور در خلأ، ۴۸ درصد کم تر است، بنابراین داریم:

$$\Rightarrow \frac{c}{v_۲} = \frac{۷}{۱۳ \times ۰/۵۲} \Rightarrow \frac{c}{v_۲} = \frac{۱۷۵}{۱۶۹} \quad \frac{v_۲}{v_۳} = \frac{۱۳}{۷} \xrightarrow{v_۳ = ۰/۵۲c} \frac{v_۲}{۰/۵۲c} = \frac{۱۳}{۷}$$

۱۹۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. به علت موازی بودن مرزهای جداکننده‌ی محیط ها، می‌توان به سادگی نتیجه گرفت:

$$\begin{cases} \alpha_۲ = \alpha_۳ \\ \alpha_۱ = \alpha_۴ \end{cases}$$

چون $\alpha_۱ = \alpha_۴$، محیط (۱) و محیط (۳) یکسان هستند و ضرایب شکست برابر دارند، بنابراین:

$$n_۱ = n_۳$$

چون پرتوی نور پس از ورود به محیط (۲) به خط عمود بر سطح جداکننده‌ی دو محیط نزدیک شده است، بنابراین:

$$n_۲ > n_۱$$

بنابراین داریم:

$$n_۱ = n_۳ < n_۲$$

۱۹۷ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. عبارت‌های «الف» و «ج» نادرست هستند.

بررسی عبارت‌های نادرست:

الف) پرتوهای نور همواره بر جبهه‌های موج عمود هستند، بنابراین زاویه‌ی بین آن‌ها ثابت می‌ماند.

ج) در اثر افزایش دما، چگالی هوا و ضریب شکست هوا هر دو کاهش می‌یابند.

۱۹۸ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. چون نور قرمز بسامد کم‌تری نسبت به نورهای زرد، نارنجی و بنفش دارد، انحراف کم‌تری هم خواهد داشت.

۱۹۹ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در نزدیکی سطح زمین هوا گرم‌تر است و چگالی آن کاهش می‌یابد و ضریب شکست آن هم کم می‌شود و در نتیجه طبق رابطه‌ی $V\alpha\frac{۱}{n}$ تندی افزایش می‌یابد و طبق رابطه‌ی $\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{V_۲}{V_۱}$ با افزایش تندی، طول موج هم افزایش می‌یابد.

۲۰۰ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با افزایش دمای محیط ، چگالی کاهش می‌یابد، یعنی $P_۲ < P_۱$ خواهد بود؛ پس $\frac{\rho_۲}{\rho_۱} < ۱$ می‌شود.

هم‌چنین محیط رقیق شده و ضریب شکست $\rho_۲ < \rho_۱$ خواهد شد؛ یعنی $\frac{n_۲}{n_۱} < ۱$ می‌شود.

۲۰۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در پدیدهٔ پراش هرگاه پهنای شکاف در حدود طول موج باشد، پراش بازتر خواهد بود.

۲۰۲ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. اگر a پهنای شکاف و λ طول موج تابیده شده به شکاف باشد، هر چه نسبت $\frac{\lambda}{a}$ بزرگ‌تر باشد، احتمال وقوع پدیده پراش بیشتر و اگر پدیده پراش رخ دهد، شدت آن بیشتر است.

با توجه به نکته بالا برای وقوع پدیده پراش در شکاف‌های A و B لازم است نسبت $\frac{\lambda}{a}$ افزایش یابد که این موضوع سبب کاهش بسامد و افزایش λ (طول موج) می‌شود. $\left(\uparrow \lambda = \frac{V}{f \downarrow}\right)$ حال بررسی می‌کنیم برای اینکه پدیده پراش در کدام‌یک از دو شکاف در ابتدا رخ می‌دهد؛ باید مشخص شود در یک بسامد مشخص و معین، طول موج تابیده شده به کدام‌یک از دو شکاف بزرگ‌تر است؛ پس:

$$f: \frac{\lambda_۱}{\lambda_۲} = \frac{V_۱}{V_۲} = \frac{n_۲}{n_۱} \Rightarrow \frac{\lambda_۱}{\lambda_۲} = \frac{\frac{۱۲}{۵}}{\frac{۴}{۳}} = ۱/۸ \Rightarrow \lambda_۱ > \lambda_۲$$

به عبارتی طول موج امواج تابیده شده به شکاف A بزرگ‌تر از شکاف B است. پس پدیده پراش در شکاف A رخ می‌دهد.

۲۰۳ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. امواج در حین عبور از شکاف‌هایی که پهنای آنها در حدود طول‌موج امواج باشد پراشیده می‌شوند و به منطقه سایهٔ مانع می‌رسند. بنابراین با توجه به طول‌موج به دست آمده، گزینهٔ ۲ صحیح است.

پس از پراش موج به ناحیه سایه می رسد. $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{۲ \times ۱۰^{۹}} = ۰/۱۵m = ۱۵۰mm$

۲۰۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. موارد الف، ب و ث درست است. علت نادرستی سایر موارد:

پ) در آزمایش یانگ، نوارهای روشن در اصل نقاط با تداخل سازنده هستند.

ت) در نقش تداخلی آزمایش یانگ، پهنای هر نوار روشن یا تاریک با طول موج نور متناسب است و طبق رابطهٔ $\lambda = \frac{v}{f}$، با فرکانس نسبت عکس دارد.

۲۰۵ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

برای افزایش میزان پراش باید نسبت $\frac{a}{\lambda}$ تا حد امکان به یک نزدیک‌تر شود که a ضخامت شکاف و λ طول موج است.

اگر نسبت $\frac{a}{\lambda}$ را k فرض کنیم داریم:

گزینه‌ی ۱ : $k_۱ = ۶, a_۲ = \frac{۱}{۳}a_۱ \Rightarrow k_۲ = \frac{۱}{۳}k_۱ = ۲$

گزینه‌ی ۲ : $k_۱ = ۶, f_۲ = ۴f_۱ \Rightarrow \lambda_۲ = \frac{۱}{۴}\lambda \Rightarrow k_۲ = ۴k_۱ = ۲۴$

گزینه‌ی ۳ : $k_۱ = ۶, a_۲ = ۳a_۱ \Rightarrow k_۲ = ۳k_۱ = ۳ \times ۶ = ۱۸$

گزینه‌ی ۴ : $k_۱ = ۶, f_۲ = \frac{۱}{۴}f_۱ \Rightarrow \lambda_۲ = ۴\lambda_۱ \Rightarrow k_۲ = \frac{k_۱}{۴} = \frac{۶}{۴} = ۱/۵$

۲۰۶ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. هر اندازه پهنای شکاف به طول موج نور تابشی نزدیک‌تر باشد، پدیده پراش بهتر صورت می‌گیرد. برای تحقق این منظور، هر اندازه طول موج نور تابشی بیشتر (بسامد آن کمتر) و پهنای شکاف کوچک‌تر باشد، پراش بیشتری رخ می‌دهد.

۲۰۷ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

۲۰۸ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. هر چهار عبارت ذکر شده صحیح است.

۲۰۹ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

برای کاهش پراش باید عدد m در رابطه‌ی $m = \frac{a}{\lambda}$ افزایش یابد. در گزینه‌ی (۱) و (۲) عدد m کاهش می‌یابد.

$$a = \frac{\lambda}{m}$$

بنابراین پراش افزایش می‌یابد و گزینه‌ی (۳) در پراش تأثیری ندارد. در گزینه‌ی (۴)، $\lambda_۲ = \frac{\lambda_۱}{n} \Rightarrow \lambda_۲ < \lambda_۱$ سپس با کاهش مقدار λ عدد m افزایش یافته و پراش کاهش می‌یابد.

۲۱۰ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

بیشترین پراش وقتی رخ می‌دهد که طول موج نور تابشی برابر با اندازه‌ی شکاف باشد.

$$a = ۰/۶mm$$

$$a = \lambda$$

$$\lambda = \frac{V}{F} \Rightarrow f = \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{۶ \times ۱۰^{-۴}} = \frac{۱}{۲} \times ۱۰^{۱۲}\text{Hz}$$

$$\lambda = \frac{۱}{۲} \times ۱۰^{۱۲} \times ۱۰^{-۹}\text{GH} = ۵۰۰\text{Hz}$$

۲۱۱ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. پدیده‌ی پراش در مورد پیشروی موج‌هایی به سمت مانع‌هایی با لبه‌های تیز و شکاف‌های در حدود طول موج است.

۲۱۲ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. نقش پراش ناشی از تداخل امواج روی پرده است و تحلیل آن به واسطهٔ تداخل‌های سازنده و ویرانگر امواج روی پرده امکان‌پذیر است.

۲۱۳ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. باید ضخامت شکاف در حد طول موج نور تابشی باشد.

$$d = \lambda \Rightarrow \lambda = ۲\text{mm}$$

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{f} = ۲ \times ۱۰^{-۳} \Rightarrow f = ۱/۵ \times ۱۰^{۱۱}\text{Hz}$$

$$f = ۱/۵ \times ۱۰^{۱۱} \times ۱۰^{-۹} = ۱۵۰\text{GHz}$$

۲۱۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. باید ضخامت شکاف در حد طول موج نور تابشی باشد.

$$d = \lambda \Rightarrow \lambda = ۲\text{mm}$$

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{f} = ۲ \times ۱۰^{-۳} \Rightarrow ۱/۵ \times ۱۰^{۱۱}\ \text{Hz}$$

$$f = ۱/۵ \times ۱۰^{۱۱} \times ۱۰^{-۹} = ۱۵۰\ \text{GHz}$$

۲۱۵ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

می‌دانیم طول موج رنگ‌های نور بین ۴۰۰nm تا ۷۰۰nm است که می‌شود $۰/۴\mu m$ تا $۰/۷\mu m$ پس ابعاد شکاف در حدود طول موج رنگ‌های مختلف نور است و همگی از عبور از این شکاف پراشیده می‌شوند. اما هر چه اندازه‌ی طول موج از اندازه‌ی پهنای شکاف بیشتر باشد، پدیده‌ی پراش واضح‌تر رخ می دهد. پس باید برای بارزتر شدن پراش به سراغ طول موج‌های بزرگ‌تر رنگ‌های نور یعنی رنگ قرمز برویم.

۲۱۶ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. پراش موج برای همه موج‌هاست.

۲۱۷ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. وقتی موج در عبور از یک شکاف با پهنای کوچک‌تر از مرتبه طول موج به اطراف گسترده می‌شود پدیده پراش رخ می‌دهد و هر چه‌قدر پهنا در مقایسه با طول موج کم‌تر باشد (طول موج بیش‌تر از پهنا بشود) پدیده پراش بارزتر خواهد بود.

۲۱۸ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بررسی عبارت‌های نادرست
الف) تحلیل نقش پراش، مبتنی بر بحث تداخل موج است.
ت) شکست نیز نتیجه بر هم کنش امواج با محیط است.
ث) بازتاب و شکست و پراش نیز از راه‌های بر هم کنش امواج با محیط هستند.

۲۱۹ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. پراش در هنگام عبور موج از لبه‌های مانع که ابعاد آن در حدود طول موج باشد، رخ می‌دهد.

۲۲۰ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. پهنای نوارهای تاریک و روشن در آزمایش یانگ متناسب با طول موج نور به کار رفته در آزمایش است. بنابراین اگر با حفظ باقی شرایط ، آزمایش را به جای هوا در آب انجام دهیم، چون تندی امواج در داخل آب کاهش می‌یابد، بنابراین طول موج آن نیز کاهش خواهد یافت و در نتیجه پهنای نوارهای تاریک و روشن کم‌تر خواهد شد، ولی نقش تداخلی روی پرده از بین نخواهد رفت.

۲۲۱ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. هر چه ابعاد شکاف در مقابل طول‌موج تابشی به روزنه، کوچک‌تر باشد، پراش بارزتر خواهد بود.

۲۲۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. اگر پهنای شکاف بزرگ‌تر باشد (مرتبهٔ بزرگ‌تری از طول موج)، پراش موج کم‌تر انجام می‌شود و هرچه پهنای شکاف در حد طول موج باشد و کوچک‌تر باشد، پراش موج بیش‌تر است.

۲۲۳ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. هرچه حاصل $\frac{\lambda}{a}$ بزرگ‌تر باشد، پراش بارزتر است و چون طول موج با بسامد رابطهٔ عکس دارد، بنابراین حاصل‌ضرب af هرچه کوچک‌تر باشد، پراش بارزتری رخ می‌دهد.

۱) $af = ۱۰^{۸} \times ۳ \times ۱۰^{-۳} = ۳ \times ۱۰^{۸}$

۲) $af = ۱۰^{۱۰} \times ۳ \times ۱۰^{-۲} = ۳ \times ۱۰^{۸}$

۳) $af = ۱۰^{۹} \times ۳ \times ۱۰^{-۱} = ۳ \times ۱۰^{۸}$

۴) $af = ۳ \times ۱۰^{-۳} \times ۱۰^{۱۰} = ۳ \times ۱۰^{۷}$

۲۲۴ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. چون موج در عبور از شکاف a پراش بیش‌تری پیدا کرده، حتماً $\lambda = a$ بوده و b به دلیل پراش کم‌تر باید از a بزرگ‌تر باشد. پس گزینه ۳، $\lambda = a < b$ صحیح است.

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

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

۲۲۷ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. هر چه نسبت طول موج به پهنای شکاف بزرگ‌تر باشد، پراش شدیدتر خواهد بود. در این‌جا چون پهنای شکاف ثابت است، اگر طول موج زیاد می‌شود، پس باید از نورهایی با طول موج بیش‌تر از نور آبی استفاده کنیم.

۲۲۸ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. گسترده شدن موج به اطراف، هنگام عبور موج از یک شکاف با پهنایی از مرتبهٔ طول موج، پراش نام دارد.

۲۲۹ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. هر چه نسبت $\frac{\lambda}{a}$ در پدیدهٔ پراش بیشتر باشد، پراش بارزتری خواهیم داشت، به‌طوری که بارزترین پراش زمانی است که پهنای شکاف از مرتبهٔ طول‌موج موج فرودی باشد. $(a \propto \lambda)$

$\frac{\lambda}{a} \xrightarrow{\lambda=\frac{c}{f}} \frac{\lambda}{a}=\frac{c}{af} \Rightarrow$ بزرگتر است $\frac{\lambda}{a}$ ،کوچکتر af هرچه

«۱» گزینهٔ : $\Rightarrow af = ۰/۲ \times ۱۰^{۱۰} = ۲ \times ۱۰^{۹} \frac{cm}{s}$ $a = ۲mm = ۰/۲cm, f = ۱۰^{۱۰}\text{Hz}$

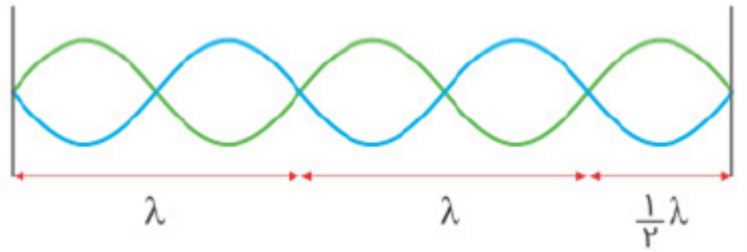
«۲» گزینهٔ : $a = ۲cm, f = ۱۰^{۱۱}\text{Hz} \Rightarrow af = ۲ \times ۱۰^{۱۱} \frac{cm}{s}$

«۳» گزینهٔ : $a = ۲۰mm = ۲cm, f = ۱۰^{۹}\text{Hz} \Rightarrow af = ۲ \times ۱۰^{۹} \frac{cm}{s}$

«۴» گزینه: $a = ۲۰cm, f = ۱۰^{۷}\text{Hz} \Rightarrow af = ۲ \times ۱۰^{۸} \frac{cm}{s}$

همان‌طور که مشاهده می‌شود کمیت af برای گزینه «۴» از همه کوچکتر است.

۲۳۰ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با رسم شکل مناسب می‌توان نوشت:



$\frac{۵}{۲}\lambda = l \Rightarrow \frac{۵}{۲}\lambda = \frac{۴}{۱۰} \Rightarrow \lambda = ۰/۱۶m$

و در نهایت با استفاده از رابطهٔ $\lambda = \frac{v}{f}$ داریم: $\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow ۰/۱۶ = \frac{۱۲۰}{f} \Rightarrow f = ۷۵۰\text{Hz}$

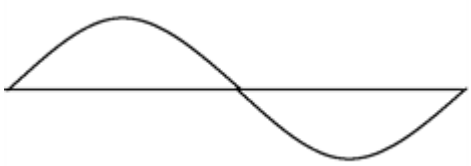
۲۳۱ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$f_n = \frac{nv}{۲L} \Rightarrow f_۳ = \frac{۳v}{۲L} = ۶۰۰ \Rightarrow \frac{v}{L} = ۴۰۰$

$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow \frac{v'}{v} = \sqrt{\frac{F'}{F}} = \sqrt{۱/۴۴} = ۱/۲ \Rightarrow v' = ۱/۲v$

$f'_۵ = \frac{۵v'}{۲L} = \frac{۵}{۲} \times \frac{۱/۲v}{L} = ۳ \times \frac{v}{L} = ۳ \times ۴۰۰ = ۱۲۰۰\text{Hz}$

۲۳۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.



$$f_n = \frac{nv}{۲L} \Rightarrow ۲۵۰ = \frac{۲ \times V}{۲(۰/۸)} \Rightarrow V = ۲۰۰\frac{m}{s}$$

$$V = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} = \sqrt{\frac{۳۰۰}{۵۰۰۰ \times A}} = \sqrt{\frac{۳}{۵۰A}} \Rightarrow ۴ \times ۱۰^{۴} = \frac{۳}{۵۰ \times A} \Rightarrow A = \frac{۳}{۵ \times ۴ \times ۱۰^{۵}}$$

$$= ۰/۵ \times ۱۰^{-۵} m^{۲} = ۱/۵ mm^{۲}$$

۲۳۳ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. پهنای نوار با طول موج رابطهٔ مستقیم دارد. اگر پهنای نوار در حالت اول را w و پهنای نوار در حالت دوم را w' در نظر بگیریم داریم:

$$\lambda' = ۰/۸\lambda \Rightarrow w' = ۰/۸w \Rightarrow w' = ۰/۸ \times ۱۰ = ۸cm$$

\(\displaystyle x=w '-w=\text{۸}-\text{۱۰}=-\text{۲}cm\Rightarrow{}\) یا $۲cm$\)

۲۳۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. برای آنکه در طول یک تار دو انتها بسته امواج ایستاده تشکیل گردد، لازم است تا آن را بسامدی که مضرب درستی از $\frac{v}{۲L}$ است، به نوسان درآوریم.

$$\left(f_n = \frac{\mathrm{nV}}{۲L}\right)$$

با توجه به نکته بالا، ابتدا حاصل $\frac{V}{۲L}$ را به دست می‌آوریم و سپس بررسی می‌کنیم که بسامد نوسان‌کننده نزدیک به چه مضربی از $\frac{V}{۲L}$ است.

$$f_۱ = \frac{V}{۲L} = \frac{۱}{۲L}\sqrt{\frac{fL}{M}} = \frac{۱}{۲ \times ۰/۴}\sqrt{\frac{۱۶ \times ۰/۴}{۱۰۰ \times ۱۰^{-۳}}} = ۱۰\mathrm{Hz}$$

$$f_n = nf_۱ = ۱۰ \Rightarrow n \Rightarrow \begin{matrix} n = ۹\ ,\ f_۹ = ۹۰\mathrm{Hz} \\ n = ۸\ ,\ f_۸ = ۸۰\mathrm{Hz} \end{matrix}$$

$f = ۸۸\mathrm{Hz}$ به $f_۹ = ۹۰\mathrm{Hz}$ نزدیک‌تر است. پس باید بسامد ۲Hz افزایش یابد.

۲۳۵ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

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

بسامد در تارهای ۲ طرف بسته

$$f_n = \frac{nv}{۲L} = \begin{cases} f_۵ = \frac{nv}{۲L} = \frac{۵v}{۲L} \\ f_۱ = \frac{۱ \times v'}{۲L} = \frac{۲v}{۲L} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{f_۵}{f_۱} = \frac{۵v}{۲v} = \frac{۵}{۲} \Rightarrow \frac{۶۰۰}{f_۱} = ۲/۵ \Rightarrow f_۱ = ۲۴۰\mathrm{Hz}$$

۲۳۶ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.



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

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow ۲۰۰ = \sqrt{\frac{۴۰۰}{m}} \Rightarrow (۲۰۰)^۲ = \frac{۴۰۰}{m} \Rightarrow m = \frac{۴۰۰}{۴ \times ۱۰^۴} = ۱۰^{-۲} = ۱۰ \Rightarrow g$$

$$\mu = \frac{m}{L} = \frac{m}{۱} = m$$

۲۳۷ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$v = \sqrt{\frac{FL}{m}} = \sqrt{\frac{۲۰۰ \times ۱}{۰/۰۲}} = ۱۰۰\frac{m}{s}$$

$$f_n = \frac{nv}{۲L} \Rightarrow f_۲ = \frac{۲ \times ۱۰۰}{۲ \times ۱} = ۱۰۰\text{Hz}$$

۲۳۸ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا با استفاده از رابطهٔ $f_n = \frac{nv}{۲L}$، تندی انتشار موج عرضی در تار را می‌یابیم:

$$f_۵ - f_۳ = ۶۰۰ \Rightarrow \frac{۵v}{۲L} - \frac{۳v}{۲L} = ۶۰۰ \xrightarrow{L=۰/۵m} \frac{۵v}{۲ \times ۰/۵} - \frac{۳v}{۲ \times ۰/۵} = ۶۰۰$$

$$\Rightarrow ۵v - ۳v = ۶۰۰ \Rightarrow ۲v = ۶۰۰ \Rightarrow v = ۳۰۰\frac{m}{s}$$

اکنون به صورت زیر، جرم تار را پیدا می کنیم:

$$v = \sqrt{\frac{FL}{m}} \xrightarrow[L=۰/۵m]{F=۱۸۰۰\Rightarrow N \ , \ v=۳۰۰\frac{m}{s}} ۳۰۰ = \sqrt{\frac{۱۸۰۰ \times ۰/۵}{m}} \Rightarrow ۹ \times ۱۰^۴ = \frac{۹۰۰}{m}$$

$$\Rightarrow m = ۱۰^{-۲}kg \xrightarrow{\times ۱۰۰۰} m = ۱۰ \Rightarrow g$$

۲۳۹ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$t = \frac{۷}{۴f} = \frac{۷}{۴}T$$

یعنی $\frac{T}{۴}$ قبل از حالت اولیه. در این حالت تار به مانند گزینه ۱ است.

۲۴۰ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$f = \frac{nv}{۲L} = \frac{n}{۲L}\sqrt{\frac{F}{\rho \times A}}$$

چون جنس دو تار یکسان است، چگالی دو تار برابر است.

شمارهٔ هماهنگn = - تعداد گره = تعداد شکم۱ :

$$n_۱ = ۳ - ۱ = ۲, n_۲ = ۵$$

$$F_۲ = ۴F_۱, A = \pi r^۲, r_۲ = \frac{۱}{۲}r_۱ \Rightarrow A_۲ = \frac{۱}{۴}A_۱$$

$$\frac{f_۲}{f_۱} = \frac{L_۱}{L_۲} \cdot \frac{n_۲}{n_۱}\sqrt{\frac{F_۲}{F_۱} \cdot \frac{A_۱}{A_۲}} \Rightarrow \frac{f_۲}{f_۱} = \frac{۱}{۲} \times \frac{۵}{۲}\sqrt{۴ \times ۴} = \frac{۱}{۲} \times \frac{۵}{۲} \times ۴ = ۵ \Rightarrow f_۲ = ۵f_۱$$

۲۴۱ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اختلاف دو بسامد تشدیدی متوالی تار مرتعش برابر f_1 است.

$$f_1 = ۴۵۰ - ۳۷۵ = ۷۵\text{Hz}$$

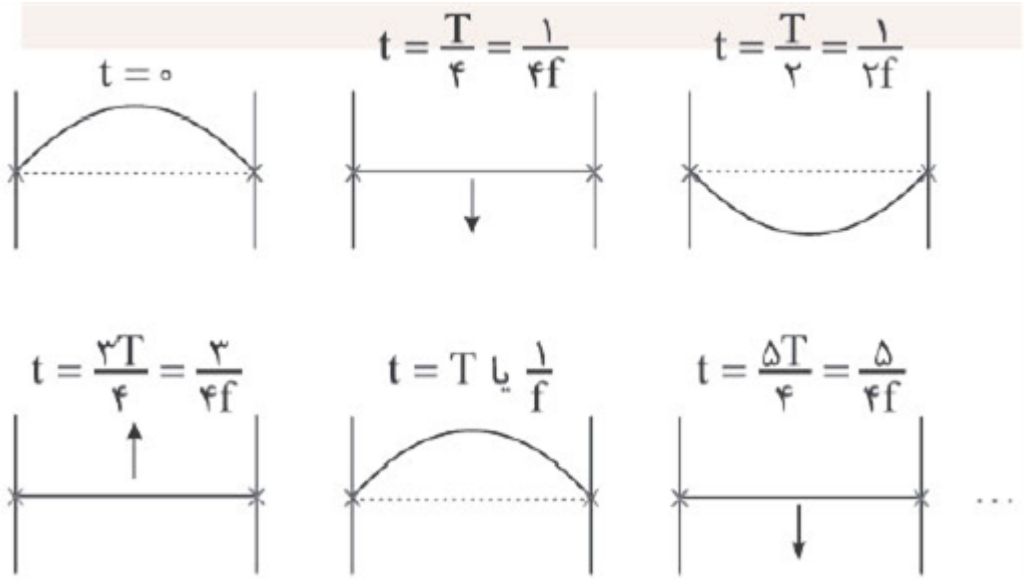
$$f_n = nf_1 \Rightarrow f_۴ = ۴ \times ۷۵ = ۳۰۰\text{Hz}$$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{۱۲۰}{۳۰۰} = ۰/۴m = ۴۰cm$$

فاصلهٔ دو گره مجاور برابر $\frac{\lambda}{۲}$ یعنی $۲۰cm$ است.

۲۴۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. طبق رابطه $L = n\frac{\lambda}{۲}$ برای هماهنگ اصلی $\lambda_1 = ۲L$ است. اگر تار را بکشیم که قطر مقطع آن نصف شود، سطح مقطع تار $\frac{۱}{۴}$ برابر و طول تار چهار برابر می‌شود، بنابراین طول موج هماهنگ اصلی ۴ برابر می‌شود.

۲۴۳ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با گذشت هر $\frac{T}{۴}$، شکل‌ها به صورت زیر تغییر می‌کند: $\left(f = \frac{۱}{T}\right)$



در واقع در لحظات $t = (۲n-۱)\frac{T}{۴}$ یا $t = \frac{۲n-۱}{۴f}$ طناب به صورت افقی درمی‌آید. مثلاً در زمان‌های $\frac{۱}{۴f}$، $\frac{۳}{۴f}$، $\frac{۵}{۴f}$ و ... طناب کاملاً افقی می‌شود.

۲۴۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بررسی گزینه‌ها:

۱) نادرست - طبق رابطهٔ $\lambda = \frac{۲L}{n}$ با دو برابر شدن طول، طول موج هم ۲ برابر می‌شود.

۲) درست - در یک تار دو انتها بسته داریم:

$$\lambda_n = \frac{۲L}{n} \Rightarrow \lambda_۳ = \frac{۲L}{۳}, \lambda_۵ = \frac{۲L}{۵} \Rightarrow \frac{\lambda_۵}{\lambda_۳} = \frac{۳}{۵} \quad \lfloor n : \text{شماره هماهنگ} \rfloor$$

در نتیجه در هر صورت فارغ از طول تار، همواره طول موج هماهنگ پنجم $\frac{۳}{۵}$ برابر طول موج هماهنگ سوم است.

۳) نادرست - با توجه به رابطهٔ $f_۱ = \frac{V}{۲L}$ اگر طول تار ۲۵ درصد افزایش یابد، بسامد $\frac{۱}{۱/۲۵}$ یا ۰/۸ برابر شده و ۲۰ درصد کاهش می‌یابد.

۴) نادرست - با توجه به رابطهٔ $\lambda_n = \frac{۲L}{n}$، با افزایش تعداد گره‌ها، طول موج کاهش می‌یابد.

۲۴۵ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\text{تار } f = \frac{nv}{۲L} = \frac{۴ \times ۱۷۰}{۲ \times ۲} = ۱۷۰\text{Hz}$$

$$\text{هوا } \lambda = \frac{v}{f} = \frac{۳۴۰}{۱۷۰} = ۲m$$

۲۴۶ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$f_۱ = \frac{V}{۲L} = \frac{۱}{۲L}\sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow \frac{۱۲۰}{۱۰۰} = \sqrt{\frac{F'}{۵۰}} \Rightarrow F' = ۷۲N$$

$$\Delta F = ۷۲ - ۵۰ = ۲۲N$$

۲۴۷ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در تار موج ایستاده عرضی ایجاد شده است.

$$L = n\frac{\lambda_n}{۲}, n = ۶ - ۱ = ۵ \Rightarrow L = ۵\frac{\lambda}{۲} \Rightarrow ۱ = \frac{۵\lambda_n}{۲} \Rightarrow \lambda_n = \frac{۲}{۵}m = ۰/۴m$$

$$\lambda = \text{Tv} \Rightarrow T = \frac{\lambda}{v} = \frac{۰/۴}{۱۰۰} = ۰/۰۰۴s$$

اگر در لحظهٔ $t = ۰$ تار در حالت افقی باشد پس از مدت زمان $\Delta t = \frac{T}{۲}$ مجدداً تار برای اولین بار به حالت افقی درمی‌آید.

$$\Delta t = \frac{T}{۲} = \frac{۰/۰۰۴}{۲} = ۰/۰۰۲s = ۲ms$$

۲۴۸ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. در طول تار ۴ گره تشکیل شده، بنابراین تار در حال تولید سومین هماهنگ است.

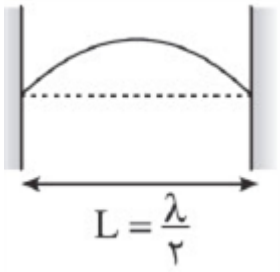
$$f_n = \frac{nv}{۲L} \Rightarrow ۶۰۰ = \frac{۳ \times v}{۲ \times ۰/۶} \Rightarrow v = ۲۴۰\frac{m}{s}$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F.L}{m}} \Rightarrow ۲۴۰ = \sqrt{\frac{F \times ۰/۶}{۱۵ \times ۱۰^{-۳}}} \Rightarrow F = ۱۴۴۰ \Rightarrow N$$

۲۴۹ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. هنگامی‌که در یک تار دو انتها بسته، هماهنگ اول (اصلی) ایجاد شود، طول طناب L برابر با نصف طول‌موج $\left(\frac{\lambda}{۲}\right)$ است.

$$L=\frac{\lambda}{۲}\Rightarrow\lambda=۲L$$

$$\left.\begin{matrix}\lambda_۱=۲L\\ \lambda'_۱=۲(L-۲)\end{matrix}\right\}\Rightarrow\Delta\lambda=\lambda'-\lambda=-۴cm$$



۲۵۰ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. برای آنکه در طول یک تار دو انتها بسته امواج ایستاده تشکیل گردد لازم است تا آن را با بسامدی که مضرف صحیحی از $\frac{v}{۲L}$ است به نوسان درآوریم. $\left(f_n=\frac{nv}{۲L}\right)$

حال ابتدا حاصل $\frac{v}{۲L}$ را به دست می‌آوریم و بررسی می‌کنیم که بسامد نوسان‌کننده $(f=۵۳۰\text{Hz})$ نزدیک به چه مضربی از $\frac{v}{۲L}$ است.

پس:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}=\sqrt{\frac{۲۰}{۲\times۱۰^{۳}\times۱۰^{-۲}\times۱۰^{-۴}}}\Rightarrow v=۱۰۰\frac{m}{s}$$

$$\frac{v}{۲L}=\frac{۱۰۰}{۲\times۲۰\times۱۰^{-۲}}=۲۵۰\text{Hz}\Rightarrow f_۱=۲۵۰\text{Hz},f_۲=۵۰۰\text{Hz},f_۳=۷۵۰\text{Hz}$$

$$\Delta f=f_۲-f_۱=۵۰۰-۵۳۰=-۳۰\text{Hz}$$

در نتیجه اگر بسامد نوسان‌کننده را ۳۰Hz کاهش دهیم و از ۵۳۰Hz به ۵۰۰Hz می‌رسانیم در طول تار هماهنگ دوم تشکیل گردد و این کمترین مقدار تغییر بسامد است.

۲۵۱ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\begin{cases}f_n=\frac{nv}{۲L}\Rightarrow f_۲=\frac{۲v}{۲L}\Rightarrow ۲۰۰=\frac{۲\times v}{۲\times ۰/۵}\Rightarrow v=۱۰۰\frac{m}{s}\\ v=\sqrt{\frac{FL}{m}}\Rightarrow (۱۰۰)^{۲}=\frac{F\times ۰/۵}{۲۰\times۱۰^{-۳}}\Rightarrow F=\frac{۱۰^{۴}\times۲۰\times۱۰^{-۳}}{۰/۵}\end{cases}\Rightarrow F=۴۰۰N$$

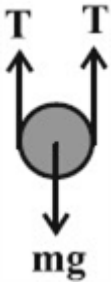
۲۵۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. مطابق شکل مقابل ابتدا نیروی کشش طناب را می‌یابیم:

$$۲T=mg\Rightarrow ۲T=۱۲۸\Rightarrow T=۶۴N$$

حال می توانیم سرعت انتشار موج را به دست آوریم:

$$v=\sqrt{\frac{FL}{m}}\ ,F=T\Rightarrow v=\sqrt{\frac{۶۴\times ۰/۵}{۰/۵}}=۸\frac{m}{s}$$

$$f_n=\frac{nv}{۲L}\xrightarrow[n=۱]{\text{هماهنگ اصلی}}f_۱=\frac{v}{۲L}=\frac{۸}{۲\times ۰/۵}=۸\text{Hz}$$



۲۵۳ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

تعداد گره : $n+۱=۵ \Rightarrow n=۴$

$$f=\frac{nv}{۲L} \Rightarrow ۶۰۰=\frac{۴\times v}{۲\times ۰/۵} \Rightarrow v=\frac{۶۰۰}{۴}=۱۵۰\frac{m}{s}$$

۲۵۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$f_n=\frac{nv}{۲L} \Rightarrow ۲۸۵=\frac{v}{۲\times ۰/۴} \Rightarrow v=\frac{۴}{۵}\times ۲۸۵=۲۲۸\frac{m}{s}$$

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\sqrt{\frac{F}{\frac{m}{L}}}=\sqrt{\frac{FL}{m}} \Rightarrow ۲۲۸=\sqrt{\frac{F\times ۰/۴}{۲۰\times ۱۰^{-۳}}}=\sqrt{\frac{F\times ۴\times ۱۰^{-۱}}{۲\times ۱۰^{-۲}}}=\sqrt{۲۰F}$$

$$۲۶۰۰N \simeq \Rightarrow ۲۰F=۲۲۸\times ۲۲۸ \Rightarrow F=۲۵۹۹/۲$$

۲۵۵ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

شمارهٔ هماهنگ

$$f_n=\frac{nV}{۲L} \Rightarrow ۶۰۰=\frac{n\times ۱۸۰}{۲\times ۰/۶} \Rightarrow n=۴$$

برای موج صوتی ایجاد شده

$$\Rightarrow \lambda f=V \Rightarrow \lambda=\frac{V}{f}=\frac{۳۳۶}{۶۰۰}=۰/۵۶m=۵۶cm$$

۲۵۶ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$V=\sqrt{\frac{FL}{m}}-\sqrt{\frac{۳۲۴\times ۰/۶}{۶\times ۱۰^{-۳}}}=۱۸۰\frac{m}{s}$$

$$f_n=\frac{nV}{۲L}=\frac{۴\times ۱۸۰}{۲\times ۰/۶}=۶۰۰Hg$$

۲۵۷ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$(۲n-۱)\frac{\lambda}{۴}=۰/۳ \Rightarrow \lambda=\frac{۱/۲}{۲n-۱}=۱/۲m, ۰/۴m, ۰/۲۴m, \cdots$$

$$f=\frac{v}{\lambda}=\frac{۴۸}{\lambda}=۴۰Hz, ۲۰۰Hz, \cdots$$

۲۵۸ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$۴\frac{\lambda}{۲}=۱ \Rightarrow \lambda_۴=۰/۵$$

$$f_۲=\frac{V}{\lambda_۴}=\frac{۲۰۰}{۰/۵}=۴۰۰Hz$$

$$f_۱=\frac{f_۴}{۴}=۱۰۰Hz$$

۲۵۹ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

تعداد شکم‌ها = شماره‌ی هماهنگ = ۵ - ۱ = ۴

n

$$f_n=\frac{nv}{۲L}$$

$$۶۰۰=\frac{۴V}{۲\times ۱/۲} \rightarrow V=۳۶۰\ \frac{m}{s}$$

۲۶۰ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

نکته: در تار مرتعش، اختلاف دو بسامد تشدید متوالی برابر با بسامد صوت اصلی است و سایر بسامدهای تشدید نیز مضرب طبیعی از صوت اصلی می‌باشد.

$$f_n - f_{n-۱} = f_۱ \Rightarrow f_۱ = ۲۸۰ - ۲۴۰ = ۴۰\text{Hz}$$

بنابراین تنها گزینه ۱ مضرب صحیحی از بسامد صوت اصلی نمی‌باشد.

۲۶۱ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$f = \frac{\text{nV}}{۲L} = \frac{۱ \times ۲۵۰}{۲ \times ۰/۵} = ۲۵۰$$

$$T = \frac{۱}{۲۵۰} = ۴ms$$

۲۶۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$f = \frac{\text{nV}}{۲L} \Rightarrow ۳۰۰ = \frac{۳V}{۲ \times ۰/۶} \Rightarrow V = ۱۲۰\frac{m}{s}$$

$$f_۱ = \frac{۱ \times ۱۲۰}{۲ \times ۰/۶} = ۱۰۰\text{Hz}$$

۲۶۳ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\begin{cases} m = ۰/۸kg \\ L = ۵\text{m} \\ F = ۸\text{N} \end{cases} \quad \mu = \frac{m}{L} = \frac{۰/۸}{۵} = ۰/۱۶\ \frac{kg}{m}$$

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{۸}{۰/۱۶}} = \sqrt{۵۰} = ۷/۰۷\ \frac{m}{s}$$

۲۶۴ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

بسامد صوت‌های متوالی حاصل در سیم به اندازه‌ی بسامد صوت اصلی با هم اختلاف دارند و لذا در واقع بسامد صوت اصلی مورد سؤال است.

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F.l}{m}} = \sqrt{\frac{۱۲۸ \times ۴ \times ۱۰^{-۱}}{۸ \times ۱۰^{-۳}}} = ۸۰\text{N}$$

$$f = n\,\frac{V}{۲\text{l}} \xrightarrow{n=۱} f = ۱ \times \frac{۸۰}{۲ \times ۴ \times ۱۰^{-۱}} \Rightarrow f = ۱۰۰\text{Hz}$$

۲۶۵ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. نقاط بین دو گروه متوالی، همواره هم‌جهت با هم نوسان می‌کنند و همگی آن‌ها نسبت به نقاط بین دو گره متوالی مجاور، در جهت مخالف نوسان می‌کنند.

توجه کنید که نقاط بین دو شکم متوالی مشخص نیست که آیا بین دو گره متوالی قرار دارند یا خیر و بنابراین هم ممکن است هم‌جهت با یکدیگر نوسان کنند و هم ممکن است در خلاف جهت یکدیگر نوسان کنند.

در توضیح گزینه‌ی ۴ توجه کنید که گره‌ها نوسان نکرده و مکان آن‌ها تغییری نمی‌کند.

۲۶۶ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. بسامد اصلی

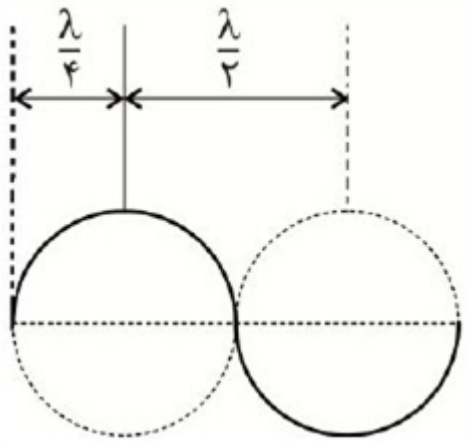
$$f_n = nf_۱ \Rightarrow f_۱$$
$$f_n = n\frac{v}{۲L}$$
$$V = \sqrt{\frac{Fl}{m}} = \sqrt{\frac{۸۰۰ \times ۱۰^{-۳}}{۱۶}} = \sqrt{۵ \times ۱۰^{-۴}} = ۱۰۰\sqrt{۵}\frac{m}{s}$$
$$f_۱ = \frac{V}{۲L} = \frac{۱۰۰\sqrt{۵}}{۲ \times ۱} = ۵۰\sqrt{۵}\text{Hz}$$
$$f_۴ = ۴ \times ۵۰\sqrt{۵} = ۲۰۰\sqrt{۵}\text{Hz}$$

۲۶۷ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. نقاط بین دو گره متوالی هم‌فاز و هم‌فرکانس هستند ولی دامنه‌های آن‌ها متفاوت است.

$\omega_A = \omega_M$ و دامنه M > دامنه A

دامنه
↑
$$V_{max} = A\omega \Rightarrow V_A > V_M$$

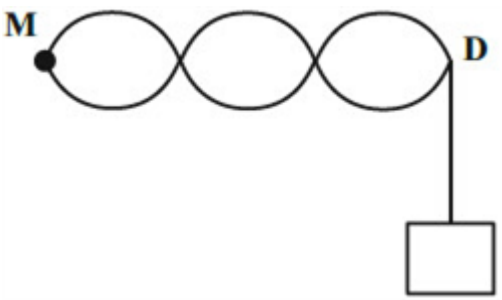
۲۶۸ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.



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

بنابراین جرم تار برابر است با:

$$f_n = \frac{nv}{۲L} \Rightarrow ۳۰۰ = \frac{۳ \times v}{۲ \times ۱} \Rightarrow v = ۲۰۰\frac{m}{s}$$
$$v = \sqrt{\frac{FL}{m}} \xrightarrow[v=۲۰۰\frac{m}{s}, L=۱m]{F=mg=۱۰\times۱۰=۱۰۰\Rightarrow N} ۲۰۰ = \sqrt{\frac{۱۰۰ \times ۱}{m}}$$
$$\Rightarrow ۴ \times ۱۰^{۴}m = ۱۰۰ \Rightarrow m = ۲/۵ \times ۱۰^{-۳}kg = ۲/۵g$$



۲۷۰ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

با خالی شدن آب، فضای خالی گالن مانند لوله صوتی عمل می کند. بنابراین طول لوله صوتی افزایش می‌یابد و طول موج ایجاد شده بیشتر می‌شود با توجه به رابطه‌ی $f = \frac{V}{\lambda}$ ، بسامد کاهش یافته در نتیجه صدا بم‌تر می‌شود.

۲۷۱ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$\Delta t = ۱/۲۵ s = \frac{۵}{۴} s$ و هوا $V_۱ = ۸V_۲$ لوله

$$\Delta t = t_۲ - t_۱ = L\left(\frac{۱}{V_۲} - \frac{۱}{V_۱}\right)$$

$$\frac{۵}{۴} = ۵۰۰\left(\frac{۱}{V_۲} - \frac{۱}{۸V_۲}\right) \Rightarrow \frac{۱}{۴۰۰} = \frac{۷}{۸V_۲} \Rightarrow V_۲ = \frac{۴۰۰ \times ۷}{۸} \Rightarrow V_۲ = ۳۵۰ \frac{m}{s}$$

$$V_۱ - V_۲ = ۷V_۲ = ۷ \times ۲۵۰ = ۲۴۵۰ \frac{m}{s}$$

۲۷۲ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. 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.

۲۷۳ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در یک لولهٔ صوتی با دو انتهای باز که مُد دوم در آن تشکیل شده است، تعداد گره‌ها برابر با ۲ است.

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

۲۷۴ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا باید بسامد امواج و سپس طول‌موج آن‌ها را به دست آوریم:

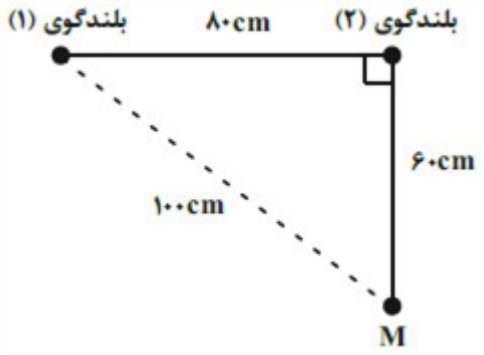
$$\omega = ۲\pi f \Rightarrow ۸۰\pi = ۲\pi f \Rightarrow f = ۴۰ \text{Hz}$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{۶/۴}{۴۰} = ۰/۱۶ m \Rightarrow \lambda = ۱۶ cm$$

اکنون اختلاف فاصلهٔ دو بلندگو را از نقطهٔ M برحسب طول‌موج به دست می‌آوریم:

$$\Delta L = ۱۰۰ - ۶۰ = ۴۰ cm$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta L}{\lambda} = \frac{۴۰}{۱۶} \Rightarrow \Delta L = ۲/۵\lambda$$



۲۷۵ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$f_۱ + f_۲ = f_۱ + ۲f_۱ = ۳f_۱ = ۳۷۵ \Rightarrow f_۱ = ۱۲۵\text{Hz}$$

$$f_n = \frac{\text{nV}}{۲L} \Rightarrow f_۱ = \frac{۱ \times ۷}{۲L} \Rightarrow ۱۲۵ = \frac{۱ \times ۷}{۰/۸} \Rightarrow V = ۱۰۰\frac{m}{s}$$

$$V = \sqrt{\frac{F.L}{m}} \Rightarrow ۱۰۰ = \sqrt{\frac{F.(۰/۹)}{۱۰ \times ۱۰^{-۳}}} \Rightarrow F = ۲۵۰N$$

۲۷۶ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطه‌ی $f_n = \frac{nv}{۲L}$، برای پیدا کردن شماره‌ی هماهنگ‌ها، کافی است این بسامدها را به هم تقسیم کنیم.

$$\frac{۲۴۰}{۳۲۰} = \frac{n}{n+۱} = \frac{۸۰ \times ۳}{۸۰ \times ۴} = \frac{۳}{۴} \Rightarrow$$ هماهنگ‌های سوم و چهارم $f_۱ = ۸۰\text{Hz}$,

حال داریم:

$$f_۱ = \frac{v}{۲L} \Rightarrow ۸۰ = \frac{۱۶۰}{۲ \times L} \Rightarrow L = ۱m$$

۲۷۷ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

در موج‌های ایستاده ایجاد شده در یک سیم دو انتها بسته، تعداد شکم‌ها یک واحد کمتر از تعداد گره‌ها است $(n = ۴)$

$$v = \sqrt{\frac{\text{FL}}{m}} = \sqrt{\frac{۲۴۳۰ \times ۰/۴۸}{۳۶ \times ۱۰^{-۳}}} = ۱۸۰\ \frac{m}{s}$$

$$f_n = n\ \frac{v}{۲\text{L}} \rightarrow f_۴ = ۴\ \frac{v}{۲\text{L}} = ۲\ \frac{v}{L} \rightarrow f_۴ = ۲\ \frac{۱۸۰}{۰/۴۸} = ۷۵۰\ \text{Hz}$$

۲۷۸ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$f = \frac{nv}{۲L} = nf_۱$$

$$\begin{cases} f_۵ = ۵\text{f}_۱ \\ f_۳ = ۳\text{f}_۱ \end{cases} \Rightarrow f_۵ - f_۳ = ۲f_۱ \Rightarrow ۱۰۰۰ - ۶۰۰ = ۲f_۱ \Rightarrow f_۱ = ۲۰۰\text{Hz}$$

$$f_۸ = ۸f_۱ = ۱۶۰۰\text{Hz} \Rightarrow \lambda_۸ = \frac{v}{f_۸} = \frac{۲۴۰}{۸ \times ۲۰۰} = ۰/۱۵m$$

۲۷۹ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. بسامد موج به چشمه موج وابسته است. بنابراین ثابت می‌ماند. با توجه به رابطه $f = \frac{\text{nV}}{۲\text{L}}$ و رابطه $V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ با کاهش جرم F و در نتیجه V کاهش می‌یابد. با ثابت ماندن f و کاهش V باید n افزایش یابد و تعداد شکم‌ها زیاد می‌شود.

۲۸۰ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. فاصله میان هر دو گره برابر نصف طول موج است و هماهنگ ۳ تشکیل شده پس طول طناب (L) برابراست با:

$$L = ۳\left(\frac{\lambda}{۲}\right) \Rightarrow \lambda = \frac{۲L}{۳}$$

اگر ۵ شکم تشکیل شود هماهنگ ۵ را داریم و طول طناب برابر می‌شود با:

$$L = ۵\left(\frac{\lambda'}{۲}\right) \Rightarrow \lambda' = \frac{۲L}{۵}$$

نسبت طول موج‌ها در دو حالت را به دست می‌آوریم:

$$\frac{\lambda'}{\lambda} = \frac{\frac{۲L}{۵}}{\frac{۲L}{۳}} = \frac{۳}{۵} = \frac{v'f}{vf'}$$

بسامد تغییری نکرده پس:

$$\frac{\lambda'}{\lambda} = \frac{۳}{۵} = \frac{v'}{v}$$

سرعت انتشار نیز برابر $\sqrt{\frac{F}{\mu}}$ است. پس:

$$\frac{\sqrt{\frac{F'}{\mu}}}{\sqrt{\frac{F}{\mu}}} = \frac{۳}{۵} \Rightarrow \sqrt{\frac{F'}{F}} = \frac{۳}{۵} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{۹}{۲۵} = \frac{۳۶}{۱۰۰}$$

پس ۶۴% در کشش طناب کاهش داشته‌ایم.

۲۸۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. چون جبهه‌های موج در برآمدگی به هم می‌رسند و هم‌دیگر را تقویت می‌کنند. این نقطه با دامنه زیاد نوسان می‌کند.

۲۸۲ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. فاصله‌ی نزدیک‌ترین شکل تا انتهای تار $\frac{\lambda}{۴}$ است.

$$\frac{\lambda}{۴} = ۶ \Rightarrow \lambda = ۲۴\ cm$$

$$V = \lambda f = ۰/۲۴ \times ۱۵۰ = ۳۶\ \frac{m}{s}$$

تعداد گره $(n+۱)$ است یعنی:

$$n + ۱ = ۴ \Rightarrow n = ۳$$

$$f = \frac{\mathrm{nV}}{۲\mathrm{L}} = \frac{۳ \times ۳۶}{۲ \times ۱/۵} = ۳۶\ \mathrm{Hz}$$

۲۸۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$f_n - f_{n-۱} = f_۱ \Rightarrow f_۱ = ۳۹۰ - ۳۲۵ = ۶۵\mathrm{Hz}$$

$$f_n = nf_۱ \Rightarrow f_۴ = ۴f_۱ = ۲۶۰\mathrm{Hz}$$

۲۸۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بسامد موج بدون تغییر باقی می‌ماند. در اثر شکست پرتوها سرعت و طول موج تغییر می‌کند. سرعت موج در قسمت کم‌عمق نصف قسمت عمیق است بنابراین طبق رابطه‌ی $\lambda = \frac{v}{f}$ طول موج نیز نصف خواهد بود.

فاصله‌ی دو قله‌ی مجاور $۱۰\mathrm{cm}$ است پس طول موج اوّلیه $۱۰\mathrm{cm}$ خواهد بود. ولی در قسمت کم‌عمق طول موج $۵\ cm$ است.

۲۸۵ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. بسامد اصلی تار مرتعش برابر است با:

$$f_۱ = \frac{v}{۲L} \xrightarrow{v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}} f_۱ = \frac{۱}{۲L}\sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow \frac{f'_۱}{f_۱} = \sqrt{\frac{F'}{F}} \Rightarrow \frac{۲۲۰}{۲۰۰} = \sqrt{\frac{F'}{F}} \Rightarrow \frac{۱۱}{۱۰} = \sqrt{\frac{F'}{F}}$$

$$\Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{۱۲۱}{۱۰۰} \Rightarrow \frac{\Delta F}{F} \times ۱۰۰ = \left(\frac{F'}{F} - ۱\right) \times ۱۰۰ = ۲۱\%$$

۲۸۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

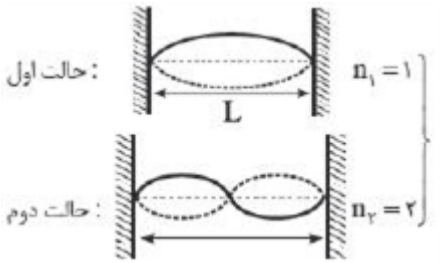
$$V = \sqrt{\frac{Fl}{m}} = \sqrt{\frac{۷/۲ \times ۰/۸}{۲/۵ \times ۱۰^{-۳}}} = ۴۸\left(\frac{m}{s}\right)$$

$n + ۱ = ۵ \Rightarrow n = ۴$ تعداد شکم

$$f = \frac{nV}{۲L} = \frac{۴ \times ۴۸}{۲ \times ۰/۸} = ۱۲۰\text{Hz}$$

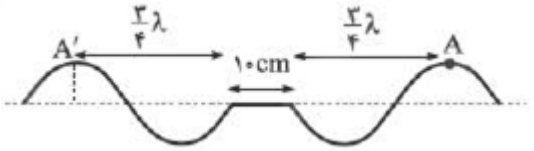
۲۸۷ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

با ثابت بودن بسامد دیاپازون و طول طناب و با توجه به رابطهٔ $f = \frac{nv}{۲L}$، برای تغییر در تعداد شکم‌ها (n) باید سرعت انتشار موج را تغییر داد و این کار با تغییرات کشش طناب، امکان‌پذیر است.



$$\Rightarrow \sqrt{\frac{F_۲}{F_۱}} = \frac{n_۱}{n_۲} = \frac{۱}{۲} \xrightarrow{F=Mg} \sqrt{\frac{M_۲}{M_۱}} = \frac{۱}{۲} \Rightarrow M_۲ = \frac{۱}{۴}M_۱$$

۲۸۸ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. وقتی نقطهٔ A' در موج سمت چپ به نقطهٔ A برسد، مکان نقطهٔ A بیشینه می‌شود.



$$\Delta x = \frac{۳}{۴}\lambda + ۱۰ + \frac{۳}{۴}\lambda = ۱۰ + \frac{۳}{۲}\lambda = ۱۰ + \frac{۳}{۲} \times ۳۰ = ۵۵cm$$

$$\Delta t = \frac{\Delta x}{v} \Rightarrow \Delta t = \frac{۵۵}{۱۰} = ۵/۵s$$

۲۸۹ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در هماهنگ nاُم مجموع تعداد گره‌ها و شکم‌ها برابر با $۲n + ۱$ است.

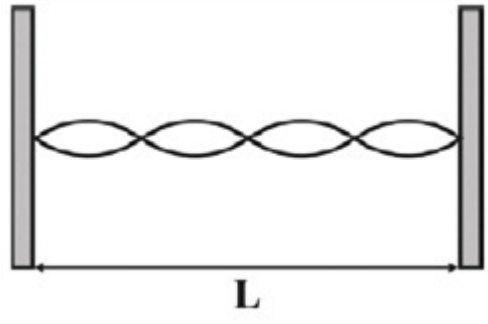
$۲n + ۱ = ۹ \Rightarrow n = ۴$

$$f_n = nf_۱ = ۴ \times ۵۰ = ۲۰۰\ \text{Hz}$$

بنابراین:

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{۴۰}{۲۰۰} = \frac{۱}{۵}\ m = ۲۰\ cm$$

۲۹۰ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با رسم یک شکل ساده، داریم:



$$L = ۲\lambda \Rightarrow \lambda = ۰/۶m$$

$$\xrightarrow{\lambda=\frac{v}{f}} \frac{۶}{۱۰} = \frac{۲۴۰}{f} \Rightarrow f = ۴۰۰\text{Hz}$$

۲۹۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

در حالت اول $f_۳ = \frac{۳v}{۲l} - ۱۲۰۰ \Rightarrow \frac{v}{l} = ۸۰۰$

$$\Rightarrow l = \frac{۳۶۰}{۸۰۰} = \frac{۳۶}{۸۰} = \frac{۹}{۲۰}m = ۴۵cm$$

در حالت دوم $L = \left(\frac{\lambda}{۲}\right) \xrightarrow{n=۲} L = \lambda \Rightarrow \lambda = ۴۵cm$

فاصلهٔ دو گره متوالی، $\frac{\lambda}{۲}$ یعنی $۲۲/۵cm$ است.

۲۹۲ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. چون دیاپازون متصل به طناب است، بسامد منبع ثابت است و در تار مرتعش OM داریم که:

$$L = ۳\frac{\lambda}{۲} = ۶۰\text{cm} \Rightarrow \lambda = ۰/۴m$$

دقت کنید که نیروی کشش تار همان وزن وزنهٔ آویزان از M است.

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow v = ۲۰\frac{m}{s} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \xrightarrow{\text{به توان ۲}} ۴۰۰ = \frac{F}{\frac{۴۵ \times ۱۰^{-۳}}{۶۰ \times ۱۰^{-۲}}} \Rightarrow F = ۳۰\text{N}$$

$$\Rightarrow mg = ۳۰ \Rightarrow m = ۳kg$$

۲۹۳ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. شماره هماهنگ‌ها یک واحد از تعداد گره‌ها کم‌تر است.

$$n = ۵ - ۱ = ۴$$

$$\text{n}' = ۴ - ۱ = ۳$$

در رابطه با $f_n = \frac{\text{nV}}{۲L}$ طول تار و بسامد ثابت است. پس:

$$\frac{f_{\text{n}'}}{f_n} = \frac{\text{n}'}{n} \times \frac{V'}{V} \times \frac{L}{\text{L}'} \times \rightarrow ۱ = \frac{۳}{۴} \times \frac{V'}{V} \times ۱ \rightarrow \frac{V'}{V} = \frac{۴}{۳}$$

حال از رابطه $V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ داریم:

$$\frac{V'}{V} = \sqrt{\frac{F'}{F}} \Rightarrow \frac{۴}{۳} = \sqrt{\frac{F'}{F}} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \frac{۱۶}{۹}$$

۲۹۴ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بسامد اصلی تار مساوی اختلاف دو بسامد تشدیدی متوالی است.

$f_۱ = ۲۲۵ - ۱۸۰ = ۴۵$

$f_n = nf_۱ \Rightarrow f_n = n(۴۵)$

n	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
f_n	۴۵	۹۰	۱۳۵	۱۸۰	۲۲۵	۲۷۰	۳۱۵	۳۶۰

۲۹۵ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$f_n = \frac{nV}{۲L} \xrightarrow{n=۱} ۲۰۰ = \frac{۱ \times V}{۲ \times ۰/۵} \Rightarrow V = ۲۰۰\frac{m}{s}$$

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow ۲۰۰ = \sqrt{\frac{F}{۵ \times ۱۰^{-۳}}} \xrightarrow{\text{توان ۲}} ۴ \times ۱۰^{۴} = \frac{F}{۵ \times ۱۰^{-۳}}$$

$$F = ۲۰ \times ۱۰^{۱} = ۲۰۰N$$

۲۹۶ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. بسامد تار مرتعشی با دو انتهای بسته، از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید.

$$f_n = \frac{n}{۲L}\sqrt{\frac{FL}{m}} \Rightarrow ۳۰۰ = \frac{۳}{۲ \times ۱/۲}\sqrt{\frac{F \times ۱/۲}{۰/۰۱۲}} \Rightarrow F = ۵۷۶N$$

۲۹۷ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. بسامد هماهنگ nاُم طبق رابطه‌ی $f_n = nf_۱$ به دست می‌آید. بنابراین:

$$f_n = nf_۱ \Rightarrow ۳۰۰ = ۳f_۱ \Rightarrow f_۱ = ۱۰۰\text{Hz}$$

براساس رابطه‌ی $f_n = \frac{n}{۲L}\sqrt{\frac{F}{\mu}}$ بسامد با جذر اندازه‌ی نیرو رابطه‌ی مستقیم دارد. بنابراین:

$$\frac{f'_n}{f_n} = \frac{n'}{n} \times \sqrt{\frac{F'}{F}} \Rightarrow \frac{f'_۱}{f_۱} = \sqrt{\frac{F'}{F}} \Rightarrow \frac{f'_۱}{۱۰۰} = \frac{۱}{۲} \Rightarrow f'_۱ = ۵۰\text{Hz}$$

۲۹۸ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا محاسبه می‌کنیم که بسامد n ام چه‌قدر است:

$$f_n = \frac{nv}{۲L} = \frac{n \times ۲۰۰}{۲ \times ۲} \Rightarrow f_n = ۵۰n\text{Hz}$$

اگر به تعداد گره‌ها یکی افزوده شود، هماهنگ $n+۱$ اُم به نوسان درخواهد آمد. در این صورت $f_{n+۱}$ برابر است با:

$$f_{n+۱} = ۵۰(n+۱) = ۵۰n + ۵۰ \Rightarrow f_{n+۱} = f_n + ۵۰$$

۲۹۹ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$V = \sqrt{\frac{FL}{m}} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{۴۳۲ \times ۱}{۷/۵ \times ۱۰^{-۳}}}$$

$$V = ۲۴۰\frac{m}{s} \quad (n=۱) \text{ بسامد اصلی}$$

$$f_n = \frac{nv}{۲L} = \frac{۱ \times ۲۴۰}{۲ \times ۱} = ۱۲۰\text{HZ}$$

۳۰۰ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بسامد به چشمه‌ی موج بستگی دارد که در این جا ثابت می‌باشد.

$$n = ۲ = v_۲ \Rightarrow ۲ = \frac{v_۲}{v_۱} \Rightarrow \sqrt{\frac{F_۲}{F_۱}} = v_۱ = v_۲ \xrightarrow{v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}} ۴ = ۱ - \text{تعداد گره } v_۱$$

$$f_۱ = f_۲ \xrightarrow[L_۱=L_۲]{\text{تعداد شکم } n_۱ = ۱-۵=۴} \frac{n_۱ v_۱}{۲L_۱} = \frac{n_۲ v_۲}{۲L_۲} \Rightarrow ۴v_۱ = n_۲ \times ۲v_۱$$

$$n_۲ = ۲$$

۱	۱	۲	**۳**	۴
۲	۱	۲	**۳**	۴
۳	۱	۲	**۳**	۴
۴	۱	**۲**	۳	۴
۵	۱	**۲**	۳	۴
۶	۱	۲	**۳**	۴
۷	۱	۲	۳	**۴**
۸	۱	**۲**	۳	۴
۹	۱	**۲**	۳	۴
۱۰	۱	۲	**۳**	۴
۱۱	۱	۲	۳	**۴**
۱۲	۱	۲	**۳**	۴
۱۳	۱	۲	**۳**	۴
۱۴	۱	**۲**	۳	۴
۱۵	۱	۲	۳	**۴**
۱۶	۱	**۲**	۳	۴
۱۷	۱	**۲**	۳	۴
۱۸	۱	۲	**۳**	۴
۱۹	۱	۲	**۳**	۴
۲۰	۱	**۲**	۳	۴
۲۱	۱	**۲**	۳	۴
۲۲	۱	۲	۳	**۴**
۲۳	۱	**۲**	۳	۴
۲۴	۱	**۲**	۳	۴
۲۵	۱	۲	**۳**	۴
۲۶	**۱**	۲	۳	۴
۲۷	۱	**۲**	۳	۴
۲۸	۱	۲	**۳**	۴
۲۹	۱	**۲**	۳	۴
۳۰	**۱**	۲	۳	۴
۳۱	۱	۲	**۳**	۴
۳۲	۱	۲	۳	**۴**
۳۳	۱	۲	۳	**۴**
۳۴	۱	۲	۳	**۴**
۳۵	**۱**	۲	۳	۴
۳۶	۱	**۲**	۳	۴
۳۷	**۱**	۲	۳	۴
۳۸	۱	۲	**۳**	۴
۳۹	۱	۲	**۳**	۴
۴۰	**۱**	۲	۳	۴
۴۱	۱	۲	**۳**	۴
۴۲	۱	**۲**	۳	۴
۴۳	۱	۲	۳	**۴**
۴۴	۱	**۲**	۳	۴
۴۵	۱	۲	۳	**۴**
۴۶	۱	۲	**۳**	۴
۴۷	۱	۲	۳	**۴**
۴۸	۱	۲	**۳**	۴
۴۹	۱	۲	۳	**۴**
۵۰	**۱**	۲	۳	۴
۵۱	۱	۲	**۳**	۴
۵۲	**۱**	۲	۳	۴
۵۳	۱	۲	**۳**	۴
۵۴	۱	۲	۳	**۴**
۵۵	۱	**۲**	۳	۴
۵۶	۱	۲	**۳**	۴
۵۷	۱	**۲**	۳	۴
۵۸	۱	۲	۳	**۴**
۵۹	۱	۲	۳	**۴**
۶۰	۱	۲	**۳**	
۶۱	**۱**	۲	۳	۴
۶۲	**۱**	۲	۳	۴
۶۳	۱	**۲**	۳	۴
۶۴	**۱**	۲	۳	۴
۶۵	۱	**۲**	۳	۴
۶۶	۱	۲	۳	**۴**
۶۷	۱	**۲**	۳	۴
۶۸	۱	۲	۳	**۴**
۶۹	۱	۲	۳	**۴**
۷۰	۱	۲	**۳**	۴
۷۱	۱	۲	۳	**۴**
۷۲	۱	۲	**۳**	۴
۷۳	**۱**	۲	۳	۴
۷۴	۱	۲	۳	**۴**
۷۵	**۱**	۲	۳	۴
۷۶	۱	۲	۳	**۴**
۷۷	۱	۲	۳	**۴**
۷۸	۱	**۲**	۳	۴
۷۹	**۱**	۲	۳	۴
۸۰	**۱**	۲	۳	۴
۸۱	۱	۲	۳	**۴**
۸۲	۱	۲	۳	**۴**
۸۳	۱	**۲**	۳	۴
۸۴	۱	**۲**	۳	۴
۸۵	۱	**۲**	۳	۴
۸۶	۱	۲	۳	**۴**
۸۷	۱	**۲**	۳	۴
۸۸	۱	۲	**۳**	۴
۸۹	۱	**۲**	۳	۴
۹۰	**۱**	۲	۳	۴
۹۱	۱	**۲**	۳	۴
۹۲	۱	۲	۳	**۴**
۹۳	۱	۲	**۳**	۴
۹۴	۱	۲	۳	**۴**
۹۵	۱	۲	**۳**	۴
۹۶	۱	**۲**	۳	۴
۹۷	**۱**	۲	۳	۴
۹۸	۱	۲	**۳**	۴
۹۹	**۱**	۲	۳	۴
۱۰۰	۱	**۲**	۳	۴
۱۰۱	۱	۲	۳	**۴**
۱۰۲	۱	۲	۳	**۴**
۱۰۳	۱	**۲**	۳	۴
۱۰۴	۱	**۲**	۳	۴
۱۰۵	۱	**۲**	۳	۴
۱۰۶	**۱**	۲	۳	۴
۱۰۷	**۱**	۲	۳	۴
۱۰۸	۱	**۲**	۳	۴
۱۰۹	۱	**۲**	۳	۴
۱۱۰	۱	۲	**۳**	۴
۱۱۱	۱	۲	۳	**۴**
۱۱۲	۱	۲	**۳**	۴
۱۱۳	۱	۲	۳	**۴**
۱۱۴	۱	۲	**۳**	۴
۱۱۵	۱	۲	۳	**۴**
۱۱۶	۱	۲	**۳**	۴
۱۱۷	۱	۲	۳	**۴**
۱۱۸	۱	۲	**۳**	۴
۱۱۹	۱	**۲**	۳	۴
۱۲۰	۱	۲	**۳**	۴
۱۲۱	۱	۲	**۳**	۴
۱۲۲	۱	**۲**	۳	۴
۱۲۳	**۱**	۲	۳	۴
۱۲۴	۱	۲	**۳**	۴
۱۲۵	**۱**	۲	۳	۴
۱۲۶	**۱**	۲	۳	۴
۱۲۷	۱	**۲**	۳	۴
۱۲۸	۱	**۲**	۳	۴

۱۲۹	۱	۲	۳	**۴**
۱۳۰	۱	**۲**	۳	۴
۱۳۱	۱	۲	**۳**	۴
۱۳۲	۱	۲	۳	**۴**
۱۳۳	۱	**۲**	۳	۴
۱۳۴	**۱**	۲	۳	۴
۱۳۵	۱	۲	۳	**۴**
۱۳۶	**۱**	۲	۳	۴
۱۳۷	۱	۲	**۳**	۴
۱۳۸	۱	۲	**۳**	۴
۱۳۹	۱	**۲**	۳	۴
۱۴۰	**۱**	۲	۳	۴
۱۴۱	۱	۲	**۳**	۴
۱۴۲	۱	**۲**	۳	۴
۱۴۳	۱	۲	**۳**	۴
۱۴۴	۱	۲	۳	**۴**
۱۴۵	۱	۲	**۳**	۴
۱۴۶	**۱**	۲	۳	۴
۱۴۷	۱	۲	**۳**	۴
۱۴۸	۱	۲	**۳**	۴
۱۴۹	۱	**۲**	۳	۴
۱۵۰	۱	۲	۳	**۴**
۱۵۱	۱	۲	**۳**	۴
۱۵۲	۱	۲	۳	**۴**
۱۵۳	۱	۲	۳	**۴**
۱۵۴	۱	۲	۳	**۴**
۱۵۵	۱	۲	۳	**۴**
۱۵۶	۱	۲	**۳**	۴
۱۵۷	۱	**۲**	۳	۴
۱۵۸	۱	۲	۳	**۴**
۱۵۹	**۱**	۲	۳	۴
۱۶۰	۱	۲	**۳**	۴
۱۶۱	۱	۲	**۳**	۴
۱۶۲	۱	۲	۳	**۴**
۱۶۳	۱	۲	**۳**	۴
۱۶۴	**۱**	۲	۳	۴
۱۶۵	۱	۲	**۳**	۴
۱۶۶	**۱**	۲	۳	۴
۱۶۷	۱	۲	۳	**۴**
۱۶۸	۱	**۲**	۳	۴
۱۶۹	۱	۲	**۳**	۴
۱۷۰	۱	**۲**	۳	۴
۱۷۱	۱	۲	۳	**۴**
۱۷۲	**۱**	۲	۳	۴
۱۷۳	۱	۲	۳	**۴**
۱۷۴	**۱**	۲	۳	۴
۱۷۵	**۱**	۲	۳	۴
۱۷۶	۱	**۲**	۳	۴
۱۷۷	۱	۲	**۳**	۴
۱۷۸	۱	۲	۳	**۴**
۱۷۹	۱	۲	**۳**	۴
۱۸۰	**۱**	۲	۳	۴
۱۸۱	۱	**۲**	۳	۴
۱۸۲	۱	**۲**	۳	۴
۱۸۳	۱	**۲**	۳	۴
۱۸۴	**۱**	۲	۳	۴
۱۸۵	۱	**۲**	۳	۴
۱۸۶	۱	**۲**	۳	۴
۱۸۷	**۱**	۲	۳	۴
۱۸۸	۱	۲	**۳**	۴
۱۸۹	۱	۲	**۳**	۴
۱۹۰	۱	**۲**	۳	۴
۱۹۱	۱	۲	۳	**۴**
۱۹۲	۱	**۲**	۳	۴
۱۹۳	۱	**۲**	۳	۴
۱۹۴	۱	۲	**۳**	۴
۱۹۵	۱	**۲**	۳	۴
۱۹۶	۱	**۲**	۳	۴
۱۹۷	۱	۲	**۳**	۴
۱۹۸	۱	۲	۳	**۴**
۱۹۹	۱	۲	**۳**	۴
۲۰۰	۱	**۲**	۳	۴
۲۰۱	۱	۲	**۳**	۴
۲۰۲	**۱**	۲	۳	۴
۲۰۳	۱	**۲**	۳	۴
۲۰۴	۱	**۲**	۳	۴
۲۰۵	۱	۲	۳	**۴**
۲۰۶	۱	۲	۳	**۴**
۲۰۷	**۱**	۲	۳	۴
۲۰۸	۱	۲	۳	**۴**
۲۰۹	۱	۲	۳	**۴**
۲۱۰	۱	۲	۳	**۴**
۲۱۱	۱	۲	۳	**۴**
۲۱۲	۱	۲	۳	**۴**
۲۱۳	۱	**۲**	۳	۴
۲۱۴	۱	**۲**	۳	۴
۲۱۵	۱	۲	۳	**۴**
۲۱۶	۱	۲	**۳**	۴
۲۱۷	۱	۲	۳	**۴**
۲۱۸	۱	**۲**	۳	۴
۲۱۹	۱	**۲**	۳	۴
۲۲۰	۱	۲	۳	**۴**
۲۲۱	۱	**۲**	۳	۴
۲۲۲	۱	۲	**۳**	۴
۲۲۳	۱	۲	۳	**۴**
۲۲۴	۱	۲	**۳**	۴
۲۲۵	۱	۲	۳	**۴**
۲۲۶	۱	۲	**۳**	۴
۲۲۷	**۱**	۲	۳	۴
۲۲۸	۱	**۲**	۳	۴
۲۲۹	۱	۲	۳	**۴**
۲۳۰	۱	**۲**	۳	۴
۲۳۱	۱	۲	۳	**۴**
۲۳۲	۱	**۲**	۳	۴
۲۳۳	**۱**	۲	۳	۴
۲۳۴	۱	**۲**	۳	۴
۲۳۵	۱	**۲**	۳	۴
۲۳۶	**۱**	۲	۳	۴
۲۳۷	۱	**۲**	۳	۴
۲۳۸	۱	۲	۳	**۴**
۲۳۹	**۱**	۲	۳	۴
۲۴۰	۱	۲	۳	**۴**
۲۴۱	۱	**۲**	۳	۴
۲۴۲	۱	۲	**۳**	۴
۲۴۳	۱	۲	۳	**۴**
۲۴۴	۱	**۲**	۳	۴
۲۴۵	۱	**۲**	۳	۴
۲۴۶	۱	۲	**۳**	۴
۲۴۷	۱	**۲**	۳	۴
۲۴۸	۱	۲	۳	**۴**
۲۴۹	۱	**۲**	۳	۴
۲۵۰	۱	**۲**	۳	۴
۲۵۱	۱	**۲**	۳	۴
۲۵۲	۱	۲	**۳**	۴
۲۵۳	۱	**۲**	۳	۴
۲۵۴	۱	**۲**	۳	۴
۲۵۵	۱	**۲**	۳	۴
۲۵۶	۱	۲	**۳**	۴

۲۵۷	۱	۲	**۳**	۴
۲۵۸	۱	**۲**	۳	۴
۲۵۹	۱	۲	**۳**	۴
۲۶۰	**۱**	۲	۳	۴
۲۶۱	۱	۲	۳	**۴**
۲۶۲	۱	۲	**۳**	۴
۲۶۳	۱	**۲**	۳	۴
۲۶۴	۱	۲	**۳**	۴
۲۶۵	**۱**	۲	۳	۴
۲۶۶	۱	۲	۳	**۴**
۲۶۷	۱	۲	۳	**۴**
۲۶۸	۱	**۲**	۳	۴
۲۶۹	۱	۲	**۳**	۴
۲۷۰	۱	۲	**۳**	۴
۲۷۱	۱	**۲**	۳	۴
۲۷۲	۱	**۲**	۳	۴
۲۷۳	**۱**	۲	۳	۴
۲۷۴	**۱**	۲	۳	۴
۲۷۵	۱	۲	۳	**۴**
۲۷۶	**۱**	۲	۳	۴
۲۷۷	۱	**۲**	۳	۴
۲۷۸	**۱**	۲	۳	۴
۲۷۹	۱	۲	۳	**۴**
۲۸۰	۱	۲	۳	**۴**
۲۸۱	**۱**	۲	۳	۴
۲۸۲	**۱**	۲	۳	۴
۲۸۳	۱	۲	**۳**	۴
۲۸۴	۱	**۲**	۳	۴
۲۸۵	**۱**	۲	۳	۴
۲۸۶	۱	**۲**	۳	۴
۲۸۷	**۱**	۲	۳	۴
۲۸۸	۱	**۲**	۳	۴
۲۸۹	**۱**	۲	۳	۴
۲۹۰	**۱**	۲	۳	۴
۲۹۱	**۱**	۲	۳	۴
۲۹۲	۱	۲	۳	**۴**
۲۹۳	**۱**	۲	۳	۴
۲۹۴	۱	۲	**۳**	۴
۲۹۵	۱	**۲**	۳	۴
۲۹۶	**۱**	۲	۳	۴
۲۹۷	**۱**	۲	۳	۴
۲۹۸	۱	**۲**	۳	۴
۲۹۹	**۱**	۲	۳	۴
۳۰۰	۱	**۲**	۳	۴