استادبانک
انتخاب آنلاین معلم خصوصی

فصـــــــل سوم

نوسان و امواج

انتخاب آنلاین معلم خصوصی

www.ostadbank.com
شماره تماس: ۰۲۱-۹۱۰۰۵۳۴۳

پرسش ۳-۱

پرسش ۳-۱: بسامد ضربان قلب مربوط به نمودار شکل ۳-۲ چقدر است؟

جواب:

در متن کتاب گفته شده که قلب در هر دقیقه ۶۵ بار می‌تپد. بنابراین:

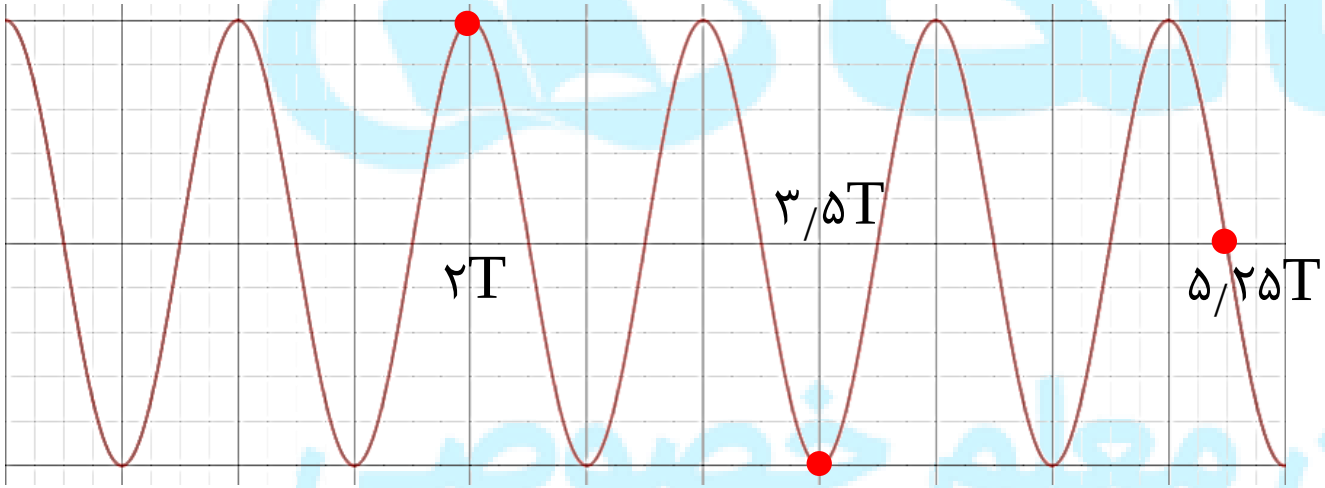
$$f = \frac{\text{تعداد ضربان}}{\text{زمان}} = \frac{۶۵}{۶۰} = ۱/۰۸۳\text{Hz}$$

استادبانک
انتخاب آنلاین معلم خصوصی

تمرین ۳-۱

تمرین ۳-۱: ذره‌ای در حال نوسان هماهنگ ساده با دوره‌ی تناوب T است. با فرض اینکه در $t=0$ ذره در $x=+A$ باشد، تعیین کنید در هر یک از لحظات زیر، آیا ذره در $x=-A$، در $x=+A$، یا در $x=0$ خواهد بود؟ الف) $t=2T$ ، ب) $t=3/5T$ ، پ) $t=5/25T$ (برای پاسخ به این تمرین، ساده‌تر آن است که چند دوره از یک نمودار کسینوسی را رسم کنید.)

جواب:



با توجه به شکل روبرو، ذره پس از هر دوره تناوب در مکان اولیه $(+A)$ قرار می‌گیرد، بنابراین:

$$t = 2T \rightarrow x = +A$$

$$t = 3/5T \rightarrow x = -A$$

$$t = 5/25T \rightarrow x = 0$$

تمرین ۳-۲

تمرین ۳-۲: در حرکت هماهنگ ساده، مکان x(t) باید پس از گذشت یک دوره‌ی تناوب برابر مقدار اولیه‌اش شود. یعنی اگر x(t) مکان در زمان دلخواه t باشد، آن گاه نوسانگر باید در زمان t+T دوباره به همان مکان بازگردد و بنابراین $A\cos\omega t = A\cos\omega(t+T)$ بر این اساس نشان دهید: $\omega = ۲\pi / T$

جواب:

$$A\cos\left[\omega(t+T)\right] = A\cos(\omega t)$$

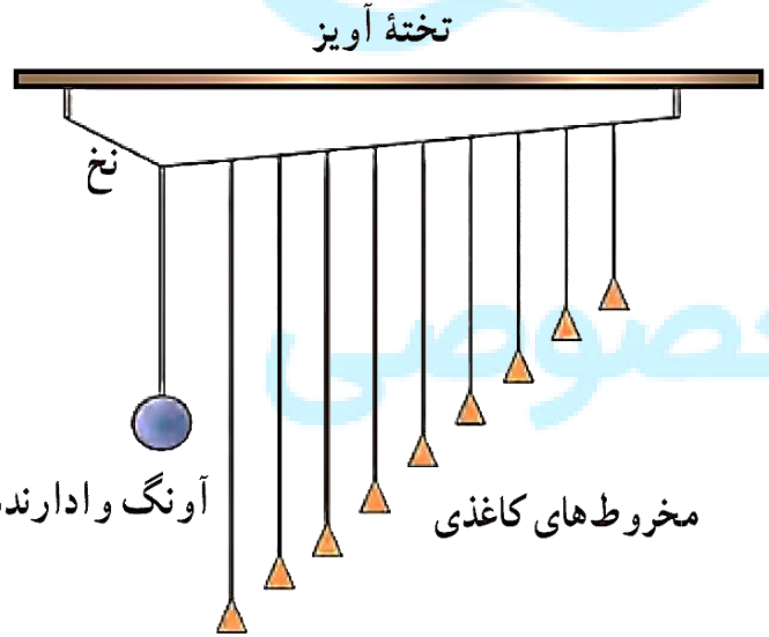
$$\rightarrow A\cos\left[(\omega t+\omega T)\right] = A\cos(\omega t)$$

برای اینکه تساوی بالا برقرار باشد، باید:

$$\rightarrow \omega T = ۲\pi \rightarrow \omega = \frac{۲\pi}{T}$$

فعالیت ۳-۳

فعالیت۳-۳: آونگ‌های بارتون: یک آونگ با وزنه سنگین و تعدادی آونگ سبک با طول‌های متفاوت را مطابق شکل سوار کنید. آونگ‌ها روی نخی سوار شده‌اند که هر دو انتهای آن توسط گیره‌هایی به تخته آویزان متصل شده است. به آونگ سنگین اصطلاحا آونگ وادارنده گفته می‌شود، زیرا به نوسان درآوردن این آونگ در صفحه عمود بر صفحه شکل، موجب تاب خوردن نخ آویز و در نتیجه به نوسان واداشتن سایر آونگ‌ها می‌شود. آونگ وادارنده را به نوسان درآورید و آنچه را مشاهده می‌کنید توضیح دهید.



جواب:

آونگی که طول آن هم طول آونگ وادارنده است، با بیشترین دامنه به تشدید در می‌آید. هر چه طول آونگ با مخروط کاغذی کم‌تر یا بیش‌تر از طول آونگ وادارنده باشد، دامنه‌ی نوسان آن کم‌تر خواهد شد.
دقت داشته باشید که جرم گلوله یا مخروط کاغذی متصل به نخ تاثیری در تشدید ندارد.

تمرین ۳-۳

تمرین ۳-۳: طول تعدادی آونگ ساده که از میله‌ای افقی آویزان‌اند، عبارت‌اند از، ۰٫۴m، ۰٫۸m، ۱٫۲m، ۲٫۸m و ۳٫۵m فرض کنید میله دستخوش نوسان‌هایی افقی با بسامد زاویه‌ای در گستره ۲rad/s تا ۴rad/s بشود. کدام آونگ‌ها با دامنه بزرگ‌تری به نوسان در می‌آیند؟ (توجه کنید گرچه تشدید در بسامد مشخصی رخ می‌دهد، اما دامنه نوسان در نزدیک این بسامد همچنان بزرگ است.)

جواب:

به ازای بسامدهای زاویه‌ای داده شده، طول آونگ را محاسبه می‌کنیم:

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{\ell}} \rightarrow ۲(\text{rea}/\text{s}) = \sqrt{\frac{۹٫۸(\text{N}/\text{kg})}{\ell_۱}} \rightarrow ۴ = \frac{۹٫۸}{\ell_۱} \rightarrow \ell_۱ = ۲٫۴۵\text{m}$$

$$۴(\text{rea}/\text{s}) = \sqrt{\frac{۹٫۸(\text{N}/\text{kg})}{\ell_۲}} \rightarrow ۱۶ = \frac{۹٫۸}{\ell_۲} \rightarrow \ell_۲ = ۰٫۶۱۲۵\text{m}$$

بنابراین آونگ‌هایی که طول آن‌ها در بازه ۰٫۶۱۲۵m تا ۲٫۴۵m هستند، یعنی ۰٫۸۰m و ۱٫۲m با بیش‌ترین دامنه به نوسان در می‌آیند.

پرسش ۳-۲

پرسش ۳-۲: در پی زمین لرزه عظیمی (به بزرگی ۸٫۱ در مقیاس ریشتر) که در ساحل غربی مکزیک در سال ۱۹۸۵ اتفاق افتاد ساختمان‌های نیمه بلند فروریختند ، ولی ساختمان‌های کوتاه‌تر و بلندتر پابرجا ماندند. علت این پدیده را توضیح دهید.

جواب:

زیرا فرکانس (بسامد) زمین لرزه با بسامد طبیعی ساختمان‌های نیمه بلند یکسان بوده و آن‌ها را به تشدید درآورد.

پرسش ۳-۳

پرسش ۳-۳: همانطور که گفتیم یکی از ویژگی‌های موج پیش‌رونده انتقال انرژی از یک نقطه به نقطه دیگر، در جهت انتشار موج است. با در نظر گرفتن یک تب طولی در یک فنر بلند کشیده شده، این ویژگی را توضیح دهید.

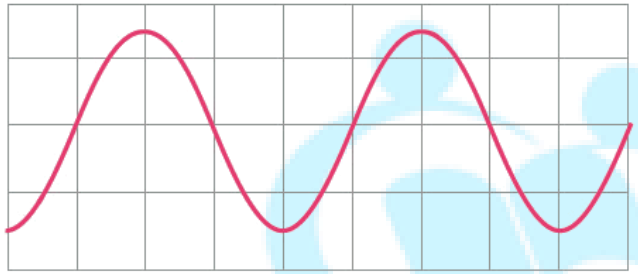
جواب:

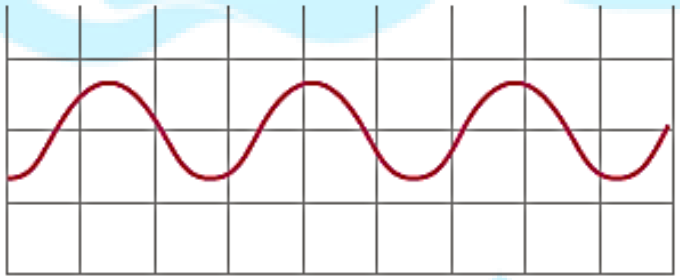
وقتی سر یک فنر را به نوسان درمی‌آوریم تا در درون آن موج طولی تولید شود، درون فنر فشردگی‌ها و کشیدگی‌هایی بوجود می‌آید که به دلیل حرکت اجزای فنر است و در این فشردگی‌ها و کشیدگی‌ها انرژی پتانسیل ذخیره شده است. بنابراین با ایجاد یک تپ طولی در یک فنر، انرژی در فنر منتقل می‌شود.

استادبانک
انتخاب آنلاین معلم خصوصی

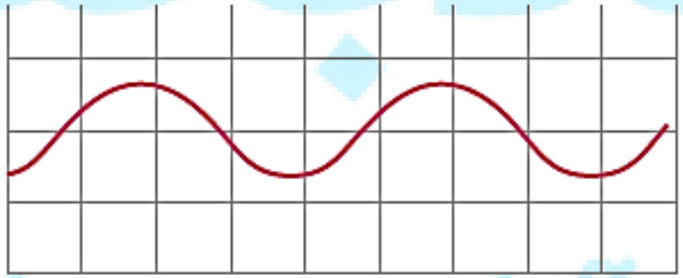
پرسش ۳-۴

پرسش ۳-۴: شکل روبه‌رو موجی عرضی را نشان می‌دهد. دامنه و طول موج هرکدام از شکل موج‌های الف)، ب) و پ) را با دامنه و طول موج این شکل را مقایسه کنید.

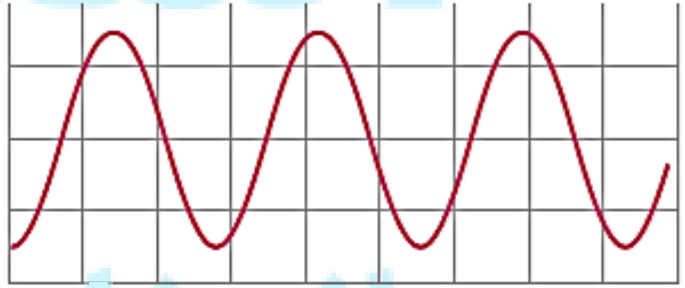




(پ)



(ب)



(الف)

جواب:

شکل الف) $\lambda_1 < \lambda \ , \ A_1 = A$ **شکل ب)** $\lambda_2 = \lambda \ , \ A_2 < A$ **شکل پ)** $\lambda_3 < \lambda \ , \ A_3 < A$

تمرین ۳-۴

تمرین ۳-۴: در سازه‌های زهی همانند تار، کمانچه و گیتار را با سفت یا شل کردن تار، تندی انتشار موج عرضی در تار تغییر می‌کند. در یک گیتار طول هر تار بین دو انتهای ثابت ۰٫۶۲۸m است. برای نواختن بالاترین بسامد، جرم تار ۰٫۲۰۸g و برای نواختن پایین‌ترین بسامد جرم تار ۳٫۳۲g است. تارها تحت کششی برابر ۲۲۶N قرار دارند. تندی انتشار موج این دو بسامد چقدر است؟

جواب:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\sqrt{\frac{F\ell}{m}}=\sqrt{\frac{(۲۲۶N)\times(۰/۶۲۸)}{(۰/۲۰۸\times۱۰^{-۳}kg)}}\simeq ۸۲۶\ m/s$$

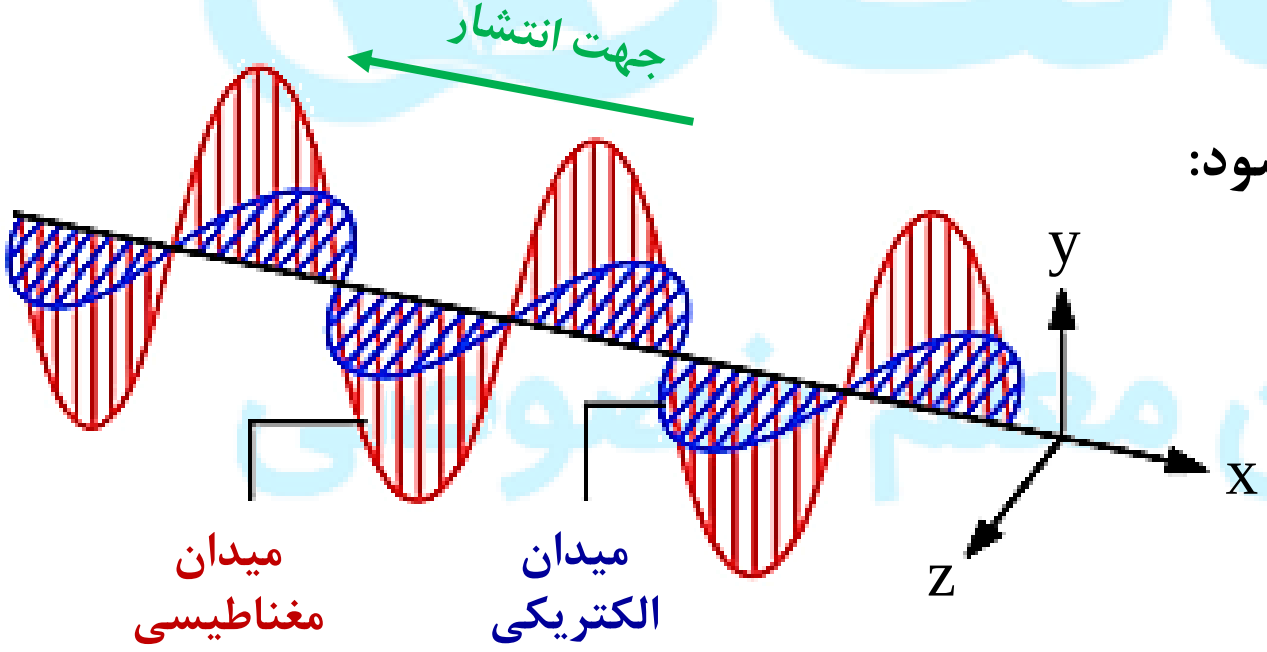
$$v=\sqrt{\frac{F\ell}{m}}=\sqrt{\frac{(۲۲۶N)\times(۰/۶۲۸)}{(۳/۳۲\times۱۰^{-۳}kg)}}\simeq ۲۰۷\ m/s$$

پرسش ۳-۵

پرسش ۳-۵: در یک لحظه خاص، میدان الکتریکی مربوط به یک موج الکترومغناطیسی در نقطه‌ای از فضا در جهت z+ و میدان مغناطیسی مربوط به آن در جهت y+ است. جهت انتشار در کدام سو است؟ (جهت‌های x+، y+ و z+ را مانند شکل ۳-۲۰ در نظر بگیرید.)

جواب:

با توجه به شکل مقابل، موج در جهت X- منتشر می‌شود:



تمرین ۳-۵

تمرین ۳-۵: طول آنتن یک گوشی تلفن همراه قدیمی معمولا $\frac{۱}{۴}$ طول موج دریافتی است. اگر طول چنین آنتنی تقریبا برابر $۸/۵\text{cm}$ باشد بسامدی را که این گوشی با آن کار می‌کند تعیین کنید.

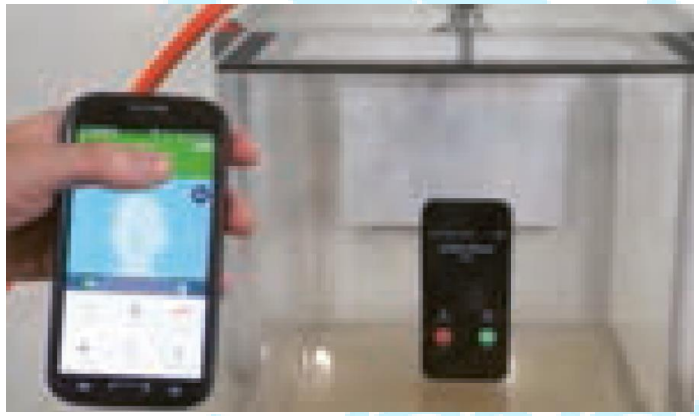
جواب:

$$\ell_{\text{anten}} = \frac{۱}{۴}\lambda \rightarrow (۸/۵\text{cm}) = \frac{۱}{۴}\lambda \rightarrow \lambda = ۳۴\text{cm} = ۰/۳۴\text{m}$$

$$c = \lambda f \rightarrow f = \frac{c}{\lambda} = \frac{۳\times۱۰^{۸}\,\text{m/s}}{۰/۳۴\text{m}} \simeq ۸/۸\times۱۰^{۸}\,\text{Hz}$$

فعالیت ۳-۴

فعالیت ۳-۴: مطابق شکل روبه‌رو یک گوشی تلفن همراه را در یک محفظه تخلیه هوای شیشه‌ای آویزان کنید. با برقراری تماس با گوشی، صدای آن را خواهید شنید. ولی با به کار افتادن پمپ تخلیه هوا، صدا به تدریج ضعیف و سرانجام خاموش می‌شود، در حالی که امواج الکترومغناطیسی همچنان به گوشی می‌رسند. از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید.



جواب:

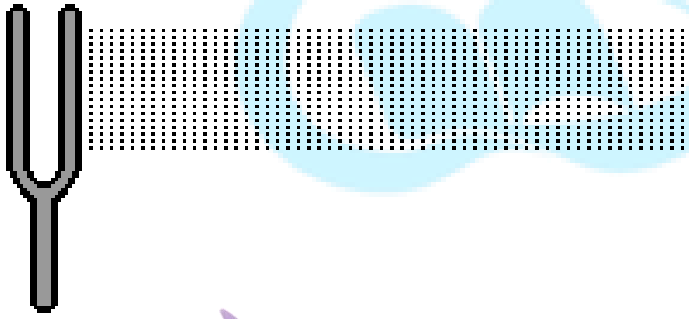
نتیجه می‌گیریم که صوت (که یک موج مکانیکی است) برای انتشار نیاز به محیط مادی دارد، اما امواج رادیویی (که جزء امواج الکترومغناطیسی است) برای انتشار نیاز به محیط مادی ندارد.

پرسش ۳-۶

پرسش ۳-۶: الف) چگونگی ایجاد صوت توسط دیاپازون را توضیح دهید.

ب) به نظر شما چه سازکاری موجب صدای وزوز حشرات هنگام پرواز می‌شود؟

جواب:



الف) دیاپازون از یک فلزی دوشاخه‌ای درست می‌شود که انتهای آن‌ها به هم بسته شده است. اگر ضربه‌ای به یکی از شاخه‌ها بزنیم هوای اطراف آن را متراکم می‌کند و چون ته دیاپازون بسته شده است، در حالت تشدید نوسانات صدای صوت آن را می شنویم.

ب) حشرات هنگام پرواز بال‌های خود را حرکت می‌دهند که با حرکت بال‌های خود هوای اطراف را منبسط و منقبض کرده و صوت ایجاد می‌شود.

تمرین ۳-۶

تمرین ۳-۶: شخصی با چکش به انتهای میله باریک بلندی ضربه‌ای می‌زند. تندی صوت در میله ۱۵ برابر تندی صوت در هوا است. شخص دیگری که گوش خود را نزدیک به انتهای دیگر میله گذاشته است، دو صدا را که یکی از میله می‌آید و دیگری هوای اطراف میله، با اختلاف زمانی ۰/۱۲s می‌شنود. اگر تندی صوت در هوا ۳۴۰m/s باشد، طول میله چقدر است؟

جواب:

$$v = \frac{\Delta x}{t} \rightarrow t = \frac{\Delta x}{v}$$

$$\rightarrow \Delta t = t_2 - t_1 = \frac{\Delta x}{v_2} - \frac{\Delta x}{v_1} \rightarrow ۰/۱۲ = \frac{\Delta x}{۳۴۰} - \frac{\Delta x}{۱۵ \times ۳۴۰}$$

$$\rightarrow ۰/۱۲ = \frac{۱۴\Delta x}{۱۵ \times ۳۴۰} \rightarrow \Delta x = \frac{۰/۱۲ \times ۱۵ \times ۳۴۰}{۱۴} = ۴۳/۷m$$

تمرین ۳-۷

تمرین ۳-۷: با زیاد کردن صدای تلویزیونی، شدت صوتی که به گوش ما می‌رسد ۱۰۰ برابر می‌شود. تراز شدت صوتی که می‌شنویم چند دسی‌بل افزایش یافته است؟

جواب:

$$\beta_1 = 10\log\frac{I_1}{I_o} \qquad \beta_2 = 10\log\frac{I_2}{I_o}$$

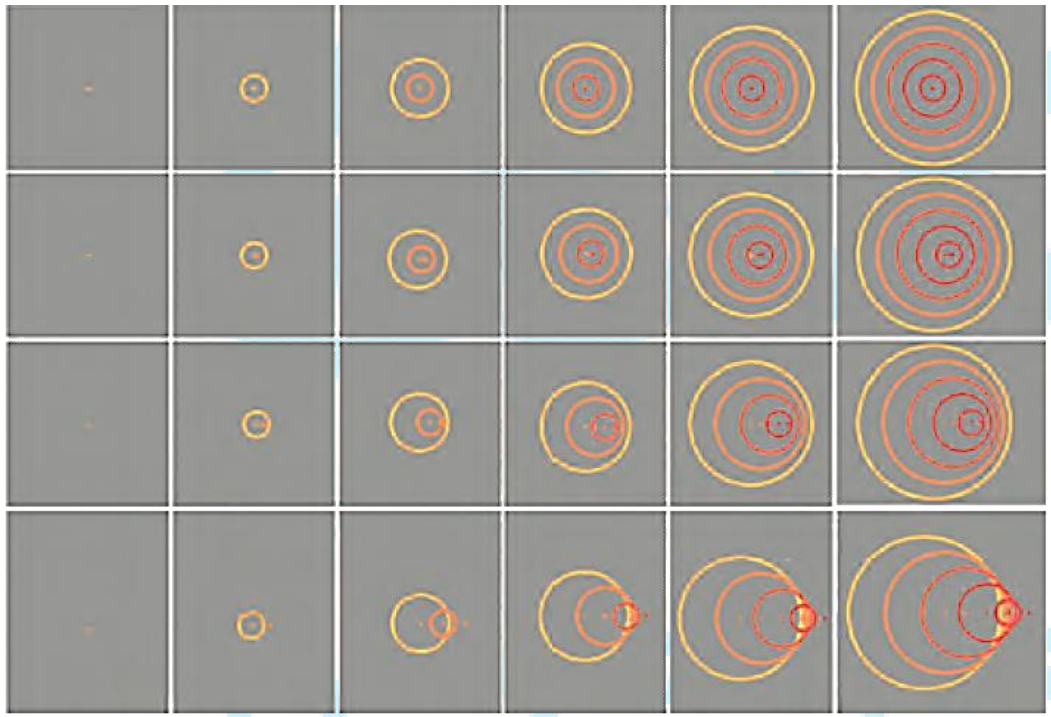
$$\Delta\beta = \beta_2 - \beta_1 = 10\log\frac{I_2}{I_o} - 10\log\frac{I_1}{I_o} = 10(\log I_2 - \log I_o) - 10(\log I_1 - \log I_o)$$

$$\rightarrow \Delta\beta = 10(\log I_2 - \log I_1) = 10\log\frac{I_2}{I_1} = 10\log\frac{100 I_1}{I_1} = 10\log 100$$

$$\rightarrow \Delta B = 10\log^{10^2} = 20\log^{10} = 20\,dB$$

پرسش ۳-۷

پرسش ۳-۷: در هر ردیف شکل روبه‌رو، جبهه‌های موج متوالی حاصل از یک چشمه را می‌بینید.



الف) تندی چشمه‌ها را با هم مقایسه کنید.

ب) تندی هر چشمه را با تندی صوت مقایسه کنید.

جواب:

الف)

$$v_t > v_p > v_b > v_a = 0$$

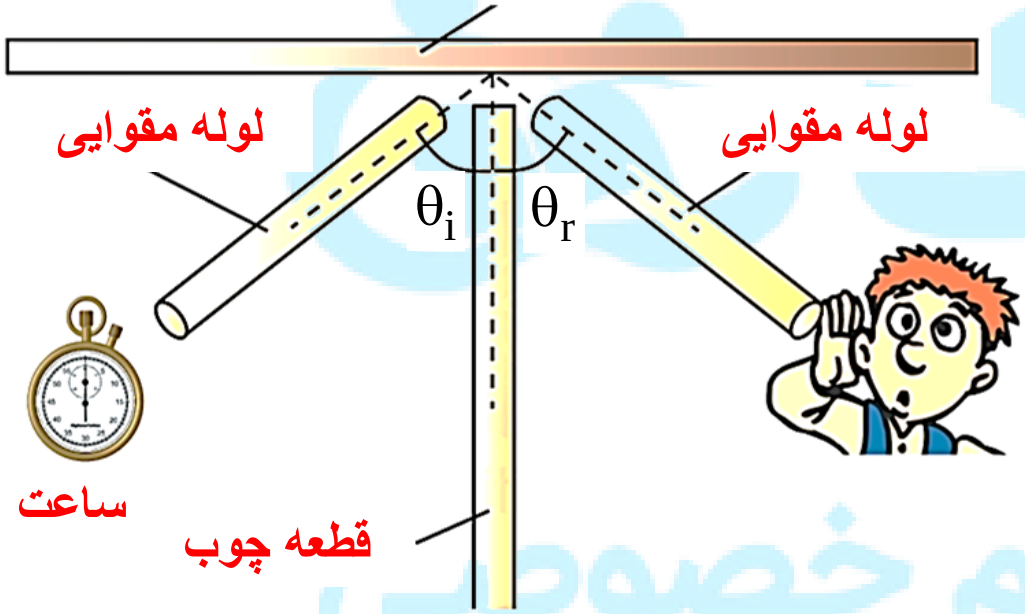
ب)

$$v_a < v_{ch} \ , \ v_b < v_{ch} \ , \ v_p < v_{ch} \ , \ v_t > v_{ch}$$

فعالیت ۳-۷

فعالیت ۳-۷: با اسباب نشان داده شده در شکل روبه‌رو، می‌توان زاویه تابش و زاویه بازتابش را در امواج صوتی اندازه‌گیری کرد. با استفاده از این اسباب، قانون بازتاب عمومی را برای امواج صوتی تحقیق کنید.

جواب:



علاوه بر امواج الکترومغناطیس مانند نور، قانون بازتاب عمومی را برای امواج صوتی نیز برقرار است. برای این آزمایش اسبابی مطابق شکل روبرو را طراحی می‌کنیم، یک قطعه چوب مابین شنونده و چشمه صوت (در اینجا ساعت) قرار می‌دهیم تا صدای چشمه بطور مستقیم شنیده نشود.

با انتشار صوت از چشمه صوت و با تغییر زاویه مقوای ثانویه متوجه می‌شویم که بیشترین صدای دریافتی توسط شنونده در زاویه‌ای برابر با زاویه مقوای اولیه نسبت به خط قائم (در اینجا چوب) اتفاق می‌افتد:

$$\theta_i = \theta_r$$

فعالیت ۳-۸

فعالیت ۳-۸: درباره میکروفون سهموی که از آن برای ثبت صداهای ضعیف و دستگاه لیتوتریپسی که از آن برای شکستن سنگ‌های کلیه، با کمک بازتابنده‌های بیضوی استفاده می‌شود تحقیق کنید.

جواب:

میکروفن سهمی‌وار میکروفونی است که از یک منعکس‌کننده‌ی سهمی‌وار برای تجمع و متمرکز کردن امواج صدا بر روی گیرنده (شبیه کاری که آنتن‌های سهمی‌وار برای مثال بشقاب‌های ماهواره برای امواج رادیویی انجام می‌دهند) استفاده می‌کند. نوعی از این میکروفن که می‌تواند صداها را از چندین متر دورتر دریافت کند برای کارهایی از جمله ضبط صدای طبیعت، صدای میدان برای گزارش‌های ورزشی، استراق سمع، مسائل قانونی و حتی جاسوسی استفاده می‌شود.

میکروفون‌های سهمی‌وار عموماً برای ضبط متعارف صدا استفاده نمی‌شوند چون پاسخ آن‌ها به فرکانس‌های پایین ضعیف است که یک اثر جانبی در طراحی آن‌هاست که نتیجه مستقیم قوانین فیزیکی است که بر امواج صوتی حاکم‌اند.

فعالیت ۳-۸

فعالیت ۳-۸: درباره میکروفون سهموی که از آن برای ثبت صداهای ضعیف و دستگاه لیتوتریپسی که از آن برای شکستن سنگ‌های کلیه، با کمک بازتابنده‌های بیضوی استفاده می‌شود تحقیق کنید.

جواب:

در روش درمانی لیتوتریپسی برای بیماران سنگ کلیه، از امواج صوتی جهت شکستن سنگ‌های کلیه بزرگ به تکه‌های کوچک‌تر استفاده می‌شود. متخصصان به این امواج صوتی، امواج پر انرژی شوک نیز می‌گویند. متداول‌ترین روش سنگ‌شکنی کلیه که از آن جهت درمان بیماران استفاده می‌شود، لیتوتریپسی با امواج شوک اکستراکرپرال (ESWL) است.

در حین انجام لیتوتریپسی با امواج شوک خارج از بدن یک ماشین مخصوص با نام لیتوتریپتر امواج شوک مربوطه را ایجاد می‌کند. این امواج وارد بدن انسان شده و سنگ‌ها را به تکه‌های کوچک‌تر در خواهد آورد.

فعالیت ۳-۹

فعالیت ۳-۹: اندازه‌گیری تندی شارش خون: از مکان‌یابی پژواکی به همراه اثر دوپلر می‌توان برای تعیین تندی شارش خون (گویچه‌های قرمز) در رگ‌ها استفاده کرد. در مورد چگونگی این فناوری تحقیق کنید.

جواب:

مولد صوت دائماً در حال تولید صدا با بسامد است. صدا توسط گلبول‌های خون بازتابانده می‌شود، دستگاه گیرنده امواج بازتابیده را دریافت نموده و بسامد آن را محاسبه می‌کند. به‌واسطه پدیده دوپلر تغییر بسامدی در امواج فرستاده شده و دریافت شده وجود دارد که در حدود ۰٫۱ متر بر ثانیه است. این مقدار تغییر بسامد متناظر با سرعت گلبول‌های قرمز (در حدود ۶۰۰ هرتز) است.

از این وسیله می‌توان برای شناسایی محل‌هایی که رگ باریک شده استفاده نمود زیرا در محل‌هایی که رگ نازک می‌شود سرعت عبور خون (گلبول‌ها) افزایش می‌یابد و در نتیجه تغییر بسامد امواج فرستاده شده و بازتابیده زیاد می‌شود. در ضمن بر این اساس می‌توان جریان خون در قلب جنین ۸ تا۱۰ هفته‌ای را بررسی نمود.

تمرین ۳-۸

تمرین ۳-۸: کم‌ترین فاصله بین شما و یک دیوار بلند چقدر باشد تا پژواک صدای خود را از صدای اصلی تمیز دهید؟ تندی صدا در هوا را $۳۴۰m/s$ در نظر بگیرید.

جواب:

حداقل فاصله زمانی صوت ما و صوت بازتابی باید $۰/۱s$ باشد. بنابراین:

$$v = \frac{\ell}{\Delta t} \rightarrow (۳۴۰ m/s) = \frac{\ell}{(۰/۱ s)} \rightarrow \ell = ۳۴m$$

دقت داشته باشید که در این بازه زمانی، صوت مسیر رفت و برگشت را طی کرده است. بنابراین فاصله از دیوار برابر است با:

$$\ell = ۲x \rightarrow x = \frac{\ell}{۲} = \frac{(۳۴m)}{۲} = ۱۷m$$

فعالیت ۳-۱۰

فعالیت ۳-۱۰: رادار دوپلری: از امواج الکترومغناطیسی نیز می‌توان برای مکان‌یابی پژواکی استفاده کرد. در این مورد و کاربرد آن به خصوص در تعیین تندی خودروها تحقیق کنید. (راهنمایی: اثر دوپلر برای امواج الکترومغناطیسی نیز برقرار است.)

جواب:

سیستم رادار در ابتدا با روشن کردن فرستنده ، یک دسته موج رادیویی متراکم در آسمان و در جهات مختلف پخش می‌کند. این ارسال برای چند میکروثانیه صورت می‌پذیرد، حال فرستنده خاموش شده و گیرنده سیستم رادار مترصد دریافت پژواک امواج که به همراه اطلاعات حاصل از اثر دوپلر نیز هستند می‌ماند.

امواج رادیویی با سرعتی معادل سرعت نور حرکت می‌کنند، تقریباً در هر میکروثانیه ۳۰۰ متر را در فضا طی می‌کنند؛ حال اگر سیستم رادار مذکور دارای یک ساعت بسیار دقیق و قوی باشد، می‌تواند با دقت بسیار بالایی موقعیت خودرو را مشخص کند، با استفاده از روش‌های خاص پردازش سیگنال برای تحلیل اثر دوپلر بر روی موج‌های برگشتی می‌توان به دقت سرعت خودرو را مشخص کرد.

پرسش ۳-۸

پرسش ۳-۸: اگر موج سینوسی از قسمت ضخیم طناب به قسمت نازک آن وارد شود، بسامد، تندی و طول موج موج عبوری در مقایسه با موج فرودی چه تغییری می‌کند؟

جواب:

بسامد ثابت می‌ماند، زیرا بسامد موج به چشمه موج وابسته است.

طبق رابطه $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$، با کاهش ضخامت (کاهش μ)، تندی موج افزایش می‌یابد. طبق رابطه $v = \lambda f$ با ثابت ماندن بسامد و افزایش تندی موج، طول موج نیز افزایش می‌یابد.

تمرین ۳-۹

تمرین ۳-۹: در یک تشت موج به کمک یک نوسان‌ساز تیغه‌ای با بسامد ۵۰Hz کار می‌کند، امواجی تخت ایجاد می‌کنیم، به طوری که فاصله بین دو برآمدگی متوالی آن برابر با ۱۰cm می‌شود. اگر اکنون بره‌ای، شیشه‌ای را در کف تشت قرار دهیم، امواج در ورود به ناحیه کم‌عمق بالای بره، شکست پیدا می‌کنند. اگر تندی امواج در ناحیه کم‌عمق، ۰/۴ برابر تندی در ناحیه عمیق باشد، طول موج امواج در ناحیه کم‌عمق چقدر می‌شود؟

جواب:

بسامد موج ثابت است، بنابراین:

$$f_1 = f_2 \xrightarrow{v=\lambda f} \frac{v_1}{\lambda_1} = \frac{v_2}{\lambda_2} \rightarrow \frac{v_1}{10} = \frac{0/4 v_1}{\lambda_2} \rightarrow \lambda_2 = 4\text{cm}$$

تمرین ۳-۱۰

تمرین ۳-۱۰: در تمرین ۳-۹ با فرض اینکه زاویه تابش امواج برابر ۳۰° باشد، زاویه شکست چقدر می‌شود؟

جواب:

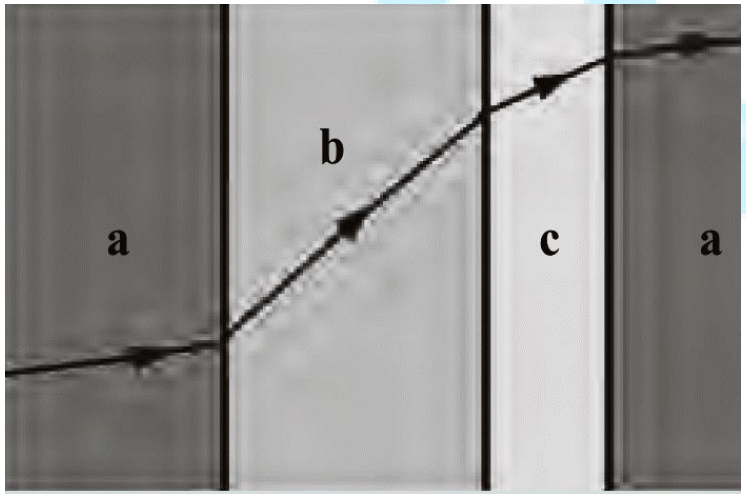
$$\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱}=\frac{v_۲}{v_۱}\rightarrow\frac{\sin\theta_۲}{\sin ۳۰^\circ}=\frac{۰/۴v_۱}{v_۱}\rightarrow\frac{\sin\theta_۲}{۱/۲}=۰/۴$$

$$\rightarrow\sin\theta_۲=۰/۲\rightarrow\theta_۲\simeq ۱۱/۵^o$$

استادبانک
انتخاب آنلاین معلم خصوصی

پرسش ۳-۹

پرسش ۳-۹: شکل روبه‌رو یک پرتو امواج الکترومغناطیسی را نشان می‌دهد که با عبور از محیط اولیه **a** از طریق محیط‌های **b** و **c** به محیط باز می‌گردد. این محیط‌ها را بر حسب تندی موج در آن‌ها از بیشترین تا کم‌ترین مرتب کنید.



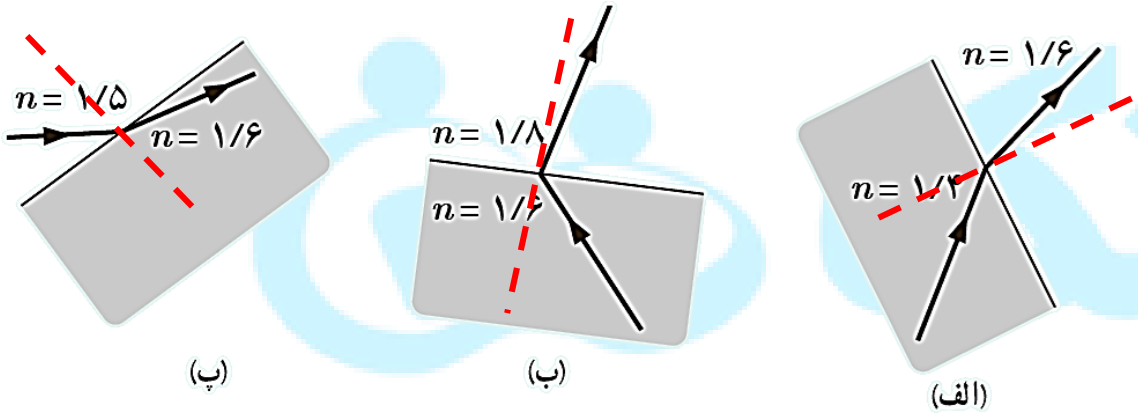
جواب:

هر چه پرتو به خط عمود نزدیک‌تر شود، تندی موج در آن ناحیه کم‌تر است و هر چه از خط عمود دورتر شود، تندی موج در آن ناحیه بیشتر است:

$$\left.\begin{array}{ll} v_b > v_a & \text{در اولین شکست موج} \\ v_b > v_c & \text{در دومین شکست موج} \\ v_c > v_a & \text{در سومین شکست موج} \end{array}\right\} \rightarrow v_b > v_c > v_a$$

پرسش ۳-۱۰

پرسش ۳-۱۰: کدام یک از سه شکل زیر یک شکست را نشان می‌دهد که از لحاظ فیزیکی ممکن است؟



جواب:

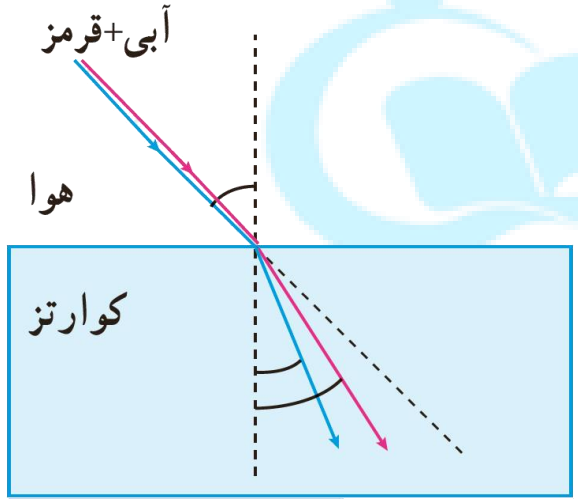
در شکل (الف) پرتوی نور وارد محیطی غلیظ شده است و باید به خط عمودی نزدیک شود که این اتفاق رخ داده است.

در شکل (ب) پرتوی نور وارد محیطی غلیظ شده است و باید به خط عمود نزدیک شود. اما با توجه به این که پرتو فرودی در سمت راست خط عمود قرار دارد، پرتو شکست باید در سمت چپ خط عمود باشد که این اتفاق رخ نداده است.

در شکل (پ) پرتوی نور وارد محیطی غلیظ شده است و باید به خط عمود نزدیک‌تر شود که این اتفاق رخ نداده است.

تمرین ۳-۱۱

تمرین ۳-۱۱: شکل روبه‌رو باریکه نوری متشکل از دو پرتوی قرمز و آبی را نشان می‌دهد که از هوا و با زاویه تابش 45° بر سطح تیغه تختی از کوارتز می‌تابد. زاویه‌های شکست برای این دو پرتو را محاسبه کنید. ضریب شکست نورهای قرمز و آبی در کوارتز به ترتیب برابرند با $n_r=1/459$ و $n_b=1/467$



جواب:

آبی:

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2 \rightarrow 1\times \sin 45^\circ = 1/467 \sin\theta_2 \rightarrow \theta_2 \simeq 29^\circ$$

قرمز:

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2 \rightarrow 1\times \sin 45^\circ = 1/459 \sin\theta_2 \rightarrow \theta_2 \simeq 28/8^\circ$$

مسائل فصل

۱- یک وزنه ۲۰N را از انتهای یک فنر قائم می‌آویزیم، فنر ۲۰cm کشیده می‌شود. سپس این فنر را در حالی که به یک وزنه ۵N متصل است، روی میز بدون اصطکاکی به نوسان در می‌آوریم. دوره تناوب این نوسان چقدر است؟

جواب:

ابتدا ثابت فنر را بدست می‌آوریم:

$$F_e = mg \rightarrow kx = mg \rightarrow k \times ۰/۲ = ۲۰ \rightarrow k = ۱۰۰ N/m$$

حالا دوره تناوب را محاسبه می‌کنیم:

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = ۲\pi\sqrt{\frac{۰/۵}{۱۰۰}} = ۲\pi\sqrt{\frac{۱}{۲۰۰}} \simeq ۰/۴۴۴ s$$

مسائل فصل

۲- هرگاه جسمی به جرم m به فنری متصل شود و به نوسان درآید، با دوره تناوب ۲s نوسان می‌کند. اگر جرم این جسم ۲kg افزایش یابد، دوره‌ی تناوب ۳s می‌شود. مقدار m چقدر است؟

جواب:

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \rightarrow \frac{T_۲}{T_۱} = \sqrt{\frac{m_۲}{m_۱}} \rightarrow \frac{۳}{۲} = \sqrt{\frac{m_۱ + ۲}{m_۱}}$$

$$\rightarrow \frac{۹}{۴} = \frac{m_۱ + ۲}{m_۱} \rightarrow ۹m_۱ = ۴m_۱ + ۸ \rightarrow ۵m_۱ = ۸ \rightarrow m_۱ = ۱/۶kg$$

استادبانک
انتخاب آنلاین معلم خصوصی

مسائل فصل

۳- جرم خودروی به همراه سرنشینان آن ۱۶۰۰kg است. این خودرو روی چهار فنر با ثابت $۲\times۱۰^{۴}N/m$ سوار شده است. دوره تناوب، بسامد، و بسامد زاویه‌ای ارتعاش خودرو وقتی از چاله‌ای می‌گذرد چقدر است؟ فرض کنید وزن خودرو به طور یکنواخت روی فنرهای چهار چرخ توزیع شده است.

جواب:

هر فنر جرم $۱۶۰۰ / ۴ = ۴۰۰kg$ را تحمل می‌کند. بنابراین:

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = ۲\pi\sqrt{\frac{۴۰۰}{۲\times۱۰^{۴}}} = ۲\pi\sqrt{\frac{۲}{۱۰^{۲}}} \simeq ۰/۸۹s$$

$$\omega = \frac{۲\pi}{T} = \frac{۲\pi}{۰/۸۹s} \simeq ۷\ red/s \qquad f = \frac{۱}{T} = \frac{۱}{۰/۸۹s} \simeq ۱/۱Hz$$

مسائل فصل

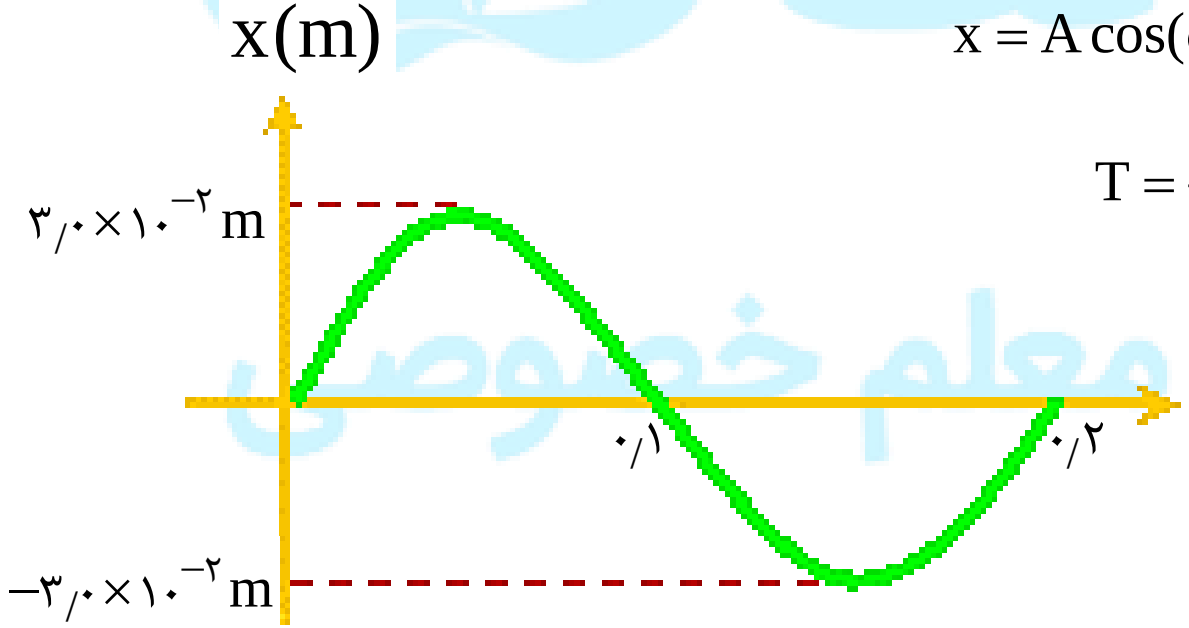
۴- دامنه نوسان یک حرکت هماهنگ ساده $۳\times۱۰^{-۲}m$ و بسامد آن $۵Hz$ هرتز است. معادله حرکت این نوسانگر را بنویسید و نمودار مکان – زمان آن را در یک دوره رسم کنید.

جواب:

$$\omega = ۲\pi f = ۲\pi \times ۵ = ۱۰\pi \ red/s$$

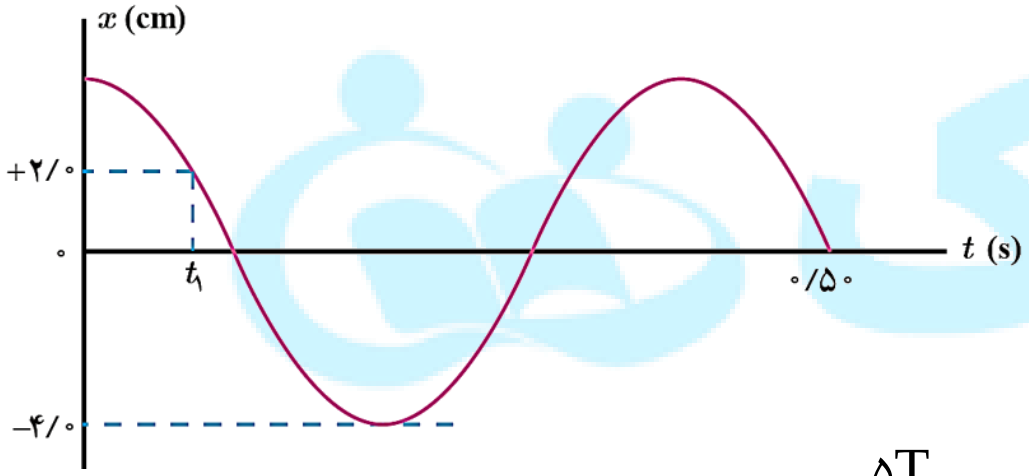
$$x = A\cos(\omega t) = ۳\times۱۰^{-۲}\cos(۱۰\pi t)$$

$$T = \frac{۱}{f} = \frac{۱}{۵} = ۰/۲s$$



مسائل فصل

۵- نمودار مکان – زمان نوسانگری مطابق شکل زیر است: الف) معادله حرکت این نوسانگر را بنویسید.



جواب:

الف)

$$A = ۴cm = ۴\times ۱۰^{-۲}\,m$$

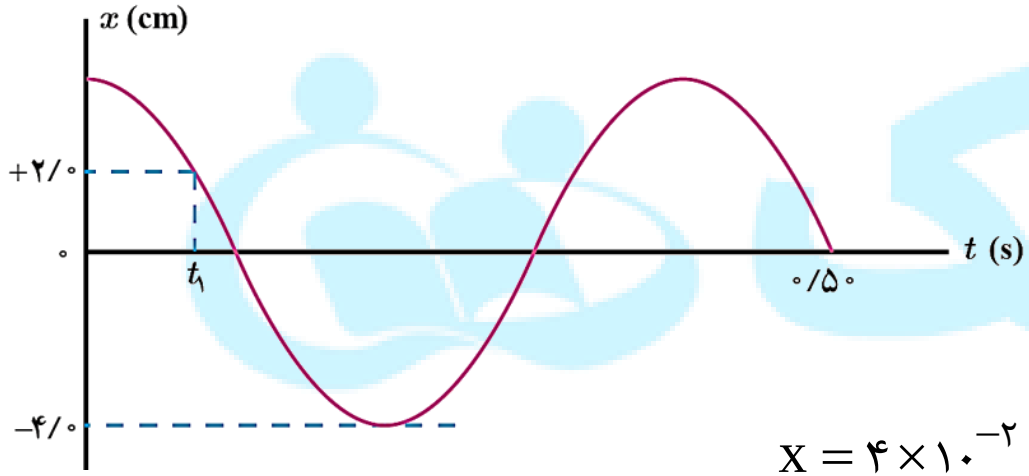
$$\frac{۵T}{۴} = ۰/۵ \rightarrow T = ۰/۴s\ ,\ \omega = \frac{۲\pi}{T} = \frac{۲\pi}{۰/۴} = ۵\pi$$

$$x = A\cos(\omega t) = ۴\times ۱۰^{-۲}\cos(۵\pi t)$$

استادبانک
انتخاب آنلاین معلم خصوصی

مسائل فصل

۵- نمودار مکان – زمان نوسانگری مطابق شکل زیر است: ب) مقدار $t_۱$ را به‌دست آورید. پ) اندازه شتاب نوسانگر را در لحظه $t_۱$ محاسبه کنید.



جواب:

ب)

$$x = ۴\times۱۰^{-۲}\cos(۵\pi t) \rightarrow ۲\times۱۰^{-۲} = ۴\times۱۰^{-۲}\cos(۵\pi t_۱)$$

$$\rightarrow \cos(۵\pi t_۱) = \frac{۱}{۲} \rightarrow ۵\pi t_۱ = \frac{\pi}{۳} \rightarrow t_۱ = \frac{۱}{۱۵}s$$

پ)

$$a = -\omega^۲ x \rightarrow |a| = (۵\pi)^۲ \times (۲\times۱۰^{-۲}) = ۲۵\pi^۲ \times ۲\times۱۰^{-۲} \rightarrow |a| = ۰/۵\pi^۲ \ m/s^۲$$

استادبانک
انتخاب آنلاین معلم خصوصی

مسائل فصل

۶- دامنه نوسان وزنه‌ای که به یک فنر با ثابت فنر $۷۴N/m$ متصل است و در راستای افقی نوسان می‌کند، برابر با $۸cm$ است. اگر انرژی پتانسیل این نوسانگر در نقطه‌ای از مسیر نوسان $۸\times۱۰^{-۲}J$ باشد، انرژی جنبشی آن در این مکان چقدر است؟ (از نیروهای اتلافی چشم‌پوشی شود.)

جواب:

ابتدا انرژی مکانیکی را محاسبه کرده و بعد به سراغ محاسبه انرژی جنبشی می‌رویم:

$$E=\frac{۱}{۲}kA^{۲}=\frac{۱}{۲}(۷۴)\times(۸\times۱۰^{-۲})^{۲}=۲۳/۶۸\times۱۰^{-۲}J$$

$$E=K+U\rightarrow ۲۳/۶۸\times۱۰^{-۲}=K+۸\times۱۰^{-۲}\rightarrow K=۱۵/۶۸\times۱۰^{-۲}J$$

مسائل فصل

۷- جسمی به جرم ۱kg به فنری افقی با ثابت ۶N/cm متصل است فنر به اندازه ۹cm فشرده و سپس رها می‌شود و جسم روی سطح افقی شروع به نوسان می‌کند. با چشم‌پوشی از اصطکاک:

الف) دامنه نوسان و تندی بیشینه جسم چقدر است؟

ب) وقتی تندی جسم ۱٫۶m/s است، انرژی پتانسیل کشسانی آن چقدراست؟

جواب:

الف)

$$A = ۰٫۰۹\,m$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{۶۰۰(N/m)}{۱(kg)}} = ۱۰\sqrt{۶}\ red/s$$

$$V_{max} = A\omega = ۰٫۰۹ \times ۱۰\sqrt{۶} \simeq ۲٫۲ m/s$$

ب)

$$E = \frac{۱}{۲}kA^۲ = \frac{۱}{۲} \times ۶۰۰ \times (۰٫۰۹)^۲ = ۲٫۴۳J$$

$$K = \frac{۱}{۲}mv^۲ = \frac{۱}{۲} \times ۱ \times (۱٫۶)^۲ = ۱٫۲۸J$$

$$E = K + U \rightarrow U = E - K = ۲٫۴۳ - ۱٫۲۸ = ۱٫۱۵J$$

مسائل فصل

۸- معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت $x = (۰/۰۵۰m)\cos ۲۰\pi t$ است.

الف) در چه زمانی، پس از لحظه صفر، برای نخستین بار تندی نوسانگر به بیش‌ترین مقدار خود می‌رسد؟

ب) در چه زمانی، پس از لحظه صفر، برای نخستین بار تندی نوسانگر به صفر می‌رسد؟

جواب:

الف) پس از گذشت زمان $\frac{T}{۴}$ برای اولین بار تندی نوسانگر بیشینه می‌شود:

$$\omega = ۲۰\pi \rightarrow \frac{۲\pi}{T} = ۲۰\pi \rightarrow T = ۰/۱\,s \rightarrow \frac{T}{۴} = \frac{۰/۱}{۴} = \frac{۱}{۴۰}s$$

ب) پس از گذشت زمان $\frac{T}{۲}$ برای اولین بار تندی نوسانگر صفر می‌شود:

$$\frac{T}{۲} = \frac{۰/۱}{۲} = \frac{۱}{۲۰}s$$

مسائل فصل

۸- معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت $x = (۰/۰۵۰m)\cos ۲۰\pi t$ است.

پ) تندی نوسانگر چقدر باشد تا انرژی جنبشی نوسانگر برابر با انرژی پتانسیل آن شود؟

جواب:

پ) در لحظه‌ای که انرژی جنبشی نوسانگر برابر با انرژی پتانسیل آن است، مقدار هر کدام از این انرژی‌ها برابر با نصف انرژی مکانیکی است:

$$U = K = \frac{E}{۲} \rightarrow K = \frac{E}{۲} \rightarrow \frac{۱}{۲}mv^{۲} = \frac{۱}{۲}\left(\frac{۱}{۲}m\omega^{۲}A^{۲}\right)$$

$$\rightarrow v^{۲} = \frac{۱}{۲}\omega^{۲}A^{۲} \rightarrow v = \frac{\sqrt{۲}}{۲}A\omega = \frac{\sqrt{۲}}{۲}(۰/۰۵)(۲۰\pi) \rightarrow v \simeq ۲/۲m/s$$

مسائل فصل

۹- الف) ساعتی آونگ‌دار (با آونگ ساده) در تهران تنظیم شده است. اگر این ساعت به منطقه‌ای در استوا برده شود، عقب می‌افتد یا جلو؟ مقدار این عقب یا جلو افتادن در یک شبانه‌روز چقدر است؟ ($g_S=۹/۷۸ m/s^۲$ و $g_T=۹/۸۰ m/s^۲$)

جواب:

الف) طبق رابطه $T=۲\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$، با کاهش شتاب گرانش در استوا، دوره تناوب آونگ در استوا بیشتر از دوره تناوب آونگ درتهران خواهد شد. یعنی زمان یک نوسان آونگ در استوا بیشتر از زمان یک نوسان آونگ در تهران خواهد شد و آونگ در استوا عقب می‌افتد. برای محاسبه میزان عقب افتادگی خواهیم داشت:

$$\frac{T_O}{T_T}=\sqrt{\frac{g_T}{g_O}}=\sqrt{\frac{۹/۸}{۹/۷۸}}\simeq ۱/۰۰۱ \rightarrow T_O=۱/۰۰۱T_T$$

میزان عقب افتادگی در هر ثانیه:

$$\Delta T=T_O-T_T=۱/۰۰۱\,T_T-T_T=۰/۰۰۱\,T_T$$

میزان عقب افتادگی در یک روز:

$$\Delta T=۰/۰۰۱\times ۲۴h=۰/۰۰۱\times ۲۴\times(۳۶۰۰s)=۸۶/۴s$$

مسائل فصل

۹- الف) ساعتی آونگ‌دار (با آونگ ساده) در تهران تنظیم شده است. اگر این ساعت به منطقه‌ای در استوا برده شود، عقب می‌افتد یا جلو؟ مقدار این عقب یا جلو افتادن در یک شبانه‌روز چقدر است؟ ($g_S=۹/۷۸ m/s^۲$ و $g_T=۹/۸۰ m/s^۲$)

ب) به نظر شما آیا با افزایش دما، یک ساعت آونگ‌دار جلو می‌افتد یا عقب؟

جواب:

ب) با افزایش دما، طول آونگ افزایش می‌یابد و طبق رابطه $T = ۲\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ ، دوره تناوب آونگ نیز افزایش می‌یابد و نوسان‌های آونگ کند می‌شود. در نتیجه آونگ عقب می‌افتد.

مسائل فصل

۱۰- هر فرد معمولا با چرخش اندک بدنش به چپ و راست، راه می‌رود و بدین ترتیب نیروهای کوچکی به زمین زیر پایش وارد می‌کند. این نیروها بسامدی در حدود ۰٫۵Hz دارند. لرزش شدید پل هوایی میلینیوم در آغاز هزاره جدید را به عبور منظم گروهی از افراد از این پل ربط داده‌اند. چگونه ممکن است نوسان‌های بدن این افراد موجب چنین لرزشی شده باشد؟

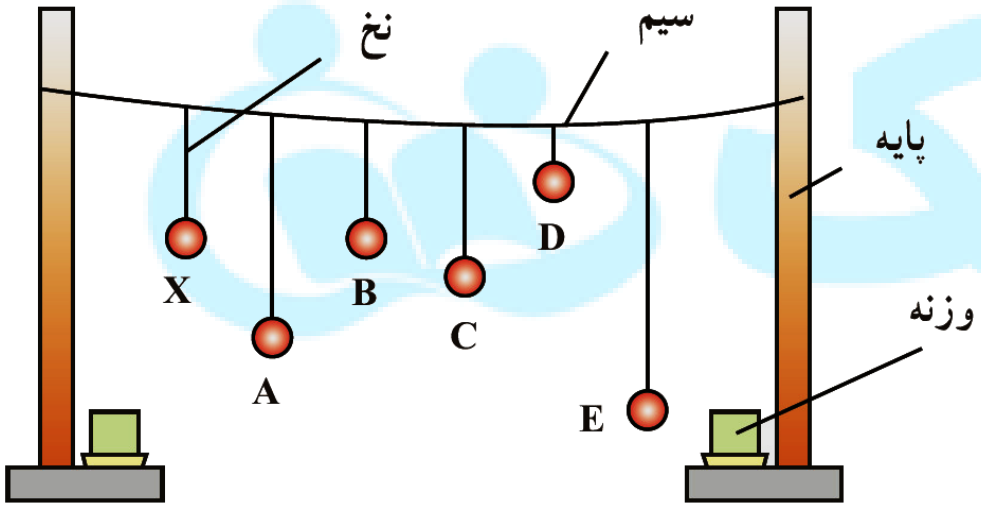
جواب:

هر فرد با چرخش بدن خود بسامدی را تولید می‌کند که مجموع این بسامدها با بسامد طبیعی پل یکسان شده و پل به لرزش درآمده است.

استادبانک
انتخاب آنلاین معلم خصوصی

مسائل فصل

۱۱- مطابق شکل چند آونگ را از سیمی آویخته‌ایم. توضیح دهید با به نوسان درآوردن آونگ X، آونگ‌های دیگر چگونه نوسان می‌کنند؟



جواب:

آونگ B که طول آن برابر با آونگ X است به تشدید در آمده و با بیشترین دامنه نوسان خواهد کرد. هر چه طول آونگ‌ها از طول آونگ X دورتر (کم‌تر یا بیش‌تر) شود، دامنه‌ی نوسان‌ها کم‌تر می‌شود. برای مثال آونگ‌های D و E با کم‌ترین دامنه به نوسان درخواهند آمد.

مسائل فصل

۱۲- یک نوسان‌ساز موج‌هایی دوره‌ای در یک ریسمان کشیده ایجاد می‌کند.

الف) با افزایش بسامد نوسان‌ساز کدام یک از کمیت‌های زیر تغییر نمی‌کند؟ بسامد موج، تندی موج، طول موجِ موج.

ب) حال اگر به جای افزایش بسامد، کشش ریسمان را افزایش دهیم، هر یک از کمیت‌های زیر چه تغییری می‌کند؟

بسامد موج، تندی موج، طول موجِ موج

جواب:

الف) بسامد افزایش می‌یابد – تندی موج ثابت می‌ماند، زیرا محیط انتشار موج تغییری نکرده است – طبق رابطه $v = \lambda f$ ، طول موج کاهش می‌یابد.

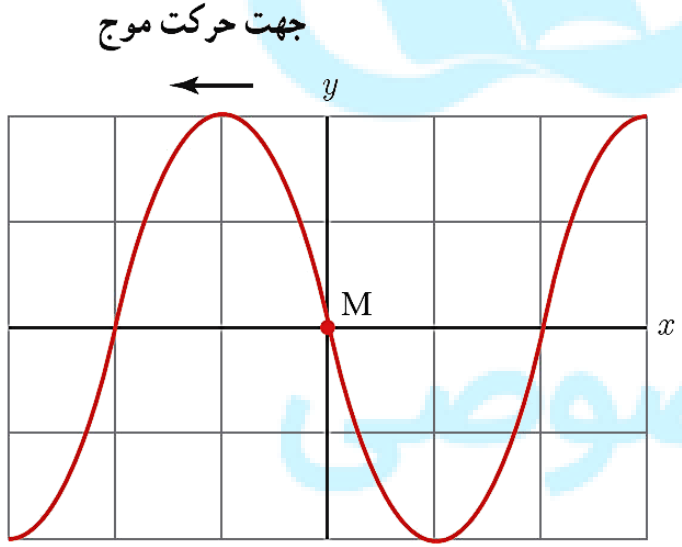
ب) طبق رابطه $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$، تندی انتشار موج افزایش می‌یابد، بسامد ثابت می‌ماند، زیرا به چشمه نوسان وابسته است.

طبق رابطه $v = \lambda f$، طول موج افزایش می‌یابد.

مسائل فصل

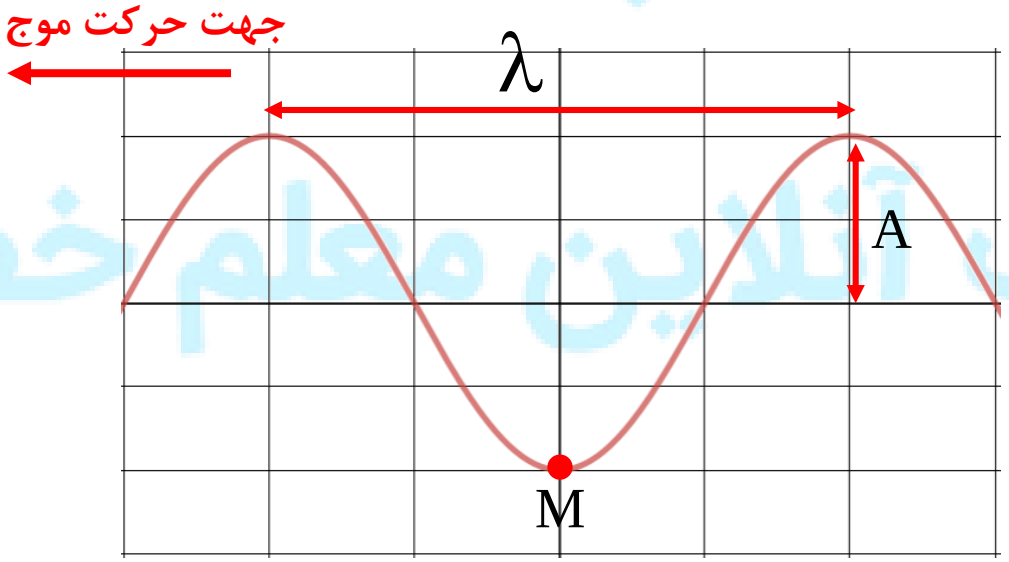
۱۳- شکل زیر یک تصویر لحظه‌ای از موجی عرضی در یک ریسمان کشیده شده را نشان می‌دهد. موج به سمت چپ حرکت می‌کند.

الف) با رسم این موج در زمان $\frac{T}{4}$ بعد، نشان دهید جز M ریسمان در این مدت در چه جهتی حرکت کرده است. همچنین روی این موج، دامنه موج و طول موج را نشان دهید.



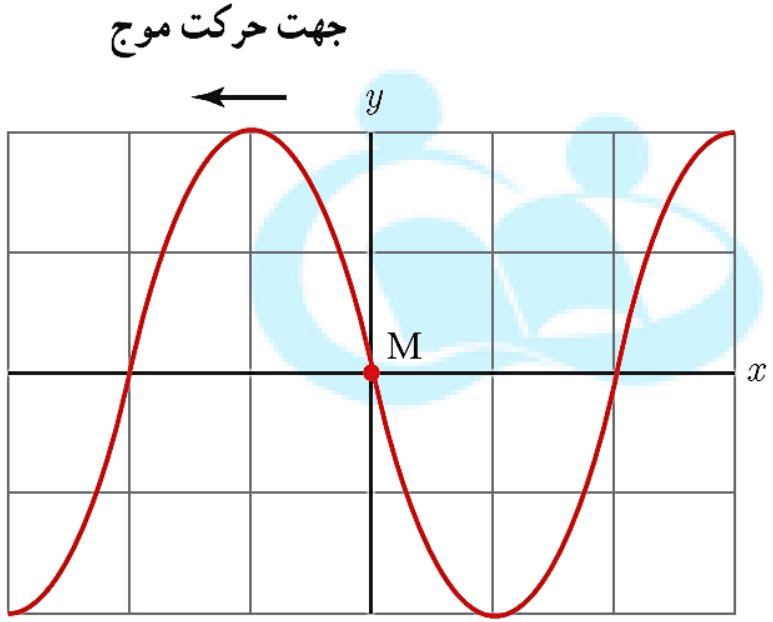
جواب:

الف) مطابق شکل جز M به سمت پایین حرکت کرده است:



مسائل فصل

۱۳- شکل زیر یک تصویر لحظه‌ای از موجی عرضی در یک ریسمان کشیده شده را نشان می‌دهد. موج به سمت چپ حرکت می‌کند.



ب) اگر طول موج ۵cm و تندی موج ۱۰cm/s باشد، بسامد موج را بدست آورید.

پ) تعیین کنید موج در مدت $\frac{T}{4}$ چه مسافتی را پیموده است؟

جواب:

ب)

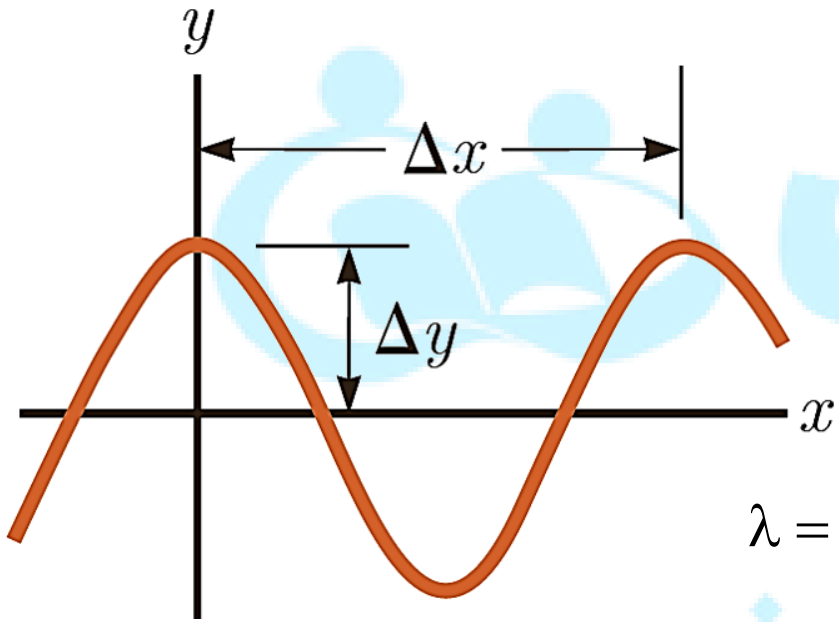
$$v=\lambda f \rightarrow f=\frac{v}{\lambda}=\frac{۱۰(cm/s)}{۵(cm)}=۲Hz$$

پ) با توجه به رابطه $v=\frac{\lambda}{T}$ و ثابت بودن تندی موج می‌توان نتیجه گرفت که موج در مدت زمان $\frac{T}{4}$ مسافت $\Delta x=\frac{\lambda}{4}$ را طی می‌کند. بنابراین:

$$\Delta x=\frac{\lambda}{4}=\frac{۵(cm)}{4}=۱/۲۵cm$$

مسائل فصل

۱۴- در نمودار جابجایی – مکان موج عرضی شکل زیر $\Delta x=۴۰cm$ و $\Delta y=۱۵cm$ است. اگر بسامد نوسان‌های چشمه $۸Hz$ باشد، طول موج، دامنه، تندی و دوره تناوب موج چقدر است؟



جواب:

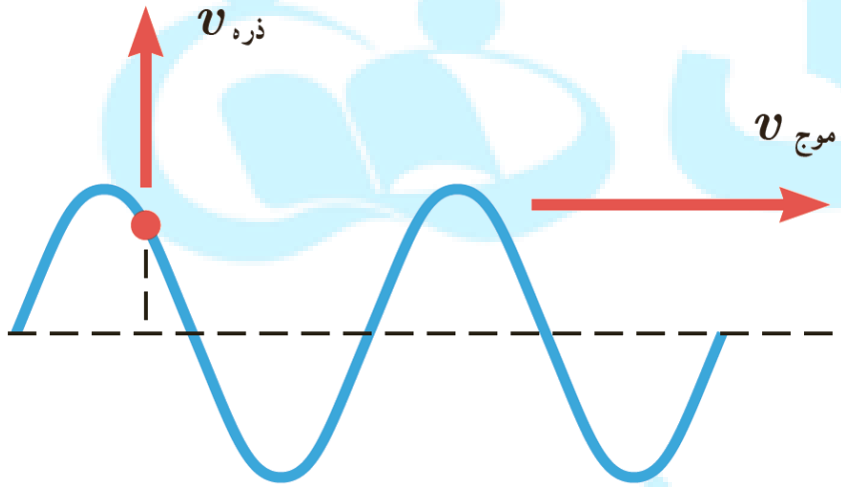
$$\lambda = \Delta x = ۴۰cm = ۰/۴m \qquad A = \Delta y = ۱۵cm = ۰/۱۵m$$

$$v = \lambda f = (۰/۴m) \times (۸Hz) = ۳/۲m/s$$

$$T = \frac{۱}{f} = \frac{۱}{۸}s$$

مسائل فصل

۱۵- شکل زیر موج عرضی در یک ریسمان را نشان می‌دهد که با تندی V_W به سمت راست حرکت می‌کند، در حالی که تندی ذره نشان داده شده ریسمان V_P است. آیا این تندی با هم برابرند؟ توضیح دهید.

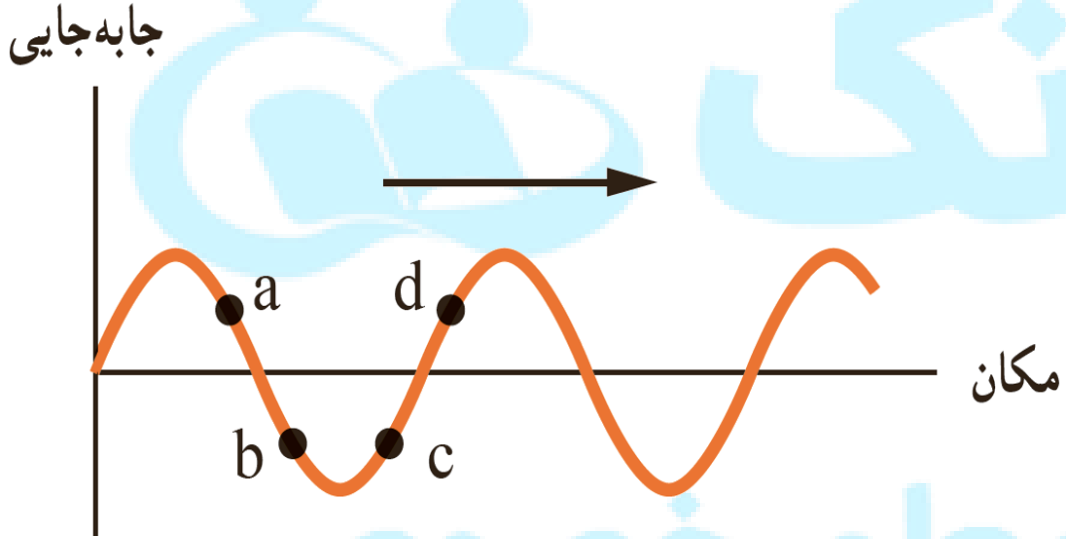


جواب:

خیر، تندی موج در همه نقاط یکسان است و از رابطه $v = \lambda f$ محاسبه می‌شود. اما تندی ذره برای هر ذره روی موج در یک لحظه مقدار متفاوتی دارد و متغیر است.

مسائل فصل

۱۶- شکل زیر یک موج سینوسی را در لحظه‌ای از زمان نشان می‌دهد که در جهت محور x در طول ریسمان کشیده شده‌ای حرکت می‌کند. چهار جز از این ریسمان روی شکل نشان داده شده‌اند. در این لحظه هر یک از چهار جز بالا می‌روند یا پایین؟



جواب:

ذره‌های d و c به سمت پایین و ذره‌های a و b به سمت بالا حرکت می‌کنند.

مسائل فصل

۱۷- سیمی به چگالی $۷۸۰۰kg/m^۳$ و مسطح مقطع $۰/۵mm^۲$ بین دو نقطه با نیروی ۱۵۶N کشیده شده است. سرعت انتشار موج را در این سیم حساب کنید.

جواب:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\sqrt{\frac{F}{m/\ell}}=\sqrt{\frac{F\ell}{m}}=\sqrt{\frac{F\ell}{\rho V}}=\sqrt{\frac{F\ell}{\rho(A\ell)}}=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}$$

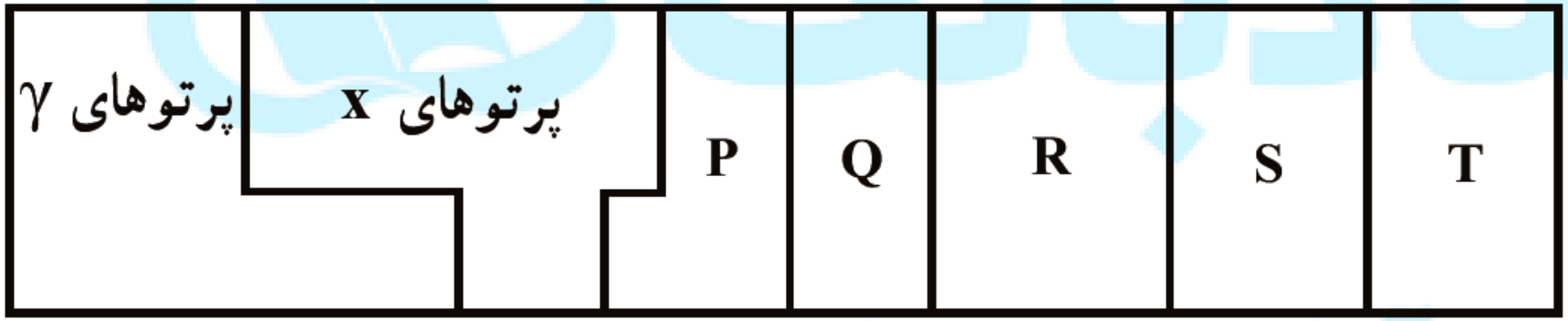
$$\rightarrow v=\sqrt{\frac{(۱۵۶N)}{(۷/۸\times۱۰^{۳}kg/m^{۳})\times(۰/۵\times۱۰^{-۶}m^{۲})}}=۲۰۰m/s$$

مسائل فصل

۱۸- در شکل زیر طیف موج‌های الکترومغناطیسی را به طور تقریبی نشان می‌دهد.

الف) نام قسمت‌هایی از طیف را که با حروف علامت‌گذاری شده‌اند، بنویسید.

ب) اگر در طول طیف از چپ به راست حرکت کنیم، مقدار مشخصه‌های موج افزایش یا کاهش می‌یابد و کدام ثابت می‌ماند؟

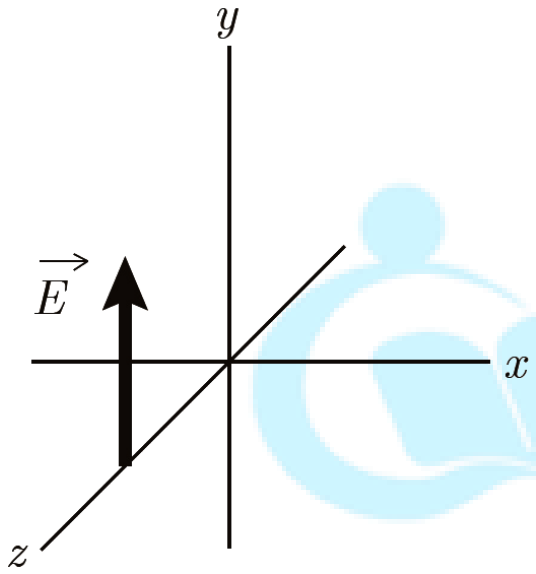


جواب:

الف) فرابنفش: P ، نور مرئی : Q ، فروسرخ : R ، میکروموج : S ، رادیویی : T

ب) طول موج افزایش می‌یابد، بسامد انرژی موج کاهش می‌یابد، سرعت انتشار امواج در خلا یکسان است.

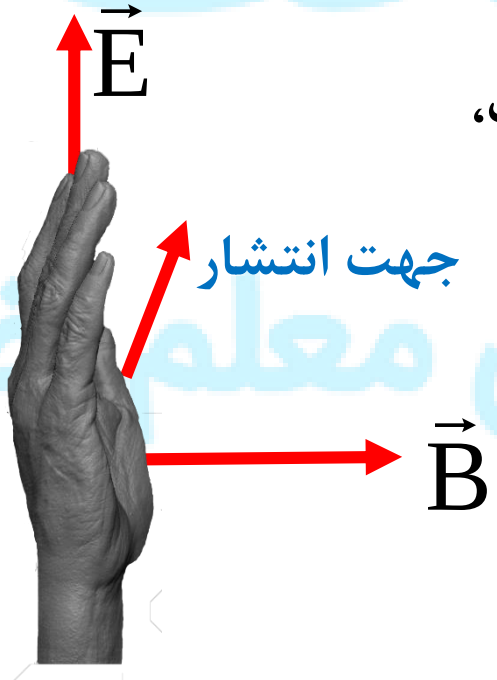
مسائل فصل



۱۹- شکل زیر میدان الکتریکی یک موج الکترومغناطیسی سینوسی را در نقطه معین و دور از چشمه، در یک لحظه نشان می‌دهد. موج انرژی را در خلاف جهت محور z انتقال می‌دهد. جهت میدان مغناطیسی موج را در این نقطه و این لحظه تعیین کنید.

جواب:

با توجه به شکل مقابل و استفاده از قاعده دست راست، جهت میدان مغناطیسی در راستای x+ است.



مسائل فصل

۲۰- الف) طول موج نور نارنجی در هوا حدود $۶/۲\times۱۰^{-۷}\,m$ است. بسامد این نور چند هرتز است؟

ب) بسامد نور قرمز در حدود $۴/۳\times۱۰^{۱۴}Hz$ است. طول موج این نور را در هوا و آب حساب کنید. (سرعت نور را در هوا $۳\times۱۰^{۸}m/s$ و در آب $۲/۲۵\times۱۰^{۸}m/s$ فرض کنید.)

جواب:

الف)

$$c=\lambda f \rightarrow f=\frac{c}{\lambda}=\frac{۳\times۱۰^{۸}\,m/s}{۶/۲۰\times۱۰^{-۷}\,m}=۴/۸\times۱۰^{۱۴}\,Hz$$

ب) در هوا:

$$c=\lambda f \rightarrow \lambda=\frac{c}{f}=\frac{۳\times۱۰^{۸}\,m/s}{۴/۳\times۱۰^{۱۴}\,Hz}=۶/۹\times۱۰^{-۷}\,m$$

در آب:

$$c=\lambda f \rightarrow \lambda=\frac{c}{f}=\frac{۲/۲۵\times۱۰^{۸}\,m/s}{۴/۳\times۱۰^{۱۴}\,Hz}=۵/۲\times۱۰^{-۷}\,m$$

مسائل فصل

۲۱- چشمه موجی با بسامد ۱۰Hz در یک محیط که تندی انتشار موج در آن ۱۰۰m/s است، نوسان‌هایی طولی ایجاد می‌کند. اگر دامنه نوسان‌ها ۴cm باشد،

الف) فاصله بین دو تراکم متوالی این موج چقدر است؟

ب) فاصله بین یک تراکم و یک انبساط متوالی این موج چقدر است؟

جواب:

الف) فاصله بین دو تراکم متوالی برابر λ است:

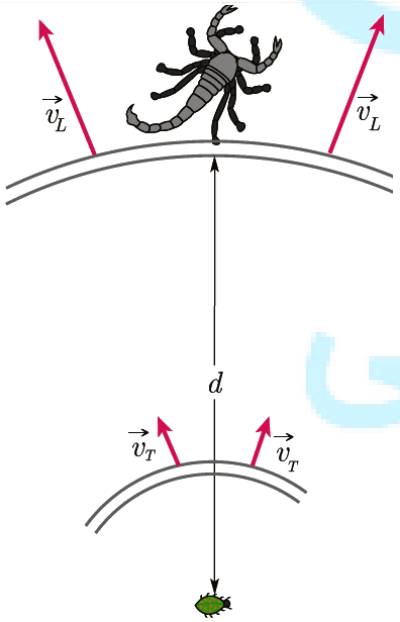
$$v = \lambda f \rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{۱۰۰ m/s}{۱۰ Hz} = ۱۰ m$$

ب) فاصله بین یک تراکم و یک انبساط متوالی برابر $\frac{\lambda}{۲}$ است:

$$\lambda = ۱۰ m \rightarrow \frac{\lambda}{۲} = \frac{۱۰}{۲} = ۵ m$$

مسائل فصل

۲۲- عقرب‌های ماسه‌ای وجود طعمه را با امواجی که بر اثر حرکت طعمه در ساحل شنی ایجاد می‌شود، احساس می‌کنند. این امواج که در سطح ماسه منتشر می‌شوند، بر دو نوع‌اند: امواج عرضی با تندی $v_T=۵۰m/s$ و امواج طولی با تندی $v_L=۱۵۰m/s$ عقرب ماسه‌ای می‌تواند با استفاده از اختلاف زمانی بین زمان رسیدن این امواج به نزدیک‌ترین پای خود، فاصله خود از طعمه را تعیین کند. اگر این اختلاف زمان برابر $\Delta t=۴ms$ باشد، طعمه در چه فاصله‌ای از عقرب قرار دارد؟



جواب:

$$\Delta t = t_T - t_L = \frac{\Delta x}{v_T} - \frac{\Delta x}{v_L} \Rightarrow ۴\times۱۰^{-۳}s = \frac{d}{۵۰m/s} - \frac{d}{۱۵۰m/s}$$

$$\rightarrow ۴\times۱۰^{-۳} = d(\frac{۱}{۵۰} - \frac{۱}{۱۵۰}) = d\times\frac{۲}{۱۵۰} \rightarrow d = ۴\times۱۰^{-۳}\times\frac{۱۵۰}{۲} \rightarrow d = ۰/۳m$$

مسائل فصل

۲۳- توضیح دهید کدام یک از عامل‌های زیر بر تندی صوت در هوا موثر است.

الف) شکل موج ب) دامنه موج پ) بسامد موج ت) دمای هوا

جواب:

تندی انتشار صوت در یک محیط به جنس محیط و دمای محیط (در ابنجا هوا) بستگی دارد.

بسامد موج، دامنه موج و شکل موج از ویژگی‌های موج هستند و از ویژگی‌های محیط انتشار موج نیستند. بنابراین تاثیری بر تندی صوت در هوا ندارند.

استادبانک انتخاب آنلاین معلم خصوصی

مسائل فصل

۲۴- در سونوگرافی معمولا از کاوه‌ای دستی موسوم به تراگذار فراصوتی برای تشخیص پزشکی استفاده می‌شود که دقیقا روی ناحیه مورد نظر از بدن بیمار گذاشته و حرکت داده می‌شود. این کاوه در بسامد ۶٫۷MHz عمل می‌کند.

الف) بسامد زاویه‌ای در این کاوه نوسان چقدر است؟

ب) اگر تندی موج صوتی در بافتی نرم از بدن ۱۵۰۰m/s باشد، طول موج این موج در این بافت چقدر است؟

جواب:

الف)

$$\omega = ۲\pi f = ۲\pi \times (۶٫۷ \times ۱۰^{۶}\,\text{Hz}) \simeq ۴٫۲ \times ۱۰^{۷}\,\text{red/s}$$

ب)

$$v = \lambda f \rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{۱۵۰۰\,\text{m/s}}{۶٫۷ \times ۱۰^{۶}\,\text{Hz}} \simeq ۲٫۲۴ \times ۱۰^{-۴}\,\text{m}$$

مسائل فصل

۲۵- تندی صوت در یک فلز خاص، برابر v_{metal} است. به یک سر لوله تو خالی بلندی از جنس این فلز به طول L ضربه محکمی می‌زنیم. شنونده‌ای که در سر دیگر این لوله قرار دارد دو صدا را می‌شنود. یکی ناشی از موجی است که از دیواره لوله می‌گذرد و دیگری از موجی است که از طریق هوای داخل لوله عبور می‌کند.

الف) اگر تندی صوت در هوا v_{air} باشد، بازه زمانی Δt بین دریافت این دو صدا در گوش شنونده چقدر خواهد بود؟

ب) اگر $\Delta t=1s$ و فلز از جنس فولاد باشد، طول L لوله چقدر است؟ $(v_{air}=340m/s)$

جواب:

الف)

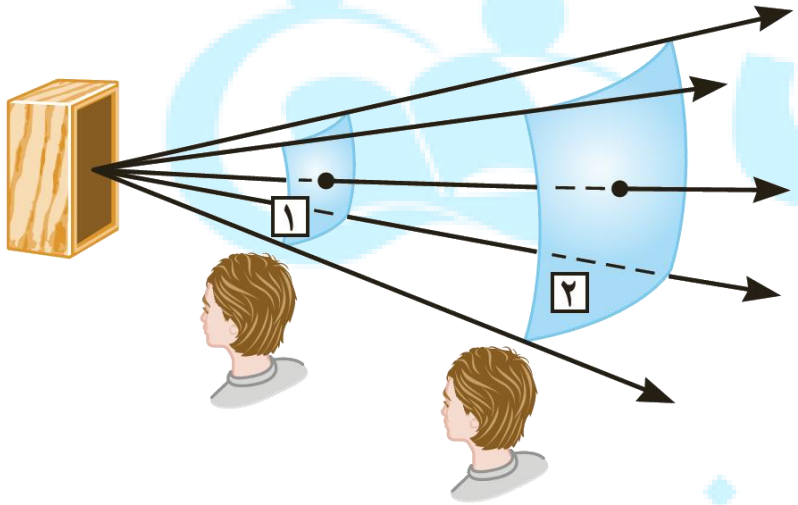
$$\Delta t = t_{air} - t_{metal} = \frac{L}{v_{air}} - \frac{L}{v_{metal}} \Rightarrow \Delta t = L\left(\frac{v_{metal} - v_{air}}{v_{metal} \times v_{air}}\right)$$

ب)

$$\left.\begin{matrix} v_f = 5941 m/s \\ v_{air} = 340 m/s \end{matrix}\right\} \rightarrow 1 = L\left(\frac{5941 - 340}{5941 \times 340}\right) \rightarrow L = 360/6 m$$

مسائل فصل

۲۶- موجی صوتی با توان $۱/۲\times۱۰^{-۴}W$ از دو صفحه‌ی فرضی شکل ۳-۲۶ می‌گذرد. با فرض اینکه مساحت صفحه‌ها به ترتیب $A_۱=۴cm^۲$ و $A_۲=۱۲cm^۲$ باشد، شدت صوت در سطح را تعیین کنید و توضیح دهید چرا شنونده در محل صفحه‌ی دوم، صدا را آهسته‌تر می‌شنود.



جواب:

$$I_۱=\frac{P}{A_۱}=\frac{۱/۲\times۱۰^{-۴}W}{۴m^۲}=۳\times۱۰^{-۵}W/m^۲$$

$$I_۲=\frac{P}{A_۲}=\frac{۱/۲\times۱۰^{-۴}W}{۱۲m^۲}=۱\times۱۰^{-۵}W/m^۲$$

زیرا شنونده دوم شدت صوت کمتری را دریافت می‌کند.

مسائل فصل

۲۷- شدت صدای حاصل از یک مته سنگ‌شکن در فاصله ۱۰m از آن $۱۰^{-۲}W/m^۲$ است. تراز شدت صوتی آن بر حسب dB چقدر می‌شود؟ $(I_۰=۱۰^{-۱۲}W/m^۲)$

جواب:

$$\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_o} = ۱۰\log\frac{۱۰^{-۲}}{۱۰^{-۱۲}} = ۱۰\log^{۱۰^{۱۰}} = ۱۰\times ۱۰\log^{۱۰} \rightarrow \beta = ۱۰۰dB$$

استادبانک
انتخاب آنلاین معلم خصوصی

مسائل فصل

۲۸- اگر به مدت ۱۰ دقیقه در معرض صوتی با تراز شدت ۱۲۰dB باشیم، آستانه شنوایی به طور موقت از صفر به ۲۸dB افزایش می‌یابد. مطالعات نشان داده است که به طور متوسط اگر به مدت ۱۰ سال در معرض صدایی با تراز شدت ۹۲dB قرار گیریم، آستانه شنوایی به طور دائم به ۲۸dB افزایش می‌یابد. شدت‌های صوت مربوط به ۲۸dB و ۹۲dB چقدر است؟ (راهنمایی: برای پاسخ دادن لازم است از ماشین حساب مناسب استفاده کنید.) ($I_0=10^{-12}W/m^2$)

جواب:

$$\beta_1 = 10\log\frac{I_1}{I_o} \rightarrow 28 = 10\log\frac{I_1}{10^{-12}} \rightarrow 2/8 = \log\frac{I_1}{10^{-12}}$$

$$\rightarrow \frac{I_1}{10^{-12}} = 10^{2/8} \rightarrow I_1 = 10^{-9/2} = 10^{-10}\times 10^{0/8} \simeq 6/3\times 10^{-10}\, W/m^2$$

$$\beta_2 = 10\log\frac{I_2}{I_o} \rightarrow 92 = 10\log\frac{I_2}{10^{-12}} \rightarrow 9/2 = \log\frac{I_2}{10^{-12}}$$

$$\rightarrow \frac{I_2}{10^{-12}} = 10^{9/2} \rightarrow I_2 = 10^{-2/8} = 10^{-3}\times 10^{0/2} \simeq 1/58\times 10^{-3}\, W/m^2$$

مسائل فصل

۲۹- یک دستگاه صوتی، صدایی با تراز شدت $\beta_1=90dB$ و دستگاه صوتی دیگر، صدایی با تراز شدت $\beta_2=95dB$ ایجاد می‌کند. شدت‌های مربوط به این دو تراز (بر حسب W/m^2) به ترتیب I_1 و I_2 هستند. نسبت $\frac{I_2}{I_1}$ را تعیین کنید.

جواب:

$$\beta_1 = 10\log\frac{I_1}{I_o} \ , \ \beta_2 = 10\log\frac{I_2}{I_o}$$

$$\beta_2 - \beta_1 = 10(\log\frac{I_2}{I_o} - 10\log\frac{I_1}{I_o}) = 10\log\frac{I_2}{I_1}$$

$$\rightarrow 95-90 = 10\log\frac{I_2}{I_1} \rightarrow 0/5 = \log\frac{I_2}{I_1} \rightarrow \frac{I_2}{I_1} = 10^{0/5} \simeq 3/16$$

مسائل فصل

۳۰- در یک آتش‌بازی، موشکی در بالای آسمان منفجر می‌شود. فرض کنید صوت به طور یکنواخت در تمام جهت‌ها منتشر شود. از جذب انرژی صوتی در محیط و نیز از بازتابی که ممکن است امواج صوتی از زمین پیدا کند چشم‌پوشی کنید. با فرض اینکه صوت با شدت $I=۰/۱W/m^۲$ به شنونده‌ای برسد که به فاصله $r_۱=۶۴۰m$ از محل انفجار قرار دارد، این صوت به شنونده‌ای که از فاصله $r_۲=۱۶۰m$ از محل انفجار قرار دارد با چه شدتی می‌رسد؟

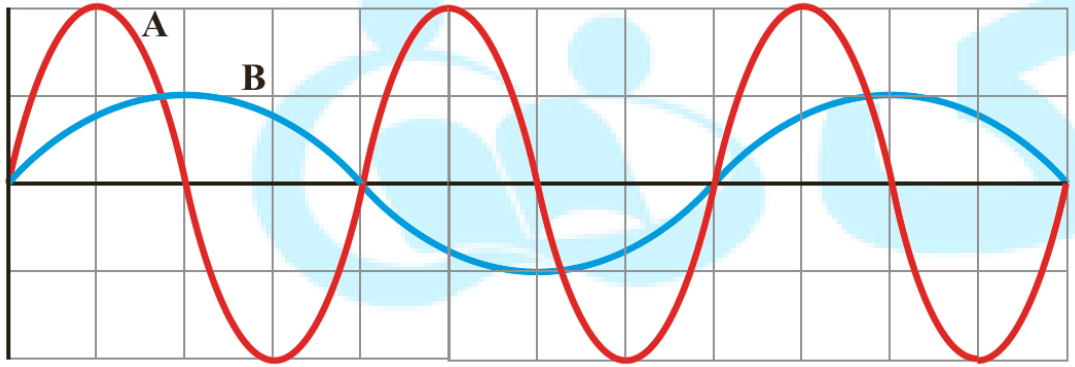
جواب:

$$\frac{I_۲}{I_۱}=\frac{\frac{P}{A_۲}}{\frac{P}{A_۱}}=\frac{A_۱}{A_۲}=\frac{۴\pi r_۱^۲}{۴\pi r_۲^۲}\Rightarrow\frac{I_۲}{I_۱}=(\frac{r_۱}{r_۲})^۲$$

$$\rightarrow\frac{I_۲}{۰/۱}=(\frac{۶۴۰}{۱۶۰})^۲=(۴)^۲=۱۶\Rightarrow I_۲=۰/۱\times۱۶=۱/۶W/m^۲$$

مسائل فصل

۳۱- نمودار جابجایی – مکان دو موج صوتی A و B که در یک محیط منتشر شده‌اند، به صورت زیر است. دامنه، طول موج، بسامد و شدت این دو موج صوتی را با هم مقایسه کنید.



جواب:

هر دو موج در یک محیط منتشر می‌شوند و سرعت انتشار آن‌ها برابر است. بنابراین: $\lambda_B = ۲\lambda_A \ , \ A_A = ۲A_B$

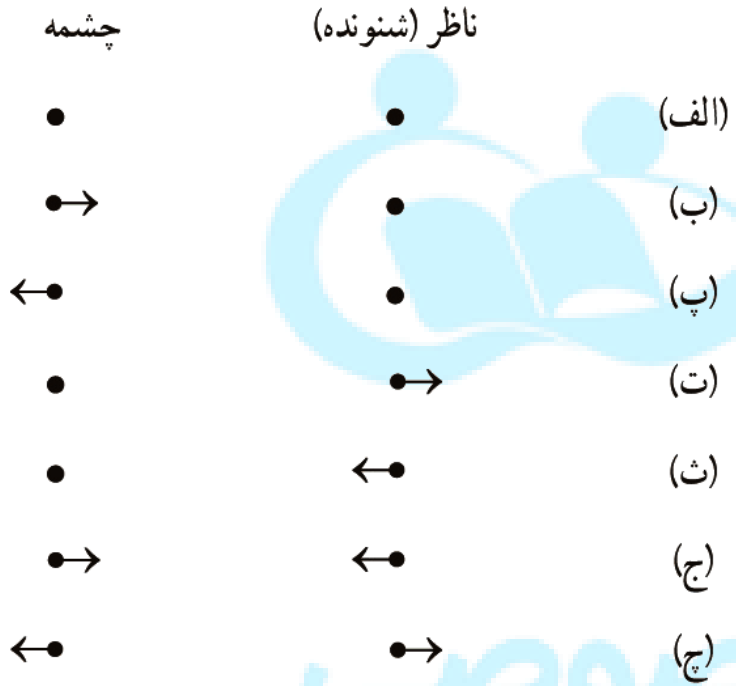
$$v = \lambda f \xrightarrow{\text{ثابت } v} \lambda_A f_A = \lambda_B f_B \rightarrow \frac{f_B}{f_A} = \frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{\lambda_A}{۲\lambda_A} \rightarrow \frac{f_B}{f_A} = \frac{۱}{۲}$$

$$I = \frac{P}{A} = \frac{E}{t.A} = \frac{۲\pi^۲ m f^۲ A^۲}{t.A} \rightarrow I \propto f^۲ A^۲$$

$$\frac{I_A}{I_B} = (\frac{f_A}{f_B})^۲ \times (\frac{A_A}{A_B})^۲ = (۲)^۲ \times (۲)^۲ = ۴ \times ۴ = ۱۶$$

مسائل فصل

۳۲- شکل زیر جهت‌های حرکت یک چشمه صوتی و یک ناظر (شنونده) را در وضعیت‌های مختلف نشان می‌دهد. بسامدی را که ناظر در حالت‌های مختلف می‌شنود با حالت (الف) مقایسه کنید.



جواب:

بطور کلی هرگاه شنونده و چشمه موج به هم نزدیک شوند، بسامد دریافتی توسط شنونده افزایش می‌یابد و بطور کلی هرگاه شنونده و چشمه موج از هم دور شوند، بسامد دریافتی توسط شنونده کاهش می‌یابد.

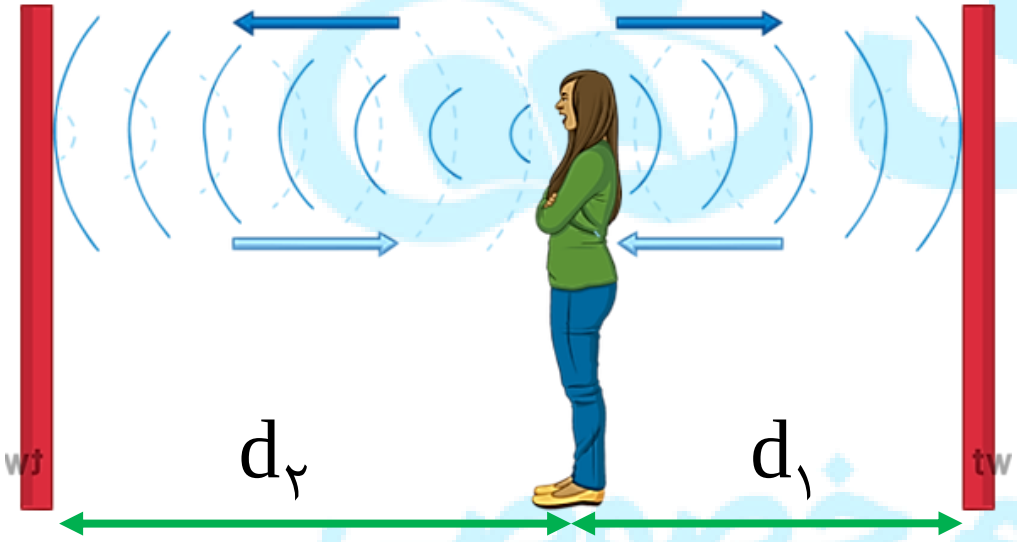
در حالت‌های (ب)، (ث) و (ج)، بسامدی که شنونده می‌شنود بیشتر از بسامد حالت (الف) است.

در حالت‌های (پ)، (ت) و (چ)، بسامدی که شنونده می‌شنود کم‌تر از بسامد حالت (الف) است.

مسائل فصل

۳۳- دانش‌آموزی بین دو صخره قائم ایستاده است و فاصله او از صخره نزدیک‌تر ۲۴۰m است. دانش‌آموز فریاد می‌زند و اولین صدای پژواک صدای خود را پس از ۱/۵s و صدای پژواک دوم را ۱s بعد از پژواک اول می‌شنود.

الف) تندی صوت در هوا چقدر است؟



جواب:

با توجه به شکل هر صوت یک مسیر رفت و برگشت را طی می‌کند:

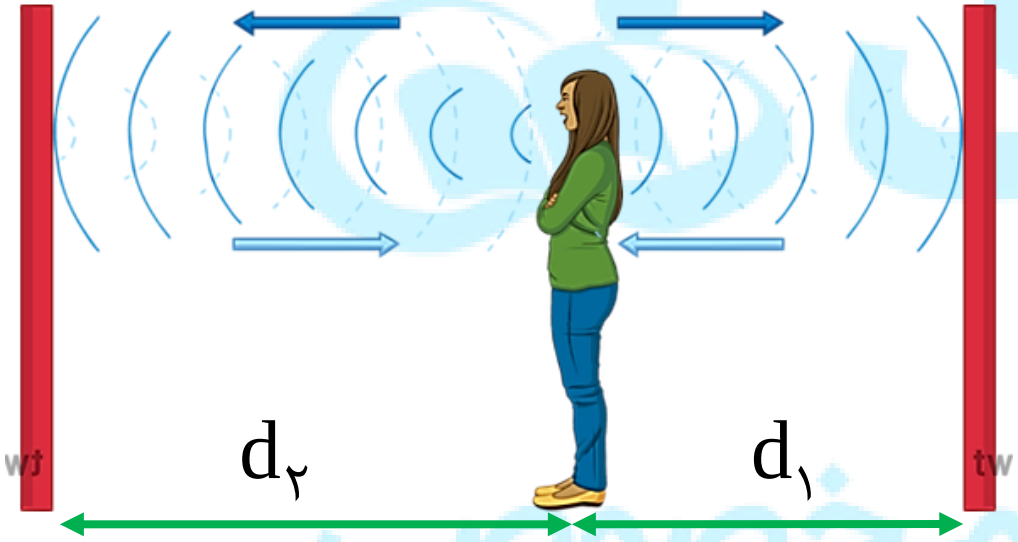
الف)

$$S = \frac{\ell_۱}{t_۱} \rightarrow S = \frac{۲ \times ۲۴۰\text{m}}{۱/۵\text{s}} = ۳۲۰\text{m/s}$$

مسائل فصل

۳۳- دانش‌آموزی بین دو صخره قائم ایستاده است و فاصله او از صخره نزدیک‌تر ۲۴۰m است. دانش‌آموز فریاد می‌زند و اولین صدای پژواک صدای خود را پس از ۱٫۵s و صدای پژواک دوم را ۱s بعد از پژواک اول می‌شنود.

ب) فاصله بین دو صخره را بیابید.



جواب:

ب) فاصله صخره دوم تا شخص:

$$S = \frac{\ell_۲}{t_۲} \rightarrow ۳۲۰ = \frac{۲d_۲}{۲٫۵} \rightarrow d_۲ = ۴۰۰m$$

فاصله دو صخره از یکدیگر:

$$d = d_۱ + d_۲ = ۲۴۰ + ۴۰۰ = ۶۴۰m$$

مسائل فصل

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

جواب:

در چنین حالتی از هر پله یک پژواک دریافت می‌کنیم و اگر اختلاف زمانی بین صدای پژواک، از پژواک قبلی بیشتر از ۰/۱s باشد، صدای پژواک توسط شخص شنیده می‌شود. بنابراین موج‌های بازتابی یکی پس از دیگری به شخص می‌رسند و صدای چند پژواک بطور دوره‌ای و متوالی شنیده می‌شود.

مسائل فصل

۳۵- وقتی یک باریکه لیزر را به کلاس می‌تابانیم، همه دانش‌آموزان نقطه رنگی ایجاد شده روی دیوار را می‌بینند. دلیل آن چیست؟

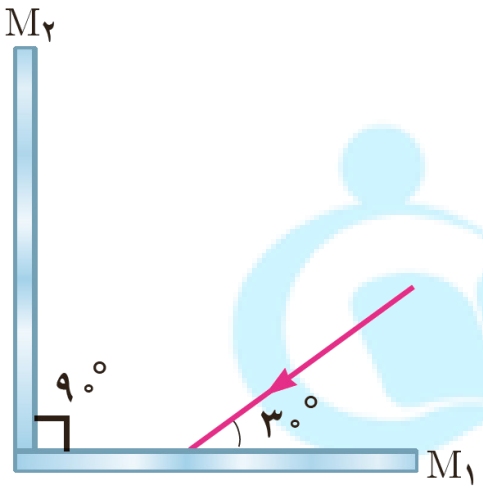
جواب:

زیرا سطح دیوار در مقیاس میکروسکوپیک صاف و صیقلی نیست و از سطح آن بازتاب پخشنده در تمام جهات رخ می‌دهد که باعث می‌شود همه دانش‌آموزان نقطه رنگی را مشاهده کنند.

استادبانک
انتخاب آنلاین معلم خصوصی

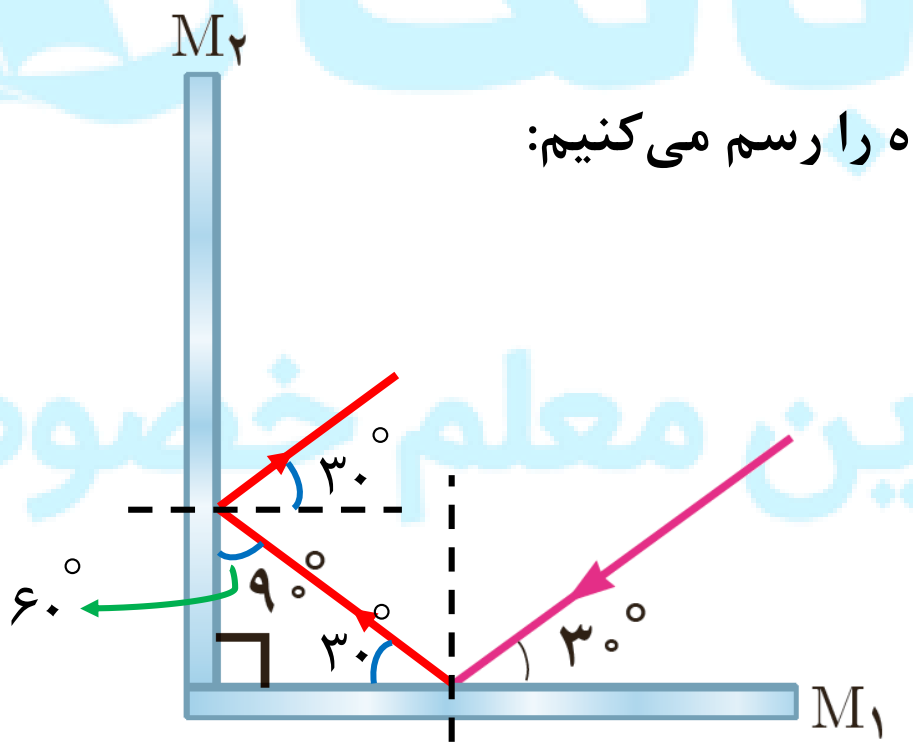
مسائل فصل

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



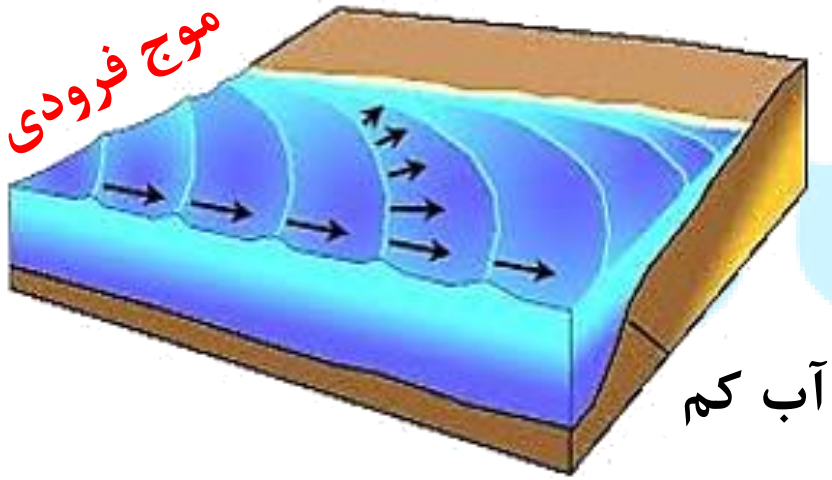
جواب:

با رعایت قانون بازتاب عمومی، پرتوهای بازتابیده را رسم می‌کنیم:



مسائل فصل

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



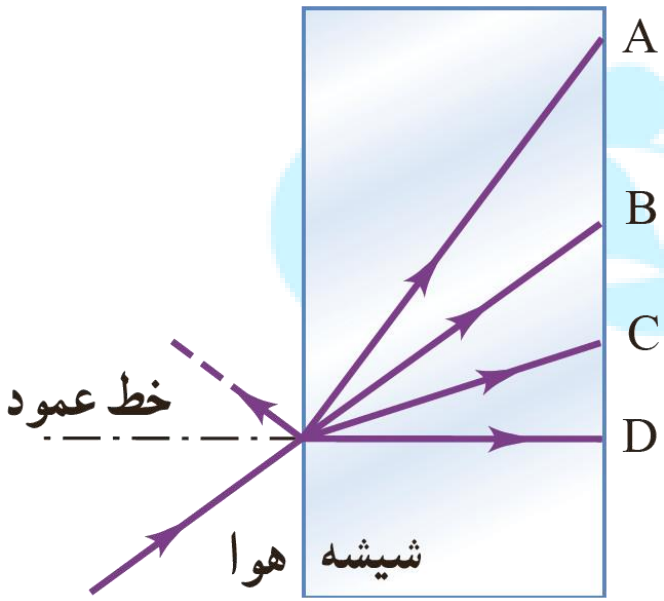
جواب:

با رسیدن جبهه‌های موج به ساحل شیبدار با توجه به اینکه در آنجا عمق آب کم می‌شود، تندی موج و جهت انتشار موج تغییر می‌کند.

در واقع با ورود موج به قسمت کم‌عمق، بخشی از لایه‌های زیرین موج بازتاب کرده که در بازگشت با موج‌های پیش‌رونده دیگر برخورد کرده و باعث می‌شوند که جهت حرکت موج تغییر کند.

مسائل فصل

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

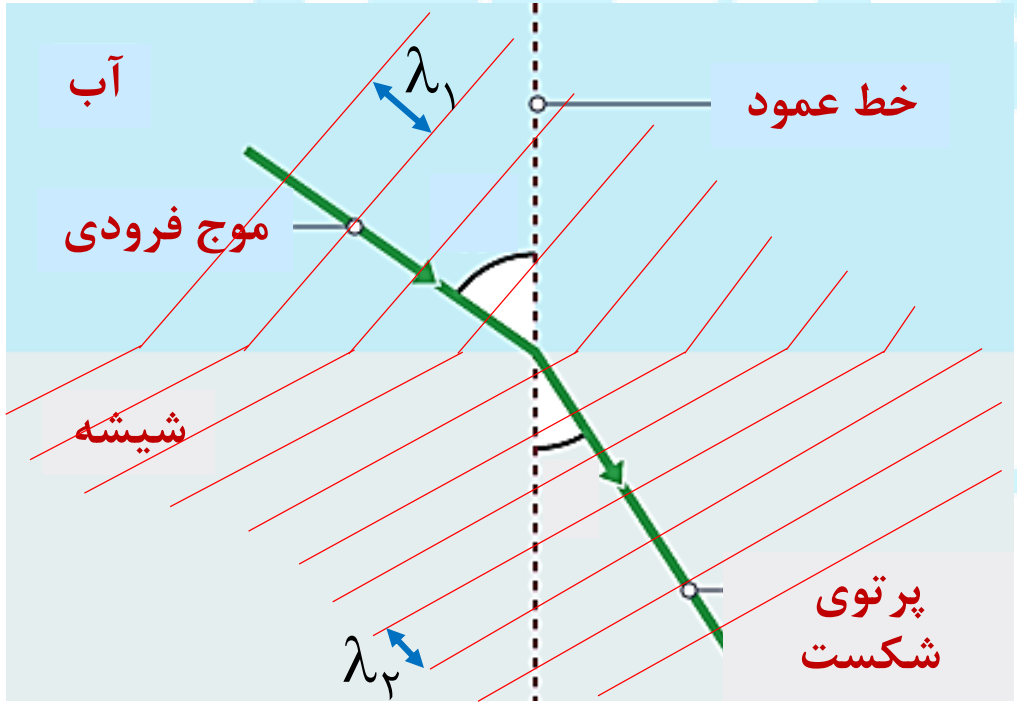


جواب:

پرتوی C ، زیرا پرتو پس از ورود به شیشه (محیط غلیظ) باید به خط عمود نزدیک شود.

مسائل فصل

۳۹- ضریب شکست آب ۱٫۳ و ضریب شکست شیشه ۱٫۵ است. اگر نوری به طور مایل از آب به مرز شیشه با آب بتابد، با رسم نموداری، جبهه‌های موج را در دو محیط نشان دهید.



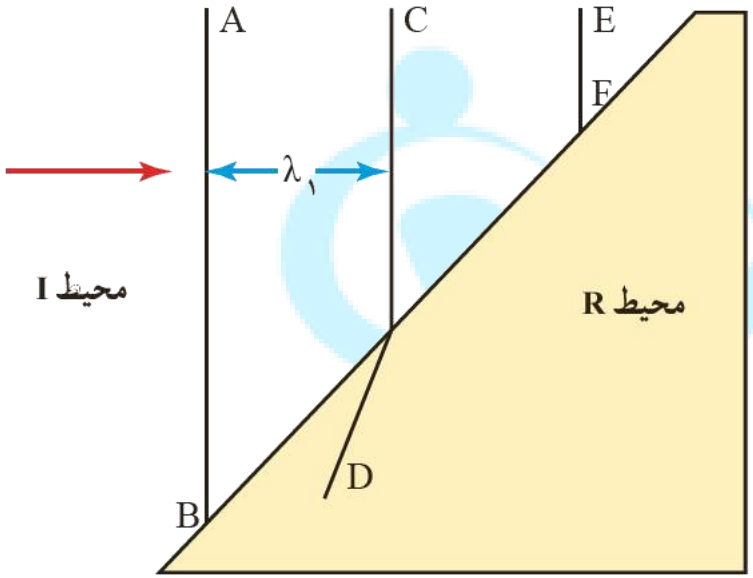
جواب:

ضریب شکست شیشه بیشتر از ضریب شکست آب است.

بنابراین با ورود آب نور به شیشه، تندی و طول موج آن کاهش خواهد یافت.

مسائل فصل

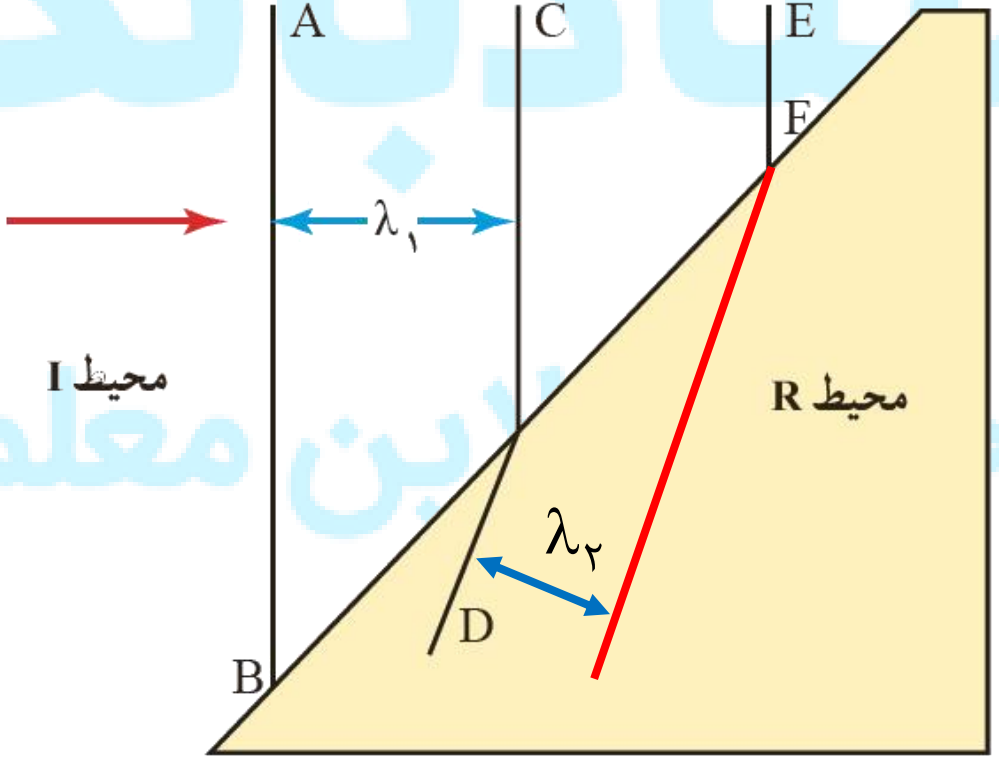
۴۰- شکل زیر جبهه‌های موجی را نشان می‌دهد که بر مرز بین محیط I و محیط R فرود آمده‌اند:



الف) ادامه جبهه موج EF را در محیط R رسم کنید.

جواب:

الف)



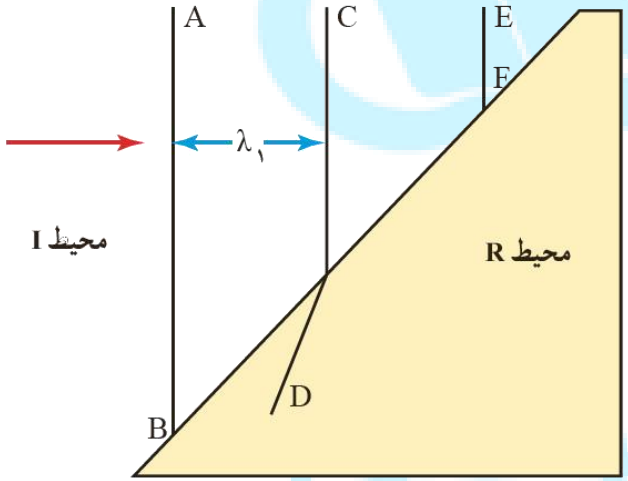
www.ostadbank.com
شماره تماس: ۰۲۱-۹۱۰۰۵۳۴۳

مسائل فصل

۴۰- شکل زیر جبهه‌های موجی را نشان می‌دهد که بر مرز بین محیط I و محیط R فرود آمده‌اند:

ب) توضیح دهید در کدام محیط تندی موج بیشتر است.

پ) آیا با استفاده از این نمودار می‌توان نسبت تندی موج عبوری به موج فرودی را محاسبه کرد؟



جواب:

ب) با ورود موج به محیط R، طول موج کاهش می‌یابد. اما بسامد موج ثابت می‌ماند.

$$v = \lambda f \rightarrow \frac{v_R}{v_I} = \frac{\lambda_R}{\lambda_I} \times \frac{f_R}{f_I} \xrightarrow[\lambda_R < \lambda_I]{f_R = f_I} v_R < v_I$$

بنابراین تندی موج در محیط I بیشتر است.

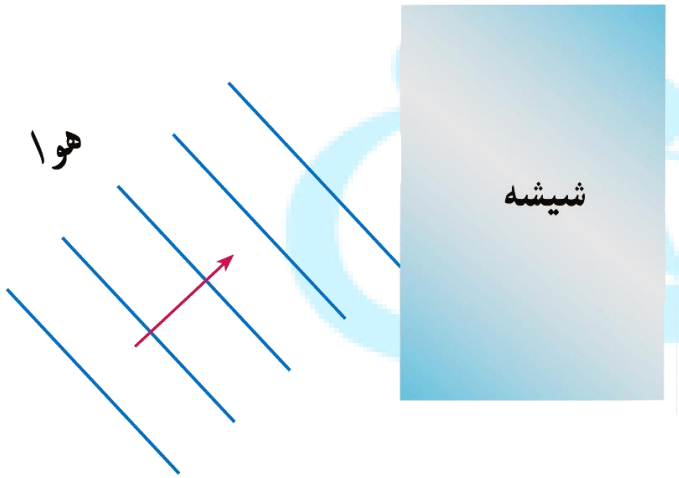
پ) در قسمت (ب) محاسبه شده است:

$$\frac{v_R}{v_I} = \frac{\lambda_R}{\lambda_I}$$

بنابراین با داشتن طول موج هر محیط می‌توان نسبت تندی‌ها را بدست آورد.

مسائل فصل

۴۱- در شکل زیر موج نوری فرودی از هوا وارد شیشه می‌شود. بخشی از موج در سطح جدایی دو محیط باز می‌تابد و بخشی دیگر شکست می‌یابد و وارد شیشه می‌شود.



الف) مشخصه‌های موج بازتابیده و موج شکست یافته را با موج فرودی مقایسه کنید.

جواب:

الف) ضریب شکست شیشه بیشتر از ضریب شکست هوا است. بنابراین:

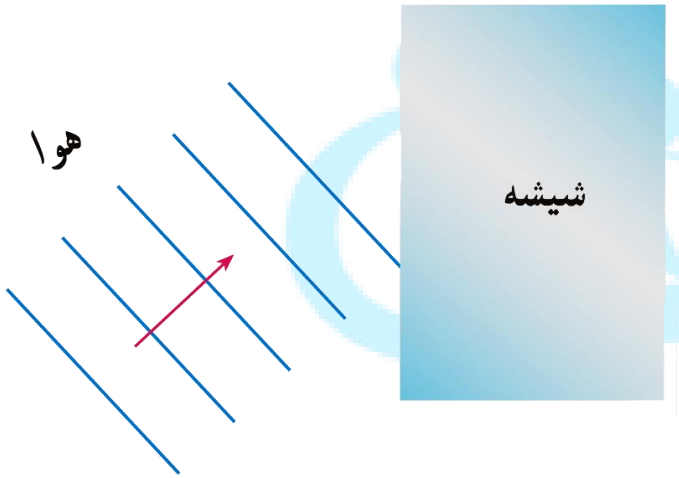
$$v_2 < v_1 \xrightarrow[\text{ثابت } f]{v=\lambda f} \lambda_2 < \lambda_1$$

انتخاب آنلاین معلم خصوصی

مسائل فصل

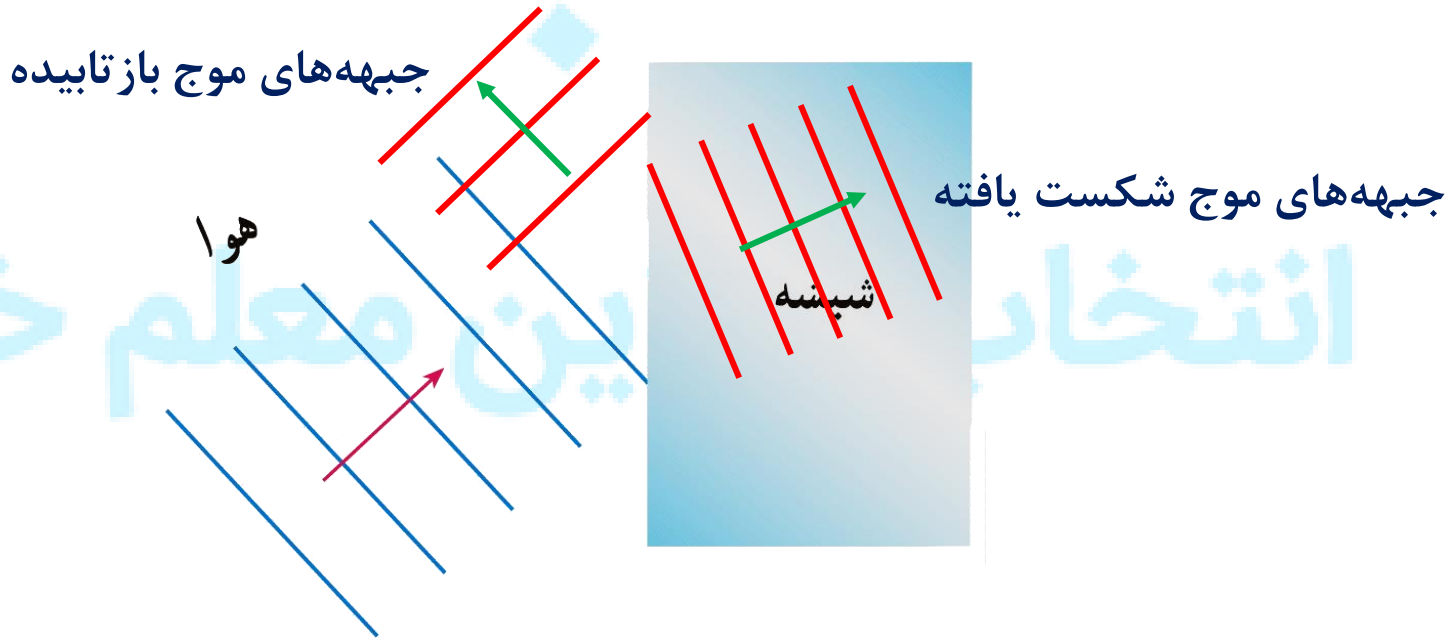
۴۱- در شکل زیر موج نوری فرودی از هوا وارد شیشه می‌شود. بخشی از موج در سطح جدایی دو محیط باز می‌تابد و بخشی دیگر شکست می‌یابد و وارد شیشه می‌شود.

ب) جبهه‌های موج بازتابیده و شکست یافته را رسم کنید.



جواب:

ب)



مسائل فصل

۴۲- طول موج نور قرمز هلیوم – نئون درهوا حدود ۶۳۳nm است، ولی در زجاجیه‌ی چشم ۴۷۴nm است.

الف) بسامد این نور چقدر است؟

ب) ضریب شکست زجاجیه برای این نور چقدر است؟

پ) تندی این نور در زجاجیه را محاسبه کنید.

جواب:

الف)

$$c=\lambda f \rightarrow f=\frac{c}{\lambda}=\frac{۳\times ۱۰^{۸}\,m/s}{۶۳۳\times ۱۰^{-۳}\,m}\simeq ۴/۷۴\times ۱۰^{۱۴}\,Hz$$

ب)

$$n=\frac{c}{v}\xrightarrow[c=\lambda_{air}f]{v=\lambda_{zo}f} n=\frac{\lambda_{air}}{\lambda_{zo}}=\frac{۶۳۳nm}{۴۷۴nm}\simeq ۱/۳۴$$

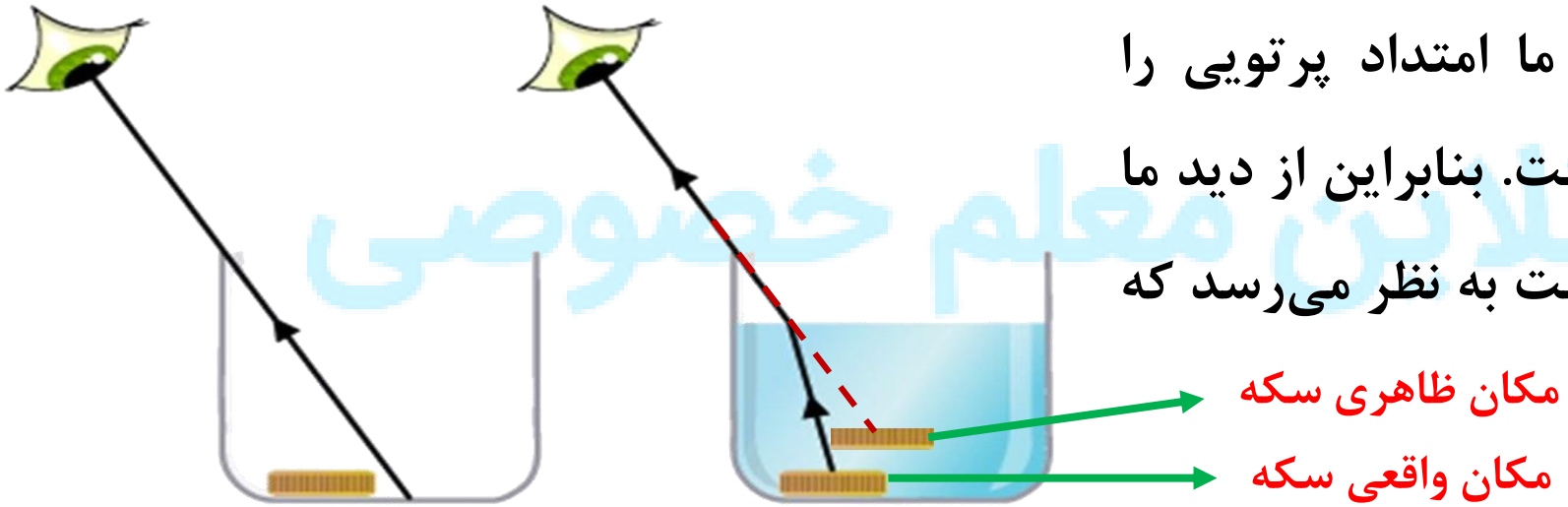
پ)

$$v=\frac{c}{n}=\frac{۳\times ۱۰^{۸}\,m/s}{۱/۳۴}\simeq ۲/۲۵\times ۱۰^{۸}\,m/s$$

مسائل فصل

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

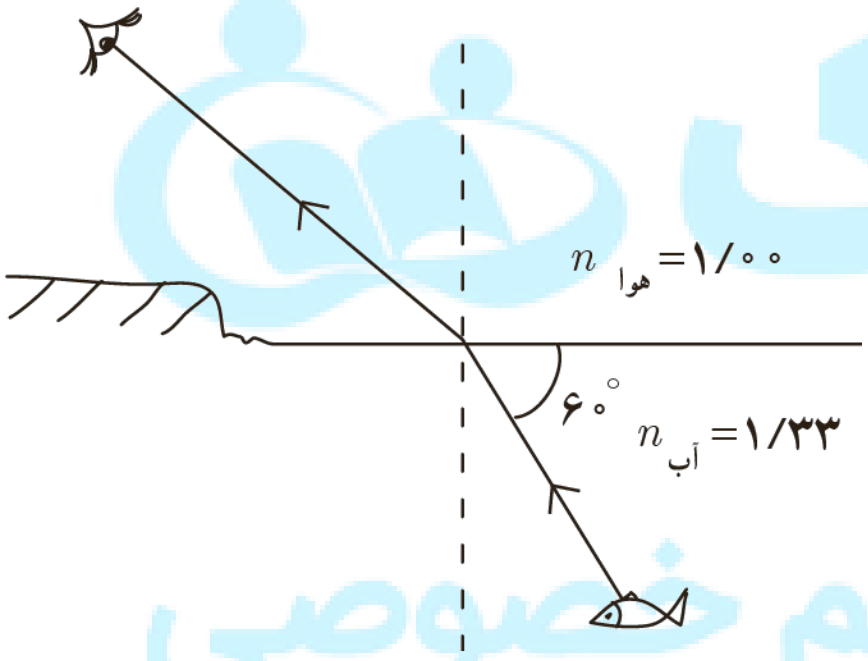
جواب:



در شکل کاملا مشخص است که چشم ما امتداد پرتویی را می‌بیند که از آب به بیرون ساطع شده است. بنابراین از دید ما سکه مقداری بالاتر و متمایل به سمت راست به نظر می‌رسد که این امر دلیل دیده شدن سکه است.

مسائل فصل

۴۴- مطابق شکل، پرتو نوری که از ماهی به چشمان شخص می‌رسد تحت زاویه ۶۰° به مرز آب – هوا برخورد کرده است. زاویه شکست این پرتو در هوا چقدر است؟



جواب:

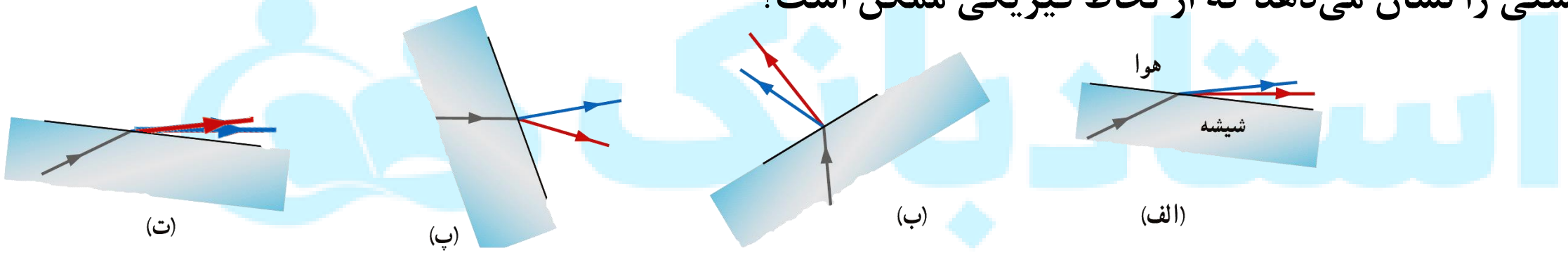
$$n_۱ \sin\theta_۱ = n_۲ \sin\theta_۲ \rightarrow ۱/۳۳ \times \sin ۳۰^\circ = ۱ \times \sin\theta_۲$$

$$\rightarrow ۱/۳۳ \times \frac{۱}{۲} = \sin\theta_۲ \rightarrow \theta_۲ \simeq ۴۱/۷^\circ$$

استادبانک
انتخاب آنلاین معلم خصوصی

مسائل فصل

۴۵- در شکل‌های زیر، پرتو 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؟



جواب:

می‌دانیم که ضریب شکست برای پرتویی که طول موج کوچک‌تری دارد، بیشتر است:

در شکل (الف) پرتو آبی باید بیشتر از پرتوی قرمز منحرف می‌شد.

در شکل (ب) پرتوی آبی باید در سمت راست خط عمود شکسته می‌شد.

در شکل (پ) انحراف پرتوی آبی باید بیشتر از پرتوی قرمز باشد و از خط عمود هم دور شود.

شکل (ت) به درستی رسم شده است.

مسائل فصل

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

جواب:

نور را از یک منشور عبور می‌دهیم اگر نور زرد ناشی از ترکیب دو نور قرمز و سبز باشد، در منشور تجزیه می‌شود.

استادبانک
انتخاب آنلاین معلم خصوصی