


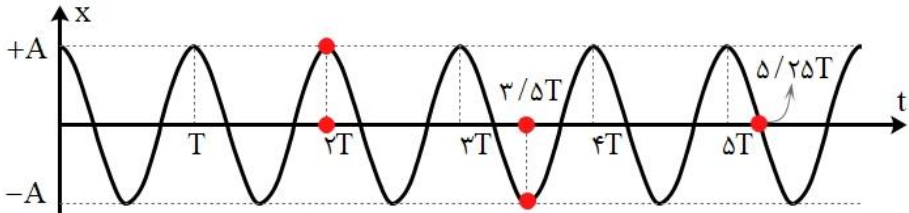



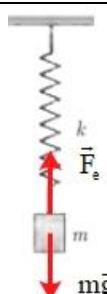
کنکور آسان است  
**KONKURSARA**

 /konkursara

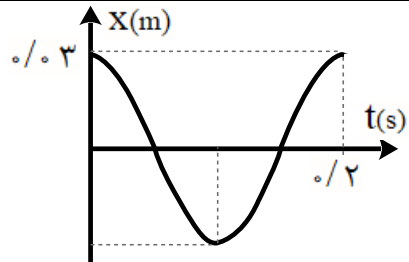
 @konkursara\_official

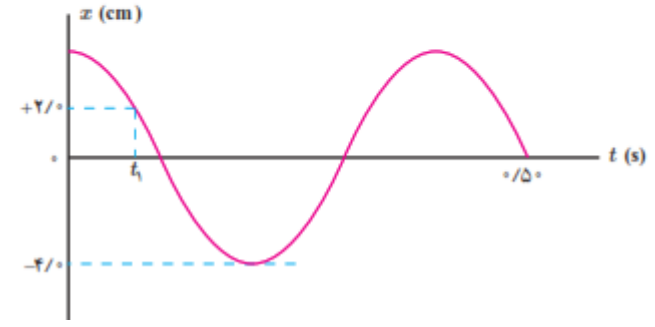
021-55756500  
www.konkursara.com

$T = \frac{1}{65} \text{ min} \rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.92 \text{ s}} = 1.08 \text{ Hz}$	<p style="text-align: right;"><b>۱-۳ نوسان دوره‌ای</b></p> <p style="text-align: right;"><b>پرسش ۱-۳</b></p> <p>بسامد ضربان قلب مربوط به نمودار شکل ۲-۳ چقدر است؟ دوره تناوب ضربان قلب این شخص <math>\frac{1}{6}</math> دقیقه، یا <math>0.92</math> ثانیه است.</p>  <p style="text-align: center;">شکل ۳-۲ نمونه‌ای از نمودار الکترو قلب نگاره (نوار قلب) یک شخص*</p>
<p>با توجه به نمودار پائین، نتایج زیر به دست می‌آید: الف) در <math>t = 2/5 \cdot T</math>، ذره در <math>x = +A</math> قرار دارد. ب) در <math>t = 3/5 \cdot T</math>، ذره در <math>x = -A</math> قرار دارد. پ) در <math>t = 5/25 \cdot T</math>، ذره در <math>x = 0</math> قرار دارد.</p> 	<p style="text-align: right;"><b>تمرین ۱-۳</b></p> <p>ذره‌ای در حال نوسان هماهنگ ساده با دوره تناوب <math>T</math> است. با فرض اینکه در <math>t = 0 \text{ s}</math> ذره در <math>x = +A</math> باشد، تعیین کنید در هر یک از لحظات زیر، آیا ذره در <math>x = -A</math>، در <math>x = +A</math>، یا در <math>x = 0</math> خواهد بود؟ الف) <math>t = 2/5 \cdot T</math>، ب) <math>t = 3/5 \cdot T</math>، پ) <math>t = 5/25 \cdot T</math> (راهنمایی: برای پاسخ به این تمرین، ساده‌تر آن است که چند دوره از یک نمودار کسینوسی را رسم کنید.)</p>
<p>با توجه به آن چه در ریاضی خوانده ایم، داریم:</p> $\cos \alpha = \cos x$ $x = 2k\pi \pm \alpha \quad k \in \mathbb{Z}$ <p style="text-align: right;">بنابراین:</p>	<p style="text-align: right;"><b>تمرین ۲-۳</b></p> <p>در حرکت هماهنگ ساده، مکان <math>x(t)</math> باید پس از گذشت یک دوره تناوب برابر مقدار اولیه‌اش شود. یعنی اگر <math>x(t)</math> مکان در زمان دلخواه <math>t</math> باشد، آن گاه نوسانگر باید در زمان <math>t + T</math> دوباره به همان مکان بازگردد و بنابراین <math>A \cos \omega t = A \cos \omega(t + T)</math>. براین اساس نشان دهید <math>\omega = 2\pi / T</math>.</p>

$A \cos \omega t = A \cos \omega(t+T) \rightarrow \omega(t+T) = 2k\pi + \omega t$ $\omega t + \omega T = 2k\pi + \omega t \rightarrow \omega T = 2k\pi$ $\xrightarrow{k=1} \omega T = 2\pi \rightarrow \boxed{\omega = \frac{2\pi}{T}}$	
<p>الف) جسمی با جرم مشخص (m) را به فنری با ثابت معلوم (m) آویزان می‌کنیم. پس از رسیدن به تعادل، جسم را کمی به پایین کشیده و رها می‌کنیم. مجموعه نوسان می‌کند. تعداد نوسان ها (N) در مدت t ثانیه را ثبت می‌کنیم. از رابطه <math>T = t / N</math> دوره تناوب را بدست می‌آوریم.</p> <p>آزمایش را با وزنه های متفاوت تکرار می‌کنیم نتیجه می‌گیریم که دوره تناوب سامانه جرم - فنر با یک فنر معین با جذر جرم وزنه به طور مستقیم متناسب است.</p> $(T \propto \sqrt{m})$ <p>ب) آزمایش بالا را با یک وزنه به جرم مشخص (m) و فنرهای متفاوت انجام می‌دهیم و نتیجه می‌گیریم که دوره تناوب سامانه جرم - فنر با یک وزنه معین و فنرهای متفاوت با جذر ثابت فنر به طور وارون متناسب است.</p> $(T \propto \frac{1}{\sqrt{k}})$	<p><b>فعالیت ۲-۳</b></p> <p>با انتخاب وزنه‌ها و فنرهای مختلف، با جرم‌ها و ثابت فنرهای معلوم و مناسب، در آرایشی مطابق شکل، و با اندازه‌گیری زمان تعداد مشخصی نوسان کامل، و سپس محاسبه دوره تناوب T برای هر سامانه جرم - فنر، به‌طور تجربی نشان دهید که:</p> <p>الف) دوره تناوب سامانه جرم - فنر با یک فنر معین ولی وزنه‌های متفاوت، با جذر جرم وزنه به‌طور مستقیم متناسب است (<math>T \propto \sqrt{m}</math>).</p> <p>ب) دوره تناوب سامانه جرم - فنر با یک وزنه معین ولی فنرهای متفاوت، با جذر ثابت فنر به‌طور وارون متناسب است (<math>T \propto 1/\sqrt{k}</math>).</p> 
$mg = 20 \text{ N}, x = 0.2 \text{ m}$ $F_{\text{net}} = 0 \Rightarrow mg = kx \Rightarrow k = \frac{mg}{x} \Rightarrow k = \frac{20 \text{ N}}{0.2 \text{ m}} = 100 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ $mg = \Delta N \Rightarrow m = \frac{\Delta N}{9.8 \text{ (N/kg)}} \approx 0.5 \text{ kg}$ $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2 \times 3.14 \sqrt{\frac{0.5}{100}} \approx 0.44 \text{ s}$ 	<p><b>۱-۳ و ۲-۳ نوسان دوره‌ای و حرکت هماهنگ ساده</b></p> <p>۱. یک وزنه ۲۰ N را از انتهای یک فنر قائم می‌آویزیم، فنر ۲۰ cm کشیده می‌شود. سپس این فنر را در حالی که به یک وزنه ۵۰ N متصل است روی میز بدون اصطکاکی به نوسان درمی‌آوریم. دوره تناوب این نوسان چقدر است؟</p>

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \rightarrow \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{m'}{m}} \Rightarrow \frac{3}{2} = \sqrt{\frac{m+2}{m}}$ $\Rightarrow \frac{9}{4} = \frac{m+2}{m} \Rightarrow 9m - 4m = 8 \Rightarrow m = \frac{8}{5} \text{ kg} \Rightarrow m = 1.6 \text{ kg}$	<p>۶. هرگاه جسمی به جرم <math>m</math> به فنری متصل شود و به نوسان درآید، با دوره تناوب <math>2/s</math> نوسان می‌کند. اگر جرم این جسم <math>2/kg</math> افزایش یابد، دوره تناوب <math>3/s</math> می‌شود. مقدار <math>m</math> چقدر است؟</p>
$m = \frac{1600}{4} = 400 \text{ kg}$ $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2 \times 3 / 14 \sqrt{\frac{400 \text{ kg}}{2 \times 10^4 \text{ (N/m)}}} = 0.89 \text{ s}$ $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.89 \text{ s}} \approx 1.12 \text{ Hz}$ $\omega = \sqrt{\frac{m}{k}} = \sqrt{\frac{2 \times 10^4 \text{ (N/m)}}{400 \text{ kg}}} = 70.7 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$	<p>۷. جرم خودرویی همراه با سرنشینان آن <math>1600 \text{ kg}</math> است. این خودرو روی چهار فنر با ثابت <math>2/00 \times 10^4 \text{ N/m}</math> سوار شده است. دوره تناوب، بسامد، و بسامد زاویه‌ای ارتعاش خودرو وقتی از چاله‌ای می‌گذرد چقدر است؟ فرض کنید وزن خودرو به‌طور یکنواخت روی فنرهای چهارچرخ توزیع شده است.</p>
$A = 3 \times 10^{-2} = 0.03 \text{ m}, f = \Delta \text{ Hz}, T = 0.2 \text{ s}$ $\omega = 2\pi f = 2\pi \times \Delta \text{ (Hz)} = 10\pi \left( \frac{\text{rad}}{\text{s}} \right)$ $x = (0.03 \text{ m}) \cos 10\pi t$ $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{\Delta \text{ Hz}} = 0.2 \text{ s}$	<p>۸. دامنه نوسان یک حرکت هماهنگ ساده <math>3/0 \times 10^{-2} \text{ m}</math> و بسامد آن <math>5/0 \text{ Hz}</math> است. معادله حرکت این نوسانگر را بنویسید و نمودار مکان-زمان آن را در یک دوره رسم کنید.</p>



<p><math>A = 0.04 \text{ m}</math></p> <p><math>\frac{\Delta T}{4} = 0.05 \text{ s} \Rightarrow T = 0.2 \text{ s} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.2} = 10\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}</math></p> <p><math>x = A \cos \omega t \Rightarrow x = (0.04 \text{ m}) \cos 10\pi t</math></p> <p><math>A = 0.04 \text{ m}</math></p> <p><math>x = A \cos \omega t \Rightarrow \frac{x}{A} = \cos \omega t \Rightarrow \frac{2}{4} = \cos 10\pi t_1 \Rightarrow \frac{1}{2} = \cos 10\pi t_1</math></p> <p><math>\cos \frac{\pi}{3} = \cos 10\pi t_1 \Rightarrow \frac{\pi}{3} = 10\pi t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{1}{30} \text{ s}</math></p> <p><math>F = ma,  F  = kx \Rightarrow ma =  kx </math></p> <p><math>(\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow k = m\omega^2)</math></p> <p><math>\Rightarrow ma =  m\omega^2 x  \Rightarrow a =  \omega^2 x  = 100\pi^2 \times 0.02 = 200\pi^2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}</math></p>	<p>۹</p> <p>۴. نمودار مکان - زمان نوسانگری مطابق شکل زیر است:</p> <p>(الف) معادله حرکت این نوسانگر را بنویسید.</p> <p>(ب) مقدار <math>t_1</math> را به دست آورید.</p> <p>(پ) اندازه شتاب نوسانگر را در لحظه <math>t_1</math> محاسبه کنید.</p> 
	<p>۳-۳ انرژی در حرکت هماهنگ ساده</p>
<p><math>E = \frac{1}{2} kA^2, E = K + U</math></p> <p><math>\frac{1}{2} kA^2 = K + U</math></p> <p><math>\frac{1}{2} \times (74 \text{ N/m}) \times (8 \times 10^{-2} \text{ m})^2 = K + (8 \times 10^{-2} \text{ J}) \Rightarrow K = 15/68 \times 10^{-2} \text{ J}</math></p>	<p>۱۰</p> <p>۷. دامنه نوسان وزنه‌ای که به یک فنر با ثابت فنر <math>74 \text{ N/m}</math> متصل است و در راستای افقی نوسان می‌کند، برابر با <math>8 \text{ cm}</math> است. اگر انرژی پتانسیل این نوسانگر در نقطه‌ای از مسیر نوسان، <math>8 \times 10^{-2} \text{ J}</math> باشد، انرژی جنبشی آن در این مکان چقدر است؟ (از نیروهای اتلافی چشم‌پوشی شود.)</p>

<p><math>m = 1 \text{ kg}, k = 600 \text{ N/m}, A = 0.09 \text{ m}</math></p> <p>(الف)</p> $v_{\max} = A\omega = A\sqrt{\frac{k}{m}} = 0.09 \text{ m} \times \sqrt{\frac{600 \text{ N/m}}{1 \text{ kg}}} = 2.2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ <p>(ب)</p> $U = E - K = \frac{1}{2}kA^2 - \frac{1}{2}mv^2$ $\Rightarrow U = \frac{1}{2} \times (600 \text{ N/m}) \times (0.09 \text{ m})^2 - \frac{1}{2} \times (1 \text{ kg}) \times (1/6 \text{ m/s})^2 \Rightarrow U = 1/15 \text{ J}$	<p>۱۱. جسمی به جرم <math>1/6 \text{ kg}</math> به فنری افقی با ثابت <math>600 \text{ N/cm}</math> متصل است. فنر به اندازه <math>9/10 \text{ cm}</math> فشرده و سپس رها می‌شود و جسم روی سطح افقی شروع به نوسان می‌کند. با چشم پوشی از اصطکاک (الف) دامنه نوسان و تندی بیشینه جسم چقدر است؟ (ب) وقتی تندی جسم <math>1/6 \text{ m/s}</math> است، انرژی پتانسیل کشسانی آن چقدر است؟</p>
<p>(الف)</p> $\omega = 2\pi \text{ rad/s} \rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi(\text{rad})}{2\pi \text{ rad/s}} = 1 \text{ s}$ <p>(ب)</p> $t = \frac{T}{4} = \frac{1 \text{ s}}{4} = 0.25 \text{ s}$ $t_r = \frac{T}{2} = \frac{1 \text{ s}}{2} = 0.5 \text{ s}$ <p>(پ)</p> $E = k + u \rightarrow E = 2k \rightarrow \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 = 2 \frac{1}{2}mV^2 \rightarrow V = \frac{\sqrt{2}}{2}\omega A$ $V = \frac{\sqrt{2}}{2}\omega A \xrightarrow{A=0.05 \text{ m}} V = \frac{\sqrt{2}}{2} \left( 2\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} \right) \times 0.05 \text{ m} \rightarrow v = 0.5\pi\sqrt{2} \text{ m/s}$	<p>۱۲. <b>۸.</b> معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت <math>x = (0.05 \text{ m})\cos 2\pi t</math> 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؟ (پ) تندی نوسانگر چقدر باشد تا انرژی جنبشی نوسانگر برابر با انرژی پتانسیل آن شود؟</p>
<p>(الف)</p> $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \rightarrow \frac{T_{\text{Ostova}}}{T_{\text{Tehran}}} = \frac{\sqrt{g_{\text{Tehran}}}}{\sqrt{g_{\text{Ostova}}}} = \frac{\sqrt{9/8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}{\sqrt{9/78 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = 1/0.1$ <p>زمان دوره تناوب استوا (<math>T_{\text{Ostova}}</math>) بیشتر از زمان دوره تناوب تهران (<math>T_{\text{Tehran}}</math>) است. در نتیجه آونگ استوا کندتر حرکت می‌کند.</p>	<p>۱۳. <b>۹.</b> (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؟ (<math>g_{\text{Tehran}} = 9/8 \text{ m/s}^2</math> و <math>g_{\text{استوا}} = 9/78 \text{ m/s}^2</math>) (ب) به نظر شما آیا با افزایش دما، یک ساعت آونگ‌دار جلو می‌افتد یا عقب؟</p>

$$T_{\text{Ostova}} = 1/001 T_{\text{Tehran}}$$

$$\Delta T = T_{\text{Ostova}} - T_{\text{Tehran}} = 0/001 T_{\text{Tehran}} = 0/001 \times 24 \text{h}$$

$$\Delta T = 0/001 \times 86400 \text{s} = 86/4 \text{s}$$

و به اندازه 86/4 s در استوا ساعت عقب می‌افتد.

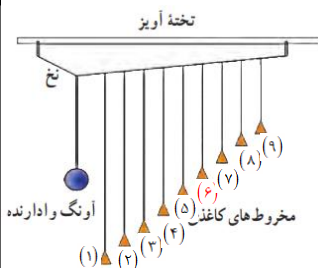
(ب) با افزایش دما، طول افزایش می‌یابد. پس  $L_2 > L_1$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{\sqrt{L_2}}{\sqrt{L_1}} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} > 1$$

با توجه به اینکه دوره‌ی تناوب بعد از افزایش دما، عددی بزرگ‌تر از یک می‌باشد، لذا آونگ کندتر و ساعت عقب می‌افتد.

### ۳-۲ تشدید

#### فعالیت ۳-۲

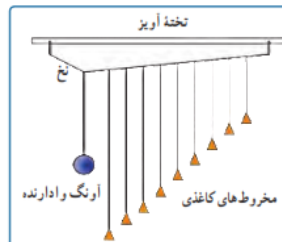


وقتی آونگ وادارنده را به نوسان در می‌آوریم، باعث حرکت نخ آویز شده و در نتیجه سایر آونگ‌ها نوسان می‌کنند. می‌دانیم بسامد

طبیعی آونگ از رابطه  $f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}}$  و بسامد وادارنده آونگ از

$$\text{رابطه } f_d = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}} \text{ به دست می‌آید.}$$

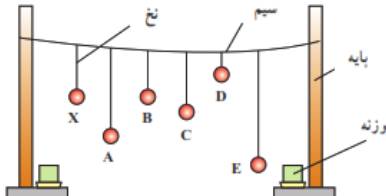
با توجه به شکل، طول آونگ ۶، با طول آونگ وادارنده برابر است. بنابراین با حرکت آونگ وادارنده، همه آونگ‌ها شروع به نوسان می‌کنند. اما دامنه‌ی نوسان‌های آونگ ۶، به تدریج زیاد می‌شود زیرا  $f_d = f_0$  است. بنابراین در آونگ ۶، تشدید صورت می‌گیرد.

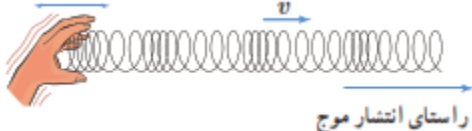
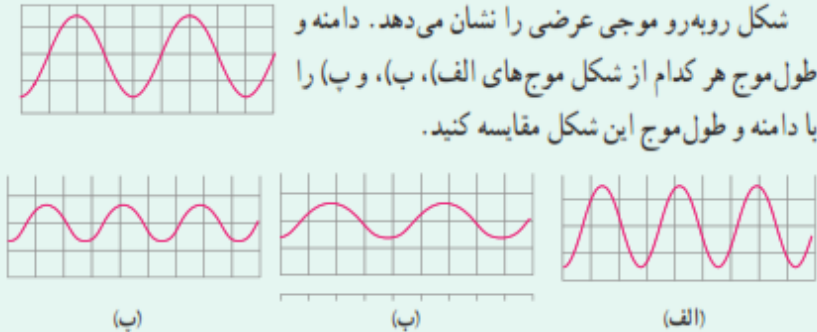



آونگ‌های بارتون<sup>۲</sup>: یک آونگ با وزنه سنگین و تعدادی آونگ سبک با طول‌های متفاوت را مطابق شکل سوار کنید. آونگ‌ها روی نخ‌ی سوار شده‌اند که هر دو انتهای آن توسط گیره‌هایی به تخته آویز متصل شده است. به آونگ سنگین اصطلاحاً آونگ وادارنده<sup>۳</sup> گفته می‌شود، زیرا به نوسان درآوردن این آونگ در صفحه عمود بر صفحه شکل، موجب تاب خوردن نخ آویز و در نتیجه به نوسان وادارنده سایر آونگ‌ها می‌شود. آونگ وادارنده را به نوسان درآوردید و آنچه را مشاهده می‌کنید توضیح دهید.





<p>با هر بار راه رفتن و چرخش بدن افراد روی پل، مقداری انرژی از افراد به پل منتقل می شود. که با برابر بودن بسامد چرخش بدن افراد و بسامد طبیعی پل پدیده تشدید رخ داده و بر دامنه نوسان پل افزوده شده و پل به لرزش در می آید.</p>	<p style="text-align: right;"><b>۳-۴ تشدید</b></p> <p><b>۱۰.</b> هر فرد معمولاً با چرخش اندک بدنش به چپ و راست، راه می رود و بدین ترتیب نیروهای کوچکی به زمین زیر پایش وارد می کند. این نیروها بسامدی در حدود <math>0.5\text{ Hz}</math> دارند. لرزش شدید پل هوایی میلینیوم<sup>۱</sup> در آغاز هزاره جدید را به عبور منظم گروهی از افراد از این پل ربط داده اند. چگونه ممکن است نوسان های بدن این افراد موجب چنین لرزشی شده باشد؟</p>
<p>با به نوسان در آمدن آونگ X بقیه آونگ ها نیز به نوسان در می آیند ولی بعد از مدتی آونگی که با آونگ X هم طول است با دامنه بیشتری به نوسان در می آید. زیرا دوره و بسامد آونگ های هم طول X و B باعث پدید تشدید شده و با دامنه بیشتر به نوسان خود ادامه می دهد.</p>	<p><b>۱۱.</b> مطابق شکل چند آونگ را از سیمی آویخته ایم. توضیح دهید با به نوسان در آوردن آونگ X، آونگ های دیگر چگونه نوسان می کنند؟</p> 

<p>با ایجاد یک تپ طولی در فنر، کشیدگی باعث وارد آمدن نیرو به بخش های مجاور می شود و در نتیجه در آن تغییر شکل بوجود آمده و شروع به حرکت و نوسان می کند. همچنین تغییر شکل فنر باعث ذخیره انرژی در فنر شده و حرکت فنر به معنی وجود انرژی جنبشی در بخش های مختلف فنر است.</p>  <p style="text-align: center;">راستای انتشار موج</p>	<p style="text-align: right;"><b>۳-۵ موج و انواع آن</b></p> <p style="text-align: right;">● پرسش ۳-۳</p> <p>همان طور که گفتیم یکی از ویژگی های موج پیش رونده انتقال انرژی از یک نقطه به نقطه دیگر، در جهت انتشار موج است. با در نظر گرفتن یک تپ طولی در یک فنر بلند کشیده شده، این ویژگی را توضیح دهید.</p>	۱۹
<p>الف) دامنه ها برابر و <math>\lambda &lt; \lambda</math>          ب) <math>\lambda = \lambda</math> و <math>A_b &lt; A</math>          پ) <math>\lambda &lt; \lambda</math> و <math>A_p &lt; A</math></p>	<p style="text-align: right;"><b>۳-۶ مشخصه های موج</b></p> <p style="text-align: right;">● پرسش ۴-۳</p> <p>شکل رویه رو موجی عرضی را نشان می دهد. دامنه و طول موج هر کدام از شکل موج های الف، ب، و پ را با دامنه و طول موج این شکل مقایسه کنید.</p>  <p style="text-align: center;">(ب)                      (ب)                      (الف)</p>	۲۰
$V = \sqrt{\frac{FL}{m}} \rightarrow \begin{cases} V = \sqrt{\frac{226N \times 0.628m}{0.208 \times 10^{-3} kg}} = 826.04 m/s \\ V = \sqrt{\frac{226N \times 0.628m}{3/32 \times 10^{-3} kg}} = 206.75 m/s \end{cases}$	<p style="text-align: right;">● تمرین ۴-۳</p> <p>در سازهای زهی همانند تار، کمانچه و گیتار با سفت یا شل کردن تار، تندی انتشار موج عرضی در تار تغییر می کند. در یک گیتار طول هر تار بین دو انتهای ثابت <math>0.628m</math> است. برای نواختن بالاترین بسامد، جرم تار <math>2.8g</math> و برای نواختن پایین ترین بسامد، جرم تار <math>3.22g</math> است. تارها تحت کششی برابر <math>226N</math> قرار دارند. تندی انتشار موج برای ایجاد این دو بسامد چقدر است؟</p> 	۲۱
<p>راستای انتشار عمود بر راستای میدان الکتریکی و مغناطیسی است. و در خلاف جهت محور X می باشد.</p>	<p style="text-align: right;">● پرسش ۵-۳</p> <p>در یک لحظه خاص، میدان الکتریکی مربوط به یک موج الکترومغناطیسی در نقطه ای از فضا در جهت <math>+z</math> و میدان مغناطیسی مربوط به آن در جهت <math>+y</math> است. جهت انتشار در کدام سو است؟ (جهت های <math>+x, +y, +z</math> و <math>-z</math> را مانند شکل ۳-۲ در نظر بگیرید.)</p>	۲۲

	<p>شکل ۳-۱۰ یک تصویر لحظه‌ای از موجی الکترومغناطیسی که میدان الکتریکی در امتداد قائم (y) و میدان مغناطیسی در امتداد افقی (x) و انتشار موج در جهت z است.</p>
$L = \frac{\lambda}{4} \rightarrow \lambda = 4 \times 8.5 \text{ cm} = 34 \text{ cm}$ $f = \frac{c}{\lambda} \rightarrow f = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{0.34 \text{ m}} = 8.82 \times 10^8 \text{ Hz}$	<p><b>تمرین ۳-۵</b></p> <p>طول آنتن یک گوشی تلفن همراه قدیمی معمولاً <math>\frac{1}{4}</math> طول موج دریافتی است. اگر طول چنین آنتنی تقریباً برابر <math>8.5 \text{ cm}</math> باشد بسامدی را که این گوشی با آن کار می‌کند تعیین کنید.</p>
<p>صوت یک موج مکانیکی است که برای انتشار نیاز به محیط مادی دارد و در خلا منتشر نمی‌شود. ولی امواج الکترومغناطیسی برای انتشار خود، الزاماً به محیط مادی نیاز ندارند و در خلا نیز منتشر می‌شوند.</p>	<p><b>فعالیت ۳-۴</b></p> <p>مطابق شکل رویه‌رو 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؟</p>

فعالیت ۵-۳

در مورد نواحی اصلی طیف امواج الکترومغناطیسی، جگونگی تولید و کاربردهای آنها تحقیق کنید.

۲۵

نام و حدود طول موج	چشمه	وسایل آشکارسازی	بعضی از ویژگی‌های خاص و کاربرد
رتو گاما (γ) $1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$	هسته مواد رادیواکتیو و پرتوهای کیهانی	شماتر شگر گایگر-مولر و فیلم عکاسی	فوتون‌های با انرژی بسیار بالا و با قدرت نفوذ بسیار زیاد، خیلی خطرناک کاربرد: بافت‌های سرطانی را از بین می‌برد، برای پیمایش ترک در فلزات، برای ضد عفونی کردن تجهیزات و وسایل
پرتوی ایکس (X) $10^{-4} \text{ pm} = 10^{-13} \text{ m}$	لامپ پرتو X	فیلم عکاسی و صفحه فلوروسان	فوتون‌های بسیار پر انرژی و با قدرت نفوذ زیاد، خیلی خطرناک کاربرد: استفاده در پرتونگاری، استفاده در مطالعه ساختار بلورها، معالجه بیماری‌های پوستی، استفاده در پرتودرمانی
فرا بنفش (UV) $10^{-8} \text{ m} = 10^{-9} \text{ m}$	خورشید، جسم‌های خیلی داغ، جرقه الکتریکی، لامپ بخار جیوه	فیلم عکاسی، فوتوسل	ویژگی‌ها: توسط نشیبه جذب می‌شود، سبب بسیاری از واکنش‌های شیمیایی می‌شود، باخته‌های زنده را از بین می‌برد. کاربرد: لامپ‌های UV در پزشکی
نور مرئی $400 \text{ nm} = 4 \times 10^{-7} \text{ m}$ (سبز)	خورشید، جسم‌های داغ، لیزرها	چشم، فیلم عکاسی، فوتوسل	ویژگی‌ها: در دین اجسام نقش اساسی دارد، برای رشد گیاهان و عمل فتوسنتز نقش حیاتی دارد. کاربرد: در سیستم‌های مخابراتی (لیزر و تارهای نوری) مورد استفاده قرار می‌گیرد.
فروسرخ (IR) $10^{-4} \text{ m} = 10^{-3} \text{ m}$	خورشید، جسم‌های گرم و داغ	فیلم‌های مخصوص عکاسی	ویژگی: هنگامی که جذب می‌شود، پوست را گرم می‌کند. کاربرد: برای گرم کردن، برای فیلم برداری و عکاسی در مه و تاریکی، عکاسی IR توسط ماهواره‌ها
رادیویی (VHF) ۳m	اجاق‌های مایکروویو، آنتن‌های رادیویی و تلویزیونی	رادیو و تلویزیون	کاربرد: در آنتن‌ریزی، رادیو، تلویزیون، مخابرات ماهواره‌ای و در رادارها برای آشکارسازی هواپیما، موشک و کشتی

پوشش ۶-۳

الف) جگونگی ایجاد صوت توسط دیپازون را توضیح دهید.  
ب) به نظر شما چه سازوکاری موجب صدای وزوز حشرات هنگام پرواز می‌شود؟

۲۶



الف) دیپازون از یک فلزی دوشاخه‌ای درست می‌شود که انتهای آنها بر هم کویل می‌شود اگر ضربه‌ای به یکی از شاخه‌ها بزنیم هوای داخل آنرا متراکم می‌کند و چون ته دیپازون کویل شده (بسته) است، دیپازون بصورت یک لوله صوتی بسته عمل می‌کند و فیزیک امواج در رفت و برگشت به صورت امواج ساکن ظاهر می‌شوند که در حالت تشدید نوسانات صدای صوت آنرا می‌شنویم. البته هامورنیک‌های غیر از صوت اصلی با بقیه تداخل می‌کنند و ما صوت مرکبی را می‌شنویم.

اهمیت دیپازون در این است که ارتعاشات آن صدای خالص تولید می‌کند (صدای خالص آن است که ارتعاشات آن با تابع سینوسی نشان داده شود)، به علاوه فرکانس آن همیشه ثابت می‌ماند. از این رو دیپازون را می‌توان آلت دقیقی برای نت‌های موسیقی دانست و صحت صداها و نت‌های مختلف را با آن کنترل نمود. چنانچه ارتعاش دیپازون را با وسایل الکتریکی پایا سازیم، می‌تواند برای کنترل مدارهای الکتریکی بکار رود. از ثابت ماندن فرکانس دیپازون برای تعیین اجزا زمان استفاده می‌نمایند و اگر دیپازون را با دقت کامل ساخته باشند می‌توان با دقتی در حدود یک ده هزارم ثانیه اجزا زمان را اندازه

<p>گرفت. امروزه بواسطه ترقی صنعت، ساختن و استعمال این قبیل دیپازون‌ها امری عادی است و چنانچه در انتخاب فلز دقت به عمل آید و سایر احتیاطات نیز لحاظ گردد، دقت دیپازون تا یک میلیونیم ثانیه می‌رسد.</p> <p>دیپازون وسیله‌ای فلزیست دارای دو شاخه که انتهای آنها به یک پایه مشترک وصل شده است. با وارد شدن ضربه به یکی از شاخه‌ها هوای داخل آن متراکم می‌شود و از آنجا که نه دیپازون بسته است، این پدیده باعث به وجود آمدن امواج ساکن می‌شود که صدای آن قابل شنیدن است. بسامد هر دیپازون ثابت است و به پدیده تشدید مربوط است. دیپازون در شنوایی سنجی کاربردهای مختلفی از مقایسه شنوایی، تشخیص و تمایز مشکلات حسی و عصبی و تایید گپ دارد.</p> <p>ب) حشرات هنگام پرواز بال‌های خود را حرکت می‌دهند که با حرکت بال‌هایشان هوای اطراف را منبسط و منقبض کرده و صوت ایجاد می‌شود.</p> <p>پشه‌ها و مگس‌ها برخلاف بقیه حشرات تنها دو بال دارند و بقیه حشرات ۴ بال دارند. گفتنی است، در پشه‌ها و مگس‌ها ۲ تا از ۴ بال به صورت اندام‌های کوچکی درآمده‌اند که دمبل نامیده می‌شود و هنگام پرواز به بال‌ها می‌خورند و این صدای ویز ویز یا سوت هم نتیجه همین برخورد است. دمبل‌ها به پرواز این حشرات کمک‌های زیادی می‌کنند و باعث افزایش تعادل و قدرت مانور زیاد حشرات می‌شود.</p>	
<p>چطور تندی/ سرعت صدا در هوا را اندازه‌گیری می‌کنند؟</p> <p>یک نفر تفنگ خود را آتش می‌کند. شخصی دیگر که در سمت دیگر و در ۱۶۰۰ متری او ایستاده است، ۵ ثانیه بعد صدای تیر را می‌شنود.</p> <p>بنابراین، موج صدا در هر ۵ ثانیه، ۱۶۰۰ متر راه می‌پیماید. پس: سرعت صوت در هر ثانیه، ۳۲۰ متر بر ثانیه است.</p> <p>چطور تندی/ سرعت صدا را در آب اندازه‌گیری می‌کنند؟</p> <p>سرعت صوت را در زیر آب، با فرستادن موج‌های صوتی از یک قایق به قایق دیگر اندازه می‌گیرند. سرعت صوت در آب، حدود ۱۴۶۰ متر بر ثانیه است. برگرفته از: کتاب: صوت نوشته: جی. استفنسن</p>	<p><b>فعالیت ۲-۶</b></p>  <p>اندازه‌گیری تندی صوت: یک روش ساده برای اندازه‌گیری تندی صوت به این ترتیب است: دو میکروفون را مطابق شکل به یک زمان‌سنج حساس متصل کنید. این زمان‌سنج می‌تواند بازه‌های زمانی را با دقت میلی‌ثانیه اندازه‌گیری کند. وقتی چکش را به صفحه فلزی بکوبیم، امواج صوتی که به سمت دو میکروفون روانه می‌شوند، نخست میکروفون نزدیک‌تر و سپس میکروفون دورتر را متأثر می‌سازند. اختلاف فاصله میکروفون‌ها از محل برخورد چکش با صفحه فلزی را اندازه می‌گیریم. با استفاده از زمان‌سنج می‌توانیم تأخیر زمانی بین دریافت صوت توسط دو میکروفون را ثبت کنیم. اکنون با استفاده از رابطه <math>v = \Delta x / \Delta t</math> می‌توانیم تندی صوت را در هوا بیابیم. در صورتی که این اسباب را در مدرسه دارید یا استفاده از آن، تندی صوت را در هوا اندازه بگیرید.</p>
<p>اگر تندی صوت در هوا <math>V_a</math> و اگر تندی صوت در میله <math>V_b</math></p> $\Delta T = \frac{\Delta x}{V_a} - \frac{\Delta x}{V_b} = \frac{(V_b - V_a)\Delta x}{V_a V_b} \rightarrow \Delta x = \frac{V_a V_b}{V_b - V_a} \Delta t$	<p><b>تمرین ۳-۶</b></p> <p>شخصی با چکش به انتهای میله باریک بلندی ضربه‌ای می‌زند. تندی صوت در این میله ۱۵ برابر تندی صوت در هوا است. شخص دیگر که گوش خود را نزدیک به انتهای دیگر میله گذاشته است، دو صدا را که یکی از میله می‌آید و دیگری از هوای اطراف میله، با اختلاف زمانی <math>1/25</math> s می‌شنود. اگر تندی صوت در هوا <math>340</math> m/s باشد، طول میله چقدر است؟</p>

برای دریافت نمونه سوالات و جزوات رایگان بیشتر کلیک کنید

$$\rightarrow \Delta x = \frac{v_a(15v_a)}{15v_a - v_a} \Delta t = \frac{15v_a}{14v_a} \Delta t = \frac{15 \times 340 \text{ m/s}}{14} \times 0.12 \text{ s} = 43.7 \text{ m}$$

$$\beta_1 = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I_1}{I_0}\right) = (10 \text{ dB}) \log(I_1 - I_0)$$

$$\beta_2 = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I_2}{I_0}\right) = (10 \text{ dB}) \log(I_2 - I_0)$$

$$\beta_2 - \beta_1 = (10 \text{ dB}) \log(I_2 - I_1) \rightarrow \beta_2 - \beta_1 = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I_2}{I_1}\right)$$

$$\beta_2 - \beta_1 = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{10 \cdot I_1}{I_1}\right) \rightarrow \beta_2 - \beta_1 = (10 \text{ dB}) \log(10) = (10 \text{ dB})(1) = 10 \text{ dB}$$

تمرین ۷-۳

با زیاد کردن صدای تلویزیونی، شدت صوتی که به گوش ما می‌رسد  $10^0$  برابر می‌شود. تراز شدت صوتی که می‌شنویم چند دسی‌بل افزایش یافته است؟

۲۹

پوش ۷-۳

در هر ردیف شکل روبه‌رو، جبهه‌های موج متوالی حاصل از یک چشمه را می‌بینید.

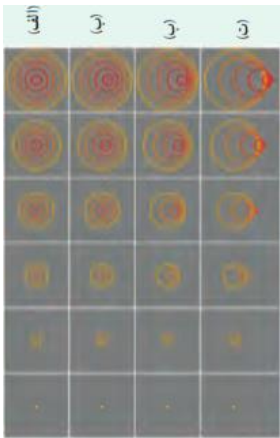
(الف) تندی چشمه‌ها را با هم مقایسه کنید.

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

۳۰

الف) تندی چشمه‌ها به ترتیب از شکل (الف) تا شکل (ت) افزایش می‌یابند

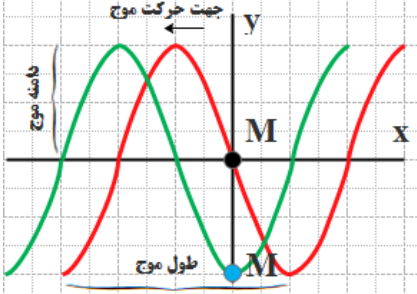
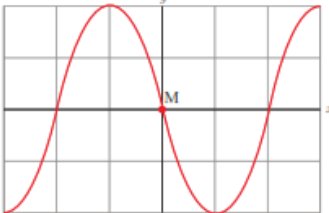
ب) در شکل‌های (الف) تا (پ) تندی چشمه‌ها کوچکتر از تندی صوت است ولی در شکل (ت) این تندی بیشتر از تندی صوت می‌شود.

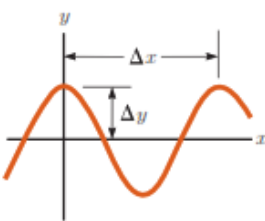
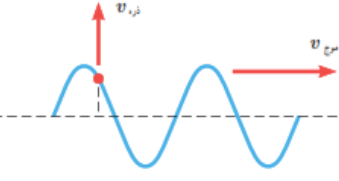
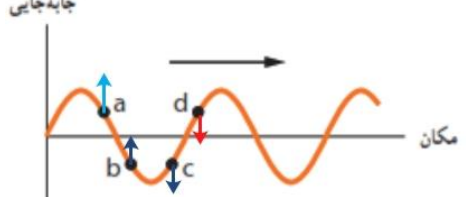
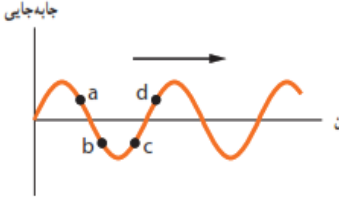
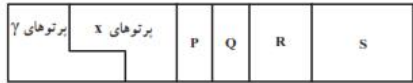


شکل‌ها را به ترتیب بررسی می‌کنیم. ساده‌تر آن است که فرض کنیم شکل‌ها ۹۰ پادساعتگرد چرخیده‌اند. در این صورت به جای تحلیل مسئله از دید ناظر پایین شکل، مسئله را از دید ناظر سمت راست بررسی می‌کنیم.

در شکل (الف)، یک چشمه صوت ساکن امواج کروی گسیل می‌کند. که فاصله شعاعی بین جبهه‌های موج یکسان است. در شکل‌های (ب) و (پ) چشمه صوت به سمت راست حرکت کرده است. تنها تفاوت شکل‌های (ب) و (پ) در این است که تندی چشمه صوت در (ب)

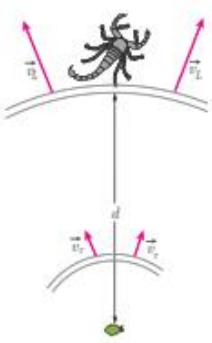

بیشتر از این تندی در (ب) است و بدین ترتیب ازدحام جبهه‌های موج در جلوی چشمه گسیلنده شکل (ب) بیشتر از شکل (پ) است. ناظری که در سمت راست چشمه‌ها قرار گرفته است در واحد زمان جبهه‌های موج بیشتری را از (پ) نسبت به (ب) دریافت می‌کند و بنابراین بسامدی که می‌شنود نیز

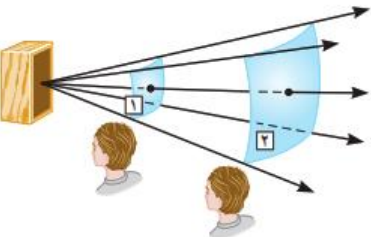
<p>بالتر است. با این حال در هر دوی این شکل ها تندی چشمه صوت کمتر از تندی صوت است. اما در شکل (ت) چشمه صوت با تندی ای بزرگ تر از تندی صوت به سمت راست حرکت می کنند، زیرا سریع تر از جبهه های موج در حرکت است. در این شکل ها به رنگ های به کار گرفته شده زرد و قرمز توجه کنید. در شکل (ت) که چشمه صوت با تندی بزرگ تر از جبهه های موج ایجاد شده حرکت می کند، منحنی های قرمز از زرد بیرون زده اند و مخروطی ایجاد شده است که به آن مخروط ماخ می گویند. در چنین وضعیت های دیگر معادله هایی که برای اثر دوپلر ارائه می شوند به کار نمی آیند.</p>	
<p>الف) تندی موج تغییر نمی کند. ب) بسامد موج به چشمه موج بستگی دارد پس تغییر نمی کند. طبق رابطه <math>V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}</math> با افزایش کشش ریسمان، تندی موج افزایش می یابد. طبق رابطه <math>\lambda = \frac{V}{f}</math> با افزایش تندی موج، طول موج نیز افزایش می یابد.</p>	<p><b>۳-۶ موج و انواع آن، و مشخصه های موج</b></p> <p><b>۱۱۱.</b> یک نوسان ساز موج هایی دوره ای در یک ریسمان کشیده ایجاد می کند. الف) با افزایش بسامد نوسان ساز کدام یک از کمیت های زیر تغییر نمی کند؟ بسامد موج، تندی موج، طول موج. ب) حال اگر به جای افزایش بسامد، کشش ریسمان را افزایش دهیم، هر یک از کمیت های زیر چه تغییری می کند؟ بسامد موج، تندی موج، طول موج.</p>
 <p>الف) <math>\lambda = \frac{V}{f} \rightarrow</math> ب) <math>\Delta / \circ \text{cm} = \frac{10 \text{ cm}}{f} \rightarrow f = 2 \text{ Hz}</math> پ) <math>L = \frac{\lambda}{4} \rightarrow L = \frac{\Delta \text{ cm}}{4} = 1/25 \text{ cm}</math></p>	<p><b>۱۱۲.</b> شکل زیر یک تصویر لحظه ای از موجی عرضی در یک ریسمان کشیده شده را نشان می دهد. موج به سمت چپ حرکت می کند. الف) با رسم این موج در زمان <math>T/4</math> بعد، نشان دهید جزء M ریسمان در این مدت در چه جهتی حرکت کرده است. همچنین روی این موج، دامنه موج و طول موج را نشان دهید. ب) اگر طول موج <math>5/0 \text{ cm}</math> و تندی موج <math>10 \text{ cm/s}</math> باشد، بسامد موج را به دست آورید. پ) تعیین کنید موج در مدت <math>T/4</math> چه مسافتی را پیموده است؟</p> 

$\lambda = \Delta x = 40 / 100 \text{ cm}$ $A = \Delta y = 15 / 100 \text{ cm}$ $\lambda = \frac{v}{f} \rightarrow 40 \times 10^{-2} \text{ m} = \frac{v}{1 \text{ Hz}} \rightarrow v = 4 / 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $T = \frac{1}{f} \rightarrow T = \frac{1}{1} \text{ s} = 1 / 125 \text{ s}$	<p><b>۳۳.</b> در نمودار جابه‌جایی - مکان موج عرضی شکل زیر</p>  <p><math>\Delta x = 40 / 100 \text{ cm}</math> و <math>\Delta y = 15 / 100 \text{ cm}</math> است. اگر بسامد نوسان‌های چشمه <math>1 / 125 \text{ Hz}</math> باشد، طول موج، دامنه، تندی و دوره تناوب موج چقدر است؟</p>												
<p>تندی انتشار موج (<math>v</math> موج) به جنس و ویژگی‌های محیط انتشار بستگی دارد و از رابطه <math>v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}</math> به دست می‌آید. هر ذره نیز با انتشار موج در محیط با تندی (<math>v</math> ذره) نوسان می‌کند که در نقاط مختلف متغیر است. در شکل داده شده <math>v</math> ذره بر <math>v</math> موج عمود است.</p>	<p><b>۳۴.</b> شکل زیر موجی عرضی در یک ریسمان را نشان می‌دهد که با تندی <math>v</math> به سمت راست حرکت می‌کند، در حالی که تندی ذره نشان داده شده ریسمان <math>v</math> است. آیا این دو تندی با هم برابرند؟ توضیح دهید.</p> 												
<p>جابه‌جایی مکان</p> 	<p><b>۳۵.</b> شکل زیر یک موج سینوسی را در لحظه‌ای از زمان نشان می‌دهد که در جهت محور <math>x</math> در طول ریسمان کشیده شده‌ای حرکت می‌کند. چهار جزء از این ریسمان روی شکل نشان داده شده‌اند. در این لحظه هر یک از این چهار جزء بالا می‌روند یا پایین؟</p> 												
$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \rightarrow v = \sqrt{\frac{FL}{M}} \rightarrow v = \sqrt{\frac{FL}{\rho V}} = \sqrt{\frac{FL}{\rho AL}} \rightarrow v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$ $\rightarrow v = \sqrt{\frac{156 \text{ N}}{(7 / 18 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \times 0 / 50 \times 10^{-6} \text{ m}^2}} = 200 \text{ m/s}$	<p><b>۳۶.</b> سیمی با جگالی <math>7 / 18 \text{ g/cm}^3</math> و سطح مقطع <math>0 / 50 \text{ mm}^2</math> بین دو نقطه با نیروی <math>156 \text{ N}</math> کشیده شده است. تندی انتشار موج عرضی را در این سیم محاسبه کنید.</p>												
<p>(الف)</p> <table border="1" data-bbox="126 1226 1060 1421"> <thead> <tr> <th>پرتوهای <math>\gamma</math></th> <th>پرتوهای X</th> <th>فرابنفش P</th> <th>نور مرئی Q</th> <th>فروسرخ R</th> <th>رادیویی S</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>\gamma</math></td> <td>X</td> <td>P</td> <td>Q</td> <td>R</td> <td>S</td> </tr> </tbody> </table>	پرتوهای $\gamma$	پرتوهای X	فرابنفش P	نور مرئی Q	فروسرخ R	رادیویی S	$\gamma$	X	P	Q	R	S	<p><b>۳۷.</b> شکل زیر طیف موج‌های الکترومغناطیسی را با یک مقیاس تقریبی نشان می‌دهد.</p>  <p>(الف) نام قسمت‌هایی از طیف را که با حروف علامت‌گذاری شده‌اند، بنویسید.</p> <p>(ب) اگر در طول طیف از چپ به راست حرکت کنیم، مقدار کدام مشخصه‌های موج افزایش یا کاهش می‌یابد و کدام ثابت می‌ماند؟</p>
پرتوهای $\gamma$	پرتوهای X	فرابنفش P	نور مرئی Q	فروسرخ R	رادیویی S								
$\gamma$	X	P	Q	R	S								

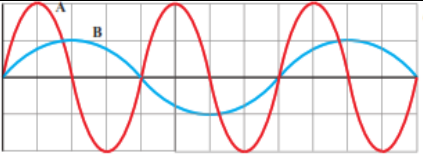


<b>طول موج افزایش می یابد</b> <b>بسامد کاهش می یابد</b>			
(ب) سرعت ثابت می ماند. طول موج افزایش می یابد. بسامد و انرژی موج کاهش می یابد.			
	<p>۱۹. شکل زیر میدان الکتریکی یک موج الکترومغناطیسی سینوسی را در نقطه ای معین و دور از چشمه، در یک لحظه نشان می دهد. موج انرژی را در خلاف جهت محور انتقال می دهد. جهت میدان مغناطیسی موج را در این نقطه و این لحظه تعیین کنید.</p>	۳۸	
$f = \frac{C}{\lambda} \rightarrow f = \frac{3 \times 10^8 \frac{m}{s}}{6/20 \times 10^{-7}} = 4/8 \times 10^{14} \text{ Hz}$	(الف)	<p>۲۰. الف) طول موج نور نارنجی در هوا حدود <math>6/20 \times 10^{-7} \text{ m}</math> است، بسامد این نور چند هرتز است؟            ب) بسامد نور قرمز در حدود <math>4/3 \times 10^{14} \text{ Hz}</math> است. طول موج این نور را در هوا و آب حساب کنید. (سرعت نور را در هوا <math>3/0 \times 10^8 \text{ m/s}</math> و در آب <math>2/25 \times 10^8 \text{ m/s}</math> فرض کنید.)</p>	۳۹
$\lambda = \frac{C}{f} \rightarrow \lambda_0 = \frac{3/0 \times 10^8 \frac{m}{s}}{4/30 \times 10^{14}} = 6/9 \times 10^{-7} \text{ m}$ $\lambda = \frac{2/25 \times 10^8 \frac{m}{s}}{4/30 \times 10^{14}} = 5/2 \times 10^{-7} \text{ m}$	(ب)		
الف) فاصله بین دو تراکم متوالی (یا دو انبساط متوالی) $\lambda$ است.	$\lambda = \frac{V}{f} \rightarrow \lambda = \frac{100 \frac{m}{s}}{10 \text{ Hz}} = 10 \text{ m}$	<p>۳۱. چشمه موجی با بسامد <math>10 \text{ Hz}</math> در یک محیط که تندی انتشار موج در آن <math>100 \text{ m/s}</math> است، نوسان هایی طولی ایجاد می کند. اگر دامنه نوسان ها <math>4/0 \text{ cm}</math> باشند،            الف) فاصله بین دو تراکم متوالی این موج چقدر است؟            ب) فاصله بین یک تراکم و یک انبساط متوالی چقدر است؟</p>	۴۰
ب) فاصله بین یک تراکم و یک انبساط متوالی $\lambda/2$ است.	$\frac{\lambda}{2} = 5 \text{ m}$		

$V_L > V_T \rightarrow (\Delta t)_L < (\Delta t)_T$ $(\Delta t)_L = t_L \quad ; \quad (\Delta t)_T = t_T$ $\Delta t = t_T - t_L \rightarrow \Delta t = \frac{d}{V_T} - \frac{d}{V_L} \rightarrow 4/0 \times 10^{-3} \text{ s} = \frac{d}{50 \frac{\text{m}}{\text{s}}} - \frac{d}{150 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = \frac{2d}{150 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$ $d = \frac{150 \times 4/0 \times 10^{-3} \text{ m}}{2} = 0/3 \text{ m} = 30 \text{ cm}$	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">  </div> <div style="width: 50%;"> <p><b>۴۱.</b> 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 <math>v_T = 5 \text{ m/s}</math> و امواج طولی با تندی <math>v_L = 15 \text{ m/s}</math>. 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 <math>\Delta t = 4/0 \text{ ms}</math> باشد، طعمه در چه فاصله‌ای از عقرب قرار دارد؟</p> </div> </div>
<p>دمای هوا تندی انتشار صوت در محیط علاوه بر جنس محیط به دمای محیط نیز بستگی دارد. اما شکل موج، دامنه موج، بسامد موج که از مشخصات چشمه موج هستند، بر تندی صوت تاثیر ندارند.</p>	<p><b>۴۲.</b> توضیح دهید کدام یک از عامل‌های زیر بر تندی صوت در هوا مؤثر است.</p> <p>الف) شکل موج ب) دامنه موج ب) بسامد موج ت) دمای هوا</p>
<p>الف) ب)</p> $\omega = 2\pi f \rightarrow \omega = 2(3/14)(6/7 \times 10^6 \text{ Hz}) = 42/0 \times 10^6 \frac{\text{rad}}{\text{s}} = 4/2 \times 10^7 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ $\lambda = \frac{v}{f} \rightarrow \lambda = \frac{150 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{6/7 \times 10^6 \text{ Hz}} \rightarrow \lambda = 2/24 \times 10^{-7} \text{ m}$	<p><b>۴۳.</b> در سونوگرافی معمولاً از کاوه‌ای دستی موسوم به تراگذار فراصوتی<sup>۱</sup> برای تشخیص پزشکی استفاده می‌شود که دقیقاً روی ناحیه موردنظر از بدن بیمار گذاشته و حرکت داده می‌شود. این کاوه در بسامد <math>6/7 \text{ MHz}</math> عمل می‌کند. الف) بسامد زاویه‌ای در این کاوه نوسان چقدر است؟ ب) اگر تندی موج صوتی در بافتی نرم از بدن <math>150 \text{ m/s}</math> باشد، طول موج این موج در این بافت چقدر است؟</p> 

<p>(الف)</p> $V'_{\text{هوا}} > V_{\text{فلز}}$ $t'_{\text{فلز}} < t_{\text{هوا}}$ $\Delta t = t - t' \rightarrow \Delta t = \frac{L}{V} - \frac{L}{V'} \rightarrow \Delta t = \frac{L(V' - V)}{V \times V'}$ <p>(ب)</p> $\Delta t = \frac{L(V' - V)}{V \times V'} \rightarrow 1/0.05 = \frac{L(5941 - 340)}{340 \times 5941} \rightarrow 1/0.05 = \frac{5601L}{2019940}$ $\rightarrow L = 360/6 \text{ m}$	<p>۴۴</p> <p><b>۱۷۰.</b> تندی صوت در یک فلز خاص، برابر <math>v</math> است. به یک سر لوله توخالی بلندی از جنس این فلز به طول <math>L</math> 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.</p> <p>الف) اگر تندی صوت در هوا <math>v_1</math> باشد، بازه زمانی <math>\Delta t</math> بین دریافت این دو صدا در گوش شنونده چقدر خواهد بود؟</p> <p>ب) اگر <math>\Delta t = 1/0.05 \text{ s}</math> و فلز از جنس فولاد باشد، طول <math>L</math> لوله چقدر است؟ (<math>v_1 = 340 \text{ m/s}</math>)</p>
$I_1 = \frac{\bar{P}}{A_1} = \frac{1/2 \times 10^{-2} \text{ W}}{4 \text{ m}^2} = 3 \times 10^{-5} \text{ W/m}^2$ $I_2 = \frac{\bar{P}}{A_2} = \frac{1/2 \times 10^{-2} \text{ W}}{12 \text{ m}^2} = 1 \times 10^{-5} \text{ W/m}^2$ <p>شنونده دوم توان بر واحد سطح کمتری از شنونده اول دریافت می‌کند.</p>	<p>۴۵</p> <p><b>۱۷۱.</b> موجی صوتی با توان <math>1/2 \times 10^{-2} \text{ W}</math> عمود بر جهت انتشار از دو صفحه فرضی (شکل ۳-۲۶) می‌گذرد. با فرض اینکه مساحت صفحه‌ها به ترتیب <math>A_1 = 4 \text{ m}^2</math> و <math>A_2 = 12 \text{ m}^2</math> باشد، شدت صوت در دو سطح را تعیین کنید و توضیح دهید چرا شنونده در محل صفحه دوم، صدا را آهسته‌تر می‌شنود.</p> 
$\beta_1 = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I}{I_0}\right) = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{10^{-2} \text{ W/m}^2}{10^{-12} \text{ W/m}^2}\right) = 10^2 \text{ dB}$	<p>۴۶</p> <p><b>۱۷۲.</b> شدت صدای حاصل از یک مته سنگ‌شکن در فاصله <math>10 \text{ m}</math> از آن <math>10^{-2} \text{ W/m}^2</math> است. تراز شدت صوتی آن بر حسب dB چقدر می‌شود؟</p>

$\beta_1 = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I_1}{I_0}\right) \rightarrow 28 \text{ dB} = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I_1}{10^{-12} \text{ W/m}^2}\right)$ $\rightarrow 2/10 = \log\left(\frac{I_1}{10^{-12} \text{ W/m}^2}\right) \rightarrow \frac{I_1}{10^{-12} \text{ W/m}^2} = 10^{2/10}$ $\rightarrow I_1 = 10^{2/10} \times 10^{-12} \text{ W/m}^2 = 10^{-9/5} \text{ W/m}^2 = 10^{-1.8} \times 10^{-10} \text{ W/m}^2$ $I_1 = 6/31 \times 10^{-10} \text{ W/m}^2$ $\beta = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I}{I_0}\right) \rightarrow I = I_0 \cdot 10^{\left(\frac{\beta}{10 \text{ dB}}\right)} \quad \text{یا}$ $\beta_1 = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I_1}{I_0}\right) \rightarrow I_1 = 10^{-12} \text{ W/m}^2 \times 10^{\left(\frac{28 \text{ dB}}{10 \text{ dB}}\right)} = 6/31 \times 10^{-10} \text{ W/m}^2$ $\beta_2 = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I_2}{I_0}\right) \rightarrow I_2 = 10^{-12} \text{ W/m}^2 \times 10^{\left(\frac{92 \text{ dB}}{10 \text{ dB}}\right)} = 1/58 \times 10^{-3} \text{ W/m}^2$	<p>۴۷. اگر به مدت ۱۰ دقیقه در معرض صوتی با تراز شدت ۱۲۰ dB باشیم، آستانه شنوایی به طور موقت از ۰ dB به ۲۸ dB افزایش می‌یابد. مطالعات نشان داده است که به طور متوسط اگر به مدت ۱۰ سال در معرض صدایی با تراز شدت ۹۲ dB قرار گیریم، آستانه شنوایی به طور دائم به ۲۸ dB افزایش می‌یابد. شدت‌های صوت مربوط به ۲۸ dB و ۹۲ dB چقدر است؟ (راهنمایی: برای پاسخ دادن لازم است از ماشین حساب مناسب استفاده کنید.)</p>
$\beta_2 - \beta_1 = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I_2}{I_1}\right) \rightarrow \frac{I_2}{I_1} = 10^{\left(\frac{\Delta\beta}{10 \text{ dB}}\right)} = 10^{\left(\frac{70 \text{ dB}}{10 \text{ dB}}\right)} = 10^{7.0} = 3/16$	<p>۴۸. یک دستگاه صوتی، صدایی با تراز شدت <math>\beta_1 = 90 \text{ dB}</math> و دستگاه صوتی دیگر، صدایی با تراز شدت <math>\beta_2 = 95 \text{ dB}</math> ایجاد می‌کند. شدت‌های مربوط به این دو تراز (برحسب <math>\text{W/m}^2</math>) به ترتیب <math>I_1</math> و <math>I_2</math> هستند. نسبت <math>I_2/I_1</math> را تعیین کنید.</p>

$I = \frac{\bar{P}}{A} = \frac{\bar{P}}{4\pi r^2} \rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{\frac{\bar{P}}{4\pi r_1^2}}{\frac{\bar{P}}{4\pi r_2^2}} = \frac{r_2^2}{r_1^2} = \left(\frac{16 \cdot \text{m}}{64 \cdot \text{m}}\right)^2 = \left(\frac{1}{4}\right)^2$ $\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{1}{4}\right)^2 \rightarrow I_2 = 16I_1 = 16 \times 0.1 \text{ W/m}^2 = 1.6 \text{ W/m}^2$	<p>۴۹. در یک آتش‌بازی، موشکی در بالای آسمان منفجر می‌شود. فرض کنید صوت به‌طور یکنواخت در تمام جهات‌ها 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 <math>I = 0.1 \text{ W/m}^2</math> به شنونده‌ای برسد که به فاصله <math>r_1 = 64 \text{ m}</math> از محل انفجار قرار دارد، این صوت به شنونده‌ای که در فاصله <math>r_2 = 16 \text{ m}</math> از محل انفجار قرار دارد با چه شدتی می‌رسد؟</p>
<p>بر طبق شکل <math>\lambda_B = 2\lambda_A</math> ، <math>A_A = 2A_B</math></p> $V_A = V_B \rightarrow \frac{f_B}{f_A} = \frac{\lambda_B}{\lambda_A} = \frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{1}{2}$ $E = 2\pi^2 m A^2 f^2 \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \rightarrow I = \frac{2\pi m A^2 f^2}{4\pi r^2}$ $\frac{I_B}{I_A} = \frac{A_B^2 f_B^2}{A_A^2 f_A^2} = \frac{A_B^2 f_B^2}{(2A_B)^2 (2f_B)^2} = \frac{1}{16} \rightarrow I_A = 16I_B$	<p>۵۰. نمودار جابه‌جایی - مکان دو موج صوتی A و B که در یک محیط منتشر شده‌اند، به‌صورت زیر است. دامنه، طول‌موج، بسامد و شدت این دو موج صوتی را با هم مقایسه کنید.</p> 

۳۳۳. شکل زیر جهت‌های حرکت یک چشمه صوتی و یک ناظر (شنونده) را در وضعیت‌های مختلف نشان می‌دهد.

چشمه	ناظر (شنونده)	
•	•	(الف)
•→	•	(ب)
←•	•	(ب)
•	•→	(ت)
•	←•	(ث)

بسامدی را که ناظر در حالت‌های مختلف می‌شنود با حالت الف مقایسه کنید.

اگر چشمه به طرف ناظر حرکت کند (حالت ب)، تجمع جبهه‌های موج در جلوی آن بیشتر خواهد شد. بنابراین ناظر ساکن رو به روی آن طول موج کوتاه‌تری نسبت به وضعیتی که چشمه، ساکن بود اندازه می‌گیرد که این به معنی افزایش بسامد برای این ناظر است.

چشمه به ناظر نزدیک می‌شود.

$$f_{\text{ب}} > f_{\text{الف}}$$

با دور شدن چشمه، از بسامدی که ناظر اندازه می‌گیرد کم می‌شود و بنابراین در حالت (پ) کاهش بسامد داریم

چشمه از ناظر دور می‌شود.

$$f_{\text{پ}} > f_{\text{الف}}$$

در حالت (ت) از چشمه دور شود به معنی کاهش بسامد خواهد بود.

ناظر از چشمه دور می‌شود.

$$f_{\text{ث}} > f_{\text{الف}}$$

در حالت (ث) ناظر به هدف چشمه حرکت کند با جبهه‌های موج بیشتری مواجه می‌شود که به معنی افزایش بسامد است.

ناظر به چشمه نزدیک می‌شود.

$$f_{\text{ث}} > f_{\text{الف}}$$

### ۲-۳ بازتاب موج

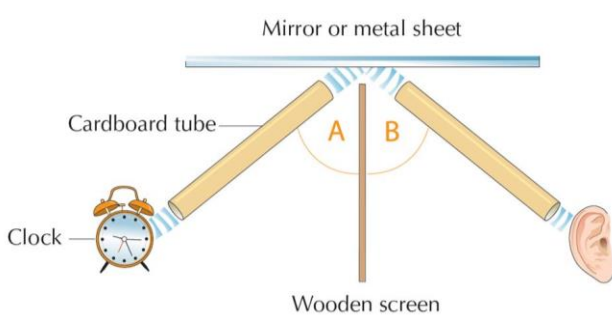
فعالیت ۲-۳

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.



۵۲

این اسباب شامل دو لوله متصل به دو دهانه است که یکی نقش دهانه ورودی صدا و دیگری نقش گوشه را بازی می‌کند. با ایجاد صدا در دهانه ورودی، صوت پس از عبور از لوله اول، و بازتاب از یک دیواره سخت، با عبور از لوله دوم وارد دهانه گوشه می‌شود و ما آن را می‌شنویم، برای جلوگیری از انتشار مستقیم صوت از منبع به سمت شنونده، مانعی بر روی گیره‌های شکل نصب می‌شود. شنونده با حرکت لوله دوم، در زاویه مشخصی در می‌یابد که صدا با بیشترین بلندی به گوش او می‌رسد. اکنون اگر مکان



لوله دوم ثابت شود، با واری زاویه لوله اول یا مانع (خط عمود بر دیواره بازتابنده) و زاویه لوله دوم با مانع، در می‌یابیم که بیشترین بلندی دریافتی به ازای برابر بودن زاویه تابش و زاویه بازتاب حاصل می‌شود.

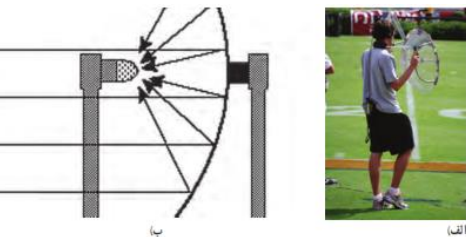
فعالیت ۸-۳

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.



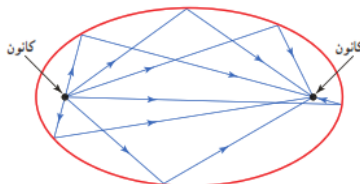
۵۳

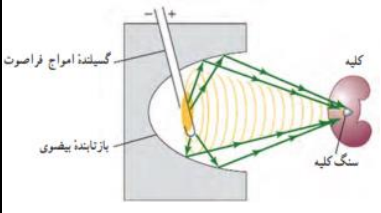
در میکروفون سهموی از یک سطح کار سهموی برای جمع و کانونی کردن امواج صوتی در یک گیرنده استفاده می‌شود. این میکروفون‌ها به همین دلیل، حساسیت بسیار زیادی به صداهایی دارند که موازی با محور سطح سهموی به این سطح می‌تابند.



استفاده مرسوم از این میکروفون‌ها در ثبت صداهای پرندگان دوردست، و صداهای میداین ورزشی (شکل الف)، و نیز استراق سمع است. شکل ب طرحی از چگونگی کار این دستگاه را نشان می‌دهد.

دستگاه لینو تریپسی از این ویژگی سطح بیضوی که در کانون دارد استفاده می‌کند. بنابراین اگر موج صوتی در یک کانون ایجاد شود، این موج پس از بازتاب از نقاط مختلف سطح، در کانون دیگر جمع می‌شود.

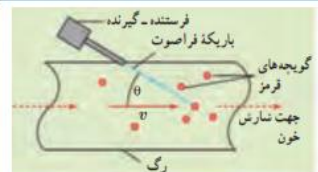




در دستگاه لیتو تریپسی، چشمه ای فراصوت در یک کانون بازتابنده بیضوی ایجاد می کنند و محل بیمار را طوری تنظیم می کنند که سنگ کلیه او در محل کانون دوم سطح این بازتابنده باشد. شکل پ، طرحی از چگونگی کار این دستگاه را نشان می دهد.

در اندازه گیری تندی شارش خون، امواج فراصوت (با بسامدی عموماً بین ۲ تا ۱۰ مگاهرتز) به سمت یک رگ خونی گسیل می شود و با استفاده از تغییر بسامد باریکه موج فراصوتی بازتابیده از گویچه سرخ، که ناشی از اثر دوپلر است، تندی ۷ی آن به دست می آید.

**فعالیت ۹-۳**



اندازه گیری تندی شارش خون : از مکانیابی پژواکی به همراه اثر دوپلر می توان برای تعیین تندی شارش خون (گویچه های قرمز) در رگ ها استفاده کرد. در مورد چگونگی این فناوری تحقیق کنید.

۵۴



تأخیر زمانی صورت بازتابیده و صوت اولیه کمتر از  $0.1s$  باشد، گوش انسان قادر به تمیز پژواک از صوت اولیه نخواهد بود. از اینجا می توان فاصله کمینه لازم بین چشمه صوت و سطح باز تاباننده را برای تمیز یک پژواک از صوت اولیه محاسبه کنیم.

**تمرین ۸-۳**

کمترین فاصله بین شما و یک دیوار بلند چقدر باشد تا پژواک صدای خود را از صدای اصلی تمیز دهید؟ تندی صوت در هوا را  $340 \text{ m/s}$  در نظر بگیرید.

۵۵

$$x = 2L = vt \rightarrow L = \frac{1}{2} vt = \frac{1}{2} (340 \text{ m/s})(0.1 \text{ s}) = 17 \text{ m}$$

امواج میکرو موج یا فرورسرخ در محدوده مشخصی گسیل می کنند. فاصله خودرو از فرستنده گسیلنده، موج با اندازه گیری زمان بین گسیل و دریافت موج به دست می آید. تندی خودرو نیز از تغییر بسامد موج دریافتی نسبت به موج گسیل شده با استفاده از رابطه دوپلری که برای امواج الکترومغناطیسی به کار می آید، تعیین می شود

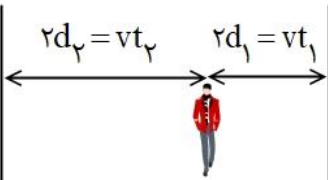
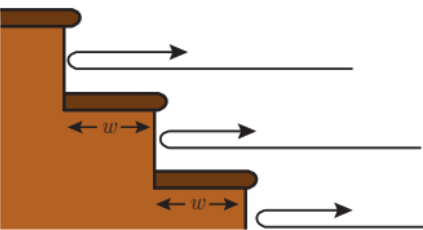

**فعالیت ۱۰-۳**



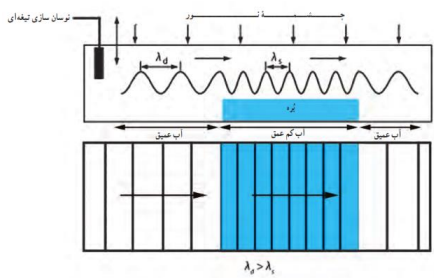
رادار دوپلری : از امواج الکترومغناطیسی نیز می توان برای مکانیابی پژواکی استفاده کرد. در این مورد و کاربرد آن به خصوص در تعیین تندی خودروها تحقیق کنید. (راهنمایی : اثر دوپلر برای امواج الکترومغناطیسی نیز برقرار است.)

۵۶



<p>الف) <math>2d_1 = vt_1 \rightarrow v = \frac{2d_1}{t_1} = \frac{480 \cdot m}{1/\Delta s} = 320 \cdot m/s</math></p> <p>ب) <math>d_2 = \frac{vt_2}{2} = \frac{(320 \cdot m/s) \times (2/\Delta s)}{2} = 40 \cdot m</math></p> <p><math>d = d_1 + d_2 = 40 \cdot m + 240 \cdot m = 280 \cdot m</math></p> 	<p><b>۲-۳ بازتاب موج</b></p> <p><b>۳۳۳.</b> دانش آموزی بین دو صخره قائم ایستاده است و فاصله او از صخره نزدیکتر ۲۴۰m است. دانش آموز فریاد می زند و اولین پژواک صدای خود را پس از ۱/۵=s و صدای پژواک دوم را ۱/۰=s بعد از پژواک اول می شنود.</p> <p>الف) تندی صورت در هوا چقدر است؟</p> <p>ب) فاصله بین دو صخره را بیابید.</p>	<p>۵۷</p>
<p>اگر فاصله از پلکان به حد کافی زیاد باشد، به طوری که بتوان مانند شکل زیر مسیر تپهای متوالی را تقریباً موازی در نظر گرفت، تقریباً بسامد ثابتی برای رشته تپهای متوالی درک می کنید.</p> <p><math>f = \frac{1}{\Delta t} = \frac{v}{2w}</math></p> <p>این صدا به صورت رشته‌های دوره‌ای از تپها باز می‌گردد و مانند یک نت نواخته شده درک می‌شود. بدیهی است اگر پهنای پله‌ها کوچک‌تر باشد، با توجه به اینکه <math>f \propto \frac{1}{w}</math> است، بسامد ادراک شده بیشتر می‌شود.</p> <p>مسیر تپهای متوالی که هر کدام از یک پله نشأت گرفته‌اند، موازی نیست و بسامد ثابتی را برای رشته تپهای متوالی درک نمی‌کنید؛ بلکه گستره‌ای از بسامدها را درک می‌کنید که به تدریج کم می‌شوند. به طوری که بسامد دریافتی از پله‌های پایینی (که تپهای بازتابیده از آنها را زودتر می‌شنویم) بیشتر از بسامد دریافتی از پله‌های بالایی است که تپهای بازتابیده از آنها را دیرتر می‌شنویم) و بدین ترتیب صدا را به صورت رشته‌ای دوره‌ای از تپها می‌شنوید.</p> 	<p><b>۳۳۴.</b> 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<sup>۱</sup> در مکزیک رخ می‌دهد. این معبد از ۹۲ پله سنگی تشکیل شده است. در مورد چنین پژواکی توضیح دهید.</p>  <p>تصویری از معبد کوکولکان</p>	<p>۵۸</p>
<p>ناشی از بازتاب پخشنده است.</p>	<p><b>۳۳۵.</b> وقتی یک باریکه لیزر را به دیوار کلاس می‌تابانیم، همه دانش‌آموزان نقطه رنگی ایجاد شده روی دیوار را می‌بینند. دلیل آن چیست؟</p>	<p>۵۹</p>

	<p>۱۳۷. در شکل زیر پرتوهای بازتابیده از آینه‌های تخت <math>M_1</math> و <math>M_2</math> را رسم کنید.</p>	<p>۶۰</p>
--	---	-----------

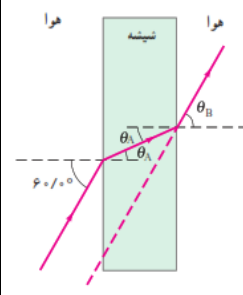
<p>وقتی موج سینوسی از قسمت ضخیم طناب به قسمت نازک آن وارد شود، بسامد موج عبوری تغییری نمی‌کند، زیرا بسامد توسط چشمه موج تعیین می‌شود، اما تندی در قسمت نازک طناب بیشتر است و بنابر رابطه <math>\lambda = v/f</math> در می‌یابیم طول موج عبوری بیشتر از طول موج فرودی می‌شود.</p>	<p style="text-align: right;"><b>۸-۳ شکست موج</b></p> <p style="text-align: right;"><b>پوش ۸-۳</b></p> <p>اگر موج سینوسی از قسمت ضخیم طناب به قسمت نازک آن وارد شود، بسامد، تندی، و طول موج عبوری در مقایسه با موج فرودی چه تغییری می‌کند؟</p>
<p>وقتی جبهه‌های موج به مرز می‌رسند، بسامد موج تغییری نمی‌کند</p> <p>طول موج فرودی مربوط به ناحیه عمیق <math>\lambda_1 = \lambda_d</math></p> <p>طول موج فرودی مربوط به ناحیه کم عمق <math>\lambda_p = \lambda_s</math></p> <p><math>v_s = \frac{1}{4} v_d</math> , <math>\lambda_d = 10 \text{ cm}</math></p> <p><math>f = \frac{v_d}{\lambda_d} \rightarrow v_d = 10 \text{ cm} \times 5 \text{ Hz} = 50 \text{ cm/s}</math></p> <p><math>f = \frac{v_s}{\lambda_s} = \frac{v_d}{\lambda_d} \rightarrow \lambda_s = \frac{v_s}{f} = \frac{1/4 v_d}{f}</math></p> <p><math>= \frac{1/4 \times 50 \text{ cm/s}}{5 \text{ Hz}} = 2.5 \text{ cm}</math></p> 	<p style="text-align: right;"><b>تمرین ۹-۳</b></p> <p>در یک تشت موج به کمک یک نوسان‌ساز تیغه‌ای که با بسامد <math>5/0 \text{ Hz}</math> کار می‌کند، امواجی تخت ایجاد می‌کنیم، به طوری که فاصله بین دو برآمدگی متوالی آن برابر با <math>10 \text{ cm}</math> می‌شود. اگر اکنون پرتوهای شیشه‌ای را در کف تشت قرار دهیم، امواج در ورود به ناحیه کم عمق بالای پرتو، شکست پیدا می‌کنند. اگر تندی امواج در ناحیه کم عمق، <math>1/4</math> برابر تندی در ناحیه عمیق باشد، طول موج امواج در ناحیه کم عمق چقدر می‌شود؟</p> <p style="text-align: right;">۶۱</p>
<p>فرض می‌کنیم <math>v_i = \frac{1}{4} v_d</math></p> <p><math>v_d \sin \theta_r = v_i \sin \theta_i \rightarrow v_d \sin \theta_r = \frac{1}{4} v_d \times \sin(30^\circ)</math></p> <p><math>\sin \theta_r = 1/4 \rightarrow \theta_r = 11/53^\circ</math></p>	<p style="text-align: right;"><b>تمرین ۱۰-۳</b></p> <p>در تمرین ۹-۳ با فرض اینکه زاویه تابش امواج برابر <math>30^\circ</math> باشد، زاویه شکست چقدر می‌شود؟</p> <p style="text-align: right;"><b>تمرین ۹-۳</b></p> <p>در یک تشت موج به کمک یک نوسان‌ساز تیغه‌ای که با بسامد <math>5/0 \text{ Hz}</math> کار می‌کند، امواجی تخت ایجاد می‌کنیم، به طوری که فاصله بین دو برآمدگی متوالی آن برابر با <math>10 \text{ cm}</math> می‌شود. اگر اکنون پرتوهای شیشه‌ای را در کف تشت قرار دهیم، امواج در ورود به ناحیه کم عمق بالای پرتو، شکست پیدا می‌کنند. اگر تندی امواج در ناحیه کم عمق، <math>1/4</math> برابر تندی در ناحیه عمیق باشد، طول موج امواج در ناحیه کم عمق چقدر می‌شود؟</p> <p style="text-align: right;">۶۲</p>

برای دریافت نمونه سوالات و جزوات رایگان بیشتر کلیک کنید

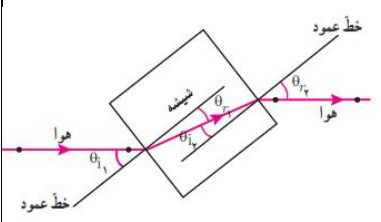
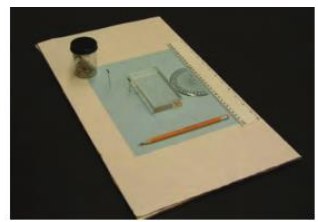
<p>پس از رسم امتداد پرتو تابش (خطوط قرمز) و خطوط عمود بر سطح (خطوط زرد) بر خط جدایی محیطها، را رسم می-کنیم.</p> <p>در محیط <b>b</b> پرتو نور از خط عمود دور می-شود، بنابراین پرتو از محیطی که در آن تندی نور کمتر است وارد محیطی شده است که در آن تندی نور بیشتر است. ولی پس از آن، در محیط <b>c</b>، پرتو به خط عمود نزدیک می-شود. بنابراین تندی نور در محیط <b>c</b> کمتر از تندی نور در محیط <b>b</b> است. و به همین ترتیب، تندی نور در محیط <b>a</b> کمتر از تندی نور در محیط <b>c</b> است.</p> $v_b > v_c > v_a$ 	<p><b>پرسش ۹۳</b></p> <p>شکل روبه‌رو یک پرتوی موج الکترومغناطیسی را نشان می‌دهد که با عبور از محیط اولیه <b>a</b>، از طریق محیط‌های <b>b</b> و <b>c</b> به محیط <b>a</b> بازمی‌گردد. این محیط‌ها را بر حسب تندی موج در آنها از بیشترین تا کمترین مرتب کنید.</p> 	<p>۶۴</p>
<p>در شکل (الف) پرتوی نور از محیطی با ضریب شکست کمتر وارد محیطی با ضریب شکست بیشتر شده است. و به خط عمود نزدیک‌تر می‌شود که در شکل (الف) برقرار است و بنابراین شکل (الف) از لحاظ فیزیکی ممکن است</p> <p>در شکل (ب) پرتو نور در سمتی درست شکسته نشده است، و امکان شکسته شدن در سویی وجود ندارد.</p> <p>در شکل (پ) پرتو نور از خط عمود دور شده است در حالیکه هنگامیکه پرتو نور از محیطی با ضریب شکست کمتر به محیطی با ضریب شکست بیشتر شده باشد، پرتو نور به خط عمود نزدیک‌تر می‌شود.</p> 	<p><b>پرسش ۱۰۳</b></p> <p>کدام یک از سه شکل زیر یک شکست را نشان می‌دهد که از لحاظ فیزیکی ممکن است؟</p> 	<p>۶۵</p>
<p>یک تیغه متوازی السطوح را در نظر بگیرید و آن را روی کاغذ سفیدی قرار دهید، باریکه نوری را به وجهی از تیغه بتابانید به طوری که از وجه مقابل آن خارج شود. محل تیغه بر کاغذ را با رسم اضلاع آن بر روی کاغذ مشخص کنید. همچنین مسیر باریکه فرودی و باریکه خروجی از تیغه را روی کاغذ رسم کنید. برای رسم دقیق‌تر مسیر باریکه‌های فرودی و خروجی می‌توانید مطابق شکل الف کاغذ سفید را روی قطعه یونولیتی قرار دهید و مسیر باریکه‌ها را با فرو بردن سوزن‌هایی در آن مشخص کنید. اکنون تیغه را بردارید و با استفاده از یک خط‌کش، مسیر باریکه نور در درون تیغه را رسم کنید. بر روی مسیر باریکه‌های نور، پیکانه‌هایی رسم کنید تا جهت پرتوها مشخص شود. با استفاده از یک نقاله، خطوط</p>	<p><b>فعالیت ۱۱-۳</b></p> <p>اندازه‌گیری ضریب شکست : با توجه به مثال ۳-۱۱، آزمایشی را طراحی و اجرا کنید که به کمک آن بتوان ضریب شکست یک تیغه متوازی السطوح شفاف را اندازه گرفت.</p>	<p>۶۶</p>

مثال ۱۱-۳

پرتوی نوری مطابق شکل، از هوا بر تیغه شیشه‌ای متوازی‌السطوحی، با زاویه تابش  $60^\circ$  فرود می‌آید. الف) زاویه شکست  $(\theta_2)$  پرتو در شیشه چقدر است؟ ب) زاویه خروجی  $(\theta_3)$  پرتو از شیشه چقدر است؟



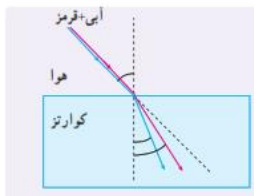
عمود بر وجه‌های تیغه در محل ورود و خروج باریکه‌های نور را رسم کنید و زاویه‌های بین باریکه‌ها و خطوط عمود را اندازه بگیرید. شکل ب، طرحی از چنین ترسیمی را نشان می‌دهد. اکنون می‌توانیم با استفاده از قانون اسنل برای ورود باریکه از هوا به تیغه، ضریب شکست تیغه را به دست آوریم و یا اینکه ضریب شکست را با استفاده از قانون اسنل برای خروج باریکه از تیغه به هوا بیابیم.



الف) تصویری از اسباب آزمایش اندازه‌گیری ضریب شکست  
ب) نمودار پرتویی آزمایش توجیه کنید  $\theta_2$  زاویه تابش و  $\theta_3$  زاویه شکست و  $\theta_1 = \theta_3$  و  $\theta_2 = \theta_3$  است. بنابراین پرتوهای فرودی و خروجی باهم موازی اند

تمرین ۱۱-۳

شکل رویه‌رو باریکه نوری متشکل از دو پرتوی قرمز و آبی را نشان می‌دهد که از هوا و با زاویه تابش  $45^\circ$  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  $n_{\text{قرمز}} = 1/459$  و  $n_{\text{آبی}} = 1/467$ .



قانون اسنل را به طور مجزا برای دو پرتوی قرمز و آبی می‌نویسیم. برای پرتوی قرمز داریم

$$n_1 \sin \theta_1 = n_{2,\text{Red}} \sin \theta_{2,\text{Red}} \rightarrow \sin \theta_{2,\text{Red}} = \frac{n_1}{n_{2,\text{Red}}} \sin \theta_1$$

$$\rightarrow \sin \theta_{2,\text{Red}} = \frac{1}{1/459} \sin 45^\circ \rightarrow \theta_{2,\text{Red}} = 28.8^\circ = 28.8^\circ / 479$$

برای پرتوی آبی داریم

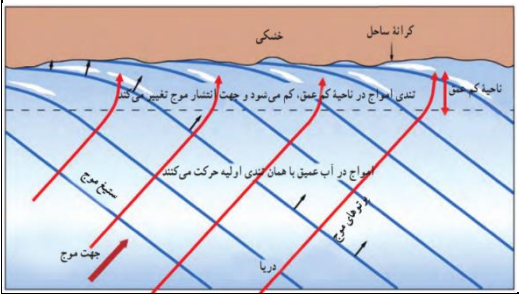
$$\sin \theta_{2,\text{Blue}} = \frac{1}{1/467} \sin 45^\circ \rightarrow \theta_{2,\text{Blue}} = 29^\circ = 29^\circ / 477$$

۶۷

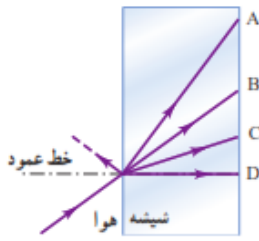
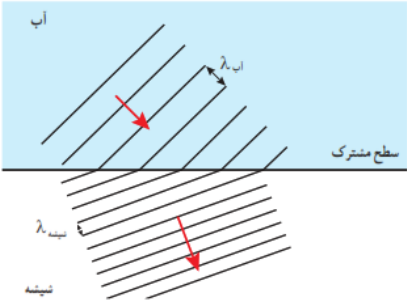
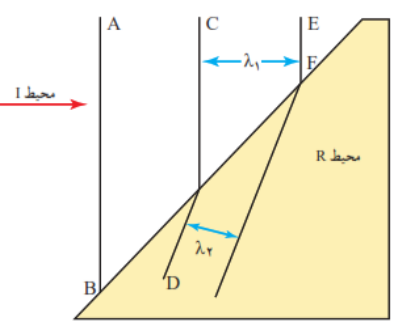
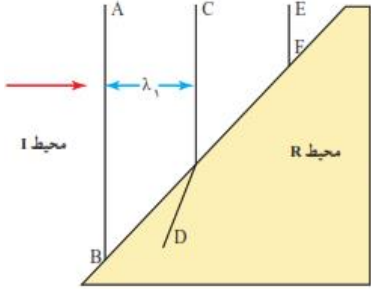
۳-۸ شکست موج

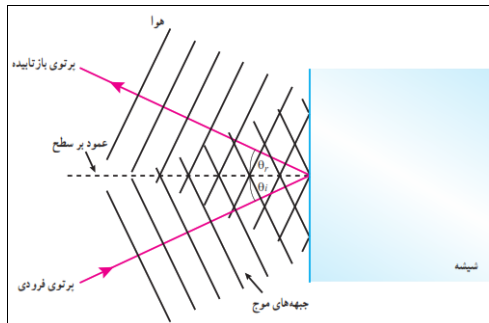
۳۷. با رسم شکلی از جبهه‌های موج توضیح دهید چگونه جهت انتشار جبهه‌های موج با رسیدن به یک ساحل شیب‌دار، تغییر می‌کند.

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



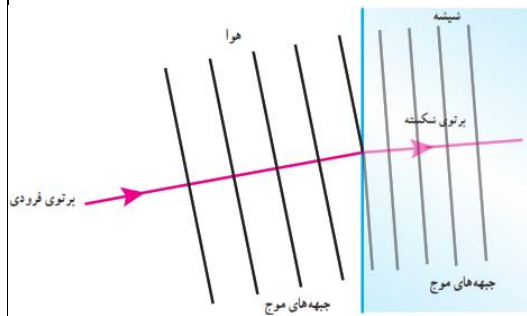
۶۸

<p>شیشه ضریب شکست بزرگ تری نسبت به هوا دارد. پرتو شکسته شده در شیشه به خط عمود نزدیک می‌شود. بنابراین پرتوی A، نمی‌تواند درست باشد، زیرا پرتو از خط عمود دور شده است. اگر نور از شیشه وارد هوا می‌شد. این پرتو صحیح بود. پرتوی B در امتداد پرتوی فرودی است. پرتوی C پاسخ درستی است زیرا به سمت خط عمود کج شده است. پرتوی D نادرست است. توجه کنید که برای این پرتو، زاویه شکست <math>\theta_r = 0^\circ</math> است</p>	<p>۳۷۸. 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؟</p> 	<p>۶۹</p>
<p>مطابق شکل مقابل خواهیم داشت (البته در این شکل فاصله بین جبهه‌های موج در دو محیط به یک مقیاس نیست، ولی در هر حال <math>\lambda_{شیشه} &gt; \lambda_{آب}</math> است).</p> 	<p>۳۷۹. ضریب شکست آب <math>1/3</math> و ضریب شکست شیشه <math>1/5</math> است. اگر نوری به‌طور مایل از آب به مرز شیشه با آب بتابد، با رسم نموداری، جبهه‌های موج را در دو محیط نشان دهید.</p>	<p>۷۰</p>
<p>الف) ادامه موج EF، پرتوی شکسته شده در محیط R است که باید موازی با D باشد. به عبارتی، پرتوهای شکسته باید موازی هم باشند.</p> <p>ب و پ) با عبور موج از محیطی به محیط دیگر، بسامد موج تغییر نمی‌کند. بنابراین نسبت <math>v/\lambda</math> ثابت می‌ماند و داریم</p> $\frac{v_1}{\lambda_1} = \frac{v_2}{\lambda_2} \rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ <p>از روی شکل مقابل در می‌یابیم که <math>\lambda_2 &gt; \lambda_1</math> و بنابراین <math>v_2 &lt; v_1</math> است. به عبارتی با دانستن فاصله بین جبهه‌های موج در دو محیط می‌توان درباره نسبت تندی موج در دو محیط اظهار نظر کرد. مثلاً برای شکل مقابل در این مسئله، نسبت <math>\lambda_1</math> به <math>\lambda_2</math> تقریباً <math>1/6</math> می‌شود که همان نسبت <math>v_1</math> به <math>v_2</math> نیز هست.</p> 	<p>۳۸۰. شکل زیر جبهه‌های موجی را نشان می‌دهد که بر مرز بین محیط I و محیط R فرود آمده‌اند.</p> <p>الف) ادامه جبهه موج EF را در محیط R رسم کنید.</p> <p>ب) توضیح دهید در کدام محیط تندی موج بیشتر است.</p> <p>پ) آیا با استفاده از این نمودار می‌توان نسبت تندی موج عبوری به موج فرودی را محاسبه کرد؟</p> 	<p>۷۱</p>

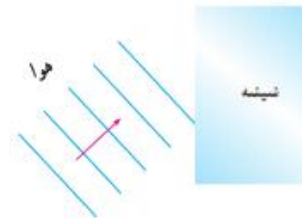


الف) برای موج شکسته، به جز بسامد سایر مشخصه‌ها با موج فرودی متفاوت است. چرا که تندی و طول موج تغییر می‌کنند و این دو به ضریب شکست بستگی دارند. در حالی که برای موج بازتابیده، بسامد، طول موج و تندی با موج فرودی برابر است. ب) امتداد پرتوها بر اثر شکست تفاوت پیدا می‌کند. پرتوی شکسته شده باید به خط عمود نزدیک شود.

ابتدا پرتوی موج را رسم کرده و سپس جبهه‌های موج را به گونه‌ای رسم می‌کنیم که این پرتو عمود بر آنها باشد، در مورد جبهه‌های موج بازتابیده، چون در خود محیط بازتابیده می‌شوند، فاصله خطوط تغییر نمی‌کند و بنابراین برای موج بازتابیده شکلی مانند روبرو خواهیم داشت.



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



۱۴۱. در شکل زیر موج نوری فرودی از هوا وارد شیشه می‌شود. بخشی از موج در سطح جدایی دو محیط بازمی‌تابد و بخشی دیگر شکست می‌یابد و وارد شیشه می‌شود. الف) مشخصه‌های موج بازتابیده و موج شکست یافته را با موج فرودی مقایسه کنید. ب) جبهه‌های موج بازتابیده و شکست یافته را رسم کنید.

۷۲

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

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

$$V = \frac{c}{n} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{1.34} = 2.25 \times 10^8 \text{ m/s}$$

الف)

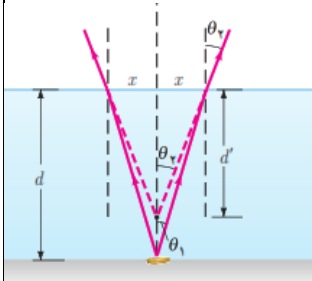
ب)

پ)

۱۴۲. طول موج نور قرمز لیزر هلیوم-نئون در هوا حدود ۶۳۳nm است، ولی در زجاجیه 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.

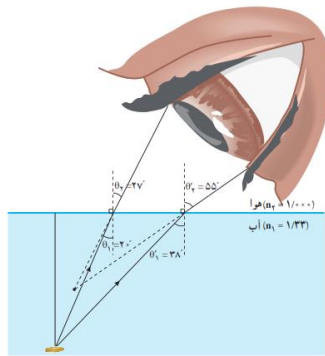
۷۳

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



اگر کسی به طور مایل نگاه

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

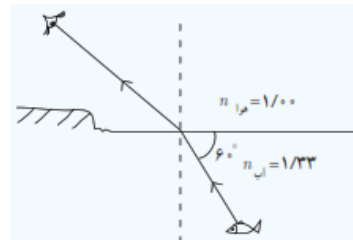


۱۴۱۱. سکه‌ای را در گوشه فنجان خالی قرار دهید و طوری مقابل آن قرار گیرید که نتوانید سکه را ببینید. سپس بی‌آنکه سرتان را حرکت دهید به آرامی در فنجان آب بریزید، به طوری که آب ریختن شما موجب جابه‌جایی سکه نشود. با پرسیدن فنجان، سکه را خواهید دید. با رسم پرتوها علت دیده شدن سکه را توضیح دهید.

۷۴

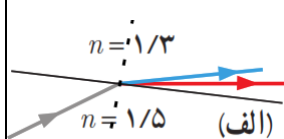
$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \rightarrow \sin \theta_2 = \frac{n_1 \sin \theta_1}{n_2} = \frac{(1/33) \sin 30^\circ}{1} = 0.665$$

$$\rightarrow \theta_2 = 41.7^\circ$$

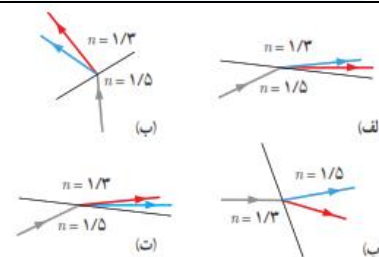


۱۴۱۴. مطابق شکل، پرتو نوری که از ماهی به چشمان شخص می‌رسد تحت زاویه  $60^\circ$  به مرز آب-هوا برخورد کرده است. زاویه شکست این پرتو در هوا چقدر است؟

۷۵



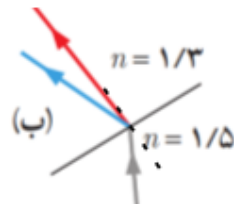
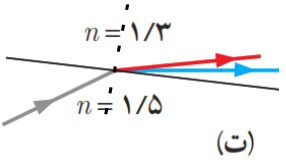
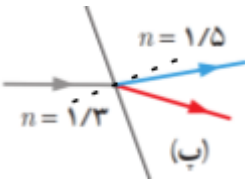
شکل (الف) پرتو شکسته شده از خط عمود دور شده است. و پرتوی آبی می‌بایست بیشتر از پرتوی قرمز شکست پیدا می‌کرد.



۱۴۱۵. در شکل‌های زیر، پرتوی فرودی که شامل نورهای قرمز و آبی است در سطح مشترک دو ماده شکست پیدا کرده‌اند. کدام شکل، شکستی را نشان می‌دهد که از لحاظ فیزیکی ممکن است؟

۷۶



<p>شکل (ب) پرتوی قرمز تقریباً در امتداد خط عمود و پرتوی آبی در سمت نادرست (چپ خط عمود) شکسته شده است.</p>  <p>شکل (ت) پرتو شکسته شده از خط عمود دور شده است. و پرتوی آبی بیشتر از پرتوی قرمز شکست پیدا کرده است. که گزینه‌ی درستی است.</p>  <p>شکل (پ) پرتوها در سمتی درست شکسته شده اند، ولی پرتوی آبی به خط عمود نزدیک شده‌اند. بنابراین کلیت این شکل نیز نادرست است.</p> 	
<p>با استفاده از یک منشور به سادگی می‌توانیم بین این دو نظر، یکی را انتخاب کنیم. اگر نور زرد، ترکیبی باشد در منشور تجزیه می‌شود و می‌توانیم نورهای قرمز و سبز را مشاهده کنیم.</p>	<p>۱۴۷. 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؟</p>