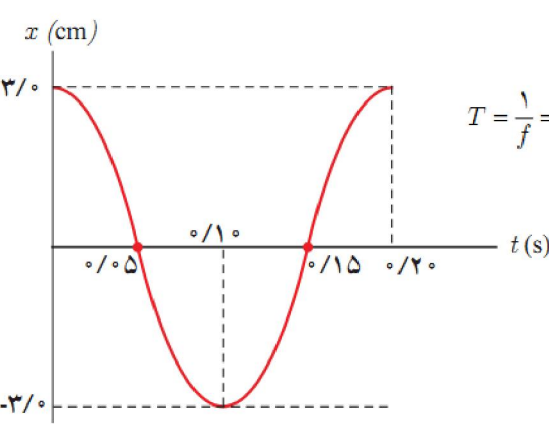
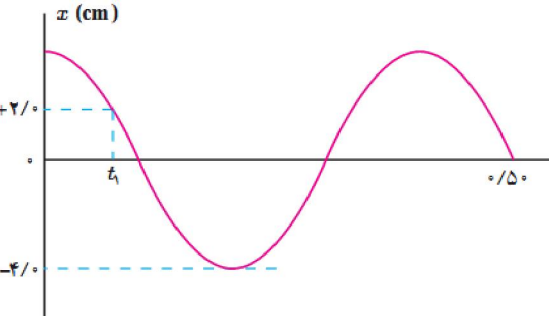
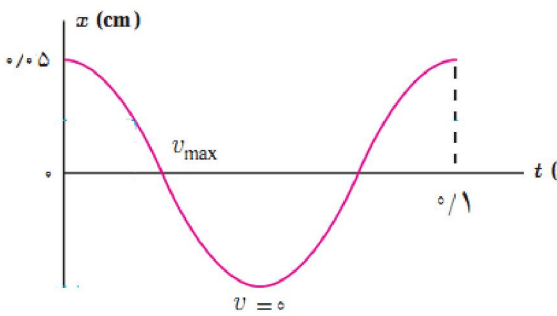
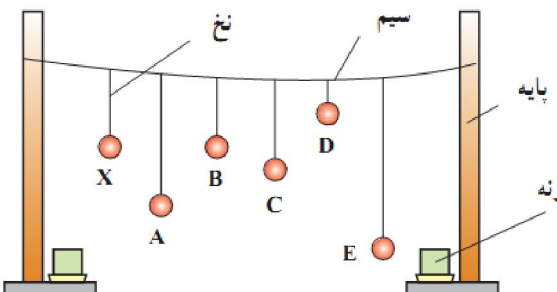
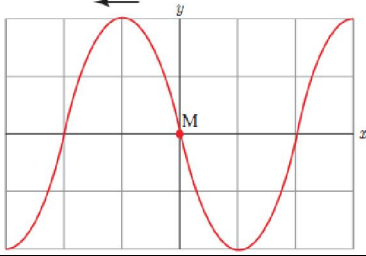
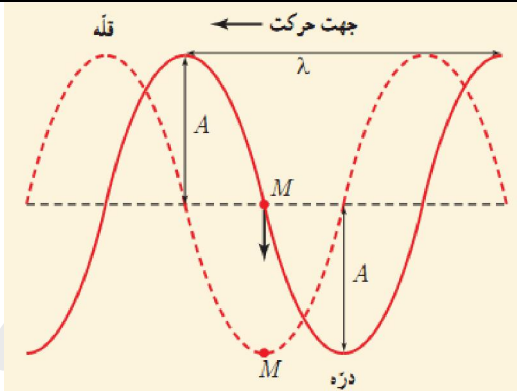
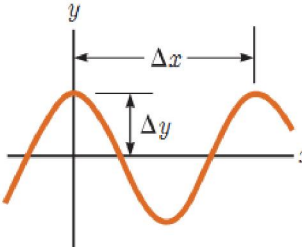
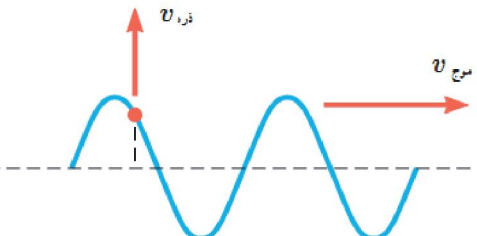
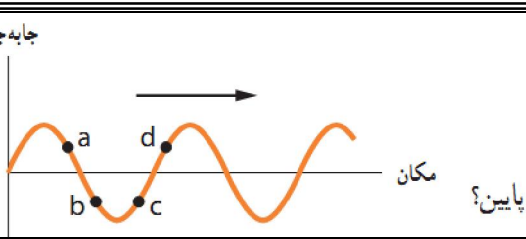
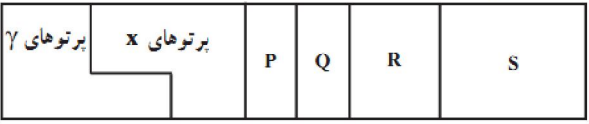
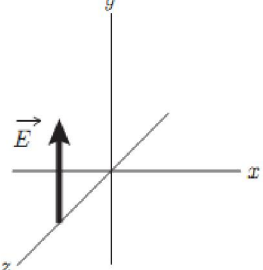
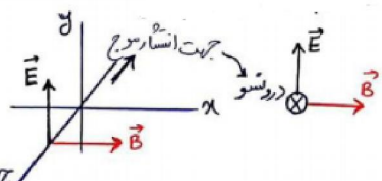


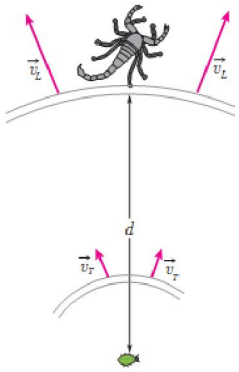
۱	<p>یک وزنه <math>20\text{ N}</math> را از انتهای یک فنر قائم می‌آویزیم، فنر <math>20\text{ cm}</math> کشیده می‌شود. سپس این فنر را در حالی که به یک وزنه <math>50\text{ N}</math> متصل است روی میز بدون اصطکاک به نوسان درمی‌آوریم. دوره تناوب این نوسان چقدر است؟</p>
ج	$k = \frac{ F }{x} = \frac{20\text{ N}}{0.20\text{ m}} = 100\text{ N/m}$ $T = 2\pi\sqrt{\frac{W/g}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{(50\text{ N})/(9.8\text{ N/kg})}{100\text{ N/m}}} = 0.46\text{ s}$
۲	<p>هرگاه جسمی به جرم <math>m</math> به فنری متصل شود و به نوسان درآید، با دوره تناوب <math>2\text{ s}</math> نوسان می‌کند. اگر جرم این جسم <math>2\text{ kg}</math> افزایش یابد، دوره تناوب <math>3\text{ s}</math> می‌شود. مقدار <math>m</math> چقدر است؟</p>
ج	$T = 2\pi\sqrt{m/k} \rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} = \sqrt{\frac{(m+2)}{m}} = \frac{3}{2} \rightarrow m = 1/6\text{ kg}$
۳	<p>جرم خودرویی همراه با سرنشینان آن <math>1600\text{ kg}</math> است. این خودرو روی چهار فنر با ثابت <math>2/0 \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 به طور یکنواخت روی فنرهای چهارچرخ توزیع شده است.</p>
ج	<p>چون وزن (و در نتیجه جرم) به طور یکنواخت توزیع شده است، روی هر فنر <math>1/4</math> جرم کل قرار می‌گیرد. بنابراین <math>m = M/4 = 400\text{ kg}</math></p> $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{400\text{ kg}}{2/0 \times 10^4\text{ N/m}}} = 0.888\text{ s} \rightarrow f = \frac{1}{T} = 1/125\text{ s}^{-1} \approx 1/12\text{ Hz}$ $\rightarrow \omega = 2\pi f = 2\pi(1/125\text{ s}^{-1}) = 7/07\text{ rad/s}$
۴	<p>دامنه نوسان یک حرکت هماهنگ ساده <math>3/0 \times 10^{-2}\text{ m}</math> و بسامد آن <math>5/0\text{ Hz}</math> هرتز است. معادله حرکت این نوسانگر را بنویسید و نمودار مکان-زمان آن را در یک دوره رسم کنید.</p>
ج	<p><math>A = 3/0 \times 10^{-2}\text{ m}</math> , <math>\omega = 2\pi f = 2\pi(5/0\text{ s}^{-1}) = 10\pi\text{ rad/s}</math> , <math>x = A\cos\omega t \rightarrow x = (3/0 \times 10^{-2}\text{ m})\cos(10\pi t)</math></p> 
۵	<p>نمودار مکان-زمان نوسانگری مطابق شکل زیر است:          الف) معادله حرکت این نوسانگر را بنویسید.          ب) مقدار <math>t_1</math> را به دست آورید.          پ) اندازه شتاب نوسانگر را در لحظه <math>t_1</math> محاسبه کنید.</p> 

ج	$\frac{\Delta T}{T} = 0.05 \Rightarrow T = 0.4 \text{ s} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.4 \text{ s}} = 5\pi \text{ rad/s} \rightarrow x = 0.04 \cos 5\pi t$ (الف)
ج	$\frac{A}{4} = A \cos 5\pi t_1 \rightarrow \cos 5\pi t_1 = \frac{1}{4} \rightarrow 5\pi t_1 = \pi/3 \rightarrow t_1 = \frac{1}{15} \text{ s}$ (ب)
ج	$ F  = k x  \rightarrow m a  = k x  \rightarrow  a  = \frac{k}{m} x  = \omega^2 x  = (5\pi)^2 x  \rightarrow$ $ a  = (5\pi)^2(0.02 \text{ m}) = 4/93 \text{ m/s}^2 \approx 4/9 \text{ m/s}^2$
ج	<p>دامنه نوسان وزنه‌ای که به یک فنر با ثابت فنر ۷۴ N/m متصل است و در راستای افقی نوسان می‌کند، برابر با ۸ cm است. اگر انرژی پتانسیل این نوسانگر در نقطه‌ای از مسیر نوسان، <math>1/0 \times 10^{-2} \text{ J}</math> باشد، انرژی جنبشی آن در این مکان چقدر است؟ (از نیروهای اتلافی چشم‌پوشی شود.)</p>
ج	$E = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}(74 \text{ N/m})(0.08 \text{ m})^2 = 0.2368 \text{ J} \approx 0.24 \text{ J} \rightarrow K = E - U = 0.2368 \text{ J} - 0.08 \text{ J} = 0.156 \text{ J}$
ج	<p>جسمی به جرم ۱ kg به فنری افقی با ثابت ۶ N/cm متصل است. فنر به اندازه ۹ cm 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 ۱/۶ m/s است، انرژی پتانسیل کشسانی آن چقدر است؟</p>
ج	$A = 9 \text{ cm}$ $K_{\max} = \frac{1}{2}mv_{\max}^2 = \frac{1}{2}kA^2 \rightarrow v_{\max} = \sqrt{\frac{k}{m}}A = \sqrt{\frac{6/0 \times 10^2 \text{ N/m}}{1/0 \text{ kg}}}(0.09 \text{ m}) = 2/2 \text{ m/s}$ (الف)
ج	$U = E - K = \frac{1}{2}kA^2 - \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow U = \frac{1}{2}(6/0 \times 10^2 \text{ N/m})(0.09 \text{ m})^2 - \frac{1}{2}(1/0 \text{ kg})(1/6 \text{ m/s})^2$ (ب)
ج	<p>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>
ج	 $v_{\max} \rightarrow t = \frac{T}{4} \rightarrow t = \frac{1}{4} \text{ s}$ (الف)
ج	$v = 0 \rightarrow t = \frac{T}{2} \rightarrow t = \frac{1}{2} \text{ s}$ (ب)
ج	$K = U = \frac{E}{2} \rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kA^2$ (پ)
ج	$\rightarrow mv^2 = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2$
ج	$ v  = \frac{1}{\sqrt{2}}A\omega = \frac{1}{\sqrt{2}}(0.05 \text{ m})(2\pi) = 2/2 \text{ m/s}$
ج	$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{2\pi} = 1 \text{ s}$

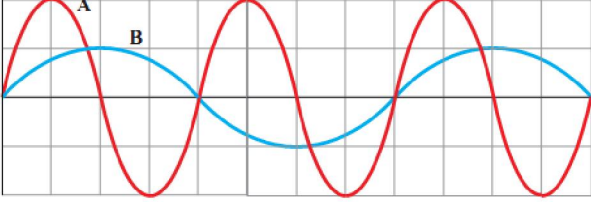
۹	<p>الف) ساعتی آونگ دار (با آونگ ساده) در تهران تنظیم شده است. اگر این ساعت به منطقه‌ای در استوا برده شود، عقب می‌افتد یا جلو؟ مقدار این عقب یا جلوافتادن در یک شبانه‌روز چقدر است؟                  (ب) به نظر شما آیا با افزایش دما، یک ساعت آونگ دار جلو می‌افتد یا عقب؟</p> <p><math>g_{\text{تهران}} = 9.78 \text{ m/s}^2</math> و <math>g_{\text{استوا}} = 9.8 \text{ m/s}^2</math></p>
ج	<p>الف) چون در استوا شتاب گرانشی <math>g_2</math> کمتر از شتاب گرانشی تهران <math>g_1</math> است طبق رابطه <math>T = 2\pi\sqrt{L/g}</math> دوره تناوب در استوا <math>T_2</math> بیشتر از دوره تناوب تهران <math>T_1</math> است، پس آونگ استوا کندتر حرکت می‌کند و ساعت استوا عقب می‌ماند.</p> <p><math>\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{g_1}{g_2}} = \sqrt{\frac{9.8}{9.78}} = 1.000219 \rightarrow \Delta T = T_2 - T_1 = 1.000219 T_1 - T_1 = 0.000219 T_1</math></p> <p><math>\rightarrow 0.000219 \times 86400 = 18.9 \text{ (s)}</math> عقب می‌افتد</p> <p>ب) با افزایش دما طول آونگ در اثر انبساط طولی افزایش می‌یابد در نتیجه دوره تناوب آن زیاد شده و آونگ کند شده و ساعت عقب می‌افتد.</p>
۱۰	<p>هر فرد معمولاً 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 ۵/۵ Hz دارند. لرزش شدید پل هوایی میلینوم<sup>۱</sup> 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؟</p>
ج	<p>با هر بار راه رفتن و چرخش بدن فرد روی پل، مقداری انرژی فرد به پل منتقل شده و چون بسامد چرخش بدن فرد با بسامد طبیعی پل برابر بوده پدیده تشدید رخ داده و بر دامنه نوسان پل می‌افزاید و پل به لرزش در می‌آید.</p>
۱۱	<p>مطابق شکل چند آونگ را از سیمی آویخته ایم. توضیح دهید با به نوسان در آوردن آونگ X، آونگ‌های دیگر چگونه نوسان می‌کنند؟ پایه</p> 
ج	<p>با به نوسان در آوردن آونگ X بقیه آونگ‌ها نیز به نوسان در می‌آیند ولی بعد از چند لحظه آونگی با آونگ X هم طول است با دامنه بیشتری به نوسان در می‌آید. زیرا دوره و بسامد آونگ‌های هم طول X و B باعث تشدید شده و با دامنه بیشتر به نوسانات خود ادامه می‌دهد.</p>
۱۲	<p>یک نوسان‌ساز موج‌هایی دوره‌ای در یک ریسمان کشیده ایجاد می‌کند.</p> <p>الف) با افزایش بسامد نوسان‌ساز کدام یک از کمیت‌های زیر تغییر نمی‌کند؟ بسامد موج، تندی موج، طول موج.</p> <p>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 موج.</p>
ج	<p>الف) با افزایش بسامد، تندی موج تغییر نمی‌کند زیرا به ویژگی‌های فیزیکی محیط (جنس، دما، ...) بستگی دارد اما به شرایط فیزیکی چشمه موج (بسامد، دامنه، ...) بستگی ندارد.</p> <p>ب) طبق رابطه <math>v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}</math> تندی موج افزایش می‌یابد ولی بسامد تغییر نمی‌کند و طبق رابطه <math>\lambda = \frac{v}{f}</math> طول موج نیز افزایش می‌یابد.</p>

<p>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.</p> <p>ب) اگر طول موج <math>5/0 \text{ cm}</math> و تندی موج <math>1/0 \text{ cm/s}</math> باشد، بسامد موج را به دست آورید.</p> <p>پ) تعیین کنید موج در مدت <math>T/4</math> چه مسافتی را پیموده است؟</p>	<p>شکل زیر یک تصویر لحظه‌ای از موجی عرضی در یک ریسمان کشیده شده را نشان می‌دهد. موج به سمت چپ حرکت می‌کند.</p> 	<p>ب) <math>f = \frac{1/0 \text{ cm/s}}{5/0 \text{ cm}} = 2/0 \text{ s} = 2/0 \text{ Hz}</math></p> <p>پ) <math>x = vt = v(\frac{T}{4}) = v(\frac{1}{4f}) = (1/0 \text{ cm/s})(\frac{1}{\lambda/0 \text{ s}^{-1}}) = 1/25 \text{ cm}</math></p> <p>که این همان معادل <math>\lambda/4 = (5/0 \text{ cm})/4 = 1/25 \text{ cm}</math> است.</p>	<p>ج</p>  <p>الف)</p>
	<p>در نمودار جابه‌جایی - مکان موج عرضی شکل زیر <math>\Delta x = 4/0 \text{ cm}</math> و <math>\Delta y = 15/0 \text{ cm}</math> است. اگر بسامد نوسان‌های چشمه <math>8/0 \text{ Hz}</math> باشد، طول موج، دامنه، تندی و دوره تناوب موج چقدر است؟</p>	<p>از روی شکل درمی‌یابیم طول موج <math>\lambda = \Delta x = 4/0 \text{ cm}</math> و دامنه <math>A = \Delta y = 15/0 \text{ cm}</math> است. با استفاده از رابطه <math>v = \lambda f</math> می‌توانیم تندی انتشار موج را به دست آوریم: <math>v = \lambda f = (4/0 \text{ cm})(8/0 \text{ s}^{-1}) = 32/0 \text{ cm/s} = 3/2/0 \text{ m/s}</math></p> <p>دوره تناوب نیز وارون بسامد است: <math>T = \frac{1}{f} = \frac{1}{8/0 \text{ s}^{-1}} = 0/125 \text{ s}</math></p>	<p>ج</p>
	<p>شکل زیر موجی عرضی در یک ریسمان را نشان می‌دهد که با تندی <math>v</math> موج به سمت راست حرکت می‌کند، در حالی که تندی ذره نشان داده شده ریسمان <math>v</math> ذره است. آیا این دو تندی با هم برابرند؟ توضیح دهید.</p>	<p>خیر! این دو تندی متفاوت‌اند. تندی موج <math>v</math> همان تندی انتشار موج است که با مشخصه‌های ریسمان تعیین می‌شود و همیشه مقدار ثابتی در هر جای ریسمان دارد. ولی هر ذره روی ریسمان به طور هماهنگ ساده‌ای با نوسان چشمه حرکت می‌کند. بنابراین هر ذره ریسمان تندی <math>v</math> را دارد که با زمان تغییر می‌کند. تندی ذره وقتی از موضع تعادل می‌گذرد، بیشینه و در نقطه‌های اوج و حضیض صفر است. در حالی که تندی موج همواره مقدار ثابتی دارد که از مشخصه‌های ریسمان تعیین می‌شود.</p>	<p>ج</p>

<p>جابه جایی</p> 	<p>۱۶ 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>
	<p>ج <math>a</math> و <math>b</math> رو به بالا، و <math>c</math> و <math>d</math> رو به پایین حرکت می‌کنند.</p>
	<p>۱۷ سیمی با چگالی <math>7/8 \text{ g/cm}^3</math> و سطح مقطع <math>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>ج <math display="block">v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{FL}{m}} = \sqrt{\frac{FL}{\rho V}} = \sqrt{\frac{FL}{\rho AL}} = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} = \sqrt{\frac{156}{7800 \times 0.005 \times 10^{-6}}} = 200 \text{ m/s}</math></p>
<p>۱۸</p> 	<p>شکل زیر طیف موج‌های الکترومغناطیسی را با یک مقیاس تقریبی نشان می‌دهد. الف) نام قسمت‌هایی از طیف را که با حروف علامت گذاری شده‌اند، بنویسید. ب) اگر در طول طیف از چپ به راست حرکت کنیم، مقدار کدام مشخصه‌های موج افزایش یا کاهش می‌یابد و کدام ثابت می‌ماند؟</p>
	<p>ج الف) <math>T, S, R, Q, P</math> به ترتیب معادل ناحیه‌های فرابنفش، مرئی، فروسرخ، میکروموج و امواج رادیویی است. ب) این شکل بر اساس افزایش طول موج (یا کاهش بسامد) از چپ به راست مرتب شده است.</p>
<p>۱۹</p> 	<p>شکل زیر میدان الکتریکی یک موج الکترومغناطیسی سینوسی را در نقطه‌ای معین و دور از چشمه، در یک لحظه نشان می‌دهد. موج انرژی را در خلاف جهت محور <math>z</math> انتقال می‌دهد. جهت میدان مغناطیسی موج را در این نقطه و این لحظه تعیین کنید.</p>
	<p>ج خلاف جهت محور <math>Z</math></p> 
	<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>4/30 \times 10^{14} \text{ Hz}</math> است. طول موج این نور را در هوا و آب حساب کنید. (سرعت نور 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>
	<p>ج الف) از رابطه <math>f = c/\lambda</math> استفاده می‌کنیم: <math>f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3/0 \times 10^8 \text{ m/s}}{6/20 \times 10^{-7} \text{ m}} = 4/839 \times 10^{14} \text{ Hz} \approx 4/8 \times 10^{14} \text{ Hz}</math></p> <p>ب) طول موج در هوا چنین می‌شود: <math>\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3/0 \times 10^8 \text{ m/s}}{4/30 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}} = 6/977 \times 10^{-7} \text{ m} \approx 7/0 \times 10^{-7} \text{ m}</math></p> <p>و در آب <math>\lambda = \frac{v}{f} = \frac{2/25 \times 10^8 \text{ m/s}}{4/30 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}} = 5/23 \times 10^{-7} \text{ m}</math></p>

۲۱	چشمه موجی با بسامد ۱۰ Hz در یک محیط که تندی انتشار موج در آن ۱۰۰ m/s است، نوسان هایی طولی ایجاد می کند. اگر دامنه نوسان ها ۴/۰ cm باشد، الف) فاصله بین دو تراکم متوالی این موج چقدر است؟ ب) فاصله بین یک تراکم و یک انبساط متوالی چقدر است؟
ج	از رابطه $\lambda = v/f$ ، طول موج را به دست می آوریم: $\lambda = \frac{100 \text{ m/s}}{10 \text{ s}^{-1}} = 10 \text{ m}$ الف) فاصله بین دو تراکم متوالی همان طول موج است. ب) فاصله بین یک تراکم و یک انبساط متوالی $\lambda/2 = 5 \text{ m}$ می شود.
۲۲	عقرب های ماسه ای وجود طعمه را با امواجی که بر اثر حرکت طعمه در ساحل شنی ایجاد می شود، احساس می کنند. این امواج که در سطح ماسه منتشر می شوند، بر دو نوع اند: امواج عرضی با تندی $v_T = 50 \text{ m/s}$ و امواج طولی با تندی $v_L = 150 \text{ m/s}$ . عقرب ماسه ای می تواند با استفاده از اختلاف زمانی بین زمان رسیدن این امواج به نزدیک ترین پای خود، فاصله خود از طعمه را تعیین کند. اگر این اختلاف زمان برابر $\Delta t = 4/0 \text{ ms}$ باشد، طعمه در چه فاصله ای از عقرب قرار دارد؟
ج	 $x = v_T \times t_T \rightarrow t_T = \frac{x}{v_T}$ $x = v_L \times t_L \rightarrow t_L = \frac{x}{v_L}$ $t_T - t_L = \frac{x}{v_T} - \frac{x}{v_L} = x \left( \frac{1}{50} - \frac{1}{150} \right)$ $\Delta t = 4 \times 10^{-3} = x \left( \frac{2}{150} \right) \quad \boxed{x = 0.3 \text{ m} = 30 \text{ cm}}$
۲۳	توضیح دهید کدام یک از عامل های زیر بر تندی صوت در هوا مؤثر است. الف) شکل موج ب) دامنه موج ب) بسامد موج ت) دمای هوا
ج	گزینه ت زیرا تندی صوت تابعی از شرایط فیزیکی محیط است.
۲۴	در سونوگرافی معمولاً از کاوه ای دستی موسوم به تراکندار فراصوتی <sup>۱</sup> برای تشخیص پزشکی استفاده می شود که دقیقاً روی ناحیه مورد نظر از بدن بیمار گذاشته و حرکت داده می شود. این کاوه در بسامد ۶/MHz عمل می کند. الف) بسامد زاویه ای در این کاوه نوسان چقدر است؟ ب) اگر تندی موج صوتی در بافتی نرم از بدن ۱۵۰۰ m/s باشد، طول موج این موج در این بافت چقدر است؟
ج	الف) $\omega = 2\pi f = 2\pi (6/7 \times 10^6 \text{ s}^{-1}) = 4/21 \times 10^7 \text{ rad/s} \approx 4/2 \times 10^7 \text{ rad/s}$ ب) از رابطه $\lambda = v/f$ داریم: $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{1500 \text{ m/s}}{6/7 \times 10^6 \text{ s}^{-1}} = 2/23 \times 10^{-4} \text{ m} \approx 2/2 \times 10^{-4} \text{ m}$
۲۵	تندی صوت در یک فلز خاص، برابر $v$ است. به یک سر لوله توخالی بلندی از جنس این فلز به طول $L$ ضربه محکمی می زنیم. شنونده ای که در سر دیگر این لوله قرار دارد دو صدا را می شنود. یکی ناشی از موجی است که از دیواره لوله می گذرد و دیگری از موجی است که از طریق هوای داخل لوله عبور می کند. الف) اگر تندی صوت در هوا $v_{\text{هوا}}$ باشد، بازه زمانی $\Delta t$ بین دریافت این دو صدا در گوش شنونده چقدر خواهد بود؟ ب) اگر $\Delta t = 1/0 \text{ s}$ و فلز از جنس فولاد باشد، طول $L$ لوله چقدر است؟ ( $v_{\text{هوا}} = 340 \text{ m/s}$ )

ج	<p>الف) برای <math>\Delta t</math> داریم:</p> $\Delta t = t_{\text{هوآ}} - t_{\text{فنز}} = \frac{L}{v_{\text{هوآ}}} - \frac{L}{v_{\text{فنز}}} = L \left( \frac{v_{\text{هوآ}} - v_{\text{فنز}}}{v_{\text{هوآ}} v_{\text{فنز}}} \right)$ <p>ب) از رابطه به دست آمده در قسمت الف، <math>L</math> را به دست می‌آوریم:</p> $L = \frac{\Delta t (v_{\text{فنز}} v_{\text{هوآ}})}{v_{\text{فنز}} - v_{\text{هوآ}}}$ <p>که در آن <math>v_{\text{فنز}}</math> همان تندی صوت در فولاد است. از جدول ۱-۳ کتاب، این تندی را برابر <math>5941 \text{ m/s}</math> درمی‌یابیم. در نتیجه برای <math>L</math> داریم:</p> $L = \frac{(1/0 \cdot 0 \text{ s})(5941 \text{ m/s})(34 \cdot 0 \text{ m/s})}{5941 \text{ m/s} - 34 \cdot 0 \text{ m/s}} = 36 \cdot 0 / 3 \text{ m} \approx 361 \text{ m}$	۲۶
ج	<p>موجی صوتی با توان <math>1/2 \times 10^{-4} \text{ W}</math> عمود بر جهت انتشار از دو صفحه فرضی (شکل ۲۶-۳) می‌گذرد. با فرض اینکه مساحت صفحه‌ها به ترتیب <math>A_1 = 4/0 \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> <p>گرچه توان عبوری از سطوح برابر است، ولی شنونده دوم توان بر واحد سطح کمتری از شنونده اول دریافت می‌کند.</p> $I_1 = \frac{\bar{P}}{A_1} = \frac{1/2 \times 10^{-4} \text{ W}}{4/0 \text{ m}^2} = 3/0 \times 10^{-5} \text{ W/m}^2$ $I_2 = \frac{\bar{P}}{A_2} = \frac{1/2 \times 10^{-4} \text{ W}}{12 \text{ m}^2} = 1/0 \times 10^{-5} \text{ W/m}^2$	۲۷
ج	<p>شدت صدای حاصل از یک مته سنگ‌شکن در فاصله <math>10/0 \text{ m}</math> از آن <math>1/0 \times 10^{-2} \text{ W/m}^2</math> است. تراز شدت صوتی آن برحسب dB چقدر می‌شود؟</p> $\beta = (10 \text{ dB}) \log \left( \frac{I}{I_0} \right) \quad I_0 = 1/0 \times 10^{-12} \text{ W/m}^2$ $\beta = (10 \text{ dB}) \log \left( \frac{1/0 \times 10^{-2} \text{ W/m}^2}{1/0 \times 10^{-12} \text{ W/m}^2} \right) = 1/0 \times 10^2 \text{ dB}$	۲۸
ج	<p>اگر به مدت <math>10</math> دقیقه در معرض صوتی با تراز شدت <math>120 \text{ dB}</math> باشیم، آستانه شنوایی به طور موقت از <math>28 \text{ dB}</math> به <math>92 \text{ dB}</math> افزایش می‌یابد. مطالعات نشان داده است که به طور متوسط اگر به مدت <math>10</math> سال در معرض صدایی با تراز شدت <math>92 \text{ dB}</math> قرار گیریم، آستانه شنوایی به طور دائم به <math>28 \text{ dB}</math> افزایش می‌یابد. شدت‌های صوت مربوط به <math>28 \text{ dB}</math> و <math>92 \text{ dB}</math> چقدر است؟ (راهنمایی: برای پاسخ دادن لازم است از ماشین حساب مناسب استفاده کنید.)</p> $\beta = (10 \text{ dB}) \log \left( \frac{I}{I_0} \right) \quad I = I_0 \cdot 10^{\left( \frac{\beta}{10 \text{ dB}} \right)}$ $I_1 = (1/0 \times 10^{-12} \text{ W/m}^2) \cdot 10^{\left( \frac{28 \text{ dB}}{10 \text{ dB}} \right)} = 6/31 \times 10^{-10} \text{ W/m}^2 \approx 6/3 \times 10^{-10} \text{ W/m}^2$ $I_2 = (1/0 \times 10^{-12} \text{ W/m}^2) \cdot 10^{\left( \frac{92 \text{ dB}}{10 \text{ dB}} \right)} = 1/58 \times 10^{-2} \text{ W/m}^2 \approx 1/6 \times 10^{-2} \text{ W/m}^2$	۲۹
ج	<p>یک دستگاه صوتی، صدایی با تراز شدت <math>\beta_1 = 90/0 \text{ dB}</math> و دستگاه صوتی دیگر، صدایی با تراز شدت <math>\beta_2 = 95/0 \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> $\beta_2 - \beta_1 = (10 \text{ dB}) \log \left( \frac{I_2}{I_1} \right) - (10 \text{ dB}) \log \left( \frac{I_1}{I_1} \right) = (10 \text{ dB}) \log \left( \frac{I_2}{I_1} \right) \quad \frac{I_2}{I_1} = 10^{0/50} = 3/16 \approx 3/2$	۳۰
	<p>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 <math>I = 0/10 \text{ W/m}^2</math> به شنونده‌ای برسد که به فاصله <math>r_1 = 640 \text{ m}</math> از محل انفجار قرار دارد، این صوت به شنونده‌ای که در فاصله <math>r_2 = 160 \text{ m}</math> از محل انفجار قرار دارد با چه شدتی می‌رسد؟</p>	

$\frac{I_1}{I_2} = \frac{\frac{\bar{P}}{4\pi r_1^2}}{\frac{\bar{P}}{4\pi r_2^2}} = \frac{r_2^2}{r_1^2} = \left(\frac{160\text{m}}{640\text{m}}\right)^2 = \left(\frac{1}{4}\right)^2$ $I_2 = 16 I_1 = 16 (0.10 \text{ W/m}^2) = 1.6 \text{ W/m}^2$	ج																		
	<p>۳۱ نمودار جابه‌جایی - 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.</p>																		
<p>ج همان طور که از شکل مشخص است دامنه A دو برابر دامنه B است. همچنین طول موج B دو برابر طول موج A است. از طرفی، طبق رابطه <math>f = v/\lambda</math> در می‌یابیم که بسامد B نصف بسامد A است. در مورد شدت نیز با توجه به اینکه طبق رابطه <math>I = \bar{P}/A</math>، شدت با توان متوسط <math>\bar{P}</math> متناسب است و نیز همان طور که در متن درس اشاره کردیم توان متوسط با مربع بسامد و دامنه متناسب است، بنابراین داریم:</p> $\frac{I_B}{I_A} = \left(\frac{A_B^2 f_B^2}{A_A^2 f_A^2}\right) = \left(\frac{A_B}{A_A}\right)^2 \left(\frac{f_B}{f_A}\right)^2 = \left(\frac{1}{2}\right)^2 \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{16}$ <p>یعنی شدت موج صوتی A، ۱۶ برابر شدت موج صوتی B است.</p>	ج																		
<p>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.</p> <table border="1" data-bbox="766 1142 1356 1523"> <thead> <tr> <th>چشمه</th> <th>ناظر (شنونده)</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>•</td> <td>•</td> <td>(الف)</td> </tr> <tr> <td>•→</td> <td>•</td> <td>(ب)</td> </tr> <tr> <td>←•</td> <td>•</td> <td>(پ)</td> </tr> <tr> <td>•</td> <td>•→</td> <td>(ت)</td> </tr> <tr> <td>•</td> <td>←•</td> <td>(ث)</td> </tr> </tbody> </table>	چشمه	ناظر (شنونده)		•	•	(الف)	•→	•	(ب)	←•	•	(پ)	•	•→	(ت)	•	←•	(ث)	۳۲
چشمه	ناظر (شنونده)																		
•	•	(الف)																	
•→	•	(ب)																	
←•	•	(پ)																	
•	•→	(ت)																	
•	←•	(ث)																	
<p>ج حالت ب) طول موج کوتاه‌تر که این به معنی افزایش بسامد برای این ناظر است. حالت پ) کاهش بسامد که این به معنی افزایش طول موج برای این ناظر است. حالت ت) افزایش طول موج که این به معنی کاهش بسامد برای این ناظر است. حالت ث) افزایش بسامد که این به معنی طول موج کوتاه‌تر</p>	ج																		