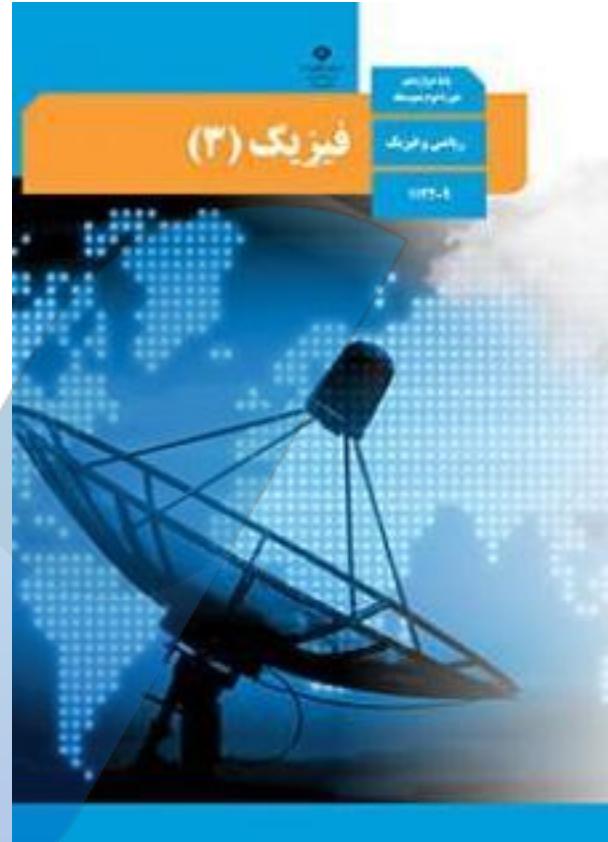


راهنمای حل فصل ۳ فیزیک دوازدهم دشته ریاضی و فیزیک

منطبق بر کتاب درسی



نمودار

گروه فیزیک استان گیلان @Schoolphysics

نوسان و موج			
صفحه pdf	صفحه کتاب درسی	فعالیت / پرسش / تمرین / مسائل	
۱	۶۲	۱-۳ - نوسان دوره ای	
۱	۶۲	پرسش ۲-۲	۱
۱	۶۳	۲-۳ حرکت هماهنگ ساده	
۱	۶۴	تمرین ۱-۳	۲
۲	۶۴	تمرین ۲-۳	۳
۲	۶۵	فعالیت ۲-۳	۴
۳	۸۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱	۵
۳	۸۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۲	۶
۳	۸۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۳	۷
۴	۸۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۴	۸
۴	۸۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۵	۹
۵	۶۶	۳-۳ انرژی در حرکت هماهنگ ساده	
۵	۸۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۶	۱۰
۵	۸۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۷	۱۱
۵	۸۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۸	۱۲
۶	۸۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۹	۱۳
۶	۶۸	۴-۳ تشدید	
۷-۶	۶۸	فعالیت ۳-۳	۱۴
۷	۶۹	تمرین ۳-۳	۱۵
۷	۶۹	پرسش ۲-۳	۱۶
۸	۸۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۰	۱۷
۸	۸۶	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۱	۱۸
۹	۶۹	۵-۳ موج و انواع آن	

۹	۷۰	پرسش ۳-۳	۱۹
۹	۷۰	۶-۳ مشخصه های موج	
۹	۷۳	پرسش ۴-۳	۲۰
۹	۷۴	تمرین ۴-۳	۲۱
۹-۱۰	۷۵	پرسش ۵-۳	۲۲
۱۰	۷۶	تمرین ۵-۳	۲۳
۱۰	۷۶	فعالیت ۴-۳	۲۴
۱۱	۷۷	فعالیت ۵-۳	۲۵
۱۲-۱۱	۷۹	پرسش ۶-۳	۲۶
۱۲	۷۹	فعالیت ۶-۳	۲۷
۱۳-۱۲	۸۰	تمرین ۶-۳	۲۸
۱۳	۸۱	تمرین ۷-۳	۲۹
۱۴-۱۳	۸۲	پرسش ۷-۳	۳۰
۱۴	۸۴	پرسش ۸-۳	۳۱
۱۴	۸۶	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۲	۳۲
۱۵	۸۶	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۳	۳۳
۱۵	۸۶	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۴	۳۴
۱۵	۸۶	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۵	۳۵
۱۵	۸۶	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۶	۳۶
۱۶	۸۶	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۷	۳۷
۱۶	۸۷	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۸	۳۸
۱۶	۸۷	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱۹	۳۹
۱۶-۱۷	۸۷	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۲۰	۴۰
۱۷	۸۷	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۲۱	۴۱
۱۷	۸۷	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۲۲	۴۲

۱۷	۸۷	پرسش و مسئله ها آخر فصل-۲۳	۴۳
۱۸	۸۷	پرسش و مسئله ها آخر فصل-۲۴	۴۴
۱۸	۸۸	پرسش و مسئله ها آخر فصل-۲۵	۴۵
۱۸	۸۸	پرسش و مسئله ها آخر فصل-۲۶	۴۶
۱۹	۸۸	پرسش و مسئله ها آخر فصل-۲۷	۴۷
۱۹	۸۸	پرسش و مسئله ها آخر فصل-۲۸	۴۸
۱۹	۸۸	پرسش و مسئله ها آخر فصل-۲۹	۴۹
۲۰	۸۸	پرسش و مسئله ها آخر فصل-۳۰	۵۰
۲۰	۸۸	پرسش و مسئله ها آخر فصل-۳۱	۵۱
۲۱	۸۸	پرسش و مسئله ها آخر فصل-۳۲	۵۲

نمره یلار



در نزدیکی بالای سازه، جرم عظیمی (میراگر جرمی) وجود دارد که به وسیله کابل های فولادی معلق است و در صورت زلزله این جرم مثل پاندول برخلاف جهت حرکت ساختمان در حال جنبش فعالیت می کند و انرژی و تاثیر لرزشی توفان و زلزله را پراکنده می کند.

$$T = \frac{1}{65} \text{ min} \rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{1}{\frac{1}{65}} = 65 \text{ Hz}$$

در طراحی و ساخت برج های بلند، توجه به فواین فیزیکی نوسان و موج اهیت زیادی دارد. در برخی از این برج ها آونگ های پیاره سنگینی (در حدود چند صد تن)، در طبقات بالای نصب می کنند تا از نوسان های احتمالی برج کم کند. چگونه یک آونگ می تواند این نوسان ها را کاهش دهد؟

۱-۳ نوسان دوره ای

۱-۳ پرسش

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

دوره تناوب ضربان قلب این شخص $\frac{1}{60}$ دقیقه، یا 100 ثانیه است.



شکل ۲-۳- نمونه ای از نمودار الکترو قلب نگاره (توار قلب) یک شخص*

۲-۳ حرکت هماهنگ ساده

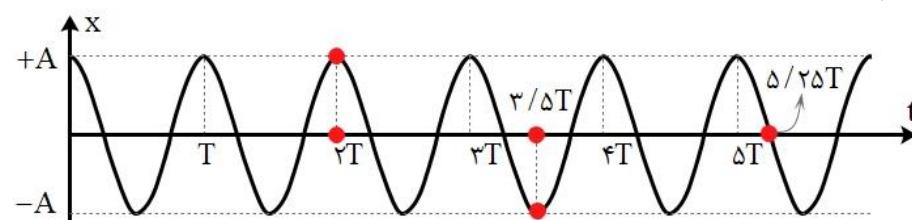
۲-۳ تمرین

با توجه به نمودار پائین، نتایج زیر به دست می آید:

الف) در $t=2/00 T$ ، ذره در $x=+A$ قرار دارد.

ب) در $t=3/50 T$ ، ذره در $x=-A$ قرار دارد.

پ) در $t=5/25 T$ ، ذره در $x=0$ قرار دارد.



ذره ای در حال نوسان هماهنگ ساده با دوره تناوب T است. با فرض اینکه در $x=+A$ ذره در $t=0$ باشد، تعیین کنید در هر یک از لحظات زیر، آیا ذره در $x=-A$ ، در $x=+A$ ، یا در $x=0$ خواهد بود؟ الف) $t=2/00 T$ ، ب) $t=3/50 T$ ، پ) $t=5/25 T$

(راهنمایی: برای پاسخ به این تمرین، ساده تر آن است که چند دوره از یک نمودار کسینوسی را رسم کنید.)

۱

۲

$$\cos \alpha = \cos x$$

$$x = 2k\pi \pm \alpha \quad k \in \mathbb{Z}$$

با توجه به آن چه در ریاضی خوانده ایم، داریم:

$$A \cos \omega t = A \cos \omega(t+T) \rightarrow \omega(t+T) = 2k\pi + \omega t$$

$$\omega t + \omega T = 2k\pi + \omega t \rightarrow \omega T = 2k\pi$$

$$\frac{k=1}{\omega T = 2\pi} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T}$$

(الف) جسمی با جرم مشخص (m) را به فرنی با ثابت معلوم (m) آویزان می کنیم. پس از رسیدن به تعادل، جسم را کمی به پایین کشیده و رها می کنیم. مجموعه نوسان می کند. تعداد نوسان ها (N) در مدت t ثانیه را ثبت می کنیم. از رابطه $T = t / N$ دوره تناوب را بدست می آوریم. آزمایش را با وزنه های متفاوت تکرار می کنیم نتیجه می گیریم که دوره تناوب سامانه جرم - فرن با یک فرن معین با جذر جرم وزنه به طور مستقیم متناسب است.

$$(T \propto \sqrt{m})$$

(ب) آزمایش بالا را با یک وزنه به جرم مشخص (m) و فرن های متفاوت انجام می دهیم و نتیجه می گیریم که دوره تناوب سامانه جرم - فرن با یک وزنه معین و فرن های متفاوت با جذر ثابت فرن به طور وارون متناسب است.

$$\left(T \propto \frac{1}{\sqrt{k}} \right)$$

بنابراین:

تمرين ۲-۳ در حرکت هماهنگ ساده، مکان ($x(t)$) باید پس از گذشت یک دوره تناوب برای مقدار اولیه اش شود. یعنی اگر $x(t)$ مکان در زمان دلخواه t باشد، آن گاه نوسانگر باید در زمان $t+T$ دوباره به همان مکان بازگردد و بنابراین $A \cos \omega t = A \cos \omega(t+T)$. براین اساس نشان دهد $\omega = 2\pi/T$.

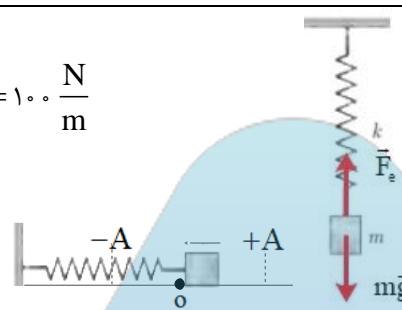
۳

فعالیت ۲-۳

با انتخاب وزنهای و فرن های مختلف، با جرم ها و ثابت فرن های معلوم و مناسب، در آرایشی مطابق شکل، و با اندازه گیری زمان تعداد مشخصی نوسان کامل، و سپس محاسبه دوره تناوب T برای هر سامانه جرم - فرن، به طور تجربی نشان دهید که :

(الف) دوره تناوب سامانه جرم - فرن با یک فرن معین ولی وزنهای متفاوت، با جذر جرم وزنه به طور مستقیم متناسب است ($T \propto \sqrt{m}$).
 (ب) دوره تناوب سامانه جرم - فرن با یک وزنه معین ولی فرن های متفاوت، با جذر ثابت فرن به طور وارون متناسب است ($T \propto 1/\sqrt{k}$).

۴

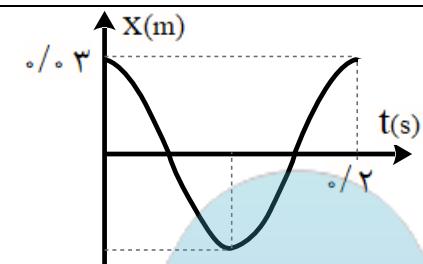
۱-۳ نوسان دوره ای و حرکت هماهنگ ساده	
$mg = 20\text{ N}$, $x = 0 / 2m$ $F_{net} = 0 \Rightarrow mg = kx \Rightarrow k = \frac{mg}{x} = \frac{20\text{ N}}{0 / 2m} = 100 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ $mg = \Delta N \Rightarrow m = \frac{\Delta N}{9.8(\text{N/kg})} = 0.5 \text{ kg}$ $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2 \times 3 / 14 \sqrt{0.5 / 100} = 0.44 \text{ s}$ 	۱. یک وزنه 20 N را از انتهای یک فنر قائم می آوریم، فنر 20 cm کشیده می شود. سپس این فنر را در حالی که به یک وزنه 50 N متصل است روی میز بدون اصطکاکی به نوسان درمی آوریم. دوره تناوب این نوسان چقدر است؟ ۵
$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \rightarrow \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{m'}{m}} \Rightarrow \frac{3}{2} = \sqrt{\frac{m+2}{m}}$ $\Rightarrow \frac{9}{4} = \frac{m+2}{m} \Rightarrow 9m - 4m = 8 \Rightarrow m = \frac{8}{5} \text{ kg} \Rightarrow m = 1.6 \text{ kg}$	۲. هرگاه جسمی به جرم m به فنری متصل شود و به نوسان درآید، با دوره تناوب 5 s نوسان می کند. اگر جرم این جسم 20 kg باشد، دوره تناوب 3 s می شود. مقدار m چقدر است؟ ۶
$m = \frac{1600}{4} = 400 \text{ kg}$ $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2 \times 3 / 14 \sqrt{\frac{400 \text{ kg}}{2 \times 10^4 (\text{N/m})}} = 0.89 \text{ s}$ $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.89 \text{ s}} \approx 1.12 \text{ Hz}$ $\omega = \sqrt{\frac{m}{k}} = \sqrt{\frac{2 \times 10^4 (\text{N/m})}{400 \text{ kg}}} = 10 \text{ rad/s}$	۳. جرم خودروی همراه با سرنشینان آن 1600 kg است. این خودرو روی چهار فنر با ثابت $200 \times 10^4 \text{ N/m}$ سوار شده است. دوره تناوب، بسامد، و بسامد زاویه ای ارتعاش خودرو وقتی از چاله ای می گذرد چقدر است؟ فرض کنید وزن خودرو به طور یکنواخت روی فنرهای چهار چرخ توزع شده است. ۷

$$A = 3 \times 10^{-1} = 0.3 \text{ m}, f = 5 \text{ Hz}, T = 0.2 \text{ s}$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times 5 \text{ (Hz)} = 10\pi \left(\frac{\text{rad}}{\text{s}} \right)$$

$$x = (0.3 \text{ m}) \cos 10\pi t$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{5 \text{ Hz}} = 0.2 \text{ s}$$



$$A = 0.4 \text{ m}$$

$$\frac{\Delta T}{4} = 0.4 \text{ s} \Rightarrow T = 0.4 \text{ s} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.4 \text{ s}} = 5\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$x = A \cos \omega t \Rightarrow x = (0.4 \text{ m}) \cos 5\pi t$$

$$A = 0.4 \text{ m}$$

$$x = A \cos \omega t \Rightarrow \frac{x}{A} = \cos \omega t \Rightarrow \frac{1}{4} = \cos 5\pi t_1 \Rightarrow \frac{1}{2} = \cos 5\pi t_1$$

$$\cos \frac{\pi}{3} = \cos 5\pi t_1 \Rightarrow \frac{\pi}{3} = 5\pi t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{1}{15} \text{ s}$$

$$F = ma, |F| = kx \Rightarrow ma = |kx|$$

$$(\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow k = m\omega^2)$$

$$\Rightarrow ma = |m\omega^2 x| \Rightarrow a = |\omega^2 x| = 25\pi^2 \times 0.2 \approx 5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

نمره یکالا

۱۵. دامنه نوسان یک حرکت هماهنگ ساده 10^{-1} m و بسامد آن 5 Hz است. معادله حرکت این نوسانگر را بنویسید و نمودار مکان-زمان آن را در یک دوره رسم کنید.

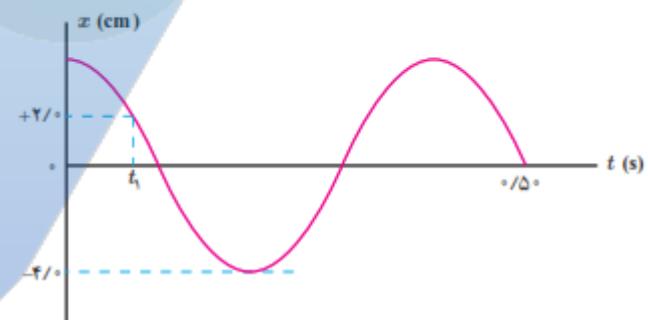
۸

۱۶. نمودار مکان-زمان نوسانگری مطابق شکل زیر است :

(الف) معادله حرکت این نوسانگر را بنویسید.

(ب) مقدار t_1 را به دست آورید.

(پ) اندازه شتاب نوسانگر را در لحظه t_1 محاسبه کنید.



۹

۳-۳ انرژی در حرکت هماهنگ ساده	
$E = \frac{1}{2}kA^2$, $E = K + U$ $\frac{1}{2}kA^2 = K + U$ $\frac{1}{2} \times (74 \text{ N/m}) \times (8 \times 10^{-2} \text{ m})^2 = K + (8 \times 10^{-2} \text{ J}) \Rightarrow K = 15 / 68 \times 10^{-2} \text{ J}$	<p>۶. دامنه نوسان وزنه ای که به یک فنر با ثابت فنر 74 N/m متصل است و در راستای افقی نوسان می کند، برابر با 8 cm است. اگر انرژی پتانسیل این نوسانگر در نقطه ای از مسیر نوسان، $J = 15 / 68 \text{ J}$ باشد، انرژی جنبشی آن در این مکان چقدر است؟ (از نیروهای اتلافی چشم بوسی شود).</p>
$m = 1 \text{ kg}$, $k = 60 \text{ N/m}$, $A = 0.9 \text{ m}$ $v_{\max} = A\omega = A\sqrt{\frac{k}{m}} = 0.9 \text{ m} \times \sqrt{\frac{60 \text{ N/m}}{1 \text{ kg}}} = 2.2 \text{ m/s}$	<p>۷. جسمی به جرم 1 kg به فنری افقی با ثابت 6 N/cm متصل است. فنر به اندازه 9 cm فشرده و سپس رها می شود و جسم روی سطح افقی شروع به نوسان می کند. با چشم بوسی از اصطکاک (الف) دامنه نوسان و تندی پیشینه جسم چقدر است؟ (ب) وقتی تندی جسم $1/6 \text{ m/s}$ است، انرژی پتانسیل کشسانی آن چقدر است؟</p>
$U = E - K = \frac{1}{2}kA^2 - \frac{1}{2}mv^2$ $\Rightarrow U = \frac{1}{2} \times (60 \text{ N/m}) \times (0.9 \text{ m})^2 - \frac{1}{2} \times (1 \text{ kg}) \times (1/6 \text{ m/s})^2 \Rightarrow U = 1/15 \text{ J}$	<p>۸. معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت $x = (0.5 \text{ m})\cos(2\pi t)$ است.</p> <p>(الف) در چه زمانی، پس از لحظه صفر، برای نخستین بار تندی نوسانگر به بیشترین مقدار خود می رسد؟</p> <p>(ب) در چه زمانی، پس از لحظه صفر، برای نخستین بار تندی نوسانگر به صفر می رسد؟</p> <p>(پ) تندی نوسانگر چقدر باشد تا انرژی جنبشی نوسانگر برابر با انرژی پتانسیل آن شود؟</p>
$\omega = 2\pi \text{ rad/s} \rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi(\text{rad})}{2\pi \text{ rad/s}} = 1 \text{ s}$ $t = \frac{T}{4} = \frac{1 \text{ s}}{4} = 0.25 \text{ s}$ $t_{\max} = \frac{T}{2} = \frac{1 \text{ s}}{2} = 0.5 \text{ s}$	<p>۹. نمودار</p>
$E = k + u \rightarrow E = 2k \rightarrow \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 = \frac{1}{2}mV^2 \rightarrow V = \sqrt{\frac{1}{2}\omega A}$ $V = \frac{\sqrt{2}}{2}\omega A \xrightarrow{A=0.5m} V = \frac{\sqrt{2}}{2} \left(2\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} \right) \times 0.5 \text{ m} \rightarrow v = 0.5\pi\sqrt{2} \text{ m/s}$	

<p>(الف)</p> $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \rightarrow \frac{T_{Ostova}}{T_{Tehran}} = \frac{\sqrt{g_{Tehran}}}{\sqrt{g_{Ostova}}} = \frac{\sqrt{9.8 \frac{m}{s^2}}}{\sqrt{9.78 \frac{m}{s^2}}} = 1.001$ <p>زمان دوره تناوب استوا (T_{Ostova}) بیشتر از زمان دوره تناوب تهران (T_{Tehran}) است. در نتیجه آونگ استوا کندتر حرکت می کند.</p> $T_{Ostova} = 1.001 T_{Tehran}$ $\Delta T = T_{Ostova} - T_{Tehran} = 0.001 T_{Tehran} = 0.001 \times 24h$ $\Delta T = 0.001 \times 86400s = 86.4s$ <p>و به اندازه $86.4s$ در استوا ساعت عقب می افتد.</p> <p>(ب) با افزایش دما، طول افزایش می یابد. پس $L_2 > L_1$</p> $\frac{T_2}{T_1} = \frac{\sqrt{L_2}}{\sqrt{L_1}} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}}$ <p>با توجه به اینکه دوره تناوب بعد از افزایش دما، عددی بزرگتر از یک می باشد، لذا آونگ کندتر و ساعت عقب می افتد.</p>	<p>۱۳</p> <p>۴. الف) ساعتی آونگ دار (با آونگ ساده) در تهران تنظیم شده است. اگر این ساعت به منطقه ای در استوا برده شود، عقب می افتد یا جلو؟ مقدار این عقب یا جلو افتادن در یک شباهه روز چقدر است؟ (به این معنی $g_{Tehran} = 9.78 \text{ m/s}^2$ و $g_{Ostova} = 9.8 \text{ m/s}^2$ است).</p> <p>ب) به نظر شما آیا با افزایش دما، یک ساعت آونگ دار جلو می افتد یا عقب؟</p>
<p>وقتی آونگ وادرنده را به نوسان در می آوریم، باعث حرکت نج آویز شده و در نتیجه سایر آونگ ها نوسان می کنند. می دانیم بسامد طبیعی آونگ از رابطه $f_d = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}}$ و بسامد وادشته آونگ از رابطه $f_d = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}}$ به دست می آید.</p>	<p>۱۴</p> <p>۳-۲ فعالیت: آونگ های بارتون: یک آونگ با وزنه سنگین و تعدادی آونگ سبک با طول های متفاوت را مطابق شکل سوار کنید. آونگ ها روی نھی سوار شده اند که هر دو انتهای آن توسط گیردهایی به تخته آویز متصل شده است. به آونگ سنگین اصطلاحاً آونگ وادرنده گفته می شود، زیرا به نوسان درآوردن این آونگ در صفحه عمود بر صفحه شکل، موجب تاب خوردن نج آویز و در نتیجه به نوسان وادشتن سایر آونگ ها می شود. آونگ وادرنده را به نوسان درآورید و آنچه را مشاهده می کنید توضیح دهید.</p>

با توجه به شکل، طول آونگ ℓ ، با طول آونگ وادارنده برابر است. بنابراین با حرکت آونگ وادارنده، همه آونگ ها شروع به نوسان می کنند. اما دامنه نوسان های آونگ ℓ به تدریج زیاد می شود زیرا $f_d = f_0$ است. بنابراین در آونگ ℓ ، تشدید صورت می گیرد.

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}} \rightarrow$$

$L_1 = 0.4 \text{ m}$	$\rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{L_1}} = \omega = \sqrt{\frac{9.8(\text{m/s}^2)}{0.4\text{m}}} = 4.94 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$
$L_2 = 0.8 \text{ m}$	$\rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{L_2}} = \omega = \sqrt{\frac{9.8(\text{m/s}^2)}{0.8\text{m}}} = 3.5 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$
$L_3 = 1.2 \text{ m}$	$\rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{L_3}} = \omega = \sqrt{\frac{9.8(\text{m/s}^2)}{1.2\text{m}}} = 2.85 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$
$L_4 = 2.8 \text{ m}$	$\rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{L_4}} = \omega = \sqrt{\frac{9.8(\text{m/s}^2)}{2.8\text{m}}} = 1.87 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$
$L_5 = 3.5 \text{ m}$	$\rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{L_5}} = \omega = \sqrt{\frac{9.8(\text{m/s}^2)}{3.5\text{m}}} = 1.67 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$

در موارد فوق آونگ هایی که بسامد زاویه ای آن ها در محدوده بسامد نوسانگر اصلی باشد، با دامنه بزرگتری نوسان می کنند.

هر زلزله از تعداد زیادی نوسان های پشت سر هم با بسامدهای متفاوت تشکیل شده است. امواج زلزله از کانون زمین لرزه به سطح زمین رسیده و با تغییر دامنه موج به امواج سطحی تبدیل شده که قدرت تخریبی زیادی دارد. در هر زلزله محدوده ای از فرکانس وجود دارد که در آن تعداد زیادتری نوسان وجود دارد. در این زمین لرزه، بسامد زلزله با بسامد ساختمان های نیمه بلند یکسان بوده و به همین دلیل پدیده ای تشدید در ساختمان های نیمه بلند اتفاق افتاد. اگر چه در ساختمان های کوتاه و بلندتر، نوسان و لرزش داشت ولی تشدید اتفاق نیفتاد و به همین علت، تخریبی در آن ها صورت نگرفت.

تمرین ۳-۳
طول تعدادی آونگ ساده که از میله ای افقی آویزان اند، عبارت اند از، $m_1 = 0.4\text{m}$ ، $m_2 = 0.8\text{m}$ ، $m_3 = 1.2\text{m}$ ، $m_4 = 2.8\text{m}$ ، $m_5 = 3.5\text{m}$. فرض کنید میله دستخوش نوسان هایی افقی با بسامد زاویه ای در گستره 0° تا 45° rad/s پسند. کدام آونگ ها با دامنه بزرگ تری به نوسان درمی آیند؟ (توجه کنید گرچه تشدید در بسامد مشخصی خیلی دهد، اما دامنه نوسان در تزدیک این بسامد همچنان بزرگ است).

15



(a)

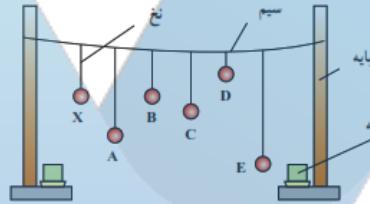


(الف)

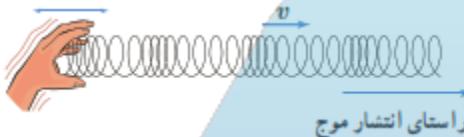
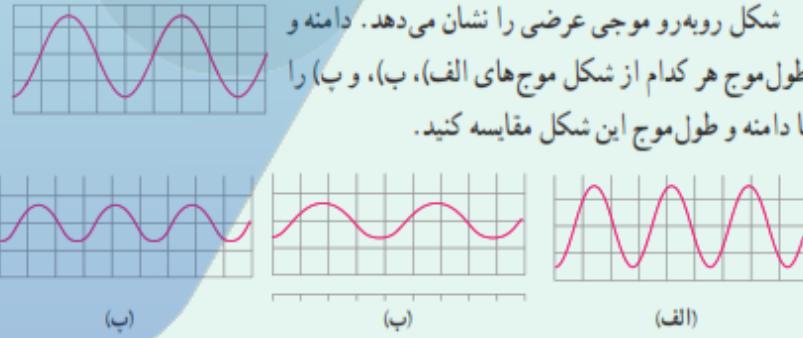
پرسش ۲-۳
در بی زمین لرزه عظیمی (به بزرگی $8/1$ در مقیاس ریشتر) که در ساحل غربی مکزیک در سال ۱۹۸۵ اتفاق افتاد ساختمان های نیمه بلند فرو ریختند، ولی ساختمان های کوتاه و بلندتر با برخاسته ماندند. علت این پدیده را توضیح دهید.

16

۴-۳ تشدید

<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>۱۷. هر فرد معمولاً با چرخش اندک بدنش به چپ و راست، راه می رود و بدین ترتیب نیروهای کوچکی به زمین زیر بایش وارد می کند. این نیروها بسامدی در حدود 5Hz دارند. لرزش شدید بل هوای میلینیوم^۱ 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 پدیده تشدید شده و با دامنه بیشتر به نوسان خود ادامه می دهد.</p>	 <p>۱۸. مطابق شکل چند آونگ را از سیمی اوبخته ایم. توضیح دهید با به نوسان درآوردن آونگ X، آونگ های دیگر چگونه نوسان می کنند؟</p>

نمره یلار

۳-۵ موج و انواع آن		
<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>بررسی ۳-۳</p> <p>همان طور که گفتم 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 $\lambda < \text{الف}$ (ب) $\lambda = A$ و $A < \text{ب}$ (پ) $\lambda > A$ و $A < \text{پ}$</p>	<p>شکل رو به 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> 	۲۰
$V = \sqrt{\frac{FL}{m}} \rightarrow \begin{cases} V = \sqrt{\frac{226\text{N} \times 0.628\text{m}}{0.208 \times 10^{-3}\text{kg}}} = 826/0.4\text{ m/s} \\ V = \sqrt{\frac{226\text{N} \times 0.628\text{m}}{3/32 \times 10^{-3}\text{kg}}} = 20.6/75\text{ m/s} \end{cases}$	<p>ترین ۴-۳</p> <p>در سازهای زهی همانند تار، کمانچه و گیتار با سفت باشل کردن تار، تندی انتشار موج عرضی در تار تغییر می کند. در یک گیتار طول هر تار بین دو انتهای ثابت 0.628m است. برای نواختن بالاترین بسامد، جرم تار 20.8g و برای نواختن پایین ترین بسامد، جرم تار $2/32\text{g}$ است. تارها تحت کششی برای 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>بررسی ۵-۳</p> <p>در یک لحظه خاص، میدان الکتریکی مربوط به یک موج الکترومغناطیسی در نقطه ای از فضا در جهت $+z$ و میدان مغناطیسی مربوط به آن در جهت $+y$ است. جهت انتشار در کدام سو است؟ (جهت های $+x$, $+y$, $+z$ را مانند شکل ۳-۲ در نظر بگیرید.)</p>	۲۲

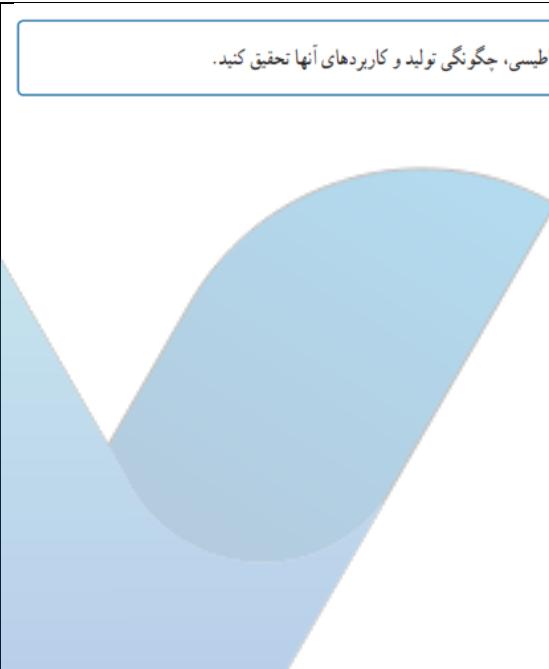
<p>$L = \frac{\lambda}{4} \rightarrow \lambda = 4 \times L / 5 \text{ cm} = 34 \text{ cm}$</p> <p>$f = \frac{c}{\lambda} \rightarrow f = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{0.34 \text{ m}} = 8.82 \times 10^8 \text{ Hz}$</p> <p>صوت یک موج مکانیکی است که برای انتشار نیاز به محیط مادی دارد و در خلا منتشر نمی‌شود. ولی امواج الکترومغناطیسی برای انتشار خود، الزاماً به محیط مادی نیاز ندارند و در خلا نیز منتشر می‌شوند.</p>	<p>شکل ۳-۶-۱۰ یک تصویر لحظه‌ای از موجی الکترومغناطیسی که میدان الکتریکی در امتداد قائم (y) و میدان مغناطیسی در امتداد افقی (z) و انتشار موج در جهت x است.</p> <p>۷۶</p>
<p>تمرين ۳-۵</p> <p>طول آتنن یک گوشی تلفن همراه قدیمی معمولاً $\frac{1}{4}$ طول موج دریافتی است. اگر طول آتنن تقریباً برابر $8/5\text{cm}$ باشد بسامدی را که این گوشی با آن کار می‌کند تعیین کنید.</p>	<p>۲۳</p>
<p>فعالیت ۴-۳</p> <p>مطابق شکل رویه رو یک گوشی تلفن همراه را در یک محفظه تخلیه هوای شیشه‌ای آوران کنید. با برقراری تماس با گوشی، صدای آن را خواهید شنید. ولی با به کار افдан بمب تخلیه هوای، صدا به تدریج ضعیف و سرانجام خاموش می‌شود، در حالی که امواج الکترومغناطیسی همچنان به گوشی می‌رسند. از این آزمایش چه نتایجی می‌گیرید؟</p>	<p>۲۴</p>

نمره یلار

پاسخ پرسش های فصل سوم - بخش ۳-۵ و ۶-۷ و موج و انواع آن و مشخصه های موج

آقایان راسخ و خانم ها مومنی، صادق موسوی، رضایی و علیزاده

تهیه و تنظیم توسط همکاران:

۲۵	 فعالیت ۵-۱ در مورد نواحی اصلی طیف امواج الکترومغناطیسی، چگونگی تولید و کاربردهای آنها تحقیق کنید.																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center; padding: 5px;">نام و حدود طول موج</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">جنسه</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">وسایل آشکارسازی</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">بعضی از ویژگی های خاص و کاربرد</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">برتو گاما (γ)</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">هسته مواد رادیو اکتیو و برتو های کوهانی</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">شمارش گر گالبگر، مولار و فیلم عکاسی</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">فوتون های با ارزی بسیار بالا و با قدرت تقویت بسیار زیاد، خیلی خطرناک کاربرد: بافت های سلطانی را ازین می برد، برای همکاری در فلزات، برای ضد غرفه کردن تجهیزات و وسایل</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">برتو ایکس (X)</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">لامپ برتو X فلوئورسان</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">فیلم عکاسی و صفحه</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">فوتون های بسیار برآمده و با قدرت تقویت زیاد، خیلی خطرناک کاربرد: استفاده در برتو گاری، استفاده در مطالعه ساختار پلورها، معالجه بیماری های بوسیلی، استفاده در برتو درمانی</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">فرابنفش (UV)</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">داغ، جرقه ایکریکی، لامپ بخار جیوه</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">خورشید، جسم های خلی</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">ویزگی ها: توسل گننده جذب می شود، سبب بیماری از اکتش های شیمیایی می شود، باخته های زنده را ازین می برد. کاربرد: لامپ های UV در بیزنشکی</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">نور مرئی</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">خورشید، جسم های داغ، لوزراها</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">جسم، فیلم عکاسی، فوتولس</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">ویزگی ها: در دین اجسام نفس اساسی دارد، برای رسیدگاهی و عمل فتوسترن نفس حیاتی دارد. کاربرد: در سیستم های مخابراتی (لیزر و تارهای نوری) مورد استفاده قرار می گیرد.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">فروسرخ (IR)</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">خورشید، جسم های گرم و داغ</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">فیلم های مخصوص عکاسی</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">ویزگی: هنگامی که جذب می شود، بوست را گرم می کند. کاربرد: برای گرم کردن، عایق فلزی و عکاسی در مه و ناریکی، عکاسی توسط ماهواره ها</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">رادیویی</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">اجاق های مایکروویو، آن های رادیویی و تلویزیون</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">رادیو و تلویزیون</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">کاربرد: در آشیزی، رادیو، تلویزیون، مخابرات ماهواره ای و در رادارها برای آشکارسازی هواییها بیندازند و کنترل</td> </tr> </tbody> </table>	نام و حدود طول موج	جنسه	وسایل آشکارسازی	بعضی از ویژگی های خاص و کاربرد	برتو گاما (γ)	هسته مواد رادیو اکتیو و برتو های کوهانی	شمارش گر گالبگر، مولار و فیلم عکاسی	فوتون های با ارزی بسیار بالا و با قدرت تقویت بسیار زیاد، خیلی خطرناک کاربرد: بافت های سلطانی را ازین می برد، برای همکاری در فلزات، برای ضد غرفه کردن تجهیزات و وسایل	برتو ایکس (X)	لامپ برتو X فلوئورسان	فیلم عکاسی و صفحه	فوتون های بسیار برآمده و با قدرت تقویت زیاد، خیلی خطرناک کاربرد: استفاده در برتو گاری، استفاده در مطالعه ساختار پلورها، معالجه بیماری های بوسیلی، استفاده در برتو درمانی	فرابنفش (UV)	داغ، جرقه ایکریکی، لامپ بخار جیوه	خورشید، جسم های خلی	ویزگی ها: توسل گننده جذب می شود، سبب بیماری از اکتش های شیمیایی می شود، باخته های زنده را ازین می برد. کاربرد: لامپ های UV در بیزنشکی	نور مرئی	خورشید، جسم های داغ، لوزراها	جسم، فیلم عکاسی، فوتولس	ویزگی ها: در دین اجسام نفس اساسی دارد، برای رسیدگاهی و عمل فتوسترن نفس حیاتی دارد. کاربرد: در سیستم های مخابراتی (لیزر و تارهای نوری) مورد استفاده قرار می گیرد.	فروسرخ (IR)	خورشید، جسم های گرم و داغ	فیلم های مخصوص عکاسی	ویزگی: هنگامی که جذب می شود، بوست را گرم می کند. کاربرد: برای گرم کردن، عایق فلزی و عکاسی در مه و ناریکی، عکاسی توسط ماهواره ها	رادیویی	اجاق های مایکروویو، آن های رادیویی و تلویزیون	رادیو و تلویزیون	کاربرد: در آشیزی، رادیو، تلویزیون، مخابرات ماهواره ای و در رادارها برای آشکارسازی هواییها بیندازند و کنترل
نام و حدود طول موج	جنسه	وسایل آشکارسازی	بعضی از ویژگی های خاص و کاربرد																									
برتو گاما (γ)	هسته مواد رادیو اکتیو و برتو های کوهانی	شمارش گر گالبگر، مولار و فیلم عکاسی	فوتون های با ارزی بسیار بالا و با قدرت تقویت بسیار زیاد، خیلی خطرناک کاربرد: بافت های سلطانی را ازین می برد، برای همکاری در فلزات، برای ضد غرفه کردن تجهیزات و وسایل																									
برتو ایکس (X)	لامپ برتو X فلوئورسان	فیلم عکاسی و صفحه	فوتون های بسیار برآمده و با قدرت تقویت زیاد، خیلی خطرناک کاربرد: استفاده در برتو گاری، استفاده در مطالعه ساختار پلورها، معالجه بیماری های بوسیلی، استفاده در برتو درمانی																									
فرابنفش (UV)	داغ، جرقه ایکریکی، لامپ بخار جیوه	خورشید، جسم های خلی	ویزگی ها: توسل گننده جذب می شود، سبب بیماری از اکتش های شیمیایی می شود، باخته های زنده را ازین می برد. کاربرد: لامپ های UV در بیزنشکی																									
نور مرئی	خورشید، جسم های داغ، لوزراها	جسم، فیلم عکاسی، فوتولس	ویزگی ها: در دین اجسام نفس اساسی دارد، برای رسیدگاهی و عمل فتوسترن نفس حیاتی دارد. کاربرد: در سیستم های مخابراتی (لیزر و تارهای نوری) مورد استفاده قرار می گیرد.																									
فروسرخ (IR)	خورشید، جسم های گرم و داغ	فیلم های مخصوص عکاسی	ویزگی: هنگامی که جذب می شود، بوست را گرم می کند. کاربرد: برای گرم کردن، عایق فلزی و عکاسی در مه و ناریکی، عکاسی توسط ماهواره ها																									
رادیویی	اجاق های مایکروویو، آن های رادیویی و تلویزیون	رادیو و تلویزیون	کاربرد: در آشیزی، رادیو، تلویزیون، مخابرات ماهواره ای و در رادارها برای آشکارسازی هواییها بیندازند و کنترل																									
<p>(الف) دیاپازون از یک فلزی دوشاخه ای درست می شود که انتهای آنها بر هم کوپل می شود اگر ضربه ای به یکی از شاخه ها بزنیم هواي داخل آنرا متراکم می کند و چون ته دیاپازون کوپل شده (بسته) است، دیاپازون بصورت یک لوله صوتی بسته عمل می کند و فیزیک امواج در رفت و برگشت به صورت امواج ساکن ظاهر می شوند که در حالت تشدید نوسانات صدای صوت آنرا می شنویم. البته هامونیک های غیر از صوت اصلی با بقیه تداخل می کنند و ما صوت مرکبی را می شنویم.</p> <p>همیت دیاپازون در این است که ارتعاشات آن صدای خالص تولید می کند (صدای خالص آن است که ارتعاشات آن با تابع سینوسی نشان داده شود)، به علاوه فرکانس آن همیشه ثابت می ماند. از این رو دیاپازون را می توان آلت دقیقی برای نت های موسیقی دانست و صحت صدایها و نت های مختلف را با آن کنترل نمود. چنانچه ارتعاش دیاپازون را با وسایل الکتریکی پایا سازیم، می تواند برای کنترل مدارهای الکتریکی بکار رود. از ثابت ماندن فرکانس دیاپازون برای تعیین اجزا زمان استفاده می نمایند و اگر دیاپازون را با دقت کامل ساخته باشند می توان با دقتی در حدود یک ده هزار ثانیه اجزا زمان را اندازه</p>	<p>پرسش ۶-۳</p> <p>(الف) چگونگی ایجاد صوت توسط دیاپازون را توضیح دهید.</p> <p>(ب) به نظر شما چه ساز و کاری موجب صدای وزوز حشرات هنگام پرواز می شود؟</p>																											

گرفت. امروزه بواسطه ترقی صنعت، ساختن و استعمال این قبیل دیاپازون ها امری عادی است و چنانچه در انتخاب فلز دقت به عمل آید و سایر احتیاطات نیز لحاظ گردد، دقت دیاپازون تا یک میلیونیم ثانیه می رسد.

دیاپازون وسیله ای فلزیست دارای دو شاخه که انتهای آنها به یک پایه مشترک وصل شده است. با وارد شدن ضربه به یکی از شاخه ها هوای داخل آن متراکم می شود و از آنجا که نه دیاپازون بسته است، این پدیده باعث به وجود آمدن امواج ساکن می شود که صدای آن قبل شنیدن است. بسامد هر دیاپازون ثابت است و به پدیده تشید مربوط است. دیاپازون در شناوی سنجی کاربردهای مختلفی از مقایسه شناوی، تشخیص و تمایز مشکلات حسی و عصبی و تایید گپ دارد.

(ب) حشرات هنگام پرواز بال های خود را حرکت می دهند که با حرکت بال هایشان هوای اطراف را منبسط و منقبض کرده و صوت ایجاد می شود.

پشه ها و مگس ها برخلاف بقیه حشرات تنها دو بال دارند و بقیه حشرات ۴ بال دارند. گفتنی است، در پشه ها و مگس ها ۲ تا از ۴ بال به صورت اندام های کوچکی در آمده اند که دمبل نامیده می شود و هنگام پرواز به بال ها می خورند و این صدای ویز ویز یا سوت هم نتیجه همین برخورد است. دمبل ها به پرواز این حشرات کمک های زیادی می کنند و باعث افزایش تعادل و قدرت مانور زیاد حشرات می شود.

چطور تندی / سرعت صدا در هوا را اندازه گیری می کنند؟
یک نفر تفنگ خود را آتش می کند. شخصی دیگر که در سمت دیگر و در ۱۶۰۰ متری او ایستاده است، ۵ ثانیه بعد صدای تیر را می شنود.

بنابراین، موج صدا در هر ۵ ثانیه، ۱۶۰۰ متر راه می پیماید. پس: سرعت صوت در هر ثانیه، ۳۳۰ متر است.

چطور تندی / سرعت صدا را در آب اندازه گیری می کنند؟
سرعت صوت را در زیر آب، با فرستادن موج های صوتی از یک قایق به قایق دیگر اندازه می گیرند. سرعت صوت در آب، حدود ۱۴۶۰ متر در ثانیه است. برگفته از: کتاب: صوت نوشته: جی. استفنسن

اگر تندی صوت در هوا v_a و اگر تندی صوت در میله v_b

$$\Delta T = \frac{\Delta x}{v_a} - \frac{\Delta x}{v_b} = \frac{(v_b - v_a)\Delta x}{v_a v_b} \rightarrow \Delta x = \frac{v_a v_b}{v_b - v_a} \Delta t$$



نکات-۳ اندازه گیری تندی صوت: یک روش ساده برای اندازه گیری تندی صوت به این ترتیب است: دو میکروفون را مطابق شکل به یک زمان سنج حساس^۱ متصل کنید. این زمان سنج می تواند بازه های زمانی را بدقت میلی ثانیه اندازه گیری کند. وقتی چکن را به صفحه فلزی بکوچیم، امواج صوتی که به مت دو میکروفون روانه می شوند، تخت میکروفون ها از محل برخورد چکن به صفحه فلزی را اغاز می کنند. اختلاف فاصله میکروفون ها از محل برخورد چکن با صفحه فلزی را اغاز می کنند. استفاده از زمان سنج می توانم تأخیر زمانی بین دریافت صوت توسط دو میکروفون را بیت کنم. اگر با استفاده از رابطه $\Delta t = \Delta x / v$ میتوانم تندی صوت را در هوا بیامد. درستوری که این اسباب را در مدرسه دارید با استفاده از آن، تندی صوت را در هوا اندازه بگیرید.

۲۷

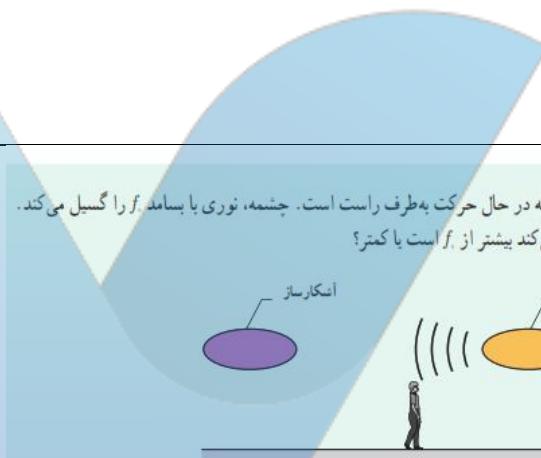
تمرین-۳ شخصی با چکن به انتهای میله باریک بلندی ضربه ای می زند. تندی صوت در این میله ۱۵ برابر تندی صوت در هوا است.
شخص دیگری که گوش خود را تزدیک به انتهای دیگر میله گذاشته است، دو صدا را که یکی از میله می آید و دیگری از هوا اطراف میله، با اختلاف زمانی $1/25$ می شنود. اگر تندی صوت در هوا 340 m/s باشد، طول میله چقدر است؟

۲۸

$\rightarrow \Delta x = \frac{v_a(15v_a)}{15v_a - v_a} \Delta t = \frac{15v_a}{14v_a} \Delta t = \frac{15 \times 340 \text{ m/s}}{14} \times 0.12 \text{ s} = 43 / 7 \text{ m}$ $\beta_1 = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I_1}{I_0}\right) = (10 \text{ dB}) \log(I_1 - I_0)$ $\beta_2 = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I_2}{I_0}\right) = (10 \text{ dB}) \log(I_2 - I_0)$ $\beta_2 - \beta_1 = (10 \text{ dB}) \log(I_2 - I_1) \rightarrow \beta_2 - \beta_1 = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I_2}{I_1}\right)$ $\beta_r - \beta_1 = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{10^r I_1}{I_1}\right) \rightarrow \beta_r - \beta_1 = (10 \text{ dB}) \log(10^r) = (10 \text{ dB})(r) = r \text{ dB}$	<p>تمرين ۷-۳</p> <p>بازياد کردن صدای تلویزیونی، شدت صوتی که به گوش ما می‌رسد ۱۰٪ براير می‌شود. تراز شدت صوتی که می‌شنويم چند دسيبل افزایش يافته است؟</p> <p>۲۹</p>
<p>(الف) تندی چشممه ها به ترتیب از شکل (الف) تا شکل (ت) افزایش می یابند (ب) در شکل های (الف) تا (پ) تندی چشممه ها کوچکتر از تندی صوت است ولی در شکل (ت) این تندی بیشتر از تندی صوت می شود.</p> <p>شکل ها را به ترتیب بررسی می کنیم. ساده تر آن است که فرض کنیم شکل ها ۹۰ پاد ساعتگرد چرخیده اند. در این صورت به جای تحلیل مسئله از دید ناظر پایین شکل، مسئله را از دید ناظر سمت راست بررسی می کنیم.</p> <p>در شکل (الف). یک چشممه صوت ساکن امواج کروی گسیل می کند. که فاصله شعاعی بین جبهه های موج یکسان است. در شکل های (ب) و (پ) چشممه صوت به سمت راست حرکت کرده است. تنها تفاوت شکل های (ب) و (پ) در این است که تندی چشممه صوت در (ب) پیشتر از این تندی در (پ) است و بدین ترتیب ازدحام جبهه های موج در جلوی چشممه گسیلنده شکل (پ) بیشتر از شکل (ب) است. ناظری که در سمت راست چشممه ها قرار گرفته است در واحد زمان جبهه های موج بیشتری را از (پ) نسبت به (ب) دریافت می کند و بنابراین بسامدی که می شنود نیز</p>	<p>پرسش ۷-۳</p> <p>در هر ردیف شکل رو به رو، جبهه های موج متالی حاصل از یک چشممه را می بینید.</p> <p>(الف) تندی چشممه ها را با هم مقایسه کنید.</p> <p>(ب) تندی هر چشممه را با تندی صوت مقایسه کنید.</p> <p>۳۰</p>

بالاتر است. با این حال در هر دوی این شکل ها تندي چشمچه صوت کمتر از تندي صوت است. اما در شکل (ت) چشمچه صوت با تندي ای بزرگ تر از تندي 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 چشمچه صوت با تندي 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.

چون چشمچه نور از آشکارساز دور شده است، با افزایش طول موج، بسامد کمتر می شود در نتیجه آشکارساز با بسامد کمتر از f_0 را دریافت می کند و $f < f_0$ می شود.



پرسش ۳-۸
شکل زیر چشمچه نوری را نشان می دهد که در حال حرکت به طرف راست است. چشمچه، نوری با بسامد f را گسلی می کند.
بسامد نوری که آشکارساز ساکن دریافت می کند بیشتر از f است یا کمتر؟

۳۱

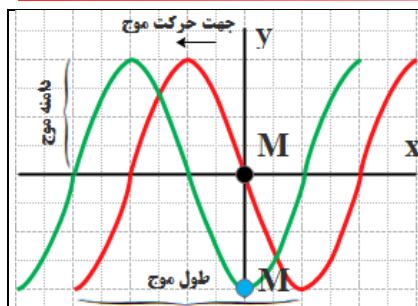
۳-۵ و ۳-۶ موج و انواع آن، و مشخصه های موج

- الف) تندي موج تغییر نمی کند.
 ب) بسامد موج به چشمچه موج بستگی دارد پس تغییر نمی کند.
 طبق رابطه $V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ با افزایش کشش ریسمان، تندي موج افزایش می یابد.
 طبق رابطه $\lambda = \frac{V}{f}$ با افزایش تندي موج، طول موج نیز افزایش می یابد.

۴۰. یک نوسان ساز موج هایی دوره ای در یک ریسمان کشیده ایجاد می کند.

الف) با افزایش بسامد نوسان ساز کدامیک از کمیت های زیر تغییر نمی کند؟ بسامد موج، تندي موج، طول موج 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، تندي موج، طول موج موج.

۳۲



$$\lambda = \frac{V}{f} \rightarrow 5.0 \text{ cm} = \frac{s}{f} \rightarrow f = 2 \text{ Hz}$$

$$L = \frac{\lambda}{4} \rightarrow L = \frac{5 \text{ cm}}{4} = 1.25 \text{ cm}$$

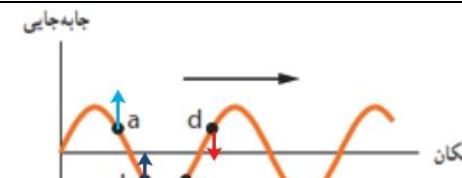
$$\lambda = \Delta x = 5.0 \text{ cm}$$

$$A = \Delta y = 15.0 \text{ cm}$$

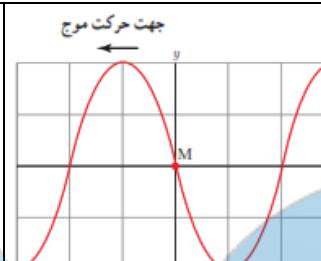
$$\lambda = \frac{V}{f} \rightarrow 5.0 \times 10^{-2} \text{ m} = \frac{V}{2 \text{ Hz}} \rightarrow V = 2 / 2 \text{ m/s}$$

$$T = \frac{1}{f} \rightarrow T = \frac{1}{2} \text{ s} = 0.5 \text{ s}$$

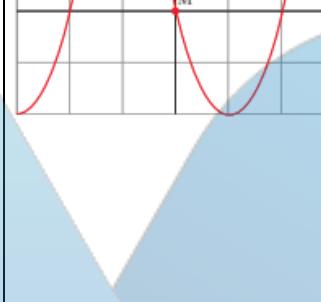
تندی انتشار موج (V موج) به جنس و ویژگی های محیط انتشار بستگی دارد و از رابطه $V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ به دست می آید. هر ذره نیز با انتشار موج در محیط با تندی (V ذره) نوسان می کند که در نقاط مختلف متغیر است. در شکل داده شده V ذره بر V موج عمود است.



(الف)



(ب)



(پ)

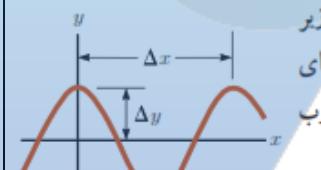
۳۳. شکل زیر یک تصویر لحظه‌ای از موجی عرضی در یک رسیمان کشیده شده را نشان می دهد. موج به سمت چپ حرکت می کند.

(الف) با رسم این موج در زمان $T/4$ بعد، نشان دهد جزء M رسیمان در این مدت در چه جهتی حرکت کرده است. همچنین روی این موج، دامنه موج و طول موج را نشان دهد.

(ب) اگر طول موج 5.0 cm و تندی موج 1.0 cm/s باشد، بسامد موج را بدست آورید.

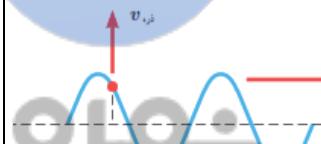
(پ) تعیین کنید موج در مدت $T/4$ چه مسافتی را بیموده است؟

۳۳



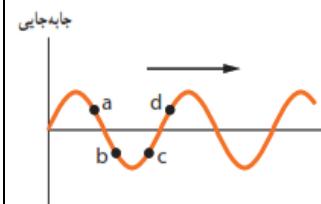
۳۴. در نمودار جایه جایی - مکانی موج عرضی شکل زیر $\Delta x = 4.0 \text{ cm}$ و $\Delta y = 15.0 \text{ cm}$ چشمde 1.0 Hz باشد، طول موج، دامنه، تندی و دوره تناوب موج چقدر است؟

۳۴



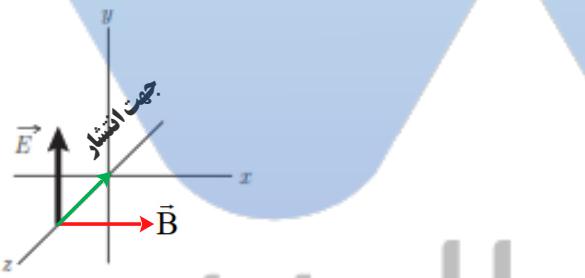
۳۵. شکل زیر موجی عرضی در یک رسیمان را نشان می دهد که با تندی v به سمت راست حرکت می کند، در حالی که تندی ذره نشان داده شده رسیمان v_r است. آیا این دو تندی با هم برابرند؟ توضیح دهید.

۳۵

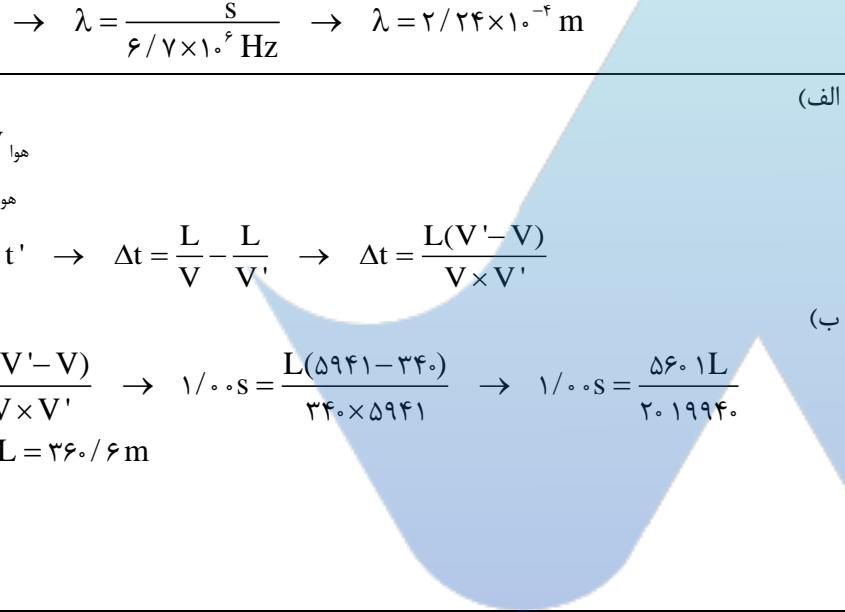
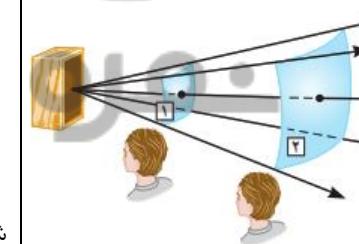


۳۶. شکل زیر یک موج سینوسی را در لحظه‌ای از زمان نشان می دهد که در جهت محور x در طول رسیمان کشیده شدهای حرکت می کند. چهار جزء از این رسیمان روی شکل نشان داده شده‌اند. در این لحظه هر یک از این چهار جزء بالا می روند یا مکان پایین؟

۳۶

$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \rightarrow V = \sqrt{\frac{FL}{M}} \rightarrow V = \sqrt{\frac{FL}{\rho V}} = \sqrt{\frac{FL}{\rho AL}} \rightarrow V = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$ $\rightarrow V = \sqrt{\frac{156 \text{ N}}{(2/8 \times 10^{-3} \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}) \times 0.50 \times 10^{-6}}} = 200 \text{ m/s}$	<p>۴۰. سیمی با چگالی $7/8 \text{ g/cm}^3$ و سطح مقطع 5 mm^2 بین دو نقطه با نیروی 156 N کشیده شده است. تندی انتشار موج عرضی را در این سیم محاسبه کنید.</p>	۳۷												
<p style="text-align: center;">(الف)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>پرتوهای</td><td>پرتوهای</td><td>فرابنفش</td><td>نور مرئی</td><td>فروسرخ</td><td>رادیویی</td></tr> <tr> <td>γ</td><td>X</td><td>P</td><td>Q</td><td>R</td><td>S</td></tr> </table> <p style="text-align: center;"><u>طول موج افزایش می یابد</u></p> <p style="text-align: center;"><u>بسامد کاهش می یابد</u></p>	پرتوهای	پرتوهای	فرابنفش	نور مرئی	فروسرخ	رادیویی	γ	X	P	Q	R	S	<p>۴۱. شکل زیر طیف موج های الکترومغناطیسی را با یک مقیاس تقریبی نشان می دهد.</p> <p>(الف) نام قسمت های از طیف را که با حروف علامت گذاری شده اند، بنویسید.</p> <p>(ب) اگر در طول طیف از جب به راست حرکت کنیم، مقدار کدام مشخصه های موج افزایش یا کاهش می یابد و کدام ثابت می ماند؟</p>	۳۸
پرتوهای	پرتوهای	فرابنفش	نور مرئی	فروسرخ	رادیویی									
γ	X	P	Q	R	S									
<p>ب) سرعت ثابت می ماند. طول موج افزایش می یابد. بسامد و انرژی موج کاهش می یابد.</p> 	<p>۴۲. شکل زیر میدان الکتریکی یک موج الکترومغناطیسی سینوسی را در نقطه ای معین و دور از جسمه، در یک لحظه نشان می دهد. موج انرژی را در خلاف جهت محور z انتقال می دهد. جهت میدان مغناطیسی موج را در این نقطه و این لحظه تعیین کنید.</p>	۳۹												
$f = \frac{C}{\lambda} \rightarrow f = \frac{3 \times 10^8 \text{ m}}{6/20 \times 10^{-7}} = 4/8 \times 10^{14} \text{ Hz}$	<p>۴۳. (الف) طول موج نور نارنجی در هوا حدود $6/20 \times 10^{-7} \text{ m}$ است، بسامد این نور چند هرتز است؟</p> <p>(ب) بسامد نور قرمز در حدود $4/3 \times 10^{14} \text{ Hz}$ است. طول موج این نور را در هوا و آب حساب کنید. (سرعت نور را در هوا $3/0 \times 10^8 \text{ m/s}$ و در آب $2/25 \times 10^8 \text{ m/s}$ فرض کنید).</p>	۴۰												

$\lambda = \frac{C}{f} \rightarrow \lambda_1 = \frac{3.0 \times 10^8 \text{ m}}{4.0 \times 10^{14} \text{ s}} = 6.0 \times 10^{-7} \text{ m}$ $\lambda = \frac{2.0 \times 10^8 \text{ m}}{4.0 \times 10^{14} \text{ s}} = 5.0 \times 10^{-7} \text{ m}$ <p>(ب)</p> <p>الف) فاصله بین دو تراکم متواالی (یا دو انبساط متواالی) λ است.</p> $\lambda = \frac{V}{f} \rightarrow \lambda = \frac{100 \text{ m}}{10 \text{ Hz}} = 10 \text{ m}$ <p>ب) فاصله بین یک تراکم و یک انبساط متواالی $\lambda/2$ است.</p> $\frac{\lambda}{2} = 5 \text{ m}$	<p>الف) چشمۀ موجی با بسامد 10 Hz در یک محیط که تندی انتشار موج در آن 100 m/s است، نوسان های طولی ایجاد می کند. اگر دامنه نوسانها 4.0 cm باشد،</p> <p>الف) فاصله بین دو تراکم متواالی این موج چقدر است؟</p> <p>ب) فاصله بین یک تراکم و یک انبساط متواالی چقدر است؟</p>	۴۱
$V_L > V_T \rightarrow (\Delta t)_L < (\Delta t)_T$ $(\Delta t)_L = t_L \quad ; \quad (\Delta t)_T = t_T$ $\Delta t = t_T - t_L \rightarrow \Delta t = \frac{d}{V_T} - \frac{d}{V_L} \rightarrow 4.0 \times 10^{-3} \text{ s} = \frac{d}{5.0 \text{ m/s}} - \frac{d}{15.0 \text{ m/s}} = \frac{2d}{15.0 \text{ m/s}}$ $d = \frac{15.0 \times 4.0 \times 10^{-3} \text{ m}}{2} = 0.03 \text{ m} = 30 \text{ cm}$		۴۲
<p>دماهی</p> <p>تندی انتشار صوت در محیط علاوه بر جنس محیط به دماهی محیط نیز بستگی دارد. اما شکل موج دامنه موج، بسامد موج که از مشخصات چشمۀ موج هستند، بر تندی صوت تاثیر ندارند.</p>	<p>توضیح دهد کدام یک از عامل های زیر بر تندی صوت در هوا مؤثر است.</p> <p>الف) شکل موج ب) دامنه موج پ) بسامد موج ت) دماهی هوا</p>	۴۳

<p>۴۴</p> <p>۱۰. در سونوگرافی معمولاً از کاوهای^۱ دستی موسوم به تراگودار فراصوتی^۲ برای تشخیص بزشکی استفاده می‌شود که دقیقاً روی ناحیه موردنظر از بدن بیمار گذاشته و حرکت داده می‌شود. این کاوه در بسامد ۶/۷MHz عمل می‌کند.</p> <p>(الف) بسامد زاویه‌ای در این کاوه توسان قدر است؟</p> <p>(ب) اگر تندی موج صوتی در بافت نرم از بدن 150 m/s باشد، طول موج این موج در این بافت چقدر است؟</p> 	$\omega = 2\pi f \rightarrow \omega = 2(3/14)(6/7 \times 10^6 \text{ Hz}) = 42/0.7 \times 10^6 \frac{\text{rad}}{\text{s}} = 4/2 \times 10^7 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ <p>(الف)</p> $\lambda = \frac{V}{f} \rightarrow \lambda = \frac{150 \cdot \text{m}}{6/7 \times 10^6 \text{ Hz}} \rightarrow \lambda = 2/24 \times 10^{-4} \text{ m}$ <p>(ب)</p>
<p>۴۵</p> <p>۱۱. تندی صوت در یک فلز خاص، برابر v_f است. به یک سر لوله توان خالی بلندی از جنس این فلز به طول L ضربه محکمی می‌زنیم. شنونده‌ای که در سر دیگر این لوله قرار دارد دو صدا را می‌شنود. یکی ناشی از موجی است که از دیواره لوله می‌گذرد و دیگری از موجی است که از طریق هوای داخل لوله عبور می‌کند.</p> <p>(الف) اگر تندی صوت در هوا v_a باشد، بازه زمانی Δt بین دریافت این دو صدا در گوش شنونده چقدر خواهد بود؟</p> <p>(ب) اگر $\Delta t = 1/00 \text{ s}$ و فلز از جنس فولاد باشد، طول L لوله چقدر است؟ ($v_f = 340 \text{ m/s}$ هوا)</p> 	$\Delta t = t - t' \rightarrow \Delta t = \frac{L}{V} - \frac{L}{V'} \rightarrow \Delta t = \frac{L(V' - V)}{V \times V'}$ <p>(الف)</p> $\Delta t = \frac{L(V' - V)}{V \times V'} \rightarrow 1/00 \text{ s} = \frac{L(340 - 340)}{340 \times 340} \rightarrow 1/00 \text{ s} = \frac{56 \cdot 1 L}{2019940}$ $\rightarrow L = 360/6 \text{ m}$ <p>(ب)</p>
<p>۴۶</p> <p>۱۲. موجی صوتی با توان $W = 1/2 \times 10^{-4} \text{ W}$ عمود بر جهت انتشار از دو صفحه فرضی (نمکل ۲۶-۳) می‌گذرد. با فرض اینکه مساحت صفحه‌ها بدتریب $A_1 = 4 \text{ m}^2$ و $A_2 = 12 \text{ m}^2$ باشد، شدت صوت در دو سطح را تعیین کنید و توضیح دهد چرا شنونده در محل صفحه دوم، صدا را آهسته‌تر می‌شنود.</p> 	$I_1 = \frac{P}{A_1} = \frac{1/2 \times 10^{-4} \text{ W}}{4 \text{ m}^2} = 3 \times 10^{-5} \text{ W/m}^2$ $I_2 = \frac{P}{A_2} = \frac{1/2 \times 10^{-4} \text{ W}}{12 \text{ m}^2} = 1 \times 10^{-5} \text{ W/m}^2$ <p>شنونده دوم توان بر واحد سطح کمتری از شنونده اول دریافت می‌کند.</p>

$\beta_1 = (1.0 \text{ dB}) \log\left(\frac{I}{I_0}\right) = (1.0 \text{ dB}) \log\left(\frac{10^{-7} \text{ W/m}^2}{10^{-12} \text{ W/m}^2}\right) = 1.0 \text{ dB}$ $\beta_1 = (1.0 \text{ dB}) \log\left(\frac{I_1}{I_0}\right) \rightarrow 28 \text{ dB} = (1.0 \text{ dB}) \log\left(\frac{I_1}{10^{-12} \text{ W/m}^2}\right)$ $\rightarrow 2/\lambda = \log\left(\frac{I_1}{10^{-12} \text{ W/m}^2}\right) \rightarrow \frac{I_1}{10^{-12} \text{ W/m}^2} = 10^{2/\lambda}$ $\rightarrow I_1 = 10^{2/\lambda} \times 10^{-12} \text{ W/m}^2 = 10^{-9/2} \text{ W/m}^2 = 10^{-1.0} \times 10^{0.0/\lambda} \text{ W/m}^2$ $I_1 = 6/31 \times 10^{-1.0} \text{ W/m}^2$ $\beta = (1.0 \text{ dB}) \log\left(\frac{I}{I_0}\right) \rightarrow I = I_0 10^{\left(\frac{\beta}{1.0 \text{ dB}}\right)}$ $\beta_1 = (1.0 \text{ dB}) \log\left(\frac{I_1}{I_0}\right) \rightarrow I_1 = 10^{-12} \text{ W/m}^2 \times 10^{\left(\frac{28 \text{ dB}}{1.0 \text{ dB}}\right)} = 6/31 \times 10^{-1.0} \text{ W/m}^2$ $\beta_r = (1.0 \text{ dB}) \log\left(\frac{I_r}{I_1}\right) \rightarrow I_r = 10^{-12} \text{ W/m}^2 \times 10^{\left(\frac{92 \text{ dB}}{1.0 \text{ dB}}\right)} = 1/58 \times 10^{-3} \text{ W/m}^2$ $\beta_r - \beta_1 = (1.0 \text{ dB}) \log\left(\frac{I_r}{I_1}\right) \rightarrow \frac{I_r}{I_1} = 10^{\left(\frac{\Delta \beta}{1.0 \text{ dB}}\right)} = 10^{\left(\frac{92 \text{ dB}}{1.0 \text{ dB}}\right)} = 10^{9.2} = 3/16$	۴۷ ۴۸ ۴۹	<p>۴۷. شدت صدای حاصل از یک مته سنگ شکن در فاصله 10 cm از آن $10^{-2} \text{ W/m}^2 \times 10 \text{ dB}$ است. تراز شدت صوتی آن بر حسب dB چقدر می شود؟</p> <p>۴۸. اگر به مدت 10 s دقيقه در معرض صوتی با تراز شدت 12 dB باشیم، آستانه شنوایی به طور موقت از 28 dB به 48 dB افزایش می یابد. مطالعات نشان داده است که به طور متوسط اگر به مدت 1 s در معرض صدایی با تراز شدت 92 dB قرار گیریم، آستانه شنوایی به طور دائم به 28 dB افزایش می یابد. شدت های صوت مربوط به 28 dB و 92 dB چقدر است؟ (راهنمایی: برای پاسخ دادن لازم است از ماشین حساب مناسب استفاده کنید).</p> <p>۴۹. یک دستگاه صوتی، صدایی با تراز شدت $\beta_1 = 90 \text{ dB}$ و دستگاه صوتی دیگر، صدایی با تراز شدت $\beta_r = 95 \text{ dB}$ ایجاد می کند. شدت های مربوط به این دو تراز (بر حسب W/m^2) به ترتیب I_1 و I_r هستند. نسبت I_r/I_1 را تعیین کنید.</p>
--	-------------------------------------	---

۵۰

۴۰. در یک آتش بازی، موشکی در بالای آسمان منفجر می شود. فرض کنید صوت به طور یکنواخت در تمام جهت ها منتشر شود. از جذب انرژی صوتی در محیط و نیز از بازنگاهی که ممکن است امواج صوتی از زمین پیدا کند چشم بوشی کنید. با فرض اینکه صوت با شدت $I = 1 \text{ W/m}^2$ به شنونده ای برسد که به فاصله $r = 64 \text{ m}$ از محل انفجار قرار دارد، این صوت به شنونده ای که در فاصله $r = 16 \text{ m}$ از محل انفجار قرار دارد با چه شدتی می رسد؟

$$I = \frac{\bar{P}}{A} = \frac{\bar{P}}{4\pi r^2} \rightarrow I_r = \frac{\bar{P}}{4\pi r^2} = \frac{r}{r} = \left(\frac{16 \text{ m}}{64 \text{ m}}\right)^2 = \left(\frac{1}{4}\right)^2$$

$$\frac{I_r}{I} = \left(\frac{1}{4}\right)^2 \rightarrow I_r = 16I = 16 \times 1 \text{ W/m}^2 = 16 \text{ W/m}^2$$

۵۱

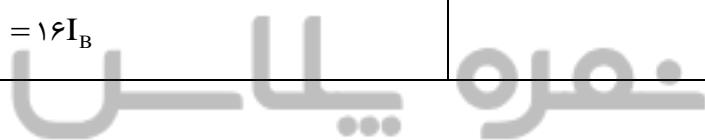
۴۱. نوادر جایه جای - مکان دو موج صوتی A و B که در یک محیط منتشر شده اند، به صورت زیر است. دامنه، طول موج، بسامد و شدت این دو موج صوتی را با هم مقایسه کنید.

$$\lambda_B = 2\lambda_A \quad , \quad A_A = 2A_B \quad \text{بر طبق شکل}$$

$$V_A = V_B \rightarrow \frac{f_B}{f_A} = \frac{\lambda_B}{\lambda_A} = \frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{1}{2}$$

$$E = 2\pi r^2 m A^2 f^2 \quad , \quad I = \frac{\bar{P}}{4\pi r^2} = \frac{E}{4\pi r^2 t} \rightarrow I = \frac{2\pi m A^2 f^2}{4\pi r^2 t}$$

$$\frac{I_B}{I_A} = \frac{A_B^2 f_B^2}{A_A^2 f_A^2} = \frac{A_B^2 f_B^2}{(2A_B)^2 (2f_B)^2} = \frac{1}{16} \rightarrow I_A = 16I_B$$



اگر چشم 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 چشم، ساکن بود اندازه می‌گیرد که این به معنی افزایش بسامد برای این ناظر است.

$$\text{الف} > \text{ب}$$

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

$$\text{الف} > \text{ب}$$

چشم از ناظر دور می‌شود.
در حالت (ت) از چشم دور شود به معنی کاهش بسامد خواهد بود.

$$\text{الف} > \text{ت}$$

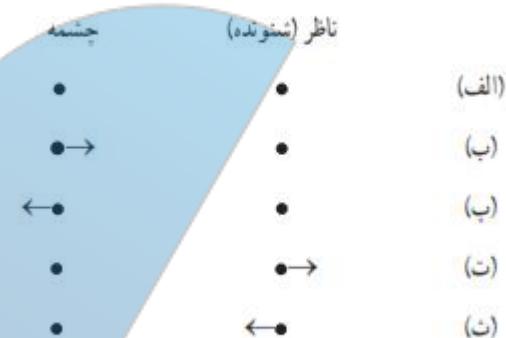
ناظر از چشم دور می‌شود.
در حالت (ث) ناظر به هدف چشم حرکت کند با جبهه‌های موج پیشتری مواجه می‌شود که به معنی افزایش بسامد است.

$$\text{الف} > \text{ث}$$

ناظر به چشم نزدیک می‌شود.

نمودار. شکل زیر جهت‌های حرکت یک چشم صوتی و یک ناظر

(شنونده) را در وضعیت‌های مختلف تشان می‌دهد.



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

نمره یکا