



بخش آموزش رسانه تفریحی سنتر

کلیک کنید  www.tafrihicenter.ir/edu

 نمونه سوال  گام به گام

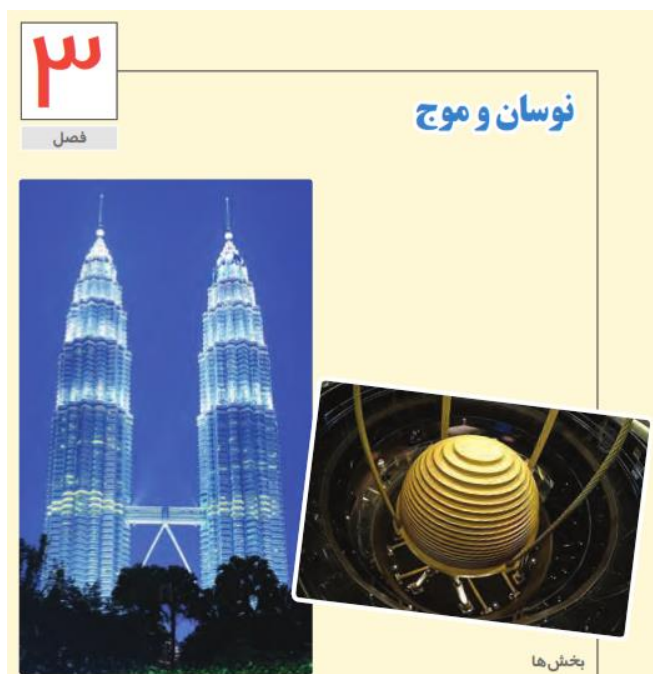
 امتحان نهایی  جزوه

 دانلود آزمون های آزمایشی

متوسطه اول : هفتم ... هشتم ... نهم

متوسطه دوم : دهم ... یازدهم ... دوازدهم

www.tafrihicenter.ir



راهنمای حل فصل ۳ فیزیک دوازدهم

رشته ریاضی و فیزیک

منطبق بر کتاب درسی

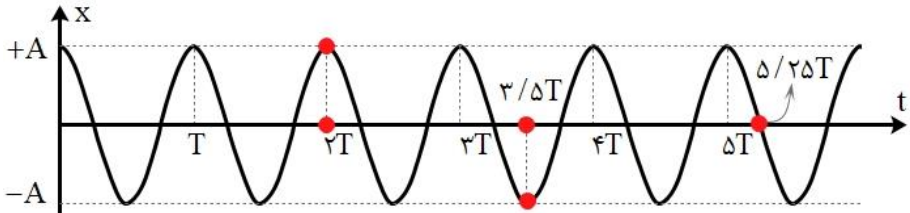


گروه فیزیک استان گیلان @Schoolphysics

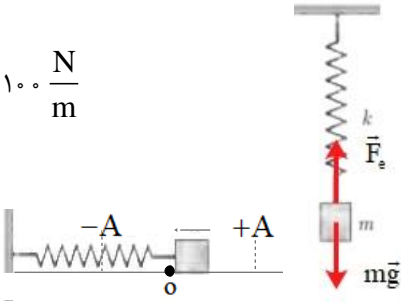
نوسان و موج			
	فعالیت / پرسش / تمرین / مسائل	صفحه کتاب درسی	صفحه pdf
	۱-۳- نوسان دوره ای	۶۲	۱
۱	پرسش ۱-۲	۶۲	۱
	۲-۳- حرکت هماهنگ ساده	۶۳	۱
۲	تمرین ۱-۳	۶۴	۱
۳	تمرین ۲-۳	۶۴	۲
۴	فعالیت ۲-۳	۶۵	۲
۵	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۱	۸۵	۳
۶	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۲	۸۵	۳
۷	پرسش و مسئله ها آخر فصل - ۳	۸۵	۳
۸	پرسش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

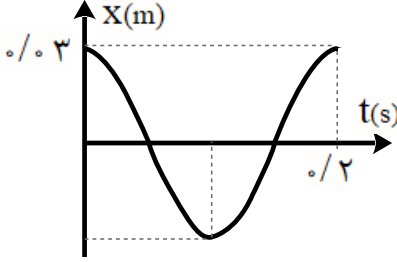
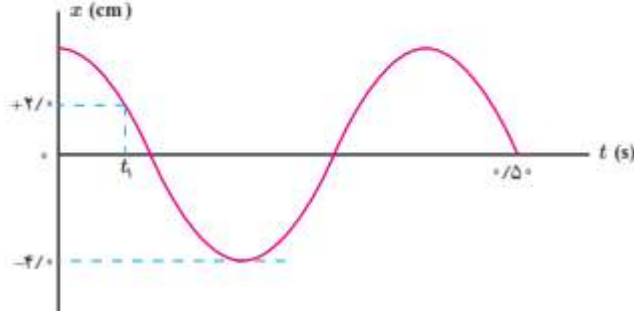
۹	۷۰	پرسش ۳-۳	۱۹
۹	۷۰	۳-۶ مشخصه های موج	
۹	۷۳	پرسش ۴-۳	۲۰
۹	۷۴	تمرین ۴-۳	۲۱
۹-۱۰	۷۵	پرسش ۵-۳	۲۲
۱۰	۷۶	تمرین ۵-۳	۲۳
۱۰	۷۶	فعالیت ۴-۳	۲۴
۱۱	۷۷	فعالیت ۵-۳	۲۵
۱۲-۱۱	۷۹	پرسش ۶-۳	۲۶
۱۲	۷۹	فعالیت ۶-۳	۲۷
۱۳-۱۲	۸۰	تمرین ۶-۳	۲۸
۱۳	۸۱	تمرین ۷-۳	۲۹
۱۴-۱۳	۸۲	پرسش ۷-۳	۳۰
۱۴	۸۴	پرسش ۸-۳	۳۱
۱۴	۸۶	پرسش و مسئله ها آخر 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

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

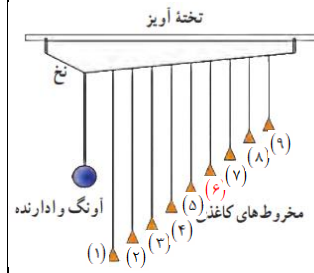
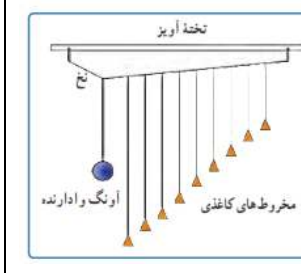
 در نزدیکی بالای سازه، جرم عظیمی (میراگر جرمی) وجود دارد که به وسیله کابل های فولادی معلق است و در صورت زلزله این جرم مثل پاندول برخلاف جهت حرکت ساختمان در حال جنبش فعالیت می کند و انرژی و تاثیر لرزشی توفان و زلزله را پراکنده می کند.	در طراحی و ساخت برج های بلند، توجه به قوانین فیزیکی نوسان و موج اهمیت زیادی دارد. در برخی از این برج ها آونگ های بسیار سنگینی (در حدود چند صد تن)، در طبقات بالایی نصب می کنند تا از نوسان های احتمالی برج کم کند. چگونه یک آونگ می تواند این نوسان ها را کاهش دهد؟
$T = \frac{1}{65} \text{ min} \rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.92 \text{ s}} = 1.08 \text{ Hz}$	۱-۳ نوسان دوره ای پرسش ۱-۳ بسامد ضربان قلب مربوط به نمودار شکل ۲-۳ چقدر است؟ دوره تناوب ضربان قلب این شخص $\frac{1}{65}$ دقیقه، یا ۰.۹۲ ثانیه است.  شکل ۳-۲ نمونه ای از نمودار الکترود قلب نگاره (نوار قلب) یک شخص
با توجه به نمودار پائین، نتایج زیر به دست می آید: (الف) در $t = 2/50 \cdot T$، ذره در $x = +A$ قرار دارد. (ب) در $t = 3/50 \cdot T$، ذره در $x = -A$ قرار دارد. (پ) در $t = 5/25 \cdot T$، ذره در $x = 0$ قرار دارد. 	۲-۳ حرکت هماهنگ ساده تمرین ۱-۳ ذره ای در حال نوسان هماهنگ ساده با دوره تناوب T است. با فرض اینکه در $t = 0 \text{ s}$ ذره در $x = +A$ باشد، تعیین کنید در هر یک از لحظات زیر، آیا ذره در $x = -A$، $x = +A$، یا در $x = 0$ خواهد بود؟ (الف) $t = 2/50 \cdot T$ (ب) $t = 3/50 \cdot T$ (پ) $t = 5/25 \cdot T$ (راهنمایی: برای پاسخ به این تمرین، ساده تر آن است که چند دوره از یک نمودار کسینوسی را رسم کنید.)

با توجه به آن چه در ریاضی خوانده ایم، داریم: $\cos \alpha = \cos x$ $x = 2k\pi \pm \alpha \quad k \in \mathbb{Z}$ بنابراین: $A \cos \omega t = A \cos \omega(t+T) \rightarrow \omega(t+T) = 2k\pi + \omega t$ $\omega t + \omega T = 2k\pi + \omega t \rightarrow \omega T = 2k\pi$ $\xrightarrow{k=1} \omega T = 2\pi \rightarrow \boxed{\omega = \frac{2\pi}{T}}$	تمرین ۲-۳ در حرکت هماهنگ ساده، مکان $x(t)$ باید پس از گذشت یک دوره تناوب برابر 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 دهید $\omega = 2\pi/T$.
الف) جسمی با جرم مشخص (m) را به فنری 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 - فنر با یک فنر 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 فنرهای متفاوت انجام می دهیم و نتیجه می گیریم که دوره تناوب سامانه جرم - فنر با یک وزنه معین و فنرهای متفاوت با جذر ثابت فنر به طور وارون متناسب است. $(T \propto \frac{1}{\sqrt{k}})$	فعالیت ۲-۳ با انتخاب وزنه ها و فنرهای مختلف، با جرم ها و ثابت فنرهای 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 - فنر، به طور تجربی نشان دهید که: الف) دوره تناوب سامانه جرم - فنر با یک فنر معین ولی وزنه های متفاوت، با جذر جرم وزنه به طور مستقیم متناسب است $(T \propto \sqrt{m})$. ب) دوره تناوب سامانه جرم - فنر با یک وزنه معین ولی فنرهای متفاوت، با جذر ثابت فنر به طور وارون متناسب است $(T \propto 1/\sqrt{k})$. 

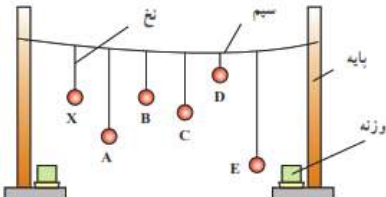
	۱-۳ و ۲-۳ نوسان دوره ای و حرکت هماهنگ ساده	
$mg = 20 \text{ N}, x = 0.2 \text{ m}$ $F_{\text{net}} = 0 \Rightarrow mg = kx \Rightarrow k = \frac{mg}{x} \Rightarrow k = \frac{20 \text{ N}}{0.2 \text{ m}} = 100 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ $mg = \Delta N \Rightarrow m = \frac{\Delta N}{9.8 \text{ (N/kg)}} \approx 0.4 \text{ kg}$ $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2 \times 3.14 \sqrt{\frac{0.4}{100}} \approx 0.44 \text{ s}$ 	۱. یک وزنه 20 N را از انتهای یک فنر قائم می آویزیم، فنر 20 cm کشیده می شود. سپس این فنر را در حالی که به یک وزنه 50 N متصل است روی میز بدون اصطکاک 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 فتری متصل شود و به نوسان درآید، با دوره تناوب 2 s نوسان می کند. اگر جرم این جسم 2 kg افزایش یابد، دوره تناوب 3 s می شود. مقدار m چقدر است؟	۶
$m = \frac{1600}{4} = 400 \text{ kg}$ $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2 \times 3.14 \sqrt{\frac{400 \text{ kg}}{2 \times 10^4 \text{ (N/m)}}} = 0.89 \text{ s}$ $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.89 \text{ s}} \approx 1.12 \text{ Hz}$ $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 10^4 \text{ (N/m)}}{400 \text{ kg}}} = 70.7 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$	۳. جرم خودرویی همراه با سرنشینان آن 1600 kg است. این خودرو روی چهار فنر با ثابت $20000 \times 10^4 \text{ N/m}$ 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 چهارچرخ توزیع شده است.	۷

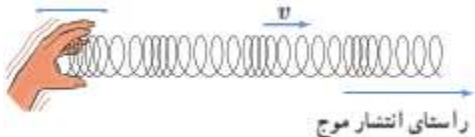
$A = 3 \times 10^{-2} = 0.03 \text{ m}, f = 5 \text{ Hz}, T = 0.2 \text{ s}$ $\omega = 2\pi f = 2\pi \times 5 = 10\pi \left(\frac{\text{rad}}{\text{s}} \right)$ $x = (0.03 \text{ m}) \cos 10\pi t$ $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{5 \text{ Hz}} = 0.2 \text{ s}$ 	۴. دامنه نوسان یک حرکت هماهنگ ساده $3 \times 10^{-2} \text{ m}$ و بسامد آن 5 Hz است. معادله حرکت این نوسانگر را بنویسید و نمودار مکان - زمان آن را در یک دوره رسم کنید.	۸
(الف) $A = 0.04 \text{ m}$ $\frac{\Delta T}{T} = 0.05 \Rightarrow T = 0.04 \text{ s} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.04 \text{ s}} = 50\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ $x = A \cos \omega t \Rightarrow x = (0.04 \text{ m}) \cos 50\pi t$ (ب) $A = 0.04 \text{ m}$ $x = A \cos \omega t \Rightarrow \frac{x}{A} = \cos \omega t \Rightarrow \frac{1}{4} = \cos 50\pi t_1 \Rightarrow \frac{1}{4} = \cos 50\pi t_1$ $\cos \frac{\pi}{3} = \cos 50\pi t_1 \Rightarrow \frac{\pi}{3} = 50\pi t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{1}{150} \text{ s}$ (پ) $F = ma, F = kx \Rightarrow ma = kx $ $\left(\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow k = m\omega^2 \right)$ $\Rightarrow ma = m\omega^2 x \Rightarrow a = \omega^2 x = 50\pi^2 \times 0.02 \approx 5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	۵. 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 نشتاب نوسانگر را در لحظه t_1 محاسبه کنید. 	۹

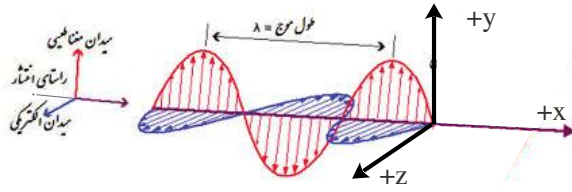
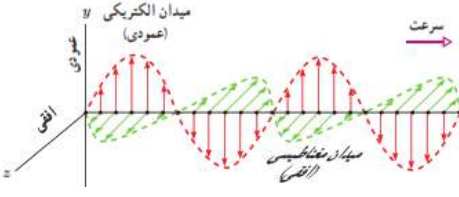
	۳-۳ انرژی در حرکت هماهنگ ساده	
$E = \frac{1}{2}kA^2, E = K + U$ $\frac{1}{2}kA^2 = K + U$ $\frac{1}{2} \times (74 \text{ N/m}) \times (8 \times 10^{-2} \text{ m})^2 = K + (8 \times 10^{-2} \text{ J}) \Rightarrow K = 15/68 \times 10^{-2} \text{ J}$	۷. دامنه نوسان وزنه ای که به یک فنر با ثابت فنر ۷۴ N/m متصل است و در راستای افقی نوسان می کند، برابر با ۸ cm است. اگر انرژی پتانسیل این نوسانگر در نقطه ای از مسیر نوسان، $8 \times 10^{-2} \text{ J}$ باشد، انرژی جنبشی آن در این مکان چقدر است؟ (از نیروهای اتلافی چشم پوشی شود.)	۱۰
(الف) $m = 1 \text{ kg}, k = 600 \text{ N/m}, A = 0.09 \text{ m}$ (ب) $v_{\max} = A\omega = A\sqrt{\frac{k}{m}} = 0.09 \text{ m} \times \sqrt{\frac{600 \text{ N/m}}{1 \text{ kg}}} = 2/2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $U = E - K = \frac{1}{2}kA^2 - \frac{1}{2}mv^2$ $\Rightarrow U = \frac{1}{2} \times (600 \text{ N/m}) \times (0.09 \text{ m})^2 - \frac{1}{2} \times (1 \text{ kg}) \times (1/6 \text{ m/s})^2 \Rightarrow U = 1/15 \text{ J}$	۷. جسمی به جرم ۱ kg به فنری افقی با ثابت ۶۰۰ N/cm متصل است. فنر به اندازه ۹ cm فشرده و سپس رها می شود و جسم روی سطح افقی شروع به نوسان می کند. با چشم پوشی از اصطکاک (الف) دامنه نوسان و تندی بیشینه جسم چقدر است؟ (ب) وقتی تندی جسم ۱/۶ m/s است، انرژی پتانسیل کنسانی آن چقدر است؟	۱۱
(الف) $\omega = 2\pi \text{ rad/s} \rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi(\text{rad})}{2\pi \text{ rad/s}} = 0/1 \text{ s}$ $t = \frac{T}{4} = \frac{0/1 \text{ s}}{4} = 0/25 \text{ s}$ $t_r = \frac{T}{2} = \frac{0/1 \text{ s}}{2} = 0/5 \text{ s}$ (ب) (پ) $E = k + u \rightarrow E = 2k \rightarrow \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 = 2 \frac{1}{2}mV^2 \rightarrow V = \frac{\sqrt{2}}{2}\omega A$ $V = \frac{\sqrt{2}}{2}\omega A \xrightarrow{A=0.05 \text{ m}} V = \frac{\sqrt{2}}{2} \left(2\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} \right) \times 0/05 \text{ m} \rightarrow v = 0/5\pi\sqrt{2} \text{ m/s}$	۸. معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت $x = (0/05 \text{ m})\cos 2\pi t$ است. (الف) در چه زمانی، پس از لحظه صفر، برای نخستین بار تندی نوسانگر به بیشترین مقدار خود می رسد؟ (ب) در چه زمانی، پس از لحظه صفر، برای نخستین بار تندی نوسانگر به صفر می رسد؟ (پ) تندی نوسانگر چقدر باشد تا انرژی جنبشی نوسانگر برابر با انرژی پتانسیل آن شود؟	۱۲

(الف) $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \rightarrow \frac{T_{Ostova}}{T_{Tehran}} = \frac{\sqrt{g_{Tehran}}}{\sqrt{g_{Ostova}}} = \frac{\sqrt{9/8 \frac{m}{s^2}}}{\sqrt{9/78 \frac{m}{s^2}}} = 1/001$ زمان دوره تناوب استوا (T_{Ostova}) بیشتر از زمان دوره تناوب تهران (T_{Tehran}) است. در نتیجه آونگ استوا کندتر حرکت می کند. $T_{Ostova} = 1/001 T_{Tehran}$ $\Delta T = T_{Ostova} - T_{Tehran} = 0/001 T_{Tehran} = 0/001 \times 24h$ $\Delta T = 0/001 \times 86400s = 86/4s$ و به اندازه $86/4s$ در استوا ساعت عقب می افتد. (ب) با افزایش دما، طول افزایش می یابد. 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 دوره ی تناوب بعد از افزایش دما، عددی بزرگ تر از یک می باشد، لذا آونگ کندتر و ساعت عقب می افتد.	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 شبانه روز چقدر است؟ ($g_{استوا} = 9/78 m/s^2$ و $g_{تهران} = 9/8 m/s^2$) ب) به نظر شما آیا با افزایش دما، یک ساعت آونگ دار جلو می افتد یا عقب؟	۱۳
وقتی آونگ وادارنده را به نوسان در می آوریم، باعث حرکت نخ آویز شده و در نتیجه سایر آونگ ها نوسان می کنند. می دانیم بسامد طبیعی آونگ از رابطه $f_o = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{L}}$ و بسامد واداشته آونگ از رابطه $f_d = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{L}}$ به دست می آید. 	۴-۳ تشدید فعالیت ۳-۳ آونگ های پارتون ۲: یک آونگ با وزنه سنگین و تعدادی آونگ سبک با طول های متفاوت را مطابق شکل سوار کنید. آونگ ها روی نخ سوار شده اند که هر دو انتهای آن توسط گیره هایی به تخته آویز متصل شده است. به آونگ سنگین اصطلاحاً آونگ وادارنده گفته می شود، زیرا به نوسان درآوردن این آونگ در صفحه عمود بر صفحه شکل، موجب تاب خوردن نخ آویز و در نتیجه به نوسان واداشتن سایر آونگ ها می شود. آونگ وادارنده را به نوسان درآوردید و آنچه را مشاهده می کنید توضیح دهید. 	۱۴

با توجه به شکل، طول آونگ ۶، با طول آونگ وادارنده برابر است. بنابراین با حرکت آونگ وادارنده، همه آونگ ها شروع به نوسان می کنند. اما دامنه ی نوسان های آونگ ۶، به تدریج زیاد می شود زیرا $f_d = f_0$ است. بنابراین در آونگ ۶، تشدید صورت می گیرد.	
$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}} \rightarrow \begin{cases} L_1 = 0.4 \text{ m} \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{L_1}} = \omega = \sqrt{\frac{9.8 \text{ (m/s}^2\text{)}}{0.4 \text{ m}}} = 4.94 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \\ L_2 = 0.8 \text{ m} \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{L_2}} = \omega = \sqrt{\frac{9.8 \text{ (m/s}^2\text{)}}{0.8}} = 3.5 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \\ L_3 = 1.2 \text{ m} \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{L_3}} = \omega = \sqrt{\frac{9.8 \text{ (m/s}^2\text{)}}{1.2}} = 2.85 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \\ L_4 = 2.8 \text{ m} \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{L_4}} = \omega = \sqrt{\frac{9.8 \text{ (m/s}^2\text{)}}{2.8}} = 1.87 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \\ L_5 = 3.5 \text{ m} \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{L_5}} = \omega = \sqrt{\frac{9.8 \text{ (m/s}^2\text{)}}{3.5}} = 1.67 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \end{cases}$ در موارد فوق آونگ هایی که بسامد زاویه ای آن ها در محدوده ی بسامد نوسانگر اصلی باشد، با دامنه ی بزرگتری نوسان می کنند.	تمرین ۳-۳ طول تعدادی آونگ ساده که از میله ای افقی آویزان اند، عبارت اند از، 0.4 m، 0.8 m، 1.2 m، 2.8 m، 3.5 m. فرض کنید میله دستخوش نوسان هایی افقی با بسامد زاویه ای در گستره $2/0 \text{ rad/s}$ تا $4/0 \text{ rad/s}$ بشود. کدام آونگ ها با دامنه ی بزرگتری به نوسان در می آیند؟ (توجه کنید گرچه تشدید در بسامد مشخصی رخ می دهد، اما دامنه نوسان در نزدیک این بسامد همچنان بزرگ است).
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 ی تشدید در ساختمان های نیمه بلند اتفاق افتاد. اگر چه در ساختمان های کوتاه تر و بلندتر، نوسان و لرزش داشت ولی تشدید اتفاق نیفتاد و به همین علت، تخریبی در آن ها صورت نگرفت.	پرسش ۲-۲ در پی زمین لرزه عظیمی (به بزرگی ۸/۱ در مقیاس ریشتر) که در ساحل غربی مکزیک در سال ۱۹۸۵ اتفاق افتاد ساختمان های نیمه بلند فرو ریختند، ولی ساختمان های کوتاه تر و بلندتر پابرجا ماندند. علت این پدیده را توضیح دهید.  (الف)  (ب) (الف) ساختمان های کوتاه و (ب) ساختمان های بلند، در زمین لرزه مکزیکوسیتی بر جای ماندند.

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.	۳-۴ تشدید ۱۰. 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 $\approx 5\text{Hz}$ دارند. لرزش شدید پل هوایی 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؟
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.	۱۱. 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؟ 

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. 	۳-۵ موج و انواع آن پرسش ۳-۲ 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.	۱۹
الف) دامنه ها برابر و $\lambda < \lambda_{\text{الف}}$ ب) $\lambda = \lambda_{\text{ب}}$ و $A_{\text{ب}} < A$ پ) $\lambda < \lambda_{\text{پ}}$ و $A_{\text{پ}} < A$	۳-۶ مشخصه های موج پرسش ۴-۳ 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. 	۲۰
$V = \sqrt{\frac{FL}{m}} \rightarrow \begin{cases} V = \sqrt{\frac{226N \times 0.628m}{0.208 \times 10^{-3}kg}} = 826.04 m/s \\ V = \sqrt{\frac{226N \times 0.628m}{3.32 \times 10^{-3}kg}} = 206.75 m/s \end{cases}$	تمرین ۴-۳ 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 $0.628m$ است. برای نواختن بالاترین بسامد، جرم تار $2.08g$ و برای نواختن پایین ترین بسامد، جرم تار $3.32g$ است. تارها تحت کششی برابر $226N$ قرار دارند. تندی انتشار موج برای ایجاد این دو بسامد چقدر است؟ 	۲۱
راستای انتشار عمود بر راستای میدان الکتریکی و مغناطیسی است. و در خلاف جهت محور X می باشد.	پرسش ۵-۳ 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 و z را مانند شکل ۳-۲۰ در نظر بگیرید.)	۲۲

	 شکل ۱۳-۱: یک تصویر لحظه ای از موجی الکترومغناطیسی که میدان الکتریکی در امتداد قائم (y) و میدان مغناطیسی در امتداد افقی (z) و انتشار موج در جهت x است.
$L = \frac{\lambda}{4} \rightarrow \lambda = 4 \times 8.5 \text{ cm} = 34 \text{ cm}$ $f = \frac{c}{\lambda} \rightarrow f = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{0.34 \text{ m}} = 8.82 \times 10^8 \text{ Hz}$	تمرین ۵-۳  طول آنتن یک گوشی تلفن همراه قدیمی معمولاً $\frac{1}{4}$ طول موج دریافتی است. اگر طول چنین آنتنی تقریباً برابر ۸/۵cm باشد بسامدی را که این گوشی با آن کار می کند تعیین کنید.
صوت یک موج مکانیکی است که برای انتشار نیاز به محیط مادی دارد و در خلا منتشر نمی شود. ولی امواج الکترومغناطیسی برای انتشار خود، الزاماً به محیط مادی نیاز ندارند و در خلا نیز منتشر می شوند.	فعالیت ۴-۳  مطابق شکل روبه رو یک گوشی تلفن همراه را در یک محفظه تخلیه هوای شیشه ای 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 می شود. در حالی که امواج الکترومغناطیسی همچنان به گوشی می رسند. از این آزمایش چه نتیجه ای می گیرید؟

فعالیت ۵-۳

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

۲۵

نام و حدود طول موج	چشمه	وسایل آشکارسازی	بعضی از ویژگی های خاص و کاربرد
پرتو گاما (γ) $1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$	هسته مواد رادیواکتیو و پرتوهای کیهانی	شماتر گز گایگر-مولر و فیلم عکاسی	فوتون های با انرژی بسیار بالا و با قدرت نفوذ بسیار زیاد، خیلی خطرناک کاربرد: بافت های سرطانی را از بین می برد، برای پیمایش کردن 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 فلورسان	فوتون های بسیار پر انرژی و با قدرت نفوذ زیاد، خیلی خطرناک کاربرد: استفاده در پرتونگاری، استفاده در مطالعه ساختار بلورها، معالجه بیماری های پوستی، استفاده در پرتو درمانی
فرا بنفش (UV) $10^{-8} \text{ m} = 10^{-7} \text{ m}$	خورشید، جسم های خیلی داغ، جرقه الکتریکی، لامپ بخار جیوه	فیلم عکاسی، فوتوسل	ویژگی ها: توسط نشیته جذب می شود، سبب بسیاری از واکنش های شیمیایی می شود، باخته های زنده را از بین می برد. کاربرد: لامپ های UV در پزشکی
نور مرئی $400 \text{ nm} = 4 \times 10^{-7} \text{ m}$ (سبز)	خورشید، جسم های داغ، لیزرها	چشم، فیلم عکاسی، فوتوسل	ویژگی ها: در دین اجسام نقش اساسی دارد، برای رشد گیاهان و عمل فتوسنتز نقش حیاتی دارد. کاربرد: در سیستم های مخابراتی (لیزر و تارهای نوری) مورد استفاده قرار می گیرد.
فروسرخ (IR) $10^{-4} \text{ m} = 10^{-3} \text{ m}$	خورشید، جسم های گرم و داغ	فیلم های مخصوص عکاسی	ویژگی: هنگامی که جذب می شود، پوست را گرم می کند. کاربرد: برای گرم کردن، برای فیلم برداری و عکاسی در مه و تاریکی، عکاسی IR توسط ماهواره ها
رادیویی $1 \text{ m} (\text{VHF})$	اجاق های مایکروویو، آنتن های رادیویی و تلویزیونی	رادیو و تلویزیون	کاربرد: در آنتن گیری، رادیو، تلویزیون، مخابرات ماهواره ای و در رادارها برای آشکارسازی هواپیما، موشک و گشتی

پرسش ۶-۳

الف) چگونگی ایجاد صوت توسط دیافازون را توضیح دهید.
ب) به نظر شما چه سازوکاری موجب صدای وزوز حشرات هنگام پرواز می شود؟

۲۶

الف) دیافازون از یک فلزی دوشاخه ای درست می شود که انتهای آنها بر هم کویل می شود اگر ضربه ای به یکی از شاخه ها بزنیم هوای داخل آنرا متراکم می کند و چون ته دیافازون کویل شده (بسته) است، دیافازون 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.

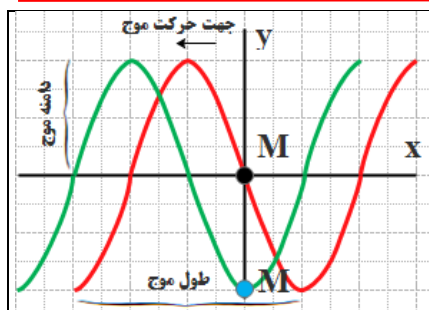
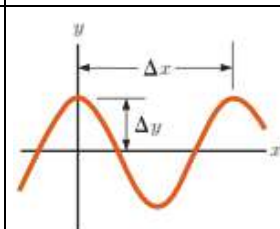
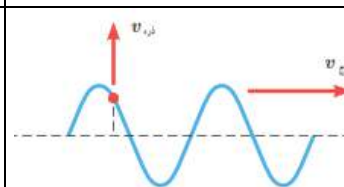
البته هامورنیک های غیر از صوت اصلی با بقیه تداخل می کنند و ما صوت مرکبی را می شنویم.

اهمیت دیافازون 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 دیافازون را می توان آلت دقیقی برای نت های موسیقی دانست و صحت صداها و نت های مختلف را با آن کنترل نمود. چنانچه ارتعاش دیافازون را با وسایل الکتریکی پایا سازیم، می تواند برای کنترل مدارهای الکتریکی بکار رود. از ثابت ماندن فرکانس دیافازون برای تعیین اجزا زمان استفاده می نمایند و اگر دیافازون را با دقت کامل ساخته باشند می توان با دقتی در حدود یک ده هزارم ثانیه اجزا زمان را اندازه

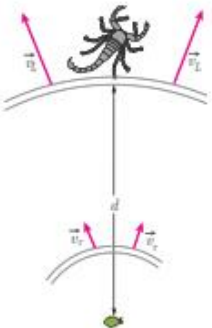
	گرفت. امروزه بواسطه ترقی صنعت، ساختن و استعمال این قبیل دیپازون ها امری عادی است و چنانچه در انتخاب فلز دقت به عمل آید و سایر احتیاطات نیز لحاظ گردد، دقت دیپازون تا یک میلیونیم ثانیه می رسد. دیپازون وسیله ای فلزیست دارای دو شاخه که انتهای آنها به یک پایه مشترک وصل شده است. با وارد شدن ضربه به یکی از شاخه ها هوای داخل آن متراکم می شود و از آنجا که نه دیپازون بسته است، این پدیده باعث به وجود آمدن امواج ساکن می شود 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. 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 ۴ بال به صورت اندام های کوچکی درآمده 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.
۲۷ نکته ۳-۲ 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 متصل کنید. این زمان سنج می تواند بازه های زمانی را با دقت میلی ثانیه اندازه گیری کند. وقتی چکش را به صفحه فلزی بکوبیم، امواج صوتی که به سمت دو میکروفون روانه می شوند، نخست میکروفون نزدیک تر و سپس میکروفون دور تر را متأثر می سازند. اختلاف فاصله میکروفون ها از محل برخورد چکش با صفحه فلزی را اندازه می گیریم. با استفاده از زمان سنج می توانیم تأخیر زمانی بین دریافت صوت توسط دو میکروفون را ثبت کنیم. اکنون با استفاده از رابطه $v = \Delta x / \Delta t$ می توانیم 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. 	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، ۳۲۰ 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. برگرفته از: کتاب: صوت نوشته: جی. استفنسن
۲۸ تمرین ۳-۳ شخصی با چکش 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 نزدیک به انتهای دیگر میله گذاشته است، دو صدا را که یکی از میله می آید و دیگری از هوای اطراف میله، با اختلاف زمانی ۱/۲ s می شنود. اگر تندی صوت در هوا ۳۴۰ m/s باشد، طول میله چقدر است؟	اگر تندی صوت در هوا V_a و اگر تندی صوت در میله V_b $\Delta T = \frac{\Delta x}{V_a} - \frac{\Delta x}{V_b} = \frac{(V_b - V_a) \Delta x}{V_a V_b} \rightarrow \Delta x = \frac{V_a V_b}{V_b - V_a} \Delta t$

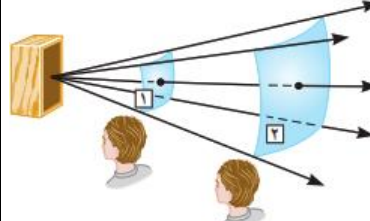
$\rightarrow \Delta x = \frac{v_a (15v_a)}{15v_a - v_a} \Delta t = \frac{15v_a}{14v_a} \Delta t = \frac{15 \times 340 \text{ m/s}}{14} \times 0.12 \text{ s} = 43.7 \text{ m}$	
$\beta_1 = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I_1}{I_0}\right) = (10 \text{ dB}) \log(I_1 - I_0)$ $\beta_2 = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I_2}{I_0}\right) = (10 \text{ dB}) \log(I_2 - I_0)$ $\beta_2 - \beta_1 = (10 \text{ dB}) \log(I_2 - I_1) \rightarrow \beta_2 - \beta_1 = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I_2}{I_1}\right)$ $\beta_2 - \beta_1 = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{100 I_1}{I_1}\right) \rightarrow \beta_2 - \beta_1 = (10 \text{ dB}) \log(100) = (10 \text{ dB})(2) = 20 \text{ dB}$	تمرین ۷-۳ با زیاد کردن صدای تلویزیونی، شدت صوتی که به گوش ما می رسد ۱۰۰ برابر می شود. تراز شدت صوتی که می شنویم چند دسی بل افزایش یافته است؟
الف) تندی چشمه ها به ترتیب از شکل (الف) تا شکل (ت) افزایش می یابند ب) در شکل های (الف) تا (پ) تندی چشمه ها کوچکتر از تندی صوت است ولی در شکل (ت) این تندی بیشتر از تندی صوت می شود. 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. در شکل (الف)، یک چشمه صوت ساکن امواج کروی گسیل می کند. که فاصله شعاعی بین جبهه های موج یکسان است. در شکل های (ب) و (پ) چشمه صوت به سمت راست حرکت کرده است. تنها تفاوت شکل های (ب) و (پ) در این است که تندی چشمه صوت در (ب) بیشتر از این تندی در (ب) است و بدین ترتیب ازدحام جبهه های موج در جلوی چشمه گسیلنده شکل (پ) بیشتر از شکل (ب) است. ناظری که در سمت راست چشمه 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	پرسش ۷-۳ در هر ردیف شکل روبه رو، جبهه های موج متوالی حاصل از یک چشمه را می بینید. الف) تندی چشمه ها را با هم مقایسه کنید. ب) تندی هر چشمه را با تندی صوت مقایسه کنید. (الف) (ب) (ب) (ت)

بالا تر 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.	
چون چشمه 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.	بخش ۳-۸ شکل زیر چشمه نوری را نشان می دهد که در حال حرکت به طرف راست است. چشمه، نوری با بسامد f را گسیل می کند. بسامد نوری که آشکارساز ساکن دریافت می کند بیشتر از f است یا کمتر؟ 
	۳-۵ و ۳-۶ موج و انواع آن، و مشخصه های موج
الف) تندی موج تغییر نمی کند. ب) بسامد موج به چشمه موج بستگی دارد پس تغییر نمی کند. طبق رابطه $V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ با افزایش کشش ریسمان، تندی موج افزایش می یابد. طبق رابطه $\lambda = \frac{V}{f}$ با افزایش تندی موج، طول موج نیز افزایش می یابد.	۱۱. 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 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 موج.

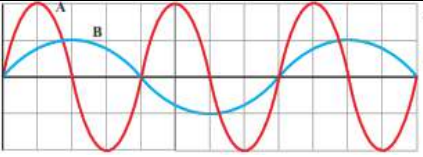
 (الف) $\lambda = \frac{V}{f} \rightarrow \Delta / \circ \text{ cm} = \frac{10 \cdot \frac{\text{cm}}{\text{s}}}{f} \rightarrow f = 2 \text{ Hz}$ $L = \frac{\lambda}{4} \rightarrow L = \frac{\Delta \text{ cm}}{4} = 1/25 \text{ cm}$ (ب) (پ)	۳۳. شکل زیر یک تصویر لحظه ای از موجی عرضی در یک ریسمان کشیده شده را نشان می دهد. موج به سمت چپ حرکت می کند. (الف) با رسم این موج در زمان $T/4$ 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 $5/0 \text{ cm}$ و تندی موج 10 cm/s باشد، بسامد موج را به دست آورید. (پ) تعیین کنید موج در مدت $T/4$ چه مسافتی را پیموده است؟
$\lambda = \Delta x = 40 / \circ \text{ cm}$ $A = \Delta y = 15 / \circ \text{ cm}$ $\lambda = \frac{V}{f} \rightarrow 40 \times 10^{-2} \text{ m} = \frac{V}{8 \text{ Hz}} \rightarrow V = 3/2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $T = \frac{1}{f} \rightarrow T = \frac{1}{8} \text{ s} = 0/125 \text{ s}$	۳۴. در نمودار جابه جایی - مکان موج عرضی شکل زیر $\Delta x = 40 / \circ \text{ cm}$ و $\Delta y = 15 / \circ \text{ cm}$ است. اگر بسامد نوسان های چشمه $8 / \circ \text{ Hz}$ باشد، طول موج، دامنه، تندی و دوره تناوب موج چقدر است؟ 
تندی انتشار موج (V) 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.	۳۵. شکل زیر موجی عرضی در یک ریسمان را نشان می دهد که با تندی v به سمت راست حرکت می کند، در حالی که تندی ذره نشان داده شده ریسمان v' است. آیا این دو تندی با هم برابرند؟ توضیح دهید. 

۳۶. شکل زیر یک موج سینوسی را در لحظه ای از زمان نشان می دهد که در جهت محور x در طول ریسمان کشیده شده ای حرکت می کند. چهار جزء از این ریسمان روی شکل نشان داده شده اند. در این لحظه هر یک از این چهار جزء بالا می روند یا پایین؟	جابجایی												
۳۷. سیمی با چگالی $\gamma / 8 = \text{g/cm}^3$ و سطح مقطع 50 mm^2 بین دو نقطه با نیروی 156 N کشیده شده است. تبدی انتشار موج عرضی را در این سیم محاسبه کنید.	$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \rightarrow V = \sqrt{\frac{FL}{M}} \rightarrow V = \sqrt{\frac{FL}{\rho V}} = \sqrt{\frac{FL}{\rho AL}} \rightarrow V = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$ $\rightarrow V = \sqrt{\frac{156 \text{ N}}{(\gamma / 8 \times 10^{-2} \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}) \times 0.50 \times 10^{-6}}} = 200 \text{ m/s}$												
۳۸. شکل زیر طیف موج های الکترومغناطیسی را با یک مقیاس تقریبی نشان می دهد. الف) نام قسمت هایی از طیف را که با حروف علامت گذاری شده اند، بنویسید. ب) اگر در طول طیف از چپ به راست حرکت کنیم، مقدار کدام مشخصه های موج افزایش یا کاهش می یابد و کدام ثابت می ماند؟	(الف) <table><tr><td>پرتوهای γ</td><td>پرتوهای x</td><td>P</td><td>Q</td><td>R</td><td>S</td></tr><tr><td>γ</td><td>X</td><td>P</td><td>Q</td><td>R</td><td>S</td></tr></table> طول موج افزایش می یابد بسامد کاهش می یابد (ب) سرعت ثابت می ماند. طول موج افزایش می یابد. بسامد و انرژی موج کاهش می یابد.	پرتوهای γ	پرتوهای x	P	Q	R	S	γ	X	P	Q	R	S
پرتوهای γ	پرتوهای x	P	Q	R	S								
γ	X	P	Q	R	S								
۳۹. 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 z انتقال می دهد. جهت میدان مغناطیسی موج را در این نقطه و این لحظه تعیین کنید.													

(الف) $f = \frac{C}{\lambda} \rightarrow f = \frac{3 \times 10^8 \frac{m}{s}}{6/20 \times 10^{-7}} = 4/8 \times 10^{14} \text{ Hz}$ (ب) $\lambda = \frac{C}{f} \rightarrow \lambda_0 = \frac{3/0 \times 10^8 \frac{m}{s}}{4/30 \times 10^{14}} = 6/9 \times 10^{-7} \text{ m}$ $\lambda = \frac{2/25 \times 10^8 \frac{m}{s}}{4/30 \times 10^{14}} = 5/2 \times 10^{-7} \text{ m}$	۴۰. الف) طول موج نور نارنجی در هوا حدود $6/20 \times 10^{-7} \text{ m}$ است، بسامد این نور چند هرتز است؟ ب) بسامد نور قرمز در حدود $4/30 \times 10^{14} \text{ Hz}$ 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.)	
الف) فاصله بین دو تراکم متوالی (یا دو انبساط متوالی) λ است. $\lambda = \frac{V}{f} \rightarrow \lambda = \frac{100 \frac{m}{s}}{10 \text{ Hz}} = 10 \text{ m}$ ب) فاصله بین یک تراکم و یک انبساط متوالی $\lambda/2$ است. $\frac{\lambda}{2} = 5 \text{ m}$	۴۱. چشمه موجی با بسامد 10 Hz در یک محیط که تندی انتشار موج در آن 100 m/s است، نوسان هایی طولی ایجاد می کند. اگر دامنه نوسان ها $4/0 \text{ cm}$ باشد، الف) فاصله بین دو تراکم متوالی این موج چقدر است؟ ب) فاصله بین یک تراکم و یک انبساط متوالی چقدر است؟	
$V_L > V_T \rightarrow (\Delta t)_L < (\Delta t)_T$ $(\Delta t)_L = t_L ; (\Delta t)_T = t_T$ $\Delta t = t_T - t_L \rightarrow \Delta t = \frac{d}{V_T} - \frac{d}{V_L} \rightarrow 4/0 \times 10^{-7} \text{ s} = \frac{d}{50 \frac{m}{s}} - \frac{d}{150 \frac{m}{s}} = \frac{2d}{150 \frac{m}{s}}$ $d = \frac{150 \times 4/0 \times 10^{-7} \text{ m}}{2} = 0/3 \text{ m} = 30 \text{ cm}$	۴۲. 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 $v_L = 150 \text{ m/s}$ و امواج طولی با تندی $v_T = 50 \text{ m/s}$. 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؟ 	

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.	۴۳. 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
الف) $\omega = 2\pi f \rightarrow \omega = 2(3/14)(6/7 \times 10^6 \text{ Hz}) = 42/07 \times 10^6 \frac{\text{rad}}{\text{s}} = 4/2 \times 10^7 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ ب) $\lambda = \frac{V}{f} \rightarrow \lambda = \frac{1500 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{6/7 \times 10^6 \text{ Hz}} \rightarrow \lambda = 2/24 \times 10^{-4} \text{ m}$	۴۴. در سونوگرافی معمولاً از کاوه ای دستی موسوم به تراگذار فراصوتی^۱ 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 ۶/۷ 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؟ 
الف) $V'_{\text{فلز}} > V_{\text{هوا}}$ $t'_{\text{فلز}} < t_{\text{هوا}}$ $\Delta t = t - t' \rightarrow \Delta t = \frac{L}{V} - \frac{L}{V'} \rightarrow \Delta t = \frac{L(V' - V)}{V \times V'}$ ب) $\Delta t = \frac{L(V' - V)}{V \times V'} \rightarrow 1/00 \text{ s} = \frac{L(5941 - 340)}{340 \times 5941} \rightarrow 1/00 \text{ s} = \frac{5601L}{2019940}$ $\rightarrow L = 360/6 \text{ m}$	۴۵. تندی صوت در یک فلز خاص، برابر $v_{\text{فلز}}$ 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 Δt بین دریافت این دو صدا در گوش شنونده چقدر خواهد بود؟ ب) اگر $\Delta t = 1/00 \text{ s}$ و فلز از جنس فولاد باشد، طول L لوله چقدر است؟ ($v_{\text{هوا}} = 340 \text{ m/s}$)
$I_1 = \frac{\bar{P}}{A_1} = \frac{1/2 \times 10^{-4} \text{ W}}{4 \text{ m}^2} = 3 \times 10^{-5} \text{ W/m}^2$ $I_2 = \frac{\bar{P}}{A_2} = \frac{1/2 \times 10^{-4} \text{ W}}{12 \text{ m}^2} = 1 \times 10^{-5} \text{ W/m}^2$	۴۶. موجی صوتی با توان $1/2 \times 10^{-4} \text{ W}$ عمود بر جهت انتشار از دو صفحه فرضی (شکل ۲۶-۳) می گذرد. با فرض اینکه مساحت صفحه ها به ترتیب $A_1 = 4/0 \text{ m}^2$ و $A_2 = 12 \text{ m}^2$ باشد، شدت صوت در دو سطح را تعیین کنید و توضیح دهید چرا شنونده در محل صفحه دوم، صدا را آهسته تر می شنود. 

شنونده دوم توان بر واحد سطح کمتری از شنونده اول دریافت می کند.	
$\beta_1 = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I}{I_0}\right) = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{10^{-2} \text{ W/m}^2}{10^{-12} \text{ W/m}^2}\right) = 100 \text{ dB}$	۴۷. ۱۷۷. شدت صدای حاصل از یک مته سنگ شکن در فاصله 10 m از آن 10^{-2} W/m^2 است. تراز شدت صوتی آن برحسب dB چقدر می شود؟
$\beta_1 = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I_1}{I_0}\right) \rightarrow 28 \text{ dB} = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I_1}{10^{-12} \text{ W/m}^2}\right)$ $\rightarrow 2/8 = \log\left(\frac{I_1}{10^{-12} \text{ W/m}^2}\right) \rightarrow \frac{I_1}{10^{-12} \text{ W/m}^2} = 10^{2/8}$ $\rightarrow I_1 = 10^{2/8} \times 10^{-12} \text{ W/m}^2 = 10^{-9/2} \text{ W/m}^2 = 10^{-10} \times 10^{-1/8} \text{ W/m}^2$ $I_1 = 6/31 \times 10^{-10} \text{ W/m}^2$ یا $\beta_1 = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I_1}{I_0}\right) \rightarrow I_1 = I_0 \cdot 10^{\left(\frac{\beta_1}{10 \text{ dB}}\right)} = 6/31 \times 10^{-10} \text{ W/m}^2$ $\beta_2 = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I_2}{I_0}\right) \rightarrow I_2 = 10^{-12} \text{ W/m}^2 \times 10^{\left(\frac{92 \text{ dB}}{10 \text{ dB}}\right)} = 1/58 \times 10^{-3} \text{ W/m}^2$	۴۸. ۱۸۸. اگر به مدت ۱ دقیقه در معرض صوتی با تراز شدت 120 dB باشیم، آستانه شنوایی به طور موقت از 0 dB به 28 dB افزایش می یابد. مطالعات نشان داده است که به طور متوسط اگر به مدت ۱ سال 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.)
$\beta_2 - \beta_1 = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I_2}{I_1}\right) \rightarrow \frac{I_2}{I_1} = 10^{\left(\frac{\Delta \beta}{10 \text{ dB}}\right)} = 10^{\left(\frac{5 \text{ dB}}{10 \text{ dB}}\right)} = 10^{1/2} = 3/16$	۴۹. ۱۹۹. یک دستگاه صوتی، صدایی با تراز شدت $\beta_1 = 90 \text{ dB}$ و دستگاه صوتی دیگر، صدایی با تراز شدت $\beta_2 = 95 \text{ dB}$ ایجاد می کند. شدت های مربوط به این دو تراز (برحسب W/m^2) به ترتیب I_1 و I_2 هستند. نسبت I_2/I_1 را تعیین کنید.

$I = \frac{\bar{P}}{A} = \frac{\bar{P}}{4\pi r^2} \rightarrow \frac{I_1}{I_r} = \frac{\frac{\bar{P}}{4\pi r_1^2}}{\frac{\bar{P}}{4\pi r_r^2}} = \frac{r_r^2}{r_1^2} = \left(\frac{160\text{m}}{640\text{m}}\right)^2 = \left(\frac{1}{4}\right)^2$ $\frac{I_1}{I_r} = \left(\frac{1}{4}\right)^2 \rightarrow I_r = 16I_1 = 16 \times 0.1\text{W/m}^2 = 1.6\text{W/m}^2$	۵۰. ۱۱۱. در یک آتش بازی، موشکی در بالای آسمان منفجر می شود. فرض کنید صوت به طور یکنواخت در تمام جهات ها منتشر شود. از جذب انرژی صوتی در محیط و نیز از بازتابی که ممکن است امواج صوتی از زمین پیدا کند چشم پوشی کنید. با فرض اینکه صوت با شدت $I = 0.1\text{W/m}^2$ به شنونده ای برسد که به فاصله $r_1 = 640\text{m}$ از محل انفجار قرار دارد، این صوت به شنونده ای که در فاصله $r_r = 160\text{m}$ از محل انفجار قرار دارد با چه شدتی می رسد؟
بر طبق شکل $\lambda_B = 2\lambda_A$ ، $A_A = 2A_B$ $V_A = V_B \rightarrow \frac{f_B}{f_A} = \frac{\lambda_B}{\lambda_A} = \frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{1}{2}$ $\left. \begin{aligned} E &= 2\pi^2 m A^2 f^2 \\ I &= \frac{\bar{P}}{4\pi r^2} = \frac{E}{4\pi r^2 t} \end{aligned} \right\} \rightarrow I = \frac{2\pi m A^2 f^2}{4\pi r^2}$ $\frac{I_B}{I_A} = \frac{A_B^2 f_B^2}{A_A^2 f_A^2} = \frac{A_B^2 f_B^2}{(2A_B)^2 (2f_B)^2} = \frac{1}{16} \rightarrow I_A = 16I_B$	۵۱. ۱۱۱. نمودار جابه جایی - 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. 

۳۳۳. شکل زیر جهت های حرکت یک چشمه صوتی و یک ناظر (شنونده) را در وضعیت های مختلف نشان می دهد.

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

بسامدی را که ناظر در حالت های مختلف می شنود با حالت الف مقایسه کنید.

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

چشمه به ناظر نزدیک می شود.

$$f_{\text{الف}} > f_{\text{ب}}$$

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

چشمه از ناظر دور می شود.

$$f_{\text{الف}} < f_{\text{پ}}$$

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

ناظر از چشمه دور می شود.

$$f_{\text{الف}} < f_{\text{ث}}$$

در حالت (ث) ناظر به هدف چشمه حرکت کند با جبهه های موج بیشتری مواجه می شود که به معنی افزایش بسامد است.

ناظر به چشمه نزدیک می شود.

$$f_{\text{الف}} > f_{\text{ث}}$$