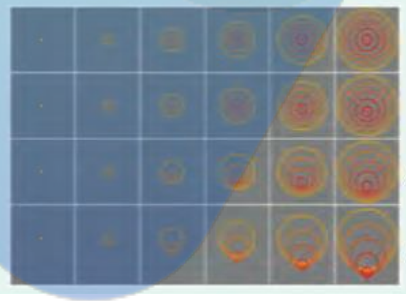
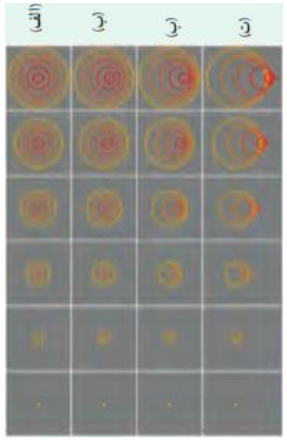
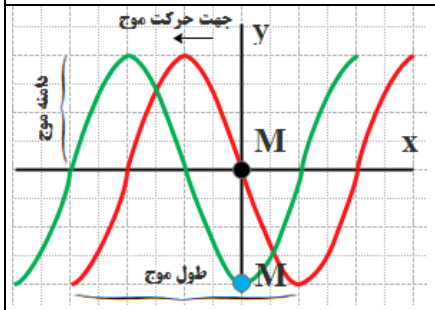
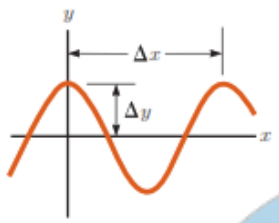
		گرفت. امروزه بواسطه ترقی صنعت، ساختن و استعمال این قبیل دیاپازون‌ها امری عادی است و چنانچه در انتخاب فلز دقت به عمل آید و سایر احتیاطات نیز لحاظ گردد، دقت دیاپازون تا یک میلیونیم ثانیه می‌رسد. دیاپازون وسیله‌ای فلزیست دارای دو شاخه که انتهای آنها به یک پایه مشترک وصل شده است. با وارد شدن ضربه به یکی از شاخه‌ها هوای داخل آن متراکم می‌شود و از آنجا که نه دیاپازون بسته است، این پدیده باعث به وجود آمدن امواج ساکن می‌شود که صدای آن قابل شنیدن است. بسامد هر دیاپازون ثابت است و به پدیده تشدید مربوط است. دیاپازون در شنوایی سنجی کاربردهای مختلفی از مقایسه شنوایی, تشخیص و تمایز مشکلات حسی و عصبی و تایید گپ دارد. ب) حشرات هنگام پرواز بال‌های خود را حرکت می‌دهند که با حرکت بال‌هایشان هوای اطراف را منبسط و منقبض کرده و صوت ایجاد می‌شود. پشه‌ها و مگس ها برخلاف بقیه حشرات تنها دو بال دارند و بقیه حشرات ۴ بال دارند. گفتنی است، در پشه‌ها و مگس‌ها ۲ تا از ۴ بال به صورت اندام‌های کوچکی درآمده‌اند که دمبل نامیده می‌شود و هنگام پرواز به بال‌ها می‌خورند و این صدای ویز ویز یا سوت هم نتیجه همین برخورد است. دمبل‌ها به پرواز این حشرات کمک‌های زیادی می‌کنند و باعث افزایش تعادل و قدرت مانور زیاد حشرات می‌شود.
۲۷	**فعالیت ۳-۶** **اندازه‌گیری تندی صوت**: یک روش ساده برای اندازه‌گیری تندی صوت به این ترتیب است: دو میکروفون را مطابق شکل به یک زمان‌سنج حساس[1] متصل کنید. این زمان‌سنج می‌تواند بازه‌های زمانی را با دقت میلی‌ثانیه اندازه‌گیری کند. وقتی چکش را به صفحهٔ فلزی بکوبیم، امواج صوتی که به سمت دو میکروفون روانه می‌شوند، نخست میکروفون نزدیک‌تر و سپس میکروفون دورتر را متأثر می‌سازند. اختلاف فاصلهٔ میکروفون‌ها از محل برخورد چکش با صفحهٔ فلزی را اندازه می‌گیریم. با استفاده از زمان‌سنج می‌توانیم تأخیر زمانی بین دریافت صوت توسط دو میکروفون را ثبت کنیم. اکنون با استفاده از رابطهٔ $v=\Delta x/\Delta t$ می‌توانیم تندی صوت را در هوا بیابیم. درصورتی که این اسباب را در مدرسه دارید با استفاده از آن، تندی صوت را در هوا اندازه بگیرید. 	چطور تندی/ سرعت صدا در هوا را اندازه‌گیری می‌کنند؟ یک نفر تفنگ خود را آتش می‌کند. شخصی دیگر که در سمت دیگر و در ۱۶۰۰ متری او ایستاده است، ۵ ثانیه بعد صدای تیر را می‌شنود. بنابراین، موج صدا در هر ۵ ثانیه، ۱۶۰۰ متر راه می‌پیماید. پس: سرعت صوت در هر ثانیه، ۳۳۰ متر بر ثانیه است. چطور تندی/ سرعت صدا را در آب اندازه‌گیری می‌کنند؟ سرعت صوت را در زیر آب، با فرستادن موج‌های صوتی از یک قایق به قایق دیگر اندازه می‌گیرند. سرعت صوت در آب، حدود ۱۴۶۰ متر بر ثانیه است. برگرفته از: کتاب: صوت نوشته: جی. استفنسن
۲۸	**تمرین ۳-۶** شخصی با چکّش به انتهای میلهٔ باریک بلندی ضربه‌ای می‌زند. 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 می‌آید و دیگری از هوای اطراف میله، با اختلاف زمانی ۰/۱۲s می‌شنود. اگر تندی صوت در هوا ۳۴۰m/s باشد، طول میله چقدر است؟	اگر تندی صوت در هوا V_a و اگر تندی صوت در میله V_b $\Delta T=\frac{\Delta x}{v_a}-\frac{\Delta x}{v_b}=\frac{(v_b-v_a)\Delta x}{v_a v_b}\rightarrow \Delta x=\frac{v_a v_b}{v_b-v_a}\Delta t$

		$\rightarrow \Delta x = \frac{v_a(15v_a)}{15v_a - v_a}\Delta t = \frac{15v_a}{14v_a}\Delta t = \frac{15\times 340 m/s}{14}\times 0/12s = 43/7m$
۲۹	**تمرین ۳-۷** با زیاد کردن صدای تلویزیونی، شدت صوتی که به گوش ما می‌رسد ۱۰۰ برابر می‌شود. تراز شدت صوتی که می‌شنویم چند دسی‌بل افزایش یافته است؟	$\beta_1 = (10dB)\log(\frac{I_1}{I_0}) = (10dB)\log(I_1 - I_0)$ $\beta_2 = (10dB)\log(\frac{I_2}{I_0}) = (10dB)\log(I_2 - I_0)$ $\beta_2 - \beta_1 = (10dB)\log(I_2 - I_1) \rightarrow \beta_2 - \beta_1 = (10dB)\log(\frac{I_2}{I_1})$ $\beta_2 - \beta_1 = (10dB)\log(\frac{100I_1}{I_1}) \rightarrow \beta_2 - \beta_1 = (10dB)\log(100) = (10dB)(2) = 20dB$
۳۰	**پرسش ۳-۷** در هر ردیف شکل روبه‌رو، جبهه‌های موج متوالی حاصل از یک چشمه را می‌بینید. الف) تندی چشمه‌ها را با هم مقایسه کنید. ب) تندی هر چشمه را با تندی صوت مقایسه کنید.  	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 پادساعتگرد 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) پیشتر از این تندی در (ب) است و بدین ترتیب ازدحام جبهه های موج در جلوی چشمه گسیلندهٔ 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

		بالاتر 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.
	۳-۵ و ۳-۶ موج و انواع آن، و مشخصه‌های موج	
۳۱	**۱۲.** یک نوسان‌ساز موج‌هایی دوره‌ای در یک ریسمان کشیده ایجاد می‌کند. الف) با افزایش بسامد نوسان‌ساز کدام‌یک از کمیت‌های زیر تغییر نمی‌کند؟ بسامد موج، تندی موج، طول‌موج موج. ب) حال اگر به جای افزایش بسامد، کشش ریسمان را افزایش دهیم، هر یک از کمیت‌های زیر چه تغییری می‌کند؟ بسامد موج، تندی موج، طول‌موج موج.	الف) تندی موج تغییر نمی‌کند. ب) بسامد موج به چشمه موج بستگی دارد پس تغییر نمی‌کند. طبق رابطه $V=\sqrt{\frac{F}{\mu}}$ با افزایش کشش ریسمان، تندی موج افزایش می‌یابد. طبق رابطه $\lambda=\frac{V}{f}$ با افزایش تندی موج، طول موج نیز افزایش می‌یابد.
۳۲	**۱۳.** شکل زیر یک تصویر لحظه‌ای از موجی عرضی در یک ریسمان کشیده شده را نشان می‌دهد. موج به سمت چپ حرکت می‌کند. الف) با رسم این موج در زمان $T/4$ بعد، نشان دهید جزء M ریسمان در این مدت در چه جهتی حرکت کرده است. همچنین روی این موج، دامنهٔ موج و طول‌موج را نشان دهید. ب) اگر طول‌موج ۵/۰cm و تندی موج ۱۰cm/s باشد، بسامد موج را به‌دست آورید. پ) تعیین کنید موج در مدت $T/4$ چه مسافتی را پیموده است?	الف)  ب) $\lambda=\frac{V}{f} \rightarrow 0.5\,cm=\frac{10\,\frac{cm}{s}}{f} \rightarrow f=2\,Hz$ پ) $L=\frac{\lambda}{4} \rightarrow L=\frac{5\,cm}{4}=1.25\,cm$

۳۳

۱۴. در نمودار جابه‌جایی ـ مکانِ موج عرضیِ شکل زیر $\Delta x=۴۰/۰\,cm$ و $\Delta y=۱۵/۰\,cm$ است. اگر بسامد نوسان‌های چشمه $۸/۰۰\,Hz$ باشد، طول‌موج، دامنه، تندی و دورهٔ تناوب موج چقدر است؟



$$\lambda = \Delta x = ۴۰/۰\ cm$$

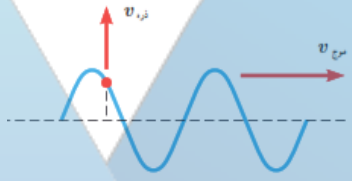
$$A = \Delta y = ۱۵/۰\ cm$$

$$\lambda = \frac{V}{f} \rightarrow ۴۰\times۱۰^{-۲}\ m = \frac{V}{۸\ Hz} \rightarrow V = ۳/۲\ \frac{m}{s}$$

$$T = \frac{۱}{f} \rightarrow T = \frac{۱}{۸}\ s = ۰/۱۲۵\ s$$

۳۴

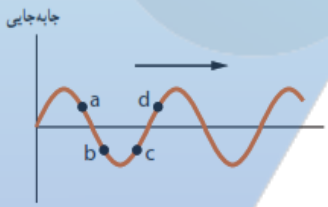
۱۵. شکل زیر موجی عرضی در یک ریسمان را نشان می‌دهد که با تندی $v_{موج}$ به سمت راست حرکت می‌کند، در حالی که تندیِ ذرهٔ نشان داده شدهٔ ریسمان $v_{ذره}$ است. آیا این دو تندی با هم برابرند؟ توضیح دهید.

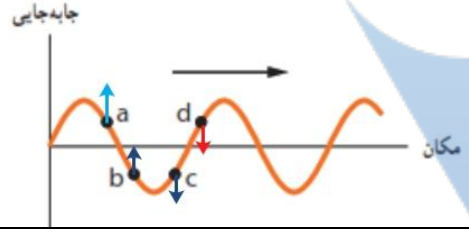


تندی انتشار موج ($V_{موج}$) به جنس و ویژگی های محیط انتشار بستگی دارد و از رابطه $V=\sqrt{\frac{F}{\mu}}$ به دست می‌آید. هر ذره نیز با انتشار موج در محیط با تندی ($V_{ذره}$) نوسان می‌کند که در نقاط مختلف متغیر است. در شکل داده شده $V_{ذره}$ بر $V_{موج}$ عمود است.

۳۵

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





۳۶

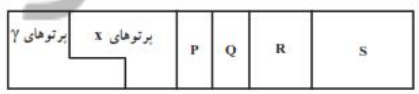
۱۷. سیمی با چگالی $۷/۸۰\,g/cm^۳$ و سطح مقطع $۰/۵۰\,mm^۲$ بین دو نقطه با نیروی $۱۵۶\ N$ کشیده شده است. تندی انتشار موج عرضی را در این سیم محاسبه کنید.

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \rightarrow V = \sqrt{\frac{FL}{M}} \rightarrow V = \sqrt{\frac{FL}{\rho V}} = \sqrt{\frac{FL}{\rho AL}} \rightarrow V = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$$

$$\rightarrow V = \sqrt{\frac{۱۵۶\ N}{(۷/۸\times۱۰^{۳}\ \frac{Kg}{m^۳})\times۰/۵۰\times۱۰^{-۶}}} = ۲۰۰\ m/s$$

۳۷

۱۸. شکل زیر طیف موج‌های الکترومغناطیسی را با یک مقیاس تقریبی نشان می‌دهد.

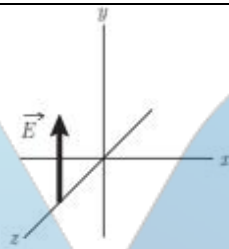
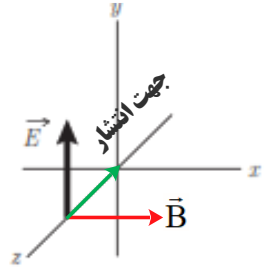


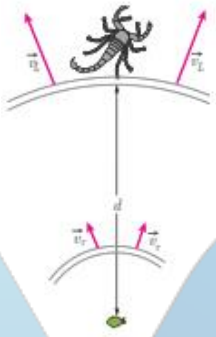
الف) نام قسمت‌هایی از طیف را که با حروف علامت‌گذاری شده‌اند، بنویسید.

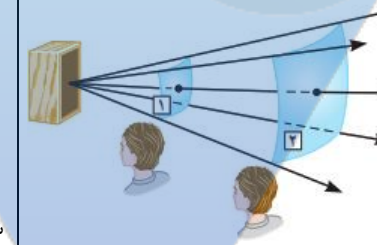
ب) اگر در طول طیف از چپ به راست حرکت کنیم، مقدار کدام مشخصه‌های موج افزایش یا کاهش می‌یابد و کدام ثابت می‌ماند؟

الف)

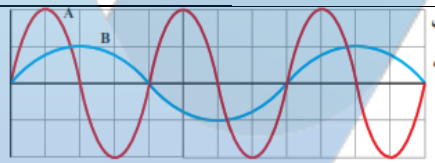
رادیویی	فروسرخ	نور مرئی	فرابنفش	پرتوهای	پرتوهای
S	R	Q	P	X	γ

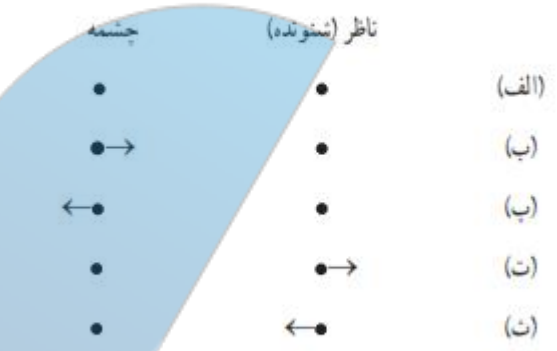
		طول موج افزایش می یابد / **بسامد کاهش می یابد** ب) سرعت ثابت می‌ماند. طول موج افزایش می‌یابد. بسامد و انرژی موج کاهش می‌یابد.
۳۸	۱۹. شکل زیر میدان الکتریکی یک موج الکترومغناطیسی سینوسی را در نقطه‌ای معیّن و دور از چشمه، در یک لحظه نشان می‌دهد. موج انرژی را در خلاف جهت محور z انتقال می‌دهد. جهت میدان مغناطیسی موج را در این نقطه و این لحظه تعیین کنید. 	
۳۹	۲۰. الف) طول‌موج نور نارنجی در هوا حدود $۶/۲۰\times۱۰^{-۷}\ m$ است، بسامد این نور چند هرتز است؟ ب) بسامد نور قرمز در حدود $۴/۳۰\times۱۰^{۱۴}\ Hz$ است. طول‌موج این نور را در هوا و آب حساب کنید. (سرعت نور را در هوا $۳/۰\times۱۰^{۸}\ m/s$ و در آب $۲/۲۵\times۱۰^{۸}\ m/s$ فرض کنید.)	الف) $f=\frac{C}{\lambda}\rightarrow f=\frac{۳\times۱۰^{۸}\ \frac{m}{s}}{۶/۲۰\times۱۰^{-۷}}=۴/۸\times۱۰^{۱۴}\ Hz$ ب) $\lambda=\frac{C}{f}\rightarrow \lambda_{\circ}=\frac{۳/۰\times۱۰^{۸}\ \frac{m}{s}}{۴/۳۰\times۱۰^{۱۴}}=۶/۹\times۱۰^{-۷}\ m$ $\lambda=\frac{۲/۲۵\times۱۰^{۸}\ \frac{m}{s}}{۴/۳۰\times۱۰^{۱۴}}=۵/۲\times۱۰^{-۷}\ m$
۴۰	۲۱. چشمهٔ 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 دامنهٔ نوسان‌ها ۴/۰ cm باشد، الف) فاصلهٔ بین دو تراکم متوالی این موج چقدر است؟ ب) فاصلهٔ بین یک تراکم و یک انبساط متوالی چقدر است؟	الف) فاصله بین دو تراکم متوالی (یا دو انبساط متوالی) λ است. $\lambda=\frac{V}{f}\rightarrow \lambda=\frac{۱۰۰\ \frac{m}{s}}{۱۰\ Hz}=۱۰\ m$ ب) فاصله بین یک تراکم و یک انبساط متوالی $\lambda/۲$ است. $\frac{\lambda}{۲}=۵\ m$

۴۱	**۴۱.** عقرب‌های ماسه‌ای وجود طعمه را با امواجی که بر اثر حرکت طعمه در ساحل شنی ایجاد می‌شود، احساس می‌کنند. این امواج که در سطح ماسه منتشر می‌شوند، بر دو نوع‌اند : امواج عرضی با تندی $v_T = ۵۰\,m/s$ و امواج طولی با تندی $v_L = ۱۵۰\,m/s$. عقرب ماسه‌ای می‌تواند با استفاده از اختلاف زمانی بین زمان رسیدن این امواج به نزدیک‌ترین پای خود، فاصلهٔ خود از طعمه را تعیین کند. اگر این اختلاف زمان برابر $\Delta t = ۴/۰\,ms$ باشد، طعمه در چه فاصله‌ای از عقرب قرار دارد؟ 	$V_L \rangle V_T \rightarrow (\Delta t)_L \langle (\Delta t)_T$ $(\Delta t)_L = t_L \;;\; (\Delta t)_T = t_T$ $\Delta t = t_T - t_L \rightarrow \Delta t = \frac{d}{V_T} - \frac{d}{V_L} \rightarrow ۴/۰\times۱۰^{-۳}\,s = \frac{d}{۵۰\frac{m}{s}} - \frac{d}{۱۵۰\frac{m}{s}} = \frac{۲d}{۱۵۰\frac{m}{s}}$ $d = \frac{۱۵۰\times۴/۰\times۱۰^{-۳}\,m}{۲} = ۰/۳\,m = ۳۰\,cm$
۴۲	**۴۲.** توضیح دهید کدام یک از عامل های زیر بر تندی صوت در هوا مؤثر است. الف) شکل موج　ب) دامنهٔ موج　پ) بسامد موج　ت) دمای هوا	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	**۴۳.** در سونوگرافی معمولاً از کاوه‌ای[۱] دستی موسوم به *تراگذار فراصوتی*[۲] برای تشخیص پزشکی استفاده می‌شود که دقیقاً روی ناحیهٔ موردنظر از بدن بیمار گذاشته و حرکت داده می‌شود. این کاوه در بسامد ۶/۷MHz عمل می‌کند. الف) بسامد زاویه‌ای در این کاوهٔ نوسان چقدر است؟ ب) اگر تندی موج صوتی در بافتی نرم از بدن ۱۵۰۰m/s باشد، طول‌موج این موج در این بافت چقدر است؟	الف) $\omega = ۲\pi f \rightarrow \omega = ۲(۳/۱۴)(۶/۷\times۱۰^{۶}\,Hz) = ۴۲/۰۷\times۱۰^{۶}\,\frac{rad}{s} = ۴/۲\times۱۰^{۷}\,\frac{rad}{s}$ ب) $\lambda = \frac{V}{f} \rightarrow \lambda = \frac{۱۵۰۰\frac{m}{s}}{۶/۷\times۱۰^{۶}\,Hz} \rightarrow \lambda = ۲/۲۴\times۱۰^{-۴}\,m$

۴۴	**۴۵.** تندی صوت در یک فلز خاص، برابر $v_{فلز}$ است. به یک سر لولهٔ توخالی بلندی از جنس این فلز به طول L ضربهٔ محکمی می‌زنیم. شنونده‌ای که در سر دیگر این لوله قرار دارد دو صدا را می‌شنود. یکی ناشی از موجی است که از دیوارهٔ لوله می‌گذرد و دیگری از موجی است که از طریق هوای داخل لوله عبور می‌کند. الف) اگر تندی صوت در هوا $v_{هوا}$ باشد، بازهٔ زمانی Δt بین دریافت این دو صدا در گوش شنونده چقدر خواهد بود؟ ب) اگر $\Delta t = ۱/۰۰\,s$ و فلز از جنس فولاد باشد، طول L لوله چقدر است؟ $(v_{هوا} = ۳۴۰\,m/s)$	الف) $V'_{فلز} > V_{هوا}$ $t'_{فلز} < t_{هوا}$ $\Delta t = t - t' \rightarrow \Delta t = \frac{L}{V} - \frac{L}{V'} \rightarrow \Delta t = \frac{L(V'-V)}{V \times V'}$ ب) $\Delta t = \frac{L(V'-V)}{V \times V'} \rightarrow ۱/۰۰s = \frac{L(۵۹۴۱-۳۴۰)}{۳۴۰ \times ۵۹۴۱} \rightarrow ۱/۰۰s = \frac{۵۶۰۱L}{۲۰۱۹۹۴۰}$ $\rightarrow L = ۳۶۰/۶m$
۴۵	**۴۶.** موجی صوتی با توان $۱/۲\times۱۰^{-۴}W$ عمود بر جهت انتشار از دو صفحهٔ فرضی (شکل ۳ـ۲۶) می‌گذرد. با فرض اینکه مساحت صفحه‌ها به‌ترتیب $A_۱=۴/۰m^۲$ و $A_۲=۱۲m^۲$ باشد، شدت صوت در دو سطح را تعیین کنید و توضیح دهید چرا شنونده در محل صفحهٔ دوم، صدا را آهسته‌تر می‌شنود. 	$I_۱ = \frac{\bar{P}}{A_۱} = \frac{۱/۲\times۱۰^{-۴}W}{۴m^۲} = ۳\times۱۰^{-۵}W/m^۲$ $I_۲ = \frac{\bar{P}}{A_۲} = \frac{۱/۲\times۱۰^{-۴}W}{۱۲m^۲} = ۱\times۱۰^{-۵}W/m^۲$ شنونده دوم توان بر واحد سطح کمتری از شنونده اول دریافت می کند.
۴۶	**۴۷.** شدت صدای حاصل از یک متهٔ سنگ‌شکن در فاصلهٔ ۱۰/۰m از آن $۱/۰\times۱۰^{-۲}W/m^۲$ است. تراز شدت صوتی آن برحسب dB چقدر می‌شود؟	$\beta_۱ = (۱۰dB)\log(\frac{I}{I_۰}) = (۱۰dB)\log(\frac{۱۰^{-۲}W/m^۲}{۱۰^{-۱۲}W/m^۲}) = ۱۰^۲\,dB$

۴۷	**۴۸.** اگر به مدت ۱۰ دقیقه در معرض صوتی با تراز شدت ۱۲۰dB باشیم، آستانهٔ شنوایی به‌طور موقت از ۰dB به ۲۸dB افزایش می‌یابد. مطالعات نشان داده است که به‌طور متوسط اگر به مدت ۱۰ سال در معرض صدایی با تراز شدت ۹۲dB قرار گیریم، آستانهٔ شنوایی به‌طور دائم به ۲۸dB افزایش می‌یابد. شدت‌های صوت مربوط به ۲۸dB و ۹۲dB چقدر است؟ (راهنمایی : برای پاسخ دادن لازم است از ماشین‌حساب مناسب استفاده کنید.)	$\beta_1=(10\,dB)\log(\frac{I_1}{I_0})\rightarrow 28\,dB=(10\,dB)\log(\frac{I_1}{10^{-12}\,W/m^2})$ $\rightarrow 2/8=\log(\frac{I_1}{10^{-12}\,W/m^2})\rightarrow \frac{I_1}{10^{-12}\,W/m^2}=10^{2/8}$ $\rightarrow I_1=10^{2/8}\times 10^{-12}\,W/m^2=10^{-9/2}\,W/m^2=10^{-10}\times 10^{0/8}\,W/m^2$ $I_1=6/31\times 10^{-10}\,W/m^2$ یا $\beta=(10\,dB)\log(\frac{I}{I_0})\rightarrow I=I_0 10^{\left(\frac{\beta}{10\,dB}\right)}$ $\beta_1=(10\,dB)\log(\frac{I_1}{I_0})\rightarrow I_1=10^{-12}\,W/m^2\times 10^{\left(\frac{28\,dB}{10\,dB}\right)}=6/31\times 10^{-10}\,W/m^2$ $\beta_2=(10\,dB)\log(\frac{I_2}{I_0})\rightarrow I_2=10^{-12}\,W/m^2\times 10^{\left(\frac{92\,dB}{10\,dB}\right)}=1/58\times 10^{-3}\,W/m^2$
۴۸	**۴۹.** یک دستگاه صوتی، صدایی با تراز شدت β_1=۹۰/۰dB و دستگاه صوتی دیگر، صدایی با تراز شدت β_2=۹۵/۰dB ایجاد می‌کند. شدت‌های 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.	$\beta_2-\beta_1=(10\,dB)\log(\frac{I_2}{I_1})\quad\rightarrow\frac{I_2}{I_1}=10^{\left(\frac{\Delta\beta}{10\,dB}\right)}=10^{\left(\frac{5\,dB}{10\,dB}\right)}=10^{0/5}=3/16$

۴۹	**۳۰.** در یک آتش‌بازی، موشکی در بالای آسمان منفجر می‌شود. فرض کنید صوت به‌طور یکنواخت در تمام جهت‌ها منتشر شود. از جذب انرژی صوتی در محیط و نیز از بازتابی که ممکن است امواج صوتی از زمین پیدا کند چشم‌پوشی کنید. با فرض اینکه صوت با شدت $I=۰/۱۰\,W/m^۲$ به شنونده‌ای برسد که به فاصلهٔ $r_۱=۶۴۰\,m$ از محل انفجار قرار دارد، این صوت به شنونده‌ای که در فاصلهٔ $r_۲=۱۶۰\,m$ از محل انفجار قرار دارد با چه شدتی می‌رسد؟	$I=\frac{\bar{P}}{A}=\frac{\bar{P}}{۴\pi r^۲}\rightarrow \frac{I_۱}{I_۲}=\frac{\frac{\bar{P}}{۴\pi r_۱^۲}}{\frac{\bar{P}}{۴\pi r_۲^۲}}=\frac{r_۲^۲}{r_۱^۲}=\left(\frac{۱۶۰m}{۶۴۰m}\right)^۲=(\frac{۱}{۴})^۲$ $\frac{I_۱}{I_۲}=(\frac{۱}{۴})^۲\rightarrow I_۲=۱۶I_۱=۱۶\times ۰/۱W/m^۲=۱/۶W/m^۲$
۵۰	**۳۱.** نمودار جابه‌جایی ـ مکان دو موج صوتی A و B که در یک محیط منتشر شده‌اند، به‌صورت زیر است. دامنه، طول‌موج، بسامد و شدت این دو موج صوتی را با هم مقایسه کنید. 	بر طبق شکل $A_A=۲A_B$ ، $\lambda_B=۲\lambda_A$ $V_A=V_B\rightarrow \frac{f_B}{f_A}=\frac{\frac{V_B}{\lambda_B}}{\frac{V_A}{\lambda_A}}=\frac{\lambda_A}{\lambda_B}=\frac{۱}{۲}$ $\left.\begin{array}{l}E=۲\pi^۲mA^۲f^۲\\ I=\frac{\bar{P}}{۴\pi r^۲}=\frac{E}{۴\pi r^۲t}\end{array}\right\}\rightarrow I=\frac{۲\pi mA^۲f^۲}{۴tr^۲}$ $\frac{I_B}{I_A}=\frac{A_B^۲f_B^۲}{A_A^۲f_A^۲}=\frac{A_B^۲f_B^۲}{(۲A_B)^۲(۲f_B)^۲}=\frac{۱}{۱۶}\rightarrow I_A=۱۶I_B$

۵۱	**۳۴.** شکل زیر جهت‌های حرکت یک چشمهٔ صوتی و یک ناظر (شنونده) را در وضعیت‌های مختلف نشان می‌دهد.  بسامدی راکه ناظر در حالت‌های مختلف می‌شنود 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 کوتاه‌تری نسبت به وضعیتی که چشمه، ساکن بود اندازه می گیرد که این به معنی افزایش بسامد برای این ناظر است. چشمه به ناظر نزدیک می‌شود. $f_{\text{ب}} > f_{\text{الف}}$ با دور شدن چشمه، از بسامدی که ناظر اندازه می‌گیرد کم می شود و بنابراین در حالت (پ) کاهش بسامد داریم چشمه از ناظر دور می‌شود. $f_{\text{پ}} > f_{\text{الف}}$ در حالت (ت) از چشمه دور شود به معنی کاهش بسامد خواهد بود. ناظر از چشمه دور می‌شود. $f_{\text{ت}} > f_{\text{الف}}$ در حالت (ث) ناظر به هدف چشمه حرکت کند با جبهه‌های موج پیشتری مواجه می‌شود که به معنی افزایش بسامد است. ناظر به چشمه نزدیک می‌شود. $f_{\text{ث}} > f_{\text{الف}}$