۱. یک وزنهٔ ۲۰N را از انتهای یک فنر قائم می‌آویزیم، فنر ۲۰cm کشیده می‌شود. سپس این فنر را در حالی که به یک وزنهٔ ۵/۰N متصل است روی میز بدون اصطکاکی به نوسان درمی‌آوریم. دورهٔ تناوب این نوسان چقدر است؟

(۱)

$mg = ۲۰N \quad x_0 = ۲۰cm$

$K = \frac{mg}{x_0} = \frac{۲۰}{۰/۲} \Rightarrow K = ۱۰۰ \frac{N}{m}$

$T = ۲\pi\sqrt{\frac{m'}{K}} = ۲\pi\sqrt{\frac{۰/۵}{۱۰۰}}$

$T = \frac{۲\pi}{\sqrt{۲۰۰}}$ ، $T = \frac{\sqrt{۲}}{۱۰}\pi\ s$

$T = ۰/۴۴۴\ s$

کنترل کاروانی

۲. هرگاه جسمی به جرم m به فنری متصل شود و به نوسان درآید، با دورهٔ تناوب ۲/۰s نوسان می‌کند. اگر جرم این جسم ۲/۰kg افزایش یابد، دورهٔ تناوب ۳/۰s می‌شود. مقدار m چقدر است؟

$\begin{cases} m_1 = m \\ T_1 = ۲s \\ m_2 = m+۲ \\ T_2 = ۳s \end{cases}$

$T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow T \propto \sqrt{m}$

$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{m'}{m}} \Rightarrow \frac{۳}{۲} = \sqrt{\frac{m+۲}{m}} \Rightarrow \frac{۹}{۴} = \frac{m+۲}{m}$

محمد انصاری نیار

$۹m = ۴m + ۸ \Rightarrow m = ۱/۶kg$

پاسخ سوال (۲)

$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{m'}{m}}$

$\frac{۳}{۲} = \sqrt{\frac{m+۲}{m}} \rightarrow \frac{۹}{۴} = \frac{m+۲}{m}$

$۹m - ۴m = ۸ \rightarrow m = \frac{۸}{۵} = ۱/۶kg$

۳. جرم خودرویی همراه با سرنشینان آن ۱۶۰۰kg است. این خودرو روی چهار فنر با ثابت $۲/۰۰ \times ۱۰^۴ N/m$ سوار شده است. دورهٔ تناوب، بسامد، و بسامد زاویه‌ای ارتعاش خودرو وقتی از چاله‌ای می‌گذرد چقدر است؟ فرض کنید وزن خودرو به‌طور یکنواخت روی فنرهای چهارچرخ توزیع شده است.

$T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{K}} = ۲ \times ۳/۱۴ \times \sqrt{\frac{۴۰۰}{۲ \times ۱۰^۴}} = ۰/۸۹\ s$

$f = \frac{۱}{T} = ۱/۱۲\ Hz$

$\omega = ۲\pi f = ۲ \times ۳/۱۴ \times ۱/۱۲ = ۷/۰۳\ rad/s$

(۴)

$K = ۴ \times ۲ \times ۱۰^۴ = ۸ \times ۱۰^۴ \frac{N}{m}$

$T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{K}} = ۲ \times ۳/۱۴\sqrt{\frac{۱۶۰۰}{۸ \times ۱۰^۴}} = ۴ \times ۳/۱۴\sqrt{\frac{۲}{۱۰۰}}$

$T = ۰/۶۲۸\sqrt{۲} \Rightarrow T = ۰/۸۸\ s$

$f = \frac{۱}{T} = \frac{۱}{۰/۸۸} \Rightarrow f = ۱/۱۳۶\ Hz$

$F = kx \rightarrow ۲۰ = k \times ۰/۲ \rightarrow k = ۱۰۰ \frac{N}{m}$

$T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = ۲\pi\sqrt{\frac{۰/۵}{۱۰۰}} = ۲\pi\sqrt{۵ \times ۱۰^{-۳}} = ۰/۱۴۸\ (s)$

$T = ۰/۴۴(s)$

پاسخ سوال (۱)

$F = k\Delta x \rightarrow ۲۰ = k \times ۲۰ \times ۱۰^{-۲} \rightarrow k = ۱۰۰ \frac{N}{m}$

$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \rightarrow \frac{۲\pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}} \rightarrow T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

$T = ۲ \times ۳/۱۴\sqrt{\frac{۰/۵}{۱۰۰}} = \frac{۲ \times ۳/۱۴}{۱۰} \times ۰/۵ = ۰/۴۴۴\ s$

شروع فروز

$T = ۲(S) \quad m' = m+۲ \quad T' = ۳(S)$

$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{m'}{m}}$ زاویه‌ای

$\frac{۳}{۲} = \sqrt{\frac{m+۲}{m}} \rightarrow \frac{۹}{۴} = \frac{m+۲}{m}$

$m = ۱/۶\ Kg$

(۲)

$m_1 = m \quad T_1 = ۲\ S$

$m_2 = m+۲ \quad T_2 = ۳\ S$

$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{m}{m+۲}}$ ، $(\frac{۲}{۳})^۲ = \frac{m}{m+۲}$

$۹m = ۴m + ۸ \Rightarrow m = ۱/۶\ Kg$

استاد جواد عابدینی

کنترل کاروانی

$\begin{cases} m = ۴۰۰kg \\ k = ۴ \times ۱۰^۴ \frac{N}{m} \\ T = ? \\ f = ? \\ \omega = ? \end{cases}$

$T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow T = ۲\pi\sqrt{\frac{۱۶۰۰}{۴۰۰۰}} = ۰/۸۸s$

$f = \frac{۱}{T} \Rightarrow f = \frac{۱}{۰/۸۹} \approx ۱/۱۲Hz$

$\omega = ۲\pi f \Rightarrow \omega = ۲ \times ۳/۱۴ \times ۱/۱۲ \approx ۷/۰۳ \frac{rad}{s}$

محمد انصاری نیار

۳

$M = ۱۴۰۰kg \rightarrow$ ۴ سرنشین $\rightarrow m = \frac{۱۶۰۰}{۴} = ۴۰۰kg$

$K = ۴ \times ۱۰^۴ \frac{N}{m}$

زاویه‌ای

$T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{K}} = ۲\pi\sqrt{\frac{۴۰۰}{۴ \times ۱۰^۴}} = ۲\pi \times \frac{۲}{۱۰\sqrt{۲}} \times \frac{\sqrt{۲}}{\sqrt{۲}} = ۰/۲\sqrt{۲}\pi\ (s)$

$f = \frac{۱}{T} = \frac{۱۰}{۲\sqrt{۲}\pi} = \frac{۵\sqrt{۲}}{\pi}\ Hz$

$\omega = ۲\pi f = ۵\sqrt{۲}\ rad/s$

پاسخ سوال (۳)

$۱۶۰۰ \div ۴ = ۴۰۰\ kg$

$\omega = \sqrt{\frac{K}{m}} = \sqrt{\frac{۲ \times ۱۰^۴}{۴۰۰}} = \sqrt{۵۰} = ۷/۰۷\ \frac{rad}{s}$

$f = \frac{\omega}{۲\pi} = \frac{۷/۰۷}{۲ \times ۳/۱۴} = ۱/۱۲۵\ Hz$

۳. جرم خودرویی همراه با سرنشینان آن ۱۶۰۰kg است. این خودرو روی چهار فنر با ثابت $2/00\times10^{4}\ N/m$ سوار شده است. دورهٔ تناوب، بسامد، و بسامد زاویه‌ای ارتعاش خودرو وقتی از جاله‌ای می‌گذرد چقدر است؟ فرض کنید وزن خودرو به‌طور یکنواخت روی فنرهای چهارچرخ توزیع شده است.

$m=1600kg$, $k=4\times2\times10^{4}\ \frac{N}{m}$, $T=?$, $f=?$, $\omega=?$

$T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow T=2\pi\sqrt{\frac{1600}{80000}}=0/88\ s$

$f=\frac{1}{T} \Rightarrow f=\frac{1}{0/88}\approx1/14\ Hz$

$\omega=2\pi f \Rightarrow \omega=2\times3/14\times1/14=7/08\ \frac{rad}{s}$

محمد اصغری نژاد

بررسی کنندگان:
استاد جواد عابدینی

$M=1400kg \rightarrow m=\frac{M}{4}=\frac{1400}{4}=350kg$ (۳)

$K=2\times10^{4}\ \frac{N}{m}$

$T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}=2\pi\sqrt{\frac{350}{20000}}=2\pi\times\frac{1}{10\sqrt{2}}\times\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}}=0/628\ s$

$f=\frac{1}{T}=\frac{10}{2\sqrt{2}\pi}=1/25\sqrt{2}\ Hz$

$\omega=2\pi f=5\sqrt{2}\ rad/s$

پاسخ سوال (۳)

$1400\div4=350\ kg$

$\omega=\sqrt{\frac{K}{m}}=\sqrt{\frac{2\times10^{4}}{400}}=\sqrt{50}=7/07\ \frac{rad}{s}$

$f=\frac{\omega}{2\pi}=\frac{7/07}{2\times3/14}=1/125\ Hz$

$T=\frac{1}{f}=0/888\ s$

شهرام فرود

(۳) هم فنر معادل داریم

$K=4\times2\times10^{4}=8\times10^{4}\ \frac{N}{m}$

$T=2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}=2\times3/14\sqrt{\frac{1400}{8\times10^{4}}}=6/28\sqrt{\frac{1}{100}}$

$T=0/628\sqrt{2} \Rightarrow T=0/88\ S$

$f=\frac{1}{T}=\frac{1}{0/888} \Rightarrow f=1/136\ Hz$

$\omega=\sqrt{\frac{K}{m}}=\sqrt{\frac{8\times10^{4}}{1400}}=\sqrt{50}$

$\omega=5\sqrt{2}=7\ \frac{Rad}{S}$ یکنواخت کاهش

۴. دامنهٔ نوسان یک حرکت هماهنگ ساده $3/0\times10^{-2}\ m$ و بسامد آن 5/0Hz هرتز است. معادلهٔ حرکت این نوسانگر را بنویسید و نمودار مکان ـ زمان آن را در یک دوره رسم کنید.

$A=3\times10^{-2}m \Rightarrow \omega=2\pi f=10\pi\ rad/s$

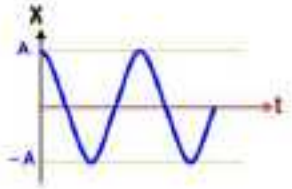
$f=5Hz$

$x=f(t)$

$x=A\cos\omega t$

$x=0/03\cos10\pi t$

محمد اصغری نژاد

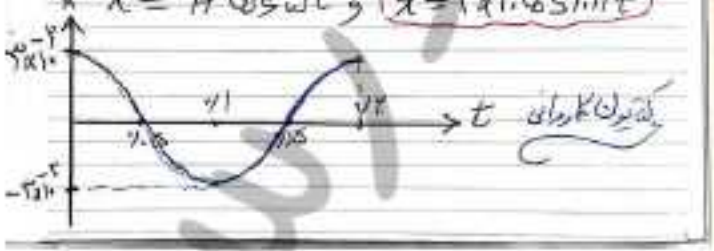


(۴) $A=3\times10^{-2}\ m$ $f=5\ Hz$ $T=0/2\ s$

$\omega=2\pi f=10\pi$

$x=A\cos\omega t$, $x=3\times10^{-2}\cos10\pi t$

یکنواخت کاهش

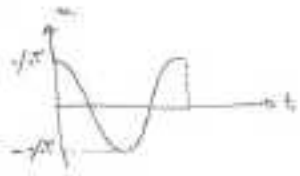


سوال ۴

$x=A\cos\omega t$ $\omega=2\pi f=10\pi$

$x=0/03\cos10\pi t$

نوسان

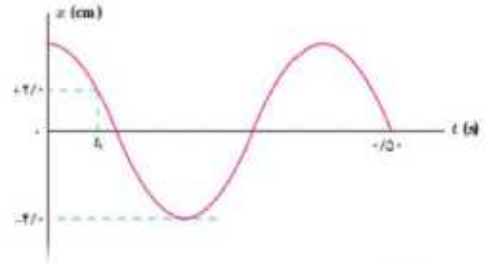


۵. نمودار مکان ـ زمان نوسانگری مطابق شکل زیر است:

الف) معادلهٔ حرکت این نوسانگر را بنویسید.

ب) مقدار t_1 را به‌دست آورید.

پ) اندازهٔ شتاب نوسانگر را در لحظهٔ t_1 محاسبه کنید.



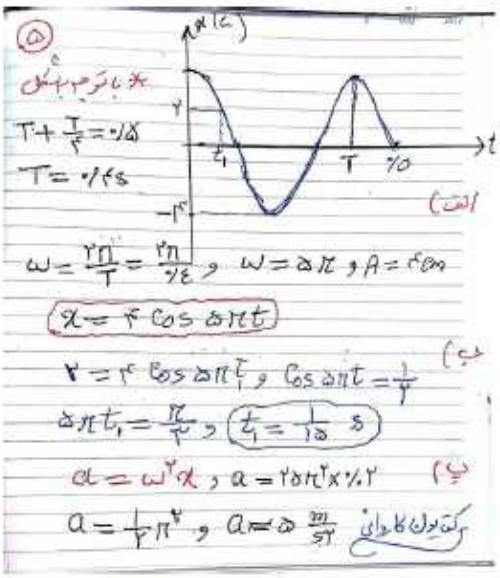
پاسخ

الف) $x = A\cos\omega t$ ، $A = 0/4\,m$ ، $\frac{5}{4}T = 0/5 \Rightarrow T = 0/4\,s$ ⇒ $x = 0/04\cos\frac{2\pi}{0/4}t \Rightarrow x = 0/04\cos 5\pi t$

ب) $x = 0/04\cos 5\pi t$ ، $x = +0/02\,cm$ ⇒ $0/02 = 0/04\cos 5\pi t_1 \Rightarrow \cos 5\pi t_1 = \frac{1}{2} = \cos\frac{\pi}{3} \Rightarrow 5\pi t_1 = \frac{\pi}{3} \Rightarrow t_1 = \frac{1}{15}\,s$

پ) $a = \omega^2 x \Rightarrow a = (\frac{2\pi}{T})^2 x = (\frac{2\times 3/14}{0/4})^2 \times 0/02 = 4/93\,\frac{m}{s^2}$

محمد انصاری نیار



گردآورنده:

استاد جواد عابدینی

پاسخ سوال (۵)

$T + \frac{T}{4} = 0/5 \rightarrow \frac{5}{4}T = 0/5$

الف) $T = 0/4\,s$

شرایط فروز: $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0/4} = 5\pi$

$x = A\cos\omega t \rightarrow x = 0/4\cos 5\pi t$

ب) $x = 0/4\cos 5\pi t$ ، $t_1 = ?$ ، $x = 2\times 10^{-2}\,m$

شرایط فروز: $0/2 = 0/4\cos 5\pi t_1$

بعد از ساده $\rightarrow 0/5 = \cos 5\pi t_1$

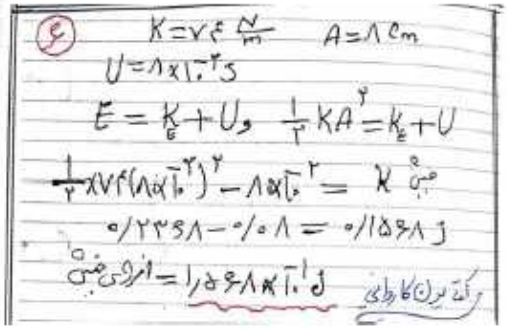
$\cos\frac{\pi}{3} = \cos 5\pi t_1 \rightarrow t_1 = \frac{1}{15}\,s$

پ) $F = kx$ ، $F = ma$ $\rightarrow kx = ma$

شرایط فروز: $\omega^2\frac{k}{m}x_1 = a \rightarrow a = \omega^2 x_1 = (5\pi)^2 \times 0/2 = 5\pi^2$

$\pi^2 \simeq 10 \rightarrow a = 5\,\frac{m}{s^2}$

۷. دامنهٔ نوسان وزنه‌ای که به یک فنر با ثابت فنر ۷۴N/m متصل است و در راستای افقی نوسان می‌کند، برابر با ۸/۰cm است. اگر انرژی پتانسیل این نوسانگر در نقطه‌ای از مسیر نوسان، $8/0\times10^{-3}$ J باشد، انرژی جنبشی آن در این مکان چقدر است؟ (از نیروهای اتلافی چشم‌پوشی شود.)



پاسخ سوال (۶)

انرژی مکانیکی $E = \frac{1}{2}KA^2$

$E = \frac{1}{2}\times74\times(8\times10^{-2})^2 = 0/2368\,J$

$E = K + U \rightarrow K = E - U = 0/2368 - 0/008$

$K = 0/1588\,J$

شرایط فروز

۴) $K = 74\,N/m$ ، $A = 8\,cm$ ، $U = 8\times10^{-3}\,J$ ، $K = ?$

$E = \frac{1}{2}KA^2 \rightarrow E = \frac{1}{2}\times74\times64\times10^{-4} = 2368\times10^{-4}$

$E = K + U \rightarrow K = E - U = 23/68\times10^{-2} - 8\times10^{-3}$

$= 15/68\times10^{-2}\,J$

برگ برنده کاوه‌ای

۷. جسمی به جرم ۱/۰kg به فنری افقی با ثابت ۶/۰N/cm متصل است. فنر به اندازهٔ ۹/۰cm فشرده و سپس رها می‌شود و جسم روی سطح افقی شروع به نوسان می‌کند. با چشم‌پوشی از اصطکاک

الف) دامنهٔ نوسان و تندی بیشینهٔ جسم چقدر است؟

ب) وقتی تندی جسم ۱/۶m/s است، انرژی پتانسیل کشسانی آن چقدر است؟

الف) دامنهٔ آن ۹cm خواهد بود.

$$\begin{cases} m=1kg \\ k=6\times10^{2}\frac{N}{m} \\ \Delta x=9cm \\ A=? \\ V_{max}=? \\ V=1/6\frac{m}{s} \\ U=? \end{cases}$$

$$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow \omega=\sqrt{\frac{600}{1}} \Rightarrow \omega=24/5\frac{rad}{s}$$

$$V_{max}=A\omega \Rightarrow V_{max}=0/09\times24/5=2/2\frac{m}{s}$$

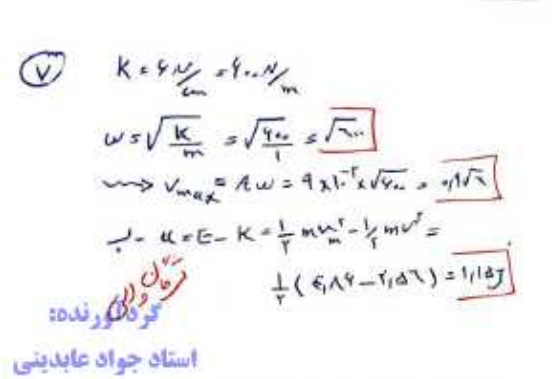
$$K=\frac{1}{2}mV^2 \Rightarrow K=\frac{1}{2}\times1\times1/6^2=1/28J$$

$$E=K_{max}=\frac{1}{2}mV_{max}^2=\frac{1}{2}\times1\times2/2^2=2/42J$$

$$E=K+U \Rightarrow 2/42=1/28+U \Rightarrow K=1/14J$$

ب)

محمد انصاری نیار



(۷) $m=1kg \quad k=6\frac{N}{cm}=600\frac{N}{m}$

الف) $A=9cm=0/09m$

$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}=\sqrt{\frac{600}{1}} \Rightarrow \omega=10\sqrt{6}$

$V_m=A\omega \quad V_m=0/09\times10\sqrt{6}=0/9\sqrt{6}$

$V_m=2/2\frac{m}{s}$

ب) $K=\frac{1}{2}mV^2=\frac{1}{2}\times1\times(1/6)^2$

$E=\frac{1}{2}kA^2=\frac{1}{2}\times600\times(9\times10^{-2})^2=2/42J$

$U=2/42-1/28$ و $U=1/14J$ کتاب درسی کانون

۸. معادلهٔ حرکت هماهنگ سادهٔ یک نوسانگر در SI به‌صورت $x=(0/05m)\cos 20\pi t$ است.

الف) در چه زمانی، پس از لحظهٔ صفر، برای نخستین بار تندی نوسانگر به بیشترین مقدار خود می‌رسد؟

ب) در چه زمانی، پس از لحظهٔ صفر، برای نخستین بار تندی نوسانگر به صفر می‌رسد؟

پ) تندی نوسانگر چقدر باشد تا انرژی جنبشی نوسانگر برابر با انرژی پتانسیل آن شود؟

(۷) $K=6\frac{N}{cm}=600\frac{N}{m}$

$\omega=\sqrt{\frac{K}{m}}=\sqrt{\frac{600}{1}}=\sqrt{600}$

$\rightsquigarrow V_{max}=A\omega=9\times10^{-2}\times\sqrt{600}=0/9\sqrt{6}$

ب) $U=E-K=\frac{1}{2}mV_m^2-\frac{1}{2}mV^2=$

$\frac{1}{2}(5/49-2/52)=1/48J$

کتاب درسی کانون

گردآورنده:

استاد جواد عابدینی

الف) نوسانگر در مبدا نوسان بیشترین تندی را خواهد داشت.

$x=0/05\cos(2\pi\times0/1)=0=\cos\frac{\pi}{2} \Rightarrow 2\pi t=\frac{\pi}{2} \Rightarrow t=\frac{1}{40}s$

ب) نوسانگر موقعی که به دامنه می رسد تندی صفر خواهد داشت.

$x=0/05\cos(2\pi\times0/1)=0/05=\cos 2\pi \Rightarrow 2\pi t=2\pi \Rightarrow t=\frac{1}{20}s$

محمد انصاری نیار

پاسخ سوال (۸)

الف) $x=0/05\cos 20\pi t$

وقتی $x=0/05$ سرعت (تندی) نوسانگر بیشینه است.

$x=0/05\cos 20\pi t \Rightarrow \cos 20\pi t=1 \Rightarrow 20\pi t=0 \Rightarrow t=0s$

شهرام فروز

ب) وقتی مکان نوسانگر x ماکزیمم باشد تندی نوسانگر صفر است.

$x_{max}=0/05 \Rightarrow \cos 20\pi t=1$

$\cos 20\pi t=\cos\pi \Rightarrow t=\frac{1}{20}s$ پس لحظهٔ صفر

پ) $K=U \Rightarrow \frac{1}{2}mV^2=\frac{1}{2}kx^2$ $\quad k=m\omega^2$

$m\omega^2(A^2-x^2)=kx^2 \Rightarrow A^2=2x^2 \Rightarrow x=\frac{A}{\sqrt{2}}$

شهرام فروز

$V^2=\omega^2(A^2-x^2)=400\pi^2(A^2-\frac{A^2}{2})=400\pi^2\times\frac{10^{-4}}{2}$

$V=\sqrt{\frac{\pi^2}{2}}=\frac{\pi}{\sqrt{2}}=\frac{3/14}{1/4}=2/22\frac{m}{s}$

ادامه پاسخ سوال (۸) روش دوم

ب) $E=\frac{1}{2}m(A^2\omega^2)$

$E=\frac{1}{2}\times m(\frac{0/5}{100})^2\times(2\pi)^2=\frac{1}{2}\times m\times(\frac{1}{20})^2\times4\pi^2$

$E=K+K=2K \Rightarrow \frac{1}{2}m\pi^2=2\times\frac{1}{2}mV^2$

$V^2=\frac{\pi^2}{2} \Rightarrow V=\frac{\pi}{\sqrt{2}}=\frac{3/14}{1/4}=2/22\frac{m}{s}$

شهرام فروز

(۸) $x=0/05\cos 20\pi t$

الف) در کوتاه‌ترین زمان تندی بیشینه است پس $x=0$ و

$\cos 20\pi t=0$

$20\pi t=\frac{\pi}{2} \Rightarrow t=\frac{1}{40}s$

ب) در $x=-A$ تندی صفر می‌شود

$-0/05=0/05\cos 20\pi t \Rightarrow$

$\cos 20\pi t=-1 \quad 20\pi t=\pi$

$t=\frac{1}{20}=0/05s$ کتاب درسی کانون

پ) $U=K, \quad E-K=K$

$E=2K$ و $\frac{1}{2}kA^2=2\times\frac{1}{2}mV^2$

$V^2=\frac{kA^2}{2}$ و $V=\frac{A\omega}{\sqrt{2}}$

$V=\frac{0/05\times20\pi}{\sqrt{2}}=\frac{\pi}{\sqrt{2}}$ و ...

$V=2/22\frac{m}{s}$

* نکته: در $x=\frac{\sqrt{2}}{2}A$ انرژی جنبشی و پتانسیل و هندسی نوسانگر با یکدیگر برابرند.

* در این نقطه $V=\frac{\sqrt{2}}{2}V_m$

۹. الف) ساعتی اونگ‌دار (با اونگ ساده) در تهران تنظیم شده است. اگر این ساعت به منطقه‌ای در استوا برده شود، عقب می‌افتد یا جلو؟ مقدار این عقب یا جلوافتادن در یک شبانه‌روز چقدر است؟ ($g_{تهران} = 9/78 m/s^2$ و $g_{استوا} = 9/780 m/s^2$)

ب) به نظر شما آیا با افزایش دما، یک ساعت آونگ‌دار جلو می‌افتد یا عقب؟

پاسخ سوال (۹)

الف) چون در استوا شتاب گرانش (g') کمتر از شتاب گرانش در تهران (g) است طبق رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ دوره تناوب در استوا (T') بیشتر از دورهٔ تناوب در تهران (T) است. یعنی زمان یک دور نوسان آونگ ساعت در استوا بیشتر است، پس آونگ استوا کند حرکت می‌کند و ساعت در استوا عقب می‌ماند.

شهرام فروزه

$\frac{T'_{استوا}}{T_{تهران}} = \sqrt{\frac{g}{g'}} = \sqrt{\frac{9/80}{9/78}} = 1/0012$

$\Delta T = T' - T = 1/0012\,T - T = 0/0012\,T$

ساعت عقب می‌افتد $0/0012 \times 86400 s = 88/4 s$

ب) با افزایش دما طول آونگ (L) افزایش می‌یابد طبق رابطهٔ $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ پاسخ (۸) درستر دوره تناوب آونگ (T) نیز زیاد می‌شود طبق رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ یعنی آونگ کند حرکت و ساعت عقب می‌ماند.

شهرام فروزه

گردآورنده:

استاد جواد عابدینی

۳ـ۴ تشدید

۱۰. هر فرد معمولاً با چرخش اندک بدنش به چپ و راست، راه می‌رود و بدین ترتیب نیروهای کوچکی به زمین زیر پایش وارد می‌کند. این نیروها بسامدی در حدود 0/5Hz دارند. لرزش شدید پل هوایی میلنیوم[1] در آغاز هزارهٔ جدید را به عبور منظم گروهی از افراد از این پل ربط داده‌اند. چگونه ممکن است نوسان‌های بدن این افراد موجب چنین لرزشی شده باشد؟

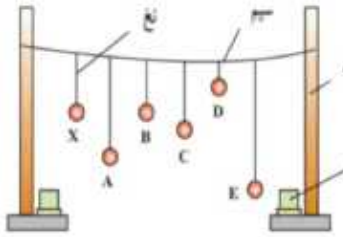
با هربارراه رفتن وچرخش بدن فرد روی پل، مقداری انرژی فرد به پل منتقل شده وچون بسامد چرخش بدن فرد با بسامد طبیعی پل برابر بوده پدیدهٔ تشدید رخ داده و بر دامنهٔ نوسان پل می افزاید وپل به لرزش در می آید.

محمد انصاری نیار

توجه: اگر یک فرد به تنهایی روی پل حرکت کند با وجود برابری بسامدها پل به لرزش درنمی آید یا حتی اگر تعداد زیادی از افراد به طور ناهماهنگ حرکت کنند، با وجود برابری بسامدها تشدید رخ نمی دهد. (رژه رفتن سربازان روی پل ها توصیه نمی شود.)

بنابراین برای اینکه تشدید رخ دهد دو شرط لازم است. ۱- برابر بودن بسامد اعمال شده با بسامد طبیعی پل ۲- انرژی منتقل شده به حد کافی

۱۱. مطابق شکل چند آونگ را از سیمی آویخته‌ایم. توضیح دهید با به نوسان درآوردن آونگ X، آونگ‌های دیگر چگونه نوسان می‌کنند؟



پاسخ سوال (۱۱)

شهرام فروزه

با به نوسان درآوردن آونگ X بقیهٔ آونگ ها نیز به نوسان در می آیند ولی بعد از چند لحظه آونگی که با آونگ X هم طول است با دامنه بیشتری به نوسان در می آید. زیرا دوره و بسامد آونگ های هم‌طول X و B باعث پدید تشدید شده و با دامنه بیشتر به نوسانات خود ادامه می دهد.

۳ـ۵ و ۳ـ۶ موج و انواع آن، و مشخصه‌های موج

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، طول موج 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، طول موج موج.

پاسخ سوال (۱۲)

۱۲ـ الف ـ با افزایش بسامد، تندی موج تغییری نمی‌کند زیرا ویژگی‌های فیزیکی محیط (جنس، دما، ...) تندی را تعیین می‌کند اما شرایط هندسی حین موج (بسامد، دامنه، ...) تندی را تعیین نمی‌کند.

ب ـ طبق رابطه‌ی $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F}{\frac{m}{L}}}$

تندی موج افزایش می‌یابد

$v = 18\ m/s$

با بسامد موج تغییری نمی‌کند و برابر با بسامد نوسان ساز است تندی موج افزایش می‌یابد و طول موج نیز افزایش می‌یابد

۱۳. الف) تندی موج تغییر می‌کند. تندی موج به جنس و ویژگی‌های محیط است مثلاً موج ناشی از جنس محیط و دمای محیط و چگالی محیط بستگی دارد. و به شرایط چشمه موج مانند بسامد، دامنه، شدت و شکل موج بستگی ندارد.

ب) با توجه به رابطه $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ اگر نیروی کشش ریسمان افزایش یابد، تندی موج نیز زیاد می‌شود ولی بسامد موج ثابت می‌ماند. و با توجه به رابطه $\lambda = \frac{v}{f}$ با افزایش تندی موج، طول موج نیز زیاد می‌شود.

تندی ـ زیرا تندی به ویژگی‌های فیزیکی محیط بستگی دارد.

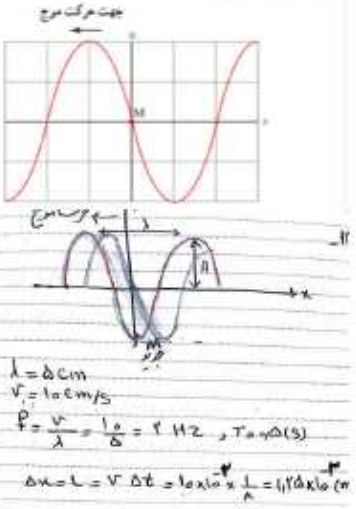
با افزایش کشش ـ تندی و طول موج زیاد می‌شود اما بسامد ثابت می‌ماند

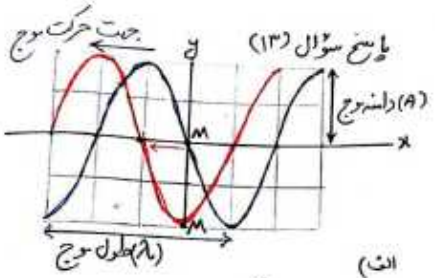
۱۳. شکل زیر یک تصویر لحظه‌ای از موجی عرضی در یک ریسمان کشیده شده را نشان می‌دهد. موج به سمت چپ حرکت می‌کند.

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؟





پاسخ سؤال (۱۳)

الف) با توجه به جهت حرکت موج به سمت چپ، موج پس از زمان $\frac{T}{4}$ به صورت نمودار قرمزرنگ در می‌آید. و جزء M ریسمان با توجه به جهت حرکت موج به سمت چپ، حداکثر تندی را قبل از این که موج بود و ذره نظیر پایین نوسان می‌کند.

ب) $\lambda = \frac{v}{f} \rightarrow 5 = \frac{10}{f}$

$f = 2\ Hz$

پ) $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{2}s$

$\Delta x = v\Delta t = 10 \times 10^{-2} \times \frac{1}{8} = \frac{1}{80}m$

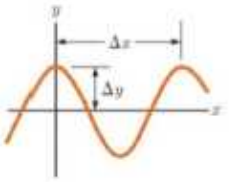
$\Delta x = \frac{1}{80} \times 100 = 1{,}25\ cm$

فرشته رحیمی

نکته:
اجزای ریسمان (ذرات محیط) فقط حرکت نوسانی داشته اما حرکت انتقالی ندارند و هر جزء با یک تاخیر زمانی وضعیت نوسانی ذرات ماقبل خود را تکرار می کنند. بنابراین اگر موج به سمت راست حرکت کند هر ذره (جزء M) سمت چپ خود را تکرار می کند و اگر موج سمت چپ حرکت کند هر ذره سمت راست خود را تکرار خواهد کرد.

علیرضی

۱۴. در نمودار جابه‌جایی ـ مکان موج عرضی شکل زیر $\Delta x = 40/0cm$ و $\Delta y = 15/0cm$ است. اگر بسامد نوسان‌های چشمه 400Hz باشد، طول‌موج، دامنه، تندی و دورهٔ تناوب موج چقدر است؟



پاسخ سوال (۱۴)

دامنه $A = \Delta y = 15\ cm$

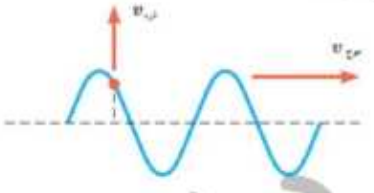
فاصله دو تپه موج متوالی $= \lambda = \Delta x = 40\ cm$

$\lambda = \frac{v}{f} \rightarrow \frac{4}{10} = \frac{v}{8} \rightarrow v = 3{,}2\ \frac{m}{s}$

$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{8}s$

فرشته رحیمی

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



پاسخ سوال (۱۵)

خیر، تندی موج، تندی انتشار موج است که به جنس محیط و ویژگی های آن بستگی دارد و در یک محیط یکنواخت ثابتی است که از رابطه $v = \lambda f$ یا $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ بدست می‌آید.

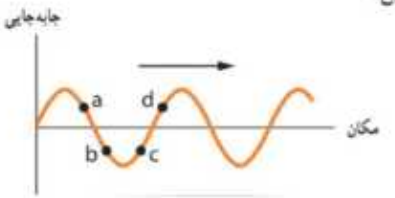
تندی انتشار موج در یک ریسمان به نیروی کشش ریسمان (F) و چگالی خطی جرم ($\mu = \frac{m}{L}$) بستگی دارد ← $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$

ولی تندی ذره، تندی ارتعاشات ذره است که منتظر به شرایط منبع موج بستگی دارد و از روابط تندی حرکت نوسانی پیروی می‌کند که ماکزیمم تندی ارتعاش طبق $v_{max} = A\omega$ خواهد بود.

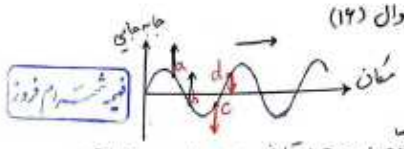
فرشته رحیمی

توجه: وقتی موجی در یک محیط منتشر می شود، دو نوع تندی وجود دارد. ۱- تندی موج که اگر محیط همگن باشد مقدار آن ثابت است ($v = \lambda T$) ۲- تندی ذرات محیط که متغیر (حرکت نوسانی) بوده و مستقل از تندی انتشار موج است.

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؟



پاسخ سوال (۱۶)

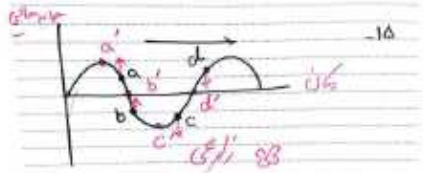


فهیمه شتربانی فرد

نکته مهم: جهت ارتعاش هر جزء از ریسمان با توجه به جهت انتشار موج همانند نقاط ماقبل آن است.
مثلاً با توجه به شکل چون موج به سمت راست انتشار می‌یابد نقطه ماقبل a و d موج است پس به طرف بالا نوسان کرده و نقطه ماقبل b و c مقرر موج به طرف پایین نوسان می‌کند.

فهیمه شتربانی فرد

گردآورنده:
استاد جواد عابدینی



۱۷. سیمی با چگالی $7/8\ g/cm^3$ و سطح مقطع $0/5\ mm^2$ بین دو نقطه با نیروی $156\ N$ کشیده شده است. تندی انتشار موج عرضی را در این سیم محاسبه کنید.

پاسخ سوال (۱۷)

$$\rho = 7/8\ g/cm^3 = 7800\ \frac{kg}{m^3}$$

$$A = 0/5\ mm^2 \times \left(\frac{10^{-3}\ m}{mm}\right)^2 = 0/5 \times 10^{-6}\ m^2$$

$$F = 156\ N$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{FL}{m}} = \sqrt{\frac{FL}{\rho V}} = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$$

$$v = \sqrt{\frac{156}{7/8 \times 10^3 \times 0/5 \times 10^{-6}}} = 200\ \frac{m}{s}$$

فیزیک

پاسخ سوال (۱۷)

$$v = \sqrt{\frac{FL}{m}} = \sqrt{\frac{FL}{\rho V}} = \sqrt{\frac{FL}{\rho AL}}$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} = \sqrt{\frac{156}{7/8 \times 1000 \times 0/5 \times 10^{-6}}} = \sqrt{4 \times 10^4} = 200\ \frac{m}{s}$$

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؟

پرتوهای Y / پرتوهای X	P	Q	R	S

پاسخ سوال (۱۸)

(الف) P - Q - R - S - پرتوهای ایکس (۸) - پرتوهای گاما (۷)
رادیو، فروسرخ، مرئی، فرابنفش

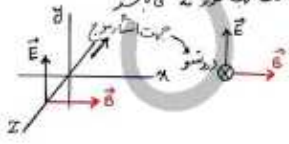
ب) با حرکت از چپ به راست: طول موج افزایش یابد، انرژی و قدرت نفوذپذیری پرتوها کاهش می‌یابد، سرعت انتشار امواج ثابت می‌ماند.

فهیمه شتربانی فرد

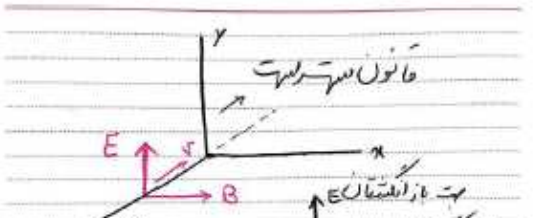
۱۹. شکل زیر میدان الکتریکی یک موج الکترومغناطیسی سینوسی را در نقطه‌ای معیّن و دور از چشمه، در یک لحظه نشان می‌دهد. موج انرژی را در خلاف جهت محور x انتقال می‌دهد. جهت میدان مغناطیسی موج را در این نقطه و این لحظه تعیین کنید.

پاسخ سوال (۱۹)

با توجه به نامه دست راست: چهار انگشت دست راست جهت بردار $\vec{E}$ (میدان الکتریکی) خم شدن چهار انگشت جهت بردار $\vec{B}$ (میدان مغناطیسی) و انگشت شست جهت انتشار موج را نشان می‌دهد که خلاف جهت محور z می‌باشد



فهیمه شتربانی فرد



۲۰. الف) طول موج نور نارنجی در هوا حدود $۶/۲ \times ۱۰^{-۷}$ m است، بسامد این نور چند هرتز است؟

ب) بسامد نور قرمز در حدود $۴/۳ \times ۱۰^{۱۴}$ Hz است. طول موج این نور را در هوا و آب حساب کنید. (سرعت نور را در هوا $۳/۰ \times ۱۰^{۸}$ m/s و در آب $۲/۲۵ \times ۱۰^{۸}$ m/s فرض کنید.)

پاسخ تشریحی فیزیک شهرام فروز

الف) $\lambda = ۶/۲ \times ۱۰^{-۷}$ m $\rightarrow f = \frac{c}{\lambda} = \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{۶/۲ \times ۱۰^{-۷}} = ۴/۸۴ \times ۱۰^{۱۴}$ Hz

ب) $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{۴/۳ \times ۱۰^{۱۴}} = ۶/۹۷ \times ۱۰^{-۷}$ m

$\lambda' = \frac{v}{f} = \frac{۲/۲۵ \times ۱۰^{۸}}{۴/۳ \times ۱۰^{۱۴}} = ۵/۲۳ \times ۱۰^{-۷}$ m

نتیجه: با افزایش ضریب شکست محیط طول موج (λ) و سرعت نور (v) کاهش می‌یابد. (بسامد نور ثابت است)

پاسخ تشریحی فیزیک شهرام فروز

۲۱. چشمهٔ موجی با بسامد ۱۰ Hz در یک محیط که تندی انتشار موج در آن ۱۰۰ m/s است، نوسان‌هایی طولی ایجاد می‌کند. اگر دامنهٔ نوسان‌ها ۴/۰ cm باشند،

الف) فاصلهٔ بین دو تراکم متوالی این موج چقدر است؟

ب) فاصلهٔ بین یک تراکم و یک انبساط متوالی چقدر است؟

پاسخ سوال (۲۱)

الف) فاصله بین دو تراکم متوالی یا دو انبساط متوالی برابر طول موج (λ) است.

$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{۱۰۰}{۱۰} = ۱۰$ m

ب) فاصله بین یک تراکم و یک انبساط متوالی برابر نصف طول موج ($\frac{\lambda}{۲}$) است.

$\frac{\lambda}{۲} = \frac{۱۰}{۲} = ۵$ m

پاسخ تشریحی فیزیک شهرام فروز

۲۲. 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؟

پاسخ سوال (۲۲)

$v = \frac{L}{t}$

$۵۰ = \frac{L}{t_T}$

$۱۵۰ = \frac{L}{t_L}$

$\Delta t = t_T - t_L = ۴ \times ۱۰^{-۳}$

$\frac{L}{۵۰} - \frac{L}{۱۵۰} = ۴ \times ۱۰^{-۳}$

$\frac{۲L}{۱۵۰} = ۴ \times ۱۰^{-۳}$

$L = ۰/۳$ m $= ۳۰$ cm

پاسخ تشریحی فیزیک شهرام فروز

۲۳. توضیح دهید کدام یک از عامل‌های زیر بر تندی صوت در هوا مؤثر است.

الف) شکل موج ب) دامنهٔ موج پ) بسامد موج ت) دمای هوا

۲۴. در سونوگرافی معمولاً از کاوه‌ای دستی موسوم به *پراگندار فراصوتی* 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 ۱۵۰۰ m/s باشد، طول موج این موج در این بافت چقدر است؟

پاسخ تشریحی فیزیک شهرام فروز

الف) $\lambda = ۶۷ \times ۱۰^{-۷}$ m $\rightarrow f = \frac{c}{\lambda} = \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{۶/۲ \times ۱۰^{-۷}} = ۴/۸۴ \times ۱۰^{۱۴}$ Hz

ب) $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{۴/۳ \times ۱۰^{۱۴}} = ۶/۹۷ \times ۱۰^{-۷}$ m

طول موج نور قرمز در هوا

$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{۲/۲۵ \times ۱۰^{۸}}{۴/۳ \times ۱۰^{۱۴}} = ۵/۲۳ \times ۱۰^{-۷}$ m

طول موج نور قرمز در آب

نتیجه: با افزایش ضریب شکست محیط طول موج (λ) و سرعت نور (v) کاهش می‌یابد. (بسامد نور ثابت است)

پاسخ تشریحی فیزیک شهرام فروز

گودآورنده: استاد جواد عابدینی

۲۱

$f = ۱۰$ Hz

$v = ۱۰۰$ m/s

$A = ۴$ cm $= ۴ \times ۱۰^{-۲}$ m

الف) $\lambda = ?$ $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{۱۰۰}{۱۰} = ۱۰$ m

ب) $\frac{\lambda}{۲} = ۵$ m

$f = ۱۰ \rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{۱۰۰}{۱۰} = ۱۰$ m

$v = ۱۰۰$

$A = ۴$

$\frac{۹}{۲} = \frac{۱۰}{۲} = ۵$

$V_T = ۵۰$ m/s

$V_L = ۱۵۰$ m/s

$\Delta t = ۴$ ms $= ۴ \times ۱۰^{-۳}$ s

$\Delta t = \frac{x}{V_T} - \frac{x}{V_L} = \frac{x(V_L - V_T)}{V_T V_L}$

$۴ \times ۱۰^{-۳} = \frac{x \times ۱۰۰}{۱۵۰۰ \times ۵۰} \rightarrow x = ۴ \times ۱۰^{-۳} \times ۱۵۰$

$x = ۰/۶$ (m)

$V_T = ۵۰ \rightarrow \Delta x = V_T t_T = ۵۰ x_T \rightarrow t_T = \frac{\Delta x}{۵۰}$

$V_L = ۱۵۰ \rightarrow \Delta x = V_L t_L = ۱۵۰ x_L \rightarrow t_L = \frac{\Delta x}{۱۵۰}$

$\Delta t = ۰/۰۰۴ \rightarrow t_T - t_L = \frac{\Delta x}{۵۰} - \frac{\Delta x}{۱۵۰} \rightarrow ۰/۰۰۴ = \Delta x(\frac{۳}{۱۵۰} - \frac{۱}{۱۵۰}) = \Delta x \frac{۲}{۱۵۰}$

$\Delta x = ?$ $\Delta x = ۰/۰۰۴ \times ۷۵ = ۰/۳$ m

محمد انصاری‌نیا

پاسخ سوال (۲۳)

تغییر دما ← تندی هوا بادهای هوا ← سبکی دارد

(طبق رابطه $v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$ (نمول حذف شده)

v: تندی صوت — T: دمای هوا

پاسخ تشریحی فیزیک شهرام فروز

پاسخ سوال (۲۴)

الف) $\omega = ۲\pi f$

$\omega = ۲ \times ۳/۱۴ \times ۶/۷ \times ۱۰^{۶} = ۴۲۰۷ \times ۱۰^{۷}$ rad/s

ب) $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{۱۵۰۰}{۶/۷ \times ۱۰^{۶}} = ۲/۲۳۸ \times ۱۰^{-۴}$ m

۲۵. 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 $\Delta t = ۰/۰۰۸ s$ و فلز از جنس فولاد باشد، طول L لوله چقدر است؟ $(v_{هوا} = ۳۴۰ m/s)$

پاسخ سوال (۲۵)

الف) $\Delta t = t_{هوا} - t_{فلز}$

$\Delta t = \frac{L}{V_{هوا}} - \frac{L}{V_{فلز}} = L\left(\frac{V_{فلز} - V_{هوا}}{V_{فلز} V_{هوا}}\right)$

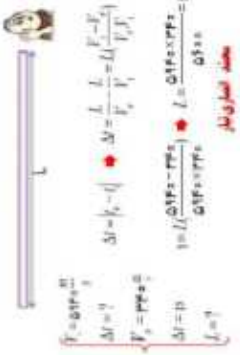
$\Delta t = \frac{\Delta V \times L}{V_{هوا} V_{فلز}}$

فهیمه شهرام فروز

ب) $۱ = \frac{(۵۹۴۱ - ۳۴۰) L}{۵۹۴۱ \times ۳۴۰}$ ← با توجه به جدول صفحه ۷۹ تندی صوت در فولاد برابر $۵۹۴۱ \frac{m}{s}$ می‌باشد.

$L = ۳۴۰/۲۳ m$

فهیمه شهرام فروز



گردآورنده:

استاد جواد عابدینی

۲۶. موجی صوتی با توان $۱/۲ \times ۱۰^{-۴} W$ عمود بر جهت انتشار از دو صفحهٔ فرضی (شکل ۳ـ۲۶) می‌گذرد. با فرض اینکه مساحت صفحه‌ها به‌ترتیب $A_۱ = ۴ m^۲$ و $A_۲ = ۱۲ m^۲$ باشد، شدت صوت در دو سطح را تعیین کنید و توضیح دهید چرا شنونده در محل صفحهٔ دوم، صدا را آهسته‌تر می‌شنود.

پاسخ سوال (۲۶)

$I = \frac{P}{A}$

$I_۱ = \frac{۱/۲ \times ۱۰^{-۴}}{۴} = ۳ \times ۱۰^{-۵} \frac{W}{m^۲}$

$I_۲ = \frac{۱/۲ \times ۱۰^{-۴}}{۱۲} = ۱۰^{-۵} \frac{W}{m^۲}$

شدت صوت با مساحت صفحاتی که موج به آن می‌رسد رابطهٔ عکس دارد یعنی هرچه سطح بیشتر باشد مقدار مشخصی از توان شدت صوت به سطح بیشتری باید برسد پس شدت صوت کمتر است و در محل صفحه دوم، چون مساحت بیشتر است شدت صوت کمتر می‌باشد.

فهیمه شهرام فروز

۲۷. شدت صدای حاصل از یک متهٔ سنگ‌شکن در فاصلهٔ $۱۰/۰ m$ از آن $۱/۰ \times ۱۰^{-۲} W/m^۲$ است. تراز شدت صوتی آن برحسب dB چقدر می‌شود؟

پاسخ سوال (۲۷)

$\beta = ۱۰ \log \frac{I}{I_۰}$

$\beta = ۱۰ \log \frac{۱۰^{-۲}}{۱۰^{-۱۲}} = ۱۰ \log ۱۰^{۱۰}$

$\beta = ۱۰ \times ۱۰ \log ۱۰ = ۱۰۰ dB$

فهیمه شهرام فروز

۲۸. 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.)

پاسخ سوال (۲۸)

$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$

$28 = 10 \log \frac{I_1}{10^{-12}} \rightarrow 2.8 = \log \frac{I_1}{10^{-12}}$

$4 \log 5 = \log \frac{I_1}{10^{-12}} \rightarrow \frac{I_1}{10^{-12}} = 5^4$

$I_1 = 6.25 \times 10^{-4} \ \frac{W}{m^2}$

$9.2 = 10 \log \frac{I_2}{10^{-12}}$

$10 \times 0.8 + 4 \times 0.3 = \log \frac{I_2}{10^{-12}}$

$10 \log 6 + 4 \log 2 = \log 6^{10} \times 2^4 \times 10^{-12} = \log \frac{I_2}{10^{-12}}$

$I_2 = 6^{10} \times 2^4 \times 10^{-12} = 9.27 \times 10^{-3} \ \frac{W}{m^2}$

فهیمه شهرام فروز

گردآورنده:

استاد جواد عابدینی

$\beta = 10 \log \frac{I_1}{I_0} \rightarrow 28 dB = 10 \log \frac{I_1}{I_0}$

$2.8 = \log \frac{I_1}{I_0} \rightarrow \frac{I_1}{I_0} = 10^{2.8} = 630.9$

$I_1 = 6.309 \times 10^{2} \times 10^{-12} = 6.3 \times 10^{-10} \ \frac{W}{m^2}$

$\beta_2 = 10 \log \frac{I_2}{I_0} \rightarrow 92 = 10 \log \frac{I_2}{I_0}$

$\frac{I_2}{I_0} = 10^{9.2} = 1.585 \times 10^{9} \rightarrow I_2 = 1.585 \times 10^{9} \times 10^{-12}$

$I_2 = 1.585 \times 10^{-3} \ \frac{W}{m^2}$

۲۹. یک دستگاه صوتی، صدایی با تراز شدت $\beta_1 = 90.0 dB$ و دستگاه صوتی دیگر، صدایی با تراز شدت $\beta_2 = 95.0 dB$ 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.

پاسخ سوال (۲۹)

$\Delta\beta = \beta_2 - \beta_1 = 10 \log \frac{I_2}{I_1}$

$95 - 90 = 10 \log \frac{I_2}{I_1}$

$0.5 = \log 3 = \log \frac{I_2}{I_1} \rightarrow \frac{I_2}{I_1} = 3$

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 $I = 0.10 W/m^2$ به شنونده‌ای برسد که به فاصلهٔ $r_1 = 640 m$ از محل انفجار قرار دارد، این صوت به شنونده‌ای که در فاصلهٔ $r_2 = 160 m$ از محل انفجار قرار دارد با چه شدتی می‌رسد؟

پاسخ سوال (۳۰)

$\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \rightarrow \frac{I_2}{0.1} = \left(\frac{640}{160}\right)^2$

$\frac{I_2}{0.1} = (4)^2 \rightarrow I_2 = 1.6 \ \frac{W}{m^2}$

فهیمه شهرام فروز

۳۱.

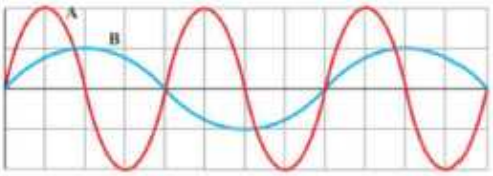
$I_1 = 0.1 \ \frac{W}{m^2}$ $\quad I \propto \frac{1}{r^2}$

$r_1 = 640 m$

$r_2 = 160 m$ $\quad \frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$

$\frac{I_2}{0.1} = \left(\frac{640}{160}\right)^2 \rightarrow I_2 = 1.6 \ \frac{W}{m^2}$

۳۱. نمودار جابه‌جایی ـ مکان دو موج صوتی A و B که در یک محیط منتشر شده‌اند، به‌صورت زیر است. دامنه، طول موج، بسامد و شدت این دو موج صوتی را با هم مقایسه کنید.



۳۱) $A_A = 2A_B$ دامنه A دو برابر B است

$\lambda_A = \frac{1}{2}\lambda_B$ طول موج A نصف B است

$V_A = V_B$ در یک محیط

$f = \frac{V}{\lambda} \rightarrow f_A = 2f_B$ (زیرا $\lambda_A \times \frac{1}{2}$)

$E = \frac{1}{2}mw^2A^2 = 2\pi^2 m f^2 A^2 \rightarrow$ دامنه

$I = \frac{E}{tA} \rightarrow$ ساعت $\rightarrow I \propto E \propto A^2 f^2$

$I_A \propto A^2 \times f^2 \rightarrow I_A = 16 I_B$ (زیرا $2^2 \times 2^2$)

پاسخ سوال (۳۱)

گروه آورنده: استاد حواد عابدینی

$A_B = \frac{1}{2}A_A$ دامنه:

$\lambda_B = 2\lambda_A$ طول موج: $\lambda = \frac{v}{f}$ ثابت

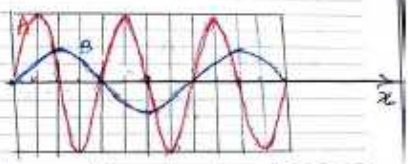
$f_B = \frac{1}{2}f_A$ بسامد:

شدت صوت: $\frac{I_B}{I_A} = \left(\frac{A_B}{A_A}\right)^2 \times \left(\frac{f_B}{f_A}\right)^2$ ($\frac{1}{2}$)^2 ($\frac{1}{2}$)^2

$\frac{I_B}{I_A} = \left(\frac{1}{4}\right)^2 \rightarrow I_B = \frac{1}{16} I_A$

فهیمه شهرام فروز

۳۱)



$\frac{A_A}{A_B} = 2$ $\quad 4\lambda_A = 1/8\lambda_B$ و $\frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{1}{4}$

* چون در یک محیط منتشر می‌شوند بنابراین سرعت (تقریباً) یکی است $V_A = V_B$

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

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

$\frac{I_A}{I_B} = 16$ کمیت چون کارواني

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

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

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

۳۲) * اگر منبع صوتی دور شونده به هم نزدیک شوند صدا زیر تر به گوش می رسد یعنی بسامد صوتی که ناظر دریافت می کند بیشتر می شود $f_0 > f_S$

* اگر منبع صوتی و شنونده از هم دور شوند صدا بم تر به گوش می رسد یعنی بسامد صوتی که ناظر دریافت می کند کمتر می شود $f_0 < f_S$

الف - $f_0 = f_S$

ب - $f_0 > f_S$ $\quad$ پ - $f_0 < f_S$

ت - $f_0 < f_S$ $\quad$ ث - $f_0 > f_S$

کنکاون کارواني

سوال ۳۲: ب) الف $f <$ ناظر f $\quad$ ت) الف $f >$ ناظر f

(ترتیبی) پ) الف $f <$ ناظر f $\quad$ ث) الف $f >$ ناظر f

ب - $f \uparrow \quad \lambda \downarrow$

ترتیبی

پ - $f \downarrow \quad \lambda \uparrow$

ت - λ ثابت $\quad f \downarrow$

ث - λ ثابت $\quad f \uparrow$

پاسخ سوال (۳۲)

(ب) با نزدیک شدن چشمه صوت به ناظر ← طول موج کم و بسامد افزایش می یابد

(پ) " دور " " از " " " زیاد " کاهش "

ت) با دور شدن ناظر از چشمه ساکن ← " ثابت باید کاهش "

ث) " نزدیک " " به " " " " " افزایش "