بسمه تعالی

فیزیک ۳

مناسب دانش آموزان دوازدهم رشته ریاضی و تجربی

فصل سوم: نوسان و امواج (تجربی)

محتوای جزوه:

آموزش مطالب کتاب به زبان ساده و حل تمامی مسائل و سوالات درسی

و سوالات کنکور و نهایی در این بخش

تهیه شده توسط:

مهدی حسین پور- دبیر فیزیک (کارشناس ارشد فیزیک حالت جامد)

تلفن: ۰۹۱۱۴۱۴۲۱۳۵ - ۰۹۱۱۳۱۴۵۷۳۶

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• نکته) قوانین فیزیکی نوسان و موج در طراحی و ساخت برج های بلند و اهمیت نقش آونگ در طبقات بالای برج جهت کاهش نوسان های احتمالی است.

• نوسان ها
- الف) دوره‌ای ← مثال معروف حرکت ها هنگ ساده
- ب) غیر دوره‌ای

• تعریف نوسان های دوره‌ای: نوسان هایی که در زمان های مساوی و متوالی عیناً تکرار شوند دوره‌ای گوییم. مانند حرکت ماه به دور زمین، حرکت یک آونگ، و ضربه‌ی متصل به قلب، ضربان قلب انسان.

• بسامد (فرکانس): تعداد نوسانات کامل در واحد زمان را فرکانس گوییم.

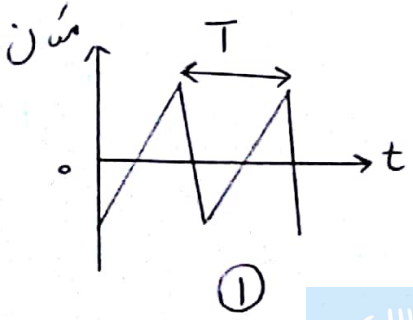
$$f_{(Hz)} = \frac{n \longrightarrow \text{تعداد نوسان}}{t \longrightarrow \text{زمان (ثانیه) } s}$$

• دوره‌ی تناوب (T): زمان یک نوسان کامل را دوره‌ی تناوب گوییم.

$$T_{(s)} = \frac{t}{n} \quad , \quad T = \frac{1}{f} \text{ یا } f = \frac{1}{T}$$

• تذکر: ثانیه (s) $\longrightarrow T$ ، $\omega = 2\pi f = 2\pi/T$ ← سرعت زاویه‌ای ($\frac{rad}{s}$)، f ← هرتز (Hz)

• نمودار های مکان - زمان دو نوسان دوره‌ای مطابق شکل های زیر بوده، که نمودار شماره ② بصورت سینوسی است.



دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

- نکته) حرکت ها هنگ ساده، مبنایی برای درک همه نوع نوسان دوره‌ای می‌باشد زیرا نوسان دوره‌ای را می‌توان مجموعه‌ای از نوسان های ساده در نظر گرفت.
- حرکت ها هنگ ساده (SHM): حرکتی است روی پاره خط که تقدیباً راست در دو طرف نقطه‌ای وسط آن با شتابی متناسب با فاصله‌ی نوسانگر از مرکز نوسان بطور که جهت شتاب متوجه مرکز نوسان می‌باشد.
- مکان نوسانگر (x): به جا بجایی نوسانگر نسبت به نقطه‌ی تعادل در هر لحظه، مکان نوسانگر گوئیم. $-A \leq x \leq +A$
- نوسان کامل: هنگامی که نوسانگر مسافت معادل چهار برابر دامنه‌ی حرکت (دو برابر خط نوسان) را طی کند یک نوسان کامل انجام داده است.
- نوسانگر: جسمی که حرکت نوسانی انجام دهد (نوسان کننده) نام دارد مانند جرم متصل به فنر.
- مکان (بعد) اولیه (x_0): مکان نوسانگر در لحظه‌ی $t=0$ را بعد اولیه (مکان اولیه) گوئیم.
- نقطه‌ی بازگشت: نقاط $x=\pm A$ را که در آن نقاط جهت حرکت نوسانگر (علامت سرعت) تغییر می‌کند نقاط بازگشت می‌نامیم. در نقاط بازگشت سرعت لحظه‌ای نوسانگر صفر است.
- دامنه‌ی نوسان (A): بیشترین فاصله‌ی نوسانگر از مرکز نوسان را گوئیم.

$$A = \frac{\text{طول پاره خط نوسان}}{2}$$

- فاز حرکت ($\theta = \omega t$): زاویه‌ای که در هر لحظه مکان نوسانگر را مشخص می‌کند.
- نکته) رابطه‌ای بین نوسان ناقص کامل:

$$n = \frac{\text{تعداد نوسان‌های ساده}}{2} \quad \text{یا} \quad n = \text{نوسان کامل} = \frac{\text{تعداد رفت و برگشت ها}}{2}$$

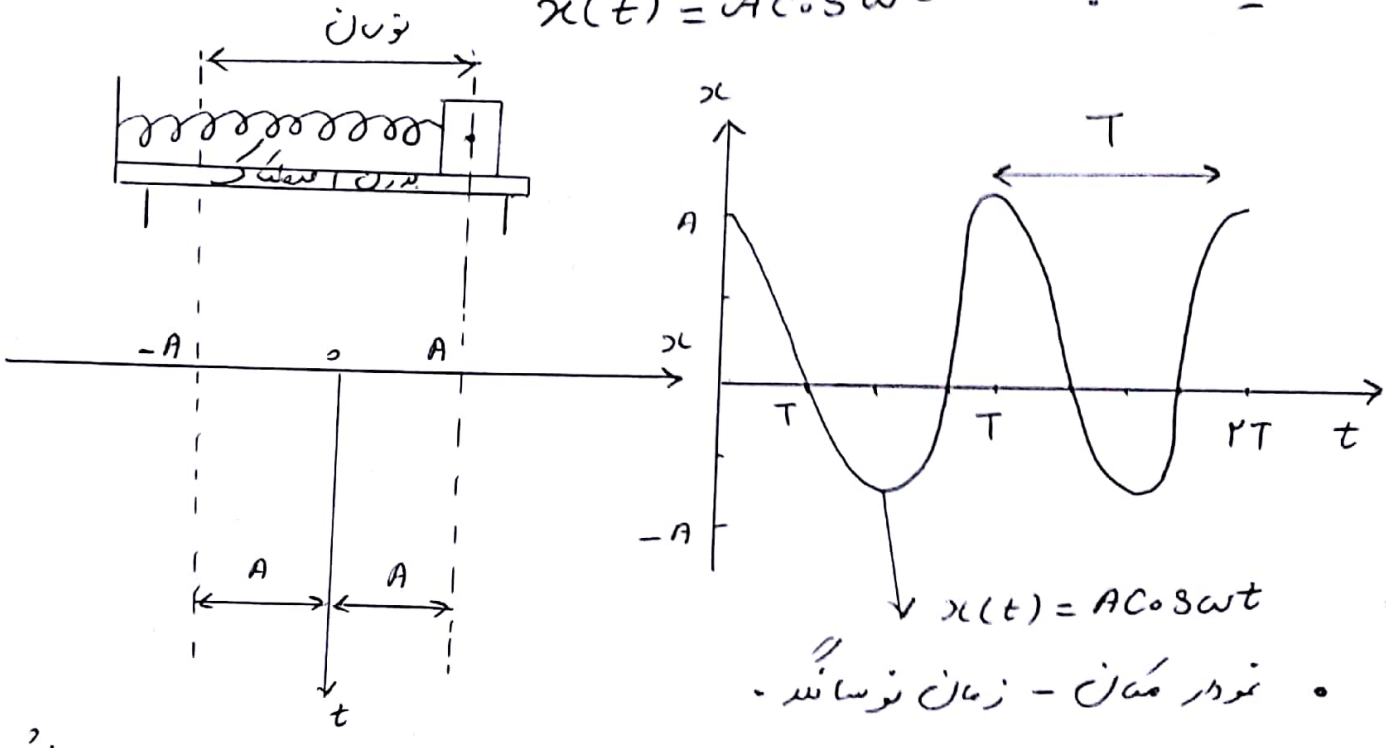
دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• معادله‌ی مکان - زمان نوسانگر (معادله‌ی حرکت) در حرکت ها هنگ ساده:

هرگاه نوسانگری مطابق شکل در حال انجام حرکت رفت و برگشت روی سطح افقی بدون اصطکاک بین دو نقطه‌ی $x=+A$ و $x=-A$ باشد با این فرض که حرکت در لحظه‌ی $t=0$ از انتهای مسیر یعنی $x=+A$ شروع شود معادله مکان - زمان نوسان نگر بصورت زیر است:

$$x(t)=A\cos\omega t$$



• نمودار مکان - زمان نوسانگر.

• نکته: دقت نوسان نگر در حال عبور از نقطه تعادل است اندازه‌ی سرعت آن بیشینه می‌باشد.

$$V_{max}=\overset{\text{در جهت محور حرکت}}{\overset{\uparrow}{+}}A\omega$$

$$V_{max}=\overset{\text{خلاف جهت محور حرکت}}{\overset{\downarrow}{-}}A\omega$$

• نکته: رابطه مستقل از زمان در حرکت نوسانی ها هنگ ساده:

$$\left(\frac{x}{A}\right)^2+\left(\frac{V}{V_{max}}\right)^2=1 \quad , \quad V=\pm\omega\sqrt{A^2-x^2}$$

• توجه: $\left(\omega=\frac{2\pi}{T} \text{ یا } \omega=2\pi f\right)$

دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

• مثال) نوسانگری در هر ۴ ثانیه، ۱۰ بار طول مسیر ۲۰ سانتی متر را طی می‌کند. بسامد نوسان و سرعت متوسط نوسانگر را هنگامی که از ابتدای مسیر بدون تغییر جهت به انتهای مسیر می‌رود را بدست آورید.

حل:

$$n = \frac{10}{2} = 5 \text{ نوسان کامل} \longrightarrow T = \frac{t}{n} = \frac{4}{5} = 0/8\ s$$

$$\omega = 2\pi / T = 2\pi / 0/8 = 2/5\pi \ (rad/s)$$

$$\bar{V} = \Delta x / \Delta t \longrightarrow \bar{V} = \frac{0/2}{T/2} = \frac{0/2}{0/4} = 0/5 \left(\frac{m}{s}\right)$$

• مثال) هرگاه، بیشینه‌ی جابجایی نوسانگری نسبت به وضعیت تعادل 10 cm باشد و با دوره‌ی تناوب 0/5 s حرکت هماهنگ ساده انجام دهد:

الف) رابطه‌ی مکان - زمان نوسانگر را بنویسید.

ب) در لحظه‌ی $t = \frac{1}{12}\ s$ مکان جسم نسبت به وضع تعادل بدست آورید. حل: الف) چون نوسانگر حداکثر 10 cm از وضع تعادل منحرف می‌شود پس دامنه‌ی نوسان برابر است با:

$$A = 10\ cm = 0/10\ m$$

$$T = 0/5\ s \longrightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0/5} = 4\pi \ (rad/s)$$

$$x(t) = A \cos \omega t = 0/1 \cos 4\pi t$$

ب) برای محاسبه‌ی مکان متحرک در زمان داده شده، $(t = \frac{1}{12}\ s)$ را در معادله‌ی بدست آمده، جایگزین می‌کنیم:

$$x_{(t)} = 0/1 \cos 4\pi t$$

$$\longrightarrow x(t) = 0/1 \cos 4\pi \times \frac{1}{12} = 0/1 \cos \pi/3$$

$$\longrightarrow x = 0/1 \times \frac{1}{2} = 0/05\ m$$

$$\longrightarrow x = 5\ cm$$

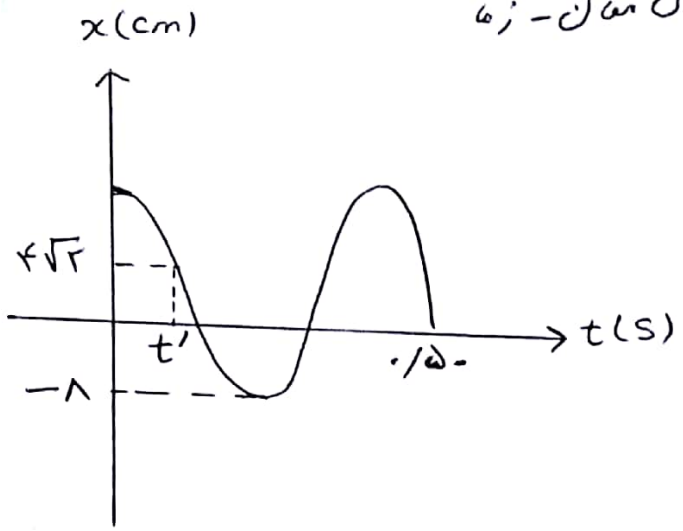
دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• تمرین) نمودار مکان – زمان نوسانگری

مطابق شکل رو به رو است: الف) رابطه‌ی مکان – زمان نوسانگر را بنویسید.

ب) زمان t' را به دست آورید.



• جاهای خالی را با عبارت های مناسب پر کنید.

الف) حرکت ها هنگ ساده نوعی از نوسان موسوم به نوسان .... است.

ب) به نقش های که در یک الکتروقلب نگار، بطور منظم تکرار می‌شود .... نوسان می‌گوییم.

پ) مدت زمان یک چرخه .... حرکت نامیده می‌شود.

ت) هر نوسان دوره‌ای را می‌توان همپایه‌ای از نوسان های .... در نظر گرفت.

ث) در نقاط بازگشت، تندی .... است.

ج) به دستگاهی که برای ثبت نوسان ها از آن استفاده می‌شود .... گوییم.

حل: الف) دوره‌ای ب) چرخه پ) دوره‌ی تناوب

ت) سینوسی ث) صفر ج) نوسانگر

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

جزوه فیزیک دوازدهم – نوسان و امواج — تنظیم: محمد حسین پور

• عبارت مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

الف) تعداد نوسان های انجام شده در هر ثانیه (با مد / دوره) نامیده می‌شود.

ب) وقتی نوسانگر در (نقطه‌های بازگشت / نقطه تعادل) قرار می‌گیرد، اندازه سرعتش بیشینه می‌شود.

پ) یکای بسامد زاویه‌ای (رادیان / رادیان بر ثانیه) است.

حل: الف) بسامد ب) نقطه‌ی تعادل پ) رادیان بر ثانیه

• مثال) دامنه‌ی حرکت نوسانگری که حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد، ۴cm و دوره‌ی آن $\frac{1}{12}Hz$ است. اگر نوسانگر در $t=0$ در طرف مثبت x و در نقطه‌ی بازگشت قرار داشته باشد: ($\cos\frac{\pi}{6}=\frac{\sqrt{3}}{2}$)

الف) معادله‌ی مکان – زمان حرکت این نوسانگر را در SI بنویسید.

ب) در $t=7s$ متحرک در چه مکانی قرار دارد؟

پ) در چه لحظه‌ای به طور مثبت، متحرک برای اولین بار در $x=-2cm$ قرار می‌گیرد؟

حل: الف) $\omega = 2\pi f = 2\pi(\frac{1}{12}) = \frac{\pi}{6}(rad/s)$

متحرک در $t=0$ در نقطه‌ی بازگشت و در طرف راست مبدأ قرار دارد، پس معادله‌ی مکان – زمان آن باید به صورتی باشد که این شرایط در آن صدق کند:

$$x(t) = A\cos\omega t$$

$$A=4cm=0.04m \longrightarrow x(t)=0.04\cos\frac{\pi}{6}t$$

ب) برای آنکه بفهمیم که متحرک در $t=7s$ در کجا قرار دارد در معادله‌ی مکان – زمان t را برحسب s قرار می‌دهیم:

$$x=0.04\cos(\frac{\pi}{6}x(7)) = 0.04\cos(7\pi/6) = 0.04\times(-\sqrt{3}/2)$$

$$= -0.02\sqrt{3}\,m$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

جزوه فیزیک دوازدهم – نوسان و امواج — تنظیم: محمد حسن پور

ب) برای آنکه بفهمیم در چه لحظه ای برای اولین بار متحرک در $x=-2cm$ قرار می‌گیرد

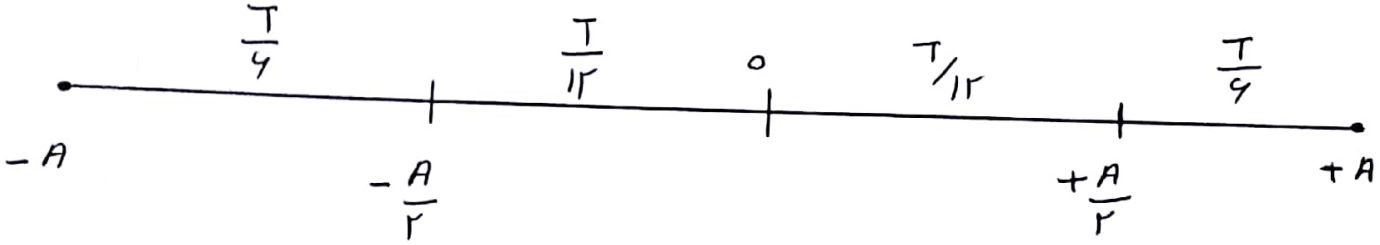
باید معادله‌ی مکان – زمان را بیابید $x=-2cm$ قرار دهیم:

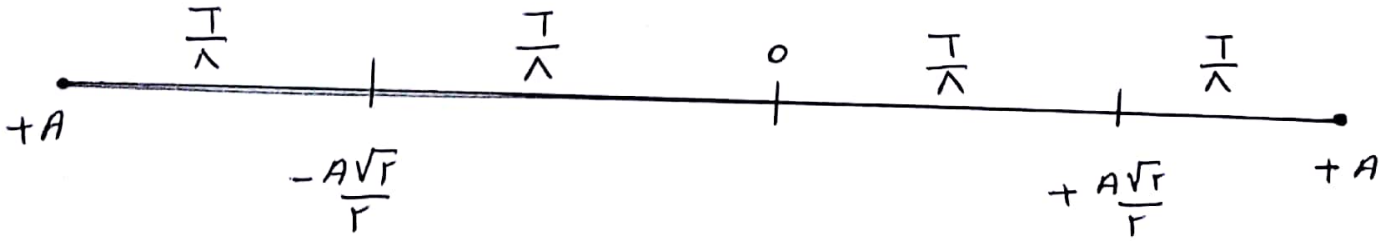
$$x=-2cm=-0.02m \rightarrow -0.02=0.04\cos(\frac{\pi}{6}t)$$

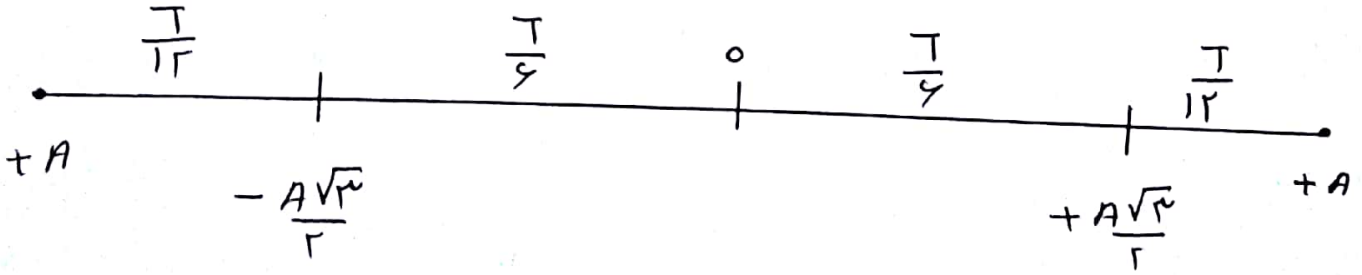
$$\rightarrow \cos(\frac{\pi}{6}t)=\frac{-0.02}{0.04}=-\frac{1}{2}=\cos 2\pi/3$$

$$\rightarrow \frac{\pi}{6}t=2\pi/3 \rightarrow t=4s$$

• نکته‌ی مهم) تکنیک های برای تعیین موقعیت نوسانگر:





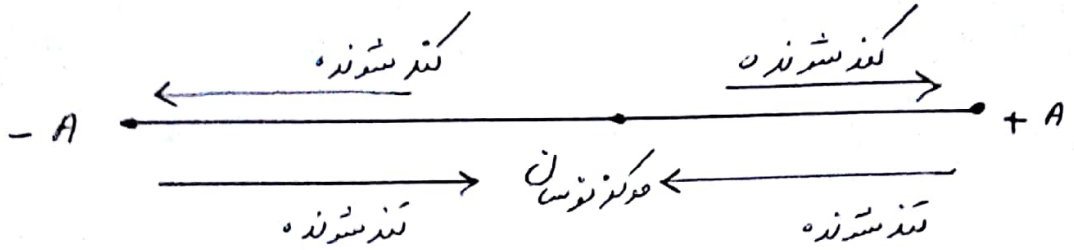


دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

جزوه فیزیک دوازدهم – نوسان و امواج — تنظیم: محمد حسین پور

• بررسی حرکت تندشونده و کندشونده در حرکت نوسانی با هنگ ساده:



• مثال) دوره‌ی نوسانگر ساده‌ای $\frac{\pi}{50}s$ و دامنه‌ی آن $2cm$ است در لحظه‌ای که نوسانگر به اندازه $\sqrt{3}cm$ از وضع تعادل دور شده است بزرگی سرعت آن چند $\frac{m}{s}$ است؟ 1) 1 2) 2 3) 10 4) 20

حل:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{\frac{\pi}{50}} = 100\ (rad/s)$$

$$V = \omega\sqrt{A^2 - x^2} = 100\sqrt{2^2 - (\sqrt{3})^2} = 100\sqrt{4-3}$$

$$\rightarrow V = 100\ cm/s = 1\ m/s$$

• مثال) در یک حرکت نوسانی ساده، نوسانگر در هر دقیقه 30 بار طول پاره‌خط مسیر را طی می‌کند. تغییر انرژی نوسانگر در بازه‌ی زمانی $t_1 = 2s$, $t_2 = 4s$ چند ژول است؟ 1) π 2) $\pi/2$ 3) $\frac{\pi}{6}$ 4) 2π

حل:

نوسان کامل $n = \frac{30}{2} = 15$

دوره $T = \frac{t}{n} = \frac{60}{15} = 4s$

$$\rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{4} = \frac{\pi}{2}\ (rad/s)$$

$$\rightarrow \Delta\theta = \omega\Delta t = \frac{\pi}{2}(4-2) = \pi(rad)$$

$$\rightarrow \Delta\theta = \pi\ (rad)$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

جزوه فیزیک دوازدهم – نوسان و امواج – تنظیم: محمد حسین پور

• مثال) در حرکت نوسانی ساده، اگر دامنه‌ی حرکت آن ۲ برابر شود، دوره‌ی حرکت ..... چه پیشامدی سرعت نوسانگر ..... می‌شود.

۱) ثابت – نصف ۲) ثابت – دوبرابر ۳) دوبرابر – دوبرابر ۴) دوبرابر – ثابت

حل: T ثابت است.

$$\frac{V_{2max}}{V_{1max}} = \frac{A_2 \omega}{A_1 \omega} = 2$$

• معادله‌ی سرعت برحسب مکان یک نوسانگر ساده در SI بصورت $36\pi^2 x^2 + 4V^2 - 4\pi^2 = 0$ است. دوره‌ی حرکت چند ثانیه است؟

۱) $\frac{1}{2}$ ۲) $\frac{2}{3}$ ۳) $\frac{3}{2}$ ۴) 2

حل: $\omega = 2\pi(\frac{rad}{s}) \rightarrow \omega^2 = 9\pi^2$

$$V^2 = \pi^2 - 9\pi^2 x^2 \longrightarrow \omega^2 = 9\pi^2 \rightarrow \omega = 3\pi$$

$$V^2 = A^2\omega^2 - \omega^2 x^2$$

$$3\pi = \omega = \frac{2\pi}{T} \rightarrow T = \frac{2}{3}(s)$$

• مثال) معادله‌ی سرعت- مکان نوسانگری در SI بصورت $\frac{25}{\pi^2}V^2 + 2500x^2 = 1$ است. بسامد نوسان چند هرتز است؟

۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۵

حل:

مقایسه:

$$\begin{cases} \frac{25}{\pi^2}V^2 + 2500x^2 = 1 \\ \left(\frac{V}{V_m}\right)^2 + \left(\frac{x}{A}\right)^2 = 1 \end{cases} \longrightarrow \frac{25}{\pi^2}V^2 = \left(\frac{V}{V_m}\right)^2$$

$$\longrightarrow V_m = \pi/5 (m/s)$$

$$, \longrightarrow 2500x^2 = \frac{x^2}{A^2} \longrightarrow A = \frac{1}{50}m$$

$$\longrightarrow V_{max} = A\omega \rightarrow \frac{\pi}{5} = \frac{1}{50} \times 2\pi f$$

$$\longrightarrow \boxed{f = 5\,Hz}$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• تست) کدام یک از حرکت های زیر، دوره ای نیست؟

الف) شلیک گلوله از لوله مسلسل ب) حرکت پیستون در سیلندر موتور خودرو

پ) حرکت ماهیچه های قلب (فرزبان قلب) ت) چکه کردن منظم شیر آب

۱) الف و ت ۲) الف و ب ۳) پ و ت ۴) ب و پ

حل) گزینه ① درست است.

در حرکت دوره ای یک جسم یک حرکت را به طور منظم و پی در پی تکرار می کند؛ در الف و ت هر گلوله یا هر قطره ی آب فقط یک بار یک حرکت را انجام می دهد و دیگر و دفعه ی بعد یک گلوله یا یک قطره ی دیگر، همان حرکت را تکرار می کند، پس این حرکت ها دوره ای نیست.

• دستگاه نوسان نگار: از این دستگاه برای رسم نمودار مکان - زمان در حرکت نوسانی استفاده می شود، که مدادی به وزنه متصل بوده و پس از آنکه وزنه شروع به نوسان می کند، کاغذ را در حالی که نوک مداد با آن در تماس است، با سرعت ثابت به حرکت در آورده و نمودار رسم شده روی کاغذ که به آن نوسان نگاشت می گوییم، تأیید می کند که حرکت وزنه، حرکت هماهنگ ساده است.

• تست) کدام گزینه درباره ی حرکت هماهنگ ساده درست است؟

۱) در هنگام نوسان، جسم نوسانگر برای لحظه ای در نقطه ای تعادلش می ایستد و تغییر جهت می دهد.

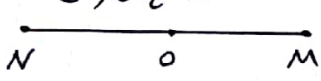
۲) دامنه برابر نصف بیشترین اندازه ی جابجایی از نقطه ای تعادل است.

۳) در یک چرخه، اندازه ی جابجایی جسم نوسان کننده، ۴ برابر دامنه است.

۴) در یک چرخه، نوسانگر دو بار از نقطه ای تعادلش عبور می کند.

حل) گزینه ④ درست است. گزینه ها را تک به تک مورد بررسی قرار میدهیم.

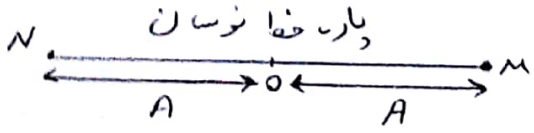
گزینه ① ← در هنگام نوسان، جسم نوسانگر یا بیشینه ی تندی از وضع تعادل یا همان مبدأ عبور می کند، ولی در انتهای پاره خط نوسان، برای لحظه ای ایستاده و تغییر جهت میدهد. نوسانگر در دو انتهای پاره خط در حال تعادل نیست.



دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

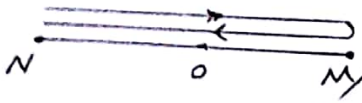
جزوه فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسین پور

گزینه‌ی (۲) ← دامنه‌ی M برابر نصف پاره خط نوسان و برابر بیشترین اندازه‌ی جابه‌جایی از نقطه‌ی تعادل است.



تا همه‌ی نقطه‌ی تعادل تا دو انتهای پاره خط نوسان برابر دامنه است.

گزینه‌ی (۳) ← در یک چرخه، جسم نوسان کننده دو بار طول پاره خط نوسان را طی می‌کند، یعنی در لحظه‌ی نهایی، جسم همان جایی است که در لحظه‌ی ابتدایی چرخه بوده است، پس اندازه‌ی جابه‌جایی در مدت یک چرخه برابر صفر است.



بطور مثال در شکل روبرو نقطه‌ی N، نقطه‌ی آغاز و پایان یک چرخه، مسافت پیموده شده توسط جسم نوسان کننده، ۴ برابر دامنه است.

گزینه‌ی (۴) ← در یک چرخه، جسم دو بار از هر نقطه دلخواه بر روی پاره خط (از جمله نقطه‌ی تعادل) می‌گذرد.

۳) جسمی که در حال حرکت هماهنگ ساده با دامنه‌ی ۴cm است، در هر دقیقه ۱۲۰ نوسان انجام می‌دهد، تندی متوسط آن در هر نوسان چند متر بر ثانیه است؟

۱) صفر ۲) ۰/۰۰۳ ۳) ۰/۳۲ ۴) ۰/۱۶

حل) گزینه‌ی (۳) درست است. $t = nT \rightarrow 60 = 120\,T \rightarrow T = 0.5\,s$

$$\bar{S} = S_{av} = \frac{L}{\Delta t} = \frac{4A}{T} = \frac{4 \times 0.04}{0.5} = 0.32\ m/s$$

توجه) اگر در تست فوق به جای تندی متوسط، سرعت متوسط را می‌خواستیم باید جابه‌جایی را بدست می‌آوردیم و چون جابه‌جایی در هر چرخه صفر می‌شد پس در این حالت سرعت متوسط هم صفر می‌شد.

$$\bar{V} = V_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = 0$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

جزوه فیزیک دوازدهم – نوسان و امواج – تنظیم: محمد حسن پور

• تست) جسمی روی یک پاره خط ۲۰ سانتی‌متری در حال حرکت هماهنگ ساده با بسامد ۲Hz است. اگر این جسم در مبدأ زمان در دورترین فاصله از نقطه‌ی تعادل در جهت مثبت محور x باشد، جابه‌جایی آن از نقطه‌ی تعادلش در لحظه‌ی $t=\frac{1}{24}s$ چند cm است؟ ۱) ۲٫۵ ۲) ۱۰ ۳) $5\sqrt{3}$ ۴) ۴

حل) گزینه‌ی ③ درست است.

• با توجه به دامنه‌ی حرکت و با سرعت زاویه‌ای معادله‌ی حرکت را به دست می‌آوریم و داریم:

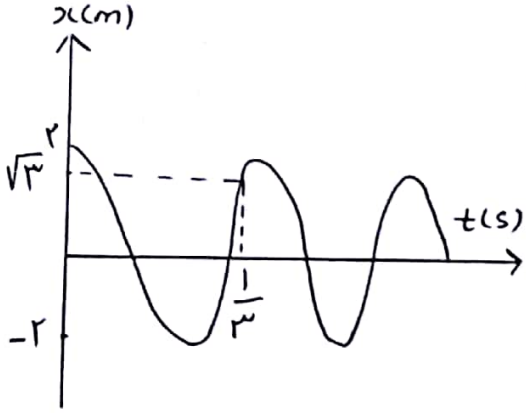
$$A=\frac{\text{طول پاره‌خط}}{2}=\frac{20}{2}=10\,cm$$

$$\omega=2\pi f=2\pi\times 2=4\pi\,(rad/s)$$

$$x=A\cos\omega t=10\cos 4\pi t \longrightarrow x=10\cos 4\pi\times\frac{1}{24}=10\cos\pi/6$$

$$t=\frac{1}{24}s \longrightarrow x=10\times\frac{\sqrt{3}}{2}=5\sqrt{3}\,cm$$

• تست) نمودار مکان – زمان نوسانگر هماهنگ ساده‌ای به صورت شکل مقابل است. معادله‌ی حرکت این نوسانگر در SI کدام است؟



۱) $x=2\cos\frac{11\pi}{2}t$ ۲) $x=2\cos\pi/4\,t$

۳) $x=2\cos\frac{13\pi}{2}t$ ۴) $x=2\cos\pi/3\,t$

حل) گزینه‌ی ① پاسخ است.

با توجه به شکل دامنه‌ی $A=2m$ می‌شود و برای محاسبه‌ی دوره‌ی T داریم: (از روی نمودار T را حساب می‌کنیم)

$$\frac{T}{4}+\frac{T}{2}+\frac{T}{6}=\frac{1}{3}s \longrightarrow \frac{11T}{6\times 2}=\frac{11T}{12}=\frac{1}{3}\longrightarrow T=\frac{4}{11}s$$

$$\longrightarrow \omega=2\pi/T=\frac{2\pi}{\frac{4}{11}}=\frac{11\pi}{2}\,(\frac{rad}{s})$$

$$\longrightarrow x=A\cos\omega t$$

$$\longrightarrow \boxed{x=2\cos\frac{11\pi}{2}t}$$

۱۲

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• تست) معادله‌ی حرکت نوسانگر ها هنگ ساده‌ای در SI به صورت $x = 0.1\cos 10\pi t$ ، در بازه‌ی زمانی صفر تا $t = \frac{1}{12}s$ چند ثانیه حرکت این نوسانگر کند شونده بوده است؟

۱) $\frac{1}{15}$ ۲) $\frac{1}{20}$ ۳) $\frac{1}{30}$ ۴) $\frac{1}{40}$

حل) گزینه‌ی ۳ پاسخ درست است.

$$\begin{cases} x = 0.1\cos 10\pi t \\ x = A\cos\omega t \end{cases} \rightarrow A = 0.1m$$

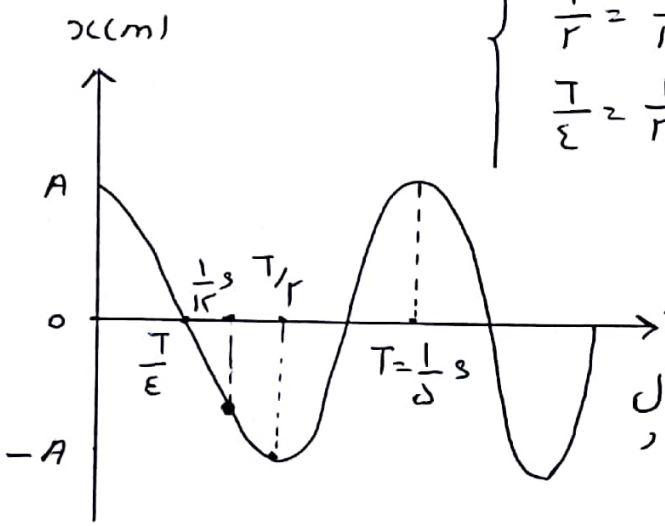
$$\omega = 10\pi\ rad/s \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 10\pi$$

$$\rightarrow T = \frac{2\pi}{10\pi} = \frac{1}{5}s \rightarrow T = \frac{1}{5}s$$

• حال با توجه به مقدار T نمودار x برحسب t را رسم می‌کنیم و داریم:

$$\begin{cases} T = \frac{1}{5}s \\ \frac{T}{2} = \frac{1}{10}s \\ \frac{T}{4} = \frac{1}{20}s \end{cases}$$

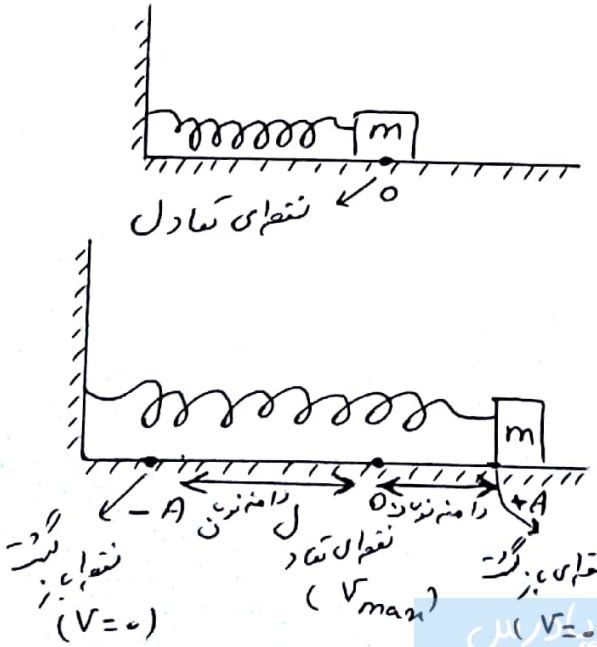
• پس $\frac{1}{12}s$ بین زمان‌های $\frac{1}{20}s$ و $\frac{1}{10}s$ بوده و داریم:



$$\Delta t = \frac{1}{12} - \frac{1}{20} = \frac{1}{30}s$$

در بازه‌ی زمانی Δt که $\frac{1}{30}s$ مجسم شد نوسانگر از نقطه‌ی تعادل دور شده و حرکتش کند شونده است.

• سامانه‌ی جرم - فنر: یک مثال از حرکت ها هنگ ساده نوسان دستگاه جرم - فنر است. اگر روی یک سطح افقی بدون اصطکاک جرمی را به انتهای فنری که به دیوار متصل است ببندیم و آن را کمی از وضع تعادل جابجا کرده و سپس رها کنیم، حرکت دستگاه جرم - فنر حرکت ها هنگ ساده می‌باشد.



دانلود از اپلیکیشن پویا

Scanned by CamScanner

• بسامد زاویه‌ای و دوره‌ی تناوب دستگاه جرم – فنر:

بسامد زاویه‌ای و دوره‌ی تناوب نوسانگر به مشخصات فیزیکی نوسانگر بستگی دارد. در مورد دستگاه جرم – فنر، بسامد زاویه‌ای به جرم و ثابت فنر بستگی دارد و مستقل از دامنه‌ی نوسان است. بسامد زاویه‌ای برای وزنه‌ای به جرم m که به فنری با ثابت k متصل است، از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

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

T: دوره‌ی تناوب (ثانیه)، m: جرم وزنه (kg)، k: ثابت فنر ($\frac{N}{m}$)

• توجه) رابطه‌ی مورد نظر به این معنا بوده که هرچه جرم وزنه بیشتر و ثابت فنر کمتر باشد، دوره‌ی تناوب افزایش یافته و نوسان کندتر می‌شود.

• مثال) وزنه‌ای به جرم $400\,g$ را به انتهای فنری با ثابت $1000\ \frac{N}{m}$ بسته و آن را روی سطح افقی بدون اصطکاک به اندازه‌ی $5\,cm$ از وضع تعادل خارج کرده و سپس رها می‌کنیم. ($\pi = 3{,}14$)

الف) دوره‌ی تناوب نوسان دستگاه را حساب کنید.

ب) رابطه‌ی مکان – زمان را برای این دستگاه بنویسید.

حل: الف)

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\times 3{,}14\times\sqrt{\frac{0{,}4}{1000}} = 2\times 3{,}14\times 0{,}02$$

$$\rightarrow T = 0{,}1256\,s$$

ب)

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{1000}{0{,}4}} = 50\ rad/s$$

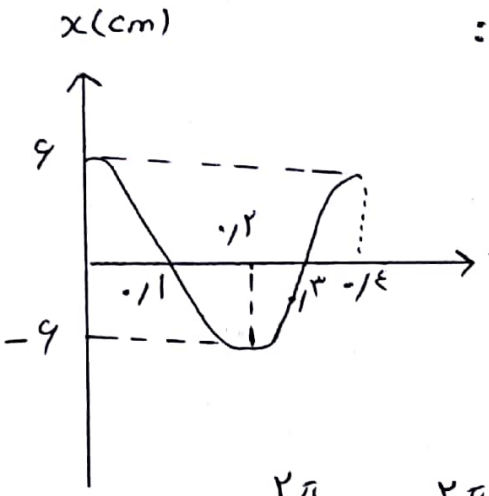
$$A = 5\,cm = 0{,}05\,m$$

$$x(t) = A\cos\omega t = 5\times 10^{-2}\cos 50t$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• مثال) نمودار مکان – زمان نوسانگری در سامانه‌ی جرم و فنر بصورت روبرو است. اگر ثابت فنر برابر $100\ \frac{N}{m}$ باشد:



الف) جرم نوسانگر چند کیلوگرم است؟

ب) اندازه‌ی شتاب این نوسانگر در $t=0/15\ s$ چند متر بر مجذور ثانیه است؟ ($\pi^2=10$)

حل) الف) با توجه به نمودار $T=0/4\ s$

$$\omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{2\pi}{0/4}=5\pi\ \left(\frac{rad}{s}\right)$$

$$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}\rightarrow \omega^2=\frac{k}{m}\rightarrow (5\pi)^2=\frac{100}{m}\rightarrow 25\times 10=\frac{100}{m}$$

$$\rightarrow m=\frac{2}{5}=0/4\ kg$$

ب) معادله‌ی مکان – زمان متحرک را نوشته و با توجه به $t=0/15\ s$ داریم:

$$x(t)=A\cos\omega t=0/06\cos 5\pi t$$

$$\rightarrow x=0/06\cos 5\pi\times 0/15=0/06\cos\frac{3}{4}\pi$$

$$\rightarrow x=-0/06\times\sqrt{2}/2=-0/03\sqrt{2}\ m$$

$$\rightarrow |a|=\left|\frac{F}{m}\right|=\frac{kx}{m}=\frac{100\times 0/03\sqrt{2}}{0/4}=7/5\sqrt{2}$$

$$\rightarrow |a|=7/5\sqrt{2}\ m/s^2$$

($F=kx$ نیروی کشانی فنر)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• تمرین ۱ کتاب پایان فصل) یک وزنه‌ی ۲۰N را از انتهای یک فنر قائم می‌آویزیم، فنر ۲۰cm کشیده می‌شود. پس این فنر را در حالی که به یک وزنه‌ی ۵۱۰N متصل است روی میز بدون اصطکاک به نوسان درمی‌آوریم دوره‌ی تناوب این نوسان چقدر است؟ $\pi = 3$

حل:

$$\begin{cases} mg = Kx \rightarrow 20 = K \times 0/2 \rightarrow K = 100 \left(\frac{N}{m}\right) \\ T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}} \rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{0/5}{100}} \rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{1}{200}} \end{cases}$$

$$\rightarrow \quad T = 0/3\sqrt{2}\,s$$

• تمرین ۲ پایان فصل) هرگاه جسم به جرم m به فنری متصل شود، و به نوسان درآید، با دوره‌ی تناوب ۲s نوسان می‌کند. اگر جرم این جسم ۲kg افزایش یابد، دوره‌ی تناوب ۳s می‌شود مقدار m چقدر است؟

حل)

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}} \rightarrow \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{m'}{m}}$$

$$T = 2s \;,\; T' = 3s$$

$$m' = m + 2 \rightarrow \frac{3}{2} = \sqrt{\frac{m+2}{m}} \rightarrow \frac{9}{4} = \frac{m+2}{m}$$

$$\rightarrow \quad 9m = 4m + 8 \rightarrow 5m = 8 \rightarrow m = 1/6\,kg$$

• تمرین ۳ پایان فصل) جرم خودرویی همراه با سرنشینان آن ۱۶۰۰kg است. این خودرو روی چهار فنر با ثابت $2100 \times 10^4 \frac{N}{m}$ سوار شده است. دوره‌ی تناوب بالا و پایین آمدن خودرو وقتی از چاله‌ای می‌گذرد چقدر است؟ فرض کنید وزن خودرو بطور یکنواخت روی فنرهای چهار چرخ توزیع شده است. $\pi = 3$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• حل تمرین ۳ پایان فصل)

$1600 = 4m \rightarrow m = 400\ kg$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{400}{20000}} = 0.4\sqrt{2}\ (s)$

$f = \frac{1}{T} \rightarrow f = \frac{1}{0.4\sqrt{2}} = 1.19\ (Hz)$

$k = m\omega^2 \rightarrow 20000 = 400 \times \omega^2 \rightarrow \omega^2 = 50 = 25 \times 2$

$\rightarrow \omega = 5\sqrt{2}\ (\frac{rad}{s})$

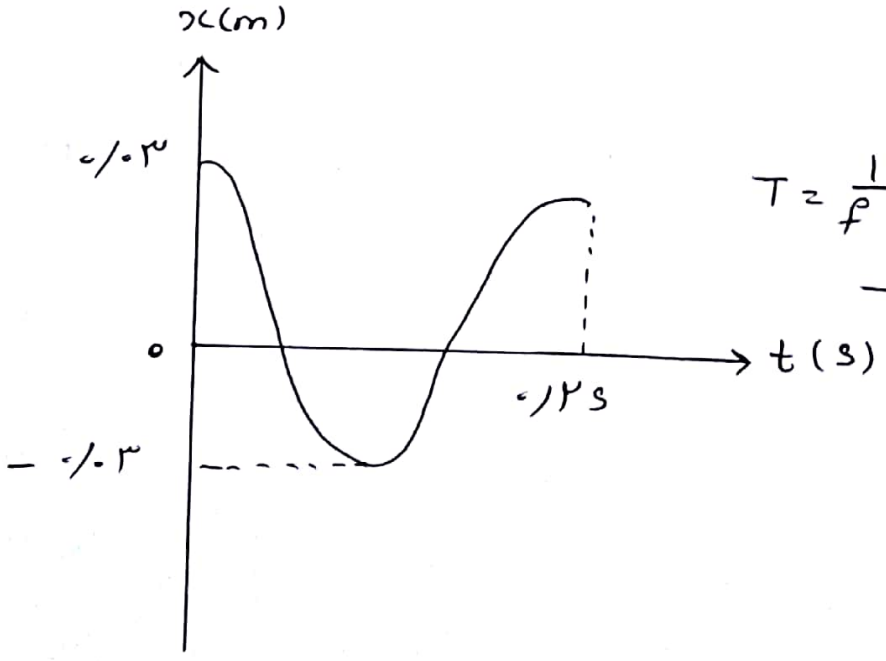
• تمرین ۴ پایان فصل کتاب) دامنه‌ی نوسان یک حرکت هماهنگ ساده $3.0 \times 10^{-2} m$ و بسامد آن $5.0\ Hz$ است. معادله‌ی حرکت این نوسانگر را بنویسید و نمودار مکان - زمان آن را در یک دوره رسم کنید.

حل)

$\omega = 2\pi f = 2\pi \times 5 = 10\pi\ rad/s$

$A = 3.0 \times 10^{-2} = 0.03\ m$

$x = A\cos\omega t \rightarrow x = 0.03\cos 10\pi t$ (معادله‌ی حرکت)



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

$\rightarrow T = 0.2s$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

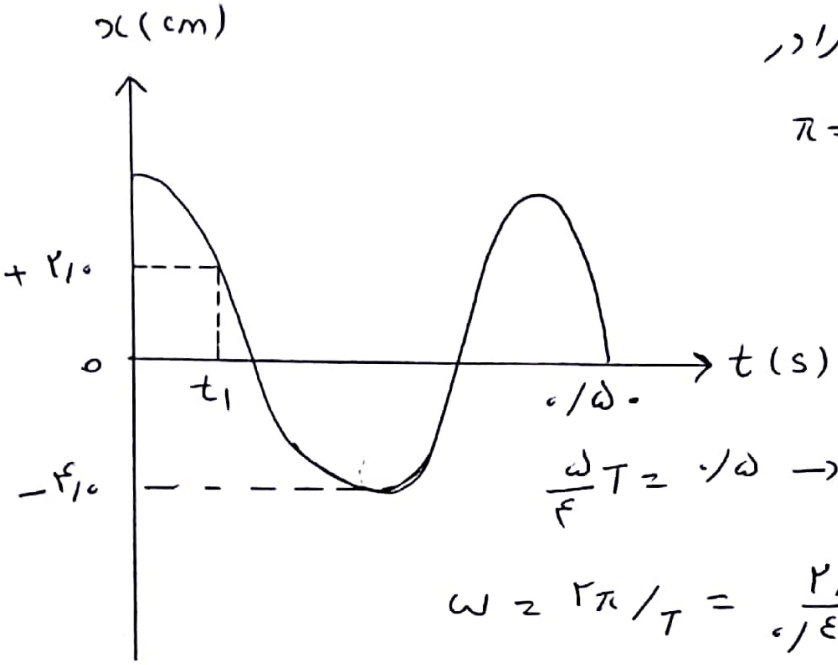
Scanned by CamScanner

تمرین ۵ پایان فصل کتاب) نمودار مکان - زمان نوسانگری مطابق شکل زیر است.

الف) معادله‌ی حرکت این نوسانگر را بنویسید.

ب) مقدار t_1 را بدست آورید.

پ) اندازه‌ی شتاب نوسانگر را در لحظه‌ی t_1 محاسبه کنید. $\pi = 3$



حل) الف) $\frac{\omega}{۴}T = ۰/۵ \rightarrow T = ۰/۴(s)$

$$\omega = ۲\pi/T = \frac{۲\pi}{۰/۴} = ۵\pi \left(rad/s\right)$$

$$\rightarrow x = A\cos\omega t \rightarrow x = ۴\cos ۵\pi t$$

ب) $t_1 = ?$, $x = ۲cm$

$$\rightarrow ۲ = ۴\cos ۵\pi t_1 \rightarrow \cos ۵\pi t_1 = \frac{۱}{۲}$$

$$\rightarrow \cos ۵\pi t_1 = \cos ۶۰ = \cos \pi/۳$$

$$\rightarrow ۵\pi t_1 = \pi/۳ \rightarrow ۱۵ t_1 = ۱ \rightarrow t_1 = \frac{۱}{۱۵}s$$

پ)

$$\begin{cases} k = m\omega^۲ \\ F = kx \\ F = ma \end{cases} \rightarrow F = m\omega^۲ x = ma$$

$$\rightarrow a = \omega^۲ x$$

$$\rightarrow a = (۵\pi)^۲ \times \frac{۲}{۱۰۰} = ۲۵\pi^۲ \times \frac{۲}{۱۰۰}$$

$$x = ۲cm = \frac{۲}{۱۰۰}m \rightarrow a = \frac{۵۰}{۱۰۰}\pi^۲$$

$$a = \frac{۱}{۲} \times ۳^۲ = ۴/۵ \frac{m}{s^۲}$$

$$\rightarrow a = ۴/۵ \frac{m}{s^۲}$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• کنکور ۹۳ خ.ی)

دامنه ی یک نوسانگر وزنه - فنر $4cm$ می باشد. اگر جرم وزنه 80 گرم و ثابت فنر $200\frac{N}{m}$ باشد، در لحظه ای که مکان نوسانگر $-2cm$ است، شتاب نوسانگر چند متر بر مربع ثانیه است؟ ۱) ۱۵۰ ۲) ۷۵ ۳) ۵۰ ۴) ۲۵

حل)

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{200}{0.08}} = \sqrt{\frac{200\times100}{8}} = 50\,rad/s$$

اگر $F=-kx \rightarrow a=-\omega^2 x = -50^2\times(-\frac{2}{100}) = 50\,\frac{m}{s^2}$

• تمرین، کنکور ۹۱ خ.ی)

ذره ای به جرم 500 گرم روی یک خط بطول $10cm$، حرکت هماهنگ ساده انجام میدهد اگر دوره ی نوسان $\frac{1}{2}$ ثانیه باشد بیشینه ی نیروی وارد بر نوسانگر چند نیوتون است؟ ($\pi^2=10$) ۱) ۴ ۲) ۲ ۳) ۱ ۴) $\frac{1}{2}$

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

جزوه فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسین پور

- تمرین ریاضی ۸۵

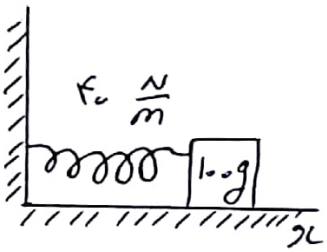
بسامد نوسان دستگاه وزنه - فنری ۲۵Hz و جرم وزنه ۱۰g است ثابت فنر چند نیوتن بر متر است؟ ($\pi=\sqrt{10}$)

۱) ۱۲۵ ۲) ۲۵۰ ۳) ۵۰۰ ۴) ۱۰۰۰

حل)

تمرین کنکور تجربی با کمی تغییر) در شکل مقابل وزنه را از حالت تعادل به اندازه‌ی 10cm در جهت محور x ها جابه‌جا کرده و از حال سکون رها می‌کنیم. معادله‌ی حرکت آن در SI کدام است؟

(مبدأ مکان، نقطه‌ای تعادل وزنه و مبدأ زمان لحظه‌ای رها کردن وزنه است. وزنه با سطح افق اصطکاک ندارد.)



۱) $x=0.1\cos(20t)$ ۲) $x=0.2\cos(20t)$

۳) $x=0.1\cos(20\pi t)$ ۴) $x=0.2\cos(20\pi t)$

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• تمرین (ریاضی ۸۳) به انتهای یک فنر، جرم ناچیز وزنه‌ی ۵۰۰ گرمی می‌آویزیم و آن را در راستای قائم با دامنه‌ی کم به نوسان درمی‌آوریم. اگر ثابت فنر ۲۰ نیوتون بر متر باشد، وزنه در هر دقیقه چند نوسان کامل انجام خواهد داد؟ ($\pi^2 = 10$)

۱) ۱۲ ۲) ۱۸ ۳) ۳۰ ۴) ۶۰

حل)

• تمرین (برگرفته از ۸۴ خارج کشور) وزنه‌ای را از انتهای فنری با جرم ناچیز می‌آویزیم و آن را در راستای قائم با دامنه‌ی کم به نوسان درمی‌آوریم. اگر در حالت تعادل تغییر طول فنر نسبت به حالت عادی ۴cm شود، دوره‌ی آن چند ثانیه خواهد شد؟ ($g = \pi^2 \frac{m}{s^2}$)

۱) ۰/۲ ۲) ۰/۴ ۳) ۰/۶ ۴) ۰/۸

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• تمرین، ریاضی ۹۰) وزنه‌ای را از انتهای فنر سبکی آویزان می‌کنیم. در حالتی که وزنه به حال تعادل قرار گیرد و بایستد، طول فنر $10\,cm$ افزایش یافته است. وزنه را از این وضعیت کمی پایین کشیده و رها می‌کنیم تا در راستای قائم به نوسان درآید. دوره‌ی نوسان چند ثانیه است؟ ($g = 10\,m/s^2$)

۱) $\frac{1}{5}$ ۲) $\frac{2\pi}{5}$ ۳) $\frac{\pi}{5}$ ۴) $\frac{2}{5}$

حل)

• تمرین) در یک حرکت هماهنگ ساده، بردار شتاب متحرک ... بردار جابه‌جایی آن نسبت به نقطه‌ی تعادل بوده و از نظر اندازه با آن نسبت ... دارد.

۱) هم جهت یا - مستقیم ۲) هم جهت یا - عکس ۳) در خلاف جهت - مستقیم ۴) خلاف جهت - عکس

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

تمرین) در حرکت های هنگ ساده، کدام یک از گزینه های زیر درباره ی جهت بردارهای یکه های وارد بر نوسانگر درست است؟

۱) همواره با سرعت هم جهت است. ۲) همواره در خلاف جهت سرعت است.

۳) همواره به سمت نقطه ی تعادل است. ۴) همواره به سمت نقطه ی بازگشت نزدیک است.

حل)

• مثال) در یک حرکت هماهنگ ساده، در لحظه ای که اندازه ی شتاب متحرک در حال افزایش است، متحرک بطور .... در حال نزدیک شدن به نقطه ی .... می باشد. گزینه ها

۱) تندشونده - تعادل ۲) تندشونده - بازگشت ۳) کندشونده - تعادل ۴) کندشونده - بازگشت

حل) گزینه ی ④ درست است.

اندازه ی شتاب متحرک با فاصله ی آن تا نقطه ی تعادل نسبت مستقیم دارد.

اندازه ی شتاب در حال افزایش است، پس فاصله ی متحرک تا نقطه ی تعادل هم باید در حال افزایش باشد، یعنی متحرک در حال نزدیک شدن به نقطه ی بازگشت است. و می دانیم که وقتی متحرک از نقطه ی تعادل دور می شود، تندی آن کم شده. پس گزینه ی ④ درست است.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

- تمرین، ر.ف ۸۲) شتاب یک نوسانگر در حرکت هماهنگ ساده بطور مرتب در هر ثانیه ۸ بار صفر می‌شود، دوره‌ی این نوسانگر چند ثانیه است؟

۱) ۴ ۲) ۸ ۳) $\frac{1}{4}$ ۴) $\frac{1}{8}$

حل)

- تمرین، ر.ف ۸۵) نوسانگری به جرم ۲۰g در هر دقیقه ۱۲۰ نوسان کامل انجام می‌دهد، اگر در هر دوره مسافت ۱۶cm را طی کند بیشینه‌ی نیروی وارد بر نوسانگر چند نیوتون است؟ ($\pi^2 = 10$) ۱) ۰/۶۴ ۲) ۰/۱۲۸ ۳) ۰/۲۵۶ ۴) ۰/۵۱۲

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

- تمرین، کنکور (بخش)

جسمی به جرم ۵۰ گرم که از یک فنر آویخته است، نوسان می‌کند، معادله‌ی مکان نوسانگر در SI به صورت $x = 0.1\cos(20t)$ است. بیشترین نیروی وارد بر جسم چند نیوتون است؟ ۱) ۱ ۲) ۰/۲ ۳) ۱ ۴) ۲

حل:

- تمرین، بخش ۹۱)

ذره‌ای به جرم ۵۰۰ گرم روی پاره‌خطی بطول ۱۰ cm، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر دوره‌ی نوسان $\frac{1}{2}$ ثانیه باشد، بیشینه‌ی نیروی وارد بر نوسانگر چند نیوتون است؟ ($\pi^2 = 10$)

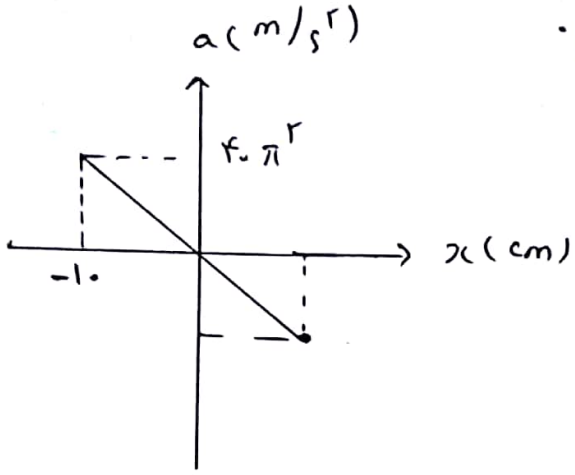
۱) ۴ ۲) ۲ ۳) ۱ ۴) $\frac{1}{2}$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• تمرین) نمودار شتاب - مکان نوسانگر هماهنگ ساده، ای که حول مبدأ مکان نوسان می‌کند به شکل روبرو است، بسامد این نوسان چند هرتز است؟

۱) ۱۰ ۲) ۵ ۳) ۰/۲ ۴) ۰/۱



حل)

• تمرین) متحرکی روی پاره خطی بطول ۲۰cm حرکت هماهنگ ساده، انجام میدهد. اگر اندازه شتاب متحرک در فاصله‌ی ۴cm نقطه‌ی بازگشت برابر با ۲/۴ m/s² باشد، دوره‌ی تناوب حرکت چند ثانیه است؟ ($\pi^2 = 10$)

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) $\frac{\pi}{20}$ ۴) $\frac{\pi}{10}$

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• انرژی در دستگاه جرم - فنر :

• انرژی پتانسیل کشسانی (U) : در دستگاه جرم - فنر با جابجایی جسم و تغییر طول فنر، انرژی پتانسیل کشسانی در دستگاه ذخیره می شود. هر چه فاصله‌ی جسم از نقطه‌ی تعادل بیشتر باشد، انرژی پتانسیل ساماته بیشتر می شود. مقدار انرژی پتانسیل مجموعه‌ی جرم - فنر به طور کامل به مشخصات فنر وابسته است و به ویژگی‌های جسم بستگی ندارد.

• انرژی جنبشی (K) : انرژی جنبشی ساماته‌ی جرم - فنر به مشخصات جسم متصل به فنر بستگی دارد و از رابطه‌ی $K=\frac{1}{2}mv^2$ به دست می آید.

• توجه) رابطه‌ی انرژی جنبشی دستگاه در حالتی که وزنه در نقاط بازگشت قرار دارد صفر و در حالتی که وزنه در نقطه‌ی تعادل قرار دارد بیشینه است.

• انرژی مکانیکی (E) : انرژی مکانیکی ساماته با مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل دستگاه در هر نقطه از مسیر برابر بوده و از رابطه‌ی زیر به دست می آید :

$$E = U + K = \frac{1}{2}kA^2$$

(انرژی مکانیکی ← E، ثابت فنر (نیوتن بر متر) ← k، دامنه (متر) ← A)

• توجه) انرژی مکانیکی دستگاه جرم - فنر به زمان و مکان جسم بستگی ندارد و فقط تابع ثابت فنر و دامنه‌ی نوسان (ژول) است.

• مسأله) ثابت کنید در حرکت هماهنگ ساده انرژی مکانیکی از رابطه‌ی زیر به دست می آید :

$$E = 2\pi^2 m f^2 A^2$$

حل :

$$\omega = 2\pi f \rightarrow K = m\omega^2 = m \times (2\pi f)^2 = 4\pi^2 f^2 m$$

$$\rightarrow E = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2} \times 4\pi^2 f^2 m A^2 = 2\pi^2 m f^2 A^2$$

(kg) (Hz) یا $(\frac{1}{s})$ (m)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

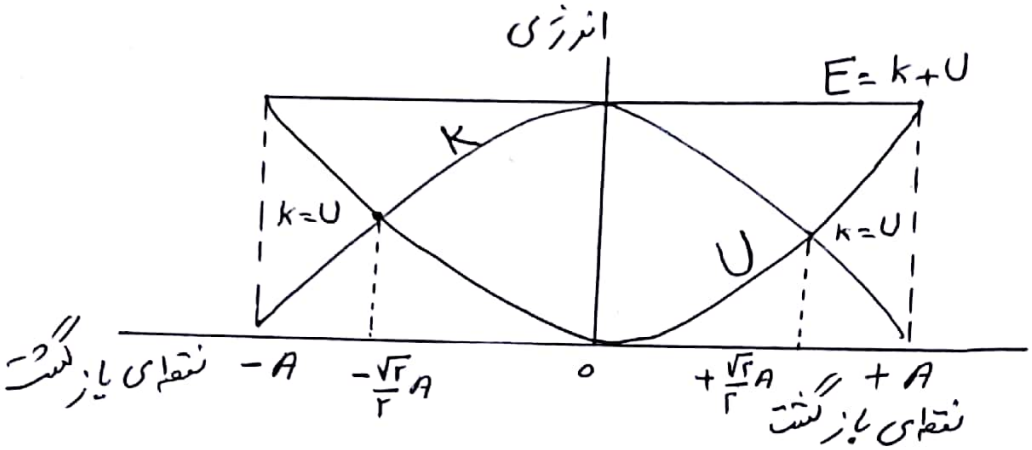
Scanned by CamScanner

• نکته: در دامنه ها داریم:

$V=0 \rightarrow K=0 \rightarrow E=U=\frac{1}{2}kA^2$ (max)

$V_{max} \rightarrow E=K=\frac{1}{2}kA^2$ (max) $\quad (U=0)$ در مبدأ نوسان:

• نکته) نمودار انرژی K و U و E برحسب مکان در حرکت های هنگ ساده:



• مثال) وقتی انرژی جنبشی و پتانسیل دستگاه جرم - فنر برابر شد تندی نوسانگر را بر حسب دامنه و بسامد نوسانگر بدست آورید.

حل)

$E=K+U$

$K=U \rightarrow E=K+K=2K=2\times\frac{1}{2}mv^2$

$\rightarrow 2\pi^2 m A^2 f^2 = m v^2 \rightarrow v=\sqrt{2}\pi A f$

• توجه) بیشینه‌ی تندی در حرکت های هنگ ساده از رابطه‌ی $V_{max}=A\omega$ بدست می‌آید. وقتی نوسانگر از نقطه‌ی تعادل می‌گذرد، همه‌ی انرژی مکانیکی آن از نوع جنبشی است، زیرا در این حالت فنر طول عادی خود را دارد ($x=0$) ولی تندی بیشینه بود. پس برای نقطه‌ی تعادل داریم:

$K=E \rightarrow \frac{1}{2}mv_{max}^2=\frac{1}{2}kA^2$, $k=m\omega^2$

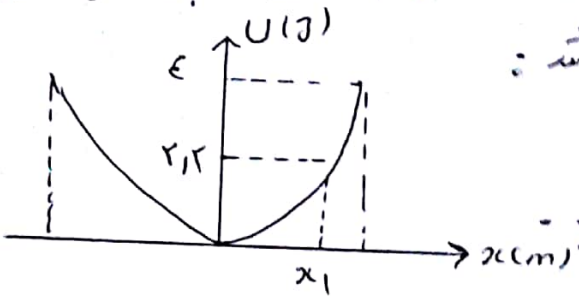
$\rightarrow \frac{1}{2}m v_{max}^2=\frac{1}{2}m\omega^2A^2 \rightarrow v_{max}^2=A^2\omega^2$

$\rightarrow v_{max}=A\omega$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• مثال) نمودار انرژی پتانسیل برحسب مکان یک دستگاه جرم - فنر مطابق شکل است.



اگر ثابت فنر $200\frac{N}{m}$ و جرم نوسانگر 1kg باشد:

الف) دامنه‌ی نوسان را بدست آورید.

ب) تندی نوسانگر در مکان x_1 را محاسبه کنید.

حل) الف) بیشترین انرژی پتانسیل با انرژی مکانیکی برابر است و داریم:

$$U_{max} = E \rightarrow 4 = \frac{1}{2} kA^2 = \frac{1}{2} \times 200 A^2 \rightarrow A^2 = \frac{4}{100}$$

$$\rightarrow A = \frac{2}{10} m = 20\,cm$$

ب) در مکان x_1 انرژی پتانسیل 2,12J بود. پس داریم:

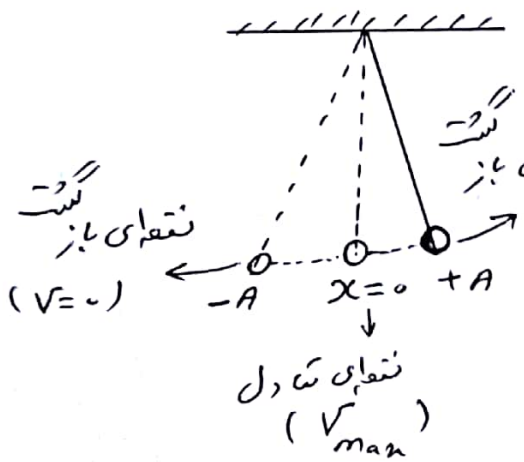
$$K + U = E \rightarrow K + 2{,}12 = 4 \rightarrow K = 4 - 2{,}12 = 1{,}88J$$

$$\rightarrow K = \frac{1}{2} mv^2 \rightarrow 1{,}88 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{10} v^2 \rightarrow 1{,}88 \times 20 = 36$$

$$\rightarrow v = 6\,m/s$$

• آونگ ساده:

آونگ ساده از وزنه‌ای به جرم m که از نخ بدون جرمی به طول ثابت L آویزان است، تشکیل می‌شود.



می‌توان نشان داد که اگر آونگ را با زاویه‌ای بسیار کوچک از وضع تعادل منحرف کرده و سپس رها کنیم وزنه‌ی آونگ حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد.

• توجه: آنچه را که در مورد نوسان دستگاه جرم - فنر بیان شد در مورد آونگ ساده هم صدق می‌کند.

دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

• پیا مدزادیه‌ی دوره‌ی تناوب آونگ ساده:

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}} \rightarrow \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{g}{L}} \rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

طول آونگ ←
دوره‌ی آونگ (s) ↙
شتاب گرانش ($9/8 \frac{m}{s^2}$) ↙

• نکته) روابط بالا نشان می‌دهند که پیا مدزادیه‌ای دوره‌ی نوسان آونگ ساده به جرم وزنه و دامنه‌ی نوسان بستگی ندارد.

• نمایه‌ی ریاضی ۹۴) آونگ ساده‌ای در ۵۴ ثانیه، ۳۰ نوسان کامل انجام می‌دهد. طول این آونگ چند متر است؟ ($g = \pi^2$)

حل)

$$T = \frac{t}{n} = \frac{54}{30} = \frac{9}{5} = 1/8\ s$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{1/8} = \frac{2\pi}{\frac{18}{100}} = \frac{200}{18}\pi = \frac{10}{9}\pi$$

$$\rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{L}} \rightarrow \frac{100}{81}\pi^2 = \frac{g}{L} \rightarrow L = \frac{81}{100}\ m$$

$$\rightarrow L = 0/81\ m \text{ یا } 81\ cm$$

• نمایه‌ی بخش ۸۹) توضیح دهید که چگونه می‌توان به کمک یک آونگ ساده، شتاب گرانش یک محل را اندازه‌گیری کرد.

حل) ابتدا طول آونگ و زمان چند نوسان کامل آن را اندازه‌گرفته و دوره‌ی آونگ را حساب می‌کنیم. پس با استفاده از رابطه‌ی $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ شتاب گرانش محل را حساب می‌کنیم.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• مثال) آونگی حرکت ها هنگ ساده دارد، اگر:

۱) وزنه‌ی آونگ خیلی سنگین نباشد. ۲) سیم آونگ خیلی دراز نباشد.

۳) طول کمان که آونگ تا آن می‌خورد خیلی کوتاه نباشد.

۴) طول کمان که آونگ تا آن می‌خورد خیلی بزرگ نباشد.

حل) حرکت آونگ فقط با تقریب کم حرکت ها هنگ ساده است. وقتی دامنه‌ی نوسان کوچک نباشد اختلاف حرکت با نوسان ها هنگ چشمگیر می‌شود.

• مثال) طول آونگ ساده‌ی کم دامنه چند cm باشد تا بتواند در هر دقیقه ۳۰ نوسان انجام دهد؟ ($\pi^2 = 10$) ۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۱۰۰ ۴) ۲۰۰

($g = 10 \frac{N}{kg}$)

حل) $T = \frac{t}{n} = \frac{60}{30} = 2s$ ، $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$\rightarrow T^2 = 4\pi^2\frac{L}{g} \rightarrow 2^2 = 4L \rightarrow L = 1m = 100cm$

• مثال) دامنه‌ی حرکت گلدانی آونگ ساده‌ای ۱/۵ cm و بیشینه‌ی سرعت آن $7/5 \frac{cm}{s}$ است، طول این آونگ چند cm است؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$)

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

حل) $V_{max} = A\omega \rightarrow 7/5 \times 10^{-2} = 1/5 \times 10^{-2}\omega$

$\rightarrow \omega = 5 (\frac{rad}{s}) \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{g}{L}}$

$\rightarrow 5^2 = \frac{g}{L} \rightarrow 25 = \frac{g}{L} = \frac{10}{L}$

$\rightarrow L = \frac{10}{25} = 0/4m = 40cm$

$\rightarrow L = 40cm$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

جزوه فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسین پور

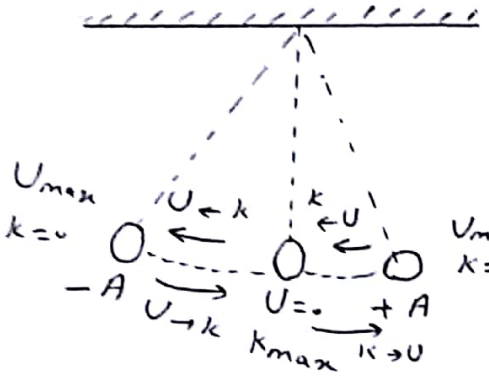
• مثال) توضیح دهید در حرکت های هنگ ساده وزنه - فنر انگار دامنه‌ی نوسان دو برابر شود چه تغییری در دوره‌ی حرکت و بیشینه‌ی سرعت و انرژی مکانیکی نوسانگر ایجاد می‌شود؟

حل) اگر $A \xrightarrow{\text{برابر}} 2A$ با توجه به $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ دوره تغییری ایجاد نمی‌شود.

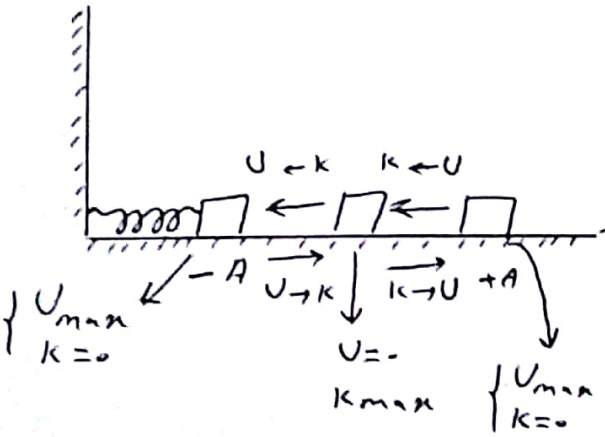
و سرعت بیشینه برابر $V_{max} = A\omega$ پس سرعت max آن ۲ برابر می‌شود.

و انرژی مکانیکی آن با توجه به رابطه‌ی $E = \frac{1}{2}m\omega^2A^2$ انرژی مکانیکی (2^2) ، ۴ برابر می‌شود.

• انرژی در نوسان آونگ ساده: در آونگ ساده هم در نقاط بازگشت، سرعت و انرژی جنبشی صفر است اما انرژی پتانسیل بیشینه است. در نقطه‌ی تعادل، سرعت و انرژی جنبشی بیشینه و در نتیجه انرژی پتانسیل صفر است. در صورتی که از مقاومت هوا صرف نظر شود، در طول نوسان انرژی مکانیکی همواره ثابت می‌ماند و دائماً انرژی پتانسیل به انرژی جنبشی و انرژی جنبشی به انرژی پتانسیل تبدیل می‌شود.



• توجه) انرژی مکانیکی که با مجموع انرژی های جنبشی و پتانسیل برابر است، در آونگ ساده هم مانند وسایل دیگر - فنر با مجذور دامنه و مجذور بسامد متناسب است شکل روبرو تشابهی تبدیلات انرژی در آونگ ساده و وسایل دیگر - فنر را نشان می‌دهد.



دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

• مثال) کدام یک از تغییرات زیر، سبب افزایش تعداد نوسان‌های یک آونگ ساده، کم دامنه در مدت زمان معین می‌شود؟

الف) کاهش جرم گلوله‌ی آونگ ب) کاهش طول ریسمان آونگ پ) کاهش دامنه‌ی نوسان آونگ

۱) فقط پ ۲) الف و ب ۳) ب و پ ۴) فقط پ

حل) گزینه‌ی ① درست است.

تعداد نوسان‌ها در مدت زمان معین به دوره‌ی تناوب بستگی دارد، دوره‌ی تناوب آونگ ساده، ی کم دامنه $T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ که این رابطه نشان می‌دهد دوره‌ی تناوب به جرم و دامنه‌ی آونگ بستگی ندارد، پس تغییرات الف و پ تأثیری روی تعداد نوسان‌ها در مدت زمان معین ندارد. اما گزینه‌ی ① یعنی کاهش طول ریسمان با توجه به رابطه‌ی $T=\frac{t}{n}$ و دوره‌ی تناوب با عث کاهش T شده، از طرف با توجه به رابطه‌ی $n=\frac{t}{T}$ ↓ کاهش ↑ افزایش، پس تعداد نوسان‌ها زیاد خواهد شد.

• تمرین، ریاضی خارج ۹۱) آونگ ساده‌ای به طول ۲۴٫۵ سانتی‌متر در حال نوسان است. دوره‌ی آن چند ثانیه است؟ ($\pi^2=10$ ، $g=9/8\frac{m}{s^2}$)

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• تمرین، ریاضی ۸۸ خارج)

معادله‌ی حرکت آونگ ساده‌ای در نوسانات کم دامنه و در SI بصورت $a + \pi^2 x = 0$ است. اگر $\pi^2 = 10$ فرض شود، طول آونگ چند متر است؟

۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) $\sqrt{10}$

حل)

• تمرین، تجربی ۹۲ خارج)

طول نخ آونگ ساده‌ای را نصف می‌کنیم، دوره‌ی آن چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) $\sqrt{2}$ ۴) ۲

حل)

• تمرین، ریاضی ۸۳) دوره‌ی آونگ ساده‌ای ۳ ثانیه است. کاهش طول آونگ چه کسری از طول اولیه‌ی آونگ شود تا دوره‌ی آن یک ثانیه شود؟

۱) $\frac{3}{9}$ ۲) $\frac{8}{5}$ ۳) $\frac{5}{9}$ ۴) $\frac{8}{9}$

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• تمرین، تجربی ۹۱ خارج) دو آونگ ساده A و B در کنار هم نوسان می‌کنند و به ازای هر ۴ نوسان آونگ A، آونگ B، ۵ نوسان انجام می‌دهد، طول آونگ A چند برابر طول آونگ B است؟ ۱) $\frac{5}{4}$ ۲) $\frac{4}{5}$ ۳) $\frac{25}{16}$ ۴) $\frac{16}{25}$

حل)

• تمرین، ریاضی ۸۸) معادله‌ی نیرو - مکان نوسانگر ساده‌ای در SI به صورت $F=-\pi^2 x$ است. اگر جرم نوسانگر ۱۰۰ g باشد، این نوسانگر در هر دقیقه چند نوسان کامل انجام می‌دهد؟

۱) ۱۵۰ ۲) ۳۰۰ ۳) ۲۵۰ ۴) ۲۰۰

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

۹- تمرین، بخش ۹۵ خارج) گلوله‌ای که به فنری متصل است، در یک سطح افقی بدون اصطکاک بین دو نقطه‌ی A و B نوسان می‌کند و در هر ۰/۴s، ۲۰ نوسان کامل انجام می‌دهد. اگر بیشینه‌ی شتاب نوسان ۲۰ m/s² باشد فاصله‌ی AB چند cm است؟ ($\pi^2 = 10$)

۱) ۲ ۲) $2\sqrt{10}$ ۳) ۴ ۴) $4\sqrt{10}$

حل)

۱۰- تمرین، ریاضی ۹۴) دوره‌ی نوسان آونگ ساده‌ای در یک مکان معین برابر ۲ ثانیه است و در مدت ۲/۶ دقیقه N نوسان کامل انجام می‌دهد، طول آونگ را چند درصد کاهش یا افزایش دهیم تا در همان مدت و در همان مکان N−۱۸ نوسان کامل انجام دهد؟

۱) ۶۹ درصد کاهش ۲) ۶۹ درصد افزایش ۳) ۳۱ درصد کاهش ۴) ۳۱ درصد افزایش

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

- تمرین) ساعت آونگ داری (یا آونگ ساده) در تهران تنظیم شده است. اگر این ساعت به منطقه‌ای در استوا برده شود .... می‌افتد. زیرا دوره تناوب آونگ آن .... می‌یابد.

۱) عقب - کاهش ۲) عقب - افزایش ۳) جلو - کاهش ۴) جلو - افزایش

حل)

- تمرین، تجربی ۸۰)

با یک جسم و یک فنر، یک نوسانگر ساده ساخته‌ایم. در مدتی که جسم بطرف مرکز نوسان (جایی که فنر طول عادی خود را دارد) نزدیک می‌شود، انرژی مکانیکی و انرژی پتانسیل آن به ترتیب چگونه تغییر می‌کند؟

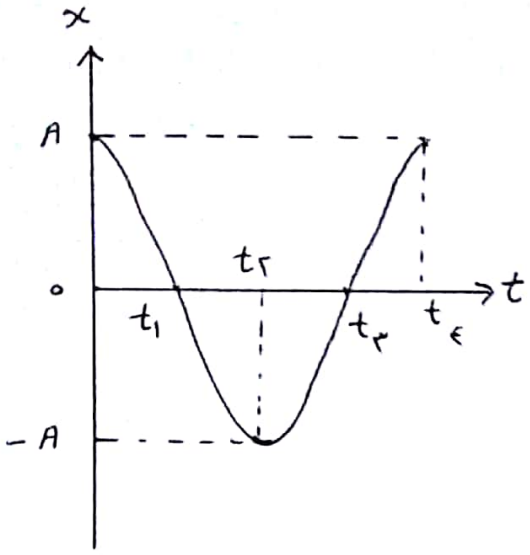
۱) افزایش - ثابت ۲) ثابت - افزایش ۳) ثابت - کاهش ۴) کاهش - ثابت

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

تمرین، ردیف ۹۰) شکل مقابل نمودار مکان - زمان یک نوسانگر ساده است. در کدام بازه‌ی زمانی اندازه‌ی شتاب کشانی رو به افزایش است و شتاب نوسانگر منفی است؟



۱) صفر تا t_1

۲) t_3 تا t_4

۳) t_1 تا t_2

۴) t_2 تا t_3

حل:

تمرین، ردیف ۹۲) معادله‌ی حرکت یک نوسانگر ساده‌ای در SI به صورت $x=0.04\cos 10\pi t$ است. اگر جرم نوسانگر ۲۰۰ گرم باشد، به ترتیب از راست به چپ، بیشینه‌ی انرژی پتانسیل نوسانگر چند ژول است و در چه لحظاتی برحسب ثانیه، برای اولین بار این انرژی به صفر می‌رسد؟ ($\pi^2=10$)

۱) ۰/۴ - ۰/۲ ۲) ۰/۴ - ۰/۵ ۳) ۰/۱۶ - ۰/۲ ۴) ۰/۱۶ - ۰/۰۵

حل:

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

۳) تمرین: (تجربی ۹۵ خارج)

هرگاه، بیشینه‌ی جابه‌جایی یک نوسان‌گر به جرم ۱۰۰ گرم در پنج دوره، برابر ۱۰cm و انرژی مکانیکی آن $1/125\times10^{-2}\pi^2$ ژول باشد، معادله‌ی مکان - زمان متحرک در SI کدام است؟

۱) $x=0/1\cos 10\pi t$ ۲) $x=0/05\cos 10\pi t$

۳) $x=0/1\cos 5\pi t$ ۴) $x=0/05\cos 5\pi t$

حل)

۴) تمرین: (تجربی ۸۷)

دامنه‌ی حرکت نوسانگر وزنه - فنر 5cm است. اگر جرم وزنه ۲۰۰ گرم و ثابت فنر $\frac{N}{m}$ ۲۰۰ باشد، اندازه‌ی کمینه‌ی نوسانگر چند ژول است؟

۱) ۰/۲۵ ۲) ۲/۵ ۳) ۵ ۴) ۵۰

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• تمرین: (کنکور تجربی ۸۶)

نوسانگری به انتهای فنر سبکی با ثابت $\frac{N}{m}$ ۱۰۰ بسته شده و با دامنه‌ی ۴cm حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد، انرژی جنبشی آن در لحظه‌ای که از مبدأ نوسان (نقطه‌ی تعادل) می‌گذرد چند ژول است؟

۱) ۰/۰۶ ۲) ۰/۰۸ ۳) ۰/۱۲ ۴) ۰/۱۶

• تمرین: (ریاضی ۸۴) انرژی جنبشی و پتانسیل نوسانگری ساده در یک لحظه‌ی معین برابر ۰/۱۲J و ۰/۰۶J است. اگر جرم نوسانگر ۰/۱kg و دامنه‌ی حرکت ۴cm باشد دوره‌ی حرکت چند ثانیه است؟

۱) 30π ۲) $\frac{4\pi}{3}$ ۳) $\frac{\pi}{75}$ ۴) $\frac{4\pi}{3\sqrt{10}}$

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

۹. تمرین، تجربی ۹۵)

نوسانگری به جرم ۱۰۰ گرم روی پاره‌خطی به طول ۲۰cm حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد و در مدت $\frac{1}{4}$ ثانیه از مرکز نوسان به انتهای مسیر می‌رسد، انرژی جنبشی نوسانگر در مرکز نوسان چند میلی‌ژول است؟ ($\pi^2 = 10$)

۱) ۲ ۲) ۸ ۳) ۲۰ ۴) ۲۵

حل)

۱۰. تمرین، ریاضی ۹۷ خارج) معادله‌ی نیرو – مکان نوسانگر ساده‌ای به جرم ۲۰۰ گرم در SI به صورت $F = -180x$ است. اگر بیشینه‌ی انرژی جنبشی این نوسانگر ۲۲۵ میلی‌ژول باشد معادله‌ی مکان – زمان این نوسانگر در SI کدام است؟

۱) $x = 0.5\cos 30t$ ۲) $x = 0.3\cos 30t$ ۳) $x = 0.5\cos 30\pi t$ ۴) $x = 0.3\cos 30\pi t$

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• تمرین، برگرفته از کنکور ۸۷ خارج) رابطه‌ی انرژی جنبشی نوسانگر ساده‌ای برحسب زمان در SI به صورت $K=0.36\sin^2(4\pi t)$ است در لحظه‌ی $t=\frac{1}{120}\ s$ انرژی پتانسیل نوسانگر چند ژول است؟

۱) ۰/۰۰۹ ۲) ۰/۰۲۷ ۳) ۰/۰۳۶ ۴) $0.018\sqrt{3}$

حل)

• تمرین) معادله‌ی انرژی جنبشی - مکان یک نوسانگر که حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد، در SI بصورت $K=0.16-400x^2$ است. دامنه‌ی حرکت نوسانگر چند cm است؟

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۸ ۴) ۱۶

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• تمرین، تجربی ۸۱) در لحظه‌ای که اندازه‌ی جابه‌جایی یک نوسانگر ۳ برابر اندازه‌ی دامنه‌ی آن است. سرعت نوسانگر چند برابر بیشینه‌ی سرعت آن است؟

۱) $\frac{1}{2}$ ۲) $\frac{\sqrt{3}}{2}$ ۳) $\frac{2\sqrt{3}}{3}$ ۴) ۲

حل)

• تمرین، ریاضی ۸۳)

در لحظه‌ای که اندازه‌ی جابه‌جایی یک نوسانگر ۸ برابر اندازه‌ی جابه‌جایی آن است، سرعت نوسانگر $2m/s$ است. بیشینه‌ی سرعت این نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۶ ۲) ۸ ۳) ۱۲ ۴) ۱۸

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• تمرین، تجربی ۸۶ خارج)

بیشترین سرعت یک نوسانگر ساده $5\ m/s$ است. در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل نوسانگر ۳ برابر انرژی جنبشی آن است. اندازه‌ی سرعت نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۱٫۲۵ ۲) ۲٫۵ ۳) ۷٫۵ ۴) ۱۰

حل)

• تمرین، ریاضی ۹۶ خارج)

انرژی مکانیکی نوسانگری به جرم $100\ g$ برابر $20\ mJ$ است. در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل کشسانی نوسانگر $15\ mJ$ است، بزرگی سرعت نوسانگر چند $\frac{cm}{s}$ است؟

۱) $10\sqrt{10}$ ۲) $20\sqrt{10}$ ۳) $\frac{\sqrt{3}}{10}$ ۴) $\frac{\sqrt{3}}{20}$

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

۳- تمرین، ر.ف ص ۹۳) نوسانگر وزنه - فنر روی سطح افق بدون اصطکاک با دامنه‌ی A_1 و بسامد f_1 نوسان می‌کند در لحظه‌ای که نوسانگر در بیشترین فاصله از مرکز نوسان قرار دارد، $\frac{3}{4}$ جرم وزنه، کند شده و جدا می‌شود و جرم باقی مانده متصل به فنر به نوسان ادامه می‌دهد اگر در این حالت بسامد f_2 و دامنه A_2 باشد نسبت‌های $\frac{A_2}{A_1}$، $\frac{f_2}{f_1}$ به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟

۱) ۱، ۱ ۲) ۱، ۲ ۳) ۱، ۲ ۴) ۲، ۲

حل)

۴- تمرین، ر.ف ص ۹۱ خارج) در یک حرکت هماهنگ ساده، دامنه‌ی نوسان ۵cm و اندازه‌ی شتاب در ۲ سانتی‌متری نقطه‌ی تعادل $8\ cm/s^2$ است. تندی نوسانگر در نقطه‌ی تعادل چند $\frac{cm}{s}$ است؟ ۱) $\frac{10}{3}$ ۲) ۵ ۳) $\frac{20}{3}$ ۴) ۱۰

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

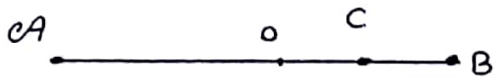
Scanned by CamScanner

۱۰ـ تمرین ۰ بخش ۸۳) به انتهای فنر سبکی با ثابت $100\frac{N}{m}$ وزنه‌ای به جرم 1kg را می‌بندیم و آن را طوری نگه می‌داریم که طول فنر تغییر نکند. از آن لحظه وزنه را رها می‌کنیم تا دستگاه حرکت هماهنگ ساده انجام دهد. سرعت این نوسانگر در لحظه‌ای عبور از وضع تعادل چند متر بر ثانیه است؟ ($g = 10\frac{m}{s^2}$)

حل)

۱۱ـ تمرین ۰ بخش ۸۴) نوسانگری روی پاره خط $AB = 10cm$ حرکت نوسانی ساده دارد، به طوری که $OC = 2/5\sqrt{2}cm$ و O وسط AB است. سرعت نوسانگر هنگام عبور از نقطه‌ی C که فاصله C تا B را در مدت حداقل $\frac{\pi}{2}$ ثانیه طی می‌کند چند $\frac{cm}{s}$ است؟

۱) ۲/۵ ۲) ۳/۳ ۳) ۵ ۴) $1/25\sqrt{2}$



حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• بسامد طبیعی: اگر نوسان گری با بسامد معینی شروع به نوسان کند، بسامد طبیعی گفته می‌شود و بسامد طبیعی را با f_0 نشان می‌دهیم.

• نکته) بسامد طبیعی سامانه جرم - فنر برابر $f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$ و بسامد طبیعی آونگ ساده برابر $f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{L}}$ است.

• مثال) بسامد طبیعی سامانه‌ی جرم - فنری را که جرم نوسانگر آن ۲۵gr و ثابت فنر آن $22/5 \frac{N}{m}$ است بدست آورید.

حل:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{22/5}{25\times10^{-3}}} = \frac{30}{2\pi} = \frac{15}{\pi}(Hz)$$

• نوسان واداشته: اگر به نوسان گری، نیروی خارجی اعمال شود که در این صورت با بسامد دیگری خواهد داشت که به آن نوسان واداشته گوییم و با f_d نشان میدهیم. (مانند هل دادن تاب)

• توجه) در نوسان های واداشته f_d می‌تواند با f_0 برابر باشد و یا این که با آن برابر نباشد.

• نوسان میرا: اگر به نوسان گری نیروی خارجی وارد نشود، نوسان آزاد گفته می‌شود که در نهایت در اثر اصطکاک و مقاومت هوا میرا می‌شود. (مثل نوسان تاب بدون هل دادن)

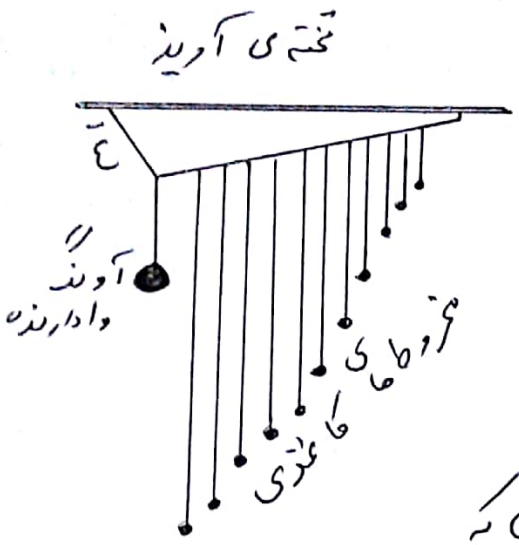
• پدیده‌ی تشدید (رزونانس): اگر در یک نوسان واداشته بسامد نوسان واداشته (f_d) برابر با بسامد طبیعی سامانه (f_0) شود، دامنه‌ی نوسان بزرگ و بزرگتر می‌شود. در این حالت اصطلاحاً می‌گوییم برای نوسانگر تشدید یا رزونانس رخ داده است.

• نکته) اگر به یک نوسانگر با بسامدهای بیشتر یا کمتر از بسامد طبیعی اش نیرو وارد کنیم، دامنه‌ی نوسان کم چیزی از حالتی خواهد شد که بسامد نیروی وارد شده به نوسانگر برابر با بسامد طبیعی آن است.

دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

• آونگ های بارتون:

آونگ های بارتون به آونگ های مشابهی آونگ های شکل روبرو گوییم که یکی از روش های مشاهده پدیده تشدید است. این آونگ ها شامل یک آونگ سنگین و چند آونگ سبک است، نوسان آونگ سنگین که به آن آونگ وادارنده گوییم باعث تاب خوردن ع با دامنه ی بالایی شده و سایر آونگ ها را به نوسان در می آورد.



دامنه ی نوسان همه ی آونگ های سبک به جز آن که طول یکی از با آونگ وادارنده دارد، کوچک است.

در حالی که دامنه ی نوسان آونگی که طول آن با طول آونگ وادارنده یکی است، به مرور تشدید بزرگ می شود.

• مثال) در مجموعه ی آونگ های بارتون، آونگی به طول 10 cm بیشترین دامنه ی نوسان را داشته است. با صرف نظر از نیروهای اتلافی آونگ چند رادیان بر ثانیه است؟ ($g=10\frac{m}{s^2}$)

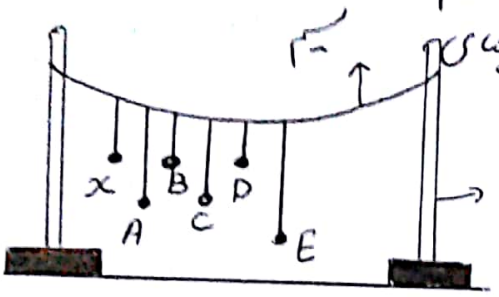
حل) در آونگ های بارتون، آونگ بیشترین نوسان را دارد که طولش با طول آونگ وادارنده برابر باشد، پس آونگ وادارنده دارای طول 10 cm است و بسامد زاویه ای نوسان های آن برابر زیر است:

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} = \sqrt{\frac{10}{1\div 1}} = \sqrt{100} = 10\ \frac{rad}{s}$$

$$\Rightarrow \omega = 10\ \frac{rad}{s}$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

• تمرین کتاب) مطابق شکل چند آونگ را از سیم آویخته ایم.



توضیح دهید با نوسان در آوردن آونگ x، آونگ‌های دیگر چگونه نوسان می‌کنند؟

حل) همه‌ی آونگ‌ها شروع به نوسان می‌کنند. آونگ B که هم طول آونگ x است، زمان بیشتری را به نوسان ادامه می‌دهد یعنی شدید در آونگ هم طول x رخ می‌دهد.

تمرین، تست) پنج آونگ ساده به طول‌های ۲۰cm، ۴۵cm، ۶۰cm، ۹۰cm، ۱۲۵cm از سیمی افقی آویزان‌اند. سیم با بسامد زاویه‌ای در گستره‌ی $4\frac{rad}{s}$ تا $5\frac{rad}{s}$ بطور افقی به نوسان در می‌آید، دامنه‌ی کدام آونگ‌ها از بقیه‌ی آونگ‌ها بیشتر است؟ ($g = 10\frac{m}{s^2}$)

۱) ۲۰ و ۴۵ سانتی‌متری ۲) ۴۵ و ۶۰ سانتی‌متری ۳) ۶۰ و ۹۰ سانتی‌متری ۴) ۹۰ و ۱۲۵ سانتی‌متری

حل) گزینه‌ی ② درست است.

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}} \rightarrow 4 = \sqrt{\frac{10}{L_1}} \rightarrow 16 = \frac{10}{L_1} \rightarrow L_1 = \frac{10}{16}m = 62.5\,cm$$

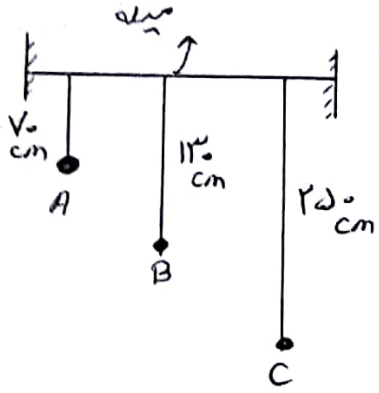
$$5 = \sqrt{\frac{10}{L_2}} \rightarrow 25 = \frac{10}{L_2} \rightarrow L_2 = \frac{10}{25}m = 40\,cm$$

• آونگ‌هایی که طولشان در محدوده‌ی $40\,cm$ تا $62.5\,cm$ قرار داشته باشند دچار تشدید می‌شدند پس گزینه‌ی ② درست است.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• مثال) در شکل روبرو اگر میله با بسامد زاویه‌ای $2\frac{rad}{s}$ به نوسان درآید، کدام آونگ با دامنهٔ بزرگ‌تری به نوسان درمی‌آید؟ ($g=10\frac{m}{s^2}$)



حل) آونگی که بسامد طبیعی آن برابر با بسامد نوسان میله است، با دامنهٔ بزرگ‌تری شروع به نوسان می‌کند پس باید مشخص کنیم که بسامد زاویه‌ای کدام آونگ برابر $2\frac{rad}{s}$ است.

$$\omega=\sqrt{\frac{g}{L}} \rightarrow 2=\sqrt{\frac{10}{L}} \rightarrow 4=\frac{10}{L}$$

$$\rightarrow L=\frac{10}{4}=2/5\,m=250\,cm$$

پس آونگ C با دامنه‌ی بیشتری نوسان خواهد کرد.

• مثال) یک جسم به جرم $6kg$ را به فنری به ثابت $240\frac{N}{m}$ وصل کرده‌ایم، با چه بسامدی، به جسم نیرو وارد کنیم تا دامنهٔ نوسانات آن افزایش یابد؟ ($\pi=\sqrt{10}$)

حل) بسامد نیرویی که به جسم وارد می‌کنیم، باید برابر بسامد طبیعی نوسانگر بوده تا تشدید رخ دهد پس داریم:

$$f_0=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} \rightarrow f_0=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{240}{6}}=\frac{1}{2\pi}\sqrt{40}$$

$$=\frac{1}{2\pi}\sqrt{4\times10}=\frac{2}{2\pi}\times\sqrt{10}=\frac{2}{2}=1\,Hz$$

داریم $\pi=\sqrt{10}$

$$\rightarrow f_0=1\,Hz$$

• پس بسامد نیروی وارد شده باید $1\,Hz$ باشد.

دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

• تمرین) کدام یک از گزینه های زیر نادرست است؟

۱) هر نوسانگر، فقط با یک بسامد معین می تواند به نوسان درآید.

۲) در نوسان واداشته، نیروی خارجی بر نوسانگر آن وارد می شود.

۳) اگر بسامد طبیعی نوسانگر با بسامد نوسان واداشته آن برابر باشد، پدیده تشدید رخ میدهد.

۴) در صورت اتلاف انرژی در یک نوسانگر، ممکن است نوسان های آن میرا باشد و سرانجام متوقف شود.

حل)

• تمرین) بسامد طبیعی نوسانگری f_0 است. این نوسانگر با اعمال یک نیروی خارجی با بسامد f_d به نوسان واداشته می شود. در چه شرایطی پدیده تشدید رخ میدهد؟

۱) $f_d > f_0$ ۲) $f_d < f_0$ ۳) $f_d = f_0$ ۴) $f_d \neq f_0$

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

۹- تمرین) طول آونگ های ساده A، B، C و D که از ریسمانی افقی آویزان هستند، در جدول مقابل نوشته شده است. اگر در ریسمان نوسان هایی افقی با دوره‌ی تناوبی در گستره‌ی ۱ تا ۲ ایجاد شود، کدام آونگ ها به تشدید در می آیند؟ ($g=\pi^2$)

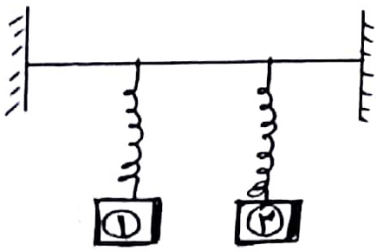
۱) A, B, C ۲) B, C, D ۳) B, C ۴) A, B, C, D

حل)

آونگ	A	B	C	D
طول (cm)	۲۰	۵۰	۸۰	۱۱۰

۱۰- تمرین) در شکل روبه‌رو دو سامانه‌ی جرم و فنر به یک ریسمان افقی متصل هستند. سامانه‌ی ① را به نوسان در می آوریم. ضریب سختی فنر در دو سامانه ①، ② به ترتیب $15\frac{N}{m}$ و $20\frac{N}{m}$ است. اگر جرم جسم سامانه‌ی ① برابر ۶۰۰ باشد جرم سامانه‌ی ② چند گرم باشد تا پدیده تشدید رخ دهد؟

۱) ۴۵۰ ۲) ۸۰۰ ۳) ۶۰۰ ۴) $\frac{3200}{3}$



حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

جزوه فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسین پور

- محیط کشان: به محیطی که وقتی در آن تغییر شکلی ایجاد کرده و به حال خود رها کنیم نیروهای کشانی بین اجزای محیط، محیط را به حالت اول خود برگردانند مانند یا محیطی که مانند فنر عمل می کند.
- نکته) بیشتر جامدات، مایعات و گازها محیط کشان هستند.
- مثال) اگر توپی را در آب فرو ببرد و رها کنیم به سطح آب برمی گردد پس آب محیط کشان است.
- تپ: هرگاه چشمه‌ی موج، تنها یک بار به سمت بالا و پایین حرکت کند و نوسان خود را ادامه ندهد، موج حاصل، شکلی به صورت بالا دارد و به آن اصطلاحاً تپ گوییم.
یا (تغییر شکلی که جزء کوچکی از محیط را در برگرفته و در محیط پیش می رود را تپ گوییم)
- انتشار: انتقال تپ در محیط را انتشار گوییم.
- موج: به تپ های متوالی که در اثر نوسان یک جزء از یک محیط کشان تولید شد و به دنبال هم در محیط منتشر می شود را موج گوییم.
- امواج مکانیکی: به امواجی که در اثر نوسان ماده ایجاد شده و در محیط‌های مادی کشان منتشر می شوند. مانند امواج صوتی و امواج منتشر شده در طناب و سطح آب.
- نکته) امواج مکانیکی برای تولید و انتشار نیاز به محیط مادی دارند.
(در خلأ منتشر نمی شوند.) مانند صوت، موج در فنر، موج در سطح آب.
- چشمه موج: به چیزی که نخستین قسمت از محیط را به ارتعاش (نوسان) در می آورد.
- موج سینوسی: هرگاه یک جزء از یک محیط کشانی را که در حال تعادل است با حرکت ساده هماهنگ ساده به نوسان در آوریم با نوسان آن جزء تپ های متوالی در محیط تولید و به دنبال یکدیگر منتشر می شوند چنین موجی را موج سینوسی گوییم.
- نکته: دیاپازون یکی از وسایلی است که به عنوان چشمه موج بکار می رود.

دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

• مثال) مواردی را از امواج مکانیکی در جامدات، مایعات و گازها مثال بزنید.

حل) ① امواج لرزه‌ای زمین لرزه که در واقع انتقال ارتعاش های لایه های زیرین زمین به سطح زمین است، نمونه‌ای از انتقال موج مکانیکی در محیط جامد بوده، که در این جا محیط جامد، پوسته زمین است.

② موجی که در اثر پرتاب سنگ به داخل آب روی سطح آب ایجاد می شود نمونه‌ای از انتشار موج مکانیکی در محیط مایع است.

③ امواج صوتی که در هوا منتشر می شود هم نمونه‌ای از انتشار موج مکانیکی در محیط گازی می باشد.

• نکته) موج ها از نظر محیط انتشار به دو دسته تقسیم می شوند ① امواج مکانیکی ② امواج الکترومغناطیسی ← امواجی هستند که الف) برای انتشار به محیط مادی نیاز ندارند. (در خلأ هم منتشر می شوند.)

ب) امواج الکترومغناطیسی مثل پرتوهای گاما، پرتوهای ایکس، فرابنفش، نور مرئی، امواج فروسرخ، میکرو موج، امواج رادیویی و.....

پ) انرژی امواج الکترومغناطیسی توسط میدان های الکتریکی و مغناطیسی منتقل می شود.

• مثال) آزمایشی را طراحی کنید که نشان می دهد امواج مکانیکی به محیط مادی نیاز داشته ولی امواج الکترومغناطیسی برای انتشار نیاز به ماده ندارند.

حل) یک گوشی موبایل را در یک محفظه‌ی شیشه‌ای قرار می دهیم، با موبایل داخل شیشه تماس برقرار کرده، مشاهده شده که تماس برقرار می شود. یعنی امواج الکترومغناطیس به موبایل می رسند و هم صدای زنگ موبایل را می شنویم، یعنی موج صوتی که یک موج مکانیکی است هم منتشر می شود.

حال هوای درون شیشه را تخلیه می کنیم و دوباره با موبایل داخل شیشه تماس می گیریم این بار موبایل زنگ می خورد، اما صدای آن شنیده نمی شود، یعنی وقتی محیط مادی (هوای داخل شیشه) از بین رفت، امواج الکترومغناطیس هم چنان منتشر می شوند، اما چون که موج مکانیکی است، امکان انتشار ندارد.

دانلود از اپلیکیشن پارسی
Scanned by CamScanner

جزوه فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: فقه حسین پور

• نکته) تفاوت امواج در منشاء تولید آنهاست.

• نکته) تشابه امواج ← داشتن مشخصه های یکسان (دامنه - بسامد - دوره و تندی و...) و از قاعده‌ی کلی پیروی می کنند.

• نکته) در انتشار موج، ماده منتقل نمی شود.

• امواج پیش رونده: به امواج عرضی و طولی که انرژی را از نقطه‌ای به نقطه‌ای دیگر منتقل می کنند گوئیم. (در جهت انتشار موج)

• موج عرضی: هرگاه راستای نوسان ذرات محیط بر راستای انتشار موج عمود باشد را گوئیم مانند موج عرضی در طناب و در فنر و در سطح آب.

• نکته: موج عرضی با قله ها و دره ها قابل تشخیص است.

• موج طولی: هرگاه راستای نوسان ذرات محیط با راستای انتشار موج موازی باشد را موج طولی گوئیم.

• نکته) موج عرضی و موج طولی را می‌توان در فنر بوجود آورد.

• نکته) موج طولی با تراکم ها و انبساط ها قابل تشخیص است.

• نکته) امواج الکترومغناطیس (مانند امواج رادیویی و تلویزیونی و نور) امواج عرضی می باشند که برای انتشار نیاز به محیط مادی ندارند بلکه در خلاء هم منتشر می شوند.

• محیط همگن: محیطی که شرایط فیزیکی آن در تمام نقاط آن یکسان باشد.

• نکته) موج صوتی و موج اولیه در امواج لرزه‌ای، امواج طولی هستند.

• تشت موج: برای مطالعه‌ی رفتار امواج از وسیله‌ای به نام (تشت موج) استفاده شده که تشت موج یک ظرف شیشه‌ای کم عمق با دیواره های شیب دار است. اگر توسط یک لامپ سایه‌ای از آب داخل تشت برروی کاغذی که زیر تشت است، تشکیل دهیم و توسط یک چشمه موج در آب درون تشت، موج ایجاد کنیم، به راحتی می توانیم برآمدگی ها و فرورفتگی های موج را از روی سایه آب برروی کاغذ ببینیم.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

جزوه فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تدریس: محمد حسین پور

• مثال) چرا دیواره های تشت موج، باید شیب دار باشد؟

حل) وقتی در تشت موج، موج ایجاد کنیم، موج مورد نظر پس از برخورد با دیواره ها بازتابیده شده و موج بازتابیده از دیواره ها با موج فرودی تداخل می کند و کار بررسی رفتار موج دچار مشکل می شود. به این دلیل با شیب دار ساختن کناره های تشت موج می توانیم امواج بازتابیده را حذف کنیم.

• مشخصه های موج:

برای ایجاد یک موج، دو چیز لازم داریم:

① چشمه‌ی موج ← به شخص یا وسیله ی نوسانگری که با نوسان های خود موج را ایجاد می کند، چشمه‌ی موج گوییم.

② محیط انتشار موج ← محیطی که نوسان های ایجاد شده توسط چشمه موج در آن منتشر می شود، را محیط انتشار موج گوییم.

• نکته) هرگاه چشمه‌ی موج، تیغه ی نوسان کننده بر سطح آب باشد، موج تخت ایجاد شده و اگر چشمه‌ی موج یک گوی نوسان کننده باشد، موج دایره ای شکل می شود.

• نکته: هر موج با مشخصه های مربوط به خود بررسی می شود که عبارتند از:

① دوره تناوب (T) ② بسامد موج (f) ③ دامنه ی موج

④ تندی انتشار موج (v) ⑤ طول موج (λ).

• ① T دوره: مدت زمانی که هر ذره‌ی محیط یک نوسان کامل انجام دهد.

(برابر یک نوسان کامل چشمه ی موج است.)

• ② f بسامد: تعداد نوسان هایی که توسط هر ذره‌ی محیط در یک ثانیه انجام می شود. (برابر بسامد چشمه موج است.)

$$\begin{cases} T = \frac{1}{f} \\ f = \frac{1}{T} \end{cases} \rightarrow f.T = 1$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• ③ A دامنه: بیشینه‌ی فاصله‌ی یک ذره از مکان تعادل (همان فاصله‌ی قله یا دره نسبت به سطح ساکن یا آرام) را گوییم.

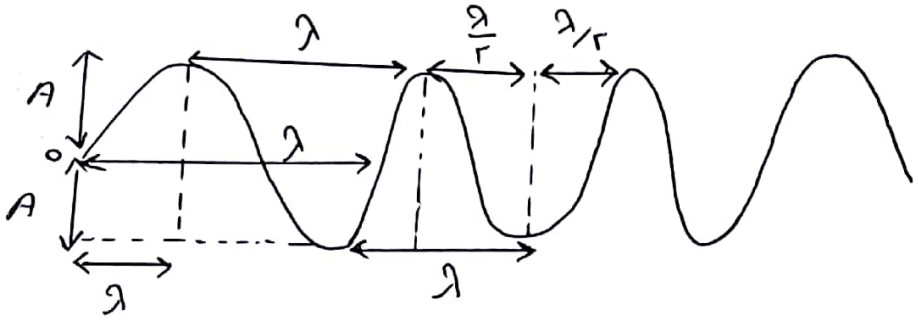
• ④ تندی انتشار موج: اگر جبهه‌ی موج در مدت Δt مسافت L را طی کند و داریم:

$$V = \frac{L}{\Delta t} \quad \text{یا} \quad V = \frac{\lambda}{\Delta t} = \frac{\lambda}{T} \quad \text{یا} \quad V = \lambda \cdot f$$

• ⑤ λ طول موج: مسافتی که موج در مدت دوره‌ی تناوب نوسان چشمه طی می‌کند. یا فاصله‌ی بین دو برآمدگی یا دو فرو رفتگی مجاور را گوییم.

• جبهه‌ی موج: به فرو رفتگی‌ها یا ستیغ یا (دره) و یا برآمدگی‌ها (ستیغ یا قله) ایجاد شده روی موج سطح آب جبهه‌ی موج گفته می‌شود.

• تذکر) نمایش λ طول موج و A دامنه روی شکل:



• نکات:

① در محیط انتشار موج، فاصله‌ی بین دو قله یا دو دره‌ی متوالی با طول موج برابر است و فاصله‌ی یک قله از دره‌ی مجاورش نصف طول موج است.

② در امواج طول فاصله‌ی بین دو تراکم یا دو انبساط متوالی برابر با طول موج است.

③ تندی انتشار موج به جنس و ویژگی‌های محیط انتشار بستگی دارد.

④ دوره‌ی تناوب ضربان قلب یک شخص حدود ۰/۹۲ ثانیه است.

⑤ یکای بسامد زاویه‌ای (ω) رادیان بر ثانیه است.

دانلود از پیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

⑥ دامنه، فاصله بین دو انتهای مسیر نیست. از مبدأ تا انتهای مسیر است.

⑦ حرکت ها هنگ ساده، مبنایی برای درک هر نوع نوسان دوره‌ای است.

⑧ هر نوسان دوره‌ای را می‌توان مجموعی از نوسان های سینوسی در نظر گرفت.

⑨ وقتی $x=0$ است یعنی نوسان گر از نقطه‌ی تعادل می گذرد. $(x=0 \rightarrow F=0 \rightarrow a=0)$

⑩ وقتی $x=+A$ است یعنی نوسان گر به دامنه + رسیده است.

$$(x=+A \rightarrow F_{max}, a_{max})$$

⑪ در مبدأ $x=0$ (نقطه تعادل) داریم:

$$x=0 \rightarrow \begin{cases} U=0 \\ E=K_{max} \end{cases}, \quad V=\pm V_{max}, K_{max}$$

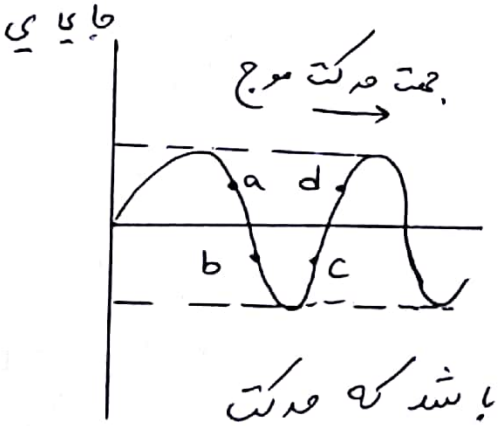
⑫ در دامنه ها $x=\pm A$ داریم:

$$x=\pm A \rightarrow U_{max}, V=0, K=0, E=U_{max}$$

⑬ رابطه‌ی مهم و مهم بین جرم و بسامد زاویه‌ای و ثابت فنر در حرکت نوسانی:

$$K=m\omega^2 \rightarrow \omega=\sqrt{\frac{K}{m}}, \quad T=2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}, \quad f=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{K}{m}}$$

⑭ اگر تابع موج به صورت روبرو داشته باشیم:



جهت نوسان a و b رو به بالا است.

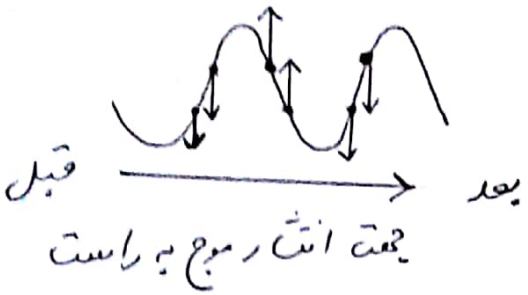
جهت نوسان c و d رو به پایین است.

• با توجه به جهت انتشار موج، حرکت هر جزء تابع جزء قبل از خود می باشد که حرکت آن تند شونده یا کند شونده می باشد.

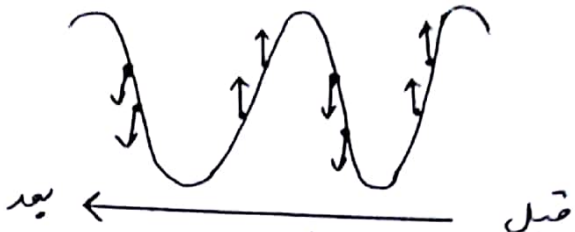
دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• تذکر) جهت نوسان هر جزء محیط در جهت نقطه (جزء) قبل از خودش است.

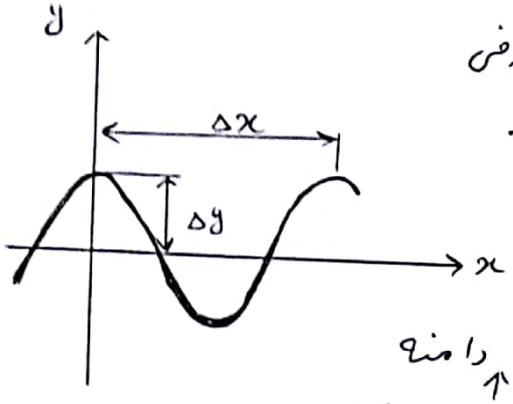


جهت انتشار موج به راست



جهت انتشار موج به چپ

• تمرین ۱۴ کتاب) در نمودار جابجایی - مکان موج عرضی شکل زیر $\Delta x = 40 cm$ ، $\Delta y = 15 cm$ است.
اگر بسامد نوسان های چشمه $10 Hz$ باشد، طول موج، دامنه، تندی و دورهٔ تناوب موج چقدر است؟ حل)



دامنه ↑
$\Delta y = A = 15 cm$

$\Delta x = \lambda = 40 cm$ → طول موج ↓

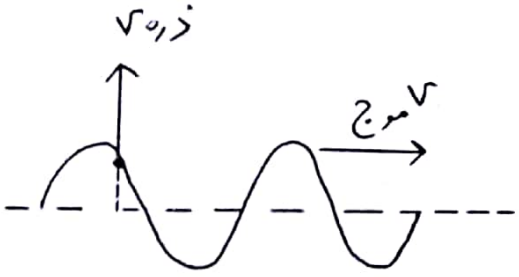
$f = 8 Hz$

$\lambda = \frac{v}{f} \rightarrow 40 = \frac{v}{8}$

$\rightarrow v = 40 \times 8 = 320 \frac{cm}{s}$

$\rightarrow v = 320 \frac{cm}{s}$

• تمرین ۱۵ کتاب) شکل زیر موجی عرضی در یک ریسمان را نشان می دهد که با تندی $v_{موج}$ به سمت راست حرکت می کند، در حالی که تندی ذرهٔ نشان داده شده ریسمان $v_{ذره}$ است. آیا این دو تندی با هم برابرند؟ توضیح دهید. حل) خیر، تندی موج به جنس محیط انتشار موج و شرایط فیزیکی محیط مانند دما، چگالی بستگی دارد که در یک محیط همگن مقداری ثابت می باشد ولی تندی ذرهٔ نوسان کننده تابع موقعیت مکانی ذره بوده که بر اساس این معادله $v = \omega \sqrt{A^2 - x^2}$ مقدار آن متغیر است.



دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

• مثال) در آزمایش تشت موج، فاصله بین یک برآمدگی (قله) از فرورفتگی (دره) مجاورش ۰/۵ سانتی متر است. اگر چشمه‌ی موج، یک گوی نوسانگر با بسامد ۲۰۰Hz باشد:

الف) طول موج ایجاد شده چند cm است؟

ب) تندی انتشار موج در این تشت چند $\frac{m}{s}$ است؟

پ) اگر مقداری آب به تشت اضافه کنیم تا عمق آب در تشت بیشتر شود، کدام یک از مشخصه‌های زیر تغییر می‌کند؟

۱) دوره تناوب موج ۲) دامنه موج ۳) سرعت انتشار موج ۴) طول موج

حل) الف) فاصله‌ی بین قله و دره‌ی مجاورش برابر نصف طول موج $\frac{\lambda}{2}$ بوده پس داریم:

$$\frac{\lambda}{2} = 0/5 \rightarrow \lambda = 1\,cm = 10^{-2}\,m$$

ب) تندی انتشار موج در این تشت هم:

$$V = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$$

$$\rightarrow V = 10^{-2} \times 200 = 2/0\ \frac{m}{s}$$

پ) با افزایش عمق، تشت، یکی از ویژگی‌های فیزیکی محیط انتشار موج تغییر می‌کند، در حالی که تغییر در چشمه‌ی موج رخ نداده است، پس دوره، تناوب و دامنه که به مشخصات چشمه‌ی موج وابسته‌اند، ثابت می‌مانند، اما تندی انتشار امواج سطحی که به مشخصات محیط انتشار بستگی دارد، تغییر می‌کند، آزمایش نشان می‌دهد، در آب‌های کم عمق، با افزایش یافتن عمق آب، سرعت انتشار امواج بر سطح آب زیاد می‌شود، و با توجه به ثابت ماندن دوره‌ی تناوب و افزایش تندی انتشار موج، طبق رابطه‌ی $\lambda = VT$ طول موج هم افزایش پیدا می‌کند.

ثابت $\rightarrow \lambda = V\,T \uparrow$ زیاد

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

جزوه فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسین پور

• مثال) درست یا نادرست عبارت های زیر را تعیین کنید.

الف) میکرو موج و امواج صوتی برای انتشار به محیط مادی نیاز ندارد.

ب) منشاء یک نوع امواج مکانیکی و الکترومغناطیس یا مشترک است که این دو نوع موج، مشخصه های یکسانی داشته باشند.

پ) در امواج پیش رونده، ماده به همراه موج منتقل می شود.

ت) اگر چشمه موج بطور هماهنگ ساده نوسان کند، اجزای محیط حول نقطه تعادل خود یا همان بسامد چشمه نوسان می کنند.

ث) برای یک موج، فاصله نوک یک سیخ نسبت به سطح ساکن محیط برابر دامنه است.

ج) در یک محیط یکنواخت، اگر بسامد یک چشمه تغییر کند، بسامد موج تغییر نمی کند.

چ) تندی انتشار امواج سطحی روی آب های کم عمق به عمق آب وابسته است.

حل) الف) نادرست - میکرو موج ها امواج الکترومغناطیس بوده که به محیط مادی نیاز ندارند ولی امواج صوتی، امواج مکانیکی بوده که به محیط مادی نیاز دارند.

ب) نادرست - منشاء امواج مکانیکی و الکترومغناطیس متفاوت است.

پ) نادرست - در موقع انتشار امواج ذره های محیطی که موج در آن حرکت می کند، به همراه موج جابجا نمی شوند.

ت) درست.

ث) درست.

ج) نادرست - بسامد موج مساوی بسامد چشمه است.

چ) درست.

• مثال) دوره ی تناوب یک موج $0.8\,s$ است. اگر یک تپ در این مدت $40\,cm$ جلو برود:

الف) طول موج چند متر است؟ ب) تندی انتشار موج چند $\frac{m}{s}$ است؟

حل) الف) طول موج برابر با مقدار مسافتی است که یک تپ در مدت زمان یک دوره جلو می رود، پس داریم:

$$\lambda = 40\,cm = 0.4\,m$$

ب)

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{0.4}{0.8} = \frac{1}{2} = 0.5\,m$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• مثال) تندی انتشار موج در یک محیط به چه عواملی بستگی داشته و به چه عواملی بستگی ندارد؟

حل) الف) به مشخصات فیزیکی محیط (جنس و دمای محیط و غیره) بستگی دارد.

ب) به شرایط فیزیکی چشمه یا منبع موج (بسامد و دامنه و ---) بستگی ندارد.

• تندی انتشار موج عرضی در طناب یا سیم یکنواخت با همگن با چه عواملی متناسب است؟

حل) ① با جذر نیروی کشش طناب نسبت مستقیم دارد.

② با جذر جرم واحد طول طناب نسبت عکس دارد. $v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}$ ← نیرو (N)، ↓ تندی $(\frac{m}{s})$، ↓ جرم واحد طول یا چگالی خطی جرم $= \frac{m}{L}\ (\frac{kg}{m})$

• توجه) یکای چگالی خطی جرم در SI کیلوگرم بر متر است. $(\frac{kg}{m})$

• نکته) در سازهای زهی و گیتار نوازنده اصطلاحاً ساز را کوک می‌کند با شل و سفت کردن سیم‌ها نیروی کشش آن را تغییر می‌دهد و موجب تغییر تندی انتشار موج عرضی در آن می‌شود و از این طریق بسامد صوتی که از تار شنیده می‌شود را تغییر می‌دهد.

• نکته) اگر بسامد یک نوسان ساز که در یک ریسمان کشیده موج ایجاد می‌کند، را افزایش دهیم، بسامد موج هم افزایش می‌یابد، سرعت (تندی) موج ثابت می‌ماند، طول موج هم رابطه‌ی $\lambda=\frac{v}{f}$ با ثابت ماندن v و افزایش f کم می‌شود

توجه) اگر کشش ریسمان را افزایش دهیم و بسامد نوسان ساز را ثابت نگه داریم بسامد موج هم ثابت می‌ماند، تندی موج v افزایش می‌یابد، طول موج هم طبق رابطه‌ی $\lambda=\frac{v}{f}$ با ثابت ماندن f و افزایش v زیاد می‌شود.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• پاسخ تمامی تمرین‌های ۹۰ و ۱۷ کتاب)

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

حل)

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F}{m/L}} = \sqrt{\frac{FL}{m}} = \sqrt{\frac{FL}{\rho \times A \times L}}$$

جرم $m = \rho AL$ ← چگالی، ← طول یا ارتفاع، ← سطح مقطع

$\rightarrow V = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$ (رابطه‌ی مهم)

$$\rightarrow V = \sqrt{\frac{156}{7800 \times 5 \times 10^{-7}}} = \sqrt{40000}$$

$$\rightarrow V = 200 m/s$$

$$\begin{cases} \rho = 7/8 \times 1000 = 7800 \frac{kg}{m^3} \\ A = 5 \times 10^{-1} mm^2 = 5 \times 10^{-1} \times (10^{-3} m)^2 = 5 \times 10^{-7} m^2 \end{cases}$$

• نکته) مقایسه سرعت انتشار موج عرضی در دو حالت:

$$\frac{V_2}{V_1} = \sqrt{\left(\frac{F_2}{F_1}\right) \times \left(\frac{\mu_1}{\mu_2}\right)}$$

• مثال) در ساز زهی قیچک طول یکی از سیم‌ها ۳۰ سانتی‌متر و جرم آن $1/2$ گرم است. این سیم با نیروی ۲۴۰ نیوتون کشیده شده است. اگر تندی انتشار موج مناسب برای نواختن بالاترین بسامد $3 \times 10^2 \frac{m}{s}$ باشد، نوازنده کشش سیم را چند نیوتون کاهش یا افزایش دهد تا این سیم برای این بسامد کوک شود؟

حل)

$$\mu = \frac{m}{L} = \frac{1/2 \times 10^{-3}}{30 \times 10^{-2}} = 4 \times 10^{-3} \frac{kg}{m}$$

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \rightarrow 3 \times 10^2 = \sqrt{\frac{F}{4 \times 10^{-3}}} \rightarrow F = (3 \times 10^2)^2 \times 4 \times 10^{-3}$$

$$\rightarrow F = 360 N$$

• نیروی کشش سیم باید $360 N$ باشد در حالی که در ابتدا $240 N$ بود. پس داریم:

• پس باید نیروی کشش سیم را $120 N$ زیاد کند.

$$\Delta F = 360 - 240 = 120 N$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسین پور

• تمرین ۱۲ کتاب) یک نوسان ساز موج های دوره‌ای در یک ریسمان کشیده ایجاد می کند.

الف) با افزایش بسامد نوسان ساز کدام یک از کمیت های زیر تغییر می کند؟

بسامد موج، تندی موج، طول 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.

حل) الف) تندی موج تغییر نمی کند، زیرا به جنس محیط انتشار موج و شرایط فیزیکی محیط مانند دما، چگالی بستگی دارد و از طرف به شرایط فیزیکی چشمه موج (بسامد، دامنه موج و شکل موج و انرژی) بستگی ندارد.

ب)

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \rightarrow F \uparrow \rightarrow v \uparrow \quad \text{(زیاد)}$$

$$\lambda = \frac{v}{f} \quad (f \text{ ثابت}) \rightarrow v \uparrow \rightarrow \lambda \uparrow \quad \text{(زیاد)}$$

• انتقال انرژی در امواج عرضی: فنر یا ریسمان بلند و کشیده‌ای که موج عرضی در آن منتشر می شود را در نظر بگیرید، انرژی که نوسانگر (چشمه موج) در نقطهٔ ابتدایی فنر به آن می دهد به صورت ترکیبی از انرژی جنبشی و پتانسیل کشسانی توسط موج به نقاط دیگر فنر منتقل می شود.

• نکته) می توان ثابت کرد که در همهٔ انواع موج مکانیکی (چه طولی و چه عرضی) عبارت زیر درست است:

• آهنگ انتقال انرژی با مربع دامنه (A^2) و مربع بسامد (f^2) نسبت مستقیم است.

☺ توجه) آهنگ انتقال انرژی در دو ریسمان:

$$\frac{\text{آهنگ انتقال انرژی ریسمان ①}}{\text{آهنگ انتقال انرژی ریسمان ②}} = \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 \times \left(\frac{f_1}{f_2}\right)^2$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

جزوه فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسین پور

• مثال) در یک محیط یکسان، مقدار متوسط آهنگ انتقال انرژی در موج مکانیکی یک، ۱۲ برابر آهنگ انتقال انرژی موج مکانیکی دوم است. اگر دامنهٔ موج دوم، ۲ برابر دامنهٔ موج یک باشد، بسامد موج یک چند برابر بسامد موج دوم است؟

حل: مقدار متوسط آهنگ انتقال انرژی موج مکانیکی در یک موج مکانیکی با مربع دامنه و مربع بسامد متناسب است و داریم:

$$\frac{\bar{P}_1}{\bar{P}_2} = \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 \times \left(\frac{f_1}{f_2}\right)^2 \rightarrow 12 = \left(\frac{1}{2}\right)^2 \times \left(\frac{f_1}{f_2}\right)^2$$

$$\rightarrow 12 = \frac{1}{4} \times \left(\frac{f_1}{f_2}\right)^2 \rightarrow \left(\frac{f_1}{f_2}\right)^2 = 4 \times 12 = 4 \times 4 \times 3$$

$$\rightarrow \left(\frac{f_1}{f_2}\right)^2 = 4^2 \times 3 \rightarrow \frac{f_1}{f_2} = 4\sqrt{3}$$

• مثال) چگالی خطی جرم سیمی به چگالی $6\ gr/cm^3$ و قطر مقطع 4mm چند واحد SI است؟ ($\pi = 3$)

۱) $7/2 \times 10^{-2}$ ۲) $7/2 \times 10^{-1}$ ۳) $1/2 \times 10^{-2}$ ۴) $1/2 \times 10^{-1}$

حل)

$$A = \pi r^2 = 3 \times \left(\frac{4}{2}\right)^2 = 12mm^2 = 12 \times 10^{-6} m^2$$

$$\rho = 6\ gr/cm^3 = 6 \times 10^3\ kg/m^3$$

$$\mu = \rho A = 6 \times 10^3 \times 12 \times 10^{-6} = 72 \times 10^{-3} = 7/2 \times 10^{-2}\ \frac{kg}{m}$$

پس گزینه‌ی ① درست است.

• مثال) سیمی به طول 25m و شعاع مقطع 1mm، با نیروی کشش به اندازه‌ی $58/5\ N$ نگه داشته شده است. اگر یک موج عرضی در این سیم پدید آوریم، در مدت زمان $0/5\ s$، طول سیم را طی می‌کند، چگالی سیم در SI کدام است؟ ($\pi = 3$)

۱) ۲۷۰۰ ۲) ۷۸۰۰ ۳) ۵۶۰۰ ۴) ۴۲۰۰

حل) تندی انتشار موج $v = \frac{L}{\Delta t} = \frac{25}{0/5} = 50\ m/s$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} \rightarrow v^2 = \frac{F}{\rho A} \Rightarrow \rho = \frac{F}{v^2 A}$$

$$\rightarrow \rho = \frac{58/5}{(50)^2 \times 3 \times (10^{-3})^2} = 7800\ \frac{kg}{m^3} \quad ; \quad A = \pi r^2$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

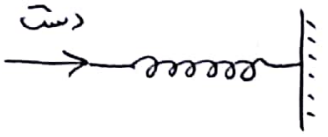
Scanned by CamScanner

• تمرین) تندی انتشار امواج مکانیکی به کدام عامل زیر بستگی دارد؟

۱) بسامد موج ۲) جنس محیط ۳) دامنهٔ موج ۴) طول موج

حل)

• تمرین) در شکل روبرو، اگر سر آزاد فنر را با سرعت به جلو و عقب بکشیم، در فنر چه نوع موجی ایجاد می‌شود؟ و اگر بسامد نوسان‌های دست را بیشتر کنیم، تندی انتشار این موج در طناب چگونه تغییر می‌کند؟



۱) عرضی - افزایش می‌یابد. ۲) عرضی - تغییری نمی‌کند. ۳) طولی - افزایش می‌یابد. ۴) طولی - تغییری نمی‌کند.

حل)

• تمرین) یک دستگاه لرزه‌نگار موج‌های P و S حاصل از یک زمین‌لرزه را ثبت می‌کند. تندی انتشار این امواج ۸ km/s و ۴ km/s است. اگر این دو موج با اختلاف زمانی ۲min وارد شوند، زمین‌لرزه در فاصلهٔ چند کیلومتری از محل لرزه‌نگار رخ داده است؟ (فرض کنید موج‌ها در همهٔ جا راست منتشر می‌شوند.)

۱) ۹۶ ۲) ۹۶۰ ۳) ۱۴۴ ۴) ۱۴۴۰

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• تمرین) کدام یک از گزینه های زیر در مورد تندی انتشار موج در اجسام کشسان درست است؟

۱) هر چه قدر سفتی جسم بیشتر و چگالی آن کمتر باشد، تندی انتشار موج در آن بیشتر است.

۲) هر چه قدر سفتی جسم کمتر و چگالی آن بیشتر باشد، تندی انتشار موج در آن بیشتر است.

۳) هر چه قدر سفتی و چگالی جسم بیشتر باشد، تندی انتشار موج در آن بیشتر است.

۴) هر چه قدر سفتی و چگالی جسم کمتر باشد، تندی انتشار موج در آن بیشتر است.

حل)

• تمرین) «کوک کردن ساز» براساس کدام یک از ارتباط های زیر انجام می شود؟

۱) افزایش تندی انتشار موج عرضی در یک تار به دلیل افزایش نیروی کشش تار

۲) کاهش تندی انتشار موج عرضی در یک تار به دلیل افزایش نیروی کشش تار

۳) افزایش تندی انتشار موج عرضی در یک تار به دلیل افزایش ضخامت تار

۴) کاهش تندی انتشار موج عرضی در یک تار به دلیل افزایش ضخامت تار

حل)

• تمرین، ریاضی ۸۲) سرعت انتشار موج در طول یک تار که جرم آن برای هر متر ۵ گرم است و تحت تأثیر نیروی کشش ۲۰۰ نیوتون می باشد چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۲۰۰

حل)

• تمرین، ریاضی ۹۰ خارج) سیم به طول یک متر و جرم ۴ گرم بین دو نقطه ثابت بسته شده است. اگر نیروی کشش سیم ۱۰ نیوتون باشد، سرعت (تندی) انتشار امواج عرضی در آن چند متر بر ثانیه است؟ ۱) ۲۰ ۲) ۲۵ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• تمرین: (ریاضی ۸۸)

مساحت مقطع یک سیم 10^{-6} متر مربع و چگالی آن $6,4\ g/cm^3$ است. اگر این سیم با نیروی $4\ N$ کشیده شود، سرعت (تندی) انتشار امواج عرضی در آن چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۲۵ ۲) 5×10^{-2} ۳) ۲۵۰ ۴) ۵۰

حل:

• تمرین: (ترجمه ۸۹ خارج)

اگر کشش تار ۱۲۸ N باشد تندی انتشار موج عرضی در آن $160\ m/s$ است. نیروی کشش تار را چند نیوتون اضافه کنیم تا سرعت انتشار موج در آن $200\ m/s$ شود؟

۱) ۳۲ ۲) ۷۲ ۳) ۱۶۰ ۴) ۲۰۰

حل:

دانلود از اپلیکیشن پادرس

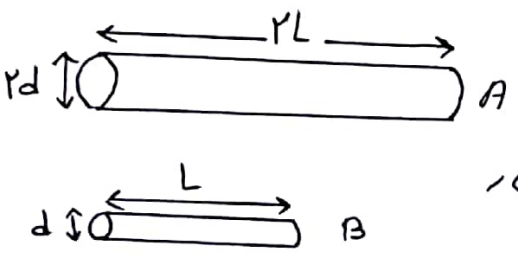
Scanned by CamScanner

• تمرین) دو طناب A و B تحت نیروی کشش یکسانی قرار دارند. اگر جرم واحد طول طناب A، ۳۶ درصد کمتر از جرم واحد طول طناب B باشد تندی انتشار امواج عرضی در طناب A ..... درصد ..... از تندی انتشار امواج عرضی در طناب B است.

۱) ۲۵، کمتر ۲) ۲۵، بیشتر ۳) ۲۰، کمتر ۴) ۲۰، بیشتر

حل)

• تمرین) نیروی کشش و چگالی ماده‌ی سازنده‌ی دو تار A و B با ابعاد مشخص شده در شکل روبرو برابر است. تندی انتشار امواج عرضی در تار A چند برابر تندی انتشار امواج عرضی در تار B است؟



۱) ۴ ۲) $\frac{1}{4}$ ۳) ۲ ۴) $\frac{1}{2}$

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• تمرین: تجربی ۹۲)

موج عرضی در یک محیط منتشر می‌شود و فاصلهٔ بین دو قلهٔ متوالی آن ۱۰cm است. اگر تندی انتشار موج در آن محیط $5\frac{m}{s}$ باشد، بسامد موج چند هرتز است؟

۱) ۱۰۰ ۲) ۵۰ ۳) ۲۵ ۴) ۱۰

حل)

• تمرین: تجربی ۸۷) معادلهٔ حرکت نوسان چشمه موجی در SI به صورت $x = A\cos(\omega t)$ است. اگر این نوسان‌ها در یک محیط با تندی $20\frac{m}{s}$ انتشار یابد و طول موج برابر ۰/۸ متر باشد، ω چند رادیان بر ثانیه است؟

۱) 25π ۲) 50π ۳) 100π ۴) 200π

حل)

• تمرین: ریاضی ۸۴ خارج) در طنابی که در آن موج عرضی ایجاد شده است، فاصلهٔ یک قله تا یک دره برابر ۴۵cm است. طول موج چند cm است؟

۱) ۱۸ ۲) ۹۰ ۳) ۳۰ ۴) هر سه گزینه ممکن است درست باشد.

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• تمرین (برگرفته از ۸۶)

موج عرضی با بسامد ۲/۵ هرتز در سطح آب تولید شده و با سرعت $0/5 \frac{m}{s}$ منتشر می شود، فاصلهٔ بین دو قلهٔ متوالی چند cm است؟

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۴۰ ۴) ۶۰

حل)

• تمرین) بر سطح آب یک تشت موج، گوی کوچکی در حال نوسان است و عمق آب 2cm، فاصله بین دو فرورفتگی متوالی 30cm است. اگر در همین شرایط، عمق آب را به 3cm برسانیم، فاصلهٔ بین دو فرورفتگی متوالی به 40cm می رسد، تندی انتشار امواج در تشت موج، در حالت دوم چند برابر حالت اول است؟

۱) $\frac{3}{2}$ ۲) $\frac{2}{3}$ ۳) $\frac{3}{4}$ ۴) $\frac{4}{3}$

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• تمرین، تجربی ۸۰) یک منبع ارتعاش امواجی با بسامد 1000Hz و طول موج 0/3m منتشر می‌کند. چند ثانیه طول می‌کشد تا این امواج مسافت 150 متر را طی کند؟

۱) ۰/۲ ۲) ۰/۵ ۳) ۲ ۴) ۵

حل)

• تمرین، ریاضی ۸۷ خارج) موجی با بسامد 100Hz و طول موج 0/5 متر، فاصله ۱۰ متر را در چند ثانیه طی می‌کند؟ ۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) $\frac{1}{5}$ ۴) $\frac{1}{10}$

حل)

• تمرین، ریاضی ۸۵ خارج) در یک محیط انتشار موج، موج در مدت زمان $\frac{T}{10}$ ثانیه، 4cm پیشروی می‌کند طول موج ارتعاشات چند cm است؟ (T دوره تناوب موج است.)

۱) ۳۰ ۲) ۴۰ ۳) ۵۰ ۴) ۶۰

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

۱۰- تمرین، تجربی ۹۳ خارج) یک موج عرضی سینوسی با سرعت ثابت v و دامنه A در طول یک طناب منتشر می‌شود و طول موج امواج منتشرشده در آن برابر λ است. اگر بیشینه‌ی سرعت ذرات طناب در نوسان برابر $\frac{v}{2}$ باشد نسبت $\frac{v}{2}$ کدام است؟

۱) $\frac{\pi A}{\lambda}$ ۲) $\frac{\lambda}{\pi A}$ ۳) $\frac{\lambda}{2\pi A}$ ۴) $\frac{2\pi A}{\lambda}$

حل)

۱۱- تمرین، ریاضی خارج) نوسان‌ساز یک معادله‌ی نوسانی $x = 0.2\cos(100\pi t)$ در SI در یک تار را امواج عرضی با طول موج $1\,m$ منتشر می‌کند. اگر نیروی کشش تار $20\,N$ باشد جرم هر متر از تار چند گرم است؟

۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۱۶ ۴) ۲۲

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

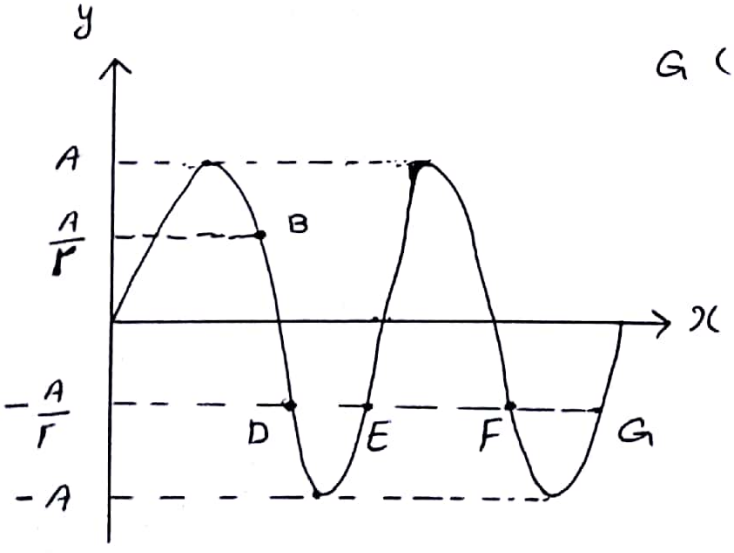
۵. تمرین، ریاضی ۸۴ خارج) طنابی بین دو نقطه محکم کشیده شده است. در طناب به وسیله یک نوسان ساز موج عرضی ایجاد می‌کنیم. اگر نیروی کشش طناب را نصف کنیم، بسامد و طول موج در طناب به ترتیب از راست به چپ چند برابر می‌شوند؟

۱) $\frac{1}{2}$ ، $\sqrt{2}$ ۲) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ، ۱ ۳) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ، ۱ ۴) $\sqrt{2}$ ، $\frac{1}{2}$

حل)

۶. تمرین، ریاضی ۹۰) شکل روبرو، یک عکس لحظه‌ای از طنابی که موج عرضی در آن منتشر می‌شود را نشان می‌دهد. کدام یک از نقاط داده شده وضعیت نوسانی کاملاً مشابهی با نقطه‌ی D دارد؟

۱) B ۲) E ۳) F ۴) G



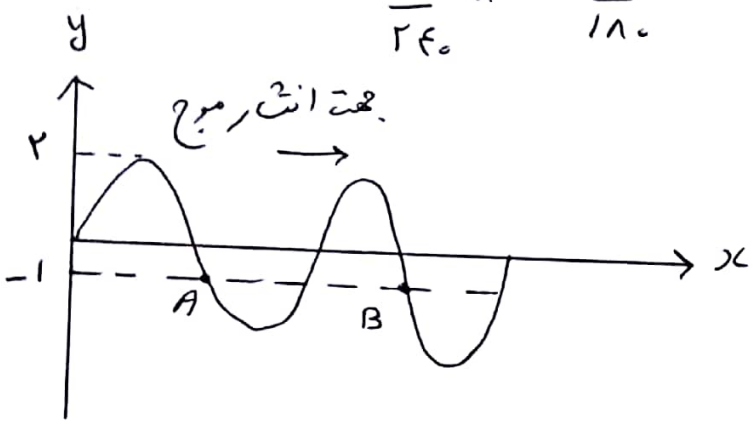
حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

• تمرین، ریاضی ۹۴ خارج)

عکس لحظه‌ای از طنابی که موج عرضی در آن منتشر شده است، به شکل روبرو است. اگر در A در هر ثانیه ۱۲۰ نوسان کامل انجام دهد، چند ثانیه طول می‌کشد تا موج از A به B برسد؟

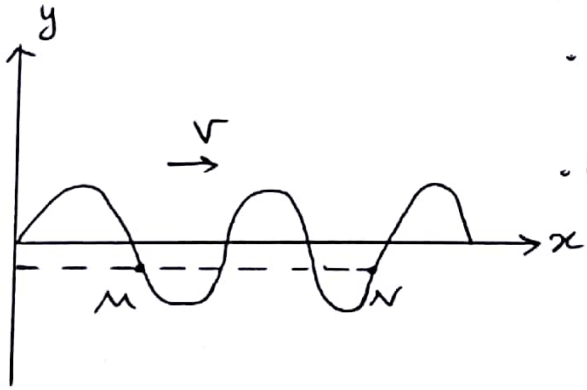
۱) $\frac{1}{120}$ ۲) $\frac{1}{60}$ ۳) $\frac{1}{180}$ ۴) $\frac{1}{240}$



حل)

• تمرین، ریاضی ۹۵) شکل روبرو موج عرضی را در طناب نشان می‌دهد. کدام مورد درباره‌ی دو نقطه M و N از طناب درست است؟

۱) سرعت آن‌ها در هر لحظه یکسان است.
۲) دامنه و بسامد یکسانی دارند.
۳) شتاب آن‌ها در هر لحظه هم‌جهت است.
۴) فاصله این دو نقطه کمتر از طول موج است.



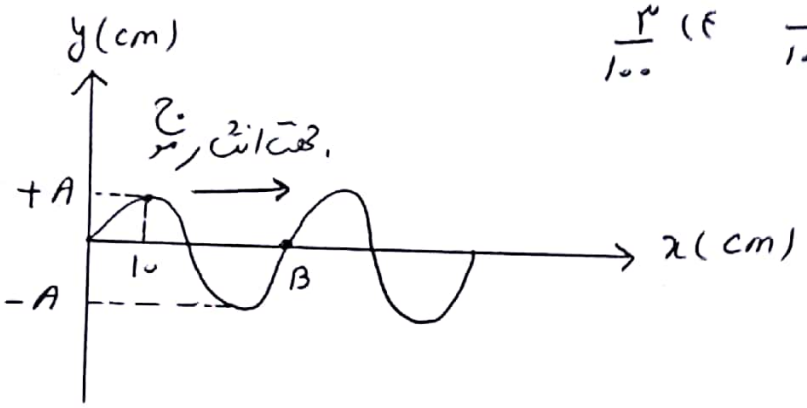
حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

۳- تمرین، بخش ۸۶ خارج)

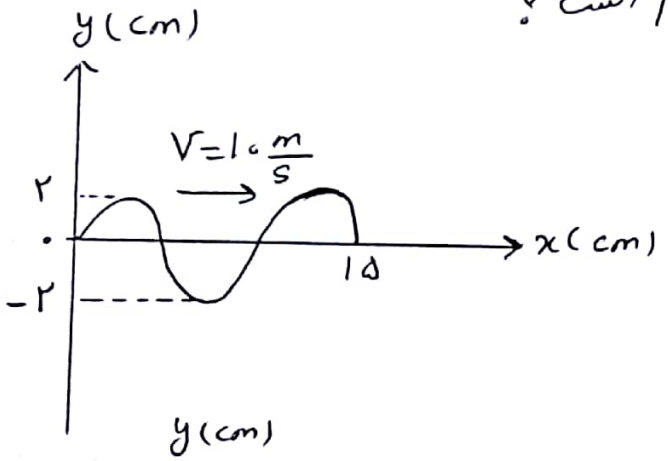
شکل مقابل عکس لحظه‌ای از موجی را در یک طناب در لحظه $t=0$ نشان می‌دهد، پس از چند ثانیه ذره B برای اولین بار در مکان A قرار می‌گیرد؟ (سرعت انتشار موج $10\ m/s$ است.)

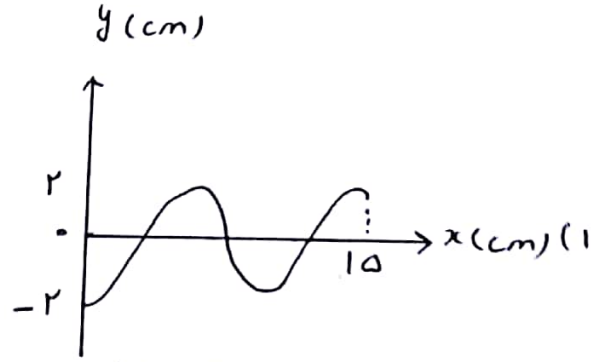
۱) $\frac{1}{25}$ ۲) $\frac{1}{50}$ ۳) $\frac{1}{100}$ ۴) $\frac{3}{100}$

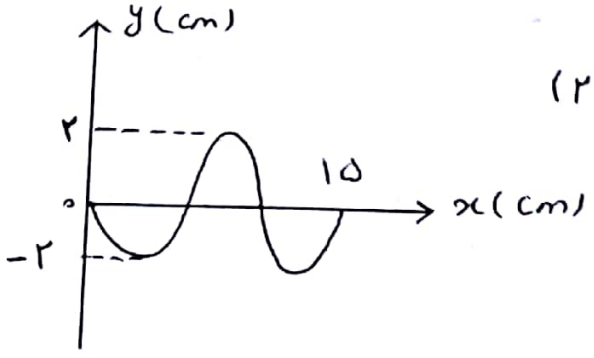


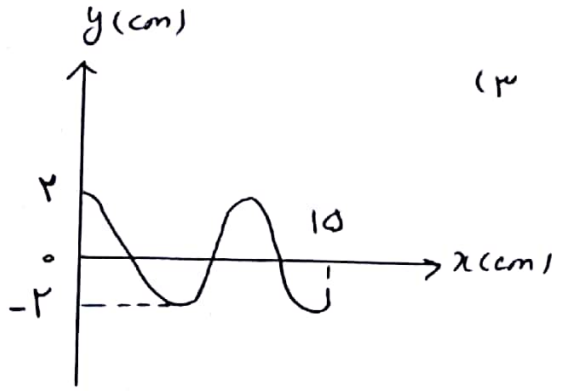
حل)

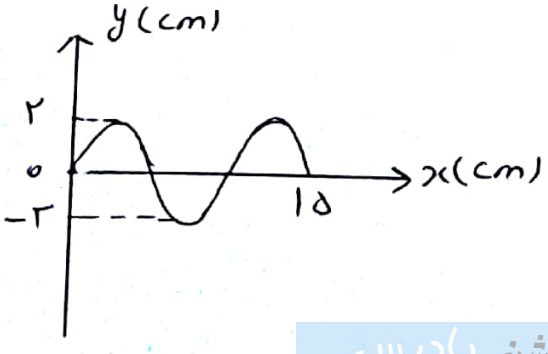
۴- تمرین، بخش ۹۰) عکس لحظه‌ای از موجی در لحظه‌ی $t=0$ مطابق شکل است. عکس لحظه‌ای موج در لحظه‌ی $t=\frac{1}{200}s$ کدام است؟



۱)


۲)


۳)


۴)


دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

حل ، ترین تجربی ۹۰)

• ترین ، تجربی ۸۲) آهنگ متوسط انرژی موج متناسب با کدام است ؟

۱) دامنه - بسامد ۲) مجذور دامنه - مجذور بسامد

۳) مجذور دامنه - بسامد ۴) دامنه - مجذور بسامد

حل)

• ترین) اگر دامنهٔ موجی دو برابر و بسامد آن نصف شود، به ترتیب از راست به چپ تندی انتشار موج و آهنگ انتقال انرژی در آن چند برابر می شود ؟

۱) ۱ - ۱ ۲) ۱ - ۴ ۳) ۲ - ۱ ۴) ۲ - ۴

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• تمرین، ریاضی ۹۳) چگالی یک تار مرتعش که از دو طرف بسته شده است، ۴ گرم بر سانتی متر مکعب و قطر مقطع آن یک میلی متر و طول آن ۴۰ cm است. اگر تار با نیروی ۳۰ N کشیده شود، تندی انتشار موج عرضی در تار چند متر بر ثانیه است؟ ($\pi \simeq 3$)

۱) ۵۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۱۰۰۰ ۴) ۵۰۰

حل)

• تمرین، تجربی ۹۱) سرعت انتشار موج عرضی در یک تار $100 \frac{m}{s}$ است. نیروی کشش این تار را چند درصد افزایش دهیم تا سرعت انتشار موج در آن به $110 \frac{m}{s}$ برسد؟

۱) $\sqrt{10}$ ۲) ۱۰ ۳) $\sqrt{21}$ ۴) ۲۱

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• امواج الکترومغناطیس

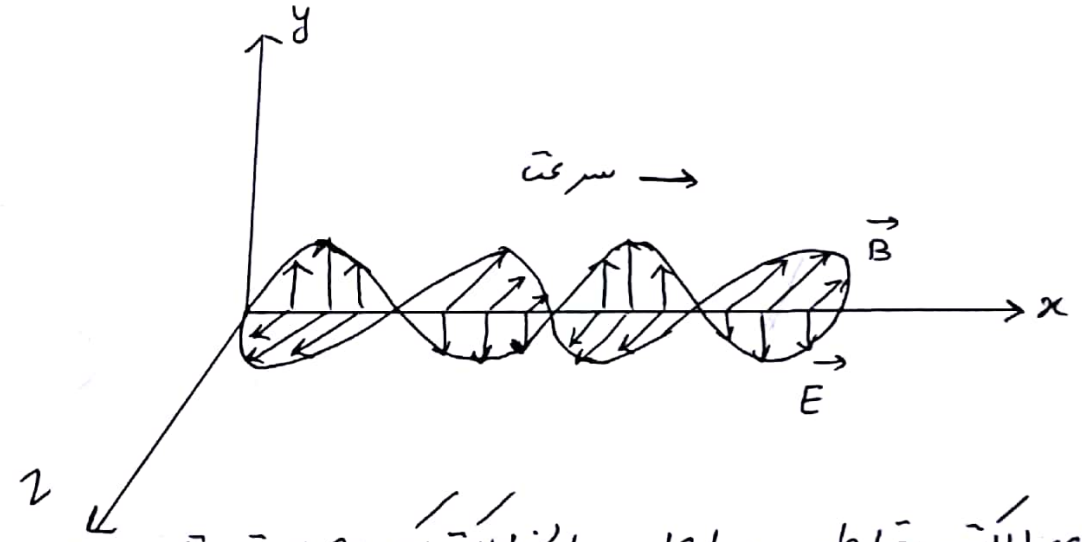
• نکته) بار الکتریکی میدان الکتریکی ایجاد می‌کند. بار الکتریکی ساکن، میدان الکتریکی ثابت تولید می‌کند.

• نکته) جریان الکتریکی، میدان مغناطیسی تولید می‌کند. جریان ثابت، میدان B ثابت تولید می‌کند.

• نکته) امواج الکترومغناطیس از رابطه متقابل میدان های E و B بوجود می‌آیند.

• نظریهٔ ماکسول: هر تغییری در میدان الکتریکی در هر نقطه از فضا، میدان مغناطیسی متغیری ایجاد می‌کند و این میدان مغناطیسی متغیر، خود میدان الکتریکی متغیری به وجود می‌آورد.

(امواج الکترومغناطیسی ناشی از تغییرات همزمان میدان های الکتریکی و مغناطیسی است)



• القای الکترومغناطیس: ایجاد میدان الکتریکی به علت تغییر میدان مغناطیسی.

توجه) در شکل بالا بردارهای میدان الکتریکی و مغناطیسی برهم عمودند.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• مشخصه ها یا ویژگی های بارز امواج الکترومغناطیس:

① میدان الکتریکی $\vec{E}$ همواره عمود بر میدان مغناطیسی $\vec{B}$ است.

② میدان های الکتریکی و مغناطیسی $\vec{E}$ و $\vec{B}$ همواره بر جهت حرکت موج عمودند.

③ موج الکترومغناطیسی موج عرضی است.

④ میدان ها با بسامد یکسان و همگام با یکدیگر تغییر می کنند.

⑤ تندی برابر $c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}} = 3\times10^8 \frac{m}{s}$ (در خلأ) دارند.

$\varepsilon_0 = 8/85\times10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2}$ ضریب گذردهی الکتریکی خلأ

$\mu_0 = 4\pi\times10^{-7} \frac{T.m}{A}$ ضریب تراوایی مغناطیسی خلأ

⑥ هیچ گسستگی ای در طیف امواج الکترومغناطیس وجود ندارد. (طیف پیوسته دارند)

• طیف امواج الکترومغناطیس:

پرتو های گاما - پرتو های ایکس - فرابنفش - مرئی - فرو سرخ - میکرو موج - امواج رادیویی

مرئی: بنفش، نیلی، آبی، سبز، زرد، نارنجی، قرمز

پرتو های گاما و ایکس: طول موج کم، بسامد زیاد، انرژی زیاد

فرابنفش: طول موج کم، بسامد زیاد، انرژی زیاد

فرو سرخ: طول موج زیاد، بسامد کم، انرژی کم

میکرو موج و امواج رادیویی: طول موج زیاد، بسامد کم، انرژی کم

تندی $c = 3\times10^8 \frac{m}{s}$

توجه: تمامی طیف امواج الکترومغناطیس دارای تندی $3\times10^8 \frac{m}{s}$ هستند.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

نکته طول موج و بسامد رنگ های مختلف نور مرئی در نا مساوی زیر صدق می کند.

$$\begin{cases} 380\,nm \leq \lambda \leq 750\,nm \\ 4/00 \times 10^{14}\,Hz \leq f \leq 7/9 \times 10^{14}\,Hz \end{cases}$$ (گسترهٔ بسامد و طول موج نور مرئی)

• مثال) اگر طول آنتن یک رادیوی جیبی را 30 cm بگیریم، صدای رادیو کاملاً واضح می شود، اگر طول این آنتن $\frac{1}{4}$ طول موج دریافتی باشد، بسامدی که رادیو دریافت می کند چند هرتز است؟

حل) طول آنتن $\frac{1}{4}$ طول موج دریافتی و برابر 30 cm است پس،
$\lambda = 4 \times 30 = 120\,cm$ است. سرعت امواج رادیویی برابر $3 \times 10^{8}\,\frac{m}{s}$ است پس
بسامد موج فرودی:

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^{8}}{1/2} = 2/5 \times 10^{8}\,Hz$$

• مثال) در خلأ کم‌ترین طول موج طیف نور مرئی حدود 380 nm و بیشترین طول موج آن 750 nm است. اختلاف بیشترین بسامد این طیف با کم‌ترین بسامد آن چند هرتز است؟ حل) 10^{14}

$$f_{max} = \frac{c}{\lambda_{min}} = \frac{3 \times 10^{8}}{380 \times 10^{-9}} = 7/9 \times 10^{14}\,Hz$$

$$f_{min} = \frac{c}{\lambda_{max}} = \frac{3 \times 10^{8}}{750 \times 10^{-9}} = 4 \times 10^{14}\,Hz$$

$$\Delta f = f_{max} - f_{min} = 7/9 \times 10^{14} - 4 \times 10^{14}$$

$$\rightarrow \Delta f = 3/9 \times 10^{14}\,Hz$$

توجه نور یک موج الکترومغناطیس بوده، پس $c = 3 \times 10^{8}\,\frac{m}{s}$ که این سرعت در خلأ ثابت است.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• مثال) پسامد نور بنفش $7,9\times10^{14}\ Hz$ است. اگر سرعت حرکت نور در آب $2,25\times10^{8}\ \frac{m}{s}$ باشد، طول موج این نور را در آب حساب کنید.

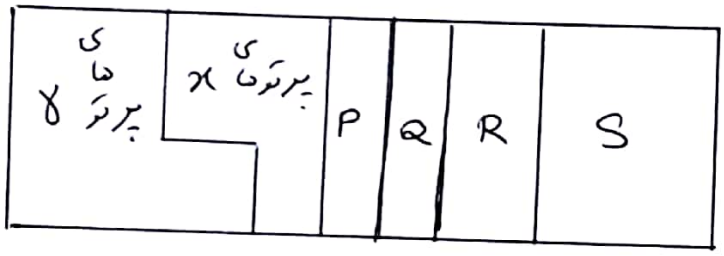
حل)

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{2,25\times10^{8}}{7,9\times10^{14}} = 2,8\times10^{-7}\ m = 280\ nm$$

• تمرین ۱۸ کتاب) شکل زیر طیف امواج الکترومغناطیس را با یک مقیاس تقریبی نشان می‌دهد.

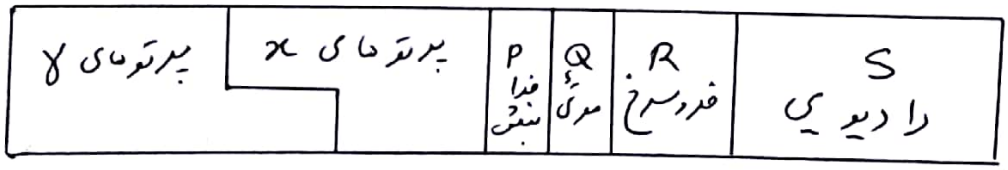
الف) نام قسمت‌هایی از طیف را که با حروف علامت‌گذاری شده‌اند بنویسید.

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

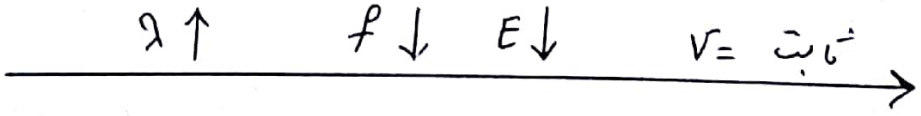


حل)

الف)

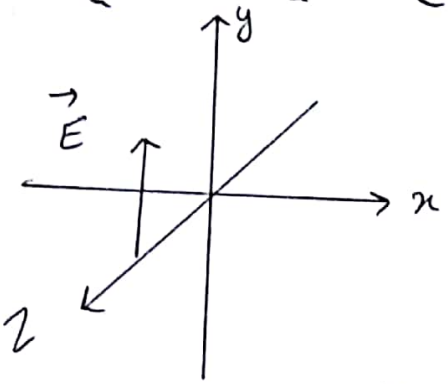


ب)

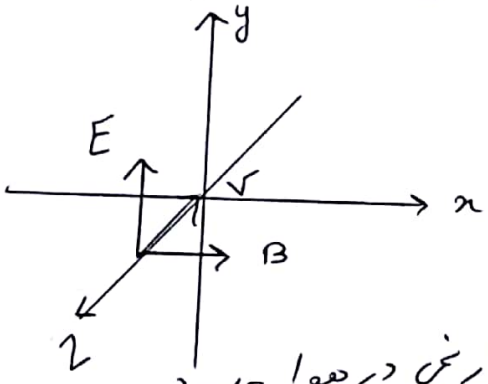


دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

• تمرین ۱۹ کتاب) شکل زیر میدان الکتریکی یک موج الکترومغناطیسی را در نقطه‌ای معین 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.



حل) با توجه به قاعده‌ی دست راست هدگاه، چهار انگشت دست راست در جهت میدان الکتریکی $\vec{E}$ قرار بگیرند طوری که جهت پیچش چهار انگشت میدان مغناطیسی $\vec{B}$ را نشان داده، و انگشت شست جهت حرکت موج الکترومغناطیسی را نشان می‌دهد.



• تمرین ۲۰ کتاب) الف) طول موج نور نارنجی در هوا حدود $6,2\times10^{-7}\,m$ است، بسامد این نور چند هرتز است؟

ب) بسامد نور قرمز در حدود $4,3\times10^{14}\,Hz$ است. طول موج این نور را در هوا و آب حساب کنید. ($c=3,0\times10^{8}\,m/s$ ، $v=2,25\times10^{8}\,\frac{m}{s}$ آب)

حل) الف)

$$f=\frac{c}{\lambda}=\frac{3\times10^{8}}{6,2\times10^{-7}}=4,8\times10^{14}\,(Hz)$$

ب)

$$\lambda_{هوا}=\frac{c}{f}=\frac{3\times10^{8}}{4,3\times10^{14}}=6,9\times10^{-7}\,(m)$$

$$\lambda_{آب}=\frac{v}{f}=\frac{2,25\times10^{8}}{4,3\times10^{14}}=5,2\times10^{-7}\,(m)$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

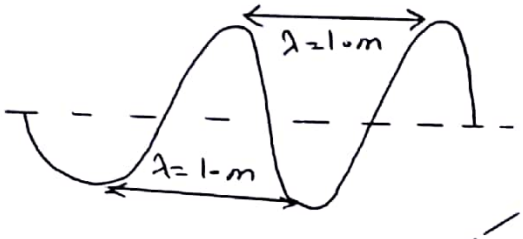
تمرین ۲۱ کتاب چشمهٔ موجی با بسامد ۱۰Hz در یک محیط که تندی انتشار موج در آن $100\ \frac{m}{s}$ است، نوسان‌هایی طولی ایجاد می‌کند. اگر دامنهٔ نوسان‌ها ۱۰cm باشد،

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

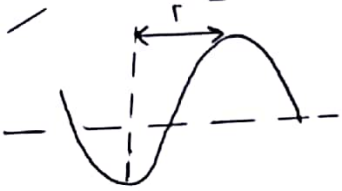
ب) فاصلهٔ بین یک تراکم و یک انبساط متوالی چقدر است؟

حل) الف)

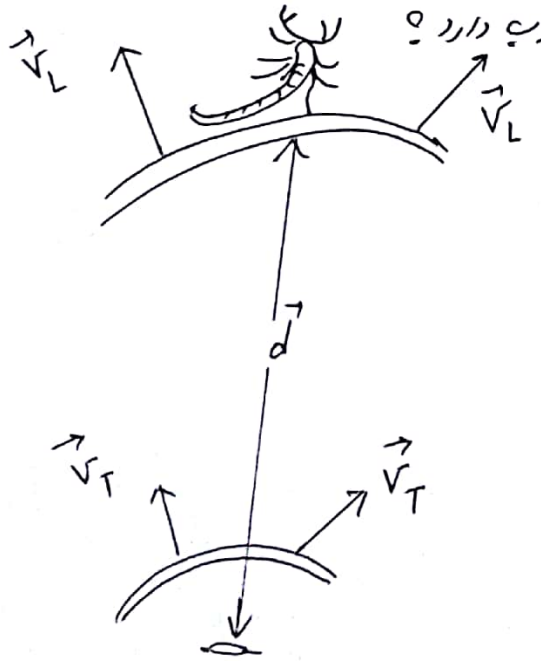
$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{100}{10} = 10\ m$$



ب) $\frac{\lambda}{2} = 5\ m$



تمرین ۲۲ کتاب عقرب‌های ماسه‌ای وجود طعمه را با امواجی که براثر حرکت طعمه در سطح ماسه ایجاد می‌شود، احساس می‌کنند. این امواج که در سطح ماسه منتشر می‌شوند، بر دو نوع‌اند: امواج عرضی با تندی V_T که برابر $50\ \frac{m}{s}$ و امواج طولی با تندی $V_L = 150\ \frac{m}{s}$، عقرب ماسه‌ای می‌تواند با استفاده از اختلاف زمانی بین زمان رسیدن این امواج به تار یک تنش پای خود، فاصلهٔ خود از طعمه را تعیین کند. اگر این اختلاف زمان برابر $\Delta t = 4/0\ ms$ باشد، طعمه در چه فاصله‌ای از عقرب قرار دارد؟



حل)

$$V_T = 50\ \frac{m}{s}$$
$$V_L = 150\ \frac{m}{s}$$
$$\Delta t = 4\ ms = 4\times10^{-3}\ s$$

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

$$4\times10^{-3} = \frac{\Delta x(150-50)}{150\times50} = \frac{\Delta x\times100}{150\times50}$$

$$\rightarrow \Delta x = \frac{4\times10^{-3}\times150}{2} = 0/3\ m$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• نکته) در امواج طولی، طول موج بصورت فاصله بین دو تراکم (جمع شدگی) و یا دو دانسیته (یا بازشدگی) متوالی تعریف می‌شود، دامنه هم برابر با بیشینه‌ی جابجایی از وضعیت تعادل است.

• نکته) امواج لرزه‌ای، ترکیبی از امواج طولی و عرضی هستند.
امواج لرزه‌ای منشأ اغلب زمین لرزه‌ها می‌باشند، این امواج از لایه‌های زمین عبور می‌کنند و اندازه‌ی حاصل از لرزش‌های اعماق زمین را به سطح زمین منتقل می‌کنند. دو نوع مهم از امواج لرزه‌ای، امواج اولیه (P) و امواج ثانویه (S) هستند.

• تذکر) امواج P طولی بوده و تندی انتشار آن‌ها از امواج S که عرضی‌اند بیشتر است، به همین علت معمولاً لرزه‌نگارها ابتدا امواج طولی و پس امواج عرضی S را دریافت می‌کنند.

• مفهوم موج صوتی: امواج صوتی از نوع امواج مکانیکی طولی می‌باشند که در تمام محیط‌های جامد، مایع، گاز منتشر می‌گردند و در خلأ منتشر نمی‌شوند.

• نکته) امواج صوتی ممکن است از تارهای صوتی انسان‌ها و حیوانات، صفحات مرتعش گیتار یا پلنگو یا سیم‌های یک ساز زهی مانند گیتار یا ارتعاش هوای درون یک ساز بادی مانند سرنا و ... تولید شود.

• چشمه صوت: هر وسیله‌ای را که امواج صوتی تولید می‌کند چشمه صوت گوییم.

• نکته) موج صوتی که از یک چشمه صوت ایجاد می‌شود، در صورتی که اطراف چشمه صوت محیط مادی وجود داشته باشد در تمام جهات منتشر می‌شود، زیرا صوت موج مکانیکی بوده، و در خلأ منتشر نمی‌شود.

• تذکر) در زمان انتشار صوت در هوا، ذرات هوا منتقل نشده بلکه حول نقطه‌ی تعادل خود نوسان می‌کنند.

• تذکر) چون مرکز کره‌ای هوا در راستای انتشار نوسان می‌کند پس موج صوتی در هوا یک موج طولی است.

دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

جزوه فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسین پور

• انتشار صوت در مایعات: هرگاه سر خود را در آب فرو ببرید و از یک نفر بخواهیم تا با دست خود به سطح آب ضربه وارد کند صدای ضربه را می شنویم.

• انتشار صوت در جامدات: هرگاه گوش خود را بر روی ریل قطار قرار دهیم، صدای قطار را که از دور دست به سمت ما می آید بهتر می شنویم.

• نکته) امواج صوتی در هوا در تمام جهات منتشر می شوند بعنوان مثال وقتی رادیو و یا تلویزیون روشن است صدای آنرا از هر گوشه ای از اتاق می توانیم بشنویم.

• نکته) اگر جنس و شرایط فیزیکی در تمام نقاط فضا یکسان باشد سرعت صوت در تمام جهات یکسان بوده و صوت بطور یکنواخت در تمام جهات منتشر می شود و جبهه های موج صوتی بصورت کره هایی به مرکز چشمه ی صوت می باشند.

• تذکر) موج صوتی در فضا دارای بی نهایت جهت انتشار است.

• نکته) چشمه های صوت با ایجاد مجموعه ای از تراکم ها و انبساط ها در محیط باعث انتشار صوت می شوند. مثلاً یک بلندگو از طریق ارتعاش دیافراگم و یا یک دیاپازون از طریق ارتعاش شاخه هایش در هوای اطراف خود تراکم و انبساط هایی ایجاد می کند که این تراکم و انبساط ها در هوا انتشار می یابد.

این تراکم ها و انبساط ها در همه ناحیه از هوا به ترتیب باعث افزایش و کاهش فشار جو در آن نواحی می شود.

• نکته) دقت کنیم که آن چه به عنوان صوت در محیط منتشر می شود، صرفاً تراکم ها و انبساط ها هستند، نه مولکول های محیط، در واقع مولکول های محیط در هنگام انتشار صوت تنها در حول مکان تعادل خود، حرکت نوسانی انجام می دهند، برای درک بهتر چگونگی ایجاد امواج صوتی می توانیم تراکم ها و انبساط های ایجاد شده در این امواج را به جمع شدگی و باز شدگی ها در موج طولی منتشر شده در فنر تشبیه کنیم.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

جزوه فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسین پور

• دیاپازون: دیاپازون از دو شاخه ی فلزی تشکیل شده که انتهای آن ها به یک پایه مشترک متصل بوده، و دیاپازون یک چشمه ی صوت پرکاربرد است که مانند سایر چشمه های صوت از طریق ارتعاش شاخه ها و ایجاد تراکم و انبساط در محیط موج صوتی ایجاد می کند.

با وارد شدن ضربه به یکی از شاخه ها، دیاپازون مرتعش می شود و صوتی با بسامد معین و ثابت تولید می شود. اهمیت دیاپازون به این علت است که نوسان های آن به حرکت ها هنگ ساده بسیار شبیه بوده پس موج سینوسی تولید می کند.

به صوت تولید شده توسط چشمه ای که به طور سینوسی نوسان می کند و حرکت ها هنگ ساده دارد تُن موسیقی یا به طور خلاصه تُن گوییم.

• تندی انتشار صوت: تندی انتشار صوت در یک محیط مانند سایر امواج به ویژگی های محیط بستگی دارد هر چه محیطی متراکم تر باشد و جگالی آن بیشتر باشد، تندی انتشار صوت در آن بیشتر است و به چند مورد از موارد خاص داریم:

تندی صوت در گازها < تندی صوت در مایعات < تندی صوت در جامدات

• نکته ۱) تندی صوت به دما نیز بستگی دارد، پس وقتی تندی صوت در یک محیط بیان می شود باید معلوم کنیم که در چه دمایی این تندی اندازه گیری شده است.

بطور مثال تندی صوت در هوای صفر درجه سلسیوس $331\ m/s$ است، اما با افزایش دمای هوا تندی صوت هم افزایش یافته و برای مثال در هوای ۲۰ درجه سلسیوس تندی صوت در هوا به $343\ m/s$ می رسد.

• نکته ۲) رابطه ی تندی صوت با صدت $v = f\lambda$ است.

• نکته ۳) تندی صوت به دمای محیط بستگی دارد. دمای بیشتر تندی بیشتر و دمای کمتر تندی کمتر.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• مثال) در زلزله ی بم، تندی امواج P در حدود $8/15 \frac{km}{s}$ و تندی امواج S در حدود $4/25 \frac{km}{s}$ بوده است. اگر اولین موج P، یک ثانیه زودتر از اولین موج S به سطح زمین رسیده باشد، کانون زلزله در چه عمقی از سطح زمین قرار داشته است؟

حل) زمان رسیدن موج P به سطح زمین بصورت $t_p = \frac{h}{v_p}$ و زمان رسیدن موج S به سطح زمین بصورت $t_s = \frac{h}{v_s}$ بدست می آید و داریم: اختلاف زمانی رسیدن دو موج $\Delta t = 1\,s$ است پس داریم:

$$\Delta t = t_s - t_p = \frac{h}{v_s} - \frac{h}{v_p}$$

$$\rightarrow \quad \Delta t = \frac{v_p - v_s}{v_p v_s} h \rightarrow h = \frac{v_p v_s}{v_p - v_s} \Delta t$$

$$\rightarrow \quad h = \frac{4/25 \times 8/5}{8/5 - 4/25} \times 1 \rightarrow h = 8/5\,km$$

• نکته) صوت هم مانند سایر امواج حامل انرژی است، انرژی که چشمه ی صوت به لایه های مجاور خود منتقل می کند از طریق تداخل های سازنده ی پی در پی به لایه های بعدی و دورتر منتقل می شود.

• شدت صوت: به آهنگ متوسط انرژی که توسط موج صوتی به واحد سطح عمود بر راستای انتشار صوت می رسد، شدت صوت گوییم.

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

$\bar{P}$ ← آهنگ متوسط انرژی برحسب وات (W)

A ← مساحت سطحی که انرژی گسیل شده را جذب می کند و برحسب (m^2).

↙ شدت صوت $\left(\frac{W}{m^2}\right)$

• نکته) کمیای دیگری برای شدت صوت هم وجود دارد و داریم:

$$\left(1\,\frac{W}{m^2} = 10^{-6}\,\frac{W}{m^2} \right)$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• نکته) شدت صوت با مجذور فاصله از چشمه ی صوت نسبت وارون دارد.

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

• مثال) شدت صوتی که به گوش یک شنونده که در فاصله ی ۵ متری منبع قرار دارد می رسد برابر 10^{-5} وات بر مترمربع است اگر فاصله منبع صوت برابر ۱۰ متر شود شدت صوت چند $\frac{W}{m^2}$ خواهد شد؟

حل)

$$\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \rightarrow \frac{I_2}{10^{-5}} = \left(\frac{5}{10}\right)^2 \rightarrow I_2 = \frac{10^{-5}}{4}$$

$$\rightarrow I_2 = 2{,}5 \times 10^{-6}\left(\frac{W}{m^2}\right) = 2{,}5\ \frac{mW}{m^2}$$

• نکته) انرژی موج صوتی از چشمهٔ صوت در تمام جهات منتشر می شود، هر چه از چشمهٔ صوت دورتر می شویم، انرژی گسیل شده توسط چشمهٔ صوت در سطح کره هایی با مساحت بزرگتر توزیع می شود پس شدت صوت در فاصله های دورتر از چشمهٔ صوت به شدت کاهش می یابد.

نهایی برتر خرداد ۹۳

سطح یک میکروفون که مساحت آن $3\,cm^2$ است، در مدت ۵s به مقدار $1{,}5\times10^{-11}\,J$ انرژی صوتی در راستای عمود بر سطح به آن می رسد، شدت صوت در سطح میکروفون چه مقدار است؟

حل) شدت صوت برابر توان متوسط تقسیم بر مساحت است پس داریم:

$$I = \frac{\bar{P}}{A} = \frac{\frac{E}{t}}{A} = \frac{E}{A\times t} = \frac{1{,}5\times10^{-11}}{5\times3\times10^{-4}}$$

$$\rightarrow I = 10^{-8}\frac{W}{m^2} = 10^{-2}\times10^{-6}\frac{W}{m^2}$$

یا $I = 0{,}01\ \frac{mW}{m^2}$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

فهای برگی ۹۳/۶/۳

شدت صوت یک سفندان در فاصله‌ی ۵ متری برابر $10^{-4}\ \frac{W}{m^2}$ است.
شدت صوت او در فاصله‌ی ۲۰ متری چند $\frac{W}{m^2}$ است؟

حل)
$$\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 \rightarrow \frac{I_2}{10^{-4}} = \left(\frac{5}{20}\right)^2 \rightarrow I_2 = \frac{1}{16} \times 10^{-4}\ \frac{W}{m^2}$$

تمرین ۳۰ کتاب

در یک آتش بازی، موشکی در بالای آسمان منفجر می‌شود. فرض کنید صوت به طور یکنواخت در تمام جهت 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 $I = 0/10\ \frac{W}{m^2}$ به شنونده‌ای برسد که به فاصله $r_1 = 640m$ از محل انفجار قرار دارد، این صوت به شنونده‌ای که در فاصله $r_2 = 160m$ از محل انفجار قرار دارد با چه شدتی می رسد؟

حل)
$$\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 \rightarrow \frac{I_2}{0/1} = \left(\frac{640}{160}\right)^2$$

$$\rightarrow \frac{I_2}{0/1} = (4)^2 \rightarrow I_2 = 0/1 \times 16 = 1/6\ \frac{W}{m^2}$$

تراز شدت صوت

نگاریتم دریا به ۱۰ پک شدت نسبت به شدت صوت مرجع $I_0 = 10^{-12}\ \frac{W}{m^2}$ که کمترین شدت صوتی است که انسان قادر به شنیدن آن است.
(حد پایین گستره‌ی شنیداری انسان)

بل (b) $\leftarrow \beta = \log \frac{I}{I_0}$

دسی بل (db) $\leftarrow \beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$

- مثال) تراز شدت صوت مرجع را بدست آورید.

حل)
$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \log \frac{I_0}{I_0} = 10 \log 1 = 0$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

کنکور بری ← شدت صوتی 10^{-8} وات بر مترمربع است، هرگاه شدت صوت آستانه شنوایی 10^{-6} میکرو وات بر مترمربع باشد تراز شدت صوت مزبور چند بل است؟ ۱) ۴ ۲) ۴۰ ۳) ۲ ۴) ۲۰

حل) $\beta = \log \frac{I}{I_0} = \log \frac{10^{-8}}{10^{-12}} = \log 10^4$

$\log A^n = n \log A$

$= 4 \log 10 = 4 \times 1 = 4(b)$ یا $40(db)$

کنکور تجربی ۹۱ خارج ← شدت صوت عبوری از یک هواپیمای جت $100 \frac{W}{m^2}$ است. تراز شدت این صوت چند بل و چند دسی بل است؟ $I_0 = 10^{-6} \frac{W}{m^2}$

حل) $\beta = \log \frac{I}{I_0} = \log \frac{10^2}{10^{-12}} = \log 10^{14} = 14b = 140db$

ریاضی خرداد ۹۲ ← تراز شدت صوت در صحبت کردن از فاصله یک متری $40dB$ است. شدت صوت را برای آن حساب کنید. $I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$

حل) $\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \rightarrow 40 = 10 \log \frac{I}{10^{-12}} \rightarrow \log 10^4 = \log \frac{I}{10^{-12}}$

$\rightarrow \frac{10^4}{1} = \frac{I}{10^{-12}} \rightarrow I = 10^4 \times 10^{-12} = 10^{-8} \frac{W}{m^2} = 10^{-2} \frac{W}{m^2}$

تمرین ۲۷ کتاب ← شدت صدای حاصل از یک متهٔ سنگ شکن در فاصله $10m$ از آن $10 \times 10^{-2} \frac{W}{m^2}$ است. تراز شدت صوتی که آن مته دارد بر حسب dB چقدر می‌شود؟

حل) $\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \log \frac{10^{-2}}{10^{-12}}$

$\rightarrow \beta = 10 \log 10^{-2} \times 10^{+12} = 10 \log 10^{10}$

$\rightarrow \beta = 10 \times 10 = 100 db$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

تمرین ۲۸ کتاب ← اگر به مدت ۱۰ دقیقه در معرض صوتی با تراز شدت ۱۲۰dB باشیم، آستانهٔ شنوایی به طور موقت از ۰dB به ۲۸ dB افزایش می‌یابد. مطالعات نشان داده است که به طور متوسط به مدت ۱۰ سال در معرض صدایی با تراز شدت ۹۲dB قرار گیریم. آستانه شنوایی به طور دائم به ۲۸dB افزایش می‌یابد. شدت های صوت مربوط به ۲۸dB ، ۹۲ dB چقدر است؟

(برای پاسخ باید از ماشین حساب استفاده کرد.)

حل)

$$\beta_1 = 10 \log \frac{I_1}{I_0} \rightarrow 28 = 10 \log \frac{I_1}{I_0}$$

$$\rightarrow 2/8 = \log \frac{I_1}{I_0} \rightarrow \log \frac{I_1}{I_0} = 2/8 = 4 \times 0/7$$

$$I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$$

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

$$\rightarrow I_1 = 5^4 \times 10^{-12} = 625 \times 10^{-12} = 6/25 \times 10^{-10} \frac{W}{m^2}$$

$$\beta_2 = 10 \log I_2 / I_0 \rightarrow 92 = 10 \log \frac{I_2}{10^{-12}} \rightarrow \log \frac{I_2}{10^{-12}} = 9/2$$

$$\rightarrow \log \frac{I_2}{10^{-12}} = 10 \times 0/8 + 4 \times 0/3 = 10 \log 6 + 4 \log 2$$

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

$$\rightarrow I_2 = 9/76 \times 10^{-4} \frac{W}{m^2}$$

• توجه) سوال فوق بسیار مهم است.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

مدرسین ۲۹ کتاب

← یک دستگاه صوتی، صدایی با تراز شدت $B_1 = 90 dB$ و دستگاه صوتی دیگر، صدایی با تراز شدت $B_2 = 95 dB$ ایجاد می‌کند. شدت های مربوط به این دو تراز (برحسب $\frac{W}{m^2}$) به ترتیب I_1، I_2 هستند. نسبت $\frac{I_2}{I_1}$ را تعیین کنید.

حل)

$$\Delta B = B_2 - B_1 = 10\left(\log \frac{I_2}{I_0} - \log \frac{I_1}{I_0}\right) = 10 \log \frac{I_2}{I_1}$$

$$\rightarrow 95 - 90 = 10 \log \frac{I_2}{I_1} \rightarrow 5 = 10 \log \frac{I_2}{I_1}$$

$$\rightarrow 1 = 2 \log \frac{I_2}{I_1} \rightarrow \log 10 = \log \left(\frac{I_2}{I_1}\right)^2$$

$$\rightarrow 10 = \left(\frac{I_2}{I_1}\right)^2 \rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \sqrt{10}$$

ادراک شنوایی

تُن (یا تُن موسیقی): صوت حاصل از چشمه‌هایی مثل دیاپازون مدرنش که به حرکت هماهنگ ساده نزدیک باشد. (به دلیل میدانی کم).

• نکته) ارتفاع صوت و بلندی صوت دو ویژگی ادراکی و حسی صوت هستند به عبارت دیگر وقتی ما تُن های موسیقی را می‌شنویم با دو ویژگی ارتفاع و بلندی می‌توانیم درک خودمان از صوت شنیده شده را توصیف کنیم.

ارتفاع ← بسامدی است که گوش انسان درک می‌کند.
(صدای زیدتر، بسامد بیشتر، ارتفاع بیشتر)

بلندی ← شدتی است که گوش انسان از صوت درک می‌کند.
(وابسته به شدت صوت و حساسیت گوش شنونده)

نکته ← گوش انسان به بسامد های $20 Hz$ تا $20000 Hz$ بیشترین حساسیت را دارد که این حساسیت در بسامد $3300 Hz$ به بیشترین مقدار خود می‌رسد یعنی اگر بسامد صوتی در این محدود باشد حتی اگر شدت آن کم باشد احتمالاً گوش انسان آن را می‌شنود.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

تذکر ← اگر شدت دو صدا یکسان باشد، صدایی که بسامد آن در محدوده‌ی ۲۰۰۰ هرتز تا ۵۰۰۰ هرتز باشد بلندتر شنیده خواهد شد.

نکته ← گوش انسان قادر به شنیدن اصواتی با بسامد کمتر از ۲۰ Hz و بیشتر از ۲۰۰۰۰ هرتز نیست، یعنی تن های صدایی که خارج از محدوده‌ی $20 \leq f \leq 20000\,Hz$ باشند، حتی اگر شدت آن ها بسیار زیاد باشد توسط گوش انسان شنیده نمی‌شوند، برخی عوامل از جمله افزایش سن محدوده‌ی بسامدی شنوایی را کاهش می‌دهد.

نکته ← اگر به مدت ۱۰ دقیقه در معرض صدایی با تراز شدت ۱۲۰ dB یا بیشتر، آستانه‌ی شنوایی به طور موقت از ۰ dB به ۲۸ dB افزایش می‌یابد، و مطالعات نشان داده است که به طور متوسط اگر به مدت ۱۰ سال در معرض صدای با تراز شدت ۹۲ dB قرار گیریم، آستانه شنوایی به طور دائم به ۲۸ dB افزایش می‌یابد و شخص صداهای با تراز شدت کمتر را نمی‌شنود.

نکته ← با شنیدن هر تن، دو ویژگی ارتفاع و بلندی را می‌توان از هم تشخیص داد. و ارتفاع و بلندی هردو به ادراک شنوایی ما مربوط می‌شوند.

نکته ← اگر یک دیاپازون با بسامد مشخص را با هندبه های متفاوت به ارتعاش درآوریم (بسامدی که شنیده می‌شود تغییر نمی‌کند) اما صداها با بلندی های متفاوت شنیده می‌شوند (مربوط به شدت های متفاوت)

نکته ← آستانه شنوایی، کمترین شدت صوتی که انسان می‌تواند بشنود و بیشترین شدت صوتی که انسان بدون احساس دردگوش می‌تواند بشنود.

● توجه) آستانه ی شنوایی و دردناکی به بسامد بستگی دارند.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

جزوه فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسین پور

نکته‌ای فهمی کنکور ۹۳ ← اگر تراز شدت صوت A و B به ترتیب ۶۰ dB و ۲۰ dB باشد، شدت صوت A چند برابر شدت صوت B است؟

حل)

$$\beta_A - \beta_B = 10 \log \frac{I_A}{I_B} \rightarrow 60 - 20 = 10 \log \frac{I_A}{I_B}$$

$$\rightarrow 40 = 10 \log \frac{I_A}{I_B} \rightarrow \log \frac{I_A}{I_B} = 4 \rightarrow \frac{I_A}{I_B} = 10^4$$

نکته‌ای فهمی خرداد ۹۳ ← تراز شدت صوت برای دو نقطه که به فاصله d_1 و d_2 از یک چشمه‌ی صوت قرار دارند به ترتیب ۲۵ dB و ۲۰ dB است، نسبت $\frac{d_1}{d_2}$ را با محاسبه تعیین کنید.

حل)

$$\beta_2 - \beta_1 = 10 \log \frac{I_2}{I_1} \rightarrow 20 - 25 = 10 \log \frac{I_2}{I_1}$$

$$\rightarrow \log \frac{I_2}{I_1} = -\frac{1}{2} \rightarrow \frac{I_2}{I_1} = 10^{-1/2}$$

$$\rightarrow \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 = 10^{-\frac{1}{2}} \rightarrow \left(\frac{d_1}{d_2}\right) = 10^{-\frac{1}{4}}$$

$$\rightarrow \frac{d_1}{d_2} = 10^{-1/4}$$

تمرین ← در فاصله‌ی ۱۵ متری از چشمه‌ی صوتی، تراز شدت صوت ۴۰ dB است در چه فاصله‌ای از این چشمه صوت به زحمت شنیده می‌شود؟

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

اثر دوپلر ← وقتی یک چشمه‌ی صوت به شنونده‌ای نزدیک یا از آن دور می‌شود بسامد صوتی که شنونده می‌شنود تغییر می‌کند اگر چشمه‌ی صوت به شنونده نزدیک شود بسامد بیشتر شده و اگر از شنونده دور شود بسامد آن کمتر می‌شود این پدیده را اثر دوپلر گوییم.

علت اثر دوپلر ← اتومبیل که در حین بوق زدن به شنونده نزدیک می‌شود به جبهه موج‌هایی که در لحظه‌های پیش تولید کرده است نزدیکتر می‌شود و در نتیجه فاصله‌ی بین جبهه‌های موج متوالی کمتر شده و شنونده در هر ثانیه جبهه‌های موج بیشتری دریافت می‌کند و صدا را با بسامد بیشتری می‌شنود اما اگر اتومبیل از شنونده دور شود فاصله‌ی بین جبهه‌های موج متوالی بیشتر شده و شنونده در هر ثانیه جبهه‌های موج کمتری دریافت می‌کند و صدا را با بسامد کمتری می‌شنود. حرکت شنونده هم بر بسامد صوتی که می‌شنود موثر است.

نکته ← اثر دوپلر را در مورد صوت در دو حالت کلی بررسی می‌کنیم:

الف) هرگاه چشمه‌ی صوت و شنونده (ناظر) به یکدیگر نزدیک شوند:

در این مورد سه حالت رخ خواهد داد:

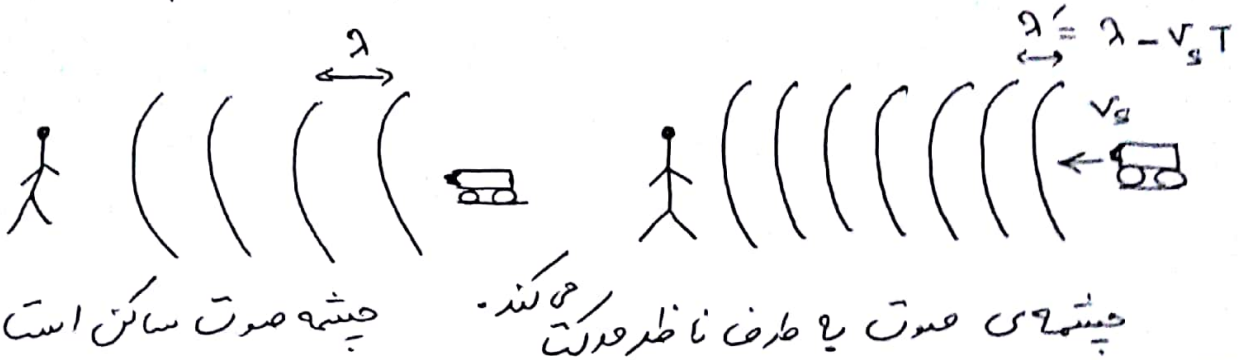
① ناظر ساکن باشد و چشمه‌ی صوت با تندی V_s به آن نزدیک شود که داریم:

در این حالت چشمه‌ی صوت در یک دوره‌ی تناوب به اندازه‌ی V_sT به جلو حرکت می‌کند پس فاصله‌ی دو جبهه‌ی متوالی که برابر با طول موج است، به اندازه‌ی V_sT نسبت به حالتی که چشمه ساکن است، کاهش می‌یابد و شنونده طول موج کوتاه‌تری دریافت می‌کند. با توجه به این که سرعت انتشار صوت ثابت است طبق رابطه‌ی $f=\frac{v}{\lambda}$ با کاهش طول موج بسامد افزایش می‌یابد، در نتیجه ناظر صوت را با بسامد بیشتر نسبت به حالت عادی دریافت می‌کند و داریم:

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

جزوه فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسین پور

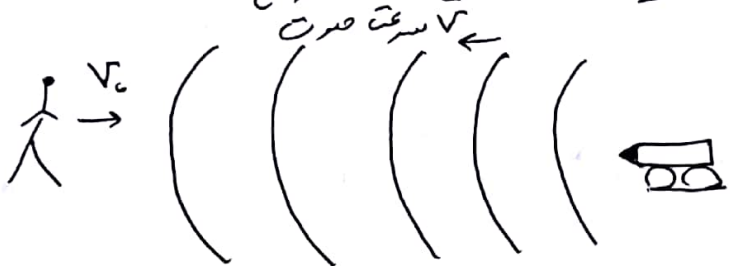


چشمه‌ی صوت ساکن است. چشمه‌ی صوت به طرف ناظر حرکت می‌کند.

نکته ← در این حالت طول موج های رسیده به ناظر کاهش می یابد،

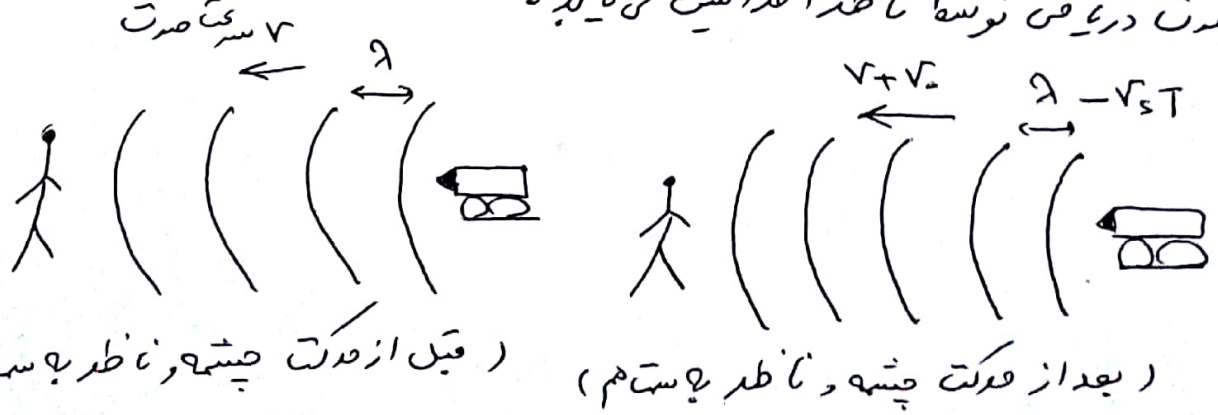
② چشمه ی صوت ساکن باشد و ناظر با تندی V_o به آن نزدیک شود داریم:

در این حالت چون چشمه ساکن است، طول موج تغییر نمی کند اما ناظر در یک مدت زمان ثابت با جبهه های موج بیشتری مواجه می شود. در نتیجه بسامد صوت رسیده به ناظر بیشتر می شود، این مسأله به این خاطر رخ می دهد که ناظر به سمت چشمه می رود.



③ چشمه ی صوت با تندی V_s و ناظر با تندی V_o به هم نزدیک شوند و داریم:

در این حالت هر دو اتفاق فوق رخ می دهد یعنی هم ناظر طول موج های کوتاه تری دریافت می کند و هم تعداد جبهه موج های رسیده به ناظر زیاد شده پس بسامد صوت دریافت توسط ناظر افزایش می یابد.



(قبل از حرکت چشمه و ناظر به سمت هم) (بعد از حرکت چشمه و ناظر به سمت هم)

دانلود ۹۷ اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

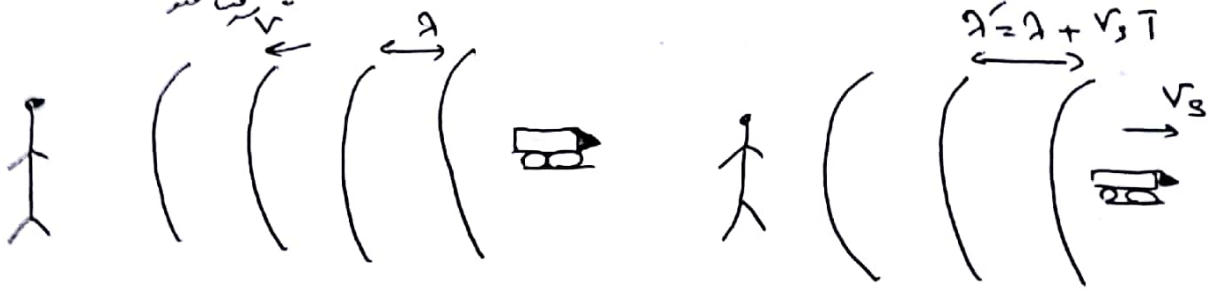
• نکته) اگر فاصله چشمه ی صوت و شنونده صوت در حال کاهش باشد پیامد صوت دریافتی توسط شنونده افزایش می یابد و او صوت را زیرتر احساس می کند.

ب) اگر چشمه ی صوت و شنونده صوت (ناظر) از هم دور شوند:

دراین حادثه هم سه حالت رخ می دهد داریم:

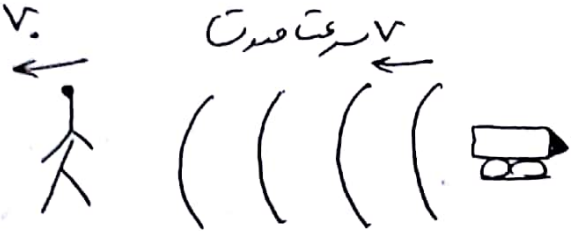
① ناظر ساکن باشد و چشمه ی صوت با تندی V_s از آن دور شود داریم:

دراین صورت چشمه ی صوت در یک دوره ی تناوب به اندازه ی V_sT از ناظر دور می شود پس فاصله ی دو جبهه ی موج متوالی که پدید با طول موج است به اندازه V_sT افزایش می یابد طبق رابطه $f=\frac{v}{\lambda}$ با ثابت ماندن تندی انتشار صوت و افزایش طول موج، بسامد صوت دریافتی توسط ناظر کاهش می یابد.



② چشمه ی صوت ساکن بوده و ناظر با تندی V_o از آن دور شود داریم:

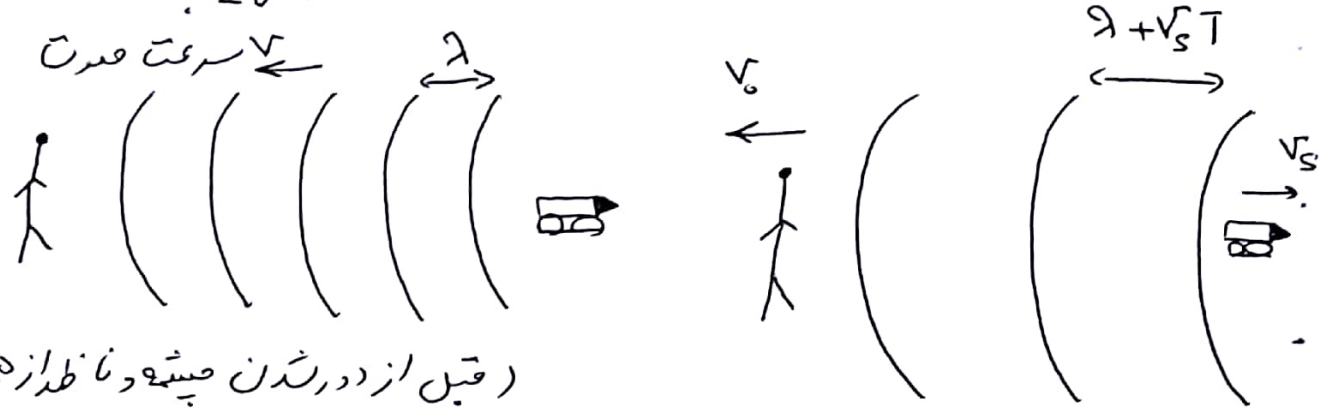
دراین حالت ناظر متحرک نسبت به ناظر ساکن در مدت زمان یک تناوب، با جبهه موج های کم تری مواجه می شود که باعث کاهش بسامد صوت می شود.



دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

③ چشمه ی صوت با تندی V_s و ناظر با تندی V_o از هم دور میشوند که در این حالت داریم:

در این حالت هم دو اتفاق رخ می دهد، یعنی هم طول موجی که ناظر دریافت می کند بلندتر است و تعداد جبهه موج های رسیده به ناظر متحرک نسبت به ناظر کم تر است، به همین دلیل بسامد صوتی که ناظر دریافت می کند به شدت کاهش می یابد.

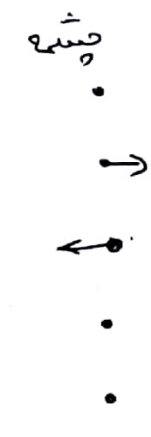


(قبل از دور شدن چشمه و ناظر از هم)

توجه: در حالت کلی نتیجه می گیریم که:

هرگاه، فاصله چشمه ی صوت و شنونده صوت در حال افزایش باشد، بسامد صوتی دریافت توسط شنونده کاهش می یابد و او صوت را بم تر احساس می کند.

تمرین ۳۲ کتاب: شکل زیر جهت های حرکت یک چشمه ی صوت و یک ناظر (شنونده) را در وضعیت های مختلف نشان می دهد.



الف)

ب)

پ)

ت)

ث)

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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

جزوه فیزیک دوازدهم - فیزیک و امواج - تنظیم: حسین پور محمدی

حل: تمرین ۳۲ کتاب)

مقایسه طول موج دریافتی	مقایسه فرکانس دریافتی	موقعیت شنونده	موقعیت چشمه صوت	مراحل مورد نظر
$\lambda_s = \lambda_0$	$f_s = f_0$	ساکن	ساکن	الف
$\lambda_0 < \lambda_s$	$f_0 > f_s$	ساکن	نزدیک شدن	ب
$\lambda_0 > \lambda_s$	$f_0 < f_s$	ساکن	دور شدن	پ
$\lambda_s = \lambda_0$	$f_0 < f_s$	دور شدن	ساکن	ت
$\lambda_s = \lambda_0$	$f_0 > f_s$	نزدیک شدن	ساکن	ث

• مثال) جاهای خالی را پر کنید.

الف) به پدیده‌ای که به دلیل حرکت شنونده نسبت به چشمه صوت برشنونده نسبت به هم رخ می‌دهد پدیده ی .... می‌گوییم.

ب) شخصی که به طرف یک منبع صوت ساکن حرکت می‌کند، بسامدی را که دریافت می‌کند که در مقایسه با بسامد واقعی ... است.

پ) وقتی یک چشمه ی صوت حرکت می‌کند، طول موج در جلوی آن ... از طول موج در پشت آن است.

حل) الف) دوپلر

ب) بیشتر

پ) کوتاه تر

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

جزوه فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: مهدی حسین پور

تجربی خارج ۸۹ کدام عبارت در مورد امواج الکترومغناطیس درست نیست؟

۱) میدان های الکتریکی و مغناطیسی موج پدید نمی‌آورند.

۲) سرعت انتشار امواج الکترومغناطیس در خلأ یکسان است.

۳) تعداد نوسان های میدان های الکتریکی و مغناطیسی در واحد زمان با هم برابرند.

۴) طول موج، فاصله‌ی بین دو نقطه از موج است که در آن دو نقطه میدان الکتریکی با میدان مغناطیسی همگام است.

حل)

ریاضی ۹۵ وجوه‌ی مشترک در گستره‌ی امواج الکترومغناطیس کدام است؟

۱) سرعت انتشار در خلأ و قوانین حاکم بر آنها ۲) ماهیت، سرعت انتشار در محیط‌های شفاف

۳) نحوه‌ی تولید و قوانین حاکم بر آنها ۴) ماهیت و نحوه‌ی آشکارسازی

حل)

ریاضی خارج ۸۷ در یک موج الکترومغناطیس منتشر شده در خلأ (یا هوا) میدان های الکتریکی و مغناطیسی ..... و در هر نقطه با یکدیگر ....

۱) با هم موازی‌اند - همگام‌اند. ۲) پدید نمی‌آورند - همگام‌اند.

۳) پدید نمی‌آورند - همگام نیستند. ۴) با هم موازی‌اند - همگام نیستند.

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

۹۰ (ریاضی خارج) یک موج الکترومغناطیسی در خلأ در حال انتشار است، در یک لحظه میدان الکتریکی موج در یک نقطه بیشینه است. در آن لحظه میدان مغناطیسی در همان نقطه چگونه است؟

۱) در خلاف جهت میدان الکتریکی و در حال کاهش ۲) عمود بر میدان الکتریکی و بیشینه
۳) در جهت میدان الکتریکی و بیشینه ۴) در جهت میدان الکتریکی و در حال افزایش

حل)

۹۲ (ریاضی خارج) یک ایستگاه رادیویی، موج با بسامد ۱۰۰ MHz را در همه‌جهت منتشر می‌کند، چند ثانیه طول می‌کشد تا این موج فاصله‌ی ۳۰۰ km را طی کند؟ ($c = 3\times10^8 \frac{m}{s}$)

۱) 10^{-3} ۲) 10^{-5} ۳) 3×10^{-3} ۴) 3×10^{-5}

حل)

۹۳ (ریاضی خارج) اگر ۰٫۴ فرسیب گذردهی الکتریکی در خلأ و ۰٫۴ تراوایی مغناطیسی خلأ باشد، سرعت انتشار امواج الکترومغناطیسی در خلا برابر با کدام است؟

۱) $(0.4\mu)^{\frac{1}{2}}$ ۲) $(0.4\mu)^{2}$ ۳) $(0.4\mu)^{-\frac{1}{2}}$ ۴) $(0.4\mu)^{-2}$

حل)

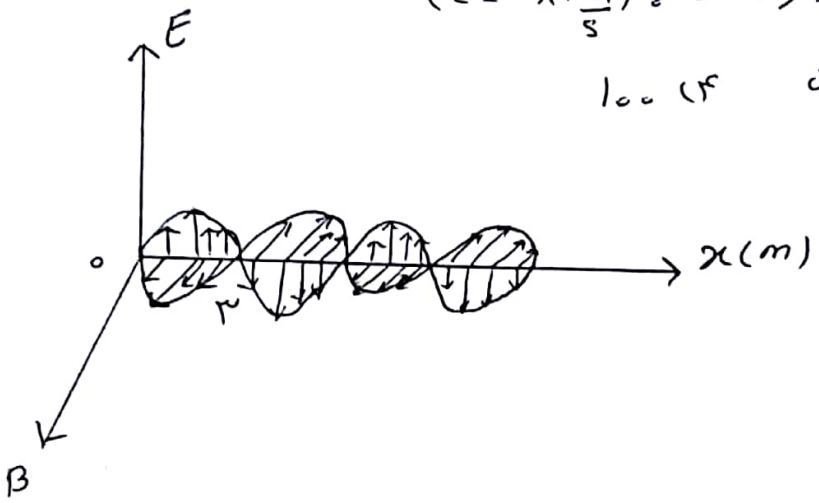
دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

۹۱ ریاضی خارج) بسامد یک موج رادیویی ۱۲۰۰ کیلوهرتز است. طول موج آن چند متر است؟ ($c = 3\times10^8 \frac{m}{s}$)

۱) ۲,۵ ۲) ۴ ۳) ۲۵۰ ۴) ۴۰۰

حل)

۸۸ تجربی خارج) شکل روبرو نمودار میدان الکتریکی طی یک موج را در خلأ نشان می‌دهد. بسامد آن چند مگاهرتز است؟ ($c = 3\times10^8 \frac{m}{s}$)



۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۵۰ ۴) ۱۰۰

حل)

۹۳ ریاضی خارج) کدام کمیت مربوط به امواج رادیویی در مقایسه با میکروموج‌ها بیشتر است؟

۱) طول موج ۲) بسامد ۳) سرعت انتشار در خلأ ۴) انرژی

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

۹۵ ریاضی خارج

ماهیت پرتوی گاما مشابه ماهیت کدام پرتو است؟

۱) آلفا ۲) بتا ۳) پوزیترون ۴) ایکس

حل)

۹۳ ریاضی

کدام موج الکترومغناطیسی دارای انرژی بیشتری است؟

۱) نور قرمز ۲) نور آبی ۳) موج رادیویی ۴) میکروموج

حل)

۸۵ ریاضی

در طیف امواج الکترومغناطیسی، از فرابنفش تا امواج رادیویی، طول موج و انرژی به ترتیب چگونه تغییر می‌کنند؟

۱) افزایش ـ افزایش ۲) افزایش ـ کاهش ۳) کاهش ـ افزایش ۴) کاهش ـ کاهش

حل)

۸۷ تجربی

اشعه گاما در مقایسه با امواج فرابنفش دارای طول موج ... و انرژی ... است.

۱) کوتاه‌تر ـ کم‌تر ۲) بلندتر ـ کم‌تر ۳) بلندتر ـ بیشتر ۴) کوتاه‌تر ـ بیشتر

حل)

۸۶ تجربی

در طیف امواج الکترومغناطیسی، از موج‌های رادیویی و میکرو برای تابش‌گرها گاما کدام کمیت کاهش می‌یابد؟

۱) بسامد ۲) انرژی ۳) طول موج ۴) سرعت در خلأ

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

جزوه فیزیک دوازدهم - ترسیم امواج - تنظیم: حسین پور

۹۲ تجربی

طول موج یک میلی متر تا یک کیلومتر، مربوط به کدام محدوده‌ی موج های الکترومغناطیسی است؟ ۱) فروسرخ ۲) فرابنفش ۳) نور مرئی ۴) رادیویی

حل)

۹۲ ریاضی

معادله‌ی میدان الکتریکی یک موج الکترومغناطیسی در یک نقطه از خلأ بصورت $E = E_{max}\sin(2\pi\times10^{8}t)$ است. این موج در محدوده‌ی امواج .... است. ($c=3\times10^{8}\frac{m}{s}$)

۱) اشعه گاما ۲) فرابنفش ۳) رادیویی ۴) نور مرئی

حل)

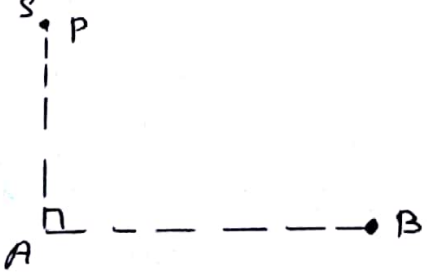
۸۹ تجربی خارج

مقدار انرژی صوتی که در واحد زمان به واحد سطح عمود بر راستای انتشار صوت می‌رسد ---- نام دارد.

۱) شدت صوت ۲) بلندی صوت ۳) توان صوت ۴) تراز شدت صوت

۹۶ ریاضی

مطابق شکل روبه‌روی دو ایستگاه رادیویی A و B به فاصله ۸۰km از هم قرار دارند. و هرکدام سیگنالی را گسیل می‌کنند. گیرنده‌ی P که در فاصله ۶۰km از A قرار دارد. این دو سیگنال را با اختلاف زمانی چند ثانیه دریافت می‌کند؟ ($c=3\times10^{8}\frac{m}{s}$)



۱) $\frac{4}{3}\times10^{-4}$ ۲) $\frac{4}{3}\times10^{-7}$

۳) $\frac{2}{3}\times10^{-4}$ ۴) $\frac{2}{3}\times10^{-7}$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

۸۳ خارج) برای یک موج الکترومغناطیس که در جهت مثبت محور x منتشر می‌شود، جهت میدان مغناطیسی موج در لحظه‌ای که میدان الکتریکی در یک نقطه در جهت مثبت محور z است کدام است؟

۱) z مثبت ۲) x مثبت ۳) z منفی ۴) x منفی

حل)

۹۱ تجربی خارج) در طیف امواج الکترومغناطیسی، بیشترین بسامد مربوط به .... و بلندترین طول موج مربوط به .... است.

۱) نور بنفش - نور قرمز ۲) امواج رادیویی - اشعه ایکس

۳) اشعه گاما - امواج فروسرخ ۴) اشعه گاما - امواج رادیویی و فرابنفش

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

۹۳ تجربی خارج) امواج صوتی و امواج فراصوت، هردو ----

۱) در خلأ منتشر می‌شوند و هردو موج عرضی‌اند. ۲) حامل انرژی‌اند ولی اختلاف سرعت آن‌ها خیلی زیاد است. ۳) حامل انرژی‌اند، هردو از امواج الکترومغناطیسی هستند. ۴) در خلأ منتشر می‌شوند ولی اولی موج طولی و دومی موج عرضی است.

حل)

تمرین) انفجاری در فاصله‌ی ۱۳/۰ کیلومتری بالای تکه‌ی یخ بزرگی به قدمت ۱۰۰m که روی سطح آب دریا قرار دارد رخ می‌دهد. چند ثانیه طول می‌کشد تا صدا به یک زیردریایی برسد که ۵۰۰m زیر قطعه‌ی یخ قرار دارد؟ (تندی صوت در هوا، آب و یخ به ترتیب ۳۲۰، ۱۶۰۰ و ۳۲۰۰ متر بر ثانیه است.)

۱) ۱/۵ ۲) ۰/۷۵ ۳) ۲/۴ ۴) ۱/۲

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

تمرین ← یکای شدت صوت بر حسب یکاهای اصلی در SI برابر کدام است؟

۱) $kg.\frac{m}{s}$ ۲) $kg.\frac{m}{s^2}$ ۳) kg/s ۴) kg/s^3

حل)

تمرین ← دو ویژگی ارتفاع و بلندی یک صوت به ترتیب بیانی از ..... و ..... است که گوش انسان درک می‌کند.

۱) دامنه، شدتی ۲) دامنه، توان متوسط ۳) بسامد، شدتی ۴) بسامد، توان متوسط

حل)

تمرین ← تندی انتشار امواج صوتی در محیطی $340\ m/s$ است. گوش انسان صوتی با کدام طول موج را نمی‌شنود؟ ۱) $1cm$ ۲) $10cm$ ۳) $1m$ ۴) $10m$

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

۹۲ ریاضی خارج

شنونده‌ای صوتی با بسامد ۲۵ HZ را با شدت $10^{-4}\ \frac{W}{m^2}$ می‌شنود. تراز این صوت چند دسی بل است؟ ($I_0 = 10^{-12}\ \frac{W}{m^2}$)

۱) ۱۶۰ ۲) ۲۰ ۳) ۸۰ ۴) ۱۰۰

حل)

۹۲ ریاضی

شدت صوتی $3/2 \times 10^{-3}\ \frac{W}{m^2}$ است تراز شدت این صوت چند دسی بل است؟

($\log 2 = 0/3$ ، $I_0 = 10^{-12}\ \frac{W}{m^2}$)

۱) ۱۵ ۲) ۲۵ ۳) ۸۵ ۴) ۹۵

حل)

۸۲ ریاضی

اگر صدای نرمش یک هماپیما با تراز شدت ۱۱۰ دسی بل به گوش برسد، شدت صوت هماپیما در آن نقطه چند وات بر مترمربع است؟ ($I_0 = 10^{-12}\ \frac{W}{m^2}$)

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

۸۶ ریاضی

تراز شدت صوتی ۶۳ دسی بل است. شدت این صوت چند برابر شدت صوت مبنا است؟ ($\log 2 = 0/3$)

۱) 2×10^{3} ۲) 3×10^{6} ۳) 2×10^{6} ۴) 6×10^{3}

حل)

۹۳ تجربی

تراز شدت صوتی ۱۵ دسی بل است. شدت این صوت چند برابر شدت صوت مبنا است؟ ($\log 2 = 0/3$ و $\log 3 = 0/48$)

۱) ۵۰ ۲) ۳۰ ۳) ۳۲ ۴) ۲۴

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

۸۵ ریاضی خارج

تراز شدت صوتی ۳۷ دسی‌بل است. اگر شدت صوت مبنا برابر با $10^{-12}\ \frac{W}{m^2}$ باشد شدت این صوت چند وات بر متر مربع است؟ ($\log 5 = 0/7$)

۱) 7×10^{-5} ۲) 10^{-7} ۳) 5×10^{-9} ۴) $1/5\times10^{-9}$

حل)

۸۹ تجربی

یک چشمه‌ی صوت، امواج صوتی را با توان ۱۲۰ وات در یک فضای باز تولید و منتشر می‌کند. شنونده‌ای در فاصله‌ی چند متری از منبع قرار گیرد تا امواج صوتی را با بلندی ۹۰ دسی‌بل بشنود؟ (از جذب انرژی توسط محیط صرف نظر شود. $\pi = 3$ ، $I_0 = 10^{-12}\ \frac{W}{m^2}$ است.)

۱) ۰/۱ ۲) ۱۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۱۰۰۰۰

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

۹۳ تجربی خارج

شنونده‌ای که مساحت پرده‌ی گوشش ۶۰ میلی‌مترمربع است، تراز شدت صدای حاصل از یک منبع را ۵۰ دسی‌بل احساس می‌کند انرژی که در مدت ۵۰ ثانیه به پرده‌ی گوش این شنونده می‌رسد چند میکروژول است؟ ($I_0 = 10^{-6} \frac{W}{m^2}$)

حل)

۹۶ ریاضی خارج

توان یک چشمه‌ی صوت ۵۰۰ میلی‌وات است، اگر در یک فضای باز، شنونده‌ای در فاصله‌ی ۲۰ متری از چشمه‌ی صوت، صوت حاصل را با تراز شدت صوت ۸۰ دسی‌بل احساس کند در اثر صوت در این فاصله چند درصد توان توسط محیط جذب شده است؟ ($\pi = 3, I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$)

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۲۰ ۴) ۴۰

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

۹۵ تجربی

اگر شدت صدا ۲۷۱۰ برابر شود، تراز شدت صدا چگونه تغییر می‌کند؟ ($\log 2 = 0/3$)

۱) ۸ برابر می‌شود. ۲) ۴۰ برابر می‌شود. ۳) ۸ دسی‌بل افزایش می‌یابد. ۴) ۴۰ دسی‌بل افزایش می‌یابد

حل:

۹۵ تجربی خارج

اختلاف تراز شدت دو صدا برابر با ۳ دسی‌بل است. شدت صدای قوی‌تر چند برابر شدت صدای ضعیف‌تر است؟ ($\log 2 = 0/3$)

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۲۰ ۴) ۳۰

حل:

۹۱ ریاضی خارج

شدت دو صدا ۱۰۰ و ۵۰۰ میکرووات بر متر مربع است. تراز شدت صدا بلندتر، چند دسی‌بل بیشتر از تراز شدت صدای دیگر است؟ ($\log 2 = 0/3$)

حل:

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

۸۷ ریاضی خارج

تراز شدت صوتی از ۳۰ دسی بل به ۳۶ دسی بل می رسد، شدت صوت چند برابر شده است؟ ($\log 2 = 0/3$)

۱) ۴ ۲) ۶ ۳) $\frac{6}{5}$ ۴) $\frac{36}{25}$

حل)

۹۱ تجربی

اگر شدت صوتی را ۱۶ برابر کنیم، تراز شدت آن ۵ برابر می شود، اگر $I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$ باشد شدت اولیه صوت چند وات بر متر مربع است؟

۱) 2×10^{-12} ۲) $3/2\times10^{-12}$ ۳) 4×10^{-12} ۴) 5×10^{-12}

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

ریاضی خارج ۹۵ اگر شدت صوت چشمه‌ای را ۸ برابر کنیم، تراز شدت صوت برای شنونده‌ای که فاصله‌ی معینی از چشمه قرار دارد، ۳ را برابر می‌شود، تراز شدت صوت اولیه برای شنونده چند دسی بل بوده است؟ ($\log 2 = 0/3$)

۱) ۲۰ ۲) ۲۴ ۳) ۳۰ ۴) ۳۹

حل)

ریاضی خارج ۹۰ تراز شدت صوت در ۱۰ متری از یک چشمه صوت ۸۰ دسی بل است. تراز شدت این صوت در فاصله‌ی ۴۰ متری از چشمه چند دسی بل است؟ ($\log 2 = 0/3$ و از جذب انرژی توسط محیط صرف نظر شود.)

۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۵۶ ۴) ۶۸

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

۹۶ ریاضی

دامنه ارتعاشات یک موج صوتی ۲۰ درصد کاهش داده می‌شود. در یک نقطه معین تراز شدت صوت چند دسی‌بل کاهش می‌یابد؟ ($\log 2 = 0/3$ و $\log 7 = 0/8$ مبنا ۱۰ است.)

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۱۴ ۴) ۲۰

حل:

۹۵ ریاضی

اگر دامنه‌ی چشمه‌ی صوتی را ۴ برابر کنیم، برای یک شنونده معین، تراز شدت صوت ۱۲ برابر می‌شود. در این حالت تراز شدت صوت برای آن شنونده به چند دسی‌بل می‌رسد؟ ($\log 2 = 0/3$ و $\log 7 = 0/8$ مبنا ۱۰ است.)

۱) ۱۲ ۲) ۳۲ ۳) ۴۰ ۴) ۵۲

حل:

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

تمرین ۷ وقتی چشمه‌ی صوتی در حال حرکت است، تجمع جبهه های موج در جلوی آن ... از حالت سکون در می‌آید که این به معنای ... بسامد صوت دریافتی توسط ناظر ساکن در این ناحیه است.

۱) کم‌تر - کاهش ۲) بیشتر - افزایش ۳) کم‌تر - افزایش ۴) بیشتر - کاهش

حل)

تمرین ۸ شخصی با تندی ثابت در حال نزدیک شدن به یک چشمه صوت ساکن است، بسامد و شدت صوت دریافتی توسط این شخص تا لحظه‌ی رسیدن به چشمه صوت به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟

۱) ثابت می‌ماند - ثابت می‌ماند. ۲) ثابت می‌ماند - افزایش می‌یابد.
۳) افزایش می‌یابد - ثابت می‌ماند. ۴) افزایش می‌یابد - افزایش می‌یابد.

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

تمرین شخصی کنار خیابان ایستاده است. آمبولانس آژیرکشان که در حال حرکت در خیابان است، به شخص رسیده و از کنار او می‌گذرد. اگر بسامد تولیدی آمبولانس را f_s و بسامد دریافتی توسط شخص را قبل و بعد از رسیدن آمبولانس به او به ترتیب با f_1 و f_2 نشان دهیم کدام مقایسه درست است؟

۱) $f_2 > f_1 > f_s$ ۲) $f_1 > f_2 > f_s$ ۳) $f_1 > f_s > f_2$ ۴) $f_2 > f_s > f_1$

حل:

تمرین آشکارسازی به طور گسترده در حال نزدیک شدن به یک چشمه‌ی صوتی ساکن است. بسامد دریافتی توسط آشکارساز ..... از بسامد تولیدی چشمه و در حال ..... است.

۱) کمتر - کاهش ۲) کمتر - افزایش ۳) بیشتر - کاهش ۴) بیشتر - افزایش

حل:

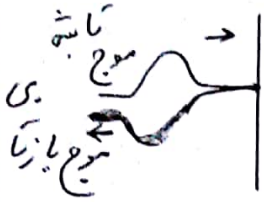
دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

- بازتاب امواج

امواج مکانیکی

- در یک بُعد: بازتاب موج از انتهای یک فنر یا ریسمان بسته شده مانند شکل مقابل:



- در دو بُعد: امواج روی سطح آب
- در سه بُعد: امواج صوتی به صورت کروی اند. بازتاب صوت از یک سطح سخت مثل دیوار، سه بُعدی است.

امواج الکترومغناطیسی

- منظم یا آینه‌ای: سطح بازتاب دهنده‌ی نور مثل یک آینه، بسیار هموار است. امواج الکترومغناطیسی هم می‌توانند از یک سطح بازتابیده شوند.
- نامنظم یا پخش: سطح بازتاب دهنده صیقلی و هموار نباشد.

تعاریف مهم

- پرتوی تابش: پرتوی که به جسم برخورد می‌کند (پرتو تابیده یا فرودی) گوییم.
- پرتوی بازتاب: پرتوی که از جسم برمی‌گردد.
- زاویه‌ی تابش: زاویه‌ی بین پرتوی تابش و خط عمود بر سطح در نقطه‌ی تابش. (θ_i)
- زاویه‌ی بازتاب: زاویه بین پرتو بازتابیده و خط عمود بر سطح در نقطه‌ی تابش. (θ_r)

قوانین بازتاب

۱. همواره برای هر شکل و هر موجی، زاویه‌ی تابش برابر با زاویه‌ی بازتابش است. $\theta_i = \theta_r$

۲. پرتوی تابش، پرتو بازتابش و خط عمود بر سطح بازتابنده در هر بازتابشی در یک صفحه واقع‌اند.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

نکات بازتاب

۱. وقتی نور بازتابیده از جسمی به چشم ما برسد، آن جسم را می بینیم.

۲. تولید صدا در آلات موسیقی، پژواک صدا ها، دیدن ماه، دیدن صفحه‌ی فلزی، گرم شدن مواد غذایی در اجاق های خورشیدی، جمع شدن امواج رادیویی در کانون آنتن های بشقابی و .... مثالهایی از کاربرد بازتاب امواج در زندگی هستند.

۳. خفاش از بازتاب امواج، برای جهت یابی یا شکار طعمه استفاده می کند.

۴. امواج از همه‌ی سطوح (تخت یا خمیده) می‌توانند بازتابیده شوند.

(فقط امواج صوتی)

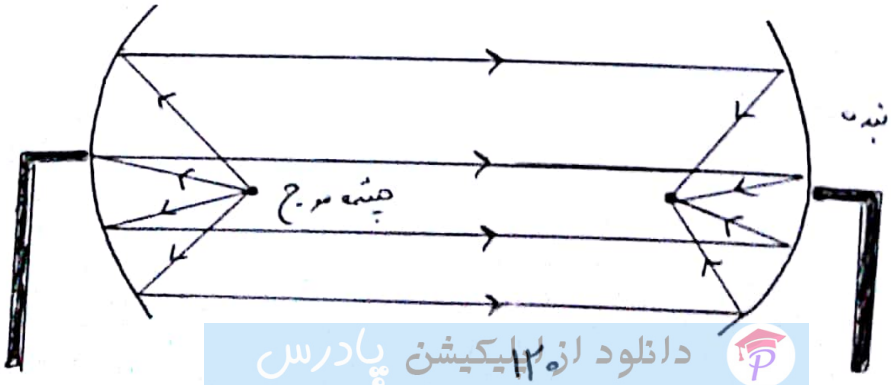
۵. در پارک تفریحی، با قرار دادن چشمه‌ی صوت در کانون یک سطح کاو، صدا در کانون سطح کاو دگیر شنیده می شود.

پژواک ← اگر صوت پس از بازتاب، با یک تأخیر زمانی به گوش شنونده‌ای برسد که صوت اولیه را مستقیماً می‌شنود، به چنین بازتابی پژواک می‌گویند.

۶. اگر تأخیر زمانی بین دو صوت، کمتر از ۰/۱ باشد، گوش انسان نمی‌تواند پژواک را از صوت مستقیم اولیه تشخیص دهد.

۷. امواج الکترومغناطیسی تخت تابیده به یک سطح کاو، پس از بازتابش در یک نقطه کانونی می شوند.

(که نمونه‌ای از بازتاب در سه بُعد است.) ← (کاربرد در آنتن های بشقابی یا امواج فرودسرخ برای گرم کردن آب یا مواد غذایی)



• دو سطح بازتابنده کاو در یک پارک تفریحی.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

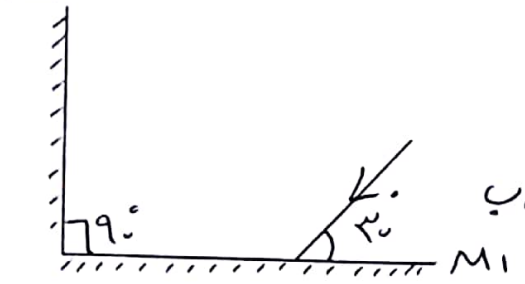
(۳-۸)

• تمرین کتاب) کمترین فاصله بین منبع صدا و یک دیوار بلند چقدر باشد تا منبع صدت بتواند پژواک صدای خود را از صدای اصلی تمیز دهد؟ تندی صدت در هوا را $340\ m/s$ در نظر بگیرید. (منبع صدت را یک انسان فرض کنید.)

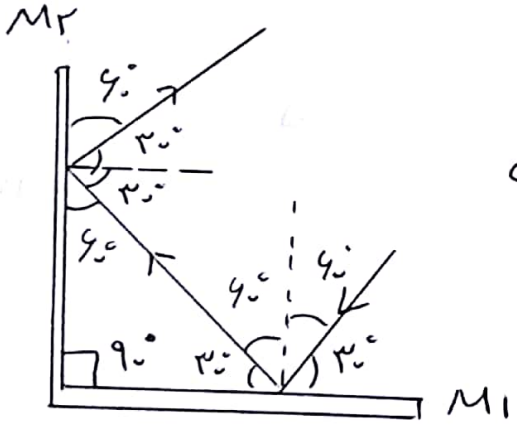
حل) با توجه به نکته ای که داشتیم تا فیزیک انسان بین دو صدت، کمتر از ۰/۱ ثانیه باشد، گوش انسان نمی تواند پژواک را از صدت مستقیم اولیه تشخیص دهد داریم:

$$t = \frac{0/1}{2} = 0/05\ s \rightarrow \Delta x = vt = 340 \times 0/05 = 17\ m$$

تمرین ۳۶ کتاب) در شکل زیر پرتوهای بازتابیده از آینه های تخت M_1 و M_2 را رسم کنید.



حل) در این جور مسائل اولین کار رسم خط فرضی عمود بود، و سپس زاویه تابش و بازتاب را مشخص می کنیم.



• توجه) زاویه ی تابش و بازتاب در آینه ی M_1

$$M_1 \begin{cases} \hat{\theta}_i = 60^\circ \\ \hat{\theta}_r = 60^\circ \end{cases} \quad \hat{\theta}_i = \hat{\theta}_r$$

و زاویه ی تابش و بازتاب در آینه ی M_2

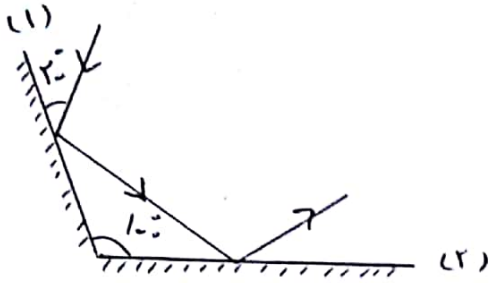
$$\begin{cases} \hat{\theta}_i = 30^\circ \\ \hat{\theta}_r = 30^\circ \end{cases} \quad \hat{\theta}_i = \hat{\theta}_r$$

• تذکر) طبق قوانین بازتاب زاویه تابش و زاویه ی بازتاب برابرند.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• مثال) در شکل روبرو زاویه‌ی بین دو آینه ۱۰۰° است، پرتوی نوری پس از بازتاب از آینه‌ی اول به آینه‌ی دوم می‌رسد.

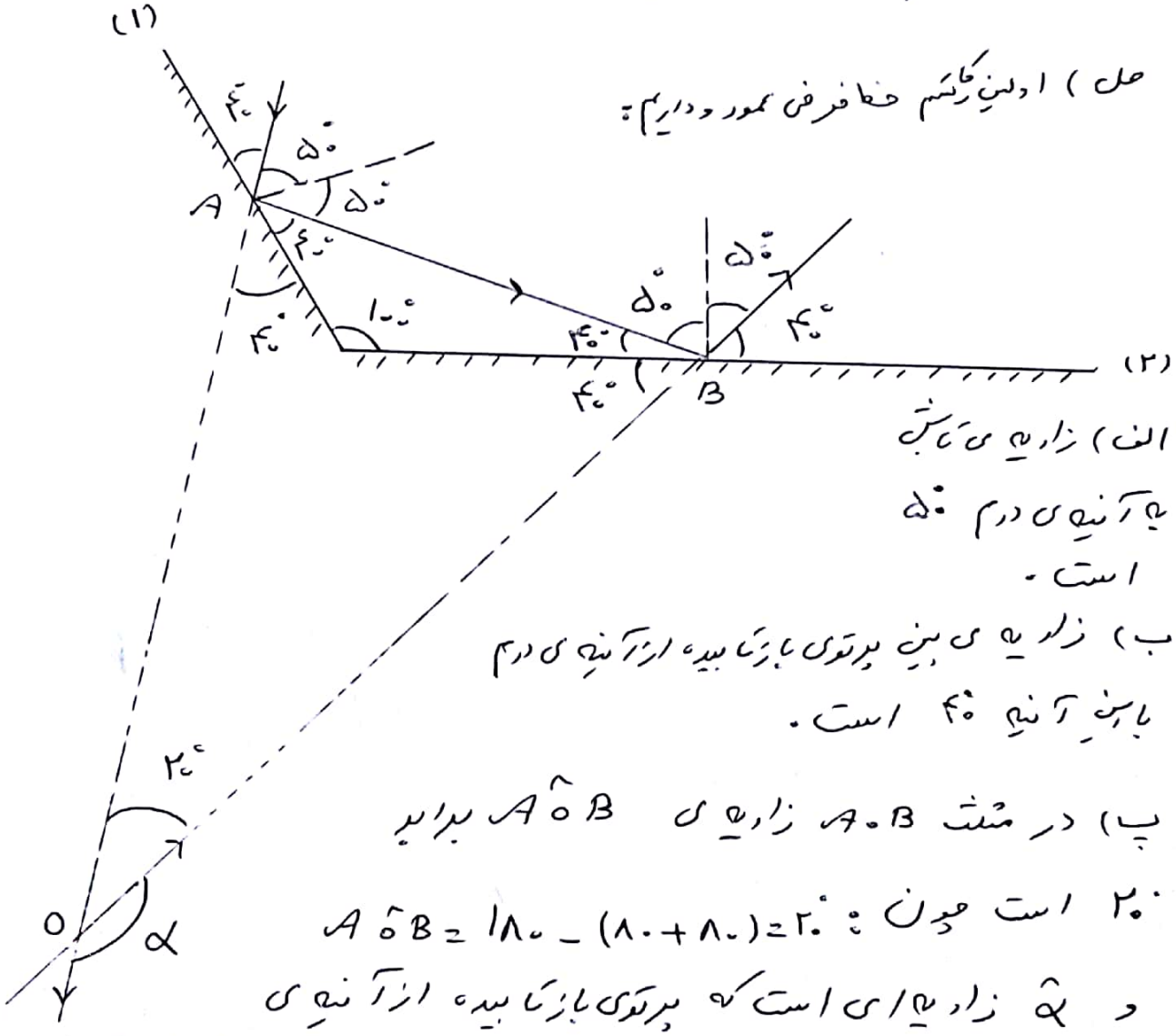


الف) زاویه‌ی تابش به آینه‌ی دوم چند درجه است؟

ب) زاویه‌ی بین پرتوی بازتابیده از آینه‌ی دوم با این آینه چند درجه است؟

پ) پرتو بازتابیده از آینه‌ی دوم نسبت به پرتو تابیده به آینه‌ی اول چند درجه منحرف می‌شود؟

حل) اولین کاری که همواره انجام می‌دهیم:



الف) زاویه‌ی تابش به آینه‌ی دوم ۵۰° است.

ب) زاویه‌ی بین پرتوی بازتابیده از آینه‌ی دوم با این آینه ۴۰° است.

پ) در مثلث AOB زاویه‌ی $A\hat{O}B$ برابر ۲۰° است چون: $A\hat{O}B = 180 - (80+80) = 20°$

و $\hat{\alpha}$ زاویه‌ای است که پرتوی بازتابیده از آینه‌ی دوم نسبت به پرتوی تابیده به آینه‌ی اول (مقدار انحراف) یا اندازه‌ی تابش در آینه‌ی (۱) یا اندازه‌ی بازتاب در آینه‌ی (۲) است:

$\alpha = 180 - 20 = 160°$

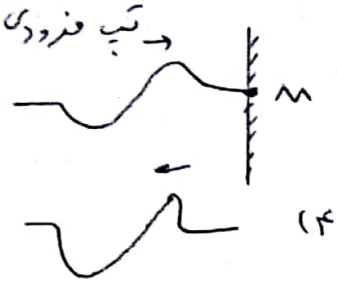
• توجه) اگر زاویه‌ی بین دو آینه $\theta < 90°$ باشد زاویه‌ی انحراف پرتوهای بازتابیده از آینه‌ی دوم نسبت به پرتو تابیده به آینه‌ی اول:

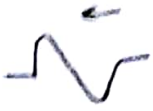
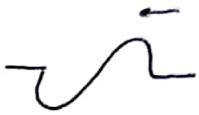
$\begin{cases} 360 - 2\theta \\ 360 - 2\times 100 = 160° \end{cases}$

دانلود کنندگان پیشنهاد شده برای شما
Scanned by CamScanner

جزوه فیزیک دوازدهم - موسان و امواج - تنظیم: محمدحسین پور

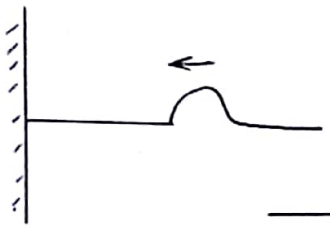
تمرین تپی مطابق شکل روبرو، به انتهای ثابت طناب برخورد می‌کند و بازتاب می‌شود. تپ بازتابیده کدام است؟

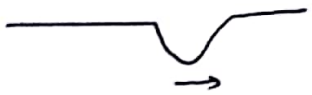
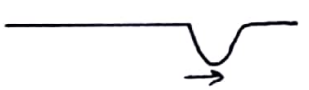


۱)
۲) 
۳) 
۴)

حل)

تمرین در شکل روبرو، تپی در یک ریسمان کشیده که یک سر آن بر تکیه‌گاه ثابت شده است، در حال پیشروی است و وقتی تپ به تکیه‌گاه می‌رسد، نیروی که تکیه‌گاه به طناب وارد می‌کند، در چه جهتی است و تپ به شکل کدام گزینه بازتاب می‌شود؟



۱) بالا،
۲) پایین،
۳) بالا، 
۴) پایین، بالا 

حل)

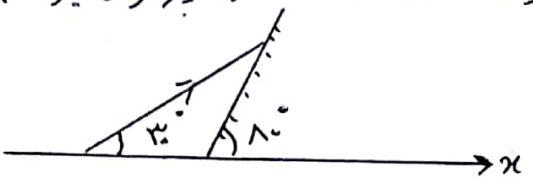
تمرین در دستگاه گلبول‌ها، لیزوزوم‌ها که در ... کاربرد دارند، از بازتابیده‌های ... استفاده می‌شود.

۱) شکستن سنگ‌های کلیه - سمعی
۲) شکستن سنگ‌های کلیه - بینایی
۳) ثبت صداهای ضعیف - سمعی
۴) ثبت صداهای ضعیف - بینایی

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

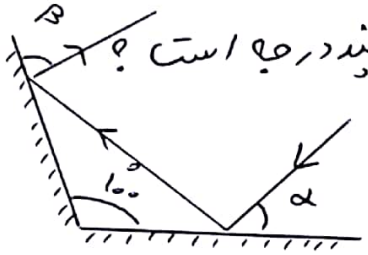
تمرین در شکل رو به رو، یک آینه تخت با محور x زاویه ۸۰° ساخته است. پرتوی نوری که با محور x زاویه ی ۳۰° می سازد، به این آینه تابیده و بازتاب می شود. پرتوی بازتاب شده با محور x زاویه ی چند درجه می سازد؟



۱) ۲۰ ۲) ۳۰° ۳) ۶۰ ۴) ۵۰

حل)

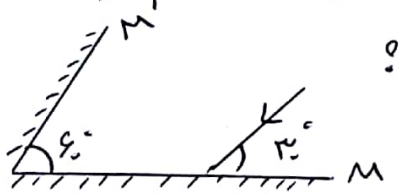
تمرین شکل رو به رو، مسیر پرتوی نوری را در دو بازتاب متوالی از دو آینه ی تخت نشان می دهد. در این شکل اگر $\alpha = 35^\circ$ باشد β چند درجه است؟



۱) ۴۵ ۲) ۵۵ ۳) ۳۵ ۴) ۶۵

حل)

۸۷ ریاضی در شکل مقابل، پرتوی نور پس از بازتاب از آینه ی M به آینه ی M' می تابد، زاویه تابش در آینه ی M' چند درجه است؟

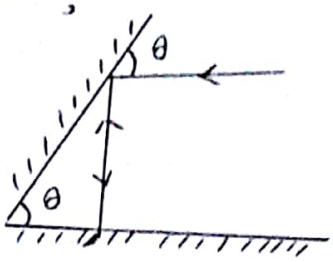


۱) صفر ۲) ۳۰° ۳) ۶۰ ۴) ۹۰°

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

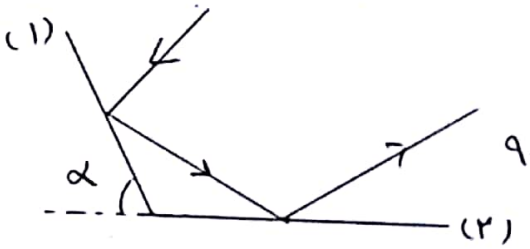
۸۵ (ریاضی خارج) در شکل رو به رو، مسیر پرتوی نور مشخص شده است. θ چند درجه است؟



۱) ۱۵ ۲) ۳۰ ۳) ۴۵ ۴) ۶۰

حل)

۹۶ (تجربی خارج) مطابق شکل رو به رو، پرتوی نوری به آینه‌ی تخت (۱) می‌تابد و در نهایت از آینه‌ی تخت (۲) بازتاب می‌شود. پرتوی تابش به آینه‌ی (۱) با پرتوی بازتاب از آینه‌ی (۲) چه زاویه‌ای می‌سازد؟



۱) α ۲) 2α ۳) $180-\alpha$ ۴) $90+\alpha$

حل)

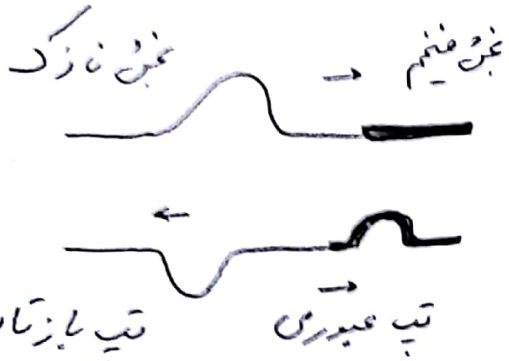
دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

جزوه ۰ فیزیک دوازدهم - تداخل امواج - تنظیم: محمد حسین پور

نکته هرگاه موجی از یک طناب عبور کند، و قسمتی از طناب نازک و قسمتی دیگر ضخیم باشد؛ در ورود به موج از نازک به ضخیم، تندی موج کمتر، بسامد ثابت و طول موج هم کمتر می شود.

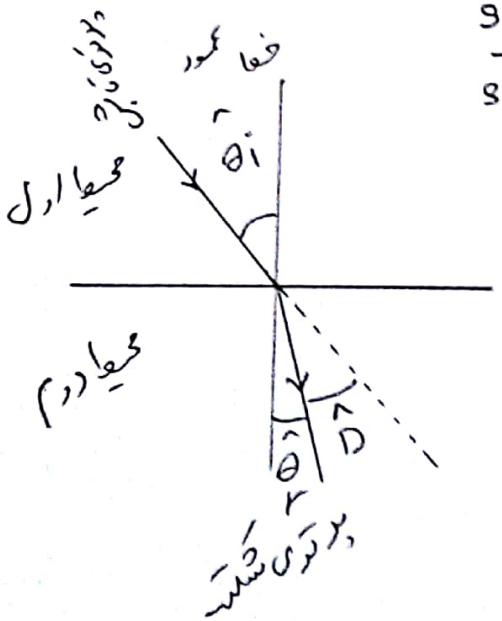
- در عبور موج از ضخیم به نازک، تندی موج بیشتر، بسامد ثابت و طول موج بیشتر می شود.
- قسمتی از موج تابش (فرودی) عبور و قسمتی بازتاب می کند:



شکست موج ← نوعی برهم کنش امواج با محیط بوده که پیامد آن تغییر جهت پیشروی موج در ورود به محیط جدید می کند.

- قانون شکست عمومی: نسبت سینوس زاویه ی شکست در محیط دوم به سینوس زاویه ی تابش در محیط اول برابر است با تندی موج در محیط دوم به تندی موج در محیط اول داریم:

$$\frac{\sin\hat{\theta}_r}{\sin\hat{\theta}_i} = \frac{V_r}{V_1}$$



- تذکر) زاویه ی بین پرتوی تابش و خط عمود را زاویه ی تابش و زاویه ی بین پرتوی شکست و خط عمود را زاویه ی شکست گوئیم.

$\hat{\theta}_i$ → زاویه ی تابش
$\hat{\theta}_r$ → زاویه ی شکست
$\hat{D}$ → زاویه ی انحراف

دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

مثال در یک تشت موج، امواج با بسامد $f=2Hz$ و طول موج $20cm$ ایجاد می‌کنیم. این موج با زاویه تابش 53° به عمق کم می‌رسد. اگر تندی انتشار موج در محیط اول $\frac{4}{3}$ تندی انتشار موج در محیط دوم باشد:

$\sin 53^\circ = 0.8 = 4/5$

$\sin 37^\circ = 0.6 = 3/5$

الف) بسامد و طول موج امواج در قسمت کم عمق را حساب کنید.

ب) زاویه‌ی شکست را پیدا کنید.

پ) زاویه‌ی بین پرتوی نور فرودی و پرتوی نور شکسته شده را بدست آورید.

حل: الف) بسامد به دلیل ماهی‌های محیط انتشار بستگی ندارد و ثابت می‌ماند، اما برای طول موج در قسمت کم عمق داریم:

$$\lambda = \frac{v}{f} \xrightarrow{f \text{ ثابت}} \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2} \rightarrow \frac{20}{\lambda_2} = \frac{\frac{4}{3}v_2}{v_2} \rightarrow \lambda_2 = \frac{20}{\frac{4}{3}} = 15\,cm$$

ب) با توجه به رابطه‌ی شکست عمومی داریم:

$$\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1} = \frac{v_2}{v_1}$$

$$\rightarrow \frac{\sin\theta_2}{\sin 53^\circ} = \frac{v_2}{\frac{4}{3}v_2} = \frac{3}{4} \rightarrow \sin\theta_2 = 0.8 \times \frac{3}{4} = 0.6 \rightarrow \hat{\theta}_2 = 37^\circ$$

پ) زاویه‌ی بین امتداد پرتوی تابش با پرتوی شکست را زاویه‌ی شکست گفته و با $\hat{D}$ نشان داده و داریم:

$$\hat{D} = |\hat{\theta}_2 - \theta_1|$$

$$\rightarrow \hat{D} = |37^\circ - 53^\circ| = 16^\circ \rightarrow \hat{D} = 16^\circ$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

فریب شکست

نسبت تندی نور در خلأ به تندی نور در یک محیط شفاف را که یک عدد دارایم:

ضریب شکست (بدون واحد) $n = \frac{\text{تندی نور در خلأ}}{\text{تندی نور در یک محیط}} = \frac{c}{v}$

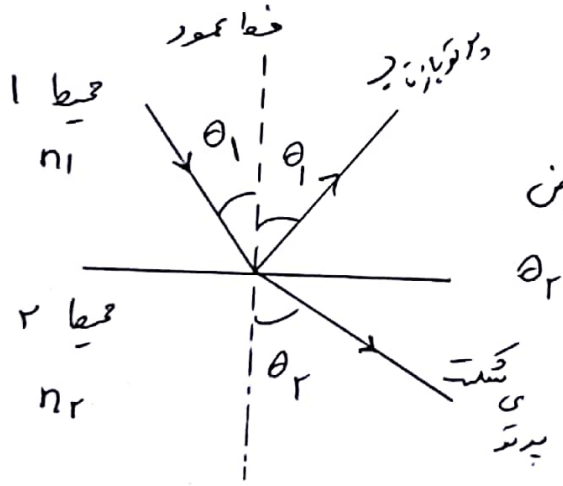
• نکته) در عبور نور از یک محیط به محیط دیگر بخشی از نور بازمی‌تابد و بخشی می‌شکند.

• قانون اسنل:

$$\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{n_1}{n_2} \rightarrow \boxed{n_2 \sin\theta_2 = n_1 \sin\theta_1}$$

• نکته) هرگاه پرتوی نور از محیط ① با ضریب شکست n_1 وارد محیط ② با ضریب شکست n_2 شود، تفاوت در تندی نور در دو محیط، موجب شکسته شدن پرتوی تابش در ورود به محیط جدید می‌شود، به عبارتی جهت حرکت عوض می‌شود.

اگر از محیطی با ضریب شکست بیشتر وارد محیطی با ضریب شکست کمتر شود، پرتو شکست از خط عمود دور می‌شود و اگر محیط اول n کمتری داشته باشد، پرتو شکست به خط عمود نزدیک می‌شود و داریم:



• تندی با n کمتر $\rightarrow v_1 < v_2$ فرض $n_1 > n_2$ را بطور کلی دارد.

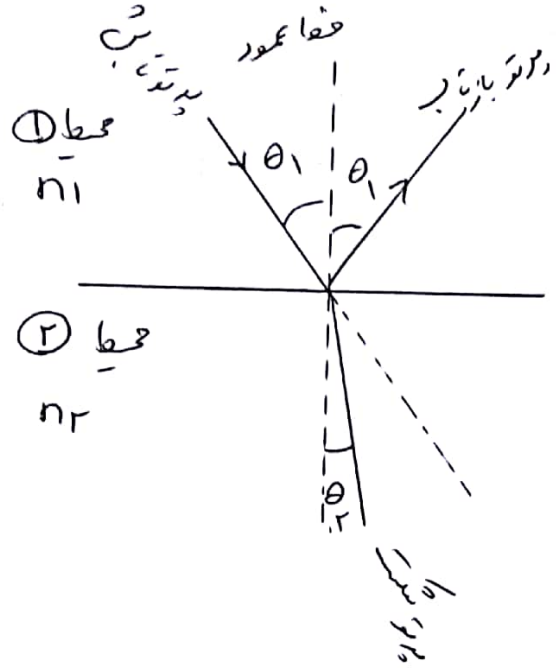
$\theta_2 > \theta_1$

• تندی بیشتر یعنی زاویه‌ی شکست بزرگتر و تندی کمتر یعنی زاویه‌ی شکست کمتر.

$$\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

- ادامه‌ی نکته‌ی صفحه‌ی قبل)



اگر $n_1 < n_2$ باشد

$\rightarrow v_1 > v_2 \; , \; \theta_1 > \theta_2$

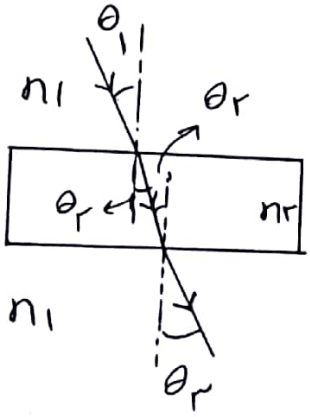
- θ_2 کوچکتر بین v_2 هم کمتر است.

- نکته) تندی نور در خلأ بیشترین تندی است.

$$c = 3\times10^{5}\ \frac{km}{s} = 3\times10^{8}\ \frac{m}{s}$$

- نکته) ضریب شکست خلأ برابر یک بود، $n=1$ خلأ و برای بقیه‌ی موارد $n>1$ است. (برای هوا هم تقریباً ضریب شکست $n=1$ هوا است.)

- نکته) در تیغه های شیشه‌ای متوازی السطوح مانند نمل پرتوی تابش اولیه موازی پرتوی خروجی نهایی است.



$n_2 > n_1$

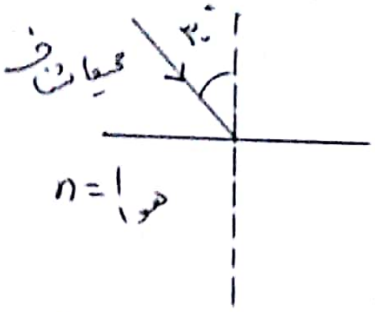
$\theta_1 = \theta_3$

- توجه) هرگاه زاویه‌ی تابش در تیغه‌ی متوازی السطوح $30°$ یا $60°$ یا شد زاویه‌ی شکست پرتو دقیق خواهد از n_2 خارج شد میان $30°$ یا $60°$ خواهد بود.

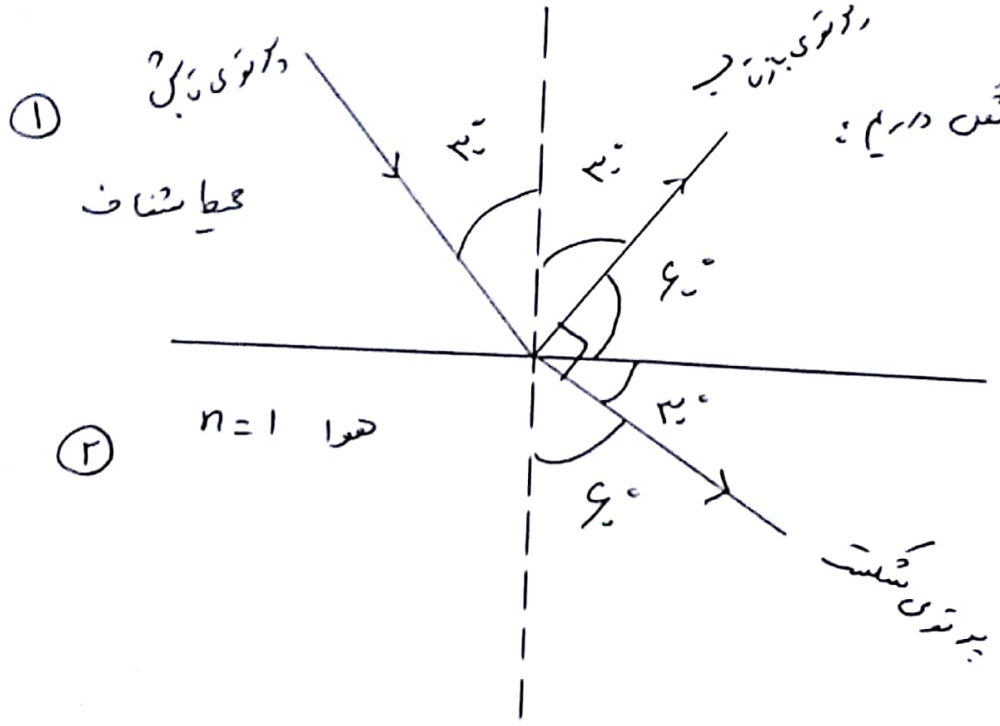
دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

مثال: یک باریکه نور تکفام مطابق شکل از محیط شفاف به هوا می تابد، اگر پرتوی شکست بر پرتوی بازتاب عمود باشد ضریب شکست محیط شفاف را حساب کنید.

$(\sin 30^\circ = \frac{1}{2},\ \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2})$



حل) طبق گفته مسئله پرتوی شکست و پرتوی بازتاب باید بر هم عمود باشند و چون نور از محیطی با تندی انتشار کم به محیطی با تندی انتشار بیشتر (هوا) تابیده، پس پرتوی شکست از خط عمود دور می شود داریم:



باید به یکی به شکل داریم:

$\theta_1 = 30^\circ$

$\theta_2 = 60^\circ$

$n_2 = 1$

$n_1 = ?$

باید به یکی از قانون اسنل داریم:

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$

$$n_1 \sin 30^\circ = 1 \times \sin 60^\circ$$

$$\rightarrow \quad n_1 \times \frac{1}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2} \rightarrow \quad n_1 = \sqrt{3}$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

جزوه فیزیک دوازدهم - ترسان و امواج - تنظیم: محمد حسین پور

نکات

① بیشترین و معروف ترین موارد شکست نور در گستره‌ی نور مرئی است.

② در ارتباطات رادیویی شکست امواج رادیویی اهمیت کاربردی دارد.

③ علت شکست موج در محیط های مختلف، تفاوت تندی آنها در محیط های مختلف است.

④ جبهه های موج در مرز جدایی دو محیط می شکنند.

⑤ پرتو های موج همواره بر جبهه های موج عمودند.

⑥ تندی امواج روی سطح آب به عمق آن بستگی دارد.

⑦ با ورود موج به بخش کم عمق، تندی موج سطحی کاهش می یابد.

⑧ دیدن اجسام داخل مایعات از هوا (مثل دیدن ماهی داخل برکه آب)، رنگ های رنگین کمان، لنز دیدی که با کمک عینک دیده می شود، لنز دیدی که با استفاده از ابزارهای نوری مانند میکروسکوپ و دوربین دیده می شوند نمونه هایی از شکست موج می باشند.

تمرین کتاب ۴۲ طول موج نور قرمز لیزر هلیم - نئون در هوا حدود ۶۳۳nm است، ولی در زجاجیه چشم ۴۷۴nm است. الف) بسامد این نور چقدر است؟

ب) ضریب شکست زجاجیه برای این نور چقدر است؟

پ) تندی این نور در زجاجیه را حساب کنید.

حل، الف) بسامد در ورود موج به یک محیط دیگر ثابت بوده، ولی λ و v تغییر می کنند داریم:

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\times10^{8}}{633\times10^{-9}} \simeq 4/74\times10^{14}\,Hz$$

$$f_{\text{در هوا}} = f_{\text{در زجاجیه}} \simeq 4/74\times10^{14}\,Hz$$

بقیه ی حل صفحه ی بعد)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

ب)

هوا → a

زجاجیه → z

$$\frac{V_a}{V_z} = \frac{\lambda_a}{\lambda_z} = \frac{n_z}{n_a}$$

$$\rightarrow \frac{n_z}{n_a} = \frac{\lambda_a}{\lambda_z} \rightarrow \frac{n_z}{1} = \frac{۶۳۳}{۴۷۴} \simeq ۱,۳۳$$

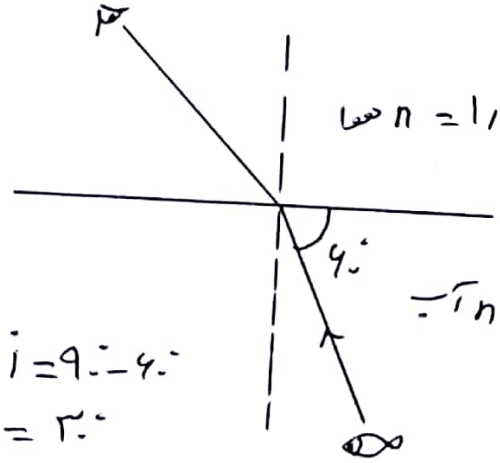
پ)

$$\frac{V_z}{V_a} = \frac{n_a}{n_z} \rightarrow \frac{V_z}{۳\times۱۰^۸} = \frac{۱}{۱,۳۳} \rightarrow V_2 = \frac{۳\times۱۰^۸}{۱,۳۳}$$

$$\rightarrow V_2 \simeq ۲,۲۶\times۱۰^۸ \ m/s$$

تمرین ۴۴ کتاب

مطابق شکل، پرتو نوری که از ماهی به چشمان شخص می‌رسد تحت زاویه‌ی ۶۰° با مرز آب - هوا برخورد کرده است. زاویه‌ی شکست این پرتو در هوا چقدر است؟



حل) $c = ۳\times۱۰^۸ \frac{m}{s}$

با توجه به رابطه اسنل داریم: $n_{آب} = ۱,۳۳$

زاویه‌ی تابش $i = ۹۰ - ۶۰ = ۳۰°$

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$

$$\rightarrow ۱,۳۳ \times \sin ۳۰° = ۱ \times \sin\theta_2 \rightarrow \sin\theta_2 = ۱,۳۳ \times ۱/۲$$

$$\rightarrow \sin\theta_2 = ۰/۶۶۵ \rightarrow \theta_2 = ۴۱,۷۸ \simeq ۴۲°$$

توجه) اگر سرعت نور در آب را حساب کنیم داریم:

$$\text{آب } V_2 \frac{c}{n} = \frac{۳\times۱۰^۸}{۱,۳۳} \simeq ۲,۲۵\times۱۰^۸ \frac{m}{s}$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

جزوه فیزیک دوازدهم - ترسان دامداج - تنظیم: محمدحسین پور

• پدیده‌ی سراب: پدیده‌ای که در روزهای گرم به علت تغییر متقلم میزان نور هنگام عبور از لایه‌های مختلف هوا در نزدیکی سطح زمین به وجود می‌آید.

• نکته) پدیده‌ی سراب را می‌توان دید و حتی از آن عکس گرفت.

• نکته) علت پدیده‌ی سراب: داغ شدن سطح زمین در روزهای گرم موجب کاهش چگالی هوا شده و ضریب شکست هم کم می‌شود پس در ورود نور از لایه‌های سردتر به لایه‌های گرم‌تر پایین‌تر زاویه‌ی شکست به تدریج افزایش پیدا می‌کند چون تندی نور هم بیشتر می‌شود. که در نهایت موجب خم شدن رو به بالای پرتوهای نور می‌شود و منظره‌ای از آب یعنی سراب را مشاهده می‌کنیم.

• پاشندگی نور: تجزیه‌ی نور سفید توسط منشور، به هفت رنگ را پاشندگی نور گوییم.

• نکته) علت پاشندگی نور ← ضریب شکست هر محیط (به جز خلأ) به طول موج نور بستگی دارد، ضریب شکست منشور برای نورهای با رنگ‌های مختلف متفاوت بوده پس زاویه‌ی شکست رنگ‌های مختلف با هم فرق دارد.

• توجه) نور سفید توسط منشور به هفت رنگ مختلف به ترتیب: قرمز، نارنجی، زرد، سبز، آبی، نیلی، بنفش تجزیه می‌شود.

• نکته) در شیشه، نور بنفش کم‌ترین سرعت را در طیف مرئی دارد.

• نکته) در روزهای گرم که سطح زمین داغ است و پدیده‌ی سراب رخ می‌دهد، هر چه پرتوهای فرودی به سمت پایین حرکت می‌کنند، زاویه‌ی بین پرتوی فرودی و سطح افق کم‌تر می‌شود.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

۹۶ (ریاضی خارج) اگر طول موج پرتوی از نور زرد نی در خلأ برابر ۶۰۰ نانومتر باشد، بسامد آن پرتو در یک منشور شفاف به ضریب شکست $\frac{4}{3}$ چند هرتز است؟ ($c = 3\times10^{8}\ \frac{m}{s}$)

۱) 5×10^{14} ۲) 4×10^{15} ۳) $\frac{20}{3}\times10^{14}$ ۴) $\frac{15}{4}\times10^{14}$

حل)

۸۹ (ریاضی خارج) پرتوی نوری از درون یک محیط شفاف که ضریب شکست آن $\sqrt{2}$ است با زاویه تابش ۳۰ درجه به هوا می‌تابد، ادامه‌ی مسیر این پرتو چگونه است؟

۱) به درون عینک هبت به مسیرش ادامه می‌دهد. ۲) وارد هوا شده و به خط عمود نزدیک می‌شود.
۳) وارد هوا شده و از خط عمود دور می‌شود. ۴) مسیر پرسطح جدا کننده جسم و هوا خارج می‌شود.

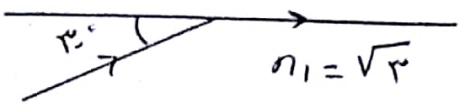
حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

۸۱ تجربی

در شکل مقابل، ضریب شکست n_2 چقدر است؟



۱) $\sqrt{2}$ ۲) $\sqrt{3}$ ۳) $\frac{3}{2}$ ۴) ۲

حل)

۹۰ تجربی خارج

پرتوی نوری با زاویه‌ی تابش 53° از هوا وارد محیط شفاف می‌شود و ۱۶ درجه منحرف می‌شود، سرعت نور در این محیط شفاف چند $\frac{m}{s}$ است؟

$(c=3\times10^8\frac{m}{s}, \sin53^\circ=0/8)$

۱) 2×10^8 ۲) $2/25\times10^8$ ۳) $2/5\times10^8$ ۴) $2/75\times10^8$

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

۸۹ تجربی ریاضی

سرعت نور در یک محیط شفاف نصف سرعت آن در هواست. پرتوی نوری با زاویه تابش ۳۰ درجه از این محیط به هوا می‌تابد. این پرتو، مرتع ورود به هوا چند درجه از راستای اولیه منحرف می‌شود؟

۱) ۳۰ ۲) ۴۵ ۳) ۶۰ ۴) ۹۰

حل)

۹۰ ریاضی تجربی

ضریب شکست یک محیط شفاف نسبت به هوا $\sqrt{2}$ است. یک پرتوی نور تک‌رنگ تحت زاویه‌ی θ_1 از هوا بر سطح این محیط شفاف می‌تابد و قسمتی بازتاب و قسمتی شکست پیدا می‌کند اگر زاویه‌ی شکست ۳۰ درجه باشد، زاویه‌ی بین پرتوی تابش و پرتوی بازتاب چند درجه است؟

۱) ۴۵ ۲) ۶۰ ۳) ۹۰ ۴) ۱۲۰

حل)

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner