

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

بزرگه فیزیکی دوازدهم - نوسان دامواج - تنظیم: محمد حسینی پور

• نکته: قوانین فیزیکی نوسان و موج در طراحان وسافت برج های بلند و اهمیت لقب آوند در طبقات بالایی برج جهت کاهش نوسان های احتمالی است.

• نوسان ها } الف) دورای ← مثال معروف حرکت ها هند ساده  
ب) غیر دورای

• تعریف نوسان ها دورای: نوسان های که در زمانهای مساوی و عمودی عیناً تکرار شوند دورای گوئیم. مانند حرکت مان به دور زمین، حرکت یک آوند، و تندی متصل به فنر، فنر بان قلب انسان.

• با مد (فدکاش): تعداد نوسانات کامل در واحد زمان را فدکاش گوئیم.

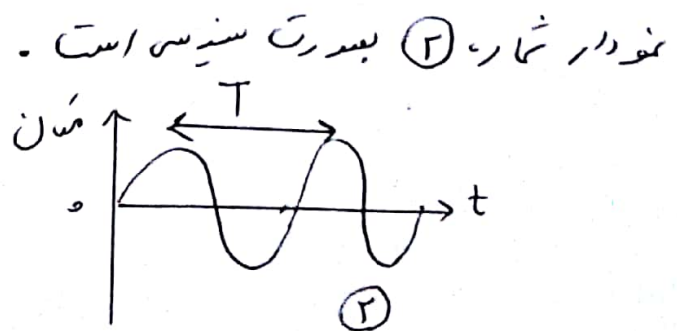
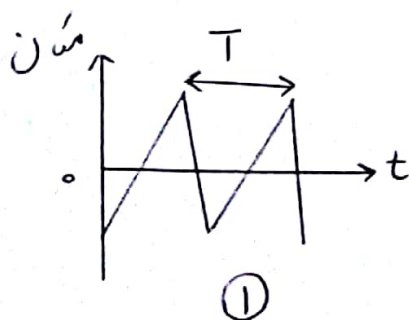
$$f = \frac{n}{t} \rightarrow \begin{matrix} \text{تعداد نوسانات} \\ \text{زمان (ثانیه)} \end{matrix}$$

• دوره تناوب (T): زمان یک نوسان کامل را دوره تناوب گوئیم.

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

• نکته:  $\omega = 2\pi f = 2\pi/T$  (s) ثانیه (s)  $\downarrow$  سرعت زاویه ای (rad/s)  $\downarrow$  عدد تناوب (Hz)

• نمودارهای مکان - زمان دو نوسان دورای مطابق شکل زیر بوده که



بروز. فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تقسیم: محمد حسینی پور

• نکته: حرکت‌ها هندسه ساده، مبنای برای درک هر نوع نوسان دوره‌ای می‌باشد.  
زیرا نوسان دوره‌ای را می‌توان مجموعی از نوسان‌های سینوسی در نظر گرفت.  
• حرکت‌ها هندسه ساده (SHM): حرکتی است ردی پاره، خفا تقریباً راست در دو طرف نقطه‌ای وسط آن با شیب مناسب یا حاصله‌ی تواسانگر از هر دو نوسان به طور یک جهت شتاب متوجه مرکز نوسان می‌باشد.

• مکان تواسانگر ( $x$ ): به جای تواسانگر نسبت به نقطه‌ی تعادل در هر لحظه، مکان تواسانگر گوئیم.  
$$-A \leq x \leq +A$$

• تواسان کامل: هنگامیکه تواسانگر مسافتی معادل چهار پیرایه دامنه‌ی حرکت (دو پیرایه خفای نوسان) را طی کند یک نوسان کامل انجام داده است.  
• تواسانگر: جسمی که حرکت تواسانی 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) گوئیم.  
• نقطه‌ی بازگشت: نقاط  $x = \pm A$  را که در آن نقاط جهت حرکت تواسانگر (عدم سرعت) تغییر می‌کند نقاط بازگشت می‌نامیم. در نقاط بازگشت در هر لحظه نوسانگر صفر است.

• دامنه‌ی تواسان ( $A$ ): بیشترین فاصله‌ی تواسانگر از مرکز نوسان را گوئیم.

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

• فاز حرکت ( $\theta = \omega t$ ): زاویه‌ای که در هر لحظه مکان نوسانگر را مشخص می‌کند.

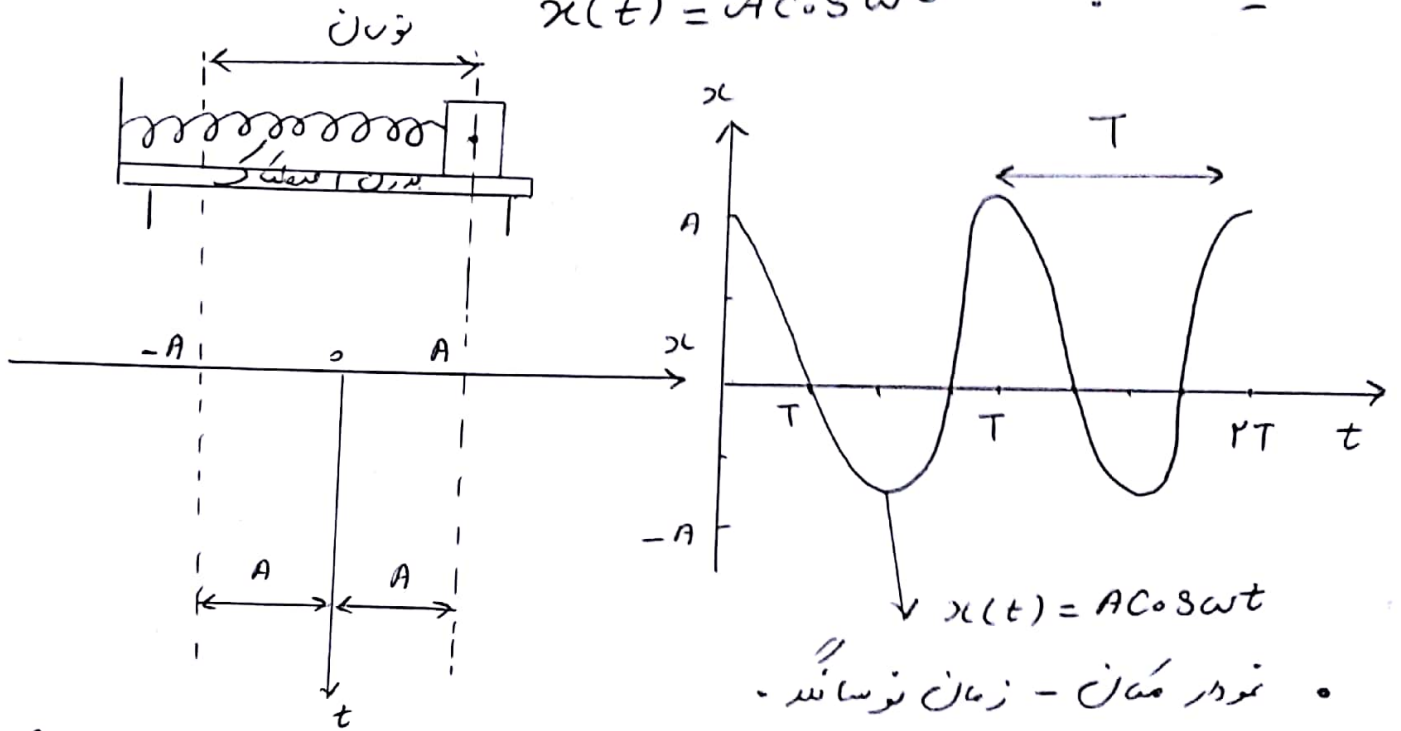
• نکته: رابطه‌ی بین نوسانات کامل:

$$n = \frac{\text{تعداد نوسانات ساده}}{2} \quad \text{یا} \quad n = \frac{\text{تعداد رفت و برگشت‌ها}}{2}$$

فرد - فیزیک دوازدهم - نوسان دایموج - تقسیم: محمد حسن پور

• معادله مکان - زمان نوساننده (معادله حرکت) در حرکت هماهنگ ساده:  
 هرگاه نوساننده مطابق شکل در حال انجام حرکت رفت و برگشت روی سطح افقی بدون اصطکاک بین دو نقطه ای  $x = +A$  و  $x = -A$  باشد باین فرض که حرکت در لحظه  $t=0$  از انتهای مسیر یعنی  $x = +A$  شروع شود مکان - زمان نوساننده بصورت زیر است:

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



• نکته: در حین نوسان در حال عبور از نقطه تعادل است اندازهی سرعت آن بیشترین یا کمترین در جهت محور حرکت

$$V_{\max} = \pm A \omega$$

• نکته: روابط مستقل از زمان در حرکت نوسانی هماهنگ ساده:

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

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad \text{و} \quad \omega = 2\pi f \quad (\text{توجه})$$



فیروزه فیزیکی دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسن پور

مثال: نوسان تندی در هر ۴ ثانیه، ۱۰ بار طول می‌کشد ۲۰ سانتی متر را طی می‌کند. این مد نوسان و سرعت متوسط آن را در ابتدا می‌باید بدین ترتیب به انتهای میله رد را بدست آورید.

حل:  $T = \frac{t}{n} = \frac{4}{5} = 0.8 \text{ s}$   $\rightarrow$  نوسان کامل  $n = \frac{10}{2} = 5$

$\omega = 2\pi/T = 2\pi/0.8 = 2.5\pi \text{ (rad/s)}$

$\bar{v} = \Delta x / \Delta t \rightarrow \bar{v} = \frac{20}{T/2} = \frac{20}{0.4} = 50 \text{ (m/s)}$

مثال: هدیه بهیستی جایبای نوسان تندی نسبت به وضعیت عادل ۱۰ cm یا شد و پا در کنار  $0.15 \text{ s}$  حرکت خواهند کرد. انجام دهد:

الف) رابطی مکان - زمان نوسان را بنویسید.

ب) در لحظه  $t = \frac{1}{12} \text{ s}$  مکان جسم را نسبت به وضع

عادل بدست آورید. حل: چون نوسان در  $1 \text{ cm}$  از وضع عادل متوقف شود

پس دامنه نوسان برابر است با:  $A = 10 \text{ cm} = 0.10 \text{ m}$

$T = 0.15 \text{ s} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.15} = 4\pi \text{ (rad/s)}$

$x(t) = A \cos \omega t = 0.10 \cos 4\pi t$

ب) برای جسمی مکان متحرک در زمان دار شد،  $(t = \frac{1}{12} \text{ s})$  را در مدار می

بدست آمد. جایگزین کنیم:  $x_{(t)} = 0.10 \cos 4\pi t$

$\rightarrow x(t) = 0.10 \cos 4\pi \times \frac{1}{12} = 0.10 \cos \pi/3$

$\rightarrow x = 0.10 \times \frac{1}{2} = 0.05 \text{ m}$

$\rightarrow x = 5 \text{ cm}$

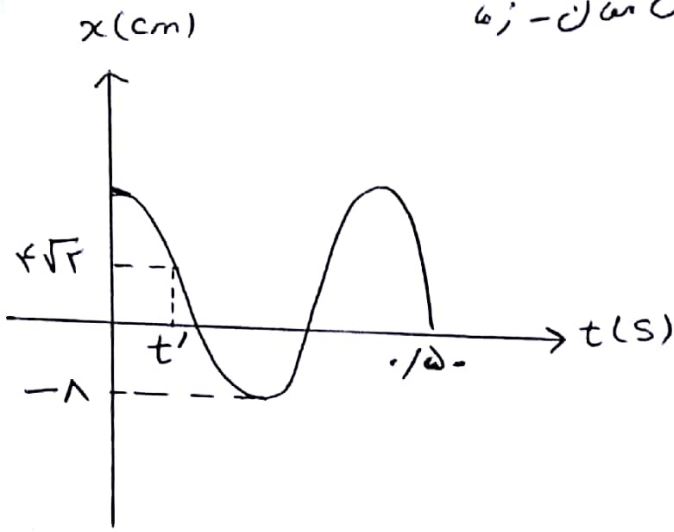
جزوه فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسین پور

• تمرین (موردار مکان - زمان نوسانگری

مطابق شکل ردیدو است: الف) رابطه مکان - زمان

نوسانگر را بنویسید.

ب) زمان  $t'$  را بدست آورید.



• جاهای خالی را با عبارت های مناسب پر کنید.

الف) حرکت هماهنگ ساده نوعی از نوسان موسوم به نوسان ... است.

ب) به نوسان هایی که در یک الکترود قلب نغاره بطور منظم تکرار می شود ... نوسان می گوئیم.

پ) مدت زمان یک چرخه ... حرکت نامیده می شود.

ت) هر نوسان دورای را می توان میموم ای از نوسان های ... در نظر گرفت.

ث) در نقاط یا زنگست، تندی ... است.

ج) به وسیله ای که برای ثبت نوسان ها از آن استفاده می شود ... گوئیم.

حل: الف) (وره ای ب) چرخه (پ) (وره ای تادب

ت) سینوسی (ث) صغده (ج) نوسانگر

جزءه. فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تقطیم: محمد حسین پور

• عبارت مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

الف) تعداد نوسان های انجام شده در هر ثانیه (بسامد / دوره) نامیده می شود.

ب) وقتی نوسانگر در (نقطه های بازگشت / نقطه تعادل) قرار می گیرد، اندازه سرعتش بیشترین می شود.

پ) تکای بسامد زاویه ای (زاویه / زاویه)  $\times$  ثانیه است.

حل: الف) ب) مد ب) نقطه تعادل پ) زاویه / ثانیه

• مثال) دامنه حرکت نوسانگری که حرکت هارمونیک ساده انجام میدهد،  $4\text{cm}$  دوره آن  $\frac{1}{13}\text{Hz}$  است. اگر نوسانگر در  $t=0$  در طرف مثبت  $x$  در نقطه بازگشت

قرار داشته باشد:  $(\cos \frac{5\pi}{6} = \frac{\sqrt{3}}{2})$

الف) معادله مکان - زمان حرکت این نوسانگر را در  $5\text{s}$  بنویسید.

ب) در  $t=7\text{s}$  متحرک در چه مکانی قرار دارد؟

پ) در چه لحظه ای به عقب می آید، متحرک برای اولین بار در  $x=-2\text{cm}$  قرار می گیرد؟

حل: الف)  $\omega = 2\pi f = 2\pi (\frac{1}{13}) = \frac{\pi}{6.5} (\text{rad/s})$

متحرک در  $t=0$  در نقطه بازگشت در طرف راست مبدأ قرار دارد پس معادله مکان - زمان آن باید به صورتی باشد که این شرایط در آن صدق کند:

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

$$A = 4\text{cm} = 0.04\text{m}$$

$$\rightarrow x(t) = 0.04 \cos \frac{\pi}{6.5} t$$

ب) برای آنکه بفهمیم که متحرک در  $t=7\text{s}$  در کجا قرار دارد در معادله مکان - زمان

$t$  را مساوی  $7\text{s}$  قرار می دهیم:

$$x = 0.04 \cos \left( \frac{\pi}{6.5} x(7) \right) = 0.04 \cos \left( 7\pi/6.5 \right) = 0.04 \cos \left( -\frac{\sqrt{3}}{2} \right)$$

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

جزءه فیزیک یک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم : محمد حسینی پور

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

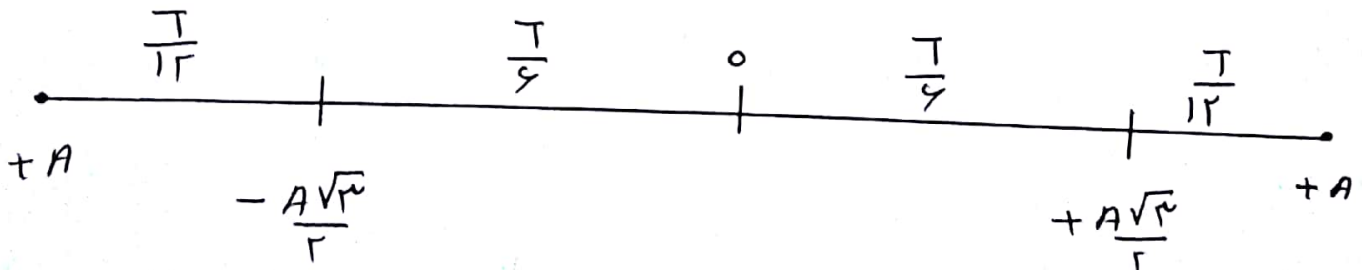
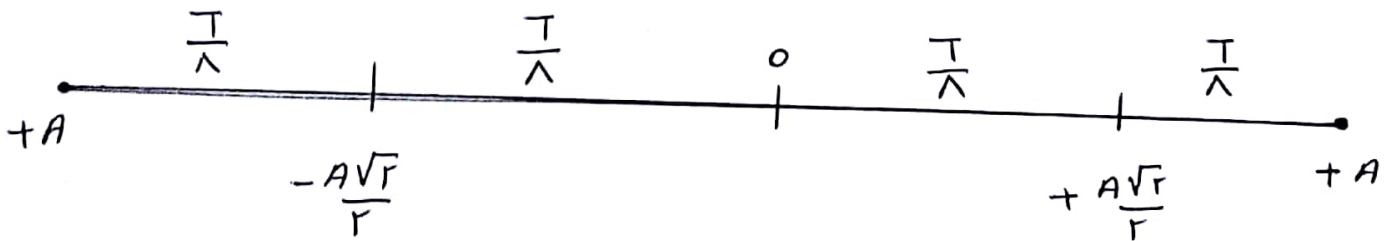
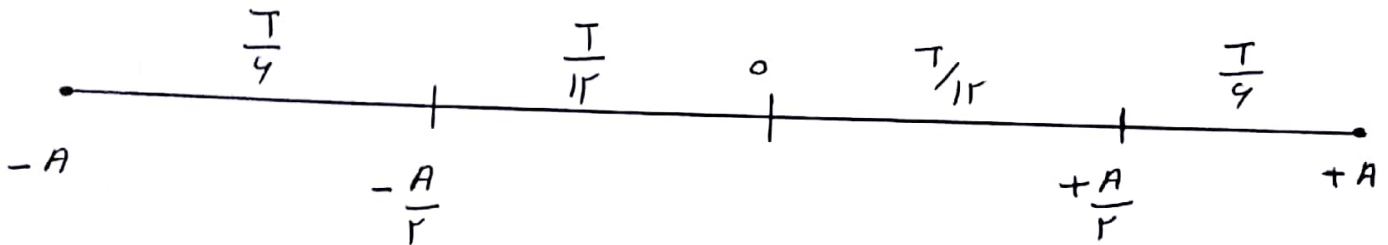
باید معادله ی مکان - زمان را برابر  $x = -2 \text{ cm}$  قرار دهیم :

$$x = -2 \text{ cm} = -0.02 \text{ m} \rightarrow -0.02 = 0.04 \cos(\pi/4 t)$$

$$\rightarrow \cos(\frac{\pi}{4} t) = \frac{-0.02}{0.04} = -1/2 = \cos 2\pi/3$$

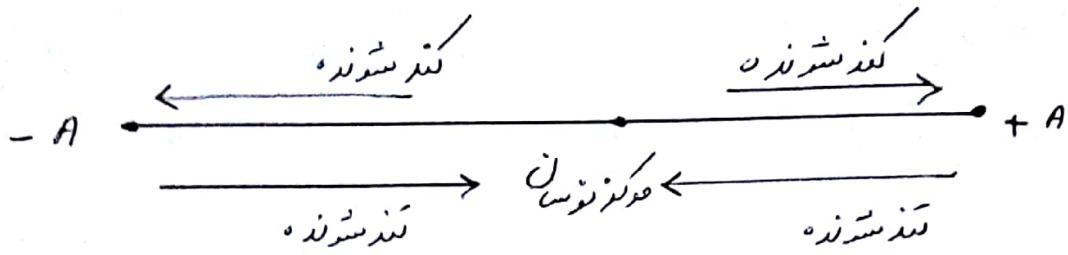
$$\rightarrow \frac{\pi}{4} t = 2\pi/3 \rightarrow t = 4 \text{ s}$$

• نکته ی مهم (تکلیف های برای تعیین موقعیت نوساننده :





جزوه فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسین پور  
 بررسی حرکت نوسانده و کند شونده در حرکت نوسانی ساده:



مثال: در وی نوسانده ساده ای  $\frac{\pi}{5}$  s دامنه آن 2 cm است در لحظه ای که نوسانده به اندازه  $\sqrt{3}$  cm از وضع تعادل دور شده است بزرگی سرعت آن چند  $\frac{m}{s}$  است؟ (1) (2) (3) (4) (5)

حل:  $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{\pi/5} = 100 \text{ (rad/s)}$

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

$$\rightarrow v = 100 \text{ cm/s} = 1 \text{ m/s}$$

مثال: در وی حرکت نوسانی ساده، نوسانده در هر دقیقه 30 بار طول بار، خط مسیر را طی می کند. تغییر فاز این نوسانده در بازه ای زمانی  $t_1 = 2$  s و  $t_2 = 4$  s چند رادیان است؟ (1) (2) (3) (4) (5)

حل:  $n = \frac{30}{2} = 15$

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

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

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

$$\rightarrow \Delta\theta = \pi \text{ (rad)}$$

$$\rightarrow \Delta\theta = \pi \text{ (rad)}$$

جزء. فیزیکی دوازدهم - نوسان دامواج - تنظیم: محمد حسین پور

• مثال ۱) در حرکت نوسانی ساده اگر دامنه حرکت آن ۲ برابر شود، دوری حرکت ... و بیشینه سرعت نوسانند ... می شود.

۱) ثابت - نصف ۱۲ ثابت - (دو برابر) - (دو برابر) - ثابت

حل:  $T$  ثابت است.

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

• معادله حرکت بر حسب مکان یک نوساننده ساده در دستا،  $SZ$  بعد از  $t = 0$  است.  $36\pi^2 \omega^2 + 4v^2 - 4\pi^2 = 0$  دوری حرکت چند ثانیه است؟

۱)  $\frac{1}{3}$  ۲)  $\frac{2}{3}$  ۳)  $\frac{3}{4}$  ۴)  $2$

حل:  $\omega = 9\pi \rightarrow \omega = 3\pi \left(\frac{v_{\max}}{S}\right)$   
 $v^2 = \pi^2 - 9\pi^2 x^2$   
 $v^2 = A^2 \omega^2 - \omega^2 x^2$

۳π = ω =  $\frac{2\pi}{T} \rightarrow T = \frac{2}{3}$  (s)

• مثال ۲) معادله حرکت - مکان نوساننده در  $SZ$  بعد از  $t = 0$  است.  $\frac{25}{\pi^2} v^2 + 2500 x^2 = 1$  با مد نوسان چند ثانیه است؟

۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۵

مقایسه:  $\left\{ \begin{aligned} \frac{25}{\pi^2} v^2 + 2500 x^2 &= 1 \\ \left(\frac{v}{v_m}\right)^2 + \left(\frac{x}{A}\right)^2 &= 1 \end{aligned} \right. \rightarrow \frac{25}{\pi^2} v^2 = \left(\frac{v}{v_m}\right)^2$   
 $\rightarrow v_m = \pi/5 \text{ (m/s)}$

$2500 x^2 = \frac{x^2}{A^2} \rightarrow A = \frac{1}{50} \text{ m}$

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

$\rightarrow \boxed{f = 5 \text{ Hz}}$

چیزده فیزیک دوازدهم - نوسان در موج - تقسیم: محمد حسن پور

• تست ۱ کدام یک از حرکت های زیر، دورانی نیست؟

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

پ) حرکت ماهیچه های قلب (فردیان قلب) ت) چرخ کردن منظم شیر آب

۱) الف دت ۲) الف د ب ۳) پ دت ۴) پ د پ

حل) گزینه ی ① درست است.

در حرکت دورانی یک جسم یک حرکت را به طور منظم و بی دردی تکرار می کند، در الف دت هر گلوله یا هر قطره ای آب فقط یک بار یک حرکت را انجام می دهد و در دفعه بعد یک گلوله یا یک قطره ای دیگر، همان حرکت را تکرار می کند، پس این حرکت ها دورانی نیست.

• دستگاه نوسان تئوری 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 یا آن در تماس است، با سرعت ثابت به حرکت در آورده و نمودار رسم شده روی کاغذ که به آن نوسان نگاشته می گوئیم، تأیید می کند که حرکت وزنه، حرکت هماهنگ ساده است.

• تست ۱) کدام گزینه دربار حرکت هماهنگ ساده درست است؟

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

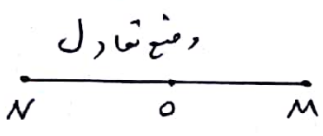
۲) دامنه برابر نصف بیشترین اندازه ای جابجایی از نقطه ای تعادل است.

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

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

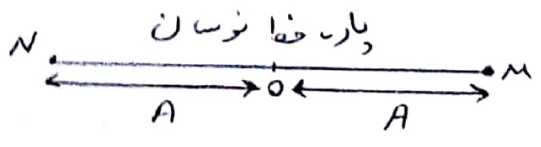
حل) گزینه ی ④ درست است. گزینه ها را تک به تک مورد بررسی قرار می دهیم.

گزینه ی ① ← در هنگام نوسان، جسم نوسانگر یا بیشترین تند از وضع تعادل یا همان مبدأ عبور می کند، ولی در انتهای پارچه نوسان، برای کف ای ایستاده و تغییر جهت می دهد. نوسانگر در دو انتهای پارچه در حال تعادل نیست. ۱۰



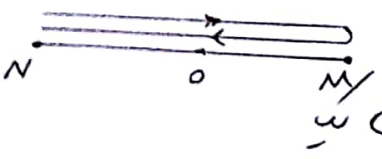
جزوه فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسین پور

گزینه ۱۲) دامنه‌ی  $\Delta x$  برابر نصف پار. خطا نوسان در برابر بیشترین اندازه‌ی جابجایی از نقطه‌ی تعادل است.



فاصله‌ی نقطه‌ی تعادل تا در انحنای پار. خطا نوسان برابر دامنه است.

گزینه ۱۳) در یک چرخه، جسم نوسان کننده دو بار طول پار. خطا نوسان را طی می‌کند، یعنی در نقطه‌ی تعالی، جسم همان جایی است که در نقطه‌ی ابتدایی چرخه بود. است، پس اندازه‌ی جابجایی در مدت یک چرخه برابر صفر است.



بطور مثال در شکل در هر دو نقطه‌ی N، نقطه‌ی آغاز و پایان یک چرخه، مسافت طی شده توسط جسم نوسان کننده،  $\Delta x$  برابر دامنه است.

می‌گذرد.

گزینه ۱۴) در یک چرخه، جسم در برابر از هر نقطه (گواهی بر روی پار. خطا) از جهه نقطه‌ی تعادل (تسا) جایی که در حال حرکت باشد سواره با دامنه‌ی  $\frac{4}{5} A$  است، در هر دقیقه ۱۲ 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: گزینه ۳) درست است.  $T = 0.15s \rightarrow T = 12 \cdot T \rightarrow 4 = 12 \cdot T \rightarrow T = 0.15s$

$$\bar{S} = S_{av} = \frac{L}{\Delta t} = \frac{4A}{T} = \frac{4 \times 0.4}{0.15} = 0.32 \text{ m/s}$$

توجه: اگر درست فوت به جای تندی متوسط، سرعت متوسط را می‌خواستیم باید جابجایی را بر زمان تقسیم می‌کردیم، چون جابجایی در هر چرخه صفر می‌باشد پس در این حالت سرعت متوسط هم صفر می‌شود.

$$\bar{v} = v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = 0$$



جزءه فیزیکی دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم : محمد حسن پور

تست ۱) جسی روی یک پارچه صاف ۲۰ سانتی متری در حال حرکت ساده با بسامد ۲ Hz است. اگر این جسم در مبدأ زمان در درستی خاصه از نقطه‌ای تعادل در سمت

مثبت محور x باشد، جایابی آن از نقطه‌ای تعادلش در کلمات  $t = \frac{1}{24} s$  چند cm است؟ (۱) ۲.۵ (۲) ۱۰ (۳)  $5\sqrt{3}$  (۴) ۱۴

حل) گزینه بی (۳) درست است.

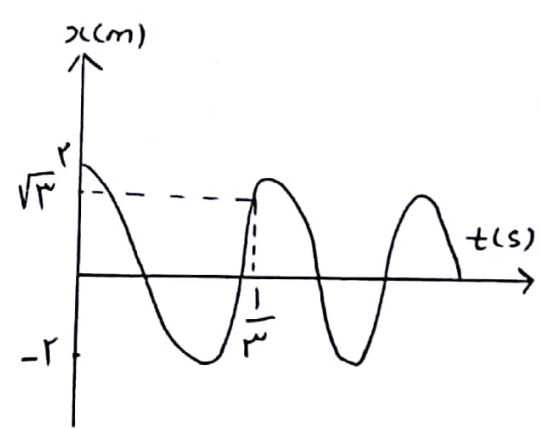
با توجه به دامنه‌ی حرکت و  $A = \frac{\text{طول پارچه}}{2} = \frac{20}{2} = 10 \text{ cm}$

با سرعت زاویه‌ای معادله‌ی حرکت را بدست می‌آوریم در ادامه:  $\omega = 2\pi f = 2\pi \times 2 = 4\pi \text{ (rad/s)}$

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

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

تست ۲) نمودار مکان - زمان نوسان ساده‌ی یک جسم را ببینید. معادله‌ی حرکت این نوسان در SI کدام است؟



- (۱)  $x = 2 \cos \frac{11\pi}{2} t$  (۲)  $x = 2 \cos \frac{\pi}{4} t$  (۳)  $x = 2 \cos \frac{13\pi}{2} t$  (۴)  $x = 2 \cos \frac{\pi}{3} t$

حل) گزینه بی (۱) پاسخ است.

با توجه به شکل دامنه‌ی  $A = 2m$  و شدت برای جسمی در دوری T داریم: (از روی نمودار T را حساب می‌کنیم ۱۰)

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

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

$\rightarrow x = A \cos \omega t$   
 $\rightarrow x = 2 \cos \frac{11\pi}{2} t$  ۱۲

جزوه فیزیک دوازدهم - نوسان را مویج - تنظیم : محمد حسین پور

تست) معادله حرکت نوساندها هند ساده در SL بس درت  $x = 0.1 \cos 10\pi t$  در بازه‌های زمانی صفر تا  $t = \frac{1}{12} s$  چند ثانیه حرکت این نوساندها گذر شدند. بوده است؟

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

حل) گزینه‌ی (۳) با سنج درست است.

$$x = 0.1 \cos 10\pi t$$

$$x = A \cos \omega t \rightarrow A = 0.1 m$$

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

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

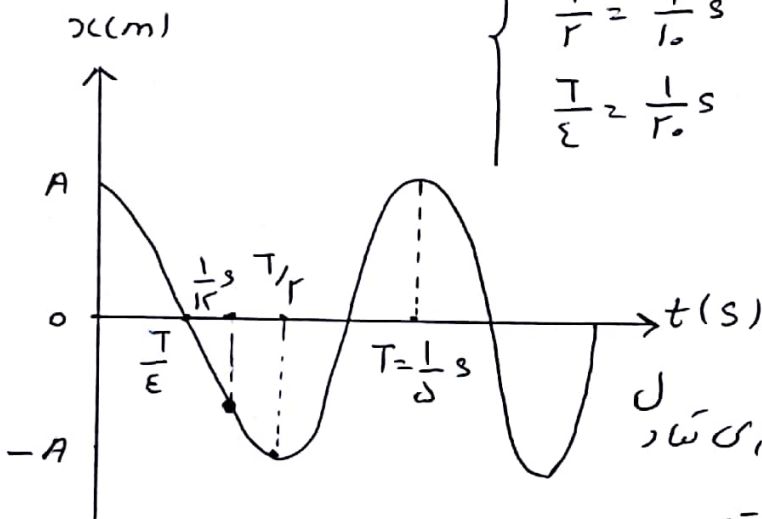
حال با توجه به هر یک از نمودار  $x$  بر حسب  $t$  را رسم کنی درایم:

$$\left. \begin{aligned} T &= \frac{1}{5} s \\ T &= \frac{1}{10} s \\ T &= \frac{1}{20} s \end{aligned} \right\}$$

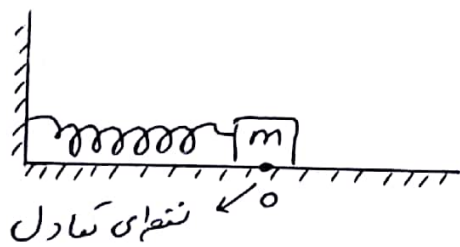
بین  $\frac{1}{12} s$  زمانهای

$\frac{1}{30} s$  و  $\frac{1}{12} s$  بوده درایم:

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



در بازه‌های زمانی  $\Delta t$  که  $\frac{1}{30} s$  هر یک شده نوساندها از نقطه‌های تعادل در رفته و گذر شده است.



سامانه‌ی جرم - فنر : یک مثال از حرکت

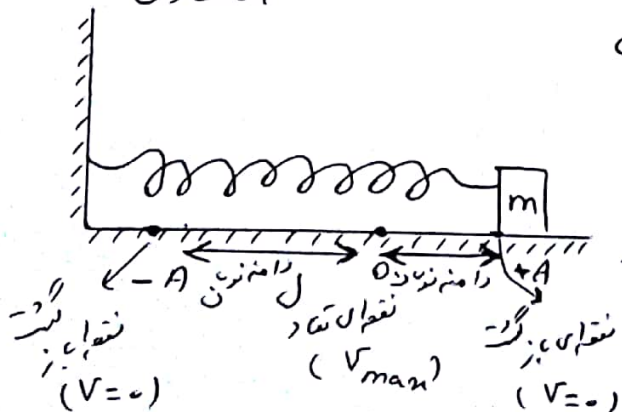
ها هند ساده نوسان دستا - جرم - فنر است. اگر روی یک سطح افقی بدون اصطکاک

جرم را به انتهای فنری که به دیوار متصل است

ببندیم و آن را کمی از وضع تعادل جابجا کرد،

در پس رها کنیم، حرکت دستا، جرم - فنر

حرکت ها هند ساده می باشد.



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

• 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 وزن 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 بدست می‌آید:

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

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \rightarrow \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}} \rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \rightarrow \begin{matrix} \text{جرم وزنه (kg)} \\ \text{ثابت فنر (N/m)} \end{matrix}$$

↓  
دوره‌ی تناوب (ثانیه)

• توضیح: رابطه‌ی مورد اشاره به این معنا بوده که هر چه جرم وزنه بیشتر و ثابت فنر کمتر باشد، دوره‌ی تناوب افزایش یافته و نوسان کندتر می‌شود.

• مثال: وزنه‌ای به جرم  $400 \text{ g}$  را به آسمای فنری با ثابت  $1000 \text{ N/m}$  بسته‌اند آن را در سطح افقی بدون اصطکاک به اندازه‌ی  $5 \text{ cm}$  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)  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2 \times 3.14 \times \sqrt{\frac{0.4}{1000}} = 2 \times 3.14 \times 0.02$

$$\rightarrow T = 0.1256 \text{ s}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{1000}{0.4}} = 50 \text{ rad/s} \quad \text{ب)}$$

$$A = 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ m}$$

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

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

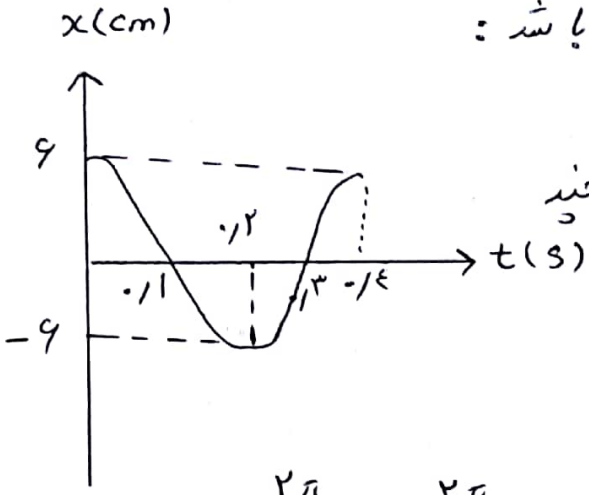
• مثال (نمودار مکان - زمان نوسان ندری در سامانه میجرم وقت)

بصورت رود است. اگر ثابت فنری برابر  $\frac{100}{m}$  باشد:

الف) جرم نوساننده چند کیلوگرم است؟

ب) اندازه میشتاب این نوساننده در  $t = 0.15$  چند

متر بر مجذور ثانیه است؟ ( $\pi^2 = 10$ )



حل) الف) بایتم به نمودار  $T = 0.14$  s

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.14} = 5\pi \text{ (rad/s)}$$

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

$$\rightarrow m = \frac{100}{25} = 4 \text{ kg}$$

ب) معادله مکان - زمان متحرک را نوشته و بایتم به  $t = 0.15$  s داریم:

$$x(t) = A \cos \omega t = 0.06 \cos 5\pi t$$

$$\rightarrow x = 0.06 \cos 5\pi \times 0.15 = 0.06 \cos \frac{3}{2}\pi$$

$$\rightarrow x = -0.06 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = -0.03\sqrt{2} \text{ m}$$

$$\rightarrow |a| = \left| \frac{F}{m} \right| = \frac{kx}{m} = \frac{100 \times 0.03\sqrt{2}}{4} = 7.5\sqrt{2}$$

$$\rightarrow |a| = 7.5\sqrt{2} \text{ m/s}^2$$

$$F = kx \text{ (نیروی کششی فنر)}$$



جیزه فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسن پور

تمرین ۱ کتاب پایین فصل ۱ یک وزنه  $۲۰\text{ N}$  را از انتهای یک فنر کاملاً بی‌آدرم،  $۲\text{ cm}$  کشیده می‌شود. پس این فنر در حالی که به یک وزنه  $۵۱۰\text{ N}$  متصل است روی میز بدون اصطکاک به نوسان در بی‌آدرم دوره‌ی تناوب این نوسان چقدر است؟  $\pi = ۳$

حل:  $\left\{ \begin{array}{l} mg = kx \rightarrow ۲۰ = k \times ۰.۰۲ \rightarrow k = ۱۰۰ \left( \frac{\text{N}}{\text{m}} \right) \\ T = ۲\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \rightarrow T = ۲\pi \sqrt{\frac{۰.۰۵}{۱۰۰}} \rightarrow T = ۲\pi \sqrt{\frac{۱}{۲۰۰}} \\ \rightarrow T = ۰.۱۳\sqrt{۲}\text{ s} \end{array} \right.$

تمرین ۲ پایین فصل ۱ هنگام جسی به جرم  $m$  به فنری متصل شد، و به نوسان در آید، با دوره‌ی تناوب  $۲\text{ s}$  نوسان می‌کند. اگر جرم این جسم  $۲\text{ kg}$  اضافه‌شود، دوره‌ی تناوب  $۳\text{ s}$  می‌شود مقدار  $m$  چقدر است؟

حل  $T = ۲\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \rightarrow \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{m'}{m}}$

$T = ۲\text{ s}$  ,  $T' = ۳\text{ s}$

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

$\rightarrow 9m = 4m + 8 \rightarrow 5m = 8 \rightarrow m = ۱.۶\text{ kg}$

تمرین ۳ پایین فصل ۱ جرم خودرودی همراه با سرنشینان آن  $۱۹۰۰\text{ kg}$  است. این خودرودی چهارفنر با ثابت  $۲۱۰۰ \times ۱۰^۴ \frac{\text{N}}{\text{m}}$  سوار شده است. دوره‌ی تناوب، بامد، و بسا مد زاری ای ارتعاش خودرودی وقتی از جاده‌ای می‌گذرد چقدر است؟ فرض کنید وزن خودرودی بطور یکدافت روی فنرهای چهار

طرف توزیع شده است.  $\pi = ۳$

بزرگترین فیزیک دوازدهم - توشان دامواج - تنظیم: محمد حسینی پور

• حل تمرین ۳ پایان فصل (

$$1400 = fm \rightarrow m = 400 \text{ kg}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{400}{20000}} = 0.16 \sqrt{2} \text{ (s)}$$

$$f = \frac{1}{T} \rightarrow f = \frac{1}{0.16\sqrt{2}} = 1.19 \text{ (Hz)}$$

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

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

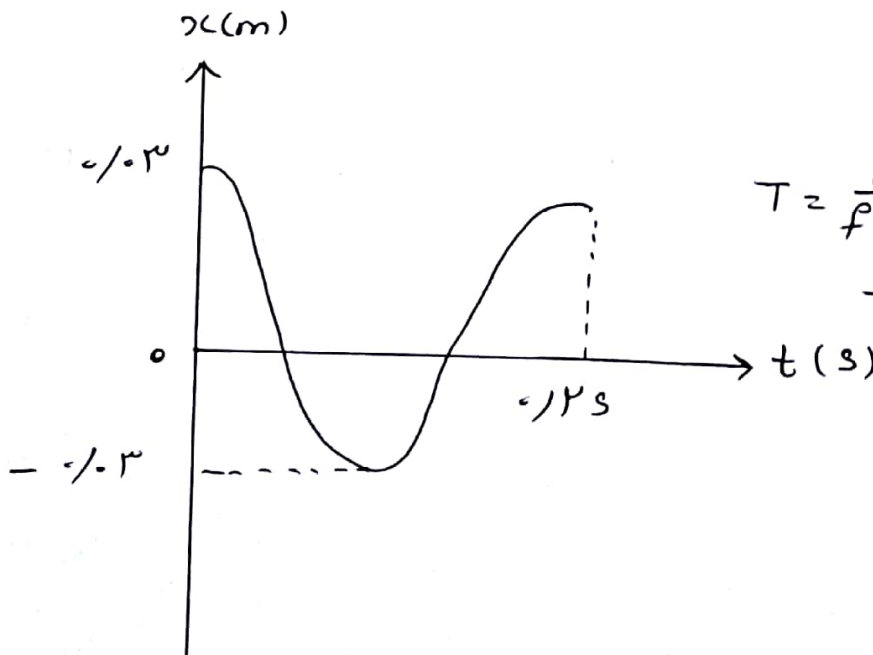
• تمرین ۴ پایان فصل کتاب ( دامنه‌ی توشان یک حرکت هماهنگ ساده  $310 \times 10^{-2} \text{ m}$  و بسامد آن  $5 \text{ Hz}$  است. معادله‌ی حرکت این توشان را بنویسید و نمودار مکان - زمان آن را در یک دوره رسم کنید.

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

(حل)

$$A = 310 \times 10^{-2} = 0.3 \text{ m}$$

$$x = A \cos \omega t \rightarrow x = 0.3 \cos 10\pi t \text{ (معادله حرکت)}$$



فیزده میزیک دوازدهم - نوسان د امواج - تنظیم: محمد حسین پور

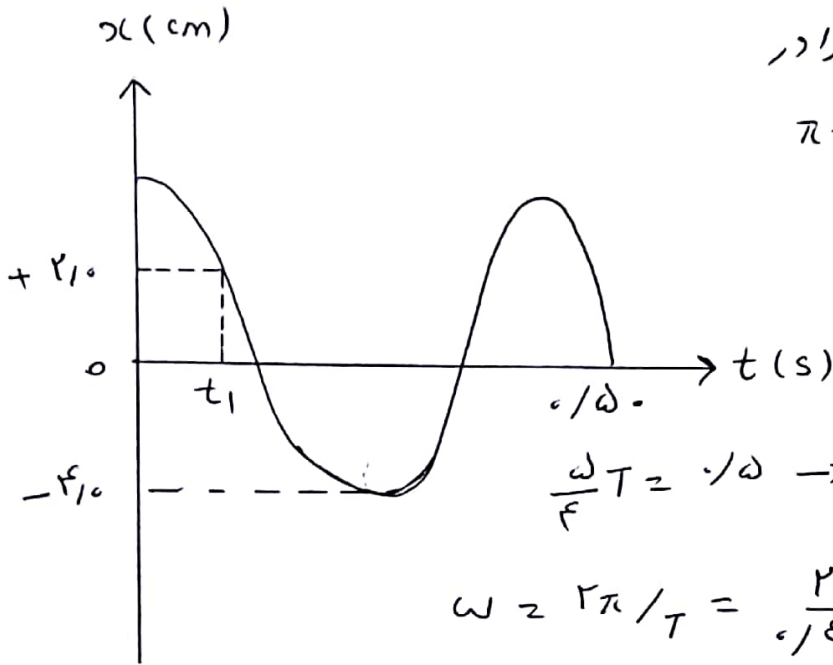
سپترین ۵ پیمان فیس کتاب ( نمودار مکان - زمان نوساننگی مطابق شکل زیر است )

الف) معادله حرکت این نوساننگ را بنویسید.

ب) مقدار  $t_1$  را بدست آورید.

پ) اندازه  $\mu$  کتاب نوساننگ را در

لحظه  $t_1$  میسب کنید.  $\pi = 3$



$$\text{حل: الف) } \frac{\omega}{T} = \frac{1}{0.4} \rightarrow T = 0.4 \text{ (s)}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.4} = 5\pi \text{ (rad/s)}$$

$$\rightarrow x = A \cos \omega t \rightarrow x = 2 \cos 5\pi t$$

$$t_1 = ? \rightarrow 2 = 2 \cos 5\pi t_1 \rightarrow \cos 5\pi t_1 = \frac{1}{2} \quad \text{ب)}$$

$$x = 2 \text{ cm} \rightarrow \cos 5\pi t_1 = \cos 60^\circ = \cos \frac{\pi}{3}$$

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

$$\left\{ \begin{array}{l} k = m\omega^2 \\ F = kx \rightarrow F = m\omega^2 x = ma \\ F = ma \rightarrow a = \omega^2 x \end{array} \right. \quad \text{پ)}$$

$$\rightarrow a = (5\pi)^2 \times \frac{2}{100} = 25\pi^2 \times \frac{2}{100}$$

$$x = 2 \text{ cm} = \frac{2}{100} \text{ m} \rightarrow a = \frac{50\pi^2}{100}$$

$$a = \frac{1}{2} \times \mu^2 = F_1 \frac{m}{s^2}$$

$$\rightarrow a = F_1 \frac{m}{s^2}$$

یا

جذوه فیزیک (دوازدهم) - نوسان دامواج - تنظیم: محمد حسنین پور

کنکور ۹۳ بومی

دامنه‌ی یک نوسانگر وزنه - فنر  $4\text{cm}$  می باشد. اند جرم وزنه  $80\text{g}$  و ثابت فنر  $200\frac{\text{N}}{\text{m}}$  باشد، در لحظه‌ای که مکان نوسانگر  $2\text{cm}$  است، شتاب نوسانگر چند

متعدد مربع ثانیه است؟ (۱) ۱۵۰ (۲) ۷۵ (۳) ۵۰ (۴) ۲۵

حل)  $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{200}{0.08}} = \sqrt{\frac{200 \times 100}{8}} = 50 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$

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

تمرین، کنکور ۹۱ بومی

ذره‌ی جرم  $500\text{g}$  روی یار خطی بطول  $10\text{cm}$  حرکت هماهنگ ساده انجام میدهد. اند دوره‌ی نوسان  $\frac{1}{3}$  ثانیه یا شد پیش‌بینی بزرگی دارد بر نوسانگر چند

نیوتون است؟ ( $\pi=10$ ) (۱) ۴ (۲) ۲ (۳) ۱ (۴)  $\frac{1}{4}$

حل)



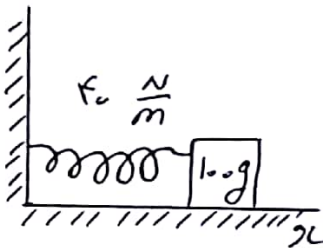
جزوه فیزیک دوازدهم - نوسان دایموج - تنظیم: محمد حسینی پور  
 تمرین: رایض ۸۰

با مد نوسان دستا، وزنه - قندی ۲۵ Hz در جرم وزنه ۱۰ g است ثابت قند چند  
 میگردن پرمتر است؟ ( $\pi = \sqrt{10}$ )

- ۱) ۱۲۵      ۲) ۲۵۰      ۳) ۵۰۰      ۴) ۱۰۰۰

( حل )

تمرین پیوسته تجربی با کمی تغییر ( در شکل معادل وزنه را از حالت تعادل  
 به اندازه ۱۰ cm در جهت محور x ها جابجا کردیم و از حال  
 سکون رها می کنیم، معادله ی حرکت آن در SI کدام است؟  
 ( مبدأ مکان، نقطه ی تعادل وزنه و مبدأ زمان نقطه ی رها  
 کردن وزنه است. وزنه با سطح افقی 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 )

جیزدہ فیزکس درازم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسن پور

• تمرین ۱، ریاضی ۸۳) یہ انتہائی کم وقت با جرم ناچند وزن کی ۵۰۰ گرامی آویزیم و آن را در راستی قائم با دامنہ کی کم بہ نوسان درمی آوریم، اگر ثابت قند ۲۰ نیوٹن برمتد باشد، وزنہ در ہر دقیقہ چند نوسان کامل انجام خواہد داد؟ ( $\pi = 1.0$ )

۱۲ (۱) ۱۸ (۲) ۳۰ (۳) ۶۰ (۴)

(حل)

• تمرین ۱، ریاضی ۸۴ خارج گشتہ) وزنہ ای را از انتہائی قندی با جرم ناچند می آویزیم و آن را در راستی قائم با دامنہ کی کم بہ نوسان درمی آوریم، اگر در حالت تعادل تغییر طول قند نسبت بہ حالت عادی ۴ cm شود، دورہ ای آن چند ثانیم خواہد شد؟ ( $g = \pi^2 \frac{m}{s^2}$ )

۱ (۱) ۲ (۲) ۱۴ (۳) ۱۶ (۴) ۱۸

(حل)

جزوه فیزیک دوازدهم - نوسان دایموج - تقطیم : محمد حسین پور  
 تمرین ۱۰ (۱۰۰ فی ۹۰) وزنه ای را از ارتفاعی چند سیکه آویزان می کنیم. در حالی که وزنه  
 به حال تعادل قرار گیرد و بایستد، طول فنر  $10\text{ cm}$  اقدایش یافته است. وزنه را از  
 این وضعیت که پایین کشید. و رها می کنیم تا در راستای قائم به نوسان در آید، در هر  
 نوسان چند ثانیه است؟ ( $g = 10\text{ m/s}^2$ )

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

(حل)

تمرین ۱۰ در یک حرکت هارمونی ساده، بردار شتاب متحرک - ... بردار جابجایی آن  
 نسبت به نقطه تعادل بوده و از نظر اندازه با آن نسبت - ... دارد.  
 (۱) هم جهت یا - مستقیم ۱۲ هم جهت یا - عکس ۱۳ در خلاف جهت - مستقیم ۱۴ خلاف جهت -  
 عکس

(حل)

جزوه فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تفهیم : محمد حسین پور  
 ترمین) در حرکت هماهنگ ساده، کدام یک از گذش های زیر در باره ی جهت پدیده  
 یزد 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 تدریجاً است .

( حل )

• مثال) در یک حرکت هماهنگ ساده، در لحظه ای که اندازه ی شتاب متحرک در حال افزایش  
 است، متحرک بطور ---- در حال تدریج شدن به نقطه ی ---- می یابد .  
 ۱) تدریجاً - تعادل ۲) تدریجاً - بازگشت ۳) گذر شده - تعادل ۴) گذر شده - باز  
 گشت ( حل ) گزینه ی ④ درست است .

اندازه ی شتاب متحرک یا 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 تدریج شدن به نقطه ی  
 بازگشت است . در می دانیم که وقتی متحرک از نقطه ی تعادل دور می شود،  
 تندی آن کم شده پس گزینه ی ④ درست است .



جزءه فیزیکی دوازدهم - نوسان و امواج - تقسیم : محمد حسین پور  
 - تمرین ، ریاضی ۸۲) کتاب یک نوسان در حرکت هماهنگ ساده بطور مرتب در هشتاد و هشت بار  
 صفر شد ، درسی این نوسان چند ثانیه است ؟

$$\frac{1}{8} \quad 14 \quad \frac{1}{4} \quad 13 \quad 8 \quad 12 \quad 4 \quad 11$$

( حل )

تمرین ، ریاضی ۸۵) نوسان در پیوسته ۲-۹ در هر دقیقه ۱۲۰ نوسان کامل انجام میدهد  
 اگر در هر دوره مسافت ۱۴ cm را طی کند بیشترین نیروی وارد بر نوسان چند نیوتون  
 است ؟ (  $\pi^2 = 10$  ) ۱) ۰/۶۴ ۲) ۰/۱۲۸ ۳) ۰/۲۵۶ ۴) ۰/۵۱۲

( حل )

جزء فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تقسیم : محمد حسین پور  
 - تمرین، گنبد بزرگی (

جیسے کہ جرم ۵۰ گرام کہ از یک عدد آویخته است، نوسان می کند، معادله مکان  
 نوسانگر در  $SE$  بعد از  $(2.0t)$   $5.0 \text{ cm}$  است، بیشترین نیروی وارد بر  
 جرم چند نیوتون است؟ (۱) ۱۱ (۲) ۱۲ (۳) ۱۳ (۴) ۱۴ (۵) ۱۵

حل ۱

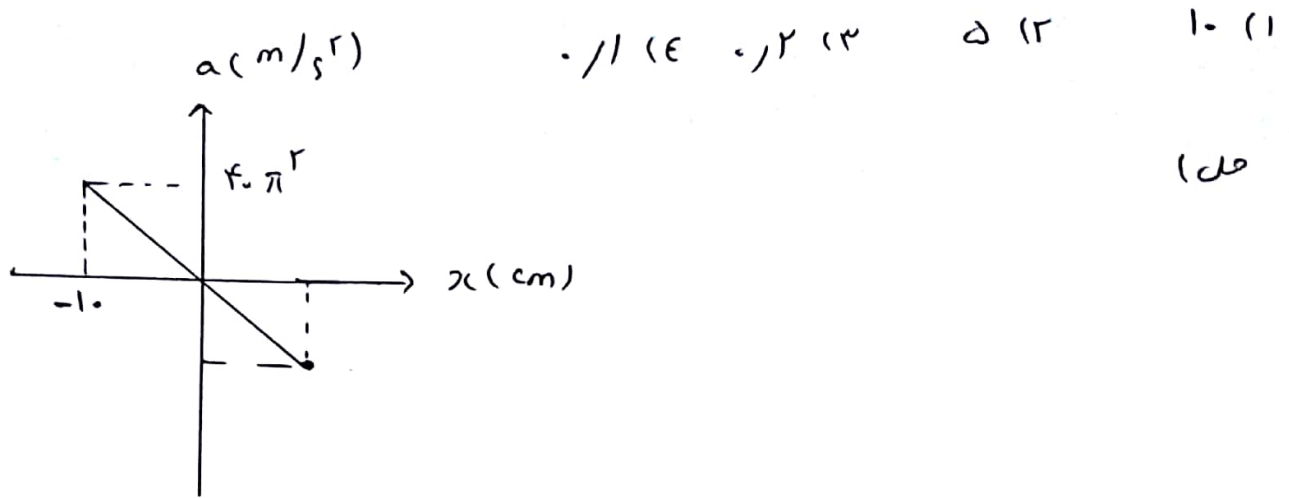
تمرین، بزرگی (۹۱)

ذره ای به جرم ۵۰ گرام روی پاره خطی بطول  $10 \text{ cm}$  حرکت می کند ساره  
 انجام میدهد، اگر دوره نوسان  $\frac{1}{3}$  ثانیه باشد، بیشترین نیروی وارد بر نوسانگر چند  
 نیوتون است؟ ( $\pi^2 = 10$ )

(۱) ۴ (۲) ۲ (۳) ۱ (۴)  $\frac{1}{3}$

جزءه فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسینی پور

تمرین ۱) نمودار شتاب - مکان نوسانگرها هندسه ساده ای که حول مبدأ مکان نوسان می کند به شکل دربردار است، پیامد این نوسان چند حد می تواند است؟



تمرین ۲) متراکم روی یار، قطری بطول ۲۰ cm حرکت می کند، این میده ۱۰ انداز می  
 شتاب متراکم در فاصله ۴ cm نقطه ی بازگشت برابر با  $2.14 \text{ m/s}^2$  باشد، در این  
 متراکم حرکت چند ثانیه است؟ ( $\pi^2 = 10$ )

۱ (۱)      ۲ (۲)       $\frac{\pi}{3.0}$  (۳)       $\frac{\pi}{1.0}$  (۴)

(حل)

جیزه، فیزیکی (دوازدهم) - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسین پور

• انرژی در دستنه جرم - فنر :

• انرژی پتانسیل کششی (U) : در دستنه جرم - فنر با جابجایی جسم و تغییر طول فنر، انرژی پتانسیل کششی در دستنه ذخیره می شود. حد هم فاعدهی جسم از نقطه تعادل بیشتر یا شد، انرژی پتانسیل سامانه بیشتر می شود. مقدار انرژی پتانسیل مجموعی جرم - فنر به طور کامل به مشغلات فنر وابسته است و به ویژگیهای جسم بستگی ندارد.

• انرژی جنبشی (K) : انرژی جنبشی سامانهی جرم - فنر به مشغلات جسم متصل به فنر بستگی دارد و از رابطه  $K = \frac{1}{2} m v^2$  بدست می آید.  
• توجه) رابطهی انرژی جنبشی دستنه در حالتی که وزنه در نقاط بازگشت قرار دارد صفر و در حالتی که وزنه در نقطه تعادل قرار دارد بیشینه است.

• انرژی مکانیکی (E) : انرژی مکانیکی سامانه یا مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل دستنه در هر نقطه از مسیر پدید آمده و از رابطه زیر بدست می آید :

• توجه) انرژی مکانیکی دستنه  $E = U + K = \frac{1}{2} k A^2$   
 ↓ دامنه (متر)      ↓ ثابت فنر (نیوتن)      ← انرژی مکانیکی (ژول) است.  
 جرم - فنر به زمان و مکان جسم بستگی ندارد و فقط تابع ثابت فنر و دامنهی نوسان است.

• مساله) ثابت کنید در حرکت هارمونیک ساده انرژی مکانیکی از رابطه زیر بدست می آید :

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

حل :  $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \rightarrow k = m \omega^2 = m \times (2\pi f)^2 = 4\pi^2 f^2 m$

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

(k) ↓  
 ↓  
 (1/s) یا (Hz) ↓  
 ↓  
 (m)

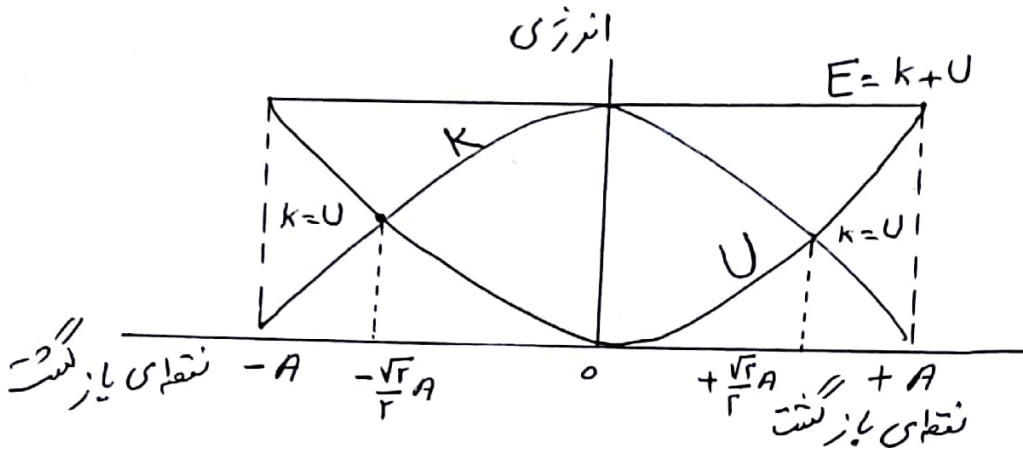


فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسین پور

نکته: در دامنه‌ها دار  $\omega = 0$  :  $V=0 \rightarrow K=0 \rightarrow E=U_{\max} = \frac{1}{2} k A^2$

در میانه نوسان ( $U=0$ ):  $V \rightarrow E = K_{\max} = \frac{1}{2} k A^2$

نکته: نمودار انرژی  $K$ ،  $U$ ،  $E$  بر حسب مکان در حرکت ها هندسه ساده:



مثال: در وقت انرژی جنبشی و پتانسیل در سینه چرم - فنر پدید می‌آید نوسان را بر حسب دامنه و پیمانه نوسان در دست آورید.

$$E = k + U$$

حل:  $k = U \rightarrow E = k + k = 2k = 2 \times \frac{1}{2} m v^2$

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

توجه: بیشترین تندی در حرکت ها هندسه ساده از رابطه  $v_{\max} = A \omega$  بدست می‌آید. وقت نوسان از نقطه تعادل می‌گذرد، همی انرژی مکانیکی آن از نوع جنبشی است، زیرا در این حالت فنر طول عادی خود را دارد ( $x=0$ )

ولی تندی بیشینه بودن پس برای نقطه تعادل دار  $\omega$ :

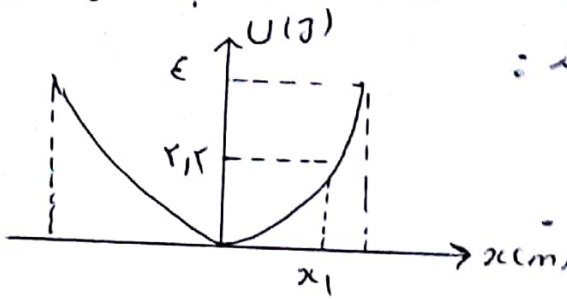
$$k = E \rightarrow \frac{1}{2} m v_{\max}^2 = \frac{1}{2} k A^2, \quad k = m \omega^2$$

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

$$28 \rightarrow v_{\max} = A \omega$$

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

مثال ( نمودار انرژی پتانسیل بر حسب مکان یک دستگاه جرم - قند مطابق شکل است -



اگر ثابت قند  $\frac{20}{m}$  و جرم نوسانگر  $100$  باشد:

الف) دامنه نوسان را بدست آورید.

ب) تندی نوسانگر در مکان  $x_1$  را بیابید.

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

$$U_{max} = E \rightarrow \frac{1}{2} k A^2 = \frac{1}{2} \times 20 \times A^2 \rightarrow A^2 = \frac{E}{10}$$

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

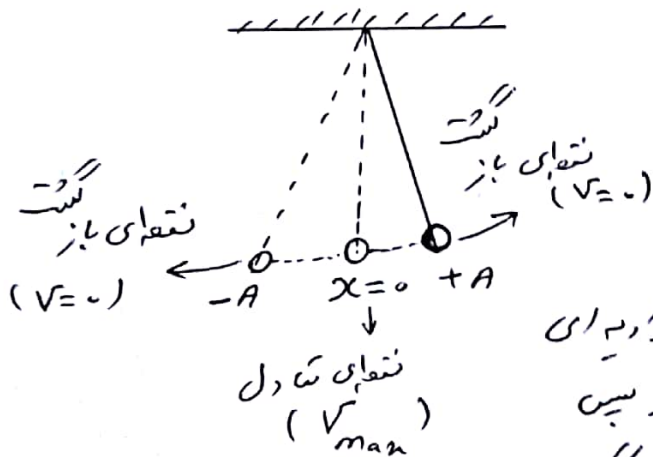
ب) در مکان  $x_1$  انرژی پتانسیل  $2.12$  جورد. پس داریم:

$$k + U = E \rightarrow k + 2.12 = 4 \rightarrow k = 4 - 2.12 = 1.88$$

$$\rightarrow k = \frac{1}{2} m v^2 \rightarrow 1.88 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{100} v^2 \rightarrow 1.88 \times 200 = v^2$$

$$\rightarrow v = 6 \text{ m/s}$$

• آونگ ساده:



آونگ ساده از وزن ای به جرم

$m$  که از نخ بدون جرم به طول ثابت  $L$  آویزان است، تشکیل می‌شود،

می‌توان نشان داد که آونگ را با زاویه ای

بسیار کوچک از وضع تعادل منحرف کرده و پس

رها کنیم وزنی آونگ حرکت هائیک ساده انجام می‌دهد.

• توجه! آنچه را که در مورد نوسان دستگاه جرم - قند بیان شد در مورد

آونگ ساده هم صدق می‌کند.

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

• با مدزادیم و در روی تار آونگ ساده:

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

↓ دوره آونگ (s)  
 ↓ شتاب گرانش ( $\frac{9.8 \text{ m}}{\text{s}^2}$ )

• نکته: روابط یا لانشان میدهد که با مدزادیم ای و در روی نوسان آونگ ساده به جرم و وزن و دامنه نوسان بستگی ندارد.

• نحایه ۱۹۴ آونگ ساده ای در ۵۴ ثانیه، ۳۰ نوسان کامل انجام میدهد. طول این آونگ چند متر است؟ ( $g = 9.8$ )

$$T = \frac{t}{n} = \frac{54}{30} = \frac{9}{5} = 1.8 \text{ s} \quad \text{(حل)}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{1.8} = \frac{2\pi}{\frac{18}{100}} = \frac{200}{18}\pi = \frac{100}{9}\pi$$

$$\rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{L}} \rightarrow \frac{100}{9}\pi = \frac{g}{L} \rightarrow L = \frac{81}{100} \text{ m}$$

$$\rightarrow L = 0.81 \text{ m} \text{ یا } 81 \text{ cm}$$

• نحایه ۱۸۹ ترفیع دهید که چگونه می توان به کمک یک آونگ ساده، شتاب گرانش یک محل را اندازه گیری کرد.

حل: ابتدا طول آونگ در زمان چند نوسان کامل آنرا اندازه گرفته و دوری

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \text{ پس با استفاده از رابطه ای}$$

شتاب گرانش محل را حساب می کنیم.

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

- مثال) آونگی حرکت هماهنگ ساده دارد، اگر:

۱) وزنی آونگ خالی بسبب نباشد. (۲) سیم آونگ خالی دراز نباشد.

۳) طول مکانی که آونگ تاب می خورد خالی کوتاه نباشد.

۴) طول مکانی که آونگ تاب می خورد خالی بزرگ نباشد.

حل) حرکت آونگ متعادل است. حرکت هماهنگ ساده است. و قطر دامنه

نوسان کوچک نباشد. اختلاف حرکت با نوسان هماهنگ میسر می شود.

ن. مثال) طول آونگ ساده می کم دامنه چند cm باشد تا بتواند در هر دقیقه ۳۰ نوسان

انجام دهد؟  $(\pi^2 = 10)$   $(g = 10 \frac{N}{kg})$   
 ۲۰۰ (۴) ۱۰۰ (۳) ۲ (۲) ۱ (۱)

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) دامنه حرکت مگدومی آونگ ساده ای ۱.۵ cm و بسبب سرعت آن

۷.۵  $\frac{cm}{s}$  است، طول این آونگ چند cm است؟  $(g = 10 \frac{N}{kg})$

۴۰ (۴) ۳۰ (۳) ۲۰ (۲) ۱۰ (۱)

حل)  $v_{max} = A\omega \rightarrow 7.5 \times 10^{-2} = 1.5 \times 10^{-2} \omega$

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

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

$\rightarrow L = \frac{10}{25} = 0.4m = 40cm$

$\rightarrow L = 40cm$

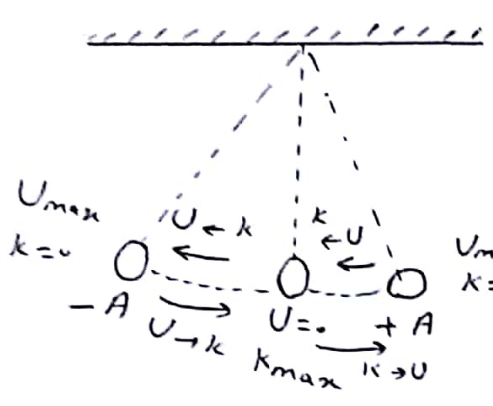


جزءه فیزیکی دوازدهم - نوسان و امواج - تقسیم: محمد حسینی پور

مثال ۱) ترسینگ دهید در حرکت هماهنگ ساده، ورنه - مقدار دامنای نوسان دو برابر شدیم تغییر در دوره، سرعت و بیشترین مکان نوسان شد ایجاد می شود؟

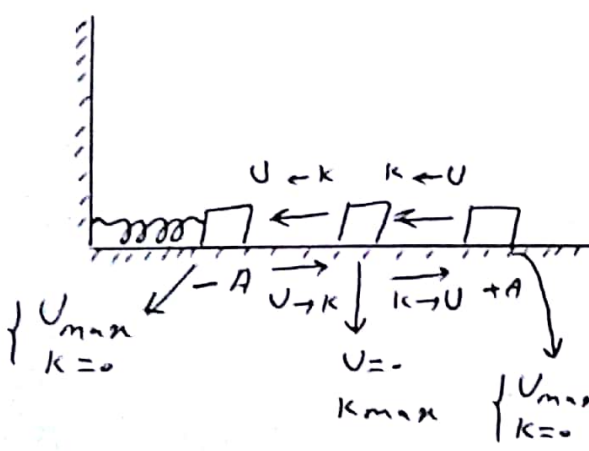
حل) اگر  $A \rightarrow A$  یا  $\omega$  یا  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$  در دوره تغییر ایجاد نمی شود.

و سرعت بیشترین برابر  $v_{max} = A\omega$  پس سرعت  $v_{max}$  آن برابر می شود. و انرژی مکانیکی آن با توجه به رابطه  $E = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2$  انرژی مکانیکی  $(A^2)$ ،  $\omega$  برابر می شود.



انرژی در نوسان آویز ساده: در آویز ساده، هم در نقاط بازگشت، سرعت و انرژی جنبه صند است اما انرژی پتانسیل است. در نقطه تعادل، سرعت و انرژی جنبه بیشترین و در نیمه انرژی پتانسیل صند است. در صورتی که از مقاومت هوا صرف نظر شود، در طول نوسان انرژی مکانیکی همواره ثابت می ماند و دائماً انرژی پتانسیل به انرژی جنبه و انرژی جنبه به انرژی پتانسیل تبدیل می شود.

توجه: انرژی مکانیکی که با مجموع انرژی های جنبه و پتانسیل برابر است، در آویز ساده هم مانند دستگاه جرم - فنر با فنر دامنای و جبهه در بامه مناسب است کفین ردیدو



تغییرات انرژی در آویز ساده و  $U_{max}$  و  $k_{max}$  دستگاه جرم - فنر نشان میدهد.

جزوه فیزیک دو از دهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسین پور

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

الف) کاهش جرم گلوله آونگ (پ) کاهش طول رسیان آونگ (ب) کاهش دامنه نوسان آونگ

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

حل) گزینه ی ① درست است.

تعداد نوسان ها در مدت زمان معین به دوره ی تناوب بستگی دارد، دوره ی تناوب آونگ ساده ی کم دامنه  $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$  که این رابطه نشان میدهد دوره تناوب به جرم و دامنه ی آونگ بستگی ندارد پس تغییرات الف و پ تأثیری روی تعداد نوسانها در مدت زمان معین ندارد. اما گزینه ی ① یعنی کاهش طول رسیان یا ترمیم به رابطه ی

دوره ی تناوب باعث کاهش  $T$  شده از طرفی با ترمیم به رابطه ی  $T = \frac{t}{n}$  و

$n = \frac{t}{T}$  افزایش تعداد نوسانها زیاد خواهد شد.  
↓ کاهش

تمرین) ریفن خابرج (۹۱) آونگ ساده ای به طول ۲۴٫۵ سانتیمتر در حال نوسان است.

دوره ی آن چند ثانیه است؟  $(g = 9.8 \frac{m}{s^2}, \pi = 3.14)$

۱) ۱      ۲) ۲      ۳) ۳      ۴) ۴

حل)

فرضه فیزیکی درازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسین پور

• تمرین ۲، ر. ۸۸ ض. خارج)

معادله حرکت آونگ ساده‌ای در نوسانات کم دامنه و در SE بعد از  $c_1 + \pi x = 0$  است. آنگاه  $\omega = \pi^2 = 10$  فرض شود، طول آونگ چند متر است؟

- (۱) ۵/۰ (۲) ۱ (۳) ۲ (۴)  $\sqrt{10}$

(حل)

• تمرین ۲، ر. ۹۲ ض. 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 ۲، ر. ۸۳ ض. خارج) دوره‌ی آونگ ساده‌ای ۳ ثانیه است. کاهش طول آونگ چه کسری از طول اولیه‌ی آونگ شد تا دوره‌ی آن یک ثانیه شود؟

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

(حل)

فیزک دوازدهم - نوسان و امواج - تقطیم : محمد حسین پور

• تمرین، بزرگی ۹۱ خارج ( دو آونگ ساده A و B در کنار هم نوسان می کنند 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)  $\frac{14}{25}$

( حل )

• تمرین، ریفی ۱۸۸ ( معادله می نورد - مکان نوسانگر ساده ای در SI بعد از  $F = -\pi^2 c$  است. اگر جرم نوسانگر ۱۰g باشد، این نوسانگر در هر دقیقه چند نوسان کامل انجام میدهد ؟

(۱) ۱۵۰ (۲) ۳۰۰ (۳) ۲۵۰ (۴) ۲۰۰

( حل )



فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسینی لاری

تمرین، بجزی ۹۵ خارج) گلوله‌ای که به فنری متصل است، در یک سطح افقی بدون اصطکاک بین دو نقطه‌ای ۱۴ و ۲۰ نوسان می‌کند و در هر ۱۴۵ - ۲۰ نوسان کامل انجام می‌دهد. اگر بیشینه‌ی شتاب نوسان  $2.0 \text{ m/s}^2$  باشد فاصله‌ی  $14 \text{ N}$  چند  $\text{cm}$  است؟ ( $\pi^2 = 10$ )

۴۷۱۰ (۴)

۴ (۳)

۲۷۱۰ (۲)

۲ (۱)

(حل)

تمرین، بجزی ۹۴) در یک نوسان آونگ ساده‌ای در یک مکان معین برابر ۲ ثانیه است و در مدت ۲۱۶ دقیقه  $N$  نوسان کامل انجام می‌دهد، طول آونگ را چند درصد کاهش یا افزایش دهیم تا در همان مدت و در همان مکان  $N - 18$  نوسان کامل انجام دهد؟

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

(حل)

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

• تمرین ۱) ساعت آدنگ داری (با آدنگ ساده) در محلول تنظیم شده است. اگر این ساعت به منطقه  
در استراپرد، شود ..... می افتد. زیرا در درجه تناوب آدنگ آن ..... می یابد.  
۱) عقب - کاهش ۲) عقب، اقدایش ۳) جلو، کاهش ۴) جلو، اقدایش  
(حل)

• تمرین ۲) بزرگی (۸۰)

با یک جسم دیک فنر، یک نوسانگر ساده ساخته ایم. در مدتی که جسم بطرف مرکز نوسان (جایی که فنر  
طول مادی خود را دارد) نزدیک می شود، انرژی مکانیکی و انرژی پتانسیل آن به ترتیب  
چگونه تغییر می کنند؟

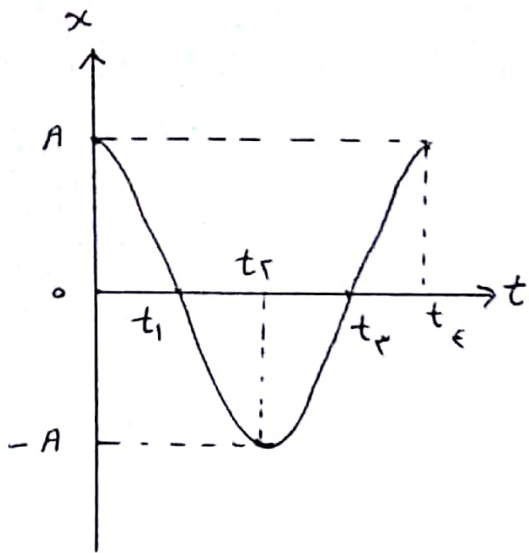
۱) اقدایش - ثابت ۲) ثابت - اقدایش ۳) ثابت - کاهش ۴) کاهش - ثابت

(حل)

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

تمرین ۱۰ (۹۰ دقیقه) - شکل مقابل نمودار مکان-زمان یک نوسان ساده است. در کدام بازه‌های زمانی

انرژی پتانسیل کششی رو به افزایش است و شتاب نوسانگر صفر است؟



(۱) صفر تا  $t_1$

(۲)  $t_3$  تا  $t_4$

(۳)  $t_2$  تا  $t_1$

(۴)  $t_3$  تا  $t_2$

حل ۱

تمرین ۱۰ (۹۰ دقیقه) - ما در می حرکت هماهنگ ساده که در  $SL$  بسوزد  $\omega = 0.40510\pi$  است.

اگر در  $t_1$  نوسانگر  $200$  گرم باشد، به ترتیب از راست به چپ، بیشترین انرژی پتانسیل نوسانگر چند

ژول است و در چه لحظه‌ای بر حسب ثانیه، برای اولین بار این انرژی به صفر می‌رسد؟

(  $\pi^2 = 10$  ) (۱)  $0.4 - 0.2$  (۲)  $0.4 - 0.5$  (۳)  $0.16 - 0.2$  (۴)  $0.16 - 0.5$

حل ۱

فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسین پور  
تمرین، بررسی ۹۵ خارج)

هرگاه، پیشه‌ی جابجایی یک نوسان کننده به جرم ۰.۰۱۰۰ کیلوگرم در نیم دوره برای ۱۰ cm و انرژی مکانیکی آن  $1.25 \times 10^{-2} \pi^2$  ژول باشد، معادله‌ی مکان - زمان متحرک در SI کدام است؟

- (۱)  $x = 0.1 \cos 1.0 \pi t$   
 (۲)  $x = 0.05 \cos 1.0 \pi t$   
 (۳)  $x = 0.1 \cos 5 \pi t$   
 (۴)  $x = 0.05 \cos 5 \pi t$   
 (حل)

تمرین، بررسی ۱۸۷  
 دامنه‌ی حرکت نوساننده وزنه - فنر ۵ cm است. اگر جرم وزنه ۲۰۰ گرم و ثابت فنر  $200 \frac{N}{m}$  باشد، انرژی کل نوساننده چند ژول است؟

- (۱) ۰.۱۲۵ (۲) ۲.۵ (۳) ۵ (۴) ۵۰  
 (حل)

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

بخش ۱، برقی ۸۶

نوسانهای غیر سینوسی یا ثابت  $\frac{v}{m}$  ۱۰۰ بسته شده و بادامه  $f_{cm}$  حرکت هابند ساده انجام می دهد، انرژی جنبشی آن در گره ای که از مبدأ نوسان (نقطه تعادل) می گذرد چند ژول است؟

۱۶ - ۱

۱۲ - ۲

۸ - ۳

۶ - ۴

بخش ۱، برقی ۸۴) انرژی جنبشی و پتانسیل نوسانهای ساده در یک گره ای معین برابر است ۱۱۲ - و ۱۰۶ ژ است. اگر جرم نوسانگر ۱۰ و دامنه حرکت  $f_{cm}$  باشد در هر حرکت

چند ثانیه است؟ (۱)  $300\pi$  (۲)  $\frac{4\pi}{3}$  (۳)  $\frac{\pi}{75}$  (۴)  $\frac{4\pi}{3\sqrt{10}}$

(حل)



جزوه فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تقسیم: محمد حسین پدر  
 ترمین، بزرگ (۹۵)

نوسانندی به جرم ۱۰۰ گرم روی پاره خطی به طول ۲۰ cm حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد و در مدت  $\frac{1}{4}$  ثانیه از مرکز نوسان به انتهای میسر می‌رسد، انرژی جنبشی نوساننده در مرکز نوسان چند میلی ژول است؟ ( $\pi^2 = 10$ )

۲۵ (۴)

۲۰ (۳)

۸ (۲)

۲ (۱)

(حل)

ترمین، ری (۹۷ خارج) معادله نیرو - مکان نوساننده ساده‌ای به جرم ۲۰۰ گرم در SI  
 بعدت  $F = -180x$  است. اگر بیسیه‌ی انرژی جنبشی این نوساننده ۲۲۵ میلی ژول  
 باشد معادله مکان - زمان این نوساننده در SI کدام است؟

$x = 0.3 \cos 5\pi t$  (۴)  $x = 0.5 \cos 3\pi t$  (۳)  $x = 0.3 \cos 5\pi t$  (۲)  $x = 0.5 \cos 3\pi t$  (۱)

(حل)

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

• تمرین، بزرگی ۸۷ (خارج) رابطه انرژی جنبش نوسان ساده ای بر حسب زمان در  $SL$  به صورت

$k = 0.36 \sin^2(4\pi t)$  است در لحظه  $t = \frac{1}{13}$  s انرژی پتانسیل نوسان چند ژول است؟

- (۱) ۰/۰۰۹ (۲) ۰/۰۲۷ (۳) ۰/۰۳۶ (۴)  $0.18\sqrt{3}$

(حل)

• تمرین) معادله انرژی جنبش - مکان یک نوسانگر که حرکت هارمونیک ساده انجام می دهد،

در  $SL$  به صورت  $k = 0.16 - 4.0x^2$  است. دامنه حرکت نوسانگر چند cm است؟

- (۱) ۲ (۲) ۴ (۳) ۸ (۴) ۱۶

(حل)

جزء ۰ فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسین پور

۰ تمرین، بزرگی (۸۱) در لحظه ای که اندازی همیشه یک نوسانگر ۳ برابر اندازی تانین آن است. سرعت نوسانگر چند برابر بیشینه سرعت آن است؟

$$\begin{array}{cccc} 2 & 3 & \frac{\sqrt{3}}{2} & \frac{1}{3} \\ (4) & & & (1) \end{array}$$

(حل)

۰ تمرین، ره فی (۸۳)

در لحظه ای که اندازی تانین یک نوسانگر ۸ برابر اندازی همیشه آن است، سرعت نوسانگر  $2 \text{ m/s}$  است، بیشینه سرعت این نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟

$$\begin{array}{cccc} 18 & 12 & 8 & 6 \\ (4) & (3) & (2) & (1) \end{array}$$

(حل)

جزءه فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تقسیم : محمد حسین پور

تمرین، بررسی ۸۶ خارج )

بیشترین سرعت یک نوسان ساده  $5 \text{ m/s}$  است. در لحظاتی که انرژی پتانسیل نوسان ۳ برابر انرژی جنبشی آن است. اندازه‌ی سرعت نوسان چند متر بر ثانیه است ؟

۱) ۱٫۲۵ (۲) ۲٫۱۵ (۳) ۷٫۱۵ (۴) ۱۰

( حل )

تمرین، بررسی ۹۶ خارج )

انرژی مکانیکی نوسان  $10 \text{ J}$  برابر  $20 \text{ mJ}$  است. در لحظاتی که انرژی پتانسیل کششی نوسان  $15 \text{ mJ}$  است، بزرگی سرعت نوسان چند  $\frac{\text{cm}}{\text{s}}$  است ؟

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

( حل )

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

تمرین، ریاضی ۹۳) نوسان و وزن - تندی سطح افقی بدون اصطکاک با دامنه  $A_1$  و بسامد  $f_1$  نوسان می کند در لحظه ای که نوسان در بیشترین فاصله از مرکز نوسان قرار دارد،  $\frac{3}{4}$  جرم وزن، کند شده و جدا می شود و جرم باقی مانده متعلق به همان فنر و نوسان ادامه می دهد اگر در این حالت بسامد  $f_2$  و دامنه  $A_2$  باشد نسبت های  $\frac{A_2}{A_1}$  و  $\frac{f_2}{f_1}$  به ترتیب از راست به چپ کدام اند؟

۱) ۱، ۱    ۲) ۱، ۲    ۳) ۲، ۱    ۴) ۲، ۲

(حل)

تمرین، ریاضی ۹۱ خارج) در یک حرکت نوسانی ساده، دامنه نوسان  $5\text{ cm}$  و اندازه شتاب در ۲ سانتی متری نقطه تعادل  $8\text{ cm/s}^2$  است. تندی نوسان در نقطه ای

تعادل چند  $\frac{\text{cm}}{\text{s}}$  است؟ ۱)  $\frac{10}{3}$     ۲) ۵    ۳)  $\frac{20}{3}$     ۴) ۱۰

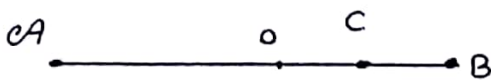
(حل)



جزوه فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسین پور  
 سیزدهمین، بزرگ ۱۸۳ به انتهای فرسبگی با ثابت مقد  $\frac{v}{\lambda} = 100$  و زن ای به جرم  $1 \text{ kg}$  را  
 می بندیم و آن را طوری نه می داریم که طول فنر تغییر نکند، از آن نقطه زن را رها  
 می کنیم تا دستاء حرکت ها هند ساده انجام دهد، سرعت این نوسان در لحظه ای  
 عبور از وضع تعادل چند متر بر ثانیه است؟  $(g = 10 \frac{m}{s^2})$   
 حل

سیزدهمین، بزرگ ۱۸۴ نوسان در  $AB = 10 \text{ cm}$  حرکت نوسانی ساده دارد، به طوری که  
 که فاصه  $C$  تا  $B$  را در مدت حداقل  $\frac{\pi}{2}$  ثانیه طی می کند و وسط  $AB$  و  $OC = 2.5\sqrt{2} \text{ cm}$   
 است. سرعت نوسان هنگام عبور از نقطه ای  $O$  چند  $\frac{cm}{s}$  است؟

۱) ۲.۵ ۲) ۳ ۳) ۳ ۴) ۱.۲۵√۲



حل

عزده فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تقطیم: محمد حسین پور

• بسامد طبیعی: اگر نوسان گدی با بسامد معینی شروع به نوسان کند، بسامد طبیعی گفته می شود و بسامد طبیعی را با  $f_0$  نشان می دهیم.

• 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 سامانه جرم - فنری را که جرم نوسانگر آن  $25 \text{ gr}$  و ثابت فنر آن  $\frac{22.5 \text{ N}}{\text{m}}$  است بدست آورید.

حل:  $f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{22.5}{25 \times 10^{-3}}} = \frac{3}{2\pi} = \frac{1.5}{\pi} \text{ (Hz)}$

• نوسان واداشته: اگر به نوسان گدی، نیروی خارجی اعمال شود که در این صورت با مددی فزاید داشته که به آن نوسان واداشته گوئیم و با  $f_0$  نشان می دهیم. (مانند هل دادن تاب)

• توجه: در نوسان های واداشته  $f_0$  می تواند با  $f_0$  برابر باشد و یا این که با آن برابر نباشد.

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

• پدیده ی تشدید (رزونانس): اگر در یک نوسان واداشته بسامد نوسان واداشته ( $f_0$ ) برابر با بسامد طبیعی سامانه ( $f_0$ ) شود، دامنه ی نوسان بزرگ و بزرگتر می شود. در این حالت اصطلاحاً می گوئیم برای نوسان تشدید یا رزونانس رخ داد. است.

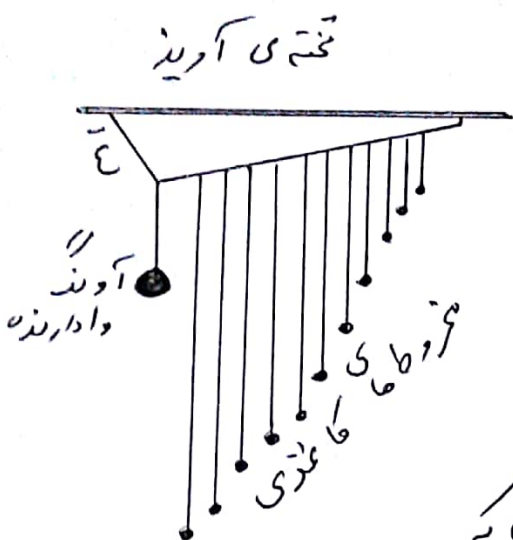
• نکته: اگر به یک نوسانگر با بسامد های بیشتر یا کمتر از بسامد طبیعی اش نیرو وارد کنیم، دامنه ی نوسان کوچکتر از حالت فزاید شده که بسامد نیروی وارد

شده به نوسانگر برابر با بسامد طبیعی آن است.

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

آونگ های یارتون :

آونگ های یارتون به آونگ های مشابهی  
 آونگ های شش روبرو گوئیم که یک از روش های  
 مشاهده پدیده تشدید است. این آونگ ها  
 مثل یک آونگ سنجین و چند آونگ سبک است،  
 نوسان آونگ سنجین که به آن آونگ وادارنده  
 گوئیم باعث تاب خوردن آونگ های سبک و  
 سایه آونگ ها را به نوسان در می آورد.



دامنه نوسان همی آونگ های سبک به جز آن که  
 طول یک نی یا آونگ وادارنده دارد، کوچک است.

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

مثال) در مجموعی آونگ های یارتون، آونگی به طول  $10\text{ cm}$  بیشترین دامنه  
 نوسان را داشته است. ب مد زاویه ای نوسان های آزاد آونگ  
 چند روزه پیش پدیده تشدید است؟  $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

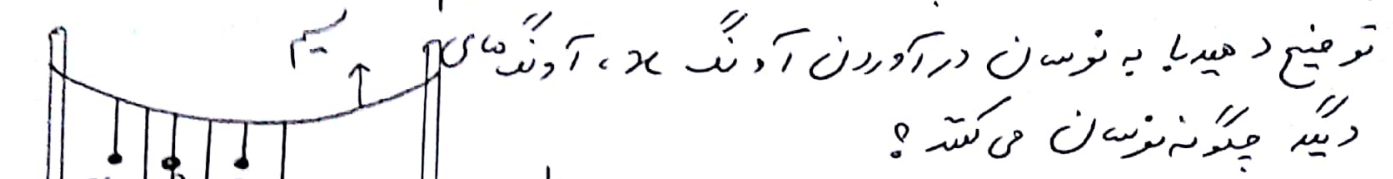
حل) در آونگ های یارتون، آونگ بیشترین نوسان را دارد که طولش با طول  
 آونگ وادارنده برابر باشد، پس آونگ وادارنده دارای طول  $10\text{ cm}$   
 است و ب مد زاویه ای نوسان های آن بعد رت زبر است :

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}} = \sqrt{\frac{10}{1}} = \sqrt{100} = 10 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\rightarrow \omega = 10 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

فرد - فیدیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسین پور

تمرین کتاب (مطابق شکل چند آونگ را از سبب آونجته ایم.



توضیح دهید با چه نوسان در آونگ  $\alpha$ ، آونگهای دیگر چگونه نوسان می کنند؟

حل: همگی آونگ ها شروع به نوسان می کنند.

آونگ B که هم طول آونگ  $\alpha$  است، زمان

بیشتری را به نوسان ادامه می دهد یعنی شدید در آونگ هم طول  $\alpha$  رخ می دهد.

تمرین، نت ( پنج آونگ ساده به طول های 125 cm، 90 cm، 60 cm، 45 cm، 20 cm

از میله ای افقی آونزان اند، میله با پسماند زاویه ای درگتند:  $4 \text{ rad/s}$  تا  $5 \text{ rad/s}$  بطور افقی به نوسان در می آید، دامنه ای کدام آونگ ها از بقیه آونگ ها

بیشتر است؟ (  $g = 10 \frac{m}{s^2}$  )

1) 20 و 45 و 90 متره  $2) 45$ ،  $60$  و  $90$  متره  $3) 60$ ،  $90$  و  $125$  متره

حل: گزینه ی 1 درست است.

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

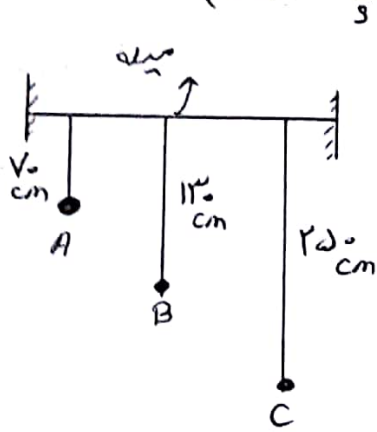
$$5 = \sqrt{\frac{10}{L_2}} \rightarrow 25 = \frac{10}{L_2} \rightarrow L_2 = \frac{10}{25} m = 40 \text{ cm}$$

آونگ های 1 که طولشان در محدوده ی  $40 \text{ cm}$  تا  $62.5 \text{ cm}$  قرار داشته باشند

در چارگتند می شدند پس گزینه ی 1 درست است.



فیزده فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم : محمد حسین پور  
 • مثال) در شکل روی واگن میله با بسامد زاویه ای  $2 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$  به نوسان در آید، کدام  
 آونگ با دامنه بزرگ تری به نوسان در می آید؟ ( $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ )



حل) آونگی که بسامد طبیعی آن برابر با بسامد نوسان  
 میله است، با دامنه بزرگ تری شروع به نوسان می کند  
 پس باید مشخص کنیم که بسامد زاویه ای کدام آونگ  
 برابر  $2 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$  است.

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}} \rightarrow \nu = \sqrt{\frac{1}{L}} \rightarrow f = \frac{1}{L}$$

$$\rightarrow L = \frac{1}{f} = 2,5 \text{ m} = 250 \text{ cm}$$

پس آونگ C با دامنه ی بیشتری نوسان خواهد کرد.

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

حل) بسامد نیروی که به جرم وارد می کنیم، باید برابر بسامد طبیعی نوسان  
 بوده تا تشدید رخ دهد پس داریم:

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

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

$$\text{داریم } \pi = \sqrt{10}$$

$$\rightarrow f_c = 1 \text{ Hz}$$

• پس بسامد نیروی وارد شده باید  $1 \text{ Hz}$  باشد.



هزده فیزیکی دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم : محمد حسین پور  
• تمرین) کدام یک از گزینه های زیر نادرست است ؟

- ۱) هر نوسانند، فقط با یک بسامد معین می تواند به نوسان در آید.
- ۲) در نوسان واداشته، نیروی خارجی بر نوسانند آن وارد می شود.
- ۳) اگر بسامد طبیعی نوسانند با بسامد نوسان واداشته آن برابر باشد، پدیده تشدید رخ میدهد.

۴) در صورت اتلاف انرژی در یک نوسانند، ممکن است نوسان های آن  
میرا یا شد و سرانجام متوقف شود.

حل)

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

$$f_d > f_0 \quad (1) \quad f_d < f_0 \quad (2) \quad f_d = f_0 \quad (3) \quad f_d \neq f_0 \quad (4)$$

حل)

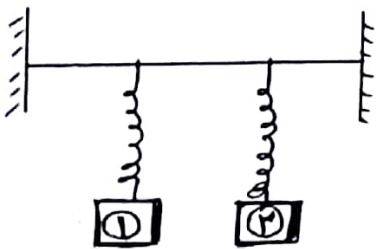
فیزوه فیزیکی دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسین پور  
 • تمرین) طول آونگ های ساده A, B, C, D که از رسیان افقی آونگان  
 هستند در جدول مقابل نوشته شده است. آنگاه در رسیان نوسان های افقی  
 با دوری تناوبی درگته های ۱ و ۲ ایجاد شود، کدام آونگ ها به  
 تسدید در می آیند؟ ( $\pi = 3$ )

- 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

• تمرین) در شکل رو به رو سامانه جرم و فنر به یک رسیان افقی متصل هستند.  
 سامانه ۱ را به نوسان در می آوریم. فزیدب سفره فنر در دو سامانه ۱, ۲  
 به ترتیب  $15 \frac{N}{m}$  و  $20 \frac{N}{m}$  است. آنگاه جرم سامانه ۱ برابر ... باشد  
 جرم سامانه ۲ چندگرم باشد تا پدیده تسدید رخ دهد؟

- ۱۱ - ۴۵  
 ۱۲ - ۸۰۰  
 ۱۳ - ۶۰۰  
 ۱۴ -  $\frac{3200}{3}$



(حل)

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

• محیط گشایش: به محیطی که وقتی در آن تغییر شکل ایجاد کرده و به حال خود برمیگردیم نیروهای گشایشی بین اجزای محیط، محیط را به حالت اول خود برنگرداند مانند یا محیطی که مانند فنر عمل می کند.

• نکته: بیشتر جامدات، مایعات و گازها محیط گشایش هستند.

• مثال: اگر توی را در آب فرو ببریم و در آنجا آب بر روی آن عمل کند پس آب محیط گشایش است.

• تپ: هدگام چشمه موج، تنها یک بار به سمت بالا و پایین حرکت کند و نوسان خود را ادامه ندهد، موج حاصل، شکل به صورت بالادارد و به آن اصطلاحاً تپ گوئیم.  
یا (تغییر شکل که جزء کوچکی از محیط را در برداشته و در محیط پیش می رود را گوئیم)  
• انتقال: انتقال تپ در محیط را انتقال گوئیم.

• موج: به تپ های متوالی که در اثر نوسان یک جزء از یک محیط گشایش تولید شده و به دنبال هم در محیط منتشر می شود را موج گوئیم.

• امواج مکانیکی: به امواجی که در اثر نوسان ماده ایجاد شده و در محیط های مادی گشایش منتشر می شوند. مانند امواج صوتی و امواج منتشر شده در طناب و سطح آب.  
• نکته: امواج مکانیکی برای تولید و انتقال 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: هدگام یک جزء از یک محیط گشایشی را که در حال تعادل است با

حرکت ساده هماهنگ در آنجا نوسان با نوسان آن جزء تپ های متوالی

در محیط تولید و به دنبال یکدیگر منتشر می شوند چنین موجی را موج سینوسی گوئیم.

• نکته: دریا پارزون یکی از وسایلی است که به عنوان چشمه موج بکار می رود.

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

• مثال) مواردی را از امواج مکانیکی در جامدات، مایعات و گازها مثال بزنید.  
حل) ① امواج لرزه‌ای زمین لرزه که در واقع انتقال ارتعاش‌های لایه‌های زیرین زمین به سطح زمین است، نمونه‌ای از انتقال موج مکانیکی در محیط جامد بود. که در این جا محیط جامد، پوسته زمین است.

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

③ امواج صوتی که در هوا منتشر می‌شود هم نمونه‌ای از انتشار موج مکانیکی در محیط گازی می‌باشد.

• نکته) موج‌ها از نظر محیط انتشار به دو دسته تقسیم می‌شوند ① امواج مکانیکی

② امواج الکترومغناطیسی ← امواج هستند که الف) برای انتشار به محیط مادی نیاز ندارند. (در خلأ هم منتشر می‌شوند.)

ب) امواج الکترومغناطیسی مثل پرتوهای گاما، پرتوهای ایکس، فزبنفش، نور مرئی، امواج فرودسرخ، مایکرو و موج، امواج رادیویی و ...

پ) انرژی امواج الکترومغناطیسی توسط میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی منتقل می‌شود.

• مثال) آزمایش را طرازی کنید که نشان می‌دهد امواج مکانیکی به محیط مادی نیاز داشته‌اند ولی امواج الکترومغناطیسی برای انتشار نیاز به ماده ندارند.

حل) یک گوشه موایل را در یک محفظه‌ی شیشه‌ای قرار می‌دهیم، با موایل داخل شیشه تماس برقرار کرده، مشاهده می‌کنیم که تماس برقرار می‌شود. یعنی امواج الکترومغناطیسی به موایل می‌رسند و هم صدای زنگ موایل را می‌شنیم، یعنی موج صوتی که یک موج مکانیکی است هم منتشر می‌شود.

حال هوای درون شیشه را تخلیه می‌کنیم و دوباره با موایل داخل شیشه تماس می‌گیریم این بار موایل زنگ می‌خورد، اما صدای آن شنیده نمی‌شود، یعنی وقتی محیط مادی

(هوای داخل شیشه) از بین رفته، امواج الکترومغناطیسی هم چنان منتشر می‌شوند، اما صوتی که موج مکانیکی است، امکان انتشار ندارد.



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

نکته: تفاوت امواج در مقدار تولید آنهاست.  
نکته: تشابه امواج با داشتن مشخصه های نوسان (دامنه - بسامد - دوره و ...)

وزن جامعه ای کلن پیروی می کند.  
نکته: در انتشار موج، ماده منتقل نمی شود.

امواج پیش رونده: به امواج عرضی و طولی که انرژی را از نقطه ای به نقطه ای دیگر حمل می کنند گوئیم. (در جهت انتشار موج)

موج عرضی: هدگاه راستای نوسان ذرات محیط با راستای انتشار موج عمود باشد را گوئیم مانند موج عرضی در طناب و در فند و در سطح آب.

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

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

نکته: موج عرضی و موج طولی را می توان در فند 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 هستند که برای انتشار نیاز به محیط مادی ندارند بلکه در خلأ 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 لرزه ای، امواج طولی هستند.

تشت موج: برای مطالعه رفتار امواج از وسیله ای به نام تشت موج استفاده شده که تشت موج یک ظرف شیشه ای کم عمق با دیواره های شیب دار است. اگر توسط یک لامپ سایه ای از آب داخل تشت بر روی کاغذی که زیر تشت است،

تسلیس (هم و تر) وسط یک چشمه موج در آب درون تشت، موج ایجاد کنیم، به راحتی می توانیم برآمدگی ها و فرود رفتگی های موج را از روی سایه آب بر روی کاغذ ببینیم.



جزوه فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم : 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 چشمه ی موج ← به شخص یا وسیله ی نوسانگری که با نوسان های خود موج را ایجاد می کند، چشمه ی موج گوئیم.

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

نکته) هنگام چشمه ی موج، تیغه ی نوسان کننده بر سطح آب باشد، موج تخت ایجاد شده و اگر چشمه ی موج یک گوی نوسان کننده باشد، موج دایره ای ستیلس می شود.

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

① دوره تناوب (T) یا مد موج (f) ③ دامنه ی موج

④ تندی انتشار موج (v) ⑤ طول موج (λ)

① T دوره : مدت زمانی که هر ذره ی محیط یک نوسان کامل انجام دهد.

( برابر یک نوسان کامل چشمه ی موج است )

② f بسامد : تعداد نوسان های که توسط هر ذره ی محیط در یک ثانیه

انجام می شود. ( برابر بسامد چشمه موج است )  
$$\begin{cases} T = \frac{1}{f} \rightarrow f \cdot T = 1 \\ f = \frac{1}{T} \end{cases}$$

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

۳) دامنه : بیشینه فاصله یک ذره از مکان تعادل ( همان فاصله ی قله یا دره نسبت به سطح ساکن یا آرام ) را گوئیم .

۴) تندی انتشار موج : اگر جبهه ی موج در مدت  $\Delta t$  مسافت  $L$  را طی کند در این :

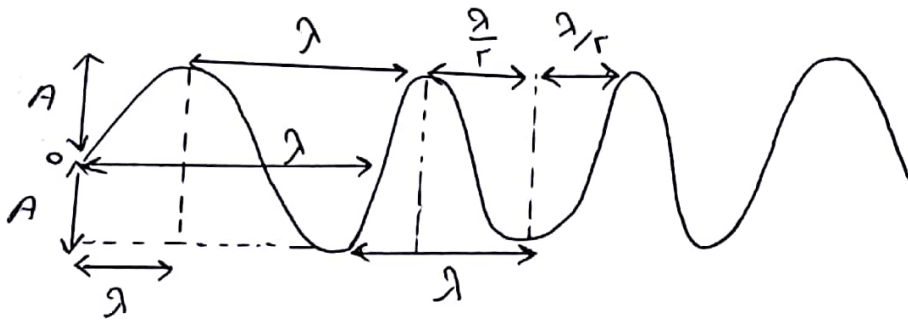
$$v = \frac{L}{\Delta t} \quad \text{یا} \quad v = \frac{\lambda}{T} = \frac{v}{f} \quad \text{یا} \quad v = \lambda \cdot f$$

۵) طول موج : مسافتی که موج در مدت دوره ی تناوب نوسان چشمه طی می کند . یا فاصله ی بین دو برآمدگی یا دو فرورفتگی مجاور را گوئیم .

• جبهه ی موج : به فرورفتگی ها ( پستی یا دره ) و یا برآمدگی ها ( ستیغ یا قله )

ایجاد شده روی موج سطح آب جبهه ی موج گفته می شود .

• تذکر : نمایش  $\lambda$  طول موج و  $A$  دامنه روی شکل :



نکات :

۱) در محیط انتشار موج ، فاصله ی بین دو قله یا دو دره متوالی یا طول موج برابر است و فاصله ی یک قله از دره مجاورش نصف طول موج است .

۲) در امواج طولی فاصله ی بین دو تراکم یا دو انبساط متوالی برابر با طول موج است .

۳) تندی انتشار موج به جنس و ویژگیهای محیط انتشار بستگی دارد .

۴) دوره ی تناوب ضربان قلب یک شخص حدود  $1/92$  ثانیه است .

۵) یکای پسماند زاویه ای (  $\omega$  ) رادیان بر ثانیه است .

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

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

⑦ حرکت ساده، مبنای برای درک هر نوع نوسان دوره‌ای است.

⑧ هر نوسان دوری را می‌توان مجموعی از نوسان‌های سینوسی در نظر گرفت.

⑨ وقتی  $x=0$  است یعنی نوسان‌گر از نقطه‌ای تعادل می‌گذرد.  $(x=0 \rightarrow F=0 \rightarrow a=0)$

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

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

⑪ در مبدأ  $x=0$  (نقطه تعادل) داریم:  $x=0 \rightarrow \begin{cases} U=0 \\ E = K_{max}, v = \pm v_{max}, K_{max} \end{cases}$

⑫ در دامنه‌ها  $x = \pm A$  داریم:

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

⑬ رابطه‌ی سیند و مسم بین فریم و بسامد زاویه‌ای و ثابت فنر در حرکت نوسانی:

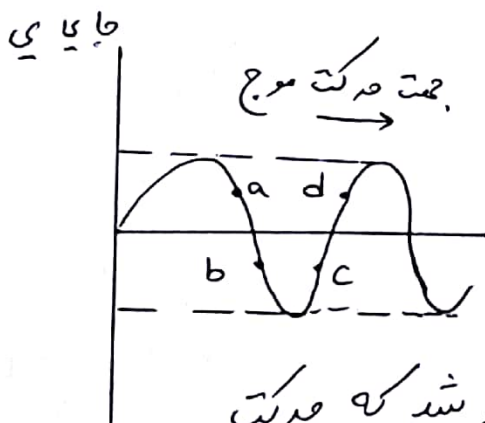
$$K = m\omega^2 \rightarrow \begin{cases} \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \\ T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \\ f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} \end{cases}$$

⑭ اگر تابع موجی بسورت رود و داشته باشیم:

جهت نوسان  $a, b$  رو به بالا است.

جهت نوسان  $c, d$  رو به پایین است.

مکان

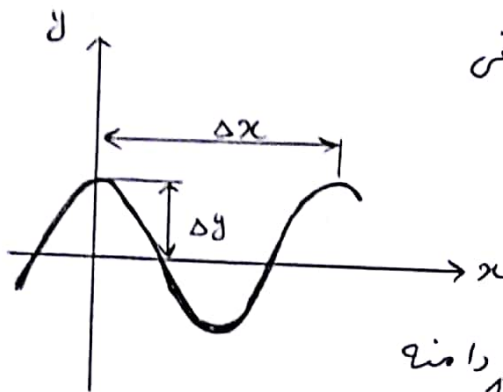
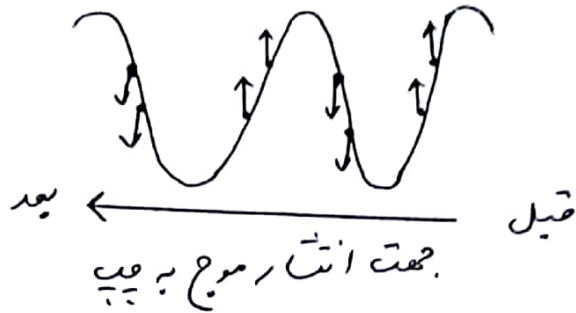
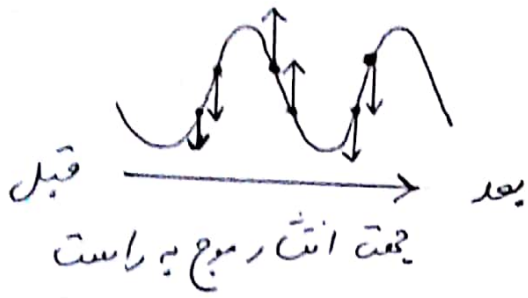


باندجه به جهت انتشار موج،

حرکت هر جزء تابع جزا قبل از خود می‌باشد که حرکت

آن تسهیل شده یا کند شده می‌باشد.

جزوه - فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسین پور  
 • تذکر: جهت نوسان هر چیز می‌تواند در جهت نقطه (جزء) قبل از خودش است.



• تمرین ۱۴ کتاب (در نمودار جابجایی - مکان موج عرضی شکل زیر  $\Delta x = 40 \text{ cm}$  ،  $\Delta y = 15 \text{ cm}$  است.  
 اگر بسامد نوسان های چشمه  $8 \text{ Hz}$  باشد،  
 طول موج، دامنه، تندی و دوره تناوب موج  
 چقدر است؟ (حل)

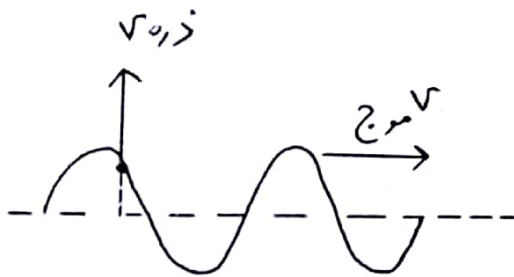
دامنه  $\uparrow$   
 $\Delta y = A = 15 \text{ cm}$

$\Delta x = \lambda = 40 \text{ cm} \rightarrow \lambda = \frac{v}{f} \rightarrow f = \frac{v}{\lambda}$   
 طول موج  $\downarrow$

$f = 8 \text{ Hz}$

$\rightarrow v = f \cdot \lambda = 8 \cdot 40 = 320 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$

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



• تمرین ۱۵ کتاب (شکل زیر موجی عرضی در یک ریسمان راستان می‌دهد که با تندی  $v$  به سمت راست حرکت می‌کند، در حالی که تندی ذره  $v'$  متن دانه شده ریسمان  $v'$  است. آیا این دو تندی با هم برابرند؟

ترتیب دهید. (حل) خیر، تندی موج به جنبش محیطی انتشار موج و شرایط فیزیکی محیط مانند دما، چگالی بستگی دارد که در یک محیط همگن مقداری ثابت می‌ماند ولی تندی ذره نوسان کننده تابع موقعیت مکانی ذره بوده که بر اساس این معادله  
 $v = \omega \sqrt{A^2 - x^2}$  متغییر است.



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

• مثال) در آزمایش تشت موج، فاصله بین یک برآمدگی (قله) از فرورفتگی (دره) مجاورش ۵/۰ سانتی متر است. اگر چشوی موج، یک گوی نوسانگر با بسامد ۲۰۰ Hz 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 درون تشت بیشتر شود، کدام یک از مشخصه های زیر تغییر می کند؟

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

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

$$\frac{\lambda}{2} = 5 \rightarrow \lambda = 10 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$$

ب) تندی انتشار موج در این تشت هم:

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

$$\rightarrow v = 10^{-2} \times 200 = 2 \text{ m/s}$$

پ) با افزایش عمق، تشت، یکی از ویژگی های فیزیکی محیط انتشار موج تغییر می کند، در حالی که تغییر در چشوی موج رخ نداده است، پس دوره تناوب و دامنه که به

مشخصات چشوی موج وابسته اند، ثابت می مانند، اما تندی انتشار امواج سطحی که به مشخصات محیط انتشار بستگی دارد، تغییر می کند، آزمایش نشان می دهد، در آب های کم عمق، با افزایش یافتن عمق آب، سرعت انتشار امواج بر سطح آب زیاد می شود، و با توجه به ثابت ماندن دوره تناوب و افزایش

تندی انتشار موج، طبق رابطه  $v = \lambda T$  طول موج هم افزایش پیدا می کند. ثابت  $\rightarrow v = \lambda T$   $\uparrow$   $\uparrow$   $\uparrow$   $\uparrow$



جزءه فیتزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم : محمد حسین پور  
 مثال ( درست یا نادرست عبارت های زیر را تعیین کنید .

الف) میگرد موج و امواج صوتی برای انتقال ر به محیط مادی نیاز ندارد .

ب) مشاء یک ن امواج مکاینیک و الکترومغناطیس یا ممت شده است که این (د نوع موج) مسطحه های یکسانی داشته باشند .

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

ت) اگر چشمه موج بطور نا همد سازه نوسان کند، افرادی محیط حول نقطه تبادل خود یا همان بسامد چشمه نوسان می کنند .

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

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

چ) تندی انتقال امواج سطحی روی آب عمق؟ عمق آب وابسته است .

حل) الف) نادرست - میگرد موج ها امواج الکترومغناطیس بوده که به محیط

مادی نیاز ندارند ولی امواج صوتی، امواج مکاینیک بوده که به محیط مادی نیاز دارند .

ب) نادرست - مشاء امواج مکاینیک و الکترومغناطیس متناوب است .

پ) نادرست - در موقع انتقال 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 مساری بسامد چشمه است .

چ) درست .

مثال ( دوره ی تناوب یک موج ۰.۱۸۵ - است . اگر یک تپ در این مدت ۴۰ cm جلو برود ؛

الف) طول موج چند متر است ؟ ب) تندی انتقال 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 :  $\lambda = 40 \text{ cm} = 0.4 \text{ m}$

ب)  $v = \frac{\lambda}{T} = \frac{0.4}{1.8} = \frac{1}{4.5} = 0.22 \text{ m/s}$

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

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

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 عرض در طناب یا سیم یکدافت یا همگن با چه عواملی مناسب است؟

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

② با جذر جرم واحد طول طناب نسبت عکس دارد.

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \rightarrow \text{نیروی کشش}$$

جرم واحد طول =  $\frac{m}{L}$  ( $\frac{kg}{m}$ )  
یا چگالی خطی جرم ( $\frac{m}{s}$ )

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

• نکته) در سازهای زهره وقتی نوازنده اصطلاحاً ساز را کوک می‌کند یا شل و سفت کردن سیم‌ها نیروی کشش آن را تغییر می‌دهد و موجب تغییر تندی انتشار موج عرض 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 رسیان کشیده موج ایجاد می‌کند، را

اقتدایش دریم، بسامد موج هم اقتدایش می‌یابد، سرعت (تندی) موج ثابت می‌ماند، طول موج هم رابطه‌ی  $\lambda = \frac{v}{f}$  با ثابت ماندن  $v$  و اقتدایش  $f$  کم می‌شود.

توجه) اگر کشش رسیان را اقتدایش دریم و بسامد نوسان ساز را ثابت نگه داریم

بسامد موج هم ثابت می‌ماند، تندی موج  $v$  اقتدایش می‌یابد، طول موج هم

طبق رابطه‌ی  $\lambda = \frac{v}{f}$  با ثابت ماندن  $f$  و اقتدایش  $v$  زیاد می‌شود.

فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم : محمد حسین پور  
 و پنجمی دی ۹۰ و نهمین ۱۷ کتاب)

سیم به چگالی  $7.18 \frac{gr}{cm^3}$  و سطح مقطع  $5 mm^2$  بین دو نقطه با نیروی  $154 N$  کشیده شده است. تندی انتشار موج را در این سیم می سنجیم.

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F}{m/L}} = \sqrt{\frac{F \times L}{m}} = \sqrt{\frac{F \times L}{\rho \times A \times L}} \quad (\text{حل})$$

مجموعه  $m = \rho A L$   
 طول یا ارتفاع سطح مقطع چگالی

$$\rightarrow v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$$

$$\rightarrow v = \sqrt{\frac{154}{7.18 \times 10^3 \times 5 \times 10^{-6}}} = \sqrt{4.2 \dots}$$

$$\rightarrow v = 2.07 \text{ m/s}$$

$$\rho = 7.18 \times 10^3 = 7180 \frac{kg}{m^3}$$

$$A = 5 \times 10^{-6} m^2 = 5 \times 10^{-6} \times (10^{-3} m)^2 = 5 \times 10^{-9} m^2$$

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 سازه‌های قیچک طول یک از سیم‌ها ۳ سانتی‌متر و جرم آن  $1.2 \times 10^{-2}$  است. این سیم با نیروی  $240$  نیوتون کشیده شده است. اگر تندی انتشار موج مناسب برای نواختن بالا ترین بسامد  $3 \times 10^2 \frac{m}{s}$  باشد، نوازنده کشتن سیم را چند نیوتون کاهش یا افزایش دهد تا این سیم برای این بسامد کوچک شود؟

$$\mu = \frac{m}{L} = \frac{1.2 \times 10^{-2}}{3 \times 10^{-2}} = 4 \times 10^{-2} \frac{kg}{m} \quad (\text{حل})$$

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

$$\rightarrow F = 360 N$$

نیروی کشتن سیم باید  $360 N$  باشد در حالی که در ابتدا  $240 N$  بود پس داریم:  
 پس باید نیروی کشتن سیم را  $120 N$  زیاد کند.

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



هیزه فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم : محمد حسین پور  
 تمرین ۱۲ کتاب) یک نوسان ساز موج‌های (در یک رسیان کشیده ایجاد می‌کند.  
 الف) با افزایش بسامد نوسان ساز کدام یک از کمیت‌های زیر تغییر نمی‌کند؟  
 بسامد موج، تندی موج، طول موج موج.

ب) حال آنکه به جای افزایش بسامد، کشش رسیان را افزایش دهیم، هدک از  
 کمیت‌های زیر چه تغییری می‌کند؟ بسامد موج، تندی موج، طول موج موج.  
 ج) الف) تندی موج تغییر نمی‌کند، زیرا به جنس میخا انتشار موج و شدایا فیزیکی  
 میخا مانتد ما، چنگالی بستگ دارد و از طرفی به شدایا فیزیکی همیشه موج (بسامد،  
 دامنه موج و شکل موج و اندژی) بستگ ندارد.

ب)

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \rightarrow \begin{matrix} F \uparrow \\ \text{زیاد} \end{matrix} \rightarrow \begin{matrix} v \uparrow \\ \text{زیاد} \end{matrix}$$

$$\lambda = \frac{v}{f} \rightarrow \begin{matrix} v \uparrow \\ \text{زیاد} \end{matrix} \rightarrow \begin{matrix} \lambda \uparrow \\ \text{زیاد} \end{matrix} \leftarrow f \text{ ثابت}$$

انتقال اندژی در امواج عرضی : قند یا رسیان بلند کشیده. ای که موج عرضی در آن  
 منتشر می‌شود را در نظر بگیریم، اندژی که نوسانگد (همیشه موج) در نقطه ابتدای فنر به  
 آن می‌دهد به صورت تدریجی از اندژی همیشه و پائین کشای توسط موج به نقاط  
 در تدریج حمل می‌شود.

نکته) می‌توان ثابت کرد که در همه انواع موج مکانیک (چه طولی و چه عرضی)  
 عبارت زیر درست است :

آ هت انتقال اندژی با مربع دامنه (A) و مربع بسامد (f) متن است.

☺ (توضیح) آ هت انتقال اندژی در دو رسیان :

$$\frac{\text{آ هت انتقال اندژی رسیان ①}}{\text{آ هت انتقال اندژی رسیان ②}} = \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 \times \left(\frac{f_1}{f_2}\right)^2$$

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

• مثال) در یک میخ یک، مقدار متوسط آهنگ انتقال انرژی در موج مکانیکی، ۱۲ برابره آهنگ انتقال انرژی موج مکانیکی دو است. اگر دامنه موج دو، ۲ برابر دامنه موج یک باشد، بسامد موج یک چند برابر بسامد موج دو است؟

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

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

$$\rightarrow 12 = \frac{1}{4} \times \left(\frac{f_1}{f_2}\right)^2 \rightarrow \left(\frac{f_1}{f_2}\right)^2 = 48 = 4 \times 12 = 4 \times 4 \times 3$$

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

• مثال) چگالی خطی سیم به چگالی  $6 \frac{gr}{cm^3}$  و قطر مقطع  $4mm$  چند واحد SL است؟ ( $\pi=3$ )

حل)

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

$$\rho = 6 \frac{gr}{cm^3} = 6 \times 10^3 \frac{kg}{m^3}$$

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

پس گزینه ۱ درست است.

• مثال) سیم به طول  $25m$  و شعاع مقطع  $1mm$  با نیروی  $5815N$  کشیده شده و کشش شده است. آنگاه یک موج عرضی در این سیم پدید آوریم، در مدت زمان  $0,5s$  طول سیم را طی می کند. چگالی سیم در SL کدام است؟ ( $\pi=3$ )

۲۷۰۰ (۱)    ۷۸۰۰ (۲)    ۵۶۰۰ (۳)    ۴۲۰۰ (۴)

حل)

$$v = \frac{L}{\Delta t} = \frac{25}{0,5} = 50 \frac{m}{s}$$

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

$$\rightarrow \rho = \frac{5815}{(50)^2 \times 3 \times (10^{-3})^2} = 7800 \frac{kg}{m^3} ; A = \pi r^2$$



فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسین پور  
 بهترین) تندی انتشار امواج مکانیکی به کدام عامل زیر بستگی دارد؟  
 (۱) بسامد موج (۲) جنس محیط (۳) دامنه موج (۴) طول موج  
 (حل)

• بهترین) در شکل روبرو، اگر سر آزاد فنر را به سرعت به جلو و عقب بکشیم، در نتیجه نوع

موجی ایجاد می شود؟ و آنگاه بسامد نوسان های

دست را بیشتر کنیم، تندی انتشار این موج در طناب چگونه

تغییر می کند؟ (۱) عرض - افزایش می یابد.

۱۲ عرض - تغییر نمی کند. (۳) طول - افزایش می یابد. (۴) طول - تغییر نمی کند.

(حل)

• بهترین) یک دستگاه لرزه نگار موج های  $P$  و  $S$  حاصل از یک زمین لرزه را ثبت می کند. تندی  
 انتشار این امواج  $8 \text{ km/s}$  و  $4 \text{ km/s}$  است. آنگاه این دو موج با اختلاف زمانی  
 $2 \text{ min}$  در یافت شدند، زمین لرزه در فاصله چند کیلومتری از محل لرزه نگار رخ داده است؟

(فرض کنید موج ها در خط راست منتشر می شوند.)

(۱) ۹۶ (۲) ۹۶-۱۲ (۳) ۱۴۴ (۴) ۱۴۴۰

(حل)

فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تعظیم = محمد حسین پور

تمرین (کدام یک از گزینه های زیر در مورد تندی انتی ر موج در اجسام کشتی درست است؟)

- ۱ هر چه قدر سرعت جسم بیشتر و چگالی آن کم تر باشد، تندی انتی ر موج در آن بیشتر است.
- ۲ هر چه قدر سرعت جسم کم تر و چگالی آن بیشتر باشد، تندی انتی ر موج در آن بیشتر است.
- ۳ هر چه قدر سرعت و چگالی جسم بیشتر باشد، تندی انتی ر موج در آن بیشتر است.
- ۴ هر چه قدر سرعت و چگالی جسم کمتر باشد، تندی انتی ر موج در آن بیشتر است.

حل

تمرین ( «توک کردن ساز» پداسس کدام یک از اربابا ها زیر انجام می شود؟)

- ۱ اقدایش تندی انتی ر موج عرض در یک تار به دلیل اقدایش پیروی کشت تار
- ۲ کاهش تندی انتی ر موج عرض در یک تار به دلیل اقدایش پیروی کشت تار
- ۳ اقدایش تندی انتی ر موج عرض در یک تار به دلیل اقدایش قیامت تار
- ۴ کاهش تندی انتی ر موج عرض در یک تار به دلیل اقدایش قیامت تار

حل

تمرین (رضی ۸۲) سرعت انتی ر موج در طول یک تار که جرم آن برای هر متر ۵ گرام

است و تحت تأثیر پیروی کشت ۲۰۰ نیوتون می باشد چند متر بد شایع است؟

- ۲۰ (۱)      ۴۰ (۲)      ۱۰۰ (۳)      ۲۰۰ (۴)

حل

تمرین (رضی ۹۰ خارج) سیم به طول یک متر و جرم ۴ گرام بین دو نقطه ثابت بسته شده است.

اگر پیروی کشت سیم ۱۰ نیوتون باشد، سرعت (تندی) انتقال امواج عرض در آن چند

- متر بد شایع است؟ (۱) ۲۰ (۲) ۲۵ (۳) ۴۰ (۴) ۵۰

حل

چیزه فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم : محمد حسین پور  
 تمرین ۱۸۸

مساحت مقطع یک سیم  $1.0 \times 10^{-6} \text{ m}^2$  و چگالی آن  $9.8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  است. اگر این سیم با نیروی  $4 \text{ N}$  کشیده شود، سرعت (تندی) انتاب امواج عرض در آن چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۲۵    ۲)  $5 \times 10^2$     ۳) ۲۵۰    ۴) ۵۰

حل

تمرین ۱۹۰ خارج

اگر کشش تار  $128 \text{ N}$  باشد تندی انتاب موج عرض در آن  $140 \text{ m/s}$  است. نیروی کشش تار را چند نیوتون اقلایش دهیم تا سرعت انتاب موج در آن  $200 \text{ m/s}$  شود؟

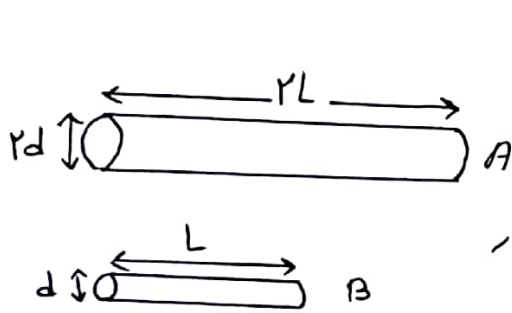
۱) ۳۳    ۲) ۷۲    ۳) ۱۶۰    ۴) ۲۰۰

حل

جزوه فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسین پور  
 • تمرین ۱ دو طناب A و B تحت نیروی کشش یکسانی قرار دارند. آنگاه جرم واحد طول طناب A ۳۶۰ گرم کمتر از جرم واحد طول طناب B باشد. تندی انتهای امواج عرضی در طناب A ..... درصد ..... از تندی انتهای امواج عرضی در طناب B است.

- ۱) ۲۵٪ کمتر    ۲) ۲۵٪ بیشتر    ۳) ۲۰٪ کمتر    ۴) ۲۰٪ بیشتر

حل ۲



• تمرین ۲ نیروی کشش و چگالی ماده‌ی سازنده دو تار A و B، یا بابعاد مشخص شده در شکل برابر است.  
 تندی انتهای امواج عرضی در تار A چند برابر تندی انتهای امواج عرضی در تار B است؟

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

حل ۱

جزده فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسین پور  
 تمرین، بجزی ۹۲

موج عرض در یک محیط منتشر می شود و فاصله بین دو قله متوالی آن  $10\text{ cm}$  است. اگر  
 تندی آن، موج در آن محیط  $5\text{ m/s}$  باشد، بسامد موج چند هرتز است؟

- ۱۰۰۱۱ (۲) ۵۰ (۳) ۲۵ (۴) ۱۰

حل

تمرین، بجزی ۸۷ معادله حرکت نوسانی چشمه موج در  $z$  بسورت  $x = A \cos(\omega t)$

است. اگر این نوسان ها در یک محیط با تندی  $20\text{ m/s}$  منتقل شود، یا به طول موج برابر

۸ متر باشد یا چند رادیان بر ثانیه است؟

- ۱)  $25\pi$  (۲)  $5\pi$  (۳)  $100\pi$  (۴)  $200\pi$

حل

تمرین، ریاض ۸۴ خارج در طنجی که در آن موج عرض ایجاد شده است، فاصله یک قله تا

یک دره برابر  $45\text{ cm}$  است. طول موج چند  $\text{cm}$  است؟

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

حل



جزوه، نیز یک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسین پور  
 - ترین، بزرگ (۸۶)

موج عرضی یا بسامد ۵/۲ هرتز در سطح آب تولید شده و با سرعت  $\frac{m}{s}$  ۵/۱، منتشر  
 می شود، فاصله بین دو قله متوالی چند cm است؟

- (۱) ۱۰ (۲) ۲۰ (۳) ۴۰ (۴) ۶۰

حل ۱

• ترین) بد سطح آب یک تشت موج، گوی کوچک در حال نوسان است و عمق آب ۲ cm  
 فاصله بین دو فرورفتگی متوالی ۳۰ cm است. اگر در همین شرایط، عمق آب را به ۳ cm  
 برسانیم، فاصله بین دو فرورفتگی متوالی به ۴۰ cm 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 ۱

بجزد - فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم : محمد حسین پور  
 - ترمین ، بزرگی ۱۰) یک منبع ارتعاش امواج با بسامد  $1000 \text{ Hz}$  و طول موج  $1.3 \text{ m}$  - منتشر می کند .  
 چند ثانیه طول می کشد تا این امواج مسافت ۱۵۰ متر را طی کند ؟

۱) ۱۲ - ۲) ۱۵ - ۳) ۲ - ۴) ۵

( حل )

- ترمین ، ریشه ۱۷ خارج ) موجی با بسامد  $100 \text{ Hz}$  و طول موج  $1/5$  ، متده فاصله ۱۰ متر

را در چند ثانیه طی می کند ؟ ۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳)  $1/5$  ۴)  $1/10$

( حل )

- ترمین ، ریشه ۱۵ خارج ) در یک محیط انتزاعی موج ، موج در مدت زمان  $\frac{T}{10}$  ثانیه ،  
 $4 \text{ cm}$  پیشروی می کند طول موج ارتعاشات چند  $\text{cm}$  است ؟ (  $T$  دوره تناوب موج است )

۱) ۳۰ - ۲) ۴۰ - ۳) ۵۰ - ۴) ۶۰

( حل )

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

تمرین، تجربی ۹۳ خارج) یک موج عرض سینوسی با سرعت ثابت  $v$  و دامنه  $A$  در طول یک طناب منتشر می‌شود و طول موج امواج منتشر شده در آن برابر  $\lambda$  است. اگر بیشترین سرعت ذرات طناب در نوسان برابر  $v$  باشد نسبت  $\frac{v}{v'}$  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 (۱)

تمرین، ریاضی خارج) نوسان سازی به معادله نوسانی  $(1.0 \cdot \pi t)$   $x = 0.02 \cos$  در SI در یک تار امواج عرضی با طول موج  $1 \text{ m}$  منتشر می‌کند. اگر نیروی کشش تار  $20 \text{ N}$  باشد جرم هر متر از تار چند گرم است؟

- (۱) ۴      (۲) ۸      (۳) ۱۶      (۴) ۲۲
- حل (۱)

چیزه فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تقطیم : محمد حسین پور

تمرین ، ریاض ۸۴ خارج ) طناب بین دو نقطه محکم کشیده شده است . در طناب به وسیله یک نوسان ساز موج عرض ایجاد می کنیم ، اگر نردی کشش طناب را نصف کنیم ، بسامد در طول موج در طناب به ترتیب از راست به چپ چند برابر می شود ؟

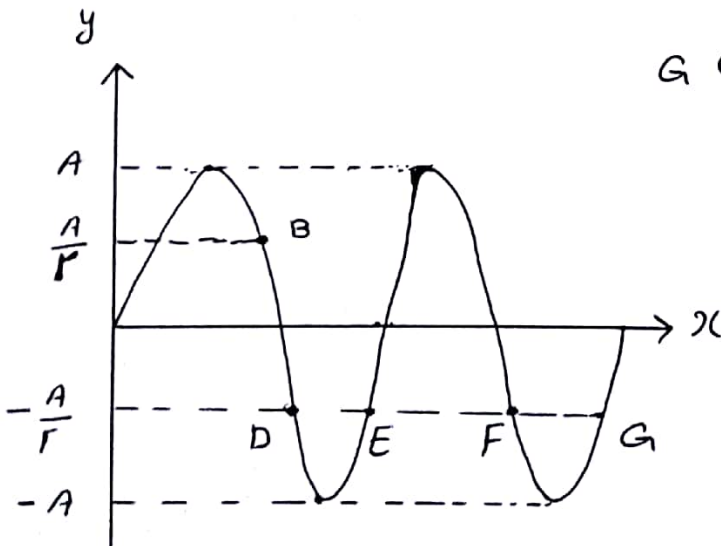
۱)  $\sqrt{2}$  ، ۲)  $\frac{\sqrt{2}}{2}$  ، ۳)  $\frac{\sqrt{2}}{3}$  ، ۴)  $\sqrt{2}$  ،  $\frac{1}{\sqrt{2}}$

حل :

تمرین ، ریاض ۹۰ ) شکل زیر دو یک عکس نقطه ای از طنابی که موج عرض در آن منتشر می شود را نشان می دهد که از یک از نقاط داده شده وضعیت نوسانی کاملاً مشابه با نقطه D دارد ؟

۱) B ، ۲) E ، ۳) F ، ۴) G

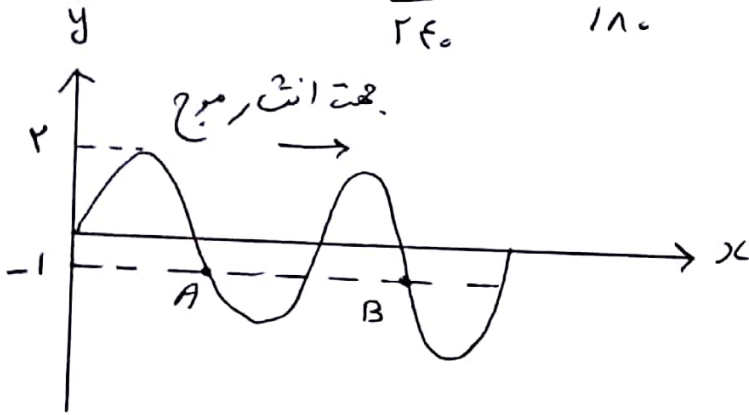
حل :



جزوه فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسین پور  
 - تمرین، ریاض ۹۴ خارج

عکس لحظه‌ای از طنابی که موج عرض در آن منتشر شده است. به شکل روبرو است انگیزه  
 A در هشتاویه ۱۲۰ نوسان کامل این م دهد، چند تاویه طول موج کشد تا موج از A به

B برسد (۱)  $\frac{1}{12}$  (۲)  $\frac{1}{6}$  (۳)  $\frac{1}{18}$  (۴)  $\frac{1}{24}$



(حل)

- تمرین، ریاض ۹۵ شکل روبرو موج عرض را در طناب نشان می دهد کدام مورد در باره در

تقطه M در از طناب درست است ؟

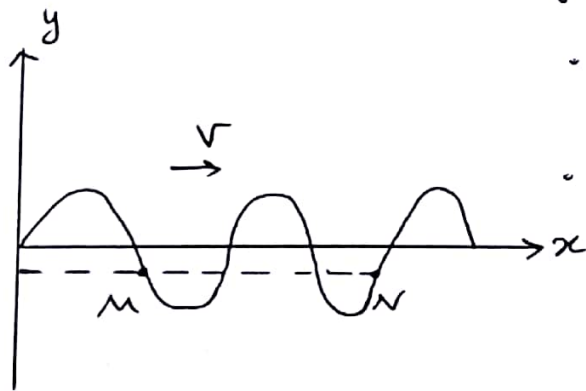
(۱) سرعت آن ها در هر نقطه یکسان است -

(۲) دامنه و بسامد یکسانی دارند -

(۳) شتاب آن ها در خلاف جهت هم است -

(۴) فاصله این دو نقطه کمتر از طول

موج است -



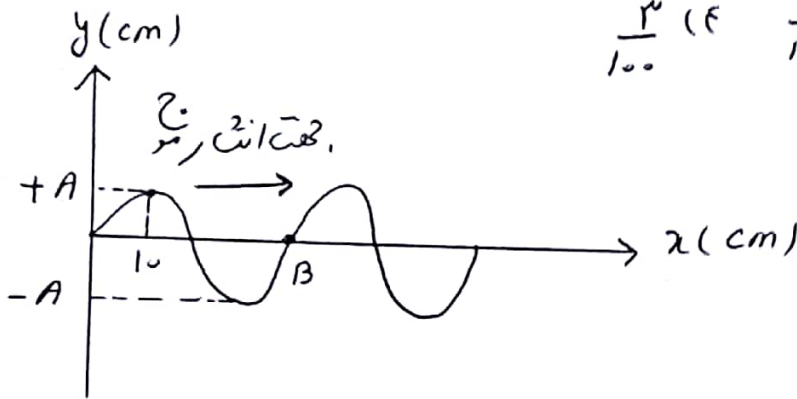
(حل)



جزوه فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسین پور  
 (بزرگ، بزرگ ۸۶ خارج)

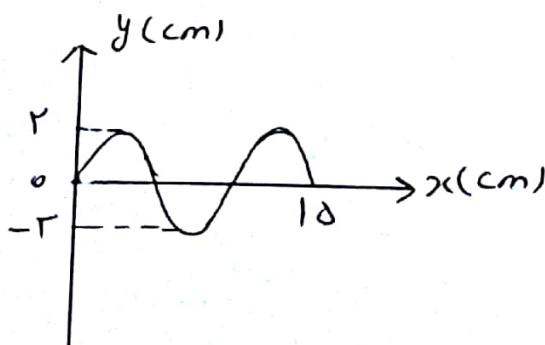
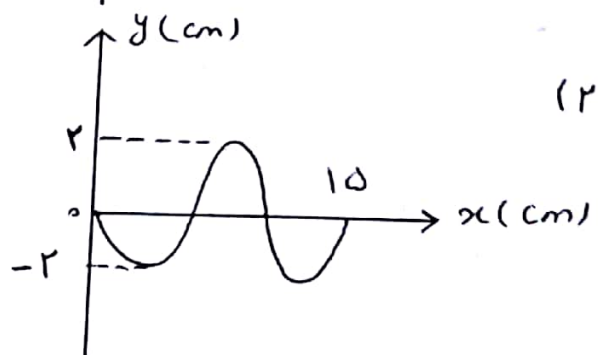
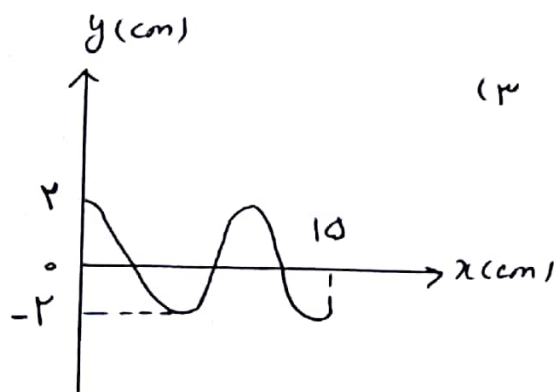
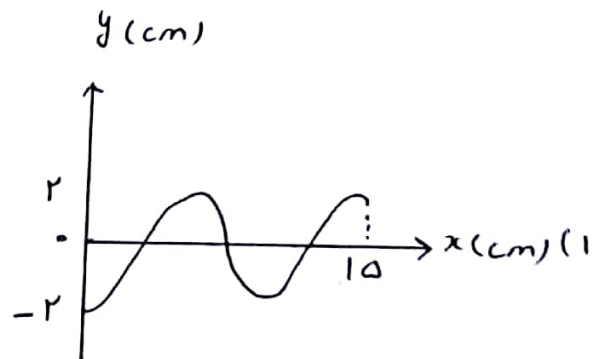
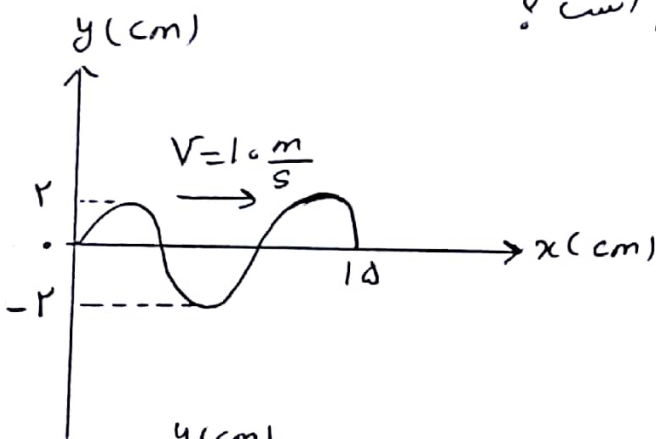
شکل متقابل عکس نقطه‌ای از موج را در یک طناب در لحظه  $t=0$  نشان می‌دهد، پس از چند ثانیه در  $B$  برای اولین بار در مکان  $A$  قرار می‌گیرد؟ (سرعت انتقال موج  $5 \text{ m/s}$  است.)

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



(۱)

شکل متقابل عکس نقطه‌ای از موج در لحظه  $t=0$  مطابق شکل است. عکس نقطه‌ای موج در لحظه  $t = \frac{1}{30} \text{ s}$  کدام است؟



جزوه فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسین پور  
حل، تمرین، بررسی (۹۰)

• تمرین، بررسی (۸۲) آهنگ متوسط انرژی موج مناسب یا کدام است؟

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

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

(حل)

• تمرین) اگر دامنه موج دو برابر و بسامد آن نصف شود، به ترتیب از راست به چپ

تندی انتقال موج و آهنگ انتقال انرژی در آن چند برابر می شود؟

۴ - ۲ - ۴

۱ - ۲ - ۳

۴ - ۱ - ۲

۱ - ۱ - ۱

(حل)

جزء - فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم : محمد عین پور

بزرگترین، ریشه ۹۳) چگالی یک تار مرتعش که از دو طرف بسته شده است، ۴ گرام بر متر عرض  
 دقت مقطع آن یک میلی متر طول آن ۴۰ cm است. اگر تار با نیروی ۳۰ نیوتن کشیده شود  
 تندی انتزاع موج عرض در تار چند متر بر ثانیه است؟  $(\pi = 3.14)$

- ۱) ۵۰      ۲) ۱۰۰      ۳) ۱۰۰۰      ۴) ۵۰۰

حل

بزرگترین، بزرگ (۹۱) سرعت انتزاع موج عرض در یک تار  $100 \frac{m}{s}$  است، نیروی کشش این  
 تار را چند درصد افزایش دهیم تا سرعت انتزاع موج در آن به  $110 \frac{m}{s}$  برسد؟

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

حل

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

### • امواج الکترومغناطیس

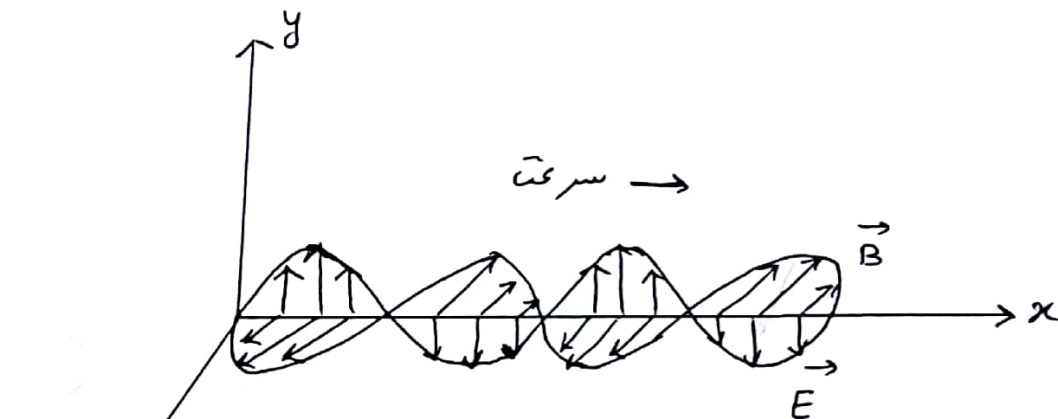
• نکته) یار الکترومغناطیس میدان الکترومغناطیس ایجاد می کند. یار الکترومغناطیس ساکن، میدان الکترومغناطیس ثابت تولید می کند.

• نکته) جریان الکترومغناطیس، میدان مغناطیس تولید می کند. میدان ثابت، میدان B ثابت تولید می کند.

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

• نظریهٔ ماکسول : هر تغییری در میدان الکترومغناطیس در هر نقطه از فضا، میدان مغناطیس متغییری ایجاد می کند و این میدان مغناطیس متغییر، خود میدان الکترومغناطیس متغییری را بوجود می آورد.

( امواج الکترومغناطیس ناشی از تغییرات در زمان میدان های الکترومغناطیس و مغناطیس است )



• انهای الکترومغناطیس : ایجاد میدان الکترومغناطیس به سمت تغییر میدان مغناطیس.

⊙ توجه) در شکل بالا بردارهای میدان الکترومغناطیس و مغناطیس پدیده عمودند.

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

مشخصه های یا ویژگی های بارز امواج الکترومغناطیس :

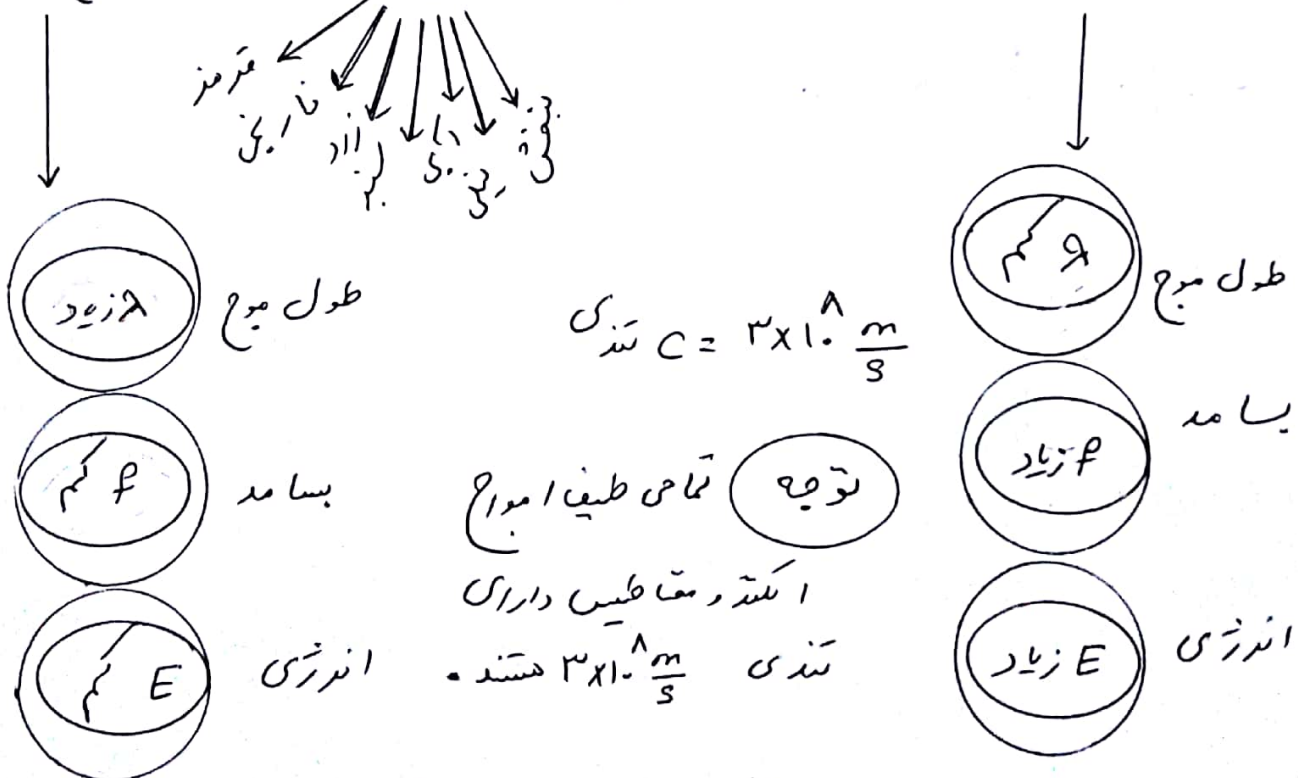
- ① میدان الکتریکی  $\vec{E}$  همواره عمود بر میدان مغناطیسی  $\vec{B}$  است.
- ② میدان های الکتریکی و مغناطیسی  $\vec{E}$  و  $\vec{B}$  همواره بر جهت حرکت موج عمودند.
- ③ موج الکترومغناطیس موج عرضی است.
- ④ میدان های با بسامد یکسان در هنگام با یکدیگر تغییر می کنند.
- ⑤ تندی برابر  $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$  (در خلأ) دارند.

$$\left\{ \begin{array}{l} \epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2} \text{ فیزیکی نزدیک خلأ} \\ \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A} \text{ فیزیکی تراوایی مغناطیسی خلأ} \end{array} \right.$$

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

طیف امواج الکترومغناطیس :

پرتوهای گاما - پرتوهای ایکس - فرابنفش - مرئی - فروسرخ - میکرو موج - امواج رادیویی





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

نکته: طول موج و بسامد رنگ ما مختلف نور مدی در نا مساوی زیر صدق می کند.

$$\left\{ \begin{array}{l} 380 \text{ nm} \leq \lambda \leq 750 \text{ nm} \\ 4.1 \times 10^{14} \text{ Hz} \leq f \leq 7.9 \times 10^{14} \text{ Hz} \end{array} \right. \quad (\text{گستره بسامد و طول موج نور مدی})$$

مثال: اگر طول آنتن یک رادیوی جیبی را  $3 \text{ cm}$  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  $3 \text{ cm}$  است پس  $\lambda = 4 \times 3 = 12 \text{ cm}$  است. سرعت امواج رادیویی برابر  $3 \times 10^8 \text{ m/s}$  است پس

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{0.12} = 2.5 \times 10^9 \text{ Hz}$$

مثال: در خدای کمترین طول موج طیف نور مدی حدود  $380 \text{ nm}$  و بیشترین طول موج آن  $750 \text{ nm}$  است. اختلاف بیشترین بسامد این طیف با کمترین بسامد آن چند هرتز است؟ (حل)

$$f_{\max} = \frac{c}{\lambda_{\min}} = \frac{3 \times 10^8}{380 \times 10^{-9}} = 7.9 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

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

$$\Delta f = f_{\max} - f_{\min} = 7.9 \times 10^{14} - 4 \times 10^{14}$$

$$\rightarrow \Delta f = 3.9 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

توجه: نور یک موج اسکالر و مقادیر آن در جهت حرکت در خدای ثابت است.

فیزوه فیزیکی دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم : محمد حسین پور

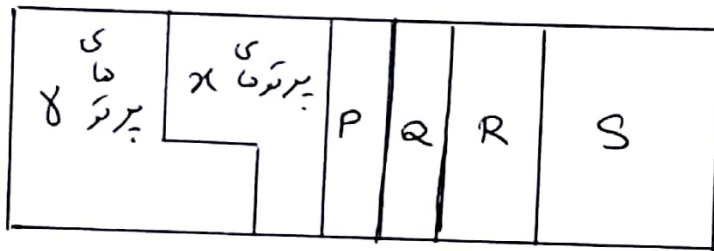
• مثال ( بسامد نور بنفش  $7,9 \times 10^{14} \text{ Hz}$  است. اگر سرعت حرکت نور در آب  $2,25 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  باشد، طول موج این نور را در آب حساب کنید.

حل (  $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{2,25 \times 10^8}{7,9 \times 10^{14}} = 2,85 \times 10^{-7} \text{ m} = 285 \text{ nm}$  )

• تمرین ۱۸ کتاب ( شکل زیر طیف امواج الکترومغناطیسی را با یک مقیاس تقدیری نشان دهید. )

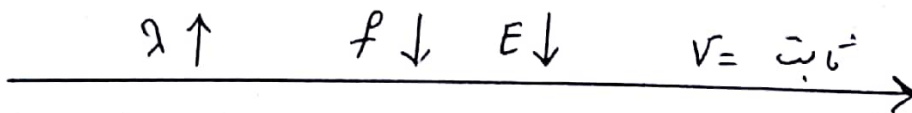
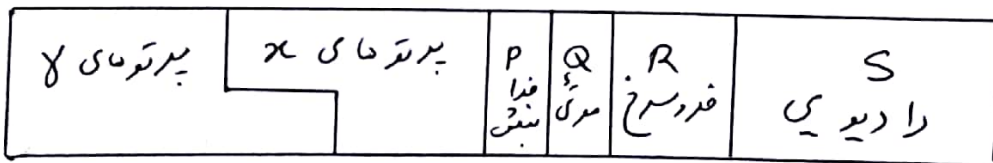
الف) نام قسمت هایی از طیف را که با هدف عمادت گذاری شده اند بنویسید.

ب) اگر در طول طیف از چپ به راست حرکت کنیم، مقدار کدام مشخصه های موج اقدرت می یابیم یا کاهش می یابد و کدام ثابت می ماند.



حل (

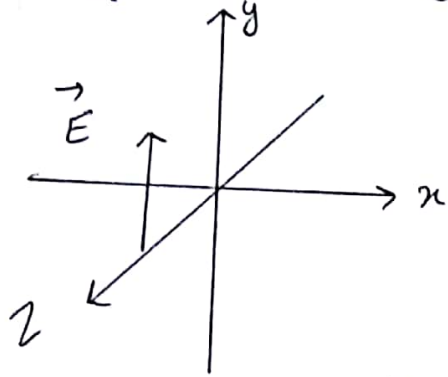
الف)



ب)

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

• تمرین ۱۹ کتاب) شش زبر میدان الکتریکی یک موج الکتریکی و مغناطیسی سیدسی را در نقطه ای معین در دوران همیشه در یک لحظه نشان می دهد. موج اندرزی را در خلاف جهت محور z انتقال می دهد. جهت میدان مغناطیسی موج را در این نقطه و این لحظه تعیین کنید.



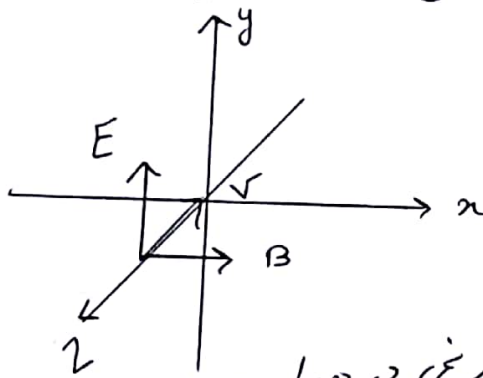
حل) با توجه به ناموهی دست راست

هدگاه چهار انگشت دست راست در جهت

میدان الکتریکی E قرار بگیرند طوری که

جهت بیست چهار انگشت میدان مغناطیسی B را نشان

دارد. انگشت شست جهت حرکت موج الکتریکی و مغناطیسی را نشان می دهد.



• تمرین ۲۰ کتاب) الف) طول موج نور نارنجی در هوا حدود

$712 \times 10^{-7} \text{ m}$  است، بسا مد این نور چند هرتز است؟

ب) بسا مد نور قرمز در هوا حدود  $4.3 \times 10^{14} \text{ Hz}$  است. طول موج این نور را در هوا و آب

حسب کنید.  $(c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$  در آب  $v = 2.25 \times 10^8 \text{ m/s}$ )

حل) الف)  $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{712 \times 10^{-7}} = 4.18 \times 10^{14} \text{ (Hz)}$

ب)  $\lambda_{\text{هوا}} = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{4.3 \times 10^{14}} = 7.19 \times 10^{-7} \text{ (m)}$

$\lambda_{\text{آب}} = \frac{v}{f} = \frac{2.25 \times 10^8}{4.3 \times 10^{14}} = 5.12 \times 10^{-7} \text{ (m)}$

عبره فیذیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم : محمد حسین پور

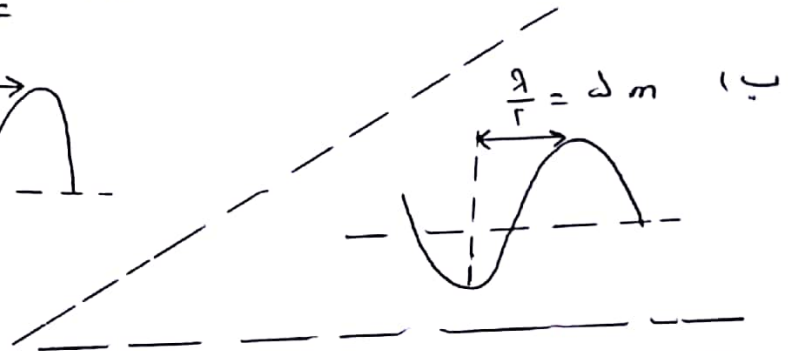
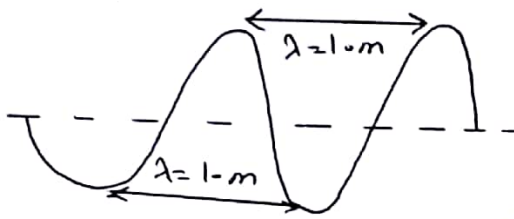
تمرین ۲۱  
 همیشه موجی با بسامد  $1.0 \text{ Hz}$  در یک میخا که تندی انتشار موج در آن  $1.0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  است، نوسان عمودی طرفی ایجاد می کند. اگر دامنه نوسان ها  $1.0 \text{ cm}$  باشد،

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

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

حل (الف)

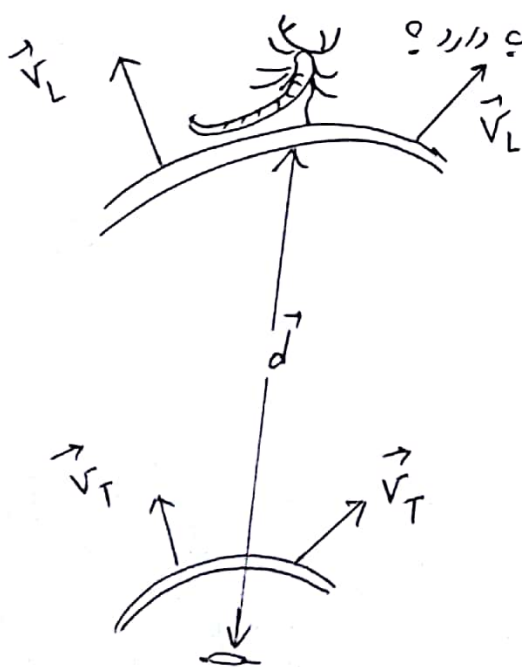
$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{1.0}{1.0} = 1.0 \text{ m}$$



تمرین ۲۲  
 عقرب های ماسه ای وجود طعمه را با امواجی که بیدارند حرکت طعمه در ساحل شن ایجاد می شود، احساس می کنند. این امواج که در سطح ماسه منتشر می شوند، به دو نوع اند:

امواج عرضی با تندی  $v_T$  که برابر  $1.0 \text{ m/s}$  و امواج طولی با تندی  $v_L = 15.0 \text{ m/s}$ ، عقرب ماسه ای می تواند با استفاده از اختلاف زمانی بین زمان رسیدن این امواج به نزدیک ترین پای خود، فاصله خود از طعمه را تعیین کند. اگر این اختلاف زمان برابر

$\Delta t = 1.0 \text{ ms}$  باشد، طعمه در چه فاصله ای از عقرب دارد؟



حل

$$v_T = 1.0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_L = 15.0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\Delta t = 1 \text{ ms} = 1 \times 10^{-3} \text{ s}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta x}{v_T} - \frac{\Delta x}{v_L} = \frac{\Delta x (v_L - v_T)}{v_T v_L}$$

$$1 \times 10^{-3} = \frac{\Delta x (15.0 - 1.0)}{15.0 \times 1.0} = \frac{\Delta x \times 14.0}{15.0 \times 1.0}$$

$$\rightarrow \Delta x = \frac{1 \times 10^{-3} \times 15.0}{14.0} = 0.107 \text{ m}$$



فیزود. فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تقسیم: محمدحسین پور

نکته) در امواج طولی، طول موج بعد از فاصله بین دو تکرار (جمع شده) و یا در اینها (یا زشده) متوالی تعریف می‌شود، دامنه هم برابر یا بیشه‌ی جایابی از وضعیت تعادل است.

نکته) امواج لرزایی، ترکیب از امواج طولی معرفی هستند.

امواج لرزایی مشابهاً اغلب زمین لرزه‌ها می‌باشند، این امواج از لایه‌های زمین عبور می‌کنند و انرژی حاصل از لرزش‌های اعماق زمین را به سطح زمین حمل می‌کنند. در نوع مهم از امواج لرزایی، امواج اولیه (P) و امواج ثانویه (S) هستند. تذکر) امواج P طولی بوده و تندی آنها از آن‌ها از امواج S که عرضی اند بیشتر است، به همین علت معمولاً لرزه‌نگارها ابتدا امواج طولی و سپس 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 یک بلندگو یا بیس‌های یک ساز زهی مانند گیتار یا ارتعاش‌دهی درون یک ساز بادی مانند پیپور و ... تولید شود.

چشمه صوتی: هر وسیله‌ای را که امواج صوتی تولید می‌کند چشمه صوتی گوئیم. نکته) موج صوتی که از یک چشمه صوتی ایجاد می‌شود، در صورتی که اطراف چشمه صوتی 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 مرکزهای هوا در راستای انتشار نوسان می‌کنند پس موج صوتی در هوا یک موج طولی است.



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

• انتشار صوت در مایعات: هنگام سر خوردن در آب آشوب فرو بردن و از یک نقد بخواهیم تا باد خود به سطح آب منقبض و در آن کند صدای منقبض را می شنویم.

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

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

• نکته: اگر جنس دشواری فیزیکی در تمام نقاط فضا یکسان باشد سرعت صوت در تمام جهات یکسان بوده و صوت بطور یکدافت در تمام جهات منتشر می شود و جبهه های موج صوتی یعدرت کره های به مرکز چشمه ای صوت می باشند.

• نکته: موج صوتی در فضا دارای بی نهایت جهت انتشار است.

• نکته: چشمه های صوتی با ایجاد همزمانی از تراکم ها و انبساط ها در محیط باعث انتشار صوت می شوند. مثلاً یک بلندگو از طریق ارتعاش دیافراگم و یا یک دیافراژن از طریق ارتعاش تیغه مایشت در هوای اطراف خود تراکم و انبساط های ایجاد می کند که این تراکم و انبساط ها در هوا انتشار می یابند.

این تراکم ها و انبساط ها در هد ناحیه از هوا به ترتیب باعث ایجاد امواج صوتی می شود.

• نکته: وقتی کنیم که آن چه به عنوان صوت در محیط منتشر می شود، صرفاً تراکم ها و انبساط ها هستند، نه مرکزهای محیط، در واقع مرکزهای 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 شده و باز شده ها در موج طولی منتشر شده در فضا تشبیه کنیم.

جزءه، فیزیکی دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسین پور



• دایا بازون: دایا بازون از دو شافه ی فلزی تشکیل شده که انتهای آن ها به یک پایه مشترک متصل بوده و دایا بازون یک چشمه ی صوتی پرکاربرد است که مانند سایر چشمه های صوتی از طریق ارتعاش شافه ها با ایجاد تداکم دایا حاد در محیط موج صوتی ایجاد می کند.

با وارد شدن ضربه به یک از شافه ها، دایا بازون مدتی در شدت و صوتی با بسامد معین و ثابت تولید می شود. اهمیت دایا بازون به این علت است که نوسان های آن به حرکت ها هند ساده بسیار شبیه بوده پس موج سینی تولید می کند. به صوت تولید شده توسط چشمه ای که به طور سینی نوسان می کند و حرکت ها هند ساده دارد شن موسیقی یا به طور خاص شن گوئیم.

• تندی انتشار صوت: تندی انتشار صوت در یک محیط مانند سایر امواج به ویژگی های محیط بستگی دارد چه محیطی تداکم ناپذیرند و چگالی آن بیشتر باشد، تندی انتشار صوت در آن بیشتر است و به جزیری از موارد خاص داریم:

تندی صوت در گازها > تندی صوت در مایه ها > تندی صوت در جامدات

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

بطور مثال تندی صوت در هوای صفر درجه سلسیوس  $331 \text{ m/s}$  است. اما با

اقتداری دمای هوا تندی صوت هم اقتداری شده و برای مثال در هوای

۲۰ درجه سلسیوس تندی صوت در هوا به  $343 \text{ m/s}$  می رسد.

• نکته ۲: رابطه ی تندی صوت به سرعت  $v = \lambda f$  است.

• نکته ۳: تندی صوت به دمای هوا بستگی دارد. دمای بیشتر تندی بیشتر و دمای کمتر

تندی کمتر.

چیزده فیزیکی دوازدهم - نوسان دامواج - تنظیم : محمد حسین پور

مثال ( در زلزله می هم ، تندی امواج P در حدود  $8.15 \text{ km/s}$  و تندی امواج S در حدود  $4.125 \text{ km/s}$  بوده است . اگر اولین موج P ، یک ثانیه زودتر از اولین موج S به سطح زمین رسیده باشد ، کانون زلزله در چه عمق 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 در موج S است پس داریم :

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

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

$$\rightarrow h = \frac{4.125 \times 8.15}{8.15 - 4.125} \times 1 \rightarrow h = 8.15 \text{ km}$$

نکته ( شدت هم مانند سایر امواج حامل انرژی است ، انرژی که چشمه ی صوت به لایه های مجاور خود منتقل می کند از طریق تداوم ماوانب و اجای می در می به لایه های بعدی و در درتر منتقل می شود .

شدت صوت : به آهنگ متوسط انرژی که توسط موج صوتی به واحد سطح عمود پیرامونی انتقال می دهد ، می رسد . شدت صوت گوئیم .

$$I = \frac{\bar{P}}{A} \rightarrow \text{آهنگ متوسط انرژی بر حسب وات (W)}$$

مساحت سطحی که انرژی گسیب شده  $\rightarrow A$   $\leftarrow$  شدت صوت

یا جذب می کند بر حسب  $(\text{m}^2)$  .  $\left( \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right)$

نکته ( یکای دیگری برای شدت صوت هم وجود دارد و در اینجا :

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

چیزده فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسین پور  
 نکته) شدت صوت با مجذور فاصله از چپته می قدرت 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 ۵ متری منبع قرار دارد می رسد برابر ۱۰<sup>-۵</sup> وات بر مترمربع است اگر فاصله منبع صوت برابر ۱۰ متر شود شدت صوت چند  $\frac{W}{m^2}$  خواهد شد؟

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

$$\rightarrow I_2 = 2.5 \times 10^{-6} \left(\frac{W}{m^2}\right) = 2.5 \frac{\mu W}{m^2}$$

نکته) انرژی مویج صوتی از چپته صوت در تمام جهات منتشر شود، هر چه از چپته صوت دورتر می شیم، انرژی کسین شده توسط چپته صوت در سطح کره هایی با مساحت بزرگتر توزیع می شود پس شدت صوت در فاصله های دورتر از چپته صوت به شدت کاهش می یابد.

نمای بزرگی فردا ۹۳ (سطح یک میکروفون که مساحت آن ۳ cm<sup>2</sup> است، در مدت ۵ s

به مقدار ۱.۵ x ۱۰<sup>-۱۱</sup> 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:

$$I = \frac{\bar{P}}{A} = \frac{E}{At} = \frac{E}{A \times t} = \frac{1.5 \times 10^{-11}}{5 \times 3 \times 10^{-6}}$$

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

$$\underline{I} = 0.01 \frac{\mu W}{m^2}$$



جزء ۱، فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسین پور

شده صوت یک سفیدان در فاصله ۵ متری پدید می آید  $I_1 = \frac{W}{4\pi r_1^2}$  است. مغای برقی  
۹۳۱۶۳

شده صوت او در فاصله ۲۰ متری چند است؟  $I_2 = \frac{W}{4\pi r_2^2}$

(حل) 
$$\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \rightarrow \frac{I_2}{\frac{W}{4\pi \cdot 10^2}} = \left(\frac{5}{20}\right)^2 \rightarrow I_2 = \frac{1}{16} \times \frac{W}{4\pi \cdot 10^2}$$

در یک آتش بازی، موشکی در بالای آسمان منفجر می شود. فرض کنید صوت بزرگ  
۳۱ کتاب

به طور یکدخت در تمام جهت ها منتشر شود. از جذب انرژی صوتی در محیط و نیز از بازتابی که ممکن است امواج صوتی از زمین پدید آید چشم پوش کنید. یا فرض

اینکه صوت با شدت  $I_1 = \frac{W}{4\pi r_1^2}$  به شنونده ای برسد که به فاصله  $r_1 = 440\text{m}$

از محل انفجار قرار دارد، این صوت به شنونده ای که در فاصله  $r_2 = 140\text{m}$

از محل انفجار قرار دارد با چه شدتی می رسد؟

(حل) 
$$\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \rightarrow \frac{I_2}{\frac{W}{4\pi \cdot 440^2}} = \left(\frac{440}{140}\right)^2$$

$$\rightarrow \frac{I_2}{\frac{W}{4\pi \cdot 140^2}} = (4)^2 \rightarrow I_2 = 0.1 \times 140 = 14 \frac{W}{4\pi \cdot 140^2}$$

نگاریم دریا به ۱۰ یک شدت نسبت به شدت صدت مرجع  $I_0 = \frac{W}{4\pi r_0^2}$  صوت  
تراز شدت

که کمترین شدت صوتی است که انسان قادر به شنیدن آن است.

(حد پایین گستره شنیداری انسان)

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

(دس بل) 
$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

مثال) تراز شدت صدت مرجع را بدست آورید.

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



فیزده فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد عین پور

کنکور تجربی ← شدت صوتی  $10^{-8}$  وات بر مترمربع است، هرگاه شدت صوت آشنا شزایی  $10^{-6}$  میکرووات بر مترمربع باشد تراز شدت صوت مزبور چند بل است؟ (۱)

۴ (۲) ۴۰ (۳) ۲ (۴) ۲۰

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

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

$= 4 \log 10 = 4 \times 1 = 4 \text{ (b) } 40 \text{ (db)}$

کنکور تجربی (دی ۹۱) ← شدت صوت غرش یک هواپیمای جت  $100 \frac{W}{m^2}$  است. تراز شدت

این صوت چند بل و چند دسی بل است؟

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

کنکور تجربی (فروردین ۹۲) ← تراز شدت صوت در صیبت کردن از فاصله یک متری  $40 \text{ dB}$  است.

شدت صوت را برای آن حساب کنید.

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

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

کنکور تجربی (۲۷ خرداد) ← شدت صدای از یک مته سنگ شکن در فاصله  $100 \text{ m}$  از آن  $10^{-2} \frac{W}{m^2}$  حاصل است. تراز شدت صوتی که آن مته دارد بر حسب  $\text{dB}$  چقدر می شود؟

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

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

$\rightarrow \beta = 10 \times 10 = 100 \text{ db}$

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

اگر به مدت ۱۰ دقیقه در معرض صوتی با تراز شدت ۱۲۰ dB باشیم ،

آستانه شنوایی به طور موقت از ۲۰ dB به ۲۸ dB افزایش می یابد - مطالعات نشان داده است که به طور متوسط به مدت ۱۰ سال در معرض صدای با تراز شدت ۹۲ dB قرار بگیریم. آستانه شنوایی به طور دائم به ۲۸ dB افزایش می یابد. شدت های صوتی مربوطه به ۲۸ dB و ۹۲ dB چقدر است ؟  
( برای پاسخ باید از ماسین حساب استفاده کرد )

$$\beta_1 = 10 \cdot \log \frac{I_1}{I_0} \rightarrow 28 = 10 \cdot \log \frac{I_1}{I_0} \quad (1)$$

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

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

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

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

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

$$\rightarrow \log \frac{I_2}{10^{-12}} = 10 \times 0,92 = 9,2 = 10 \cdot \log 6 + 4 \cdot \log 2$$

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

$$\rightarrow I_2 = 9,67 \times 10^{-4} \frac{W}{m^2}$$

• توجه: سوال فوق بسیار مهم است.

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

۲۹ تمدن

یک دستا، صوتی، صدای با تراز شدت  $\beta_1 = 90 \text{ dB}$  و دستا، صوتی دید، صدای با تراز شدت  $\beta_2 = 95 \text{ dB}$  ایجاد می کند. شدت های مربوطه طایفه این دو تراز (بر حسب  $\frac{W}{m^2}$ ) به ترتیب  $I_1, I_2$  هستند. نسبت  $\frac{I_2}{I_1}$  را تعیین کنید.

حل) 
$$\Delta\beta = \beta_2 - \beta_1 = 10 \left( \log \frac{I_2}{I_0} - \log \frac{I_1}{I_0} \right) = 10 \log \frac{I_2}{I_1}$$

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

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

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

ادراک شنوایی

شن (یا شن موسیقی): صوت حاصل از چشمه های مثل دیاپازون مدتش که به حرکت ها هند ساده نزدیک یا شده. (به دلیل میدای کم).

نکته: ارتفاع صوت و بلندی صوت دو ویژگی ادراکی و حس صوت هستند به عبارت دیگر وقت ما شن های موسیقی را شن شنیم یاد و ویژگی ارتفاع و بلندی می توانیم درک خودمان از صوت شنیده شده را توصیف کنیم.

ارتفاع  $\leftarrow$  بسامدی است که گوش انسان درک می کند. (صدای زیرتر، بسا مد بشیده، ارتفاع بیشتر)

بلندی  $\leftarrow$  شدتی است که گوش انسان از صوت درک می کند. (وابسته به شدت صوت و حساسیت گوش شنونده)

نکته  $\leftarrow$  گوش انسان به بسامدهای  $2000 \text{ Hz}$  تا  $20000 \text{ Hz}$  بیشترین حساسیت را دارد. این حساسیت در بسامد  $3300 \text{ Hz}$  به بیشترین مقدار خود می رسد یعنی اگر بسامد صوتی در این محدوده بسامدی باشد قوت آن شدت آن کم باشد. احتمالاً گوش انسان آن را نمی شنود.

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

تذکره ← اگر شدت دو صوت یکسان یا شده صوتی که پسامد آن در محدوده ی ۲۰۰۰ هرتز تا ۵۰۰۰ هرتز یا شده بلندتر شنیده خواهد شد.

نکته ← گوش انسان قادر به شنیدن امواجی با پسامد کم تر از ۲۰ Hz و بیشتر از ۲۰۰۰۰ هرتز نیست، یعنی شن مای صدایی که خارج از محدوده ی  $20 \leq f \leq 20000$  Hz

باشد، حتی اگر شدت آن ها بسیار زیاد باشد توسط گوش انسان شنیده نمی شود، برخی عوامل از جمله اقدایش سن محدوده ی پسامدی شنوایی را کاهش می دهد.

نکته ← اگر به مدت ۱ دقیقه در معرض صوتی با تراز شدت ۱۲۰ dB یا بیشتر، آستانه شنوایی به طور موقت از ۲۰ dB به ۲۸ dB اقدایش می یابد، و مطالعات نشان داده است که به طور متوسط اگر به مدت ۱۰ سال در معرض صدای با تراز شدت ۹۲ dB قرار بگیریم، آستانه شنوایی به طور دائم به ۲۸ dB اقدایش می یابد و سطح صدای با تراز شدت کم تر را نمی شنود.

نکته ← با شنیدن هرجن، دو ویژگی ارتفاع و بلندی را می توان از هم تشخیص داد. و ارتفاع و بلندی هر دو به ادراک شنوایی ما مربوط می شوند.

نکته ← اگر یک دیافراگم با پامد مشخص را با فندبه های متنوعی به ارتعاش در آوریم (پسامدی که شنیده می شود تغییر نمی کند) اما صداها یا بلندی های متنوعی شنیده می شوند (مربوط به شدت های متنوعی)

نکته ← آستانه شنوایی، کمترین شدت صوتی که انسان می تواند بشنود و بیشترین شدت صدایی که انسان بدون احساس درد گوش می تواند بشنود.

● توجه: آستانه ی شنوایی و دردناکی به پسامد بستگی دارند.



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

کتابی من  
شماره ۹۳۳۰۶۰۰

اگر تراز شدت صوت A، B به ترتیب ۶۰ dB، ۲۰ dB باشد، شدت صوت  
A چند برابر شدت صوت B است؟

$$\beta_A - \beta_B = 10 \log \frac{I_A}{I_B} \rightarrow 60 - 20 = 10 \log \frac{I_A}{I_B} \quad (\text{حل})$$

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

کتابی من  
فردا ۹۳۳۰۶۰۰

تراز شدت صوت برای دو نقطه به فاصله  $d_1$  و  $d_2$  از یک چشمه صوت  
قرار دارند به ترتیب ۲۵ dB و ۲۰ dB است، نسبت  $\frac{d_1}{d_2}$  را با هم تعیین کنید.

$$\beta_2 - \beta_1 = 10 \log \frac{I_2}{I_1} \rightarrow 20 - 25 = 10 \log \frac{I_2}{I_1} \quad (\text{حل})$$

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

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

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

تمرین

در فاصله ۵ متر از چشمه صوت، تراز شدت صوت ۴۰ dB است

در چه فاصله ای از این چشمه صوت به زحمت شنیده می شود؟

(حل)



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

اثر دوپلر ← وقتی یک چشمه ی صوت به شنونده ای نزدیک یا از آن دور می شود بسا صد که شنونده می شنود تغییر می کند اگر چشمه ی صوت به شنونده نزدیک شود بسا مد بیشتر شده و اگر از شنونده دور شود بسا مد آن کمتر می شود این پدیده را اثر دوپلر گوئیم.

علت اثر دوپلر ← اثر مییل که در حین یوق زدن به شنونده نزدیک می شود به چینه موجی که

در لحظه های پیش تولید کرده است نزدیکتر می شود و در نتیجه فاصله ی بین چینه های موج متوالی کمتر شده و شنونده در هر ثانیه چینه های موج بیشتری دریافت می کند و صدا را با بسا مد بیشتری می شنود اما اگر اثر مییل از شنونده دور شود فاصله ی بین چینه های موج متوالی بیشتر شده و شنونده در هر ثانیه چینه های موج کمتری دریافت می کند و صدا را با بسا مد کمتری می شنود. حرکت شنونده هم بر بسا مد صوتی که می شنود موثر است.

نکته ← اثر دوپلر را در مورد صوت در دو حالت مکی بررسی می کنیم :

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

در این مورد سه حالت رخ خواهد داد :

① ناظر ساکن باشد و چشمه ی صوت با تندی  $v_s$  به آن نزدیک شود که داریم :

در این حالت چشمه ی صوت در یک دوره ی نوبت به اندازه ی  $v_s T_s$  به

جبهه حرکت می کند پس فاصله ی دو چینه ی متوالی که یابد با طول موج است ، به

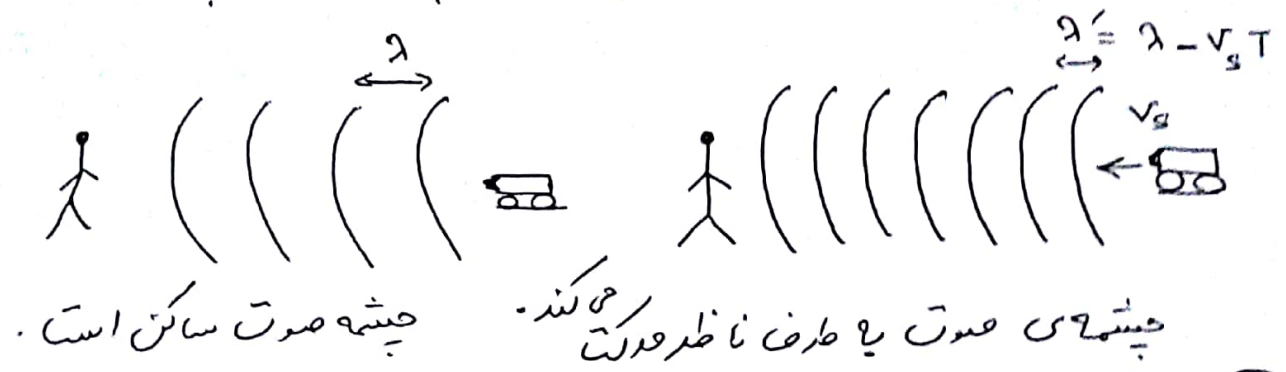
اندازه ی  $v_s T_s$  نسبت به حالتی که چشمه ساکن است ، کاهش می یابد و شنونده

طول موج کوتاه تری دریافت می کند . با توجه به این که سرعت انتقال صوت ثابت

است طبق رابطه ی  $f = \frac{v}{\lambda}$  یا کاهش طول موج بسا مد افزایش می یابد ، در نتیجه

ناظر صوت را با بسا مد بیشتر نسبت به حالت عادی دریافت می کند و داریم :

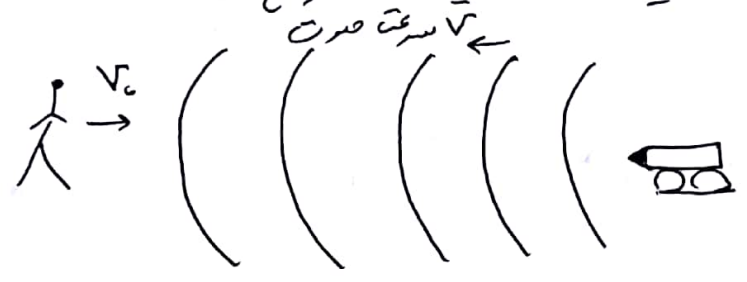
عزیزه فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسین پور



نکته ← در این حالت طول موج‌های رسیده به ناظر کاهش می‌یابد.

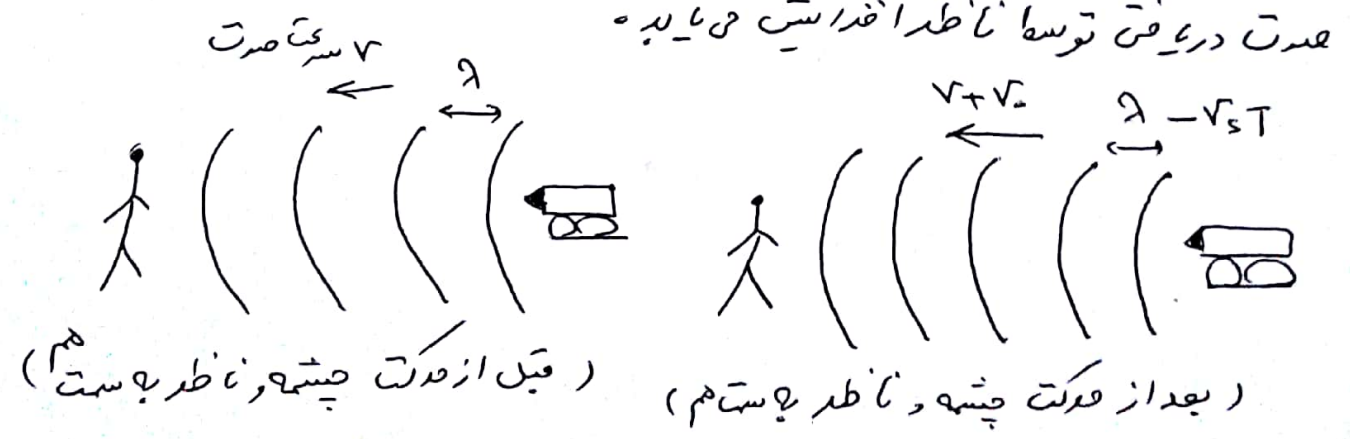
۲) چشمه‌ی صوت ساکن باشد، ناظر با تندی  $v$  به آن نزدیک شود داریم:

در این حالت چون چشمه ساکن است، طول موج تغییر نمی‌کند اما ناظر در یک مدت زمان ثابت با جبهه‌های موج بیشتری مواجه می‌شود. در نتیجه بسامد صوت رسیده به ناظر بیشتر می‌شود، این مسأله به این خاطر رخ می‌دهد که ناظر به سمت چشمه می‌رود.



۳) چشمه‌ی صوت با تندی  $v_s$  و ناظر با تندی  $v_o$  به هم نزدیک شوند داریم:

در این حالت هر دو اتفاق فوق رخ می‌دهد یعنی هم ناظر طول موج‌ها کوتاه‌تری دریافت می‌کند و هم تعداد جبهه‌های موج‌های رسیده به ناظر زیاد شده پس بسامد صوت دریافتی توسط ناظر افزایش می‌یابد.

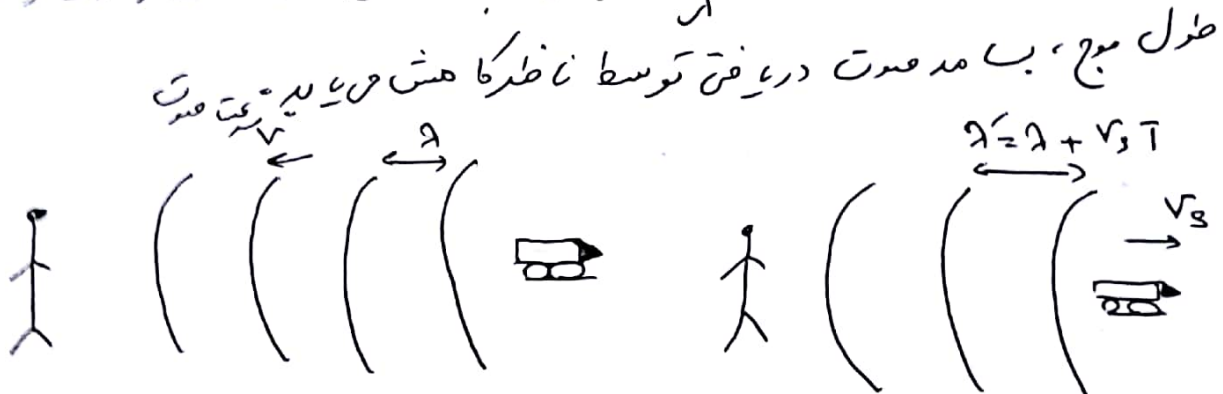


فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسین پور

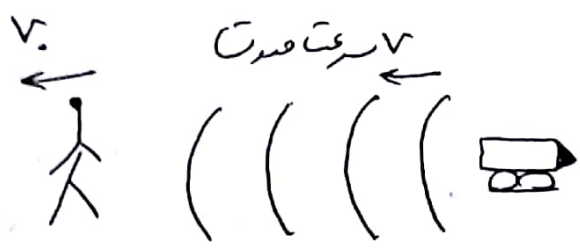
• نکته) اگر فاصله چشمه ی صوت و شننده صوت در حال کاهش باشد پیامد صوت دریافتی توسط شننده افزایش می یابد و او صوت را زیرتر احساس می کند.  
 ب) اگر چشمه ی صوت و شننده صوت (ناظر) از هم دور شوند:

در این حادث هم سه حالت رخ می دهد داریم:

① ناظر ساکن باشد و چشمه ی صوت با تندی  $v_s$  از آن دور شود داریم:  
 در این صورت چشمه ی صوت در یک دوره که تعداد  $n$  امواج  $v_s T$  از ناظر دور می شود پس فاصله ی دو جبهه ی مربع متوالی که پیدا می شود با طول مربع است به اندازه  $v_s T$  افزایش می یابد طبق رابطه  $f = \frac{v}{\lambda}$  با ثابت ماندن تندی انتشار صوت و افزایش طول موج، ب مد صوت دریافتی توسط ناظر کاهش می یابد - سرعت صوت

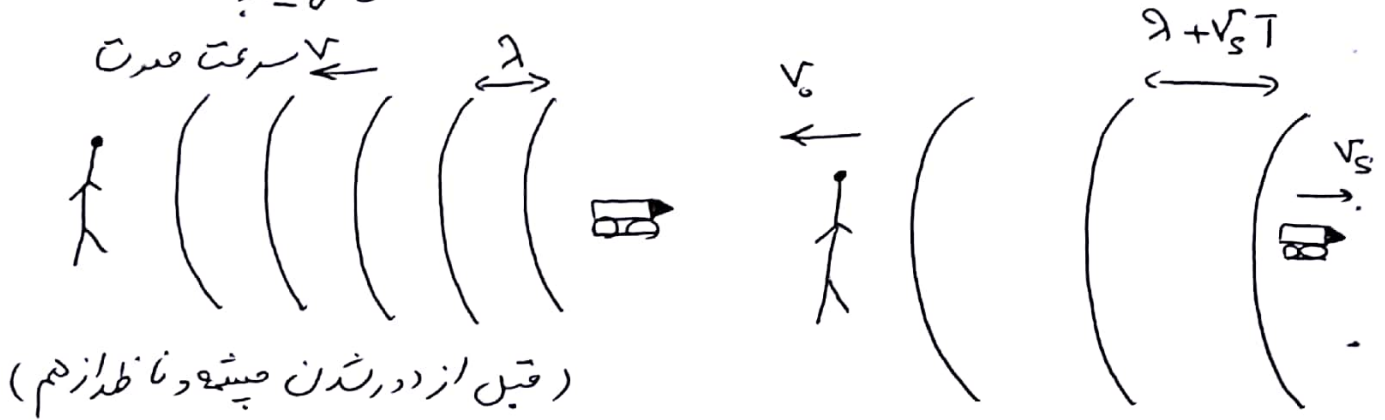


② چشمه ی صوت ساکن بوده و ناظر با تندی  $v_o$  از آن دور شود داریم:  
 در این حالت ناظر متحرک نسبت به ناظر ساکن در مدت زمان یکین، با جبهه مربع های کمتری مواجه می شود که باعث کاهش پیامد صوت می شود.



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

۳۳ چشمه ی صوت یا تندی  $v_s$  و ناظر با تندی  $v$  از هم دور شوند که در این حالت داریم:  
 در این حالت هم دو اتفاق رخ می دهد، یعنی هم طول موج 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 بسا مد صوتی که ناظر دریافت می کند به شدت کاهش می یابد.



توجه کنید در حالت کلی نتیجه می گیریم که :

هنگام فاصله چشمه ی صوت و شنونده صوت در حال افزایش یا شدت بسا مد صوتی دریافتی توسط شنونده کاهش می یابد و او صوت را بم تر احساس می کند.

۳۲ بهترین شکل زیر جهت های حرکت یک چشمه ی صوتی و یک ناظر (شنونده) را در

- و صنعتی با مختلف نشان می دهد - ناظر (شنونده) چشمه
- (الف) . .
  - (ب) . . →
  - (پ) . . ←
  - (ت) . . →
  - (ث) . . ←

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



فیزوہ فیزیک (دوازدهم) - نوسان دامواج - تنظیم: حسین پور  
 حل: برین ۱۳۲ کتاب

مقایسه طول موج دریا فرت	مقایسه فرکانس دریا فرت	موقعیت سونده	موقعیت چشمه عدت	مرا حل مورد نظر
$\lambda_s = \lambda_o$	$f_s = f_o$	ساکن	ساکن	الف
$\lambda_o < \lambda_s$	$f_o > f_s$	ساکن	تزدیک شدن	ب
$\lambda_o > \lambda_s$	$f_o < f_s$	ساکن	دور شدن	پ
$\lambda_s = \lambda_o$	$f_o < f_s$	دور شدن	ساکن	ت
$\lambda_s = \lambda_o$	$f_o > f_s$	تزدیک شدن	ساکن	ث

• مثال) جا های خالی را پر کنید -

الف) به بدیه ای که به دلیل حرکت سینه چشمه عدت و سونده نسبت به هم رخ می دهد بدیه ای ..... می گوئیم.

ب) مشخص که به طرف یک منبع عدت ساکن حرکت می کند، بسامد کی را که دریافت می کند که در مقایسه با بسامد واقعی ..... است.

پ) وقتی یک چشمه ی عدت حرکت می کند، طول موج در جلوی آن ..... از طول موج در پشت آن است -

حل) الف) دو پدیده

ب) بیست

پ) کوتاه تر



جزوه فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: عین پور

کدام عبارت در مورد امواج الکترومغناطیسی درست نیست؟ ۸۹  
بازی خارج

- ۱) میدان‌های الکترومغناطیسی و مغناطیسی موج یکدیگر را همراه می‌آورند.
  - ۲) سرعت انتشار امواج الکترومغناطیسی در خلاء یکسان است.
  - ۳) تعداد نوسان‌های میدان‌های الکترومغناطیسی در واحد زمان با هم برابرند.
  - ۴) طول موج، فاصله‌ی بین دو نقطه از موج است که در آن دو نقطه میدان الکترومغناطیسی با هم مغناطیسی همگام است.
- (حل)

دوجوه‌ی مشترک در گستره‌ی امواج الکترومغناطیسی کدام است؟ ۹۵  
رئیس خارج

- ۱) سرعت انتشار در خلاء 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)

در یک موج الکترومغناطیسی منتشر شده در خلاء (یا هوا) میدان‌های الکترومغناطیسی و مغناطیسی ..... و در هر نقطه پاییدند ..... ۸۷  
رئیس خارج

- ۱) با هم موازی‌اند - همگام‌اند
  - ۲) برهم عمودند - همگام‌اند
  - ۳) برهم عمودند - همگام نیستند
  - ۴) با هم موازی‌اند - همگام نیستند
- (حل)

محمد حسین پور

فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: حسین پور  
ریاضیات ۹۰  
یک موج الکترومغناطیسی در خفا در حال انتشار است، در یک نقطه میدان الکتریکی مربع در یک نقطه بیشتر است. در آن نقطه میدان مغناطیسی در همان نقطه چگونه است؟

- ۱) در خفا جهت میدان الکتریکی و در حال کاهش ۲) عمود بر میدان الکتریکی و بیشتر
- ۳) در جهت میدان الکتریکی و بیشتر ۴) در جهت میدان الکتریکی و در حال افزایش

( حل )

ریاضیات ۹۲  
یک آنتنای رادیویی، موجی با بسامد ۱۰۰ مگاهرتز منتشر می‌کند، چند ثانیه

طول می‌کشد تا این موج فاصله ۳۰۰ km را طی کند؟ (  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$  )

- ۱)  $10^{-3}$
- ۲)  $10^{-5}$
- ۳)  $3 \times 10^{-3}$
- ۴)  $3 \times 10^{-5}$

( حل )

ریاضیات ۹۳  
اگر  $E$  قریب گذرده‌ها الکتریکی در خفا و  $\nu$  هر تیرادی مغناطیسی خفا

باشد، سرعت انتشار امواج الکترومغناطیسی در خفا برابر با کدام است؟

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

( حل )

فیزیک دوازدهم - نرسن دامواج - تنظیم: حسین پور محمد

۹۱ (ریاض خارج) بسامد یک موج رادیویی ۱۲۰۰ کیلو هرتز است. طول موج آن چند متر است؟

۱۱، ۵ (۲) ۴ (۳) ۲۵۰ (۴) ۴۰۰ (۵)  $(c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s})$

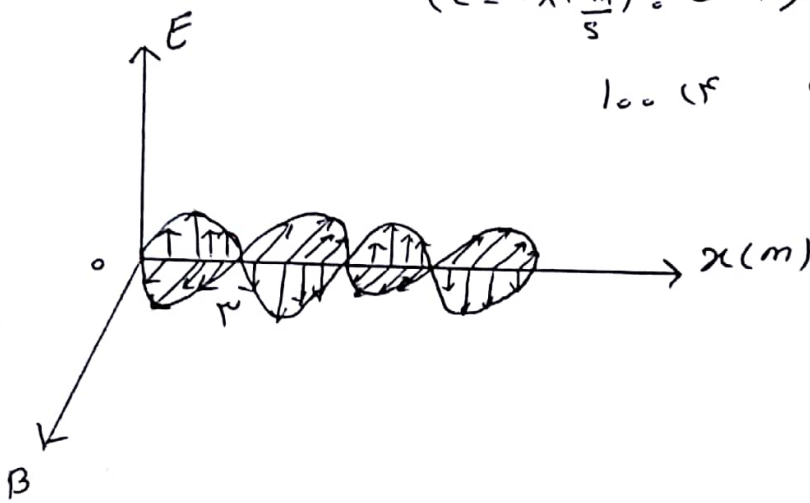
(حل)

۸۸ (فیزی خارج) شکل روبرو نمودار میدان الکترومغناطی در یک موج را در خدایان

در هد ب مد آن چند متر است؟  $(c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s})$

۱۱ (۲) ۱۰ (۳) ۵۰ (۴) ۱۰۰ (۵)

(حل)



۹۳ (ریاض خارج) کدام کمیت مربوط به امواج رادیویی در مقایسه با میگرد موج های بیست است؟

۱۱ طول موج (۲) بسامد (۳) سرعت انتشار در خدای (۴) انرژی

(حل)

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

۹۵  
ریاضی

ما هیت پرستی گاما مشابه ما هیت کلاما پرستی است؟

- ۱) آلفا
- ۲) بتا
- ۳) یوزیترون
- ۴) ایکس

حل

کدام موج الکترومغناطیسی دارای انرژی بیشتری است؟

۹۳  
ریاضی

- ۱) نور قرمز
- ۲) نور آبی
- ۳) موج رادیویی
- ۴) میکرو موج

حل

در طیف امواج الکترومغناطیسی، از فرکانس تا امواج رادیویی، طول موج دایره‌ای

۸۵  
ریاضی

به ترتیب چگونه تغییر می‌کند؟

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

حل

اشعه گاما در مقایسه با امواج فرکانس دارای طول موج ... دایره‌ای ... است.

۸۷  
فیزیک

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

حل

در طیف امواج الکترومغناطیسی، از موج‌های رادیویی در میانه برای تا پرتوهای

۸۶  
فیزیک

گاما کدام کمیت کاهش می‌یابد؟

- ۱) پدیده
- ۲) انرژی
- ۳) طول موج
- ۴) سرعت در خلأ

حل

عزده فیزیکی دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم : حسین پور

۹۲  
تجزیه

طول موج یک متر تا یک کیلو متر، مربوط به کدام محدوده موج ها الکترود مغناطیسی است؟

۱) فرودسرخ ۲) فرابنفش ۳) نور مرئی ۴) رادیویی  
(حل)

۹۳  
ریاضی

معادله ی میدان الکتریکی بر حسب زمان یک موج الکترود مغناطیسی در یک نقطه از

خط بقدرت  $E = E_{max} \sin(2\pi x \cdot 10^6 t)$  است. این موج در محدوده ی امواج ... است.

$$(c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s})$$

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

۸۹  
تجزیه خارج

مقدار انرژی صوتی که در واحد زمان به واحد سطح عمود بر راستای انتشار

صوت می رسد ... نام دارد.

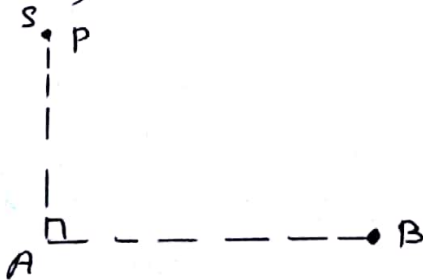
۱) شدت صوت ۲) بلندی صوت ۳) توان صوت ۴) تراز شدت صوت

۹۶  
ریاضی

مطابق شکل روی رود استیاه رادیویی A، فاصله B، فاصله A، از هم فاصله دارند.

و هر یک سیگنالی را گسیل می کنند. گیرنده P که در فاصله ۹ km از A قرار دارد.

این دو سیگنال را با اختلاف زمانی چند ثانیه دریافت می کند؟  $(c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s})$



- ۱۱)  $\frac{4}{3} \times 10^{-4}$
- ۱۲)  $\frac{4}{3} \times 10^{-7}$
- ۱۳)  $\frac{2}{3} \times 10^{-4}$
- ۱۴)  $\frac{2}{3} \times 10^{-7}$



بیزده فیزیک دوازدهم - نورسان دامواج - تنظیم: محمد حسن پور  
حل ست عریقل

۸۳ خارج  
برای یک موج الکترومغناطیس که در جهت مثبت محور  $x$  منتشر شود، جهت میدان مقناطیس موج در نقطه‌ای که میدان الکترونیک در یک نقطه در جهت مثبت محور  $x$  است کدام است؟  
۱) ۲ مثبت  
۲)  $x$  مثبت  
۳) ۲ منفی  
۴)  $x$  منفی  
(حل)

۹۱ خارجی خارج  
در طرف امواج الکترومغناطیس، بیشترین پسماند مربعی طایفه ... و بلندترین طول موج مربعی طایفه ... است.  
۱) نور بنفش - نور قرمز  
۲) امواج رادیویی - اشعه ایکس  
۳) اشعه گاما - امواج فرسرخ  
۴) اشعه گاما - امواج رادیویی در فضای آزاد  
(حل)

هزده، فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسینی پور

۹۳  
تجزیه و تحلیل امواج عرضی و امواج فرانتینگ، هردو -----

- ۱) در خدای منتشر شده در هردو موج عرضی اند. ۲) حاصل انرژی اندکی اختلاف سرعت آنها  
حلی زیاد است. ۳) حاصل انرژی اندک هردو از امواج الکترومغناطیسی هستند.  
۴) در خدای منتشر شده در هر دو موج طولی و عرضی است.  
(حل)

۹۴  
انفجاری در فاصه ۱۳، کوسیدی با دایره تکه-خ بزرگی به عمق ۱۰۰m

که روی سطح آب دریا قرار دارد رخ می دهد چند ثانیه طول می کشد تا صوت به یک  
زیر دریایی به عمق ۵۰۰m زیر قطعه-خ قرار دارد؟ (تندی صوت در هوا، آب و رخ  
به ترتیب ۳۲۰، ۱۶۰۰ و ۳۴۰۰ متر بر ثانیه است.)

۱) ۱/۵    ۲) ۰/۷۵    ۳) ۲/۴    ۴) ۱/۲

(حل)

چیزده فیزیک دوازدهم - نور و امواج - تنظیم: محمد حسین پور

تمرین ۱ - یکای شدت صدای بر حسب یکای اصلی در SI برابر کدام است؟

- (۱)  $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$  (۲)  $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$  (۳)  $\text{kg/s}$  (۴)  $\text{kg/s}^3$

حل (

تمرین ۲ - دو ویژگی ارتفاع و بلندی یک صدای به ترتیب بیانی از ..... و ..... است که گوش انسان درک می کند.

- (۱) دامنه، شدت (۲) دامنه، توان متوسط (۳) بسامد، شدت (۴) بسامد، توان متوسط

حل (

تمرین ۳ - تندی انتقال امواج صوتی در محیطی  $340 \text{ m/s}$  است. گوش انسان صدای با کدام

- طول موج را نمی شنود؟ (۱)  $1 \text{ cm}$  (۲)  $10 \text{ cm}$  (۳)  $1 \text{ m}$  (۴)  $10 \text{ m}$

حل (

فیزده عینر یک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم : محمدی حسین پور

۹۲ (ریاضی خارج) بشوند. ای صوتی بایسا مد ۲۵ Hz, ایا شدت  $10^{-4} \frac{W}{m^2}$  من بشوند. تراز این صوت چند دسی بل است؟  $(I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2})$

۱۰۰ (۴)      ۸۰ (۳)      ۲۰ (۲)      ۱۶ (۱)

(حل)

۹۳ (ریاضی) شدت صوتی  $10^{-3} \frac{W}{m^2}$  است تراز شدت این صوت چند دسی بل است؟  $(I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}, 10^2 = 100)$

۹۵ (۴)      ۸۵ (۳)      ۲۵ (۲)      ۱۵ (۱)

(حل)

۸۴ (ریاضی) اگر صدای غرش یک هواپیما بای تراز شدت ۱۱۰ دسی بل به گوش برسد، شدت صوتی هواپیما در آن نقطه چند وات بر متر مربع است؟  $(I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2})$

(حل)

بیزده فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسن پور

تکرار شدت صوتی ۶۳ دس بل است. شدت این صوت چند برابر شدت صوتی

۸۶  
دبلیو

میباشد؟ ( $\log_2 = 0.3$ )

(۱)  $2 \times 10^3$  (۲)  $3 \times 10^6$  (۳)  $2 \times 10^6$  (۴)  $6 \times 10^3$

(حل)

تکرار شدت صوتی ۱۵ دس بل است. شدت این صوت چند برابر شدت صوتی

۹۳  
دبلیو

میباشد؟ ( $\log_2 = 0.3$ ) (۱) ۵۰ (۲) ۳۰ (۳) ۳۲ (۴) ۲۴

(حل)



بزرگ، نزدیک، دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسن پور

۸۵  
رایف فارچ

تدریجاً شدت صوتی ۳۷ دس بل است. اگر شدت صوتی مبنای پدیده را  $10^{-12} \frac{W}{m^2}$

باشد شدت این صوت چند وات بر متر مربع است؟ ( $L_0 = 0.7$ )

- (۱)  $7 \times 10^{-5}$  (۲)  $10^{-7}$  (۳)  $5 \times 10^{-9}$  (۴)  $5 \times 10^{-9}$

(حل)

۸۹  
بگری

یک چشمه ی صوتی، امواج صوتی را با توان ۱۲۰ وات در یک فضای باز تولید

و منتشر می کند. شعاع های در فاصله ی چند متری از منبع قرار گیرد تا امواج

صوتی را با بلندی ۹۰ دس بل بشنود؟ (از جذب انرژی توسط محیط صرف نظر شود.

$$\left( I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2} \text{ است } \right), \pi = 3$$

- (۱) ۱ (۲) ۱۰ (۳) ۱۰۰ (۴) ۱۰۰۰۰

(حل)

۹۳ بکری خارج  
 پیژده فنیز یک دوازدهم - نرسن و امواج - تنظیم: محمد حسین پور  
 شنونده ای که مسافت پرده ی گوشت ۶۰ میل متر مربع است، نواز شدن صوت حاصل از

یک منبع را ۵۰ دس بل احس کن کند اندزی که در مدت ۵۰ ثانیه به پرده ی گوشت  
 این سوزده می رسد چند میکرو ورتول است؟  $(I_0 = 1.0 \frac{W}{m^2})$

(حل)

۹۶ ریاضی خارج  
 توان یک چشمه ی صوت ۵۰۰ میل وات است، اگر در یک فضای باز،  
 شنونده ای در فاصله ی ۲۰ متری از چشمه ی صوت حاصل را با نواز شدن صوت  
 ۸۰ دس بل احس کند در انتز صوت در این فاصله چند درصد توان توسط محیط  
 جذب شده است؟  $(\pi = 3, I_0 = 1.0 \frac{W}{m^2})$

۲ (۱)      ۴ (۲)      ۲۰ (۳)      ۴۰ (۴)

(حل)

پنجمه - فنزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم: محمد حسینی پور

۹۰  
تجزیه  
اگر شدت صوت ۲۷۱۰ برابر شود، تراز شدن صوت چگونه تغییر می کند؟

$$(L_p = 0.13)$$

میدان

(۱) ۸ برابر شود. (۲) ۴ برابر شود. (۳) ۸ (سه برابر شد) (۴) ۴ (سه برابر شد)

(حل)

۹۵  
تجزیه  
اگر هدف تراز شدن دو صوت برابر با ۳ (سه برابر است). شدن صوت قوی تر

چند برابر شدن صوت ضعیف تر است؟ (  $L_p = 0.13$  )

(۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۳

(حل)

۹۱  
تجزیه  
شدت دو صوت ۱۰۰ و ۵۰۰ میگویند و آن بر مبنای مربع است. تراز شدن صوت

بلندتر، چند (سه برابر) بیشتر از تراز شدن صوت (کمتر) است؟ (  $L_p = 0.13$  )

(حل)

عبره فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تنظیم : مهدی حسینی پور

۸۷ (۱۰۰٪ نمره)  
تکرار شدت صوتی از ۳۰ (سه بی) به ۳۶ (سه بی و شش) شده، شدت صوتی چند برابر

شده است؟ (  $\log 2 = 0.3$  )

$$\frac{36}{25} \quad 14 \quad \frac{7}{5} \quad 13 \quad 6 \quad 12 \quad 4 \quad 11$$

( حل )

۹۱ (بگرمی)  
اگر شدت صوتی را ۱۲ برابر کنیم، تکرار شدت آن ۵ برابر می شود، اگر

$I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$  باشد شدت اولیه صوت چند و آن بر چه مربع است؟

$$5 \times 10^{-12} \quad 14 \quad 4 \times 10^{-12} \quad 13 \quad 3.2 \times 10^{-12} \quad 12 \quad 2 \times 10^{-12} \quad 11$$

( حل )

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

۹۵ (۱۴ فروردین) آند شدت صوت چپته ای را ۸ برابر کنیم، تراز شدت صوت برای شنونده ای که

بفاصله ای معین از چپته قرار دارد، ۳/۱ برابر می شود، تراز شدت صوت ادبیه را  
 شنونده چند دسی بل بزرگ است؟ ( $\log_2 = 10$ )

۲۰ (۱)      ۲۴ (۲)      ۳۰ (۳)      ۳۹ (۴)

(حل)

۹۰ (۱۴ فروردین) تراز شدت صوت در ۱۰ متری از یک چپته صوت ۸۰ دسی بل است. تراز

شدت این صوت در فاصله ای ۴ متری از چپته چند دسی بل است؟  
 ( $\log_2 = 10$ ) و از ضرب اندازی توسط محیط صرف نظر شود.

۲۰ (۱)      ۴۰ (۲)      ۵۶ (۳)      ۶۸ (۴)

(حل)



جزوه فیزیک دوازدهم - نرسان داموچ - تنظیم: محمد حسن پور

۹۶  
۱۰۰ فن  
دا منہ ارتعاشات کی موج صوتی ۲۰ درجہ کا هست دارہ من شدہ. در کی نقطہ

معنی تکرار شدت صوت چند دلیل کا هست من ۱۰ بد؟ ( $\log 2 = 0.3$ ) وہ ب مد ثابت است.

۲۰ ۱۴ ۱۴ ۱۳ ۲ ۱۲ ۱ ۱۱

حل

۹۵  
۱۰۰ فن  
اگر دا منہ من چشمہ من صوتی را ۴ برابر کنیم، برای کی شدت معنی، تکرار شدت

صوت ۱۳ برابر من شدہ. در این حالت تکرار شدت صوت برای آن شدہ به

چند دلیل من رسد؟ ( $\log 2 = 0.3$ ) وہ ب مد ثابت است.

۵۲ ۱۴ ۳۲ ۱۲ ۱۳ ۱۱

حل

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

تمرین ۱ - وقت چشمه‌های صورتی در حال حرکت است . تجمع چیمه های مربع در جلوی آن ----

از حالت سکون می آید که این به معنای ---- پس آمد صورت در فترت توسط ناظر ساکن در این ناحیه است .

۱) کم تر - کاهش ۱۲ بیشتر - افزایش ۱۳ کم تر - افزایش ۱۴ بیشتر - کاهش

حل ۱

تمرین ۲ - شخصی یا نندی ثابت در حال نزدیک شدن به یک چشمه صورت ساکن است ،

پس آمد و شدت صورت در فترت توسط این شخص تا لحظه‌ای رسیدن به چشمه صورت به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می کند ؟

۱) ثابت می ماند - ثابت می ماند . ۲) ثابت می ماند - افزایش می دهد -  
۳) افزایش می دهد - ثابت می ماند . ۴) افزایش می دهد - افزایش می دهد -

حل ۲

پروژه فیزیک دوازدهم - نور و امواج - تنظیم: محمد حسینی پور

تمرین ۱ شش نفر خیابان اشید، است. آمبرلاش اثر بر کسان که در حال حرکت در

خیابان است. به شش نفر رسیده و از کنار او می‌گذرد. اگر ب می‌تواند تولیدی آمبرلاش را با  $f_s$  و ب می‌تواند توسط شش نفر را قبل و بعد از رسیدن آمبرلاش با  $f_r$

به ترتیب با  $f_1$  و  $f_2$  نشان دهیم کدام متغیر درست است؟

$$f_2 > f_s > f_1 \quad (4) \quad f_1 > f_s > f_2 \quad (3) \quad f_1 > f_2 > f_s \quad (2) \quad f_2 > f_1 > f_s \quad (1)$$

حل ۱

تمرین ۲ آشکار سازی به طور کند شده در حال ترکیب شدن به یک چشمه‌ی صوتی ساکن

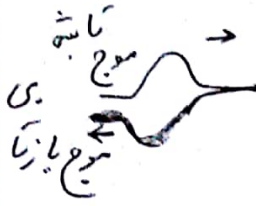
است. ب می‌تواند توسط آشکار ساز ..... از بیامد تولیدی چشمه و در حال

..... است.

۱) کم‌تر - کاهش ۱۲ کم‌تر - افزایش ۲۳ بیشتر - کاهش ۱۴ بیشتر - افزایش

حل ۲

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



• در یک بُعد: بازتاب موج از انتهای یک قند یا  
 آسان بسته شده مانند شکل مقابل:  
 • در دو بُعد: امواج روی سطح آب

امواج مکانی

• در سه بُعد: امواج عبوری به صورت گردی اند. بازتاب  
 صوت از یک سطح تخت مثل دیوار، سه بُعدی است.

• بازتاب امواج

• منظم یا آینه‌ای: سطح بازتابنده‌ی نور مثل یک  
 آینه، بسیار هموار است. امواج الکترومغناطیس هم  
 می‌توانند از یک سطح بازتابنده شوند.

الکترومغناطیس

• نامنظم یا پخشنده: سطح بازتابنده صغیر و  
 هموار نباشد.

تعاریف مهم

- پرتوی تابش: پرتوی که به جسم برخورد می‌کند (پرتو تابیده یا فرودی) گوئیم.
- پرتوی بازتاب: پرتوی که از جسم پرتو می‌گردد.
- زاویه تابش: زاویه بین پرتوی تابش و خط عمود بر سطح در نقطه تابش. ( $\theta_1$ )
- زاویه بازتاب: زاویه بین پرتو بازتابیده و خط عمود بر سطح در نقطه تابش. ( $\theta_2$ )

1. هواره برای هر شکل و هر موجی، زاویه تابش برابر با زاویه بازتاب است.  $\theta_1 = \theta_2$
2. پرتوی تابش، پرتو بازتابش و خط عمود بر سطح بازتابنده در هر بازتابش در یک صفحه واقع اند.

قوانین بازتاب

فیروزه ویزیک دوازدهم - نورسن و امواج - تنظیم: محمد حسین پور

نکات  
بازتاب

۱. وقت نور بازتابیده از عیسی به چشم ما برسد، آن عیسی را می بینیم.
۲. تولید صدا در آلات موسیقی، پژواک صداها، دیدن ماه، دیدن صفحه فیروزه گرم شدن مواد غذایی در اجاق های فوریستی، جمع شدن امواج رادیویی در کانون آنتن های بشقابی و... مشکلاتی از کاربرد بازتاب امواج در زندگی هستند.
۳. فکاش از بازتاب امواج، برای جهت یابی یا شمار طعمه استفاده می کند.
۴. امواج از هم می سطح (تحت یا همیده) می توانند بازتابیده شوند.

(مِن امواج صوتی)

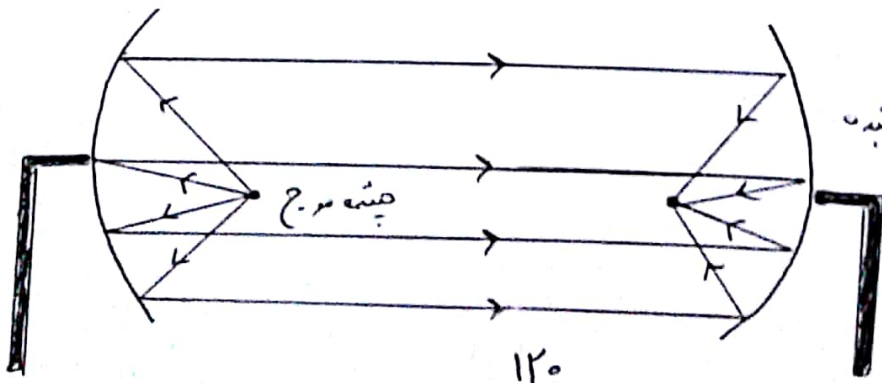
۵. در پارک تقدیمی، یا قدار دادن چشمه ی صوت در کانون یک سطح کاو، صدا در کانون سطح کاو دیده شده می شود.

پژواک ← اگر صوت پس از بازتاب، بایک تا فیزمایی به گوش شنونده ای برسد که صوت اولیه را مستقیماً می شنود، به چنین بازتابی پژواک می گویند.

۶. اگر تا فیزمایی بین دو صوت، کمتر از ۵ اریه باشد، گوش انسان نمی تواند پژواک را از صوت مستقیم اولیه تشخیص دهد.

۷. امواج الکترومغناطی تحت تابیده به یک سطح کاو، پس از بازتابش در یک نقطه کانونی می شوند.

که نمونه ای از بازتاب در سه بُعد است. ← کاربرد در آنتن های بشقابی یا امواج فروسرخ برای گرم کردن آب یا مواد غذایی



- دو سطح بازتابنده
- کاو در یک
- پارک تقدیمی



هزده، فیزیک دوازدهم - نوسان و امواج - تقسیم: محمد حسن پور

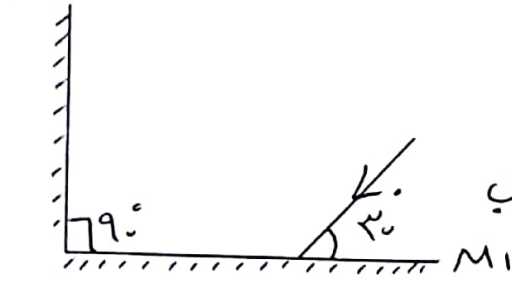
(۸-۳) تمرین کتاب ( کمترین فاصله بین منبع صدا و یک دیوار بلند جعبه باشد تا منبع صوت بتواند

پژواک صدای خود را از صدای اصلی سمزدهد؟ فاصله  $340 \text{ m/s}$  در نظر بیاید - ( منبع صوت را یک انسان فرض کنید )

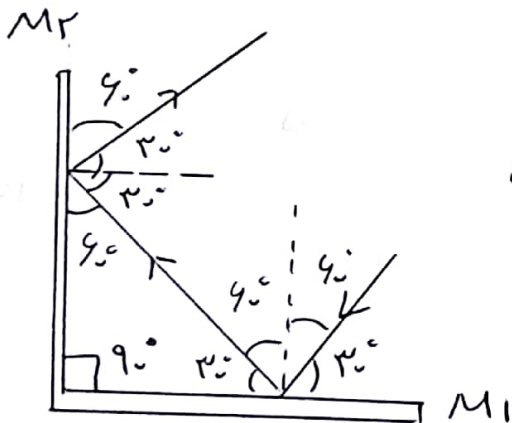
حل) یا توجه به نکته ای که داریم تا فیر زمان بین دو صوت، کمترین باشد، گوش انسان نمی تواند پژواک را از صوت مستقیم اولیه تشخیص دهد داریم

$$t = \frac{d}{v} = 0.5 \text{ s} \rightarrow \Delta x = vt = 340 \times 0.5 = 170 \text{ m}$$

در شکل زیر پرتوهای بازتابیده از آینه های تحت  $M_1$  و  $M_2$  را  $M_2$  رسم کنید -



حل) در این مورد مسائل اولی کار رسم خط فرض نمود بود، و پس زاویه تابش و بازتاب را مشخص می کنیم -



توجه) زاویه تابش و بازتاب در آینه ای

$$M_1 \begin{cases} \hat{\theta}_i = 30^\circ \\ \hat{\theta}_r = 30^\circ \end{cases} \quad \begin{cases} \hat{\theta}_i = \hat{\theta}_r \\ \hat{\theta}_i = 60^\circ \end{cases}$$

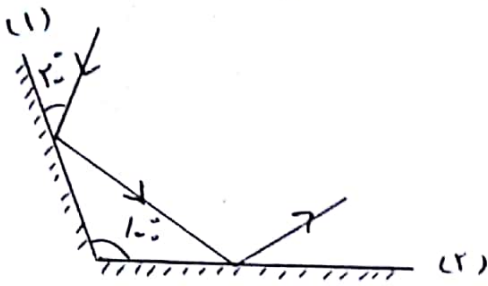
و زاویه تابش و بازتاب در آینه ای

$$\begin{cases} \hat{\theta}_i = 30^\circ \\ \hat{\theta}_r = 30^\circ \end{cases} \quad \begin{cases} \hat{\theta}_i = \hat{\theta}_r \\ \hat{\theta}_i = 60^\circ \end{cases}$$

تذکره) طبق قوانین بازتاب زاویه تابش و زاویه بازتاب برابرند -

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

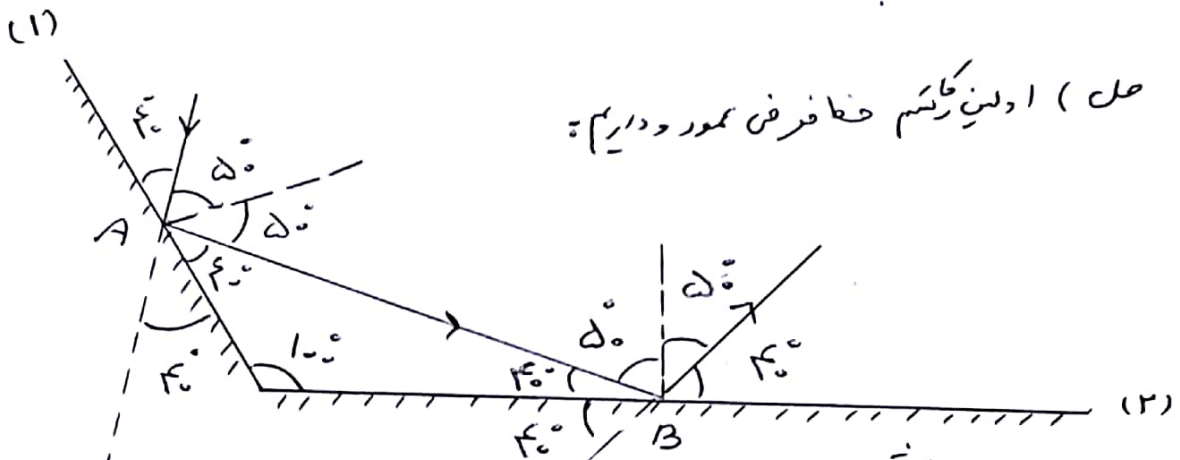
مثال (در شکل روی پروازای بین دو آینه ۱۰۰ است، پرتوی نوری پس از بازتاب از آینه‌ی اول به آینه‌ی دوم می‌رسد.



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 گام حفظ فرض مورد داریم):



الف) زاویه‌ی تابش به آینه‌ی دوم ۵۰ است.

ب) زاویه‌ی بین پرتوی بازتابیده از آینه‌ی دوم با این آینه ۴۰ است.

پ) در مثل  $A \hat{O} B$  زاویه‌ی  $A \hat{O} B$  برابر

$$20 \text{ است چون } A \hat{O} B = 180 - (10 + 10) = 160$$

و زاویه‌ی  $\alpha$  زاویه‌ی است که پرتوی بازتابیده از آینه‌ی

دوم نسبت به پرتوی تابیده به آینه‌ی اول (مقدار انحراف)

با مقدار تابش در آینه‌ی اول با مقدار بازتاب در آینه‌ی دوم است

$$\alpha = 180 - 20 = 160$$

توجه: اگر زاویه بین دو آینه  $90 < \theta$  باشد زاویه‌ی

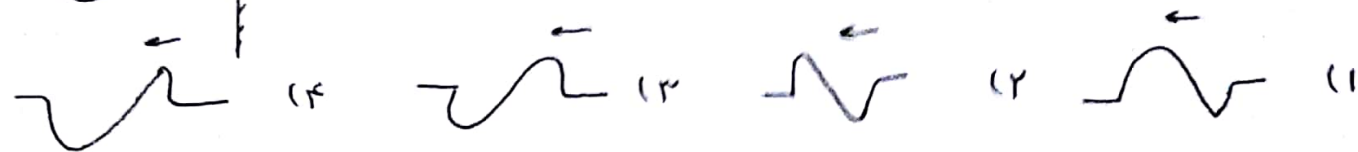
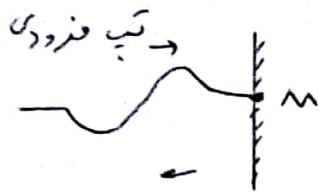
انحراف پرتوهای بازتابیده از آینه‌ی دوم نسبت به پرتو تابیده به آینه‌ی اول ۱۲۲

$$122 - 20 = 102$$

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

تمرین ۱) تپی مطابق شکل در برود، به انتهای ثابت طناب برخورد می کند و بازتاب

می شود. تپ بازتابی چه کد ام است؟

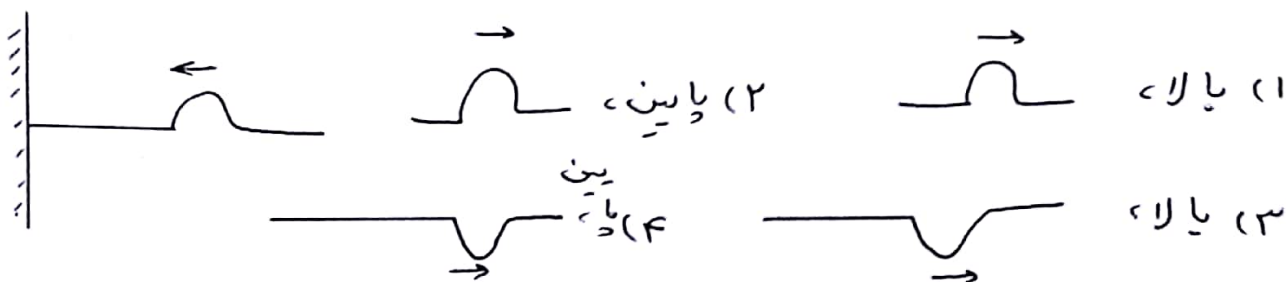


حل ۱

تمرین ۲) در شکل در برود، تپ در یک رسان کیده که یک سر آن پرتله گاهر ثابت شده

است، در حال پیشروی است و قه تپ به تله گاه، می رسد، بنزدی که تله گاه به

طناب وارد می کند، در چه جهته است و تپ به شکل کدام گزینیه بازتاب می شود؟



حل ۲

می شود.

تمرین ۳) در دستا، لیتو تریبیسی که در ... کا ردد دارد، از بازتابنده ها ... استاده

۱) شکستن سد های کلیه - سهوی ۲) شکستن سد های کلیه - بیضوی

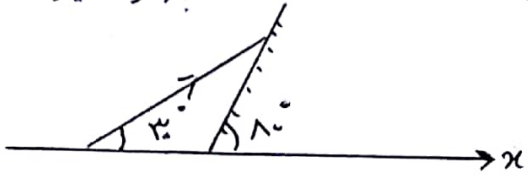
۳) ثبت صدا های ضعیف - سهوی ۴) ثبت صدا های ضعیف - بیضوی

حل ۳

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

تمرین در شکل رو به رو، یک آینه تخت یا محور  $x$  زاویه  $80^\circ$  ساخته است. پرتوی نوری که

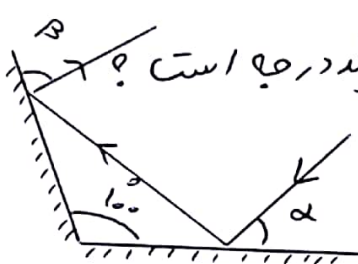
با محور  $x$  زاویه  $30^\circ$  می‌سازد، به این آینه تابیده و بازتاب می‌شود. پرتوی بازتاب شده با محور  $x$  زاویه  $\alpha$  چند درجه می‌سازد؟



- (۱) ۲۰ (۲)  $30^\circ$  (۳)  $60^\circ$  (۴)  $50^\circ$

حل

تمرین شکل رو به رو، حیدر پرتوی نوری را در دو بازتاب متوالی از دو آینه  $i$  تحت

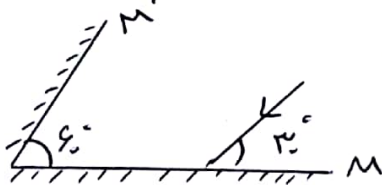


نشان می‌دهد. در این شکل اگر  $\alpha = 35^\circ$  باشد  $\beta$  چند درجه است؟

- (۱)  $45^\circ$  (۲)  $55^\circ$  (۳)  $35^\circ$  (۴)  $75^\circ$

حل

۸۷ ریاضی در شکل مقابل، پرتوی نور پس از بازتاب از آینه  $M$  به آینه  $M'$  می‌تابد،



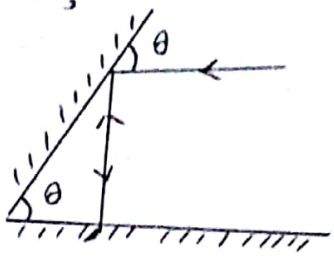
زاویه تابش در آینه  $M'$  چند درجه است؟

- (۱) صفر (۲)  $30^\circ$  (۳)  $60^\circ$  (۴)  $90^\circ$

حل

جزوه فیزیک دوازدهم - نورسان و امواج - تنظیم: محمد عین پور

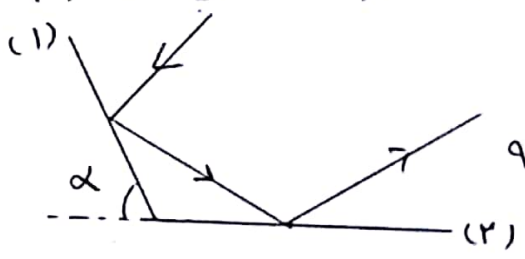
۸۵ (ایف خارج) در شکل رو به رو، مسیر پرتوی نور مشخص شده است.  $\theta$  چند درجه است؟



- ۱۱ ۱۵ ۱۲ ۳ ۴۵ ۳ ۴ ۶۰

(حل)

۹۶ (بسی خبیج) مطابق شکل رو به رو، پرتوی نوری به آینه‌ی تحت (۱) می‌تابد و در عمق آینه‌ی تحت (۲) بازتاب می‌شود. پرتوی تابش به آینه‌ی (۱) باید پرتوی بازتابی باشد؟



- ۱ ۲ ۳ ۴ ۵ ۶ ۷ ۸ ۹ ۱۰ ۱۱ ۱۲ ۱۳ ۱۴ ۱۵ ۱۶ ۱۷ ۱۸ ۱۹ ۲۰ ۲۱ ۲۲ ۲۳ ۲۴ ۲۵ ۲۶ ۲۷ ۲۸ ۲۹ ۳۰ ۳۱ ۳۲ ۳۳ ۳۴ ۳۵ ۳۶ ۳۷ ۳۸ ۳۹ ۴۰ ۴۱ ۴۲ ۴۳ ۴۴ ۴۵ ۴۶ ۴۷ ۴۸ ۴۹ ۵۰ ۵۱ ۵۲ ۵۳ ۵۴ ۵۵ ۵۶ ۵۷ ۵۸ ۵۹ ۶۰ ۶۱ ۶۲ ۶۳ ۶۴ ۶۵ ۶۶ ۶۷ ۶۸ ۶۹ ۷۰ ۷۱ ۷۲ ۷۳ ۷۴ ۷۵ ۷۶ ۷۷ ۷۸ ۷۹ ۸۰ ۸۱ ۸۲ ۸۳ ۸۴ ۸۵ ۸۶ ۸۷ ۸۸ ۸۹ ۹۰ ۹۱ ۹۲ ۹۳ ۹۴ ۹۵ ۹۶ ۹۷ ۹۸ ۹۹ ۱۰۰

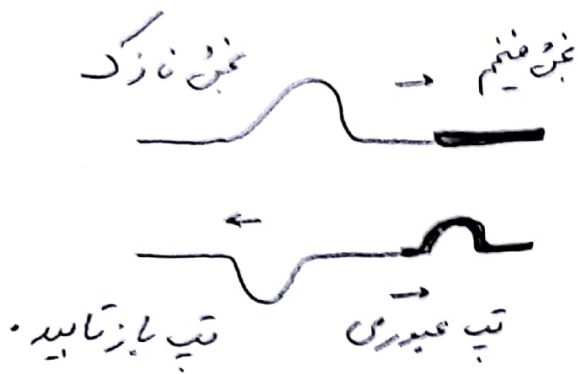
(حل)



چیزه - فیزیک دوازدهم - نورسان و امواج - تنظیم و تصحیح حسین پور

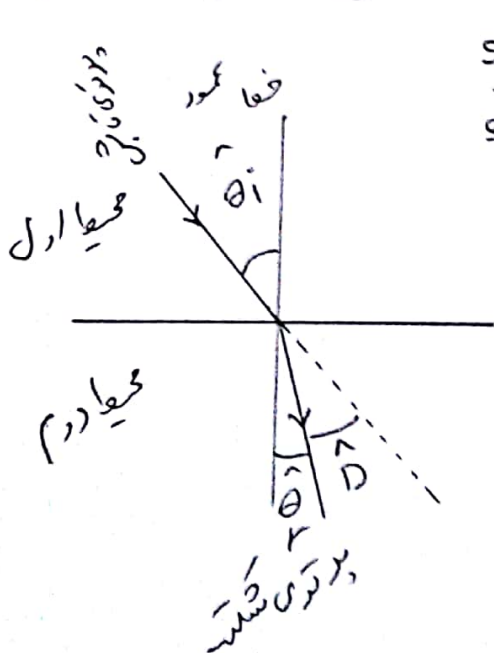
نقطه هدرگاه موجی از یک طناب عبور کند، و قسمت از طناب بزرگ و قسمت از طناب ریز ضمیمه باشد؛ در ورود به موج از نازک به ضمیمه، تندی موج کمتر، پیمایش ثابت و طول موج هم کمتر می شود.

- در عبور موج از ضمیمه به نازک، تندی موج بیشتر، پیمایش ثابت و طول موج بیشتر می شود.
- قسمت از موج تا شب (فرودی) عبور و قسمت بازتاب می کند:



شکست موج - نوعی پدیده است که در آن جهت پیشروی موج در ورود به محیط جدید تغییر می کند.

• قانون شکست هموس: 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:



$$\frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_i} = \frac{v_2}{v_1}$$

تذکره: 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.

- $\theta_i$  → زاویه ی تابش
- $\theta_r$  → زاویه ی شکست
- $\hat{D}$  → زاویه ی انحراف

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

مثال در یک تشتت موج، امواج با بسامد  $f = 2\text{Hz}$  و طول موج  $20\text{cm}$  ایجاد

می‌کنیم. این موج با زاویه تابش  $53^\circ$  به سمت کم عمق می‌رسد. اندک تندی انتشار موج در محیط اول  $\frac{4}{3}$  تندی انتشار موج در محیط دوم باشد:

$$\sin 53^\circ = 0.8 \Rightarrow v = 0.8v_1$$

الف) بسامد و طول موج امواج در قسمت کم عمق را حساب کنید.  
ب) زاویه شکست را پیدا کنید.

پ) زاویه بین پرتوی نور فرودی و پرتوی نور شسته شده را بدست آورید.

حل: الف) بسامد به ویژگی‌های محیط انتشار بستگی ندارد و ثابت می‌ماند، اما برای طول موج در قسمت کم عمق داریم:

$$\lambda = \frac{v}{f} \xrightarrow{f \text{ ثابت}} \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2} \rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{v_2}{v_1} \rightarrow \lambda_2 = \frac{20}{\frac{4}{3}} = 15\text{cm}$$

ب) با توجه به رابطه شکست عمومی داریم:

$$\frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_i} = \frac{v_r}{v_i}$$

$$\rightarrow \frac{\sin \theta_r}{\sin 53^\circ} = \frac{v_r}{\frac{4}{3}v_1} = \frac{3}{4} \rightarrow \sin \theta_r = 0.8 \times \frac{3}{4} = 0.6 \rightarrow \theta_r = 37^\circ$$

پ) زاویه بین پرتو پدیدار شده با پرتوی شکست را زاویه شکست گفته

و با  $\hat{D}$  نشان داده داریم:

$$\hat{D} = |\theta_r - \theta_i|$$

$$\rightarrow \hat{D} = |37^\circ - 53^\circ| = 16^\circ \rightarrow \hat{D} = 16^\circ$$

جزوه فیزیک دوازدهم - نورسان دامواج - تنظیم: محمد حسین پور

نسبت  $\leftarrow$  فرب سکت  $\leftarrow$  تندی نور در خلاء به تندی نور در محیط شفاف را اگر  $n$  داریم :

$$n = \frac{\text{تندی نور در خلاء}}{\text{تندی نور در محیط}} = \frac{c}{v}$$

(فرب سکت)  $n$  (بدن واحد)

نکته) در عبور نور از یک محیط به

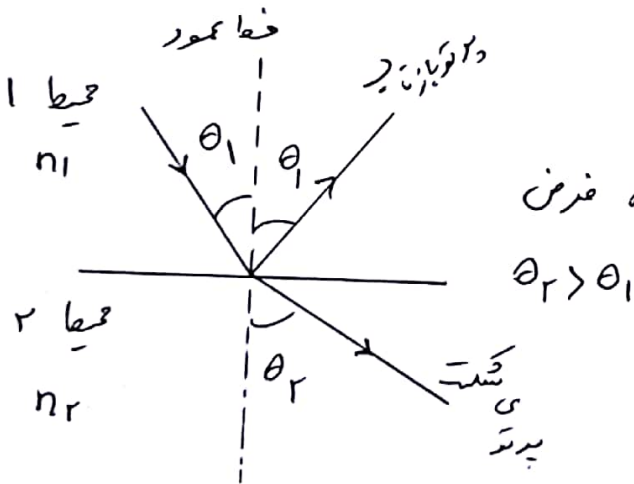
محیط دیگر بخشی از نور بازتابیده و بخشی میگذرد.

قانون اسنل :

$$\frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_i} = \frac{v_r}{v_i} = \frac{n_i}{n_r} \rightarrow \boxed{n_r \sin \theta_r = n_i \sin \theta_i}$$

نکته) هرگاه پرتوی نور از محیط ① با فرب سکت  $n_1$  وارد محیط ② با فرب سکت  $n_2$  شود، تفاوت در تندی نور در دو محیط، موجب شکسته شدن پرتوی تابش در ورود به محیط جدید می شود، به عبارتی جهت حرکت عوض می شود.

اگر از محیط با فرب سکت بیشتر وارد محیط با فرب سکت کمتر شود، پرتو سکت از خط عمود دورتر می شود و اگر محیط اول  $n$  کمتری داشته باشد، پرتو سکت به خط عمود نزدیکتر می شود و داریم :



تندی یا  $n \rightarrow v_1 < v_2 \rightarrow n_1 > n_2$  فرض  
رابطه می ممکن دارد.

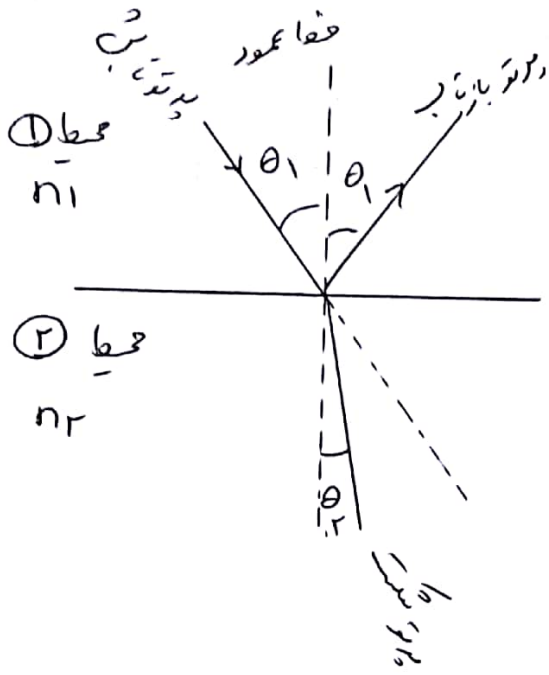
$$\theta_2 > \theta_1$$

تندی بیشتر یعنی زاویه سکت بزرگتر و تندی کمتر یعنی زاویه سکت کمتر.

$$\frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_i} = \frac{v_r}{v_i} = \frac{n_i}{n_r}$$

جزوه فیزیک دوازدهم - نرسان دایمیدج - تنظیم: محمد حسین پور

ادامه‌ی نکته‌ی صفحه‌ی قبل



فرض  $n_1 < n_2$

$\rightarrow v_1 > v_2, \theta_1 > \theta_2$

$\theta_2$  کوچکترین  $v_2$  هم کند است.

نکته: تندی نور در خلاء بیشترین تندی است.

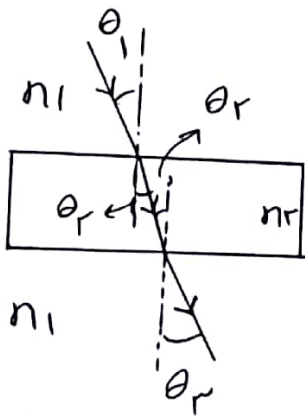
$$c = 3 \times 10^8 \frac{km}{s} = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$$

نکته: فزونی سرعت خلاء برابر یک بوده  $n=1$  خلاء و برای بقیه‌ی موارد  $n > 1$

است. (برای هوا هم تعدیل فزونی سرعت  $n=1$  هوا است.)

نکته: در تیغه‌های شیشه‌ای متوازی‌السطوح مانند شش

پرتوی تابش اولیه موازی پرتوی خروجی است.



$n_2 > n_1$

$\theta_1 = \theta_3$

توجه: هنگام زاری تابش در تیغه‌ی شیشه‌ی

از  $30^\circ$  تا  $90^\circ$  شد زاری سرعت پرتو در آن کم خواهد

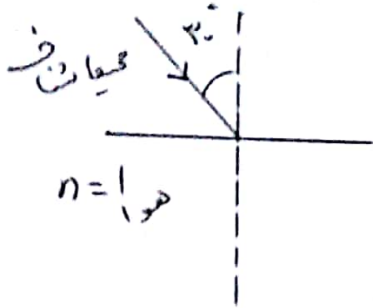
از  $90^\circ$  خارج شد همان  $30^\circ$  تا  $90^\circ$  خواهد بود.

فیزیک دوازدهم - نوران و امواج - تنظیم: محمد حسینی پور

مثال یک بار یک نور تکفام مطابق شکل از محیط شفاف به هوا می آید، اگر پرتوی

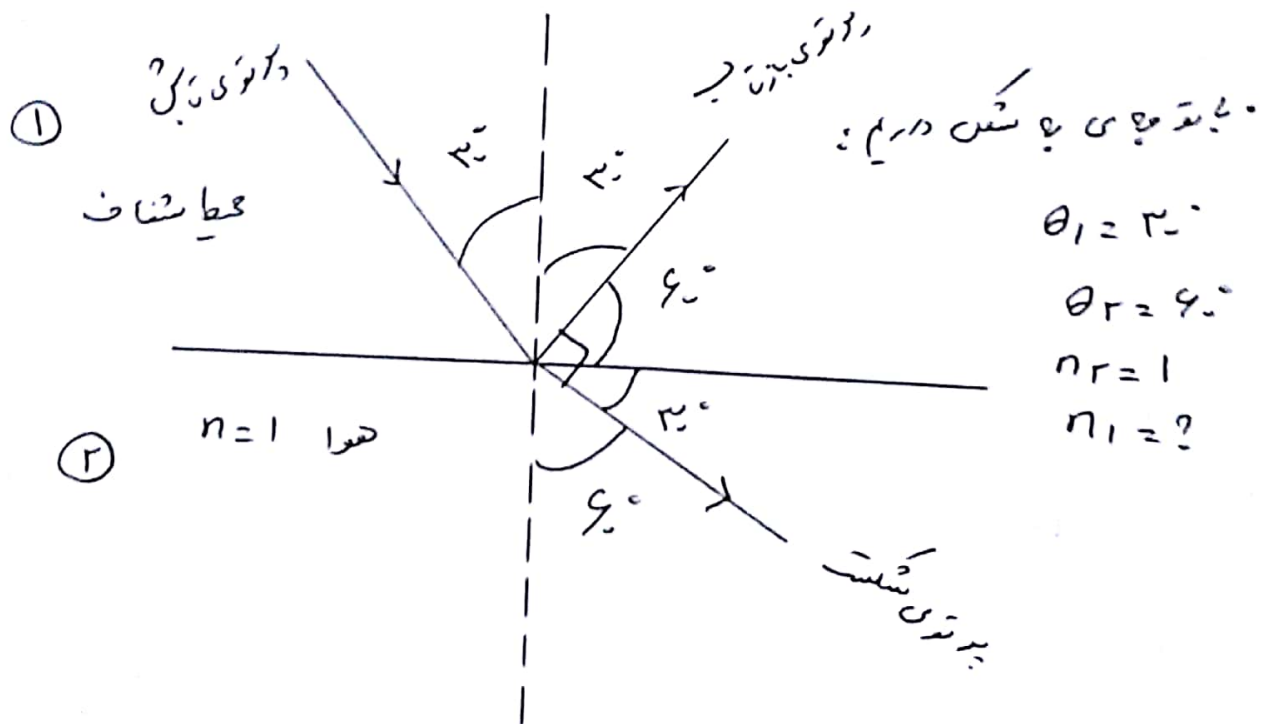
شکست پرتوی بازتاب عمود باشد ضریب شکست محیط شفاف را حساب کنید.

$$(\sin 30^\circ = \frac{1}{n}, \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{n})$$



حل: طبق گفته مسئله پرتوی شکست پرتوی بازتاب باید

عمود باشد و چون نور از محیط با ضریب شکست بیشتر به محیط با ضریب شکست کمتر می آید، پس پرتوی شکست از خط عمود در می شود داریم:



$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

باید چه می باشد؟

$$n_1 \sin 30^\circ = 1 \times \sin 60^\circ$$

$$\rightarrow n_1 \times \frac{1}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2} \rightarrow n_1 = \sqrt{3}$$



جزءه فیزیک دوازدهم - ترسکان دامواج - تنظیم : محمد حسینی پور

نکات

- ① بیشترین و معروفترین موارد شکست نور در گستره نور مرئی است.
- ② در ارتباطات رادیویی شکست امواج رادیویی اهمیت کاربردی دارد.
- ③ علت شکست موج در محیطهای مختلف، تفاوت تندی آنها در محیطها مختلف است.
- ④ چینه های موج در مرز جدایی دو محیطی شکستند.
- ⑤ پرتوهای موج همواره بر چینه های موج عمودند.
- ⑥ تندی امواج روی سطح آب با عمق آن بستگی دارد.
- ⑦ با ورود موج به بخش کم عمق، تندی موجی سطحی کاهش می یابد.

⑧ دیدن اجسام داخل مایعات از هوا (مثل دیدن ماه در داخل پد که آب)، رنگ های رنگین کمان، لیزرهای که با لگد محکم دیده می شود، لغت دیدی که با استفاده از ابزارهای توری مانند میکروسکوپ و دوربین دیده می شود نمونه هایی از شکست موج می باشند.

طول موج نور قرمز لیزر هلیوم - نئون در هوا حدود  $633\text{nm}$  است، ولی در زجاجیه چشم  $474\text{nm}$  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 دگر ثابت بوده، ولی  $v$  در

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{633 \times 10^{-9}} \approx 4,74 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$f = f \approx 4,74 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

در زجاجیه

ب) چینه ی حل صغری بود

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

a → هوا  
2 → زجاجه

$$\frac{v_a}{v_2} = \frac{\lambda_a}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_a}$$

$$\rightarrow \frac{n_2}{n_a} = \frac{\lambda_a}{\lambda_2} \rightarrow \frac{n_2}{1} = \frac{622}{474} \approx 1,33$$

$$\frac{v_2}{v_a} = \frac{n_a}{n_2} \rightarrow \frac{v_2}{3 \times 10^8} = \frac{1}{1,33} \rightarrow v_2 = \frac{3 \times 10^8}{1,33} \quad (ب)$$

$$\rightarrow v_2 \approx 2,26 \times 10^8 \text{ m/s}$$

مطابق شکل، پرتو نوری که از ما هن به چشمان سطح می رسد تحت زاویه  $9^\circ$  به مرز آب - هوا برخورد کرده است. زاویه شکست این پرتو در هوا چقدر است؟

تمرین ۴۴

$$c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$$

باتوجه به رابطه اش داریم:  $n = 1,33$

$$i = 9^\circ - 4^\circ = 5^\circ$$

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

$$\rightarrow 1,33 \times \sin 5^\circ = 1 \times \sin \theta_2 \rightarrow \sin \theta_2 = 1,33 \times \frac{1}{4}$$

$$\rightarrow \sin \theta_2 = 0,3325 \rightarrow \theta_2 = 19,47^\circ \approx 20^\circ$$

توجه: اگر سرعت نور در آب را حساب کنیم داریم:

$$v_2 = \frac{c}{n} = \frac{3 \times 10^8}{1,33} \approx 2,25 \times 10^8 \frac{m}{s}$$

جزوه فیزیک دوازدهم - نوسان دامواج - تنظیم: محمد حسین پور

- پدیده سراب: پدیده‌ای که در روزهای گرم به علت تغییر متغیر مسیر نور هنگام عبور از لایه‌های مختلف هوا در نزدیکی سطح زمین بوجود می‌آید.
- نکته: پدیده‌ی سراب را در تکران دیدن آن عکس گرفت.
- نکته: علت پدیده‌ی سراب: داغی سطح زمین در روزهای گرم موجب کاهش چگالی هوا شده و فریب شکست هم کم می‌شود پس در ورود نور از لایه‌های سردتر به لایه‌های گرم‌تر پایین‌تر زاویه‌ی شکست به تدریج اقل می‌شود و پدید می‌آید چون تندی نور هم بیشتر شود. 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 گوئیم.
- نکته: علت پاشندگی نور ← فریب شکست هر محیط (به جز خلأ) به طول موج نور بستگی دارد، فریب شکست منشور برای نورهای با رنگ‌های مختلف متناهی بوده پس زاویه‌ی شکست رنگ‌های مختلف با هم فرق دارد.
- توجه: نور سفید توسط منشور به هفت رنگ مختلف به تدریب: قرمز، نارنجی، زرد، سبز، آبی، نیلی، بنفش تجزیه می‌شود.
- نکته: در شیشه، نور بنفش کم‌ترین سرعت را در طرف مدنی 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.

پهلو، فیض خاج - نوربان داموایج - تنظیم: محمد حسنین پور

۹۶ (فیض خاج) آنگه طول مربع پرتوی از نور نارنجی در خدو برابر ۱۶. سیدون یا شد، یسا مه آن

پرتو در مربع شفاف به فریب شکست  $\frac{4}{3}$  چند هدرتد است؟ (  $c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$  )

- (۱)  $5 \times 10^{14}$  (۲)  $4 \times 10^{15}$  (۳)  $\frac{2}{3} \times 10^{14}$  (۴)  $\frac{15}{4} \times 10^{14}$

(حل)

۸۹ (فیض خاج) پرتوی نوری از درون یک محیط شفاف که فریب شکست آن  $\sqrt{2}$  است یا زاویه

تابش ۳۰ درجه به هوا می‌تابد، ادامه می‌سیران پرتو چگونه است؟

(۱) بدون تغییر جهت به میسرش ادامه می‌دهد. (۲) وارد هوا شده و به خط عمود نزدیک می‌شود.

(۳) وارد هوا شده و از خط عمود دور می‌شود. (۴) در سطح جداکننده چسب و هوا خاج می‌شود.

(حل)

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

در شکل مقابل، ضریب شکست  $n_2$  چقدر است؟  $n_2 = ?$



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

حل

پرتوی نوری با زاویه تابش  $53^\circ$  از هوا وارد محیط شفاف می‌شود و

در چه منرف می‌شود، سرعت نور در این محیط شفاف چند  $\frac{m}{s}$  است؟

(  $c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$ ,  $\sin 53^\circ = \frac{4}{5}$  )

- ۱)  $2 \times 10^8$     ۲)  $2.125 \times 10^8$     ۳)  $2.15 \times 10^8$     ۴)  $2.175 \times 10^8$

حل



جزوه فیزیک دوازدهم - نور و امواج - تنظیم: محمد حسینی پور

۸۹  
بزرگوار  
سرعت نور در محیط شفاف نصف سرعت آن در هواست. پرتوی نوری با زاویه تابش ۳۰ درجه از این محیط به هوا می‌تابد. این پرتو مربع در رد به هوا چند درجه از راستای اولیه منحرف می‌شود؟

۱) ۳۰ ۲) ۴۵ ۳) ۶۰ ۴) ۹۰  
(حل)

۹۰  
رفیضی  
فردی شکست یک محیط شفاف نسبت به هوا ۱.۷۲ است. یک پرتوی نور عموداً تحت زاویه  $\theta$  از هوا بر سطح این محیط شفاف می‌تابد و قسمتی بازتاب و قسمتی شکست پیدا می‌کند. اگر زاویه شکست ۳۰ درجه باشد، زاویه  $\theta$  بین پرتوی تابش و پرتوی بازتاب چند درجه است؟

۱) ۴۵ ۲) ۶۰ ۳) ۹۰ ۴) ۱۲۰  
(حل)