سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

ماز

چهارشنبه
۱۴۰۴/۰۱/۲۰

نوسان و امواج
(فصل ۳ دوازدهم)

دفترچه پاسخ

دوپینگ ماز

گروه آزمایشی علوم تجربی
فیزیک

درس	مسئول درس	طراحان	ویراستاران
فیزیک	سجاد صادقی‌زاده سعید احمدی	مهدی پارسا ـ سعید احمدی سجاد صادقی‌زاده ـ احسان ایرانی مهدی یوسفی ـ محمدجواد سورچی	محمدجواد سورچی پویا هدایتی

۱ و ۲ دهم	۳ و ۴ دهم	۱ یازدهم	۲ یازدهم	۳ یازدهم	۱ دوازدهم	۲ دوازدهم	۳ دوازدهم	۴ دوازدهم
هفتـــهٔ اول	هفتـــهٔ دوم		هفتـــهٔ سوم		هفتـــهٔ چهارم		هفتـــهٔ پنجم	هفتـــهٔ ششم

۵۵ روز جمع‌بندی تا کنکور اردیبهشت

حق چاپ و تکثیر سؤالات به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز «گروه ماز» مجاز می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

به دلیل عدم رضایت تیم ماز، هرگونه استفادهٔ غیرقانونی از دفترچه سؤالات و پاسخنامه ماز برای تمامی اشخاص، شرعاً حرام است.

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ ماز

اهمیت مباحث این آزمون در کنکور...

رسیدیم به پرسؤال‌ترین بخشِ درس فیزیک توی کنکور! بچه‌ها فصل (۳) فیزیک تجربی دوازدهم درواقع ترکیب مطالب حدود ۴ فصل از کتاب فیزیک نظام قدیمه که همهٔ اونا رو توی این یک فصل جا دادن، پس تعجبی هم نداره که حجم فصل خیلی زیاده و تعداد سؤالای زیادی هم ازش توی کنکور مطرح می‌شه.

فصل ۳ فیزیک دوازدهم

۱- مباحث اصلی این فصل چیا هستن؟

۲- در کنکورهای اخیر چند سؤال از این فصل اومده؟

توی جدول زیر، تعداد سؤالاتی که از این فصل توی کنکور اومده رو براتون آوردیم.

سال / رشته	۱۳۹۹	۱۴۰۰	۱۴۰۱	۱۴۰۲ (نوبت اول)	۱۴۰۲ (نوبت دوم)	۱۴۰۳ (نوبت اول)	۱۴۰۳ (نوبت دوم)
تجربی	۶	۴	۴	۵	۵	۵	۵
ریاضی	۸	۷	۷	۶	۵	۵	۵

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

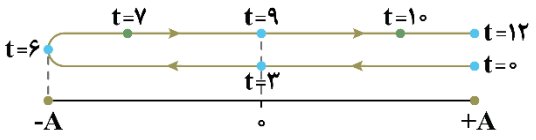
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ‌ماز

۱- معادلهٔ حرکت هماهنگ سادهٔ یک نوسانگر در SI به‌صورت $x = ۰/۰۷\cos\frac{\pi}{۶}t$ است. کدام گزینه در مورد حرکت این نوسانگر نادرست است؟

۱) در لحظهٔ $t = ۳s$ تندی نوسانگر برای نخستین بار بیشینه می‌شود.
۲) در لحظهٔ $t = ۶s$ شتاب نوسانگر بیشینه و مثبت است.
۳) در لحظهٔ $t = ۷s$ نیروی وارد بر نوسانگر، مثبت است.
۴) در لحظهٔ $t = ۱۰s$ تکانهٔ متحرک، منفی است.

پاسخ: گزینهٔ ۴ (آسان ـ مفهومی/محاسباتی ـ ۱۴۰۳)

ابتدا دورهٔ تناوب را به‌دست می‌آوریم و با ترسیم مسیر حرکت، وضعیت متحرک را در لحظات موردنظر بررسی می‌کنیم.



$$\left.\begin{matrix} x = ۰/۰۷\cos\frac{\pi}{۶}t \\ x = A\cos\omega t \end{matrix}\right\} \Rightarrow A = ۰/۰۷m\ ,\ \omega = \frac{\pi}{۶}(\frac{rad}{s})$$

$$\omega = \frac{۲\pi}{T} \Rightarrow \frac{\pi}{۶} = \frac{۲\pi}{T} \Rightarrow T = ۱۲s \Rightarrow \frac{T}{۴} = ۳s$$

بررسی گزینه‌ها:

۱

مطابق شکل در لحظهٔ $t = ۳s$ نوسانگر به نقطهٔ تعادل رسیده است؛ پس در این نقطه تندی نوسانگر بیشینه است:

$v = -A\omega$ (✓)

۲

در لحظهٔ $t = ۶s$ نوسانگر در مکان $x = -A$ قرار دارد و شتاب آن $a_{max} = +A\omega^۲$ است. (✓)

۳

در لحظهٔ $t = ۷s$ مکان نوسانگر منفی و نیرو مثبت است. (✓)

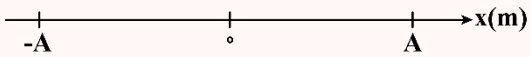
۴

در لحظهٔ $t = ۱۰s$ متحرک در جهت محور درحال حرکت است، پس در این لحظه سرعت و تکانه مثبت است. (✗)

حرکت هماهنگ ساده

در یک حرکت هماهنگ ساده که معادلهٔ مکان ـ زمان آن به‌صورت $x = A\cos\omega t$ است، دانستن نکات زیر، ضروری است:

۱- پاره‌خط نوسان: اگر مکان نوسان‌کننده در زمان‌های مختلف را بر روی یک محور، نمایش دهیم ملاحظه می‌کنیم که مکان نوسان‌کننده بین دو مقدار $+A$ و $-A$ قرار می‌گیرد:

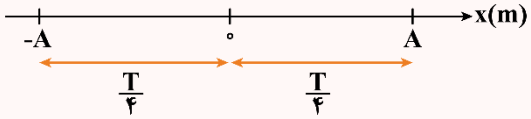


۲- نقطهٔ تعادل: در وسط پاره‌خطی که جسم بر روی آن نوسان می‌کند، قرار دارد؛ یعنی نقطهٔ O ، در این نقطه تندی نوسانگر دارای بیش‌ترین مقدار ممکن است:

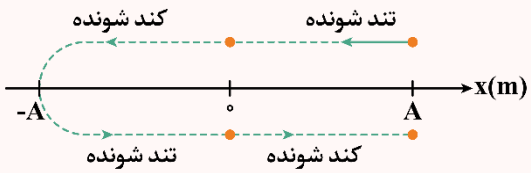
$v_{max} = A\omega$

۳- نقاط بازگشت: در دو انتهای پاره‌خط نوسان یعنی در مکان‌های $x = \pm A$ سرعت نوسانگر صفر شده و تغییر جهت می‌دهد، برای همین به این نقاط، نقاط بازگشت می‌گوییم.

۴- کم‌ترین مدت‌زمان لازم برای آن‌که نوسانگر فاصلهٔ بین نقاط بازگشت و تعادل را بپیماید برابر $\frac{T}{۴}$ است و مقدار مسافت پیموده‌شده توسط نوسانگر برابر A است:



۵- در یک حرکت هماهنگ ساده، هرچه نوسانگر به نقطهٔ تعادل نزدیک‌تر شود، تندی آن بیش‌تر و هرچه نوسانگر به نقاط بازگشت نزدیک‌تر شود، تندی آن کم‌تر می‌شود:



کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

دوپینگ‌ماز
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

۶- بیشینهٔ هریک از کمیت‌های مربوط به نوسانگر از روابط زیر به‌دست می‌آید:

مکان بیشینه: $x_{max} = A$

تندی بیشینه: $v_{max} = A\omega$

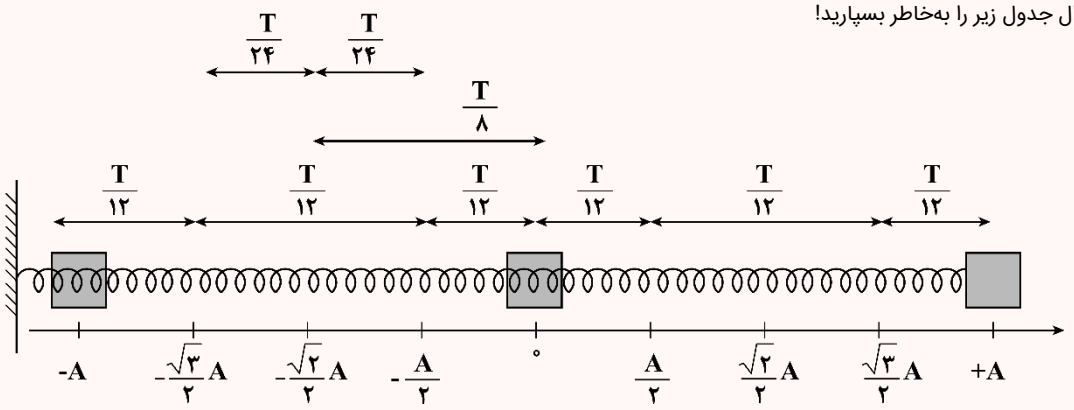
شتاب بیشینه: $a_{max} = A\omega^2$

نیروی بیشینه: $F_{max} = mA\omega^2$

تکانهٔ بیشینه: $p_{max} = mv_{max} = mA\omega$

جدول جمع‌بندی حرکت هماهنگ ساده

برای حل این سؤال جدول زیر را به‌خاطر بسپارید!



مکان	A	$\frac{\sqrt{3}}{2}A$	$\frac{\sqrt{2}}{2}A$	$\frac{A}{2}$	۰	$\frac{-A}{2}$	$\frac{-\sqrt{2}}{2}A$	$\frac{-\sqrt{3}}{2}A$	$-A$
سرعت	۰	$\pm\frac{1}{2}v_{max}$	$\pm\frac{\sqrt{2}}{2}v_{max}$	$\pm\frac{\sqrt{3}}{2}v_{max}$	$\pm v_{max}$	$\pm\frac{\sqrt{3}}{2}v_{max}$	$\pm\frac{\sqrt{2}}{2}v_{max}$	$\pm\frac{1}{2}v_{max}$	۰
شتاب	$-a_{max}$	$-\frac{\sqrt{3}}{2}a_{max}$	$-\frac{\sqrt{2}}{2}a_{max}$	$-\frac{1}{2}a_{max}$	۰	$\frac{1}{2}a_{max}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}a_{max}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}a_{max}$	a_{max}
انرژی جنبشی	۰	$\frac{1}{4}K_{max}$	$\frac{1}{2}K_{max}$	$\frac{3}{4}K_{max}$	K_{max}	$\frac{3}{4}K_{max}$	$\frac{1}{2}K_{max}$	$\frac{1}{4}K_{max}$	۰
انرژی پتانسیل	U_{max}	$\frac{3}{4}U_{max}$	$\frac{1}{2}U_{max}$	$\frac{1}{4}U_{max}$	۰	$\frac{1}{4}U_{max}$	$\frac{1}{2}U_{max}$	$\frac{3}{4}U_{max}$	U_{max}
انرژی مکانیکی	E	E	E	E	E	E	E	E	E

گروه آموزشی ماز

۲- متحرکی روی پاره‌خطی به طول ۱۲cm حول مبدأ، نوسان می‌کند. اگر حداقل بازهٔ زمانی دو عبور متوالی از مکان $x=+3cm$ برابر $\frac{1}{75}$ ثانیه باشد، سرعت متحرک در لحظهٔ $t=0/03s$ چند متر بر ثانیه است؟ (متحرک در مبدأ زمان در مکان $x=+A$ قرار دارد.)

۱) صفر ۲) 3π ۳) $1/5\pi$ ۴) $1/5\sqrt{2}\pi$

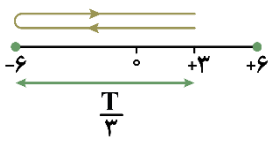
پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۳)

طول پاره‌خط نوسان ۱۲cm است؛ پس دامنهٔ نوسان ۶cm می‌باشد.

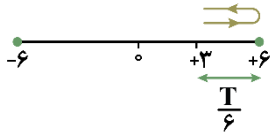
$$A = \frac{\text{طول پاره‌خط نوسان}}{2} = \frac{12}{2} = 6cm = 0/06m$$

دو عبور متوالی از مکان $x=+3cm$ دو حالت دارد:

حالت اول:



حالت دوم:



کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

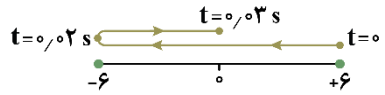
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ ماز

با توجه به مسیر، زمان حالت (۲) کم‌تر است.

$$\frac{T}{۳}=\frac{۱}{۷۵}\Rightarrow T=\frac{۳}{۷۵}=۰/۰۴\,s$$

$$\omega=\frac{۲\pi}{T}=\frac{۲\pi}{۰/۰۴}=۵۰\pi\left(\frac{rad}{s}\right)$$

در لحظهٔ $t=۰/۰۳\,s$ نوسانگر در مرکز نوسان قرار دارد و سرعت آن بیشینه است.



$$v_m=A\omega=۰/۰۶\times۵۰\pi=۳\pi\left(\frac{m}{s}\right)$$

۳- نوسانگری در هر دقیقه ۲۴۰ بار طول پاره‌خط نوسان را طی می‌کند. در لحظهٔ $t=\frac{۵}{۱۲}s$ شتاب این نوسانگر $-۴۸\frac{m}{s^۲}$ است. دامنهٔ نوسان چند سانتی‌متر است؟ $(\pi^۲=۱۰)$

۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۳۰ ۴) ۶۰

پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط ـ مفهومی/محاسباتی ـ ۱۲۰۳)

گام اول:

نوسانگر در مدت یک دقیقه ۲۴۰ بار طول پاره‌خط نوسان را طی کرده است، پس در این مدت ۱۲۰ نوسان انجام داده است:

$$T=\frac{t}{N}=\frac{۶۰}{۱۲۰}=\frac{۱}{۲}s$$

$$\omega=\frac{۲\pi}{T}=\frac{۲\pi}{\frac{۱}{۲}}=۴\pi\left(\frac{rad}{s}\right)$$

گام دوم:

مکان متحرک درلحظهٔ $t=\frac{۵}{۱۲}s$ را محاسبه می‌کنیم:

$$a=-\omega^۲x\Rightarrow -۴۸=-(۴\pi)^۲x\Rightarrow x=\frac{۴۸}{۱۶\pi^۲}\xrightarrow{\pi^۲=۱۰}x=۰/۳\,m$$

گام آخر:

با استفاده از معادلهٔ مکان ـ زمان، دامنه را به‌دست می‌آوریم:

$$x=A\cos\omega t\Rightarrow ۰/۳=A\cos\left(۴\pi\times\frac{۵}{۱۲}\right)$$

$$\Rightarrow ۰/۳=A\cos\left(۲\pi-\frac{\pi}{۳}\right)\Rightarrow A=۰/۶\,m=۶۰\,cm$$

نوسان دوره‌ای چیست؟

هر حرکت تکرارشونده‌ای که به‌صورت چرخه‌ای و پی‌درپی تکرار می‌شود، یک نوسان دوره‌ای است؛ مانند نفس کشیدن، ضربان قلب، بال زدن حشره و ... .

دورهٔ تناوب: مدت‌زمانی که طول می‌کشد تا یک چرخه به‌طور کامل انجام شود را دورهٔ تناوب می‌گوییم و از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$T=\frac{t}{n}$$

T: دورهٔ تناوب (s) t: زمان سپری‌شده (s) n: تعداد چرخه

بسامد: تعداد چرخه‌های انجام‌شده در مدت یک ثانیه را بسامد می‌گوییم و از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$f=\frac{n}{t}$$

f: بسامد (Hz) n: تعداد چرخه t: زمان سپری‌شده (s)

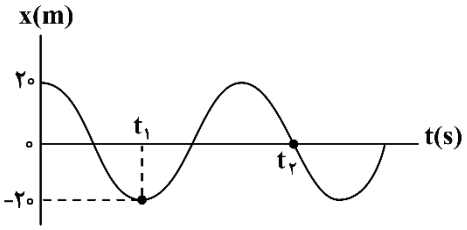
رابطهٔ دورهٔ تناوب و بسامد به‌صورت زیر است:

$$f=\frac{۱}{T}$$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

دوپینگ‌ماز
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

۴- نمودار مکان ـ زمان نوسانگری به جرم $2kg$ مطابق شکل است. اگر معادلهٔ نیروی این نوسانگر در SI به‌صورت $F=-0/18\pi^2 x$ باشد، شتاب متوسط این نوسانگر در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 چند متر بر مربع ثانیه است؟



۱) $-1/2\pi$
۲) $+1/2\pi$
۳) $-2/4\pi$
۴) $+2/4\pi$

پاسخ: گزینهٔ ۱ (سخت ـ نموداری ـ ۱۲۰۳)

با توجه به معادلهٔ نیرو ـ مکان، مقدار ω را به‌دست می‌آوریم:

$$\left.\begin{matrix} F=-0/18\pi^2 x \\ F=-m\omega^2 x \end{matrix}\right\} \Rightarrow m\omega^2=0/18\pi^2 \Rightarrow 2\omega^2=0/18\pi^2 \Rightarrow \omega=\frac{3\pi}{10}(\frac{rad}{s})$$

$$\omega=\frac{2\pi}{T}\Rightarrow\frac{3\pi}{10}=\frac{2\pi}{T}\Rightarrow T=\frac{20}{3}s$$

در لحظهٔ t_2 سرعت نوسانگر بیشینه و منفی است.

$$v_2=-A\omega=-20\times\frac{3\pi}{10}=-6\pi(\frac{m}{s})$$

در لحظهٔ t_1 سرعت نوسانگر صفر است:

$$v_1=0$$

طول بازهٔ زمانی t_1 تا t_2 برابر با $\Delta t=\frac{3T}{4}$ است؛ بنابراین داریم:

$$\Delta t=\frac{3T}{4}=3\times\frac{\frac{20}{3}}{4}=5s$$

$$a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{(-6\pi)-0}{5}=-1/2\pi(\frac{m}{s^2})$$

گروه آموزشی ماز

۵- جسمی به جرم m به فنری با ثابت k بسته شده و روی یک سطح افقی بدون اصطکاک با دورهٔ تناوب ۰/۳ ثانیه نوسان می‌کند. اگر وزنه‌ای به جرم ۷۰۰ گرم به آن اضافه کنیم، دورهٔ تناوب آن ۰/۱ ثانیه تغییر می‌کند. ثابت فنر چند نیوتون بر متر است؟ $(\pi^2=10)$

۱) ۳۰
۲) ۳۰۰
۳) ۴۰
۴) ۴۰۰

پاسخ: گزینهٔ ۴ (آسان ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۳)

چون جرم وزنه زیاد شده است، دورهٔ تناوب افزایش می‌یابد:

$$T_2=T_1+0/1=0/3+0/1\Rightarrow T_2=0/4s$$

$$T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\Rightarrow\frac{T_2}{T_1}=\sqrt{\frac{m_2}{m_1}}\Rightarrow\frac{0/4}{0/3}=\sqrt{\frac{m_1+700}{m_1}}$$

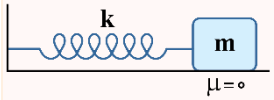
$$\Rightarrow\frac{16}{9}=\frac{m_1+700}{m_1}\Rightarrow m_1=900g$$

دورهٔ تناوب در حالت اول: $T_1=2\pi\sqrt{\frac{m_1}{k}}\Rightarrow 0/3=2\pi\sqrt{\frac{0/9}{k}}$

$$\Rightarrow 0/09=\frac{4\pi^2\times 0/9}{k}\xrightarrow{\pi^2=10}k=400\frac{N}{m}$$

نوسان هماهنگ سادهٔ سامانهٔ جرم ـ فنر

۱- بسامد زاویه‌ای نوسان برابر است با:



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

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

دوپینگ‌ماز
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

۲- دورهٔ تناوب و بسامد نوسان برابر است با:

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

$$f=\frac{1}{T}\rightarrow f=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$$

۳- برای مقایسهٔ دوره و بسامد دو نوسانگر می‌توان نوشت:

$$\frac{T_2}{T_1}=\sqrt{\frac{m_2}{m_1}\times\frac{k_1}{k_2}}\qquad \frac{f_2}{f_1}=\sqrt{\frac{m_1}{m_2}\times\frac{k_2}{k_1}}$$

گروه آموزشی ماز

۶- **یک وزنهٔ ۶۰۰ گرمی به انتهای فنری با ثابت $15\pi^2\ \frac{N}{m}$ بسته شده و روی یک سطح افقی بدون اصطکاک نوسان می‌کند. اگر کم‌ترین و بیش‌ترین طول فنر در حین نوسان به‌ترتیب 55cm و 85cm باشد، معادلهٔ مکان ـ زمان این نوسانگر در SI کدام است؟**

۱) $x=0/3\cos 25\pi t$ ۲) $x=0/3\cos 5\pi t$ ۳) $x=0/15\cos 25\pi t$ ۴) $x=0/15\cos 5\pi t$

پاسخ: گزینهٔ ۴ (آسان ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۳)

بسامد زاویه‌ای در نوسان وزنه ـ فنر از رابطهٔ $\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}$ به‌دست می‌آید، پس:

$$\omega=\sqrt{\frac{15\pi^2}{0/6}}=5\pi\left(\frac{rad}{s}\right)$$

دامنهٔ نوسان: $A=\frac{L_{max}-L_{min}}{2}=\frac{85-55}{2}=15cm$

$$\Rightarrow A=0/15m$$

$$x=A\cos\omega t\Rightarrow x=0/15\cos(5\pi t)$$

نکته

در نوسان هماهنگ ساده اگر بیشینه و کمینهٔ طول فنر به‌ترتیب برابر با L_{max} و L_{min} باشد داریم:

$$\begin{cases}L_0=\frac{L_{max}+L_{min}}{2}\\ A=\frac{L_{max}-L_{min}}{2}\end{cases}$$

گروه آموزشی ماز

۷- **ساعتی آونگ‌دار (با آونگ ساده) به‌اشتباه برای کار کردن با شتاب گرانش $7/2\ \frac{m}{s^2}$ تنظیم شده است. اگر این ساعت را به شهرستان اقلید با شتاب گرانش $9/8\ \frac{m}{s^2}$ ببریم، در هر ساعت چند دقیقه جلو یا عقب می‌افتد؟**

۱) ۱۰ دقیقه جلو می‌افتد. ۲) ۱۰ دقیقه عقب می‌افتد. ۳) $\frac{60}{7}$ دقیقه جلو می‌افتد. ۴) $\frac{60}{7}$ دقیقه عقب می‌افتد.

پاسخ: گزینهٔ ۱ (سخت ـ مفهومی/محاسباتی ـ ۱۲۰۳)

ابتدا نسبت دوره‌ها را در دو حالت به‌دست می‌آوریم:

$$T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}\Rightarrow\frac{T_1}{T_2}=\sqrt{\frac{g_2}{g_1}}=\sqrt{\frac{9/8}{7/2}}\Rightarrow\frac{T_1}{T_2}=\frac{7}{6}$$

میزان عقب یا جلو افتادن ساعت: $\Delta t=t\left(\frac{T_1}{T_2}-1\right)=60\min\left(\frac{7}{6}-1\right)\Rightarrow\Delta t=10\min$

پس ساعت ۱۰ دقیقه جلو می‌افتد.

نکته

۱- دورهٔ تناوب یک آونگ ساده از رابطهٔ $T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ به‌دست می‌آید. در این رابطه، L طول آونگ و g شتاب گرانش است.

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

۲- در ساعت آونگ‌دار، هرگاه از عقب یا جلو افتادن ساعت صحبت شد، باید دورهٔ آونگ را مدنظر گرفته و به‌صورت زیر با آن برخورد کنیم:

الف) اگر دوره افزایش یابد ← ساعت عقب می‌افتد.

ب) اگر دوره کاهش یابد ← ساعت جلو می‌افتد.

گروه آموزشی ماز

۸- وزنه‌ای به جرم ۴۰۰ گرم به انتهای فنری با ثابت $۲۰۰\frac{N}{m}$ بسته شده و روی یک سطح افقی بدون اصطکاک نوسان می‌کند. اگر در لحظه‌ای که تندی نوسانگر $۳\frac{m}{s}$ است، انرژی پتانسیل ۲/۲ ژول باشد، این نوسانگر در هر دوره چه مسافتی را برحسب سانتی‌متر طی می‌کند؟

۱) ۴۰ ۲) ۶۰ ۳) ۸۰ ۴) ۱۶۰

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ مفهومی/محاسباتی ـ ۱۲۰۳)

می‌دانیم $E = K + U$ است؛ بنابراین داریم:

$$U = E - K \Rightarrow U = \frac{۱}{۲}kA^۲ - \frac{۱}{۲}mv^۲$$

$$\Rightarrow ۲/۲ = \frac{۱}{۲}\times ۲۰۰ \times A^۲ - \frac{۱}{۲}\times ۰/۴ \times ۳^۲$$

$$\Rightarrow ۲/۲ = ۱۰۰A^۲ - ۱/۸$$

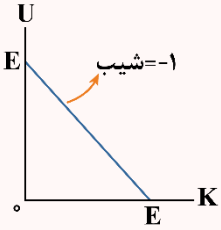
$$\Rightarrow A = ۰/۲m = ۲۰cm$$

مسافت طی‌شده در هر دوره $= ۴A = ۸۰cm$

انرژی در حرکت هماهنگ ساده

یک نوسانگر وزنه ـ فنر را درنظر بگیرید. این دستگاه دارای انرژی پتانسیل کشسانی (U) و انرژی جنبشی (K) است. در مورد انرژی نوسانگر به نکات زیر توجه کنید.

۱- مجموع انرژی پتانسیل و جنبشی نوسانگر برابر انرژی مکانیکی آن است که مقدار ثابتی است:

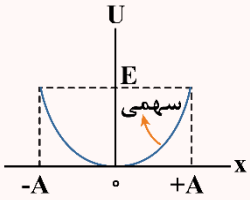


$$U + K = \overset{\text{ثابت}}{E}$$

۲- انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره‌شده در فنر برابر است با:

$$U = \frac{۱}{۲}kx^۲ \xrightarrow{k=m\omega^۲} U = \frac{۱}{۲}m\omega^۲x^۲$$

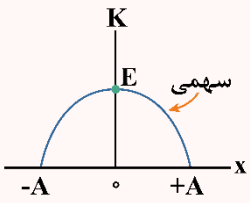
البته توجه داشته باشید که رابطهٔ $U = \frac{۱}{۲}kx^۲$ از کتاب درسی حذف شده است و طرح سؤال مستقیم از آن در کنکور مجاز نمی‌باشد، اینجا برای این‌که موضوع را بهتر متوجه شوید از این رابطه استفاده کرده‌ایم.



۳- بیشینهٔ انرژی پتانسیل کشسانی همان انرژی مکانیکی نوسانگر است.

$$E = U_{max} = \frac{۱}{۲}kA^۲ = \frac{۱}{۲}m\omega^۲A^۲ = ۲\pi^۲A^۲f^۲m$$

۴- اگر انرژی پتانسیل را از انرژی مکانیکی کم کنیم، انرژی جنبشی نوسانگر به‌دست می‌آید:



$$\begin{cases} K = E - U \\ U = \frac{۱}{۲}kx^۲ \end{cases} \rightarrow K = E - \frac{۱}{۲}kx^۲ = E - \frac{۱}{۲}m\omega^۲x^۲$$

البته اگر سرعت نوسانگر را بدانیم، می‌توانیم از رابطهٔ $K = \frac{۱}{۲}mv^۲$ هم برای محاسبهٔ انرژی جنبشی کمک بگیریم.

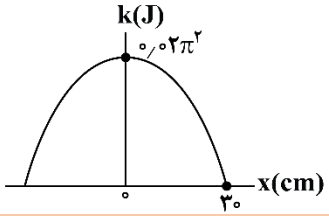
۵- هنگامی‌که متحرک در $x = ۰$ (مرکز نوسان) است، همهٔ انرژی به‌صورت جنبشی است. هنگامی‌که متحرک در $x = \pm A$ (نقاط بازگشتی) قرار دارد، همهٔ انرژی به‌صورت انرژی پتانسیل کشسانی است. هنگامی‌که متحرک در مکان $x = \pm\frac{\sqrt{۲}}{۲}A$ است، انرژی‌های جنبشی و پتانسیل برابرند و هریک نصف انرژی مکانیکی هستند.

گروه آموزشی ماز

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

دوپینگ‌ماز
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

۹- نمودار انرژی جنبشی یک نوسانگر به جرم $4kg$ برحسب مکان، مطابق شکل زیر است. در ۷ ثانیهٔ اول حرکت، تندی متوسط نوسانگر چند برابر بزرگی سرعت متوسط آن است؟ (متحرک در لحظهٔ $t=0$ در مکان $x=30cm$ قرار دارد.)



۱) ۱
۲) ۵
۳) ۹
۴) ۱۱

پاسخ: گزینهٔ ۳ (سخت ـ نموداری ـ ۱۲۰۳)

گام اول:

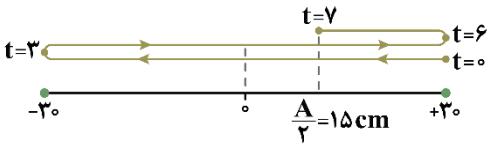
با توجه به نمودار متوجه می‌شویم که $A=30cm$ و $E=0/02\pi^2 J$ است.

$$E=\frac{1}{2}m\omega^2A^2 \Rightarrow 0/02\pi^2=\frac{1}{2}\times 4\times\omega^2\times(0/3)^2 \Rightarrow \omega=\frac{\pi}{3}(\frac{rad}{s})$$

$$\Rightarrow \omega=\frac{2\pi}{T} \Rightarrow \frac{\pi}{3}=\frac{2\pi}{T} \Rightarrow T=6s$$

گام آخر:

حال طبق الگوی زمانی، مسیر حرکت را در ۷ ثانیهٔ اول حرکت رسم کرده و مسافت طی‌شده و جابه‌جایی را به‌دست می‌آوریم:



$$\Delta x=15cm$$

$$L=120+15=135cm$$

$$\frac{s_{av}}{v_{av}}=\frac{L}{\Delta x}=\frac{135}{15}=9$$

گروه آموزشی ماز

۱۰- چند مورد از موارد زیر نادرست است؟

الف: اگرچه تشدید در بسامد مشخصی رخ می‌دهد، اما دامنهٔ نوسان در نزدیکی این بسامد همچنان بزرگ است.

ب: شرط تشدید این است که بسامد نوسان واداشته با بسامد طبیعی نوسانگر برابر شود.

پ: اگر یک تاب را با بسامدهایی بیش‌تر یا کم‌تر از بسامد طبیعی آن هُل دهیم، دامنهٔ نوسان کوچک‌تر از حالتی خواهد شد که آن را با بسامد طبیعی‌اش هُل می‌دهیم.

ت: در آونگ‌های بارتون هرچقدر طول یک آونگ به طول آونگ وادارنده نزدیک‌تر باشد، دامنهٔ آن بیش‌تر خواهد شد.

ث: اگر یک تاب با بسامد طبیعی خودش نوسان کند به‌دلیل انرژی تلف‌شده براثر اصطکاک و مقاومت هوا، نوسان‌های تاب، میرا شده و سرانجام متوقف می‌شود.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

پاسخ: گزینهٔ ۱ (آسان ـ خطبه‌خط کتاب درسی ـ ۱۲۰۳)

با توجه به متن کتاب درسی تمامی موارد، صحیح است.

تشدید

۱- بسامد طبیعی:

اگر یک سامانهٔ جرم ـ فنر یا یک آونگ ساده را از وضع تعادل خارج کرده و رها کنیم با بسامد معیّنی شروع به نوسان می‌کند که به بسامد این حرکت، بسامد طبیعی گویند و با f_0 نشان داده می‌شود.

۲- نوسان واداشته:

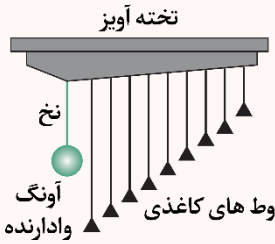
اگر به‌وسیلهٔ اعمال یک نیروی خارجی، نوسانگرهایی مانند سامانهٔ جرم ـ فنر یا آونگ ساده را وادار به حرکت کنیم، حرکت انجام‌شده را نوسان واداشته می‌گویند و بسامد آن را با f_d نشان می‌دهند.

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ ماز

۳- تشدید:

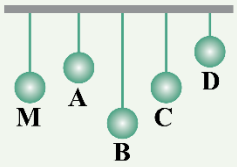
اگر به یک نوسانگر، یک نیروی خارجی دوره‌ای وارد شود و بسامد نیروی خارجی (f_d) برابر بسامد طبیعی نوسانگر (f_0) باشد، دامنهٔ نوسان‌های جسم، بزرگ و بزرگ‌تر می‌شود که به این پدیده، تشدید یا رزونانس می‌گویند.



برای بررسی پدیدهٔ تشدید از وسیلهٔ آزمایشگاهی مقابل استفاده می‌شود که به آن آونگ‌های **بارتون** می‌گویند. در این آزمایش اگر آونگ وادارنده شروع به نوسان کند، انرژی آن از طریق نخ به سایر آونگ‌ها منتقل شده و همگی شروع به حرکت می‌کنند اما آونگی که با آونگ وادارنده هم‌طول است با دامنهٔ بیش‌تری حرکت خواهد کرد، زیرا طبق رابطهٔ $\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$ آونگ‌های هم‌طول دارای بسامد و بسامد زاویه‌ای یکسانی هستند و درنتیجه در آونگی که با آونگ وادارنده هم‌طول است، تشدید روی می‌دهد.

مثال

طبق شکل زیر، چند آونگ را از سیم افقی آویخته‌ایم. با به نوسان درآوردن آونگ M، کدام آونگ با دامنهٔ بیش‌تری به نوسان واداشته می‌شود؟



۱) A
۲) B
۳) C
۴) D

پاسخ تشریحی:

با نوسان گلولهٔ M، گلوله‌ای دچار تشدید می‌شود که هم‌طول آونگ M باشد، زیرا در این صورت بسامدهای یکسان خواهند داشت؛ بنابراین آونگ C دچار تشدید می‌شود.

پاسخ: گزینهٔ ۳

گروه آموزشی ماز

۱۱- چند مورد از موارد زیر در مورد موج نادرست است؟

الف: به موج‌هایی که از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر حرکت کرده و انرژی خود را با خود منتقل می‌کنند موج‌های پیش‌رونده گفته می‌شود.

ب: در انتشار موج در یک فنر این موج است که از یک سر به سر دیگر حرکت می‌کند نه ماده‌ای که موج در آن حرکت می‌کند.

پ: در موج عرضی، جابه‌جایی هر جزء نوسان‌کننده‌ای از موج، عمود بر جهت حرکت موج است.

ت: به‌رغم متفاوت بودن منشأ امواج مکانیکی و الکترومغناطیسی، همگی آن‌ها مشخصه‌های یکسانی دارند و رفتار آن‌ها از قاعده‌هایی کلی پیروی می‌کند.

ث: به موج‌های صوتی و موج‌های روی سطح آب که برای انتشار خود به یک محیط مادی نیاز دارند امواج مکانیکی می‌گویند.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

پاسخ: گزینهٔ ۱ (آسان ـ خط‌به‌خط کتاب درسی ـ ۱۲۰۳)

بررسی موارد:

الف (✓)

ب

در انتشار موج، ماده همراه با موج منتقل نمی‌شود و فقط در مکان خود یک حرکت ارتعاشی انجام می‌دهند درواقع این انرژی موج هست که منتقل می‌شود نه ماده. (✓)

پ

در موج عرضی راستای نوسان ذرات بر راستای انتشار موج عمود است ولی در موج طولی راستای نوسان ذرات و راستای انتشار موج در یک راستا هستند. (✓)

ت و **ث**

موج‌های الکترومغناطیسی برای انتشار نیاز به محیط مادی ندارند و در خلأ نیز منتشر می‌شوند ولی امواج مکانیکی برای انتشار نیاز به محیط مادی دارند ولی همهٔ امواج، مشخصه‌های یکسانی دارند و قاعده‌های کلی آن‌ها یکسان است؛ مثلاً رابطهٔ $\lambda = \frac{v}{f}$ برای همهٔ امواج برقرار است. (✓)

انواع موج از نظر منشأ

۱- مکانیکی: برای انتشار خود نیاز به محیط مادی دارد و در خلأ منتشر نمی‌شود.

مثال) موج‌های روی سطح آب، موج صوتی

وجود محیط کشسان برای موج‌های مکانیکی لازم است.

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ‌ماز

۲- الکترومغناطیسی: امواجی که برای انتشار نیاز به محیط مادی ندارند و در خلأ هم منتشر می‌شوند.

مثال) نور مرئی، موج‌های رادیویی و تلویزیونی، پرتوهای x و...

امواج الکترومغناطیسی اصلاً نیازی به محیط مادی ندارند که بخواهد کشسان یا غیرکشسان باشند، آنچه مهم است پیوستگی نواحی مختلف محیط است.

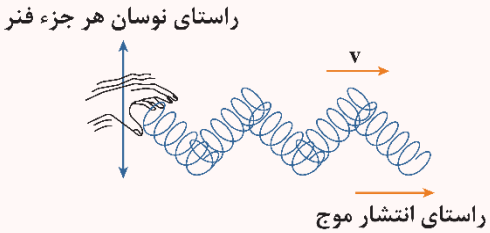
شباهت: مشخصه‌های یکسانی دارند و رفتار آن‌ها از قاعده‌های کلی پیروی می‌کند.

تفاوت: منشأ امواج مکانیکی و الکترومغناطیسی متفاوت است.

انواع موج از نظر شکل

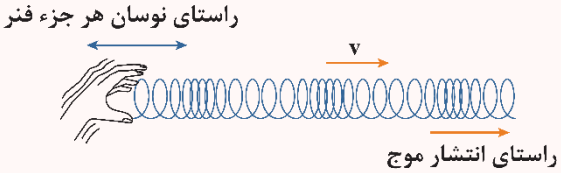
۱- عرضی: جابه‌جایی هر جزء نوسان‌کننده‌ای از محیط، عمود بر جهت حرکت موج است.

مثال) امواج الکترومغناطیسی، موج عرضی در طناب و فنر



۲- طولی: جابه‌جایی هر جزء نوسان‌کننده‌ای از محیط در راستای حرکت موج است.

مثال) موج صوتی



تمرین

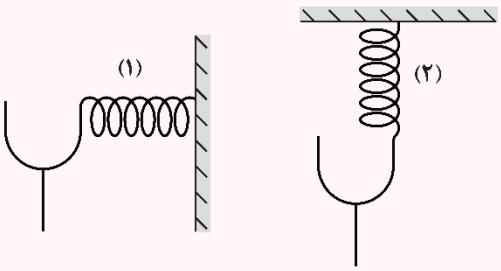
در شکل مقابل با ارتعاش دیاپازون در فنر (۱) و (۲) به‌ترتیب، چه نوع موجی تولید می‌شود؟

۱) طولی، عرضی

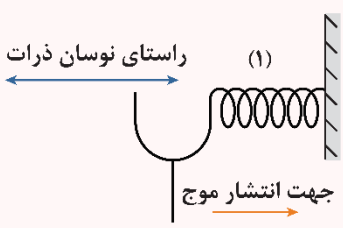
۲) عرضی، طولی

۳) طولی، طولی

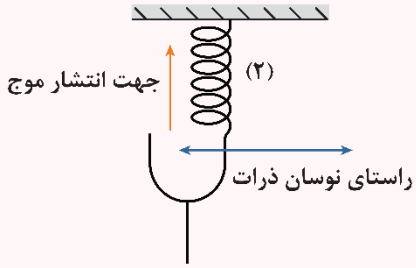
۴) عرضی، عرضی



پاسخ تشریحی:



موج طولی است.



موج عرضی است.

پاسخ: گزینهٔ ۱

گروه آموزشی ماز

۱۲- سیمی آهنی به چگالی $۸\frac{g}{cm^۳}$ را با نیروی ۲۴۰N می‌کشیم. اگر فاصلهٔ دو قلهٔ متوالی یک موج عرضی با بسامد ۱۰۰Hz که درون این سیم منتشر می‌شود ۲۰cm باشد، قطر مقطع سیم چند سانتی‌متر است؟ $(\pi = ۳)$

۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۱/۵ ۴) ۲

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۳)

گام اول:

فاصلهٔ دو قلهٔ متوالی همان طول موج است که برابر $\lambda = ۲۰cm$ است؛ بنابراین تندی انتشار موج برابر است با:

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow ۲۰\times۱۰^{-۲} = \frac{v}{۱۰۰} \Rightarrow v = ۲۰\frac{m}{s}$$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ‌ماز

گام دوم:

برای محاسبهٔ سطح مقطع سیم می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} v=\sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow v=\sqrt{\frac{F}{\rho A}} \Rightarrow ۲۰=\sqrt{\frac{۲۴۰}{۸\times۱۰^{۳}A}} \\ \mu=\rho A \end{cases}$$

$$\Rightarrow ۴۰۰=\frac{۲۴۰}{۸\times۱۰^{۳}A} \Rightarrow A=\frac{۳}{۴}\times۱۰^{-۴}m^{۲}$$

گام آخر:

بنابراین قطر مقطع سیم برابر است با:

$$A=\pi R^{۲} \Rightarrow \frac{۳}{۴}\times۱۰^{-۴}=\pi R^{۲} \Rightarrow R=\frac{۱}{۲}\times۱۰^{-۲}m=۰/۵cm$$

$$\Rightarrow \text{قطر: } ۲R=۱cm$$

تندی انتشار امواج عرضی در تار یا فنر کشیده‌شده

تاری به طول L، جرم m، چگالی ρ، مساحت مقطع (A) و قطر (D) را درنظر بگیرید که توسط نیروی F از طرفین مورد کشش قرار می‌گیرد و در آن موج عرضی ایجاد می‌شود. تندی انتشار این امواج در تار (فنر) از روابط زیر قابل‌محاسبه است:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\sqrt{\frac{FL}{m}}=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}=\frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\pi\rho}}$$

نکته

۱- μ در این روابط، چگالی خطی جرم طناب یا جرم واحد طول طناب است که از رابطهٔ $\mu=\frac{m}{L}$ به‌دست می‌آید و یکای آن در SI، $\frac{kg}{m}$ است.

۲- اگر تمام کمیت‌های این روابط در SI عددگذاری شوند، تندی انتشار موج برحسب متر بر ثانیه به‌دست می‌آید.

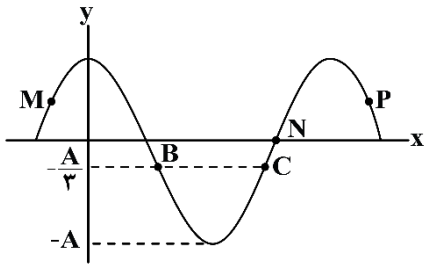
۳- چون موج عرضی در طول تار با تندی ثابت حرکت می‌کند، درنتیجه برای پیش‌روی موج در تار با استفاده از رابطهٔ حرکت یکنواخت می‌توان نوشت:

$$\Delta x=v\Delta t \xrightarrow{\Delta x=L} L=v\Delta t$$

در این رابطه، جابه‌جایی موج، برابر طول تار یعنی (L) است.

گروه آموزشی ماز

۱۳- نقش یک موج عرضی با دورهٔ T و طول موج λ در لحظهٔ $t=۰$ مطابق شکل زیر است. اگر در این لحظه انرژی پتانسیل ذرهٔ P درحال کاهش باشد، چند مورد از موارد زیر در مورد این موج درست است؟



الف: در لحظهٔ $t=۰$ تندی ذرهٔ N الزاماً با تندی موج برابر است.

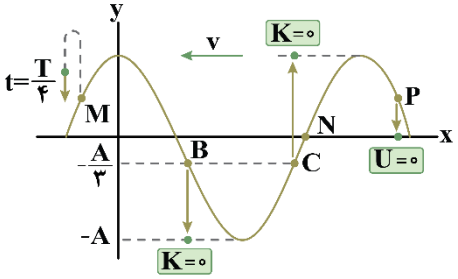
ب: در لحظهٔ $t=\frac{T}{۴}$ ذرهٔ M درحال حرکت به سمت پایین است و شتاب آن در این لحظه منفی است.

پ: در مدتی که موج، مسافت $\frac{\lambda}{۲}$ را طی می‌کند، ذرهٔ B مسافت $۲A$ را طی خواهد کرد.

ت: پس از لحظهٔ $t=۰$ بزرگی تکانه و انرژی جنبشی ذرهٔ B زودتر از ذرهٔ C صفر می‌شود.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

پاسخ: گزینهٔ ۲ (سخت ـ نموداری ـ ۱۴۰۳)



چون انرژی پتانسیل ذرهٔ P درحال کاهش است، ذرهٔ P درحال نزدیک شدن به نقطهٔ تعادل است؛ یعنی ذرهٔ P به سمت پایین حرکت می‌کند. با توجه به حرکت ذرهٔ P متوجه می‌شویم که جهت انتشار موج خلاف جهت محور x است.

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ‌ماز

بررسی موارد:

الف

تندی انتشار موج مقداری ثابت است و از رابطهٔ $v = \lambda f$ به‌دست می‌آید ولی تندی نوسان ذرات مقداری است متغیر. مثلاً در نقطهٔ تعادل تندی ذرات $v_m = A\omega$ می‌باشد؛ پس تندی انتشار موج الزاماً با تندی نوسان ذرات برابر نیست.

$$\frac{\text{حداکثر تندی نوسان ذرات}}{\text{تندی انتشار موج}} = \frac{A\omega}{\lambda f} = \frac{A \times 2\pi f}{\lambda f} = \frac{2\pi A}{\lambda}$$ (✗)

ب

در لحظهٔ $t = \frac{T}{4}$ ذرهٔ M درحال حرکت به سمت پایین است و مکان آن مثبت و شتاب آن منفی است. (✓)

پ

موج در مدت $\Delta t = \frac{T}{2}$ مسافت $\Delta x = \frac{\lambda}{2}$ را طی می‌کند که در این مدت، ذرات موج، مسافت $L = 2A$ را طی می‌کنند. (✓)

ت

با توجه به شکل و جهت حرکت ذرات؛ تندی، تکانه و انرژی جنبشی ذرهٔ B زودتر از ذرهٔ C صفر می‌شود. (✓)

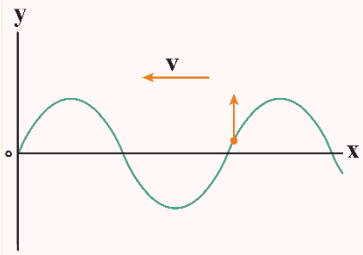
نمودار جابه‌جایی ـ مکان موج

در نمودار جابه‌جایی ـ مکان اگر بخواهیم مشخص کنیم که در این لحظه جهت حرکت یک ذرهٔ دلخواه از محیط در جهت محور نوسانی (رو به بالا) بوده یا در خلاف جهت این محور (رو به پائین)، به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:

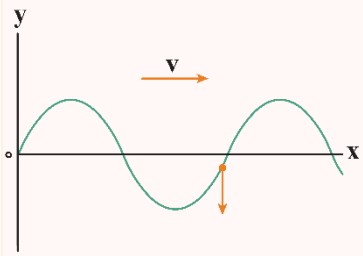
۱- با توجه به جهت انتشار موج، پشت سرِ هر نقطه را معیّن می‌کنیم. اگر موج به سمت راست می‌رود، پشت سر هر نقطه سمت چپ آن می‌شود و اگر موج به سمت چپ منتشر می‌شود، پشت سر هر نقطه سمت راست آن می‌شود.

۲- به پشت سر نقطهٔ موردنظر نگاه می‌کنیم:

الف) اگر اولین چیزی که می‌بینیم قله است ← ذره در آن لحظه در جهت محور (رو به بالا) حرکت می‌کند.



ب) اگر اولین چیزی که می‌بینیم دره است ← ذره در آن لحظه در خلاف جهت محور (رو به پائین) حرکت می‌کند.

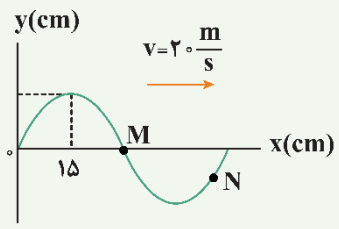


نکته

اگر در یک سؤال از مبحث موج، رفتار نوسانی فقط یک ذره از محیط، مورد بررسی قرار گرفت، آن سؤال درواقع ترکیبی از موج و نوسان است. کافی است به کمک روابط مربوط به موج، مقدار T را به‌دست آورده و سپس از مطالب مربوط به حرکت نوسانی استفاده کنیم.

مثال

نقش یک موج عرضی که در یک محیط درحال انتشار است در یک لحظه مطابق شکل زیر می‌باشد. ذرهٔ N از محیط در هر دقیقه چند نوسان کامل انجام می‌دهد و حداقل چند ثانیه طول می‌کشد تا بردار شتاب ذرهٔ M در جهت محور y و اندازهٔ آن بیشینه شود؟



کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ‌ماز

پاسخ تشریحی:

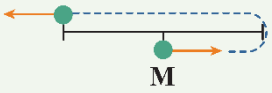
طبق نمودار داده‌شده می‌توان نوشت:

$$\frac{\lambda}{۴}=۱۵\,cm\rightarrow\lambda=۶۰\,cm=۰/۶m$$

$$\lambda=vT\rightarrow ۰/۶=۲۰T\rightarrow T=۰/۰۳s$$

$$T=\frac{t}{N}\rightarrow ۰/۰۳=\frac{۶۰}{N}\rightarrow N=\frac{۶۰}{۰/۰۳}\rightarrow N=۲۰۰۰$$

ذرهٔ M در لحظهٔ کنونی در $y=۰$ بوده و پشت آن قله است، پس $v>۰$ می‌باشد. برای بیشینه شدن شتاب باید در $x=\pm A$ باشد و چون شتاب، مختلف‌العلامت با مکان است برای آن‌که بردار شتاب در جهت محور y باشد باید جسم در $x=-A$ قرار داشته باشد. طبق شکل:



$$\Delta t=\frac{۳T}{۴}=\frac{۳\times ۰/۰۳}{۴}=\frac{۹}{۴۰۰}s$$

نکته

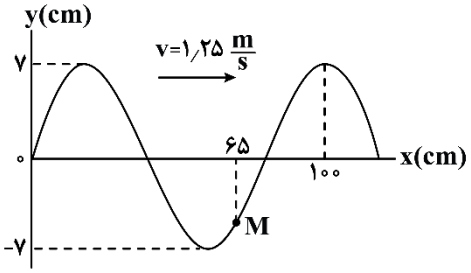
الف) هنگامی که هر ذره از محیط از مکان تعادل می‌گذرد، دارای سرعت و انرژی جنبشی بیشینه است.

ب) هنگامی که هر ذره از محیط در بیش‌ترین فاصله از مکان تعادل قرار می‌گیرد، نیرو و شتاب وارد بر آن بیشینه است.

پ) هنگامی که هر ذره از محیط درحال نزدیک شدن به مکان تعادل است، حرکت آن تندشونده است و هنگامی که درحال دور شدن از مکان تعادل است، حرکت آن کندشونده است.

گروه آموزشی ماز

۱۴- نقش یک موج عرضی در طناب در لحظهٔ $t=۰$ مطابق شکل زیر است. پس از لحظهٔ $t=۰$ چند ثانیه طول می‌کشد تا سرعت ذرهٔ M بیشینه و در جهت محور y شود؟



۱) ۰/۱

۲) ۰/۲

۳) ۰/۴

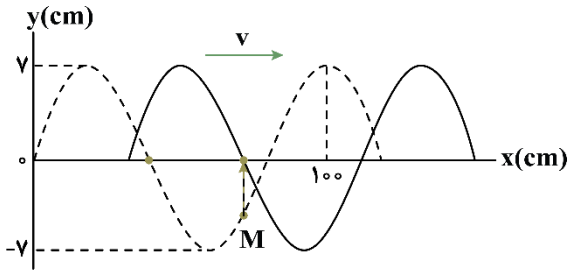
۴) داده‌های سؤال کافی نمی‌باشد.

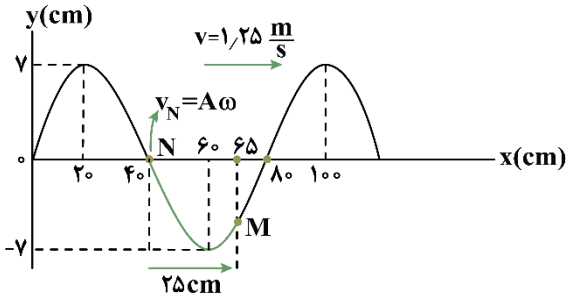
پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ نموداری ـ ۱۲۰۳)

با توجه به نمودار متوجه می‌شویم $\frac{۵\lambda}{۴}$ برابر $۱۰۰cm$ است:

$$\frac{۵\lambda}{۴}=۱۰۰\Rightarrow\frac{\lambda}{۴}=۲۰cm$$

با توجه به جهت انتشار موج متوجه می‌شویم برای این‌که سرعت ذرهٔ M بیشینه و مثبت شود، موج باید مسافت $۲۵cm$ را طی کند، به دو شکل زیر دقت کنید که ذرهٔ M باید به موقعیت ذرهٔ N برسد و موج باید مسافت $۲۵cm$ را طی کند.





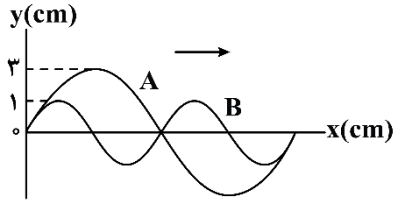
$$\Delta t=\frac{\Delta x}{v}=\frac{۰/۲۵}{۱/۲۵}=۰/۲s$$

گروه آموزشی ماز

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ‌ماز

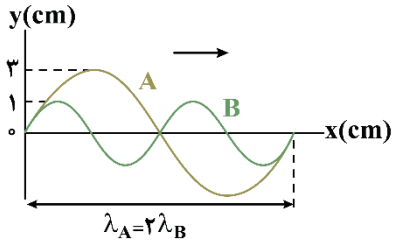
۱۵- شکل زیر، نقش موج را برای دو موج A و B که در یک محیط منتشر می‌شوند، نشان می‌دهد. مقدار متوسط آهنگ انتقال انرژی برای موج A، چند برابر موج B است؟



۱) $\frac{۴}{۹}$
۲) $\frac{۹}{۴}$
۳) $\frac{۲}{۳}$
۴) $\frac{۳}{۲}$

پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ نموداری ـ ۱۴۰۳)

آهنگ انتقال انرژی (توان متوسط) موج با مربع دامنه و مربع بسامد موج رابطهٔ مستقیم دارد؛ بنابراین می‌توان نوشت:



$$\lambda = \frac{v}{f} \xrightarrow{\text{یکسان: } v} \frac{\lambda_B}{\lambda_A} = \frac{f_A}{f_B} \Rightarrow \frac{f_A}{f_B} = \frac{۱}{۲}$$

$$\lambda_A = ۲\lambda_B$$

$$\frac{P_A}{P_B} = (\frac{A_A}{A_B})^۲ \times (\frac{f_A}{f_B})^۲ = (\frac{۳}{۱})^۲ \times (\frac{۱}{۲})^۲ = \frac{۹}{۴}$$

گروه آموزشی ماز

۱۶- در طیف امواج الکترومغناطیسی، پرتوهای گاما، فروسرخ و فرابنفش را درنظر بگیرید. در کدام گزینه، به‌ترتیب از راست به چپ، بسامد پرتوها بیش‌تر می‌شود؟

۱) گاما، فرابنفش، فروسرخ
۲) فروسرخ، فرابنفش، گاما
۳) فرابنفش، فروسرخ، گاما
۴) فرابنفش، گاما، فروسرخ

پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ خط‌به‌خط کتاب درسی ـ ۱۴۰۳)

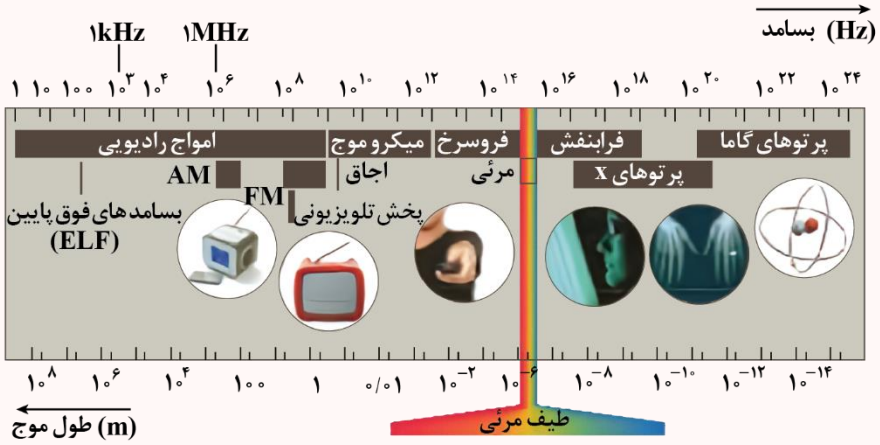
در بین پرتوهای داده‌شده، بسامد گاما از همه بیش‌تر و بسامد فروسرخ از سایر پرتوها کم‌تر است.

$$f_{\text{فروسرخ}} < f_{\text{فرابنفش}} < f_{\text{گاما}}$$

طیف امواج الکترومغناطیسی

این طیف شامل امواج رادیویی، میکروموج، فروسرخ، نور مرئی، فرابنفش، پرتوهای X و پرتوهای گاما می‌شود. همهٔ این امواج با تندی نور در خلأ حرکت می‌کنند.

طیف امواج الکترومغناطیسی به شکل زیر است که خوب است این طیف را به‌ترتیب بسامد و طول موج به‌خاطر بسپارید.



نکته

۱- گسترهٔ تقریبی طول موج نور مرئی ۴۰۰nm (نور بنفش) تا ۷۰۰nm (نور قرمز) است.

۲- در گسترهٔ نور مرئی، نور قرمز بیش‌ترین طول موج و کم‌ترین بسامد و نور بنفش کم‌ترین طول موج و بیش‌ترین بسامد را دارد.

۳- در طیف امواج الکترومغناطیسی، پرتوی گاما بیش‌ترین بسامد و کم‌ترین طول موج و امواج رادیویی کم‌ترین بسامد و بیش‌ترین طول موج را دارد.

گروه آموزشی ماز

۱۷- طول موج نورهای مرئی بنفش و قرمز، در هوا به‌ترتیب ۴۰۰nm و ۷۵۰nm است. اختلاف بسامد این دو نور چند تراهرتز است؟ $(c = ۳\times۱۰^۸ \frac{m}{s})$

۱) ۳۵۰
۲) ۳۵
۳) ۴۰۰
۴) ۴۰

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ‌ماز

پاسخ: گزینهٔ ۱ (آسان ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۳)

بسامد هریک از دو نور را محاسبه می‌کنیم:

$$f=\frac{c}{\lambda}\Rightarrow\begin{cases}f_{\text{بنفش}}=\dfrac{c}{\lambda_{\text{بنفش}}}=\dfrac{۳\times۱۰^{۸}}{۴۰۰\times۱۰^{-۹}}=۷/۵\times۱۰^{۱۴}\,\text{Hz}=۷۵۰\,\text{THz}\\ f_{\text{قرمز}}=\dfrac{c}{\lambda_{\text{قرمز}}}=\dfrac{۳\times۱۰^{۸}}{۷۵۰\times۱۰^{-۹}}=۴\times۱۰^{۱۴}\,\text{Hz}=۴۰۰\,\text{THz}\end{cases}$$

بنابراین اختلاف بسامد آن‌ها برابر است با:

$$f_{\text{بنفش}}-f_{\text{قرمز}}=۷۵۰-۴۰۰=۳۵۰\,\text{THz}$$

در مورد مشخصه‌های امواج و مفاهیم اولیهٔ مرتبط با آن‌ها به نکات زیر توجه کنید

۱- امواج پیش‌رونده (طولی یا عرضی) در یک محیط، پیش‌رَوی می‌کنند و باعث انتقال انرژی می‌شوند. دقت کنید که موج، در محیط پیش‌رَوی می‌کند، ولی ذره‌های محیط فقط در جای خود نوسان می‌کنند.

۲- تندی انتشار امواج به ویژگی‌های محیط انتشار مرتبط است؛ بنابراین با تغییر محیط انتشار یک موج می‌توان تندی انتشار آن را تغییر داد.

۳- دامنه، دورهٔ تناوب و بسامد مربوط به یک موج؛ همگی وابسته به چشمهٔ تولیدکنندهٔ موج هستند و ربطی به محیط انتشار ندارند. در ادامه تعریف هریک از کمیت‌ها را مرور می‌کنیم.

الف) دامنهٔ موج (A): بیش‌ترین فاصلهٔ یک ذره از مکان تعادل آن است. به عبارتی هنگام عبور موج، هریک از ذرات محیط حرکت نوسانی انجام می‌دهند که دامنهٔ این نوسان‌ها همان دامنهٔ موج است.

ب) دورهٔ تناوب (T): مدت‌زمانی است که طول می‌کشد تا هر ذره از محیط، یک نوسان کامل انجام دهد.

$$T=\frac{t}{N}$$

t: مدت‌زمان N: تعداد نوسانات کامل

پ) بسامد (f): تعداد نوسان‌های کاملی است که هر ذره از محیط در یک ثانیه انجام می‌دهد. $f=\frac{N}{t}$ بسامد و دورهٔ تناوب عکس یکدیگر هستند.

$$f=\frac{۱}{T}$$

۴- تا این‌جا دیدیم که سرعت انتشار موج را محیط آن تعیین می‌کند و دامنه، بسامد و دورهٔ آن را چشمهٔ موج مشخص می‌کند. کمیت دیگر مربوط به موج که هم به محیط و هم به چشمهٔ موج بستگی دارد، طول موج است. طول موج برابر مسافتی است که موج در مدت یک دورهٔ تناوب پیش‌رَوی می‌کند و از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

طول موج: $\lambda=v\underset{\text{وابسته به چشمه}}{\downarrow}T=\dfrac{v\rightarrow\text{وابسته به محیط}}{f\rightarrow\text{وابسته به چشمه}}$

گروه آموزشی ماز

۱۸- یک دستگاه لرزه‌نگاری از یک زمین‌لرزه به فاصلهٔ ۳۰۰ کیلومتری از خود، اولین موج طولی و عرضی را با اختلاف زمانی ۲۵ ثانیه ثبت می‌کند. اگر سرعت انتشار موج طولی برابر $۸\,\frac{\text{km}}{\text{s}}$ باشد، سرعت انتشار موج عرضی، چند کیلومتر بر ثانیه است؟

۱) ۲/۴ ۲) ۴/۸ ۳) ۶ ۴) ۹/۶

پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۳)

با توجه به اختلاف زمانی رسیدن دو موج طولی و عرضی، می‌توان نوشت:

$$t_S-t_P=\Delta t\Rightarrow\frac{\Delta x}{v_S}-\frac{\Delta x}{v_P}=\Delta t\Rightarrow\frac{۳۰۰}{v_S}-\frac{۳۰۰}{۸}=۲۵$$

$$\Rightarrow\frac{۳۰۰}{v_S}-\frac{۷۵}{۲}=۲۵\Rightarrow\frac{۱۲}{v_S}-\frac{۳}{۲}=۱\Rightarrow\frac{۱۲}{v_S}=۱+\frac{۳}{۲}=\frac{۵}{۲}\Rightarrow v_S=\frac{۲۴}{۵}=۴/۸\,\frac{\text{km}}{\text{s}}$$

امواج S و P در زمین‌لرزه

وقتی زمین‌لرزه‌ای رخ می‌دهد، دو نوع موج در مرکز آن تولید شده و با تندی ثابت به اطراف منتشر می‌شود. نوع اول، امواج عرضی است که آن را با (S) نشان می‌دهند و نوع دوم امواج طولی است که آن را با (P) نمایش می‌دهند. تندی امواج عرضی (S) همواره کم‌تر از تندی امواج طولی (P) است، درنتیجه امواج طولی (P) همواره زودتر به مقصد می‌رسند. اگر فرض کنیم نقطه‌ای در فاصلهٔ Δx از مرکز زمین‌لرزه باشد، امواج P در مدت t_P و امواج S، در مدت t_S این فاصله را طی می‌کنند، چون همواره $t_S>t_P$ است، پس اختلاف زمانی رسیدن دو موج به مقصد برابر خواهد بود با:

$$\Delta t=t_S-t_P$$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ‌ماز

از طرفی چون این امواج با تندی ثابت حرکت می‌کنند، درنتیجه می‌توان نوشت:

$$t_S=\frac{\Delta x}{v_S}\quad,\quad t_P=\frac{\Delta x}{v_P}\quad,\quad \Delta t=t_S-t_P\rightarrow \Delta t=\frac{\Delta x}{v_S}-\frac{\Delta x}{v_P}$$

این رابطه فقط برای امواج زلزله برقرار نیست. هرگاه دو موج با تندی‌های مختلف، فاصلهٔ یکسانی را طی کنند، می‌توانیم به همین ترتیب سؤال را حل کنیم. در کتاب درسی شما این مسئله به سه حالت بیان شده است.

۱- امواج زلزله: امواج اولیه و ثانویه با تندی‌های مختلف فاصلهٔ بین کانون زلزله تا دستگاه لرزه‌نگار را طی می‌کنند.

۲- امواج صوتی درون یک لوله: امواج صوتی یک بار از طریق دیوارهٔ لوله و بار دیگر از طریق هوای درون آن، طول لوله را طی می‌کنند.

۳- امواج دریافتی از طعمه توسط عقرب: امواج طولی و عرضی با تندی‌های مختلف فاصلهٔ طعمه تا عقرب ماسه‌ای را طی می‌کنند.

مثال ۱

یک دستگاه لرزه‌نگاری از یک زمین‌لرزه، دو موج، یکی طولی و دیگری عرضی به فاصلهٔ زمانی ۵۰ ثانیه ثبت می‌کند. اگر سرعت انتشار این دو موج به‌ترتیب $۸\frac{km}{s}$ و $۴/۸\frac{km}{s}$ باشد، زلزله در چند کیلومتری از محل لرزه‌نگار رخ داده است؟

۱) ۱۶۰۰ ۲) ۱۲۰۰ ۳) ۸۰۰ ۴) ۶۰۰

پاسخ تشریحی:

موج طولی و اولیه: P، موج عرضی و ثانویه: S

$$\Delta t=\Delta x\left(\frac{۱}{v_S}-\frac{۱}{v_P}\right)$$

$$\Rightarrow ۵۰=\Delta x\left(\frac{۱}{۴/۸}-\frac{۱}{۸}\right)\Rightarrow \Delta x=۵۰\times\frac{۴/۸\times ۸}{۸-۴/۸}=۶۰۰km$$

دقت کنید که سرعت‌ها برحسب $\frac{km}{s}$ داده شده‌اند و با جایگذاری آن‌ها در رابطهٔ بالا، فاصله برحسب km به‌دست می‌آید.

پاسخ: گزینهٔ ۴

مثال ۲

یک طعمه که در فاصلهٔ ۲۰ سانتی‌متری از یک عقرب ماسه‌ای قرار دارد، براثر حرکت خود دو موج طولی و عرضی تولید می‌کند، که تندی موج طولی ۴ برابر تندی موج عرضی است. اگر این دو موج با اختلاف زمانی ۳/۷۵ms به پای عقرب برسند، مدت‌زمانی که طول می‌کشد، موج طولی از طعمه به عقرب برسد چند میلی‌ثانیه است؟

۱) ۱/۲۵ ۲) ۱/۷۵ ۳) ۵ ۴) ۵/۵

پاسخ تشریحی:

موج عرضی: $v_۱$

موج طولی: $v_۲=۴v_۱$

طبق داده‌های سؤال اختلاف زمانی رسیدن دو موج به پای عقرب $۳/۷۵ms$ می‌باشد، پس:

$$t_۱-t_۲=۳/۷۵\times ۱۰^{-۳}\xrightarrow{t=\frac{x}{v}}\frac{x}{v_۱}-\frac{x}{v_۲}=۳/۷۵\times ۱۰^{-۳}$$

$$\xrightarrow[v_۲=۴v_۱]{x=۰/۲m}\frac{۰/۲}{v_۱}-\frac{۰/۲}{۴v_۱}=۳/۷۵\times ۱۰^{-۳}\Rightarrow\frac{۰/۶}{۴v_۱}=۳/۷۵\times ۱۰^{-۳}$$

$$\Rightarrow v_۱=۴۰\frac{m}{s}\ ,\ v_۲=۴v_۱=۱۶۰\frac{m}{s}$$

حال مدت‌زمان رسیدن موج طولی به پای عقرب را محاسبه می‌کنیم:

$$t_۲=\frac{x}{v_۲}=\frac{۰/۲}{۱۶۰}=\frac{۱}{۸۰۰}=۱/۲۵\times ۱۰^{-۳}s=۱/۲۵ms$$

پاسخ: گزینهٔ ۱

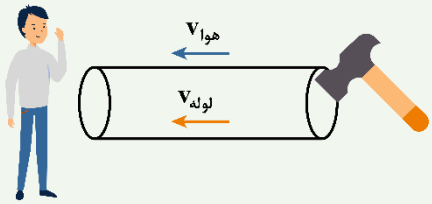
کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

دوپینگ‌ماز
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

مثال ۳

به یک سر لولهٔ توخالی بلندی به طول ۲۴۰ متر ضربهٔ محکمی می‌زنیم. اختلاف زمانی بین دریافت دو صدا در گوش شنونده‌ای که در طرف دیگر این لوله قرار دارد، چند ثانیه است؟ (تندی صوت در هوا و لوله به‌ترتیب $۳۲۰\frac{m}{s}$ و $۴۸۰۰\frac{m}{s}$ می‌باشد.)

۱) ۰/۰۵ ۲) ۰/۷۵ ۳) ۰/۸ ۴) ۰/۷



پاسخ تشریحی:

$$\text{اختلاف زمانی رسیدن دو موج} = \Delta t_{هوا} - \Delta t_{لوله} = \frac{\Delta x}{v_{هوا}} - \frac{\Delta x}{v_{لوله}} = \frac{۲۴۰}{۳۲۰} - \frac{۲۴۰}{۴۸۰۰} = ۰/۷s$$

پاسخ: گزینهٔ ۴

گروه آموزشی ماز

۱۹- به یک سر میلهٔ فلزی به طول L با چکش ضربه‌ای می‌زنیم. شخصی که در سر دیگر میله ایستاده است، صدایی که از طریق هوا به او می‌رسد را ۰/۶s دیرتر از صدایی که از طریق میله می‌آید، می‌شنود. اگر تندی صوت در میلهٔ فلزی، ۴ برابر تندی صوت در هوا باشد، صوت از طریق هوا چند ثانیه پس از ضربه به شخص رسیده است؟

۱) ۰/۶ ۲) ۰/۲ ۳) ۰/۸ ۴) باید طول میله معلوم باشد.

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۳)

گام اول:

مطابق شکل مقابل پس از ضربه به میله ۲ صدا از طریق هوا و میله به شنونده می‌رسد؛ یعنی به‌دلیل اختلاف تندی انتشار صوت در میله و هوا، این دو صوت با اختلاف زمانی ۰/۶ ثانیه به شخص می‌رسد.

گام دوم:

می‌توان برای هرکدام از صداهای رسیده به شخص طبق رابطهٔ $L = vt$ نوشت:

$$\begin{cases} L = v_{هوا} t_۱ \\ L = v_{میله} t_۲ \end{cases} \Rightarrow \frac{v_{میله}}{v_{هوا}} = \frac{t_۱}{t_۲} = ۴ \Rightarrow t_۱ = ۴t_۲ \quad (۱)$$

گام سوم:

طبق گفتهٔ سؤال $t_۱ = t_۲ + ۰/۶$، پس داریم:

زمان رسیدن صوت به شنونده از طریق میله:

$$\begin{cases} t_۱ = t_۲ + ۰/۶ \\ t_۱ = ۴t_۲ \end{cases} \Rightarrow ۴t_۲ = t_۲ + ۰/۶ \Rightarrow ۳t_۲ = ۰/۶ \Rightarrow t_۲ = ۰/۲s \quad (۲)$$

گام آخر:

خواستهٔ سؤال، زمان رسیدن صوت به شنونده از طریق هوا $(t_۱)$ می‌باشد:

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} t_۱ = ۴t_۲ = ۴(۰/۲) = ۰/۸s$$

گروه آموزشی ماز

۲۰- یک گیرندهٔ صوتی به مساحت $۲cm^۲$ در فاصلهٔ ۵ متری از یک منبع صوتی و عمود بر راستای انتشار صوت قرار دارد. اگر تراز شدت صوت در مکان گیرنده برابر ۸۹ دسی‌بل باشد، توان منبع چند میلی‌وات است؟ ($\log ۲ = ۰/۳$, $\pi = ۳$, $I_۰ = ۱۰^{-۶} \frac{\mu W}{m^۲}$ و از جذب انرژی صوتی توسط محیط صرف‌نظر شود.)

۱) ۱۲۰ ۲) ۲۴۰ ۳) $۱/۶\times۱۰^{-۴}$ ۴) $۳/۲\times۱۰^{-۴}$

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۳)

ابتدا شدت صوت را محاسبه می‌کنیم:

$$\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow ۸۹ = ۱۰\log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \Rightarrow ۸/۹ = \log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}}$$

$$\Rightarrow ۸ + ۳\times۰/۳ = \log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \Rightarrow \log۱۰^۸ + \log۲^۳ = \log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \Rightarrow I = ۸\times۱۰^{-۴}\frac{W}{m^۲}$$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ‌ماز

سپس با داشتن فاصلهٔ گیرنده از منبع صوت، توان منبع صوت را به‌دست می‌آوریم:

$$I=\frac{P}{A}=\frac{P}{4\pi r^2}\Rightarrow 8\times10^{-4}=\frac{P}{4\times3\times5^2}$$

$$P=0/24W=240mW$$

شدت صوت و تراز شدت صوت

شدت یک موج صوتی (I) در یک سطح برابر با آهنگ متوسط انرژی‌ای است که توسط موج به واحد سطح، عمود بر راستای انتشار صوت می‌رسد.

$$I=\frac{E}{At}=\frac{P_{av}}{A}$$

تراز شدت صوت:

کمیتی است که برای درک انسان از بلندی صوت به‌صورت رابطهٔ زیر تعریف می‌شود:

$$\beta=10\log\frac{I}{I_0}\ (dB)$$ (I_0 شدت صوت مبنا)

یکای تراز شدت صوت دسی‌بل (dB) است.

مقایسهٔ شدت و تراز شدت صوت

۱- برای مقایسهٔ تراز شدت دو صوت داریم:

$$\begin{cases}\beta_1=10\log\frac{I_1}{I_0}\\ \beta_2=10\log\frac{I_2}{I_0}\end{cases}\rightarrow \beta_2-\beta_1=10\log\frac{I_2}{I_1}$$

۲- شدت یک صوت به بسامد منبع صوت، دامنهٔ صوت و همین‌طور فاصلهٔ شنونده از منبع بستگی دارد.

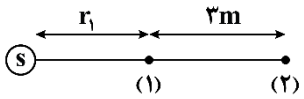
$$I\propto\frac{A^2f^2}{r^2}\rightarrow\frac{I_2}{I_1}=(\frac{A_2}{A_1})^2(\frac{f_2}{f_1})^2(\frac{r_1}{r_2})^2$$

با کمک رابطهٔ فوق می‌توانیم شدت دو صوت را مقایسه کنیم.

گروه آموزشی ماز

۲۱- در شکل زیر، تراز شدت صوت منبع S در نقطهٔ (۱) برابر ۱۰۵dB و شدت صوت در نقطهٔ (۲) برابر $4/8\times10^{-3}\ \frac{W}{m^2}$ می‌باشد. r_1 برابر چند متر است؟

($I_0=10^{-12}\ \frac{W}{m^2}$, $\log3=0/5$ و از جذب انرژی صوتی توسط محیط صرف‌نظر شود.)



۱) ۴ ۲) ۳
۳) ۲ ۴) ۱

پاسخ: گزینهٔ ۳ (سخت ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۳)

ابتدا شدت صوت را در نقطهٔ (۱) محاسبه می‌کنیم:

$$\beta_1=10\log\frac{I_1}{I_0}\Rightarrow105=10\log\frac{I_1}{10^{-12}}$$

$$\Rightarrow10+0/5=\log\frac{I_1}{10^{-12}}\Rightarrow\log10^{10}+\log3=\log\frac{I_1}{10^{-12}}\Rightarrow I_1=3\times10^{-2}\frac{W}{m^2}$$

می‌دانیم که شدت صوت با مجذور فاصله از چشمه رابطهٔ عکس دارد، پس:

$$\frac{I_2}{I_1}=(\frac{r_1}{r_2})^2\Rightarrow\frac{4/8\times10^{-3}}{3\times10^{-2}}=(\frac{r_1}{r_1+3})^2$$

$$\Rightarrow0/16=(\frac{r_1}{r_1+3})^2\Rightarrow0/4=\frac{r_1}{r_1+3}\Rightarrow r_1=2m$$

گروه آموزشی ماز

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ ماز

۲۲- شکل زیر، جبهه‌های موج حاصل از چشمهٔ صوت که با تندی v حرکت می‌کند را نشان می‌دهد. اگر f_s و λ_s به‌ترتیب بسامد و طول موج صوت انتشاریافته از چشمهٔ صوت در حالت ساکن و f_o و λ_o به‌ترتیب بسامد و طول موج دریافتی توسط شنونده می‌باشد. کدام گزینه صحیح است؟

۱) $\lambda_o > \lambda_s \ ، f_o < f_s \ ، v > v_{صوت}$

۲) $\lambda_o > \lambda_s \ ، f_o < f_s \ ، v < v_{صوت}$

۳) $\lambda_o = \lambda_s \ ، f_o < f_s \ ، v < v_{صوت}$

۴) $\lambda_o = \lambda_s \ ، f_o > f_s \ ، v > v_{صوت}$

پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۲۰۳)

گام اول:

با توجه به جبهه‌های موج متوجه می‌شویم که چشمهٔ موج درحال حرکت به سمت چپ می‌باشد و تندی آن از تندی انتشار صوت نیز کم‌تر است.

$v < v_{صوت}$

گام دوم:

ازآنجاکه چشمهٔ موج درحال دور شدن از شنونده می‌باشد پس طبق نتایج اثر دوپلر $f_o < f_s$ می‌باشد و شنونده صدای بم‌تری از صدای تولیدی توسط چشمه را احساس می‌کند.

گام آخر:

چون چشمهٔ صوت، درحال دور شدن از شنوندهٔ ساکن است، $\lambda_o > \lambda_s$ خواهد بود.

با توجه به توضیحات فوق گزینهٔ (۲) صحیح می‌باشد.

اثر دوپلر

هنگامی که شنونده (ناظر) و چشمهٔ تولیدکنندهٔ صوت نسبت به یکدیگر درحال حرکت باشند، بسامدی که ناظر از موج تولیدشده دریافت می‌کند، متفاوت با بسامدی است که چشمه تولید کرده است، به این پدیده اثر دوپلر می‌گویند.

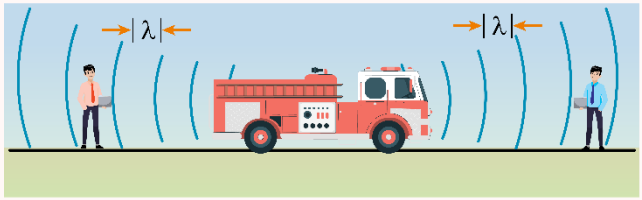
نکته

اثر دوپلر هم برای امواج صوتی صادق است هم امواج الکترومغناطیسی.

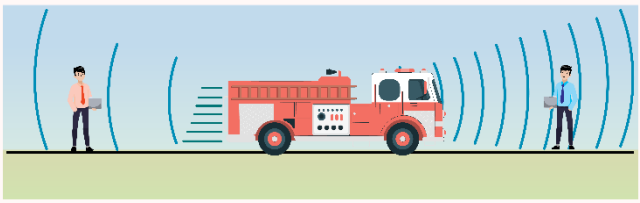
طول موج دریافتی

دو حالت کلی در مورد طول موج دریافتی توسط ناظر وجود دارد:

حالت ۱: اگر چشمه ساکن باشد، طول موج امواج در جلو و عقب چشمه برابر خواهد بود.



حالت ۲: اگر چشمه حرکت کند، فاصلهٔ جبهه‌های موج در جلوی چشمه، کم‌تر از پشت آن خواهد بود، درنتیجه ناظری که در جلوی چشمه قرار دارد، طول موج را کوتاه‌تر و ناظری که در پشت چشمه قرار دارد، طول موج را بلندتر دریافت خواهد کرد.



نکته

حرکت ناظر در تغییرات طول موج دریافتی تأثیری ندارد.

بسامد دریافتی

در مورد بسامد دریافتی توسط ناظر، هم حرکت ناظر مهم است، هم حرکت چشمهٔ صوت. در این‌جا ۳ حالت کلی داریم:

حالت ۱: اگر فاصلهٔ ناظر و چشمه ثابت باشد، بسامد صوت دریافتی توسط ناظر با بسامد تولیدشده توسط چشمه برابر خواهد بود.

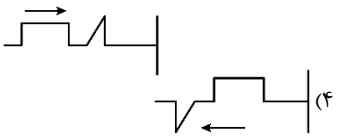
حالت ۲: اگر فاصلهٔ ناظر و چشمه افزایش یابد، بسامد صوت دریافتی توسط ناظر کم‌تر از بسامد تولیدشده توسط چشمه خواهد بود.

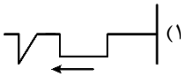
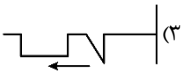
حالت ۳: اگر فاصلهٔ ناظر و چشمه کاهش یابد، بسامد صوت دریافتی توسط ناظر بیش‌تر از بسامد تولیدشده توسط چشمه خواهد بود.

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ‌ماز

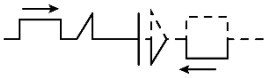
۲۳- کدام گزینه بازتاب تپ مقابل را از انتهای ثابت به‌درستی نشان می‌دهد؟



۱) 
۲)
۳) 
۴)

پاسخ: گزینهٔ ۱ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۲۰۳-۱۲۰۴)

در یک طناب کشیده وقتی یک تپ عرضی از انتهای ثابت آن بازتاب می‌شود، آن قسمت از تپ که در جلو قرار دارد، همچنان در جلو قرار خواهد داشت. همچنین وقتی تپ به مرز می‌رسد، نیرویی به تکیه‌گاه وارد می‌کند که طبق قانون سوم نیوتون تکیه‌گاه نیز نیرویی با اندازهٔ برابر و در جهت مخالف به طناب وارد می‌کند. این نیرو تپی در طناب ایجاد می‌کند که در جهت مخالف تپ تابیده، بازتاب می‌شود؛ بنابراین داریم:



تذکر!

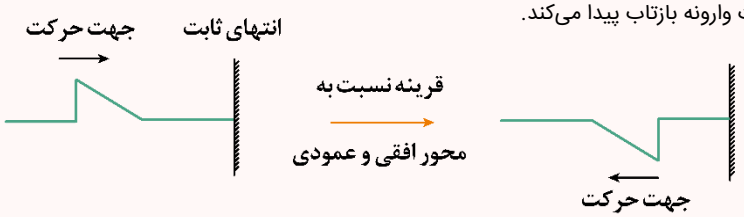
در حل چنین سؤالاتی کافی است شکل تپ را یک بار نسبت به محور افقی و بار دیگر نسبت به محور عمودی قرینه کنید:

۱- تقارن نسبت به محور افقی: در انتهای ثابت طبق قانون سوم نیوتون تپ به‌صورت وارونه بازتاب می‌شود.

۲- تقارن نسبت به محور عمودی: چون حرکت موج با تندی ثابت انجام می‌شود قسمتی از تپ که زودتر ساخته می‌شود همواره جلوتر است (هم در رفت و هم در برگشت).

بازتاب امواج از انتهای ثابت

وقتی یک تپ به انتهای ثابت می‌رسد، طبق قانون سوم نیوتون، تپ به‌صورت وارونه بازتاب پیدا می‌کند.



برای رسم تپ بازتاب، کافیست تپ تابیده را نسبت به محور افقی و سپس عمودی، قرینه کنید.

تندی موج از رابطهٔ $v = \frac{\ell}{\Delta t}$ که ℓ مسافت طی‌شده در مدت‌زمان Δt است، به‌دست می‌آید.

گروه آموزشی ماز

۲۴- چند مورد از موارد زیر در مورد پدیدهٔ بازتاب نادرست است؟

الف: اگر مجموعه‌ای از پرتوهای موازی به یک سطح ناهموار بتابند، پرتوهای بازتاب موازی نخواهند بود. چون در سطح نامنظم زاویهٔ تابش و بازتاب برابر نمی‌باشد.

ب: ناهمواری‌های کاغذ بسیار بزرگ‌تر از $1\mu m$ هستند و با توجه به این‌که طول موج نور مرئی در حدود $0/5\mu m$ است، پس سطح کاغذ برای نور مرئی، ناهموار محسوب می‌شود.

پ: در رادار دوپلری، از امواج فراصوت برای مکان‌یابی پژواکی و تعیین تندی خودروها استفاده می‌شود.

ت: از مکان‌یابی پژواکی به‌همراه اثر دوپلر می‌توان برای تعیین تندی شارش خون در رگ‌ها استفاده کرد.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

پاسخ: گزینهٔ ۳ (آسان ـ خط‌به‌خط کتاب درسی ـ ۱۲۰۳)

با توجه به مطالب درس‌نامهٔ زیر موارد «ب» و «ت» درست است.

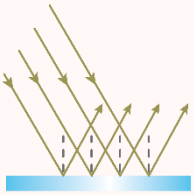
بررسی موارد نادرست:

الف) قانون بازتاب عمومی برای تمامی امواج و تمامی سطوح برقرار است.

پ) در رادار دوپلری از امواج الکترومغناطیسی استفاده می‌شود نه امواج فراصوت.

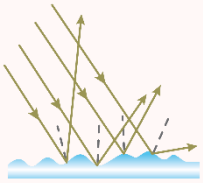
درس‌نامه

هر سطحی مثل سطح کاغذ دارای ناهمواری‌هایی بسیار کوچک است که ممکن است با چشم دیده نشوند اگر این ناهمواری‌ها از طول موج نور کوچک‌تر باشند، آن سطح از نظر ما صیقلی و هموار (مثل آینه) به شمار می‌رود در این حالت اگر یک مجموعه از پرتوهای موازی به سطح بتابند، چنان‌که در شکل مقابل می‌بینید پرتوهای بازتاب نیز موازی خواهند بود. چنین بازتابی را بازتاب آینه‌ای یا منظم می‌نامیم.



کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ‌ماز



درصورتی‌که ناهمواری‌های سطحی در مقایسه با طول‌موج نور تابیده به سطح، بزرگ باشند، آن سطح را ناهموار می‌دانیم و بازتابش نور از آن سطح را **بازتاب پخشنده** یا **نامنظم** می‌نامیم. در این حالت، اگر همانند شکل مقابل مجموعه‌ای از پرتوهای موازی به سطح بتابند، پرتوهای بازتاب موازی نخواهند بود و بسته به این‌که به کجای ناهمواری‌ها برخورد کنند با زاویه‌هایی متفاوت بازتابیده می‌شوند.

فناوری و کاربرد: مکان‌یابی پژواکی

مکان‌یابی پژواکی روشی است که براساس امواج صوتی بازتابیده از یک جسم، مکان آن جسم را تعیین می‌کند. مکان‌یابی پژواکی به‌همراه اثر دوپلر در تعیین مکان اجسام متحرک و نیز تعیین تندی آن‌ها به‌کار می‌رود.

مثال ۱: خفاش‌ها از مکان‌یابی پژواکی به‌همراه اثر دوپلر برای شناسایی و شکار طعمه‌های خود استفاده می‌کنند. برخی از جانوران نظیر خفاش و دلفین از مکان‌یابی پژواکی استفاده می‌کنند خفاش، فورانی از امواج فراصوتی را گسیل می‌کند که این بسته به نوع خفاش از دهان یا سوراخ‌های بینی آن گسیل می‌شود. این امواج از اشیایی که در مسیر خفاش قرار دارند بازمی‌تابد و بدین ترتیب خفاش را از اشیایی که بر سر راه او قرار دارند آگاه می‌سازد. البته بسته به این‌که شیء بازتابنده، خودِ خفاش، یا هر دو متحرک باشند، خفاش تغییر بسامدی ناشی از اثر دوپلر را در موج بازتابیده ادراک می‌کند و بدین وسیله می‌تواند سرعت خود یا شیء متحرک را تعیین کند.

مثال ۲: در دستگاه سونار که در کشتی‌ها برای مکان‌یابی اجسام زیر آب به‌کار می‌رود و در سونوگرافی نیز از مکان‌یابی پژواکی استفاده می‌شود.

از مکان‌یابی پژواکی به‌همراه اثر دوپلر می‌توان برای تعیین تندی شارش خون (گویچه‌های قرمز) در رگ‌ها استفاده کرد.

امواج مکانیکی

۱- تعیین مکان اجسام متحرک و نیز تعیین تندی آن‌ها، سونار، سونوگرافی، اندازه‌گیری تندی شارش خون، وال عنبر، خفاش: مکان‌یابی پژواکی امواج مکانیکی (فراصوت) به‌همراه اثر دوپلر

۲- میکروفون سهموی (ثبت صداهای ضعیف): استفاده از سطح کاو سهموی و کانونی کردن امواج صوتی در یک گیرنده

اساس کار: بازتاب پرتوهای صوتی

۳- دستگاه لیتوتریپسی (شکستن سنگ‌های کلیه): بازتابنده‌های بیضوی استفاده از امواج مکانیکی فراصوت

امواج الکترومغناطیسی

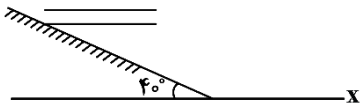
۱- رادار دوپلری (تعیین تندی خودروها): مکان‌یابی پژواکی امواج الکترومغناطیسی (اصولاً فروسرخ و میکروموج) به‌همراه پدیدهٔ دوپلر

۲- اجاق‌های خورشیدی (گرم کردن آب و مواد غذایی در اجاق‌های خورشیدی): بازتاب امواج الکترومغناطیسی (فروسرخ)

۳- دریافت امواج رادیویی توسط آنتن‌های بشقابی

گروه آموزشی ماز

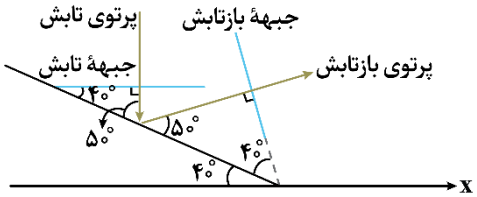
۲۵- مطابق شکل زیر، جبهه‌های موج تختی به سطح یک مانع تخت برخورد می‌کنند. اگر جبهه‌های موج فرودی موازی محور x باشند، زاویهٔ تند بین جبهه‌های بازتابیده از مانع با محور x چند درجه است؟



۱) ۸۰
۲) ۱۰
۳) ۴۰
۴) ۵۰

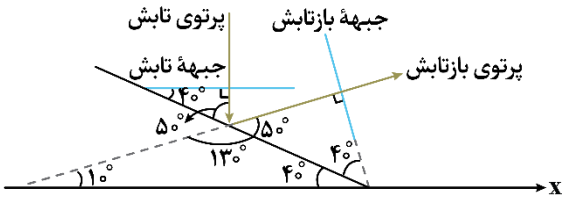
پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ مفهومی/محاسباتی ـ ۱۲۰۳)

با توجه به شکل، زاویهٔ تابش ۴۰ درجه است. از قانون بازتاب می‌دانیم که زاویهٔ تابش و بازتابش باهم برابرند، پس زاویهٔ بازتابش هم ۴۰ درجه است.



پس جبههٔ بازتابش با محور x زاویهٔ ۸۰ درجه ساخته است.

می‌توانستیم زاویهٔ پرتوی بازتابش با محور x را به‌دست آورده و آن را از ۹۰ کم کنیم.



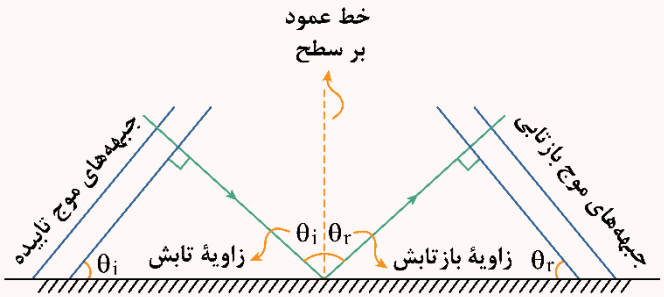
زاویهٔ پرتو بازتابش و محور x $= ۱۰ \Rightarrow$ زاویهٔ جبههٔ بازتابش با محور x $= ۹۰ - ۱۰ = ۸۰$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ ماز

بازتاب امواج

قانون بازتاب عمومی: در برخورد همهٔ انواع موج به یک سطح، زاویهٔ تابش و زاویهٔ بازتابش باهم برابرند. پرتوی تابیده، پرتوی بازتابیده و خط عمود بر سطح، در هر تابش در یک صفحه قرار دارند.



در مورد شکل بالا به دو مورد زیر توجه کنید:

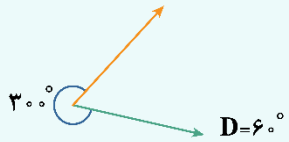
۱- زاویه‌ای که پرتوی تابش با خط عمود بر سطح می‌سازد و زاویه‌ای که جبهه‌های موج تابشی با خود سطح می‌سازند باهم برابرند و هر دو مساوی زاویهٔ تابش هستند.

۲- زاویه‌ای که پرتوی بازتابش با خط عمود بر سطح می‌سازد و زاویه‌ای که جبهه‌های موج بازتاب با خود سطح می‌سازند باهم برابرند و هر دو مساوی زاویهٔ بازتابش هستند.

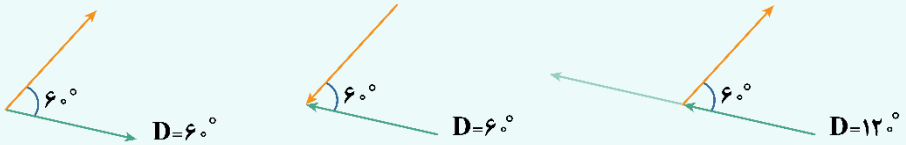
نکات مربوط به محاسبهٔ زاویه‌ها

برای به‌دست آوردن زاویهٔ بین دو بردار، دو قرارداد وجود دارد:

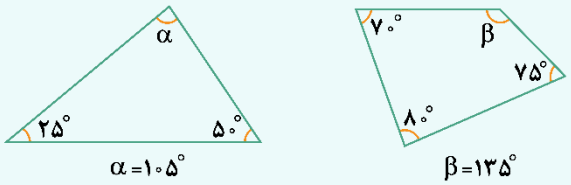
۱- زاویهٔ بین دو بردار باید بین صفر و ۱۸۰ درجه باشد.



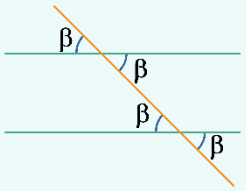
۲- زاویهٔ بین دو بردار، همواره باید زاویهٔ بین دو ابتدا یا زاویهٔ بین دو انتها باشد.



✓ مجموع زوایای داخلی یک مثلث، ۱۸۰ درجه و چهارضلعی، ۳۶۰ درجه است.



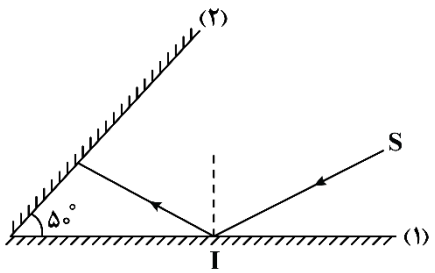
✓ اگر یک خط مورب دو خط موازی را قطع کند، زوایای متقابل به رأس، دوبه‌دو باهم برابر خواهند شد.



✓ برای محاسبهٔ زاویهٔ انحراف پرتوی اولیه و پرتوی نهایی را ادامه می‌دهیم تا یکدیگر را قطع کنند. زاویهٔ ساخته‌شده همان زاویهٔ انحراف است.

گروه آموزشی ماز

۲۶- مطابق شکل زیر، پرتوی SI به آینهٔ تخت (۱) می‌تابد و پس از بازتاب به آینهٔ تخت (۲) می‌تابد. اگر در دومین بازتاب از آینهٔ (۱)، پرتوی نور موازی آینهٔ (۲) شود، زاویهٔ انحراف بین پرتوی ورودی به مجموعه و خروجی از مجموعه چند درجه است؟



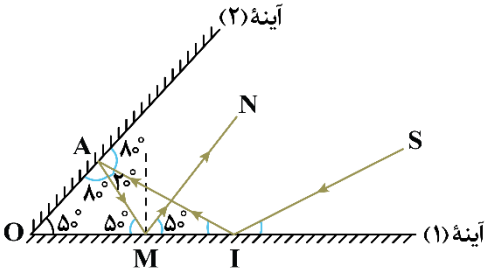
۱) ۸۰
۲) ۱۳۰
۳) ۱۶۰
۴) ۱۸۰

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

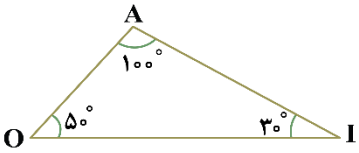
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ ماز

پاسخ: گزینهٔ ۳ (سخت ـ مفهومی/محاسباتی ـ ۱۲۰۳)

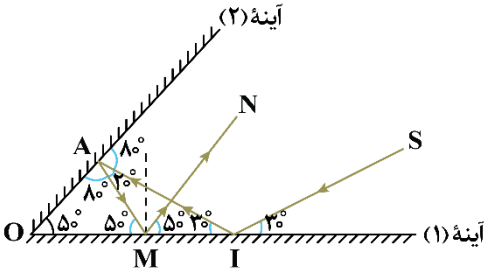
با توجه به این‌که پرتوی خروجی از مجموعه موازی آینهٔ (۲) است، زاویهٔ بین این پرتو و سطح آینهٔ (۱) برابر ۵۰ است و می‌توان نوشت:



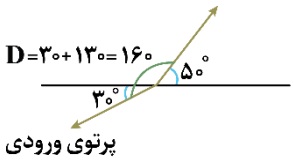
حال با توجه به مثلث OAI متوجه می‌شویم زاویهٔ بین پرتوی SI و آینهٔ (۱) برابر ۳۰ درجه است.



یعنی داریم:



حال زاویهٔ انحراف بین پرتوی ورودی به مجموعه و خروجی از مجموعه را به‌دست می‌آوریم:



زاویهٔ انحراف: $D = 160^\circ$

گروه آموزشی ماز

۲۷- پرتوی نوری از محیطی به ضریب شکست n_1 وارد محیطی به ضریب شکست n_2 می‌شود. اگر دراثر این تغییر محیط، ضریب شکست ۲۰ درصد کاهش یابد و تندی نور $5\times10^7 \frac{m}{s}$ تغییر کند، n_1 چقدر است؟ $(c=3\times10^8 \frac{m}{s})$

۱) ۱ ۲) ۱/۲ ۳) ۱/۵ ۴) ۲

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۳)

چون ضریب شکست کم شده پس تندی افزایش می‌یابد.

$$n_2 = n_1 - \frac{20}{100}n_1 = \frac{4}{5}n_1$$

$$v_2 = v_1 + 5\times10^7$$

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} \Rightarrow \frac{\frac{4}{5}n_1}{n_1} = \frac{v_1}{v_1+5\times10^7} \Rightarrow v_1 = 2\times10^8 \frac{m}{s}$$

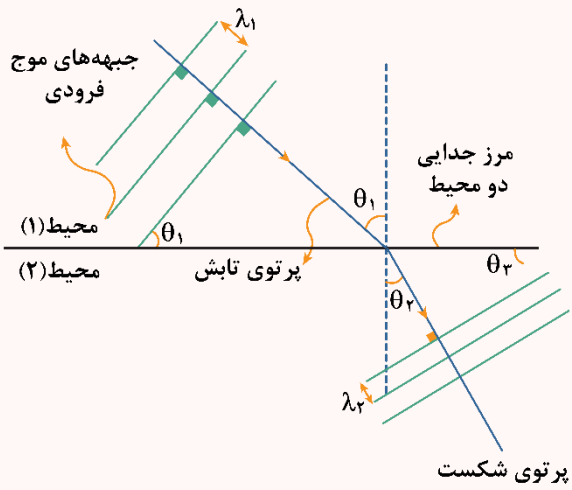
$$\Rightarrow n_1 = \frac{c}{v_1} \Rightarrow n_1 = \frac{3\times10^8}{2\times10^8} = 1/5$$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ‌ماز

شکست موج

هنگامی که پرتوهای نور از یک محیط وارد محیط دیگری می‌شوند، به‌دلیل تغییر در تندی انتشار موج، از مسیر حرکت خود منحرف می‌شوند. همچنین تندی موج و طول موج تغییر پیدا می‌کنند. روابط بین این کمیت‌ها به‌صورت زیر است:



$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2}=\frac{v_1}{v_2}=\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}=\frac{n_2}{n_1}$$

قانون شکست عمومی — قانون شکست اسنل

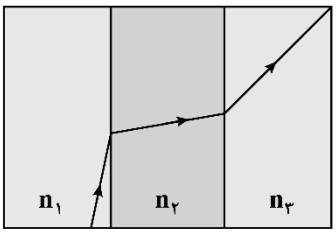
با توجه به رابطهٔ بالا، اگر ضریب شکست محیط دوم از محیط اول بیش‌تر باشد $(n_2 > n_1)$، پرتوی شکست به خط عمود نزدیک می‌شود و برعکس.

تذکر!

در حالت خاص، اگر پرتوی موج، عمود بر سطح جدایی دو محیط بتابد، بدون انحراف وارد محیط دوم می‌شود.

گروه آموزشی ماز

۲۸- یک پرتوی موج الکترومغناطیسی مسیری مطابق شکل زیر را در سه محیط طی کرده است. چند مورد از موارد زیر در مقایسهٔ طول موج، تندی، بسامد و ضریب شکست در سه محیط درست است؟



الف: $v_1 > v_3 > v_2$

ب: $\lambda_1 > \lambda_3 > \lambda_2$

پ: $n_1 < n_3 < n_2$

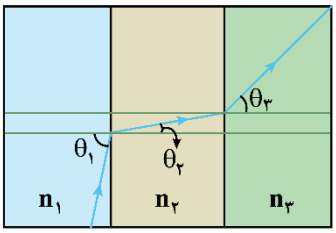
ت: $f_1 = f_3 = f_2$

۱) ۴ ۲) ۳

۳) ۲ ۴) ۱

پاسخ: گزینهٔ ۱ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۲۰۳)

برای مقایسهٔ تندی، ابتدا خط عمود را رسم کرده و زاویهٔ پرتو با خط عمود را در هریک از محیط‌ها مشخص می‌کنیم:



با توجه به این‌که $n \propto \frac{1}{\sin\theta} \propto \frac{1}{v} \propto \frac{1}{\lambda}$ می‌باشد می‌توان نتیجه گرفت:

$$\theta_1 > \theta_3 > \theta_2 \Rightarrow \begin{cases} v_1 > v_3 > v_2 \\ \lambda_1 > \lambda_3 > \lambda_2 \\ n_1 < n_3 < n_2 \end{cases}$$

بسامد به محیط بستگی ندارد پس بسامد ثابت می‌ماند.

$f_1 = f_3 = f_2$

بنابراین هر چهار مورد درست است.

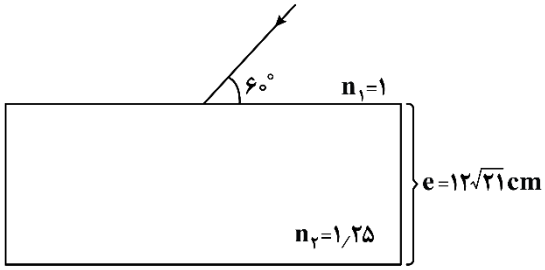
گروه آموزشی ماز

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ‌ماز

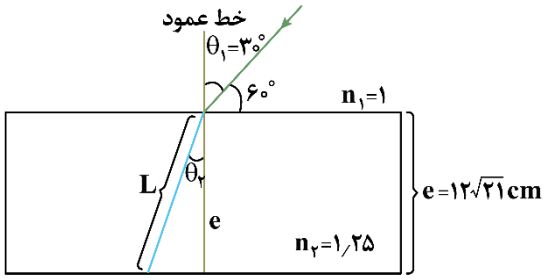
۲۹- پرتوی نوری مطابق شکل زیر، به یک تیغهٔ شیشه‌ای با ضریب شکست ۱/۲۵ برخورد می‌کند. این پرتو پس از چند نانوثانیه از تیغهٔ شیشه‌ای خارج می‌شود؟ $(C=3\times10^{8}\frac{m}{s})$

۱) ۲/۵
۲) $2/5\sqrt{21}$
۳) ۱/۲۵
۴) $1/25\sqrt{21}$



پاسخ: گزینهٔ ۱ (سخت ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۳)

مسیر نور را در تیغهٔ شیشه‌ای رسم می‌کنیم:



حال طبق قانون شکست اسنل، $\sin\theta_2$ را به‌دست می‌آوریم:

$$n_1\sin\theta_1=n_2\sin\theta_2\Rightarrow 1\times\sin30=1/25\sin\theta_2$$

$$\Rightarrow\sin\theta_2=0/4$$

$$\cos\theta_2=\sqrt{1-\sin^2\theta_2}=\sqrt{1-0/16}\Rightarrow\cos\theta_2=\sqrt{\frac{84}{100}}$$

$$\Rightarrow\cos\theta_2=0/2\sqrt{21}$$

$$\cos\theta_2=\frac{\text{ضلع مجاور}}{\text{وتر}}=\frac{e}{L}\Rightarrow L=\frac{e}{\cos\theta_2}$$

$$n=\frac{c}{v}\Rightarrow v=\frac{c}{n}$$

مدت‌زمانی که نور در تیغهٔ شیشه‌ای حرکت می‌کند: $\Delta t=\frac{L}{v}\xrightarrow[v=\frac{c}{n}]{L=\frac{e}{\cos\theta_2}}\Delta t=\frac{\frac{e}{\cos\theta_2}}{\frac{c}{n}}=\frac{en}{c\times\cos\theta_2}$

$$\Rightarrow\Delta t=\frac{12\sqrt{21}\times10^{-2}\times1/25}{3\times10^{8}\times0/2\sqrt{21}}=2/5\times10^{-9}s=2/5ns$$

گروه آموزشی ماز

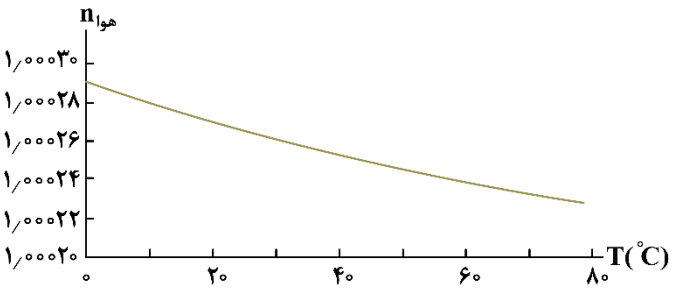
۳۰- کدام گزینه در مورد پدیدهٔ سراب نادرست است؟

۱) تغییر جبهه‌های موج و خمیدگی مربوط به آن، به این دلیل رخ می‌دهد که انتهای پایین جبهه‌های موج در هوای گرم‌تر سریع‌تر حرکت می‌کنند.
۲) پدیدهٔ سراب اصولاً در روزهای گرم که هوای سطح زمین نسبتاً داغ است رخ می‌دهد.
۳) هرچه از سطح زمین بالا برویم، ضریب شکست هوا زیادتر می‌شود.
۴) هرچه دمای هوا بیش‌تر باشد، چگالی آن بیش‌تر است و به همین دلیل ضریب شکست کم‌تری نیز دارد.

پاسخ: گزینهٔ ۴ (آسان ـ خط‌به‌خط کتاب درسی ـ ۱۲۰۳)

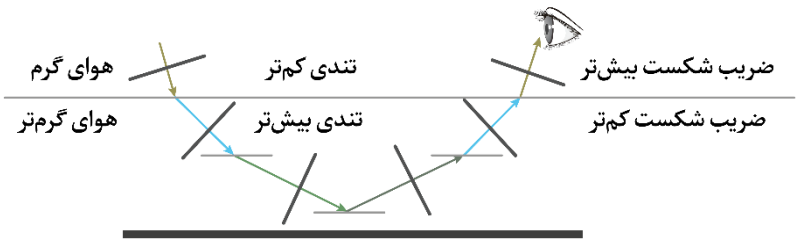
بررسی سایر گزینه‌ها:

۴) هرچه دمای هوا بیش‌تر باشد چگالی (غلظت) آن کم‌تر است و به همین دلیل ضریب شکست کم‌تری نیز دارد. (×)



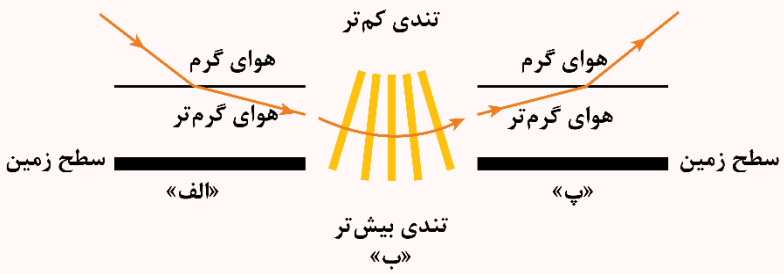
کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

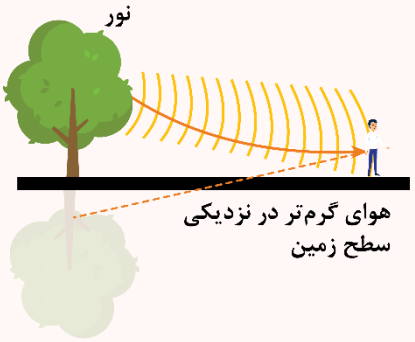
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds



سراب

چگالی و ضریب شکست هوای گرم، کوچک‌تر از چگالی و ضریب شکست هوای سرد است. در روزهای گرم سال با پایین آمدن جبهه‌های موج (نور) و رسیدن آن‌ها به هوای گرم سطح زمین (ضریب شکست کوچک‌تر) پرتوهای موج از خط عمود دورتر شده و به سمت افق خم می‌شوند و پدیدهٔ سراب ایجاد می‌شود.





پدیدهٔ سراب را هم می‌توان دید هم از آن عکس گرفت.

گروه آموزشی ماز

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

نوسان و موج

نوسان دوره‌ای

نوسان‌هایی را که هر دور آن دقیقاً در دوره‌های بعدی تکرار می‌شود (مانند ضربان قلب انسان در یک مدت معین)، نوسان‌های دوره‌ای می‌نامیم که به هر دور آن چرخه (سیکل) گفته می‌شود. پس به نقشی که به‌طور منظم تکرار می‌شود، چرخه (سیکل) گفته می‌شود و به نوسان‌هایی که در آن یک چرخه عیناً تکرار می‌شود، نوسان دوره‌ای می‌گوییم.

حرکت هماهنگ ساده

معادلهٔ حرکت هماهنگ ساده را می‌توان به‌صورت سینوسی یا کسینوسی نوشت. اگر در لحظه $t=0$ نوسانگر در مکان $x=+A$ باشد، معادلهٔ حرکت آن به‌صورت مقابل است:

معادلهٔ مکان ـ زمان:
$$x = A\cos(\omega t)$$

بسامد زاویه‌ای:
$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f \left(\frac{rad}{s}\right)$$

سامانه جرم ـ فنر

بسامد زاویه‌ای:
$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

انرژی در حرکت هماهنگ ساده

انرژی مکانیکی سامانهٔ جرم ـ فنر:
$$E = \frac{1}{2}kA^2$$

انرژی مکانیکی نوسانگر هماهنگ ساده:
$$E = \frac{1}{2}m\omega^2A^2 \xrightarrow{\omega=mg} E = 2\pi^2 mA^2 f^2$$

آونگ ساده

دورهٔ تناوب:
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

بسامد زاویه‌ای:
$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$$

تشدید

بسامد طبیعی

اگر جسمی را که می‌تواند نوسان کند، از نقطهٔ تعادل خارج و رها سازیم، این جسم شروع به نوسان در دو طرف نقطهٔ تعادل می‌کند. بسامد نوسان جسم در این حالت را بسامد طبیعی می‌نامیم.

نوسان میرا

می‌دانیم که در دنیای واقعی، نیروهای تلف‌کننده مثل اصطکاک و مقاومت هوا وجود دارند و به همین دلیل وقتی یک سامانه را برای نوسان آزاد می‌گذاریم، به‌دلیل نیروهای تلفاتی، انرژی مکانیکی پایسته نبوده و کاهش می‌یابد و دامنهٔ نوسان رفته‌رفته کاهش می‌یابد و سرانجام نوسانگر می‌ایستد و می‌گوییم نوسان، میرا می‌شود.

نوسان واداشته

حالا که نیروهای اتلافی، دامنهٔ نوسان را کاهش می‌دهند پس ما هم برای پایدار ماندن نوسان مجبوریم سامانه را برای نوسان، آزاد نگذاریم و به آن یک نیروی دوره‌ای وارد کنیم. در این حال، نوسانگر با بسامدی غیر از بسامد طبیعی‌اش وادار به نوسان می‌شود. نوسان را در این حالت، نوسان واداشته می‌نامیم.

تشدید رزونانس

اگر بسامد ناشی از نیروی دوره‌ای با بسامد طبیعی نوسانگر برابر باشد، انرژی‌ای که توسط آن نیرو به نوسانگر داده می‌شود سبب جبران اتلاف انرژی ناشی از اصطکاک می‌شود.

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ‌ماز

فصل ۳ فیزیک دوازدهم

نوسان و موج

موج و انواع آن

- موج‌های الکترومغناطیسی: این امواج برای انتشار به محیط مادی نیاز ندارند و می‌توانند در خلأ نیز منتشر شوند.
- موج‌های مکانیکی: این امواج برای انتشار به محیط مادی نیاز دارند و در محیطی مانند خلأ که هیچ ماده‌ای در آن وجود ندارد، منتشر نمی‌شوند.
- موج‌های پیش‌رونده
  - طولی
  - عرضی

تندی انتشار موج

اگر در یک لحظه، نقطه‌ای از طناب در یک وضعیت معین (مثلاً در قلهٔ موج) باشد و پس از Δt ثانیه، نقطه‌ای که در فاصلهٔ L از آن واقع است، به همان وضعیت برسد، تندی انتشار موج $V = \frac{L}{\Delta t}$ می‌شود.

پس در این رابطه، L به‌معنی جابه‌جایی نیست! L بیانگر فاصلهٔ دو نقطه از طناب است.

مشخصه‌های موج

- موج عرضی
  - امواج الکترومغناطیس: میدان‌های القایی الکتریکی و مغناطیسی همگام با یکدیگر تغییر می‌کنند؛ یعنی هم‌زمان بیشینه می‌شوند، باهم کاهش می‌یابند؛ و هم‌زمان تغییر جهت می‌دهند. میدان‌های القایی الکتریکی و مغناطیسی باهم یک صفحه می‌سازند که راستای انتشار این دو میدان، عمود بر این صفحه است. چنین موجی را موج الکترومغناطیسی می‌نامند.
  - اگر بخواهیم در یک فنر، تار یا ریسمانِ کشیده شده، موج عرضی ایجاد کنیم، تندی انتشار موج به‌صورت مقابل به‌دست می‌آید: $V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$
- موج طولی
  - موج‌های طولی قادرند در جامدات، مایعات و گازها انتشار یابند.
  - در جامدها تندی انتشار امواج طولی از امواج عرضی بیش‌تر است.
- موج صوتی
  - شدت صوت: $I = \frac{\bar{P}}{A} = \frac{E}{At}$
  - تراز شدت صوت: $\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$
  - ادراک شنوایی
  - اثر دوپلر: تغییر بسامد صوت به‌علت حرکت چشمهٔ صوت و ناظر (شنونده) را اثر دوپلر می‌نامند. احتمالاً تا به حال به صدای ماشین‌های خیابان دقت کرده‌اید. صدایی که هنگام نزدیک شدن ماشین می‌شنوید، با صدایی که هنگام دور شدن آن می‌شنوید کاملاً متفاوت است. علت این اتفاق، اثر دوپلر است که برای امواج الکترومغناطیسی نیز صادق است.

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ‌ماز

برهم‌کنش‌های موج

بازتاب موج

بازتاب امواج مکانیکی را در سه حالت:
۱- بازتاب در یک بعد مانند بازتاب تپ از انتهای بستهٔ طناب
۲- بازتاب در دو بعد، مانند بازتاب امواج در تشت موج (سطح آب)
۳- بازتاب در سه بعد، مانند بازتاب امواج صوتی، بررسی کرد.

شکست موج

قانون شکست عمومی

اگر تندی انتشار موج فرودی را V_1 و تندی انتشار موج شکست را V_2 بنامیم، طبق قانون شکست عمیق خواهیم داشت:

$$\frac{V_2}{V_1}=\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}\Rightarrow\frac{\lambda_2}{\lambda_1}=\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}$$

ضریب شکست

اگر تندی نور در خلأ C و در یک محیط شفاف V باشد، ضریب شکست این محیط به‌صورت $n=\frac{C}{V}$ تعریف می‌شود. ضریب شکست، یک عدد بدون واحد است و همواره بزرگ‌تر یا مساوی یک است. کم‌ترین ضریب شکست مربوط به خلأ و هوا است که ضریب شکست آن‌ها یک است.

قانون شکست اسنل

پرتوی نوری را درنظر بگیرید که از محیط (۱) با ضریب شکست n_1 وارد محیط (۲) با ضریب شکست n_2 می‌شود.

$$\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}=\frac{V_2}{V_1}=\xrightarrow[V_1=\frac{C}{n_1}]{V_2=\frac{C}{n_2}}\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}=\frac{n_1}{n_2}\Rightarrow n_1\sin\theta_1=n_2\sin\theta_2$$

این رابطه، همان قانون شکست اسنل است.

سراب

در روزهای گرم ممکن است برکهٔ آبی را در دوردست ببینید که بر سطح زمین قرار دارد، اما وقتی به آن محل می‌رسید، آنجا را خشک می‌یابد. به این پدیده سراب گفته می‌شود. سراب نه‌تنها دیده می‌شود بلکه می‌توان از آن عکس هم گرفت.

پاشندگی نور

منشور محیطی شفاف است که تمایل دارد پرتوهای تابانده‌شده را به سمت قاعده منحرف کند. (البته اگر ضریب شکست منشور بزرگ‌تر از محیط اطراف باشد.) تجزیهٔ نور خورشید (نور سفید) توسط منشور را پاشندگی نور می‌گوییم و علت آن متفاوت بودن ضریب شکست منشور برای رنگ‌های مختلف است و برای نورهای با بسامد بزرگ‌تر (طول موج کوچک‌تر) بیش‌تر است.

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir