



زمان آزمون :

نام و نام خانوادگی :

نام درس :

پایه تحصیلی :

نام آموزشگاه :

نام دبیر :

تاریخ برگزاری ۱۴۰۴/۰۴/۳۱

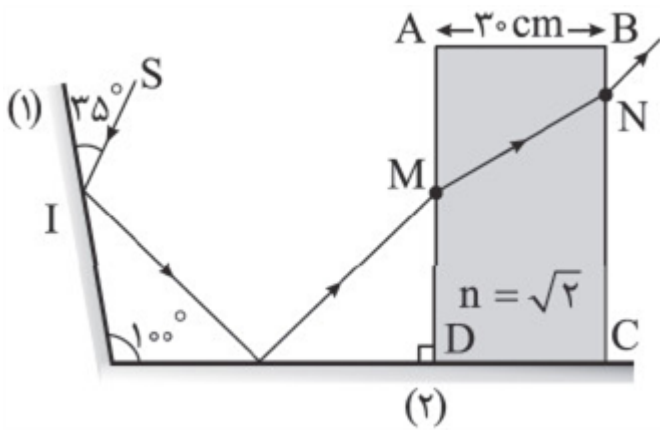
عنوان آزمون : بانک تست فیزیک سال

دوازدهم تجربی (فصل ۳ نوسان و امواج)

۱) معادله نیرو - مکان نوسانگر وزنه - فنری در SI به صورت $F = -\frac{\pi^2}{10}x$ است. اگر جرم نوسانگر ۱۰۰ گرم و انرژی مکانیکی نوسانگر $2\pi^2 \text{ mJ}$ باشد، معادله مکان - زمان آن در SI کدام است؟

- ۱) $x = 0.2 \cos \pi t$ ۲) $x = 0.2 \cos \pi t$ ۳) $x = 0.2 \cos \pi t$ ۴) $x = 0.2 \cos 4\pi t$

۲) شکل مقابل مسیر نور در برخورد با دو آینه متقاطع و عبور از تیغه متوازی السطوح به ضخامت ۳۰ cm را نشان می‌دهد. زاویه پرتو خروجی از تیغه با سطح افقی و فاصله MN برابر سانتی‌متر است.

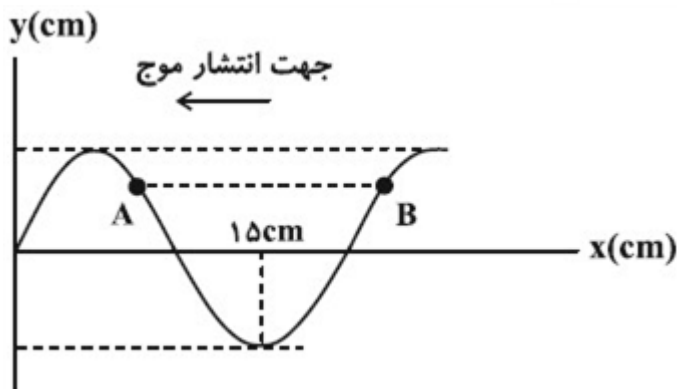


- ۱) $40, 30^\circ$ ۲) $20\sqrt{3}, 30^\circ$ ۳) $40, 45^\circ$ ۴) $20\sqrt{3}, 45^\circ$

۳) در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل نوسانگر هماهنگ ساده‌ای، $\frac{1}{9}$ کل انرژی آن است. سرعت نوسانگر $\frac{4}{s} \text{ m}$ است. بیشینه تندی این نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟ (از اتلاف انرژی صرف نظر کنید.)

- ۱) $\frac{2}{3}\sqrt{8}$ ۲) $3\sqrt{2}$ ۳) $3\sqrt{8}$ ۴) $2\sqrt{3}$

۴) شکل مقابل نقش یک موج عرضی ایجاد شده در طنابی با چگالی $\frac{9}{4} \text{ g/cm}^3$ و قطر مقطع ۲ cm که نیروی ۷۵ N کشیده شده را نشان می‌دهد. بسامد این موج چند هرتز است و درست بعد از این لحظه که در شکل نشان داده شده است، کدامیک از نقاط مشخص شده حرکت کندشونده خواهد داشت؟ ($\pi \simeq 3$)



- ۱) A، ۲۵۰ ۲) B، ۲۵۰ ۳) A، ۱۲۵ ۴) B، ۱۲۵

۵ دو لوله فلزی و توخالی کاملاً مشابه A و B به ترتیب در محفظه ۱ (پر از هلیوم) و محفظه ۲ (پر از متیل الکل) قرار دارند. به یکی از انتهای هر کدام از لوله‌های A و B هم‌زمان ضربه‌ای مشابه وارد می‌کنیم و در انتهای هریک از لوله‌ها، دو صدا به ترتیب با فاصله زمانی $0/36s$ و $0/28s$ از یکدیگر شنیده می‌شود. به ترتیب تندی صوت در فلز و طول لوله‌ها چند واحد SI هستند؟ (تندی صوت در هلیوم و متیل الکل به ترتیب $1000 \frac{m}{s}$ و $1200 \frac{m}{s}$ است.)

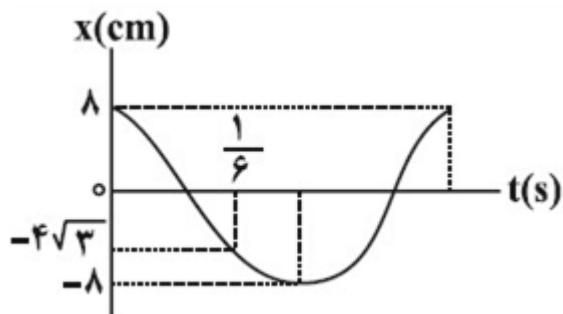
۲۴۰ - ۲۰۰۰ (۴)

۴۸۰ - ۲۰۰۰ (۳)

۲۴۰ - ۴۰۰۰ (۲)

۴۸۰ - ۴۰۰۰ (۱)

۶ نمودار مکان - زمان یک آونگ ساده که در سطح زمین نوسانات کم‌دامنه انجام می‌دهد، به صورت شکل مقابل است. اگر این آونگ را به فاصله $4R_e$ از سطح کره زمین منتقل کنیم، آونگ در هر دقیقه چند نوسان کامل انجام خواهد داد؟ (R_e شعاع کره زمین است.)



۳۰ (۴)

۱۵ (۳)

۱۲/۵ (۲)

۳۷/۵ (۱)

۷ معادله مکان - زمان حرکت هماهنگ ساده‌ای در SI به صورت $x = 0/4 \cos(10\pi t)$ است. از لحظه $t_1 = \frac{1}{30}s$ تا $t_2 = \frac{7}{40}s$ چند ثانیه بردار شتاب و سرعت نوسانگر در یک جهت می‌باشند؟

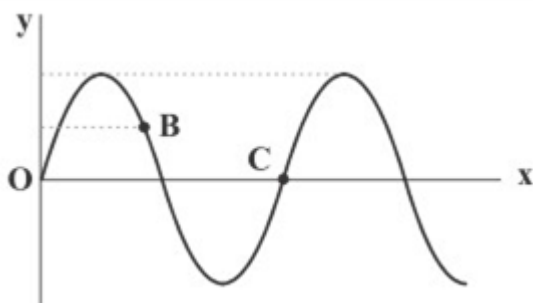
$\frac{1}{40}$ (۴)

$\frac{1}{60}$ (۳)

$\frac{1}{15}$ (۲)

$\frac{3}{40}$ (۱)

۸ شکل داده‌شده، قسمتی از یک موج عرضی سینوسی را که در طول طناب کشیده شده‌ای در حال انتشار است، در لحظه $t = 0$ نشان می‌دهد. این موج در خلاف جهت محور x ، با تندی ثابت در حال انتشار است. بلافاصله پس از لحظه $t = 0$ ، کدام گزینه در مورد علامت شتاب ذره‌ی C و نوع حرکت ذره‌ی B صحیح است؟



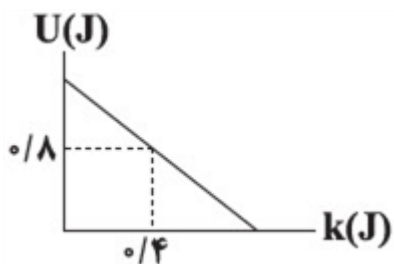
منفی - کندشونده (۴)

منفی - تندشونده (۳)

مثبت - تندشونده (۲)

مثبت - کندشونده (۱)

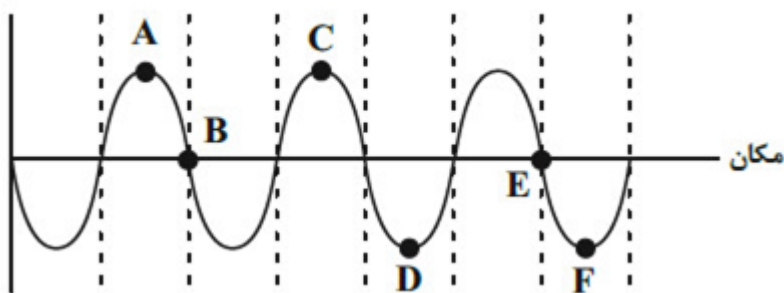
۹ شکل مقابل نمودار انرژی پتانسیل بر حسب انرژی جنبشی نوسانگر هماهنگ ساده‌ای به جرم $50g$ را نشان می‌دهد. تندی این نوسانگر در نقطه تعادل چند متر بر ثانیه است؟



- ۱ $4\sqrt{2}$ ۲ $4\sqrt{3}$ ۳ $0.4\sqrt{0.3}$ ۴ $0.4\sqrt{0.2}$

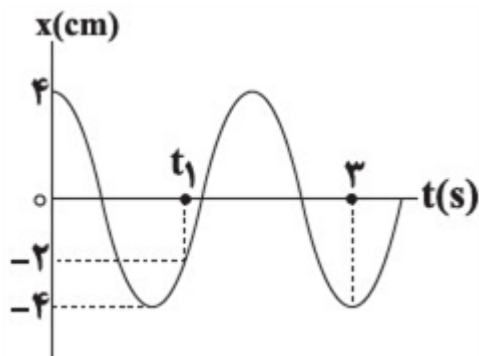
۱۰ نمودار جابه‌جایی - مکان برای یک موج طولی ایجاد شده در فنری مطابق شکل مقابل است. در کدام نقاط، بیشترین جمع‌شدگی یا بیشترین بازشدگی حلقه‌ها رخ می‌دهد؟

جابه‌جایی



- ۱ E و B ۲ فقط A و C ۳ فقط D و F ۴ A, C, D و F

۱۱ نمودار مکان - زمان نوسانگری که بر روی محور x نوسان می‌کند، مطابق شکل مقابل است. بردار شتاب این نوسانگر در لحظه t_1 بر حسب $\frac{\text{cm}}{\text{s}^2}$ کدام است؟ ($\pi^2 = 10$)



- ۱ $40\vec{i}$ ۲ $-40\vec{i}$ ۳ $20\vec{i}$ ۴ $-20\vec{i}$

۱۲ حداکثر مسافت طی‌شده در یک حرکت نوسانی ساده، در مدت زمان دلخواهی، معادل با $\frac{1}{3}$ دوره‌ی این حرکت نوسانی، چند برابر طول پاره‌خط نوسانی است؟

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

۱۳) معادله حرکت هماهنگ ساده نوسانگری در SI به صورت $x = 0.5 \cos(4\pi t)$ می‌باشد. در لحظه‌ای که نوسانگر از وضع تعادل عبور می‌کند، تندی نوسانگر چند $\frac{\text{cm}}{\text{s}}$ است؟ ($\pi = 3$)

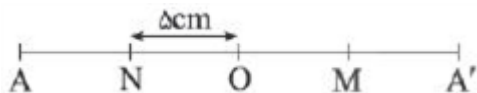
۴ صفر

۶۰ ۳

۲۰ ۲

۵/۶ ۱

۱۴) نوسانگری به جرم 4 kg به انتهای فنری به ثابت k متصل است و مطابق شکل روی یک سطح افقی بدون اصطکاک حول نقطه O روی پاره خط AA' به طول 20 cm نوسان می‌کند. اگر بزرگی شتاب در نقطه N برابر $5 \frac{m}{s^2}$ باشد، ثابت فنر چند $\frac{N}{m}$ است؟



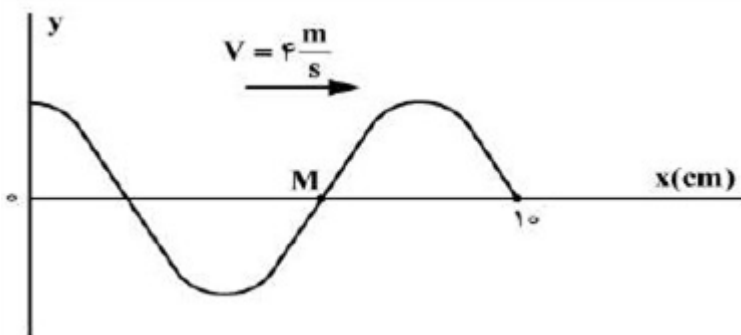
۴۰۰ ۴

۵ ۳

۲۰ ۲

۲۵ ۱

۱۵) شکل زیر، تصویری از موجی عرضی را در یک ریسمان کشیده شده در لحظه $t = 0$ نشان می‌دهد. اگر تندی متوسط حرکت ذره M در مدت 0.25 s برابر $6 \frac{m}{s}$ باشد، دامنه موج چند سانتی‌متر است؟



۶ ۴

۴ ۳

۳ ۲

۲ ۱

۱۶) معادله شتاب - مکان نوسانگر هماهنگ ساده‌ای در SI به صورت $a + \frac{\pi^2}{4} x = 0$ است. در لحظه $t = \frac{1}{3} \text{ s}$ انرژی جنبشی نوسانگر چند برابر انرژی مکانیکی آن است؟ (نوسانگر در لحظه $t = 0$ از مکان $x = +A$ می‌گذرد).

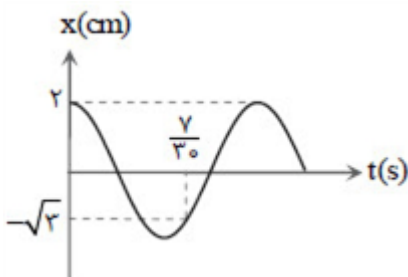
$\frac{1}{4}$ ۴

$\frac{1}{2}$ ۳

$\frac{3}{4}$ ۲

۱ ۱

۱۷) نمودار مکان - زمان متحرکی که حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد، مطابق شکل زیر است. در مدت دلخواهی به اندازه $\frac{1}{4}$ دوره، بیش‌ترین مقدار سرعت متوسط متحرک چند متر بر ثانیه است؟



$\frac{2}{5}$ ۴

$\frac{1}{5}$ ۳

$\frac{\sqrt{2}}{5}$ ۲

$\frac{\sqrt{2}}{10}$ ۱

۱۸ در یک هماهنگ ساده نوسانگر در مکان $x = -\frac{\sqrt{3}}{4} A$ قرار دارد و انرژی پتانسیل آن در حال افزایش است. اگر برای

اولین بار به مکان $x = +\frac{A}{4}$ و سرعت مثبت برسد، چند گزینه نادرست است؟ (A دامنه است)

الف) پس از طی مسافت $A \frac{\sqrt{3}}{4}$ متوقف می‌شود.

ب) مدت زمان حرکت تندشونده به حرکت کندشونده برابر است با $\frac{1}{4}$

پ) مدت زمان $\frac{T}{6}$ در سوی مثبت حرکت کرده است.

ت) تندی متوسط آن در این مدت $(5 - \sqrt{3}) \left(\frac{A}{T}\right)$ است.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۱۹ در یک ریسمان با جرم واحد طول $\frac{g}{2}$ که با نیروی کشیده شده است، امواج عرضی با بسامد 75 Hz در حال انتشار است. مسافتی که موج در مدت یک دوره‌ی تناوب طی می‌کند، چند متر است؟

۴۰ (۴)

۴ (۳)

۰/۴ (۲)

۰/۰۴ (۱)

۲۰ یک آینه‌ی کاو، از جسمی که روی محور اصلی آن قرار دارد، تصویری حقیقی با بزرگ‌نمایی $m > 1$ تشکیل داده است و فاصله‌ی جسم از تصویر 30 cm است. جسم را چگونه جابه‌جا کنیم تا بزرگ‌نمایی $\frac{1}{m}$ شود؟

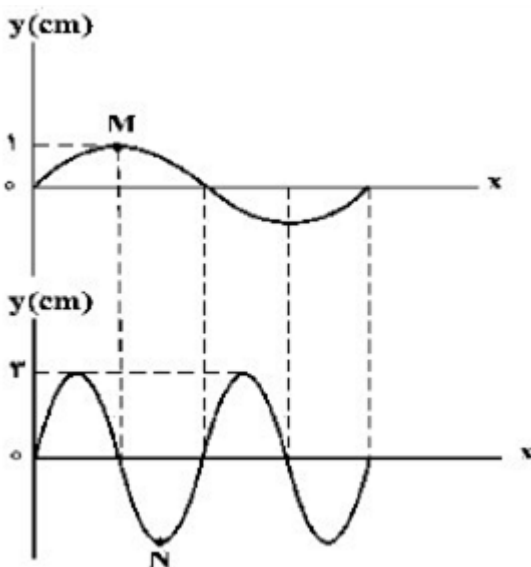
۳۰ cm از آینه دور کنیم. (۲)

۱۵ cm از آینه دور کنیم. (۱)

۳۰ cm به آینه نزدیک کنیم. (۴)

۱۵ cm به آینه نزدیک کنیم. (۳)

۲۱ در شکل زیر، دو موج عرضی با تندی‌های مساوی در دو طناب منتشر می‌شوند. در مدت زمانی که ذره‌ی M ، دو نوسان انجام می‌دهد، ذره‌ی N چند نوسان انجام می‌دهد؟



۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۲۲ در آزمایش یانگ که در هوا انجام شده، فاصله‌ی دو نوار روشن متوالی، 4 میلی‌متر است. اگر این آزمایش را در محیطی به ضریب شکست $\frac{4}{3}$ انجام دهیم، پهنای نوار روشن چند میلی‌متر می‌شود؟

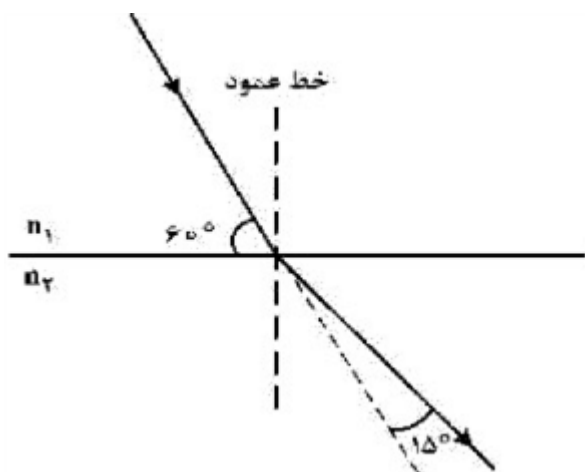
۳ (۴)

$1/5$ (۳)

$\frac{16}{9}$ (۲)

$\frac{16}{3}$ (۱)

۲۳ مطابق شکل زیر، پرتو نوری از محیط ۱ وارد محیط ۲ می‌شود. طول موج نور در محیط ۲ چند برابر طول موج نور در محیط ۱ است؟



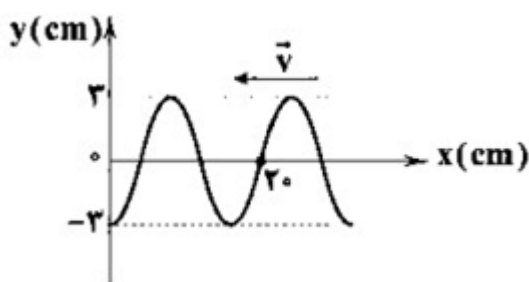
۴ $\frac{1}{2}$

۳ ۲

۲ $\frac{\sqrt{2}}{2}$

۱ $\sqrt{2}$

۲۴ نقش یک موج عرضی در یک طناب که تحت نیروی کششی به بزرگی ۱۶۰ N قرار دارد و چگالی خطی جرم آن $\frac{kg}{m}$ ۸۰/۴ است، مطابق شکل مقابل می‌باشد. این موج فاصله‌ای معادل با ۳ برابر طول موج را در چه زمانی برحسب میلی ثانیه طی می‌کند؟



۴ ۸

۳ ۴۸

۲ ۲۴

۱ ۱۲

۲۵ کدامیک از عبارتهای زیر نادرست است؟

- ۱ ضربان قلب انسان در یک بازه زمانی معین یک حرکت نوسانی غیردوره‌ای است.
- ۲ حرکت نوسانی که هر چرخه آن در دوره‌های دیگر دقیقاً تکرار شود، نوسان دوره‌ای است.
- ۳ حرکت‌های رفت و برگشتی پی‌درپی یک جسم، حرکت نوسانی نام دارد.
- ۴ زمان یک چرخه در یک حرکت دوره‌ای، دوره تناوب و تعداد چرخه‌های انجام شده در واحد زمان، بسامد نام دارد.

۲۶ در دستگاه آونگ ساده اگر جرم وزنه متصل به انتهای آونگ ۴ برابر شود، دوره حرکت آونگ

- ۱ ثابت می‌ماند
- ۲ ۲ برابر می‌شود
- ۳ $\frac{1}{2}$ برابر می‌شود
- ۴ $\frac{1}{4}$ برابر می‌شود

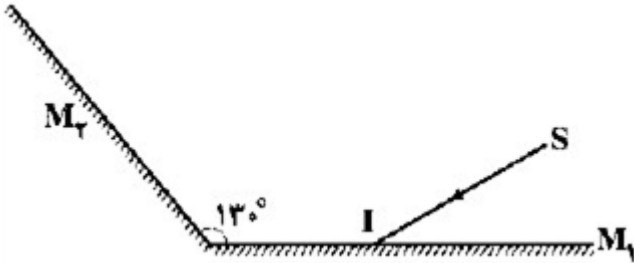
۲۷ امواج الکترومغناطیسی جزو امواج بوده و در آن‌ها میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی

- ۱ طولی - بر هم عمودند.
- ۲ طولی - در یک راستا هستند.
- ۳ عرضی - بر هم عمودند.
- ۴ عرضی - در یک راستا هستند.

۲۸) دورهٔ تناوب آونگ ساعتی ۲ ثانیه است. اگر طول این آونگ را ۱۹ درصد کم کنیم، در مدت یک شبانه‌روز این ساعت چند دقیقه جلو یا عقب می‌افتد؟

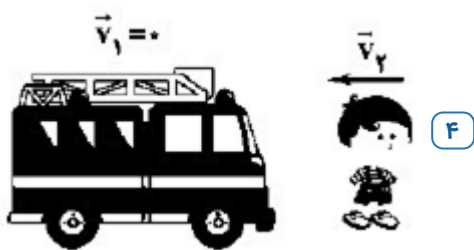
- ۱) ۱۲۰ دقیقه جلو می‌افتد. ۲) ۱۲۰ دقیقه عقب می‌افتد.
۳) ۶۰ دقیقه جلو می‌افتد. ۴) ۱۶۰ دقیقه عقب می‌افتد.

۲۹) در شکل زیر پرتو SI به آینه‌ی M_1 می‌تابد و پس از برخورد، از M_2 بازتاب می‌شود. اگر زاویه‌ی بازتاب از M_1 ، ۱۰ درجه بیش‌تر از زاویه‌ی تابش به M_2 باشد، زاویه‌ی بین پرتو SI و سطح آینه‌ی M_1 چند درجه است؟

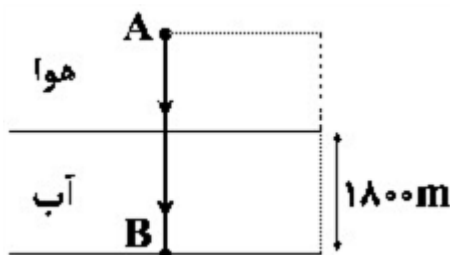


- ۱) ۷۰ ۲) ۳۰ ۳) ۶۰ ۴) ۲۰

۳۰) مطابق شکل‌های زیر، شخصی در نزدیکی یک ماشین آتش‌نشانی با آژیر روشن قرار دارد. در کدام گزینه بسامد دریافتی توسط شخص بیش‌تر از بسامد صدای آژیر و طول موج دریافتی توسط او کم‌تر از طول موج صدای آژیر است؟



۳۱) طول موج یک نور تک‌رنگ در هوا $\frac{4}{3}$ طول موج آن در آب است. با توجه به شکل زیر، پرتوی نور موردنظر از نقطه‌ی A در هوا در راستای عمود بر سطح آب منتشر می‌شود و پس از مدت زمان $18\mu s$ به نقطه‌ی B در آب می‌رسد. فاصله‌ی نقطه‌ی A تا سطح آب چند متر است؟ $\left(c = 3 \times 10^8 \frac{\text{km}}{\text{s}}\right)$



- ۱) ۱۹۵۰ ۲) ۳۰۰۰ ۳) ۴۰۵۰ ۴) ۵۴۰۰

۳۲ اگر یکای کمیت $\mu^{\gamma} \epsilon^{\beta} \mu^{\alpha}$ با یکای توان یکسان باشد، حاصل $\alpha + \beta + \gamma$ کدام است؟ μ ، ϵ و μ به ترتیب چگالی

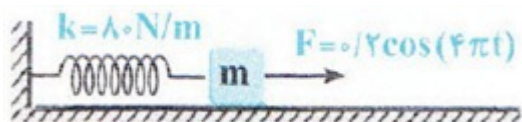
خطی و ضریب گذردهی الکتریکی خلأ و ضریب تراوایی مغناطیسی خلأ در SI هستند.

- ۱ ۳ ۲ ۲ -۲ ۴ -۱

۳۳ شنونده‌ای در فاصله‌ی d از یک منبع صوتی قرار دارد. اگر فاصله‌ی شنونده از منبع صوت نفس و دامنه‌ی ارتعاشی منبع صوت ۵ برابر شود، تراز شدت صوتی که شنونده می‌شنود چند دسی‌بل و چگونه تغییر می‌کند؟

- ۱ ۲۰، کاهش ۲ ۲۰، افزایش ۳ ۱۰۰، افزایش ۴ ۱۰۰، کاهش

۳۴ مطابق شکل زیر، دستگاه جرم و فنری را توسط یک نیروی خارجی دوره‌ای وادار به نوسان واداشته می‌کنیم. جرم m چند



گرم باشد تا حرکت بسته تشدید شود؟ ($\pi^2 \simeq 10$)

- ۱ ۲۰۰ ۲ ۴۰۰ ۳ ۵۰۰ ۴ ۶۰۰

۳۵ دوره‌ی تناوب آونگ ساده‌ای که گلوله‌ی آن از جنس آهن است، $\frac{1}{4}$ ثانیه می‌باشد. به کمک یک آهن‌ربا، نیرویی برابر

$\frac{3}{4}$ وزن گلوله در امتداد قائم و به طرف بالا بر گلوله وارد می‌کنیم. در این حالت آونگ چند بار در ثانیه نوسان خواهد کرد؟

- ۱ ۴ ۲ $2\sqrt{3}$ ۳ $\sqrt{3}$ ۴ ۱

۳۶ رابطه‌ی بین شتاب و مکان در یک حرکت هماهنگ ساده در SI به صورت $x = -1600\pi^2 x$ می‌باشد و دامنه‌ی نوسان ۵ سانتی‌متر است. اگر نوسان‌گر در مبدأ زمان در مکان بیشینه‌ی مثبت باشد، معادله‌ی حرکت نوسان‌گر در کدام است؟

- ۱ $x = 5 \times 10^{-2} \cos(40\pi t)$ ۲ $x = 5 \cos(40\pi t)$ ۳ $x = 5 \sin(40\pi t)$ ۴ $x = 5 \times 10^{-2} \sin(40\pi t)$

۳۷ وزنه‌ای به جرم m به یک فنر که روی سطح افقی بدون اصطکاک قرار دارد، متصل است. وزنه را با دامنه‌ی ۴ cm به

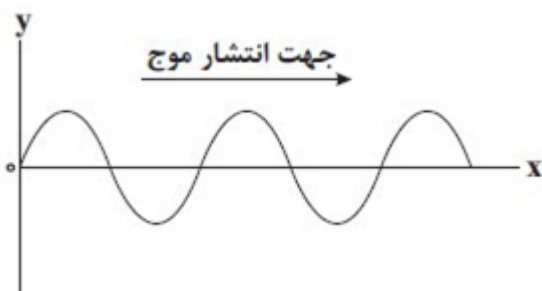
نوسان درمی‌آوریم. بسامد نوسانات آن $\frac{5\sqrt{2}}{2\pi}$ هرتز می‌شود. اگر همین فنر و وزنه را به گونه‌ای در حالت قائم قرار

دهیم که به تعادل برسند (نوسان نکنند)، طول فنر چند سانتی‌متر افزایش می‌یابد؟ $\left(g = 10 \frac{m}{s^2}, k = 50 \frac{N}{m}\right)$

- ۱ ۵ ۲ ۱۰ ۳ ۱۵ ۴ ۲۰

۳۸

سیمى با چگالى $\frac{5}{\text{cm}^3} g$ و سطح مقطع 6 cm^2 را با نیروی $0.75 N$ می‌کشیم و سر آزاد آن را با بسامد 4 Hz به نوسان درمی‌آوریم. اگر نمودار جابه‌جایی - مکان نقش موج سینوسی منتشر شده در این سیم در یک لحظه مطابق شکل زیر باشد، به‌ترتیب از راست به چپ جهت حرکت و نوع حرکت ذره‌ای روی طناب که در مکان $x = +20 \text{ cm}$ قرار دارد، در این لحظه مطابق کدام گزینه است؟



- ۱ بالا، تند شونده ۲ بالا، کندشونده ۳ پایین، تندشونده ۴ پایین، کندشونده

۳۹

یک آونگ ساده درون یک آسانسور که با شتاب a حرکت می‌کند، در حال نوسان است. اگر جهت شتاب حرکت عوض شود، دوره‌ی تناوب ۲ برابر می‌شود. شتاب حرکت چند برابر شتاب گرانش است؟

- ۱ 0.2 ۲ 0.3 ۳ 0.4 ۴ 0.6

۴۰

دو لوله‌ی صوتی، یکی دو انتها باز و دیگری یک انتها بسته، صوت اصلی خود را با دامنه‌ی یکسان تولید می‌کنند، شخصی که در وسط فاصله‌ی بین دو لوله قرار دارد، تراز شدت صوت لوله‌ی دو انتها باز را ۶ دسی‌بل بلندتر از شدت صوت لوله‌ی یک انتها بسته می‌شنود. در این حالت طول لوله‌ی صوتی دو انتها باز چند برابر طول لوله‌ی صوتی یک انتها بسته است؟ (لوله‌های صوتی را چشمه‌ی صوت نقطه‌ای در نظر بگیرید، سرعت صوت در هر دو لوله یکسان است و از اتلاف انرژی در هوا صرف‌نظر شود، $\log 2 = 0.3$)

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

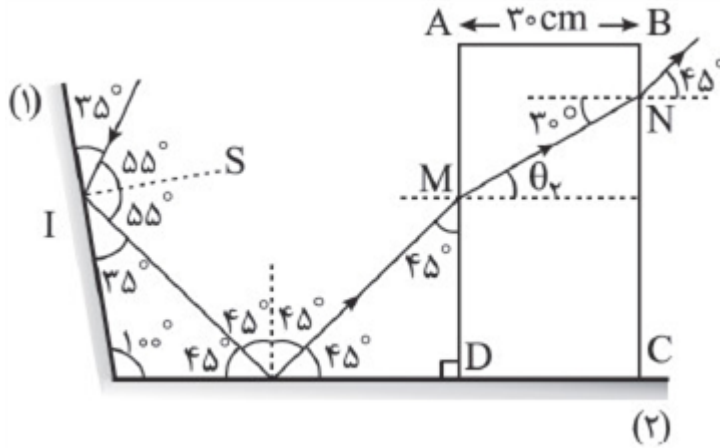
$$F = -mW^2 x \Rightarrow mW^2 = \frac{\pi^2}{1.} \Rightarrow W^2 = \pi^2 \Rightarrow W = \pi$$

$$F = -\frac{\pi^2}{1.} x$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ۱

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

$$E = \frac{1}{2} m A^2 W^2 \Rightarrow 1. \times 10^{-7} \times \pi^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{1.} \right) (A^2) (\pi^2) \Rightarrow A^2 = 0. / 0.4 \Rightarrow A = 0. / 2 m$$



گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ۲

زاویه تابش به وجه AD برابر ۴۵° است.

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \Rightarrow 1 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2} \times \sin \theta_2 \Rightarrow \sin \theta_2 = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta_2 = 30^\circ$$

مطابق شکل پرتو نور با زاویه ۴۵° از وجه BC خارج می‌شود.

$$\cos \theta_2 = \frac{AB}{MN} \Rightarrow \cos 30^\circ = \frac{30}{MN} \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{30}{MN} \Rightarrow MN = \frac{60}{\sqrt{3}} = 20\sqrt{3} \text{ cm}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطه انرژی مکانیکی داریم: ۳

$$E = K + U \xrightarrow{U = \frac{1}{2} E} E = K + \frac{1}{2} E \Rightarrow \frac{1}{2} E = K \xrightarrow{E = K_{\max}} \frac{1}{2} K_{\max} = K$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} m v_{\max}^2 = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow \frac{1}{2} v_{\max}^2 = v^2 \Rightarrow v_{\max}^2 = \frac{16 \times 9}{1} = 144 \Rightarrow v_{\max} = 12 \sqrt{2} \frac{m}{s}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا رابطه تندی انتشار موج عرضی را به صورت زیر می‌نویسیم و بعد v را حساب می‌کنیم:

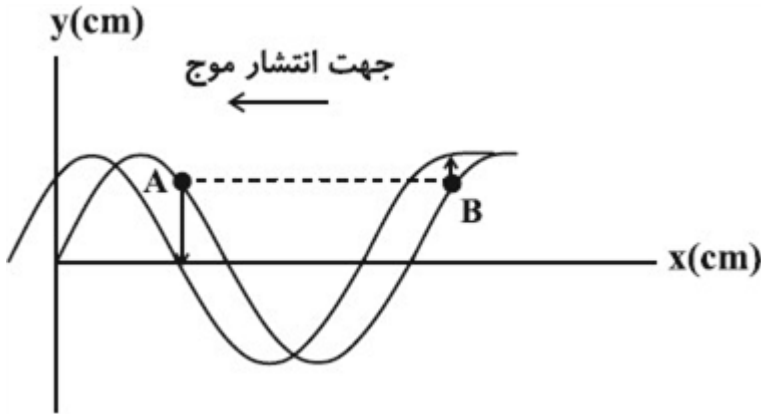
$$v = \sqrt{\frac{FL}{m}} = \sqrt{\frac{FL}{\rho AL}} = \sqrt{\frac{F}{\rho \pi D^2}} = \frac{2}{D} \sqrt{\frac{F}{\rho \pi}} \Rightarrow v = \frac{2}{2 \times 10^{-2}} \sqrt{\frac{75}{400 \times 3}}$$

$$= 100 \times \frac{5}{20} = 25 \frac{m}{s}$$

از روی شکل طول موج را محاسبه می‌کنیم و بعد فرکانس را به کمک رابطه $f = \frac{v}{\lambda}$ به دست می‌آوریم:

$$3 \frac{\lambda}{4} = 15 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = 20 \text{ cm} \Rightarrow f = \frac{25}{20 \times 10^{-2}} = 125 \text{ Hz}$$

برای قسمت بعدی سؤال، با توجه به جهت انتشار موج، نقطه A به سمت پایین (مرکز نوسان) و نقطه B به سمت بالا (نقطه بازگشت) حرکت می‌کند. پس نقطه B حرکت کندشونده دارد.



گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در ابتدا به این نکته دقت شود که تندی صوت در جامدات بیشتر از گازها و مایعات است

پس زمان طی شدن موج در جامدات کمتر است:

$$\Delta t_A = t_{\text{هلم}} - t_{\text{فلز}} = 0.36 \text{ s} \xrightarrow{t = \frac{d}{v}} \frac{d}{1000} - \frac{d}{v_{\text{فلز}}} = 0.36 \quad (1)$$

$$\Delta t_B = t_{\text{الکل}} - t_{\text{فلز}} = 0.28 \text{ s} \xrightarrow{t = \frac{d}{v}} \frac{d}{1200} - \frac{d}{v_{\text{فلز}}} = 0.28 \quad (2)$$

طبق روابط ۱ و ۲ داریم:

$$\frac{d}{1000} - 0.36 = \frac{d}{1200} - 0.28 \Rightarrow \frac{d}{1000} - \frac{d}{1200} = \frac{8}{100} \Rightarrow d = 480 \text{ m}$$

اکنون با جایگذاری d در رابطه ۱ یا ۲ تندی صوت در فلز را به دست می‌آوریم:

$$\frac{480}{1000} - \frac{480}{v_{\text{فلز}}} = \frac{36}{100} \Rightarrow v_{\text{فلز}} = 4000 \frac{m}{s}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا دوره نوسان‌های آونگ در سطح زمین را به دست می‌آوریم. با توجه به نمودار مکان - زمان $A = 8 \text{ cm}$ و در لحظه $t = \frac{1}{6} \text{ s}$ مکان نوسانگر برابر $x = -4\sqrt{3} \text{ cm}$ و از نقطه تعادل در حال دور شدن است. بنابراین داریم:

$$x = A \cos \omega t \xrightarrow[A = -4\sqrt{3} \text{ cm}]{A = 8 \text{ cm}, t = \frac{1}{6} \text{ s}} -4\sqrt{3} = 8 \cos \left(\omega \times \frac{1}{6} \right)$$

$$\Rightarrow \cos \left(\omega \times \frac{1}{6} \right) = -\frac{\sqrt{3}}{2} \xrightarrow{\cos \frac{5\pi}{6} = -\frac{\sqrt{3}}{2}} \omega \times \frac{1}{6} = \frac{5\pi}{6} \Rightarrow \omega = 5\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow 5\pi = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = 0.4 \text{ s}$$

اکنون اگر آونگ به فاصله $4R_e$ از سطح زمین منتقل شود، فاصله آن از مرکز زمین برابر با $r_2 = 4R_e + R_e = 5R_e$ خواهد شد و می‌توان نوشت:

$$g = \frac{GM_e}{r^2} \Rightarrow \frac{g_2}{g_1} = \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2 \xrightarrow{r_1 = R_e, r_2 = 5R_e} \frac{g_2}{g_1} = \left(\frac{R_e}{5R_e} \right)^2 = \frac{1}{25}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}} \Rightarrow \frac{\omega_2}{\omega_1} = \sqrt{\frac{g_2}{g_1}} = \sqrt{\frac{1}{25}} \Rightarrow \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{1}{5} \Rightarrow \omega_1 = 5\omega_2$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{\omega_1}{\omega_2} \xrightarrow{T_1 = 0.4 \text{ s}} \frac{T_2}{0.4} = \frac{5\omega_2}{\omega_2} \Rightarrow T_2 = 2 \text{ s}$$

بنابراین آونگ در فاصله $4R_e$ از سطح کره زمین در هر ۲ ثانیه یک نوسان کامل انجام می‌دهد، لذا در مدت یک دقیقه

$$T = \frac{t}{n} \xrightarrow[t = 2 \text{ s}]{t = \text{min} = 60 \text{ s}} 2 = \frac{60}{n} \Rightarrow n = 30$$

تعداد نوسانات آن برابر است با:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$t_1 = \frac{1}{30} \text{ s} \Rightarrow x_1 = 0.4 \cos \left(10\pi \times \frac{1}{30} \right) = 0.2 \text{ m}$$

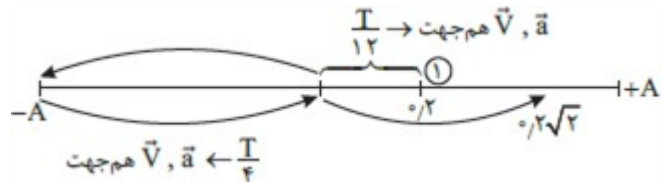
$$t_2 = \frac{1}{40} \text{ s} \Rightarrow x_2 = 0.4 \cos \left(10\pi \times \frac{1}{40} \right)$$

$$= 0.2\sqrt{2} \text{ m}$$

هنگامی که نوسانگر به سمت مرکز نوسان حرکت می‌کند، بردار شتاب و بردار سرعت هم‌جهت می‌باشد و حرکت تندشونده است.

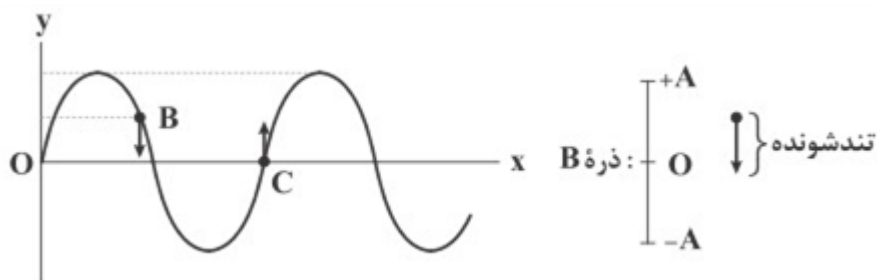
$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{10\pi} = \frac{1}{5} \text{ s}$$

$$\Delta t = \frac{T}{12} + \frac{T}{4} = \frac{T}{3} = \frac{1}{3} \times \frac{1}{5} = \frac{1}{15} \text{ s}$$



۸

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به جهت انتشار موج، ذره‌ی B به طرف پایین و ذره‌ی C به طرف بالا حرکت خواهد کرد. در مورد ذره‌ی B به شکل زیر دقت کنید:



ذره‌ی C به سمت $+y$ حرکت خواهد کرد. می‌دانیم حرکت ذره‌ی C به دلیل سینوسی بودن کل موج (و در نتیجه حرکت هماهنگ ساده بودن چشمه)، حرکت هماهنگ ساده داشته باشد و مکان و شتاب ذره‌ی C ، مختلف‌العلامت هستند و در نتیجه:

$$\begin{cases} y_C > 0 \\ a_C < 0 \end{cases}$$

۹

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به نمودار داده شده، در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل نوسانگر برابر $0.8J$ است، انرژی جنبشی آن $0.4J$ می‌باشد؛ بنابراین انرژی مکانیکی آن برابر است با:

$$E = U + K \xrightarrow{U=0.8J, K=0.4J} E = 0.8 + 0.4 = 1.2J$$

از طرف دیگر، $K_{\max} = E = 1.2J$ است، بنابراین $v_{\max}$ برابر است با:

$$K_{\max} = \frac{1}{2}mv_{\max}^2 \xrightarrow{m=0.5kg} 1.2 = \frac{1}{2} \times 0.5 \times v_{\max}^2$$

$$\Rightarrow v_{\max}^2 = \frac{2.4}{0.5} = 4.8 = 1.6 \times 3 \Rightarrow v_{\max} = \sqrt{3} \frac{m}{s}$$

۱۰

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در مکان‌هایی که بیشترین جمع‌شدگی یا بیشترین بازشدگی حلقه‌ها رخ می‌دهد، جابه‌جایی هر جزء فنر از وضعیت تعادل برابر با صفر است. مطابق نمودار داده شده، در نقاط B و E جابه‌جایی صفر است، در نتیجه در این نقاط بیشترین بازشدگی یا بیشترین فشردگی برای حلقه‌های فنر رخ می‌دهد.

۱۱

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا دوره تناوب نوسانگر را محاسبه می‌کنیم، و سپس بسامد زاویه‌ای را می‌یابیم:

$$T + \frac{T}{2} = 3 \Rightarrow \frac{3T}{2} = 3s \Rightarrow T = 2s$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2} = \pi \frac{\text{rad}}{s} \quad \text{بسامد زاویه‌ای برابر است با:}$$

شتاب نوسانگر در هر لحظه به صورت زیر قابل محاسبه است، داریم:

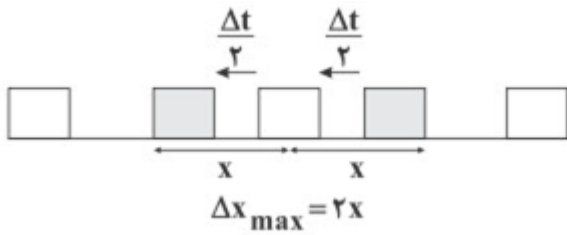
$$\left. \begin{aligned} F &= ma \\ F &= -kx \end{aligned} \right\} \Rightarrow ma = -kx \Rightarrow a = \frac{-k}{m}x = -\omega^2 x$$

در لحظه t_1 ، مکان نوسانگر $x = -2 \text{ cm}$ است. بنابراین:

$$a = -\omega^2 x \xrightarrow{\omega=\pi \frac{\text{rad}}{s}, x=-2 \text{ cm}} a = -\pi^2 \times (-2) = 2\pi^2 = 20 \frac{\text{cm}}{s^2}$$

در نهایت، چون در لحظه t_1 ، نوسانگر در مکان منفی قرار دارد و در حال نزدیک شدن به مبدأ نوسان است، بنابراین شتاب آن مثبت است و بردار شتاب به صورت $\vec{a} = +20 \hat{i} \frac{\text{cm}}{s^2}$ خواهد بود.

۱۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا $\frac{\Delta t}{\gamma}$ را محاسبه می‌کنیم:



$$\Delta t = \frac{T}{\gamma} \Rightarrow \frac{\Delta t}{\gamma} = \frac{\frac{T}{\gamma}}{\gamma} = \frac{T}{\gamma^2} \Rightarrow \frac{\Delta t}{\gamma} = \frac{T}{\gamma^2}$$

حاصل $\frac{T}{\gamma} - \frac{\Delta t}{\gamma}$ را حساب می‌کنیم:

$$\frac{T}{\gamma} - \frac{\Delta t}{\gamma} \stackrel{\frac{\Delta t}{\gamma} = \frac{T}{\gamma^2}}{=} \frac{T}{\gamma} - \frac{T}{\gamma^2} = \frac{T}{\gamma^2}$$

مقدار $t = \frac{T}{\gamma^2}$ را در فرم کلی معادله‌ی مکان - زمان نوسانگر ساده قرار می‌دهیم:

$$x = A \cos(\omega t) \Rightarrow x = A \cos\left(\frac{\cancel{\gamma}\pi}{\cancel{\gamma}} \times \frac{\cancel{\gamma}}{\cancel{\gamma}}\right) = A \cos\left(\frac{\pi}{\gamma}\right)$$

$$\cos\left(\frac{\pi}{\gamma}\right) = \frac{\sqrt{\gamma}}{\gamma} \rightarrow x = \frac{\sqrt{\gamma}}{\gamma} A$$

برای محاسبه‌ی $\Delta x_{\max}$ می‌توان نوشت:

$$\Delta x_{\max} = \gamma x = \gamma \left(\frac{\sqrt{\gamma}}{\gamma} A \right) = \sqrt{\gamma} A \Rightarrow \Delta x_{\max} = \frac{\sqrt{\gamma}}{\gamma} L$$

۱۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

در لحظه‌ای که از مکان $x = 0$ می‌گذرد، سرعت بیشینه است.

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

$$V_{\max} = A\omega = 5 \times 4\pi = 20\pi \frac{\text{cm}}{\text{s}} = 62.8 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

۱۴ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

با توجه به رابطه‌ی محاسبه‌ی شتاب بر حسب مکان می‌توان نوشت:

$$|a| = \omega^2 |x| \Rightarrow 5 = \omega^2 \times 5 \times 10^{-2} \Rightarrow \omega^2 = 100 \Rightarrow \omega = 10 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

اکنون با توجه به رابطه‌ی محاسبه‌ی بسامد زاویه‌ای جسم متصل به فنر داریم:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow 100 = \sqrt{\frac{k}{\frac{1}{4}}} \Rightarrow 100 = \frac{k}{\frac{1}{4}} \Rightarrow k = 40 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

راه ساده‌تر:

$$F = ma \Rightarrow |kx| = |ma| \Rightarrow k = \frac{4 \times 5}{5 \times 10^{-2}} = 400 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$\frac{5}{4} \lambda = 10 \Rightarrow \lambda = 8 \text{ cm}$$

۱۵ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\lambda = \frac{v}{f} \Leftrightarrow f = \frac{4}{8 \times 10^{-2}} = 50 \Rightarrow T = \frac{1}{50} \text{ s} \quad N = \frac{1}{\frac{4}{50}} = 12.5 \text{ دور}$$

هر دور ۴ دامنه پس ۵۰ دامنه طی شده $1/5$

$$A = \frac{1/5}{50} = 0.004 \text{ m} = 4 \text{ cm}$$

$$a = -\frac{\pi^2}{4} x = -\omega^2 x \Rightarrow \omega = \frac{\pi}{2}$$

$$x = A \cos \omega t = A \frac{\cos \pi}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{\sqrt{2}}{2} A$$

$$\frac{U}{E} = \left(\frac{x}{A}\right)^2 = \frac{2}{4} \Rightarrow \frac{K}{E} = \frac{1}{2}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. از روی نمودار می‌توان دوره‌ی حرکت را به دست آورد:

تا لحظه $t = \frac{1}{30} s$ ، $\frac{1}{6}\pi + \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{6} = \frac{1}{3}\pi$ نمودار مکان تغییر زاویه داده است.

از آن‌جا که $\frac{1}{6}\pi$ تغییر زاویه معادل گذشت $\frac{1}{30}$ ثانیه است، می‌توان مدت زمان لازم برای 2π تغییر زاویه یعنی دوره را پیدا کرد:

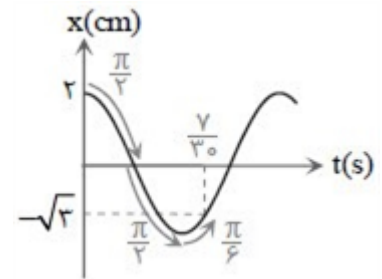
$$\frac{\frac{1}{6}\pi}{2\pi} \bigg| \frac{\frac{1}{30} s}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi \times \frac{1}{30}}{\frac{1}{6}\pi} = \frac{12}{30} = 0.4 s$$

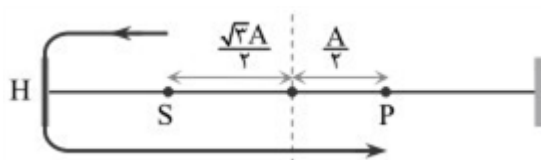
برای رسیدن به بیش‌ترین سرعت متوسط در مدت مشخص باید حرکت را به صورت متقارن حول مرکز نوسان در نظر گرفت.

یعنی $\frac{T}{8}$ ثانیه قبل رسیدن به مرکز به $\frac{T}{8}$ ثانیه بعد از آن در این مدت نوسان‌گر از $x = +\frac{\sqrt{2}}{2} A$ به $x = -\frac{\sqrt{2}}{2} A$ می‌رسد

یعنی جابه‌جایی آن $\Delta x = -\sqrt{2} A$ است و سرعت متوسط برابر است با:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-\sqrt{2} A}{\frac{1}{4} T} = \frac{-\sqrt{2} \times 2 \text{ cm}}{\frac{1}{4} \times 0.4 s} = -20\sqrt{2} \frac{\text{cm}}{s} = -\frac{20\sqrt{2}}{100} \frac{m}{s} = -\frac{\sqrt{2}}{5} \frac{m}{s} \Rightarrow |v_{av}| = \frac{\sqrt{2}}{5} \frac{m}{s}$$



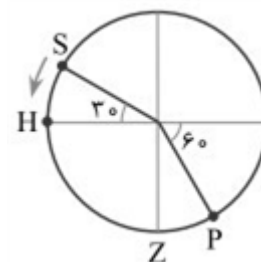


نادرستی گزینه «۱»: پس از طی $\left(A - \frac{\sqrt{3}}{4} A\right)$ متوقف می‌شود.

$$\frac{\text{تند} \Delta t}{\text{کند} \Delta t} = \frac{\frac{T}{4}}{\frac{T}{12} + \frac{T}{12}} = \frac{3}{2}$$

نادرستی گزینه «۲»:

نادرستی گزینه «۳»: وقتی از H به P حرکت می‌کند در سوی مثبت حرکت کرده است.



$$\bar{S} = \frac{\left(A - \frac{\sqrt{3}}{4} A\right) + A + \frac{A}{4}}{\frac{T}{12} + \frac{T}{4} + \frac{T}{12}}$$

درستی گزینه «۴»:

$$\bar{S} = \frac{\frac{\sqrt{3}A - \sqrt{3}A + 2A + A}{4}}{\frac{5T}{12}} = \left(\frac{6}{5}\right) \left(\frac{A}{T}\right) (\delta - \sqrt{3})$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا تندی انتشار امواج عرضی را در ریسمان محاسبه می‌کنیم، داریم:

$$\mu = 0.2 \frac{g}{cm} = 0.2 \times \frac{10^{-3} kg}{10^{-2} m} = 0.02 \frac{kg}{m}$$

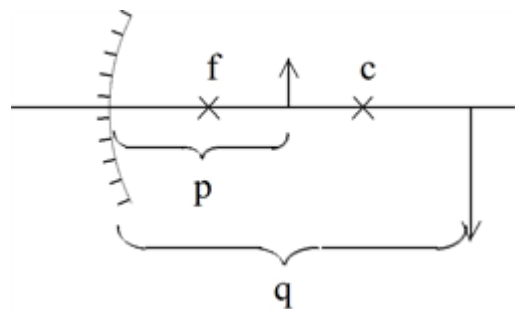
$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{18}{0.02}} \Rightarrow v = 30 \frac{m}{s}$$

مسافتی که موج در مدت یک دوره تناوب طی می‌کند، معادل با طول موج است. بنابراین:

$$v = \lambda f \Rightarrow 30 = \lambda \times 75 \Rightarrow \lambda = 0.4 m$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در حالت اول که جسم تصویر حقیقی و بزرگتر از جسم تشکیل داده، جسم در فاصله بین

فاصله کانونی و شعاع قرار دارد.



$$m = \left| \frac{q}{p} \right| \quad q - p = 30 \text{ cm}$$

$$m' = \left| \frac{q'}{p'} \right| = \frac{1}{m}$$

اگر جای جسم و تصویر با هم عوض شود، بزرگنمایی وارونه می‌شود در نتیجه باید جسم ۳۰ سانتی‌متر از آینه دور شود.

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

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ۲۱

$$\lambda_1 = 2\lambda_2 \Rightarrow T_1 = 2T_2$$

برای دو نوسان $T_1 = 4T_2$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. می‌دانیم هرچه محیط غلیظتر باشد، سرعت و طول موج کمتر و ضخامت نوارها کمتر است، ۲۲

پس در محیط دوم، فاصله نوارها $\frac{3}{4}$ برابر یعنی ۳ mm شده و بنابراین ضخامت نوارها ۱/۵ mm می‌شود.

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. زاویه تابش برابر با $\theta_1 = 90 - 60 = 30^\circ$ است. ۲۳

زاویه شکست برابر با $\theta_2 = 30 + 15 = 45^\circ$ است.

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} \Rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{2}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ۲۴

ابتدا سرعت انتشار را محاسبه می‌کنیم:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{160}{0.4}} = 20 \frac{m}{s}$$

با توجه به شکل سؤال، فاصله ی ۲۰ cm برابر با $\frac{5\lambda}{4}$ است.

$$\frac{5\lambda}{4} = 20 \Rightarrow \lambda = 16 \text{ cm}$$

$$x = 3\lambda = 48 \text{ cm} = \frac{48}{100} m$$

برای محاسبه‌ی زمان خواهیم داشت:

$$x = vt \Rightarrow \frac{48}{100} = 20 \cdot t \Rightarrow t = 24 \times 10^{-3} s = 24 \text{ ms}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ضربان قلب انسان در یک بازه زمانی معین، یک حرکت نوسانی دوره‌ای است. ۲۵

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. طبق رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ ، دوره آونگ ساده هیچ ارتباطی به جرم وزنه ندارد. ۲۶

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ۲۷

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطه دوره نوسان آونگ ساده داریم:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}}$$

$$\frac{T_2 = 2s}{L_2 = L_1 - 0.19L_1 = 0.81L_1} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{1.1}{0.81}} = \frac{1}{0.9} \Rightarrow T_2 = 1/8s$$

به‌زای هر نوسان کامل آونگ، عقربه ثانیه‌شمار ۲ ثانیه جلو می‌رود. اکنون در مدت یک شبانه‌روز تفاوت تعداد دوره‌های دو آونگ را به دست می‌آوریم:

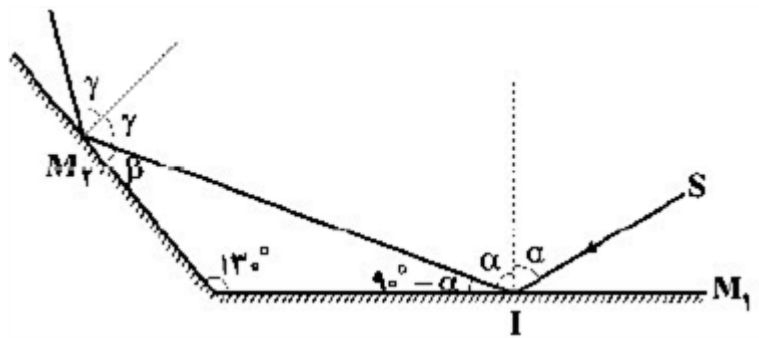
$$n_1 = \frac{t}{T_1}, n_2 = \frac{t}{T_2} \Rightarrow n_2 - n_1 = t \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$\Rightarrow n_2 - n_1 = 24 \times 60 \times 60 \times \left(\frac{2 - 1/8}{2 \times 1/8} \right)$$

$$\Rightarrow n_2 - n_1 = 4800 \xrightarrow{\Delta t = (4800 \times 2)s} \Delta t = 160 \text{ min}$$

آونگ در حالت دوم در مدت یک شبانه‌روز ۴۸۰۰ نوسان کامل بیش‌تر از حالت اول انجام می‌دهد، از آن‌جا که در هر نوسان کامل ثانیه شمار ۲ ثانیه جلو می‌رود بنابراین در یک شبانه‌روز ۱۶۰ دقیقه جلو می‌افتد. چون در حالت دوم دوره آونگ کم‌تر است پس آونگ تعداد دور بیش‌تری نسبت به حال اول نوسان می‌کند و جلو می‌افتد.

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا شکل ساده‌ای از مسیر حرکت پرتو را رسم می‌کنیم. اگر زاویه تابش پرتو SI به M_1 را با α نشان دهیم، خواهیم داشت:



$$\beta + 130^\circ + (90^\circ - \alpha) = 180^\circ \Rightarrow \beta = \alpha - 40^\circ \Rightarrow \gamma + \beta = 90^\circ \Rightarrow \gamma = 90^\circ - \beta = 90^\circ - (\alpha - 40^\circ)$$

$$= 130^\circ - \alpha \Rightarrow \alpha = \gamma + 10^\circ \Rightarrow \alpha = (130^\circ - \alpha) + 10^\circ \Rightarrow \alpha = 70^\circ$$

دقت کنید که در صورت سؤال زاویه پرتو SI با سطح M_1 خواسته شده است که برابر 20° می‌شود.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در شکل رسم شده در گزینه‌ی ۳ شنونده و چشمه‌ی صوت در حال نزدیک شدن به یک‌دیگر هستند، بنابراین بسامد دریافتی توسط شنونده بیش‌تر از بسامد صدای چشمه است، از طرف دیگر چون چشمه در حال حرکت است و شنونده در جلوی چشمه قرار دارد، طول موج دریافتی توسط شنونده کم‌تر از طول موج صدای چشمه خواهد بود.

۳۱

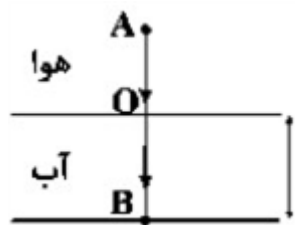
گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بسامد امواج الکترومغناطیسی از ویژگی‌های منبع منتشرکننده‌ی آن است. بنابراین بسامد

نور تک‌رنگ در هوا و آب با یک‌دیگر برابر هستند در نتیجه، با استفاده از رابطه‌ی $\lambda = \frac{v}{f}$ می‌توان فهمید که نسبت

$$\frac{\lambda_{\text{هوا}}}{\lambda_{\text{آب}}} = \frac{v_{\text{هوا}}}{v_{\text{آب}}} = \frac{\frac{4}{3} v_{\text{هوا}} = c}{3} \rightarrow v_{\text{آب}} = \frac{3}{4} c. \text{ سرعت نور تک‌رنگ در هوا به آب برابر } \frac{4}{3} \text{ است.}$$

حال می‌دانیم امواج الکترومغناطیسی در یک محیط با سرعت ثابت حرکت می‌کنند، بنابراین زمان کل حرکت نور از

نقطه‌ی A تا B برابر است با مجموع زمان‌های حرکت نور در هوا و آب است.



$$t_{\text{کل}} = t_{\text{هوا}} + t_{\text{آب}} \Rightarrow t_{\text{کل}} = \frac{AO}{v_{\text{هوا}}} + \frac{OB}{v_{\text{آب}}} \\ \Rightarrow 18 \times 10^{-9} = \frac{AO}{c} + \frac{OB}{\frac{4}{3}c} \Rightarrow 18 \times 10^{-9} = \frac{AO}{c} + \frac{3}{4} \frac{OB}{c}$$

$$1800 = \frac{AO}{\frac{4}{3}} + \frac{3}{4} \frac{OB}{\frac{4}{3}} \Rightarrow 18 \times 10^{-9} = \frac{AO}{3 \times 10^8} + \frac{3}{4} \times \frac{1800}{3 \times 10^8}$$

$$\Rightarrow 18 \times 10^{-9} = \frac{AO + 2400}{3 \times 10^8} \Rightarrow 18 \times 10^{-9} \times 3 \times 10^8 = AO + 2400 \Rightarrow 5400 = AO + 2400$$

$$\Rightarrow AO = 5400 - 2400 = 3000 \text{ m}$$

۳۲

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\left. \begin{array}{l} \mu : \frac{C}{m} \\ \varepsilon : \frac{C}{N.m} \\ \mu : \frac{T.m}{A} \end{array} \right\} \Rightarrow \left(\frac{C}{m} \right)^{\alpha} \left(\frac{C}{N.m} \right)^{\beta} \left(\frac{T.m}{A} \right)^{\gamma} = \frac{N.m}{s} \xrightarrow{A=\frac{C}{s}} \left(\frac{C}{m} \right)^{\alpha} \left(\frac{C}{N.m} \right)^{\beta} \left(\frac{T.m.s}{C} \right)^{\gamma} = \frac{N.m}{s}$$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \alpha + \beta + \gamma = 0 \\ \gamma = -1 \\ -\alpha - \beta + \gamma = 1 \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \alpha = +1 \\ \gamma = -1 \\ \beta = -1 \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow \alpha + \beta + \gamma = -1$$

۳۳

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\left. \begin{array}{l} \beta = 10 \log \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow \beta_2 - \beta_1 = 10 \left(\log \frac{I_2}{I_1} - \log \frac{I_1}{I_1} \right) = 10 \log \frac{I_2}{I_1} \\ I = \frac{P}{4\pi r^2} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{P_2}{P_1} \times \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2 \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2 \times \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2 = 25 \times 4 = 100 \\ E = 2m\pi^2 A^2 f^2 \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2 \times \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2 = 25 \times 4 = 100$$

$$\Rightarrow \beta_2 - \beta_1 = 10 \log 100 = 20 \text{ dB افزایش}$$

۳۴

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. تشدید در صورتی رخ می‌دهد که $f_d = f$ برابر شود:

$$F = 0.2 \cos(4\pi t) \Rightarrow \omega = 4\pi = 2\pi f_d \Rightarrow f_d = 2 \text{ Hz}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 2\pi f \Rightarrow \frac{k}{m} = 4\pi^2 f^2 \Rightarrow \frac{10}{m} = 160 \Rightarrow m = \frac{1}{16} \text{ kg} = 500 \text{ g}$$

۳۵

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1} \times \frac{g_1}{g_2}} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{1}{\frac{1}{4}}} = 2 \Rightarrow T_2 = 2 \times \frac{1}{2} = 1 \text{ s}$$

آونگ یک بار در ثانیه نوسان خواهد کرد.

۳۶

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$a = -\omega^2 x = -1600\pi^2 y \Rightarrow \omega = 40\pi$$

$$A = 5 \text{ cm} = 5 \times 10^{-2} \text{ m} \Rightarrow y = A \cos \omega t = 5 \times 10^{-2} \cos(40\pi t)$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. در حرکت نوسانی یک سامانه‌ی جرم - فنر رابطه‌ی $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ برقرار است، بنابراین می‌توان

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times \frac{5\sqrt{2}}{2\pi} = 5\sqrt{2} \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

جرم وزنه را محاسبه کرد:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow 5\sqrt{2} = \sqrt{\frac{50}{m}} \Rightarrow 50 = \frac{50}{m} \Rightarrow m = 1 \text{ kg}$$

حال می‌دانیم در حالت تعادل $F_{\text{net}} = 0$ است، بنابراین:

$$F_{\text{net}} = 0 \Rightarrow F_e = mg \Rightarrow kx = mg \Rightarrow 50 \times x = 1 \times 10 \Rightarrow x = \frac{1}{5} \text{ m} \Rightarrow 20 \text{ cm}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا تندی موج را به دست می‌آوریم:

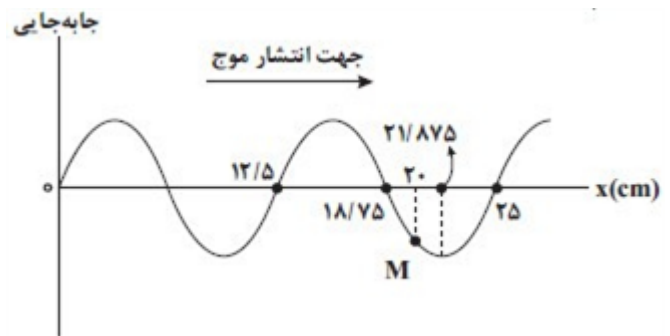
$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F}{\frac{m}{L}}} = \sqrt{\frac{F}{\rho V}} \xrightarrow{V=A.L} v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$$

$$F = 0.75 \text{ N} \text{ و } A = 6 \text{ cm}^2 = 6 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{0.75}{6000 \times 6 \times 10^{-4}}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{1}{4}} = 0.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v = \lambda f \xrightarrow{f=4 \text{ Hz}} \lambda = \frac{1}{4} \text{ m} = 25 \text{ cm} \Rightarrow \frac{\lambda}{4} = 6.25 \text{ cm}$$

$$\frac{\lambda}{4} = 6.25 \text{ cm}$$

از روی نقش موج، مکان نقطه‌ی مورد نظر را روی موج مشخص می‌کنیم:



با توجه به جهت انتشار موج، نقطه‌ی M در حال حرکت به سمت بالا است و چون به نقطه‌ی تعادل نزدیک می‌شود، تندی آن در حال افزایش است.

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. دوره‌ی تناوب یک آونگ ساده از رابطه‌ی $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ به دست می‌آید. این رابطه در

آسانسور در حال حرکت به شکل زیر در می‌آید.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g'}}$$

g' شتاب گرانش ظاهری در آسانسور است که برای آن خواهیم داشت:

$$g' = g \pm a$$

$\oplus$ شتاب رو به بالا $\ominus$ شتاب رو به پایین

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{g_1}{g_2}} \Rightarrow 2 = \sqrt{\frac{g+a}{g-a}} \Rightarrow \frac{g+a}{g-a} = 4 \Rightarrow g+a = 4g-4a \Rightarrow 5a = 3g \Rightarrow a = \frac{3}{5}g = 0.6g$$

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. ابتدا با استفاده از رابطه‌ی تغییر تراز شدت صوت، نسبت شدت صوت دو لوله را در وسط آن‌ها حساب می‌کنیم. دقت کنید اندیس (۲) برای لوله‌ی صوتی دو انتها باز و اندیس (۱) برای لوله‌ی صوتی یک انتها بسته می‌باشد.

$$\Delta\beta = 10 \cdot \text{Log} \frac{I_2}{I_1} \xrightarrow{\Delta\beta = 6 \text{ dB}} 6 = 10 \cdot \text{Log} \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow \text{Log} \frac{I_2}{I_1} = 6/10 \Rightarrow \text{Log} \frac{I_2}{I_1} = 2 \times 10^{-1}$$

$$\xrightarrow{\text{Log } 2 = 0.3} \text{Log} \frac{I_2}{I_1} = 2 \times \text{Log } 2 \Rightarrow \text{Log} \frac{I_2}{I_1} = \text{Log } 2^2 \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = 2^2$$

اکنون رابطه‌ی بین بسامد دو لوله را حساب می‌کنیم:

$$\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{A_2}{A_1} \times \frac{f_2}{f_1} \times \frac{d_1}{d_2} \right)^2 \xrightarrow{A_2=A_1, d_2=d_1} 2^2 = \left(1 \times \frac{f_2}{f_1} \times 1 \right)^2 \Rightarrow \frac{f_2}{f_1} = 2$$

در نهایت با استفاده از رابطه‌ی بسامد دو لوله‌ی صوتی دو انتها باز و یک انتها بسته، داریم:

$$\begin{cases} \text{لوله‌ی صوتی دو انتها باز: } f_2 = \frac{n_2 v_2}{2L_2} \\ \text{لوله‌ی صوتی یک انتها بسته: } f_1 = \frac{(2n_1 - 1)v_1}{4L_1} \end{cases} \xrightarrow{n_1=n_2=1, v_1=v_2}$$

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{2L_1}{2L_2} \xrightarrow{\frac{f_2}{f_1}=2} 2 = \frac{2L_1}{L_2} \Rightarrow L_1 = L_2$$

۱	۱	۲	۳	۴
۲	۱	۲	۳	۴
۳	۱	۲	۳	۴
۴	۱	۲	۳	۴
۵	۱	۲	۳	۴
۶	۱	۲	۳	۴
۷	۱	۲	۳	۴
۸	۱	۲	۳	۴
۹	۱	۲	۳	۴
۱۰	۱	۲	۳	۴
۱۱	۱	۲	۳	۴
۱۲	۱	۲	۳	۴
۱۳	۱	۲	۳	۴
۱۴	۱	۲	۳	۴
۱۵	۱	۲	۳	۴
۱۶	۱	۲	۳	۴
۱۷	۱	۲	۳	۴
۱۸	۱	۲	۳	۴
۱۹	۱	۲	۳	۴
۲۰	۱	۲	۳	۴
۲۱	۱	۲	۳	۴
۲۲	۱	۲	۳	۴
۲۳	۱	۲	۳	۴
۲۴	۱	۲	۳	۴
۲۵	۱	۲	۳	۴
۲۶	۱	۲	۳	۴
۲۷	۱	۲	۳	۴
۲۸	۱	۲	۳	۴
۲۹	۱	۲	۳	۴
۳۰	۱	۲	۳	۴
۳۱	۱	۲	۳	۴
۳۲	۱	۲	۳	۴

۳۳	۱	۲	۳	۴
۳۴	۱	۲	۳	۴
۳۵	۱	۲	۳	۴
۳۶	۱	۲	۳	۴
۳۷	۱	۲	۳	۴
۳۸	۱	۲	۳	۴
۳۹	۱	۲	۳	۴
۴۰	۱	۲	۳	۴

