

پاسخنامه
فیزیک
فصل ۳
دوازدهم



۱- گزینه ۳»

(میرسیم برادران)

برای آن که در یک بازه زمانی حرکت نوسانگر کندشونده باشد باید در آن بازه زمانی نوسانگر در حال دور شدن از نقطه تعادل (مرکز نوسان) باشد. این ویژگی در حقیقت بدست می آید که:

۱- بردارهای سرعت (یا تکانه) و شتاب (یا نیرو) در جهت مخالف هم باشند.

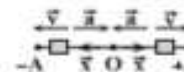
۲- بردارهای مکان و سرعت (یا تکانه) همجهت باشند.

با توجه به این نکات به بررسی گزینه‌ها می‌پردازیم:

گزینه ۱: چون شتاب با نیرو همجهت است، یعنی سرعت و شتاب همجهت‌اند. لذا حرکت کندشونده است.

گزینه ۲: چون تکانه و سرعت همواره همجهت‌اند، اگر تکانه و نیرو همجهت باشند، یعنی سرعت و شتاب همجهت‌اند، در نتیجه حرکت کندشونده است.

گزینه ۳: با توجه به شکل زیر، اگر \vec{P} و \vec{X} (یا \vec{v}) همجهت باشند حرکت کندشونده است زیرا در حال دور شدن از نقطه تعادل است.



گزینه ۴: بنا به رابطه $a = -\omega^2 x$ بردارهای شتاب و مکان همواره در خلاف جهت یکدیگرند. یعنی هم در حرکت کندشونده و هم در حرکت کندنشونده بردارهای شتاب و مکان مخالف همدان.

(نوسان و امواج) (تیرک ۳، صفحه‌های ۵۴ و ۵۵)

۲- گزینه ۱»

(میرسیم برادران)

انرژی پتانسیل نوسانگر در لحظه‌هایی بیشینه است که نوسانگر در نقطه‌های بازگشتی (دو انتهای مسیر نوسان) قرار داشته باشد. یعنی باید $x = \pm A$ باشد. در این مکان‌ها، سرعت، تکانه و انرژی جنبشی نوسانگر صفر و شتاب، نیرو و مکان نوسانگر بیشینه است. در ضمن انرژی کل نوسانگر در همه نقاط ثابت می‌ماند. بنابراین، ما توجه به این توضیحات، گزینه ۱ به درست است.

$$x = \pm A \Rightarrow \begin{cases} F = F_{\max} = m\omega^2 A \\ a = a_{\max} = \omega^2 A \\ x = x_{\max} = \pm A \\ K = 0 \\ P = 0 \\ v = 0 \end{cases}$$

(نوسان و امواج) (تیرک ۳، صفحه‌های ۵۴ و ۵۵)

۳- گزینه ۱»

(مستقی کاران)

می‌دانیم انرژی پتانسیل بیشینه و انرژی جنبشی بیشینه برابر انرژی مکانیکی (انرژی

کل) نوسانگر است و از رابطه $E = \frac{1}{2}kA^2$ با رابطه $E = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2$

$(k = m\omega^2)$ بدست می‌آید. بنابراین، چون k مقدار ثابتی است، $E \propto A^2$

می‌باشد. یعنی، اگر دامنه نوسان ۳ برابر شود انرژی مکانیکی و در نتیجه انرژی پتانسیل بیشینه نوسانگر ۹ برابر خواهد شد.

(نوسان و امواج) (تیرک ۳، صفحه‌های ۵۴ و ۵۵)

۴- گزینه ۱»

(مردان کوتاه)

می‌دانیم، با به نوسان درآوردن مجموعه A ، هنگامی در مجموعه‌های دیگر بدیده تشدید رخ می‌دهد که بسامد آن‌ها با بسامد مجموعه نوسانی A برابر باشد. بنابراین،

ابتدا با استفاده از رابطه $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$ ، بسامد نوسان هر مجموعه را می‌یابیم و سپس

با بسامد مجموعه A مقایسه می‌کنیم:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow \begin{cases} \frac{m_A = 10g}{k_A = 1 \frac{N}{cm}} \rightarrow f_A = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{10}} \\ \frac{m_B = 10g}{k_B = 1 \frac{N}{cm}} \rightarrow f_B = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1/5}{1}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{10}} = f_A \\ \frac{m_C = 10g}{k_C = 1 \frac{N}{cm}} \rightarrow f_C = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{10}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{10}} = f_A \\ \frac{m_D = 10g}{k_D = 1 \frac{N}{cm}} \rightarrow f_D = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1/5}{10}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{50}} \neq f_A \\ \frac{m_E = 10g}{k_E = 1 \frac{N}{cm}} \rightarrow f_E = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1/5}{10}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{50}} \neq f_A \end{cases}$$

همان‌طور که می‌بینیم، بسامد مجموعه‌های B ، C و E با بسامد مجموعه A برابر است و بسامد مجموعه D با بسامد آن برابر نیست. بنابراین با به نوسان درآوردن مجموعه A ، در مجموعه‌های B ، C و E پدیده تشدید رخ خواهد داد و تنها در مجموعه D پدیده تشدید رخ نمی‌دهد.

دقت کنید، چون در این سؤال می‌خواهیم بسامدها را با هم مقایسه کنیم، تبدیل واحد را انجام ندادیم.

(نوسان و امواج) (تیرک ۳، صفحه‌های ۵۴ و ۵۵)

۵- گزینه ۲»

(با تیرش)

رابطه مکان - زمان نوسانگر $x = A \cos(\omega t)$ است. پس اگر ω را محاسبه کنیم، می‌توانیم مکان را بدست آوریم.

با داشتن معادله حرکت، لحظه t_1 را می‌یابیم. چون توپکش در لحظه t_1 در مکان $x = -1$ / VCM است، داریم:

$$\cos \frac{\partial \pi}{\partial r} t_1 = -\frac{\sqrt{r}}{r} = \cos \frac{\partial \pi}{\partial r} \Rightarrow \frac{\partial \pi}{\partial r} t_1 = \frac{\partial \pi}{\partial r} \Rightarrow t_1 = 1$$

$$x_f = r \cos \frac{\Delta \pi}{\nu} t_f \quad \text{and} \quad x_f = r \cos \frac{\Delta \pi}{\nu} \pi$$

اکنون مسافت طی شده در باره زمینی t_1 تا t_2 را پیدا می‌کنیم. با توجه به نمودار، توانگر ابتدا از مکان $+1/4 \text{ cm}$ به مکان $-1/4 \text{ cm}$ در خلاف جهت محور جابجا شده است و سپس از مکان $-1/4 \text{ cm}$ به مکان $+1/4 \text{ cm}$ رفته است. بنابراین مسافت طی شده در مجموع برابر است با:

$$L = 0/4 + 1/4 + 1/4 = 1/2 \text{ cm}$$

توانگیت تندی متوسط برابر است با:

(نویسندگان و همکاران) مجری: ۳، علی محمدی، ۵۳

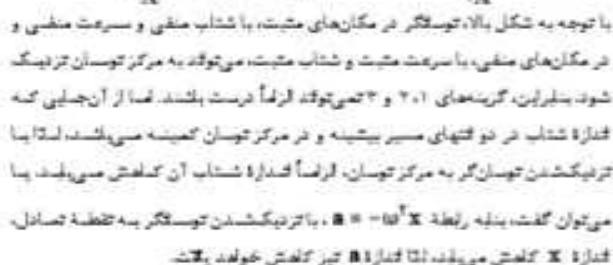
(المهره القاصيه)

باید توجه داشته باشیم، چون در لحظه t_1 جوشگر در مکان $x = +7\text{cm}$ و حرکت آن منتهی‌شده است، بنابراین در حال حرکت به طرف نقطه بازگشتی $A = +8\text{cm}$ است. با توجه به این‌که در لحظه t_2 برای اولین‌بار بعد از لحظه t_1 از مکان $x = -7\text{cm}$ می‌گذرد، لذا مسافت طی شده در بازه زمانی t_1 تا t_2 برابر است با:

می‌بینیم، توکلتر در باره زمانی t_0 تا t_1 مسافتی معادل دو برابر فاصله (γA) را طی می‌کند از طرف دیگر می‌توانیم توکلتر مسافت γA را در مدت زمان $\frac{T}{\gamma}$ طی می‌کند بنابراین داریم:

$$\frac{v_1 - v_2}{\Delta t} = \frac{v_1 + v_2}{T} \Rightarrow T = \frac{1}{f} = \frac{\lambda}{v}$$

المصادر: كذا



(آدمیان و نوا) (پولنگ سر مشهوری ۵۴ تا ۵۶)

امضات گواہان:

$$x = r / \psi \cos \frac{\pi}{\psi} t$$

بنظر این جمله‌های توسلگر برابر است با: $\Delta x = x_2 - x_1 = 0 \Rightarrow \Delta x = 0$

برای محاسبه مسافت طی شده، می‌توانیم توسلگر در هر دوره تسلوب، * برابر دلتا توسل، مسافت طی می‌کند و در هر نصف دوره تسلوب، به اندازه ۲ برابر دلتا توسلان مسافت طی می‌کند بنظر این داریم:

$$\Delta t = t_p - t_1 = 8 - 7 = 1 \text{ s}$$

آبشار و انواع آن (الزنگ، محمدصادق، ۱۳۹۴: ۵۶)

اسمیتانی، میرزا محمد علی

برای تعیین تندی متوسط باید مکان توپشمار در لحظه ۱ و مکان توپشمار در لحظه ۲ (یعنی ۲۰٪) را بدویم. برای این منظور، یکی از مراحل جدا استفاده از معادله حرکت است. بنظر این ابتدا معادله حرکت را می‌تویسیم:

$$\Rightarrow \omega = \frac{v\pi}{T} = \frac{v\pi}{1/v} \Rightarrow \omega = \frac{\Delta\pi \text{ rad}}{T \text{ s}}$$

در جهات بیشینه تندی توستگر برابر است با

$$v_{max} = A \omega \quad \omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow v_{max} = A \times \frac{2\pi}{T}$$

$$\frac{A = 2 \text{ cm}}{T = \frac{1}{5} \text{ s}} \Rightarrow v_{max} = 2 \times \frac{2\pi}{1/5} \Rightarrow v_{max} = 40\pi \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

(توان و امواج) (فیزیک ۳، مفاهیم ۵۵ و ۵۶)

۱۴ - گزینه ۲

(مفهوم گرانی)

می دانیم بیشینه جابجایی توستگر در مدت نیم دوره تناوب برابر $2A$ است.
بنابراین دانه توستگر برابر است با $2A = \lambda \Rightarrow \lambda = 2 \text{ cm} = 2 \times 10^{-2} \text{ m}$
از طرف دیگر، برای محاسبه انرژی پتانسیل توستگر باید انرژی جنبشی و انرژی کل توستگر را داشته باشیم. بنابراین برای محاسبه این دو انرژی داریم:

$$E = \frac{1}{2} k A^2 \quad \frac{k = 20 \frac{\text{N}}{\text{m}}}{A = 2 \times 10^{-2} \text{ m}} \Rightarrow E = \frac{1}{2} \times 20 \times (2 \times 10^{-2})^2 \Rightarrow E = 0.16 \text{ J}$$

$$K = \frac{1}{2} m v^2 \quad \frac{m = 1 \text{ kg}}{v = 40\pi \frac{\text{cm}}{\text{s}}} \Rightarrow K = \frac{1}{2} \times 1 \times \frac{16}{100} \Rightarrow K = 0.08 \text{ J}$$

انگن می توان انرژی پتانسیل توستگر را بدست آورد:

$$E = K + U \Rightarrow 0.16 = 0.08 + U \Rightarrow U = 0.08 \text{ J}$$

(توان و امواج) (فیزیک ۳، مفاهیم ۵۵ و ۵۶)

۱۵ - گزینه ۲

(مفهوم گرانی)

کدام عبارت صحیح است

بررسی سایر عبارات:

الف) امواج رادیویی، جزء امواج الکترومغناطیسی هستند و برای انتشار به محیط مادی نیاز ندارند.

ب) در امواج، انرژی هم به صورت انرژی پتانسیل و هم به صورت انرژی جنبشی انتقال می یابد.

ت) تندی انتشار امواج الکترومغناطیسی در خلأ برابر $c = (3 \times 10^8) \frac{\text{m}}{\text{s}}$ می باشد.

(توان و امواج) (فیزیک ۳، مفاهیم ۵۵ و ۵۶)

۱۶ - گزینه ۱

(مفهوم گرانی)

شرط این که دو دستگاه تلسون یکدیگر را تشدید کنند آن است که دوره تناوب آنها

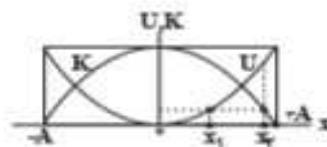
$$T_1 = T_2 \Rightarrow 2\pi \sqrt{\frac{L_1}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{m_2}{k_2}} \quad \text{با هم برابر باشند. بنابراین داریم}$$

$$\frac{L_1}{g} = \frac{m_2}{k_2} \Rightarrow L_1 = \frac{m_2}{k_2} g$$

(توان و امواج) (فیزیک ۳، مفاهیم ۵۵ و ۵۶)

۱۷ - گزینه ۴

(مفهوم گرانی)



با توجه به نمودار داده شده، در انرژی پتانسیل توستگر مکان x_1 و انرژی جنبشی توستگر در مکان x_2 با هم برابر است. $(U_1 = K_2, U_2 = K_1)$ بنابراین با توجه

به این که $E = K_{max} = \frac{1}{2} m v_{max}^2$ و $E = U + K$ می توان نوشت:

$$x_1 \text{ مکان } U_1 + K_1 = E \quad x_2 \text{ مکان } U_2 + K_2 = E \Rightarrow U_1 + K_1 = U_2 + K_2$$

$$E = K_{max} = \frac{1}{2} m v_{max}^2 \Rightarrow \frac{1}{2} m v_{max}^2 = \frac{1}{2} m (v_1^2 + v_2^2)$$

$$\frac{v_1 = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{\frac{v_2 = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{x}} \Rightarrow v_{max}^2 = 2^2 + 1^2 = 5 \Rightarrow v_{max} = \sqrt{5} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

(توان و امواج) (فیزیک ۳، مفاهیم ۵۵ و ۵۶)

۱۸ - گزینه ۲

(مفهوم گرانی)

با مقایسه معادله مکان - زمان با رابطه $x = A \cos(\omega t)$ ملاحظه می شود که

دانه تلسون برابر $A = 0.02 \text{ m}$ و $\omega = 50 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ است. بنابراین، با توجه به

این که در نقطه تعادل، انرژی جنبشی توستگر، بیشینه است، می توان نوشت:

$$E = \frac{1}{2} k A^2$$

$$\frac{E = 0.1 \text{ J}}{A = 2 \times 10^{-2} \text{ m}} \Rightarrow \frac{1}{2} k (2 \times 10^{-2})^2 = 0.1 \Rightarrow k = 1250 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$\Rightarrow 1250 \times 10^{-4} = k \times 10^{-4} \Rightarrow k = 1250 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

(توان و امواج) (فیزیک ۳، مفاهیم ۵۵ و ۵۶)

۱۹ - گزینه ۳

(مفهوم گرانی)

لذا طول موج و سپس دوره تناوب موج و به تعادل آن ω را محاسبه می کنیم:

با توجه به شکل $A = 2 \text{ cm}$ و $\lambda = 10 \text{ cm}$ است. بنابراین داریم:

$$\frac{\lambda}{v} = 10 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = 20 \text{ cm}$$

$$\lambda = v \cdot T \quad \frac{v = 10 \frac{\text{cm}}{\text{s}}}{\lambda = 20 \text{ cm}} \Rightarrow T = 2 \text{ s}$$

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

از طرف دیگر، چون $\omega = \frac{2\pi}{T}$ است و در این مدت مسافت طی شده، تو برابر

دانه می باشد، لذا با توجه به جهت انتشار موج، نتیجه می شود که در این مدت قره

M از نقطه تعادل به مکان $y = 2 \text{ cm}$ رفته و سپس از مکان $y = 2 \text{ cm}$ به

نقطه تعادل ($y = 0$) می رسد. با توجه به این که در نقطه تعادل، تندی توستگر

بیشینه است، می توان نوشت:

$$v_{max} = A \omega \quad \frac{A = 2 \text{ cm}}{\omega = \pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}} \Rightarrow v_{max} = 2 \times \pi \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

(توان و امواج) (فیزیک ۳، مفاهیم ۵۵ و ۵۶)

۲۰ - گزینه ۱۰

(توضیح برقی)

چون موج با تندی ثابت در طول رسانا منتشر می‌شود حرکت آن یکنواخت است بنابراین ابتدا تندی انتشار موج را می‌یابیم:

$$E = v \cdot \Delta \phi \Rightarrow \Delta \phi = \frac{E}{v} \Rightarrow 1 = \frac{v \times 1}{v} \Rightarrow v = 1 \times \frac{m}{s}$$

اکنون با داشتن v به صورت زیر نیروی کشش رسانا را پیدا می‌کنیم:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow \mu = \frac{m}{L} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{FL}{m}} \Rightarrow 1 = \sqrt{\frac{F \times 1}{m}} \Rightarrow F = m$$

$$1 = \frac{F}{\tau} \Rightarrow F = 1 \times N \Rightarrow F = 1 \times kN$$

(توان و موج) (فرکانس ۳، مقادیر ۵ و ۶)

۲۱ - گزینه ۲۰

(توضیح مرحله اول)

با توجه به نمودار داده شده در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل توسط انرژی برابری $0.8 J$ است انرژی جنبشی آن $0.2 J$ می‌باشد بنابراین انرژی مکانیکی آن برابر است با:

$$E = U + K \Rightarrow E = 0.8 + 0.2 = 1.0 J$$

از طرف دیگر $K_{max} = E = 1.0 J$ است بنابراین v_{max} برابر است با:

$$K_{max} = \frac{1}{2} m v_{max}^2 \Rightarrow 1 = \frac{1}{2} \times 0.5 \times v_{max}^2 \Rightarrow v_{max} = 2 \frac{m}{s}$$

$$\Rightarrow v_{max} = \frac{v}{\lambda} \Rightarrow 2 = \frac{v}{1} \Rightarrow v = 2 \frac{m}{s}$$

(توان و موج) (فرکانس ۳، مقادیر ۵ و ۶)

۲۲ - گزینه ۲۰

(توضیح مرحله اول)

می‌دانیم تندی موج طولی (v_p) در یک جسم جلد از تندی موج عرضی (v_s) در همان جسم بیشتر است بنابراین موج طولی در زمان کمتری طی مسافتی را طی خواهد کرد در این حالت داریم:

$$\Delta x = v_s \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta x}{v_s} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta x}{v_p}$$

$$\Delta t = \frac{100}{v_s} - \frac{100}{v_p} = 0.1 \Rightarrow \frac{100}{v_s} - \frac{100}{v_p} = 0.1 \Rightarrow \frac{100}{v_s} - \frac{100}{v_p} = 0.1$$

$$100 = \frac{v_s}{v_p} - 1 \Rightarrow 100 = \frac{v_s}{v_p} \Rightarrow v_s = 100 v_p$$

(توان و موج) (فرکانس ۳، مقادیر ۵ و ۶)

۲۳ - گزینه ۱۰

(توضیح مرحله اول)

با توجه به رابطه $F_{max}(A) = m a_{max} = m \omega^2 A$ برای محاسبه $F_{max}(B)$ باید نسبت A و ω معلوم باشد بنابراین ابتدا نسبت دوره تناوب دو توستگر و به دنبال آن نسبت ω را می‌یابیم چون در مدت زمان یکسان t توستگر A تعداد ۴ توستگر و توستگر B تعداد ۵ توستگر انجام داده است، داریم:

$$T = \frac{t}{N} \Rightarrow \frac{T_A}{T_B} = \frac{N_B}{N_A} \Rightarrow \frac{T_A}{T_B} = \frac{5}{4}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \frac{\omega_A}{\omega_B} = \frac{T_B}{T_A} \Rightarrow \frac{\omega_A}{\omega_B} = \frac{4}{5}$$

از طرف دیگر داریم:

$$A_A = v T_B \Rightarrow A_A = v \times \frac{5}{4} T_A \Rightarrow \frac{A_A}{A_B} = \frac{5}{4}$$

$$\frac{F_{max}(A)}{F_{max}(B)} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{A_A}{A_B} \times \left(\frac{\omega_A}{\omega_B}\right)^2$$

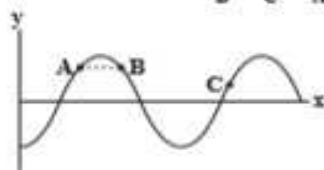
$$\frac{F_{max}(A)}{F_{max}(B)} = \frac{m}{m} \times \frac{5}{4} \times \left(\frac{4}{5}\right)^2 \Rightarrow \frac{F_{max}(A)}{F_{max}(B)} = \frac{16}{25}$$

(توان و موج) (فرکانس ۳، مقادیر ۵ و ۶)

۲۴ - گزینه ۴

(توضیح مرحله اول)

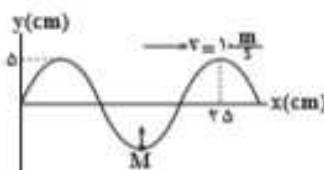
می‌دانیم تندی قهرهای محیط در نقاط بارکشی (دو انتهای مسیر توستگر) صفر می‌شود. از طرف دیگر با حرکت موج در محیط وقتی موج این قهرها را به قهرها پیدا قهرهای موج بهر در آنجا تندی قهر صفر می‌شود و جهت حرکت آن عوض می‌شود. بنابراین با توجه به شکل زیر و جهت حرکت موج نقطه A و C به طرف پایین (به طرف دره موج) و نقطه B به طرف بالا (به طرف قله موج) می‌روند. چون جابه‌جایی نقطه‌های A و C و B (فاصله و دره) به ترتیب از کمترین تا بیشترین است، لذا ابتدا نقطه B به قله و سپس نقطه C و در ادامه نقطه A به دره می‌رسند. بنابراین $t_B < t_C < t_A$ است.



(توان و موج) (فرکانس ۳، مقادیر ۵ و ۶)

۲۵ - گزینه ۴

(توضیح مرحله اول)



با توجه به شکل، فاصله توستگر برابر 20 cm و 20 cm است. بنابراین ابتدا با

$$\frac{\Delta \lambda}{\lambda} = \frac{20}{20} = 1 \Rightarrow \lambda = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$$

$$T = \frac{\lambda}{v} \Rightarrow T = \frac{0.2}{1} = 0.2 \text{ s}$$

$$\Rightarrow \frac{t_1}{T} = \frac{1}{0.2} \Rightarrow \frac{t_1}{T} = 5 \Rightarrow t_1 = 5T = 1 \text{ s}$$

$$= \frac{v_{00}}{v} \sqrt{\frac{v \times 10^{-2}}{\pi}} = \frac{v_{00}}{v \sqrt{\pi}} \Rightarrow v = \frac{100}{\sqrt{\pi}} \text{ m/s}$$

انکون، با داشتن λ و v می‌توان T و به دنبال آن ω را به دست آورد.

$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{0.05 \text{ m}}{\frac{100}{\sqrt{\pi}} \text{ m/s}} = \frac{\pi}{200} \text{ s} \Rightarrow T = \frac{\sqrt{\pi}}{200} \text{ s}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{\frac{\sqrt{\pi}}{200}} \Rightarrow \omega = 100 \cdot \sqrt{\pi} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

در نهایت، v_{\max} برابر است با:

$$v_{\max} = A \omega = 0.05 \times 100 \cdot \sqrt{\pi} \text{ m/s} \Rightarrow v_{\max} = 5\sqrt{\pi} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

(توان و تواتر) (فرکانس) (مقدار) (۳۵) و (۳۶)

۲۸ - گزینه ۱۰

(معمولاً در آزمون)

ابتدا با استفاده از رابطه $\lambda = \frac{c}{f}$ ، طول موج در فضای را به دست می‌آوریم:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{10^7 \text{ Hz}} = 30 \text{ m} \Rightarrow \lambda = 30 \text{ cm}$$

با توجه به این که طول آنتن موازی $\frac{1}{4}$ طول موج در فضای است، طول آنتن را

$$L_{\text{آنتن}} = \frac{\lambda}{4} = \frac{30 \text{ cm}}{4} = 7.5 \text{ cm} \quad L_{\text{آنتن}} = \frac{v}{f} = \frac{30}{4} \text{ cm}$$

(توان و تواتر) (فرکانس) (مقدار) (۳۵) و (۳۶)

۲۹ - گزینه ۲۰

(معمولاً در آزمون)

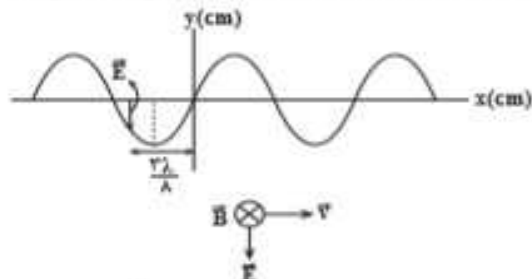
$$\frac{v\lambda}{f} = 2\lambda \Rightarrow \lambda = 1 \text{ fm}$$

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} \quad \lambda = 1 \text{ fm} \quad 1 \text{ fm} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} \Rightarrow f = \frac{1}{1 \text{ fm} \sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$$

با توجه به اینکه تقاطع موج در قسمت x های منفی جهت بردار \vec{E} را در لحظه

$$t = \frac{vT}{\lambda} \text{ مشخص می‌کنیم.}$$

انکون با توجه به اینکه جهت بردار \vec{E} را تعیین می‌کنیم.



(توان و تواتر) (فرکانس) (مقدار) (۳۵) و (۳۶)

چون قره M در لحظه $t = 0$ در نقطه A قرار دارد و جهت حرکت آن به سمت نقطه O است، در لحظه $t_1 = \frac{T}{4}$ به اندازه $\frac{1}{4}A$ به سمت نقطه

A می‌رسد بنابراین برای این که به نقطه O در بازه زمانی $t_1 = \frac{1}{100} \text{ s}$ تا

$t_2 = \frac{v}{v_{00}} \text{ s}$ به نقطه حرکت قره M نرسیده است، باید ابتدا مشخص کنیم

این بازه زمانی چه کسری از T است و سپس مکان قره را در لحظه $\frac{v}{v_{00}} \text{ s}$

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{v}{v_{00}} - \frac{1}{100} = \frac{5}{200} = \frac{1}{40} \text{ s}$$

مشخص کنیم:

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{\frac{1}{40}}{\frac{1}{100}} = \frac{5}{4} \Rightarrow \Delta t = T + \frac{T}{4}$$

چون $\Delta t = T + \frac{T}{4}$ است و نقطه M از نقطه A شروع به حرکت می‌کند،

بنابراین این قره بعد از یک دور تکرار (T) به نقطه A برمی‌گردد و $\frac{T}{4}$ نقیصه

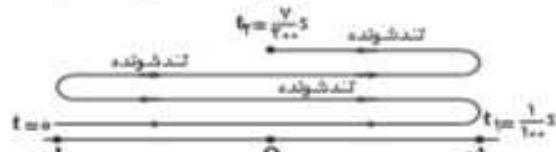
بعد از آن به نقطه تعادل (نقطه O) می‌رسد، بنابراین اگر مسیر حرکت این قره را

مطابق شکل زیر رسم کنیم، می‌بینیم، این قره به مدت $\Delta t' = \frac{T}{4}$ به صورت

تند شده در حال حرکت بوده است. وقت کنیم در لحظه‌ای که قره توسط قره به

نقطه تعادل (نقطه O) نزدیک می‌شود، حرکتش تند شده است.

$$\Delta t' = \frac{vT}{v_{00}} = \frac{v}{v_{00}} \times \frac{1}{100} \Rightarrow \Delta t' = \frac{v}{v_{00}} \text{ s}$$



(توان و تواتر) (فرکانس) (مقدار) (۳۵) و (۳۶)

۲۶ - گزینه ۱۰

(معمولاً در آزمون)

بررسی موارد تالیفات:

ب) طبق رابطه $P \propto f^2 A^2$ ، هنگام انتقال انرژی در یک موج سینوسی، برای حفظ

توان امواج الکتریکی با مربع دامنه و مربع بسط موج متناسب است.

ب) تندی همه انواع امواج الکترومغناطیسی در خلأ با هم برابر است.

د) نور قرمز بیشترین طول موج و کمترین بسط را در بین امواج مرئی دارد.

(توان و تواتر) (فرکانس) (مقدار) (۳۵) و (۳۶)

۲۷ - گزینه ۲۰

(معمولاً در آزمون)

برای محاسبه v_{\max} باید A و ω معلوم باشند، بنابراین ابتدا v و سپس T را

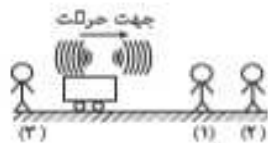
می‌یابیم. با داشتن ρ ، D و F ، تندی انتشار موج در تار مرتبش به صورت زیر

$$v = \frac{v}{D} \sqrt{\frac{F}{\rho \pi}}$$

به دست می‌آید:

$$v = \frac{v}{D} \sqrt{\frac{F}{\rho \pi}} = \frac{v}{D} \sqrt{\frac{F}{\rho \pi}} = \frac{v}{D} \sqrt{\frac{F}{\rho \pi}} = \frac{v}{D} \sqrt{\frac{F}{\rho \pi}}$$

بنظرین می‌توان گفت:



$$\lambda_1 = \lambda_s < \lambda_s \rightarrow f_1 = f_s > f_s$$

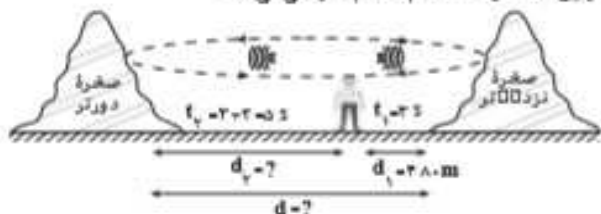
نکته کنید، چون شدی جبهه موج ثبت است، $\lambda_1 = \lambda_s$ می‌باشد.

(جوان و امواج) (فریک ۳۰ صفحه ۷۵ و ۷۶)

۳۴ - گزینه ۳۰

(معمولاً شریک)

چون صوت مسیر رکت و برگشت از نزدیکترین صخره را در مدت $t_1 = 3s$ طی می‌کند و فاصله این مسیر معلوم است، ابتدا با استفاده از رابطه $\Delta L = S_{av} \Delta t$ شدی صوت را می‌یابیم. نکته کنید، چون $t_1 = 3s$ زمان رکت و برگشت صوت است، در این مدت صوت مسافت $L_1 = 2d_1$ را طی می‌کند.



$$L_1 = vt_1 \rightarrow L_1 = 2d_1 = 2 \times 280 = 720 = v \times 3 \Rightarrow v = 240 \frac{m}{s}$$

از طرف دیگر، چون نقش‌آموز صدای پژواک دوم از صخره دورتر را $3s$ بعد از پژواک اول می‌شنود، زمان طی این مسیر رکت و برگشت برابر $t_2 = 3 + 2 = 5s$ است. بنظرین فاصله شونده از صخره دورتر برابر است با:

$$L_2 = vt_2 \rightarrow L_2 = 2d_2 = 240 \times 5 \Rightarrow d_2 = 600m$$

بنظرین فاصله دو صخره برابر است با:

$$d = d_1 + d_2 = \frac{d_1 = 280m}{d_2 = 600m} \Rightarrow d = 280 + 600 = 880m$$

(جوان و امواج) (فریک ۳۰ صفحه ۷۸ و ۷۹)

۳۵ - گزینه ۳۰

(معمولاً شریک)

ابتدا با استفاده از رابطه تراز شدت صوت، شدت صوت در محل قاب را می‌یابیم:

$$\beta = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right) \rightarrow \beta = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right) \rightarrow 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right) = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

$$\Rightarrow \lambda / P = \log \left(\frac{I}{I_0} \right) \rightarrow \lambda / P = \log \left(\frac{I}{I_0} \right) \rightarrow \lambda / P = \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

$$\lambda + (2 \times 0.3) = \log \left(\frac{I}{I_0} \right) \rightarrow \lambda + 0.6 = \log \left(\frac{I}{I_0} \right) \rightarrow \lambda + 0.6 = \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

$$\log 10^{\lambda} + 2 \log 2 = \log \left(\frac{I}{I_0} \right) \Rightarrow$$

$$\log 10^{\lambda} + \log 4 = \log \left(\frac{I}{I_0} \right) \Rightarrow \log (4 \times 10^{\lambda}) = \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

۳۰ - گزینه ۲۰

(معمولاً شریک)

بررسی هر یک از عبارتها:

الف) درست است - فکون بازتاب عمومی در مورد همه بازتابها صدق می‌کند.
ب) نادرست است - در مکان‌هایی پژواکی، از امواج الکترومغناطیسی نیز استفاده می‌شود.

پ) درست است - بازتاب در سه بُعد، هم برای امواج صوتی و هم برای امواج الکترومغناطیسی رخ می‌دهد.
بنظرین فقط یک عبارت نادرست است.

(جوان و امواج) (فریک ۳۰ صفحه ۸۰)

۳۱ - گزینه ۳۰

(بیکم دشوار)

با توجه به شکل سوال، چون جبهه‌های موج (در هنگام حرکت در هوا) در جلوی جبهه موج، بر یکدیگر معاف‌اند، لذا شدی صوت برابر شدی جبهه موج (شدی حرکت گلوله) است (مرد $v = 5$ جبهه موج).
از طرف دیگر، چون با ورود صوت و گلوله به فزون آب، شدی صوت افزایش می‌یابد و شدی جبهه موج (شدی حرکت گلوله) هم‌چنان ثبت‌گرفته شده است، بنظرین در این حالت، شدی جبهه موج کوچک‌تر از شدی صوت می‌شود (مرد $v < 5$ جبهه موج).
لذا شکل‌های جبهه موج مطابق شکل گزینه ۳۰ خواهند بود.



(جوان و امواج) (فریک ۳۰ صفحه ۷۵ و ۷۶)

۳۲ - گزینه ۳۰

(معمولاً شریک)

ابتدا به کمک رابطه تراز شدت صوت، شدت صوت را در مکان مورد نظر می‌یابیم:

$$\beta = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right) \rightarrow \beta = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right) \rightarrow 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right) = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

$$\Rightarrow 12 = \log \left(\frac{I}{I_0} \right) \rightarrow 12 = \log \left(\frac{I}{I_0} \right) \rightarrow 12 = \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

$$\log 10^{12} = \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow 10^{12} = \frac{I}{I_0} \Rightarrow I = 10^{12} I_0$$

اکنون به کمک رابطه شدت صوت داریم:

$$I = \frac{P}{A} \rightarrow I = \frac{P}{\pi r^2} \rightarrow I = \frac{P}{\pi r^2} \rightarrow I = \frac{P}{\pi r^2}$$

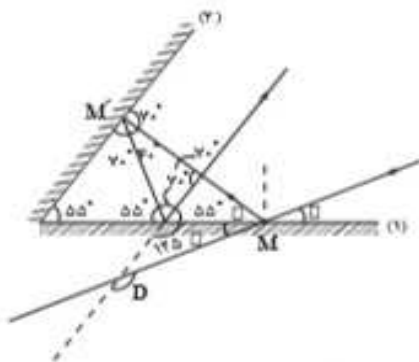
$$1 = \frac{10^{12}}{\pi \times 3 \times r^2} \Rightarrow r^2 = 100 \Rightarrow r = 10m$$

(جوان و امواج) (فریک ۳۰ صفحه ۸۰ و ۸۱)

۳۳ - گزینه ۳۰

(بهره‌مند)

وقتی جبهه موج صوتی حرکت می‌کند، فاصله جبهه‌های موج در جلوی جبهه صوت کمتر از پشت آن خواهند بود. بنظرین تفرهای ساکن (۱) و (۲) که در جلوی جبهه صوت قرار دارند، طول موج کوتاه‌تری را نسبت به جبهه صوت ساکن بودن دریافت می‌کنند که این به معنی افزایش بسند برای این دو تفر است. در حالی که تفر ساکن (۳) که عقب جبهه موج قرار دارد، طول موج بلندتری را نسبت به وضعیت جبهه موج ساکن بودن دریافت می‌کند که این به معنی کاهش بسند برای این تفر است.



$$\angle OMM' : \alpha + 55 + 70 + 40 = 180 \Rightarrow \alpha = 15^\circ$$

چون D زاویه عکس‌العمل است، برابر است با:

$$D = 125 + \alpha = 125 + 15 \Rightarrow D = 140^\circ$$

(پسوند و نواح) (فرکانس سه عددی ۱۵، ۲۵ و ۴۰)

(فرکانس برابر است)

۳۸ - گزینه ۲۰

چون دو موج در یک محیط منتشر می‌شوند بنابراین فزنی آن‌ها یکسان است.

از طریق مطلق شکل داریم:

بنابراین با توجه به رابطه فزنی موج نسبت بسامد دو موج را به دست می‌آوریم:

$$v = \lambda f \Rightarrow \frac{v_A}{\lambda_B} = \frac{v_B}{\lambda_A} \Rightarrow f_A = 2f_B$$

از طریق شدت صوت با مجاور دهنده و بسامد صوت رابطه مستقیم و با مجاور فاصله از جبهه صوت نسبت معکوس دارد.

$$I \propto \frac{A^2 f^2}{d^2} \Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = \frac{A_A^2 f_A^2}{A_B^2 f_B^2} \Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = \frac{A_A^2}{A_B^2} \times \frac{f_A^2}{f_B^2} \Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = \frac{A_A^2}{A_B^2} \times \left(\frac{2}{1}\right)^2 \Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = 4$$

اکنون ترز شدت دو صوت را مقایسه می‌کنیم:

$$\beta_A - \beta_B = 10 \log \frac{I_A}{I_B} \Rightarrow \Delta \beta = 10 \log 4$$

$$\Rightarrow \Delta \beta = 10 \log 4 \Rightarrow \Delta \beta = 6.02 \text{ dB}$$

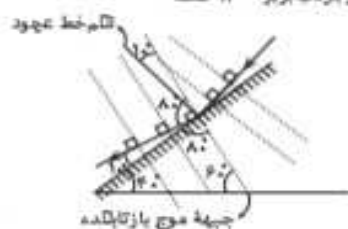
(پسوند و نواح) (فرکانس سه عددی ۱۵، ۲۵ و ۴۰)

۳۹ - گزینه ۲۰

(فرکانس برابر است)

هنگامی که موج به منبع تخت برخورد می‌کند زاویه پرتو تابیده و بازتابیده با هم برابر است.

است از طریق جبهه‌های موج صعود بر راستای فزنی موج هستند بنابراین مطلق شکل زاویه تیش و بازتاب برابر 90° است.



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

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

اکنون با استفاده از رابطه زیر، t را پیدا می‌کنیم:

$$I = \frac{E}{A \cdot t} \Rightarrow E = I \cdot A \cdot t \Rightarrow E = 10^{-12} \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-3} \Rightarrow E = 10^{-17} \text{ J}$$

$$= 10^{-17} \text{ J}$$

$$t = 10^{-17} \times \frac{1 \text{ min}}{60} = 1.67 \times 10^{-19} \text{ min}$$

(پسوند و نواح) (فرکانس سه عددی ۱۵، ۲۵ و ۴۰)

۳۶ - گزینه ۴۰

ابتدا به کمک رابطه ترز شدت صوت داریم:

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow \beta_A - \beta_B = 10 \log \frac{I_A}{I_B} \quad (1)$$

از طریق داریم:

$$\frac{I_A}{I_B} = \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^2 \Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^2 \Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^2$$

بنابراین می‌توان نوشت:

$$(1) \Rightarrow \frac{\beta_A - \beta_B}{10} = 2 \log \frac{r_B}{r_A} \Rightarrow \beta_A - \beta_B = 20 \log \frac{r_B}{r_A}$$

$$(1 - 20 \log \frac{r_B}{r_A}) \Rightarrow \beta = 20 \log \frac{r_B}{r_A} \Rightarrow \beta = 20 \log \frac{r_B}{r_A}$$

$$20 \log \frac{r_B}{r_A} = 20 \log \frac{r_B}{r_A} \Rightarrow \beta = 20 \log \frac{r_B}{r_A} \Rightarrow \beta = 20 \log \frac{r_B}{r_A}$$

اکنون با استفاده از رابطه ترز شدت صوت می‌توان نوشت:

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow \frac{\beta_A - \beta_B}{10} = \log \frac{I_A}{I_B} \Rightarrow \frac{\beta_A - \beta_B}{10} = \log \frac{I_A}{I_B}$$

$$\Rightarrow \frac{\beta_A - \beta_B}{10} = \log \frac{I_A}{I_B} \Rightarrow \frac{\beta_A - \beta_B}{10} = \log \frac{I_A}{I_B}$$

$$\log \frac{I_A}{I_B} = \log \frac{I_A}{I_B} \Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = 10^{\frac{\beta_A - \beta_B}{10}} \Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = 10^{\frac{\beta_A - \beta_B}{10}}$$

در نهایت با توجه به رابطه شدت صوت داریم:

$$I_A = \frac{E_A}{A_A \cdot t} \Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = \frac{E_A}{E_B} \Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = \frac{E_A}{E_B}$$

$$\Rightarrow E = 10^{-17} \text{ J} \Rightarrow E = 10^{-17} \text{ J}$$

$$E = 10^{-17} \text{ J} \Rightarrow E = 10^{-17} \text{ J}$$

$$E = 10^{-17} \text{ J}$$

(پسوند و نواح) (فرکانس سه عددی ۱۵، ۲۵ و ۴۰)

۳۷ - گزینه ۴۰

(فرکانس برابر است)

مطلق شکل، ابتدا از پرتو را رسم می‌کنیم و سپس اندازه زاویه‌ها را محاسبه می‌کنیم.

می‌کنیم، ثقت کنید، چون دو منبع بازتاب پرتو نور از آینه (۱) موازی آینه (۲) است،

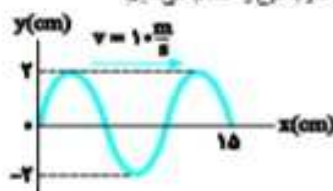
با توجه به دو خط موازی و یک خط مورب، زاویه بین پرتوها و سطح آینه‌ها را پیدا

تعداد داریم.

۴۰ - گزینه ۱۰

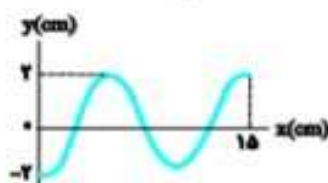
(بررسی راهی - ۱۰)

با توجه به نقش موج، $\frac{v\lambda}{T} = 15 \text{ cm}$ ، در نتیجه $\lambda = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$ ،
لست بنابراین با داشتن λ ، ابتدا دوره تناوب موج را حساب می‌کنیم.



$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{0.1 \text{ m}}{1 \text{ m/s}} = 0.1 \text{ s}$$

از طرف دیگر، چون $\Delta t = \frac{1}{f} \times \frac{1}{100} = \frac{T}{100} = \frac{0.1}{100} = 0.001 \text{ s}$ ،
وقتی در مبدأ مختصات به اندازه یک دامنه (A) جابه‌جا شود و در مکان $+A$ یا $-A$ قرار گیرد با توجه به جهت حرکت موج تریه در نقطه A به طرف پایین $(-y)$ حرکت می‌کند، در لحظه $t = \frac{1}{f} = 0.001 \text{ s}$ نقش موج مطابق شکل گزینه ۱۰ است.

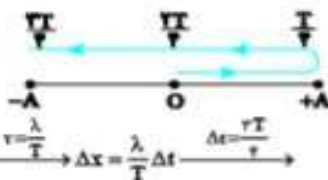


(جواب و جواب (فرکانس و مقطعی ۳۰ و ۳۰))

۴۱ - گزینه ۴۰

(بررسی طایر از کشور رانگی - ۱۵)

در حرکت تپشی، برای آن که از نقطه تعادل و در جهت محور شروع به حرکت می‌کند پس از مدت $\frac{vT}{4}$ از مبدأ به نقطه $+A$ می‌رود سپس به سمت نقطه $-A$ جابه‌جا می‌شود و در نتیجه جابه‌جایی تریه در این مدت برابر $-A - 0 = -A$ است.
می‌باشد، در همین مدت موج به اندازه $\frac{v\lambda}{4}$ در محیط پستیروی می‌کند، به عبارت دیگر داریم:



$$\Delta x = v \Delta t \Rightarrow \Delta x = \frac{\lambda}{T} \Delta t \Rightarrow \Delta x = \frac{vT}{4}$$

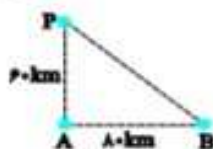
$$\Delta x = \frac{\lambda}{T} \times \frac{vT}{4} \Rightarrow \Delta x = \frac{v\lambda}{4}$$

(جواب و جواب (فرکانس و مقطعی ۳۰ و ۳۰))

۴۲ - گزینه ۱۰

(بررسی راهی - ۱۰)

ابتدا با استفاده از رابطه آنتن‌توریس، اتصال پستگاه رادیویی B از گیرنده P رایبه هست می‌آوریم:



$$PB = \sqrt{AP^2 + AB^2} = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10 \text{ km}$$

$$PB = \sqrt{8^2 + 6^2} \Rightarrow PB = 10 \text{ km}$$

اکنون با استفاده از رابطه $\Delta t = \frac{\Delta x}{c}$ اختلاف زمانی که گیرنده P دو سیگنال را دریافت می‌کند، حساب می‌کنیم. وقت گیرنده چون $PB > PA$ است، با توجه به ثابت بودن فاصله گیرنده موج، $t_B > t_A$ می‌باشد.

$$\Delta t = t_B - t_A = \frac{\Delta x}{c} \Rightarrow \Delta t = \frac{x_B - x_A}{c} = \frac{x_B - x_A}{c}$$

$$\Delta t = t_B - t_A = \frac{x_B - x_A}{c} \Rightarrow \Delta t = \frac{x_B - x_A}{c}$$

$$\frac{x_B - x_A}{c} = \frac{10 \text{ km} - 8 \text{ km}}{3 \times 10^8 \text{ m/s}} = \frac{2 \times 10^3 \text{ m}}{3 \times 10^8 \text{ m/s}} = \frac{2}{3} \times 10^{-5} \text{ s}$$

$$\Delta t = \frac{10 \times 10^3 - 8 \times 10^3}{3 \times 10^8} = \frac{2 \times 10^3}{3 \times 10^8} \Rightarrow \Delta t = \frac{2}{3} \times 10^{-5} \text{ s}$$

(جواب و جواب (فرکانس و مقطعی ۳۰ و ۳۰))

۴۳ - گزینه ۴۰

(بررسی راهی - ۱۰)

گزینه ۱۰: تناوب است با توجه به شکل، $v\lambda = vT$ ،
گزینه ۲۰: تناوب است با داشتن λ و c با استفاده از رابطه $\lambda = cT$ ، دوره تناوب موج را حساب می‌کنیم:

$$T = \frac{\lambda}{c} = \frac{c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}}{\lambda = 1 \text{ m}} \Rightarrow T = \frac{1}{3 \times 10^8} \text{ s} \Rightarrow T = \frac{1}{3} \times 10^{-8} \text{ s}$$

گزینه ۳۰: تناوب است بر روی شکل دامنه مشخص نیست.

گزینه ۴۰: تناوب است با داشتن λ و f و با استفاده از رابطه $\lambda = \frac{c}{f}$ ، بسط موج را حساب می‌کنیم:

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{\lambda = 1 \text{ m}} \Rightarrow f = 3 \times 10^8 \text{ Hz}$$

(جواب و جواب (فرکانس و مقطعی ۳۰ و ۳۰))

۴۴ - گزینه ۲۰

(بررسی راهی - ۱۰)

ابتدا نسبت فاصله نقطه‌های A و B از منبع صوت رایبه هست می‌آوریم، چون فاصله صوت ثابت است، با استفاده از رابطه $L = v \Delta t$ داریم:

$$L = v \Delta t \Rightarrow \frac{r_B}{r_A} = \frac{\Delta t_B}{\Delta t_A}$$

$$\frac{\Delta t_B = 0.5 \text{ s}}{\Delta t_A = 0.5 \text{ s}} \Rightarrow \frac{r_B}{r_A} = \frac{0.5}{0.5} \Rightarrow \frac{r_B}{r_A} = 1$$

اکنون با داشتن $\Delta \beta = 20 \text{ dB}$ ، نسبت $\frac{I_A}{I_B}$ رایبه صورت زیر به دست می‌آوریم:

وقت گیرنده چون $r_A < r_B$ است $\beta_A > \beta_B$ می‌باشد، در نتیجه $\Delta \beta = \beta_A - \beta_B = +20 \text{ dB}$ است.

$$\Delta \beta = 10 \log \frac{I_A}{I_B} \Rightarrow 20 = 10 \log \frac{I_A}{I_B}$$

$$\Rightarrow \log \frac{I_A}{I_B} = 2 \Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = 10^2$$

در آخر با استفاده از تعریف شدت صوت داریم:

$$I = \frac{P}{A} \quad A = \pi r^2 \Rightarrow P = I \times \pi r^2 \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = \frac{I_A}{I_B} \times \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^2$$

$$1 \times \sin 45^\circ = \sqrt{2} \times \sin \hat{r} \xrightarrow{\sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}} \\ 1 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2} \times \sin \hat{r} \Rightarrow \sin \hat{r} = \frac{1}{2} \Rightarrow \hat{r} = 30^\circ$$

ضعفاً با توجه به کفبه خطوط موازی و مورب، زاویه \hat{a} برابر با زاویه \hat{r} است.

$$\hat{a} = \hat{r} = 30^\circ$$

از سوی دیگر، طبق قانون بازتاب عمومی، زاویه‌های تابش و بازتابش از سطح آب به سمت هوا یکدیگر برابر بوده و داریم:



$$\frac{r}{y} = 15^\circ = \text{زاویه بازتابش} = \text{زاویه تابش}$$

$$\hat{\beta} = 90^\circ - 15^\circ = 75^\circ$$

و در نتیجه، با توجه به این که مجموع زوای داخلی یک مثلث برابر با 180° است، داریم:

$$\hat{\beta} + 90^\circ + \hat{\theta} = 180^\circ \xrightarrow{\hat{\beta} = 75^\circ} 75^\circ + 90^\circ + \hat{\theta} = 180^\circ \Rightarrow \hat{\theta} = 15^\circ$$

(پسوان و موج) (فرکانس سر هم شده) (۱۰۰٪)

اسراری بهمان - ۴۸

۴۸ - گزینه ۴۰

طبق قانون شکست عمومی، داریم:

$$\frac{v_f}{v_i} = \frac{\sin \theta_f}{\sin \theta_i} \quad \theta_f = 30^\circ \rightarrow \frac{v_f}{v_i} = \frac{\sin 30^\circ}{\sin 53^\circ}$$

$$\frac{\sin 30^\circ = 1/2}{\sin 53^\circ = 4/5} \rightarrow \frac{v_f}{v_i} = \frac{1/2}{4/5} = \frac{5}{8} \quad (1)$$

از سوی دیگر، طبق توضیحات صورت سؤال، داریم:

$$v_f = v_i - \frac{25}{100} v_i = \frac{75}{100} v_i = \frac{3}{4} v_i \Rightarrow v_i = \frac{4}{3} v_f \quad (2)$$

$$v_f = v_f + \frac{25}{100} v_f = \frac{125}{100} v_f = \frac{5}{4} v_f \Rightarrow v_f = \frac{4}{5} v_f \quad (3)$$

با ترکیب روابط (۱)، (۲) و (۳) داریم:

$$\frac{v_f}{v_i} = \frac{4}{5} \xrightarrow{\frac{v_f}{v_i} = \frac{5}{8} \text{ (از (۱))}} \frac{5}{8} = \frac{4}{5} \Rightarrow \frac{v_f}{v_i} = \frac{4}{5} \times \frac{5}{8} = \frac{1}{2} \quad (4)$$

لذا با استفاده از رابطه مقایسه‌ای ضریب شکست می‌توان نوشت:

$$n = \frac{c}{v} \quad \text{ثابت } c \rightarrow \frac{n_f}{n_i} = \frac{v_i}{v_f} \xrightarrow{(4)} \frac{n_f}{n_i} = \frac{5}{4}$$

(پسوان و موج) (فرکانس سر هم شده) (۱۰۰٪)

اسراری بهمان - ۴۹

۴۹ - گزینه ۱۰

می‌دانیم ضریب شکست یک محیط برای طول موج‌های کوتاه‌تر، بیشتر است. یعنی:

$$n < n' \Rightarrow \lambda > \lambda'$$

از سوی دیگر، طبق قانون شکست لسل، هر چه ضریب شکست یک محیط برای پرتویی معین بیشتر باشد، به ازای زاویه تابش یکسان، انحراف پرتو نیز بیشتر می‌شود. پس با ورود پرتو SI از هوا به مایع شفاف، پرتو قرمز نسبت به پرتو سبز انحراف کمتری خواهد داشت و گزینه «۱» پاسخ درست سؤال است.

توجه داشته باشید که هر دو پرتو پس از شکست، به خط عمود بر سطح جدایی نزدیک می‌شوند و لذا گریدهای «۳» و «۴» هر دو نادرستند.

(پسوان و موج) (فرکانس سر هم شده) (۱۰۰٪)

$$\Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = 10^3 \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1000}{4} \Rightarrow \frac{P_A}{P_B} = 250$$

(پسوان و موج) (فرکانس سر هم شده) (۱۰۰٪)

۴۵ - گزینه ۴۰

اسراری خارج از کشور بهمان - ۴۵

با شلیک تیر، صوت حاصل از آن با سرعتی 340 m/s در مدت 0.5 در حال انتشار است. بنابراین ابتدا باید مشخص کنیم گویبیل در مدت $\Delta t = 0.5$ چه مسافتی جلو می‌رود. چون سرعت گویبیل ثابت است، داریم:

$$\Delta x = v \Delta t \quad \frac{v = 20 \text{ m/s}}{\Delta t = 0.5} \rightarrow \Delta x = 20 \times 0.5 = 10 \text{ m}$$

همان‌طور که در شکل زیر می‌بینید، اگر فاصله گویبیل از منبع در لحظه شلیک برابر d باشد، بعد از 0.5 که گویبیل 200 m جلو می‌رود، صوت مسافت $2d - 200$ را طی می‌کند تا به گویبیل برسد. بنابراین داریم:



$$\Delta x = d + d - 200 = 2d - 200$$

$$\Delta x = v \Delta t \quad \frac{v = 340 \text{ m/s}}{\Delta t = 0.5} \rightarrow 2d - 200 = 340 \times 0.5$$

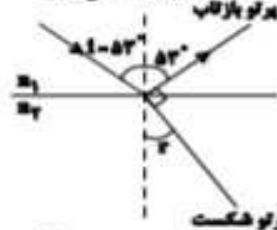
$$2d = 190 \Rightarrow d = 95 \text{ m}$$

(پسوان و موج) (فرکانس سر هم شده) (۱۰۰٪)

۴۶ - گزینه ۱۰

اسراری خارج از کشور بهمان - ۴۶

ابتدا با توجه به شکل مقابل و با در نظر گرفتن این مطلب که مجموع زوایای تریبضیه برابر با 180° است، زاویه شکست (\hat{r}) را به دست می‌آوریم:



$$\hat{i} + 90^\circ + \hat{r} = 180^\circ \xrightarrow{\hat{i} = 53^\circ} 53^\circ + 90^\circ + \hat{r} = 180^\circ \Rightarrow \hat{r} = 37^\circ$$

اکنون به کمک قانون شکست لسل، ضریب شکست محیط شفاف (n_f) را به دست می‌آوریم، داریم:

$$n_i \sin \hat{i} = n_f \sin \hat{r} \quad \frac{\hat{i} = 53^\circ, \hat{r} = 37^\circ}{n_i = n_{\text{هوا}} = 1} \rightarrow$$

$$1 \times \sin 53^\circ = n_f \times \sin 37^\circ \xrightarrow{\frac{\sin 53^\circ = 4/5}{\sin 37^\circ = 3/5}}$$

$$1 \times 4/5 = n_f \times 3/5 \Rightarrow n_f = \frac{4/5}{3/5} = \frac{4}{3}$$

(پسوان و موج) (فرکانس سر هم شده) (۱۰۰٪)

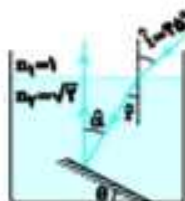
۴۷ - گزینه ۱۰

اسراری بهمان - ۴۷

ابتدا با توجه به شکل مقابل و به کمک قانون شکست لسل، زاویه شکست (\hat{r}) پرتو نور هنگام ورود به محیط شفاف را به دست می‌آوریم:

$$n_i \sin \hat{i} = n_f \sin \hat{r}$$

$$\frac{\hat{i} = 45^\circ}{n_i = n_{\text{هوا}} = 1, n_f = \sqrt{2}} \rightarrow$$



۵۳- گزینه ۱۰

(تغییرات انرژی)

ابتدا باید انرژی کل سیستم را بدینجهت به صورت، در لحظه‌ای که $U = 2/5 \text{ mJ}$ است، $K = \frac{1}{2} K_{\text{max}}$ می‌باشد بنابراین با توجه به این که $E = U + K$ و

$E = K_{\text{max}}$ است به صورت زیر، K_{max} و به دنبال آن E را می‌یابیم:

$$E = K + U \quad \frac{U = 2/5 \text{ mJ}}{K = \frac{1}{2} K_{\text{max}}} \Rightarrow E = \frac{1}{2} K_{\text{max}} + 2/5 \quad \frac{K_{\text{max}} = E}{\Rightarrow}$$

$$E = \frac{1}{2} E + 2/5 \Rightarrow \frac{1}{2} E = 2/5 \Rightarrow E = 4/5 \text{ mJ}$$

$$\frac{m \omega^2 A^2}{2} \Rightarrow E = 4/5 \times 10^{-7} \text{ J}$$

از شرط دیگر، $F_{\text{max}} = m \omega^2 A$ و $E = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2$ است بنابراین می‌توان نوشت:

$$E = \frac{1}{2} m \omega^2 A \times A \quad \frac{m \omega^2 A = F_{\text{max}}}{\Rightarrow} \Rightarrow E = \frac{1}{2} F_{\text{max}} \times A$$

$$\frac{A = 4 \text{ cm} = 4 \times 10^{-2} \text{ m}}{E = 4/5 \times 10^{-7} \text{ J}}$$

$$4/5 \times 10^{-7} = \frac{1}{2} \times F_{\text{max}} \times 4 \times 10^{-2} \Rightarrow F_{\text{max}} = \frac{10 \times 10^{-7}}{4 \times 10^{-2}} = \frac{10}{4} \text{ N}$$

$$\Rightarrow F_{\text{max}} = \frac{5}{2} \text{ N}$$

(توان و توان (فرکانس، ۳، مقدماتی ۵۵ تا ۵۴)

۵۴- گزینه ۴۰

(تغییرات انرژی)

می‌توانیم دوره تناوب یک سیستم هارمونیک ساده از رابطه $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ به دست می‌آید

و تعداد تپان‌ها در مدت زمان t برابر $N = \frac{t}{T}$ است، از طرفی، چون دو سیستم در

تکامل‌های T_1 و T_2 از مرکز زمین قرار دارند، داریم:

$$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{g_1}{g_2}} \quad \frac{g_1 = \left(\frac{R_1}{r_1}\right)^2}{g_2 = \left(\frac{R_2}{r_2}\right)^2} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{r_1}{r_2} \quad \frac{r_1 = 2R_2}{r_2 = 4R_2} \Rightarrow$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{2R_2}{4R_2} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{2}$$

اکنون برای به دست آوردن رابطه بین تپان‌های دو آونگ به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$T = \frac{t}{N} \quad \frac{t = \text{ثابت}}{\Rightarrow} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{N_2}{N_1} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{N_2}{N_1}$$

$$\Rightarrow N_1 = \frac{1}{2} N_2$$

با توجه به این $T_2 < T_1$ است، آونگ دوم بیشتر تپان می‌کند و تعداد تپان‌های آن

در یک بازه زمانی معین، بیشتر است بنابراین می‌توان نوشت:

$$N_1 - N_2 = 20 \quad \frac{N_1 = \frac{1}{2} N_2}{\Rightarrow} \Rightarrow N_2 - \frac{1}{2} N_2 = 20$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} N_2 = 20 \Rightarrow N_2 = 40$$

می‌بینیم، تعداد تپان‌های آونگ بیشتر (آونگ با دوره کمتر) $N_2 = 40$ است.

(توان و توان (فرکانس، ۳، مقدماتی ۵۴ و ۵۳)

۵۵- گزینه ۲۰

(انرژی)

چون هر یک نقشه یکبار به میله ضربه وارد می‌شود دوره وارد شدن ضربه و تپان $T = 15$ است، بنابراین، دوره هر کدام از آونگ‌ها ۱۵ باشد، با ضربات وارد به میله، آن آونگ، در حالت تشدید قرار گرفته و با بیشترین دامنه تپان خواهد کرد.

بنابراین، با استفاده از رابطه $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ طول آونگی که دوره آن ۱۵ است را

می‌یابیم:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad \frac{T = 15}{\pi = \sqrt{g}} \Rightarrow 1 = 2 \times \sqrt{g} \times \sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow \frac{1}{2} = \sqrt{L}$$

$$\Rightarrow L = \frac{1}{4} \text{ m} \Rightarrow L = 25 \text{ cm}$$

بنابراین، آونگ‌های (۱) و (۲) با طول ۲۵ cm، در اثر دامنه تشدید با بیشترین دامنه تپان خواهند کرد.

وقت کنید جرم آونگ در دوره تناوب آن تغییری ندارد.

(توان و توان (فرکانس، ۳، مقدماتی ۵۴ تا ۵۳)

۵۶- گزینه ۲۰

(معمول کردن)

با توجه به رانندگی تپان دیپازون، در کمتر (۱) رانندگی تپان ترات کمتر بر رانندگی تشدید موج عمود است، بنابراین در این کمتر، موج عرضی ایجاد می‌شود.

در کمتر (۲) رانندگی تپان ترات کمتر در رانندگی تشدید موج است، در نتیجه در این کمتر، موج طولی ایجاد خواهد شد.

همچنین، چون هر دو کمتر به یک دیپازون متصل‌اند، بسامد تپان آن‌ها یکسان خواهد بود.

(توان و توان (فرکانس، ۳، مقدماتی ۵۴ و ۵۳)

۵۹ - گزینه ۴۰

معطای برآورد

چون تندی تور در محیط (۱)، ۷۵ درصد کمتر از تندی تور در محیط (۲) است، خواهیم داشت:

$$v_1 = v_2 - \frac{75}{100} v_2 \Rightarrow v_1 = \frac{25}{100} v_2 \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{100}{75} = \frac{4}{3}$$

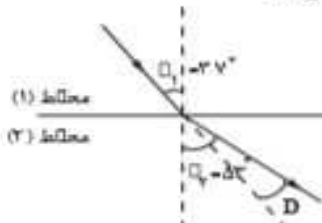
از عطف دیگر با توجه به شکل زیر، زاویه تابش برابر $\theta_1 = 37^\circ$ می‌باشد، بنابراین با استفاده از قانون شکست عمومی، ابتدا زاویه شکست را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{v_2}{v_1} \Rightarrow \frac{\sin \theta_2}{\sin 37^\circ} = \frac{4}{3} \Rightarrow \sin \theta_2 = \frac{4}{3} \sin 37^\circ$$

$$\frac{\sin \theta_2}{\sin 37^\circ} = \frac{4}{3} \Rightarrow \sin \theta_2 = \frac{4}{3} \sin 37^\circ$$

$$\sin \theta_2 = \frac{4}{3} \sin 37^\circ \Rightarrow \theta_2 = 53^\circ$$

انگیزه زاویه انحراف را می‌یابیم:



$$D = \theta_2 - \theta_1 = 53^\circ - 37^\circ \Rightarrow D = 16^\circ$$

(جواب و امواج) (فرکانس ۳۰ مگاهرتز)

۶۰ - گزینه ۴۰

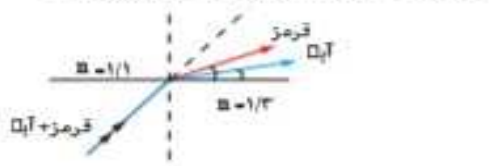
معطای برآورد

برای پاسخ به این سوال لازم است بدقیق:

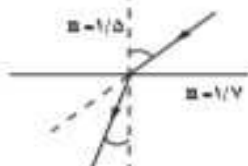
(۱) وقتی تور از محیط با ضریب شکست کمتر (محیط رقیق) وارد محیط با ضریب شکست بیشتر (محیط غلیظ) می‌شود، پرتو شکست به خط عمود نزدیک می‌شود.

(۲) وقتی پرتوهای تور مختلف با زاویه تابش یکسان وارد محیط دیگری شوند، انحراف پرتو تور با طول موج کمتر، بیشتر است.

(۳) انحراف - میران شکست تور آبی بیشتر از تور قرمز است.



برای انحراف - میران شکست باید دو طرف خط عمود قرار گیرند.



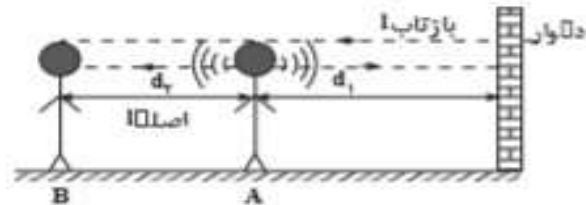
پس انحراف - میران شکست پرتو تور از محیط با ضریب شکست کمتر (محیط رقیق) وارد محیط با ضریب شکست بیشتر (محیط غلیظ) شده است، باید پرتو شکست به خط عمود نزدیک شود.

می‌بینیم، در هر سه شکل، مسیر عبور پرتوها انحراف - میران شده است.

۵۷ - گزینه ۴۰

معطای برآورد

می‌دانیم، اگر تأخیر زمانی بین دو صوت کمتر از $\frac{1}{15}$ باشد، گوش انسان نمی‌تواند صوت بازتاب شده را از صوت مستقیم اولیه تمیز دهد. بنابراین، با توجه به این که وقتی شخص A فریاد می‌زند، مسافتی که صوت اصلی طی می‌کند تا به شخص B برسد برابر d_1 و مسافتی که بازتاب آن طی می‌کند برابر $d_2 + d_1$ است، می‌توان با استفاده از معادله حرکت با سرعت ثابت، به صورت زیر، حداقل فاصله شخص A از دیوار را به دست آورد.



$$d_1 = d_2 \Rightarrow \Delta t_{\text{اصلی}} = \frac{d_1}{v_{\text{صوت}}}$$

$$d_1 + d_2 = 2d_1 \Rightarrow \Delta t_{\text{بازتاب}} = \frac{2d_1}{v_{\text{صوت}}}$$

$$\frac{\Delta t_{\text{بازتاب}} - \Delta t_{\text{اصلی}}}{\Delta t_{\text{اصلی}}} = \frac{1}{15} \Rightarrow \frac{\frac{2d_1}{v_{\text{صوت}}} - \frac{d_1}{v_{\text{صوت}}}}{\frac{d_1}{v_{\text{صوت}}}} = \frac{1}{15} \Rightarrow \frac{d_1}{v_{\text{صوت}}} = \frac{1}{15}$$

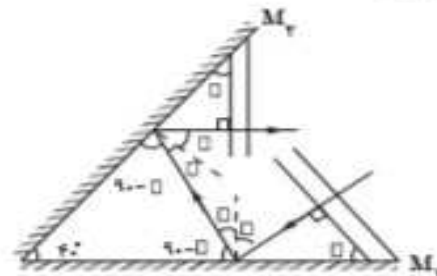
$$\Rightarrow 2d_1 = 33 \Rightarrow d_1 = 16.5 \text{ m} = 165 \text{ cm}$$

(جواب و امواج) (فرکانس ۳۰ مگاهرتز)

۵۸ - گزینه ۱۰

معطای برآورد

با توجه به این که زاویه بین جبهه موج با سطح آینه M_1 برابر α است، زاویه تابش پرتوهای تولید شده به این آینه نیز α خواهد بود. همچنین زاویه جبهه‌های موج بازتابنده از سطح آینه M_2 (یعنی β) برابر زاویه بازتاب پرتوهای بازتابنده از این آینه است. بنابراین با توجه به شکل زیر و با توجه به این که مجموع زاویه‌های داخلی هر مثلث برابر 180° است، می‌توان نوشت:



$$(90 - \alpha) + (90 - \beta) + 90 = 180$$

$$180 - (\alpha + \beta) + 90 = 180 \Rightarrow$$

$$\alpha + \beta = 90^\circ$$

(جواب و امواج) (فرکانس ۳۰ مگاهرتز)

(اعداد را بویس)

۶۳- گزینه ۴۰

الف) درست است طبق رابطه $v = \frac{c}{n}$ با توجه به اینکه ضریب شکست منشور برای نور آبی بیشتر از ضریب شکست منشور برای نور سبز است، در می یابیم که داخل منشور، تندی نور آبی کمتر از تندی نور سبز است.
ب) درست است.
پ) درست است.

ت) درست است می دانیم در طرف مواج الکتریکی و مغناطیسی طول موج نور ترازجی بر گستر طول موج نور آبی است بنابراین با توجه به این که طول موج با ضریب شکست نسبت عکس دارد، می توان نتیجه گرفت ضریب شکست منشور برای نور آبی بیشتر از ضریب شکست منشور برای نور ترازجی است، می بینیم هر ۴ عبارت داده شده درست است.
(نوسان و نواح) (فیزیک ۳، مفاهیم ۱۷)

(اعداد را بویس)

۶۴- گزینه ۳۰

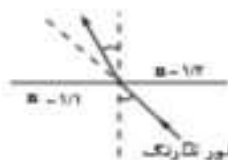
قبل از پاسخ به این سوال لازم است بدانیم، وقتی موج از یک محیط وارد محیط دیگر می شود، پسند آن ثابت می ماند زیرا پسند از ویژگی های چینه موج است و به شرایط فیزیکی محیط بستگی ندارد.

بنابراین رابطه $v = \frac{c}{n}$ ، چون c ثابت و n افزایش می یابد، تندی نور کاهش خواهد یافت.

بنابراین رابطه $\lambda = \frac{v}{f}$ ، چون f ثابت و v کاهش می یابد، طول موج نیز کاهش خواهد یافت.

بنابراین رابطه $E = hf$ ، چون h و f ثابتند، انرژی وابسته به فوتون نیز ثابت می ماند.

(نوسان و نواح) (فیزیک ۳، مفاهیم ۱۷)



(نوسان و نواح) (فیزیک ۳، مفاهیم ۱۷)

۶۱- گزینه ۱۰

ابتدا طول موج نور ورودی را محاسبه می کنیم:

$$\lambda_1 = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{4 \times 10^{14} \text{ Hz}} \rightarrow \lambda_1 = \frac{3 \times 10^8}{4 \times 10^{14}} = \frac{3}{4} \times 10^{-6} \text{ m} = 750 \text{ nm}$$

$$\lambda_1 = \frac{3}{4} \times 10^{-6} \times 10^9 \text{ nm} \Rightarrow \lambda_1 = 750 \text{ nm}$$

با توجه به این که فاصله جبهه های متوالی موج همان طول موج نور است و پسند موج در عبور از یک محیط به محیط دیگر ثابت می ماند، با صورت زیر، ضریب شکست محیط شفاف را می یابیم:

$$v = \frac{c}{n} \quad c \text{ ثابت} \rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad v = \lambda f \rightarrow \frac{\lambda_1 f}{\lambda_2 f} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\frac{\lambda_1 = 750 \text{ nm}, n_1 = 1}{\lambda_2 = 600 \text{ nm}} \rightarrow \frac{750}{600} = \frac{n_2}{1} \Rightarrow n_2 = \frac{750}{600} \Rightarrow n_2 = 1.25$$

(نوسان و نواح) (فیزیک ۳، مفاهیم ۱۷)

۶۲- گزینه ۴۰

ابتدا با توجه به رابطه قانون شکست اسنل در دو محیط (۱) و (۲) داریم:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \quad \frac{\theta_2 = 30^\circ}{\theta_1 = 45^\circ} \rightarrow$$

$$n_1 \sin 45^\circ = n_2 \sin 30^\circ \rightarrow \frac{\sin 45^\circ \sin 30^\circ}{\sin 30^\circ \sin 45^\circ} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$n_1 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = n_2 \times \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sqrt{2}}{1} \quad (1)$$

از طرف دیگر، $n = \frac{c}{v}$ است، بنابراین می توان نوشت:

$$v = \frac{c}{n} \quad c \text{ ثابت} \rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad (1) \rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{2}}{1} \quad (2)$$

با توجه به این که تندی نور در محیط دوم، ۷۵ درصد کمتر از تندی نور در محیط اول است، می توان نوشت:

$$v_1 = v_2 - 0.75 v_1 = 0.25 v_1 \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = 0.25 \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{4} \quad (3)$$

بنابراین، اگر رابطه های (۲) و (۳) را در هم ضرب کنیم، داریم:

$$\frac{v_1}{v_2} \times \frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{2}}{1} \times \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{2}}{4} = 0.35$$

$$\Rightarrow v_2 = 0.35 v_1$$

می بینیم، تندی نور در محیط سوم، ۹۰ درصد تندی نور در محیط اول است، یعنی تندی نور در محیط سوم، ۱۰ درصد کمتر از تندی نور در محیط اول است.

(نوسان و نواح) (فیزیک ۳، مفاهیم ۱۷)

۶۵ - گزینه ۱۰

(سر مدخل صری)

لذا دوره تناوب هر یک از موجها را می‌دانیم به این منظور چون λ و v معلومند، از رابطه $\lambda = vT$ استفاده می‌کنیم وقت کنید چون هر دو موج در یک محیط منتشر می‌شوند تندی انتشار موج برای آنها ثابت و یکسان است

$$\frac{v\lambda_B}{v} = v \Rightarrow \lambda_B = v \cdot cm = 0.7m$$

$$T_B = \frac{\lambda_B}{v} = \frac{v \cdot cm}{v} \rightarrow T_B = \frac{0.7}{v} = \frac{v}{v \cdot 0.7}$$

$$T_A = \frac{\lambda_A}{v} = \frac{\lambda_A = v \cdot cm = 0.7m}{v} \rightarrow T_A = \frac{0.7}{v} = \frac{1}{1.0}$$

اکنون با استفاده از رابطه $v_{max} = A\omega$ می‌توان نوشت:

$$v_{max} = A\omega \xrightarrow{\omega = \frac{2\pi}{T}} v_{max} = A \times \frac{2\pi}{T}$$

$$\Rightarrow \frac{v_{maxA}}{v_{maxB}} = \frac{A_A}{A_B} \times \frac{T_B}{T_A} = \frac{A_A \cdot v_{cm}}{A_B \cdot v_{cm}} \rightarrow \frac{v_{maxA}}{v_{maxB}} = \frac{v}{v} \times \frac{1}{1.0}$$

$$\Rightarrow \frac{v_{maxA}}{v_{maxB}} = \frac{1}{1} \times \frac{v}{v} = \frac{v_{maxA}}{v_{maxB}} = \frac{v}{v}$$

(توان و توان) (فرکانس ۳۰ مگاهرتز ۱۶۶.۵)

۶۶ - گزینه ۴۰

(مقدم زمان)

بررسی گزینه‌ها

گزینه ۱۰: تانگنست - طبق رابطه $\ell = v\Delta t$ ، چون تندی انتشار موج به ویژگی‌های محیط وابسته است و به بسط بستگی ندارد، لذا ثابت می‌ماند بنابراین با توجه به این که Δt نیز ثابت است، مسافت طی شده تغییر نمی‌کند و برابر ℓ است.

گزینه ۲۰: تانگنست - بنابر رابطه $v_{max} = A\omega = A \times 2\pi f$ ، با افزایش بسط دامنه موج، بیشینه سرعت تانگنست قرات محیط افزایش می‌یابد، لذا چون موج عرضی است انتشار در راستای محور x و توان قرات در راستای محور y انجام می‌گیرد، لذا تانگنست به سرعت تانگنست قرات مختلف بر روی محور y افزایش خواهد یافت.

گزینه ۳۰: تانگنست - دو جبهه موج همبسته متوالی همواره در فاصله λ از یکدیگر واقع‌اند. طبق رابطه $\lambda = \frac{v}{f}$ ، با افزایش بسط، طول موج کاهش یافته و مقدار فاصله دو جبهه همبسته متوالی نیز کاهش خواهد یافت.

گزینه ۴۰: درست - با توجه به ثابت بودن مقدار v ، برای جبهه‌های موج به اندازه نوبت برابر طول موج می‌توان نوشت:

$$\Delta x = v\Delta t \Rightarrow v\lambda = v\Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{v\lambda}{v}$$

از طرفی طبق رابطه $\lambda = \frac{v}{f}$ با افزایش بسط، مقدار λ کاهش می‌یابد لذا مقدار Δt نیز

کاهش خواهد یافت بنابراین موج مسافت $v\lambda$ را در مدت زمان کمتری طی خواهد کرد.

(توان و توان) (فرکانس ۳۰ مگاهرتز ۱۶۶.۵)

۶۷ - گزینه ۲۰

(از مدخل صری)

چون تندی موج در رسانه ثابت است، برای محاسبه پهنای باند موج باید از رابطه $\Delta x = v\Delta t$ استفاده کنیم. به همین منظور لازم است تندی انتشار موج را داشته باشیم. بنابراین، با توجه به این که مسافت طی شده توسط هر قره از رسانه در مدت یک دوره تناوب برابر $\ell = vA$ است، لذا با استفاده از مسافت طی شده در مدت 0.75 که برابر $40cm$ است، دوره تناوب (T) را می‌دانیم و سپس از رابطه $\lambda = vT$ ، تندی انتشار موج را پیدا می‌کنیم:

$$\ell = vA \xrightarrow{A = 40cm} \ell = v \times 4 = 160cm$$

$$\frac{1}{n} = \frac{160cm}{40cm} \Rightarrow n = 4/5$$

$$T = \frac{t}{n} = \frac{t = 0.75s}{n = 4/5} \rightarrow T = \frac{0.75}{4/5} \Rightarrow T = 0.9375s$$

$$\lambda = vT \xrightarrow{\lambda = 160cm = 1.6m} 0.75 / \lambda = v \times 0.9375 \Rightarrow v = 0.8m/s$$

بنابراین پهنای باند موج برابر است با:

$$\Delta x = v\Delta t \xrightarrow{\Delta t = 0.75s} \Delta x = 0.8 \times 0.75 = 0.6m$$

(توان و توان) (فرکانس ۳۰ مگاهرتز ۱۶۶.۵)

۶۸ - گزینه ۴۰

(مقدم مدخل)

با توجه به جهت انتشار موج، پس از لحظه نشان داده شده قرات A ابتدا بالا رفته و سپس در ابتدای مسیر نقطه بازگشت برمی‌گردد و در ادامه حرکت در یک لحظه در نقطه A' خواهد بود. در این مدت قرات A مسافتی به اندازه ۳ برابر دامنه توان $(\ell = 3A)$ را طی می‌کند بنابراین می‌توان نوشت:

$$\ell = 3A \xrightarrow{A = 5cm} \ell = 3 \times 5 = 15cm$$

با افزایش عمق آب، تندی انتشار موج افزایش می‌یابد، بنابراین با توجه به این که بسامد موج

ثابت است و تندی انتشار موج برابر $v' = \lambda' \cdot f = 12 \frac{m}{s}$ می‌شود، طول موج جدید را

می‌یابیم:

$$\lambda' = \frac{v'}{f} = \frac{v' \cdot \lambda}{v} = \frac{12}{12} \cdot 0.5 = 0.5 \text{ m} \Rightarrow \lambda' = 0.5 \text{ cm}$$

در نهایت، فاصله یک برآمدگی تا گرهی مجاورش که برابر $\frac{\lambda'}{2}$ است، برابر است با:

$$x = \frac{\lambda'}{2} = \frac{0.5}{2} = 0.25 \text{ cm}$$

(پوران و موج) (تمرین ۳، مفهومی ۴۴ تا ۴۵)

۷۰ - گزینه ۲۰

(پوران و موج)

ابتدا دوره موج را بیابیم:

$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{0.5 \text{ cm}}{10 \text{ cm/s}} = 0.05 \text{ s}$$

اکنون مشخص می‌کنیم از مبدأ زمان تا لحظه $t = 0.5 \times 10^{-1} \text{ s}$ چند توان کامل

تجام گرفته است:

$$n = \frac{t}{T} = \frac{0.5 \times 10^{-1}}{0.05} = 1$$

با توجه به اینکه ۱۵ توان کامل تجام گرفته است، بنابراین در این لحظه جهت بردار

میدان الکتریکی خلاف جهت آن در لحظه $t = 0$ است، با توجه به اینکه جهت حرکت الکترون

جریان الکتریکی در جهت میدان الکتریکی طوری قرار گیرد که خم شدن آن جهت میدان

مغناطیسی را نشان دهد، در این صورت جهت انتشار موج را مشخص می‌کنیم:



(پوران و موج) (تمرین ۳، مفهومی ۴۴ تا ۴۵)

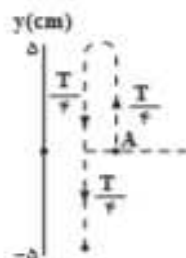
۷۱ - گزینه ۴۰

(پوران و موج)

ابتدا با استفاده از رابطه تراز شدت صوت، شدت صوت در فاصله ۱۰ متری از چشمه صوت

را می‌یابیم:

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \log \frac{1 \text{ W/m}^2}{10^{-12} \text{ W/m}^2} = 120 \text{ dB}$$



از طرف دیگر، با توجه به شکل، زمان این جابه‌جایی برابر $\Delta t = \frac{vT}{2} = 0.25 \text{ s}$ است، بنابراین، ابتدا

T را می‌یابیم و سپس با استفاده از رابطه $S_{av} = \frac{\ell}{\Delta t}$ ، تندی متوسط را حساب

می‌کنیم:

$$\lambda = vT = \frac{0.5 \text{ cm}}{0.25 \text{ s}} = 2 \text{ cm} \Rightarrow T = 0.25 \text{ s}$$

$$\Delta t = \frac{vT}{2} = \frac{2 \times 1}{2} = 1 \text{ s}$$

$$S_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{10 \text{ cm}}{1 \text{ s}} = 10 \text{ cm/s}$$

(پوران و موج) (تمرین ۳، مفهومی ۴۴ تا ۴۵)

۶۹ - گزینه ۲۰

(پوران و موج)

با توجه به این که فاصله دو برآمدگی مجاور هم و یا دو گرهی مجاور هم برابر یک طول

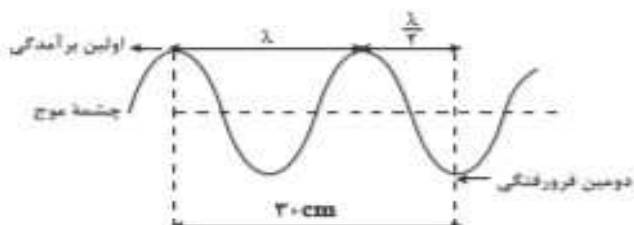
موج است، لذا، مطابق شکل زیر، فاصله اولین برآمدگی تا دومین گرهی برابر

$\lambda + \frac{\lambda}{2} = \frac{3\lambda}{2}$ می‌باشد، بنابراین، ابتدا قبل از افزایش عمق آب، λ و به دنبال آن

تندی انتشار موج را می‌یابیم با توجه به شکل داریم:

$$\frac{3\lambda}{2} = 2 \Rightarrow 3\lambda = 4 \Rightarrow \lambda = \frac{4}{3} \text{ cm} = 1.33 \text{ cm}$$

$$v = \lambda f = \frac{f \cdot \lambda}{\lambda} = \frac{1 \text{ Hz} \cdot 1.33 \text{ cm}}{1} = 1.33 \text{ cm/s}$$



۷۳ - گزینه ۳»

(مغزی از نسجها)

می‌تواند ارتفاع بسطی است که گوش انسان درک می‌کند بنابراین، با توجه به این که بسط صوت ثبت می‌شود، لذا ارتفاع صوت نیز ثبت خواهد شد. از طرف دیگر بلندی شدتی است که گوش انسان از صوت درک می‌کند و هر چه شدت صوت بیشتر باشد، بلندی آن نیز بیشتر است. بنابراین، با توجه به رابطه $\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{A_2}{A_1} \times \frac{r_1}{r_2} \times \frac{r_1}{r_2}\right)^2$ و افزایش دلتا جبهه صوتی و ثبت بودن فاصله از جبهه و بسط، شدت صوت افزایش می‌یابد. در نتیجه بلندی صوت نیز افزایش خواهد یافت.

(جوانان و نوجوانان) (تیرگ ۳، مفهومی ۷۳ تا ۷۴)

$$\alpha = 10 \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow \alpha = \log \frac{I}{I_0} \times 10 \Rightarrow \log \frac{I}{I_0} = \frac{\alpha}{10}$$

$$\log \frac{I}{I_0} = \log \frac{I}{10^{-12}} \Rightarrow \frac{I}{10^{-12}} = 10^{\frac{\alpha}{10}} \Rightarrow I = 10^{-12} \times 10^{\frac{\alpha}{10}} = 10^{-12 + \frac{\alpha}{10}}$$

اکنون با استفاده از رابطه $I = \frac{P}{A}$ و با توجه به این که $A = \pi r^2$ است، توان جبهه صوت را می‌یابیم:

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{\pi r^2} \Rightarrow P = I \times \pi r^2 = 10^{-12 + \frac{\alpha}{10}} \times \pi \times 0.01^2$$

$$10^{-12} = \frac{P}{\pi \times 0.01^2} \Rightarrow P = 10^{-12} \times \pi \times 0.01^2$$

(جوانان و نوجوانان) (تیرگ ۳، مفهومی ۷۳ تا ۷۴)

۷۴ - گزینه ۱»

(انسان صغری)

چون جبهه صوت ثبت است، تجمع جبهه‌های موج در دو سوی جبهه یکسان است، لذا امواج صوتی با طول موج یکسان در محل خوردیهای A و B قرار دارد. یعنی $\lambda_A = \lambda_B = \lambda$ است.

برای مقایسه بسط، چون خوردی B به طرف جبهه مساکن S حرکت می‌کند، در مقایسه با تکرار ساکن، در مدت زمان یکسان، با جبهه‌های موج بیشتری مواجه می‌شود که این منجر به افزایش بسط صوتی می‌شود که تکرار می‌شود یعنی $f_B > f$ است.

برای خوردی A که از جبهه صوت دور می‌شود، در مقایسه با تکرار ساکن، در مدت زمان یکسان، با جبهه‌های موج کمتری مواجه می‌شود که این منجر به کاهش بسط صوتی می‌شود که تکرار می‌شود یعنی $f_A < f$ است. بنابراین داریم:

$$f_A < f < f_B$$

بناظر کلی، اگر تکرار و جبهه صوت به هم نزدیک شوند، بسط صوت در مکانی بیشتر از بسط جبهه صوت و اگر دور شوند کمتر از بسط جبهه صوت است.

(جوانان و نوجوانان) (تیرگ ۳، مفهومی ۷۴ و ۷۵)

۷۲ - گزینه ۴»

(مغزی و برادران)

می‌توانیم شدت صوت با مجاور دلتا و بسط رابطه مستقیم و با مجاور فاصله از جبهه صوتی رابطه عکس دارد. با توجه به هموار ثابت بسط دو صوت را به دست می‌آوریم:

$$v = \lambda f$$

$$\lambda_A = v \lambda_B \Rightarrow \frac{v_B}{v_A} = \frac{\lambda_B f_B}{\lambda_A f_A} \Rightarrow \frac{v_B}{v_A} = \frac{f_B}{f_A}$$

$$v = \frac{1}{v} \times \frac{f_B}{f_A} \Rightarrow \frac{f_B}{f_A} = v$$

اکنون شدت صوت A را در فاصله d از آن محاسبه می‌کنیم:

$$\beta = \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow \frac{\beta - 55 \text{ dB}}{10} = \log \frac{I}{10^{-12}} \Rightarrow \frac{I}{10^{-12}} = 10^{\frac{\beta - 55}{10}}$$

$$10^{\frac{\beta - 55}{10}} = 10^{\frac{55 - 55}{10}} = 10^0 = 1 \Rightarrow I = 10^{-12} \times 1 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

$$= 10^{-12} \times \pi \times 0.01^2 = 3.14 \times 10^{-14} \text{ W}$$

$$I \propto \frac{A^2 f^2}{d^2} \Rightarrow \frac{I_B}{I_A} = \left(\frac{A_B}{A_A}\right)^2 \times \left(\frac{f_B}{f_A}\right)^2 \times \left(\frac{d_A}{d_B}\right)^2 = \frac{A_B^2 \times f_B^2 \times d_A^2}{A_A^2 \times f_A^2 \times d_B^2}$$

$$\Rightarrow \frac{I_B}{I_A} = \left(\frac{1}{2}\right)^2 \times 2^2 \times 2^2 = 4 \Rightarrow I_B = 4 \times 3.14 \times 10^{-14} \text{ W/m}^2$$

$$E = I A t = 4 \times 3.14 \times 10^{-14} \times 0.5 \times 10^{-3} = 6.28 \times 10^{-17} \text{ J}$$

$$= 6.28 \times 10^{-17} \text{ J} = 6.28 \times 10^{-17} \text{ J}$$

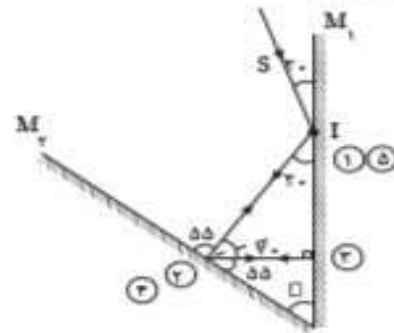
(جوانان و نوجوانان) (تیرگ ۳، مفهومی ۷۲ تا ۷۳)

۷۵ - گزینه ۳»

(مغزی و برادران)

برای این که پرتو SI پس از تاب خوردن متوالی با اینهای M_1 و M_2 ، از مجموعه دو آینه خارج شود، باید در برخورد سوم بر آینه M_1 عمود باشد. بنابراین با توجه به این که

زاویه پرتو ورودی با سطح آینه در هر برخورد به اندازه زاویه بین دو آینه افزایش می‌یابد. با توجه به شکل زیر می‌توان نوشت:



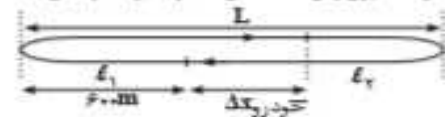
$$\alpha + \delta + \gamma = 180^\circ \Rightarrow \alpha = 35^\circ$$

(توبان و لواج) (فیزیک ۳، مفهومی ۷۷ و ۷۸)

۷۶ - گزینه ۳

(معموسه بر اراد)

چون راننده پژاک صوت از دو صخره را همزمان دریافت می‌کند بنابراین مسافت طی شده توسط دو صوت از لحظه بوق زدن تا لحظه دریافت توسط راننده یکسان است.



d_1 : مسافتی که صوت طی می‌کند تا پس از پژاک از صخره A به شخص برسد.

d_2 : مسافتی که صوت طی می‌کند تا پس از پژاک از صخره B به شخص برسد.

$$d_1 = d_2, d_1 + d_2 = 2L \Rightarrow d_1 = d_2 = L = 120 \text{ m}$$

اکنون زمانی که طول می‌کشد تا راننده صدای پژاک بوق را پس از لحظه زدن بوق دریافت کند به دست می‌آوریم:

$$t_1 = t_2 = \frac{d_1}{v_{\text{صوت}}} = \frac{120}{330} = \frac{2}{11} \text{ s}$$

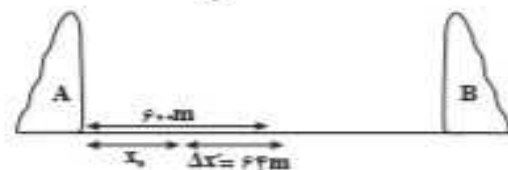
$$d_1 = L = 2 \times 600 + \Delta x_{\text{خودرو}} \Rightarrow \Delta x_{\text{خودرو}} = 80 \text{ m}$$

اکنون با توجه به رابطه حرکت با شتاب ثابت داریم:

$$\Delta x = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 t \xrightarrow[t = \frac{2}{11} \text{ s}, \Delta x = 80 \text{ m}]{t = \frac{2}{11}} 80 = \frac{1}{2} a \left(\frac{2}{11}\right)^2 + v_0 \left(\frac{2}{11}\right) \Rightarrow v_0 = 16 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

اکنون جمله‌ای فومبیل از لحظه شروع حرکت تا لحظه‌ای که سرعت آن برابر $16 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ می‌شود را به دست می‌آوریم:

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \xrightarrow[v = 16 \frac{\text{m}}{\text{s}}]{v_0 = 0, a = \frac{2}{11} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \Delta x' = \frac{16^2}{2 \times \frac{2}{11}} = 704 \text{ m}$$



$$\Rightarrow x = 600 - 64 = 536 \text{ m}$$

(توبان و لواج) (فیزیک ۳، مفهومی ۷۸ و ۷۹)

۷۷ - گزینه ۳

(ژان مردان)

از مکانی پرتوایی لکتریمغناطیسی برای تعیین تندی خونریها استفاده می‌شود.

وقت کنید، گر دیوار برای لواج لکتریمغناطیسی تیز برقرار است.

(توبان و لواج) (فیزیک ۳، مفهومی ۷۸ و ۷۹)

۷۸ - گزینه ۴

(معموسه بر اراد)

تندی انتشار موج در قسمت عمیق بیشتر از قسمت کم عمیق است. بنابراین مطابق

رابطه $v = \lambda f$ با توجه به این که بسامد تغییر نمی‌کند، طول موج در قسمت

کم عمیق کمتر است و فاصله جبهه‌های موج در قسمت کم عمیق کمتر می‌شود. با

انتقال موج از قسمت عمیق به قسمت عمیق چون تندی کاهش می‌یابد، زاویه راستای

انتشار موج با خط عمود در مرز دو قسمت تیز کاهش می‌یابد.

(توبان و لواج) (فیزیک ۳، مفهومی ۷۸ و ۷۹)

۷۹ - گزینه ۲

(معموسه بر اراد)

با استفاده از قانون شکست لندل و با توجه به اینکه فاصله بین دو جبهه موج مجاور، طول

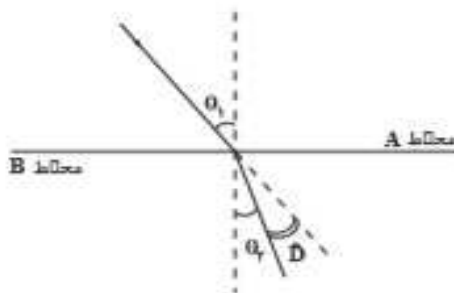
موج است، می‌توان نوشت:

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} \xrightarrow[v = \lambda f]{v = \lambda f} \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

$$\theta_1 = 53^\circ, \lambda_2 = 8 \text{ mm} \xrightarrow{\lambda_1 = 10 \text{ mm}} \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \xrightarrow[\sin \theta_1 = 0.8]{\sin \theta_2 = 0.6} \frac{0.8}{0.6} = \frac{8}{\lambda_1} \Rightarrow \sin \theta_2 = 0.6$$

$$\Rightarrow \theta_2 = 37^\circ$$



بنابراین، زاویه انحراف برابر است با:

$$\hat{D} = |\theta_1 - \theta_2| = |53 - 37| \Rightarrow \hat{D} = 16^\circ$$

(توبان و لواج) (فیزیک ۳، مفهومی ۷۸ و ۷۹)

المهوى (الزعماء)

$$\tan(\gamma^* - \theta_T) = \frac{p}{\lambda} = \frac{\tau}{\gamma} \xrightarrow{\tan \gamma^* = \frac{\tau}{\gamma}} \gamma^* - \theta_T = \gamma \Rightarrow \theta_T = \Delta \gamma^*$$

آنون با نشان رویای آتش و شکست و با استفاده از رابطه زیر نسبت شدی پرتوی تور در محیط شفاف به شدی تور در هوا را به دست می آوریم:

$$\frac{\sin \theta_T}{\sin \theta_i} = \frac{v_T}{v_i} \quad \theta_i = \theta + \Delta \theta \rightarrow \frac{\sin \Delta \theta}{\sin \theta} = \frac{v_T}{v_i}$$

$$\frac{\sin \Delta T^{\circ} \approx \Delta / \lambda}{\sin \theta^{\circ} \approx \frac{\sqrt{r}}{r}} \Rightarrow \frac{\lambda}{\sqrt{r}} = \frac{V_T}{V_L} \Rightarrow \frac{V_T}{V_L} = \frac{\lambda}{2\sqrt{r}} = \frac{\lambda\sqrt{r}}{2}$$

(نویسنده و مترجم: فرهنگ سرمدی ۱۳۸۴)

آلہ عم غنٹا ری)

جفتی را در لحظه‌ای که $U_p = 1/1J$ است، پیدا می‌کنیم.

$$K_i + U_i = K_r + U_r \xrightarrow[U_i = \gamma J, U_r = \gamma/J] {K_i = \gamma K_r}$$

$$\forall \mathbf{K}_r + \bullet / \forall = \mathbf{K}_r + \bullet / \Delta$$

$$\Rightarrow K_v = + / \Delta J$$

$$E = K_T + U_T = \omega / \Delta + \omega / \Lambda \Rightarrow E = \gamma / \tau J$$

$$\Rightarrow U_T + K_T = 1/\tau J \Rightarrow 1/1 + K_T = 1/\tau \Rightarrow K_T = \frac{\tau}{1\tau} J$$

با داشتن K_p به صورت زیر v_p را می‌توانیم:

$$K_T = \frac{1}{2}mv_T^2 = \frac{m \times 1 \times 10^{-3} \times 10^6}{2} \frac{\text{kg}}{\text{s}^2} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{1} \times 10^3 \frac{\text{J}}{\text{s}^2}$$

$$\Rightarrow v_r^r = r \Rightarrow v_r = r \frac{m}{s}$$

(آبوسان و الفواجر) (الجزء ۳، مطبوعات ۱۳۵۹ و ۱۳۶۰)

(برکت اعظمی)

با استفاده از رابطه $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ و با توجه به این که k ثابت است، داریم:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow \frac{v_f}{v_i} = \sqrt{\frac{F_f}{F_i}} \quad \frac{v_f = v_{\text{max}}}{v_i = 1.7 \frac{m}{s}}, F_i = 1.7 \Delta N$$

$$\frac{F_{\Delta}}{F} = \sqrt{\frac{F_r}{F}} \Rightarrow \frac{F_{\Delta}}{F} = \frac{F_r}{F} \Rightarrow F_r = F_{\Delta} \cdot N$$

$$\Rightarrow \Delta F = F_r - F_{\Delta} = F_{\Delta} - F_{\Delta} = 0$$

(تجارت و امور) (مذکورہ بالا)

کدام منشای

امواج الکترومغناطیسی به ترتیب افزایش طول موج و کاهش بسامد عبارتند از:

۴۵» به ترتیب افزایش بسامد و کاهش طول موج است.

(الوسائط و اصوات) (التربك ٣٠ صفة ٩٨)

(قبر و ارقعوانی قبر)

با استفاده از رابطه‌های $I = \frac{P}{A}$ و $P = \frac{E}{t}$ می‌توان نوشت:

$$I = \frac{E}{A} = \frac{E}{tA} \quad \frac{E=77 \times 10^{-11} \text{ J}, A=2 \times 10^{-9} \text{ m}^2}{t=1 \text{ min}=60 \text{ s}}$$

$$I = \frac{r r \times 10^{-11}}{p \times 5 \times 10^{-7}} = A \times 10^{-9} \frac{W}{m^2}$$

[نورمان و اسرار] (لننگ، ص ۷۶ و ۷۷)

امودی پراپی

با ورود پرتو از محیط غلیظ به رقیق، پرتو از خط عمود دورتر می‌شود. (رد)
 گزینهای ۲ و ۳ با توجه به اینکه بسامد نور آبی بیشتر از نور قرمز است (طول موج آن کمتر است)، ضریب شکست و میزان انحراف آن بیشتر خواهد بود و
 گزینه «۴» صحیح است.

(جوان و امواج) (میرنگ) ۳۰ صفحه‌های ۱۹ × ۲۸

(ایک اور کامیابی)

$$\frac{rT}{r} = .1 / r \Rightarrow T = .1 / r$$

$$\omega = \frac{\pi}{T} \frac{T_{\text{max}}}{T_2} \rightarrow \omega = \frac{\pi}{5/7} = \Delta\pi \frac{\text{rad}}{5}$$

$$x = A \cos \omega t \xrightarrow{A = 7 \text{ cm} = 7 \times 10^{-2} \text{ m}} x = 7 \times 10^{-2} \cos \omega t \xrightarrow{\omega = \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{1.0}} x = 7 \times 10^{-2} \cos 340t$$

$$X = +jV \cos \Delta\pi \times \frac{V}{10} \Rightarrow X = +jV \cos \frac{\pi\pi}{V} \frac{\cos \frac{\pi\pi}{V} - 1}{V}$$

$$\mathbf{x} = 0 / 0 \times (-\frac{1}{0}) = -0 / 0 \text{ III}$$

$$\mathbf{a} = -\omega^2 \mathbf{x} \quad \omega = \frac{v}{r} = \frac{2\pi \text{ rad}}{T} \quad \mathbf{a} = -\frac{v^2}{r} \hat{\mathbf{r}} \quad \left(\frac{v^2}{r} = \frac{4\pi^2 r}{T^2} \right)$$

$$S = T_0 \times 1.0001 \times T = 0.0001 \frac{m}{s}$$

(توسان و امواج) (الوزیک ۳۰، جمعہ ۵۵ ص ۵۴)

الحمد لله رب العالمين

$$T = \tau \pi \sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2}} \quad \frac{L_1 = 1.0 \text{ m}}{L_2 = 0.25 \text{ m}} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = 2 \Rightarrow T_2 = \frac{T_1}{2} = \frac{1.57 \text{ s}}{2} = 0.785 \text{ s}$$

$$\frac{T_T}{\lambda} = \sqrt{\frac{\lambda / \eta \eta L_\lambda}{L_\lambda}} \Rightarrow \frac{T_T}{\lambda} = \sqrt{\frac{\lambda \eta \eta}{\lambda \eta \eta}} \Rightarrow T_T = \lambda / \eta \eta$$

چون با افزایش طول آونگ دوره تناوب آن افزایش یافته است، ساعت عقب می افتد. برای محاسبه مدت زمان عقب افتادن ساعت، لازم است بدانیم در مدت $t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$ ، آونگ اول چه تعداد نوسان بیشتر انجام می دهد، به همین منظور می توان نوشت:

$$N = N_1 - N_f \xrightarrow{N = \frac{t}{T}} N = \frac{t}{T} - \frac{t}{T} \frac{T_1 = 1/2, T_f = 1/\sqrt{2}}{t = 0.1} \rightarrow$$

$$N = \frac{p_+}{1} - \frac{p_+}{1/\gamma} = p_+ - \alpha p_+ \Rightarrow N = \gamma p_+$$

$$\Delta t = NT_f = 1 \times 0.5 \Rightarrow \Delta t = 0.5$$

بالتالي، فإن عدد التعدادات

$$\eta_T = \frac{t}{T_T} = \frac{t}{1/\gamma} = 50$$

معدل $\Delta T = 1/2 - 1 = -1/25$ على مقياس الفهرنهايت، لذا فإن معدل $\theta = 6.0$ به البداية:

$$\Delta t = \Delta x \cdot v = 1.5$$

(لوحات و اسرار) (البرکات، ص ۳۰۵-۳۰۶)

(عبدالرحمن اعظمي، زميني)

$$\frac{T}{\gamma} = 0.1 \Rightarrow T = 0.95 \text{ برابر است با}$$
$$\frac{\Delta \lambda}{\lambda} = v \Rightarrow \lambda = v \tau c m = 0.7 \tau v m$$

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{c/\nu T}{c/\nu} = \lambda \frac{\nu}{c}$$

$$v = \sqrt{\frac{FL}{m}} = \frac{F = \mu F N, v = \lambda \frac{m}{L} = \frac{1}{\lambda} \frac{m}{\mu}}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \sqrt{\frac{\mu F \times \lambda / \pi}{m}} \Rightarrow \mu F = \frac{m}{\lambda}$$

$$m = 1.5 \text{ kg} \xrightarrow{\text{N}} m = 1 \text{ g}$$

(نویسنده و احوال) (روزگار) (تاریخ) (۱۳۵۷ و ۱۳۵۸)

(مستطی، کیانی، ۱)

$$\frac{I_T}{I_1} = \left(\frac{A_T}{A_1} \times \frac{f_T}{f_1} \times \frac{r_1}{r_T} \right)^2 \frac{A_1 = A_T, f_1 = f_T}{r_1 = 1 \text{ m}, r_T = 7 \text{ m}} \rightarrow \frac{I_T}{I_1} = \left(1 \times 1 \times \frac{1}{7} \right)^2$$

$$\Rightarrow \frac{\mathbf{I}_f}{\mathbf{I}_b} = \Delta^T$$

$$\Delta\beta = \gamma \cdot \log \frac{I_Y}{I_X} = \gamma \cdot \log \Delta^Y \Rightarrow \Delta\beta = \gamma \cdot \log \Delta \xrightarrow{\Delta = \frac{1+\gamma}{\gamma}}$$

$$\Delta\beta = \tau \cdot \log\left(\frac{a}{b}\right) \xrightarrow{\log \frac{a}{b} = \log a - \log b} \Delta\beta = \tau \cdot (\log v_1 - \log v_2)$$

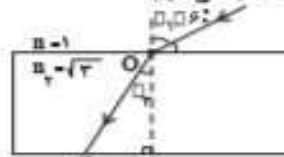
$$\frac{\log \tau_{\text{meas}} / \tau}{\log 1/0.1} \rightarrow \Delta\beta = \tau \cdot (1 - 0.1/\tau) = 1\tau \text{ dB}$$

[توسان و اسرار] (الجزء ۳، مجلہ ۷۰ تا ۷۳)

۹۰ - گزینه ۲»

(اصول اولیای آینه‌ای)

ابتدا به کمک قانون شکست اسنل، زاویه شکست را محاسبه و سپس شدی انتشار نور در تیغه را محاسبه می‌کنیم:



$$\frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} = \frac{n_r}{n_i} \Rightarrow \frac{\sin 45^\circ}{\sin \theta_r} = \frac{\sqrt{2}}{1}$$

$$\Rightarrow \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{\sin \theta_r} = \sqrt{2} \Rightarrow \sin \theta_r = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta_r = 30^\circ$$

شدی انتشار نور در تیغه برابر است با:

$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow \sqrt{2} = \frac{3 \times 10^8}{v} \Rightarrow v = \frac{3 \times 10^8}{\sqrt{2}} \frac{m}{s}$$

چون شدی نور ثابت است، به صورت زیر جابه‌جایی نور در تیغه را می‌یابیم. بنابراین مقدار جابه‌جایی نور در تیغه (OB) برابر است با:

$$\Delta x = v \cdot \Delta t \quad \Delta t = \frac{\Delta x}{v} = \frac{\Delta x}{\frac{3 \times 10^8}{\sqrt{2}}} \Rightarrow \Delta x = \sqrt{2} \times 10^8 \times 5 \times 10^{-9}$$

$$\Rightarrow \Delta x = 5\sqrt{2} \times 10^{-1} m \Rightarrow OB = \Delta x = 0.5\sqrt{2} m$$

در آنجا در مثلث OAB داریم:

$$\cos \theta_r = \frac{OA}{OB} \quad \theta_r = 30^\circ, OB = 0.5\sqrt{2} m \Rightarrow \cos 30^\circ = \frac{d}{0.5\sqrt{2}}$$

$$\frac{\cos 30^\circ}{1} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{d}{0.5\sqrt{2}} \Rightarrow d = 0.5 m = 50 cm$$

(توان و موج) (فرکانس ۳، عمده‌های ۵ و ۵)

۹۱ - گزینه ۲»

(توان گرانی)

می‌توانیم در لحظه‌ای که جهت حرکت توستنر تغییر می‌کند، توستنر در نقاط بازگشتی ($x = \pm A$) قرار دارد و در این مکان شتاب توستنر بیشینه و برابر $a_{max} = A\omega^2$ است. همچنین، در لحظه‌ای که جهت برآورد مکان توستنر تغییر می‌کند، توستنر از نقطه تعادل عبور می‌کند و در این نقطه شدی توستنر بیشینه و برابر $v_{max} = A\omega$ می‌باشد. بنابراین، ابتدا بسط زاویه‌ای توستنر را می‌یابیم. وقت کنید، چون توستنر در راستای محور x توستن می‌کند، گرانه‌های «+» و «-» رد می‌شوند.

$$\begin{cases} a_{max} = A\omega^2 \Rightarrow \frac{a_{max}}{v_{max}} = \frac{A\omega^2}{A\omega} = \omega \Rightarrow \frac{a_{max} = 7\pi \frac{m}{s^2}}{v_{max} = 7 \frac{m}{s}} = \omega \end{cases}$$

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

با داشتن ω و با استفاده از رابطه زیر، شتاب توستنر در مکان $x = -1 cm$ را می‌یابیم:

$$a = -\omega^2 x \quad x = -1 cm = -0.01 m \Rightarrow a = -\pi^2 \times (-0.01) \Rightarrow a = \frac{\pi^2}{100} \frac{m}{s^2}$$

$$\Rightarrow \vec{a} = \left(\frac{\pi^2}{100} \frac{m}{s^2} \right) \vec{i}$$

(توان و موج) (فرکانس ۳، عمده‌های ۵ و ۵)

۹۲ - گزینه ۳»

ابتدا دوره تناوب توستنر را می‌یابیم:

$$x = 0.05 \cos \frac{\pi}{4} t \Rightarrow \begin{cases} \omega = \frac{\pi rad}{4 s} \\ A = 0.05 m = 5 cm \end{cases}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \frac{\pi}{4} = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = 8 s$$

با توجه به این که دوره تناوب $T = 8 s$ است، مدت زمان $\Delta t = 8 - 0 = 8 s$ برابر $\frac{T}{2}$

دوره تناوب می‌باشد. بنابراین، با توجه به طرح زیر، می‌توان نوشت:

$$t=0 \quad t=4 \quad t=8$$

$$l = 2A \quad A = 5 cm \Rightarrow l = 2 \times 5 = 10 cm$$

(توان و موج) (فرکانس ۳، عمده‌های ۵ و ۵)

(توان گرانی)

۹۳ - گزینه ۳»

وقتی جسم را $5 cm$ پایین بکشیم و رها کنیم، جسم با دامنه $A = 5 cm$ حرکت همدلنگ ساده انجام می‌دهد. بنابراین، ابتدا با محاسبه بسط زاویه‌ای، معادله حرکت توستنر را می‌یابیم و سپس مکان توستنر را در لحظه $t = \frac{1}{4} s$ به دست می‌آوریم:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad k = 9 \frac{N}{m} \quad m = 4 \times 10^{-2} kg \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{9}{4 \times 10^{-2}}}$$

$$\Rightarrow \omega = 15 \frac{rad}{s}$$

$$\frac{\pi}{4} = 15 \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{9}{4 \times 10^{-2}}} \Rightarrow \omega = \frac{15\pi}{4} \frac{rad}{s}$$

$$x = A \cos \omega t \quad A = 5 cm = 0.05 m \Rightarrow x = 0.05 \cos 15\pi t$$

$$t = \frac{1}{4} \Rightarrow x = 0.05 \cos \left(15\pi \times \frac{1}{4} \right) \Rightarrow x = 0.05 \cos \frac{15\pi}{4}$$

$$\cos \frac{15\pi}{4} = \frac{1}{2} \Rightarrow x = 0.05 \times \frac{1}{2} \Rightarrow x = \frac{1}{40} m$$

انگشت، شتاب حرکت توستنر را در مکان $x = \frac{1}{40} m$ می‌یابیم:

$$a = -\omega^2 x \quad x = \frac{1}{40} m \quad \omega = 15\pi \frac{rad}{s} \Rightarrow a = -225\pi^2 \times \frac{1}{40}$$

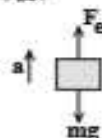
$$\frac{\pi}{4} = 15 \Rightarrow a = -225\pi^2 \times \frac{1}{40} \Rightarrow a = -\frac{225\pi^2}{8} \frac{m}{s^2}$$

در آنجا، با در نظر گرفتن جهت مثبت به طرف پایین، با استفاده از قانون دوم نیوتون نیروی کششی را که بر جسم وارد می‌شود، پیدا می‌کنیم:

$$F_{net} = ma \Rightarrow mg - F_e = ma$$

$$m = 4 \times 10^{-2} kg \Rightarrow 0.4 \times 10^{-1} - F_e = 0.4 \times \left(-\frac{225\pi^2}{8} \right)$$

$$\Rightarrow F_e = 0.4 + 22.5\pi^2 = 22.5\pi^2 N$$



(توان و موج) (فرکانس ۳، عمده‌های ۵ و ۵)

۹۴- گزینه ۱۰

(مقتضای سوال)

می‌دانیم در لحظه بازگشتی بزرگی نیرو پستیینه و در لحظه تعادل، انرژی جنبشی توپشگر پستیینه است. با توجه به این که پستیینه انرژی جنبشی برابر انرژی مکانیکی است، با استفاده

از رابطه‌های $E = \frac{1}{2}mv^2$ و $F = m\omega^2 A$ ، به صورت زیر K_{max} را می‌یابیم.
 وقت کنید، دامنه‌ی تویسان برابر نصف طول پاره خط تویسان است.

$$A = \frac{\text{طول پاره خط تویسان}}{2} = \frac{A}{2} \Rightarrow A = 2 \text{ cm} = 2 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$E = \frac{1}{2}mv^2 A^2 \Rightarrow E = \frac{1}{2}m\omega^2 A \times A$$

$$F_{max} = m\omega^2 A \Rightarrow E = \frac{1}{2}F_{max} A$$

$$\frac{F_{max} = 0.5 \text{ N}}{A = 2 \times 10^{-2} \text{ m}} \Rightarrow E = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 2 \times 10^{-2}$$

$$\frac{K_{max} = E}{K_{max} = 0.5 \text{ J}}$$

(تویسان و تویان) (تویان) (تویان) (تویان) (تویان)

۹۵- گزینه ۲۰

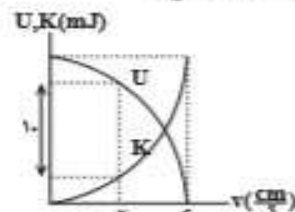
(مقتضای سوال)

می‌دانیم توپشگر در نقاط بازگشتی ($x = \pm A$) تغییر جهت می‌دهد و در این نقاط نیروی وارد بر توپشگر پستیینه است. بنابراین، ابتدا رابطه بین پستیینه نیرو و انرژی مکانیکی توپشگر را می‌یابیم.

$$E = \frac{1}{2}mv^2 A^2 \xrightarrow{F_{max} = m\omega^2 A} E = \frac{1}{2}F_{max} A \Rightarrow F_{max} = \frac{2E}{A} \quad (1)$$

اکنون از روی داده‌های نمودار انرژی مکانیکی را می‌یابیم. وقت کنید، با توجه به نمودار بالای $v = 40 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$ انرژی جنبشی پستیینه است. همچنین در لحظه‌ای که انرژی توپشگر

$$U = K = 10 \text{ mJ} \text{ می‌باشد}$$



$$K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow \frac{K}{K_{max}} = \left(\frac{v}{v_{max}}\right)^2$$

$$\frac{K_{max} = 5 \text{ J}}{v = 20 \frac{\text{cm}}{\text{s}}} \Rightarrow \frac{K}{E} = \left(\frac{v}{v_{max}}\right)^2$$

$$\Rightarrow K = \frac{1}{2}E \xrightarrow{E = U + K} K = \frac{1}{2}(U + K)$$

$$\Rightarrow U = 2K \xrightarrow{U = K + 10} K + 10 = 2K \Rightarrow K = 10 \text{ mJ}$$

همچنین داریم:

$$K = \frac{1}{2}E \xrightarrow{K = 10 \text{ mJ}} 10 = \frac{1}{2}E \Rightarrow E = 20 \text{ mJ} = 20 \times 10^{-3} \text{ J}$$

$$A = \frac{\text{طول پاره خط تویسان}}{2} = \frac{12}{2} = 6 \text{ cm} = 6 \times 10^{-2} \text{ m}$$

در آخر داریم:

$$(1) \Rightarrow F_{max} = \frac{2E}{A} \Rightarrow F_{max} = \frac{2 \times 20 \times 10^{-3}}{6 \times 10^{-2}} \Rightarrow F_{max} = \frac{2}{3} \text{ N}$$

(تویان و تویان) (تویان) (تویان) (تویان) (تویان)

۹۶- گزینه ۴۰

(مقتضای سوال)

می‌دانیم انرژی که در مدت t تعداد n تویسان کامل انجام می‌دهد، دوره تویان آن برابر

$$T = \frac{t}{n} \text{ است. بنابراین، اگر کمیت‌های مربوط به تویان آنگ در تویان زمین را با تویان}$$

(۱) و در تویان ماه را با تویان (۲) نشان دهیم، می‌توان نوشت:

$$T = \frac{t}{n} \xrightarrow{t_1 = t_2} \frac{T_1}{T_2} = \frac{n_2}{n_1} \xrightarrow{n_2 = 2 + 2 = 4} \frac{T_1}{T_2} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

از طرف دیگر، با توجه به رابطه دوره تویان آنگ ساده، داریم:

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

$$\frac{g_2 = 1/9}{g_1 = 1} \times \frac{1}{2} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2} \times \frac{1}{9}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{L_1}{L_2} \times \frac{1}{9} \Rightarrow \frac{L_1}{L_2} = \frac{9}{2} \Rightarrow L_2 = 0.4 L_1$$

در آخر، درصد تغییر طول آنگ برابر است با:

$$\text{درصد تغییر طول آنگ} = \frac{L_2 - L_1}{L_1} \times 100 = \frac{0.4 L_1 - L_1}{L_1} \times 100 = -60\%$$

$$\Rightarrow \text{درصد تغییر طول آنگ} = \frac{-0.6 L_1}{L_1} \times 100 = -60\%$$

بنابراین، بلند طول آنگ را ۶۰ درصد کاهش دهیم.

(تویان و تویان) (تویان) (تویان) (تویان) (تویان)

۹۷- گزینه ۴۰

(مقتضای سوال)

اگر توپشگر را با سرعتی بیشتر یا کمتر از سرعت طبیعی آن به تویان درآوریم، دامنه تویان کوچکتر از حالتی خواهد شد که آن را با سرعت طبیعی‌اش به تویان درآوریم.

(تویان و تویان) (تویان) (تویان) (تویان) (تویان)

۹۸- گزینه ۱۰

(مقتضای سوال)

الف) درست است. موج‌های عرضی و طولی از نوع موج‌های پیش رفته هستند و انرژی را با خود منتقل می‌کنند.

ب) نادرست است. دامنه موج متوالی برابر یک طول موج است.

پ) نادرست است. طول موج برابر مسافتی است که موج در مدت دوره تویان تویان جتیمه طی می‌کند.

ت) نادرست است. انرژی تویان موج به جنس و ویژگی‌های محیط انتشار بستگی دارد و در محیط‌های مختلف، متفاوت است.

(تویان و تویان) (تویان) (تویان) (تویان) (تویان)

۹۹- گزینه ۴۰

(مقتضای سوال)

ابتدا به دستورات را می‌یابیم:

$$f = \frac{n}{t} \xrightarrow{n = 220, t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}} f = \frac{220}{60} = 3.67 \text{ Hz}$$

اکنون طول موج را می‌یابیم. وقت کنید، فاصله بین یک سیمخ (قله) تا پستیخ (دره)

مجاورت برابر $\frac{\lambda}{2}$ است و یک هکتومتر برابر 100 m است.

$$\frac{\lambda}{2} = 50 \Rightarrow \lambda = 100 \text{ cm} = 1 \text{ m} \xrightarrow{1 \text{ km} = 1000 \text{ m}} \lambda = \frac{1}{1000} \text{ km} = 0.001 \text{ km}$$

در آخر، انرژی تویان موج را به دست می‌آوریم:

$$\lambda = \frac{v}{f} \xrightarrow{\lambda = 0.001 \text{ km}, f = 3.67 \text{ Hz}} 0.001 = \frac{v}{3.67} \Rightarrow v = 0.00367 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

(تویان و تویان) (تویان) (تویان) (تویان) (تویان)

۱۰۰- گزینه «۳»

(نمودار از خود می‌نویس)

با توجه به رابطه $E = \frac{1}{\epsilon_0} m \omega^2 A^2 = \pi^2 m A^2 f^2$ ، فرقی مکتبیکی توپشگر، با مایع دانه، مربع بسافت و جرم متساوی است از طرف دیگر با توجه به نمودار مکان - زمان دو توپشگر، $A_A = 8 \text{ cm}$ و $A_B = 2 \text{ cm}$ و برای یک توپشگر کلید توپشگر A ، توپشگر B تعداد ۳۵ توپشگر انجام می‌دهد بنابراین، $f_B = 2 / \Delta f_A$ است داریم:

$$E = \pi^2 m A^2 f^2 \Rightarrow \frac{E_A}{E_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \left(\frac{A_A}{A_B}\right)^2 \times \left(\frac{f_A}{f_B}\right)^2$$

$$\frac{m_B = m_A, f_B = 2 / \Delta f_A}{A_A = 8 \text{ cm}, A_B = 2 \text{ cm}} \Rightarrow \frac{E_A}{E_B} = \frac{m_A}{m_A} \times \left(\frac{8}{2}\right)^2 \times \left(\frac{f_A}{2 / \Delta f_A}\right)^2$$

$$\Rightarrow \frac{E_A}{E_B} = \frac{1}{4} \times 16 \times \frac{f_A}{25} \Rightarrow \frac{E_A}{E_B} = \frac{16}{25}$$

(نمودار و نمودار) (فرکانس ۳، مقادیر ۵۵ و ۵۵)

۱۰۱- گزینه «۴»

(نمودار از خود می‌نویس)

ابتدا دوره تناوب موج بررسی می‌کنیم با توجه به نمودار داده شده $\frac{v \lambda}{v} = \frac{v \lambda}{v}$ و دانه برابر $A = 2 \text{ cm}$ است بنابراین، با محاسبه طول موج، به صورت زیر T را حساب می‌کنیم:

$$\frac{v \lambda}{v} = \frac{v \lambda}{v} \Rightarrow v \lambda = v \Delta \Rightarrow \lambda = 5 \text{ cm}$$

$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{5 \text{ cm}}{v = \frac{10 \text{ cm}}{s}} \Rightarrow T = \frac{5}{10} = \frac{1}{2} \text{ s}$$

اکنون برای زمانی $t_2 - t_1$ را پیدا می‌کنیم و سپس متغیر می‌کنیم این بار را زمانی چند کسری از دوره تناوب (T) است

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{t_2 - t_1}{\frac{1}{16} \text{ s}} \Rightarrow \Delta t = \frac{v}{A} = \frac{1}{16} \Rightarrow \Delta t = \frac{5}{16} \text{ s}$$

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{\frac{5}{16}}{\frac{1}{2}} \Rightarrow \frac{\Delta t}{T} = \frac{5}{8} \Rightarrow \Delta t = \frac{5}{8} T$$

با توجه به این که توپشگر در هر دوره تناوب مسافت $4A$ را طی می‌کند لذا با توجه به موقعیت قره M در مدت $\frac{\Delta t}{T}$ که برابر $T + \frac{T}{8}$ است قره M پس از مدت T به مکان اولیه برمی‌گردد و مسافت $4A$ را طی می‌کند و به دنبال آن پس از مدت $\frac{T}{8}$ به نقطه A می‌رسد و مسافت A را طی خواهد کرد بنابراین، در مجموع مسافت $5A$ را طی می‌کند در آخر، تندی متوسط برابر است به

$$s = 5A = 5 \times 2 \text{ cm} \Rightarrow s = 10 \text{ cm}$$

$$s_{av} = \frac{s}{\Delta t} = \frac{10 \text{ cm}}{\frac{5}{16} \text{ s}} \Rightarrow s_{av} = \frac{10}{5} \times \frac{16}{1} = 32 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

(نمودار و نمودار) (فرکانس ۳، مقادیر ۲۵ و ۲۵)

۱۰۲- گزینه «۳»

(نمودار از خود می‌نویس)

با استفاده از رابطه تراز شدت صوت $(\beta = 10 \log \frac{I}{I_0})$ به صورت زیر، $\beta_1 - \beta_2$ را پیدا می‌کنیم:

$$\beta_1 - \beta_2 = 10 \left(\log \frac{I_1}{I_0} - \log \frac{I_2}{I_0} \right) = \log \frac{a}{b} = \log a - \log b$$

$$\beta_1 - \beta_2 = 10 \log \frac{I_1}{I_2} = 10 \log \frac{P}{A_1} - 10 \log \frac{P}{A_2}$$

$$\Rightarrow \beta_1 - \beta_2 = 10 \log \frac{A_2}{A_1} \frac{A_1 = 1 \text{ cm}^2}{A_2 = 1 \text{ cm}^2} \Rightarrow \beta_1 - \beta_2 = 10 \log \frac{1}{1}$$

$$\Rightarrow \beta_2 - \beta_1 = 10 \log 1 = 0 \Rightarrow \beta_1 - \beta_2 = 10 \times 0 = 0$$

$$\Rightarrow \beta_1 = \beta_2 + 0 \text{ dB}$$

می‌بینیم، تراز شدت صوت فریشتی توسط شخصی (۱) ۳ دسی‌بل بیشتر از تراز شدت صوت فریشتی توسط شخصی (۲) است

(نمودار و نمودار) (فرکانس ۳، مقادیر ۱۵ و ۱۵)

۱۰۳- گزینه «۳»

(نمودار و نمودار)

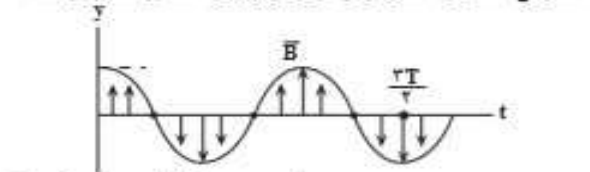
با استفاده از رابطه است راست، جهت شکست به سمت \vec{E} ، جهت شکست به سمت \vec{B} ، جهت شکست به سمت \vec{v} در لحظه $t = 0$ میدان مغناطیسی در جهت محور y و مقدار آن متغیر می‌باشد، به گونه‌ای که \vec{E} به سمت \vec{B} تیز به سمت \vec{E} می‌گردد، وقتی \vec{E} صفر است، \vec{B} تیز صفر خواهد بود، یعنی تغییر \vec{E} و \vec{B} متغیر یکدیگرند

اکنون متغیر می‌کنیم، در لحظه $t = 35$ میدان مغناطیسی (B) چگونه است به همین منظور، ابتدا دوره تناوب (T) را می‌یابیم چون هر قره موج، در مدت $t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$ ، تعداد ۳۰ توپشگر کلید انجام می‌دهد، می‌توان نوشت:

$$T = \frac{t}{n} = \frac{60 \text{ s}}{30} \Rightarrow T = \frac{60}{30} = 2 \text{ s}$$

چون $T = 2 \text{ s}$ است، $t = 35$ برابر $\frac{35}{2}$ خواهد بود بنابراین، اگر جهت موج را برای میدان مغناطیسی \vec{B} رسم کنیم، می‌بینیم در لحظه $t = 35$ ، میدان مغناطیسی \vec{B} ، به سمت \vec{E} خود را دارد و سوی آن در خلاف جهت محور y است

چون $T = 2 \text{ s}$ است، $t = 35$ برابر $\frac{35}{2}$ خواهد بود بنابراین، اگر جهت موج را برای میدان مغناطیسی \vec{B} رسم کنیم، می‌بینیم در لحظه $t = 35$ ، میدان مغناطیسی \vec{B} ، به سمت \vec{E} خود را دارد و سوی آن در خلاف جهت محور y است



(نمودار و نمودار) (فرکانس ۳، مقادیر ۲۵ و ۲۵)

۱۰۴- گزینه «۱»

(نمودار از خود می‌نویس)

ابتدا با استفاده از معادله حرکت هماهنگ ساده، ω را پیدا می‌کنیم با توجه به نمودار، دانه $A = 1 \text{ m}$ و در لحظه $t = \frac{1}{\pi} \text{ s}$ مکان توپشگر برابر $x = \frac{1}{\pi} \text{ m}$ است بنابراین داریم:

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

$$\Rightarrow \cos \frac{1}{\pi} = \frac{1}{\pi} \Rightarrow \cos \frac{\pi}{2} = \frac{1}{\pi} \Rightarrow \frac{1}{\pi} = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \omega = 1 \times \frac{\pi}{2} \text{ rad/s}$$

اکنون با استفاده از رابطه بین نیرو و مکان در حرکت همافک ساده می‌توان نوشت:

$$F = -m\omega^2 x \xrightarrow{\omega = 10\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}, x = \frac{1}{\pi} \text{m}} F = -10 \times 100 \times \pi^2 \times \frac{1}{\pi}$$

$$\pi^2 = 10 \Rightarrow F = -10 \times 100 \times \pi = -1000\text{N} \Rightarrow |F| = 1000\text{N}$$

(جواب و جواب) (فرکانس ۳، معادله ۵۵ و ۵۷)

۱۰۵- گزینه ۲»

(معادله ۱ و ۲)

در حالت اول، طول، جرم و نیروی کششی سیم به ترتیب برابر m ، L و F و در حالت

دوم که $\frac{F}{4}$ از طول سیم را کنار گذاشته ایم و $\frac{1}{4}$ از آن باقی‌مانده است، جرم سیم $\frac{1}{4}$

جرم آن در حالت اول می‌باشد بنابراین، با توجه به این که، طول سیم را به طول آن در

حالت اولیه رسانده و آن را با نیروی $\frac{F}{4}$ کشیده ایم، با استفاده از رابطه $v = \sqrt{\frac{FL}{m}}$

می‌توان نوشت:

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{F_2 \times L_2 \times m_1}{F_1 \times L_1 \times m_2}} \quad v_1 = 16 \frac{\text{m}}{\text{s}}, m_1 = m, m_2 = \frac{1}{4}m \rightarrow$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{F}{F} \times 1 \times \frac{m}{\frac{1}{4}m}} \Rightarrow \frac{v_2}{16} = \sqrt{4} \Rightarrow \frac{v_2}{16} = 2 \Rightarrow v_2 = 32 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\Delta v = v_2 - v_1 = 32 - 16 = 16 \Rightarrow \Delta v = 16 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

می‌بینیم، تبدیلی تغییرات موج عرضی در سیم، $16 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ افزایش پیدا کرده است.

(جواب و جواب) (فرکانس ۳، معادله ۵۵ و ۵۷)

۱۰۶- گزینه ۳»

(نمره ۲)

ابتدا با استفاده از رابطه $T = \frac{t}{n}$ ، نسبت $\frac{T_2}{T_1}$ را می‌یابیم:

$$T = \frac{t}{n} \quad t_1 = t_2 \rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{n_1}{n_2} \quad n_2 = 45 + 45 = 90 \rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{45}{90} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{1}{2}$$

اکنون با استفاده از رابطه دوره تناوب آونگ ساده، L_T را پیدا می‌کنیم:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad \text{تایید} \rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} \quad L_1 = 60\text{cm} \rightarrow \frac{1}{2} = \sqrt{\frac{L_2}{60}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{4} = \frac{L_2}{60} \Rightarrow L_2 = 15\text{cm}$$

در آخر، تغییر طول آونگ را به دست می‌آوریم:

$$\Delta L = L_2 - L_1 = 15 - 60 = -45\text{cm}$$

می‌بینیم، باید طول آونگ را 45cm کاهش دهیم.

(جواب و جواب) (فرکانس ۳، معادله ۵۵ و ۵۷)

۱۰۷- گزینه ۱»

(معادله ۱)

گستره امواج الکترومغناطیسی به ترتیب افزایش طول موج و کاهش بسامد عبارتند از:

پرتو گاما \leftarrow پرتو ایکس \leftarrow فرابنفش \leftarrow نور مرئی (نفتش) \leftarrow تیلی \leftarrow لای

\leftarrow سبز \leftarrow زرد \leftarrow نارنجی \leftarrow قرمز \leftarrow فروسرخ \leftarrow میکروموج \leftarrow رادیویی

بنابراین، در گزینه «۱» موج‌های الکترومغناطیسی به ترتیب کاهش بسامد منظم شده‌اند.

(جواب و جواب) (فرکانس ۳، معادله ۵۵ و ۵۷)

۱۰۸- گزینه ۳»

(نمره ۲)

ابتدا بسامد و طول موج را به دست می‌آوریم:

$$x = 3 \times 10^{-7} \cos 400\pi t \Rightarrow \omega = 400\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\omega = 2\pi f_1 \Rightarrow 400\pi = 2\pi \times f_1 \Rightarrow f_1 = 200\text{Hz}$$

$$\lambda_2 = \frac{v}{f_2} \quad v = 330 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad f_2 = 200\text{Hz} \Rightarrow \lambda_2 = \frac{330}{200} = 1.65\text{m} = 165\text{cm}$$

$$\Rightarrow \lambda_1 = \lambda_2 = 165\text{cm}$$

چون جبهه صوت ساکن است، طول موج آن ثابت و به حرکت شناخته‌شده بستگی ندارد.

بنابراین، طول موج دریاقی توسط شناخته 165cm است. از طرف دیگر، چون شناخته

از جبهه صوت دور می‌شود، بسامد دریاقی توسط شناخته از بسامد جبهه صوت کمتر

است بنابراین داریم:

$$f_1 < f_2 \quad f_2 = 200\text{Hz} \Rightarrow f_1 < 200\text{Hz}$$

می‌بینیم، در گزینه‌های (۳) و (۴)، بسامد دریاقی توسط شناخته از بسامد جبهه

صوت کمتر است. اما در گزینه (۴) طول موج دریاقی از طول موج جبهه صوت کمتر

می‌باشد، بنابراین، گزینه (۳) درست است.

(جواب و جواب) (فرکانس ۳، معادله ۵۵ و ۵۷)

۱۰۹- گزینه ۱»

(معادله ۱ و ۲)

می‌توانیم شدت صوت با حاصل ضرب مجذور دامنه و بسامد رابطه مستقیم و با مجذور

تکانه رابطه عکس دارد.

$$I \propto \frac{A^2 f^2}{d^2} \Rightarrow \frac{I_M}{I_N} = \left(\frac{A_M}{A_N}\right)^2 \times \left(\frac{f_M}{f_N}\right)^2 \times \left(\frac{d_N}{d_M}\right)^2$$

از روی نمودار $\lambda_M = \frac{d}{f}$ است.

اکنون با توجه به رابطه تبدیلی و بسامد موج داریم:

$$v = \lambda f \Rightarrow \frac{v_M}{v_N} = \frac{\lambda_M}{\lambda_N} \times \frac{f_M}{f_N} \quad \lambda_M = \frac{d_M}{f_M} \rightarrow \frac{v_M}{v_N} = \frac{d_M}{d_N} \times \frac{f_M}{f_N} \quad v_M = 120 \frac{\text{m}}{\text{s}}, v_N = 200 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\frac{f_M}{f_N} = \frac{d}{\Delta} \quad (I)$$

$$\frac{I_M}{I_N} = \left(\frac{A_M}{A_N}\right)^2 \times \left(\frac{d}{\Delta}\right)^2 \times \left(\frac{f}{f_N}\right)^2 = \frac{p}{q}$$

(جواب و جواب) (فرکانس ۳، معادله ۵۵ و ۵۷)

۱۱۰- گزینه ۱»

(معادله ۱ و ۲)

نیایرون‌هایی که با بسامد مختلف توانسته می‌شوند ارتفاع‌های متفاوتی دارند و یک

نیایرون با بسامد مشخص اگر با غریبه‌ای متفاوت توانسته شود صوتی با بلند

مختلف تولید می‌شود.

(جواب و جواب) (فرکانس ۳، معادله ۵۵ و ۵۷)

گزینه «۱» - تانژانت است.

$$\Delta\beta = 10 \log \left(\frac{A_T}{A_1} \times \frac{f_T}{f_1} \times \frac{r_1}{r_T} \right)^2 \rightarrow \frac{A_T = 2A_1, r_1 = r_T}{f_T = 2f_1} \rightarrow$$

$$\Delta\beta = 10 \log \left(\frac{2A_1}{A_1} \times \frac{f_T}{f_1} \times 1 \right)^2 = 10 \log 2^2$$

$$\Rightarrow \Delta\beta = 10 \times 2 \times \log 2 \rightarrow \Delta\beta = 6.02 \times 2 = 12.04 \text{ dB}$$

گزینه «۲» - تانژانت است.

$$\frac{A_T = 2A_1}{f_T = 2f_1, r_1 = r_T} \rightarrow \Delta\beta = 10 \log \left(\frac{2A_1}{A_1} \times \frac{f_T}{f_1} \times 1 \right)^2$$

$$\Rightarrow \Delta\beta = 10 \log (2 \times 2)^2 = 10 \times 2 \times \log (2 \times 2) \rightarrow \log ab = \log a + \log b \rightarrow$$

$$\Delta\beta = 20 (\log 2 + \log 2) \rightarrow \frac{\log 2 = 0.3}{\log 2 = 0.3} \rightarrow$$

$$\Delta\beta = 20 \times (0.3 + 0.3) \Rightarrow \Delta\beta = 12 \text{ dB}$$

گزینه «۳» - درست است.

$$\frac{A_T = 5A_1, r_T = r_1}{f_T = \frac{1}{2}f_1} \rightarrow \Delta\beta = 10 \log \left(\frac{5A_1}{A_1} \times \frac{f_T}{f_1} \times \frac{r_1}{r_T} \right)^2$$

$$\Rightarrow \Delta\beta = 10 \log (10 \times 2)^2 = 10 \times 2 \times \log (10 \times 2)$$

$$\Rightarrow \Delta\beta = 20 (\log 10 + \log 2) \rightarrow \frac{\log 10 = 1}{\log 2 = 0.3} \rightarrow \Delta\beta = 20 \times (1 + 0.3)$$

$$\Rightarrow \Delta\beta = 26 \text{ dB}$$

گزینه «۴» - تانژانت است.

$$\frac{A_T = 8A_1, r_1 = r_T}{f_T = 2f_1} \rightarrow \Delta\beta = 10 \log \left(\frac{8A_1}{A_1} \times \frac{f_T}{f_1} \times 1 \right)^2$$

$$= 10 \log 10^2 \rightarrow \Delta\beta = 10 \times 2 = 20$$

(پوران و نواج) (فریک ۳، صفحه ۶۶)

۱۱۵ - گزینه «۳» (پوران و نواج)

ابتدا شدت صوت در مکان جدید را با استفاده از رابطه تراز شدت صوت می‌یابیم:

$$\beta = 10 \log \frac{I_T}{I_0} \rightarrow \frac{\beta = 5 \text{ dB}}{I_0 = 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}} \rightarrow \Delta\beta = 10 \log \frac{I_T}{I_0}$$

$$\Rightarrow 5 / 10 = \log \frac{I_T}{10^{-12}} \Rightarrow 5 + 12 = \log \frac{I_T}{10^{-12}}$$

$$\frac{5 + 12 = \log 10^0}{0.7 = \log 10} \rightarrow \log 10^0 + \log 10 = \log \frac{I_T}{10^{-12}} \rightarrow \log a + \log b = \log (ab) \rightarrow$$

$$\log (10^0 \times 10^7) = \log \frac{I_T}{10^{-12}} \Rightarrow 10^7 = \frac{I_T}{10^{-12}} \Rightarrow I_T = 10^7 \times 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

پس با استفاده از رابطه $\frac{I_T}{I_1} = \left(\frac{A_T}{A_1} \times \frac{f_T}{f_1} \times \frac{r_1}{r_T} \right)^2$ شدت I_T از جمله صوت را می‌یابیم:

$$\frac{A_1 = A_T}{f_T = f_1} \rightarrow \frac{I_T}{I_1} = \left(\frac{r_1}{r_T} \right)^2 \rightarrow \frac{r_1 = 2 \text{ m}, I_1 = 5 \times 10^{-7} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}{I_1 = 2 \times 10^{-7} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}} \rightarrow$$

$$\frac{5 \times 10^{-7}}{2 \times 10^{-7}} = \left(\frac{r_T}{2} \right)^2 \Rightarrow 2.5 = \left(\frac{r_T}{2} \right)^2 \Rightarrow 5 = \frac{r_T}{2}$$

$$\Rightarrow r_T = 10 \text{ m}$$

۱۱۱ - گزینه «۱»

(پوران و نواج)

می‌دانیم، اگر تأخیر زمانی بین پژواک صدای شخص و صدای اصلی آن، کمتر از 0.15 باشد، گوش انسان نمی‌تواند پژواک را از صوت اصلی اولیه تمیز دهد. در نتیجه، بلند حداقل زمان رفت و برگشت صوت برابر 0.15 باشد. از طرف دیگر، صوت در مسیر رفت و برگشت مسافت $L = 2 \times 17 / 5 = 7 \text{ m}$ را طی می‌کند بنابراین، با استفاده از رابطه زیر شدی صوت در محیط برابر است با:

$$\Delta x_{\min} = v \Delta t_{\min} \rightarrow \frac{\Delta x_{\min} = 7 \text{ m}}{\Delta t_{\min} = 0.15} \rightarrow 75 = v \times 0.15 \Rightarrow v = 75 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

(پوران و نواج) (فریک ۳، صفحه ۶۶)

۱۱۲ - گزینه «۴»

(پوران و نواج)

چون طول تار را 0.4 برابر کرده‌ایم، جرم آن نیز 4 برابر خواهد شد. در نتیجه، طبق رابطه $\frac{m}{L} = \frac{m}{L}$ و L هر دو چهار برابر شده‌اند، ثابت تپا که برابر μ می‌باشد،

تغییر نخواهد کرد. بنابراین، با به رابطه $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ و F هر دو ثابت شد، شدی انتشار موج نیز ثابت است.

(پوران و نواج) (فریک ۳، صفحه ۶۶)

۱۱۳ - گزینه «۲»

(پوران و نواج)

چون نقطه D در لحظه t در حال عبور از وضع تعادل است، بنابراین، شدی آن در این لحظه بیشینه و برابر $v = A \omega = A \left(\frac{2\pi}{T} \right)$ است. از طرفی، با توجه به این‌که، هر جزء از محیط انتشار موج، حرکت تریه قبل از خود را تکرار می‌کند، بنابراین، با توجه به جهت انتشار موج، نقطه D در این لحظه به سمت پایین حرکت می‌کند.

برای محاسبه شدی تریه D، ابتدا λ و سپس T را با توجه به نمودار به دست می‌آوریم:

$$\frac{\lambda}{2} = 2 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = 4 \text{ cm} = 0.04 \text{ m}$$

پس، با توجه به شدی متوسط تریه C، مسافت طی شده را به دست می‌آوریم:

$$s_{av} = \frac{\lambda}{\Delta t} \rightarrow \frac{s_{av} = 2 \text{ m}}{\Delta t = 0.125} \rightarrow 2 = \frac{\lambda}{0.125} \Rightarrow \lambda = 0.25 \text{ m}$$

در این قسمت، تعداد تپان‌های کامل تریه C را در مدت 0.125 می‌یابیم:

$$T = \frac{\Delta t}{n} \Rightarrow n = \frac{\Delta t}{T} = \frac{0.125}{0.04} = 3$$

با توجه به این‌که در هر دوره تناوب مسافت طی شده چهار برابر دانه تپان است، مسافت طی شده در مدت 0.125 ثانیه که برابر ۳ دوره تناوب می‌باشد را بر حسب دانه تپان A به دست می‌آوریم و با استفاده از آن دانه را می‌یابیم:

$$L = 3 \times (4A) \rightarrow 0.125 = 12A \Rightarrow A = 0.0104 \text{ m} = 1.04 \text{ cm}$$

در آخر، شدی تریه D را پیدا می‌کنیم:

$$v = A \left(\frac{2\pi}{T} \right) \rightarrow \frac{T = 0.04 \text{ s}}{A = 1.04 \text{ cm}} \rightarrow v = 2 \times \frac{2\pi}{0.04} = 100\pi \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

(پوران و نواج) (فریک ۳، صفحه ۶۶)

۱۱۴ - گزینه «۳»

(پوران و نواج)

با استفاده از رابطه $\Delta\beta = \beta_T - \beta_1 = 10 \log \frac{I_T}{I_1}$ و با توجه به این‌که

$$\frac{I_T}{I_1} = \left(\frac{A_T}{A_1} \times \frac{f_T}{f_1} \times \frac{r_1}{r_T} \right)^2$$

است، بصورت زیر، فریک از تمرینها را بررسی می‌کنیم:

$n_f < n_i < n_r \Rightarrow v_f > v_i > v_r$
(آب-هوا و هوا-گاز) \Rightarrow انعکاس در مرزهای

$$\Delta \mathbf{r} = \mathbf{r}_f - \mathbf{r}_i = \frac{\mathbf{r}_i = \gamma \mathbf{m}}{\mathbf{r}_f = -\gamma \mathbf{m}} \rightarrow \Delta \mathbf{r} = \gamma / \gamma - \gamma = -\gamma / \gamma \mathbf{m}$$

(لوہیہ و مروج) انجمنیہ ۳۰، عکسہ مدی ۱۰، ۱۱

پیشتر، فیروز آباد، ۱۳۸۵

$$\Rightarrow 1 \times \sin \Delta \tau = \frac{r}{r} \times \sin \theta_T \xrightarrow{\sin \Delta \tau = 1/A}$$

$$\lambda \times \lambda / \lambda = \frac{r}{r} \sin \theta_r \Rightarrow \sin \theta_r = \lambda / r \xrightarrow{\sin r \gamma^\circ = \lambda / r} \theta_r = r \gamma^\circ$$

$$\tan \theta_T = \frac{OA}{OI} \quad \theta_T = r\gamma \quad \Rightarrow \tan r\gamma = \frac{OA}{r} \quad \tan r\gamma \approx \frac{r}{r} = \frac{OA}{r}$$

$$\Rightarrow OA = r \text{ cm}$$

مجموعه برای ملت OIB دریا:

$$\tan \alpha = \frac{OB}{OI} \quad \alpha = \theta = \Delta r \quad \rightarrow \quad \tan \Delta r = \frac{OB}{f} \quad \xrightarrow{\tan \Delta r = \frac{r}{f}} \quad \frac{r}{f} = \frac{OB}{f}$$

$$OA + AB = OB \Rightarrow r\delta + AB = 1 \Rightarrow AB = 1 - r\delta \text{ cm}$$

(لوہیہ و نمونج) (مہرنگ) ۳، مشعلہ دہی ۸۷۷

(الفارج / زکوة خدیو ۱۴۰۱ھ)

$$\mathbf{E} = \mathbf{K} + \mathbf{U} = \mathbf{r} \mathbf{x}^T \mathbf{m} \mathbf{A}^T \mathbf{f}^T$$

$$\mathbf{E} = \mathbf{K} + \mathbf{U} = \mathbf{r} \mathbf{x}^T \mathbf{m} \mathbf{A}^T \mathbf{f}^T$$

$$\frac{\pi^T = 1, K = \Delta m J = \Delta x \times 10^{-7} J, A = 7 \text{ cm} = 7 \times 10^{-2} \text{ m}}{U = (\Delta m J = \Delta x \times 10^{-7} J, m = 1, g = 9.8 \text{ m/s}^2 \text{ kg})}$$

$$\mathbf{r} \times \mathbf{1} \cdot \mathbf{r}^T = \mathbf{r} \times \mathbf{1} + \mathbf{x} \cdot \mathbf{1} \times (\cdot \cdot \mathbf{r})^T \times \mathbf{f}^T \Rightarrow \mathbf{f}^T = \mathbf{r} \Delta \Rightarrow \mathbf{f} = \Delta \mathbf{H} \mathbf{r}$$

آدمیان و نوح (افرنک: ۳۰۰، محمدی: ۱۵۵)

کہ انہیں منسوب ہے

تتار موج عرضی در پسمان را در حالت جدید به دست آورد.

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

$$\mathbf{F}_r = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_r \xrightarrow{F = \mu V^T} \mu V_r^T = \mu V_1^T + \mu V_r^T \Rightarrow V_r^T = V_1^T + V_r^T$$

$$\frac{\frac{\tau_1 = \tau / \gamma \frac{100}{2} = 0.1 \times \frac{100}{2}}{\frac{\tau_2 = \tau / \gamma \frac{100}{2} = 0.1 \times \frac{100}{2}}}{\frac{\tau_1 = \tau / \gamma \frac{100}{2} = 0.1 \times \frac{100}{2}}{\frac{\tau_2 = \tau / \gamma \frac{100}{2} = 0.1 \times \frac{100}{2}}} \rightarrow \frac{\tau_1}{\tau_2} = 0.1 \times \frac{\tau}{\gamma} \times 2 + 0.1 \times \frac{\tau}{\gamma} \times 2$$

$$\Rightarrow \mathbf{V}_T = \omega / \lambda \times T \Delta \Rightarrow \mathbf{V}_T = \omega / \lambda \times \Delta = \frac{\omega}{\lambda} \frac{\Delta}{\Delta}$$

آدمیان و اعراب (تہذیب و تمدن) صفحہ ۱۱۵

(المسألة الأولى)

$70 + 90 + x = 180 \Rightarrow x = 20^\circ$
 و بطور دیگر می‌توانیم زاویه‌ای که پرتو
 تابش با سطح آینه (۲) می‌سازد برابر
 زاویه‌ای است که پرتو بازتاب با این سطح
 برخورد ساخت. بنابراین داریم:

$$\beta = \alpha \xrightarrow{\alpha = \lambda \cdot} \beta = \lambda \cdot$$

(نورمان و ماریج) انجمنک - جلد ۱۴۲

تعارف و گفتگو (۱۳۸۷)

چون هموار + جهت حرکت ذرات
متقابل جهت حرکت موج (V) است

(نویسنده و محقق: دکتر محمدعلی محمدی)

تحت إشراف (مدير)

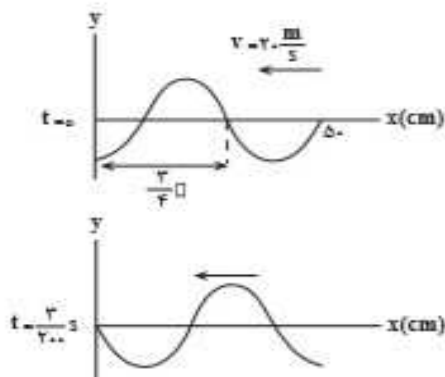
(نورمان و نوراچ) (تھریک ۳، علیحدگی ۱۹۷۵)

لقد تم الاتفاق على أن تكون

از طرف دیگر، بنابه رابطه $\frac{n_1}{n_2} = \frac{v_2}{v_1}$ ، $\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$ داریم.

۱۲۳ - گزینه «۴»

نمودار عبوری نرزا



(انسان و امواج) (تورنگ ۳، مفهومی ۱۵ تا ۲۵)

۱۲۵ - گزینه «۳»

نمودار عبوری نرزا

با افزایش تعداد جگرگی هوا کثافتش می‌باشد که این سبب کاهش غروب شکست آن می‌گردد.

(انسان و امواج) (تورنگ ۳، مفهومی ۱۵ تا ۲۵)

۱۲۶ - گزینه «۲»

نمودار عبوری نرزا

می‌دانیم، اگر پرتو نور به‌طور عمود بر مرز جدایی دو محیط بتابد، بدون انحراف به مسیر خود ادامه می‌دهد. از طرفی پرتو SI از محیط‌های (۱)، (۲) و (۳) و پرتو S'I' فقط از محیط (۴) عبور می‌کند. بنابراین، چون این دو پرتو هم‌زمان از محیط‌ها خارج می‌شوند، لذا $t_1 + t_2 + t_3 = t_4$ خواهد بود.

در این حالت با استفاده از رابطه $\Delta x = v \cdot t$ و با توجه به این که $v = \frac{c}{n}$ (تندی نور در خلأ است) می‌باشد، به‌صورت زیر، n_4 را می‌یابیم:

$$t_1 + t_2 + t_3 = t_4 \Rightarrow \frac{\Delta x_1}{v_1} + \frac{\Delta x_2}{v_2} + \frac{\Delta x_3}{v_3} = \frac{\Delta x_4}{v_4}$$

$$\frac{\Delta x_1 = x, \Delta x_2 = 2x, \Delta x_3 = 2x}{\Delta x_4 = 2x, v = \frac{c}{n}} \Rightarrow \frac{x}{\frac{c}{n_1}} + \frac{2x}{\frac{c}{n_2}} + \frac{2x}{\frac{c}{n_3}} = \frac{2x}{\frac{c}{n_4}}$$

$$\Rightarrow \frac{n_1 x + 2n_2 x + 2n_3 x}{c} = \frac{2n_4 x}{c} \Rightarrow \frac{n_1 + 2n_2 + 2n_3}{2} = n_4$$

$$\frac{1/1.5 + 2 \times 1/1.4 + 2 \times 1/1.5}{2} = n_4 \Rightarrow \frac{1/1.5 + 1/0.7 + 2/1.5}{2} = n_4$$

$$\Rightarrow n_4 = \frac{11/10}{2} = 1/1.8$$

(انسان و امواج) (تورنگ ۳، مفهومی ۱۵ تا ۲۵)

۱۲۷ - گزینه «۱»

نمودار عبوری نرزا

می‌دانیم، کثافت بین دو جبهه موج متوالی برابر یک طول موج (λ) است. از طرفی دیگر، با توجه به شکل سوال، $L_1 = 2\lambda_1$ و $L_2 = 2\lambda_2$ است. با استفاده از قانون شکست عمومی و رابطه $v = \lambda f$ داریم:

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} \Rightarrow \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{\lambda_1 f}{\lambda_2 f} \Rightarrow \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{L_1}{L_2} \Rightarrow \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{2\lambda_1}{2\lambda_2} \Rightarrow \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

$$\frac{\sin 30^\circ}{\sin 53^\circ} = \frac{1/1.5}{1/1.8} \Rightarrow \frac{\sin 30^\circ}{\sin 53^\circ} = \frac{1.8}{1.5}$$

نکته کنید، θ_1 زاویه بین پرتو ورودی و خط عمود بر مرز جدایی دو محیط و θ_2 زاویه بین پرتو شکست و خط عمود بر مرز جدایی دو محیط می‌باشد. در ضمن، θ_1 و θ_2 به ترتیب زاویه تند (حاده) بین جبهه‌های موج ورودی و جبهه‌های موج

پسندیم شدت صوت در نقطه A به اندازه $\frac{1}{625}$ شدت صوت در نقطه B است.

$$\beta_A - \beta_B = 10 \log \frac{I_A}{I_B} \Rightarrow \beta_A - \beta_B = 10 \log \frac{I_A}{I_B} \Rightarrow 10 \log \frac{I_A}{I_B} = 10 \log \frac{I_A}{I_B} \Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = 10^{\frac{\beta_A - \beta_B}{10}}$$

$$\Rightarrow \frac{I_A}{I_B} = 10^{\frac{10}{10}} = 10 \Rightarrow I_A = 10 I_B$$

پسندیم شدت صوت در نقطه B به اندازه $\frac{1}{625}$ شدت صوت در نقطه A است.

بنابراین با استفاده از رابطه $I = \frac{E}{A \cdot t}$ متوجه می‌شویم که انرژی صوت در نقطه A و B یکسان تلف شده است.

$$E = I A t \Rightarrow \frac{E_B}{E_A} = \frac{I_B}{I_A} \Rightarrow \frac{E_B}{E_A} = \frac{I_B}{I_A} \Rightarrow \frac{E_B}{E_A} = \frac{I_B}{I_A} \Rightarrow \frac{E_B}{E_A} = \frac{I_B}{I_A}$$

$$\frac{E_B}{E_A} = \frac{I_B}{I_A} \Rightarrow \frac{E_B}{E_A} = \frac{I_B}{I_A} \Rightarrow \frac{E_B}{E_A} = \frac{I_B}{I_A} \Rightarrow \frac{E_B}{E_A} = \frac{I_B}{I_A}$$

بنابراین ۳۳ درصد از انرژی صوت در این نقطه تلف شده است.

(انسان و امواج) (تورنگ ۳، مفهومی ۱۵ تا ۲۵)

۱۲۴ - گزینه «۳»

نمودار عبوری نرزا

ابتدا طول موج را می‌یابیم، با توجه به نمودار داریم:

$$\frac{\Delta \lambda}{\lambda} = 0.05 \Rightarrow \lambda = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$$

$$\lambda = 0.2 \text{ m} \Rightarrow \lambda = 0.2 \text{ m} \Rightarrow \lambda = 0.2 \text{ m}$$

$$\Delta x = v \cdot \Delta t = \frac{v}{\Delta t} \Rightarrow \Delta x = \frac{v}{\Delta t} \Rightarrow \Delta x = \frac{v}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta x}{\lambda} = \frac{0.2}{0.2} \Rightarrow \Delta x = \frac{0.2}{0.2} \Rightarrow \Delta x = \frac{0.2}{0.2}$$

بنابراین، موج در مدت زمان $\frac{1}{20} \text{ s}$ به اندازه $\frac{1}{20} \lambda$ به طرف چپ جابه‌جا می‌شود.

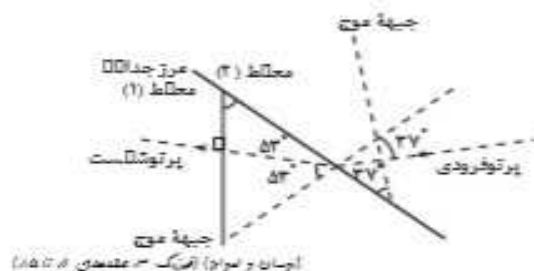
$$\frac{L_T}{L_1} = \frac{v_T}{v_1} \times \frac{\Delta t_T}{\Delta t_1} \xrightarrow{\frac{v_T}{v_1} = 1} \frac{L_T}{L_1} = \frac{1}{1} \times 1 \Rightarrow L_T = \frac{1}{1} L_1$$

بنابراین، با توجه به این که $L_1 + L_T = 6m$ است، طول L_1 برابر است با:

$$L_1 + L_T = 6 \xrightarrow{L_T = \frac{1}{1} L_1} L_1 + \frac{1}{1} L_1 = 6$$

$$\Rightarrow \frac{2}{1} L_1 = 6 \Rightarrow L_1 = 3m$$

(توسان و موج) (فیزیک ۳، صفحه ۶۵)



(توسان و موج) (فیزیک ۳، صفحه ۶۵)

۱۳۱- گزینه «۱»

بررسی موارد:

مورد «ا»: درست. در وتر A موج عرضی (رلتهای توسان هر جز از محیط (وتر) عمود بر رلتهای انتشار موج است) و در وتر B موج طولی (رلتهای توسان هر جز از محیط در رلتهای انتشار موج است) ایجاد می شود.

مورد «ب»: تادرست. چون جبهه موج (دایره‌ای) برای هر دو موج یکسان است، پسند توسان آنها نیز یکسان خواهد بود.

مورد «ج»: تادرست. تندی انتشار موج به شرایط قیریکسی محیط انتشار موج بستگی دارد، بنابراین لزوماً دو موج تندی یکسانی نخواهند داشت.

مورد «د»: تادرست. چون ممکن است $v_A \neq v_B$ باشد و $f_A = f_B$ است،

بنابراین رابطه $\lambda = \frac{v}{f}$ طول موج ایجاد شده در وترها لزوماً یکسان نیست.

(توسان و موج) (فیزیک ۳، صفحه ۶۵ و ۶۶)

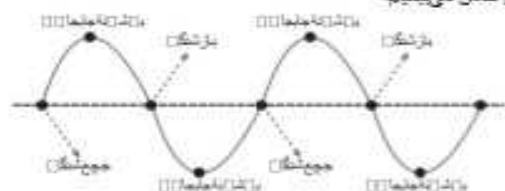
۱۳۲- گزینه «۳»

(لجری زمان/زود)

ابتدا طول موج را محاسبه می کنیم:

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{20}{500} = 0.04m = 4cm$$

با توجه به اینکه تقاطع جمع شدگی و باز شدگی روی نمودار جلیجایی - مکان را به صورت یکی در میان به شکل گره و تقاطع بیشینه جلیجایی را به شکل قله یا دره مشخص می کنیم، نمودار جلیجایی - مکان را به صورت زیر رسم می کنیم، با نکت در این شکل می بینیم:



بررسی موارد:

مورد «ا»: قاصه بین هر دو باز شدگی متوالی از هم برابر $\lambda = 20cm$ است.

مورد «ب»: کمترین قاصه بین یک جمع شدگی تا نقطه بیشینه جلیجایی پس از آن، برابر $\frac{\lambda}{4} = 5cm$ است.

مورد «ج»: قاصه بین یک باز شدگی تا دومین نقطه بیشینه جلیجایی پس از آن، برابر $\frac{\lambda}{2} = 10cm$ است.

مورد «د»: قاصه بین یک جمع شدگی تا دومین نقطه باز شدگی پس از آن، برابر $\frac{\lambda}{2} = 10cm$ است.

(توسان و موج) (فیزیک ۳، صفحه ۶۶)

۱۳۸- گزینه «۱»

(بررسی تدریس - ۶۵)

چون محیط انتشار برای هر دو موج یکسان است، تندی انتشار آنها با هم برابر است. بنابراین $\frac{v_A}{v_B} = 1$ است. از طرف دیگر، بنایه رابطه $\lambda = \frac{v}{f}$ می توان نوشت:

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow \frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{v_A}{v_B} \times \frac{f_B}{f_A} \xrightarrow{\frac{v_A}{v_B} = 1} \frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{f_B}{f_A}$$

$$\frac{\lambda_A}{\lambda_B} = 1 \times \frac{f_B}{f_A} \Rightarrow \frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{1}{2}$$

(توسان و موج) (فیزیک ۳، صفحه ۶۵)

۱۳۹- گزینه «۱»

(بررسی قاج رگستر تدریس - ۶۶)

ابتدا با استفاده از رابطه $\lambda = \frac{v}{f}$ تندی موج در سیم را می یابیم:

$$v = \lambda f = \frac{20 \times 100}{1000} = 2m/s$$

آنگون با استفاده از رابطه زیر سطح مقطع سیم را پیدا می کنیم. نکت کنید، باید یکلی را به kg/m^2 تبدیل کنیم.

$$\rho = 10 \frac{g}{cm^3} \times \frac{10^{-3} m^3}{10^{-6} m^3} = 10 \times 10^3 kg/m^3 = 10^4 kg/m^3$$

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

$$A = \frac{F}{\rho v^2} = \frac{20 \times 10}{10^4 \times (2)^2} = \frac{200}{40000} = 5 \times 10^{-4} m^2$$

$$A = \frac{200}{40000} = 5 \times 10^{-4} m^2$$

$$5 \times 10^{-4} m^2 = 0.5 mm^2$$

$$\Rightarrow A = 0.5 mm^2$$

(توسان و موج) (فیزیک ۳، صفحه ۶۶)

۱۴۰- گزینه «۴»

(بررسی تدریس - ۶۷)

با استفاده از رابطه $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ و با توجه به این که نیروی کشش در هر دو ریمان یکسان است، داریم:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow \frac{v_T}{v_1} = \sqrt{\frac{\mu_1}{\mu_T}}$$

$$\frac{v_T}{v_1} = \sqrt{\frac{\mu_1}{\mu_T}} \Rightarrow \frac{v_T}{v_1} = \frac{1}{2}$$

از طرف دیگر، چون موج عرضی با تندی λ در طول ریمان منتشر می شود، با استفاده از رابطه $L = v \Delta t$ می توان نوشت:

۱۳۳- گزینه «۲»

(توسعه در ۱۵)

ابتدا با توجه به اطلاعات سوال بسامد زاویه‌ای موج را بدست می‌آوریم:

$$a = -\omega^2 x \Rightarrow a_N = \omega^2 x_N \Rightarrow \frac{a_N = 1.8\pi^2 \frac{\text{cm}}{\text{s}^2} \times 10^{-7} \text{m}}{x_N = 2 \text{cm} = 2 \times 10^{-2} \text{m}} \Rightarrow \omega^2 = \frac{1.8\pi^2 \times 10^{-7}}{2 \times 10^{-2}} \Rightarrow \omega^2 = 9\pi^2 \Rightarrow \omega = 3\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

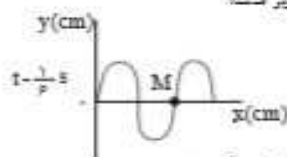
اکنون مکان قره M را در لحظات $\frac{1}{3}$ و $\frac{1}{2}$ مشخص می‌کنیم:

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{\frac{1}{3}}{\frac{1}{2}} = \frac{1}{3} \Rightarrow \Delta t = \frac{T}{3}$$

جایابی موج در بازه زمانی $\frac{1}{3}$ تا $\frac{1}{2}$ برابر است با:

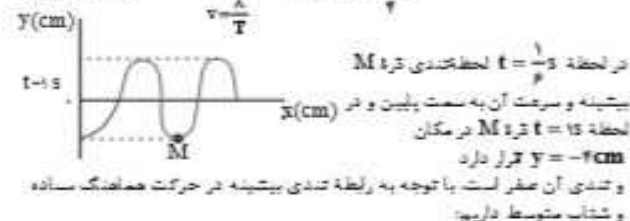
$$\lambda = v.T \Rightarrow v = \frac{\lambda}{T} \\ \Delta x = v.\Delta t = \frac{\lambda}{T}.\Delta t = \frac{\lambda}{3}$$

پس نقش موج در لحظه $t = \frac{1}{3}$ مطابق شکل زیر است:



اکنون جایابی موج در بازه زمانی $\frac{1}{2}$ تا $\frac{1}{3}$ به دست می‌آوریم:

$$\Delta x = v.\Delta t = \frac{\lambda}{T}.\Delta t = \frac{\lambda}{3} \Rightarrow \Delta x = \frac{\lambda}{3}$$



در لحظه $t = \frac{1}{2}$ لحظه‌تندی قره M

بیشینه و سرعت آن به سمت پایین و در

لحظه $t = \frac{1}{3}$ قره M در مکان

$y = -4 \text{ cm}$ قرار دارد

و تندی آن صفر است با توجه به رابطه تندی بیشینه در حرکت هارمونیک ساده و شتاب متوسط داریم:

$$a_{av} = \frac{V_m - V_m}{\Delta t} = \frac{\Delta t = \frac{1}{3} - \frac{1}{2} = -\frac{1}{6} \text{ s}}{V_m = -V_m = -A\omega = -2\pi \frac{\text{cm}}{\text{s}}} \Rightarrow a_{av} = \frac{-4 \times 2\pi}{-\frac{1}{6}} = \frac{48\pi \text{ cm}}{\text{s}^2}$$

(توسعه و هواج) (فیزیک ۳، مفاهیم ۵۰ تا ۶۵)

۱۳۴- گزینه «۳»

(توسعه در ۱۵)

مطابق رابطه تندی تور در خلا، داریم:

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} \Rightarrow \frac{v}{\epsilon_0} = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$$

$$v = \frac{1}{n\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} = \frac{1}{n\sqrt{\mu_0 \frac{1}{4\pi k}}}$$

$$v = \frac{1}{n\sqrt{\mu_0 k}}$$

(توسعه و هواج) (فیزیک ۳، مفاهیم ۶۶ تا ۷۷)

۱۳۵- گزینه «۲»

(توسعه در ۱۵)

ابتدا با توجه به نمودار، طول موج و سپس دوره تناوب را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{\lambda}{2} = 60 \text{ nm} \Rightarrow \lambda = 120 \text{ nm} = 1.2 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$c = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow T = \frac{\lambda}{c} = \frac{1.2 \times 10^{-7} \text{ m}}{3 \times 10^8 \text{ m/s}} = 4 \times 10^{-16} \text{ s}$$

اکنون بازه زمانی Δt را بر حسب T به دست می‌آوریم:

$$\Delta t = t - t_0 = \frac{1}{3} - \frac{1}{4} = \frac{1}{12} \text{ s} \Rightarrow \frac{\Delta t}{T} = \frac{\frac{1}{12}}{4 \times 10^{-16}} = \frac{1}{48} \Rightarrow \Delta t = \frac{T}{48}$$

چون در لحظه $t = 0$ میدان الکتریکی بیشینه است، این میدان در بازه زمانی صفر

تا $\frac{T}{48}$ گذشت می‌باشد تا به صفر برسد و سپس جهت میدان عوض می‌شود و در بازه

زمانی $\frac{T}{48}$ تا $\frac{T}{24}$ افزایش می‌یابد، بنابراین، در لحظه $\frac{T}{48}$ اندازه میدان الکتریکی در

حال افزایش و جهت آن در جهت محور Y ها است. چون میدان‌های الکتریکی و

مغناطیسی با بسامد یکسان و همگام با هم تغییر می‌کنند، لذا در این لحظه اندازه

میدان مغناطیسی نیز در حال افزایش است. از طرفی، با توجه به شکل نمودار سوال،

اگر چهار گذشت دست راست را در جهت میدان الکتریکی و جهت خم شدن چهار

گذشت را در جهت میدان مغناطیسی در نظر بگیریم، جهت گذشت شدت به سمت

محور X است که همان جهت انتشار موج است.

در نتیجه، در لحظه $t = \frac{T}{48}$ ، جهت میدان الکتریکی در جهت مثبت محور Y و

جهت میدان مغناطیسی در جهت مثبت محور Z خواهد شد.

(توسعه و هواج) (فیزیک ۳، مفاهیم ۶۶ تا ۷۷)

۱۳۶- گزینه «۲»

(توسعه در ۱۵)

با توجه به تندی انتشار موج عرضی در رسانان کشنده به صورت زیر نسبت

$$\frac{v_A}{v_B} \text{ را می‌یابیم:}$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{F}{m}} \Rightarrow \frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{F_A \times L_A \times m_B}{F_B \times L_B \times m_A}}$$

(البقرة: ٢٢٢)

(انسان و نواز) (تنگ سر معدن ۷۵ و ۷۶)

(المعبر المصغر) بر (الرافع)

$$\beta = 1 \cdot \log \frac{I}{I_0} \xrightarrow{\beta = 0.5 \text{ dB}} \Delta \beta = 1 \cdot \log \frac{I}{I_0}$$

$$\frac{\Delta f = f_1 - f_2}{f_1} \rightarrow \log \frac{I}{I_1} = f_1 - f_2 = \log \frac{f_1}{f_2} = \log r$$

$$\Rightarrow \log \frac{I}{-17} = \log \frac{1}{9}$$

$$I = \frac{1}{2} \frac{W}{\rho \omega^2}$$

$$I \propto \frac{1}{d^r} \Rightarrow \frac{I_r}{I_1} = \left(\frac{d_1}{d_r}\right)^r \Rightarrow \frac{I_r}{1.2^{-r}} = \left(\frac{d}{rd}\right)^r \Rightarrow I_r = \frac{1.2^{-r}}{1^r} \frac{w}{m^r}$$

$$E = I A t \frac{t - \text{min} - \phi \cdot I \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{W}{10}}{A - 1 \text{ cm}^2 - 1 \times 10^{-2} \text{ m}^2}$$

$$E = \frac{10^{-6}}{10^9} \times 10 \times 10^{-9} \times 10^6 = -1 \times 10^{-8} \text{ J} = -1 \times 10^{-7} \text{ MJ}$$

آبسان و غولج (قونگ ۳، عظمی ۴ و ۵)

(امپری سلطانی)

Diagram illustrating the geometry of the experimental setup. A person is standing between two vertical walls, labeled (a) and (b). The distance from the person's head to wall (a) is L_p , and the distance to wall (b) is L_j .

$$\Delta t_1 = \frac{r/f}{v} = 1/v_B$$

$$\Delta t_r = \frac{r/\gamma + l/\gamma}{\gamma} = \gamma/\Delta\beta$$

$$L = v \cdot \Delta t \Rightarrow \begin{cases} L_1 = v \times 1/r \\ L_r = v \times 1/\lambda \end{cases} \Rightarrow L_1 + L_r = r v$$

$$\frac{L_1 + L_2}{L_1} = \frac{\tau v}{v/\tau} \rightarrow \frac{L_1 + L_2 = \tau v \cdot m}{L_1} \rightarrow \frac{\tau v}{L_1} = \frac{\tau}{v} \Rightarrow L_1 = \tau \wedge m$$

$$L_1 + L_2 = 45 \Rightarrow L_2 = 45 - 11.11 = 33.89 \text{ cm}$$

$$\frac{F_A - F_B - \frac{r_F}{1+i} F_B - \frac{r_F}{1+i} F_B}{L_A - \epsilon L_B - m_A - m_B} \times \frac{V_A}{V_B} = \sqrt{\frac{\frac{r_F}{1+i} F_B}{F_B} \times \frac{\epsilon L_B}{L_B} \times \dots}$$

$$\Rightarrow \frac{v_A}{v_B} = \frac{\lambda}{1-\lambda} \times \gamma = 1/\phi$$

(تجارت و معادن) [تجزیہ] - مکتبہ اسلامی، لاہور

المختصين في هذا المجال

بالمیرین، یا توجہ بہ اینکه هر دو موج ملات یکسانی را طی می کنند تا به دستگاه از هکتر برسد، با استفاده از رابطه تندی می توان نوشت:

$$\Delta t = t_S - t_P \xrightarrow{t = \frac{L}{v}} \Delta t = \frac{L}{v_S} - \frac{L}{v_P} \xrightarrow{\Delta t = L/v_S, v_P = c \sqrt{1 - \frac{km}{c^2}}} \frac{L}{v_S - c \sqrt{1 - \frac{km}{c^2}}}$$

$$\frac{1}{\gamma} = \frac{L}{c} - \frac{L}{\gamma/c} \Rightarrow \frac{1}{\gamma} = \frac{\gamma/c L - L}{\gamma/c L} \Rightarrow \frac{1}{\gamma} \times \gamma/c L = \gamma/c L - L$$

$$\Rightarrow L = \lambda \epsilon / \lambda_{\text{Kam}}$$

(توسعه و تولید) (تولید و توسعه) (تولید و توسعه)

(عبره التفسير)

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{\pi r^2} = \frac{P_{\text{max}} W}{\pi r^2 \cdot m} \rightarrow I_A = \frac{17 - A}{\pi \times 10^{-6} \times 3.2 \times 10^{-3}} = 1.7 \times 10^9 \frac{W}{m^2}$$

انگن با استفاده از رابطه تراز شدت صوت، شدت صوت را در نقطه A می‌یابیم. **نکته:** چون نقطه B نسبت به نقطه A در فاصله بیشتری از جعبه قرار دارد، بنابراین، تراز شدت صوت در نقطه A بیشتر از تراز شدت صوت در نقطه B است.

$$\Delta\beta = 1 \cdot \log_{10} \frac{I_A}{I_B} \Rightarrow \beta_A - \beta_B = 1 \cdot \log_{10} \frac{I_A}{I_B} \quad \frac{\beta_A - \beta_B}{1} = \frac{10 \text{ dB}}{1} = 10 \text{ dB}$$

$$\gamma = 1 \cdot \log \frac{1 \cdot 10^{-6}}{10^{-10}} \Rightarrow \gamma = \log \frac{1 \cdot 10^{-6}}{10^{-10}} \Rightarrow 1 \cdot \gamma = \log \frac{1 \cdot 10^{-6}}{10^{-10}}$$

$$\frac{1 - \log t}{1 - \log \tau} \rightarrow \log t - \log \tau = \log \frac{1 - \tau}{1 - t} \xrightarrow{\log a - \log b = \log \frac{a}{b}} \frac{1 - \tau}{I_B}$$

$$\log \frac{1}{r} = \log \frac{1 \cdot 10^{-8}}{I_B} \Rightarrow \frac{1}{r} = \frac{1 \cdot 10^{-8}}{I_B} \Rightarrow I_B = \frac{1 \times 10^{-8}}{\delta} = 7 \times 10^{-2} \frac{W}{m^2}$$

(نویسنده و مترجم) [توزنگ، محمدعلی، ۱۳۸۰، ص ۷۳]

در اکثر داریم:

$$L_p - L_s = 442 - 488 \Rightarrow L_p - L_s = 46 \text{ nm}$$

(جوان و نواج) (فریک سه عده ۱۱)

۱۴۲ - گزینه ۳

(هره هفتم)

رأیه بین دو آینه را α در نظر می گیریم. از آن جا که پرتو خروجی در همین بازتاب از آینه ۱ مولی آینه ۲ است. زاویه این پرتو با آینه ۱ تیز بر سر α است طبق قانون عمومی بازتاب زاویه تابش و بازتاب با هم برابرتند. حال رأیه بین دو پرتو تولید شده و بازتاب شده از آینه ۲ را محاسبه می کنیم:

$$\Delta O H' \Rightarrow D = \alpha + (180 - \alpha) \xrightarrow{D=180^\circ} 180 = \alpha + 180 - \alpha$$

$$\Rightarrow \alpha = 90^\circ$$

$$\Delta I' A B \Rightarrow 2\alpha + \beta = 180 \Rightarrow 2 \times 90 + \beta = 180 \Rightarrow \beta = 0^\circ$$

برای خطه B داریم:

$$2\beta + \gamma = 180 \Rightarrow 2 \times 0 + \gamma = 180 \Rightarrow \gamma = 180 \Rightarrow \gamma = 90^\circ$$

(جوان و نواج) (فریک سه عده ۱۱)

۱۴۳ - گزینه ۲

(جوان و نواج)

با استفاده از قانون شکست عمومی و با توجه به شکل زیر داریم:

$$\frac{v_r}{v_i} = \frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_i} \Rightarrow \frac{v_r}{v_i} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{v_r}{v_i} = \frac{\sqrt{2}}{1} \Rightarrow \frac{v_r}{v_i} = \sqrt{2} \Rightarrow v_r = \sqrt{2} v_i$$

از طرف دیگر، با توجه به ثابت بودن بسامد موج در دو محیط، با استفاده از رابطه

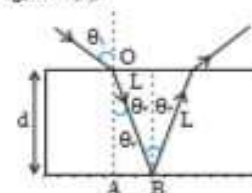
$$\lambda_r = \frac{v_r}{f}$$

$$\frac{\lambda_r}{\lambda_i} = \frac{v_r}{v_i} \times \frac{f_i}{f_r} \xrightarrow{f_i=f_r} \frac{\lambda_r}{\lambda_i} = \sqrt{2} \Rightarrow \lambda_r = \sqrt{2} \lambda_i$$

(جوان و نواج) (فریک سه عده ۱۱)

۱۴۴ - گزینه ۲

(هره هفتم)



پیدا مسیر پرتو نور

را در داخل تیغه

رسم می کنیم و

سپس با توجه به رابطه لنس

زاویه θ را محاسبه می کنیم.

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \xrightarrow{n_1=1, n_2=\frac{c}{v}, \theta_1=90^\circ, \theta_2=\theta} 1 \times \frac{c}{v} = \frac{c}{v} \times \sin \theta$$

$$\Rightarrow \sin \theta = \frac{c}{v} \Rightarrow \cos \theta = \frac{v}{c}$$

در مثلث قائم الزاویه OAB داریم:

$$\cos \theta = \frac{d}{L} \Rightarrow \frac{v}{c} = \frac{d}{L} \Rightarrow L = \frac{d}{v/c}$$

از طرف دیگر، طبق رابطه تندی $v = \frac{1}{\Delta t}$ است که در آن L مسافتی که نور داخل

تیغه متوازی السطوح طی می کند و Δt تندی نور در محیط شفاف است که از رابطه

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

$$v = \frac{1}{\Delta t} \xrightarrow{v=\frac{c}{n}} \frac{c}{n} = \frac{L}{\Delta t} \xrightarrow{L=\frac{d}{\cos \theta}} \frac{c}{n} = \frac{rd}{-/\Delta \Delta t}$$

$$n = \frac{v}{c} \Delta t \xrightarrow{v=\frac{c}{n}} \frac{c}{n} = \frac{rd}{-/\Delta \Delta t} \xrightarrow{\Delta t = \frac{rd}{c}} \frac{c}{n} = \frac{rd}{-/\Delta \Delta t}$$

$$\frac{3 \times 10^8}{\frac{c}{n}} = \frac{rd}{-/\Delta \Delta t} \Rightarrow d = \frac{rd}{3 \times 10^8} = 21/6 \text{ cm}$$

(جوان و نواج) (فریک سه عده ۱۱)

۱۴۵ - گزینه ۴

(هره هفتم)

بررسی موارد

مورد «الف»: تاندراست اگر سطح زمین سردتر از هوا باشد، پدیده «سراب» رخ نمی دهد.

مورد «ب»: تاندراست. پدیده رابطه $v = \frac{c}{n}$ ، چون ضریب شکست منشور برای توره های

آبی و قرمز یکسان نیست، تندی آن ها نیز در داخل منشور یکسان نخواهد بود.

مورد «ج»: درست. چون ضریب شکست منشور برای نور بنفش بیشتر از ضریب

شکست برای سایر توره ها است، لذا زاویه شکست برای نور بنفش کمتر، در نتیجه،

انحراف آن بیشتر است.

مورد «د»: درست. هوای نزدیک به سطح زمین بر اثر گرم شدن متناهم می شود و باعث

می گردد، «سراب» آبیگر مکنه موج های آب، لایان به نظر برسد.

(جوان و نواج) (فریک سه عده ۱۱)

۱۴۶- گزینه ۲»

(معمومین برار است)

ابتدا رابطه بین بیشینه انرژی جنبشی توسطگر که آن را در لحظه عبور از نقطه تعادل دارد و بیشینه نیروی وارد بر توسطگر را که در نقطه‌های بازگشتی خواهد داشت به دست می‌آوریم و سپس با توجه به داده‌های سوال K_{max} را حساب می‌کنیم:

وقت کنید، دامنه تویسان برابر نصف طول پاره خط تویسان می‌باشد و پاره خط تویسان برابر اختلاف بیشینه و کمینه طول قمر است.

$$K_{max} = \frac{1}{2} m V_{max}^2 = \frac{V_{max}^2 - A \omega^2}{2}$$

$$K_{max} = \frac{1}{2} m A^2 \omega^2 = \frac{F_{max}^2 - m A \omega^2}{2}$$

$$K_{max} = \frac{1}{2} A F_{max} \frac{A = \frac{L}{2}}{L = L_{max} - L_{min}}$$

$$K_{max} = \frac{1}{2} \times \frac{L_{max} - L_{min}}{2} \times F_{max}$$

$$\frac{L_{max} = 22 \text{ cm} = 0.22 \text{ m}, F_{max} = 1 \text{ N}}{L_{min} = 17 \text{ cm} = 0.17 \text{ m}}$$

$$K_{max} = \frac{1}{2} \times (0.22 - 0.17) \times 1 = \frac{1}{2} \text{ J}$$

(جواب و جواب) (توزیک ۳، معده‌های ۵ و ۵)

۱۴۷- گزینه ۱»

(معمومین برار است)

ابتدا با استفاده از تویسان آونگ روی سطح زمین، دوره تناوب آونگ و به دنبال آن طول آونگ را می‌یابیم:

$$T_1 = \frac{t}{n} = \frac{t = 7.2}{n = 2} \Rightarrow T_1 = \frac{7.2}{2}$$

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{L_1}{g}} \Rightarrow \frac{7.2}{2} = 2\pi \times \sqrt{\frac{L_1}{10}} \Rightarrow \frac{1}{10} = \frac{L_1}{10}$$

$$\Rightarrow L_1 = 0.1 \text{ m} = 10 \text{ cm}$$

اکنون شتاب گرانشی را روی سطح سیاره نسبت به سطح زمین پیدا می‌کنیم:

$$g = \frac{GM}{R^2} \Rightarrow \frac{g_r}{g_1} = \frac{M_r}{M_1} \times \left(\frac{R_1}{R_r}\right)^2 = \frac{M_r - 2M_1 \cdot g_1 = 1}{R_r = 2R_1} \Rightarrow \frac{g_r}{10} = \frac{M_r}{M_1} \times \left(\frac{R_1}{2R_1}\right)^2$$

$$\frac{g_r}{10} = \frac{2M_1}{M_1} \times \left(\frac{R_1}{2R_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{g_r}{10} = 2 \times \frac{1}{4} \Rightarrow g_r = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

در آخر طول آونگ را روی سطح سیاره می‌یابیم و اختلاف آن را حساب می‌کنیم. به همین منظور لازم است، دوره تناوب آونگ روی سطح سیاره را به دست آوریم:

$$T_r = \frac{t_r}{n_r} = \frac{t_r = 9.2}{n_r = 2} \Rightarrow T_r = \frac{9.2}{2}$$

$$T_r = 2\pi \sqrt{\frac{L_r}{g_r}} \Rightarrow \frac{9.2}{2} = 2\pi \times \sqrt{\frac{L_r}{5}} \Rightarrow \frac{1}{5} = \frac{L_r}{5}$$

$$\Rightarrow L_r = 0.1 \text{ m} = 10 \text{ cm}$$

$$\Delta L = L_r - L_1 = 10 - 10 \Rightarrow \Delta L = 10 \text{ cm}$$

بنابراین طول آونگ باید ۱۰ cm افزایش یابد.

(جواب و جواب) (توزیک ۳، معده‌های ۵ و ۵)

۱۴۸- گزینه ۳»

(معمومین برار است)

ابتدا دوره تناوب موج و به دنبال آن طول موج را می‌یابیم:

$$T = \frac{t}{n} = \frac{t = 1.2}{n = 10} \Rightarrow T = \frac{1.2}{10}$$

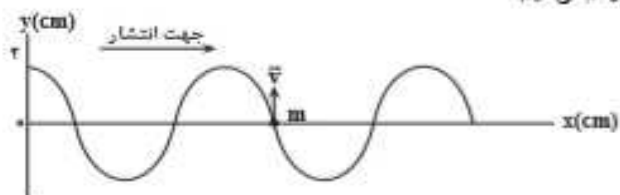
$$\lambda = vT = \frac{v = 10}{T} \Rightarrow \lambda = 10 \times \frac{1.2}{10} = 1.2 \text{ m} = 120 \text{ cm}$$

اکنون مشخص می‌کنیم جابه‌جایی $\Delta x = 140 \text{ cm}$ ، چند کسری از طول موج است.

$$\frac{\Delta x}{\lambda} = \frac{140}{120} = 1 + \frac{20}{120} = 1 + \frac{1}{6} \Rightarrow \Delta x = \lambda + \frac{1}{6}\lambda$$

در این قسمت، بخش موج را در لحظه‌ای که پیشروی موج برابر $\lambda + \frac{1}{6}\lambda$ است،

رسم می‌کنیم.



با توجه به بخش موج شده، وقتی موج به اندازه $(\lambda + \frac{1}{6}\lambda)$ پیشروی تعادل،

قرا M در مکان $Y = 0$ قرار می‌گیرد و در این لحظه، جهت سرعت آن روبه بالا است. وقت کنید، در این لحظه شتاب آن صفر است و جهت تدرار

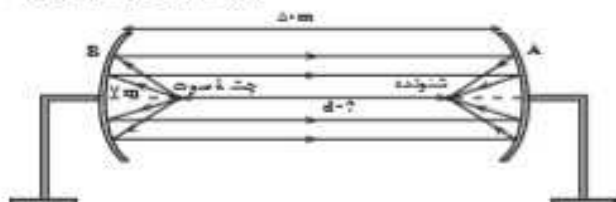
(جواب و جواب) (توزیک ۳، معده‌های ۵ و ۵)

۱۴۹- گزینه ۳»

(معمومین برار است)

با توجه به شکل زیر، هنگامی شونده صوت بازتاب شده از سطح A با بیشترین بلندی در وقت می‌کند که جبهه صوت روی کثیف سطح B و شونده روی کثیف سطح A قرار داشته باشند. در این حالت، فاصله d برابر است با:

$$v + d + \delta = \delta \Rightarrow d = 2\lambda m$$

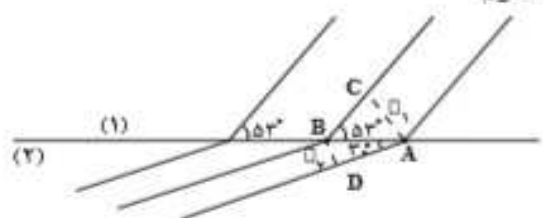


(جواب و جواب) (توزیک ۳، معده‌های ۵ و ۵)

۱۵۰- گزینه ۱»

(صون لغی)

چون فاصله دو جبهه موج متوالی برابر طول موج است، بنابراین، ابتدا طول موجها را با توجه به شکل دست می‌آوریم. به همین منظور با توجه به مثلثهای ABC و ABD داریم:



$$I = \frac{P}{A} \quad I = 10^{-9} \frac{W}{m^2} \Rightarrow \frac{P}{A} = 10^{-9} \frac{W}{m^2} \Rightarrow P = 10^{-9} W$$

$$P = 10^{-9} W$$

پسین (معماری)

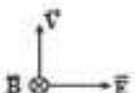
۱۵۳ - گزینه «۱»

ابتدا با استفاده از رابطه سرعت راست جهت میدان الکترومغناطی را در لحظه $t=0$ تعیین می‌کنیم. جهت سرعت راست را در جهت \vec{V} و جهت سرعت راست را در جهت \vec{E} قرار می‌دهیم. در این حالت جهت چرخش جهت سرعت راست را در جهت بردار \vec{E} قرار می‌گیریم.

بعد از تعیین جهت \vec{E} ، دوره تناوب موج الکترومغناطیسی را می‌دانیم و لحظه $t = 5 \times 10^{-10} s$ را بر حسب دوره تناوب پیدا می‌کنیم:

$$T = \frac{\lambda}{c} \quad \lambda = 300 \times 10^3 m = 300 \times 10^3 m \Rightarrow T = \frac{300 \times 10^3}{3 \times 10^8} = 10^{-6} s$$

$$\frac{t}{T} = \frac{5 \times 10^{-10}}{10^{-6}} = \frac{1}{2} \Rightarrow t = \frac{T}{2}$$



می‌بینیم، لحظه $t = 5 \times 10^{-10} s$ برابر لحظه $t = \frac{T}{2}$ است. با توجه به این که بعد از گذشت زمان $\frac{T}{2}$ جهت میدان‌های \vec{E} و \vec{B} کاملاً برعکس می‌شوند (180°).

تغییر می‌کنند به گونه‌ای که در حالت جهت بردار \vec{E} که در حالت جهت محور \vec{E} بوده است، در جهت محور \vec{B} قرار می‌گیرد.

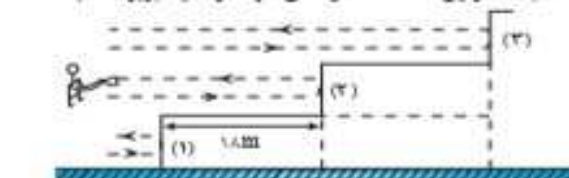
مغناطیس و فضای الکترومغناطیسی (فیزیک ۳، صفحه‌های ۴۴ و ۴۵)

۱۵۴ - گزینه «۲»

پسین (معماری)

می‌دانیم، حداقل اختلاف زمانی که گوش انسان می‌تواند دو صوت را از هم تشخیص دهد، برابر $0.1 s$ است. از طرف دیگر، با توجه به شکل زیر، پژواک دوم به اندازه یک رگشت و برگشت (دو برابر) عرض پل به از پژواک اول، یعنی سه برابر $3 \times 18 = 54 m$ مسافت بیشتر طی می‌کند.

بنابراین، حداقل زمانی که طول می‌کشد تا پژواک دوم مسافت $54 m$ را طی کند، برابر $0.1 s$ باشد، در این حالت حداکثر تندی صوت در محیط برابر است با



$$v = \frac{d}{\Delta t} \quad d = 36 m \Rightarrow v = \frac{36}{0.1} = 360 \frac{m}{s}$$

توسان و موج (فیزیک ۳، صفحه‌های ۷۸ و ۷۹)

$$\sin \theta_1 = \frac{\lambda_1}{AB} \quad \frac{AB - \sqrt{c} m}{\sin \theta_1} = \frac{\lambda_1}{\sqrt{c}} \Rightarrow \lambda_1 = 1.9 cm = 0.19 m$$

$$\lambda_1 = 1.9 cm = 0.19 m$$

$$\sin \theta_2 = \frac{\lambda_2}{AB} \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{c}} = \frac{\lambda_2}{\sqrt{c}} \Rightarrow \lambda_2 = 1.0 cm = 0.1 m$$

آنگون، با توجه به رابطه $\lambda = \frac{v}{f}$ ، تندی موج در هر محیط را به دست می‌آوریم و اختلاف آن‌ها را می‌یابیم.

تندی موج در تمام محیط‌ها یکسان است.

$$v_1 = \lambda_1 f \Rightarrow v_1 = 0.19 \times 10 = 1.9 \frac{m}{s}$$

$$v_2 = \lambda_2 f \Rightarrow v_2 = 0.1 \times 10 = 1 \frac{m}{s}$$

$$\Delta v = v_1 - v_2 = 1.9 - 1 = 0.9 \frac{m}{s}$$

توسان و موج (فیزیک ۳، صفحه‌های ۸۵ و ۸۶)

۱۵۱ - گزینه «۱»

پسین (معماری)

ابتدا با استفاده از رابطه تندی موج را می‌دانیم. با توجه به نمودار مکان - زمان داده شده

توسان در لحظه $t = \frac{1}{12} s$ در مکان $x = 0 cm$ قرار دارد و دامنه توسان آن $A = 1 cm$ است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$x = A \cos \omega t \Rightarrow 0 = 1 \cos \omega \times \frac{1}{12} \Rightarrow \cos \frac{\omega}{12} = 0$$

چون در لحظه $t = \frac{1}{12} s$ سرعت مثبت و در حال کاهش است (شیب خط معکوس

مثبت و در حال کاهش است) و توسان بیشتر از $\frac{T}{4}$ توسان انجام داده است، داریم:

$$\frac{\omega}{12} = 2\pi - \frac{\pi}{2} \Rightarrow \frac{\omega}{12} = \frac{3\pi}{2} \Rightarrow \omega = 2\pi \frac{rad}{s}$$

آنگون شتاب توسان را پیدا می‌کنیم. چون در لحظه $t = \frac{1}{12} s$ توسان در مکان

$x = 0 cm = 0.05 m$ قرار دارد، با استفاده از رابطه زیر می‌توان نوشت:

$$a = -\omega^2 x \Rightarrow a = -4\pi^2 \times 0.05 = -0.4\pi^2 \frac{m}{s^2}$$

$$a = -4\pi^2 \times 0.05 = -0.4\pi^2 \frac{m}{s^2}$$

توسان و موج (فیزیک ۳، صفحه‌های ۵۵ و ۵۶)

۱۵۲ - گزینه «۲»

پسین (معماری)

ابتدا شدت صوت مورد نظر را در رابطه $I = 10^{10} \frac{W}{m^2}$ متری از جبهه صوت پیدا می‌کنیم:

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad \beta = 10 \log \frac{I}{10^{-12} \frac{W}{m^2}} \Rightarrow 10 \log \frac{I}{10^{-12} \frac{W}{m^2}} = 10 \log \frac{I}{10^{-12} \frac{W}{m^2}}$$

$$\Rightarrow 10 \log \frac{I}{10^{-12} \frac{W}{m^2}} = 10 \log \frac{I}{10^{-12} \frac{W}{m^2}}$$

$$\log 10^8 = 8 \Rightarrow \log \frac{I}{10^{-12} \frac{W}{m^2}} = 8 \Rightarrow \frac{I}{10^{-12} \frac{W}{m^2}} = 10^8 \Rightarrow I = 10^{-4} \frac{W}{m^2}$$

از آنجا که امواج صوتی به صورت امواج کروی در فضا منتشر می‌شوند، آنگون مساحت کره‌ای به شعاع r را می‌یابیم:

$$A = 4\pi r^2 \Rightarrow A = 4\pi \times 1 = 4\pi m^2$$

در آخر، آنگون متوسط انتقال انرژی (همان توان جبهه صوت) را حساب می‌کنیم:



۱- چه تعداد از جملات زیر، درست هستند؟

لذا، هرگاه در ناحیه‌ای از یک محیط گشسان، ارتفاعی به وجود آید، موجب پدید آمدن ارتفاع‌های متوالی دیگری می‌شود که به محل ارتفاع نزدیک می‌شوند و به این ترتیب، آنچه را که موج مکانیکی می‌نامند، به وجود می‌آید.

(ب) موج‌های صوتی و موج‌های روی سطح آب برای انتشار خود به محیط مادی نیاز دارند و به همین دلیل جزو موج‌های الکترومغناطیسی محسوب می‌شوند.

(ب) موج بیش رونده، تنها به موج عرضی گفته می‌شود.

ت) منشأ انواع مکانیکی و الکترومغناطیسی یکسان بوده و همگی آن‌ها مشخصه یکسانی دارند.

ت) در امواج عرضی، جابه‌جایی هر جزء از محیط انتشار موج، عمود بر جهت حرکت موج است.

ج) اجزای محیط انتشار موج حول نقطه تعادل خود، یا همان بسامد جشیعه نوسان می کنند.

F (°)	T (°)	T (°)	λ (°)
10	10	10	10
20	20	20	20
30	30	30	30
40	40	40	40
50	50	50	50
60	60	60	60
70	70	70	70
80	80	80	80
90	90	90	90
100	100	100	100
110	110	110	110
120	120	120	120
130	130	130	130
140	140	140	140
150	150	150	150
160	160	160	160
170	170	170	170
180	180	180	180
190	190	190	190
200	200	200	200
210	210	210	210
220	220	220	220
230	230	230	230
240	240	240	240
250	250	250	250
260	260	260	260
270	270	270	270
280	280	280	280
290	290	290	290
300	300	300	300
310	310	310	310
320	320	320	320
330	330	330	330
340	340	340	340
350	350	350	350
360	360	360	360

موضوع	متنوعیت	تجزیه و تحلیل	پایه	موضوع	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب	درجه	عبارت
۱-۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱

الف) هرگاه در تاجیه‌ای از یک محیط گشسان، ارتعاشی به وجود آید، موجب پدید آمدن ارتعاش‌های متوالی دیگری می‌شود که از محل ارتعاش دور و دورتر می‌شوند و به این ترتیب، آنچه را که موج مکانیکی می‌نامند، به وجود می‌آید. ← الف تادرست بود!

ب) موج‌های صوتی و موج‌های روی سطح آب برای انتشار خود به محیط مادی نیاز دارند و به همین دلیل جزو موج‌های مکانیکی محسوب می‌شوند. ←

(ب) به موجهای عرضی و طولی، موجهای پیش راننده می گویند. ← ب نادرست بوده

(ت) به رقم متفاوت بودن منشأ امواج مکانیکی و الکترومغناطیسی، همگی ازها مشخصه یکسانی دارند. ← ت تادریست بوده!

(ث) درست است

(ج) این عبارت چنانکه درست است که جشمه به طور هماهنگ ساده توسل کشدا و جور به این موضوع اشاره شده، بر تادریست است.

بچه‌ها، متن کتاب درسی، رو جدی بگیرد لطفاً.

گروه آموزشی ماز

۲- معادله حرکت نوسانگر هه‌هانگ ساده‌ای در SI به صورت $x = A \cos \frac{\Delta\pi}{T} t$ است. مسافت طی شده توسط نوسانگر بین دو لحظه $t_1 = +0.10$ s و

$t_f = \frac{r}{v}$ چند برابر دایره نوسان است؟ $(\sqrt{2} = 1/4)$

49 69

1/4 1/2 1/4

Text

49-01

پاسخ: گزینه ۲									
مختصات	مختصات	مختصات	پایه	مختصات	پیش از نام تحت	مختصات	پایه	مختصات	پایه
۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰

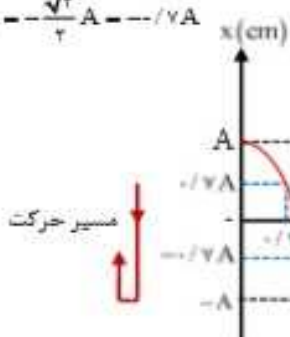
در دو لحظه t_1 و t_2 داریم:

$$x = A \cos \frac{\Delta \pi}{\tau} t \xrightarrow{t = 1/10} x_1 = A \cos \frac{\Delta \pi}{\tau} \times (-1/10) = A \cos \frac{\pi}{4}$$

$$\Rightarrow x_1 = \frac{\sqrt{r}}{r} A = \frac{1}{\sqrt{r}} A = -1/\sqrt{r} A$$

$$x = A \cos \frac{\Delta\pi}{\tau} t \xrightarrow{t = \frac{\tau}{2}} x_f = A \cos \left(\frac{\Delta\pi}{\tau} t \times \frac{\tau}{2} \right) = A \cos \frac{\Delta\pi}{2}$$

$$\Rightarrow x_f = -\frac{\sqrt{2}}{2} A = -\frac{1}{\sqrt{2}} A$$



حال نمودار مکان - زمان نوسانگر را رسم کرده و مکان‌های مورد نظر را بر روی نمودار پیدا می‌کنیم. سپس مسافت طی شده را می‌یابیم.

$$\omega = \frac{\Delta\pi}{\tau} = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = 1/2s$$

$$L = -\frac{1}{\sqrt{2}}A + A + \frac{1}{\sqrt{2}}A = 2A$$

روش دوم:

گفتیم که اگر $\Delta t = \frac{T}{2}$ باشد، مسافت طی شده معادل $2A$ خواهد بود. در این جا $(T = 1/2s)$.

$$\Delta t = t_f - t_i = \frac{\tau}{2} = 1/2 \Rightarrow \Delta t = 1/2 = \frac{T}{2} \Rightarrow \text{مسافت طی شده} = 2A$$

اگر به جای مسافت، جابجایی و سرعت متوسط را بخواهند، کار خیلی آسان‌تر خواهد بود. زیرا با جانگرایی زمان‌ها در معادله حرکت، مکان‌های مربوط به این لحظه‌ها را پیدا کرده و در نهایت سرعت متوسط را می‌یابیم ولی برای کندی متوسط!!

مثال:

معادله حرکت نوسانگری در SI به صورت $x = -2 \cos(100\pi t)$ است. بزرگی سرعت متوسط بین آن لحظه‌ای که برای اولین بار در مکان $x_1 = \sqrt{2} \text{ cm}$ قرار دارد تا لحظه $t_2 = \frac{\tau}{400} \text{ s}$ چند $\frac{\text{cm}}{\text{s}}$ است؟ $(\sqrt{2} = 1/2)$ و $(\sqrt{2} = 1/4)$

متر (2)

3 $\frac{100}{3/5}$

2 2π

1 $\frac{100}{3/5}$

پاسخ گزینه 1

ابتدا لحظه‌ای را می‌یابیم که نوسانگر در مکان x_1 قرار داشته.

$$x = -2 \cos(100\pi t) \xrightarrow{x = \sqrt{2} \text{ cm} = -1/\sqrt{2} \text{ cm}} -1/\sqrt{2} = -2 \cos(100\pi t)$$

$$\Rightarrow \cos(100\pi t) = \frac{\sqrt{2}}{2} = \cos \frac{\pi}{4} \Rightarrow 100\pi t = \frac{\pi}{4} \Rightarrow t_1 = \frac{1}{400} \text{ s}$$

حال مکان مربوط به لحظه t_2 را می‌یابیم.

$$x = -2 \cos(100\pi t) \xrightarrow{t_2 = \frac{\tau}{400}} x = -2 \cos\left(100\pi \left(\frac{\tau}{400}\right)\right) = -2 \cos \frac{\pi}{2} = -1/\sqrt{2} \text{ cm}$$

$$x_f = -\sqrt{2} \text{ cm}$$

و در نهایت داریم:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i} = \frac{-\sqrt{2} - \sqrt{2}}{\frac{\tau}{400} - \frac{1}{400}} \Rightarrow v_{av} = \frac{-2/\sqrt{2}}{\tau/5}$$

$$\Rightarrow |v_{av}| = \frac{100 \text{ cm}}{\tau/5}$$

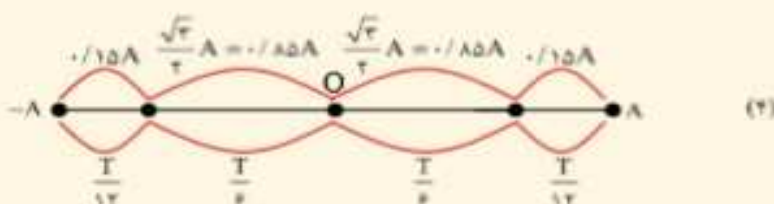
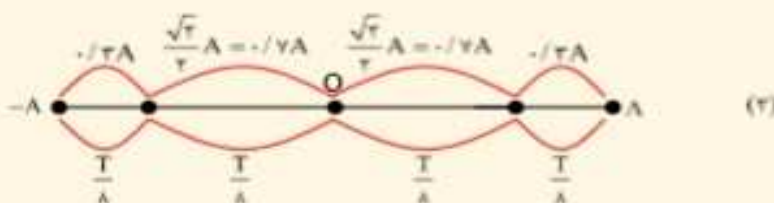
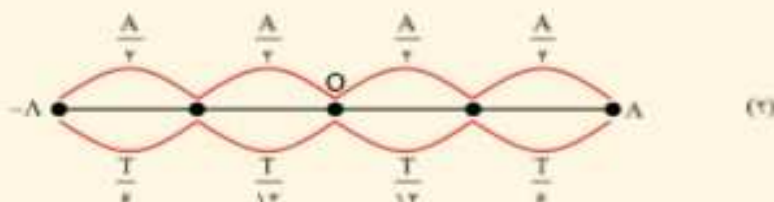
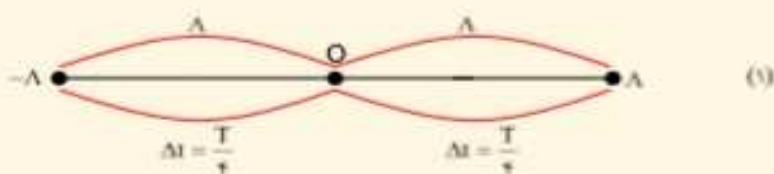
۳- جرم متصل به فنری یا تایت $10 \frac{N}{cm}$ در امتداد محور x یا دایره A نوسان می‌کند. حداقل چند تایت به طول می‌کشد تا نوسانگر از لحظه‌ای که از مکان $x = +\frac{A}{2}$ یا تندی در حال کاهش می‌گذرد، به مکان $x = -\frac{A}{2}$ یا تندی در حال افزایش برسد؟ ($\pi = 3$)

(۱) 0.75 (۲) 0.5 (۳) 0.3 (۴) 0.25

پاسخ: گزینه ۴									
موضوع	مباحثات	آموزشی	تجربه	نمای	مبحث	پیش نیاز	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب	درجه
نوسان	۵	۶	۷	۸	حرکت نوسانی	و ترکیب			سهانی

درستنامه:

به‌طور کلی در یک حرکت هماهنگ ساده با دامنه A ، دورا T می‌توان تقسیم‌بندی زیر را انجام داد. در شکل‌های زیر مرکز نوسان است.

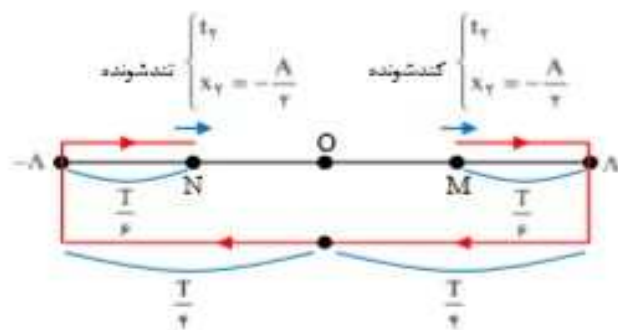


پاتوجه به شکل‌ها، به راحتی می‌توان دریافت که نوسانگر، در زمان‌های مساوی، ازماً جابه‌جایی‌های مساوی ندارد، چون حرکت هماهنگ ساده، حرکتی است شتابدار، با شتاب متغیر.

بدیهی است که هرچه نوسانگر به مرکز نوسان نزدیک‌تر باشد، تندی بیش‌تری پیدا می‌کند و می‌تواند، در زمان‌های کم‌تری، جابه‌جایی بیش‌تری نسبت به نقاط دورتر از مرکز نوسان داشته باشد.

از طرفی می‌دانیم که در حرکت هماهنگ ساده، اگر نوسانگر از مرکز نوسان دور شود، حرکتش کندشونده و اگر به مرکز نوسان نزدیک شود، حرکتش تندشونده است. با این مقدمه، می‌توان خیلی از سؤال‌ها را در زمان کوتاه‌تری حل کرد.

در ابتدا یک شکل ساده از مسیر حرکت نوسانگر رسم می‌کنیم. پاتوجه به آن چه از درستنامه آموختیم، داریم:



یعنی حداقل زمان لازم برای این حرکت تا از M به N (یا توجه به فرض سؤال) برود، برابر است با:

$$\Delta t = \frac{T}{4} + \frac{T}{4} + \frac{T}{4} + \frac{T}{4} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta T}{4}$$

حال اگر دوره را بیابیم به راحتی می‌توانیم Δt را محاسبه کنیم.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{M}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{\tau/\delta}{1-\dots}} = \dots/\pi = \dots/\tau$$

در نهایت داریم:

$$\Delta t = \frac{\Delta T}{4} = \frac{\Delta \times \dots/\tau}{4} \Rightarrow \Delta t = \dots/\tau \Delta \delta$$

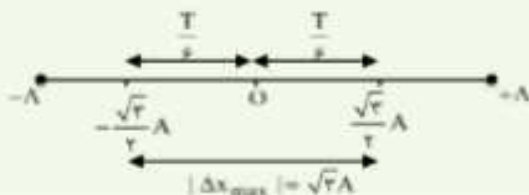
حال اگر سؤال بیش‌ترین مقدار سرعت متوسط را بخواهد، باتوجه به معلوم بودن جابه‌جایی یا زمان نوسان، می‌توان پاسخ را به‌صورت زیر بیان کرد:
بدیهی است که برای تعیین بیش‌ترین مقدار سرعت متوسط، یا باید مقدار جابه‌جایی بیشینه باشد، یا زمان مربوط به جابه‌جایی کمینه باشد. یعنی:

$$|v_{\max}| = \frac{|\Delta x_{\max}|}{\Delta t} \quad \text{اگر } \Delta t \text{ ثابت باشد}$$

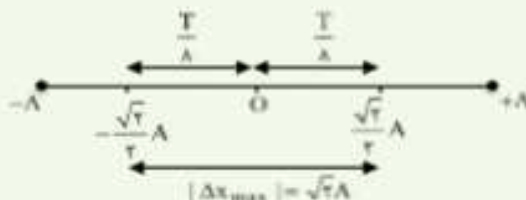
$$|v_{\max}| = \frac{|\Delta x|}{\Delta t_{\min}} \quad \text{اگر } \Delta x \text{ ثابت باشد}$$

با ثابت بودن، برای پیدا کردن $|\Delta x_{\max}|$ باید نوسانگر در نزدیکی‌های مرکز نوسان حرکت کند. یعنی Δt را نصف می‌کنیم و در طرفین مرکز نوسان در نظر می‌گیریم.

$$\begin{cases} \Delta t = \frac{T}{4} \\ |\Delta x_{\max}| = \sqrt{\tau} A \end{cases}$$



$$\begin{cases} \Delta t = \frac{T}{4} \\ |\Delta x_{\max}| = \sqrt{\tau} A \end{cases}$$



$$\begin{cases} \Delta t = \frac{T}{4} \\ |\Delta x_{\max}| = A \end{cases}$$

بچه‌ها مورد سوم را هم خودتون تحلیل کنید

۴ - نمودار مکان - زمان یک نوسانگر هماهنگ ساده به صورت زیر نشان داده شده است. نندی متوسط آن بین دو لحظه t_1 و t_2 چند $\frac{\text{cm}}{\text{s}}$ است؟

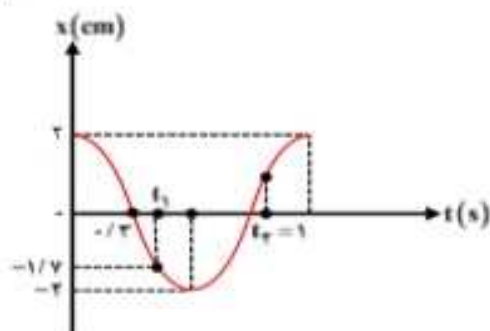
($\sqrt{2} = 1/\sqrt{2}$ و $\sqrt{2} = 1/4$)

۷/۴ (۱)

۶ (۲)

۵/۴ (۳)

۶/۶ (۴)

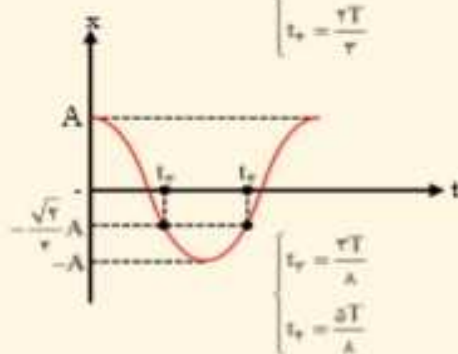
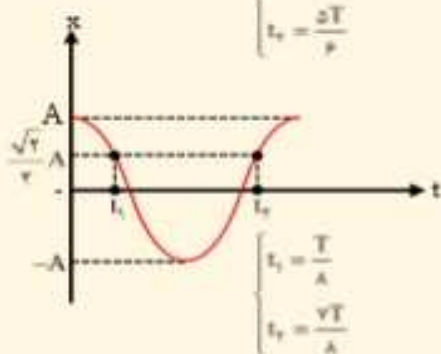
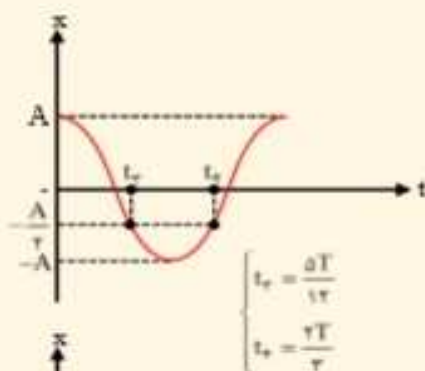
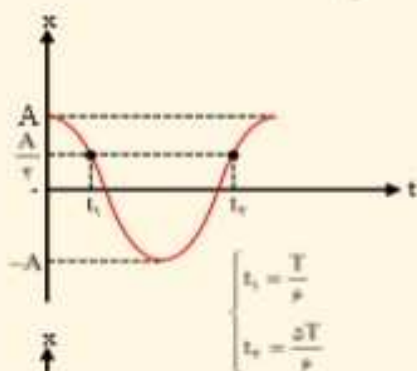
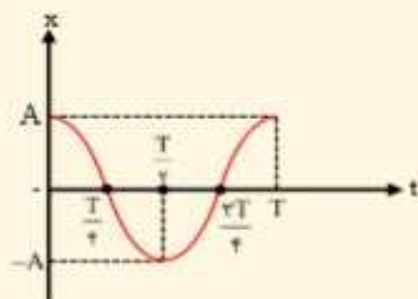


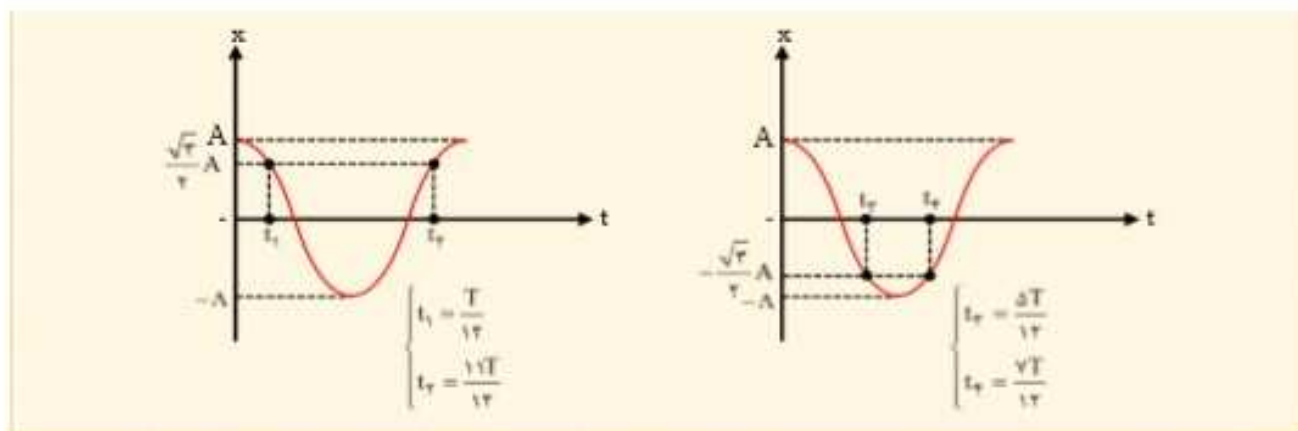
پاسخ: گزینه ۴

موضوع	مکانیک	آزمایشگاه	تئوری	پایه	مبحث	پیش نیاز	پیش نیاز	مفاهیم قابل ترکیب	درجه	میزان
درجه ۱	۵	۴	۷	سوال	نوسان	و ترکیب	نوسان	۵	سهان	سهان

درصافه:

در نمودار مکان - زمان مربوط به یک نوسانگر هماهنگ ساده که با دوره T و دامنه A نوسان می‌کند، می‌توان تقسیم‌بندی زیر را انجام داد:





برای تعیین تندی متوسط باید لحظه t_1 و نیز مکان x_1 را بیابیم. برای این منظور، یکی از راه‌حل‌ها، استفاده از معادله حرکت است. بنابراین داریم:

$$\frac{T}{4} = \frac{1}{\nu} \Rightarrow T = \frac{1}{\nu} \text{ s} \xrightarrow{\omega = \frac{2\pi}{T}} \omega = \frac{2\pi \text{ rad}}{\text{s}}$$

و برای تعیین معادله حرکت داریم:

$$x = A \cos \omega t \Rightarrow x = \frac{A}{\sqrt{2}} \cos \frac{2\pi}{T} t$$

در لحظه t_1 داریم:

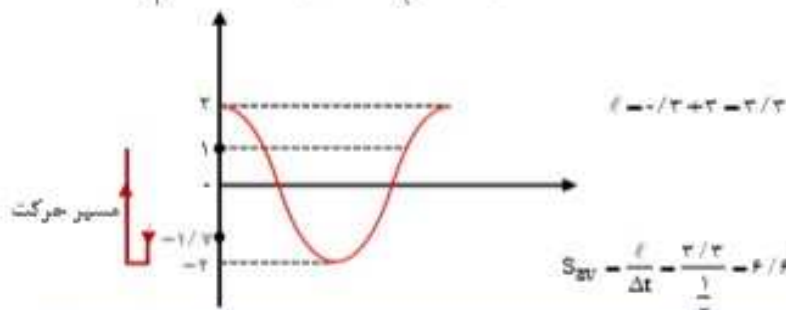
$$-\frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{A}{\sqrt{2}} \cos \frac{2\pi}{T} t_1 \xrightarrow{1/\sqrt{2} = \sqrt{2}} \cos \frac{2\pi}{T} t_1 = -\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = \cos \frac{3\pi}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{2\pi}{T} t_1 = \frac{3\pi}{2} \Rightarrow t_1 = \frac{3}{4} \text{ s}$$

و در لحظه t_2 داریم:

$$x = \frac{A}{\sqrt{2}} \cos \frac{2\pi}{T} t \xrightarrow{t=1\text{ s}} x_2 = \frac{A}{\sqrt{2}} \cos \frac{2\pi}{T} \Rightarrow x_2 = 1 \text{ cm}$$

حال با تصویر کردن نمودار روی محور x داریم:



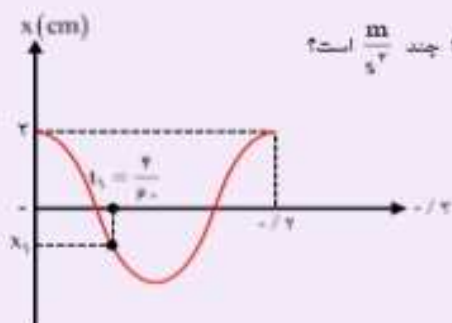
و برای تعیین تندی متوسط داریم:

$$S_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{\frac{\pi}{2}}{\frac{1}{4}} = \frac{\pi}{2} \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

اگر در سؤال، شتاب را در یک لحظه یا مکان خاص بخواهند، باید از رابطه زیر شتاب را بیابیم.

$$a = -\omega^2 x$$

مثال:



نوسانگر مکان - زمان یک نوسانگر هماهنگ ساده به صورت زیر داده شده است. شتاب نوسانگر در لحظه t_1 چند $\frac{m}{s^2}$ است؟

- (۱) π^2
(۲) $\sqrt{3}\pi^2$
(۳) $\sqrt{2}\pi^2$
(۴) $\frac{\pi^2}{2}$

پاسخ: گزینه ۱

ابتدا مکان ذره را در لحظه t_1 بیابیم.

$$T = 2 \text{ s} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \omega = 1.57 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$x = A \cos \omega t = r \cos 1.57 t \xrightarrow{t = \frac{1}{4} \text{ s}} x = r \cos \left(1.57 \left(\frac{1}{4} \right) \right)$$

$$\Rightarrow x = r \cos \frac{\pi}{2} = r \times \left(-\frac{1}{2} \right) \Rightarrow x = -1 \text{ cm}$$

$$a = -\omega^2 x = -(1.57)^2 (-1) \Rightarrow a = 1.57^2 \frac{\text{cm}}{\text{s}^2}$$

$$\Rightarrow a = \pi^2 \frac{m}{s^2}$$

گروه آموزشی ماز

۵- نوسانگری به جرم ۲۰۰ گرم در امتداد محور افقی نوسان می کند. اگر در لحظه ای که انرژی پتانسیل و جنبشی نوسانگر برابرند، تندی نوسانگر $\frac{m}{s}$ باشد، انرژی مکانیکی نوسانگر چند میلی ژول است؟

۹۶ (۴)

۱۲۸ (۳)

۳۲ (۲)

۶۴ (۱)

پاسخ: گزینه ۳

توضیحات	موضوع	معماری	شماره	پایه	مبحث	پیش نیاز	پیش شرط لازم	مفاهیم فیزیکی ترکیبی	درجه سختی	جهان
درجه ۳	۱	۱	۱	۱	نوسان	۱ ترکیبی	۱	۱	۱	۱

درسنامه:

انرژی نوسانگر هماهنگ ساده را می توان به صورت زیر بیان کرد:

$$\text{انرژی جنبشی: } K = \frac{1}{2} m v^2$$

$$\text{انرژی مکانیکی: } E = \frac{1}{2} k A^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2$$

$$E = K + U$$

بدیهی است، در لحظه ای که انرژی پتانسیل و جنبشی باهم برابرند، سهم هریک از کل انرژی مکانیکی، نصف انرژی مکانیکی است. یعنی در این لحظه، داریم:

$$\begin{cases} U = K = \frac{1}{2} E \\ v = \pm \frac{\sqrt{2}}{2} v_{\max} \\ x = \pm \frac{\sqrt{2}}{2} A \end{cases}$$

تذکره: بدیهی است که در مرکز نوسان، انرژی پتانسیل صفر و انرژی جنبشی بیشینه است. یعنی:

$$\begin{cases} x = -A \Rightarrow U = 0 \\ K_{\max} = E = \frac{1}{2}mv_{\max}^2 \end{cases}$$

و در نقاط بازگشتی، یعنی $x = \pm A$ ، انرژی جنبشی صفر است و داریم:

$$\begin{cases} x = \pm A \Rightarrow K = 0 \\ U_{\max} = E = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 \end{cases}$$

در لحظه‌ای که انرژی جنبشی و پتانسیل برابرند، داریم:

$$\begin{aligned} \begin{cases} U + K = E \\ U = K \Rightarrow K = \frac{1}{2}E \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}E \end{cases} \\ \Rightarrow E = (2.2 \times 10^{-2}) \left(\frac{1}{2} \right)^2 \Rightarrow E = 1.28 \times 10^{-2} \text{ J} \\ \Rightarrow E = 12.8 \text{ mJ} \end{aligned}$$

اگر مکان نوسانگر در لحظه‌ای که $U = K$ برابر است، پرسیده شود آن‌گاه $x = \pm \frac{\sqrt{2}}{2} A$ است.

همچنین اگر در این سؤال تندی بیشینه را بخواهد، چه می‌کند؟

مثال:

نوسانگری به جرم m در امتداد یک یاره‌کخط افقی، حول مرکز نوسان، حرکت هماهنگ ساده دارد. اگر در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل و جنبشی نوسانگر برابرند، تندی

نوسانگر $\frac{m}{5}$ باشد، بیشینه تندی نوسانگر چند $\frac{m}{5}$ است؟

۴ (۴)

$2\sqrt{2}$ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

پاسخ: گزینه ۳

$$\begin{aligned} \begin{cases} E = U + K \\ U = K \end{cases} \Rightarrow E = 2K \Rightarrow \frac{1}{2}mv_{\max}^2 = 2 \left(\frac{1}{2}mv^2 \right) \\ \Rightarrow |v_{\max}| = \sqrt{2}|v| \xrightarrow{v = \frac{m}{5}} |v_{\max}| = 2\sqrt{2} \frac{m}{5} \end{aligned}$$

گروه آموزشی ماز

۶- نمودار تغییر انرژی پتانسیل و جنبشی نوسانگری برحسب مکان به صورت شکل داده شده است. اگر در مکان‌های x_1 و x_2 به ترتیب سرعت نوسانگر

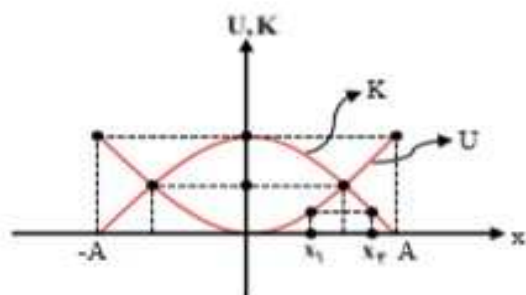
$\frac{m}{5}$ و $\frac{m}{3}$ باشد، بیشینه سرعت نوسانگر چند $\frac{m}{5}$ است؟

$2\sqrt{2}$ (۱)

۲ (۲)

$\sqrt{8}$ (۳)

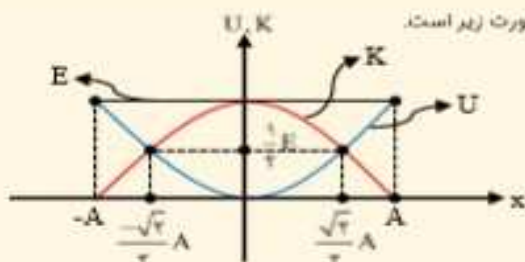
$\sqrt{10}$ (۴)



پاسخ: گزینه ۴

درجه آزادی	معمولاً	معمولاً	آموزشی	تجربیه	پایه	مبحث	پیش نیاز	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب	درجیه	مختار
درجه آزادی	۶	۷	۷	۷	پایه	نوسان	و ترکیب		۱	۱	۱

در حرکت هماهنگ ساده، نمودار تغییرات انرژی پتانسیل، جنبشی و مکانیکی بر حسب مکان به صورت زیر است.



پدیدهی است. در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل و جنبشی باهم برابرند، (محل تلاقی نمودارهای U و K) داریم:

$$E = U + K \Rightarrow \begin{cases} U = K = \frac{1}{2} E \\ x = \pm \frac{\sqrt{\tau}}{\gamma} A \\ v = \pm \frac{\sqrt{\tau}}{\gamma} v_{\max} \\ t = (\gamma n - \gamma) \frac{T}{\gamma} \end{cases}$$

که در آن T دوره و A دامنه نوسان است.

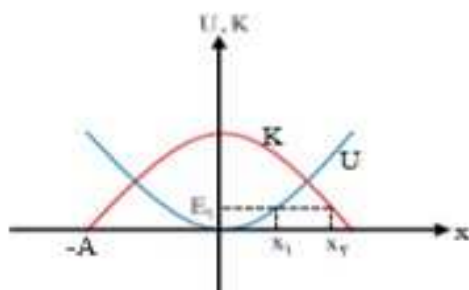
پانوجه به نمودار داده شده داریم:

$$\begin{cases} \text{در مکان } x_1 & U_1 = E_1 \\ \text{در مکان } x_2 & K_2 = E_1 \end{cases} \Rightarrow U_1 = K_2 \xrightarrow{U_1 = E - K_1} U_1 - E = -K_1$$

$$E - K_1 = K_2 \Rightarrow E = K_1 + K_2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} m v_{\max}^2 = \frac{1}{2} m (v_1^2 + v_2^2)$$

$$\Rightarrow v_{\max}^2 = v_1^2 + v_2^2 = 10 \Rightarrow v_{\max} = \sqrt{10} \frac{m}{s}$$



اگر در محل تلاقی نمودارهای U و K ، انرژی معلوم باشد و انرژی مکانیکی یا تبدی بیشینه را بخواند، چه می‌کنید؟

مثال:

نمودار تغییر انرژی پتانسیل و جنبشی نوسانگری بر حسب مکان به صورت شکل داده شده است. انرژی مکانیکی نوسانگر چند ژول است؟

- (۱) -/ ۲۴
- (۲) -/ ۱۲
- (۳) -/ ۱۶
- (۴) -/ ۸

پاسخ: گزینه ۳

در لحظه‌ای که نمودارهای U و K یکدیگر را قطع می‌کنند، داریم:

$$\begin{cases} E = U + K \\ U = K \end{cases} \Rightarrow E = 2U = 2K = 2 \times 8 = 16 \text{ J} \Rightarrow E = 16 \text{ J}$$

۷ - دامنه‌ی حرکت نوسانگری 4cm و پساوند آن 10^{-2}s می‌باشد. در لحظه‌ای که انرژی جنبشی نوسانگر ۳ برابر انرژی پتانسیل است، تندی آن چند متر بر ثانیه است؟

۱/ $8\pi\sqrt{3}$ (۴)

۲/ $4\pi\sqrt{3}$ (۳)

۳/ 4π (۲)

۴/ 8π (۱)

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع
مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک

انرژی نوسانگر: هنگامی که نوسانگر بر روی پاره‌خط نوسان، نوسان می‌کند، تندی آن پیوسته در حال تغییر است و به همین دلیل انرژی جنبشی آن نیز تغییر می‌کند. با چشم‌پوشی از اتلاف انرژی در اثر مقاومت هوا و اصطکاک، انرژی مکانیکی ثابت می‌ماند و بنابراین انرژی پتانسیل نوسانگر نیز در حین نوسان تغییر می‌کند.



با توجه به اینکه تندی نوسانگر در ابتدا و انتهای پاره‌خط صفر است و هنگام عبور از مبدأ بیشینه، پس، انرژی جنبشی نوسانگر در ابتدا و انتهای پاره‌خط صفر است و در مبدأ نوسان بیشترین مقدار را دارد.

$$(k_{\max} = \frac{1}{2}mv_{\max}^2)$$

با توجه به پایستگی انرژی مکانیکی، انرژی مکانیکی در حین حرکت ثابت است و بنابراین با کاهش انرژی جنبشی انرژی پتانسیل افزایش می‌یابد و با افزایش انرژی جنبشی، انرژی پتانسیل کاهش می‌یابد. پس در مبدأ، انرژی پتانسیل صفر است.

$$\leftarrow E = k_{\max} + 0 \Rightarrow E = K_{\max}$$

$$E = \frac{1}{2}mv_{\max}^2$$

$$\frac{1}{2}mv_m^2 = \frac{1}{2}kA^2 \leftarrow E = \frac{1}{2}kA^2$$

$$k = m\omega^2 \rightarrow v_m^2 = \omega^2 A^2 \rightarrow v_m = A\omega \rightarrow \text{بیشینه تندی نوسانگر}$$

در سؤال‌های مربوط به انرژی نوسانگر فقط از روابط زیر استفاده خواهیم کرد.

$$E = k + U$$

$$E = \frac{1}{2}kA^2$$

$$k_{\max} = \frac{1}{2}mv_m^2$$

نکته:

در ابتدا و انتهای پاره‌خط نوسان چون تندی صفر است، انرژی جنبشی برابر صفر بوده و انرژی پتانسیل بیشترین مقدار را دارد.

$$\leftarrow E = U_{\max} + 0 \Rightarrow E = U_{\max}$$

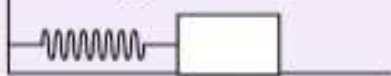
و از آنجا که قبلاً هم نتیجه گرفتیم $E = k_{\max}$ پس بیشینه انرژی جنبشی نوسانگر با بیشینه انرژی پتانسیل آن برابر است.

$$E = K_{\max} = U_{\max}$$

مثال ۱

در شکل مقابل جسم متصل به فنر را روی سطح بدون اصطکاک به اندازه 5cm به سمت راست کشیده و رها می‌کنیم. وقتی که تندی جسم $\frac{3}{5}m$ است انرژی پتانسیل آن چند ژول می‌شود؟

$$k = 200 \frac{\text{N}}{\text{m}} \quad m = 2 \cdot g r$$



پاسخ تشریحی مثال:

ابتدا انرژی مکانیکی را از رابطه‌ی $E = \frac{1}{2} k A^2$ به دست می‌آوریم:

$$E = \frac{1}{2} \times 200 \times \left(\frac{5}{100}\right)^2 = 100 \times \frac{25}{10000} = 25 \times 10^{-3} \text{ J}$$

و بعد انرژی جنبشی را محاسبه می‌کنیم:

$$k = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-3} \times 9 = 9 \times 10^{-3} \text{ J}$$

و با توجه به رابطه‌ی $E = k + u$ انرژی پتانسیل را محاسبه می‌کنیم:

$$U = E - k = 25 \times 10^{-3} - 9 \times 10^{-3} = 16 \times 10^{-3} \text{ J}$$

$$k = 2u \quad \text{و} \quad u = \frac{1}{2} k \rightarrow E = k + u \rightarrow k + \frac{1}{2} k = \frac{3}{2} k$$

$$k = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow \frac{1}{2} m v_m^2 = \frac{2}{3} \left(\frac{1}{2} m v^2 \right) \rightarrow v = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} v_m$$

$$E = k_m = \frac{1}{2} m v_m^2$$

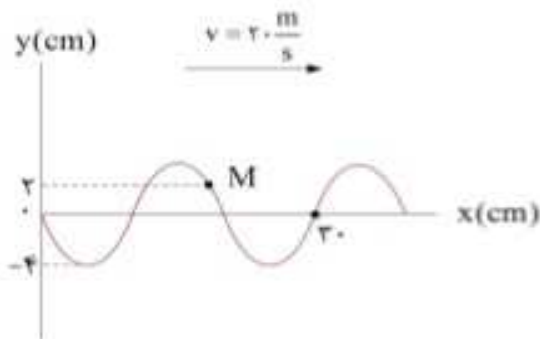
$$v_m = A \omega = A(2\pi f) = 4 \times 10^{-2} (2 \times \pi \times 10) = 0.8\pi \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v = 0.8\sqrt{\frac{2}{3}} \pi \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

گروه آموزشی ماز

۸- شکل مقابل نقشی یک موج را در لحظه‌ی $t = 0$ نشان می‌دهد. سرعت متوسط ذره‌ی M از لحظه‌ی $t_1 = \frac{1}{6\pi} \text{ s}$ تا $t_2 = \frac{1}{3\pi} \text{ s}$ چند $\frac{\text{cm}}{\text{s}}$ است؟

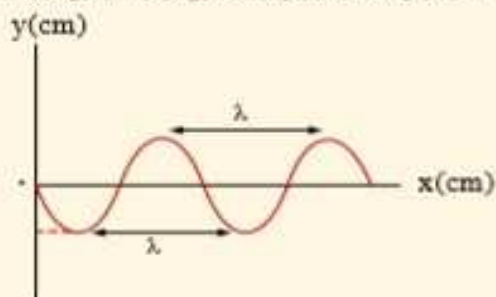
- ۱- ۱۶
- ۲- ۸
- ۳- ۱۶
- ۴- ۸



پاسخ: گزینه ۱

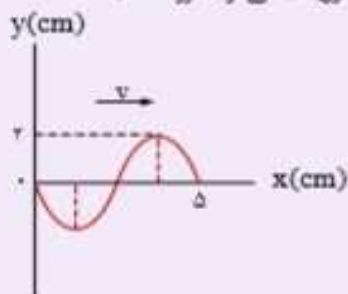
سازمان	موسس	مختصات	آموزشی	کتابخانه	زبان	موضوع	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	موضوع
سازمان	موسس	مختصات	آموزشی	کتابخانه	زبان	موضوع	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	موضوع

نقش موج: تصویری از موج رونده است در یک لحظه از زمان. اگر نقش موج را بر روی دستگاه مختصات $(y-x)$ قرار دهیم می‌توانیم اطلاعات بسیار مهمی درباره حرکت جسم به دست آوریم (فاصله‌ی دو قله یا دو دره‌ی متوالی بر روی نقش موج برابر طول موج (λ) است).



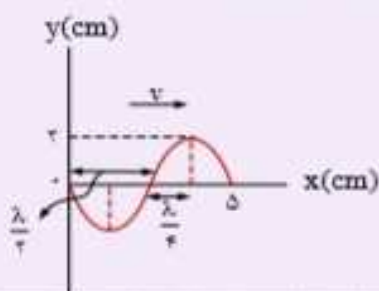
مثال ۴:

نقش یک موج مطابق شکل است، دامنه و طول موج را به دست آورید (عاج از کشور ۱۳۹۸)



پاسخ: دامنه بیشترین فاصله از مبدأ مکان است و با توجه به شکل، $A = 2 \text{ cm}$ می‌باشد.

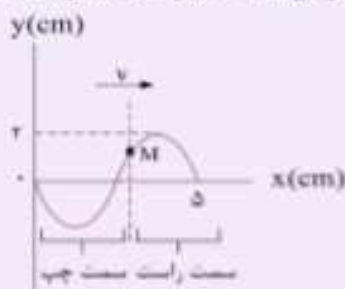
و با توجه به شکل متقابل، هر یک از فواصل کوچک برابر $\frac{\lambda}{4}$ می‌باشد یعنی $\lambda = 5 \text{ cm}$.



تعیین موقعیت ذرات محیط بر روی نقش موج:

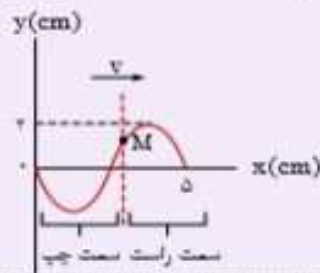
برای اینکه تعیین کنیم یک ذره در لحظات بعدی چه حرکتی انجام خواهد داد، به جهت حرکت موج توجه می‌کنیم و خطی فرضی عمود بر محور افقی در نظر می‌گیریم که از آن نقطه عبور می‌کند و با توجه به جهت حرکت، نقش موج به دو قسمت تقسیم می‌شود که رفتار گذشته و آینده‌ی ذره را نشان می‌دهد.

مثلاً در شکل متقابل، قسمت راست، بخشی از نقش موج را نشان می‌دهد که قبلاً از نقطه‌ی M رد شده است اما سمت چپ بخشی از موج است که در آینده از نقطه‌ی M عبور خواهد کرد و آن را به حرکت در خواهد آورد.

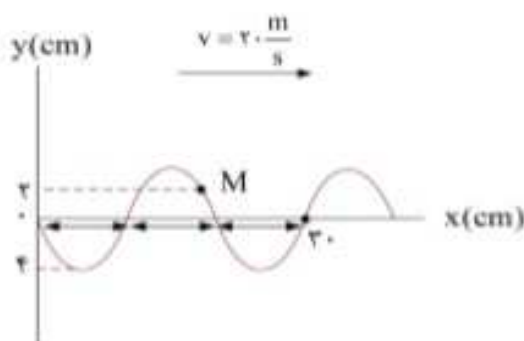


با نگاه کردن به بخش آینده می‌توان تشخیص داد که ذره در حال حرکت به سمت راست یا چپ است

مثلاً در این شکل ذره به M در حال حرکت به سمت راست است



با توجه به شکل ابتدا طول موج را به دست می‌آوریم.



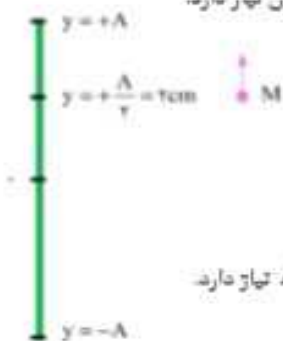
$$v \frac{\lambda}{v} = 20 \rightarrow \lambda = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$$

$$\lambda = vT \rightarrow \frac{20}{10} = 20 \times T \Rightarrow T = \frac{1}{100} \text{ s}$$

بنابراین دوره تناوب تمام ذرات محیط $\frac{1}{100}$ ثانیه است.

با توجه به نقش موج $A = 20 \text{ cm}$ و ذره‌ی M که در مکان $x = 20 \text{ cm}$ می‌باشد در واقع در نصف دامنه است.

اما با توجه به اینکه بخش آینده کمی بالاتر از نقطه‌ی M است متوجه می‌شویم ذره‌ی M در حال حرکت به سمت بالا است و در لحظه‌ی $t = 0$ در واقع در حال حرکت به سمت انتهای پاره‌خط می‌باشد. ذره برای رسیدن از نصف دامنه به انتهای پاره‌خط به $\Delta t = \frac{T}{2}$ مدت زمان نیاز دارد.



$$\Delta t = \frac{1}{200} = \frac{1}{200} \text{ s}$$

پس در لحظه $t_1 = \frac{1}{200} \text{ s}$ در مکان $x = +A$ می‌باشد و برای رسیدن از $x = +A$ تا $x = 0$ به مدت زمان $\Delta t' = \frac{T}{2}$ نیاز دارد.

$$\Delta t' = \frac{1}{200} \rightarrow \Delta t + \Delta t' = \frac{1}{200} + \frac{1}{200} = \frac{1000}{200000} = \frac{1}{200} \text{ s}$$

یعنی در لحظه‌ی $t_2 = \frac{1}{200} \text{ s}$ در مبدأ قرار دارد.

و حالا که مکان اولیه و تهایی مشخص شده می‌توانیم سرعت متوسط را به دست آوریم.

$$V_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{0 - 20 \text{ cm}}{\frac{1}{200} - \frac{1}{200}} = \frac{-20}{0} = -\frac{20 \times 2000}{1000} \Rightarrow V_{av} = -4000 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

اگر...

اگر طراح شتاب متوسط را در این بازه می‌خواست: در لحظه‌ی t_1 نوسانگر در مکان $x = +A$ است و $V_1 = 0$ در لحظه‌ی t_2 در مبدأ و در حال حرکت به سمت پایین پس $V_2 = -V_{\max}$ و طبق تعریف شتاب متوسط:

$$(V_{\max} = A\omega) \Rightarrow a_{av} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_2 - V_1}{\Delta t} = \frac{-A\omega}{\frac{1}{240} - \frac{1}{600}} = \frac{-240 \times (\frac{2\pi}{1/100})}{\frac{1}{240} - \frac{1}{600}} = \frac{-600 \times \pi}{\frac{1}{400}} = -240000 \pi$$

www.biomaze.ir

۹ - در یک موج طولی، فاصله‌ی بین نقطه‌ای که اندازه‌ی جابه‌جایی آن از وضعیت تعادل بیشینه است تا بیشترین جمع‌شدگی مجاورش برابر 5cm است. اگر این موج با تندی $80 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ در محیط منتشر شود، پسماند این موج چند هرتز است؟

۱۶۰۰ (۴)

۸۰۰ (۳)

۴۰۰ (۲)

۲۰۰ (۱)

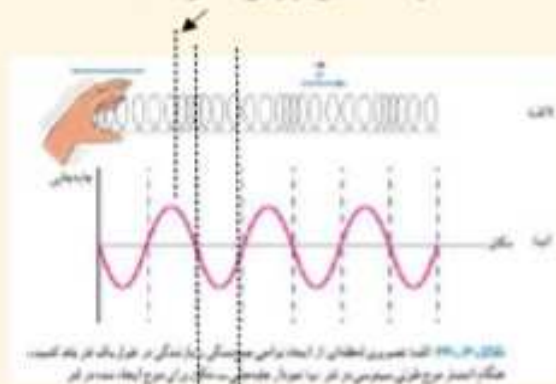
پاسخ: گزینه ۴

موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع
درجه ۱ تا ۱۲	معماری	آموزشی	تجربیه	پایه	موضوع	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز	مفاهیم قابل ترکیب با	تجربیه
	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲

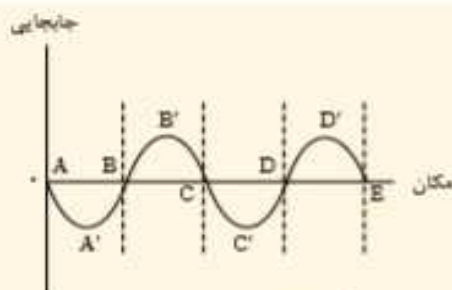
به متن کتاب توجه کنید:

طول موج و مشخصه‌های آن: در انتشار موج طولی در یک فنر بلند کشیده شده دیدیم که با انتشار موج، ناحیه‌های جمع‌شدگی و بازشدگی به طور متناوب در طول فنر ظاهر می‌شوند. برای اینکه این موج را مدل‌سازی کنیم لازم است ناحیه‌های جمع‌شدگی و بازشدگی را با دقت بیشتری مورد بررسی قرار دهیم. در یک لحظه از زمان، در مکان‌هایی که بیش‌ترین جمع‌شدگی یا بیش‌ترین بازشدگی حلقه‌ها رخ می‌دهد، جابه‌جایی هر جزء فنر از وضعیت تعادل برابر صفر است. در وسط فاصله بین یک جمع‌شدگی بیشینه و یک بازشدگی بیشینه مجاور هم، اندازه جابه‌جایی هر جزء فنر از وضعیت تعادل، بیشینه است. به این ترکیب می‌توان برای فنر شکل (تقدیه) نمودار جابه‌جایی - مکان (ب) را رسم کرد. با استفاده از چنین نموداری، برای یک موج طولی نیز می‌توانیم همان مشخصه‌های موج عرضی را تعریف کنیم؛ مثلاً در حالی که طول موج برای امواج عرضی برابر با فاصله دو قله یا دو دره متوالی است، در مورد امواج طولی، طول موج برابر با فاصله بین دو تراکم (برای فنر جمع‌شدگی) یا دو انبساط (برای فنر بازشدگی) متوالی است. همچنین دامنه موج طولی برابر با بیشینه جابه‌جایی از مکان تعادل است.

اندازه جابه‌جایی از وضع تعادل بیشینه است.



جابه‌جایی از وضع تعادل برابر صفر است.



نقاط A و B و C و D و E بیشترین جمع‌شدگی یا بیشترین بازشدگی حلقه‌ها هستند.
نقاط A' و B' و C' و D' و E' وسط بین یک جمع‌شدگی بیشینه و یک بازشدگی بیشینه هستند.

یعنی با توجه به شکل فوق فاصله‌ی نقاط ذکر شده در سؤال برابر ۵ cm است که این فاصله برابر $\frac{\lambda}{4}$ می‌باشد.

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

$$v = \lambda \cdot \frac{m}{s} \rightarrow \lambda = vT \rightarrow \frac{v}{\lambda} = \frac{1}{T} = \lambda \cdot f$$

$$T = \frac{1}{f} \text{ s}, \quad f = \frac{1}{T} = 40 \cdot \text{Hz}$$

اگر...

اگر طراح سؤال بیان می‌کرد، فاصله‌ی بین یک بیشینه تراکم و بیشینه انبساط متوالی در این صورت منظور از این فاصله همان $\frac{\lambda}{4}$ می‌بود.

$$\frac{\lambda}{4} = 5 \rightarrow \lambda = 20 \text{ cm} \rightarrow \frac{1}{\lambda} = \lambda \cdot f \rightarrow T = \frac{1}{\lambda \cdot f} \Rightarrow f = 40 \cdot \text{Hz}$$

گروه آموزشی ماز

۱- اختلاف تنیدی امواج P و S حاصل از یک زمین لرزه $10^4 \times \frac{\text{km}}{\text{h}}$ می‌باشد. اگر این امواج به ترتیب ۱۰۰ و ۱۵۰ ثانیه پس از وقوع زلزله توسط لرزه‌نگار ثبت شده باشند، تنیدی امواج عرضی حاصل از این زمین لرزه چند $\frac{\text{km}}{\text{s}}$ است؟

۳ (۴)

۲ (۳)

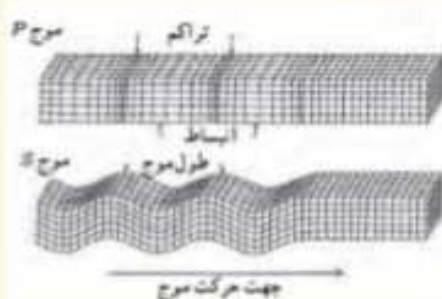
۶ (۲)

۹ (۱)

پاسخ: گزینه ۲

موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع
موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع

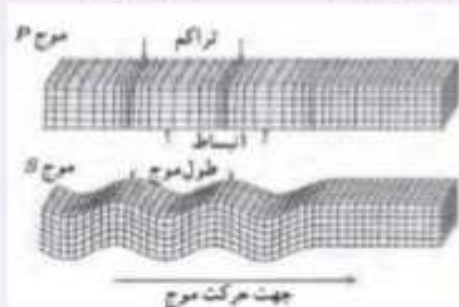
امواج لرزه‌ای موج‌های مکانیکی‌ای هستند که از لایه‌های زمین عبور می‌کنند. یکی از مشاهداتی مهم امواج لرزه‌ای، زمین‌لرزه‌ها هستند. دو نوع از امواج لرزه‌ای، امواج لرزه‌ای P و امواج ثانویه S هستند. امواج P، امواج طولی و امواج S، امواج عرضی هستند.



نکته: تندی امواج طولی (P) از تندی امواج عرضی (S) بیشتر است.

مثال ۴: (این مثال کتاب درسی بسیار مهم است.)

امواج لرزه‌ای موج‌های مکانیکی هستند که از لایه‌های زمین عبور می‌کنند. یکی از منشأهای مهم امواج لرزه‌ای، زمین‌لرزه‌ها هستند. دو نوع از امواج لرزه‌ای، امواج اولیه P و امواج ثانیه S هستند. امواج P، امواجی طولی و امواج S امواج عرضی هستند. معمولاً تندی موج‌های P در حدود $8/0 \text{ km/s}$ و تندی موج‌های S در حدود $4/5 \text{ km/s}$ است. یک دستگاه لرزه‌نگار موج‌های P و S حاصل از یک زمین‌لرزه را ثبت می‌کند. فرض کنید نخستین امواج P، ۳۰- دقیقه پیش از نخستین امواج S دریافت شوند. اگر این موج‌ها روی خط راستی حرکت کنند، زمین‌لرزه تقریباً در چه فاصله‌ای از محل لرزه‌نگار رخ داده است؟



پاسخ: نسبت با استفاده از رابطه $\Delta x = v \Delta t$ که در فصل ۱ آموختیم، زمان پیمودن هر یک از دو موج را می‌یابیم. اگر تندی موج S را با v_s و تندی موج P را با v_p نشان دهیم، اختلاف زمان رسیدن این دو موج چنین می‌شود:

$$\Delta t = \frac{\Delta x}{v_s} - \frac{\Delta x}{v_p} = \frac{(v_p - v_s) \Delta x}{v_s v_p}$$

و از آنجا که Δx را به دست می‌آوریم:

$$\Delta x = \frac{v_s v_p}{v_p - v_s} \Delta t = \frac{(4/5 \text{ km/s})(8/0 \text{ km/s})}{(8/0 \text{ km/s}) - (4/5 \text{ km/s})} (30 \times 60 \text{ s}) = 1/9 \times 10^3 \text{ km}$$

چون $v_p > v_s$ پس

$\pm 3/6$

تبدیل به $\frac{\text{m}}{\text{s}}$

$$v_p - v_s = 1/9 \times 10^3 \frac{\text{km}}{\text{h}} \xrightarrow{\text{تبدیل به } \frac{\text{m}}{\text{s}}} v_p - v_s = 3 \times 10^2 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 3 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

$$\frac{\Delta x_p}{\Delta t} = v_p \quad \frac{\Delta x_s}{\Delta t} = v_s \quad \Delta x_p = v_p \Delta t \quad \Delta x_s = v_s \Delta t \quad \Delta x_p - \Delta x_s = v_p \Delta t - v_s \Delta t = (v_p - v_s) \Delta t \quad \Delta x_p - \Delta x_s = 3 \text{ km} \quad \Delta x_p = \Delta x_s + 3 \text{ km} \quad v_p \Delta t = v_s \Delta t + 3 \text{ km} \quad v_p \Delta t - v_s \Delta t = 3 \text{ km} \quad (v_p - v_s) \Delta t = 3 \text{ km} \quad \Delta t = \frac{3 \text{ km}}{v_p - v_s} = \frac{3 \text{ km}}{3 \text{ km/s}} = 1 \text{ s}$$

$$v_p - v_s = 3 \frac{\text{km}}{\text{s}} \quad \Delta t = 1 \text{ s} \quad v_p \Delta t - v_s \Delta t = 3 \text{ km} \quad v_p - v_s = 3 \frac{\text{km}}{\text{s}} \quad v_p = v_s + 3 \frac{\text{km}}{\text{s}} \quad v_p = 4 \frac{\text{km}}{\text{s}} + 3 \frac{\text{km}}{\text{s}} = 7 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

www.biomaze.ir

۱۱- معادله مکان - زمان نوسانگر هماهنگ ساده‌ای در SI به صورت $x = 0/4 \cos(2\pi t)$ می‌باشد. تندی متوسط این نوسانگر در بازه $0/05 \leq t \leq 0/25 \text{ (s)}$ برابر است. (نوع حرکت آن در این بازه است.)

۱۶- ابتدا تندشونده و سپس کندشونده

۱۶- ابتدا کندشونده و سپس تندشونده

۲۲- ابتدا تندشونده و سپس کندشونده

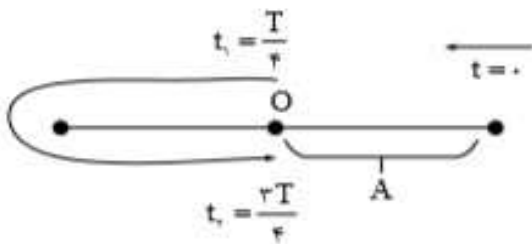
۲۲- ابتدا کندشونده و سپس تندشونده

پاسخ: گزینه ۱

مشاهده	مطوبس	معمولانی	آموزشی	شادمانه	زبان	میردات	زبان نوار و ترکیب	مطوبس	میردات	میردات
نوع حرکت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰

حرکت هماهنگ ساده

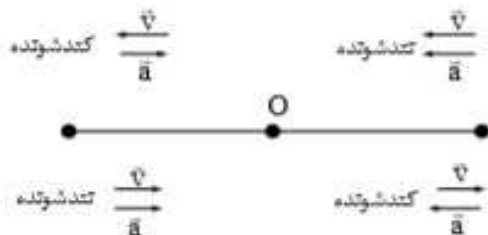
اگر نمودار مکان - زمان یک نوسان دورهای مطابق شکل زیر، سینوسی باشد، حرکت را هماهنگ ساده (SHM) می‌گویند.



در بازه موردتظر این سؤال، یک بار تغییر جهت داریم، مسافت طی شده به اندازه $2A$ و جابه‌جایی صفر است.

$$\bar{s} = \frac{1}{\Delta t} \Rightarrow \bar{s} = \frac{rA}{\frac{T}{4}} \Rightarrow \bar{s} = \frac{r \times (\pi/4)}{\frac{1}{4} \times (\pi/1)} \Rightarrow \bar{s} = 16 \frac{m}{s}$$

در مورد وضعیت بردارهای سرعت و شتاب و نوع حرکت در توشان همواره داریم:



توجه داشته باشید که جهت بردار سرعت همواره همان جهت حرکت است و در توشان جهت بردار شتاب و نیرو همواره به طرف مرکز توشان است. هرگاه بردارهای سرعت و شتاب همسو باشند حرکت تندشونده و هرگاه تاهم‌سو باشند حرکت کندشونده است.

تمرین ۱) در بازه زمانی $\frac{1}{4} \leq t \leq \frac{1}{2}$ تندی متوسط، سرعت متوسط، شتاب متوسط و نوع و جهت حرکت را تعیین نمایید.

گروه آموزشی ماز

۱۲ - معادله حرکت هماهنگ ساده نوسانگری در SI به صورت $x = 0.04 \cos \frac{\pi}{4} t$ است. در مدت $0 \leq t \leq 0.5$ ، چند تانیه بردار تکانه و نیرو هم‌جهت یکدیگرند؟

۲ (۴)

۲/۵ (۳)

۱/۵ (۲)

۱ (۱)

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	محاسباتی	آموزشی	شماره سؤال	بازه	حرکت	پیش‌نیاز	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
درجه ۱ تا ۵	۵	۶	۸	موازی هم	توشان	و ترکیب	■	۱	متوسط

$$P = mv$$

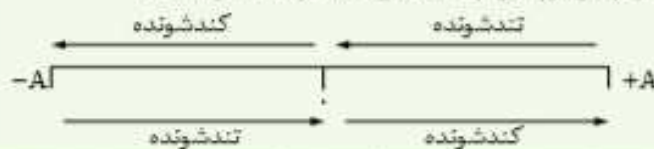
$$F = ma$$

نکته ۱) بردار تکانه و بردار سرعت هم‌جهت هم‌اند:

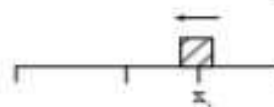
نکته ۲) بردار نیرو و بردار شتاب هم‌جهت هم‌اند:

نکته ۳) اگر بردار سرعت و شتاب هم‌جهت باشند حرکت تندشونده و اگر این دو بردار خلاف جهت هم باشند، حرکت کندشونده است.

نکته ۴) هرگاه حرکت نوسانگر به سمت نقطه تعادل باشد حرکت تندشونده و اگر در حال دور شدن از نقطه تعادل باشد، حرکت کندشونده است.



اگر بردار تکانه و بردار نیرو هم‌جهت هم باشند، باید بردار سرعت و شتاب نیز هم‌جهت هم باشند. پس در بازه زمانی بین ۱۵ تا ۵/۵ باید تحلیل کنیم در چه قسمت‌هایی حرکت تند شونده است:

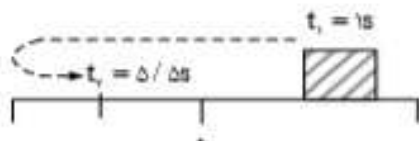


$$x_1 = 0.04 \cos \frac{\pi}{4} t_1 \xrightarrow{t=1.5} x_1 = 0.04 \cos \frac{\pi}{4}$$

$$x_y = -\frac{1}{2} \cos \frac{\pi}{\tau} t_y \xrightarrow{t_y = \Delta / \Delta S} x_y = -\frac{1}{2} \cos \frac{\pi}{\tau} \times \Delta / \Delta \quad \pi < \frac{\Delta / \Delta \pi}{\tau} < \frac{3\pi}{2}$$

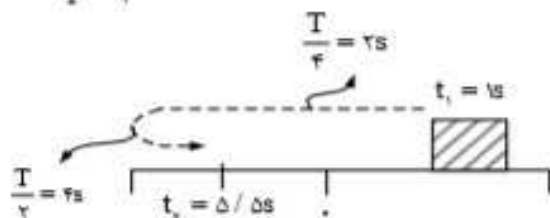


بنابراین مسیر حرکت توستاگر در این بازه به صورت زیر است:



با توجه به پسماند زاویه‌ای $\omega = \frac{\pi}{\tau}$ دوره توستا را به دست می‌آوریم:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{\pi}{\tau} \rightarrow T = 2S$$

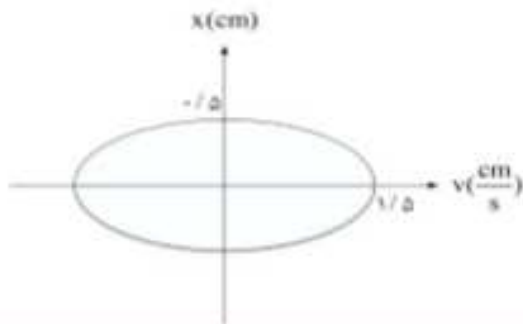


در بازه‌های زمانی 1S تا 2S و 4S تا 5S حرکت توستا بوده است پس در مجموع توستاگر 2/5S دارای حرکت توستا بوده است.

گروه آموزشی ماز

۱۳- نمودار مکان یک آونگ ساده به طول ۱۰ سانتی‌متر که در یک ایستگاه فضایی نوسان می‌کند، بر حسب سرعت آن مطابق شکل زیر است. فاصله‌ی ایستگاه

فضایی از سطح زمین چند برابر شعاع زمین می‌باشد؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$)



$$\frac{\sqrt{10}}{5} \quad (2)$$

$$\frac{\sqrt{10}}{5} - 1 \quad (4)$$

$$\frac{7}{3} \quad (1)$$

$$\frac{\sqrt{10}}{5} \quad (3)$$

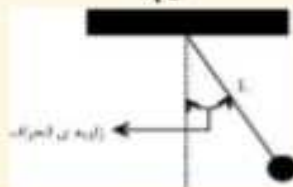
پاسخ: گزینه ۱

نمونه سوال	موضوع	محدوده	پایه	مبحث	پیش نیاز	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب یا	درجه	میدان
درجه ۱۰	۸	۵	۵	نوسان و گرایش	۵ ترکیب	نیست	گرایش	مطلوب	مختص

آونگ ساده

آونگ ساده از یک جسم به جرم m که به انتهای نخ بدون جرمی به طول L بسته شده تشکیل می‌شود. اگر آونگ را کمی از حالت تعادل خارج کنیم آونگ شروع به نوسان می‌کند. دوره تناوب آونگ ساده از رابطه روبه‌رو به دست می‌آید:

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



نکته: با توجه به رابطهی دورهی تناوب به جرم و دامنه بستگی ندارد.
نکته: اگر مدت زمان یک چرخه را T بگیریم، مدت زمان لازم برای n چرخه برابر است با:

$$\Delta t = nT \rightarrow (\text{دوره تناوب} \times \text{تعداد نوسانها} = \text{زمان})$$

نکته خیلی مهم: هر عاملی که باعث میشود تا دورهی نوسان (T) آونگ طولانیتر شود، باعث میشود ساعت کندتر کار کند و عقب می‌افتد.

مثال ۴

دو آونگ ساده A و B در کنار هم نوسان می‌کنند و به ازای هر ۴ نوسان آونگ A ، آونگ B ۵ نوسان انجام می‌دهد. طول آونگ A چند برابر طول آونگ B است؟ (سراسری تجربی ۹۱ - خارج)

$$\frac{A}{B} = 4$$

$$\frac{25}{16}$$

$$\frac{4}{5}$$

$$\frac{5}{4}$$

پاسخ گزینه ۳

در مدت زمان یکسان آونگ A ۴ نوسان و آونگ B ۵ نوسان انجام داده است طبق درستهه گفته شده نسبت دورهی تناوب آونگ A به B را می‌یابیم:

$$T = \frac{t}{n} \rightarrow \frac{T_A}{T_B} = \frac{n_B}{n_A} = \frac{5}{4}$$

$$\text{حل با کمک رابطه } T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \xrightarrow{g = \text{شد}} \frac{T_A}{T_B} = \sqrt{\frac{L_A}{L_B}} \Rightarrow \frac{5}{4} = \sqrt{\frac{L_A}{L_B}} \xrightarrow{\text{مربع}} \frac{L_A}{L_B} = \frac{25}{16}$$

درستهه:

وزن و نیروی گرانشی:

وزن یک جسم روی زمین برابر با نیروی گرانشی است که زمین بر جسم وارد می‌کند. (مطابق شکل زیر)

اگر جرم جسم را با m ، جرم زمین را با M_E و شعاع زمین را با R_E نمایش دهیم، وزن جسم روی سطح زمین از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$W = G \frac{M_E m}{R_E^2}$$



توجه داشته باشید که به احتمال فراوان برخی از سؤالات کنکور ترکیبی از چندین مبحث خواهد بود.

یا توجه به نمودار، بیشینه مکان برابر $0/5$ و بیشینه سرعت برابر $1/5$ می‌باشد.

$$\left. \begin{aligned} v_{\max} &= 1/5 = A\omega \\ x_{\max} &= 0/5 = A \end{aligned} \right\} \Rightarrow \omega = 2 \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{1}{g_h}} \Rightarrow \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{1}{g_h}} \Rightarrow \frac{1}{\omega^2} = \frac{1}{g_h} \Rightarrow g_h = 1/4$$

شتاب گرانش در ایستگاه فضایی

یا توجه به قانون گرانش داریم:

$$\left. \begin{aligned} g &= \frac{GM_E}{R_E^2} \\ g_h &= \frac{GM_E}{(R_E + h)^2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{g}{g_h} = \frac{(R_E + h)^2}{R_E^2}$$

$$\frac{\frac{g}{g_h} = 1/4}{\left(\frac{1}{1/4}\right)} = \frac{(R_E + h)^2}{R_E^2} \Rightarrow \frac{100}{1} = \frac{(R_E + h)^2}{R_E^2} \Rightarrow \frac{10}{1} = \frac{R_E + h}{R_E} \Rightarrow 10R_E = R_E + h \Rightarrow h = 9R_E$$

تمرین ۳) اگر به جای آونگ، دستگاه وزنه - فنر در این سؤال قرار دهیم، تغییر شتاب گرانش چه تغییری در دوره دستگاه ایجاد می‌کند؟

۱۴ - چند مورد از موارد زیر درست نیست؟

(الف) امواج الکترومغناطیسی با سرعت $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$ در تمامی محیطها منتشر می‌شوند.

(ب) امواج الکترومغناطیسی از دو میدان الکتریکی و مغناطیسی هم‌بسامد و عمود بر هم تشکیل شده‌اند.

(پ) اگر میدان مغناطیسی در جهت محور x ها و میدان الکتریکی در جهت محور y ها باشد، امواج الکترومغناطیسی در جهت محور z ها منتشر می‌شوند.

(ت) در امواج طولی در یک فتر، فاصله یک پیشینه تراکم از پیشینه پاشدگی مجاور آن برابر نصف طول موج است.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

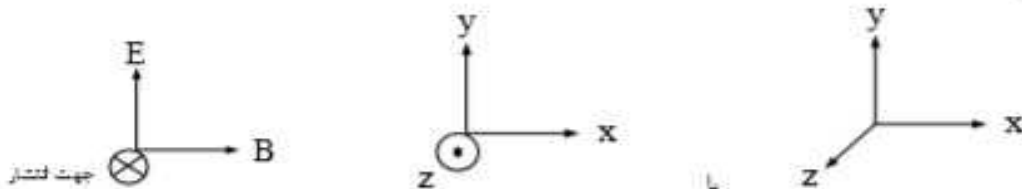
پاسخ: گزینه ۲

موضوع	معمولی	محاسباتی	آموزشی	تشدید	پایه	صحت	پیش‌نیاز و ترکیب	پیش‌نیاز لازم نیست	مفاهیم فایده‌ای ترکیب با	درجه	میزان
درجه اول	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	موج	موج - مدل کتاب	■	صنعتی	عالمگیر

(الف) امواج الکترومغناطیسی با سرعت $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$ در هوا و خلأ منتشر می‌شوند که در تمامی محیطها پتابراین (الف) صحیح نیست.

(ب) این مورد صحیح است.

(پ) با توجه به قانون دست راست، اگر B در جهت محور x ها و E در جهت محور y ها باشد، انتشار امواج در خلاف جهت محور z ها خواهد بود؛ پس این مورد صحیح نمی‌باشد.

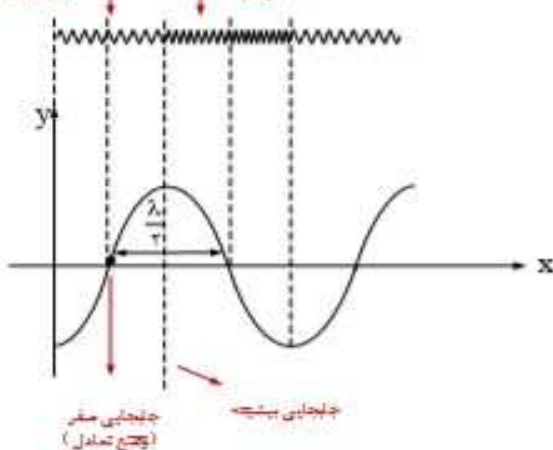


پس به شدن انگشتان دست راست را از E به B در نظر بگیرید، انگشت انگشت شست، جهت انتشار را نشان می‌دهد.

(ت) در مورد امواج طولی در یک فتر و امواج صوتی در یک مایع یا گاز، بهتر است شبیه‌سازی یا امواج عرضی در یک طناب تعابیر به شکل زیر دقت کرده و تمامی جزئیات آن را بررسی تعابیر.

بیشترین بازشدگی فتر (فشار)

بیشترین جمع‌شدگی فتر (تراکم)



نقش فتر طولی

نقش موج عرضی

پتابراین مورد (ت) صحیح است.

پس مورد (الف) و (پ) صحیح نیستند.

تعمیر: در وسط بیش‌ترین بازشدگی و بیش‌ترین جمع‌شدگی انرژی جنبشی و پتانسیل را بررسی تعابیر.

www.biomaze.ir

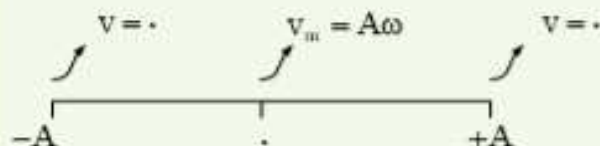
۱۵- معادله سرعت - مکان نوسانگری در SI به صورت $400x^2 + 160v^2 = 1$ است. معادله شتاب - مکان نوسانگر در SI کدام گزینه است؟

$$\begin{aligned} a^2 + 6/25x^2 &= 0 \quad (2) & a^2 + 6/25x^2 &= 1 \quad (1) \\ a^2 - 2/5x^2 &= 0 \quad (4) & a^2 - 6/25x^2 &= 0 \quad (3) \end{aligned}$$

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	مفهوم	محاسبات	آموزش	شماره	پایه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب یا	درجه	پهلو
درجه اول	۲	۶	۸	سوال	دوازدهم	نوسان	پیش نیاز و ترکیب	فصل دوم دوازدهم	فصل دوم دوازدهم	محاسبات	مبحث

نکته: در نقطه تعادل سرعت نوسانگر بیشینه و برابر $A\omega$ و در نقاط بازگشت سرعت صفر است.



نکته: بزرگی شتاب نوسانگر بر حسب مکان به صورت روبه‌رو است: $|a| = \omega^2 |x|$

اگر در معادله سرعت - مکان به جای v عدد ۰ را قرار دهیم، باید نوسانگر در نقاط بازگشت باشد پس $x = A$ است.

$$400x^2 + 160v^2 = 1 \xrightarrow{x=A, v=0} 400A^2 = 1 \rightarrow A^2 = \frac{1}{400} \rightarrow A = \frac{1}{20} \text{ m}$$

اگر در معادله سرعت - مکان $x = 0$ قرار دهیم تبدی نوسانگر بیشینه $(v = A\omega)$ خواهد بود.

$$400x^2 + 160v^2 = 1 \xrightarrow{x=0, v=A\omega} 160A^2\omega^2 = 1 \rightarrow \frac{1}{20}\omega^2 = \frac{1}{160} \rightarrow \omega^2 = \frac{1}{8\sqrt{10}} \rightarrow \omega = \frac{5}{\sqrt{10}}$$

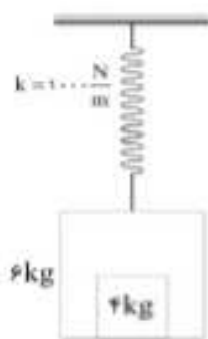
حال معادله شتاب - مکان را می‌توانیم:

$$|a| = \omega^2 |x| \rightarrow a^2 = (\omega^2)^2 x^2 \rightarrow a^2 = 6/25x^2 \rightarrow a^2 - 6/25x^2 = 0$$

www.biomaze.ir

۱۶- در شکل روبه‌رو جعبه‌ای به جرم 6 kg به فتری آویزان بوده و یا دامنه 2 cm در حال نوسان است. درون جعبه جسمی به جرم 4 kg قرار دارد. هنگامی که فتر 2 cm از حالت تعادل خود کشیده شده است، نیروی عمودی سطح وارد بر جسم چند نیوتون خواهد بود؟ (از ابعاد جعبه و جسم صرف‌نظر شود.)

$$g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$



۳۹ (۴)

۴۴ (۳)

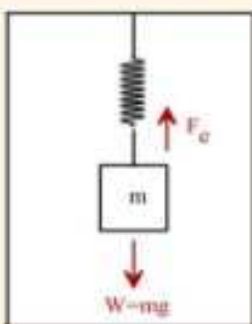
۳۲ (۲)

۴۸ (۱)

پاسخ: گزینه ۱

موضوع	مفهوم	محاسبات	آموزش	شماره	پایه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب یا	درجه	پهلو
درجه اول	۲	۶	۸	سوال	دوازدهم	نوسان	پیش نیاز و ترکیب	فصل دوم دوازدهم	فصل دوم دوازدهم	محاسبات	مبحث

(۱) شکل مقابل نیروهای وارد بر جسمی که از یک فنر درون آسانسور آویخته شده است را نشان می‌دهد.



(۲) هنگامی که شتاب حرکت آسانسور به سمت بالا است داریم:

$$\begin{cases} F_{\text{net}} = F_e - mg \\ F_{\text{net}} = ma \end{cases} \Rightarrow F_e = m(g + a) \Rightarrow k\Delta L = m(g + a)$$

(۳) هنگامی که شتاب حرکت آسانسور به سمت پایین است داریم:

$$\begin{cases} F_{\text{net}} = mg - F_e \\ F_{\text{net}} = ma \end{cases} \Rightarrow F_e = m(g - a) \Rightarrow k\Delta L = m(g - a)$$

(۴) بنابراین به طور خلاصه نیروی فنر برابر است با:

$$F_e = m(g \pm a)$$

شتاب به سمت بالا
شتاب به سمت پایین

(۵) دقت کنید که در محاسبه نیروی فنر، جهت شتاب آسانسور اهمیت دارد و جهت حرکت آسانسور مهم نیست.

(۶) دوره تناوب و بسامد توسانگر وزنه - فنر به صورت زیر محاسبه می‌شود:

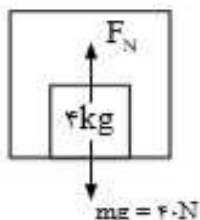
$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \quad f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$$

نکته: بزرگی شتاب توسانگر از رابطه $|a| = \omega^2 |x|$ به دست می‌آید.

ابتدا شتاب توسانگر را هنگامی که فنر ۲cm از حال تعادل کشیده شده را حساب می‌کنیم:

$$|a| = \omega^2 x \xrightarrow{\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}} |a| = \frac{1000}{10} \times \frac{2}{100} = \frac{2}{5} \frac{m}{s^2}$$

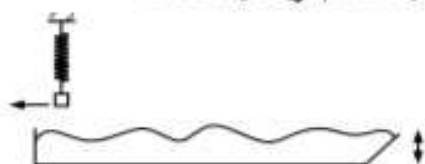
هنگامی که فنر ۲cm کشیده شده توسانگر در نقطه بازگشت قرار داشته. درواقع در این در این لحظه توسانگر با شتاب $\frac{2}{5} \frac{m}{s^2}$ رو به بالا شروع به حرکت می‌کند:



$$a = \frac{2}{5} \frac{m}{s^2}$$

$$F_{\text{net}} = ma \rightarrow F_N - mg = ma \rightarrow F_N - 40 = 8 \rightarrow F_N = 48 \text{ N}$$

۱۷ - در شکل‌های روبه‌رو در دو عمق کم با استفاده از نوسان‌سازهایی با ثابت فنر و دامنه یکسان در سطح آب موج ایجاد کرده‌ایم. اگر بیشینه تندی ذرات محیط و تندی انتشار موج در شکل (۱) به ترتیب v_1 و v_1' و در شکل (۲) به ترتیب v_2 و v_2' باشد، کدام گزینه درست است؟



شکل (۱)



شکل (۲)

(۱) $v_1' < v_2'$ ، $v_1 < v_2$

(۲) $v_1' > v_2'$ ، $v_1 > v_2$

(۳) $v_1' > v_2'$ ، $v_1 < v_2$

(۴) $v_1' < v_2'$ ، $v_1 > v_2$

پاسخ: گزینه ۲

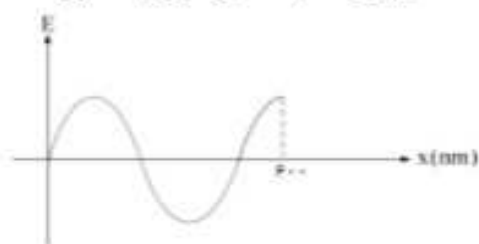
موضوع	موضوع	محاسباتی	آزمایشی	شماره	زبان	مبحث	پیش‌نیاز و ترکیب	پیش‌نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب یا	درجه	میزان
درجه ۱ تا ۲	۲	۶	۸	سوال	دوازدهم	موج	پیش‌نیاز و ترکیب			سنتزی	متوسط

تکذیب: تندی ذرات محیط به چگایی بستگی و تندی انتشار موج به محیط بستگی دارد.

بیشینه تندی ذرات از رابطه $A\omega$ به دست می‌آید که ω آن به چگایی بستگی داشته و برابر $\sqrt{\frac{k}{m}}$ است و چون جرم نوسان‌ساز (۲) بیشینه است پس $\omega_2 > \omega_1$ بوده و $v_2' > v_1'$ می‌شود.
در عمق کم تندی انتشار موج با عمق رابطه دارد و هر چه عمق کمتر باشد، تندی انتشار نیز کمتر است پس $v_2 > v_1$ می‌شود.

www.biomaze.ir

۱۸ - شکل روبه‌رو، نمودار میدان الکتریکی - مکان یک موج الکترومغناطیسی را در یک لحظه نشان می‌دهد. بسامد این موج چند هرتز است؟



$(c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s})$

(۱) $6 / 25 \times 10^{11}$

(۲) $6 / 25 \times 10^{12}$

(۳) $6 / 25 \times 10^{13}$

(۴) $6 / 25 \times 10^{14}$

پاسخ: گزینه ۴

موضوع	موضوع	محاسباتی	آزمایشی	شماره	زبان	مبحث	پیش‌نیاز و ترکیب	پیش‌نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب یا	درجه	میزان
درجه ۱ تا ۲	۲	۶	۸	سوال	دوازدهم	موج	پیش‌نیاز و ترکیب			سنتزی	متوسط

(۱) تندی انتشار موج به محیط انتشار آن بستگی دارد. با دانستن طول موج و بسامد آن می‌توانیم تندی انتشار را محاسبه کنیم.

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

(۲) تندی ارتعاش ذرات محیط متغیر است و مانند تندی حرکت یک نوسانگر ساده رفتار می‌کند. بیشینه این تندی برابر $v_{max}^v = A\omega$ است.

$$v_{max}^v = A\omega = 2\pi A f$$

(۳) بنابراین نسبت تندی انتشار موج به بیشینه تندی نوسان ذرات محیط برابر است با:

$$\frac{v}{v_{max}^v} = \frac{\lambda f}{2\pi A f} = \frac{\lambda}{2\pi A}$$

دقت کنید برای آن‌که تندی ارتعاش و انتشار را اشتباه نگیرید از پریم استفاده کرده‌ایم.

مثال ۵

موجی با بسامد 200 Hz و دامنه 5 cm دارای طول موجی برابر 50 cm است. تندی انتشار موج در محیط و بیشینه تندی ارتعاش ذرات محیط را محاسبه کنید.

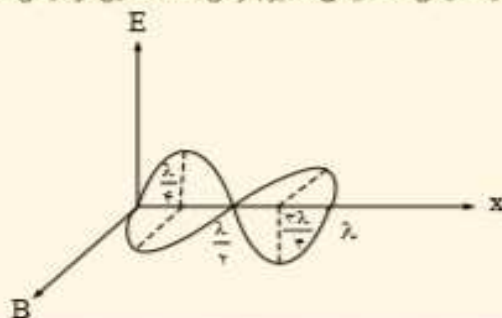
گام اول: محاسبه تندی انتشار

$$v = \lambda f = 0.5 \times 200 = 100 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

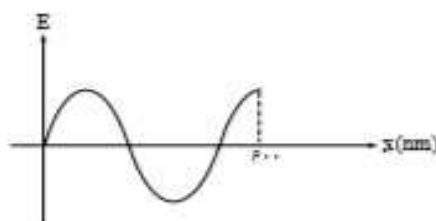
گام دوم: محاسبه بیشینه تندی ارتعاش

$$v'_{\max} = A\omega = 0.05 \times 2\pi f = 0.05 \times 2\pi \times 200 = 2\pi \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

موج الکترومغناطیسی دارای یک میدان الکتریکی و یک میدان مغناطیسی متغیر با زمان است که این دو میدان همگام همبسامد و عمود بر هم‌اند.



با توجه به شکل طول موج را بدست می آوریم:



$$\lambda + \frac{\lambda}{4} = 600 \text{ nm} \rightarrow \frac{5\lambda}{4} = 600 \rightarrow \lambda = 480 \text{ nm} = 480 \times 10^{-9} \text{ m}$$

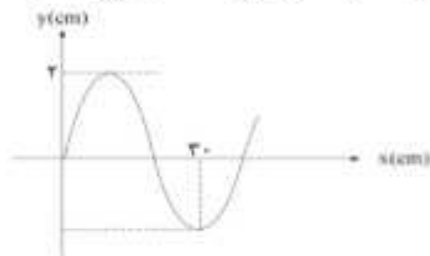
حال با استفاده از رابطه $\lambda = \frac{v}{f}$ بسامد را حساب می کنیم:

$$480 \times 10^{-9} = \frac{3 \times 10^8}{f} \Rightarrow f = \frac{3 \times 10^8}{480 \times 10^{-9}} = \frac{3 \times 10^{17}}{480} = 0.625 \times 10^{17} = 6.25 \times 10^{16} \text{ Hz}$$

www.biomaze.ir

۱۹ - شکل زیر نقش یک موج عرضی را در طنایی که جرم هر متر آن 100 g است، نشان می دهد. اگر بیشینه سرعت نوسان ذرات طناب $2\pi(\frac{\text{m}}{\text{s}})$ باشد.

نیروی کش طناب چند نیوتون خواهد بود؟



- ۲۰ - (۱)
- ۴۰ - (۲)
- ۲۰۰ - (۳)
- ۴۰۰ - (۴)

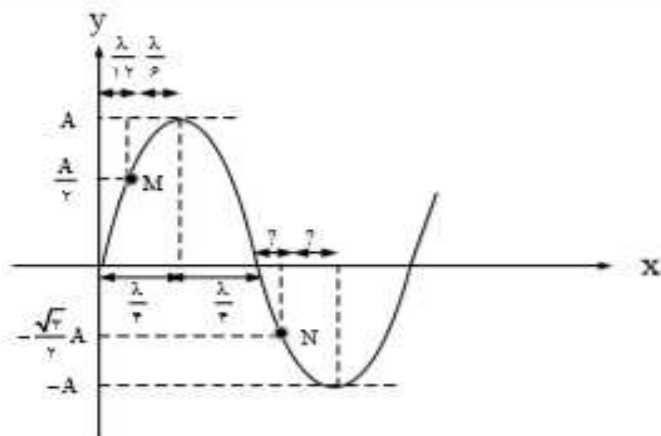
موضوع	معمول	مهندسی	تخصصی	پایه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه سختی	میزان
درجه اول	۶	۶	۶	سوال	توان دوم	موج	توسان	توسان	نسبتی	۲

تندی انتشار موج عرضی در یک تار یا فنر

اگر یک موج عرضی در یک تار یا ریسمان در حال انتشار باشد، تندی انتشار موج از رابطه زیر به دست می آید:

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \rightarrow \left(\frac{N}{kg} \right) \rightarrow \left(\frac{m}{s} \right) \quad \text{چگالی خطی یا جرم واحد طول}$$

با توجه به مفاهیم موج و نقش موج به شکل زیر توجه نمایید:



بازه‌هایی که با علامت (?) مشخص شده‌اند را بر حسب λ تعیین نمایید.

البته در نظام جدید احتمال مطرح شدن فاصله‌هایی از قبیل $\frac{\lambda}{12}$ ، $\frac{\lambda}{6}$ و $\frac{\lambda}{8}$ ضعیف به نظر می‌رسد و کتاب درسی فقط فواصل رتد مانند $\frac{\lambda}{4}$ یا مضارب آن را مورد بررسی قرار داده است، اما با توجه به سابقه سوالات کنکور ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ توصیه می‌کنم برای نتیجه‌گیری حداکثری، فراموشی نداشته باشید.

$$\frac{2\lambda}{4} = 3 \Rightarrow \lambda = 6 \text{ cm}$$

سرعت توسان ذرات عتاب را یا سرعت انتشار موج اشتباه نگیرید. سرعت توسان ذرات عتاب کاملاً مربوط به توسان بوده و متغیر است و بیشینه آن $A\omega$

می‌باشد در حالی که سرعت انتشار موج در یک محیط معین، ثابت است و در مورد انتشار امواج عرضی در یک عتاب از رابطه $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ به دست می‌آید.

بیشینه تندی توسان

$$\begin{cases} v_{\max} = 2\pi = A\omega \Rightarrow 2\pi = \left(\frac{2}{1.0}\right)\omega \Rightarrow \omega = 1.0 \cdot \pi \left(\frac{\text{rad}}{\text{s}}\right) \\ A = 2 \text{ cm} = 0.02 \text{ m} \quad \omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{1}{0.5} \text{ (s)} \end{cases}$$

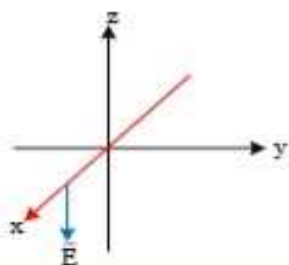
تندی انتشار موج

$$\lambda = vT \Rightarrow 0.4 = v \times \frac{1}{0.5} \Rightarrow v = 2.0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow (2.0)^2 = \frac{F}{0.1} \Rightarrow F = 4.0 \times 0.1 \rightarrow F = 4.0 \text{ N}$$

تمرین: در نقش موج رسم شده در پاسخ تشریحی، فاصله نقاط M و N را به دست آورده و تعیین نمایید چند تالیه طول می‌کشد تا موج فاصله این دو نقطه را بپیماید؟

۲۰- شکل زیر میدان الکتریکی یک موج الکترومغناطیسی سینوسی را در نقطه‌ای معین و دور از چشمه، در یک لحظه نشان می‌دهد. موج انرژی را در خلاف جهت محور x منتقل می‌کند. جهت میدان مغناطیسی موج در این نقطه و این لحظه مطابق کدام گزینه است؟

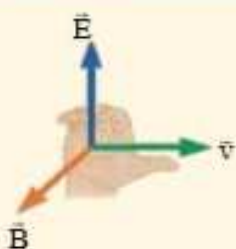


- (۱) $-y$
(۲) $+y$
(۳) $-x$
(۴) $+x$

پاسخ: گزینه ۱

موضوع	مفهوم	معماری	شماره	پایه	مبحث	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میدان
درجه ۱ تا ۳	۲	۱	۱	دوازدهم	امواج الکترومغناطیسی	ترکیب و ترکیب	■	■	سطحی	متوسط

جهت انتشار امواج الکترومغناطیسی را می‌توان مطابق شکل مقابل از قاعده دست راست تعیین کرد.



قاعده دست راست برای یافتن جهت انتشار موج الکترومغناطیسی

برای تعیین جهت انتشار موج الکترومغناطیسی، از قاعده دست راست استفاده می‌کنیم. چهار انگشت دست راست را طوری در جهت میدان الکتریکی قرار می‌دهیم که میدان مغناطیسی از کف دست خارج شود. در این حالت، انگشت شست، جهت انتشار موج الکترومغناطیسی را نشان می‌دهد. در این تست، اگر انگشت شست دست راست را در خلاف جهت محور x و چهار انگشت دست راست را در خلاف جهت محور z قرار دهید، باید میدان مغناطیسی در خلاف جهت محور y باشد تا از کف دست راست خارج شود.

www.biomaze.ir

۲۱- چه تعداد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

- (الف) ایجاد میدان الکتریکی به دلیل تغییر میدان مغناطیسی، توسط ماکسول پیش‌بینی شد.
(ب) هرگز نشان داد که امواج رادیویی یا همان تندی نور مرئی در آزمایشگاه حرکت می‌کنند و این حاکی از سرشت غیریکسان امواج رادیویی و نور مرئی است.
(پ) در امواج الکترومغناطیسی، میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی یا بسامد و طول موج یکسان، همواره بر هم عمود بوده و به صورت خطی تغییر می‌کنند.
(ت) تولید و انتشار امواج الکترومغناطیسی الزاماً ناشی از تغییرات هم‌زمان میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی است.
(ث) میدان مغناطیسی را بارهای الکتریکی و تغییر میدان الکتریکی به وجود می‌آورد.

(۴) سه

(۳) دو

(۲) یک

(۱) هیچ

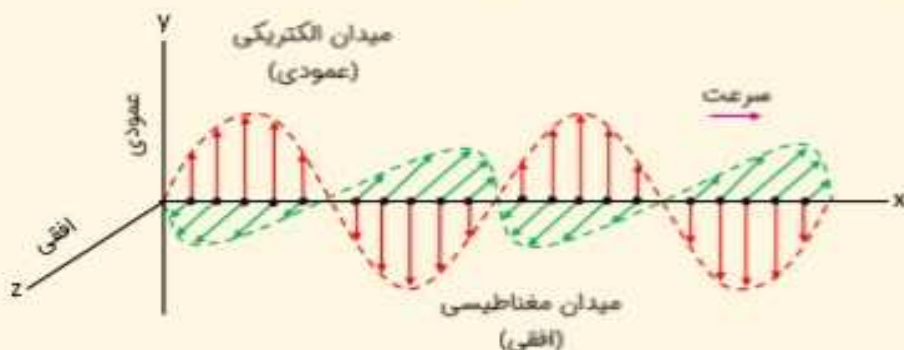
پاسخ: گزینه ۲

موضوع	مفهوم	معماری	شماره	پایه	مبحث	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میدان
درجه ۱ تا ۳	۳	۱	۱	دوازدهم	امواج مغناطیسی	ترکیب و ترکیب	■	■	سطحی	متوسط

امواج الکترومغناطیسی:

بار الکتریکی، میدان الکتریکی ایجاد می‌کند و جریان الکتریکی، میدان مغناطیسی تولید می‌کند. اگر بارهای الکتریکی ساکن باشند، میدان الکتریکی حاصل از آن‌ها با زمان تغییر نمی‌کند. به همین ترتیب، اگر جریان الکتریکی ثابت باشد، میدان مغناطیسی حاصل از آن ثابت و بدون تغییر می‌شود. امواج الکترومغناطیسی از رابطه متقابل میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی به وجود می‌آیند. یعنی هر تغییری در میدان الکتریکی در هر نقطه از فضا، میدان مغناطیسی متغیری ایجاد می‌کند و این میدان مغناطیسی متغیر، خود میدان الکتریکی متغیری به وجود می‌آورد. این رابطه متقابل میدان‌ها سبب انتقال نوسان‌های میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی از یک نقطه فضا به نقاط دیگر و یا همان انتشار موج الکترومغناطیسی می‌شود. ایجاد میدان الکتریکی به علت تغییر میدان مغناطیسی همان القای الکترومغناطیسی است که در سال ۱۳۸۳ میلادی توسط مایکل فاراد به طور تجربی کشف شده و در کتاب فیزیک ۲ با آن آشنا شدید. پدیده معکوس این اثر، یعنی تولید میدان مغناطیسی بر اثر تغییر میدان الکتریکی بعدها توسط جیمز کلارک ماکسول، فیزیکدان انگلیسی، در سال ۱۸۶۵ میلادی پیش‌بینی شد. ماکسول از این

پدیده نتیجه گرفت که امواج الکترومغناطیسی باید تروماً ناشی از تغییرات همزمان میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی (اصطلاحاً میدان الکترومغناطیسی) باشد. شکل زیر، یک موج الکترومغناطیسی سینوسی را در لحظه‌ای از زمان و در نقطه‌ای دور از چشمه تولید موج نشان می‌دهد.



یک تصویر لحظه‌ای از موجی الکترومغناطیسی که میدان الکتریکی در امتداد قائم (y) و میدان مغناطیسی در امتداد افقی (x) و انتشار موج در جهت x است. چند مشخصه بارز چنین موجی به قرار زیر است:

۱- میدان الکتریکی \vec{E} همواره عمود بر میدان مغناطیسی \vec{B} است.

۲- میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی \vec{E} و \vec{B} همواره بر جهت حرکت موج عمودند و در نتیجه موج الکترومغناطیسی، یک موج عرضی است.

۳- میدان‌ها با بسامد یکسان و همگام با یکدیگر تغییر می‌کنند.

ماکسول با یک تحلیل ریاضی نشان داد که تندی انتشار امواج الکترومغناطیسی در خلأ از رابطه $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$ به دست می‌آید که در آن μ_0 ترواوبی مغناطیسی

خلأ و برابر $4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m/A}$ و ϵ_0 ضریب گذردهی الکتریکی خلأ و برابر $8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N.m}^2$ است. مقدار c با استفاده از این رابطه $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ می‌شود که همان تندی انتشار نور در خلأ است که پیش‌تر توسط فیزیک‌دان فرانسوی آرماند لوئیس فیزو (۱۸۹۶ - ۱۸۱۹ م.) به روش تجربی به دست آمده بود. این نتیجه‌ای بسیار مهم بود، زیرا نشان می‌داد نور، یک موج الکترومغناطیسی است.

نظریه ماکسول نیاز به تائید تجربی داشت. هاینریش هرتز در سال ۱۸۸۸ میلادی با ایجاد نوسان‌های الکتریکی پُر بسامدی، آزمایش‌های مشهوری در تائید نظریه ماکسول انجام داد. هرتز نشان داد که امواج رادیویی نیز با همان تندی نور مرئی در آزمایشگاه حرکت می‌کنند و این حاکی از سرشت یکسان امواج رادیویی و نور مرئی بود.

پرسی گریته‌ها:

الف) تادرست ← یا توجه به درست‌نامه یا لا (ب) تادرست ← یا توجه به درست‌نامه یا لا

پ) تادرست ← یا توجه به درست‌نامه یا لا (ت) درست ← یا توجه به درست‌نامه یا لا

ث) تادرست ← زیرا میدان مغناطیسی را بارهای الکتریکی متحرک و تغییر میدان الکتریکی به وجود می‌آورد.

گروه آموزشی ماز

۲۲- امواج صوتی تولید شده توسط یک چشمه صوت، در هوا با تندی $350 \frac{m}{s}$ و طول موج 70 cm منتشر می‌شوند. این امواج صوتی یک بار از هوا وارد آب به دمای 0°C و یک بار هم از هوا وارد آب به دمای 20°C می‌شوند. اگر فاصله بین مرکز یک ناحیه پرفشار و یک ناحیه کم‌فشار مجاور هم، در آب 20°C بیشتر از آب 0°C باشد، آنگاه تندی صوت در آب 20°C چند متر بر ثانیه بیشتر از تندی صوت در آب 0°C است؟

۱- ۴

۵- ۳

۱- ۲

۲- ۱

پاسخ: گزینه ۲

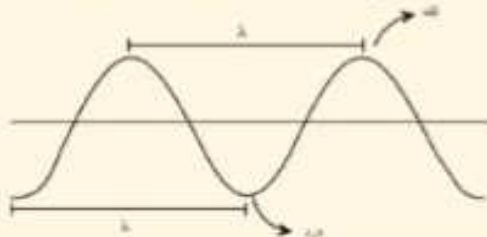
توضیحات	علوم	معماری	آرشی	شماره	رنگ	موضوع	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
درجه از ۱ تا ۵	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	دوره هم	تندی صوت	پیش‌نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	۱۰	درجه	میزان

تندی انتشار موج (v): اگر جبهه موج در مدت Δt مسافت L را طی کند، تندی انتشار موج از رابطه $v = \frac{L}{\Delta t}$ به دست می‌آید:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\lambda}{\frac{\Delta x}{\lambda}} = \frac{\lambda}{T} \quad f = \frac{1}{T} \rightarrow v = \lambda f$$

نکته: تندی انتشار موج به محیط انتشار آن بستگی دارد.

طول موج (λ): فاصله بین دو قله یا دو دره یا مسافتی که موج در مدت یک دوره نوسان طی می‌کند.



مثال ۱

موجی با بسامد 200 Hz و دامنه 5 cm دارای طول موجی برابر 50 cm است. تندی انتشار موج در محیط را محاسبه کنید.

$$v = \lambda f = 0.5 \times 200 = 100 \frac{m}{s}$$

امواج صوتی توسط چشمه تولید شده و در هوا با تندی $350 \frac{m}{s}$ و طول موج 70 cm منتشر می‌شوند پس می‌توان طبق رابطه $v = \lambda f$ ، فرکانس چشمه را به دست آورد. البته خواستار باشد که فرکانس موج در تمام محیط‌ها ثابت بوده و فقط به فرکانس چشمه وابسته است:

$$f = \frac{v_{\text{هوا}}}{\lambda_{\text{هوا}}} = \frac{350}{0.7} = 500 \text{ Hz}$$

حالا امواج صوتی با همین فرکانس یک بار وارد آب با دمای 0° و یکبار هم وارد آب با دمای 20°C می‌شوند. می‌توانیم با تغییر محیط، تندی موج و نیز طول موج تغییر می‌کنند.

$$\lambda_1 = \frac{v_1}{f} = \frac{v_1}{500} \quad \text{در آب } 0^\circ\text{C}$$

$$\lambda_2 = \frac{v_2}{f} = \frac{v_2}{500} \quad \text{در آب } 20^\circ\text{C}$$

فاصله بین مرکز یک ناحیه پرفشار و یک ناحیه کم‌فشار مجاور هم برابر $\frac{\lambda}{2}$ است، پس:

$$\frac{\lambda_2}{2} - \frac{\lambda_1}{2} = 10 \text{ cm} \rightarrow \lambda_2 - \lambda_1 = 20 \text{ cm} \rightarrow \lambda_2 - \lambda_1 = 0.2 \text{ m}$$

$$\frac{v_2}{500} - \frac{v_1}{500} = 0.2 \rightarrow v_2 - v_1 = 500 \times (0.2) \rightarrow v_2 - v_1 = 100 \frac{m}{s}$$

۲۲- یک چشمه صوتی یا توان ثابت $18W$ در یک فضای باز، امواج صوتی را تولید و منتشر می‌کند. شخصی در فاصله 100 متری از این چشمه قرار گرفته و مساحت پرده گوش این شخص 4 cm^2 است. اگر در هر ثانیه $2/6 \text{ mJ}$ انرژی به پرده یکی از گوش‌های این شخص برسد، چند درصد توان این چشمه، توسط محیط جذب شده است؟ ($\pi = 3$)

۴- ۴

۳- ۳

۲- ۲

۱- ۱

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	معمومی	محاسباتی	آزمایشی	شماره سوال	زبان	مبحث	پیش‌نیاز و ترکیب	پیش‌نیاز لازم نیست	مقایسه قابل ترکیب با	درجه سختی	میزان
موضوع از ۱۰	۵	۵	۵	۵	۵	شدت صوت	ترکیب			۵	۵

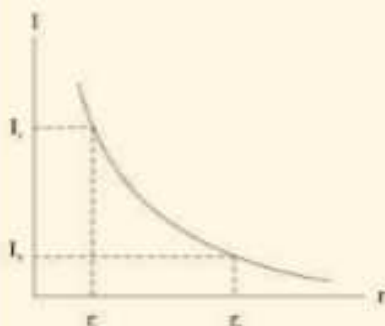
شدت صوت به معنی مقدار انرژی صوتی است که در واحد زمان به صورت عمود به واحد مساحت می‌رسد و از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$I = \frac{E}{At}$$

در رابطه بالا E مقدار انرژی، A مساحت و t زمان است و I نشان‌دهنده شدت صوت است. با توجه به رابطه بالا، واحد شدت صوت برابر با $\frac{W}{m^2}$ است.

در واقع می‌توان به جای عبارت $\frac{E}{t}$ مقدار توان چشمه صوت را قرار داد و اگر فرض کنیم موج به صورت کروی منتشر می‌شود می‌توان مساحت را برابر $4\pi r^2$ در نظر گرفت که در آن r فاصله چشمه صوت تا شنونده است و رابطه شدت صوت را به صورت زیر نوشت:

$$I = \frac{P}{4\pi r^2}$$



نمودار I بر حسب r به صورت مقابل رسم می‌شود. برای مقایسه شدت صوت حاصل از یک چشمه در فواصل مختلف از رابطه‌ی زیر استفاده می‌کنیم.

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

(سراسری ریاضی ۷۴)

امواج صوتی حاصل از یک منبع صوت در هوا به شکل کره منتشر می‌شوند اگر توان منبع $\pi \times 10^{-5}$ وات باشد، شدت صوت آن در یک نقطه به فاصله‌ی $1/5$ متر از منبع چند میکرووات بر مترمربع خواهد بود؟

۴- ۱

۳- ۱

۲- ۴

۱- ۱

پاسخ:

$$I = \frac{P_{av}}{4\pi r^2} = \frac{\pi \times 10^{-5}}{4\pi \times (1/5)^2} = 10^{-5} \frac{W}{m^2} = 10^{-5} \times 10^6 \frac{\mu W}{m^2} = 10 \frac{\mu W}{m^2}$$

ابتدا شدت صوت دریافتی توسط پرده گوش شخص را محاسبه می‌کنیم:

$$I = \frac{E_{\text{پرده گوش}}}{A_{\text{پرده گوش}} t} = \frac{3/6 \times 10^{-6}}{4 \times 10^{-8} \times 1} = 9 \times 10^{-5} \frac{W}{m^2}$$

پس‌ها بخشی از توان چشمه توسط محیط جذب شده و مابقی آن (P') بر سطح کره‌ای به شعاع 100 متر توزیع شده است. پس شدت صوت مربوط به توان P' همان شدت صورت دریافتی توسط پرده گوش است:

$$I = \frac{P'}{4\pi r^2} \Rightarrow \frac{I = 9 \times 10^{-5} \frac{W}{m^2}}{4\pi \times 100^2} = \frac{P'}{12 \times 10^4} \Rightarrow P' = 10^{-8} W$$

پس از 18 وات توان چشمه فقط 10^{-8} وات آن به گوش شخص رسیده است:

$$P'' = P - P' = 18 - 10^{-8} = 18 \quad P'' = P - P' = 18 - 10^{-8} = 18 \quad P'' = P - P' = 18 - 10^{-8} = 18$$

$$\Rightarrow \frac{P''}{P} \times 100 = \frac{18}{18} \times 100 = \frac{18}{18} = 99.99\%$$

۴۰ درصد از توان چشمه توسط محیط جذب شده است.

تحلیل بیشتر ویژه عاشقان فیزیک: بچه‌ها اگر n درصد از توان چشمه (P) توسط محیط جذب شوند، آنگاه $(1 - \frac{n}{100})P$ بر سطح کره‌ای به شعاع r توزیع می‌شود (شدت صوت) و این همان شدت صوت دریافتی گوش شخص است. زیرا گوش شخص نیز بخشی از سطح کره است:

$$\frac{(1 - \frac{n}{100})P}{4\pi r^2} = \frac{E_{\text{گوش}}}{A_{\text{گوش}} \times t}$$

www.biomaze.ir

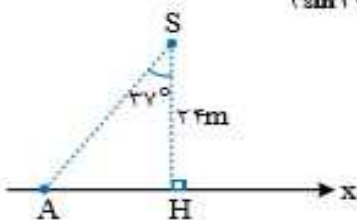
۲۴- در شکل زیر، شتونده‌ای در نقطه A ایستاده و به صدای امواج صوتی حاصل از چشمه S گوش می‌کند. شتونده باید چند متر در جهت محور x جابه‌جا شود تا تراز شدت صوت دریافتی توسط او، 2dB کاهش یابد؟ ($\log 2 = 0.3$ و $\log 3 = 0.5$ و $\sin 37^\circ = 0.6$)

۶۴ (۲)

۳۲ (۴)

۵۰ (۱)

۸۴ (۳)



پاسخ: گزینه ۱

مشخصه	متوسط	معمانی	آموزش	شماره	زبان	موضوع	پیش نیاز	پیش نیاز لازم است	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
رتبه از ۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	تراز شدت صوت	ترکیب	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰

در ادامه درسامه تست قبل داریم:

از فصل موج‌های مکانیکی به یاد داریم که توان موج یا مجذور بسامد و مجذور دامنه صوت رابطه مستقیم دارد. پس می‌توان نوشت:

$$\frac{I_r}{I_i} = \left(\frac{f_r}{f_i}\right)^2 \times \left(\frac{A_r}{A_i}\right)^2 \times \left(\frac{r_i}{r_r}\right)^2$$

در رابطه بالا، f بسامد موج و A دامنه موج و r فاصله منبع صوت از شتونده است.

مثال (۲)

اگر فاصله شتونده تا یک چشمه صوتی را ۳ برابر و دوره تناوب صوت را ۲ برابر کنیم، سرعت انتشار صوت در محیط و شدت صوت چگونه تغییر می‌کند؟ چون محیط انتشار صوت تغییر نکرده است، سرعت صوت ثابت می‌ماند.

دوره تناوب موج دو برابر شده است. پس فرکانس آن نصف شده است و می‌توان نوشت:

$$\frac{I_r}{I_i} = \left(\frac{f_r}{f_i}\right)^2 \times \left(\frac{A_r}{A_i}\right)^2 \times \left(\frac{r_i}{r_r}\right)^2 = \left(\frac{1}{2}\right)^2 \times 1 \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{16}$$

به دلایلی شدت صوت معیار مناسبی برای سنجش بلندی صدا نیست و معمولاً از لگاریتم این کمیت استفاده می‌شود و کمیتی به نام تراز شدت صوت تعریف می‌شود که از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

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

در رابطه بالا β تراز شدت صوت، I شدت صوت و I_0 شدت صوت مبدا است. شدت صوت مبدا برابر $10^{-12} \frac{W}{m^2}$ است و در سؤالات در صورت نیاز به شما داده خواهد شد. واحد تراز شدت صوت «بیل» نام دارد، اما چون «بیل» واحد بزرگی است معمولاً به جای آن از واحد دسی‌بیل (dB) استفاده می‌کنیم. برای این کار کافی است مقدار تراز شدت صوت برحسب «بیل» را در ۱۰ ضرب کنید.

مثال (۳)

شدت صوت یک هواپیما برابر $10^{-1} \frac{W}{m^2}$ است. تراز شدت صوت آن چند دسی‌بیل است؟ ($I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$)

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \log \frac{10^{-1}}{10^{-12}} = 11 \text{ dB}$$

برای مقایسه دو تراز شدت صوت می‌توانیم از رابطه زیر کمک بگیریم:

$$\beta = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow \Delta\beta = \beta_2 - \beta_1 = 10 \cdot \log \frac{I_2}{I_1}$$

مثال ۴

اگر شدت صوتی ۱۰ برابر شود، تراز شدت صوت آن چگونه تغییر می‌کند؟

$$\Delta\beta = 10 \cdot \log \frac{I_2}{I_1} = 10 \cdot \log 10 = 10 \text{ dB}$$

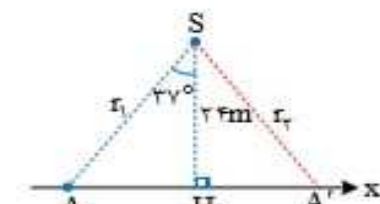
$$\left. \begin{aligned} \beta_2 - \beta_1 &= 10 \cdot \log \left(\frac{I_2}{I_1} \right) \\ \frac{I_2}{I_1} &= \left(\frac{A_2}{A_1} \cdot \frac{f_2}{f_1} \cdot \frac{r_1}{r_2} \right)^2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \beta_2 - \beta_1 = 10 \cdot \log \left(\frac{A_2}{A_1} \cdot \frac{f_2}{f_1} \cdot \frac{r_1}{r_2} \right)^2$$

$$\beta_2 - \beta_1 = 10 \text{ dB}, \frac{A_2}{A_1} = \frac{f_2}{f_1} = 1 \rightarrow -2 = 10 \cdot \log \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2 \xrightarrow{\log a^b = b \log a} -2 = 2 \cdot \log \left(\frac{r_1}{r_2} \right)$$

$$-2 = 2 \cdot \log \left(\frac{r_1}{r_2} \right) \Rightarrow \log \left(\frac{r_1}{r_2} \right) = -1 \Rightarrow \log \left(\frac{r_1}{r_2} \right) = \log \frac{1}{10} \xrightarrow{10^{-1} = \frac{1}{10} = \frac{1}{10}} \frac{r_1}{r_2} = \frac{1}{10}$$

$$\log \left(\frac{r_1}{r_2} \right) = 2 \log 2 - \log 2 = \log 4 - \log 2 = \log \left(\frac{4}{2} \right) \Rightarrow \frac{r_1}{r_2} = \frac{4}{2} \Rightarrow r_2 = \frac{1}{2} r_1$$

پس باید جایه‌جایی شونده مطابق شکل زیر باشد:



$$\tan 37^\circ = \frac{AH}{SH} \Rightarrow AH = 24 \times \frac{3}{4} = 18 \text{ m}$$

$$\sin 37^\circ = \frac{AH}{SA} \Rightarrow SA = \frac{AH}{\sin 37^\circ} = \frac{18}{0.6} = 30 \Rightarrow r_1 = 30 \text{ m}$$

$$r_2 = \frac{1}{2} r_1 = \frac{1}{2} \times 30 = 15 \Rightarrow r_2 = 15 \text{ m}$$

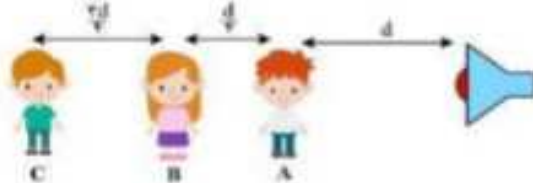
$$HA' = r_2 - AH = 30 - 24 = 6 \Rightarrow HA' = 6 \times 8 = 48 \text{ m}$$

$$\Rightarrow AA' = AH + HA' = 18 + 48 = 66 \text{ m}$$

گروه آموزشی ماز

۲۵- مطابق شکل، سه شونده A، B و C صدای یک بلندگو را می‌شنوند. اگر تراز شدت صوتی که A می‌شنود، ۵ درصد بیشتر از تراز شدت صوتی باشد که

B می‌شنود، شدت صوتی که به شونده C می‌رسد چند واحد SI است؟ $I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$ و از جذب انرژی توسط محیط صرف‌نظر شود.



$$1/6 \times 10^{-6} \quad (1)$$

$$10^{-6} \quad (2)$$

$$4 \times 10^{-6} \quad (3)$$

$$10^{-6} \quad (4)$$

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع
فیزیک	فیزیک	فیزیک	فیزیک	فیزیک	فیزیک	فیزیک	فیزیک	فیزیک	فیزیک

در دروسنامه تست قبل کامل به این موضوع پرداختیم. فقط جهت محکم کاری به بررسی کامل آن داشته باشیم.
تراز شدت صوت:

$$\beta = 10 \cdot \log \left(\frac{I}{I_0} \right) \text{ (dB)}$$

نکته: I_1 شدت صوت مبدا است که برابر است با $\frac{W}{4\pi r^2}$

یادآوری ریاضی:

مثال	قواعد لگاریتمی	مثال	قواعد لگاریتمی
$\log 4 = 0.6 \rightarrow 4 = 10^{0.6}$	$\log a = x \rightarrow a = 10^x$	$\log a^n = n \log a$	$\log 4^7 = 7 \log 4$
$\log 2 + \log 4 = \log 8$	$\log a + \log b = \log ab$	$\log a - \log b = \log \frac{a}{b}$	$\log 8 - \log 2 = \log 4$

تغییرات تراز شدت صوت:

$$\beta_1 = 10 \log \frac{I_1}{I_0}, \beta_2 = 10 \log \frac{I_2}{I_0}$$

فرض کنید دو تراز شدت صوت به صورت مقابل داریم می‌خواهیم تغییرات تراز شدت صوت را پیدا کنیم بدین صورت عمل می‌کنیم:

$$\beta_2 - \beta_1 = 10 \left[\log \frac{I_2}{I_0} - \log \frac{I_1}{I_0} \right] \xrightarrow{\log \frac{a}{b} = \log a - \log b} \beta_2 - \beta_1 = 10 \log \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow \beta_2 - \beta_1 = 10 \log \frac{I_2}{I_1}$$

مثال ۵

اگر دامنه چشمه صوتی را ۴ برابر کنیم، برای یک شنونده معین تراز شدت صوت $1/3$ برابر می‌شود در این حالت تراز شدت صوت برای این شنونده به چند دسی‌بل می‌رسد؟ ($\log 2 = 0.3$)

اگر تراز اولیه را β بنامیم، تراز ثانویه برابر $1/3\beta$ خواهد بود. یا چهار برابر کردن دامنه صوت، شدت صوت ۱۶ برابر می‌شود (چرا؟) و داریم:

$$\Delta\beta = 1/3\beta - \beta = -2/3\beta = 10 \log \frac{I_2}{I_1} = 10 \log 16 = 4 \log 2 = 12 \text{ dB} \Rightarrow -2/3\beta = 12 \text{ dB} \Rightarrow \beta = 4 \text{ dB}$$

تراز شدت صوت اولیه برابر ۴- دسی‌بل است و تراز ثانویه برابر $1/3\beta = 52 \text{ dB}$ است.

هنگامی که تراز شدت صوت به خاطر تغییر فاصله عوض می‌شود، می‌توانیم به صورت زیر عمل کنیم:

$$\begin{cases} \frac{I_A}{I_B} = \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^2 \\ \beta_A - \beta_B = 10 \log \frac{I_A}{I_B} \end{cases} \Rightarrow \beta_A - \beta_B = 10 \log \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^2 \Rightarrow \beta_A - \beta_B = 20 \log \frac{r_B}{r_A}$$

حال با توجه به رابطه فوق می‌توان نوشت:

$$\beta_A - \beta_B = 20 \log \frac{5}{4} = 20 \log \left(\frac{5}{4}\right) = 20 (\log 5 - \log 4) = 20 (\log 5 - 2 \log 2)$$

$$\xrightarrow{\log 5 = 0.7, \log 2 = 0.3} \beta_A - \beta_B = 20 (0.7 - 2 \times 0.3) = 2 \text{ dB}$$

از طرفی طبق فرض سؤال، تراز A ۵ درصد بیشتر از B است، داریم:

$$\begin{cases} \beta_A = 1.05\beta_B \\ \beta_A - \beta_B = 2 \text{ dB} \end{cases} \Rightarrow 1.05\beta_B - \beta_B = 2 \text{ dB} \Rightarrow 0.05\beta_B = 2 \text{ dB} \Rightarrow \beta_B = 4 \text{ dB} \Rightarrow \beta_A = 42 \text{ dB}$$

حال که تراز شدت صوت A و B را داریم، می‌توانیم به راحتی تراز شدت صوت C و در ادامه شدت صوت آن را محاسبه کنیم.

$$\beta_A - \beta_C = 20 \log \frac{r_C}{r_A} = 20 \log \frac{rd}{d} = 20 \log 2 \xrightarrow{\log 2 = 0.3} \beta_A - \beta_C = 20 \times 0.3 = 6 \text{ dB} \Rightarrow \beta_C = 36 \text{ dB}$$

در نهایت شدت صوت C برابر است با:

$$\beta_C = 10 \log \frac{I_C}{I_0} \Rightarrow 26 = 10 \log \frac{I_C}{I_0} \Rightarrow \log \frac{I_C}{I_0} = 2.6 = 2 + 0.6 = \log 10^2 + \log 4$$

$$\Rightarrow \log \frac{I_C}{I_0} = \log(4 \times 10^2) \Rightarrow \frac{I_C}{I_0} = 4 \times 10^2 \xrightarrow{I = 10^{-12} \frac{W}{m^2}} I_C = 4 \times 10^2 \times 10^{-12} = 4 \times 10^{-10} \frac{W}{m^2}$$

www.biomaze.ir

۲۶- شکل مقابل، یک آمبولانس و دو شنونده را نشان می‌دهد که با سرعت‌های مشخص شده در حال حرکت هستند. اگر آژیر آمبولانس صوتی یا پسامد تولید کند، چه تعداد از عبارات‌های زیر صحیح است؟

الف) پسامد صوتی که شنونده A می‌شنود برابر f_0 است.

ب) طول موج صوتی که به شنونده A می‌رسد، بیشتر از طول موج صوتی است که به شنونده B می‌رسد.

ج) پسامد صوتی که شنونده A می‌شنود، کمتر از پسامد صوتی است که شنونده B می‌شنود.



۳ (۴)

۲ (۳)

۱ (۲)

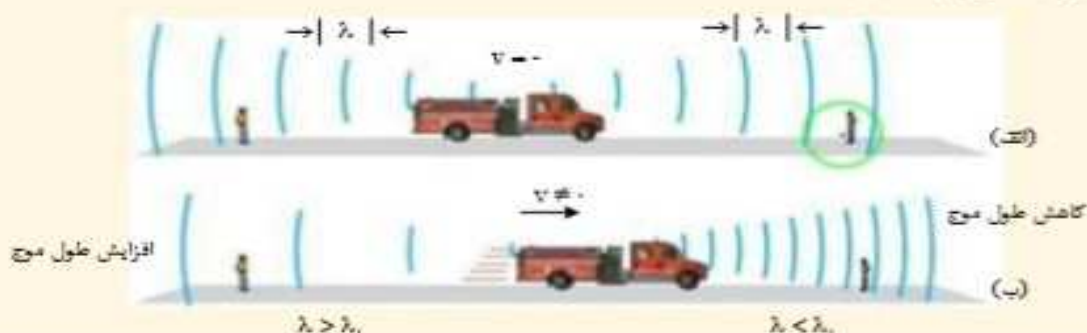
۰ (۱) حقیق

پاسخ: گزینه ۴

موضوع	معمول	معمول	آموزش	تجربه	پایه	صحت	پیش‌نیاز و ترکیب	پیش‌نیاز لازم نیست	علاقه‌مند قبل ترکیب یا	درجه	میان
درجه ۱ تا ۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱

در مورد اثر دوپلر به نکات زیر توجه کنید:

۱) طول موج فقط به حرکت منبع صوت مرتبط است و ربطی به حرکت شنونده ندارد. فرض کنید یک منبع صوت در حالت سکون موجی با طول موج λ_0 تولید می‌کند. هنگامی که این منبع صوت حرکت می‌کند، در جلوی آن (در جهت حرکت)، طول موج کمتر از λ_0 و در پشت سر آن (در خلاف جهت حرکت) و طول موج بیشتر از λ_0 خواهد بود. به شکل زیر دقت کنید.



نکته ۱) این که شنونده (ناظر) ساکن باشد یا حرکت کند، تأثیری در طول موج ندارد و برای بررسی طول موج فقط به حرکت منبع موج توجه کنید.

۲) بر خلاف طول موج، پسامدی که شنونده می‌شنود، هم به حرکت منبع صوت و هم به حرکت خود شنونده وابسته است. به عبارت دقیق‌تر، پسامدی که شنونده می‌شنود به حرکت نسبی شنونده و منبع صوت ربط دارد. فرض کنید یک منبع صوت، صوتی با پسامد f_0 تولید می‌کند. برای بررسی پسامدی که شنونده می‌شنود به صورت زیر عمل می‌کنیم.

الف) اگر فاصله منبع صوت و شنونده در حال کاهش بود، پسامدی که شنونده می‌شنود بیشتر از f_0 خواهد بود.

ب) اگر فاصله منبع صوت و شنونده در حال افزایش بود، پسامدی که شنونده می‌شنود کمتر از f_0 خواهد بود.

پ) اگر فاصله منبع صوت و شنونده ثابت باشد، پسامدی که شنونده می‌شنود برابر f_0 است.

نکته ۳) در بررسی پسامد در اثر دوپلر، به حرکت منبع و شنونده به طور جداگانه نگاه نکنید و فقط بررسی کنید که آیا این دو به هم نزدیک می‌شوند یا از هم دور می‌شوند.

با توجه به توضیحات درسنامه فوق می‌توان به نتایج زیر رسید:

۱) اگر طول موج صوت آمبولانس λ_0 باشد، طول موج دریافتی شنونده A بیشتر از λ_0 است، زیرا پشت سر آمبولانس قرار دارد، در حالی که طول موج دریافتی شنونده B کمتر از λ_0 است، چون در جلوی آمبولانس قرار دارد.

۲) شنونده A و آمبولانس با سرعت یکسان و در یک جهت حرکت می‌کنند، پس فاصله آن‌ها تغییر نمی‌کند و پسامد دریافتی شنونده A برابر f_0 است.

۳) فاصله شنونده B و آمبولانس در حال کاهش است، پس پسامد دریافتی شنونده B بیشتر از f_0 است.

یا توجه به این توضیحات، هر سه عبارت صحیح هستند.

گروه آموزشی ماز

۲۷- مطابق شکل زیر، اتومبیلی با ترددی ثابت به یک صخره بلند نزدیک می‌شود. راننده بوق می‌زند و بسامد و طول موج صدای بوق به ترتیب f_s و λ_s است. شخص A در فاصله معینی از صخره، ساکن است. اگر بسامد و طول موج صدای رسیده به شخص A، f_o و λ_o ، بسامد و طول موج صدای بازتاب شده از صخره که به شخص A می‌رسد f_{o_1} و λ_{o_1} و نیز بسامد و طول موج صدای بازتاب شده از صخره که به راننده می‌رسد f_{o_2} و λ_{o_2} باشد، چه تعداد از موارد زیر درست هستند؟ (فاصله شخص از صخره به اندازه کافی زیاد است.)



(از انشلاف انرژی و جذب صوت توسط محیط چشم پوشی کنید)

الف) $f_{o_1} > f_s$ و $\lambda_{o_1} < \lambda_s$

ب) $f_{o_1} = f_{o_2}$ و $\lambda_{o_1} = \lambda_{o_2}$

پ) $f_{o_1} > f_{o_2}$ و $\lambda_{o_1} = \lambda_{o_2}$

یک (۴)

دو (۳)

سه (۲)

چهار (۱)

پاسخ: گزینه ۲

موضوع	معماری	آموزشی	شماره	پایه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب یا	درجه	میزان
درجه اول	۱۰	۱۰	۱۰	دوازدهم	انرژی و حرکت	ترکیب	۱	۱	متوسط	متوسط

اتومبیل در حال نزدیک شدن به شخص و صخره است. پس صوتی که شخص دریافت می‌کند دارای مشخصات مقابل است:

$$\lambda_{o_1} < \lambda_s \text{ و } f_{o_1} > f_s$$

حالا همین صوت به صخره برخورد کرده و بازتاب می‌شود. حالا صخره می‌شود چشمه صوت و می‌توان گفت صوت بازتابی از صخره، دارای مشخصات f_{o_2} و λ_{o_2} است. حالا دقت کنید که شخص A نسبت به صخره ساکن است و خود صخره (چشمه جدید) هم ساکن است، پس صوت بازتابی وقتی به شخص می‌رسد یا همان مشخصات f_{o_1} و λ_{o_1} به شخص می‌رسد:

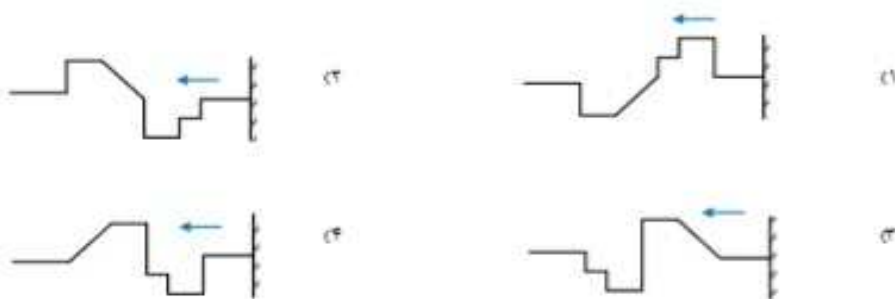
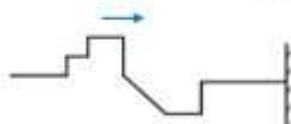
$$f_{o_1} = f_{o_2} \text{ و } \lambda_{o_1} = \lambda_{o_2}$$

اما اتومبیل در حال نزدیک شدن به صخره (چشمه جدید) است، پس:

$$f_{o_2} > f_{o_1} \text{ , } \lambda_{o_2} = \lambda_{o_1}$$

www.biomaze.ir

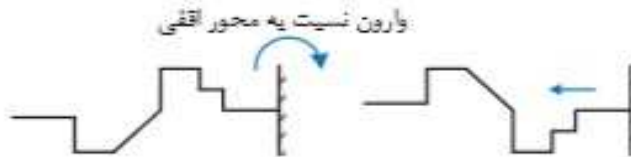
۲۸- در شکل مقابل، تپ یا دیوار برخورد کرده و بازتاب می‌شود. در کدام گزینه، تپ بازتابی به درستی رسم شده است؟



پاسخ: گزینه ۲

موضوع	معماری	آموزشی	شماره	پایه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب یا	درجه	میزان
درجه اول	۱۰	۱۰	۱۰	دوازدهم	بازتاب در یک خط	ترکیب	۱	۱	متوسط	متوسط

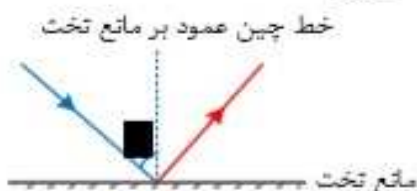
روش اول: برای رسم تپ بازتابی از انتهای بسته، کافی است تپ تابشی را نسبت به محور قائم و سپس نسبت به محور افقی قرینه کنیم:



روش دوم) کافی است صفحه را 180° بچرخانید، جای دیوار را عوض کنید، شکل دیده شده را به ذهنتان بسپارید، صفحه را به حالت اول برگردانید و آون شکل دیده شده را در گزیده‌ها علامت بزنید.

گروه آموزشی ماز

۲۹- مطابق شکل، پرتویی با زاویه تابش θ به سطح یک مانع تخت برخورد کرده و از آن بازتاب می‌شود. اگر زاویه میان پرتوی تابش و سطح مانع تخت را به اندازه α درجه کاهش دهیم، زاویه انحراف بین پرتوی تابش و پرتوی بازتابش، چند درجه و چگونه تغییر می‌کند؟

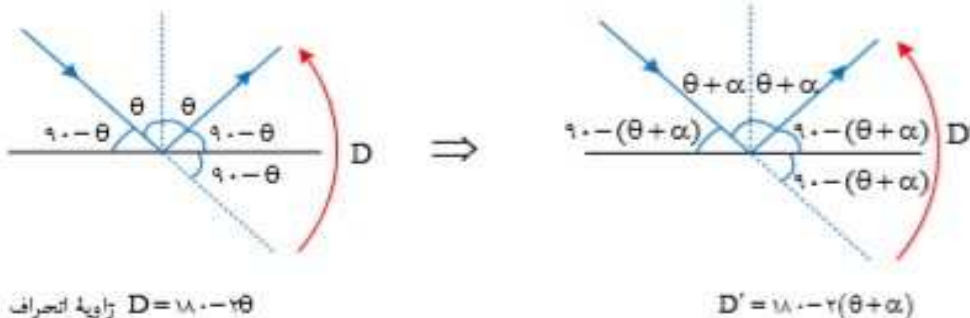


- (۱) α درجه کاهش می‌یابد.
- (۲) α درجه افزایش می‌یابد.
- (۳) 2α درجه کاهش می‌یابد.
- (۴) 2α درجه افزایش می‌یابد.

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	مفهوم	معماری	آموزش	شماره	زبان	موضوع	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز لازم است	ملاحظات قابل ترکیب یا	درجه	میزان
درجه ۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰

می‌دانیم که زاویه تابش با زاویه بازتابش برابر است. از طرفی هم، وقتی زاویه میان پرتوی تابش و سطح مانع تخت را α درجه کاهش می‌دهیم یعنی زاویه تابش را α درجه افزایش دادیم. اگر زاویه انحراف را با D نشان دهیم داریم:

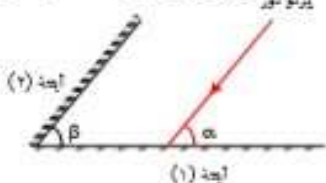


$$\Rightarrow D' - D = (180 - 2(\theta + \alpha)) - (180 - 2\theta) = -2\alpha$$

پس اگر زاویه تابش α درجه افزایش یابد، زاویه بازتابش هم α درجه افزایش یافته و زاویه انحراف میان پرتوی تابش و پرتوی بازتابش، 2α درجه کاهش می‌یابد.

www.biomaze.ir

۳۰- مطابق شکل، پرتوی نوری به آینه تخت (۱) می‌تابد و پس از بازتاب، به آینه (۲) می‌تابد. اگر پرتوی بازتابیده از آینه (۲) با پرتوی اولیه زاویه 120° بسازد، زاویه بین دو آینه (β) چند درجه است؟



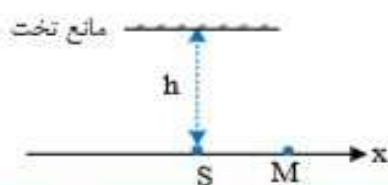
- (۱) ۳۰
- (۲) ۴۵
- (۳) ۶۰
- (۴) ۷۵

مطابق مطالب درستی فوق، زاویه انحراف ۲ برابر زاویه حاده بین دو آینه است و داریم:

$$2\beta = 120^\circ \Rightarrow \beta = 60^\circ$$

گروه آموزشی ماز

۳۱- در شکل زیر، شتونده (M) و چشمه صوت (S) در فاصله D از هم بر روی محور x قرار داشته و فاصله‌شان از مانع تخت برابر h است. چشمه صوت صدایی تولید کرده و شتونده دو صدا یا اختلاف زمانی Δt می‌شنود. اگر بین تندی انتشار صوت در هوا (v) و فاصله h، رابطه $h = v\Delta t$ برقرار باشد، آنگاه فاصله شتونده از چشمه صوت چند برابر h است؟



$$\frac{\sqrt{F}}{2} \quad (2)$$

$$\frac{\sqrt{2}}{2} \quad (4)$$

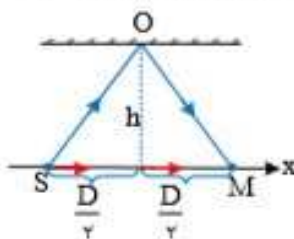
$$\frac{3}{2} \quad (1)$$

$$\frac{1}{2} \quad (3)$$

پاسخ: گزینه ۱

موضوع	معماری	آموزشی	شماره	پایه	مبحث	پیش نیاز	پیش نیاز لازم است	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
درجه اول	۱۰	۹	سوال	دوازدهم	حرکت	و ترکیب	■	■	معماری	معماری

شتونده دو صدا دریافت می‌کند یکی صدایی که مستقیماً از چشمه صوت به او می‌رسد، یعنی از طریق مسیر SM، یکی هم صدایی که پس از برخورد به مانع، بازتاب شده و به شخصی می‌رسد. حواستان باشد که در صدای دوم، برای این که مسیر پرتو را ترسیم کنید، باید محل برخورد پرتوی تابشی یا مانع، همان محل برخورد عمودمتصف پاره خط SM با مانع باشد (چرا؟). بررسی صوت اول که از مسیر SM به شتونده می‌رسد:



$$D = vt_1 \Rightarrow t_1 = \frac{D}{v}$$

بررسی صوت دوم که از مسیر SOM به شتونده می‌رسد:

$$SO + OM = vt_2 \Rightarrow \sqrt{h^2 + \frac{D^2}{4}} + \sqrt{h^2 + \frac{D^2}{4}} = vt_2$$

$$\Rightarrow \Delta t = t_2 - t_1 = \frac{\sqrt{h^2 + \frac{D^2}{4}}}{v} - \frac{D}{v} \Rightarrow v\Delta t = \sqrt{h^2 + \frac{D^2}{4}} - D \xrightarrow{h=v\Delta t}$$

$$h = \sqrt{h^2 + \frac{D^2}{4}} - D \Rightarrow h + D = \sqrt{h^2 + \frac{D^2}{4}} \xrightarrow{\text{توان}} h^2 + v^2 h^2 D^2 = h^2 \rightarrow v^2 D^2 = v^2 h^2 \rightarrow D = \frac{v}{v} h$$

www.biomaze.ir

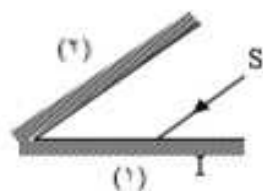
۳۲- مطابق شکل زیر، پرتوی SI موازی سطح آینه (۲) به آینه (۱) می‌تابد و بعد از بازتابش‌های متوالی از آینه‌ها در امتداد اولیه باز می‌گردد. اگر در مجموع این پرتو ۵ بار به سطح آینه‌ها برخورد کرده باشد زاویه بین پرتو تابش و بازتابش در آخرین برخورد با آینه (۱) چند درجه است؟

$$60 \quad (1)$$

$$90 \quad (2)$$

$$120 \quad (3)$$

$$30 \quad (4)$$

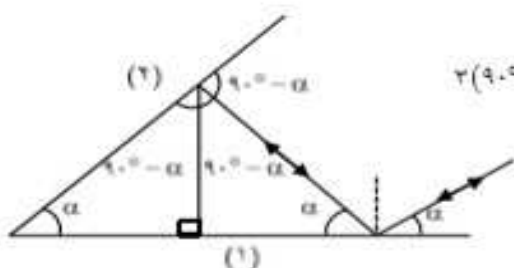


پاسخ: گزینه ۳

موضوع	معماری	آموزشی	شماره	پایه	مبحث	پیش نیاز	پیش نیاز لازم است	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
درجه اول	۱۰	۹	سوال	دوازدهم	حرکت	و ترکیب	■	■	معماری	معماری

باتوجه به قضیه خطوط موازی و مورب چون پرتو SI موازی آینه (۲) است، اگر زاویه بین دو آینه برابر α باشد، زاویه پرتو SI با سطح آینه (۱) نیز برابر α خواهد بود.

از طرف دیگر پرتو موردنظر ۵ بار به آینه‌ها برخورد کرده، بنابراین همان‌طور که در شکل زیر می‌بینید، حتماً در سومین برخورد بر سطح آینه (۱) بطور عمده تابیده است و در نتیجه روی خودش بازتابیده است. بنابراین داریم:



$$2(90^\circ - \alpha) = 180^\circ \Rightarrow 90^\circ - \alpha = 90^\circ \Rightarrow \alpha = 0^\circ$$

اونايي که اومدين گزینه ۴ انتخاب کردندستن، چرا اينقد عجله می‌کنيد که داخل دام گزینه‌های سوال بيافتين!!
توجه داشته باشيد زاویه بین پرتو تابش و بازتابش در بیشترین برخورد با سطح آینه (۱) برابر است با $180^\circ - 2\alpha$ یعنی 12° درجه

گروه آموزشی ماز

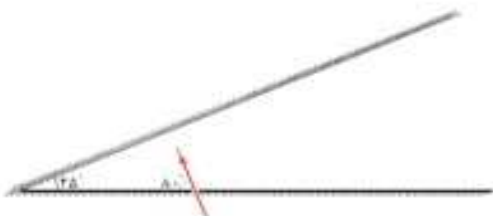
۳۳ - دو آینه تخت بسیار طولی، مطابق شکل یا یکدیگر زاویه 25° درجه می‌سازند. در آینه افقی، سوراخ کوچکی ایجاد شده و نور از آن با زاویه 80° درجه نسبت به افق می‌تابد. این نور چند دفعه در برخورد با آینه‌ها، متعکس خواهد شد؟

۱) ۳

۲) ۴

۳) ۵

۴) بی‌نهایت



پاسخ: گزینه ۱

موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع
فصلنامه	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع
تاریخچه	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع

آشنایی با بازتاب موج و قانون بازتاب عمومی:

بازتاب موج:

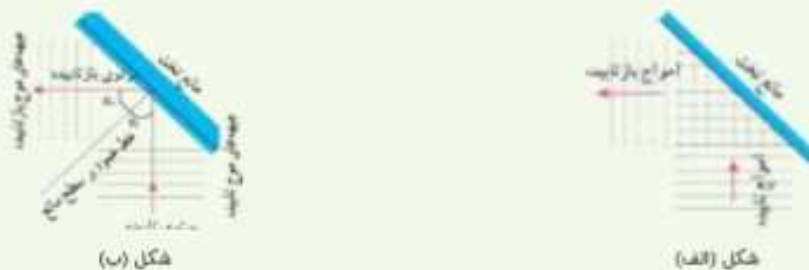
همان‌طور که می‌دانید انتشار انرژی در یک محیط موج نام دارد. هنگامی که این انرژی به یک مانع برخورد می‌کند می‌تواند قسمتی از آن جذب و قسمتی از آن بازتاب شود که به این پدیده بازتاب موج گویند.
هم امواج مکانیکی و هم امواج الکترومغناطیسی می‌توانند دچار بازتاب شوند و بازتاب امواج برای همه امواج از جمله یک بعدی و سه بعدی می‌تواند روی دهد. در تمامی این موارد قانون بازتاب عمومی صادق است.

قانون بازتاب عمومی:

برای تمام امواج و تمام موئع هنگام بازتاب موج، زاویه بازتابش برابر زاویه تابش است.
به زاویه بین خط عمود بر سطح مانع و پرتوی تابیده (فرودی) زاویه تابش می‌گویند و آن را با θ_i نشان می‌دهند و به زاویه‌ای بین خط عمود بر سطح مانع و پرتوی بازتابیده، زاویه بازتابش می‌گویند و آن را با θ_r نشان می‌دهند. در شکل مقابل θ_i و θ_r در برخورد یک موج تخت به یک مانع مشخص شده است.



نکته ۱) برای رسم ساده‌تر یک موج می‌توانیم به جای رسم جبهه‌های موج مانند شکل (الف) نمودار پرتوی موج را مانند شکل (ب) رسم کنیم. همان‌طور که در شکل (ب) می‌بینید یک پرتو، پیکان مستقیمی عمود بر جبهه‌های موج است که جهت انتشار موج را نشان می‌دهد.

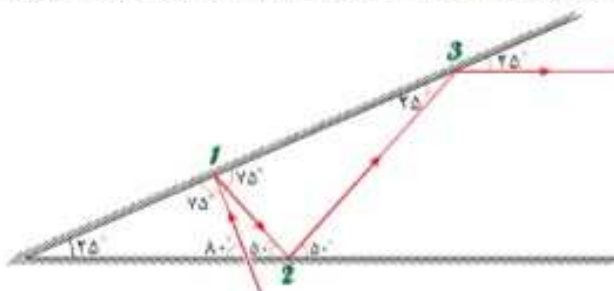


شکل (ب)

شکل (الف)

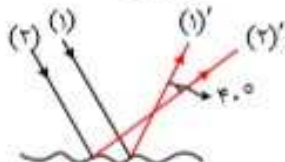
نکته ۲) برای تمام امواج در برخورد به تمام موئج، پرتوی تابش، پرتوی بازتابش و خط عمود بر سطح بازتابنده در هر بازتابش در یک صفحه قرار دارد.

همان‌طور که در شکل زیر مشاهده می‌کنید این پرتو پس از ۳ بازتاب، به طور موازی با آینه افقی از بین دو آینه خارج می‌شود.



www.biomaze.ir

۳۴ - در شکل مقابل، دو پرتوی موازی به سطحی ناهموار تابیده‌اند. اگر پرتوهای بازتاب یا هم زاویه 40° بسازند، زاویه تابش پرتوی (۲)، از زاویه تابش پرتوی (۱) است.

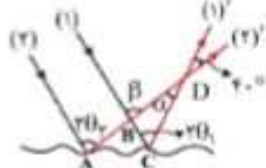


- (۱) ۴۰- درجه بیشتر
- (۲) ۴۰- درجه کمتر
- (۳) ۲۰- درجه بیشتر
- (۴) ۲۰- درجه کمتر

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع
موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع

اگر زاویه تابش پرتوی (۱) را θ_1 و زاویه تابش پرتوی (۲) را θ_2 در نظر بگیریم. آنگاه زاویه میان پرتوی تابش (۱) و بازتابش (۱)' برابر $2\theta_1$ و نیز زاویه میان پرتوی تابش (۲) و بازتابش (۲)' برابر $2\theta_2$ می‌شود.



$\Rightarrow \alpha = 40^\circ$ زاویه α با زاویه 40° متقابل به رأس است.

$\Rightarrow \beta = 2\theta_1 + \alpha \Rightarrow \beta = 2\theta_1 + 40^\circ$ زاویه بیرونی مثلث BCD است.

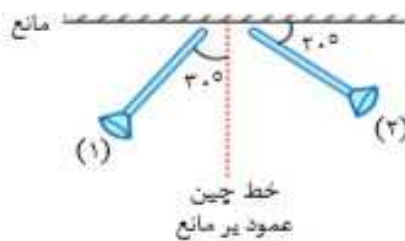
$\Rightarrow \beta = 2\theta_2 \Rightarrow 2\theta_1 + 40^\circ = 2\theta_2$ پرتوی (۱) و (۲) موازی اند و ضلع AD نیز یک ضلع مورب است.

$$\Rightarrow \theta_1 + 20^\circ = \theta_2$$

زاویه تابش پرتوی (۲)، 20° درجه بیشتر از زاویه تابش پرتوی (۱) است.

گروه آموزشی ماز

۳۵ - در شکل مقابل، اگر در دهانه لوله (۱) صوتی ایجاد کنیم تا صدا یا بیشترین بلندی از دهانه لوله (۲) خارج شود، باید لوله بچرخانیم.



(۱) را ۴۰ درجه پادساعت‌گرد

(۲) را ۴۰ درجه ساعت‌گرد

(۳) را ۳۰ درجه پادساعت‌گرد

(۴) هر یک از گزینه‌های ۱ و ۳ می‌توانند درست باشند.

پاسخ: گزینه ۲

موضوع	معماری	مکانیسم	آپدیت	شده	باز	محت	باز	باز	باز	باز	باز
درجه از ۱۰	۸	۸	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷

برای این که صدا یا بیشترین بلندی از دهانه لوله (۲) خارج شود باید زاویه تابش صوت و زاویه بازتابش صوت با هم برابر باشند. دو حالت مطرح است:
حالت ۱، اگر بخواهیم لوله (۲) را بچرخانیم، چون زاویه لوله (۱) با خطچین عمود بر مانع (زاویه تابش) 30° است پس باید زاویه لوله (۲) نیز با خطچین عمود بر مانع (زاویه بازتابش)، 30° باشد. در شکل نشان داده شده، زاویه لوله (۲) با خطچین عمود بر مانع 70° است. پس باید لوله (۲) را 40° ساعت‌گرد بچرخانیم تا زاویه بازتابش هم 30° شود.

حالت ۲، اگر بخواهیم لوله (۱) را بچرخانیم، چون زاویه بازتابش 70° است پس باید لوله (۱) را 40° ساعت‌گرد بچرخانیم تا زاویه تابش هم 70° شود.

www.biomaze.ir

۳۶ - شخصی در فاصله ۹۶m از یک دیوار بلند قرار دارد. این شخص فریاد می‌زند و بعد از $\frac{1}{6}$ ثانیه، پژواک صدای خود را می‌شنود. این شخص حداکثر چند متر می‌تواند به دیوار نزدیک شود تا پس از فریاد زدن، باز هم بتواند پژواک صدای خود را تمیز دهد؟

۸۰ (۴)

۶۴ (۳)

۱۶ (۲)

۳۲ (۱)

پاسخ: گزینه ۱

موضوع	معماری	مکانیسم	آپدیت	شده	باز	محت	باز	باز	باز	باز	باز
درجه از ۱۰	۹	۹	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸	۸



$$L = vt \Rightarrow 2 \times 96 = v \times \frac{1}{6}$$

$$\Rightarrow \text{سرعت صوت در هوا } v = \frac{2 \times 96}{\frac{1}{6}} = 32 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

باید تأخیر زمانی بین صوت اصلی و صوت بازتابیده شده، حداقل $\frac{1}{10}$ ثانیه باشد تا شخص بتواند پژواک صدای خود را تمیز دهد.

$$L' = vt' \Rightarrow t' = \frac{L'}{v} \xrightarrow{t' \geq \frac{1}{10}} \frac{L'}{v} \geq \frac{1}{10} \rightarrow L' \geq \frac{1}{10} \times 32 \rightarrow L' \geq 3.2 \text{ m} \quad (1)$$

L' مسیر رفت و برگشت است پس داریم:

$$2d_{\min} \geq 3.2 \Rightarrow d_{\min} \geq 1.6$$

اگر شخصی به اندازه Δx به دیوار نزدیک شود داریم:

$$d_{\min} = L - \Delta x \Rightarrow d_{\min} = 96 - \Delta x \xrightarrow{(1)} 96 - \Delta x \geq 1.6 \Rightarrow \Delta x \leq 96 - 1.6 \Rightarrow \Delta x \leq 94.4 \text{ m}$$

پس شخص باید حداکثر ۹۴ متر به دیوار نزدیک شود.

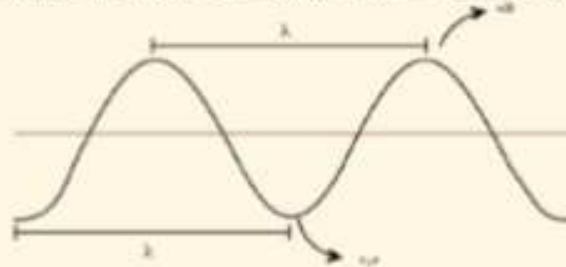
گروه آموزشی ماز

موضوع	مکانی	آموزشی	نمایش	پایه	محت	پیش نیاز	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	صورت
درجه ۱۰	۱۰	۹	۸	دوره دوم	طول موج	و ترکیب			۱	مختصات

تندی انتشار موج (v): اگر جبهه موج در مدت Δt مسافت L را طی کند، تندی انتشار موج از رابطه روبهرو به دست می‌آید:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\Delta x - \lambda}{\Delta t - T} \rightarrow v = \frac{\lambda}{T} = \frac{f}{T} \rightarrow v = \lambda \cdot f$$

طول موج (λ): فاصله بین دو قله متوالی یا دو دره متوالی یا مسافتی که موج در مدت یک دوره نوسان طی می‌کند.



سراسری تجربی ۹۵

دو موج مکانیکی A و B در یک محیط کثیف منتشر می‌شوند. اگر بسامد موج A، ۴ برابر بسامد موج B باشد، طول موج و سرعت انتشار موج A چند برابر طول موج و سرعت انتشار موج B است؟ (به ترتیب از راست به چپ)

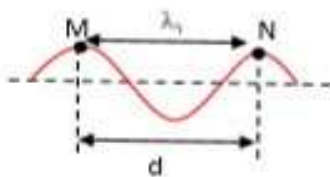
- ۱) $\frac{1}{4}$ و $\frac{1}{4}$ ۲) $\frac{1}{4}$ و ۴ ۳) ۴ و $\frac{1}{4}$ ۴) $\frac{1}{4}$ و ۴
- پایه: گزیده ۱

تکمه: تندی انتشار موج فقط به ویژگی‌های محیط انتشار بستگی دارد. بنابراین تندی انتشار هر دو موج A و B برابر است.

برای محاسبه نسبت طول موج A و B از رابطه $\lambda = \frac{v}{f}$ کمک می‌گیریم:

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{\lambda_A}{f_A} = \frac{v_A}{v_B} \times \frac{f_B}{f_A} = 1 \times \frac{1}{4} = \frac{1}{4}$$

فاصله دو نقطه M و N را d در نظر می‌گیریم. در حالت اول به ازای بسامد $f_1 = 6 \text{ Hz}$ ، این دو نقطه، دو قله متوالی هستند پس فاصله آن‌ها برابر است با طول موج در حالت اول (λ_1). شکل زیر را ببینید:



$$f_1 = 6 \text{ Hz}$$

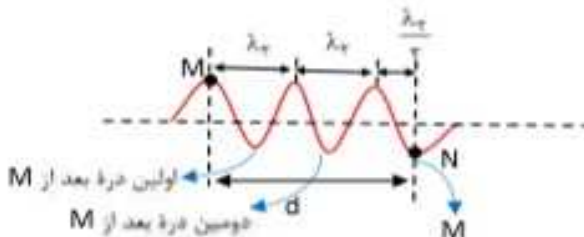
$$\lambda_1 = d$$

در حالت دوم، با تغییر بسامد چشمة موج

اولاً تندی انتشار موج تغییر نمی‌کند، زیرا تندی انتشار تنها به ویژگی‌های محیط انتشار موج (در اینجا طایف) وابسته است.

ثانیاً طبق رابطه $\lambda = \frac{v}{f}$ ، با تغییر بسامد (f) و ثابت ماندن تندی انتشار (v)، طول موج هم تغییر کرده و (مثلاً) به λ_2 می‌رسد.

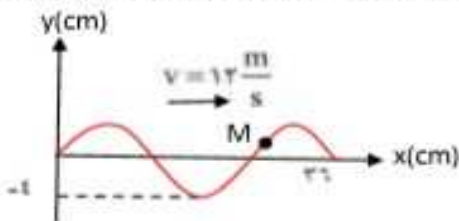
در این حالت نقطه M قله و نقطه N سومین دره بعد از آن است. پس موج در فاصله بین این دو نقطه به شکل زیر است. یادمان باشد که فاصله این دو نقطه را d در نظر گرفتیم. بنابراین:



$$\lambda_2 + \lambda_2 + \frac{\lambda_2}{2} = d \rightarrow \frac{5}{2} \lambda_2 = d \rightarrow \lambda_2 = \frac{2}{5} d$$

$$\lambda = \frac{v}{f} \xrightarrow{v \rightarrow v'} \frac{\lambda_v}{\lambda_1} = \frac{f_1}{f_v} \rightarrow \frac{\frac{v}{d}}{d} = \frac{v}{f_v} \rightarrow f_v = v \cdot \Delta \cdot \text{Hz}$$

۳۹ شکل زیر، تصویری از یک موج عرضی در یک ریسمان کشیده شده را در لحظه t_1 نشان می‌دهد. تندی متوسط ذره M از غلظت در بازه زمانی t_1 تا $t_2 = t_1 + \frac{1}{100}$ چند متر بر ثانیه است؟



- $$\begin{array}{l} \neg \neg A \vdash A \\ \neg \neg A \vdash \neg \neg A \\ \neg \neg A \vdash \neg \neg \neg A \\ \neg \neg A \vdash \neg \neg \neg \neg A \end{array}$$

پایه: گریته ۹									
	موضوع	مسائلی	آموزشی	شعبه	زبان	سختی	زمان نیاز و ترکیب	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه
	تعداد ۳۰	۷	۷	موال	دوازدهم	موج گرانی	و ترکیب	■	سهگانه

(نکته)

تندی متوسط:

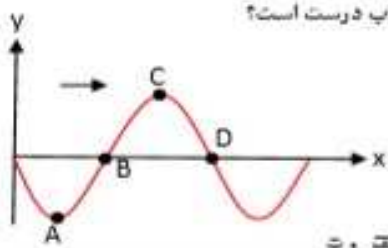
$$\left(\frac{m}{s}\right) \quad \text{تندی متوسط} \quad \leftarrow S_{av} = \frac{L}{\Delta t} \rightarrow (m) \quad \text{مسافت}$$

$$\rightarrow (s) \quad \text{تغییرات زمان}$$

$$\lambda_i + \frac{\lambda_i}{\tau} = \tau \varphi \rightarrow \frac{\tau \lambda_i}{\tau} = \tau \varphi - \varphi_i = \tau f_{cm}$$
$$\lambda_+ = \sqrt{T} \rightarrow \sqrt{\tau} \varphi = \sqrt{\tau} \times T \rightarrow \tilde{T} = - / - \tau \tilde{T}$$
$$\ell = D + d' - \frac{d' - d}{\gamma} = D + d = rA = r \times \frac{r}{\lambda_0} = 0.1 \text{ nm}$$

$$\text{تندی متوسط: } a_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{v_f \cdot \lambda}{v_f \cdot t} = \lambda \frac{m}{s}$$

۴- شکل زیر نقش یک موج عرضی را در یک طناب در لحظه t_1 نشان می‌دهد که با تندی $۲۰ \frac{m}{s}$ در حال انتشار است. اگر معادله مکان - زمان متبع موج در SI به صورت $y = ۰/۴ \cos(۵\pi t)$ باشد، کدامیک از عبارات‌های زیر دربارهٔ ذرات مشخص شده روی طناب درست است؟



(۴) ب و ت

(۳) ب و ت

(۲) ب و پ

(۱) الف و ب

الف) سرعت ذره C در لحظه $t_1 + ۰/۰۱s$ به $(۲۰\pi \frac{m}{s}) \hat{j}$ می‌رسد.

ب) شتاب ذره D در لحظه $t_1 + ۰/۰۲s$ برابر $(۱۰۰۰\pi^2 \frac{m}{s^2}) \hat{j}$ است.

پ) فاصله ذره B و D در لحظه $t_1 + ۰/۰۵s$ برابر $1m$ است.

ت) در بازهٔ زمانی t_1 تا $t_1 + ۰/۱s$ حرکت ذره A تذبذب شده است.

پاسخ: گزینه ۲

موضوع	معمولی	مهندسی	تجربی	تئوری	پایه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب یا	درجه	حیطان
درجه اول	۵	۵	۹	۱۰	دوازدهم	موج عرضی	موج عرضی			معمولی	معمولی

(۱) تندی انتشار موج به محیط انتشار آن بستگی دارد. با دانستن طول موج و بسامد آن می‌توانیم تندی انتشار را محاسبه کنیم.

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

(۲) تندی ارتعاش ذرات محیط متغیر است و مانند تندی حرکت یک توسانگر ساده رفتار می‌کند. بیشینهٔ این تندی برابر $v_{max} = A\omega$ است.

$$v_{max} = A\omega = \pi \lambda A f$$

(۳) بنابراین نسبت تندی انتشار موج به بیشینهٔ تندی توسان ذرات محیط برابر است با:

$$\frac{v}{v_{max}} = \frac{\lambda f}{\pi \lambda A f} = \frac{\lambda}{\pi \lambda A}$$

دقت کنید برای آن که تندی ارتعاش و انتشار را اشتباه نگیرید از پریم استفاده کرده‌ایم.

مثال (۱)

موجی با بسامد $۲۰۰ Hz$ و دامنهٔ $5cm$ دارای طول موجی برابر $5cm$ است. تندی انتشار موج در محیط و بیشینهٔ تندی ارتعاش ذرات محیط را محاسبه کنید.

$$v = \lambda f = ۰/۵ \times ۲۰۰ = ۱۰۰ \frac{m}{s}$$

گام دوم: محاسبهٔ بیشینهٔ تندی ارتعاش

$$v_{max} = A\omega = ۰/۰۵ \times \pi f = ۰/۰۵ \times \pi \times ۲۰۰ = ۲\pi \frac{m}{s}$$

قبل از هر کاری مشخصه‌های موج یعنی طول موج، دوره و دامنهٔ آن را حساب می‌کنیم. این کمیت‌ها برای بررسی درستی یا نادرستی هر عبارت به کارمان خواهند آمد.

با توجه به معادلهٔ مکان - زمان چشمهٔ موج داریم:

$$y = ۰/۴ \cos(۵\pi t) \Rightarrow \begin{cases} A = ۰/۴m \\ \omega = ۵\pi \frac{rad}{s} \rightarrow \pi f = ۵\pi \rightarrow f = ۵Hz \rightarrow T = \frac{1}{f} = \frac{1}{5} = ۰/۲s \end{cases}$$

با دانستن بسامد (f) تندی انتشار (v)، محاسبهٔ طول موج کار ساده‌ای است:

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{۲۰}{۵} = ۴m$$

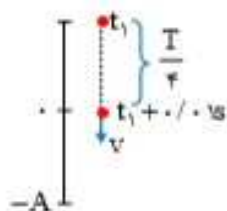
مثال به سراغ بررسی درستی یا نادرستی هر عبارت می‌رویم.

الف) نادرست: ذرهٔ C مثل تمام ذره‌های دیگر روی طناب در حال حرکت توافقی ساده است. این ذره در لحظهٔ t_1 در بالاترین مکان، یعنی مکان $y = +A$ قرار دارد. از این لحظه تا لحظهٔ $t_1 + ۰/۰۱s$ به اندازهٔ $۰/۰۱s$ که معادل $\frac{T}{4}$ است سپری می‌شود. ($۰/۰۱s = \frac{T}{4}$, $T = ۰/۰۴s$)

می‌دانیم در این مدت توسانگر ساده از مکان $y = +A$ به مکان $y = ۰$ یعنی نقطهٔ تعادل خود می‌رسد. در این نقطه تندی آن بیشینه و برابر با $v_{max} = A\omega$ است. پس داریم:

$$v_{\max} = A\omega = \frac{A \times 2\pi m}{0.05 \times \pi} \rightarrow v_{\max} = 0.4 \times 5 \times \pi = 2 \times \pi \frac{m}{s}$$

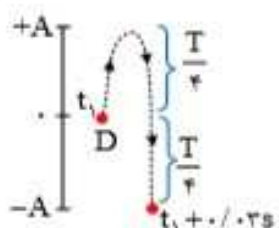
با توجه به شکل روبه‌رو در این لحظه ذره C در حال حرکت به سمت پایین است. بنابراین سرعت آن برابر $v = (-2\pi \frac{m}{s}) \hat{j}$ خواهد بود.



پ) درست: در لحظه t_1 ذره D روی نقطه تعادل خود قرار دارد و به سمت بالا در حال حرکت است. از این لحظه تا لحظه $t_1 + 0.125s$ زمان سپری شده معادل $\frac{T}{4}$ است (یادتان تیره که $T = 0.5s$ است) در این مدت ذره D مسیر ۳ر را طی کرده، و به مکان $y = -A$ می‌رسد. در این نقطه:

اولاً چون مکان ذره منفی است ($y < 0$) شتاب آن مثبت، یعنی رو به بالاست.

ثانیاً اندازه شتاب ذره بیشینه برابر $a_{\max} = \omega^2 A$ است. در نتیجه:



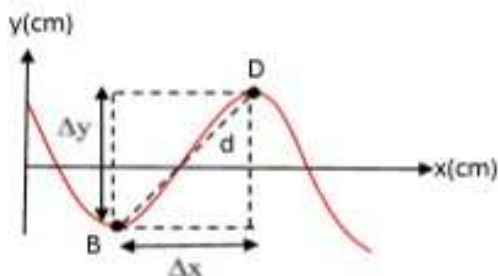
$$a_{\max} = \omega^2 A = (5\pi)^2 \times 0.4 = 25 \times \pi^2 \times 0.4 = 10\pi^2 \frac{m}{s^2}$$

با توجه به جهت شتاب داریم:

$$a = (+10\pi^2) \hat{j}$$

پ) درست: ابتدا موقعیت دو ذره B و D را پس از سپری شدن $0.05s$ تعیین می‌کنیم. این مدت معادل $\frac{1}{5}T$ است ($T = 0.5s$). پس در این مدت هر

کدام از این ذرات یک توسان کامل انجام داده و در $\frac{1}{5}T - T = -\frac{4}{5}T$ باقی مانده نقطه B به مکان $y = -A$ و نقطه D به مکان $y = +A$ می‌رسند و رسمان به این شکل در می‌آید:



در شکل بالا فاصله افقی دو نقطه برابر نصف طول موج ($\Delta x = \frac{\lambda}{2}$) و فاصله عمودی آن‌ها دو برابر دامنه موج ($\Delta y = 2A$) است. پس فاصله دو نقطه B و D یعنی d برابر است با:

$$\left. \begin{aligned} \Delta x &= \frac{\lambda}{2} = \frac{1/2}{2} = 0.125m \\ \Delta y &= 2A = 2 \times (0.4) = 0.8m \end{aligned} \right\} \Rightarrow d = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2} = \sqrt{(0.125)^2 + (0.8)^2} = 0.82m$$

ت) نادرست: در بازه زمانی t_1 تا $t_1 + 0.125s$ مدت سپری شده $0.125s$ است. در این مدت ذره A $2/5$ توسان انجام می‌دهد، چرا که هر توسان آن در $0.125s$ رخ می‌دهد. پس:

$$\text{تعداد توسان} = \frac{0.125}{0.125} = 2/5$$

در حرکت توافقی ساده در هر تکران حرکت متحرک در بازه‌هایی تندشونده و در بازه‌هایی کندشونده است. پس در این مدت $\frac{1}{10}$ ثانیه‌ای هم حرکت متحرک نمی‌تواند تندشونده باشد.

www.biomaze.ir

۴۱- در یک موج الکترومغناطیسی، در نقطه A اندازه میدان الکتریکی بیشینه و در نقطه B اندازه میدان مغناطیسی برابر صفر است. فاصله دو نقطه A و B برابر چند سانتی‌متر می‌تواند باشد؟ $c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$ ، نقاط A و B در راستای انتشار موج قرار دارند و $f = 0.6 GHz$.

۲۵ (۴)

۵۰ (۳)

۲۲/۵ (۲)

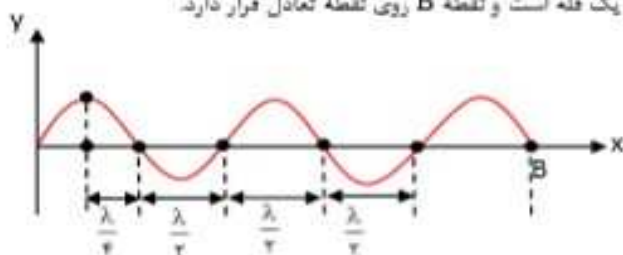
۳۷/۵ (۱)

پاسخ: گزینه ۱

موضوع	معمولی	معمولی	معمولی	معمولی	معمولی	معمولی	معمولی	معمولی	معمولی
درجه از ۱۰	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{6 \times 10^8} = 0.5 \text{ m} = 50 \text{ cm}$$

در امواج الکترومغناطیسی، میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی هم‌گام هستند. یعنی در نقطه B که میدان مغناطیسی برابر صفر است، میدان الکتریکی هم برابر صفر است. به عبارتی در نمودار میدان الکتریکی بر حسب مکان شکل زیر، نقطه A یک قله است و نقطه B روی نقطه تعادل قرار دارد.



شکل بالا نشان می‌دهد فاصله دو نقطه A و B مضربی از $\frac{\lambda}{4}$ به اضافه $\frac{\lambda}{4}$ است. پس:

$$\text{فاصله A و B} = (n+1) \times \frac{\lambda}{4} = (n+1) \times \frac{50 \text{ cm}}{4} \rightarrow \text{فاصله A و B} = n \times \frac{\lambda}{4} + \frac{\lambda}{4} = (n+1) \times \frac{\lambda}{4}$$

یعنی فاصله A و B مضرب فردی از 12.5 cm است. در میان مقادیرهای داده شده در گزینه‌ها فقط 37.5 cm این ویژگی را دارد.

گروه آموزشی ماز

۴۲- شدت صوت در فاصله ۵ متری از یک چشمه صوت، $64 \frac{\mu W}{m^2}$ کمتر از شدت صوت در فاصله ۳ متری آن است. شدت صوت در فاصله ۱۰ متری از این چشمه چند وات بر مترمربع است؟ (از اتلاف انرژی چشم‌پوشی کنید).

9×10^{-5} (۴)

25×10^{-5} (۳)

۹ (۲)

۲۵ (۱)

پاسخ: گزینه ۱

موضوع	معمولی	معمولی	معمولی	معمولی	معمولی	معمولی	معمولی	معمولی	معمولی
درجه از ۱۰	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶

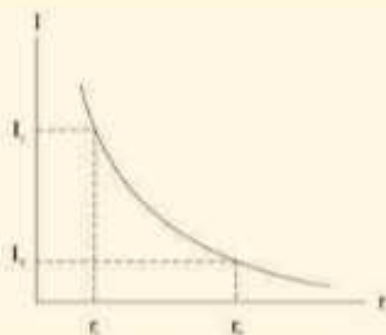
شدت صوت به معنی مقدار انرژی صوتی است که در واحد زمان به صورت عمود به واحد مساحت می‌رسد و از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$I = \frac{E}{A \cdot t}$$

در رابطه بالا E مقدار انرژی، A مساحت و t زمان است و I نشان دهنده شدت صوت است. با توجه به رابطه بالا، واحد شدت صوت برابر با $\frac{W}{m^2}$ است.

در واقع می‌توان به جای عبارت $\frac{E}{t}$ مقدار توان چشمه صوت را قرار داد و اگر فرض کنیم موج به صورت کروی منتشر می‌شود می‌توان مساحت را برابر $4\pi r^2$ در نظر گرفت که در آن r فاصله چشمه صوت تا شنونده است و رابطه شدت صوت را به صورت زیر نوشت:

$$I = \frac{P}{4\pi r^2}$$



نمودار I بر حسب r به صورت مقابل رسم می‌شود.

برای مقایسه‌ی شدت صوت حاصل از یک چشمه در فواصل

مختلف از رابطه‌ی زیر استفاده می‌کنیم (البته به شرطی که اتلاف انرژی نداشته باشیم):

$$\frac{I_r}{I_1} = \left(\frac{r_1}{r_r}\right)^2$$

مثال ۲

امواج صوتی حاصل از یک منبع صوت در هوا به شکل کره منتشر می‌شوند. اگر توان متوسط منبع $\pi \times 10^{-5}$ وات باشد، شدت صوت آن در یک نقطه به فاصله‌ی ۵/ متر از منبع چند میکرووات بر مترمربع خواهد بود؟

(سراسری ریاضی ۷۴)

۱- ۴

۲- ۳

۳- ۲

۴- ۱

پاسخ:

$$I = \frac{P_{av}}{4\pi r^2} = \frac{\pi \times 10^{-5}}{4\pi \times (5/)^2} = 10^{-5} \frac{W}{m^2} = 10^{-5} \times 10^6 \frac{\mu W}{m^2} = 10 \frac{\mu W}{m^2}$$

از فصل موج‌های مکانیکی به یاد داریم که توان موج با مجذور بسامد و مجذور دامنه صوت رابطه مستقیم دارد. پس می‌توان نوشت:

$$\frac{I_r}{I_1} = \left(\frac{f_r}{f_1}\right)^2 \times \left(\frac{A_r}{A_1}\right)^2 \times \left(\frac{r_1}{r_r}\right)^2$$

در رابطه بالا، f بسامد موج و A دامنه موج و r فاصله منبع صوت از شنونده است.

مثال ۳

اگر فاصله شنونده تا یک چشمه صوتی را ۳ برابر و دوره تناوب صوت را ۲ برابر کنیم، سرعت انتشار صوت در محیط و شدت صوت چگونه تغییر می‌کند؟ چون محیط انتشار صوت تغییر نکرده است، سرعت صوت ثابت می‌ماند.

دوره تناوب موج دو برابر شده است، پس فرکانس آن نصف شده است و می‌توان نوشت:

$$\frac{I_r}{I_1} = \left(\frac{f_r}{f_1}\right)^2 \times \left(\frac{A_r}{A_1}\right)^2 \times \left(\frac{r_1}{r_r}\right)^2 = \left(\frac{1}{2}\right)^2 \times 1 \times \left(\frac{1}{3}\right)^2 = \frac{1}{36}$$

شدت صوت در فاصله $r_1 = 3m$ از چشمه را I_1 و در فاصله $r_r = 9m$ از آن را I_r در نظر می‌گیریم. پس طبق داده‌های سوال داریم: $I_r = I_1 - 64$ (برحسب میکرووات بر مترمربع).

با توجه به رابطه شدت صوت یعنی $I = \frac{P}{4\pi r^2}$ ، شدت صوت با مربع فاصله از چشمه نسبت وارون دارد. پس:

$$\frac{I_r}{I_1} = \left(\frac{r_1}{r_r}\right)^2 \rightarrow \frac{I_r - 64}{I_1} = \left(\frac{3}{9}\right)^2 \rightarrow \frac{I_r - 64}{I_1} = \frac{1}{9} \rightarrow 9I_r = 9I_1 - 64 \times 9 \rightarrow 9I_r = 9I_1 - 576$$

$$\rightarrow 9I_r = 9I_1 - 576 \rightarrow I_r = I_1 - 64$$

حالا می‌خواهیم شدت صوت در فاصله $r_r = 10m$ یعنی I_r را حساب کنیم. برای این کار داریم:

$$\frac{I_r}{I_1} = \left(\frac{r_1}{r_r}\right)^2 \rightarrow \frac{I_r}{100} = \left(\frac{3}{10}\right)^2 \rightarrow I_r = 9 \frac{\mu W}{m^2} = 9 \times 10^{-6} \frac{W}{m^2}$$

www.biomaze.ir

۴۳ - اگر شدت صوتی $\frac{\mu W}{m^2}$ $1/2 \times 10^{-3}$ افزایش یابد، تراز شدت آن $6dB$ تغییر می‌کند. شدت صوت اولیه در SI چند واحد است؟ $(\log 2 = 0.3)$

۱- 2×10^{-3}

۲- 3×10^{-3}

۳- 4×10^{-3}

۴- 5×10^{-3}

مختصات	معمول	مختصات	آموزشی	شدید	زبان	مختصات	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم است	مفاهیم قابل ترکیب یا	درجه	معمول
درجه از ۰ تا ۹۰	۷	۸	۸	۸	موردی	شدت صوت	و ترکیب			مختصات	معمول

به دلایلی شدت صوت معیار مناسبی برای سنجش بلندی صدا نیست و معمولاً از لگاریتم این کمیت استفاده می‌شود و کمیتی به نام تراز شدت صوت تعریف می‌شود که از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

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

در رابطه بالا β تراز شدت صوت، I شدت صوت و I_0 شدت صوت مبدا است. شدت صوت مبدا برابر $10^{-12} \frac{W}{m^2}$ است و در سوالات در صورت نیاز به شما داده خواهد شد. واحد تراز شدت صوت دسی‌بل (dB) است.

مثال ۴

شدت صوت یک هواپیما برابر $10^{-1} \frac{W}{m^2}$ است. تراز شدت صوت آن چند دسی‌بل است؟

$$(I = 10^{-1} \frac{W}{m^2})$$

$$\beta = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0} = 10 \cdot \log \left(\frac{10^{-1}}{10^{-12}} \right) = 10 \cdot \log 10^{11} = 11 \text{ dB}$$

برای مقایسه دو تراز شدت صوت می‌توانیم از رابطه زیر کمک بگیریم:

$$\beta = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow \Delta\beta = \beta_2 - \beta_1 = 10 \cdot \log \frac{I_2}{I_1}$$

مثال ۵

اگر شدت صوتی ۱۰ برابر شود، تراز شدت صوت آن چگونه تغییر می‌کند؟

$$\Delta\beta = 10 \cdot \log \frac{I_2}{I_1} = 10 \cdot \log 10 = 10 \text{ dB}$$

مثال ۶

اگر دامنه چشمه صوتی را ۴ برابر کنیم، برای یک شنونده با فاصله معین، تراز شدت صوت $1/3$ برابر می‌شود در این حالت تراز شدت صوت برای این شنونده به چند دسی‌بل می‌رسد؟ ($\log 2 = 0.3$)

اگر تراز اولیه را β بنامیم، تراز ثانویه برابر $1/3\beta$ خواهد بود. با چهار برابر کردن دامنه صوت، شدت صوت ۱۶ برابر می‌شود (چرا؟) و داریم:

$$\Delta\beta = 1/3\beta - \beta = -2/3\beta = 10 \cdot \log \frac{I_2}{I_1} = 10 \cdot \log 16 = 4 \cdot \log 2 = 1.2 \text{ dB} \Rightarrow 1/3\beta = 1.2 \text{ dB} \Rightarrow \beta = 3.6 \text{ dB}$$

تراز شدت صوت اولیه برابر ۳۰ دسی‌بل است و تراز ثانویه برابر $1/3\beta = 10 \text{ dB}$ است.

ابتدا داده‌های مسئله را به زبان ریاضی می‌نویسیم:

بر حسب وات بر مترمربع

$$I_2 = I_1 + 1/3 \times 10^{-9} \frac{W}{m^2}$$

بر حسب دسی‌بل

$$\beta_2 = \beta_1 + 6 \text{ dB}$$

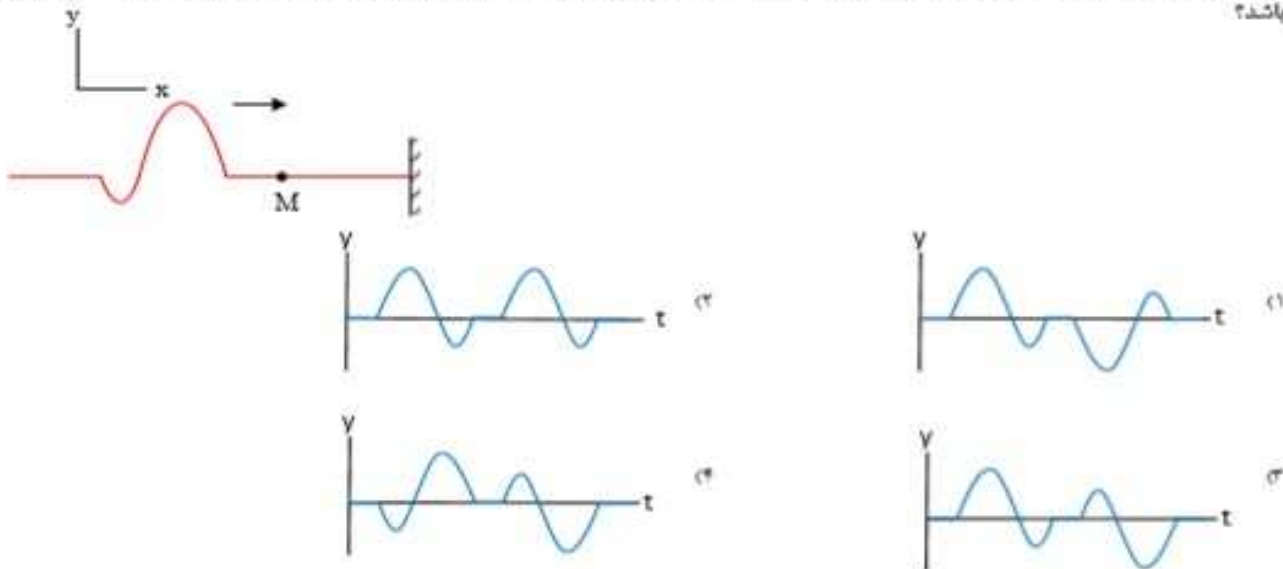
یادتان باشد که با افزایش شدت صوت، تراز آن هم افزایش می‌یابد. حال داریم:

$$\beta_2 - \beta_1 = 10 \cdot \log \left(\frac{I_2}{I_1} \right) \Rightarrow 6 = 10 \cdot \log \left(\frac{I_1 + 1/3 \times 10^{-9}}{I_1} \right) \Rightarrow 6/10 = \log \left(\frac{I_1 + 1/3 \times 10^{-9}}{I_1} \right) = \log(2)$$

$$\rightarrow 0.6 = \log \left(\frac{I_1 + 1/3 \times 10^{-9}}{I_1} \right) \rightarrow \log(2) = \log \left(\frac{I_1 + 1/3 \times 10^{-9}}{I_1} \right) \Rightarrow 2 = \frac{I_1 + 1/3 \times 10^{-9}}{I_1}$$

$$\Rightarrow I_1 = I_1 + 1/3 \times 10^{-9} \rightarrow I_1 = 0.5 \times 10^{-9} = 5 \times 10^{-10} \frac{W}{m^2}$$

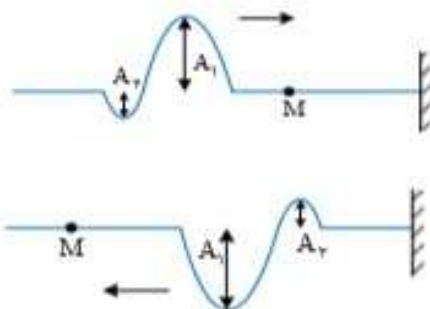
۴۴ - در شکل زیر، یک تپ در طناب کشیده‌ای در حال پیشروی است. نمودار جابه‌جایی نقطه M از وضع تعادل خود بر حسب زمان، به کدام شکل می‌تواند باشد؟



پاسخ: گزینه ۱

موضوع	مفهوم	مکانیزم	پایه	موضوع	پایه	موضوع	پایه	موضوع	پایه	موضوع	پایه
مکانیزم	مفهوم	مکانیزم	پایه	مکانیزم	پایه	مکانیزم	پایه	مکانیزم	پایه	مکانیزم	پایه

با پیشروی تپ و رسیدن آن به نقطه M این نقطه ابتدا به اندازه A_1 بالا رفته و سپس بعد از بازگشت به نقطه تعادل خود به اندازه A_2 پایین می‌آید. پس تا این‌جا گزیده ۴ گزار می‌رود. (یعنی روی نمودار هر گزیده وقتی روی محور t به سمت راست می‌رویم نمودار باید به اندازه زیادی به سمت بالا رود و سپس به اندازه کمی به سمت پایین)

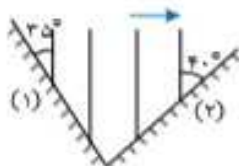


تپ پس از رسیدن به مانع به شکل زیر بازتاب می‌شود و به سمت نقطه M می‌رود.

بنابراین تپ به نقطه M دستور می‌دهد به اندازه A_1 پایین برود و برگردد و سپس به اندازه A_2 بالا برود و برگردد (یعنی اگر به پیشروی در نمودار گزیده‌ها ادامه دهیم، باید به اندازه زیادی پایین برویم و بازفاصله به اندازه کمی بالا). پس گزیده (۱) رفتار ذره M را به درستی نشان می‌دهد.

www.biomaze.ir

۴۵ - شکل مقابل، جبهه‌های موج بازتاب شده از مانع تخت (۱) را که به سمت مانع تخت (۲) در حال پیشروی‌اند، نشان می‌دهد. زاویه بین دو مانع چند درجه است؟



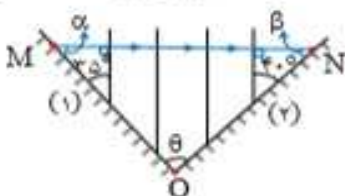
- (۱) ۷۵
(۲) ۸۵
(۳) ۹۵

پاسخ: گزینه ۱

موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع
موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع

نکته: بپایه‌ها در این تپه تست‌ها، حتماً با پرتوی تابشی و پرتوی بازتابشی مساله را حل کنید و با توجه به این که جبهه‌های موج بازتابی بر پرتوی بازتابشی عمودند، در آخر به راحتی جبهه‌های موج بازتابش را رسم کنید.

قبل از هر کاری پرتوی موج مربوط به این جبهه‌های موج را رسم می‌کنیم. این پرتو از منبع (۱) بازتاب شده و به سمت منبع (۲) در حال حرکت است. شکل زیر را ببینید. این پرتو بر جبهه‌های موج عمود است. بنابراین در مثلث‌های قائم‌الزاویه ایجاد شده در شکل داریم:



$$\alpha + 35^\circ + 90^\circ = 180^\circ \rightarrow \alpha = 55^\circ$$

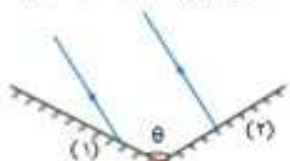
$$\beta + 40^\circ + 90^\circ = 180^\circ \rightarrow \beta = 50^\circ$$

حالا در مثلث MON مجموع زوایای داخلی باید 180° باشد

$$\Delta + \beta + \theta = 180^\circ \rightarrow 55^\circ + 50^\circ + \theta = 180^\circ \rightarrow \theta = 75^\circ$$

گروه آموزشی ماز

۴۶ در شکل زیر، دو پرتو نور موازی به دو آینه (۱) و (۲) می‌تابند. اگر زاویه بین پرتوهای بازتاب از این دو آینه 40° باشد، زاویه بین دو آینه چند درجه است؟



(۲) 150°

(۴) 120°

(۱) 170°

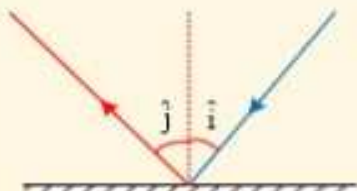
(۳) 140°

پاسخ: گزینه ۲

موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع
موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع

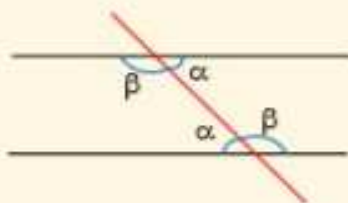
در این بخش به بررسی بازتاب پرتوی نور از آینه‌های متقاطع می‌پردازیم. این کار را با حل کردن چند مثال انجام خواهیم داد. فقط قبل از آن خوب است نکات مورد نیاز را یک بار مرور کنیم.

(۱) طبق قانون عمومی بازتاب هنگام بازتابش یک پرتو از سطح آینه، زاویه‌های تابش و بازتابش با یکدیگر برابرند.



$$i = r$$

(۲) زاویه‌های موازی - مورب با یکدیگر برابرند.



(۳) مجموع زوایای داخلی مثلث برابر 180° است.

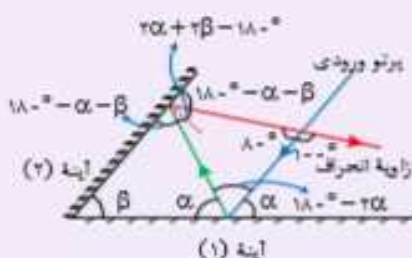
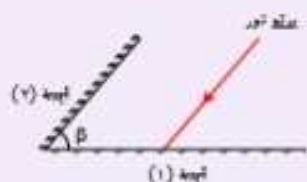


$$\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ$$

در ادامه به مثال‌های زیر توجه کنید.

مثال ۷

مقاطع شکل، پرتوی نوری به آینه تخت (۱) می‌تابد و پس از بازتاب، به آینه (۲) می‌تابد. اگر پرتوی بازتابیده از آینه (۲) با پرتوی اولیه زاویه 100° بسازد، زاویه بین دو آینه (β) چند درجه است؟



پاسخ: ابتدا شکل ساده‌ای از مسیر پرتو رسم می‌کنیم.

حال کافی است توجه کنیم که مجموع زاویه‌های داخلی مثلث ایجاد شده در شکل باید 180° باشد، پس داریم:

$$(180^\circ - 2\alpha) + (2\alpha + 2\beta - 180^\circ) + 100^\circ = 180^\circ \Rightarrow 2\beta = 10^\circ \Rightarrow \beta = 5^\circ$$

با توجه به مثال فوق، بد نیست نتیجه زیر را در مورد زاویه انحراف به خاطر بسپارید:

نتیجه: هنگامی که یک پرتو به دو آینه متقاطع با زاویه β می‌تابد و پس از بازتاب از آینه دوم، خارج می‌شود، زاویه انحراف پرتوی نهایی با پرتوی اولیه برابر است با:

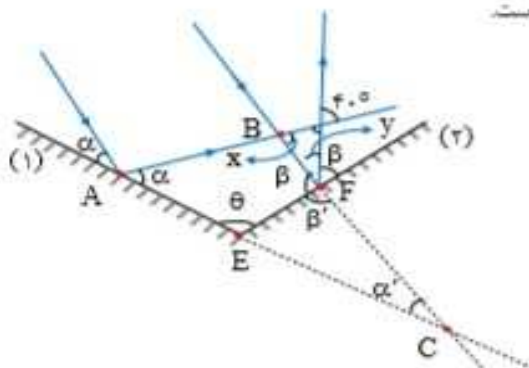
2β زاویه انحراف: اگر $\beta \leq 90^\circ$

$2(180^\circ - \beta)$ زاویه انحراف: اگر $\beta > 90^\circ$

دقت کنید که زاویه تابش پرتو دومی در جواب ندارد.

روش اول: در شکل زیر، بازتاب دو پرتو از دو آینه، امتداد آینه (۱) و امتداد پرتو تابش به آینه (۲) را رسم کرده‌ایم. یک بار شکل و نام زاویه‌ها را نگاه کنید و سپس با حوصله ادامه حل تست را بخوانید.

زاویه‌ای که پرتو تابش و بازتاب با سطح آینه (۱) می‌سازد را α و زاویه‌ای که پرتو تابش و بازتاب با سطح آینه (۲) می‌سازد را β و زاویه بین دو آینه را θ می‌نامیم. دو پرتو تابش موازی‌اند و آینه (۱) مورب آن‌هاست.



پس $\alpha' = \alpha$ است. در مثلث ABC زاویه خارجی x برابر با مجموع زاویه‌های α و α' است. پس:

$$x = \alpha + \alpha' \xrightarrow{\alpha' = \alpha} x = \alpha + \alpha = 2\alpha$$

به همین ترتیب در مثلث ECF هم داریم: $\theta = \beta' + \alpha' \Rightarrow \beta' = \theta - \alpha' = \theta - \alpha$ مگر β' است

$$\beta = 180^\circ - \beta' = 180^\circ - (\theta - \alpha) = 180^\circ - \theta + \alpha$$

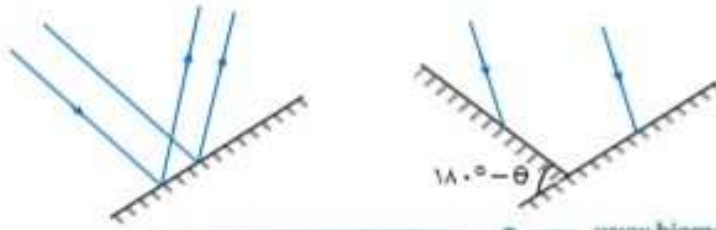
حالا می‌توانیم زاویه y را حساب کنیم:

$$y = 180^\circ - 2\beta = 180^\circ - 2(180^\circ - \theta + \alpha) = 180^\circ - 360^\circ + 2\theta - 2\alpha = 2\theta - 2\alpha - 180^\circ$$

حالا مجموع زوایای x و y و 40° باید 180° باشد.

$$x + y + 40^\circ = 180^\circ \rightarrow 2\alpha + (2\theta - 2\alpha - 180^\circ) + 40^\circ = 180^\circ \rightarrow 2\theta = 220^\circ \rightarrow \theta = 110^\circ$$

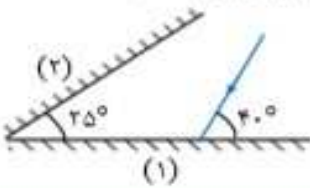
روش دوم: لایه پستی آینه به اندازه $180^\circ - \theta$ دوران کرده پس پرتو بازتاب دو برابر آن یعنی $360^\circ - 2\theta$ دوران می‌کند و با پرتو بازتاب دیگر زاویه 40° می‌سازد.



$$360^\circ - 2\theta = 40^\circ \Rightarrow \theta = 160^\circ$$

www.biomaze.ir

۴۷ در شکل زیر، پرتو نور تابیده به آینه (۱)، در مجموع چند مرتبه از سطح دو آینه بازتاب می‌شود؟ (طول دو آینه بسیار زیاد است)



- (۲)
۴
(۴)
۶

- (۱)
۷
(۳)
۵

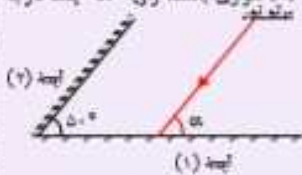
پاسخ: گزینه ۳

موضوع	منبع	معماری	آموزشی	شخصی	پایه	مبحث	پیش نیاز	پیش نیاز دوم	مفاهیم قابل ترکیب	درجه	میدان
درجه اول	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۰	۱	۲	۳

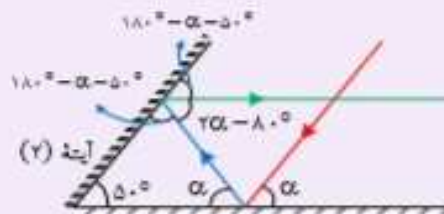
طبق درسامه سوال قبل به مثال حل می‌کنیم و بعدش میریم سراغ پاسخ تشریحی...

مثال (۸)

مطابق شکل، یک پرتوی نور به آینه (۱) می‌تابد و پس از بازتاب، به آینه (۲) می‌تابد. اگر پرتوی بازتابیده از آینه (۲) یا سطح آینه (۱) موازی باشد، زاویه α چند درجه است؟



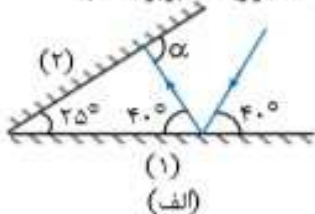
پاسخ: ابتدا شکل ساده‌ای از مسیر پرتو رسم می‌کنیم:



حالا کافی است توجه کنیم که زاویه‌های α و $2\alpha - 80^\circ$ طبق قضیه موازی - مورب با هم برابرند پس:

$$\alpha = 2\alpha - 80 \Rightarrow \alpha = 80^\circ$$

پرتو تابیده به آینه (۱) از آن بازتاب شده و به آینه (۲) می‌رسد و با سطح این آینه زاویه α می‌سازد. با توجه به شکل (الف) زاویه α برابر است با:

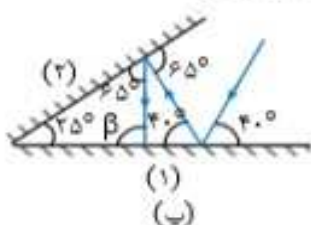


$$\alpha = 25^\circ + 40^\circ = 65^\circ \Rightarrow \text{مجموع دو زاویه داخلی دیگر} = \text{زاویه خارجی}$$

۲۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰

۲۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰

حالا به شکل (ب) نگاه کنید. پرتو تابیده به آینه (۲) از آن بازتاب شده و به آینه (۱) می‌رسد و با سطح آن زاویه β می‌سازد که:

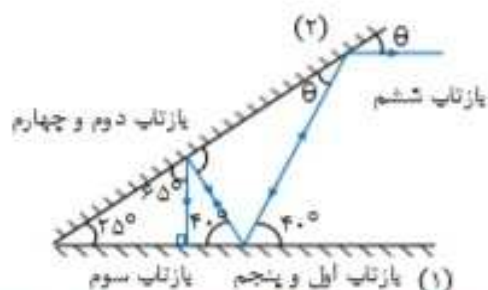


$$\beta + 25^\circ + 65^\circ = 180^\circ \rightarrow \beta = 90^\circ$$

بنابراین این پرتو روی خودش بازتاب می‌شود و مسیر آمده را باز می‌گردد، اما بعد از بازتاب آخر از آینه (۱) دوباره به آینه (۲) می‌رسد (شکل پ). در شکل (پ) زاویه θ را حساب می‌کنیم:

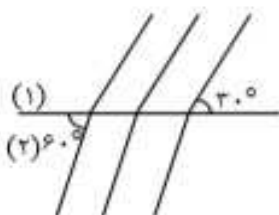
$$90^\circ = 25^\circ + \theta \rightarrow \theta = 65^\circ$$

در نتیجه پرتو بازتاب شده از آینه (۲) که با سطح آن زاویه 15° می‌سازد، دیگر به آینه (۱) نمی‌رسد و از فضای بین دو آینه خارج می‌شود. در نتیجه تعداد برخورد ها برابر است با ۶.



گروه آموزشی ماز

۴۸ - شکل زیر، جبهه‌های موج تخت را در مرز دو محیط (۱) و (۲) نشان می‌دهد. به ترتیب طول موج و بسامد موج در محیط (۱) چند برابر طول موج و بسامد آن در محیط (۲) است؟



$$1 \cdot \sqrt{2} \quad (2)$$

$$\sqrt{2} \cdot \sqrt{2} \quad (1)$$

$$1 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \quad (4)$$

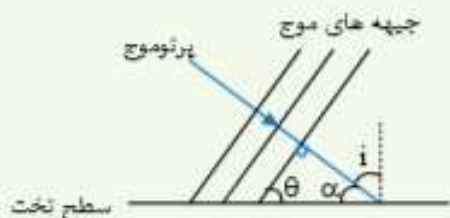
$$\sqrt{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \quad (3)$$

یا منبع: گزینه ۱

مشخصات	معمومی	مختصات	تجزیه	تجزیه	پایه	مبحث	پایه	پایه	پایه	پایه
درجه از ۱۰	۵	۵	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷
موضوع	معمومی	مختصات	تجزیه	تجزیه	پایه	مبحث	پایه	پایه	پایه	پایه
موضوع	معمومی	مختصات	تجزیه	تجزیه	پایه	مبحث	پایه	پایه	پایه	پایه

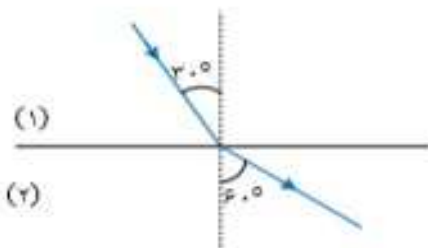
اول اینکه با تغییر محیط انتشار موج، بسامد آن تغییر نمی‌کند، زیرا بسامد موج تنها به منبع آن وابسته است. پس گزینه‌های ۱ و ۳ کنار می‌روند. دوم اینکه برای حل تست ابتدا نکته زیر را مرور می‌کنیم.

نکته: راندهای که جبهه‌های موج با یک سطح تخت می‌سازند برابر است با زاویه پرتو موج با خط عمود بر سطح. شکل زیر را ببینید:



$$\left. \begin{array}{l} \theta + \alpha = 90^\circ \\ i + \alpha = 90^\circ \end{array} \right\} \rightarrow i = \theta$$

پنابراین پرتو موج تابیده و شکسته شده برای جبهه‌های موج داده شده به شکل زیر است:



در شکل بالا، زاویه تابش (۱) برابر 30° و زاویه شکست (۲) برابر 60° است. پنابراین طبق قانون شکست عمومی داریم:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin 30^\circ}{\sin 60^\circ} = \frac{1}{\sqrt{3}} = \sqrt{3}$$

حالا با توجه به ثابت ماندن بسامد (f) به کمک رابطه $\lambda = \frac{v}{f}$ داریم:

$$\lambda_2 = \frac{v_2}{f} \text{ ثابت } f \rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{3} \rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

www.biomaze.ir

۴۹ - چه تعداد از عبارتهای زیر درست است؟

- (الف) ضریب شکست تمام محیطها برای پرتوهای نور تک رنگ سبز و زرد متفاوت است.
 (ب) با افزایش دمای هوا، چگالی و در نتیجه ضریب شکست آن کاهش می‌یابد.
 (پ) اگر پرتو نور تک رنگی از یک محیط وارد محیط دیگر شود، جهت انتشار آن الزاماً تغییر می‌کند.
 (ت) با ورود امواج سطحی آب از ناحیه عمیق به ناحیه کم عمق، فاصله بین جبهه‌های موج افزایش می‌یابد.

۱ (۴) ۲ (۳) ۳ (۲) ۴ (۱)

پاسخ: گزینه ۴

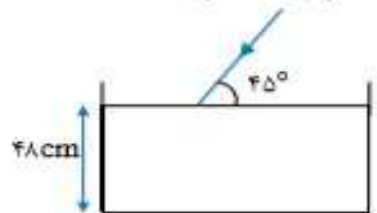
معمولاً	مفهومی	محاسباتی	آموزشی	تئوری	پایه	مبحث	پدیده‌های نور و ترکیب	پدیده‌های نور و ترکیب	مفاهیم فیزیک ترکیب با	درجه	انواع
برجسته از ۱۰	۴	۱	۶	۶	دوازدهم	موج	موج و ترکیب	موج و ترکیب	مفاهیم فیزیک ترکیب با	درجه	انواع

درستی یا نادرستی تک تک عبارتها را بررسی می‌کنیم:

- (الف) نادرست: ضریب شکست خلأ برای تمام رنگ‌های نور یکسان و برابر یک است. این جمله به جز خلأ برای سایر محیطها درست است.
 (ب) درست: با افزایش دمای هوا، فاصله مولکول‌های هوا افزایش و در نتیجه چگالی و ضریب شکست هوا کاهش می‌یابد.
 (پ) نادرست: اگر پرتو نور عمود بر سطح جدایی دو محیط بناید دچار شکست نشده و جهت انتشار آن تغییر نمی‌کند.
 (ت) نادرست: با ورود امواج سطحی آب از ناحیه عمیق به ناحیه کم عمق، تبدی انتشار امواج کاهش و در نتیجه طبق رابطه $\lambda = \frac{v}{f}$ (ثابت f) طول موج (یعنی فاصله بین جبهه‌های موج) هم کاهش می‌یابد.

گروه آموزشی ماز

۵۰ - در شکل زیر، یاریکه نوری متشکل از دو پرتو تک‌رنگ آبی و قرمز از هوا به سطح مایع شفاف می‌تابد. اگر ضریب شکست مایع برای این دو رنگ $\sqrt{3}$ و $\frac{5}{3}\sqrt{3}$ باشد، فاصله دو نقطه روشن ایجاد شده در کف ظرف چند سانتی‌متر است؟ $(\sqrt{3} = 1/7, \sqrt{3} = 1/4, \sin 53^\circ = 4/5)$

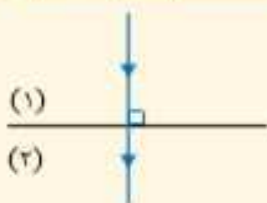


- ۳۶/۸ (۱)
 ۳۷/۲ (۲)
 ۸/۸ (۳)
 ۱۳/۶ (۴)

موضوع	محاسباتی	آزمایشی	شناختی	یاد	محیط	پدیده ای	پدیده ای	پدیده ای	پدیده ای
درجه از ۱ تا ۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵

در مورد شکست نور و عبور آن از یک محیط به محیط دیگر به نکات زیر توجه کنید:

(۱) همواره نور با عبور از یک محیط به محیط دیگر تغییر نمی‌کند.



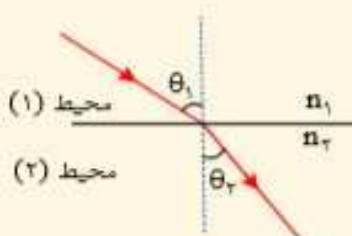
(۲) تندی حرکت نور با تغییر محیط عوض می‌شود به گونه‌ای که هر چه ضریب شکست محیط بیشتر باشد (محیط غلیظتر باشد)، تندی حرکت نور کمتر خواهد بود.

$$v \propto \frac{1}{n} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

(۳) با توجه به این که با تغییر محیط سرعت نور تغییر می‌کند، طول موج هم عوض می‌شود و با ضریب شکست محیط رابطه عکس دارد:

$$\left\{ \begin{array}{l} f \text{ ثابت} \\ v \propto \frac{1}{n} \Rightarrow \lambda \propto \frac{1}{n} \Rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{n_1}{n_2} \end{array} \right.$$

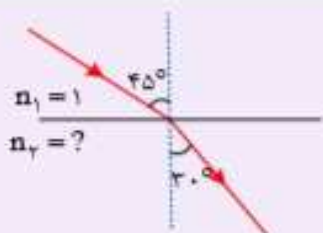
(۴) هنگام عبور نور از یک محیط به محیط دیگر، رابطه زیر بین زاویه‌های تابش و شکست برقرار است:



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

مثال ۹

در شکل مقابل، سرعت نور در محیط (۲) چند متر بر ثانیه است؟ ($c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$)



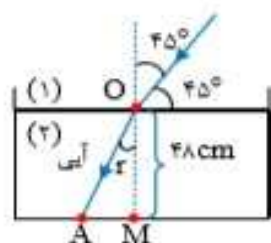
پاسخ: با توجه به این که $n_1 = 1$ است، سرعت نور در محیط (۱) برابر $v_1 = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$ است. در ادامه به راحتی و با کمک رابطه زیر، تندی نور در محیط (۲) را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{v_2}{v_1} \Rightarrow \frac{\sin 30^\circ}{\sin 45^\circ} = \frac{v_2}{3 \times 10^8} \Rightarrow v_2 = \frac{3 \sqrt{2}}{2} \times 10^8 \frac{m}{s}$$

ابتدا تکلیف ضریب شکست‌ها را مشخص می‌کنیم. طول موج پرتو آبی از طول موج پرتو قرمز کمتر است، پس ضریب شکست مایع برای پرتو آبی بیشتر از پرتو قرمز خواهد بود. بنابراین:

$$n_{\text{آبی}} = \sqrt{2}$$

$$n_{\text{قرمز}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$



حالا فقط پرتو آبی را در نظر گرفته و فاصله AM را در شکل زیر حساب می‌کنیم. به کمک قانون شکست اسنل داریم:

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

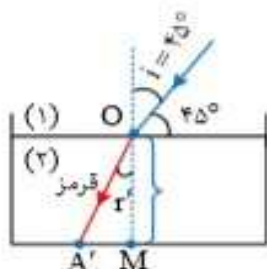
$$1 \times \sin 45^\circ = \sqrt{r} \sin r$$

$$1 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{r} \times \sin r \rightarrow \sin r = \frac{1}{\sqrt{r}} \rightarrow r = 30^\circ$$

به مثلث OMA نگاه کنید. در این مثلث:

$$\tan r = \frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{ضلع مجاور}} = \frac{AM}{OM} \rightarrow \tan 30^\circ = \frac{\sqrt{r}}{2} \rightarrow \frac{\sqrt{r}}{2} = \frac{AM}{48} \rightarrow AM = 16\sqrt{r} \text{ cm}$$

در ادامه همین کار را با پرتو قرمز انجام می‌دهیم:



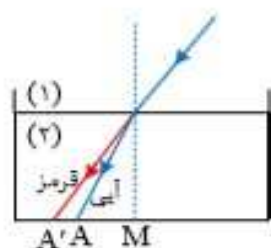
$$n_1 \sin i = n_2 \sin r' \rightarrow \sin 45^\circ = \frac{5}{6} \sqrt{r} \times \sin r' \rightarrow \sin r' = \frac{6}{5\sqrt{r}} \times \sin 45^\circ$$

$$\rightarrow \sin r' = \frac{6}{5\sqrt{r}} \rightarrow r' = 37^\circ$$

در مثلث OMA' :

$$\tan r' = \frac{A'M}{OM} \rightarrow \tan 37^\circ = \frac{A'M}{48} \rightarrow \frac{r}{4} = \frac{A'M}{48} \rightarrow A'M = 36 \text{ cm}$$

پس وضعیت دو پرتو در مایع به شکل زیر خواهد بود و فاصله دو نقطه روشن A و A' برابر است با:



$$AA' = A'M - AM = 36 - 16\sqrt{r} = 36 - 16 \times 1/\sqrt{r} = 36 - 32/\sqrt{r} = 8/\sqrt{r} \text{ cm}$$

www.biomaze.ir

۵۱ - یک ظرف مکعبی شکل به ابعاد ۴۵cm که سطوح داخلی آن بازتابنده‌اند، از مایعی به ضریب شکست $\frac{4}{3}$ پر شده است. پرتو نوری، موازی با دو وجه کناری و روبه‌روی هم، مطابق شکل زیر به مرکز سطح مایع می‌تابد. از لحظه ورود پرتو به مایع تا لحظه خروج آن از مایع چند نانوثانیه طول می‌کشد؟

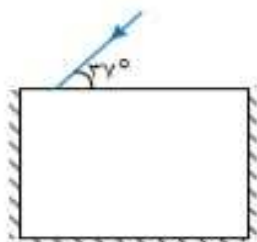
$$(\sin 37^\circ = 0.6, C = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}})$$

$$50 \text{ (ب)}$$

$$37/50 \text{ (د)}$$

$$50 \text{ (ا)}$$

$$37/50 \text{ (ج)}$$



پاسخ: گزینه ۱

نقشه‌دهنده	مفهومی	محاسباتی	آموختاری	تجربیه	یاد	مبحث	پهلو: توان و ترکیب	پهلو: توان و ترکیب	مفهوم قابل ترکیب با	درجه	میزان
درجه ۳۰	۹	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	شکست نور	■	■	■	مختار	مختار

قانون شکست اسنل:

از ترکیب رابطه ضریب شکست و قانون شکست عمومی می‌توان به قانون اسنل رسید:

$$\left. \begin{aligned} \frac{V_1}{V_2} &= \frac{n_2}{n_1} \\ \frac{V_1}{V_2} &= \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} \end{aligned} \right\} \frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} \Rightarrow n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

n_1 و n_2 ← ضریب شکست دو محیط

θ_1 ← زاویه پرتوی تابش

θ_2 ← زاویه پرتوی شکست

جمع‌بندی روابط و قوانین شکست موج:

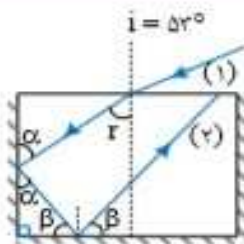
به طور کلی اگر تناسب رویه‌رو را به خاطر بسپارید می‌توانید تمام سوالات این قسمت را به راحتی پاسخ دهید:

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

اینها به کمک قانون شکست اسنل زاویه شکست (r) را حساب می‌کنیم:

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r \rightarrow 1 \times \sin 53^\circ = \frac{4}{3} \times \sin r$$

$$\rightarrow 1 \times 0.8 = \frac{4}{3} \times \sin r \rightarrow \sin r = 0.6 \rightarrow r = 37^\circ$$

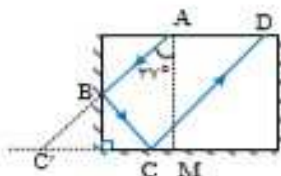


پرتو تور پس از ورود به مایع مسیر نشان داده شده در شکل بالا را طی می‌کند و به وجه سمت چپ می‌رسد. زاویه‌ای که این پرتو با این دیواره می‌سازد را α می‌نامیم. واضح است که: $\alpha = r = 37^\circ$

پس از بازتاب از این دیواره به کف ظرف می‌رسد و با آن زاویه β را می‌سازد. β برابر است با:

$$\alpha + \beta = 90^\circ \rightarrow \beta = 90^\circ - \alpha = 90^\circ - 37^\circ = 53^\circ$$

پرتو تور پس از بازتاب از کف ظرف به سطح مایع رسیده و خارج می‌شود. حالا باید مسافت طی شده توسط تور در مایع را حساب کنیم. در شکل زیر این مسافت برابر است با: $\ell = AB + BC + CD$



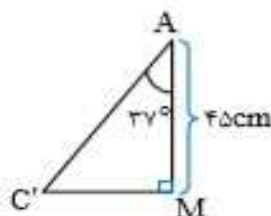
پرتو AB و کف ظرف را از سمت چپ ادامه می‌دهیم تا یکدیگر را در نقطه C' قطع کنند. واضح است که $BC' = BC$ و در نتیجه:

$$AB + BC = AB + BC'$$

همچنین AC' موازی هستند و $AC' = CD$ و داریم:

$$\cos 37^\circ = \frac{AM}{AC'} \rightarrow \frac{45}{100} = \frac{45}{AC'} \rightarrow AC' = \frac{45}{0.8} = \frac{450}{8} \text{ cm}$$

پس مسافت طی شده توسط تور برابر است با:



$$\ell = AB + BC + CD = \frac{AC' + BC'}{AC'} + CD = AC' + CD = 2AC' = 2 \times \frac{450}{8} = \frac{900}{8} \text{ cm} = \frac{9}{8} \text{ m}$$

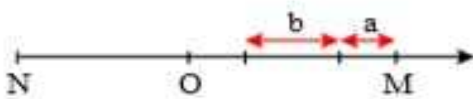
تندی تور در این محیط را حساب می‌کنیم:

$$n = \frac{c}{v} \rightarrow \frac{v}{c} = \frac{3 \times 10^{-8}}{v} \rightarrow v = \frac{3}{4} \times 10^{-8} \frac{m}{s}$$

در پایان برای پرتو تور در مایع داریم:

$$v = \frac{\ell}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = \frac{\ell}{v} = \frac{\frac{3}{4} \times 10^{-8}}{\frac{3}{4} \times 10^{-8}} = \frac{1}{4} \times 10^{-8} s = 25 ns$$

۵۲- شکل زیر مسیر حرکت نوسانگری را که میان دو نقطه M و N نشان می‌دهد. این نوسانگر بدون تغییر جهت حرکت، مسافت a و مسافت b را، هر کدام را در مدت یکسانی طی می‌کند. دامنه حرکت نوسانگر بر حسب a و b کدام گزینه است؟



$$\frac{ra^2}{ra-b} \quad \alpha$$

$$\frac{rb^2}{rb-a} \quad \epsilon$$

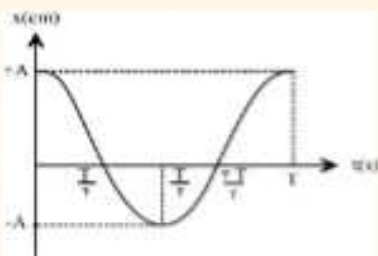
$$\frac{b^2}{b-a} \quad (1)$$

$$\frac{rb^2}{ra+b} \quad \sigma$$

پاسخ: گزینه ۴

موضوع	معمول	معمولی	توضیح	شماره	پایه	مبحث	زبان: فارسی و ترکیبی	پیش: نوار قرمز تحت	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
درجه ۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	دوازدهم	نوسان	و ترکیب	۱	حرکت شتابدار	معمولی	معمولی

معادله مکان - زمان در حرکت هماهنگ ساده:



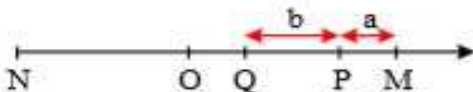
$$x = A \cos(\omega t)$$

ω (rad/s)
 بسامد زاویه‌ای

توجه: ω بسامد زاویه‌ای نوسانگر است که به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

معادله مکان - زمان نوسانگر به صورت $x = A \cos(\omega t)$ است. طبق صورت سؤال، فرض کنیم نوسانگر مسافت a را در مدت t' و نیز مسافت b را هم در مدت t' طی می‌کند:



$$MO = NO = A$$

نوسانگر در مبدأ زمان از نقطه M شروع به حرکت کرده و پس از t' ثانیه در نقطه P و پس از $2t'$ ثانیه در نقطه Q قرار دارد:

$$x_M = A, \quad x_P = A \cos(\omega t'), \quad x_Q = A \cos(r\omega t')$$

$$x_M - x_P = a \Rightarrow A - A \cos(\omega t') = a \Rightarrow A(1 - \cos(\omega t')) = a \Rightarrow 1 - \cos(\omega t') = \frac{a}{A}$$

$$\Rightarrow \cos(\omega t') = 1 - \frac{a}{A} \quad (1)$$

$$x_Q - x_P = -b \Rightarrow A \cos(r\omega t') - A \cos(\omega t') = -b \xrightarrow{\cos(r\theta) = r \cos^2(\theta) - 1}$$

$$A(r \cos^2(\omega t') - 1) - A \cos(\omega t') = -b \xrightarrow{(1)} A \left(r \left(1 - \frac{a}{A} \right)^2 - 1 \right) - A \left(1 - \frac{a}{A} \right) = -b$$

$$\Rightarrow rA \left(1 - \frac{2a}{A} + \frac{a^2}{A^2} \right) - A - A + a = -b \Rightarrow rA - 2ra + \frac{ra^2}{A} - 2A + a = -b$$

$$\Rightarrow -2ra + \frac{ra^2}{A} = -b \Rightarrow \frac{ra^2}{A} = 2ra - b \Rightarrow A = \frac{ra^2}{2a - b}$$

این طوری هم بین:

$$x_M - x_P = A - A \cos(\omega t') = a$$

$$\Rightarrow A(1 - \cos(\omega t')) = a \Rightarrow A = \frac{a}{1 - \cos(\omega t')} \quad (1)$$

$$x_P - x_Q = A \cos(\omega t') - A \cos(r\omega t') = b$$

$$\Rightarrow A(\cos(\omega t') - \cos(r\omega t')) = b \xrightarrow{\cos(r\theta) = r \cos^2(\theta) - 1}$$

$$A(\cos(\omega t') + 1 - r \cos^2(\omega t')) = b \xrightarrow{(1)} \frac{a}{1 - \cos(\omega t')} (\cos(\omega t') + 1 - r \cos^2(\omega t')) = b$$

$$\Rightarrow a \cos(\omega t') + a - ra \cos^2(\omega t') = b - b \cos(\omega t')$$

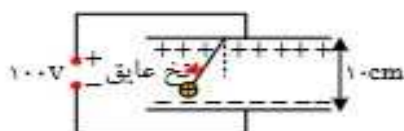
$$\Rightarrow ra \cos^2(\omega t') - (a + b) \cos(\omega t') + (b - a) = 0 \xrightarrow{\text{جمع ضرایب صفر است}}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \cos(\omega t') = 1 \quad \text{بخاطر (1) غیر قابل قبول است} \\ \cos(\omega t') = \frac{b-a}{2a} \end{array} \right.$$

$$\cos(\omega t') = \frac{b-a}{2a} \xrightarrow{(1)} A = \frac{a}{1 - \frac{b-a}{2a}} = \frac{2a^2}{2a - b}$$

گروه آموزشی ماز

۵۲- آونگ ساده‌ای که گلوله‌اش دارای یار 1 m است، مطابق شکل، میان صفحات خازن تخت بارداری که به اختلاف پتانسیل ثابت 100 V متصل است، یا دامنه کم نوسان می‌کند. خازن را از مولد جدا و یار آن را تخلیه می‌کنیم. سپس فاصله میان صفحات آن را 5 cm کاهش داده و پایه‌های مولد را برعکس حالت اول، به آن وصل می‌کنیم. اگر پس از شارژ کامل خازن، طول آونگ را $87/5$ درصد کاهش دهیم و آونگ دوباره یا دامنه کم نوسان کند، دوره تناوب آن نسبت به حالت قبل چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟ (جرم گلوله آونگ 5 kg ، $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ و یار گلوله آونگ ثابت است).



(۱) -۵۰- کاهش

(۲) -۲۵- کاهش

(۳) -۲۵- افزایش

(۴) -۵۰- افزایش

پاسخ: گزینه ۱

موضوع	محدوده آزمون	تعداد سوالات	نوع سوالات	پایه	موضوع	پایه آزمون	پایه آزمون	پایه آزمون	پایه آزمون
فیزیک	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰

نکته)

اگر در راستای قائم علاوه بر نیروی وزن، نیروی ثابت و قائم دیگری مثل F به وزنه آونگ وارد شود، خواهیم داشت:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g \pm \frac{F}{m}}}$$

علامت +: اگر F رو به پایین باشد.

علامت -: اگر F رو به بالا باشد.

در حالت اول، فاصله میان صفحات خازن $d_1 = 10 \text{ cm}$ و اختلاف پتانسیل بین صفحات خازن $V = 100 \text{ V}$ است. پس میدان الکتریکی خازن برابر است با:

$$E_1 = \frac{V}{d_1} = \frac{100}{0.1} = 1000 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

میدان الکتریکی خازن از صفحه مثبت به صفحه منفی (رو به پایین) است و می‌دانیم بر بارهای مثبت در جهت میدان الکتریکی، نیروی الکتریکی وارد می‌شود که اندازه آن از رابطه $F = E|q|$ به دست می‌آید:

$$F_1 = E_1 |q| = 1000 \times 10^{-7} = 1 \text{ N} \Rightarrow T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{L_1}{g + \frac{F_1}{m}}} = 2\pi \sqrt{\frac{L_1}{10 + \frac{1}{0.5}}} = 2\pi \sqrt{\frac{L_1}{12}}$$

در حالت دوم، فاصله میان صفحات خازن $d_2 = 5 \text{ cm}$ و اختلاف پتانسیل بین صفحات خازن $V = 100 \text{ V}$ است:

$$E_2 = \frac{V}{d_2} = \frac{100}{0.05} = 2000 \frac{\text{N}}{\text{C}} \Rightarrow F_2 = E_2 |q| = 2000 \times 10^{-7} = 2 \text{ N}$$

چون در حالت دوم، پایانه‌های مولد را برعکس حالت اول وصل کرده‌ایم، پس صفحه بالایی دارای بار منفی و صفحه پایینی دارای بار مثبت می‌شود. یعنی نیروی میدان الکتریکی به سمت بالا به گلوله آونگ وارد می‌شود:

$$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{L_2}{g - \frac{F_2}{m}}} = 2\pi \sqrt{\frac{L_2}{10 - \frac{2}{0.5}}} = 2\pi \sqrt{\frac{L_2}{8}}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{2\pi \sqrt{\frac{L_2}{8}}}{2\pi \sqrt{\frac{L_1}{12}}} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1} \times \frac{12}{8}} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1} \times 3}$$

در حالت دوم، طول آونگ را $87/5$ کاهش دادیم. پس طول آونگ در حالت دوم، $12/5$ درصد طول آونگ در حالت اول است. یعنی $\frac{L_2}{L_1} = \frac{1}{3}$

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{1}{3} \times 3} = \sqrt{\frac{1}{1}} = \frac{1}{1} \Rightarrow T_2 = \frac{1}{3} T_1$$

$$\text{درصد تغییرات دوره تناوب} = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100 = \frac{\frac{1}{3} T_1 - T_1}{T_1} \times 100 = -\frac{2}{3} \times 100 = -66.7\%$$

پس دوره تناوب آونگ، ۶۶.۷ درصد کاهش می‌یابد.

گروه آموزشی ماز

۵۴- در یک حرکت هماهنگ ساده با دامنه A بر محور x ، نوسانگر در لحظه t در مکان $x_1 = +A$ و در لحظه $t + 3s$ در مکان $x_2 = -A$ قرار دارد. چه تعداد از زمان‌های نشان داده شده در جدول زیر، که همگی برحسب ثانیه‌اند، نمی‌تواند مربوط به دوره تناوب این نوسانگر باشد؟

۲	۱/۲	-/۴۵	۳	۵	۶
---	-----	------	---	---	---

- ۱ (۱)
۲ (۲)
۳ (۳)
۴ (۴)

پاسخ: گزینه ۳

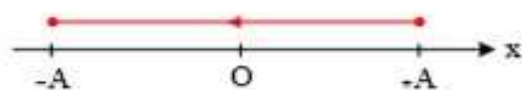
موضوع	محاسباتی	آموزشی	شده	بازه	مبحث	پیش نیاز	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	نوع سوال
فیزیک	۹	۹	۹	دوره دوم	نوسان	ترکیب		۱۰	سهانی	مفاهیم

نکته: اگر مدت زمان یک چرخه را T بگیریم، مدت زمان لازم برای n چرخه برابر است با:

$$\Delta t = nT \rightarrow (\text{دوره تناوب} = \text{تعداد نوسانها} \times \text{زمان})$$

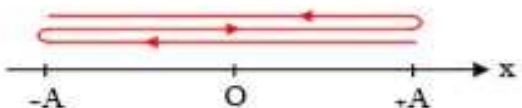
به حالت پندهای زیر نگاه کن:

۱- توستاگر بدون تغییر جهت، از x_1 به x_2 برود:



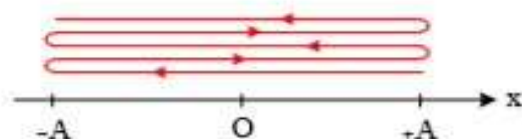
$$\frac{T}{\tau} = \Delta t \Rightarrow \frac{T}{\tau} = \tau \Rightarrow T = \frac{\tau}{1} s$$

۲- توستاگر یا دوبار تغییر جهت، از x_1 به x_2 برود:



$$T + \frac{T}{\tau} = \Delta t \Rightarrow \frac{\tau}{\tau} T = \tau \Rightarrow T = \frac{\tau}{\tau} s$$

۳- توستاگر یا چهار بار تغییر جهت، از x_1 به x_2 برود:



$$\tau T + \frac{T}{\tau} = \Delta t \Rightarrow \frac{\tau}{\tau} T = \tau \Rightarrow T = \frac{\tau}{\tau} s$$

حالا باید پی به یک الگو ببریم؛ همیشه که همه حالت‌ها رو بنویسیم؛ در حالت اول، ۶ به ۱، در حالت دوم ۶ به ۳، در حالت سوم ۶ به ۵ و ... پس می‌توان نوشت:

$$T = \frac{\tau}{\tau n - 1}, \quad n \in \mathbb{N}$$

حالا اعداد جدول را سریع با این رابطه چک می‌کنیم؛ حواستان باشد که $\tau n - 1$ به ازای n ها طبیعی، همیشه فردهای طبیعی:

$$\tau = \frac{\tau}{\tau n - 1} \Rightarrow \tau n - 1 = \tau \quad \checkmark$$

$$1/\tau = \frac{\tau}{\tau n - 1} \Rightarrow \tau n - 1 = \tau \quad \checkmark$$

$$0.4\tau = \frac{\tau}{\tau n - 1} \Rightarrow \tau n - 1 = \frac{\tau}{0.4\tau} = \frac{1}{0.4} = \frac{5}{2} \quad \times$$

$$\tau = \frac{\tau}{\tau n - 1} \Rightarrow \tau n - 1 = \tau \quad \times$$

$$\tau = \frac{\tau}{\tau n - 1} \Rightarrow \tau n - 1 = 1/\tau \quad \times$$

$$\tau = \frac{\tau}{\tau n - 1} \Rightarrow \tau n - 1 = 1 \quad \checkmark$$

گروه آموزشی ماز

۵۵- معادله حرکت هماهنگ ساده جسمی در SI، به صورت $x = 0.07 \cos\left(\frac{\pi}{\tau} t\right)$ است. در فاصله زمانی $t_1 = 1s$ تا $t_2 = 8s$ ، تندی متوسط جسم چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟

۳ (۴)

۵ (۳)

۱/۵ (۲)

۴ (۱)

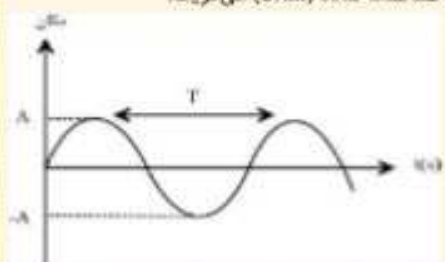
موضوع	معمومی	محاسباتی	آزمایشی	شماره	پایه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز آزمون	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
حرکت در یک	۵	۵	۶	سوال	دوازدهم	نوسان	پیش نیاز و ترکیب	حرکت شتابدار	مفاهیم قابل ترکیب با	سطحی	متوسط

نوسان دوره‌ای: حرکت‌هایی که در بازه‌های زمانی مساوی، عیناً تکرار شوند را نوسان دوره‌ای می‌گویند و همچنین به هر دور این حرکت یک چرخه (سیکل) نوسان می‌گویند.

دوره تناوب: مدت زمان یک چرخه، دوره تناوب حرکت نامیده می‌شود و با T نمایش می‌دهیم و یکای آن ثانیه (s) است.
بسامد (فرکانس): تعداد نوسان‌های انجام شده (تعداد چرخه) در هر ثانیه بسامد (فرکانس) نامیده می‌شود و با f نمایش می‌دهیم و یکای آن هرتر (Hz) است.
 همچنین داریم:

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

حرکت هماهنگ ساده: اگر نمودار مکان - زمان یک نوسان دوره‌ای مطابق شکل زیر، سینوسی باشد، حرکت را هماهنگ ساده (SHM) می‌گویند.



یک نمونه حرکت هماهنگ ساده، جرمی است که با یک فنر بر روی یک سطح بدون اصطکاک نوسان می‌کند.



سامانه جرم - فنر در نوسان روی سطح افقی بدون اصطکاک

۱- **دامنه نوسان:** بیشترین فاصله نوسانگر از مرکز نوسان است و آن را با علامت A نشان می‌دهیم و یکای آن در SI بر حسب متر (m) است.

۲- **مرکز نوسان:** نقطه وسط پاره‌خط نوسان است. در این نقطه نوسانگر در حال تعادل است.

۳- **مکان نوسانگر:** فاصله نوسانگر در هر لحظه‌ای از مرکز نوسان است.

۴- **پاره‌خط نوسان:** پاره‌خط MN که نوسانگر روی آن حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد.

نکته ۱: در حرکت هماهنگ ساده در یک چرخه (نوسان) مسافت پیموده شده $4A$ برابر دامنه است.

نکته ۲: در حرکت هماهنگ ساده، دامنه نوسان نصف طول پاره‌خط نوسان است.

روش اول:

$$x = 0.07 \cos\left(\frac{\pi}{3}t\right) \Rightarrow A = 0.07 \text{ m} = 7 \text{ cm}, \quad \omega = \frac{\pi}{3} \text{ rad/s}$$

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

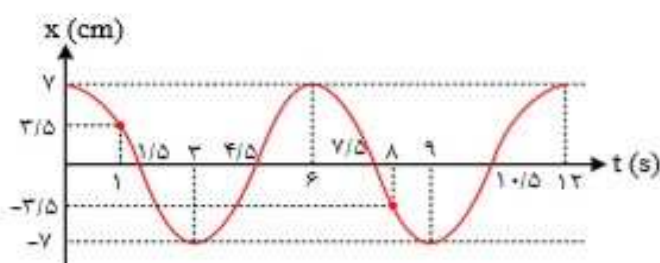
حالا در لحظات گفته شده، مکان جسم را به دست می‌آوریم:

$$t_1 = 1 \text{ s} \Rightarrow x_1 = 0.07 \cos\left(\frac{\pi}{3}\right) = \frac{0.07}{2} \Rightarrow x_1 = 3.5 \text{ cm}$$

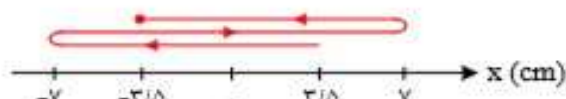
$$t_2 = 8 \text{ s} \Rightarrow x_2 = 0.07 \cos\left(\frac{8\pi}{3}\right) = 0.07 \cos\left(2\pi + \frac{2\pi}{3}\right) = 0.07 \cos\left(\frac{2\pi}{3}\right) = -\frac{0.07}{2}$$

$$\Rightarrow x_2 = -3.5 \text{ cm}$$

باتوجه به نمودار مکان - زمان زیر، و باتوجه به لحظات داده شده، داریم:



حالا به کمک این نمودار، می‌توانیم مسیر حرکت توپانگر را از لحظه t_1 تا t_2 به شکل زیر به‌دست آوریم:



مسافت طی شده $L = 3/5 + 7 + 14 + 10/5 = 35 \text{ cm}$

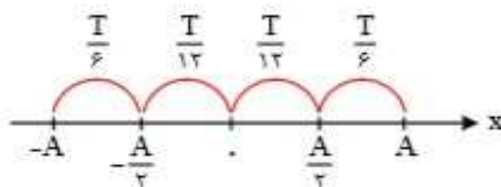
$$S_{av} = \frac{L}{\Delta t} = \frac{35}{7} = 5 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

روش دوم)

دیدیم که $x_1 = 3/5 \text{ cm}$ و $x_2 = -3/5 \text{ cm}$ شد. اگر نسبت $\frac{\Delta t}{T}$ را به‌دست آوریم داریم:

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{8-1}{6} = \frac{7}{6} \Rightarrow \Delta t = \frac{7}{6}T = T + \frac{T}{6}$$

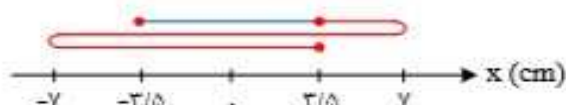
حالا این تکنیک زمانی رو هم نگاه کن:



حالا گوش کن: دیدیم که $\Delta t = T + \frac{T}{6}$ شد. از طرفی هم $t_1 = 15$ است که بین صفر تا $\frac{T}{6}$ است. یعنی $0 < 15 < 1/5$ پس جسم در $x_1 = \frac{A}{6}$ بوده و به

نقطه تعادل در حال نزدیک شدن است. بچه‌ها $\Delta t = T + \frac{T}{6}$ یعنی جسم از مکان x_1 یک سیکل کامل طی کرده و سپس به مدت $\frac{T}{6}$ هم حرکت کرده تا

به مکان x_2 برسد:

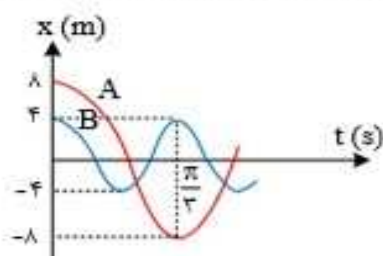


مسیر قرمز رنگ همان یک سیکل کامل است و مسیر آبی رنگ هم همان $\frac{T}{6}$ یعنی دوتا $\frac{T}{12}$ است.

$$L = 4A + 2\left(\frac{A}{2}\right) = 5A = 5 \times 7 = 35 \text{ cm} \Rightarrow S_{av} = \frac{L}{\Delta t} = \frac{35}{7} = 5 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

گروه آموزشی ماز

۵۶ - نمودار مکان - زمان دو نوسانگر A و B مطابق شکل زیر است. در لحظه t' ، نیروی وارد بر هر یک از نوسانگرها یاهم برابر است. اگر جرم نوسانگر A ۷ برابر جرم نوسانگر B باشد، آن گاه کدام گزینه درست است؟



$$\cos \pi t' = +\frac{1}{4} \quad (1)$$

$$\cos \pi t' = -\frac{1}{4} \quad (2)$$

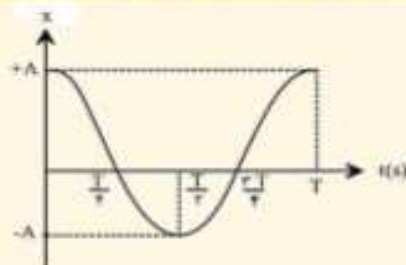
$$\cos \pi t' = +\frac{1}{4} \quad (3)$$

$$\cos \pi t' = -\frac{1}{4} \quad (4)$$

پاسخ: گزینه ۲

موضوع	معماری	آزمایش	تجربه	پایه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	حالت
نوسان	نوسان	نوسان	نوسان	نوسان	نوسان	نوسان	نوسان	نوسان	نوسان	نوسان

معادله مکان - زمان در حرکت هماهنگ ساده:



$$x = A \cos(\omega t) \quad \left(\frac{\text{rad}}{\text{s}} \right)$$

توجه: ω بسامد زاویه‌ای نوسانگر است که به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

شتاب و نیرو در حرکت نوسانی

توجه: بحث شتاب و نیرو به طور مستقیم در کتاب درسی نیامده است اما در یکی از تمرین‌های آخر فصل آمده. با کمک دو رابطه زیر می‌توانیم رابطه‌ای برای شتاب و نیرو در حرکت نوسانی بدین صورت بیان کنیم:

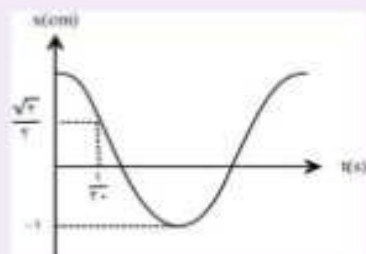
$$\begin{cases} F = -kx \Rightarrow k = -\frac{F}{x} \\ \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow k = m\omega^2 \end{cases} \Rightarrow -\frac{F}{x} = m\omega^2 \Rightarrow F = -m\omega^2 x$$

حال طبق قانون دوم نیوتون:

$$F = ma \rightarrow -m\omega^2 x = ma \Rightarrow a = -\omega^2 x$$

مثال

نمودار مکان - زمان حرکت هماهنگ ساده‌ای مطابق شکل مقابل است. اندازه شتاب نوسانگر در لحظه $\frac{1}{4}$ ثانیه چند متر بر مجذور ثانیه است؟ ($\pi^2 = 10$)



$$16 \times 10^{-2} \quad (1)$$

$$125\sqrt{2} \times 10^{-2} \quad (2)$$

$$16 \times 10^{-2} \quad (3)$$

$$125\sqrt{2} \times 10^{-2} \quad (4)$$

پاسخ: گزینه ۴

برای محاسبه شتاب نوسانگر در لحظه $\frac{1}{4}$ طبق رابطه $a = -\omega^2 x$ نیاز به ω و x داریم. x که مشخص است برابر $\frac{\sqrt{2}}{4}$ است اما ω چقدر؟

$$x = A \cos \omega t \xrightarrow[t = \frac{1}{\tau} \rightarrow x = \frac{\sqrt{f}}{\tau}]{} \frac{\sqrt{f}}{\tau} = \cos \frac{\omega}{\tau} \xrightarrow[t = \frac{1}{\tau}]{} \cos \frac{\omega}{\tau} = \cos \frac{\pi}{f} \rightarrow \frac{\omega}{\tau} = \frac{\pi}{f} \rightarrow \omega = \Delta \pi$$

حال جایگذاری در رابطه $a = -\omega^2 x$ داریم:

$$|a| = |-\omega^2 x| = \omega^2 x = (\Delta \pi)^2 \times \left(\frac{\sqrt{f}}{\tau} \times 10^{-7}\right) = \frac{2 \Delta \sqrt{f} \pi^2}{\tau} \times 10^{-7} = 12 \Delta \sqrt{f} \times 10^{-7} \frac{m}{s^2}$$

باتوجه به نمودار، معلوم است که دوره تناوب توستاگر B، دو برابر دوره تناوب توستاگر A است:

$$\frac{T_A}{\tau} = \frac{\pi}{\tau} \Rightarrow T_A = \frac{\tau \pi}{\tau} \Rightarrow \omega_A = \frac{\tau \pi}{T_A} = \frac{\tau \pi}{\tau \pi} = \tau \frac{rad}{s}$$

$$T_B = \frac{\pi}{\tau} \Rightarrow \omega_B = \frac{\tau \pi}{T_B} = \frac{\tau \pi}{\frac{\pi}{\tau}} = \tau \frac{rad}{s}$$

رابطه شتاب توستاگر بر حسب مکان آن به صورت $a = -\omega^2 x$ است. پس رابطه نیروی وارد بر توستاگر نیز به صورت $F = -m\omega^2 x$ می شود. در لحظه t' ، نیروی وارد بر هر دو توستاگر یکسان است:

$$F_A = F_B \Rightarrow (-m\omega^2 x)_A = (-m\omega^2 x)_B \xrightarrow[\frac{\omega_A = \tau, \omega_B = \tau}{m_A = \tau m_B}]{} \tau \times \tau \times x_A = \tau \tau \times x_B$$

$$\Rightarrow \tau x_A = \tau x_B \xrightarrow[A_A = \tau m, A_B = \tau m]{} \tau (\tau \cos \tau t') = \tau (\tau \cos \tau t')$$

$$\Rightarrow \tau \cos \tau t' = \tau \cos \tau t' \xrightarrow[\cos \tau t' = \cos \tau t']{} \tau \cos \tau t' = \tau (\tau \cos \tau t' - 1)$$

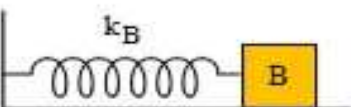
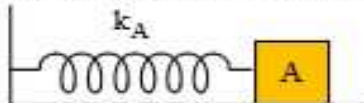
$$\Rightarrow \tau \cos \tau t' = \tau \cos \tau t' - \tau \Rightarrow \tau \cos \tau t' - \tau \cos \tau t' - \tau = 0$$

$$\Rightarrow \Delta = (-\tau)^2 - \tau(\tau)(-\tau) = \tau^2 + \tau^2 = 2\tau^2 \Rightarrow \cos \tau t' = \begin{cases} \frac{\tau + \sqrt{2}\tau}{2\tau} = 1 \\ \frac{\tau - \sqrt{2}\tau}{2\tau} = -\frac{1}{\sqrt{2}} \end{cases}$$

$$\cos \tau t' = \tau \cos \tau t' - 1 = \tau \left(-\frac{1}{\sqrt{2}}\right) - 1 = -\frac{\tau}{\sqrt{2}} - 1 = -\frac{\tau}{\sqrt{2}}$$

گروه آموزشی ماز

۵۷- مطابق شکل زیر، دو مجموعه جرم و فنر بر روی سطح افقی بدون اصطکاک، در حالت تعادل قرار دارند. به طوری که $k_A = 1/k_B$ و $m_A = \Delta m_B$ است. اگر m_B و m_A را روی سطح افقی به یک اندازه به سمت راست جابه جا کرده و به طور هم زمان در مبدأ زمان رها کنیم، تا لحظه ای که برای دومین بار، به طور هم زمان، فنر A در حداکثر کشیدگی و فنر B در حداکثر فشردگی است، مسافت طی شده توسط جرم A چند برابر مسافت طی شده توسط جرم B است؟

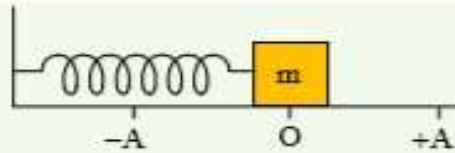


پاسخ: گزینه ۱

موضوع	موضوع	آموزش	تجربه	پایه	مبحث	پیش نیاز	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب یا	درجه	میزان
درجه ۱۰	۱۰	۱۰	سوال	دوازدهم	توسعه	و ترکیب			۱۰	معمولی

(نکته)

در توستاگر جرم و فنر مقابل، در لحظه ای که توستاگر در مکان $x = +A$ است، فنر دارای حداکثر کشیدگی است و در لحظه ای که توستاگر در مکان $x = -A$ است، فنر در حداکثر فشردگی است.



لحظات حداکثر کشیدگی فنر: $T, 2T, \dots \Rightarrow t = nT, n = 1, 2, 3, \dots$

لحظات حداکثر فشردگی فنر: $\frac{T}{2}, \frac{3T}{2}, \frac{5T}{2}, \dots \Rightarrow t' = (n' - \frac{1}{2})\frac{T}{2}, n' = 1, 2, 3, \dots$

جرم‌های A و B در نقطه تعادل قرار دارند و هردو را به یک اندازه به سمت راست جابه‌جا کرده و رها می‌کنیم. پس دامنهٔ نوسان هردو جرم باهم برابر است: $A_A = A_B = A$

از طرفی هم، چون هردو جرم را هم‌زمان رها کرده‌ایم پس:

$$t_A = t_B$$

لحظاتی که فنر A در حداکثر کشیدگی است: $t_A = nT_A, n = 1, 2, 3, \dots$

لحظاتی که فنر B در حداکثر فشردگی است: $t_B = (n' - \frac{1}{2})\frac{T_B}{2}, n' = 1, 2, 3, \dots$

$$t_A = t_B \Rightarrow nT_A = (n' - \frac{1}{2})\frac{T_B}{2} \quad (1)$$

در سامانهٔ جرم و فنر، دورهٔ تناوب توستاگر از رابطهٔ $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ به دست می‌آید پس:

$$\frac{T_A}{T_B} = \sqrt{\frac{m_A}{m_B} \cdot \frac{k_B}{k_A}} = \sqrt{\frac{5 \times \frac{1}{10}}{1 \times \frac{1}{5}}} = \sqrt{\frac{25}{10}} = \frac{5}{\sqrt{2}} \Rightarrow T_A = \frac{5}{\sqrt{2}} T_B$$

$$\xrightarrow{(1)} n \times \frac{5}{\sqrt{2}} = (n' - \frac{1}{2}) \frac{1}{2} \Rightarrow 5n = n' - \frac{1}{2} \Rightarrow n' = \frac{5n+1}{2} \xrightarrow{n' \in \mathbb{N}}$$

$$n = 0: n' = \frac{1}{2} \times$$

$$n = 1: n' = \frac{5+1}{2} = 3 \checkmark \Rightarrow \text{این مربوط به اولین بار است}$$

$$n = 2: n' = \frac{10+1}{2} = 5.5 \times$$

$$n = 3: n' = \frac{15+1}{2} = 8 \checkmark \Rightarrow \text{این مربوط به دومین بار است.}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} t_A = nT_A = 3T_A \xrightarrow{\text{دوره } T} L_A = 3(A) \\ t_B = (n' - \frac{1}{2})\frac{T_B}{2} = \frac{15}{2}T_B = \left(3 + \frac{1}{2}\right)T_B \xrightarrow{\text{دوره } T/2} L_B = \frac{15}{2}(A_B) \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{L_A}{L_B} = \frac{3}{\frac{15}{2}} = \frac{2}{5} = 0.4$$

راستی بچه‌ها دیگه یادته که مسافت طی شده توسط توستاگر در هر دوره 4 برابر دامنهٔ نوسان است.

گروه آموزشی هار

۵۸- مطابق شکل، آونگ ساده‌ای به طول $2m$ از میله‌ای افقی آویزان است. اگر میلهٔ افقی نوسان‌هایی با بسامد زاویه‌ای در گسترهٔ $\frac{2}{5} \text{ rad/s}$ تا

$\frac{8}{5} \text{ rad/s}$ انجام دهد، می‌توان دمای آونگ را تا به شدت به نوسان درآید. $g = 10 \frac{N}{kg}$ و ضریب انبساط طولی آونگ 8×10^{-7} واحد SI

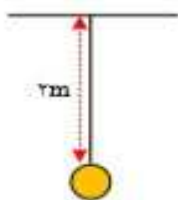
است و اثر تغییر دما بر میلهٔ افقی ناچیز است.

(۱) کاهش داد 11°C

(۲) افزایش داد 32°C

(۳) افزایش داد 87°C

(۴) کاهش داد 62°C



پاسخ: گزینه ۱

مشاهده	موضوع	محداسات	آموزش	شماره	پایه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم تست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
درجه ۱ تا ۳	۱۰	۱۰	۱۰	سوال	تولدهم	تشدید	و ترکیب	فصل ۳ دهم	۱۰	سطحی	معمول

ابتدا طول آونگ‌هایی که می‌توانند یا بسامدهای زاویه‌ای $\omega_1 = 2/5 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ و $\omega_2 = 5 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ تویان کنند را به دست می‌آوریم:

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{g}{L_1}} \Rightarrow \omega_1^2 = \frac{g}{L_1} \Rightarrow L_1 = \frac{g}{\omega_1^2} = \frac{10}{6/25} = 1/6 \text{ m}$$

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{g}{L_2}} \Rightarrow \omega_2^2 = \frac{g}{L_2} \Rightarrow L_2 = \frac{g}{\omega_2^2} = \frac{10}{25} = 0/4 \text{ m}$$

پس برای اینکه آونگ دچار تشدید شود باید طول آن در محدوده $0/4 \text{ m}$ تا $1/6 \text{ m}$ باشد:

$$0/4 \leq L \leq 1/6 \xrightarrow{L=L_1(1+\alpha\Delta T)} 0/4 \leq 2(1+\alpha\Delta T) \leq 1/6$$

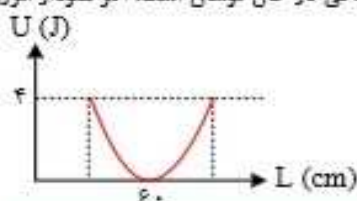
$$\Rightarrow 0/2 \leq 1+\alpha\Delta T \leq 0/8 \Rightarrow -0/8 \leq \alpha\Delta T \leq -0/2 \xrightarrow{\alpha=-10^{-3}} -0/8 \leq 8 \times 10^{-3} \Delta T \leq -0/2$$

$$\Rightarrow -100 \leq \Delta T \leq -25 \xrightarrow{\Delta T = \Delta\theta} -100^\circ\text{C} \leq \Delta\theta \leq -25^\circ\text{C}$$

پس باید دمای آونگ را حداقل 25°C و حداکثر 100°C کاهش دهیم که فقط گزینه ۴ در این محدوده تغییر دما است.

گروه آموزشی ماز

۵۹- نوسانگر ساده‌ای به جرم 500 g به کمک فنری به ضریب سختی $200 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ بر روی سطح افقی بدون اصطکاکی در حال نوسان است. اگر نمودار انرژی پتانسیل نوسانگر بر حسب طول فنر به شکل زیر باشد، حداکثر طول فنر چند برابر حداقل طول آن است؟



- ۱) ۲
۲) ۳
۳) ۴
۴) ۵

پاسخ: گزینه ۱

مشاهده	موضوع	محداسات	آموزش	شماره	پایه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم تست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
درجه ۱ تا ۳	۱۰	۱۰	۱۰	سوال	تولدهم	انرژی نوسانگر	و ترکیب	۱۰	۱۰	سطحی	معمول

(نکته)

در سامانه جرم - فنر، اگر حداکثر طول فنر L_{max} و حداقل طول فنر L_{min} باشد، آنگاه:

$$L = \frac{L_{\text{max}} + L_{\text{min}}}{2} \quad \text{طول عادی فنر}$$

$$A = \frac{L_{\text{max}} - L_{\text{min}}}{2} \quad \text{دامنه نوسان}$$

یا توجه به نمودار، حداکثر انرژی پتانسیل ۴ ژول است:

$$U_{\text{max}} = \frac{1}{2} k A^2 \Rightarrow E = \frac{1}{2} k A^2 \Rightarrow \frac{1}{2} \times 200 \times (A\omega)^2 = 4$$

$$\Rightarrow (A\omega)^2 = 1/6 \Rightarrow A\omega = 1/6 \quad (1)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{200}{0.5}} = \sqrt{400} = 20 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \xrightarrow{(1)} 20 \cdot A = 1/6 \Rightarrow A = 1/120 \text{ m} = 1/12 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow \frac{L_{\text{max}} - L_{\text{min}}}{2} = 1/12 \Rightarrow L_{\text{max}} - L_{\text{min}} = 1/6 \text{ cm} \quad (2)$$

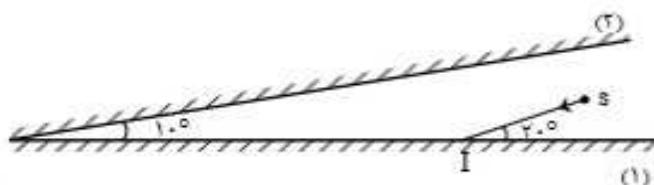
یا توجه به نمودار، وقتی طول فنر برابر یا 60 cm است، انرژی پتانسیل صفر شده است و می‌دانیم انرژی پتانسیل زمانی صفر است که نوسانگر در نقطه تعادل باشد. یعنی فنر دارای طول عادی باشد. پس طول عادی فنر 60 cm است:

$$\frac{L_{\text{max}} + L_{\text{min}}}{2} = 60 \Rightarrow L_{\text{max}} + L_{\text{min}} = 120 \text{ cm} \xrightarrow{(2)} L_{\text{max}} = 80 \text{ cm}, L_{\text{min}} = 40 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow \frac{L_{\text{max}}}{L_{\text{min}}} = \frac{80}{40} = 2$$

۶- پرتوی نور SI مطابق شکل به مجموعه دو آینه تخت متقاطع وارد می‌شود. پرتوی SI پس از بار بازتاب متوالی، موازی با آینه از فضای میان آینه‌ها خارج می‌شود. (طول آینه‌ها به اندازه کافی بزرگ است.)

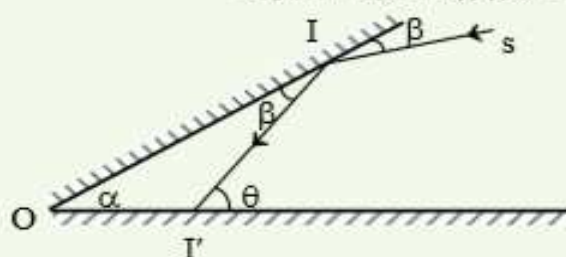
- (۱) ۱۴، یک
(۲) ۱۵، یک
(۳) ۱۵، دو
(۴) ۱۶، دو



پاسخ: گزینه ۱

موضوع	معماری	آموزشی	شماره	پایه	مبحث	پوشش تراز و ترکیب	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم فاین ترکیب یا	درجه	حیران
معماری	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	آینه‌های متقاطع	و ترکیب			معماری	معماری

تکته: اگر پرتوی SI مطابق شکل با سطح یکی از آینه‌ها زاویه β تشکیل دهد، زاویه پرتو با آینه دوم از رابطه مقابل به دست می‌آید:



$$\Delta OII': \alpha + \beta = \theta$$

«دوآینه متقاطع با زاویه α »

تعبیر رابطه بالا: اگر پرتو در حال ورود به فضای بین دو آینه باشد، زاویه برخورد پرتو با سطح آینه در هر بار برخورد، به اندازه α زیاد می‌شود و اگر پرتو در حال خروج از فضای بین دو آینه باشد، زاویه برخورد پرتو با سطح آینه در هر بار برخورد به اندازه α کم می‌شود.

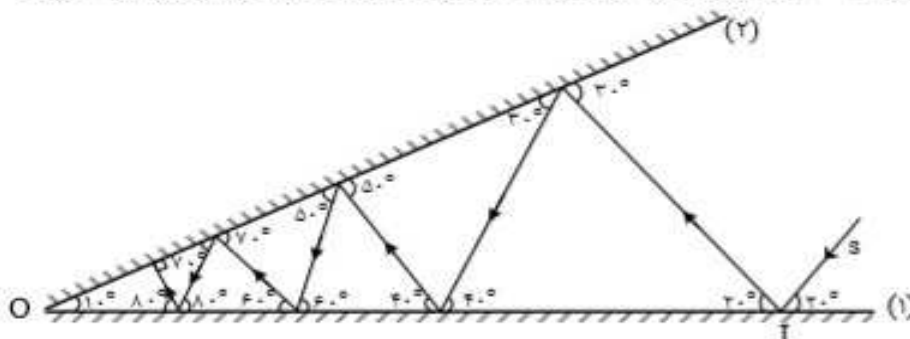
توجه: هنگام ورود پرتو به فضای بین دو آینه، اگر در مرحله‌ای، زاویه برخورد پرتو با سطح آینه 90° شود، پرتو بر روی خودش برمی‌گردد.

توجه: هنگام ورود پرتو به فضای بین دو آینه، در مرحله‌ای که زاویه برخورد پرتو با سطح آینه 90° یا بیشتر از 90° شد، پرتو برمی‌گردد و شروع به خارج شدن از فضای بین دو آینه می‌کند. از این‌جا به بعد، در هر بار برخورد، زاویه بین پرتو و سطح آینه به اندازه α کم می‌شود که به دو حالت منجر می‌شود:

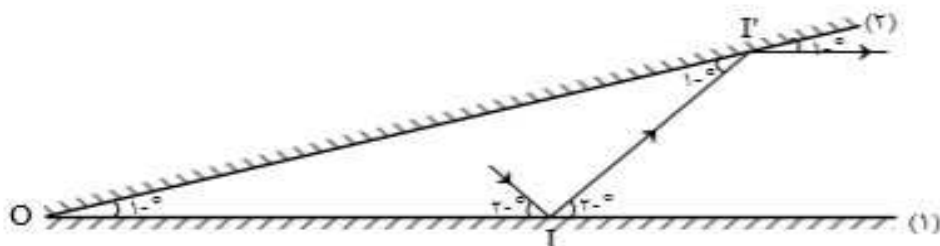
(۱) اگر در بازگشت، در مرحله‌ای، زاویه بین پرتو و سطح آینه برابر α شد، پرتو موازی با آینه دیگر از فضای بین دو آینه خارج می‌شود.

(۲) اگر در بازگشت، در مرحله‌ای، زاویه بین پرتو و سطح آینه کمتر از α شد، آنگاه پرتو از فضای بین دو آینه خارج می‌شود.

روش اول: اگر تکته‌ها رو خوب مطالعه کرده باشید یا خیال راحت می‌تونی بگی که هنگامی که پرتوی SI در حال ورود به فضای بین دو آینه است، در هر بار برخورد، زاویه پرتو با سطح آینه 10° افزایش می‌یابد و هنگام خروج از فضای بین دو آینه، در هر بار برخورد، زاویه پرتو با سطح آینه 10° کاهش می‌یابد.



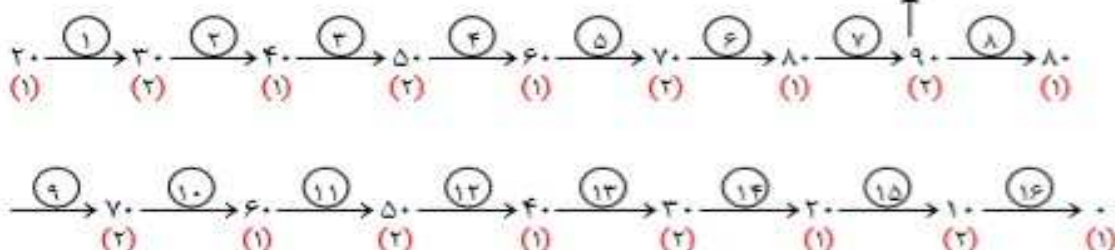
پرتوی SI، پس از ۷ بار بازتاب، به سطح آینه (۲) عمودی می‌تابد. پس روی خودش برمی‌گردد و در مسیر برگشت، پس از ۷ بار بازتاب به نقطه I می‌رسد. تا حالا شد ۱۴ بازتاب. از I به بعد رو در شکل زیر کشیدیم که راحت باشی:



حالا پرتوی رسیده به I' از نقطه I هم بازتاب کرده و به آینه (۲) می‌رسد و چون زاویه بین پرتوی بازتاب شده از نقطه I' با زاویه بین دو آینه یکسان است، پس پرتوی بازتاب نهایی، موازی آینه (۱) فضای بین دو آینه را ترک می‌کند. پس ۲ بازتاب هم این‌جا رخ داد یعنی پرتوی SI پس از ۱۶ بار بازتاب، موازی آینه (۱) خارج شد.

روش دوم: مگه نگفتم هنگام ورود، زاویه پرتو با سطح، ۱۰ تا ۱۰ تا زیاد میشه و هنگام خروج هم، ۱۰ تا، ۱۰ تا کم میشه؟

رو خودش برمی‌گرده



بچه‌ها همانطور که مشاهده می‌کنید، پس از ۱۶ بار بازتاب، به زاویه صفر (موازی شدن) رسیدیم. اندیس‌ها هم، ترتیب بازتاب از آینه‌ها است. پس، پس از ۱۶ بار بازتاب، پرتوی نهایی، موازی آینه (۱) خارج می‌شود.

روش سوم:

نکته مهم: در دو آینه متقاطع به زاویه α که پرتوی تابش با سطح یکی از آینه‌ها زاویه β تشکیل داده است (یعنی زاویه برخورد پرتوی تابش با سطح آینه β است)، اگر پرتوی بازتاب نهایی، موازی یکی از آینه‌ها از فضای میان آینه‌ها خارج شود، آنگاه داریم:

$$\alpha = \frac{180^\circ - \beta}{n} \text{ و } n = \text{تعداد کل بازتاب‌ها}$$

اگر پرتوی تابش به آینه (۱) برخورد کرده باشد:

الف) اگر n زوج باشد، پرتوی بازتاب نهایی، موازی آینه (۱) خارج می‌شود.

ب) اگر n فرد باشد، پرتوی بازتاب نهایی، موازی آینه (۲) خارج می‌شود.

حالا بریم سراغ پاسخ تست با این روش:

$$\alpha = \frac{180^\circ - \beta}{n} \Rightarrow 10 = \frac{180 - 20}{n} \Rightarrow n = 16$$

چون n زوج است و پرتوی تابش به سطح آینه (۱) تابیده پس پرتوی بازتاب نهایی، موازی آینه (۱) خارج می‌شود. حالا یک تست کنکور هم با همین تکنیک حل می‌کنیم:

(سوالاتی تجربی ۱۴۰۰)

مطابق شکل، پرتو نوری تحت زاویه 30° به آینه تخت (۱) می‌تابد و پس از بازتاب به آینه تخت (۲) می‌تابد. اگر در دومین بازتاب از آینه (۱) پرتو نور موازی آینه (۲) شود، زاویه α چند درجه است؟

- ۳۰ (۱)
- ۴۰ (۲)
- ۵۰ (۳)
- ۶۰ (۴)

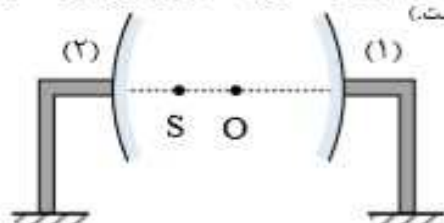
پاسخ: گزینه ۳

پس‌ها در دومین بازتاب از آینه (۱)، یعنی تعداد کل بازتاب‌ها ۳ است و چون بازتاب نهایی موازی خارج شده پس طبق نکته داریم:

$$\alpha = \frac{180^\circ - \beta}{n} = \frac{180^\circ - 3^\circ}{3} = \frac{15^\circ}{3} = 5^\circ$$

www.biomaze.ir

۶۱- در شکل زیر، دو سطح بازتابنده کاوه هم محور در فاصله ۳ متری از هم قرار دارند. چشمه صوت در کانون سطح بازتابنده (۲) قرار دارد. میکروفونی در وسط فاصله این دو سطح (نقطه O) قرار دارد. میکروفون را چند سانتی‌متر و در چه جهتی جابه‌جا کنیم تا بازتاب صدای چشمه را با بهترین کیفیت ضبط کنیم؟ (فاصله کانون مانع (۱) تا سطح آن ۴۰cm و فاصله کانون مانع (۲) تا سطح آن ۶۰cm است).

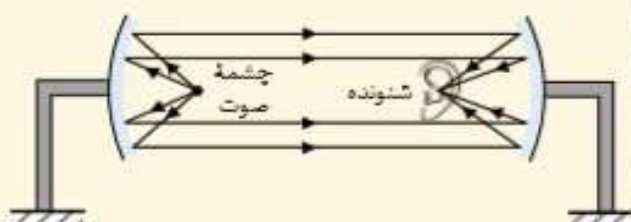


- ۱- ۱۱۰cm - به راست
۲- ۱۱۰cm - به چپ
۳- ۹۰cm - به چپ
۴- ۹۰cm - به راست

پاسخ: گزینه ۱

موضوع	مفهوم	مسابقات	آموزش	شماره	زبان	مبحث	پیش‌نیاز	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
درجه ۱۰	۶	۶	۶	سوال	توانایی	مفاهیم ترکیبی	و ترکیب	پیش‌نیاز لازم نیست	۱۰	متوسط

امواج صوتی می‌توانند مانند سایر امواج از سطوح خمیده نیز بازتابیده شوند. شاید در پارک‌های تفریحی دو سطح کاوه را در برابر هم دیده باشید که وقتی شخصی در کانون یکی از این سطوح صحبت می‌کند، شخص دیگری در کانون سطح کاوه دیگر آن را می‌شنود.



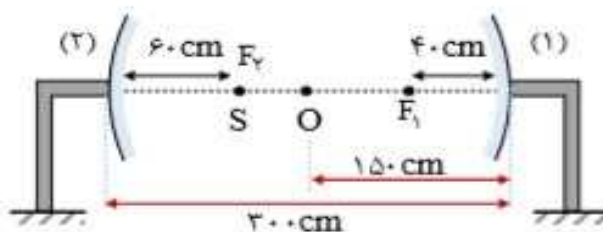
(ب)



(الف)

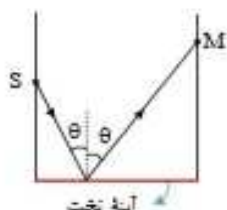
الف) دو سطح بازتابنده کاوه در یک پارک تفریحی و ب) طرحی از بازتاب امواج صوتی از دو سطح کاوه مقابل هم با استفاده از نمودار پرتویی

یا توجه به درسامه، باید میکروفون در محل کانون مانع (۱) باشد تا صدای پژواک را با بهترین کیفیت ضبط کند. پس باید میکروفون را ۱۱۰cm به سمت راست جابه‌جا کنیم.



گروه آموزشی ماز

۶۲- مطابق شکل زیر، یک باریکه لیزر یا زاویه θ از دیواره سمت چپ به سطح آینه تخت افقی می‌تابد و پس از بازتاب، نقطه نورانی M را روی دیواره سمت راست تشکیل می‌دهد. اگر آینه تخت یا تندی $\frac{4 \text{ cm}}{s}$ به سمت بالا حرکت کند، نقطه M روی دیواره سمت راست با تندی چند سانتی‌متر بر ثانیه حرکت می‌کند؟ (فاصله چشمه لیزر از آینه تخت به اندازه کافی زیاد است).



- (۱) ۴
(۲) ۸
(۳) ۱۲
(۴) ۲

پاسخ: گزینه ۲

مشخصه	عمومی	معمول	آموزشی	شماره	پایه	مبحث	پیش‌نیاز	پوشش لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب یا	درجه	میزان
تربیه از ۱ تا ۵	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	دوازدهم	بازتاب	ترکیب	فصل اول دوازدهم	۱۰	سه	سه

آشنایی با بازتاب موج و قانون بازتاب عمومی:

بازتاب موج:

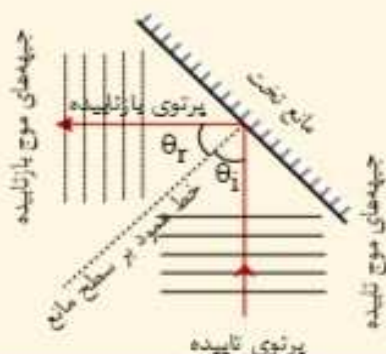
همان‌طور که می‌دانید انتشار انرژی در یک محیط موج نام دارد. هنگامی که این انرژی به یک مانع برخورد می‌کند می‌تواند قسمتی از آن جذب و قسمتی از آن بازتاب شود که به این پدیده بازتاب موج می‌گویند.

همه امواج مکانیکی و همه امواج الکترومغناطیسی می‌توانند دچار بازتاب شوند و بازتاب امواج برای همه امواج از جمله یک بعدی، دو بعدی و سه بعدی می‌تواند روی دهد. در تمامی این موارد قانون بازتاب عمومی صادق است.

قانون بازتاب عمومی:

برای تمام امواج و تمام موانع هنگام بازتاب موج، زاویه بازتابش برابر زاویه تابش است.

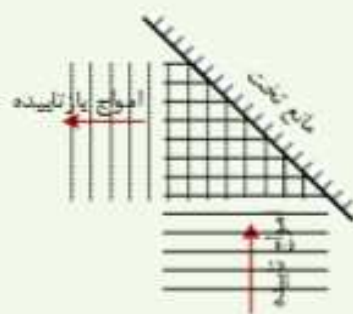
به زاویه بین خط عمود بر سطح مانع و پرتوی تابیده (افزودی) زاویه تابش می‌گویند و آن را با θ_i نشان می‌دهند و به زاویه‌ای بین خط عمود بر سطح مانع و پرتوی بازتابیده، زاویه بازتابش گویند و آن را با θ_r نشان می‌دهند. در شکل مقابل θ_i و θ_r در برخورد یک موج تخت به یک مانع مشخص شده است.



نکته (۱) برای رسم ساده‌تر یک موج می‌توانیم به جای رسم جبهه‌های موج مانند شکل (الف) نمودار پرتوی موج را مانند شکل (ب) رسم کنیم. همان‌طور که در شکل (ب) می‌بینید یک پرتو پیکان مستقیمی عمود بر جبهه‌های موج است که جهت انتشار موج را نشان می‌دهد.

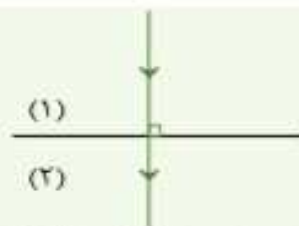


شکل (ب)



شکل (الف)

www.mapedu.ir



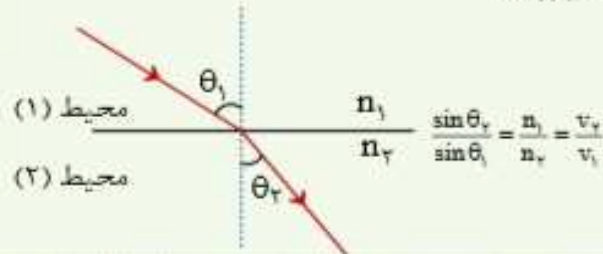
(۲) تندی حرکت نور با تغییر محیط عوض می‌شود به گونه‌ای که هر چه ضریب شکست محیط بیشتر باشد (محیط غلیظ‌تر باشد)، تندی حرکت نور کمتر خواهد بود.

$$v \propto \frac{1}{n} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

(۳) با توجه به این که با تغییر محیط، سرعت نور تغییر می‌کند، طول موج هم عوض می‌شود و با ضریب شکست محیط رابطه عکس دارد:

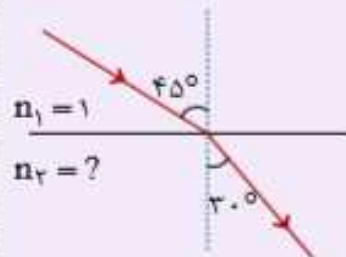
$$\begin{cases} f_{\text{ثابت}} \\ v \propto \frac{1}{n} \end{cases} \Rightarrow \lambda \propto \frac{1}{n} \Rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

(۴) هنگام عبور نور از یک محیط به محیط دیگر، رابطه زیر بین زاویه‌های تابش و شکست برقرار است.



مثال:

در شکل مقابل، سرعت نور در محیط (۲) چند متر بر ثانیه است؟ ($C = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$)

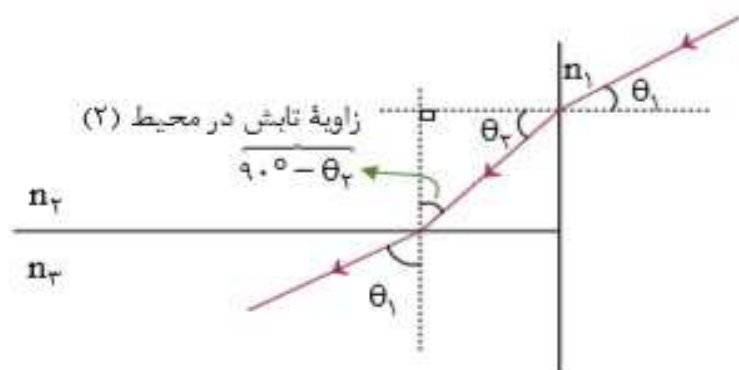


پاسخ:

با توجه به این که $n_1 = 1$ است، سرعت نور در محیط (۱) برابر $v_1 = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$ است. در ادامه به راحتی و با کمک رابطه زیر، تندی نور در محیط (۲) را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{v_2}{v_1} \Rightarrow \frac{\sin 30^\circ}{\sin 45^\circ} = \frac{v_2}{3 \times 10^8} \Rightarrow v_2 = \frac{3 \sqrt{2}}{2} \times 10^8 \frac{m}{s}$$

فرض کنیم $n_2 < n_1$ باشد و چون زاویه شکست در محیط ۲، یا زاویه تابش در محیط ۱ یکسان است پس باید $n_2 < n_1$ باشد. اگر این فرض را برعکس کنید هم فرقی نمی‌کند. راستی بچه‌ها این‌جا همه مرزها موازی نیستند که خدای تبارک و تعالی فکر کردن $n_2 = n_1$ است! ضمناً از محیط ۱ به ۲ هم نمی‌توانید قانون شکست استل را مستقیماً بنویسید.



قانون شکست استل از محیط ۱ به محیط ۲:

$$n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2) \Rightarrow \sin(\theta_2) = \frac{n_1}{n_2} \sin(\theta_1) \quad (1)$$

قانون شکست استل از محیط ۲ به محیط ۳:

امیدوارم حواستان باشد که زاویه تابش در محیط ۲ برابر با $90^\circ - \theta_2$ است و نیز طبق صورت تست، $\theta_2 = \theta_3$ است.

$$n_2 \sin(90^\circ - \theta_2) = n_3 \sin(\theta_3) \xrightarrow{\sin(90^\circ - \theta_2) = \cos(\theta_2)} n_2 \cos(\theta_2) = n_3 \sin(\theta_3)$$

$$\Rightarrow \cos(\theta_2) = \frac{n_3}{n_2} \sin(\theta_3) \quad (2)$$

می‌دانیم برای هر زاویه دلخواهی مثل θ ، $\sin^2(\theta) + \cos^2(\theta) = 1$ است:

$$\sin^2(\theta_2) + \cos^2(\theta_2) = 1 \xrightarrow{(1) \cdot (2)} \left(\frac{n_1}{n_2} \sin(\theta_1) \right)^2 + \left(\frac{n_3}{n_2} \sin(\theta_3) \right)^2 = 1$$

$$\Rightarrow \sin^2(\theta_1) \left(\frac{n_1^2}{n_2^2} + \frac{n_3^2}{n_2^2} \right) = 1 \Rightarrow \sin^2(\theta_1) \left(\frac{n_1^2 + n_3^2}{n_2^2} \right) = 1$$

$$\Rightarrow \sin^2(\theta_1) = \frac{n_2^2}{n_1^2 + n_3^2} \xrightarrow{\sin(\theta_1) > 0} \sin(\theta_1) = \frac{n_2}{\sqrt{n_1^2 + n_3^2}}$$

گروه آموزشی ماز

۶۴ - اتومبیلی بین دو صخره بلند با فاصله ثابت $50 \frac{m}{s}$ بر روی یک مسیر مستقیم در حال حرکت است. حداقل فاصله دو صخره از هم باید چند متر باشد تا وقتی راننده در وسط فاصله بین دو صخره تیری شلیک می‌کند، اولین پژواک صدای شلیک گلوله از هریک از صخره‌ها را به طور مجزا بشنود؟

$$(V \text{ صوت} = 350 \frac{m}{s})$$

۱۲- ۴

۳۲- ۳

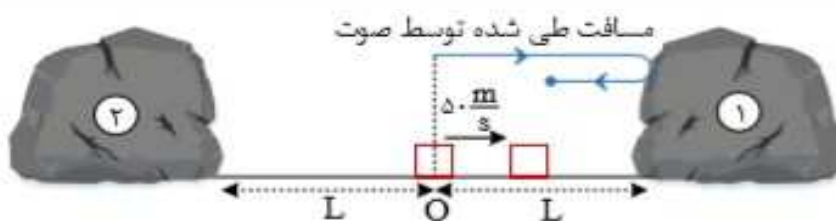
۲۴- ۲

۶- ۱

پاسخ: گزینه ۱

موضوع	معماری	محاسبات	آموزش	شماره	زبان	مبحث	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز لازم است	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	محل
درجه اول	۲	۸	۲	۲	اول	توابع	توابع	فصل اول دوازدهم	مفاهیم قابل ترکیب با	معماری	محل

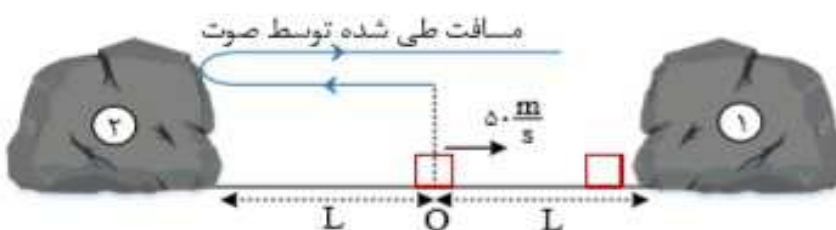
فرض کنیم فاصله دو صخره از هم $2L$ باشد. وقتی در وسط فاصله بین دو صخره و در مبدأ زمان، راننده گلوله‌ای شلیک می‌کند، چون اتومبیل به سمت راست در حال حرکت است، پس اولین پژواک صخره (۱) را سریع‌تر می‌شنود (در مدت t_1).



مسافت طی شده توسط صوت $= 2L - \Delta \cdot t_1 = V \cdot t_1 \Rightarrow 2L = 3\Delta \cdot t_1 + \Delta \cdot t_1 = 4\Delta \cdot t_1$

$$\Rightarrow t_1 = \frac{2L}{4\Delta} = \frac{L}{2\Delta}$$

فرض کنیم پس از شلیک گلوله، به مدت t_2 ثانیه طول می‌کشد تا راننده اولین پژواک از صخره (۲) را بشنود و چون در این مدت، اتومبیل از صخره (۲) دور شده است پس قطعاً $t_2 > t_1$ خواهد بود.



مسافت طی شده توسط صوت $= 2L + \Delta \cdot t_2 = V \cdot t_2 \Rightarrow 2L + \Delta \cdot t_2 = 3\Delta \cdot t_2$

$$2L = 2\Delta \cdot t_2 - \Delta \cdot t_2 \Rightarrow 2L = \Delta \cdot t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{2L}{\Delta}$$

برای اینکه راننده، این دو پژواک را بتواند تمیز دهد باید:

$$t_2 - t_1 \geq 0.1 \Rightarrow \frac{2L}{\Delta} - \frac{L}{2\Delta} \geq 0.1 \Rightarrow L \left(\frac{2 - 0.5}{2\Delta} \right) \geq 0.1$$

$$\Rightarrow L \left(\frac{1}{\Delta} \right) \geq 0.1 \Rightarrow L \geq 0.1 \cdot \Delta = 12 \cdot m$$

حداقل فاصله دو صخره از هم $= 12 \cdot m$

۶۵- نمودار انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل نوسانگری بر حسب مکان به صورت رویه رو است. اگر جرم نوسانگر 200g باشد، نندی نوسانگر در مکان x_1 چند متر بر ثانیه است؟

- (۱) $0/1$
(۲) $0/2$
(۳) $0/4$
(۴) $0/6$

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	مفهوم	محاسباتی	توضیح	شماره سوال	پایه	موضوع	پوشش آمار و ترکیب	پوشش فیزیک	مفهوم فیزیک	درجه	معماری
درجه ۴	۵	۵	۶	۱۰۰	دوازدهم	انرژی مکانیکی نوسانگر	۵	۵	۵	۵	۵

انرژی مکانیکی نوسانگر در حرکت هماهنگ ساده ثابت است.

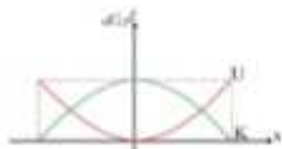
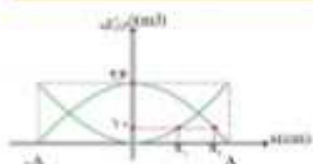
انرژی جنبشی نوسانگر در حرکت هماهنگ ساده در نقطه تعادل بیشینه و در نقاط دامنه صفر است.

انرژی پتانسیل کشسانی نوسانگر در حرکت هماهنگ ساده در نقطه تعادل صفر و در نقاط دامنه بیشینه است.



یا توجه به نمودار بیشینه انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل نوسانگر که همان انرژی مکانیکی بوده برابر 26 mJ است.
 $E = K + U = 26\text{ mJ}$

در نقاط بازگشت انرژی پتانسیل بیشینه و انرژی جنبشی صفر است پس نمودارهای انرژی را مشخص می‌کنیم:



یا توجه به نمودار سوال در مکان x_1 انرژی پتانسیل برابر 10 mJ است:

$$E_1 = K_1 + U_1 \rightarrow 26\text{ mJ} = K_1 + 10 \rightarrow K_1 = 16\text{ mJ} = 16 \times 10^{-3}\text{ J}$$

انرژی جنبشی از رابطه $K = \frac{1}{2}mV^2$ بدست می‌آید:

$$\frac{1}{2} \times \frac{200}{1000} \times V^2 = 16 \times 10^{-3} \rightarrow V^2 = 16 \times 10^{-2} \rightarrow V = 4\text{ m/s}$$

گروه آموزشی ماز

۶۶- معادله حرکت هماهنگ ساده‌ای در SI به صورت $x = 0.07 \cos 12\pi t$ است. در بازه $t_1 = \frac{1}{4} s$ تا $t_2 = \frac{7}{4} s$ چند بار انرژی جنبشی نوسانگر برابر انرژی مکانیکی آن می‌شود؟

۱) ۴

۲) ۳

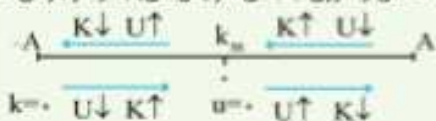
۳) ۲

۴) ۱

پاسخ: گزینه ۴

موضوع	مفهوم	معماری	تجربه	پایه	محتوا	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز	مفاهیم قابل ترکیب	درجه	عنوان
درجه ۱۰	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴

نکته: در حرکت هماهنگ ساده هنگامی که نوسانگر از دامنه به سوی مرکز نوسان می‌رود انرژی پتانسیل کاهش و انرژی جنبشی افزایش می‌یابد و در بازه‌ای که از مرکز نوسان به سوی دامنه می‌رود انرژی پتانسیل افزایش و انرژی جنبشی کاهش می‌یابد.



با توجه به زمان‌های داده شده مکان اولیه و ثانویه را به دست می‌آوریم:

$$x = -0.07 \cos 12\pi t \xrightarrow{t = \frac{1}{4} s} x = -0.07 \cos 12\pi \times \frac{1}{4} \rightarrow x = -0.07 \cos \frac{\pi}{2}$$

$$x = -0.07 \cos 12\pi t \xrightarrow{t = \frac{7}{4} s} x = -0.07 \cos 12\pi \times \frac{7}{4} \rightarrow x = -0.07 \cos 21\pi$$

شانه تابع گسیوس در لحظه اول برابر $\frac{\pi}{2}$ شده در واقع در این لحظه مکان نوسانگر برای اولین بار به $\frac{\sqrt{2}}{2} A$ رسیده است. در لحظه ثانویه شانه تابع گسیوس برابر $21\pi = 4(5\pi) + \pi$ شده و در واقع برای چهارمین بار مکان نوسانگر به A رسیده است و ۴ نوسان انجام داده است. در هر دور نوسانگر ۲ بار از $x = 0$ عبور می‌کند. در این مکان انرژی پتانسیل صفر بوده و انرژی مکانیکی و جنبشی با هم برابر است.



www.biomaze.ir

۶۷- نوسانگری با پسماند ΔHx در حال نوسان است. اگر در مدت $0.1 s$ نوسانگر از مکان x_1 به x_2 رسیده و بزرگی جابجایی آن در این بازه 4 cm باشد، بزرگی شتاب نوسانگر در مکان x_1 چند متر بر مربع ثانیه است؟ ($x_1, x_2 \neq \pm A$, $\pi^2 = 10$)

۱) ۴

۲) ۳

۳) ۲

۴) ۱

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	مفهوم	معماری	تجربه	پایه	محتوا	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز	مفاهیم قابل ترکیب	درجه	عنوان
درجه ۱۰	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴

ابتدا دوره نوسان را حساب می‌کنیم:

$$f = \frac{1}{T} \rightarrow \Delta = \frac{1}{T} \rightarrow T = 0.2 s$$

مدت $0.1 s$ یعنی نصف دوره و می‌دانیم در نصف دوره مکان و جهت حرکت نوسانگر قیثه می‌شود پس اگر مکان x_1 را به طور فرضی مثبت و جهت حرکت را منفی بگیریم، مکان x_2 قیثه مکان x_1 یعنی $-x_1$ شده و جهت حرکت آن نیز قیثه و به سمت مثبت می‌شود.

$$\frac{\Delta x}{T} = \frac{-x_1 - x_1}{0.2} = \frac{-2x_1}{0.2} \rightarrow \Delta x = -2x_1$$

بزرگی جابجایی را بدست می‌آوریم:

$$|\Delta x| = |x_2 - x_1| \rightarrow |\Delta x| = |-x_1 - x_1| \rightarrow |\Delta x| = 2x_1 \rightarrow 2x_1 = 4 \rightarrow x_1 = 2 \text{ cm}$$

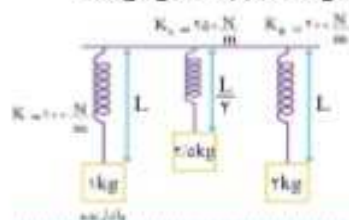
بزرگی شتاب برابر $|a| = \omega^2 |x|$ است.

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

$$|a| = \omega^2 |x| \rightarrow |a| = 100\pi^2 \times \frac{2}{100} = 2\pi^2 \xrightarrow{\pi^2 = 10} |a| = 20 \text{ m/s}^2$$

گروه آموزشی ماز

۶۸- در شکل زیر ۳ سیستم جرم و فنر به یک میله افقی آویخته شده‌اند. اگر سیستم جرم - فنر وادارنده را به نوسان درآوریم چه اتفاقی می‌افتد؟



- ۱) سیستم جرم - فنر A به نوسان درمی‌آید و سیستم جرم - فنر B تنها کمی تکان می‌خورد.
- ۲) سیستم جرم - فنر B به نوسان درمی‌آید و سیستم جرم - فنر A تنها کمی تکان می‌خورد.
- ۳) هیچ‌کدام از دو سیستم جرم - فنر A و B به نوسان در نمی‌آیند.
- ۴) هر دو سیستم جرم - فنر A و B با بیشترین دامنه ممکن به نوسان درمی‌آیند.

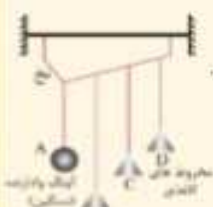
پاسخ: گزینه ۴

موضوع	محداساتی	آموزشی	شعبه	زبان	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم است	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	مدت
فیزیک	۵	۶	معماری	انگلیسی	آونگ	و ترکیب	۱	۲	۳	۴

تعریف بسامد طبیعی:

با انحراف از وضع تعادل هر توستانگری با بسامد معینی نوسان می‌کند که به آن بسامد طبیعی گویند بسامد طبیعی آونگ $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}}$ و بسامد طبیعی سامانه

$$\text{جرم - فنر } f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \text{ است.}$$



تعریف: ایجاد دامنه‌ای بزرگ توسط کش یک نیروی متحرک هم‌بسامد با بسامد طبیعی یک توستانگر، $(f_d = f)$ تشدید نامیده می‌شود.

به طور مثال:

اگر از یک نخ که می‌تواند به راحتی ارتعاش‌های تولید شده را منتقل کند، چند آونگ آویزان است.

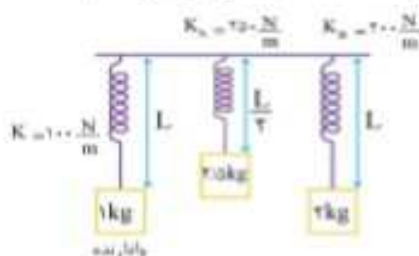
دوره آونگ A و C برابر است، زیرا طول آن‌ها برابر است $(T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}})$.

اگر آونگ وادارنده A را به نوسان درآوریم ارتعاش‌های آن توسط نخ به آونگ‌های دیگر منتقل می‌شود. آونگ B و D ممکن است حرکت کنند اما برای آونگ

C تشدید رخ می‌دهد و دامنه‌اش زیاد می‌شود (دقت کنید که این آونگ‌ها تماس برخوردی با هم ندارند).

نوسان یک توستانگر زمانی باعث ایجاد تشدید و نوسان توستانگر دیگر می‌شود که توستانگرها دارای بسامد یکسانی باشند. سیستم‌های توستانی جرم - فنر هستند

و بسامد توستانی آن‌ها از رابطه $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$ بدست می‌آید.



$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{100}{1}} = \frac{10}{2\pi} = \frac{5}{\pi} \text{ Hz}$$

$$f_A = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{200}{1}} = \frac{10}{2\pi} = \frac{5}{\pi} \text{ Hz}$$

$$f_B = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{200}{2}} = \frac{10}{2\pi} = \frac{5}{\pi} \text{ Hz}$$

بسامد توستانی هر سه سیستم یکسان بوده و با به نوسان درآمدن سیستم جرم - فنر وادارنده هر دو سیستم دیگر نیز با بیشترین دامنه ممکن به نوسان درمی‌آیند.

www.biomaze.ir

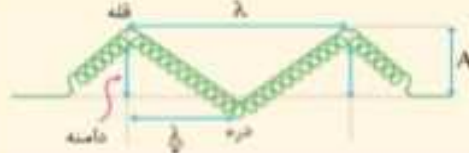
۶۹- یک موج عرضی فاصله ۲۰m را در مدت ۰/۴s طی می‌کند. اگر فاصله دو پرمادگی مجاور هم ۴۰cm باشد، بسامد موج چند هرتز است؟

- ۱- ۱
- ۲- ۱۲۵
- ۳- ۱۵۰
- ۴- ۲۵

پاسخ: گزینه ۲

موضوع	محداساتی	آموزشی	شعبه	زبان	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم است	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	مدت
فیزیک	۳	۵	معماری	انگلیسی	مفاهیم موج	و ترکیب	۱	۲	۳	۴

مشخصات موج:



موج عرضی در فنر و یا طناب یا قلمها (مستوی) و دره‌ها (یاستیخ) قابل تشخیص است.

فاصله دو ذره متوالی یا دو قله متوالی را طول موج می‌گویند و آن را با حرف λ نشان می‌دهند.

تعریف: طول موج مسافتی است که موج در مدت یک دوره تناوب نوسان چشمه طی می‌کند.

تعریف دامنه (A): بیشینه فاصله یک ذره از محیط از محل تعادلش. دامنه موج نامیده می‌شود و آن را با A نمایش می‌دهند.

تعریف بسامد موج (f): تعداد نوسان‌های انجام شده هر ذره از محیط در مدت یک ثانیه بسامد موج نامیده می‌شود.

تذکر: بسامد نوسان ذره‌های محیط انتشار موج با بسامد چشمه موج برابر است.

تعریف دوره تناوب (T): مدت زمانی که هر ذره از محیط یک نوسان کامل انجام می‌دهد را دوره تناوب موج گویند.

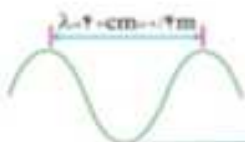
تذکر: دوره تناوب ذره‌های محیط با دوره تناوب چشمه برابر است.

با توجه به تعریف طول موج و دوره تناوب خواهیم داشت:

$$I = v \Delta t \rightarrow \Delta t = T, \lambda = vT \rightarrow \lambda = \frac{v}{f}$$

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{20}{0.04} = 500 \text{ m/s}$$

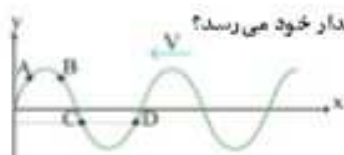
تندی انتشار موج ثابت است و برابر $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ خواهد بود.



فاصله دو برآمدگی مجاور همان فاصله دو قله متوالی است:

$$\lambda = \frac{v}{f} \rightarrow 0.4 = \frac{500}{f} \rightarrow f = \frac{500}{0.4} \rightarrow f = 1250 \text{ Hz}$$

گروه آموزشی ماز



۷۰- شکل رویه رونقش موجی را نشان می‌دهد. شتاب کدام یک از ذره‌های موج پس از این لحظه زودتر به بیشینه مقدار خود می‌رسد؟

B (۳)

A (۱)

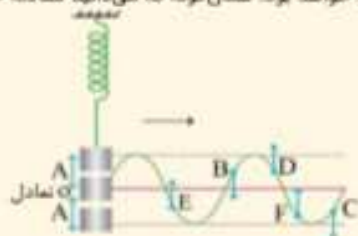
D (۴)

C (۲)

پاسخ: گزینه ۱

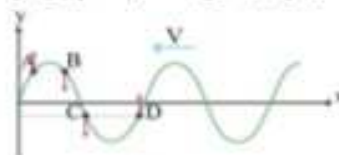
موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع
مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک

در شکل رویه، یک دستگاه جرم - فنر به یک ریسمان بسیار بلند و کشیده شده متصل است. می‌دانیم که اگر دستگاه جرم - فنر را به نوسان درآوریم، دستگاه دارای حرکت هماهنگ ساده است و تی‌های متوالی در محیط تولید می‌کند. هرگاه چشمه موج دارای حرکت هماهنگ ساده باشد و با بسامد (دوره) و دامنه ثابتی نوسان کند، موج منتشر شده در محیط موج سینوسی خواهد بود. همان‌گونه که می‌دانید معادله حرکت هماهنگ ساده، تابعی سینوسی است.



در یک موج تمام ذرات در حال نوسان‌اند و هر ذره حرکت ذره قبلی خود را تکرار می‌کند و این ذرات دارای بسامد حرکت یکسان و برابر بسامد چشمه‌اند.

در انتشار موج هر ذره حرکت ذره قبلی خود را تکرار می‌کند، با توجه به این نکته جهت نوسان ذرات A، B، C و D را مشخص می‌کنیم.



شتاب ذره در نقاط بازگشتی (دامنه) بیشینه می‌شود و با توجه به نقش موج ذره A زودتر به نقطه بازگشتی خود می‌رسد.

www.biomaze.ir

نقش موج

برای بررسی انتشار موج در یک محیط شکل‌ها رویه‌رو را رسم کرده‌ایم. در شکل‌های الف تا ح،

شکل موج در لحظه‌هایی به فاصله زمانی $\frac{T}{\lambda}$ رسم شده است.

(مثل اینکه موجی در یک طناب در حال پیشروی است و در

لحظه‌های صفر، $\frac{T}{\lambda}$ و ... از آن عکس گرفته شده است).

در این شکل جایه‌جایی هر ذره از محیط بر حسب مکان آن مشخص شده است که به آن نقش موج گویند و ذرات دورتر از چشمه دیرتر مرتعش شده و همان حرکت ذرات قبلی را با همان بسامد تکرار می‌کنند.

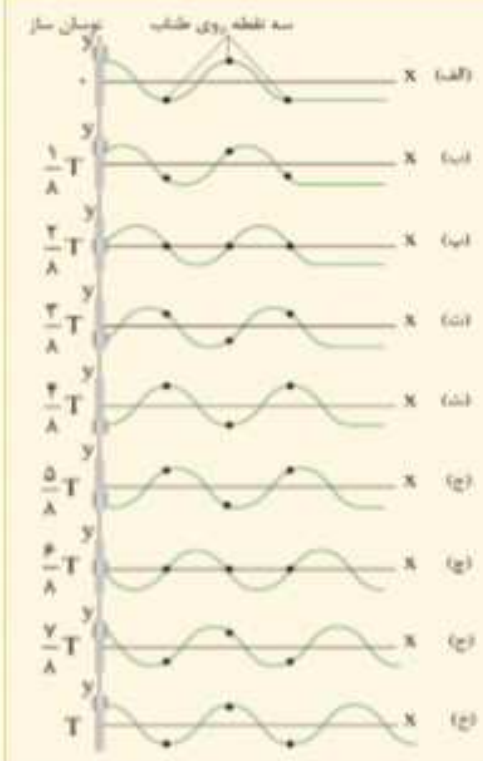
تذکر مهم:

مفهوم جایه‌جایی در این فصل با آنچه در فصل حرکت‌شناسی فرا گرفته‌اید متفاوت است.

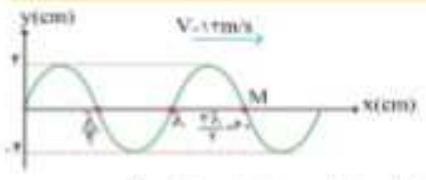
منظور کتاب درسی از جایه‌جایی در اینجا فاصله هر ذره از حالت تعادلش است که بهتر بود

مانند گذشته آن را بُعد ذره می‌نامید تا اشتباهی صورت نگیرد.

اکنون به حل مسائلی در مورد نقش موج و نوسان ذرات محیط می‌پردازیم.



۱- با توجه به محور افقی نمودار، طول موج را بدست می‌آوریم:



$$\frac{2\lambda}{T} = 6 \rightarrow \lambda = 6 \text{ cm} \rightarrow \lambda = 0.06 \text{ m}$$

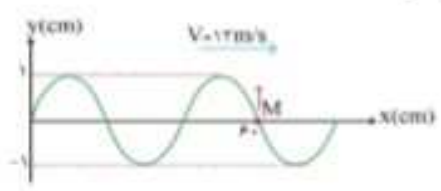
۲- طول موج برابر $\lambda = 0.06 \text{ m}$ و تندی انتشار برابر $V = 12 \text{ m/s}$ است با استفاده از رابطه $\lambda = VT$ دوره تویان ذرات محیط را بدست می‌آوریم:

$$0.06 = 12 \times T \rightarrow T = \frac{0.06}{12} = \frac{1}{200} \text{ s}$$

۳- بازه زمانی تویان ذره M برابر $\Delta t = t + \frac{1}{f} - t = \frac{1}{f} \text{ s}$ است که با توجه به دوره $\frac{1}{f} \text{ s}$ ثانیه‌ای این مدت زمان برابر نصف دوره خواهد بود:

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{1}{2} \rightarrow \frac{\Delta t}{\frac{1}{200}} = \frac{1}{2} \rightarrow \Delta t = \frac{T}{2}$$

۴- هر ذره در موج حرکت ذره قبلی خود را تکرار می‌کند. پس ذره M در نقطه تعادل خود بوده و در حال حرکت به سمت دامنه مثبت است.



۵- سرعت اولیه ذره M پیشینه و مثبت بوده و سرعت ثانویه آن پس از $\frac{T}{4}$ چون مجدد از $x=0$ عبور می‌کند پیشینه و منفی است.

$$V_l = +A\omega \rightarrow V_l = \frac{1}{1-\cos} \times \frac{2\pi}{\frac{1}{3-}} \rightarrow V_l = \frac{1}{1-\cos} \times 6\pi \rightarrow V_l = -/6\pi$$

$$V_r = -A\omega \rightarrow V_r = -\frac{1}{1-\cos} \times \frac{2\pi}{\frac{1}{3-}} \rightarrow V_r = -/6\pi$$

۶- شتاب متوسط را حساب می‌کنیم:

$$|a_{av}| = \left| \frac{\Delta V}{\Delta t} \right| \rightarrow |a_{av}| = \left| \frac{-/6\pi - -/6\pi}{\frac{1}{6-}} \right| = \frac{1/2\pi}{\frac{1}{6-}} = 77\pi \text{ m/s}^2$$

www.biomaze.ir

۷۳- یک موج الکترومغناطیسی در راستای قائم رویه پایین در حال پیشروی است. در لحظه‌ای که میدان الکتریکی در نقطه M به سمت غرب باشد، میدان مغناطیسی موج به کدام جهت است؟

۴- بالا

۳- شرق

۲- جنوب

۱- شمال

پاسخ: گزینه ۱

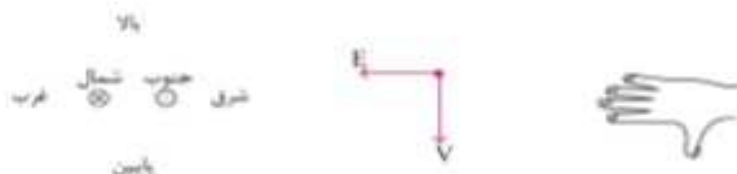
موضوع	مفهوم	محاسبات	آموزش	شماره	پایه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم تست	مفاهیم قابل ترکیب یا	درجه	میزان
درجه از ۱۰	۵	۱	۶	سوال	دوازدهم	امواج الکترومغناطیسی	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم تست	مفاهیم قابل ترکیب یا	مختار	متوسط

قاعده دست راست برای امواج الکترومغناطیسی:

چهار انگشت دست راست را در جهت میدان الکتریکی قرار می‌دهیم به گونه‌ای که کف دست (خم کردن چهار انگشت) جهت میدان مغناطیسی را نشان دهد، در این صورت انگشت شست جهت پیشروی موج را نشان می‌دهد.



با توجه به قاعده دست راست، چهار انگشت دست راست را در جهت E به سمت غرب می‌گیریم به گونه‌ای که شست دست جهت انتشار موج، سمت پایین را نشان دهد در این حالت کف دست جهت میدان مغناطیسی را مشخص می‌کند:



در شکل بالا مشخص است که جهت میدان مغناطیسی درون سوییچی به سمت شمال است.

گروه آموزشی ماز

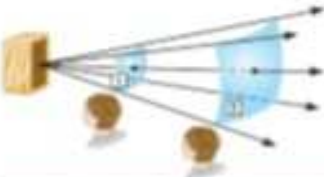
۷۴- موج صوتی با توان $220 \mu W$ از دو صفحه فرضی شکل مقابل می‌گذرد. با فرض اینکه مساحت صفحه‌ها به ترتیب $A_1 = 8 \text{ cm}^2$ و $A_2 = 24 \text{ cm}^2$ باشد، شدت صوت در سطح A_1 چند یکای SI از شدت صوت در سطح A_2 بیشتر است؟

۱) ۰/۱

۲) ۰/۳

۳) ۰/۲

۴) ۲



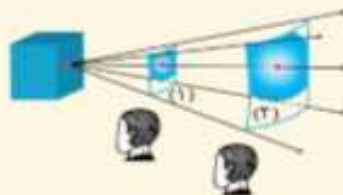
پاسخ: گزینه ۳

موضوع	مفهوم	محاسبات	آموزش	شماره	پایه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم تست	مفاهیم قابل ترکیب یا	درجه	میزان
درجه از ۱۰	۵	۵	۶	سوال	دوازدهم	شدت صوت	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم تست	مفاهیم قابل ترکیب یا	مختار	متوسط

صوت مانند هر موج دیگری حامل انرژی است. صوت سبب انتقال انرژی از چشمه صوت به نقاط مختلف محیط می‌شود. چشمه صوت همان گونه که بیان شده با به حرکت درآوردن تپ‌های تراکمی و انبساطی لایه‌ای انرژی را لایه به لایه منتقل می‌کند.

مقدار متوسط آهنگ انتقال انرژی (توان متوسط) توسط امواج صوتی مانند هر موج دیگری با مجذور بسامد و مجذور دامنه متناسب است. موج صوتی در تمام جهتها منتشر می‌شود از این رو جنبه‌های موج آن کروی است.

هرچه از چشمه صوت دورتر شویم صدا ضعیف‌تر شنیده می‌شود، زیرا انرژی صوتی در سطح بزرگ‌تری پخش شده و انرژی در یکای سطح کاهش می‌یابد. در واقع مقدار انرژی که در یکای زمان از یکای سطح عمود بر راستای انتشار صوت می‌گذرد کاهش می‌یابد. یعنی شدت صوت کاهش می‌یابد.



تعریف: شدت یک موج صوتی برابر با آهنگ متوسط انرژی‌ای است که توسط موج به واحد سطح عمود بر راستای انتشار موج می‌رسد یا از آن می‌گذرد و آن را با

حرف I نمایش می‌دهند. یکای شدت صوت W/m^2 است.

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

جنبه‌های موج صوت کروی هستند و وقتی فاصله از چشمه صوت دو برابر می‌شود، سطح جنبه‌های موج $(4\pi r^2)$ چهار برابر می‌شود و مقدار انرژی یکای سطح

$\frac{1}{4}$ می‌شود یعنی شدت صوت با مجذور فاصله نسبت وارون دارد.

۱- شدت صوت برابر $I = \frac{P}{A} = \frac{E}{t.A} = \frac{P}{A}$ است. شدت صوت در محل ۱ و ۲ را به دست می‌آوریم:

$$I_1 = \frac{P}{A_1} \rightarrow I_1 = \frac{24 \times 10^{-8}}{8 \times 10^{-2}} \rightarrow I_1 = 3 \times 10^{-7} \rightarrow I_1 = 3 \times 10^{-7} \frac{W}{m^2}$$

$$I_2 = \frac{P}{A_2} \rightarrow I_2 = \frac{24 \times 10^{-8}}{24 \times 10^{-2}} \rightarrow I_2 = 1 \times 10^{-7} \rightarrow I_2 = 1 \times 10^{-7} \frac{W}{m^2}$$

۲- اختلاف شدت صوت را حساب می‌کنیم:

$$I_1 - I_2 = 3 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-7} = 2 \times 10^{-7} \frac{W}{m^2}$$

www.biomaze.ir

۷۵- اگر دامنه نوسانات چشمه صوتی را $2\sqrt{3}$ برابر کنیم، تراز شدت صوت آن برای شنونده‌ای که در فاصله معینی از چشمه قرار دارد، $3/2$ برابر می‌شود. تراز شدت صوت اولیه برای شنونده چقدر دسی‌بل است؟ ($\log^2 = 0/2$, $\log^5 = 0/5$, $\log^3 = 0/3$)

۲ (۴)

۳ (۳)

۵ (۳)

۴ (۱)

پاسخ: گزینه ۴

موضوع	مهندسی	محاسباتی	آزمایشی	شنیدنی	زبان	صحنه	پدیده‌های فیزیک	پدیده‌های فیزیک	مفاهیم قابل ترکیب با	تاریخچه	مردمان
درجه اول	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶

عوامل مؤثر بر شدت صوت:

$$I \propto A^2$$

(۱) شدت صوت با مجذور دامنه متناسب است.

$$I \propto f^2$$

(۲) شدت صوت با مجذور بسامد متناسب است.

$$I \propto \frac{1}{r^2}$$

(۳) شدت صوت با مجذور فاصله از چشمه نسبت وارون دارد.

(۴) محیط انتشار در شدت صوت مؤثر است. برای نمونه، صدا خفه‌کن‌ها جذب‌کننده انرژی صوتی هستند و باعث کاهش شدت صوت می‌شوند. از طرفی هوا، امواج فراصوت (با بسامدی بالای 20000 Hz) را به تندی جذب می‌کند.

تراز شدت صوت:

به نگاریم نسبت شدت صوت به شدت صوت مبدأ، تراز شدت صوت (β) می‌گویند که یکای آن دسی‌بل (B) است.

I_0 را شدت صوت مبدأ (مرجع) گویند و مقدار آن

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad \text{بر حسب دسی‌بل} \quad \beta = \log \frac{I}{I_0} \quad \text{بر حسب بل}$$

در واقع تراز شدت صوت به ما می‌گوید که گوش انسان مایل است که صداهای با شدت زیاد را دست کم بگیرد.

۱- اختلاف تراز شدت صوت در دو محل را بدست می‌آوریم:

$$\beta_2 - \beta_1 = 10 \log \frac{I_2}{I_0} - 10 \log \frac{I_1}{I_0} \xrightarrow{\beta_2 = 2 / \beta_1} 2 / \beta_1 = 10 (\log \frac{I_2}{I_0}) \quad (I)$$

۲- ثابت شدت صوت $\frac{I_2}{I_1}$ با بسامد و دامنه رابطه مستقیم و معذوری و با فاصله رابطه عکس و معذوری دارد. با توجه به سوال تنها دامنه $2\sqrt{3}$ برابر شده است.

$$\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{f_2}{f_1}\right)^2 \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2 \times \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \rightarrow \frac{I_2}{I_1} = 12 \quad (II)$$

۳- با توجه به معادله‌های (I) و (II)، تراز شدت صوت β_1 را حساب می‌کنیم:

$$2 / \beta_1 = 10 \log^{12} \rightarrow 2 / \beta_1 = 10 (\log^{12} \times 2) \xrightarrow{\log^{12} = \log^{10} + \log^2} 2 / \beta_1 = 10 (\log^{10} + \log^2) \rightarrow$$

$$2 / \beta_1 = 10 (\log^{10} + \log^2)$$

$$\xrightarrow{\log^2 = 0.3} 2 / \beta_1 = 10 (2 \log^{10} + \log^2) \rightarrow 2 / \beta_1 = 10 (2 \times 10 + 0.3) \rightarrow 2 / \beta_1 = 11 \rightarrow \beta_1 = 55 \text{ dB}$$

• گروه آموزشی ماز •

۷۶- حساسیت گوش انسان برای کدام طول موج امواج صوتی از بقیه بیشتر است؟ (تندی انتشار صوت در محیط $340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ است.)

۴) 200 mm

۳) 40 mm

۲) 48 mm

۱) 24 mm

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	منوعی	محاسباتی	آزمایشی	شدت	ناله	صحت	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب یا	درجه	میزان
درجه ۱ تا ۵	۵	۵	۶	۶	دوازدهم	صحت				متوسط	متوسط

نکته: حساسیت گوش انسان برای بسامدهای بین 2000 Hz تا 5000 Hz از بقیه بسامدها بیشتر است و شدت صوت آستانه شنوایی برای این بسامدها از بقیه کمتر است که معنی آن این است که بسامدهای با شدت صوت کمتری می‌توانیم بشنویم.

بیشترین حساسیت گوش انسان به بسامدهایی در گستره 2000 Hz تا 5000 Hz است. با توجه به این بسامدها، طول موج متناظر با آن‌ها را بدست می‌آوریم:

$$\lambda = \frac{V}{f} \rightarrow \begin{cases} \lambda_{\min} = \frac{V}{f_{\max}} \rightarrow \lambda_{\min} = \frac{340}{5000} = 0.068 = 6.8 \text{ mm} \\ \lambda_{\max} = \frac{V}{f_{\min}} \rightarrow \lambda_{\max} = \frac{340}{2000} = 0.17 = 17 \text{ mm} \end{cases}$$

پس برای صوت‌هایی با طول موج‌های بین 6.8 mm تا 17 mm حساسیت گوش انسان بیشتر است که تنها گزینه ۳ در این بازه است.

• www.biomaze.ir •

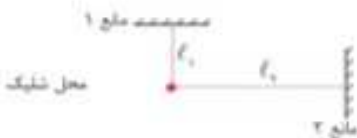
۷۷- مطابق شکل شخصی بین دو مانع و به فاصله‌های l_1 و l_2 از آن‌ها قرار گرفته و تیری را شلیک می‌کند. اگر شخص صدای پژواک حاصل از شلیک توسط این دو مانع را از هم تمیز دهد، حداقل چند متر است؟ ($V_{\text{صوت}} = 340 \text{ m/s}$)

۱) ۳۴

۲) ۵۱

۳) ۱۷ / ۵

۴) ۱۷



پاسخ: گزینه ۳

موضوع	منوعی	محاسباتی	آزمایشی	شدت	ناله	صحت	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب یا	درجه	میزان
درجه ۱ تا ۵	۵	۵	۶	۶	دوازدهم	پژواک				متوسط	متوسط

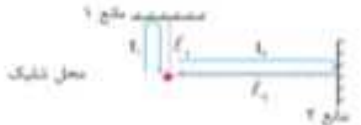
پژواک: هرگاه در کوه فریاد می‌زنید، بازتاب صدای خود را می‌شنوید که به آن پژواک گویند. برای تشخیص صدای پژواک و صدای اصلی باید بازه زمانی بین دریافت صدای اصلی و پژواک حداقل 0.1 s باشد.

برای آنکه صدای دو صوت تمیز داده شود باید فاصله زمانی رسیدن صوت‌ها به گوش انسان حداقل ۰/۱۰ باشد.

۱- مدت زمان پژواک رسیده از مانع (۱) را حساب می‌کنیم:

$$V = \frac{v l_1}{t_1} \rightarrow v t_1 = \frac{v l_1}{V} \rightarrow t_1 = \frac{l_1}{V}$$

۲- مدت زمان پژواک رسیده از مانع (۲) را حساب می‌کنیم:



$$V = \frac{v l_2}{t_2} \rightarrow v t_2 = \frac{v l_2}{V} \rightarrow t_2 = \frac{l_2}{V}$$

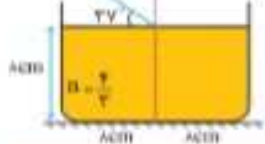
۳- چون گمیته فاصله خواسته پس $t_2 - t_1$ نیز باید گمیته باشد:

$$t_2 - t_1 = 0/15 \rightarrow \frac{l_2}{V} - \frac{l_1}{V} = 0/15 \rightarrow \frac{l_2 - l_1}{V} = 0/15 \rightarrow l_2 - l_1 = 17 \text{ m}$$

گروه آموزشی ماز

۷۸ - مطابق شکل پرتو نوری از خلأ وارد مایعی به ضریب شکست $\frac{4}{3}$ شده است. اگر در کف ظرف آینه قرار داشته باشد و پرتو پس از بازتاب به دیواره طرف

پرخورد کند، فاصله محل برخورد پرتو بازتاب به دیواره تا سطح مایع چند سانتی‌متر است؟ ($\sin 37^\circ = 0/6$)



۲ (۳)

۶ (۱)

۱۶ (۴)

۸ (۳)

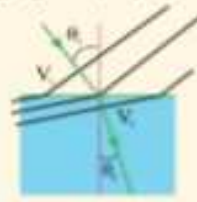
پاسخ: گزینه ۱

موضوع	مفروض	معمایان	توضیحات	شماره سوال	پایه	موضوع	پایه	موضوع	پایه	موضوع	پایه
درجه ۱۰	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵

قانون شکست عمومی:

نسبت سینوس زاویه تابش به سینوس زاویه شکست برابر نسبت کندی موج در محیط اول به محیط دوم است.

$$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{v_2}{v_1}$$



نکته: با توجه به قانون شکست عمومی هرگاه جبهه‌های موج از محیطی که کندی موج در آن بیشتر است به محیطی که کندی موج در آن کمتر است وارد شوند زاویه شکست از زاویه تابش کمتر است اما اگر موج از محیطی که کندی موج در آن کمتر است وارد محیطی که کندی موج در آن بیشتر است بشود، زاویه شکست از زاویه تابش بیشتر است و پرتو از خط عمود دور می‌شود.

نتیجه: در محیطی که زاویه بین پرتو موج و خط عمود بر مرز دو محیط بیشتر باشد در آن محیط کندی موج بیشتر است. ضریب شکست:

وقتی پرتو نوری از یک محیط شفاف وارد محیط شفاف دیگری می‌شود کندی نور تغییر می‌کند. نسبت کندی نور در خلأ به کندی نور در آن محیط شفاف را ضریب شکست آن محیط نسبت به خلأ گویند.

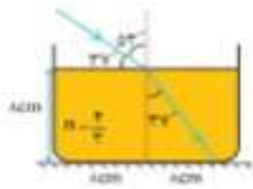
$$n = \frac{c}{v} \rightarrow n = \frac{c}{v} \rightarrow c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

اگر نور از یک محیط شفاف با ضریب شکست مطلق n_1 به محیط شفاف دیگری با ضریب شکست مطلق n_2 برود در این صورت:

$$n_1 = \frac{c}{v_1}, n_2 = \frac{c}{v_2} \rightarrow \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} \rightarrow \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$$

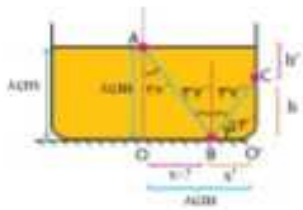
یعنی سرعت نور در محیطی که ضریب شکست بیشتری دارد، کمتر است و برعکس.

۱- با توجه به زاویه تابش و ضریب شکست هوا، زاویه شکست را بدست می آوریم:



$$\frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_v} = \frac{n_v}{n_i} \rightarrow \frac{\sin 37^\circ}{\sin \theta_v} = \frac{4/3}{1} \rightarrow \sin \theta_v = 3/4 \rightarrow \theta_v = 37^\circ$$

۲- در اثر بازتاب، زاویه تابش و بازتاب با هم برابر است. دقت کنید با توجه به موازی بودن دو نیم خط عمود شکست و بازتاب و مورب بودن پرتو تابش به آینه در مایع زاویه تابش نیز 37° است:



$$\tan 37^\circ = \frac{\text{ضلع روبه رو}}{\text{ضلع مجاور}} \rightarrow \frac{3}{4} = \frac{x}{h} \rightarrow x = 6 \text{ cm}$$

$$x' = h - x \rightarrow x' = 8 - 6 = 2 \text{ cm}$$

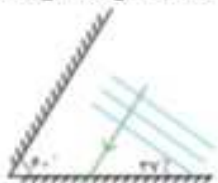
$$\tan 37^\circ = \frac{\text{ضلع روبه رو}}{\text{ضلع مجاور}} \rightarrow \frac{3}{4} = \frac{h}{x'} \rightarrow h = 6 \text{ cm}$$

فاصله نقطه C تا سطح مایع خوانسته شده است.

$$h' = 8 - h \rightarrow h' = 8 - \frac{8}{3} \rightarrow h' = \frac{16}{3} \text{ cm}$$

www.biomaze.ir

۷۹- مطابق شکل رویه رو پرتو نوری به سطح آینه (۱) برخورد کرده و جبهه های موج آن با سطح این آینه زاویه 37° می سازد. زاویه بازتاب اول از سطح آینه (۲) چند درجه است؟



۶۳ (۱)

۲۲ (۲)

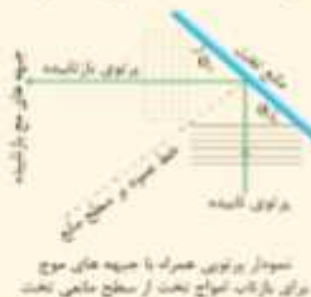
۶۷ (۳)

۲۷ (۴)

پاسخ: گزینه ۲

موضوع	معمول	محاسباتی	آمار و احتمال	شماره	زبان	موضوع	پیش نیاز	پیش نیاز لازم است	مفاهیم قابل برگشت یا	فرمت	مورد
درجه ۱۰	۵	۵	۶	۶	دوازدهم	بازتاب	و ترکیب	۵	۵	ساختی	عادی

در شکل رویه رو بازتاب یک موج تخت از روی سطح تخت نشان داده شده است. برای سادگی به جای جبهه های موج از یک پرتو که بر جبهه های موج عمود است استفاده می شود که به آن نمودار پرتویی گویند.

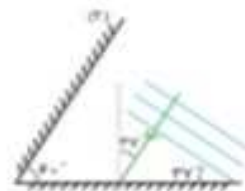


۱- زاویه بین پرتو تابیده با خط عمود بر سطح مانع را زاویه تابش θ_i و زاویه بین پرتو بازتابیده با خط عمود بر سطح مانع را زاویه بازتابش θ_r گویند.

۲- آزمایش نشان می دهد که همواره از روی سطح هر مانعی برای هر موج زاویه تابش و زاویه بازتابش برابرند ($\theta_i = \theta_r$) که به آن قانون بازتاب عمومی گویند.

۳- زاویه بین جبهه های موج با مانع همواره برابر زاویه بین پرتو و خط عمود بر سطح مانع است.

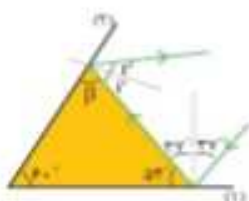
جبهه موج بر پرتو موج عمود است و با توجه به درسته هرگاه جبهه موج با سطح زاویه α بسازد، زاویه ای که پرتو با نیم خط عمود نیز می سازد همان α می شود.



زاویه تابش و بازتاب از سطح با هم برابر است و زاویه‌ای که پرتو با سطح می‌سازد متمم زاویه تابش یا زاویه بازتاب است. در مثلث هاشور خورده زاویه β را بدست می‌آوریم:

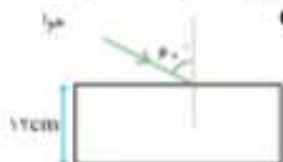
$$\beta + 60 + 53 = 180 \rightarrow \beta = 67^\circ$$

زاویه تابش بر سطح (2) متمم 67° یعنی 23° است و این زاویه با زاویه بازتاب از سطح (2) برابر است.



گروه آموزشی ماز

۸- مطابق شکل یک پرتو نور که ترکیبی از دو نور A و B با طول موج‌های مختلف بوده وارد تیغه‌ای شفاف می‌شود. اگر ضریب شکست تیغه برای نور A برابر $\sqrt{3}$ و برای نور B برابر $\frac{5\sqrt{3}}{4}$ باشد، نور A هنگام خروج از وجه دیگر تیغه، به نقطه O در آن وجه می‌رسد و نور B نیز هنگام خروج از تیغه، به نقطه O' وجه دیگر تیغه می‌رسد. فاصله OO' چند سانتی‌متر است؟ $(\sin 37^\circ = 0.6, \sqrt{3} \approx 1.7, \sqrt{2} \approx 1.4)$



۶/۸ (۱)

۲/۲ (۲)

۹ (۳)

۳/۴ (۴)

پاسخ: گزینه ۴

موضوع	معمولی	معمولی	آموزشی	شکست	رنگ	موضوع	پدیده‌های فیزیکی	پدیده‌های فیزیکی	پدیده‌های فیزیکی	پدیده‌های فیزیکی	پدیده‌های فیزیکی
درجه از ۱۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱

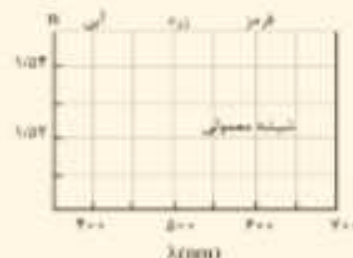
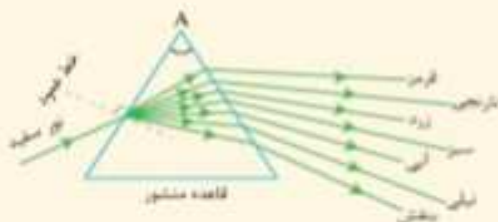
برای یک تیغه متوازی‌السطوح داریم:



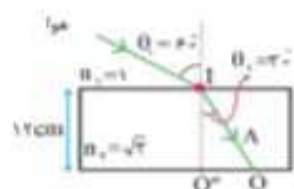
- زاویه ورود به تیغه با زاویه خروج از تیغه برابر است.
- پرتو خروجی از تیغه، موازی پرتو ورودی به تیغه است.
- اجسام از پشت تیغه در محل اصلی خود دیده نمی‌شوند.
- اگر هر تعداد تیغه با جنس مختلف روی هم قرار گیرند زاویه خروجی از مجموعه همواره با زاویه ورودی به مجموعه برابر است.

پاشندگی نور:

وقتی نور سفید به منشور می‌تابد، نور خروجی از منشور به هفت رنگ تجزیه می‌شود. این پدیده را پاشندگی نور می‌گویند. ضریب شکست یک محیط شفاف برای رنگ‌های مختلف، متفاوت است. برای رنگ قرمز کمترین مقدار و برای رنگ بنفش بیشترین مقدار است.

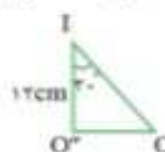


ابتدا محل برخورد پرتو A را به دست می‌آوریم:

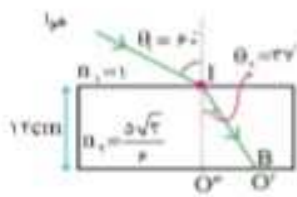


$$\frac{\sin \theta_v}{\sin \theta_l} = \frac{n_l}{n_v} \rightarrow \frac{\sin \theta_v}{\frac{1}{\sqrt{3}}} = \frac{1}{\frac{5\sqrt{3}}{4}} \rightarrow \sin \theta_v = \frac{1}{5} \rightarrow \theta_v = 11.5^\circ$$

$$\tan 11.5^\circ = \frac{\text{ضلع روبه‌رو}}{\text{ضلع مجاور}} = \frac{\sqrt{3}}{5} = \frac{OO'}{12} \rightarrow OO' = 6/\sqrt{3} \text{ cm}$$

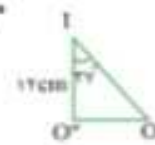


محل برخورد پرتو B را بدست می آوریم:



$$\frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_i} = \frac{n_1}{n_2} \rightarrow \frac{\sin \theta_r}{\sin 37^\circ} = \frac{1}{\frac{3}{\sqrt{2}}} \rightarrow \sin \theta_r = \frac{\sqrt{2}}{3} \rightarrow \theta_r = 37^\circ$$

$$\tan 37^\circ = \frac{\text{ضلع مقابل}}{\text{ضلع مجاور}} \rightarrow \frac{3}{4} = \frac{O'O''}{12} \rightarrow O'O'' = 9 \text{ cm}$$



بنابراین فاصله خواسته شده یعنی OO' برابر $9 - 6/8 = 2/2 \text{ cm}$ است.

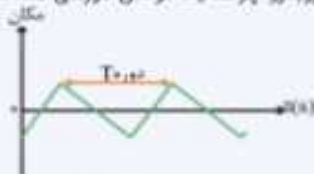
- ۸- لوسانگری با دایره‌ای 24 cm و دوری تناوب T حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر بیشترین اتندی متوسط این نوسانگر در مدت $\frac{1}{2} \cdot \frac{T}{\pi}$ باشد، بیشینه‌ی اتندی لحظه‌ای نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟
- (۱) $0/12 \text{ m/s}$ (۲) $0/24 \text{ m/s}$ (۳) $0/36 \text{ m/s}$ (۴) $0/48 \text{ m/s}$

پاسخ: گزینه ۴

مشخصه	منوعی	معمولیت	آموزشی	شعبه	رشته	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	ترتیب	مکان
درجه ۱	۵	۵	۵	سوال	دوازدهم	حرکت نوسانی	و ترکیب		۲	معمول	معمول

حرکت نوسانی

به هر حرکت رفت و برگشتی حرکت نوسانی می‌گویند. حرکت‌های نوسانی می‌توانند به صورت دورهای یا غیردورهای باشند. نوسان‌های دورهای: نوسان‌هایی که چرخه (سیکل) آن‌ها در دوره‌های دیگر تکرار شود، نوسان دورهای نام دارند. در شکل روبه‌رو چرخه یک نوسان دورهای مشخص شده است.



حرکت هماهنگ ساده (SHM): حرکت نوسانی دورهای که به صورت سینوسی باشد، حرکت هماهنگ ساده نام دارد. در شکل روبه‌رو چرخه یک حرکت هماهنگ ساده مشخص شده است.



دوره تناوب: مدت زمان یک چرخه، دوره تناوب حرکت نامیده می‌شود. دوره تناوب را با T نشان می‌دهند و یگای آن در SI ثانیه است و به صورت زیر به دست می‌آید:

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

T ← دوره تناوب بر حسب ثانیه (s)

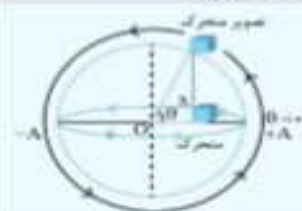
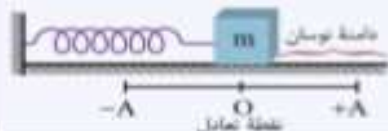
t ← کل زمان طی شدن چرخه‌ها بر حسب ثانیه (s)

n ← تعداد چرخه‌های طی شده

بسامد (فرکانس): تعداد نوسان‌های انجام شده (تعداد چرخه) در هر ثانیه بسامد (فرکانس) نامیده می‌شود. بسامد (فرکانس) را با f نشان می‌دهند و یگای آن در SI هرتز (Hz) است و به صورت روبه‌رو به دست می‌آید:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{n}{t}$$

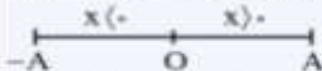
فرض کنید مطابق شکل مقابل جسمی به قطر متصل شده باشد و روی سطح افقی بدون اصطکاک قرار گرفته باشد. اگر این جسم را به اندازه A از وضع تعادل خود به سمت راست بکشیم و رها کنیم جسم بر روی پاره‌خطی به طول $2A$ حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. بیشینه فاصله جسم از نقطه تعادل، دامنه حرکت هماهنگ ساده نام دارد که با A نشان داده می‌شود.



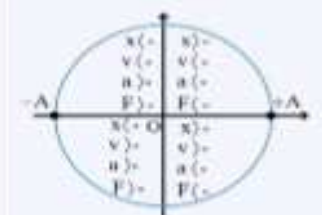
برای تحلیل راحت‌تر حرکت هماهنگ ساده از یک دایره فرضی به نام دایره مرجع استفاده می‌کنیم. همان‌طور که در شکل مقابل می‌بینید هنگامی که متحرک روی پاره‌خط نوسان، یک حرکت رفت و برگشتی کامل انجام می‌دهد، تصویر متحرک روی دایره مرجع یک دایره کامل را طی می‌کند. همان‌طور که در شکل مقابل می‌بینید، زاویه‌ای که محل تصویر را مشخص می‌کند، θ یا فاز حرکت نام دارد.

تعیین علامت کمیت‌های مختلف در حرکت هماهنگ ساده

مکان: فرض کنید جسمی روی محور x ها بر روی پاره‌خطی به طول $2A$ حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر نقطه تعادل را به عنوان مبدأ مختصات در نظر بگیریم، می‌توانیم بگوییم هنگامی که متحرک در سمت راست نقطه تعادل قرار دارد (در ربع‌های اول و چهارم دایره مرجع) مکان آن مثبت و هنگامی که سمت چپ نقطه تعادل قرار دارد (در ربع‌های دوم و سوم دایره مرجع) مکان آن منفی است.



سرعت: هنگامی که متحرک در جهت محور x ها حرکت می‌کند (در ربع‌های سوم و چهارم) سرعت مثبت و هنگامی که در خلاف جهت محور x ها حرکت می‌کند (در ربع‌های اول و دوم) سرعت متحرک منفی است.



شتاب و نیرو: به طور کلی طبق رابطه $F = ma$ ، شتاب و نیرو همواره هم‌علامت هستند. در حرکت هماهنگ ساده هنگامی که جسم در سمت راست نقطه تعادل قرار می‌گیرد، نیروی فنر جسم را به سمت چپ می‌کشد و هنگامی که جسم در سمت چپ نقطه تعادل قرار می‌گیرد، فنر آن را به سمت راست هل می‌دهد. به عبارت دیگر می‌توانیم بگوییم، هنگامی که $x > 0$ است، نیروی وارد شده و به دنبال آن شتاب حرکت جسم منفی هستند و هنگامی که $x < 0$ است، نیروی وارد شده به جسم و شتاب حرکت جسم مثبت هستند. در شکل مقابل علامت کمیت‌های مختلف در یک دایره مشخص شده است.

تعیین مقدار کمیت‌های مختلف در حرکت هماهنگ ساده

مکان: هنگامی که متحرک در نقطه تعادل است $x = 0$ می‌باشد و هنگامی که در ابتدا و انتهای پاره‌خط نوسان قرار می‌گیرد، بیشترین فاصله را تا مبدأ مختصات دارد. به نقاط ابتدا و انتهای پاره‌خط نوسان در اصطلاح نقاط بازگشت می‌گویند.

سرعت: در نقاط بازگشت، متحرک یک لحظه توقف می‌کند و تغییر جهت می‌دهد، بنابراین در این نقاط $v = 0$ است و در هنگام عبور از نقطه تعادل اندازه سرعت متحرک بیشینه است.

شتاب و نیرو: در نقاط بازگشت، چون جسم بیشترین فاصله را از نقطه تعادل دارد، (فنر بیشترین کشیدگی یا بیشترین کشیدگی را دارد) نیروی وارد شده به جسم و در نتیجه شتاب حرکت جسم بیشینه است. اما در نقطه تعادل نیروی وارد شده به جسم و در نتیجه شتاب حرکت آن صفر است.

در شکل زیر اندازه کمیت‌های مختلف در نقاط خاص مشخص شده‌اند.

$$x = 0, F = 0, a = 0, v = v_{max}$$



تعیین معادله حرکت

در حرکت هماهنگ ساده جرم - فنر، معادله حرکت در SI به صورت $x = A \cos(\omega t + \phi)$ است. در بازه زمانی t_1 تا t_2 چند ثانیه بردار شتاب و سرعت هم‌زمان در جهت محور x هستند؟

$$2/5 \text{ (ب)}$$

$$2 \text{ (ب)}$$

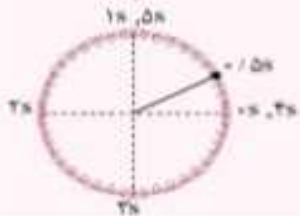
$$1/5 \text{ (ب)}$$

$$1 \text{ (ب)}$$

پاسخ: گزینه ۱

برای حل این سؤال به کمک معادله مکان، دوره تناوب را به صورت زیر معادله می‌کنیم:

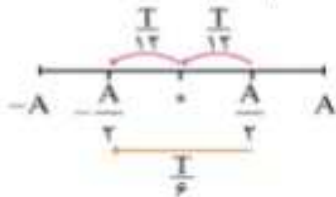
$$x = -\frac{A}{2} \cos \frac{\pi}{T} t = A \cos \omega t \rightarrow \omega = \frac{\pi}{T} = \frac{2\pi}{T} \rightarrow T = 2s$$



در ادامه با توجه به $T = 2s$ ، دایره مرجع را رسم می‌کنیم و لحظات $\pi/5$ و $5\pi/5$ را تعیین می‌کنیم. بنابراین در بازه $(2s - 3s)$ یعنی به مدت ۱s، سرعت و شتاب در جهت محور x هستند.

پاسخ: گزینه ۳

بیشترین تندی متوسط تواسنکر زمانی اتفاق می‌افتد که تواسنکر حوالی مبدأ در حال تواسن باشد بنابراین تواسنکر از نقطه‌ی $\frac{A}{2}$ تا $-\frac{A}{2}$ تواسن می‌کند. بنابراین به اندازه‌ی یک دامنه مسافت طی می‌کند و خواهیم داشت:



$$v_{av} = \frac{l}{\Delta t} \rightarrow \frac{1}{2} = \frac{-\frac{1}{2}A}{\Delta t}$$

$$\rightarrow \Delta t = \frac{-\frac{1}{2}A}{\frac{1}{2}} = -\frac{1}{2}s \rightarrow \frac{T}{4} = -\frac{1}{2} \rightarrow T = 1/2s$$

حال بیشترین سرعت تواسنکر یعنی هنگامی که از مبدأ می‌گذرد را به دست می‌آوریم:

$$v_{max} = A\omega \rightarrow v_{max} = A \times \frac{2\pi}{T} = -\frac{1}{2} \times 2\pi \times \frac{2\pi}{1/2} = -\frac{1}{2} \times 4\pi \left(\frac{m}{s}\right)$$

گروه آموزشی ماز

۸۲- معادله‌ی مکان - زمان یک تواسنکر در SI به صورت $x = 0.08 \cos \frac{\pi}{6} t$ است. پس از چند ثانیه، این تواسنکر برای دومین بار در $-f_{cm}$ مرکز قرار گرفته و انرژی پتانسیل آن در حال افزایش است؟

۲۰ (۴)

۱۶ (۳)

۱۲ (۲)

۴ (۱)

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	معماری	آموزشی	شماره سوال	پایه	موضوع	پیش نیاز و ترکیب	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه سختی	میزان
درجه از ۵۰	۵	۵	۷	دوازدهم	حرکت هماهنگ ساده			متوسط	متوسط

حرکت هماهنگ ساده

همان‌طور که گفتیم در حرکت هماهنگ ساده نمودار مکان - زمان نموداری سینوسی است. یعنی مکان را می‌توان به صورت تابعی سینوسی یا کسینوسی از زمان نوشت که در کتاب درسی فیزیک سال دوازدهم تابع کسینوسی انتخاب شده است و داریم:

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

x ← مکان تواسنکر برحسب متر (m)

A ← دامنه حرکت تواسنکر برحسب متر (m)

ω ← بسامد زاویه‌ای برحسب رادیان بر ثانیه $\left(\frac{rad}{s}\right)$

t ← زمان برحسب ثانیه (s)

نکته:

در رابطه بالا بسامد زاویه‌ای (ω) برابر تغییرات فاز حرکت در واحد زمان است که به صورت روبه‌رو به دست می‌آید:

$$\omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

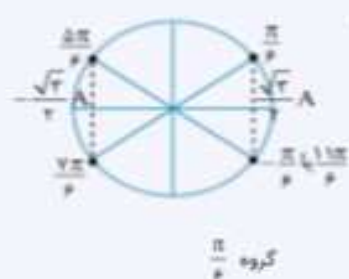
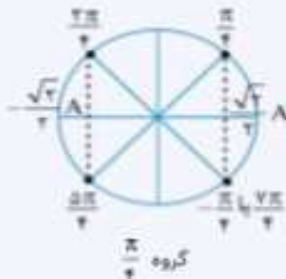
آشنایی با مکان‌ها و فازهای معروف گنگور

هنگامی که جسم روی پاره خط نوسان در مکان x قرار دارد تصویر آن روی دایره مرجع در فاز θ قرار می‌گیرد. دقت کنید که در معادله مکان - زمان، شناسه تابع سینوسی (یعنی \cos) همان فاز حرکت است. به‌طور مثال هنگامی که تصویر متحرک در فاز $\frac{\pi}{4}$ است مکان متحرک به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:



$$x = A \cos(\omega t) = A \cos\left(\frac{\pi}{4}\right) = \frac{A}{\sqrt{2}}$$

برای افزایش سرعت پاسخ‌گویی سؤالات این قسمت تمام فازها و مکان‌های معروف را در سه شکل زیر مشخص کرده‌ایم. لطفاً این شکل‌ها را خیلی خوب بررسی کنید.



نکته:

هنگامی که نوسانگر از مکان x_1 به مکان x_2 جابه‌جا می‌شود فاز آن از θ_1 تا θ_2 تغییر می‌کند. برای به‌دست آوردن زمان این جابه‌جایی می‌توان از دو روش زیر استفاده کرد:

روش (1): استفاده از بسامد زاویه‌ای

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

روش (2): استفاده از تناوب

$$\frac{\Delta\theta}{2\pi} = \frac{\Delta t}{T}$$

مثال

معادله حرکت هماهنگ ساده نوسانگری در SI به‌صورت $x = -\frac{1}{3} \cos\left(\frac{2}{9}\pi t\right)$ است. چند ثانیه پس از لحظه $t = 0$ این نوسانگر برای دومین بار به مکان

$x = -\frac{1}{3}$ می‌رسد؟

پاسخ: گزینه ۲

ابتدا محل ابتدا و انتهای حرکت نوسانگر را روی دایره مرجع تعیین می‌کنیم:

بنابراین با توجه به اینکه دامنه 3 cm می‌باشد، بنابراین نوسانگر برای دومین بار از $-\frac{A}{3}$ عبور می‌کند.

با توجه به نکات ارائه شده این نقطه معادل $\frac{4\pi}{9}$ می‌باشد. در ادامه با کمک رابطه زیر، زمان را محاسبه می‌کنیم:

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \rightarrow \frac{2\pi}{9} = \frac{\frac{4\pi}{9}}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = \frac{\frac{4\pi}{9}}{\frac{2\pi}{9}} = \frac{A}{9}$$

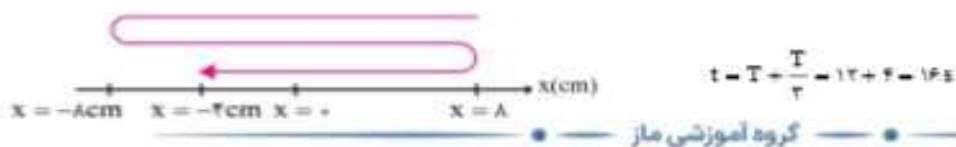
پاسخ نهایی:

ابتدا به کمک رابطه‌ی $x = -\frac{1}{3} \cos\left(\frac{2}{9}\pi t\right)$ دوره‌ی تناوب نوسانگر را به دست می‌آوریم:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \rightarrow \frac{2\pi}{9} = \frac{2\pi}{T} \rightarrow T = 9 \text{ s}$$

نوسانگر دو بار از نقطه‌ی $x = -\frac{1}{3}$ عبور می‌کند، یک بار زمانی که در حال دور شدن از مبدأ است و بار دیگر در حال نزدیک شدن به مبدأ است. با توجه به سؤال انرژی پتانسیل در حال افزایش است، پس نوسانگر در حال دور شدن از مبدأ و در ناحیه‌ی دوم است.

برای دومین بار، توستاگر از این نقطه با این شرایط عبور کرده است، یعنی یک توستاگر کامل انجام داده است و سپس به اندازه $\frac{T}{4}$ حرکت کرده است.



گروه آموزشی ماز

۸۲- یک توستاگر با دوره تناوب ۱۲s، روی پاره خطی حول $x=0$ توستا می کند. در لحظه t_1 از مکان $x_1 = +8cm$ و ۳ ثانیه بعد، از مکان $x_2 = 15cm$ عبور می کند. بیشینه تندی این توستاگر چند سانتی متر بر ثانیه است؟ ($\pi=3$)

۱۷ (۴)

۸/۵ (۳)

۷/۵ (۲)

۶/۵ (۱)

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	معمولی	محاسباتی	آموزشی	شماره	پایه	مبحث	پیش نیاز	پیش نیاز لازم تست	مفاهیم قابل ترکیب با	فرجه	مدت
درجه از ۱ تا ۵	۱	۲	۳	۴	۵	حرکت هماهنگ ساده	و ترکیب	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵

حرکت هماهنگ ساده

بررسی نمودار و محاسبه مکان، زمان و دوره تناوب:

اگر در سؤالی نمودار مکان - زمان توستاگر داده شد می توان به کمک معادله حرکت و جایگذاری اطلاعات به مجهول سؤال دست پیدا کرد. برای فهم بهتر این مطلب به سؤال زیر دقت کنید.



پاسخ: گزینه ۳

ابتدا اطلاعات داده شده روی نمودار را بررسی می کنیم. با توجه به نمودار، دامنه ۴cm و مکان در لحظه $t = \frac{1}{2}$ برابر $-2\sqrt{3}$ سانتی متر می باشد. این اعداد را در معادله مکان توستاگر جایگذاری می کنیم:

$$x = A \cos(\omega t) \rightarrow -2\sqrt{3} = 4 \cos(\omega t)$$

با حل معادله بالا می توان دوره را محاسبه کرد. برای این کار ابتدا ωt را محاسبه می کنیم.

$$\cos(\omega t) = \frac{-2\sqrt{3}}{4} = -\frac{\sqrt{3}}{2} \rightarrow \omega t = \frac{2\pi}{3}$$

با قرار دادن $\omega = \frac{2\pi}{T}$ و $t = \frac{1}{2}$ دوره حساب می شود:

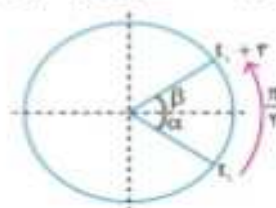
$$\frac{2\pi}{T} \times \frac{1}{2} = \frac{2\pi}{3} \rightarrow T = \frac{2}{3} s$$

در آخر با قرار دادن اطلاعات در $v_m = A \frac{2\pi}{T}$ ، اندازه سرعت بیشینه حساب می شود:

$$v_m = \frac{4}{1} \times \frac{2\pi}{\frac{2}{3}} = \frac{4}{1} \times 2 \times 3 \times \frac{\pi}{2} = 12\pi \frac{m}{s}$$

پایه آموزشی

پاره ی زمانی ۳ ثانیه، $\frac{1}{4}$ دوره ی تناوب است، بنابراین توستاگر از ناحیه ی چهارم دایره ی مرجع به ناحیه اول رفته است.



$$\cos \alpha = \frac{x_1}{A} = \frac{\lambda}{A} \quad \alpha + \beta = \frac{\pi}{2} \rightarrow \cos \beta = \sin \alpha \rightarrow \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \rightarrow \cos^2 \beta + \cos^2 \alpha = 1$$

$$\cos \beta = \frac{x_2}{A} = \frac{15}{A}$$

$$\rightarrow \left(\frac{15}{A}\right)^2 + \left(\frac{\lambda}{A}\right)^2 = 1 \rightarrow A = 17 \text{ cm}$$

بیشینه‌ی تندى توستاگر از رابطه‌ی $v_{\max} = A\omega$ به دست می‌آید. در نتیجه:

$$v_{\max} = A\omega = 17 \times \frac{2\pi}{12} = 17 \times \frac{2 \times 3.14}{12} = 8.8 \text{ cm/s}$$

گروه آموزشی ماز

۸۴- در لحظه‌ای که بردار مکان یک توستاگر وزنه - فتر به جرم 80 g تغییر جهت می‌دهد، نیروی وارد بر آن 220 N است و در لحظه‌ای انرژی پتانسیل توستاگر به کمترین مقدار خود می‌رسد، تندى توستاگر $40 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ می‌شود. طول پاره خط مسیر چند سانتی‌متر است؟

۸۰ (۴)

۴۰ (۳)

۲۰ (۲)

۱۰ (۱)

پاسخ: گزینه ۴

موضوع	مفهوم	مکانیسم	توسعه	توسعه	توسعه	توسعه	توسعه	توسعه	توسعه	توسعه	توسعه
مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک

رابطه شتاب و نیرو بر حسب مکان در حرکت هماهنگ ساده

همان‌طور که می‌دانید در حرکت هماهنگ ساده سامانه جرم - فنر، اندازة نیرویی که از طرف فنر به جسم وارد می‌شود برابر $F = kx$ است. از طرف دیگر طبق قانون دوم نیوتون، $F = ma$ است و داریم:

$$\left. \begin{array}{l} F = kx \\ F = ma \end{array} \right\} \rightarrow kx = ma \rightarrow a = \frac{k}{m}x \xrightarrow{\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}} a = -\omega^2 x \xrightarrow{\text{حالت تعادلی}} a = -\omega^2 x$$

$a \leftarrow$ شتاب توستاگر بر حسب متر بر مجذور ثانیه $\left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$

$\omega \leftarrow$ بسامد زاویه‌ای بر حسب رادیان بر ثانیه $\left(\frac{\text{rad}}{\text{s}}\right)$

$x \leftarrow$ مکان توستاگر بر حسب متر (m)



(۱) دقت کنید که رابطه فوق برای سامانه جرم - فنر به‌دست آمده است لذا می‌توان نشان داد که برای سایر توستاگرها مانند آونگ ساده نیز قابل استفاده است.
(۲) با مشخص شدن رابطه شتاب بر حسب مکان، رابطه نیرو بر حسب مکان نیز به‌صورت مقابل به‌دست می‌آید:

$$F = ma \rightarrow F = -m\omega^2 x$$

(۳) همان‌طور که می‌دانید، بیشترین مقدار x برابر A می‌باشد، بنابراین بیشترین اندازة نیروی وارد شده به توستاگر و بیشینه شتاب توستاگر برابر است با:

$$a = -\omega^2 x \xrightarrow{x=A} |a_{\max}| = A\omega^2$$

$$F_{\max} = ma_{\max} \rightarrow |F_{\max}| = mA\omega^2$$

$v_{\max} \leftarrow$ بیشینه سرعت توستاگر بر حسب $\left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$

$a_{\max} \leftarrow$ بیشینه شتاب توستاگر بر حسب متر بر مجذور ثانیه $\left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$

$F_{\max} \leftarrow$ بیشینه نیروی وارد شده به توستاگر بر حسب نیوتون (N)

آنگون برای درک بهتر به سؤال زیر که مربوط به کنگور رشته تجربی سال ۹۸ می‌باشد دقت کنید.



توستاگر ساده‌ای روی پاره خطی به طول 4 سانتی‌متر نوسان می‌کند و در هر ثانیه یک‌بار طول این پاره خط را طی می‌کند. بیشینه سرعت این توستاگر چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟

4π (۴)

2π (۳)

4π (۲)

4π (۱)

پاسخ: گزینه ۳

دامنه نوسان نصف طول پاره خط مسیر یعنی $\frac{A}{2} = 2\text{cm}$ است و دوره برابر 2s می باشد. زیرا در هر دوره 2 بار پاره خط مسیر طی می شود و هر بار 1s طول می کشد. بنابراین به کمک رابطه زیر که مربوط به سرعت بیشینه نوسانگر می باشد، مجهول خواسته شده را محاسبه می کنیم:

$$v = A\omega = A \frac{2\pi}{T} = 2 \times \frac{2\pi}{2} = 2\pi \text{cm}$$

پاسخ: $2\pi \text{cm}$

لحظه ای که بردار مکان تغییر جهت می دهد یعنی لحظه ای که سرعت نوسانگر صفر می شود و یعنی در دو انتهای مسیر و لحظه ای که نیرو بیشینه است. پس بیشینه ی نیرو 220N است.

$$F_{\max} = Am\omega^2 \rightarrow 220 = \frac{A}{100} \times A\omega^2 \rightarrow A\omega^2 = 4000$$

لحظه ای که انرژی پتانسیل به کمترین مقدار خود می رسد یعنی $U = 0$ است و در نتیجه انرژی جنبشی آن بیشینه و به تبعیت از انرژی جنبشی، سرعت آن نیز بیشینه است.

$$v_{\max} = 40 \rightarrow A\omega = 40$$

بنابراین:

$$\frac{a_{\max}}{v_{\max}} = \omega \rightarrow \frac{4000}{40} = \omega \rightarrow \omega = 100 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$v_{\max} = A\omega \rightarrow 40 = A \times 100 \rightarrow A = 0.4 \text{m} = 40\text{cm}$$

طول پاره خط 2 برابر دامنه ی نوسان است.

$$2A = 2 \times 40 = 80\text{cm}$$

گروه آموزشی ماز

- ۸۵- وزنه ای به جرم m توسط فنری به ثابت k با دوره ی تناوب T نوسان می کند. اگر جرم درصد و دهیم دوره ی تناوب ۲۰ درصد کاهش می یابد.
- (۱) ۴۰ - افزایش
(۲) ۳۶ - کاهش
(۳) ۳۶ - افزایش
(۴) ۴۰ - کاهش

پاسخ: گزینه ۴

مستند	مفهوم	معمایان	توضیح	شماره سوال	پایه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز قلم تحت	مفاهیم قابل ترکیب یا	درجه سختی	میزان پیچیدگی
برجده از ۱۰	۵	۵	۵	۵	دوازدهم	ساخته جرم - فنر					

سامانه جرم - فنر



جرم و فنر: فرض کنید مطابق شکل زیر جسمی به جرم m به فنری به ثابت k متصل شده باشد و این روابط برای فنر افقی نیز قابل استفاده است. در این حالت برای به دست آوردن دوره و بسامد زاویه ای سامانه جرم - فنر می توانیم از روابط زیر استفاده کنیم:

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

T ← دوره سامانه جرم - فنر بر حسب ثانیه (s)

ω ← بسامد زاویه ای سامانه جرم - فنر بر حسب رادیان بر ثانیه ($\frac{\text{rad}}{\text{s}}$)

m ← جرم جسم متصل شده به فنر بر حسب کیلوگرم (kg)

k ← ثابت فنر بر حسب نیوتون بر متر ($\frac{\text{N}}{\text{m}}$)

به سوال زیر دقت کنید.



وزنه ای به جرم 80g به انتهای فنری با جرم ناچیز و ثابت فنر $2\pi \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ آویخته شده و با دامنه کم نوسان می کند. بسامد نوسان های آن چند هرتز است؟

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

پاسخ: گزینه ۴

به کمک رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ دوره را محاسبه می‌کنیم.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{8 \times 10^{-2}}{2\pi^2}} = 2\pi\sqrt{\frac{4 \times 10^{-2}}{\pi^2}} = 2\pi\sqrt{\frac{2 \times 10^{-2}}{\pi}} \approx 0.4$$

سپس با معکوس کردن دوره، بسامد را محاسبه می‌کنیم:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.4} = 2.5 \text{ Hz}$$

پاسخ: ۲.۵ هرتز

دوره‌ی تناوب از رابطه‌ی $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ به دست می‌آید. بنابراین:

$$\frac{T_r}{T_1} = \sqrt{\frac{m_r}{m_1}} \rightarrow \frac{T_r}{1.0} = \sqrt{\frac{m_r}{m_1}} \rightarrow \frac{m_r}{m_1} = \frac{16}{25} = 64\%$$

درصد تغییرات جرم برابر است با:

$$\Delta m = m_r - m_1 = -36\% m_1$$

گروه آموزشی ماز

۸۶- به وسیله‌ی یک فنر به ثابت $k = 400 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ وزنه‌ای به جرم 10 kg را با دامنه‌ی 20 cm به نوسان درمی‌آوریم. چند ثانیه طول می‌کشد تا وزنه مسافت Δm را طی کند؟ ($\pi = \sqrt{10}$)

۲۰ (۴)

۱۵ (۳)

۱۰ (۲)

۵ (۱)

پاسخ: گزینه ۲

مفهوم	مفهوم	محاسبات	گوشی	شماره	پایه	موضوع	پیش نیاز	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
درجه از ۱ تا ۵	۵	۴	۵	۵	دوازدهم	سامانه جرم - فنر	پیش نیاز و ترکیب			مفاهیم	میزان

سامانه جرم - فنر

در مواردی تعداد نوسان و زمان با هم مطرح می‌شوند. برای حل این گونه سوالات از رابطه $n = \frac{t}{T}$ استفاده می‌کنیم. در این رابطه t زمان، T دوره تناوب و n تعداد نوسان است.
به تست زیر دقت کنید.

پایه دوازدهم

به انتهای یک فنر با جرم ناچیز وزنه 500 g آویزان می‌کنیم و آن را در راستای قائم با دامنه کم به نوسان درمی‌آوریم. اگر ثابت فنر $20 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ باشد، وزنه در هر دقیقه

چند نوسان کامل انجام می‌دهد؟ ($\pi^2 = 10$)

۶۰ (۴)

۳۰ (۳)

۱۸ (۲)

۱۲ (۱)

پاسخ: گزینه ۴ صحیح است.

برای حل این تست ابتدا دوره تناوب را به کمک روابط مربوط به فنر محاسبه می‌کنیم.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \rightarrow T = 2 \times \pi \times \sqrt{\frac{0.5}{20}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{40}} = \frac{2\pi}{2\sqrt{10}} = 1\text{s}$$

در ادامه برای محاسبه تعداد نوسان، از رابطه $n = \frac{t}{T}$ استفاده می‌کنیم:

$$n = \frac{60}{1} = 60 \text{ دور}$$

پاسخ: ۶۰ دور

ابتدا دوره‌ی تناوب سامانه‌ی جرم و فنر را به دست می‌آوریم:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \rightarrow T = 2 \times \pi \times \sqrt{\frac{1}{40}} \rightarrow T^2 = 4 \times 10 \times \frac{1}{40} \rightarrow T^2 = 1 \rightarrow T = 1\text{s}$$

باید بدانیم تویستای در هر دوری تویسان ۴ دامنه را طی می‌کند و زمان هر ۴ دامنه برای یک دوری تناوب است.

$$10 = \frac{A}{4 \times 10^{-2}} \Rightarrow A = 4 \times 10^{-2} \text{ m}$$

بنابراین ۱۰ تویسان کامل انجام می‌دهد و مدت زمان طی شدن ۸ متر برابر ۱۰ ثانیه است.

گروه آموزشی ماز

۸۷- وزنه‌ای به جرم ۲۰۰g را به وسیله یک فنر افقی با ثابت $80 \frac{N}{m}$ به تویسان درمی‌آوریم. اگر حداقل و حداکثر طول فنر ۲۸cm و ۴۲cm باشد، اندازه بیشینه‌ی شتاب تویسانگر چند متر بر مربع ثانیه است؟

۴۲ (۴)

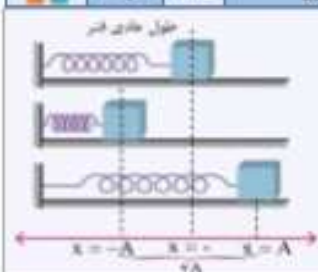
۵۶ (۳)

۲۸ (۲)

۱۴ (۱)

پاسخ: گزینه ۲

موضوع	مفهوم	محاسبات	آموزش	شماره	پایه	مبحث	پیش نیاز	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	نوع سوال
درجه ۱۰	۵	۶	۱	۱	۱	مکانیک جرم - فنر	و ترکیب		۲	۲	محاسبه



مسئله جرم - فنر

دقت کنید فنر در دو حالت بیشینه‌ی انرژی پتانسیل دارد. یکبار لحظه‌ای که بیشترین فشردگی و بار دیگر بیشترین کشیدگی را دارد. فاصله‌ی بین بیشترین فشردگی و کشیدگی برابر طول پاره‌خط تویسان است. یعنی برابر ۲A است.

متن

وزنه‌ای به جرم ۴۰۰g به یک فنر افقی با ثابت $160 \frac{N}{m}$ متصل است و آن را به تویسان درمی‌آوریم. بین وزنه فاصله‌ی بین بیشترین فشردگی و کشیدگی را حداقل

در چند ثانیه طی می‌کند؟ ($\pi = 3$)

۰/۶ (۴)

۰/۴۵ (۳)

۰/۳ (۲)

۰/۱۵ (۱)

پاسخ: فاصله‌ی بین بیشترین فشردگی و کشیدگی برابر طول پاره‌خط تویسان است و تویسانگر آن را حداقل در مدت $\frac{T}{2}$ طی می‌کند. بنابراین:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \rightarrow T = 2 \times 3 \times \sqrt{\frac{0.4}{160}} = 2 \times 3 \times \frac{1}{2} = 3 \text{ s}$$

$$t = \frac{T}{2} = \frac{3}{2} = 1.5 \text{ s}$$

پاسخ: گزینه ۲

ابتدا بسامد زاویه‌ای وزنه را محاسبه می‌کنیم:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{160}{0.4}} = 20 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

اختلاف طول حداکثری و حداقلی فنر ۲ برابر دامنه است.

$$2A = l_{\max} - l_{\min} \rightarrow 2A = 42 - 28$$

$$\rightarrow 2A = 14 \rightarrow A = 7 \text{ cm}$$

در نتیجه:

$$a_{\max} = A\omega^2 = \frac{7}{100} \times 400 = 28 \left(\frac{m}{s^2}\right)$$

گروه آموزشی ماز

۸۸- دوره تناوب آونگی به طول L_1 برابر ۲s و آونگ به طول L_2 برابر ۶s است. آونگی به طول $L_3 - L_1$ در مدت زمان چند دقیقه، ۵ تویسان انجام می‌دهد؟

۷ (۴)

۶ (۳)

۵ (۲)

۴ (۱)

موضوع	مفهوم	محاسبات	توضیح	پایه	مبحث	پیش نیاز	پیش نیاز لازم نیست	مشاهده قابل ترکیب با	درجیه	میزان
موضوع از ۱۰	۶	۶	۴	سوال	دوازدهم	آونگ ساده	و ترکیب	۱	۱	معمول

آونگ ساده:

آونگ ساده شامل وزنه کوچکی است که از نخ بدون جرم به طول L که سر دیگر آن ثابت شده است، آویزان است. اگر زاویه انحراف آونگ از وضع تعادل کوچک باشد، آونگ حرکت هماهنگ ساده خواهد داشت و در این حالت برای به دست آوردن دوره و بسامد زاویه‌ای آن می‌توانیم از روابط روبه‌رو استفاده کنیم:



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

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$$

T ← دوره نوسان آونگ ساده بر حسب ثانیه (s)

ω ← بسامد زاویه‌ای آونگ ساده بر حسب رادیان بر ثانیه ($\frac{\text{rad}}{\text{s}}$)

L ← طول نخ بر حسب متر (m)

g ← شتاب گرانش در محل مورد نظر بر حسب متر بر مجذور ثانیه ($\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)

در ادامه سؤال مربوط به کنکور ۱۴۰۱ رشته ریاضی را بررسی می‌کنیم:

کنکور ۱۴۰۱ رشته ریاضی

در مکانی که شتاب گرانش برابر $g = \pi^2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ است، طول آونگ ساده‌ای را چند سانتی‌متر انتخاب کنیم تا در هر ثانیه یک نوسان کامل انجام دهد؟

۲۵ (۴)

۵۰ (۳)

۷۵ (۲)

۱۰۰ (۱)

پاسخ: گزینه ۴

با توجه به متن سؤال، نوسانگر در هر ثانیه باید یک نوسان انجام دهد. بنابراین دوره یک ثانیه می‌باشد. بنابراین به کمک رابطه دوره، طول آونگ را محاسبه می‌کنیم:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \rightarrow 1 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{\pi^2}} \rightarrow 1 = \frac{2\sqrt{L}}{\pi} \rightarrow L = \frac{1}{4} \text{m} = 25 \text{cm}$$

پایه: دوازدهم

دوره‌ی تناوب آونگ از رابطه‌ی $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ به دست می‌آید. بنابراین نسبت طول آونگ‌ها به صورت مقابل، قابل محاسبه است.

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} \rightarrow \frac{6}{2.5} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}}$$

$$\rightarrow \frac{12}{5} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} \rightarrow \frac{L_2}{L_1} = \frac{144}{25} \rightarrow L_2 = \frac{144}{25} L_1$$

بنابراین مقدار $L_2 = L_1$ برابر است با $\frac{144}{25} L_1$ است.

$$\Delta L = L_2 - L_1 = \frac{144}{25} L_1 \rightarrow \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{\Delta L}{L_1}} \rightarrow \frac{T'}{2.5} = \sqrt{\frac{144}{25} L_1}{L_1}$$

$$\rightarrow \frac{T'}{2.5} = \sqrt{\frac{144}{25}} \rightarrow \frac{T'}{2.5} = \frac{12}{5} \rightarrow T' = 6 \text{s}$$

یا استفاده از رابطه‌ی $T = \frac{t}{N}$ ، زمان نوسان را محاسبه می‌کنیم:

$$6 = \frac{t}{5} \rightarrow t = 30 \text{s} = 5 \text{min}$$

۸۹- یک آونگ ساده روی سطح زمین در هر دقیقه ۴۸۰ بار پاره خط مسیرش را طی می‌کند. آن را درون یک آسانسور که با شتاب $\frac{m}{s^2}$ حرکتی

کندشونده رو به بالا دارد به نوسان درمی‌آوریم. در مدت زمان ۵ دقیقه چند نوسان کامل انجام می‌دهد؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$)

۱۲۰۰ (۴)

۱۵۰ (۳)

۶۰۰ (۲)

۳۰۰ (۱)

پاسخ: گزینه ۲

موضوع	مفهوم	مباحثاتی	آموزشی	شماره	پایه	درجه	نوع	پیش نیاز	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قبل ترکیب یا	درجه	میزان
درجه ۱۰	۷	۶	۶	سوال	دوازدهم	آونگ ساده	ترکیب					متوسط

نکته:

اگر آونگ ساده داخل آسانسوری که با شتاب a در حال حرکت می‌باشد، قرار بگیرد، به جای g مقدار g' را جایگذاری می‌کنیم که از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$g' = (g \pm a)$$

نکته: علامت مثبت برای هنگامی است که شتاب رو به بالا و علامت منفی برای وقتی است که شتاب رو به پایین باشد.

مثال:

آونگی به طول $\frac{400}{\pi}$ cm درون آسانسوری به سقف آن متصل است. اگر آسانسور با شتاب $\frac{m}{s^2}$ رو به بالا شروع به حرکت کند، دوری تناوب آونگ چند ثانیه

می‌شود؟ ($\pi = 3, g = 10 \frac{m}{s^2}$)

۲/۵ (۴)

۲ (۳)

۱/۵ (۲)

۱ (۱)

پاسخ: ۳

آسانسور با شتاب $\frac{m}{s^2}$ رو به بالا شروع به حرکت می‌کند، بنابراین شتاب ظاهری آن برابر است با:

$$g' = g + a \rightarrow g' = 10 + 2 = 12 \frac{m}{s^2}$$

به کمک رابطه $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ ، دوری تناوب آونگ به دست می‌آید:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g'}} \rightarrow T = 2 \times 2 \sqrt{\frac{\frac{400}{\pi}}{12}} = 6 \sqrt{\frac{4}{3 \times 12}} = 6 \times \sqrt{\frac{1}{9}}$$

$$\rightarrow T = 6 \times \frac{1}{3} \rightarrow T = 2s$$

پایان بخش اول

زمانی که توستاگر در هر دقیقه ۴۸۰ بار طول پاره خط توسان را طی کند، در هر دقیقه ۲۴۰ بار توسان می‌کند. پسامد از رابطه $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}}$ و $f = \frac{N}{t}$

به دست می‌آید. در نتیجه تعداد توسان آن‌ها برابر است با:

$$f = \frac{n}{t} \rightarrow \frac{n}{t} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}} \rightarrow n = \frac{t}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}}$$

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}}$$

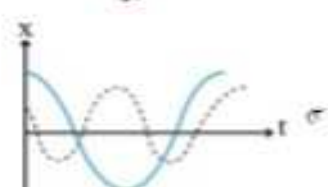
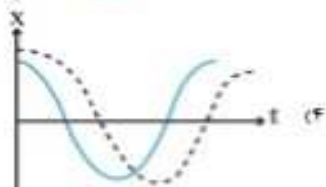
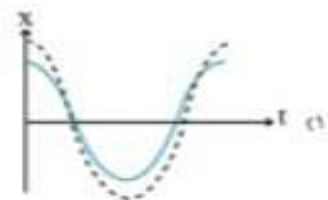
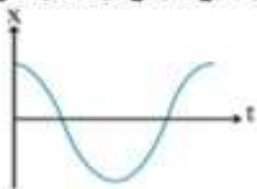
بنابراین رابطه‌ی مقایسه‌ای می‌توانیم تعداد توسانات داخل آسانسور را محاسبه کنیم:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{t_1}{t_2} \times \sqrt{\frac{g_1}{g_2}} \rightarrow \frac{n_1}{240} = 5 \times \sqrt{\frac{10 - 7/5}{10}} = 5 \times \sqrt{\frac{1}{4}} = \frac{5}{2}$$

$$\rightarrow \frac{n_1}{240} = \frac{5}{2} \rightarrow n_1 = 600$$

گروه آموزشی ماز

۹۰- نمودار مکان - زمان یک آونگ ساده مطابق شکل در دمای 40°C نمودار پررنگ در گزینه‌ها است. در کدام گزینه نمودار مکان - زمان آونگ در دمای 20°C به شکل نقطه چین درست رسم شده است؟ (ضریب انبساط طولی آونگ قابل توجه است)



پاسخ: گزینه ۳

موضوع	معماری	محاسبات	آموزش	شماره	نوع	موضوع	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
درجه اول	۲	۶	۷	سوال	دوازدهم	آونگ ساده	۱۵	۱۵	معماری	ساده

آونگ ساده

در سال دهم با انتساط طولی آشنا شدیم و دانستیم که با تغییر دما، طول یک جسم نیز تغییر می‌کند. با توجه به رابطه‌ی $L_T = L_0(1 + \alpha\Delta T)$ با افزایش دما، طول جسم افزایش و با کاهش دما، طول جسم نیز کاهش می‌یابد. بنابراین اگر آونگی در حال نوسان باشد و دمای آن تغییر کند، با توجه به رابطه‌ی $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ دوره‌ی تناوب آن نیز تغییر می‌کند. در نتیجه با افزایش یا کاهش دما، دوره‌ی تناوب آن نیز به ترتیب افزایش یا کاهش می‌یابد. دقت کنید که اگر طول آونگ افزایش یابد، دوره‌ی تناوب افزایش خواهد یافت و در نتیجه با افزایش طول دامنه‌ی نوسان آن هم افزایش خواهد یافت.

مثال

آونگی به طول 20cm به ضریب انبساط طولی $\alpha = 10^{-5} \text{K}^{-1}$ با دمای 30°C در حال نوسان است. اگر دمای آونگ به 40°C برسد، دوره‌ی تناوب آونگ چند برابر خواهد شد؟

$$\sqrt{1/---2} \quad (4)$$

$$\sqrt{20/---4} \quad (3)$$

$$\sqrt{1/---2} \quad (2)$$

$$\sqrt{20/---4} \quad (1)$$

پاسخ: گزینه ۴
ابتدا طول آونگ را در دمای 40°C به دست می‌آوریم:

$$L_T = L_0(1 + \alpha\Delta T) = 20 \cdot (1 + 10^{-5} \times 10) = 20.002$$

$$L_T = 20 \cdot (1 + 10^{-5} \times 10) = 20 \cdot (1 + 0.0001) = 20.002$$

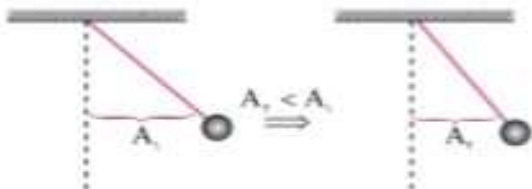
$$L_T = 20.002$$

با توجه به رابطه‌ی $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ خواهیم داشت:

$$\frac{T_T}{T_1} = \sqrt{\frac{L_T}{L_1}} \rightarrow \frac{T_T}{T_1} = \sqrt{\frac{20.002}{20}} = \sqrt{1.0001}$$

توجه

با توجه به رابطه‌ی $L_T = L_0(1 + \alpha\Delta T)$ یا کاهش دما، طول آونگ کاهش می‌یابد در نتیجه اگر طول اولیه L_1 باشد، طول ثانویه L_2 خواهد بود و $A_2 < A_1$ است.



حال با توجه به رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ و از آن جایی که دوره با مجذور طول آونگ رابطه مستقیم دارد، با کاهش طول آونگ، دوره آن هم کاهش می‌یابد و گزینه‌ی (۴) صحیح است.

گروه آموزشی ماز

۹۱- معادله‌ی نیروی وارد بر یک آونگ ساده به جرم 400g در SI به شکل $F = -90x$ است. طول آونگ چند متر است؟ ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)

$$\frac{1}{5} \quad (4)$$

$$\frac{1}{15} \quad (3)$$

$$\frac{2}{45} \quad (2)$$

$$\frac{2}{3} \quad (1)$$

پاسخ: گزینه ۲

موضوع	معماری	گوشی	شماره	پایه	مبحث	پیش نیاز	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
درجه ۱۰	۳	۵	۵	نوردهیم	آونگ ساده	و ترکیب			صغیری	متوسط

آونگ ساده

رابطه بین نیرو و مکان و نیروی بیشینه و مکان و همچنین شتاب و شتاب بیشینه و مکان به صورت زیر می‌باشد:

$$a = -\omega^2 x \quad a_m = -A\omega^2$$

$$F = -m\omega^2 x \quad F_m = -mA\omega^2$$

به مثال زیر دقت کنید:

مثال:

معادله نیروی وارد بر آونگی به طول 40cm در SI به صورت $F = -100x$ است. جرم آونگ چند کیلوگرم است؟ ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)

$$0.04 \quad (4)$$

$$40 \quad (3)$$

$$4 \quad (2)$$

$$0.4 \quad (1)$$

پاسخ: گزینه ۲

ابتدا به کمک روابط آونگ، بسامد زاویه‌ای آن را محاسبه می‌کنیم:

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}} = \sqrt{\frac{10}{0.4}} = 5$$

به کمک رابطه $F = -m\omega^2 x$ و مقایسه با رابطه داده شده در سؤال داریم:

$$m\omega^2 = 100 \rightarrow m = \frac{100}{25} = 4\text{kg}$$

پایان آموزش

معادله‌ی نیروی توانگر به صورت $F = -m\omega^2 x$ است. بنابراین خواهیم داشت:

$$F = -m\omega^2 x \rightarrow m\omega^2 = 100 \frac{\text{N}}{\text{m}} \rightarrow \omega^2 = \frac{100}{4} \rightarrow \omega = 5 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$F = -100x$$

یا توجه به رابطه $\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$ می‌توانیم به راحتی طول آونگ را به دست بیاوریم:

$$5 = \sqrt{\frac{10}{L}} \rightarrow 25 = \frac{10}{L} \rightarrow L = \frac{10}{25} = \frac{2}{5}\text{m}$$

گروه آموزشی ماز

۹۲- اختلاف اندازه‌ی شتاب یک نوسانگر وزنه-فتر در $4/\delta\text{cm}$ سمت راست مرکز نوسان یا $1/\delta\text{cm}$ سمت چپ مرکز نوسان $3 \frac{\text{km}}{\text{s}^2}$ است. اگر جرم نوسانگر 500g باشد، ثابت فتر چند نیوتون بر متر است؟

$$5000 \quad (4)$$

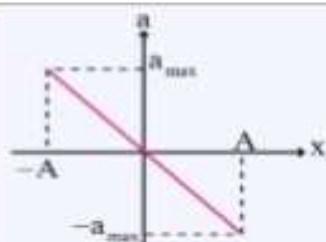
$$4000 \quad (3)$$

$$2500 \quad (2)$$

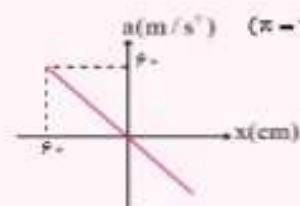
$$2000 \quad (1)$$

پاسخ: گزینه ۴

موضوع	معماری	گوشی	شماره	پایه	مبحث	پیش نیاز	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
درجه ۱۰	۴	۵	۵	نوردهیم	سامانه وزنه-فتر	و ترکیب			صغیری	متوسط



شتاب در حرکت نوسانی متغیر است بنابراین شتاب نوسانگر از رابطه $a = -\omega^2 x$ به دست می آید و بیشینه شتاب نوسانگر در دو انتهای مسیر است و برابر $a = -\omega^2 A$ خواهد بود و نمودار آن به شکل مقابل است.



با توجه به نمودار شتاب-مکان روبه رو که مربوط به حرکت نوسانی هماهنگ ساده است، دوری تناوب آن چند ثانیه است؟ ($\pi = 3$)

(1) ۰/۳
(2) ۰/۶
(3) ۰/۴۵
(4) ۰/۷۵
پاسخ: گزینه ۲

با توجه به نمودار بیشینه شتاب $a = \frac{m}{s^2}$ و دامنه آن 60 cm است. بنابراین:

$$a_{\max} = A\omega^2 \rightarrow 6 = 6 \times 10^{-2} \times \omega^2 \rightarrow \omega^2 = 10 \rightarrow \omega = 10 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\rightarrow \frac{2\pi}{T} = 10 \rightarrow \frac{6}{T} = 10 \rightarrow T = \frac{6}{10} = 0.6 \text{ s}$$

انتازه شتاب نوسانگر از رابطه $|a| = \omega^2 x$ به دست می آید. بنابراین خواهیم داشت:

$$|a_1| - |a_2| = \omega^2 |x_1| - \omega^2 |x_2|$$

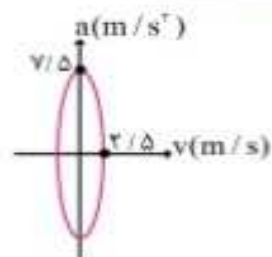
$$\rightarrow -\frac{1}{2} \frac{\text{km}}{\text{s}^2} = \omega^2 \times 3 \times 10^{-2} - \omega^2 \times 3 \times 10^{-2} \rightarrow 3 = \omega^2 \times 3 \times 10^{-2} \rightarrow \omega^2 = 10 \rightarrow \omega = 10 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

حال به کمک رابطه $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ داریم:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \rightarrow \frac{1}{2} \frac{\text{km}}{\text{s}^2} = \omega^2 \times 3 \times 10^{-2} \rightarrow \omega^2 = 10 \rightarrow \frac{k}{m} = 10 \rightarrow k = 10m$$

$$\rightarrow k = 10 \times 10^{-2} = 10^{-1} \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

گروه آموزشی ماز



۹۳- با توجه به نمودار شتاب - سرعت روبه رو بیشینه شتاب چند برابر بیشینه سرعت است؟

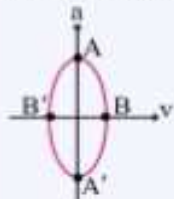
- (1) $\frac{1}{2}$
(2) ۲
(3) ۲
(4) $\frac{1}{2}$

پاسخ: گزینه ۲

موضوع	معمول	معمول	آموزش	شماره	پایه	موضوع	پیش نیاز	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
حرکت نوسانی	۳	۳	۵	۵	دوازدهم	حرکت نوسانی	ترکیب	۵	۵	۵	۵

حرکت نوسانی

نمودار شتاب بر حسب سرعت در یک حرکت نوسانی به صورت بیضی است. مطابق شکل می‌توان گفت اندازه‌ی شتاب در نقاط A و A' و اندازه‌ی سرعت در نقاط B و B' بیشینه است.



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

پاسخ تشریحی

بیشینه‌ی شتاب $\frac{v}{5}$ و بیشینه‌ی سرعت $\frac{2}{5} \frac{m}{s}$ است. بنابراین ثابت خواسته شده برابر ۲ است.

گروه آموزشی ماز

۹۴- در یک نقطه از سطح زمین آونگی ساده به طول L یا دوره تناوب T نوسان می‌کند. اگر G ثابت جهانی گرانش و R_E شعاع کره‌ی زمین فرض شود، کدام گزینه جرم زمین را نشان می‌دهد؟

$$\begin{array}{ll} \frac{\pi^2 R_E L}{T^2 G} & (1) \\ \frac{TR_E}{\pi GL} & (2) \\ \frac{\pi^2 R_E L}{T^2 G} & (3) \\ \frac{TR_E}{\pi GL} & (4) \end{array}$$

پاسخ: گزینه ۱

موضوع	منه‌وری	محاسباتی	آزمایشی	شماره	پایه	موضوع	پوشش تبار	پوشش تبار لازم نیست	ملاحظات قابل ترکیب با	درجه	میزان
درجه ۱۰	۵	۶	۷	شماره	دوره هم	آونگ ساده	آونگ ساده	آونگ ساده	آونگ ساده	۱۰	معمول

نکته

اگر آونگ ساده در ارتفاع h از سطح زمین قرار بگیرد و h به اندازه کافی زیاد باشد تا شتاب گرانشی تغییر کند، در رابطه دوره آونگ مقدار g به کمک رابطه مقابل به دست می‌آید:

$$g = \frac{GM_E}{(R_E + h)^2}$$

به مثال زیر دقت کنید:

مثال

اگر آونگی را بدون تغییر طول به ارتفاع R_E از سطح زمین ببریم، دوره تناوب آونگ چند برابر می‌شود؟ (R_E شعاع زمین می‌باشد)

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

پاسخ: گزینه ۲

سطح زمین را نقطه ۱ و ارتفاع R_E را نقطه ۲ در نظر می‌گیریم. بنابراین:

$$\frac{g_2}{g_1} = \left(\frac{R_E}{R_E + h} \right)^2 = \left(\frac{R_E}{R_E + R_E} \right)^2 = \frac{1}{4}$$

برای محاسبه نسبت دوره آونگ بین دو نقطه ۱ و ۲ باید از رابطه نسبتی استفاده کنیم که به صورت زیر می‌باشد:

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2 \times g_1}{L_1 \times g_2}}$$

با توجه به متن سؤال، طول آونگ تغییر نکرده است. بنابراین $L_1 = L_2$ می‌باشد. از طرفی نسبت $\frac{g_2}{g_1}$ محاسبه شده است. با جایگذاری در فرمول بالا، نسبت

$$\frac{T_2}{T_1} \text{ محاسبه می‌شود:}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{1 \times 4} = 2$$

دوره‌ی تناوب آونگ از رابطه‌ی $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ به دست می‌آید. پس:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \rightarrow T^2 = 4\pi^2 \frac{L}{g} \rightarrow g = \frac{4\pi^2 L}{T^2}$$

شتاب گرانش در سطح زمین برابر است با $g = G \frac{M_E}{R_E^2}$. پس:

$$g = \frac{4\pi^2 L}{T^2} \rightarrow M_E = \frac{4\pi^2 R_E^2 L}{T^2 G}$$

$$g = G \frac{M_E}{R_E^2}$$

گروه آموزشی ماز

۹۵- در لحظه‌ای که انرژی جنبشی یک نوسانگر یا انرژی پتانسیل آن برابر می‌شود، سرعت نوسانگر $5\pi\sqrt{2} \frac{cm}{s}$ است. اگر این نوسانگر در هر دقیقه ۳۶۰ بار یارده‌خط مسیر را طی کند، شتاب نوسانگر در لحظه‌ای که جهت حرکت، تغییر می‌کند، چند متر بر مربع ثانیه است؟ ($\pi^2 = 10$)

۸ (۴)

۶ (۳)

۲ (۲)

۲ (۱)

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	مفهوم	محاسباتی	آموزشی	شماره سوال	پایه	مبحث	پیش نیاز	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه سختی	نوع سوال
درجه ۱۰	۸	۹	۹	۱۰	نواردهم	انرژی در حرکت هماهنگ ساده	و ترکیب				

انرژی در حرکت هماهنگ ساده

فرض کنید جرمی به جرم m به فیزی به ثابت k متصل شده باشد و در راستای افقی حرکت هماهنگ ساده انجام دهد. در این حالت یا نوسان جسم به‌طور مداوم انرژی جنبشی نوسانگر به انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره شده در فنر تبدیل شده و انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره شده در فنر به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود، به‌طوری‌که در نقاط بازگشت که تندی حرکت صفر است، انرژی جنبشی نوسانگر صفر بوده و همه انرژی آن به‌صورت پتانسیل می‌باشد و در نقطه تعادل که فنر طول عادی خود را دارد، انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره شده در فنر صفر شده و همه انرژی آن به‌صورت جنبشی است. دقت کنید که چون اصطکاک و تلفات انرژی نداریم مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل جسم که برابر انرژی مکانیکی نوسانگر است، ثابت می‌ماند و اندازه آن به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$E = \frac{1}{2} k A^2$$

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

$E \leftarrow$ انرژی مکانیکی نوسانگر بر حسب ژول (J)

$k \leftarrow$ ثابت فنر بر حسب نیوتون بر متر ($\frac{N}{m}$)

$A \leftarrow$ دامنه نوسان بر حسب متر (m)

$m \leftarrow$ جرم جسم بر حسب کیلوگرم (kg)

$f \leftarrow$ بسامد نوسان بر حسب هرتز (Hz)

نکته:

(۱) دقت کنید که تمام نکات مطرح شده در مورد انرژی سامانه جرم و فنر برای سایر نوسانگرها مانند آونگ ساده نیز صادق است.
(۲) همان‌طور که می‌دانید انرژی مکانیکی جسم طبق رابطه $E = K + U$ برابر مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل جسم است. اگر به کمک این رابطه، E را به‌دست آورده و به کمک رابطه $K = \frac{1}{2} m v^2$ انرژی جنبشی جسم را حساب کنیم و در رابطه $E = K + U$ قرار دهیم انرژی پتانسیل جسم به‌دست می‌آید.
(۳) در نقطه تعادل انرژی پتانسیل برابر صفر بوده و انرژی جنبشی جسم بیشترین مقدار خود را دارد و در نقاط بازگشت انرژی جنبشی جسم برابر صفر بوده و انرژی پتانسیل جسم بیشترین مقدار خود را دارد که به‌صورت روبه‌رو به‌دست می‌آید:

$$K_{\max} = U_{\max} = E = 2\pi^2 m A^2 f^2$$

(۴) به کمک مقدار K_{\max} می‌توان مقدار بیشترین تندی که متحرک می‌تواند در طول حرکتش داشته باشد را به‌صورت زیر به‌دست آورد:

$$K_{\max} = 2\pi^2 m A^2 f^2 \rightarrow \frac{1}{2} m v_{\max}^2 = 2\pi^2 m A^2 f^2$$

$$\rightarrow v_{\max}^2 = 4\pi^2 A^2 f^2 \rightarrow v_{\max} = 2\pi f A \xrightarrow{\omega = 2\pi f} v_{\max} = A \omega$$

v_{max} ← بیشترین تندی حرکت نوسانگر بر حسب متر بر ثانیه ($\frac{m}{s}$)

A ← دامنه حرکت بر حسب متر (m)

ω ← بسامد زاویه‌ای بر حسب رادیان بر ثانیه ($\frac{rad}{s}$)

۵) در نقطه‌ای که انرژی پتانسیل و جنبشی نوسانگر با هم برابر هستند، سرعت $\frac{\sqrt{2}}{2} v_{max}$ بیشینه‌ی سرعت است.

$$v = \frac{\sqrt{2}}{2} v_{max}$$

اکنون به تست کنکور سال ۱۴۰۱ تجربی خارج دقت کنید.



نوسانگری به جرم 10^{-2} روی سطح افقی بدون اصطکاک، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر دامنه حرکت 2 cm ، انرژی جنبشی و پتانسیل نوسانگر در

یک لحظه به ترتیب 5 mJ و 15 mJ باشد، بسامد نوسان چند هرتز است؟ ($\pi^2 = 10$)

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

پاسخ: گزینه ۱

همان‌طور که اشاره شد، مجموع دو انرژی جنبشی و پتانسیل در هر لحظه برابر انرژی مکانیکی می‌باشد. بنابراین:

$$E = K + U = 15 + 5 = 20\text{ mJ}$$

پس به کمک فرمول $E = \frac{1}{2} m A^2 \omega^2$ ، بسامد را محاسبه می‌کنیم:

$$E = \frac{1}{2} m A^2 \omega^2 = \frac{1}{2} \times 10^{-2} \times (0.02)^2 \times \omega^2 = 20 \times 10^{-3} \rightarrow \omega^2 = \frac{20 \times 10^{-3}}{2 \times 10^{-2} \times 0.0001} \rightarrow \omega = 10\text{ rad/s} \rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{10}{2\pi} \approx 1.59\text{ Hz}$$



در هر لحظه‌ای که انرژی پتانسیل یا انرژی جنبشی برابر می‌شود، انرژی مکانیکی دو برابر انرژی جنبشی است. بنابراین بیشینه‌ی سرعت نوسانگر $\sqrt{2}$ برابر سرعت نوسانگر خواهد بود.

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

$$\rightarrow \frac{1}{2} m v_{max}^2 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} m v^2 \rightarrow v_{max} = \sqrt{2} v$$

$$\frac{v = 0.01 \sqrt{2} \frac{cm}{s}}{\sqrt{2}} \rightarrow v_{max} = \sqrt{2} \times 0.01 \sqrt{2} = 0.02 \frac{cm}{s} = 2 \times 10^{-4} \frac{m}{s} = \frac{\pi}{10} \left(\frac{m}{s} \right)$$

در هر دوره‌ی نوسان، نوسانگر دو بار طول پاره‌خط را طی می‌کند، بنابراین 180° نوسان می‌کند و دوره‌ی تناوب آن برابر خواهد بود با:

$$T = \frac{t}{N} = \frac{6}{180} = \frac{1}{30}\text{ s}$$

زمانی که نوسانگر تغییر جهت می‌دهد، شتاب آن بیشینه است و به کمک بیشینه‌ی سرعت، خواهیم داشت:

$$a_{max} = A \omega^2 \rightarrow a_{max} = A \omega \times \omega \rightarrow a_{max} = v_{max} \times \frac{2\pi}{T}$$

$$\rightarrow a_{max} = \frac{\pi}{10} \times \frac{2\pi}{\frac{1}{30}} = \frac{2\pi^2}{10} = \frac{\pi^2}{5} \frac{m}{s^2}$$

گروه آموزشی ماز

۹۶ - برای یک نوسانگر وزنه-فنر، در هر ثانیه ۳۲ بار انرژی جنبشی آن یا انرژی پتانسیل آن برابر می‌شود. اگر بیشینه شتاب نوسانگر $256\pi^2$ متر بر مربع ثانیه باشد، تندی متوسط در هر دوره‌ی نوسان چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۱۶ ۴) ۳۲

پاسخ: گزینه ۴

موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع
مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک

در هر نوسان دو بار انرژی جنبشی و دو بار انرژی پتانسیل بیشینه می‌شود و در هر نوسان کامل ۴ بار انرژی جنبشی و پتانسیل برابر می‌شوند.

مثال

در یک نوسان کامل با هماهنگ ساده، نوسانگری روی پاره‌خطی در راستای افق نوسان می‌کند. در چه ناحیه‌ای از دایره مرجع انرژی پتانسیل در حال کاهش و علامت سرعت آن مثبت است؟

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

پاسخ: گزینه ۳

هنگام نزدیک شدن نوسانگر به نقطه‌ی تعادل انرژی پتانسیل در حال کاهش است و اگر در جهت محور x حرکت کند علامت سرعت آن مثبت است. بنابراین در ناحیه‌ی سوم این اتفاق رخ می‌دهد.

پایه‌های آموزشی

در هر دوره‌ی نوسان، ۴ بار انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل آن با هم برابر می‌شود بنابراین دوره‌ی تناوب نوسانگر $\frac{1}{A}$ ثانیه است.

حال با استفاده از شتاب بیشینه‌ی نوسانگر دامنه نوسانگر را محاسبه می‌کنیم:

$$a_{\max} = A\omega^2 \rightarrow a_{\max} = A \times \frac{4\pi^2}{T^2}$$

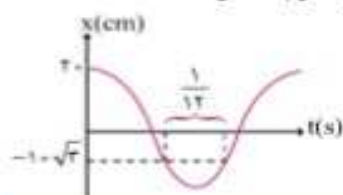
$$\rightarrow 256\pi^2 = A \times \frac{4\pi^2}{\frac{1}{64}} \rightarrow A = \frac{256 \times \frac{1}{64}}{4} = 1\text{m}$$

بنابراین مسافتی که در مدت یک دوره طی می‌کند ۴A و برابر ۴m است.

$$v_{\text{av}} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{4}{\frac{1}{A}} = 4A \frac{m}{s}$$

گروه آموزشی ماز

۹۷ - نمودار مکان - زمان یک نوسانگر مطابق شکل است. اگر جرم نوسانگر ۴۰۰g باشد، بیشینه‌ی انرژی جنبشی نوسانگر چند ژول است؟ ($\pi^2 = 10$)



- ۱ (۱) ۶۴-
۲ (۲) ۲۸/
۳ (۳) ۳۲-
۴ (۴) ۹۶/

پاسخ: گزینه ۲

موضوع	مفهوم	محاسباتی	تئوریک	تجزیه	پایه	مبحث	پیش نیاز	پیش نیاز لازم تست	مفاهیم قبل ترکیب یا	درجه	میزان
درجه ۱۰	*	*	*	سوال	فیزیک دوم	انرژی در حرکت هماهنگ ساده	د ترکیب			متوسط	متوسط

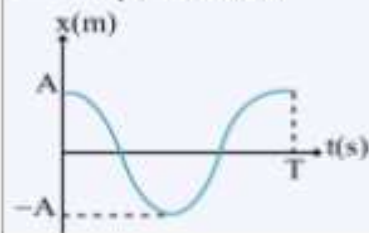
انرژی در حرکت هماهنگ ساده

انرژی مکانیکی برابر مجموع انرژی پتانسیل و جنبشی است و اگر انرژی پتانسیل صفر باشد، انرژی مکانیکی با بیشینه‌ی انرژی جنبشی برابر است:

$$E = K_{\max} = \frac{1}{2}mv_{\max}^2 \xrightarrow{v_{\max} = A\omega} E = \frac{1}{2}mA^2\omega^2$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \rightarrow E = 2\pi^2mA^2f^2$$

نمودار مکان - زمان در حرکت هماهنگ ساده به صورت زیر است:



به سوال کنکور ریاضی سال ۱۳۹۱ دقت کنید.

جسمی به جرم m به فنری با ثابت $\Delta \frac{N}{cm}$ متصل است. فنر را به اندازه 4 cm می‌کشیم و سپس رها می‌کنیم و جسم روی سطح افقی بدون اصطکاک شروع به

نوسان می‌کند. لحظه‌ای که تندی نوسانگر به $\frac{\sqrt{2}}{2}$ تندی بیشینه می‌رسد، انرژی مکانیکی آن چند ژول از انرژی جنبشی آن بیشتر است؟

- ۱) $0/1$ ۲) $0/2$ ۳) $0/3$ ۴) $0/4$

پاسخ: گزینه ۲

ابتدا به کمک ثابت فنر و میزان کشیدگی آن انرژی مکانیکی را تعیین می‌کنیم:

$$E = \frac{1}{2} k A^2 = \frac{1}{2} \times 500 \times \left(\frac{4}{100}\right)^2 = \frac{4}{100} = 0.04 \text{ J}$$

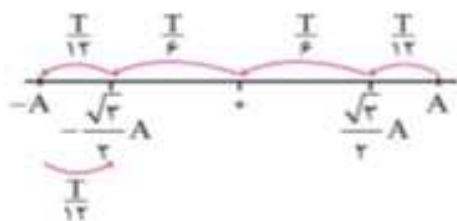
به کمک فرمول نسبتی زیر، انرژی جنبشی را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{K}{E} = \left(\frac{v}{v_m}\right)^2 \rightarrow \frac{K}{0.04} = \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2 \rightarrow K = 0.02 \text{ J}$$

بنابراین E و K به اندازه $0/2$ ژول اختلاف دارند.



با توجه به نمودار می‌توانیم دوری تناوب را به دست بیاوریم. به پاره خط زیر دقت کنید.



بنابراین در فاصله‌ی مکانی $10\sqrt{2}$ مدت زمان حرکت نوسانگر برابر $\frac{T}{12} + \frac{T}{12}$ یعنی $\frac{T}{6}$ است. بنابراین

$$\frac{T}{6} = \frac{1}{12} \rightarrow T = \frac{1}{2} \rightarrow f = 2 \text{ Hz}$$

بیشینه‌ی انرژی جنبشی یا انرژی مکانیکی برابر است در نتیجه:

$$E = K_{\max} = \frac{1}{2} m A^2 \omega^2 = \frac{1}{2} \times 1 \times 0.04 \times 4 \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 \times (2)^2$$

$$E = K_{\max} = \frac{1}{2} \times 1 \times 0.04 \times 4 \times 0.04 = 0.008 \text{ J}$$

گروه آموزشی ماز

۹۸- اگر بیشینه‌ی نیروی وارد بر یک نوسانگر 5 N و انرژی مکانیکی آن 1 ژول باشد، مسافت طی شده توسط نوسانگر در طی 20 نوسان کامل چند متر است؟

- ۱) 8 ۲) 16 ۳) 32 ۴) 40

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	مفهوم	محاسباتی	آزمایشی	شداسه	پایه	مبحث	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز لازم تست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه سختی	میان
درجه ۱۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱

انرژی در حرکت هماهنگ ساده

بیشینه‌ی تندی $v_{\max} = A\omega$ و بیشینه‌ی شتاب $a_{\max} = A\omega^2$ و بیشینه‌ی نیرو $F_{\max} = mA\omega^2$ و بیشینه‌ی انرژی جنبشی $K_{\max} = \frac{1}{2} mA^2 \omega^2$ به دست می‌آید بنابراین نسبت‌های زیر بین آن‌ها برقرار است:

$$\frac{F_{\max}}{a_{\max}} = m \quad \text{و} \quad \frac{K_{\max}}{F_{\max}} = \frac{1}{2} A \quad \text{و} \quad \frac{a_{\max}}{v_{\max}} = \omega$$



نوسانگری روی پاره‌خطی به طول 20 cm در حال نوسان است و در هر ثانیه 4 بار شتابش صفر می‌شود. نسبت بیشینه‌ی شتاب به بیشینه‌ی سرعت آن چقدر است؟

- ۱) 4π ۲) 2π ۳) 2 ۴) 2

پاسخ: گزینه ۱

نسبت بیشینه‌ی شتاب به بیشینه‌ی سرعت نوسانگر برابر ۵۹ است. بنابراین با توجه به اینکه در هر نوسان شتاب دو بار صفر می‌شود، دوره تناوب $\frac{1}{5}$ s است.

$$\frac{a_{\max}}{v_{\max}} = \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

پایان

انرژی مکانیکی برابر بیشینه‌ی انرژی جنبشی است بنابراین می‌توان نتیجه گرفت:

$$F_{\max} = mA\omega^2$$

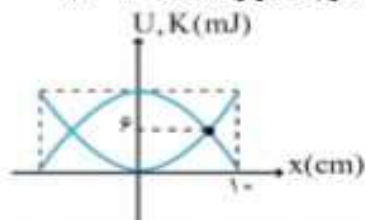
$$K_{\max} = \frac{1}{2}mv_{\max}^2 = \frac{1}{2}mA^2\omega^2$$

$$\rightarrow \frac{F_{\max}}{K_{\max}} = \frac{mA\omega^2}{\frac{1}{2}mA^2\omega^2} \rightarrow \frac{5}{1} = \frac{1}{\frac{1}{2}A} \rightarrow 5 = \frac{2}{A} \rightarrow A = \frac{2}{5} = 0.4 \text{ m}$$

در هر نوسان کامل نوسانگر به اندازه ۴A مسافت را طی می‌کند بنابراین در ۲۰ نوسان کامل مسافت طی شده برابر ۸۰A است. در نتیجه مسافت طی شده برابر $\ell = 80 \times 0.4 = 32 \text{ m}$ است.

گروه آموزشی ماز

۹۹ - نمودار تغییرات انرژی جنبشی و پتانسیل یک نوسانگر ساده به جرم ۲۴۰g مطابق شکل است. پسامد این نوسانگر چند هرتز است؟ ($\pi = \sqrt{10}$)

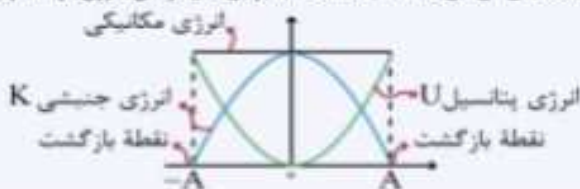


- (۱) ۰/۵
(۲) ۵
(۳) ۰/۲
(۴) ۲

پاسخ: گزینه ۱

نمودار انرژی در حرکت هماهنگ ساده

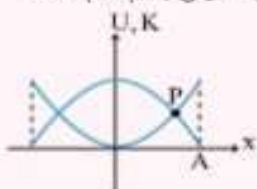
همان‌طور که گفتیم در نقاط بازگشت انرژی پتانسیل بیشینه و انرژی جنبشی صفر است و در نقطه تعادل انرژی جنبشی بیشینه و انرژی پتانسیل صفر است و مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل نوسانگر که برابر انرژی مکانیکی آن می‌باشد، ثابت است. بنابراین نمودارهای انرژی نوسانگر بر حسب مکان به صورت زیر می‌باشد:



به مثال زیر دقت کنید:

مثال

نمودارهای انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی نوسانگر ساده‌ای مطابق شکل روبه‌رو است. در نقطه P، نسبت انرژی جنبشی به انرژی مکانیکی جسم کدام است؟



پاسخ: گزینه ۲

$$K = U$$

در نقطه P، مقدار انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل با هم برابرند. به عبارتی: بنابراین انرژی مکانیکی که برابر مجموع انرژی پتانسیل و جنبشی است از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$E = K + U = K + K = 2K$$

در نهایت نسبت انرژی جنبشی به مکانیکی از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

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

پایان آموزش

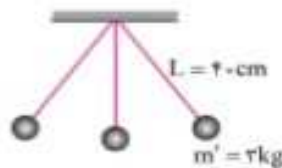
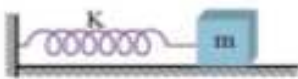
مجموع انرژی پتانسیل و جنبشی برابر انرژی مکانیکی است. پس می‌توان نوشت:

$$E = \frac{1}{2} \pi^2 m A^2 f^2 = \frac{E_{\text{pot}} + E_{\text{kin}}}{U = K + E_{\text{mj}}} \rightarrow 12 \times 10^{-2} = 2 \times 10^{-2} \times 2 \times 10^{-2} \times f^2 \times 10^{-2}$$

$$\rightarrow 1 = 2 \times 10^{-2} \times 2 \times f^2 \times 10^{-2} \rightarrow f^2 = \frac{1}{4} \rightarrow f = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ Hz}$$

گروه آموزشی ماز

۱۰۰- در شکل مقابل وزنه‌ای به جرم $2/5 \text{ kg}$ به یک فنر افقی به ثابت $k = 100 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ متصل است و بر روی سطح افقی بدون اصطکاک با دامنه‌ی 8 cm نوسان می‌کند. جرم وزنه متصل به فنر را چند درصد و چگونه تغییر دهیم تا فنر قادر به تشدید آونگ ساده باشد؟ ($g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$)



- (۱) ۶۰ درصد کاهش
- (۲) ۶۰ درصد افزایش
- (۳) ۱۲/۵ درصد افزایش
- (۴) ۱۲/۵ درصد کاهش

پاسخ: گزینه ۲

مختصات	مختصات	مختصات	مختصات	مختصات	مختصات	مختصات	مختصات	مختصات	مختصات	مختصات	مختصات
درجه از ۰	۶	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵

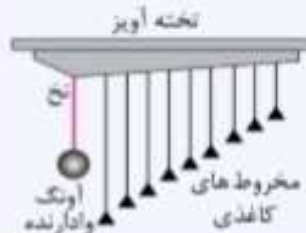
تشدید

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

نوسان واداشته: اگر به وسیله اعمال یک نیروی خارجی نوسانگرهایی مانند سامانه جرم - فنر یا آونگ ساده را وادار به حرکت کنیم. حرکت انجام شده را نوسان واداشته می‌گویند و بسامد آن را با f نشان می‌دهند.

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

برای بررسی پدیده تشدید از وسیله 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 دامنه بیشتری حرکت خواهد کرد.

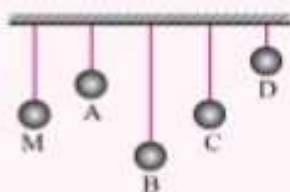


زیرا طبق رابطه $\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$ آونگ‌های هم‌طول دارای بسامد و بسامد زاویه‌ای یکسانی هستند و در نتیجه در آونگی

که با آونگ وادارنده هم‌طول است تشدید روی می‌دهد. برای درک بهتر این مطلب به سؤال زیر دقت کنید:

مثال

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



- A (۱)
- B (۲)
- C (۳)
- D (۴)

پاسخ: گزینه ۳

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

برای اینکه وزنه متصل به فنر بتواند آونگ را به تشدید در بیاورد باید بسامد ژانیه‌ای یعنی همان ω برای هر دو یکسان و برابر باشد.

$$\omega_{\text{وزنه}} = \omega_{\text{آونگ}} \rightarrow \sqrt{\frac{g}{L}} = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

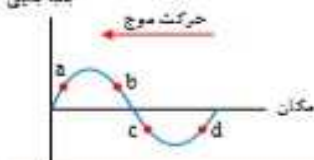
$$\rightarrow \sqrt{\frac{1}{4}} = \sqrt{\frac{1}{m}} \rightarrow m = 4 \text{ kg}$$

پس باید جرم متصل به فنر 4 kg باشد پس جرم آن باید افزایش یابد و درصد تغییرات جرم آن برابر است با:

$$\frac{\Delta m}{m} \times 100 = \frac{4 - 1}{1} \times 100 = \frac{3}{1} \times 100 = 300\%$$

گروه آموزشی ماز

۱-۱- شکل مقابل نمودار جابه‌جایی - مکان یک موج عرضی را در یک لحظه نشان می‌دهد. در این لحظه به ترتیب کدام ذره حرکت کندشونده رویه پایین و حرکت رویه بالا یا شتاب مثبت دارد؟



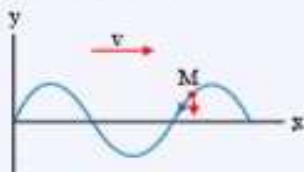
- a) c و d
- b) c و a
- c) b و d
- d) b و c

پاسخ: گزینه ۱

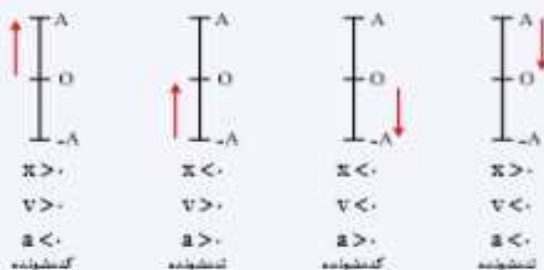
موضوع	معماری	آموزش	شماره	زبان	مبحث	پیش نیاز	پیش نیاز لازم است	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میان
درجه ۱ تا ۳	۱	۱	۱	فارسی	موج	ترکیب	۱	۱	سطحی	پایه

موج

موج مجموعه‌ای از حرکت نوسانی ذرات محیط انتشار موج است. این نوسان‌ها به گونه‌ای است که با پیش‌روی موج این نوسان به نقاط در مسیر پیش‌روی موج منتقل می‌شوند. برای راحتی تحلیل جهت حرکت نوسان ذرات موج در مسائل می‌توان فرض کرد شکل موج ثابت شده و ذرات روی موج خلاف جهت پیش‌روی حرکت می‌کنند. مانند ذره M در شکل زیر، موج به سمت راست می‌رود، ذره M روی شکل موج ثابت فرض شده به سمت چپ اگر حرکت کند به سمت پایین می‌رود.



سایر ویژگی‌های حرکتی ذرات نوسانگر با توجه به ناحیه نوسانی آن‌ها تعیین می‌شود.



جمله‌ای

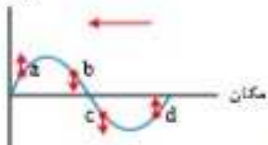
ابتدا جهت حرکت ذرات را باید در این لحظه مشخص کنیم. ذرات a و d به طرف بالا و ذرات b و c به طرف پایین حرکت

می‌کنند. مکان c و d متغی و شتاب آن‌ها مثبت است.

مکان b و a مثبت و شتاب آن‌ها منفی است.

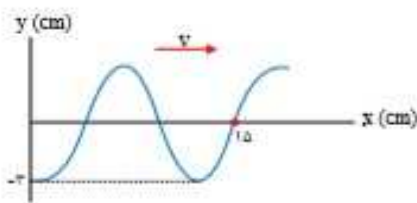
ذرات b و d به سمت مرکز نوسان حرکت می‌کنند. پس حرکتشان کندشونده است.

ذرات a و c در حال دور شدن از مرکز نوسانند پس حرکت کندشونده دارند.



گروه آموزشی ماز

۱-۲- شکل زیر یک موج سینوسی را نشان می‌دهد. بیشینه تندی هر ذره از محیط انتشار موج، چند برابر تندی موج منتشر شده است؟ ($\pi = 3$)



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

پاسخ: گزینه ۲

موضوع	معمولی	معمولی	آموختنی	شبه سوال	پایه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم تست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
درجه ۲ =	۵	۵	۵	سوال	دوازدهم	موج	و ترکیب				متوسط



تندی انتشار موج از رابطه $v = \lambda f$ به دست می‌آید که λ طول موج و f بسامد آن موج است. تندی (v) موج فقط به جنس و ویژگی‌های محیط انتشار بستگی دارد.
بسامد موج (f) موج فقط به منبع و چشمه موج بستگی دارد.

پایه هفتم - نهم

باتوجه به شکل طول موج را ابتدا به دست می‌آوریم:

$$\lambda + \frac{\lambda}{4} = 15 \Rightarrow \lambda = \frac{4}{5} \times 15 = 12 \text{ cm}$$

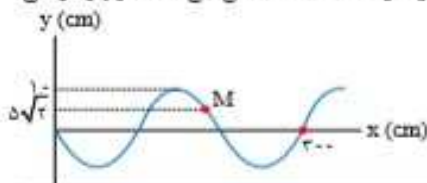
بیشینه تندی هر ذره از محیط $A\omega$ است. تندی انتشار موج از رابطه $v = \lambda f$ به دست می‌آید.

$$\frac{v_{\max}}{v_{\text{موج}}} = \frac{A\omega}{\lambda f} = \frac{A \times 2\pi f}{\lambda f} = \frac{2\pi A}{\lambda} = \frac{2 \times 3 \times 3}{12} = \frac{3}{2}$$

گروه آموزشی ماز

۱-۳- نمودار مقابل نقش یک موج عرضی را که با تندی $40 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ در جهت محور x ها منتشر می‌شود را در لحظه $t = 0$ نشان می‌دهد. در بازه زمانی

$0 \leq t \leq \frac{1}{4} \text{ s}$ نقطه M از موج، چند تاییه حرکت کندشونده دارد؟



- (۲) $\frac{1}{80}$
(۴) $\frac{9}{160}$

- (۱) $\frac{3}{160}$
(۳) $\frac{1}{80}$

پاسخ: گزینه ۱

موضوع	معمولی	معمولی	آموختنی	شبه سوال	پایه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم تست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
درجه ۲ =	۵	۵	۵	سوال	دوازدهم	موج	و ترکیب				متوسط



در مسأله موج که در مورد حرکت ذره (یا نقطه) محیط سؤال مطرح می‌شود، باید حرکت نوسانی ذره مورد بررسی قرار گیرد و دوره یا بسامد نوسانگر همان دوره و بسامد موج است که از رابطه $v = \lambda f$ به دست می‌آید.

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

جهت حرکت ذره باتوجه به پیشروی موج تعیین می‌شود که معلوم بودن ناحیه حرکت نوسانی آن برای شروع حل و تحلیل حرکت نوسانی الزامی است.

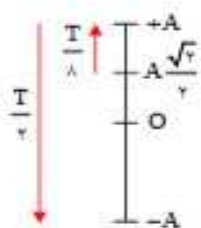
پایه هفتم - نهم

ابتدا طول موج و سپس دوره موج را به دست می‌آوریم.

$$\lambda + \frac{\lambda}{4} = 20 \Rightarrow \lambda = 20 \text{ cm} = 2 \text{ m}$$

$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{2}{40} = \frac{1}{20} \text{ s}$$

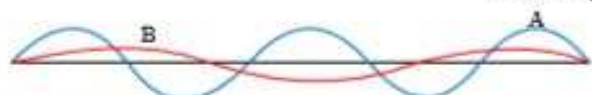
$$\frac{t}{T} = \frac{\frac{1}{\frac{1}{T_1}}}{\frac{1}{\frac{1}{T_2}}} = \frac{\Delta}{\lambda} \Rightarrow t = \frac{\Delta}{\lambda} T$$



$$t = \frac{T}{\frac{1}{\lambda}} + \frac{T}{\lambda} = \frac{2}{\lambda} T = \frac{2}{\lambda} \times \frac{1}{\frac{1}{\lambda}} = \frac{2}{\lambda} \times \lambda = 2$$

گروه آموزشی ماز

۱۰۴- شکل زیر دو موج A و B را نشان می‌دهد که به‌طور جداگانه در طناب‌های یکسان منتشر می‌شوند. اگر تعداد نوسان موج B در هر ثانیه $\frac{3}{16}$ برابر تعداد نوسان موج A باشد، نیروی کشش طناب هنگام انتشار موج A چند برابر موج B است؟



$$\frac{1}{4} \quad (2)$$

$$\frac{1}{16} \quad (1)$$

$$\frac{1}{4} \quad (3)$$

پاسخ: گزینه ۴

موضوع	سطح	معماری	شماره	زبان	موضوع	پیش نیاز	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب یا	درجه	موضوع
فیزیک	۱	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶



تندی انتشار موج در تار (طناب) و فتر به نیروی کشش تار (F) و چگالی خطی (μ) آن بستگی دارد.

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

چگالی خطی به نسبت جرم (m) و طول (L) تار و فتر بستگی دارد.

$$\mu = \frac{m}{L}$$

می‌توان جرم طناب را برحسب چگالی (ρ) و حجم آن (AL) نوشت.

$$\mu = \frac{m}{L} = \frac{\rho AL}{L} = \rho A$$

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



اگر تار و فتری که موج در آن منتشر می‌شود تغییر نکند، تندی انتشار موج فقط به جذر نیروی کشش آن وابسته است.

$$v \propto \sqrt{F}$$

پاسخ: گزینه ۴

تعداد نوسان در یک ثانیه، تعریف بسامد است. یعنی بسامد B، $\frac{3}{16}$ بسامد A است. با توجه به شکل نسبت طول موج A به B را به دست می‌آوریم:

$$\lambda_A + \lambda_A + \frac{\lambda_A}{2} = \lambda_B + \frac{\lambda_B}{2}$$

$$\frac{5}{2} \lambda_A = \frac{3}{2} \lambda_B \Rightarrow \frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{3}{5}$$

تندی انتشار موج $V = \lambda f$ است.

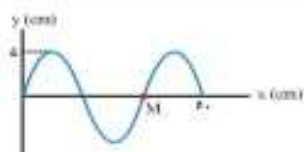
$$\frac{V_A}{V_B} = \frac{\lambda_A}{\lambda_B} \times \frac{f_A}{f_B} = \frac{3}{5} \times \frac{10}{3} = 2$$

تندی انتشار موج در یک طناب یا جذر تیروی کشش طناب رابطه مستقیم دارد.

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \sqrt{\frac{F_A}{F_B}} = 2 \Rightarrow \frac{F_A}{F_B} = 4$$

گروه آموزشی ماز

۱۰۵- شکل زیر، یک موج سینوسی را در لحظه $t=0$ نشان می‌دهد که در جهت محور x در طول ریسمان کشیده شده حرکت می‌کند. اگر تندی حرکت موج $20 \frac{m}{s}$ باشد، تندی متوسط ذره M از $t=0$ تا لحظه $0.15s$ چند متر بر ثانیه است؟



- ۱- ۱۰
- ۲- ۳۰
- ۳- ۱
- ۴- ۲

پاسخ: گزینه ۱

موضوع	معماری	آزمایش	تئوری	نظریه	نظریه	نظریه	نظریه	نظریه	نظریه
موضوع	معماری	آزمایش	تئوری	نظریه	نظریه	نظریه	نظریه	نظریه	نظریه

تعداد نوسان‌ها برابر نسبت زمان حرکت به دوره تناوب است.

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

باتوجه به محاسبه N می‌توان موقعیت ذره را پس از گذشت زمان Δt بدست آورد.

$\Delta t = \frac{T}{4}$

$\Delta t = \frac{T}{2}$

$\Delta t = \frac{3}{4}T$

$\Delta t = T$

پاسخ: گزینه ۱

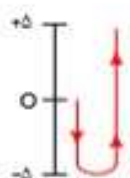
با استفاده از شکل، طول موج را محاسبه می‌کنیم.

$$\lambda + \frac{\lambda}{4} = 6 \Rightarrow \lambda = 4 \text{ cm} = 0.04 \text{ m}$$

دوره موج از رابطه $V = \lambda f = \frac{\lambda}{T}$ محاسبه می‌شود.

$$V = \lambda f = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow T = \frac{\lambda}{V} = \frac{0.04}{20} = 0.002 \text{ s}$$

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{0.15}{0.002} = \frac{75}{1} \Rightarrow \Delta t = 75 T$$



در مدت $\frac{3}{4}T$ مسافتی که ذره M طی می‌کند ۳ برابر دامنه است.

$$L = 3A = 3 \times 5 = 15 \text{ cm}$$

با توجه به موقعیت ذره M مسیر حرکت آن به صورت مقابل خواهد بود.

تندی به مسافت طی شده توسط ذره M بستگی ندارد.

$$S_{av} = \frac{L}{\Delta t} = \frac{1.5 \times 10^{-2}}{1.5 \times 10^{-2}} = 1 \frac{m}{s}$$

گروه آموزشی ماز

۱-۶- ایستگاه لرزه‌نگاری نخستین امواج P یک زمین‌لرزه را ۵۰۰ ثانیه قبل از نخستین امواج S دریافت می‌کند. اگر تندی امواج S، $\frac{4}{5} \frac{km}{s}$ باشد.

تندی امواج P چند $\frac{km}{s}$ است؟ (محل وقوع زمین‌لرزه ۴۵۰۰ کیلومتری ایستگاه است)

۱۳/۵ (۴)

۹ (۳)

۵/۴ (۲)

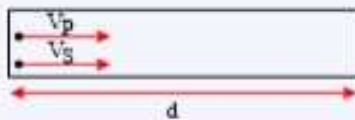
۲/۲۵ (۱)

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	معمومی	محاسباتی	آموزشی	شماره	راه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
لرزه	۵	۵	۷	سوال	سوال	موج	و ترکیب		۱۱	معمولی	متوسط



زمین‌لرزه یا موج‌های مختلفی به سطح زمین می‌رسد. دو نوع از این موج‌ها موج S و P هستند که به ترتیب عرضی و طولی‌اند. موج طولی یا سرعت بیشتر لری از موج عرضی منتشر می‌شود.
با محاسبه اختلاف زمان رسیدن دو موج به سطح زمین، فاصله زمین‌لرزه تا سطح زمین محاسبه می‌شود.



$$\Delta t = t_s - t_p = d \left(\frac{V_p - V_s}{V_p V_s} \right)$$

پاسخ: گزینه ۳

موج S عرضی و موج P طولی است و $V_p > V_s$ است. بنابراین زمان رسیدن موج P کمتر است.

$$\Delta t = t_s - t_p = \frac{d}{V_s} - \frac{d}{V_p}$$

$$\Rightarrow 500 = \frac{4500}{4/5} - \frac{4500}{V_p} \Rightarrow \frac{4500}{V_p} = 500 \Rightarrow V_p = 9 \frac{km}{s}$$

گروه آموزشی ماز

۱-۷- آهنگ متوسطی که از انرژی موج صوتی به‌طور عمود به دیواری با ابعاد $2m \times 2m$ می‌رسد، چند وات باشد تا شدت صوت $45 \frac{W}{m^2}$ شود؟

۱۳۵ (۴)

۱۸۰ (۳)

۵۴۰ (۲)

۳/۷۵ (۱)

پاسخ: گزینه ۲

موضوع	معمومی	محاسباتی	آموزشی	شماره	راه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
لرزه	۵	۵	۷	سوال	سوال	صوت	و ترکیب		۱۱	معمولی	متوسط



شدت صوت (I) آهنگ متوسط انرژی است که به واحد سطح می‌رسد. اگر صوت به‌طور عمودی به سطح A برسد، I از رابطه زیر به‌دست می‌آید.

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

شدت صوت برای موجی که به‌صورت کروی منتشر می‌شود، در فاصله I از یک منبع یا توان P به‌صورت زیر به‌دست می‌آید.

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2}$$

بنابراین شدت صوت با مربع فاصله از چشمه صوت رابطه عکس دارد.

شدت صوت یا مربع دامنه و مربع بسامد موج رابطه مستقیم دارد.

$$I \propto A^2 f^2$$

پس می‌توان نوشت:

$$\frac{I_r}{I_i} = \left(\frac{A_r}{A_i} \times \frac{f_r}{f_i} \times \frac{r_i}{r_r} \right)^2$$

پاسخ: گزینه ۱

شدت یک موج صوتی برابر آهنگ متوسط انرژی‌ای است که توسط موج به واحد سطح، عمود بر راستای انتشار صوت می‌رسد یا از آن عبور می‌کند، بنابراین می‌توان نوشت:

$$I = \frac{P}{A} \Rightarrow P = IA = 45 \times 2 \times 4 = 360 \text{ W}$$

گروه آموزشی ماز

۱۰۸- یک موج سینوسی در محیطی گشسان در حال انتشار است. اگر دامنه موج را ۴ برابر و طول موج آن را ۳ برابر کنیم، آهنگ متوسط انتقال انرژی موج چند برابر می‌شود؟

$$\frac{9}{16} \quad ۴$$

$$\frac{16}{9} \quad ۳$$

$$۱۴۴ \quad ۲$$

$$۱۲ \quad ۱$$

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	معماری	آموزشی	شعبه	زبان	مبحث	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب یا	درجه	حالت
درجه از ۱ تا ۵	۵	۵	۵	انواردهم	صوت	و ترکیب	۵	۵	معماری	معماری

پاسخ: گزینه ۱

آهنگ متوسط انتقال انرژی با مربع دامنه و مربع بسامد رابطه مستقیم دارد. طول موج یا بسامد رابطه عکس دارد. تندی انتشار موج به محیط بستگی دارد که ثابت می‌ماند.

$$v = \lambda f \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} \Rightarrow \frac{f_r}{f_i} = \frac{\lambda_i}{\lambda_r} = \frac{1}{3}$$

$$\frac{P_r}{P_i} = \left(\frac{A_r}{A_i} \times \frac{f_r}{f_i} \right)^2 = \left(4 \times \frac{1}{3} \right)^2 = \frac{16}{9}$$

گروه آموزشی ماز

۱۰۹- چند مورد از عبارات‌های زیر صحیح است؟

الف) طول موج امواج رادیویی AM از FM بیش‌تر است.

ب) طول موج بسامدهای فوق پایین (ELF) از AM بیش‌تر است.

پ) برخی موج‌های فرابنفش و پرتوهای X دارای طول موج یکسان هستند.

ت) تندی امواج الکترومغناطیسی همیشه در حدود $3 \times 10^8 \frac{m}{s}$ است.

$$۴ \quad ۴$$

$$۳ \quad ۳$$

$$۲ \quad ۲$$

$$۱ \quad ۱$$

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	معماری	آموزشی	شعبه	زبان	مبحث	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب یا	درجه	حالت
درجه از ۱ تا ۵	۵	۵	۵	انواردهم	امواج الکترومغناطیسی	و ترکیب	۵	۵	معماری	معماری

امواج الکترومغناطیسی

امواج الکترومغناطیسی از برهم‌کنش امواج الکتریکی و مغناطیسی ایجاد می‌شود که در خلأ با تندی $C = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$ ($3 \times 10^8 \frac{m}{s}$) منتشر می‌شود ولی در محیط‌های

شفاف دیگر کمتر از این مقدار است. امواج رادیویی دارای بیش‌ترین طول موج هستند.

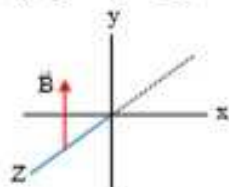
$$\lambda_{\gamma} > \lambda_{\text{بنفش}} > \lambda_{\text{قرمز}} > \lambda_{\text{قرمز}} > \lambda_{\text{بنفش}} > \lambda_{\text{بنفش}} > \lambda_{\text{بنفش}}$$

طول موج برخی از موج‌های ایکس، گاما و فرابنفش یکسان است.

تنها عبارت «تادرست است» تندی امواج الکترومغناطیس فقط در خلأ برابر $\frac{m}{s} \times 10^{-8}$ است.

گروه آموزشی ماز

۱۱۰- شکل زیر میدان مغناطیسی یک موج الکترومغناطیس سینوسی را در نقطه‌ای معین و دور از چشمه، در یک لحظه نشان می‌دهد. موج، انرژی را در خلاف جهت محور Z انتقال می‌دهد. جهت میدان الکتریکی موج به ترتیب در این نقطه و در نقطه‌ای به فاصله $\frac{3}{4}\lambda$ از این نقطه (در راستای انتشار موج) و در همین لحظه، تعیین کنید.



- (۱) $-y$ و $+y$
- (۲) $-y$ و $+y$
- (۳) $-x$ و $+x$
- (۴) $-x$ و $+x$

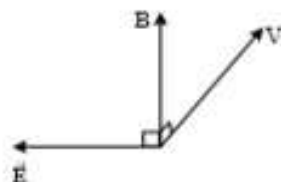
پاسخ: گزینه ۴

موضوع	مفهوم	مختصات	آموزشی	شماره	پایه	موضوع	پیشنهاد	پیشنهاد	پیشنهاد
درجه ۱۰	۱	۲	۳	۴	نوردهم	امواج الکترومغناطیس	پیشنهاد	پیشنهاد	پیشنهاد

امواج الکترومغناطیس

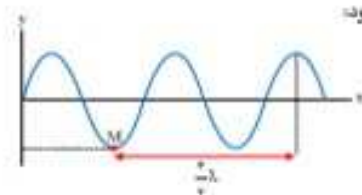
برای پیدا کردن جهت میدان الکتریکی و مغناطیسی و تندی انتشار موج از قانون دست راست استفاده می‌شود. چهار انگشت در جهت میدان الکتریکی \vec{E} ، کف دست به سمت بیرون در جهت خارج شدن میدان مغناطیسی \vec{B} و شست دست در جهت تندی انتشار (\vec{V}) است.

با قانون دست راست، چهار انگشت در جهت \vec{E} و کف دست در جهت \vec{B} و انگشت شست در جهت \vec{V} می‌توان جهت \vec{E} را به دست آورد. جهت انتقال انرژی همان جهت \vec{V} است.



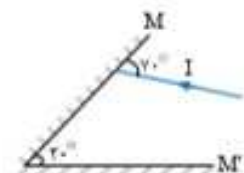
جهت \vec{E} خلاف جهت محور x است.

در فاصله $\frac{3}{4}\lambda$ جهت میدان \vec{E} در جهت محور x خواهد شد. زیرا در فاصله $\frac{3}{4}\lambda$ محل ذرات موج فرته می‌شود.



گروه آموزشی ماز

۱۱۱- در شکل زیر پرتو I به آینه تخت M و سپس به آینه تخت M' تابش می‌کند. آخرین پرتو بازتاب از این مجموعه با پرتو تابیده شده به آینه M، چه زاویه‌ای می‌سازد؟



- (۱) ۰
- (۲) ۱۸۰
- (۳) ۴۰
- (۴) ۱۴۰

پاسخ: گزینه ۲

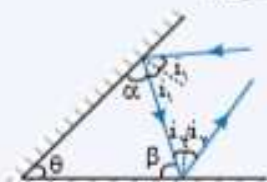
موضوع	مفهوم	مختصات	آموزشی	شماره	پایه	موضوع	پیشنهاد	پیشنهاد	پیشنهاد
درجه ۱۰	۱	۲	۳	۴	نوردهم	بازتاب	پیشنهاد	پیشنهاد	پیشنهاد



در بازتاب از یک مانع، زاویه تابش (زاویه پرتو تابش با خط عمود بر مانع) و زاویه بازتابش (زاویه پرتو بازتابش با خط عمود بر مانع) برابر است. $i = r$

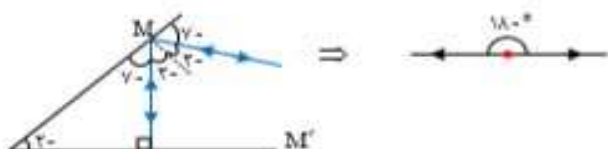


در برخورد پرتو از یک مانع به مانع دیگر، با توجه به این که مجموع زوایای داخلی مثلث 180° است زاویه‌های تابش به دست می‌آید:



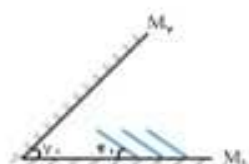
$$\begin{aligned}\alpha &= 90^\circ - i_1 \\ \alpha + \beta + \theta &= 180^\circ \\ \beta &= 90^\circ - i_2 \\ \Rightarrow i_1 + i_2 &= \theta\end{aligned}$$

پرتو بازتاب از آینه M به آینه M' با زاویه تابش صفر تابیده می‌شود. بنابراین روی خودش بازتاب شده و در نهایت با پرتو فرودی اولیه زاویه 180° می‌سازد.



گروه آموزشی ماز

۱۱۲- جبهه موج به طور تخت به مانع M_1 مطابق شکل تابیده شده است. زاویه جبهه موج بازتاب از مانع M_2 یا آن مانع چند درجه است؟



- (۱) ۳۰
- (۲) ۶۰
- (۳) ۲۰
- (۴) ۷۰

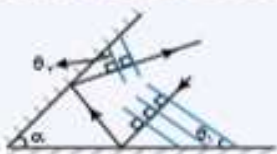
پاسخ: گزینه ۱

موضوع	معماری	معماری	معماری	معماری	معماری	معماری	معماری	معماری	معماری
معماری	معماری	معماری	معماری	معماری	معماری	معماری	معماری	معماری	معماری



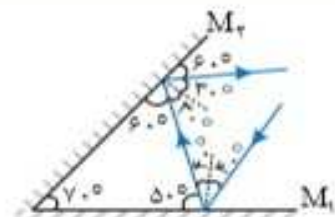
زاویه جبهه موج تابش یا بازتابش با مانع همان زاویه تابش یا بازتابش است.

با نوشتن روابط هندسی و مجموع زوایای داخلی مثلث به رابطه زیر می‌رسیم:



$$\theta_1 + \theta_2 = \alpha$$

پرتو با خط عمود همان زاویه جبهه یا مانع است. بنابراین می‌توان مسیر پرتو را به راحتی رسم کرد.



زاویه جبهه موج بازتاب از M_2 یا آن همان زاویه بازتاب از M_2 ، یعنی 30° است.

۱۱۳ - چند مورد از عبارت‌های زیر صحیح است؟

- الف) وال اعتبار از پژواک امواج فراصوتی برای مکان‌یابی استفاده می‌کند.
 ب) برای تشخیص یک جسم، طول موج گسیل شده به آن باید بزرگ‌تر از اندازه جسم باشد.
 پ) در سونوگرافی از مکان‌یابی پژواکی به همراه اثر دوپلر استفاده می‌شود.

۳ (۴)

۲ (۳)

۱ (۲)

۰ (۱)

پاسخ: گزینه ۲

موضوع	معماری	آموزشی	کشید	باید	مبحث	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز لازم است	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
درجه ۱ تا ۴	۶	۶	۶	دوازدهم	پژواک	پیش‌نیاز و ترکیب	۱۱	۱۱	۱۱	میان

پایه

وال اعتبار از پژواک امواج فراصوتی برای مکان‌یابی استفاده می‌کند. طول موج مورد استفاده باید از ابعاد اجسام کوچک‌تر باشد تا بتواند آن‌ها را شناسایی کند. مکان‌یابی پژواکی به همراه اثر دوپلر برای اجسامی است که در حال حرکت هستند مانند سنجش تندی اتومبیل‌ها. در سونوگرافی از مکان‌یابی پژواکی استفاده می‌شود.

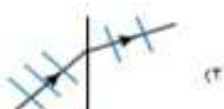
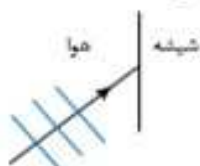
پایه

عبارت «ب» نادرست است زیرا طول موج گسیل شده باید هم‌اندازه یا کوچک‌تر از ابعاد جسم باشد، نه برعکس!

عبارت «پ» نادرست است زیرا در سونوگرافی از مکان‌یابی پژواکی استفاده می‌شود.

گروه آموزشی ماز

۱۱۴ - موج صوتی فرودی تخت، مطابق شکل از هوا وارد شیشه می‌شود. کدام گزینه جبهه موج عبوری در شیشه را درست نشان می‌دهد؟



(۲)



(۱)



(۴)



(۳)

پاسخ: گزینه ۱

موضوع	معماری	آموزشی	کشید	باید	مبحث	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز لازم است	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
درجه ۱ تا ۴	۶	۶	۶	دوازدهم	موج	پیش‌نیاز و ترکیب	۱۱	۱۱	۱۱	میان

صوت در عبور از گاز به جامد تندی‌اش افزایش می‌یابد. بر خلاف امواج الکترومغناطیس که کاهش تندی خواهند داشت. تندی انتشار موج (V) با زاویه جبهه موج با سطح جدایی دو محیط و با فاصله جبهه‌های موج از هم که طول موج (λ) است رابطه مستقیم دارد.

$$V \propto \lambda \propto \sin \theta$$

پایه

تندی موج صوتی هنگام عبور از گاز به جامد افزایش می‌یابد. به دلیل ثابت ماندن مسامد موج پیاپی‌ترین طول موج که همان فاصله جبهه‌های موج است نیز افزایش می‌یابد. زاویه شکست با افزایش تندی نسبت به زاویه تابش افزایش می‌یابد.

$$V_2 > V_1$$

$$\left. \begin{aligned} f_2 &= f_1 \\ \lambda_2 &= \frac{V_2}{f} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \lambda_2 > \lambda_1$$

$$\left. \begin{aligned} V_2 &= \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \theta_2 > \theta_1$$

۱۱۵ - مطابق شکل یک پرتو از هوا به یک تیغه متوازی السطوح با ضریب شکست $\sqrt{2}$ تابیده و مسیر MN را در مدت ۲ نانوثانیه طی می‌کند. ضخامت تیغه

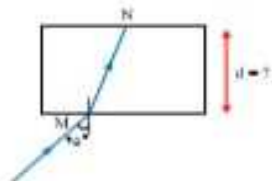
(d) تقریباً چند سانتی‌متر است؟ $(\sqrt{2} = 1/\sqrt{2}, \sqrt{2} = 1/2, c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s})$

۳۵/۷ (۱)

۲۲ (۲)

۷۱/۴ (۳)

۲۱ (۴)



پاسخ: گزینه ۱

موضوع	مباحثات	آموزش	تجربه	زبان	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم است	مفاهیم پایه، ترکیب یا	درجه	مدت
دوره ۱ تا ۲	دوره ۱ تا ۲	دوره ۱ تا ۲	دوره ۱ تا ۲	دوره ۱ تا ۲	دوره ۱ تا ۲	دوره ۱ تا ۲	دوره ۱ تا ۲	دوره ۱ تا ۲	دوره ۱ تا ۲	دوره ۱ تا ۲

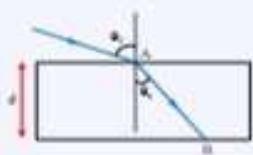
شکست

پرتو موج اگر به‌طور مایل وارد محیط دیگری شود از مسیر خود منحرف می‌شود. با رابطه زیر می‌توان زاویه شکست را به‌دست آورد.

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

از طرفی تندی انتشار موج در محیط شفاف با توجه به ضریب شکست محیط شفاف به‌دست می‌آید.

$$n = \frac{c}{V}$$



$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

$$V = \frac{c}{n}$$

$$AB = \frac{d}{\cos \theta_r}$$

$$\Rightarrow t = \frac{AB}{V} = \frac{nd}{c \cos \theta_r}$$

زمان عبور موج از تیغه شفاف به ضخامت d به ضریب شکست n:

پاسخ: گزینه ۱

ابتدا زاویه شکست را محاسبه می‌کنیم:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

$$1 \times \sin 45 = \sqrt{2} \sin \theta_r \Rightarrow \sin \theta_r = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta_r = 30^\circ$$

فاصله MN با توجه به زمان و تندی در تیغه به‌دست می‌آید.

$$V = \frac{c}{n} = \frac{3 \times 10^8}{\sqrt{2}} = \frac{3\sqrt{2}}{2} \times 10^8$$

$$MN = Vt = \frac{3 \times 10^8}{2} \times 10^{-8} \times 2 \times 10^{-8} = 3 \times 10^{-8} \text{ m} = 3 \text{ cm}$$

فاصله MN و d نسبت مثلثاتی زاویه ۳۰ دارند.

$$\cos 30^\circ = \frac{d}{MN} \Rightarrow d = MN \cos 30^\circ = 3 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{3\sqrt{3}}{2} \text{ cm}$$

گروه آموزشی ماز

۱۱۶ - چند مورد از عبارت‌های زیر صحیح است؟

(الف) رادار دوقلری و آنتن پشایی با استفاده از فناوری مکان‌یابی پژواکی کار می‌کنند.

(ب) خفاش و دلفین برای تشخیص طعمه یا مانع از امواج فراصوتی استفاده می‌کنند.

(پ) ضریب شکست منشور برای نور سبز بیشتر از ضریب شکست آن برای نور آبی است.

(ت) در داخل منشور تندی نور سبز بیشتر از تندی نور زرد است.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

پاسخ: گزینه ۱

موضوع	مفهوم	معماری	آموزش	شماره	پایه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم است	مفاهیم قابل ترکیب	درجه	میزان
درجه از ۱ تا ۱۰	۵	۶	۷	۸	دوازدهم	شکست امواج	و ترکیب	■	■	معماری	معماری

شکست امواج

وسایلی که بر اساس تمرکز امواج روی یک نقطه کار می‌کند

نام	کاربرد	نوع موج
میکروفون سهموی	ثبت صداهای ضعیف	صوت
لینوتریپسی	شکستن سنگ کایه	فراصوت
اجاق خورشیدی	گرم کردن مواد غذایی	فروسرخ
آنتن بشقابی	دریافت امواج رادیویی	رادیویی

فناوری مکان‌یابی پژواکی

نام	کاربرد	نوع موج
خفاش و دلفین	تشخیص طعمه یا مانع	فراصوت
سونار	مکان‌یابی اجسام در زیر آب توسط گشتی‌ها	صوت یا فراصوت
سونوگرافی	عکس‌برداری از بافت‌های داخل بدن	فراصوت
اندازه‌گیری تندی شارش خون	تشخیص تندی گویچه‌های قرمز در رگ‌ها	فراصوت
رادار دوپلری	تشخیص مکان و تندی وسایل نقلیه	الکترومغناطیسی

پسین‌موج

الف) **تأثیر است:** رادار دوپلری بر اساس فناوری مکان‌یابی پژواکی ولی آنتن بشقابی بر اساس امواج الکترومغناطیسی کار می‌کند.

ب) **جریست:**

پ) **تأثیر است:** هر چه از طرف نور قرمز به طرف نور بنفش می‌رویم، ضریب شکست بیشتر می‌شود. (بنفش بیشترین ضریب شکست را دارد)

ت) **تأثیر است:** طبق رابطه $(v = \frac{c}{n})$ سرعت نور با ضریب شکست رابطه عکس دارد؛ (یعنی بنفش که بیشترین ضریب شکست را دارد، کمترین سرعت را دارد)



گروه آموزشی ماز

۱۱۷ - پرتویی از هوا وارد محیط شفاف می‌شود و در این انتقال 6° از مسیر اولیه‌اش منحرف می‌شود. اگر پرتوهای شکست و بازتاب بر هم عمود باشند، ضریب شکست محیط شفاف کدام است؟ (ضریب شکست هوا را ۱ در نظر بگیرید و $\sin 37^\circ = 0.6$ ، $\sin 53^\circ = 0.8$)

$$\frac{4}{3} \quad (4)$$

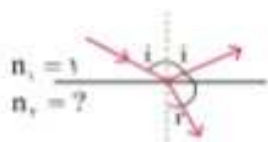
$$\frac{3}{4} \quad (3)$$

$$\frac{3\sqrt{2}}{4} \quad (2)$$

$$3\sqrt{2} \quad (1)$$

پاسخ: گزینه ۴

موضوع	مفهوم	معماری	آموزش	شماره	پایه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم است	مفاهیم قابل ترکیب	درجه	میزان
درجه از ۱ تا ۱۰	۵	۶	۷	۸	دوازدهم	شکست امواج	و ترکیب	■	■	معماری	معماری



شکل مقابل نشان می‌دهد چه اتفاقی‌هایی برای پرتو افتاده است؟ زاویه انحراف پرتو برابر است با:

$$\hat{D} = i - r \rightarrow i - r = 6^\circ$$

از طرفی:

$$i + 9^\circ + r = 18^\circ \rightarrow i + r = 9^\circ$$

از روابط بالا نتیجه می‌گیریم: $i = 53^\circ$ و $r = 37^\circ$ است.

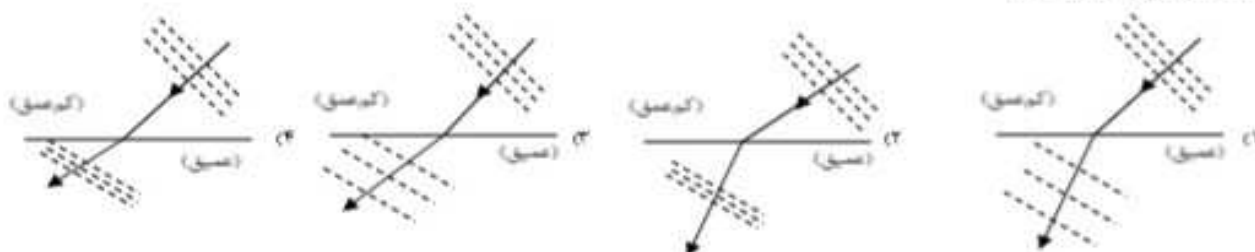
$$n_i \sin i = n_r \sin r$$

بر اساس قانون شکست استل می‌تویسیم:

$$1 \times \sin 53^\circ = n_r \times \sin 37^\circ \rightarrow 0.8 = n_r \times 0.6 \Rightarrow n_r = \frac{4}{3}$$

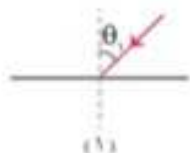
گروه آموزشی ماز

۱۱۸ - در کدام گزینه عبور یک موج مکانیکی تخت از ناحیه کم عمق به ناحیه عمیق آب در یک تخت موج به درستی رسم شده است؟ (خط چین بیانگر جبهه‌های موج تخت هستند.)



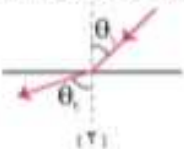
پاسخ: گزینه ۳

موضوع	معمومی	معمومی	آموزشی	شده	یافته	موضوع	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قبل ترکیب	درجه	مدرک
معمومی	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	معمومی	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰



می‌خواهم رسم پرتوها و جبهه‌ها رویه جور یادت بدم که یاد یگیری III مراحل زیر رو دنبال کن.
(۱) زاویه تابش را رسم کن، شکل (۱)

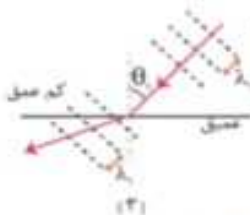
(۲) وقتی موج از ناحیه عمیق وارد ناحیه کم عمق می‌شود، سرعتش کم می‌شود، وقتی موج از ناحیه کم عمق وارد ناحیه پرعمق می‌شود، سرعتش پر می‌شود. خوب، موج از ناحیه کم عمق وارد ناحیه عمیق شده، مسیر سرعتش زیاد شده و بر طبق قانون شکست عمومی، زاویه شکست بزرگ‌تر از زاویه تابش می‌شود (شکل ۲)



$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} \rightarrow \theta_2 > \theta_1$$

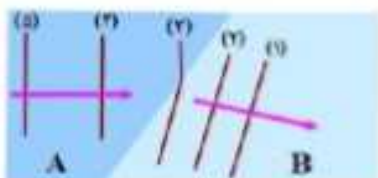
(۳) چون موج در آب عمیق سریع‌تر از آب کم عمق حرکت می‌کند، طول موج (فاصله جبهه‌های موج متوالی) بیشتر می‌شود.

$$\lambda_2 = \frac{v_2}{f} = \frac{(v_2/v_1)}{(f_1/f_2)} \rightarrow \lambda_2 > \lambda_1$$



گروه آموزشی ماز

۱۱۹- شکل مقابل وضعیت چند جبهه‌ی موج متوالی را در سطح آب نشان می‌دهد. اگر سرعت موج سطحی و عمق آب در ناحیه A را به ترتیب با V_A و D_A و در ناحیه B به ترتیب با V_B و D_B نشان دهیم، کدام گزینه درست است؟

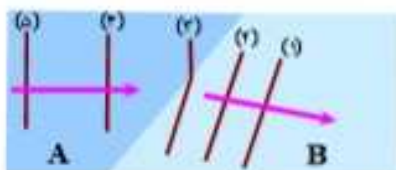


- (۱) $D_A < D_B$ و $V_A < V_B$
 (۲) $D_A < D_B$ و $V_A > V_B$
 (۳) $D_A > D_B$ و $V_A > V_B$
 (۴) $D_A > D_B$ و $V_A < V_B$

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	موضوعی	موضوعی	آموزشی	شماره	پایه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
درجه ۱ تا ۱۰	۷	۵	۷	۷	دوازدهم	شکست موج	و ترکیب			معمول	معمول

پایه دوازدهم



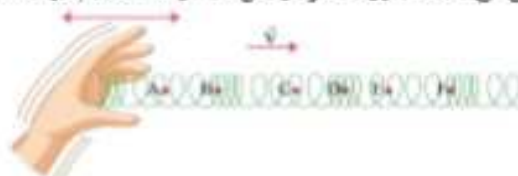
هنگامی که موج از یک محیط وارد محیط دیگری می‌شود، دوره و بسامد آن تغییر نمی‌کند. با توجه به این که فاصله‌ی جبهه‌های موج در ناحیه B کمتر از فاصله‌ی آن‌ها در ناحیه A است می‌توان گفت که طول موج در ناحیه B کمتر از طول موج در ناحیه A است. با توجه به رابطه $\lambda = V.T$ خواهیم داشت:

$$\lambda_A = V_A.T \rightarrow \lambda_A > \lambda_B \rightarrow V_A > V_B$$

از طرفی تجربه نیز نشان می‌دهد که با کاهش عمق آب، تندی موج سطحی نیز کاهش می‌یابد. بنابراین عمق ناحیه B کمتر از عمق آب در ناحیه A است. $D_A > D_B$

گروه آموزشی ماز

۱۲۰- شکل مقابل موج طولی را در یک لحظه نشان می‌دهد که در یک فتر در حال انتشار است. کدام دو نقطه همواره در خلاف جهت هم حرکت می‌کنند؟



F, B (۴)

F, E (۳)

D, B (۲)

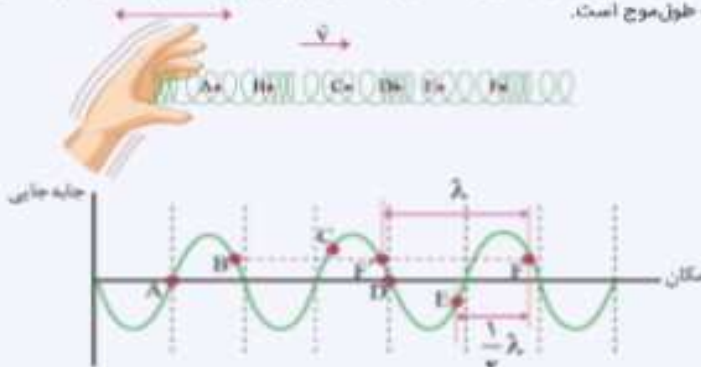
C, A (۱)

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	موضوعی	موضوعی	آموزشی	شماره	پایه	مبحث	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
درجه ۱ تا ۱۰	۷	۵	۷	۷	دوازدهم	شکست امواج	و ترکیب			معمول	معمول

شکست امواج

در یک موج، فاصله‌ی دو نقطه‌ای که همواره هم‌جهت حرکت می‌کنند همواره مساوی از طول موج است و فاصله‌ی دو نقطه‌ای که همواره در خلاف جهت هم حرکت می‌کنند همواره معرب فردی از نصف طول موج است.



اگر نمودار جابه‌جایی ذرات بر حسب مکان برای موج طولی که در فتر در حال پیشروی است را رسم کنیم به صورت شکل زیر خواهد بود. نقاط F و F' همواره هم‌جهت حرکت می‌کنند. این نقاط باهم هم‌گام و با هم‌فاز هستند. نقطه‌ی E نقطه‌ی میانی دو نقطه F و F' که با هر کدام از این دو نقطه به اندازه‌ی نصف طول موج فاصله دارد (مضرب فرد نصف طول موج). همواره در خلاف جهت حرکت این نقاط حرکت می‌کند.

• گروه آموزشی ماز •

۱۲۱- جسمی به جرم 10 kg را به فتری به ثابت $\frac{N}{m} 100$ پسته و به نوسان درمی آوریم. در مبدأ زمان، نوسانگر از انتهای دامنه شروع به نوسان می کند. تا لحظه‌ی $t = \frac{\pi}{12}$ چند تانیه حرکت نوسانگر ننداشونده است؟

(۴) $\frac{\pi}{4}$

(۵) $\frac{\pi}{3}$

(۲) $\frac{\pi}{2}$

(۱) $\frac{\pi}{12}$

پاسخ: گزینه‌ی ۴

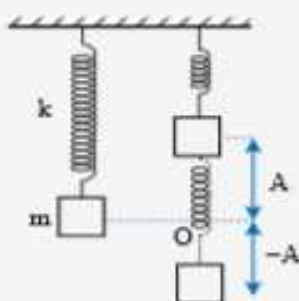
موضوع	معمومی	معمومی	آموزشی	تئوری	پایه	مبحث	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز لازم است	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	محلان
درجه ۱۰	۶	۶	۶	سوال	نیاز به	سازمانده جبره	و ترکیب	۳	۳	۳	۳

ساعت جرم-فتر

در یک ساعت جرم - فتر، چه نوسان در راستای قائم باشد چه در راستای افقی، به شرطی که دامنه نوسان کوچک باشد، بسامد زاویه‌ای نوسان را می‌توان از رابطه زیر به دست آورد:

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

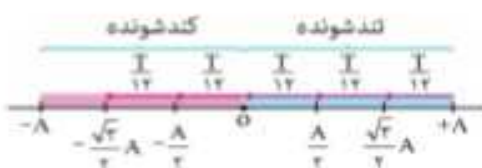
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$



در روابط بالا، k ثابت فتر و m جرم متصل به فتر است.

در شکل بالا و در نقطه تعادل برآیند نیروهای وارد بر وزنه صفر است بنابراین با فرض اینکه x_1 طول عادی فتر و x_2 طول فتر در حالت تعادل باشد، داریم:

$$mg - k\Delta x \rightarrow mg = k(x_2 - x_1)$$



$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{100}{10}} = 10 \text{ rad/s}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{10} = \frac{\pi}{5}$$

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{12}{5} = \frac{5}{12} \rightarrow \Delta t = \frac{5}{12} T$$

$$\Delta t = 2\pi \times \frac{T}{12} = \frac{T}{6} = \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{6} \text{ s}$$

گروه آموزشی ماز

۱۲۲- آونگ یک ساعت، از غلزی فرضی به ضریب انعطاف $\alpha = \frac{1}{810} \text{ K}$ ساخته شده است. دمای این آونگ را به اندازه‌ی 190°C افزایش می‌دهیم. در این حالت، ساعت نسبت به حالت اول در هر ۱۰ تانیه تانیه می‌افتد.

(۴) ۲ - جلو

(۳) ۱ - جلو

(۲) ۲ - عقب

(۱) ۱ - عقب

پاسخ: گزینه‌ی ۴

موضوع	معمومی	معمومی	آموزشی	تئوری	پایه	مبحث	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز لازم است	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	محلان
درجه ۱۰	۶	۶	۶	سوال	نیاز به	آونگ	و ترکیب	۳	۳	۳	۳

$$\ell = \ell_0 (1 + \alpha \Delta \theta) = \ell_0 (1 + \frac{1}{\lambda} \times 10) = \ell_0 (\frac{\lambda + 10}{\lambda})$$

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{\ell}} \rightarrow \frac{\omega_0}{\omega_1} = \sqrt{\frac{\ell_1}{\ell_0}} = \sqrt{\frac{\lambda}{\lambda + 10}} = \frac{9}{10} \rightarrow \frac{T_1}{T_0} = \frac{10}{9}$$

زمانی که ساعت اولیه سپری شدن ۱۰:۵ را نشان می‌دهد ساعت جدید سپری شدن ۹:۵ را نشان می‌دهد. یعنی در هر ۱۰ ثانیه ۱ ثانیه عقب می‌افتد.

گروه آموزشی ماز

۱۲۳- ارتعاشات نوسانگر وزله - فتری موجب تشدید ارتعاشات یک آونگ شده است. فتر نوسانگر را با فتر دیگری که ثابت آن نصف قبلی است. جایگزین می‌کنیم. طول آونگ را چگونه تغییر دهیم تا دوباره تشدید رخ دهد؟

(۴) $\frac{1}{4}$ برابر کنیم

(۳) نصف کنیم

(۲) ۴ برابر کنیم

(۱) دو برابر کنیم

پاسخ: گزینه ۱

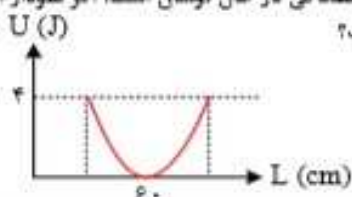
موضوع	مفهوم	محاسبات	توضیح	تذکره	نکته	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز لازم	مفاهیم قابل ترکیب	درجه	میزان
درجه ۱ تا ۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵

$$f_{\text{نوسانگر}} = f_{\text{فتری}} \rightarrow \omega_{\text{نوسانگر}} = \omega_{\text{فتری}} \rightarrow \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{g}{\ell}}$$

$$\frac{k}{m} = \frac{g}{\ell} \rightarrow \ell = \frac{mg}{k} \rightarrow \frac{\ell_1}{\ell_2} = \frac{k_1}{k_2} \rightarrow \frac{1}{2}$$

گروه آموزشی ماز

۱۲۴- نوسانگر ساده‌ای به جرم ۵۰۰g به کمک فتری به ضریب سختی $200 \frac{N}{m}$ بر روی سطح افقی بدون اصطکاک در حال نوسان است. اگر نمودار انرژی پتانسیل نوسانگر برحسب طول فتر به شکل زیر باشد. حداکثر طول فتر چند برابر حداقل طول آن است؟



(۱) ۲

(۲) ۳

(۳) ۴

(۴) ۵

پاسخ: گزینه ۱

موضوع	مفهوم	محاسبات	توضیح	تذکره	نکته	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز لازم	مفاهیم قابل ترکیب	درجه	میزان
درجه ۱ تا ۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵



در سامانه جرم - فنر، اگر حداکثر طول فنر L_{\max} و حداقل طول فنر L_{\min} باشد، آنگاه:

$$L = \frac{L_{\max} + L_{\min}}{2} \quad \text{طول عادی فنر}$$

$$A = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{2} \quad \text{دامنه نوسان}$$

باتوجه به نمودار، حداکثر انرژی پتانسیل ۴ ژول است.

$$U_{\max} = 4J \xrightarrow{U_{\max} = E} E = 4J \xrightarrow{E = \frac{1}{2} m (A\omega)^2} \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times (A\omega)^2 = 4$$

$$\Rightarrow (A\omega)^2 = 16 \Rightarrow A\omega = 4 \quad (1)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{200}{0.5}} = \sqrt{400} = 20 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \xrightarrow{(1)} 20 \cdot A = 4 \Rightarrow A = \frac{4}{20} \text{m} = 0.2 \text{cm}$$

$$\Rightarrow \frac{L_{\max} - L_{\min}}{2} = 0.2 \Rightarrow L_{\max} - L_{\min} = 0.4 \text{cm} \quad (2)$$

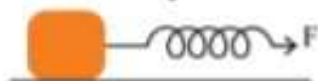
باتوجه به نمودار، وقتی طول فنر برابر با 6-cm است، انرژی پتانسیل صفر شده است و می‌دانیم انرژی پتانسیل زمانی صفر است که توبانگر در نقطه تعادل باشد. یعنی فنر دارای طول عادی باشد. پس طول عادی فنر 6-cm است.

$$\frac{L_{\max} + L_{\min}}{2} = 6 \Rightarrow L_{\max} + L_{\min} = 12\text{-cm} \xrightarrow{(+)} L_{\max} = 8\text{-cm}, L_{\min} = 4\text{-cm}$$

$$\Rightarrow \frac{L_{\max}}{L_{\min}} = \frac{8}{4} = 2$$

گروه آموزشی ماز

۱۲۵- مطابق شکل جسمی به جرم $m = 0.5\text{ kg}$ را توسط فنری روی سطح افقی با شتاب $a = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ به حرکت درمی‌آوریم. طول فنر به اندازه 12 cm افزایش می‌یابد. اگر این جسم را از فنر آویزان کنیم و به نوسان درآوریم، دوره نوسان چند ثانیه خواهد شد؟ ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, $\mu_k = 0.4$)



$$\frac{\pi}{4} \text{ (2)}$$

$$\frac{\pi}{2} \text{ (4)}$$

$$\frac{\pi}{5} \text{ (1)}$$

$$\frac{\pi}{3} \text{ (3)}$$

پاسخ: گزینه ۱

موضوع	مفهوم	معمادار	آپوزی	شماره	زبان	موضوع	مفهوم	معمادار	آپوزی	شماره	زبان
درجه ۱۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱

پاسخ: گزینه ۱

گام اول:

ابتدا به کمک شتاب و نیروی اصطکاک، نیروی فنر را بدست می‌آوریم:

$$f_k = \mu_k \times F_N = 0.4 \times 5 = 2\text{ N}$$

$$a = \frac{F_{\text{net}}}{m} = \frac{F - f_k}{m} \rightarrow 8 = \frac{F - 2}{0.5} \rightarrow F = 6\text{ N}$$

گام دوم:

به کمک نیروی فنر، ثابت فنر را بدست آورده و سپس دوره نوسان را می‌یابیم:

$$k = \frac{F}{\Delta x} = \frac{6}{0.12} = 50 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{50}{0.5}} = 10 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{\pi}{5}\text{ s}$$

گروه آموزشی ماز

۱۲۶- آونگی از سقف آسانسوری ساکن آویزان است و نوسان می‌کند. آسانسور با شتاب $a = 2/1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ تندشونده به سمت بالا حرکت می‌کند. دامنه نوسان دوبرابر می‌شود. سرعت بیشینه توبانگر چند برابری می‌شود؟ ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)

$$2/2 \text{ (4)}$$

$$2/42 \text{ (3)}$$

$$1/8 \text{ (2)}$$

$$1/6 \text{ (1)}$$

پاسخ: گزینه ۴

موضوع	مفهوم	معمادار	آپوزی	شماره	زبان	موضوع	مفهوم	معمادار	آپوزی	شماره	زبان
درجه ۱۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱

آونگ ساده:

آونگ ساده از یک وزنه کوچک به جرم m متصل به یک نخ سبک به طول l تشکیل شده است که هنگام نوسان زاویه انحراف آن از راستای قائم، کوچک است و از تغییر طول نخ نیز صرف نظر می شود. در این حالت دوره نوسان آونگ از رابطه زیر به دست می آید:

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



دوره آونگ ساده به جرم و دامنه نوسان آن بستگی ندارد.

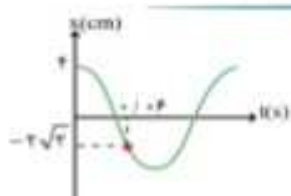
پایه هفتم - فصل پنجم

$$g_y = g + a = 10 + 2/1 = 12/1 \frac{m}{s^2}$$

$$\frac{\omega_y}{\omega_1} = \sqrt{\frac{g_y}{g_1}} = \sqrt{\frac{12/1}{10}} = \sqrt{\frac{121}{100}} = \frac{11}{10}$$

$$v_{max} = A\omega \rightarrow \frac{v_{max}}{v_{max_1}} = \frac{A_y}{A_1} \times \frac{\omega_y}{\omega_1} = 2 \times 1/1 = 2/1$$

گروه آموزشی ماز



۱۲۷- نمودار مکان - زمان نوسانگری مطابق شکل است. در لحظه $t = 0/06s$ تندی نوسانگر چند $\frac{m}{s}$ است؟

$$\frac{\pi}{4} \text{ (۲)}$$

$$\frac{\sqrt{2}\pi}{4} \text{ (۴)}$$

$$\frac{\pi}{4} \text{ (۱)}$$

$$\frac{\sqrt{2}\pi}{4} \text{ (۳)}$$

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	معمول	معمول	آموزش	تجربه	پایه	مبحث	پیش نیاز	پیش نیاز لازم است	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
معمول	۶	۶	۶	۶	۶	نوسانگر	و ترکیب	۶	۶	۶	متوسط

پایه هفتم - فصل پنجم

$$2\pi \frac{T}{A} = 2\pi \frac{1}{A} \rightarrow \frac{T}{A} = \frac{1}{A} \rightarrow T = 1/16$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{1/16} = \frac{2\pi \cdot 16}{1} = \frac{32\pi}{1}$$

$$v_{max} = A\omega = \frac{1}{16} \times \frac{32\pi}{1} = \frac{32\pi}{16} = \frac{2\pi}{1} \frac{m}{s}$$

$$|v_{t=0/06}| = \frac{\sqrt{2}}{2} v_{max} = \frac{\sqrt{2}\pi}{4} \frac{m}{s}$$

گروه آموزشی ماز

۱۲۸- شتاب پیشینه و سرعت پیشینه نوسانگری به ترتیب $0/16 \frac{m}{s^2}$ و $0/08 \frac{m}{s}$ است. نوسانگر در عیداً زمان از دامنه مثبت شروع به نوسان می کند. در دو ثانیه اول حرکت مسافت چند برابر اندازه جابجایی است؟ ($\pi = 3$)

$$1 \text{ (۴)}$$

$$\frac{4}{3} \text{ (۳)}$$

$$\frac{5}{4} \text{ (۲)}$$

$$\frac{5}{3} \text{ (۱)}$$

پاسخ: گزینه ۱

موضوع	معمول	معمول	آموزش	تجربه	پایه	مبحث	پیش نیاز	پیش نیاز لازم است	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
معمول	۶	۶	۶	۶	۶	نوسانگر	و ترکیب	۶	۶	۶	متوسط

نکته: در نقطه تعادل اندازه سرعت نوسانگر بیشینه و برابر $A\omega$ و در نقاط بازگشت سرعت صفر است.
نکته: بزرگی شتاب نوسانگر در حسب مکان به صورت زیر است:

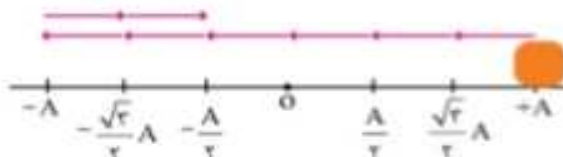
$$|a| = \omega^2 |x|$$

$$\omega = \frac{A\omega^2}{A\omega} = \frac{a_{\max}}{v_{\max}} = \frac{-\frac{1}{2}F}{-\frac{1}{2}A} = \frac{F}{A} \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\frac{F}{A}} = \frac{2\pi A}{F}$$

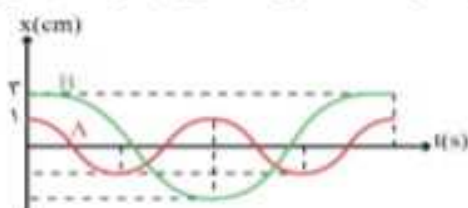
$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{2\pi A}{F}} \rightarrow \Delta t = \frac{1}{4} T$$

$$\frac{\Delta}{|d|} = \frac{\frac{1}{2}A}{\frac{1}{2}A} = \frac{1}{2}$$



گروه آموزشی ماز

۱۲۹- نمودار مکان - زمان دو نوسانگر A و B مطابق شکل است. اگر جرم نوسانگر A برابر نوسانگر B باشد، انرژی مکانیکی نوسانگر A چند برابر B است؟



- ۱) ۹
۲) ۱۶
۳) ۱
۴) ۱۶

موضوع	معماری	آب و هوا	شماره	زبان	موضوع	پیشرفت	پیشرفت	پیشرفت	پیشرفت	پیشرفت
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱

انرژی

۱) یک نوسانگر هماهنگ ساده دارای انرژی‌های جنبشی (K) و پتانسیل (U) است که مجموع این دو انرژی، انرژی کل نوسانگر (E) را تشکیل می‌دهد.

$$E = U + K$$

۲) هنگامی که نوسانگر در مرکز نوسان است، $U = 0$ می‌باشد و کل انرژی به فرم انرژی جنبشی خواهد بود.

$$E = K_{\max} = \frac{1}{2} m v_{\max}^2 = \frac{1}{2} (A\omega)^2$$

۳) هنگامی که نوسانگر در مکان‌های $x = \pm A$ قرار دارد، انرژی جنبشی آن صفر است و همه انرژی به فرم انرژی پتانسیل درمی‌آید.

$$E = U_{\max} = \frac{1}{2} k A^2$$

۴) بنابراین برای محاسبه انرژی کل نوسانگر روابط زیر را به خاطر می‌سپاریم.

$$E = \frac{1}{2} k A^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2$$

دقت کنید در رابطه بالا k معنی فنر است و آن را با انرژی جنبشی اشتباه نگیرید!

$$E = \frac{1}{2} m A^2 \omega^2$$

$$\frac{E_A}{E_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \left(\frac{A_A}{A_B}\right)^2 \times \left(\frac{T_B}{T_A}\right)^2 = \frac{16}{9}$$

گروه آموزشی ماز

۱۳۰- دو نوسانگر A و B هر دو بین دو نقطه‌ی P و Q به ترتیب با دوره‌های ۸s و ۴s نوسان می‌کنند. اگر هر دو نوسانگر در ابتدا زمان از نقطه P شروع به حرکت کنند، در طی یک دوره کامل نوسانگر A چندبار دو نوسانگر باهم ملاقات می‌کنند؟

۴ (۴)

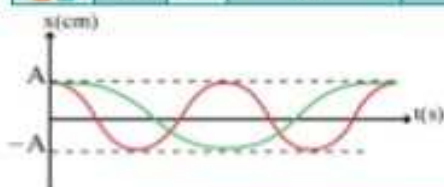
۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	مفهوم	معماری	شماره	زبان	پایه	مبحث	پیش‌نیازها و ترکیب	پیش‌نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
حرکت از ۲۰	۸	۱	۶	۲۰	دوازدهم	نوسانگر	ترکیب		۸	صغری	صغری



یک راه خوب رسم نمودار مکان - زمان دو نوسانگر و یافتن نقاط تلاقی آن‌هاست.

گروه آموزشی ماز

5. (1)



- $$1\text{Coul} = \left(\frac{1}{1.6 \times 10^{-19}} \right)$$

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

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

تجارت و بازرگانی

$$f_A = \tau f_B \rightarrow \frac{1}{T_A} = \frac{\tau}{T_B} \rightarrow T_B = \tau T_A \quad (I)$$
$$n_A - n_B + \lambda \rightarrow \frac{\Delta t}{T_A} - \frac{\Delta t}{T_B} + \lambda \rightarrow \frac{\tau \times \tau_-}{T_A} - \frac{\tau \times \tau_-}{T_B} + \lambda \xrightarrow{(I)}$$

$$\frac{F \times F}{T_A} - \frac{F \times F}{T_A} + \lambda \rightarrow \frac{F}{T_A} - \frac{\lambda}{T_A} + \lambda \rightarrow \frac{F}{T_A} - \lambda \rightarrow T_A - T_S$$

گروه آموزشی ماز

10


$$x = A \cos \omega t$$
$$\omega = \frac{\pi \pi}{T}$$

مسافتی که توسان کشته در ثانیه دوم حرکت می‌پیماید. $\sqrt{2}+1$ برابر مسافتی است که در ثانیه اول حرکت می‌پیماید. بنابراین:

$$\frac{l_2}{l_1} = \sqrt{2}+1 \rightarrow \frac{|x_2 - x_1|}{|x_1 - x_0|} = \sqrt{2}+1 \rightarrow \frac{(x - A \cos \omega t)}{(x - A \cos \omega)} = \sqrt{2}+1 \rightarrow \frac{A \cos 2\omega - A \cos \omega}{A \cos \omega - A \cos} = \sqrt{2}+1$$

$$\rightarrow \frac{A \cos \omega - A \cos 2\omega}{A - A \cos \omega} = \sqrt{2}+1 \rightarrow \frac{A(\cos \omega - \cos 2\omega)}{A(1 - \cos \omega)} = \sqrt{2}+1 \rightarrow$$

$$\cos \omega - \cos 2\omega = \sqrt{2}+1 - (\sqrt{2}+1) \cos \omega \rightarrow \cos 2\omega = \cos^2 \omega - 1 \rightarrow \cos \omega - (\cos^2 \omega - 1) = \sqrt{2}+1 - (\sqrt{2}+1) \cos \omega \rightarrow$$

$$\cos \omega - \cos^2 \omega + 1 = \sqrt{2}+1 - (\sqrt{2}+1) \cos \omega \rightarrow \cos^2 \omega - (\sqrt{2}+2) \cos \omega + \sqrt{2} = 0$$

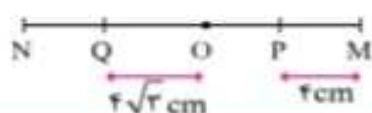
جمع ضرایب معادله درجه دوم بالا برابر صفر است بنابراین یکی از جواب‌ها برابر ۱ و دیگری برابر $\frac{2}{\sqrt{2}}$ است:

(چون متخرج کسر در ابتدای حل صفر می‌شود.) $\rightarrow \cos \omega = 1$ (غوی)

$$\cos \omega = \frac{\sqrt{2}}{2} \rightarrow \omega = 2k\pi \pm \frac{\pi}{4} \rightarrow \omega_{\min} = \frac{\pi}{4} \rightarrow \frac{2\pi}{T_{\max}} = \frac{\pi}{4} \rightarrow T_{\max} = 8 \text{ s}$$

گروه آموزشی ماز

۱۳۳- مطابق شکل زیر، متحرکی روی پاره خط MN و از نقطه M یا دوره تناوب ۱۲s حول نقطه O حرکت هماهنگ ساده‌ای را شروع می‌کند. اگر متحرک در لحظه $t = 2\text{s}$ در نقطه P قرار داشته باشد، در چه لحظه‌ای پرجسب ثانیه برای اولین بار در نقطه Q قرار می‌گیرد؟



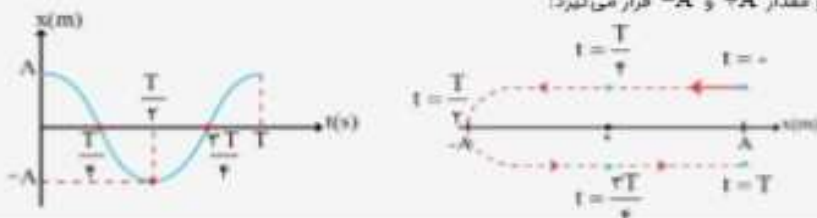
- (۱) ۴
(۲) ۵
(۳) ۶
(۴) ۷

پاسخ: گزینه ۲

موضوع	معماری	تجربه	تجربه	تجربه	تجربه	تجربه	تجربه	تجربه	تجربه
معماری	معماری	معماری	معماری	معماری	معماری	معماری	معماری	معماری	معماری

حرکت هماهنگ ساده

معادله مکان - زمان یک توسانگر هماهنگ ساده به صورت $x = A \cos \omega t$ می‌باشد. چنانچه مکان توسان کننده در زمان‌های مختلف را بر روی یک محور نمایش دهیم، مکان توسان کننده بین دو مقدار $+A$ و $-A$ قرار می‌گیرد:



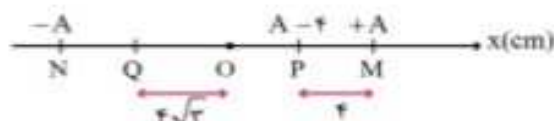
گام اول: مطابق شکل تیر، یا فرض اینکه A دامنه توسان باشد، متحرک در لحظه $t = 0$ در مکان $x = +A$ (نقطه M) و در لحظه $t = 2\text{s}$ در مکان $x = A - r$ (نقطه P) قرار دارد. بنابراین:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{12} = \frac{\pi}{6}$$

$$x = A \cos \omega t = A \cos \frac{\pi}{6} t \rightarrow A - r = A \cos \frac{\pi}{6} \times 2 \rightarrow$$

$$A - r = A \cos \frac{\pi}{3} \rightarrow A - r = A \times \frac{1}{2} \rightarrow \frac{A}{2} = r \rightarrow A = 8 \text{ cm} \rightarrow$$

$$x = 8 \cos \frac{\pi}{6} t \quad (I)$$



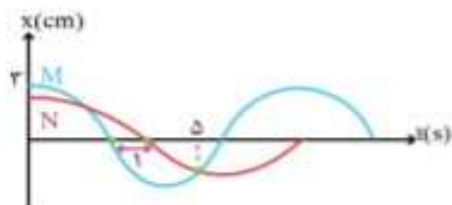
گام دوم: متحرک در لحظه t_1 برای اولین بار در مکان $x = -4\sqrt{2}$ (نقطه Q) قرار گیرد بنابراین با استفاده از معادله مکان - زمان بدست آمده یعنی رابطه (I) داریم:

$$x = A \cos \frac{\pi}{6} t \rightarrow -4\sqrt{2} = A \cos \frac{\pi}{6} t \rightarrow \cos \frac{\pi}{6} t = \frac{-4\sqrt{2}}{A} = \frac{-\sqrt{2}}{2} \rightarrow$$

$$\cos \frac{\pi}{6} t = \cos \left(\pi - \frac{\pi}{6} \right) \rightarrow \cos \frac{\pi}{6} t = \cos \frac{5\pi}{6} \rightarrow \frac{\pi}{6} t = \frac{5\pi}{6} \rightarrow t = 5s$$

گروه آموزشی ماز

۱۳۴- نمودار مکان - زمان دو توستاگر M و N که حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهند، به شکل زیر است. اگر بسامد توستاگر M، $1/5$ برابر بسامد توستاگر N باشد، در لحظه $t = 1s$ فاصله توستاگر N از نقطه تعادل چند سانتی‌متر است؟



- ۱ (A)
- ۲ (B) $\frac{2\sqrt{2}}{2}$
- ۳ (C) $\frac{2\sqrt{2}}{2}$
- ۴ (D) $\frac{2}{2}$

پاسخ: گزینه ۲

موضوع	معماری	آموزش	شماره	نوع	موضوع	پیش‌نیاز لازم	مفاهیم قابل ترکیب	درجه	موضوع
حرکت هماهنگ ساده	حرکت هماهنگ ساده	حرکت هماهنگ ساده	حرکت هماهنگ ساده	حرکت هماهنگ ساده	حرکت هماهنگ ساده	حرکت هماهنگ ساده	حرکت هماهنگ ساده	حرکت هماهنگ ساده	حرکت هماهنگ ساده

پایه هفتم

گام اول: مطابق نمودار داده شده، توستاگرهای M و N با فاصله زمانی $1s$ برای اولین بار از مبدأ مکان عبور می‌کنند، بنابراین:

$$\frac{T_N}{4} - \frac{T_M}{4} = 1 \rightarrow T_N - T_M = 4s \quad (I)$$

از طرفی چون بسامد توستاگر M، $1/5$ برابر توستاگر N است، پس:

$$f_M = 1/5 f_N \rightarrow \frac{1}{T_M} = \frac{1/5}{T_N} \rightarrow T_N = 1/5 T_M \quad (II)$$

از دو رابطه (I) و (II) داریم:

$$T_M = 4s, \quad T_N = 12s$$

گام دوم: معادله مکان - زمان دو توستاگر را می‌نویسیم و چون دو توستاگر در لحظه $t = 5s$ مطابق نمودار از یک مکان عبور می‌کنند، خواهیم داشت:

$$x = A \cos \omega t \rightarrow \begin{cases} x_M = r \cos \omega_M t = r \cos \frac{\pi}{6} t \rightarrow x_M = r \cos \frac{\pi}{6} t \\ x_N = A_N \cos \omega_N t = A_N \cos \frac{\pi}{12} t \rightarrow x_N = A_N \cos \frac{\pi}{6} t \end{cases}$$

$$t = 5s: x_M = x_N \rightarrow r \cos \left(\frac{\pi}{6} \times 5 \right) = A_N \cos \left(\frac{\pi}{6} \times 5 \right) \rightarrow r \cos \frac{5\pi}{6} = A_N \cos \frac{5\pi}{6}$$

$$\rightarrow r \left(-\frac{\sqrt{2}}{2} \right) = A_N \left(-\frac{\sqrt{2}}{2} \right) \rightarrow A_N = \frac{r\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = \frac{r\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2} \text{ cm} \rightarrow x_N = \sqrt{2} \cos \frac{\pi}{6} t$$

گام سوم: اکنون با داشتن معادله مکان - زمان توستاگر N، فاصله توستاگر را از مبدأ مکان در لحظه $t = 1s$ بدست می‌آوریم:

$$t = 1s \rightarrow x_N = \sqrt{2} \cos \left(\frac{\pi}{6} \times 1 \right) = \sqrt{2} \times \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{2\sqrt{2}}{2} \text{ cm}$$

گروه آموزشی ماز

۱۳۵- در یک حرکت هماهنگ ساده در بازه زمانی دو عبور متوالی نوسانگر از مبدأ مکان چه رابطه‌ای بین اندازه شتاب متوسط و تندی متوسط نوسانگر برقرار است؟ (۳) پاسخ: زاویه‌ای متحرک است)

$$a_{av} = \omega s_{av} \quad (۲)$$

$$a_{av} = \omega s_{av} \quad (۱)$$

$$a_{av} = \frac{2}{\omega} s_{av} \quad (۴)$$

$$a_{av} = \frac{1}{\omega} s_{av} \quad (۳)$$

پاسخ: گزینه ۱

موضوع	مفهوم	معماری	شماره	پایه	موضوع	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز	مفاهیم قابل ترکیب	تاریخ	مهر
درجه ۱۰	۷	۶	۷	مورد دوم	حرکت هماهنگ ساده	و ترکیب	۱۰	۱۰	غالب	

حرکت هماهنگ ساده

در یک حرکت هماهنگ ساده که معادله مکان - زمان آن به صورت $x = A \cos \omega t$ است، دانستن نکات زیر، ضروری است:

- 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.



- نقطه تعادل: در وسط پاره‌خطی که جسم بر روی آن نوسان می‌کند، قرار دارد، یعنی نقطه O . در این نقطه تندی نوسانگر دارای بیشترین مقدار ممکن است: $v_{max} = A\omega$

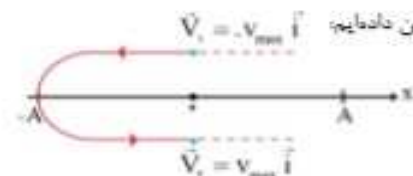
- نقاط بازگشت: در دو انتهای پاره‌خط نوسان یعنی در مکان‌های $x = \pm A$ سرعت نوسانگر صفر شده و تغییر جهت می‌دهد، برای همین به این نقاط، نقاط بازگشت می‌گوییم.

- مدت زمان لازم برای آن که نوسانگر فاصله بین نقاط بازگشت و تعادل را پیماید برابر $\frac{T}{4}$ است و مقدار مسافت پیموده شده توسط نوسانگر برابر A است:



پایه: ۱۰

مطابق شکل زیر، دو لحظه متوالی که در آن نوسانگر از مبدأ نوسان عبور می‌کند را با زیروندهای ۱ و ۲ نشان دادیم:



با توجه به شکل بالا، مقدار مسافتی که نوسان‌کننده در بازه زمانی مشخص شده طی می‌کند را مشخص کرده و سپس تندی متوسط را در این بازه زمانی محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{T}{4} + \frac{T}{4} = \frac{2T}{4} = \frac{T}{2}$$

$$l = A + A = 2A$$

$$a_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{2A}{\frac{T}{2}} = \frac{4A}{T} \quad (I)$$

همچنین با توجه به شکل بالا، شتاب متوسط در بازه زمانی مشخص شده، برابر است با:

$$\vec{a}_{av} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t} = \frac{v_{max} \vec{i} - (-v_{max} \vec{i})}{\frac{T}{4} + \frac{T}{4}} = \frac{2v_{max} \vec{i}}{\frac{T}{2}} = \frac{4v_{max} \vec{i}}{T}$$

$$\rightarrow |\vec{a}_{av}| = \frac{4v_{max}}{T} = \frac{4(A\omega)}{T} = \frac{4A\omega}{T} \quad (II)$$

و در پایان از تقسیم رابطه (II) بر رابطه (I) خواسته تست را بدست می آوریم:

$$\frac{|a_{av}|}{s_{av}} = \frac{\frac{4A\omega}{T}}{\frac{4A}{T}} = \omega \rightarrow |a_{av}| = \omega s_{av} \rightarrow a_{av} = \omega s_{av}$$

گروه آموزشی ماز

۱۳۶- نوسانگر هماهنگ ساده‌ای روی پاره‌خطی به طول 16cm یا دوره تناوب 8s نوسان می‌کند. نسبت بیشترین تندی متوسط نوسانگر به کمترین تندی متوسط آن هنگامی که به اندازه 8cm حرکت کند، کدام است؟

۲. $\sqrt{2}$ (۴)

۳. ۲ (۳)

۴. $1/5$ (۲)

۵. $\sqrt{2}$ (۱)

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	مفهوم	محاسبات	آموزش	شبه	پایه	مبحث	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	عبارت
درجه ۱۰	۶	۴	۲	۱	توابع	حرکت هماهنگ ساده	و ترکیب		۲	مکان	مکان

حرکت هماهنگ ساده

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



پایه: دبیرستان

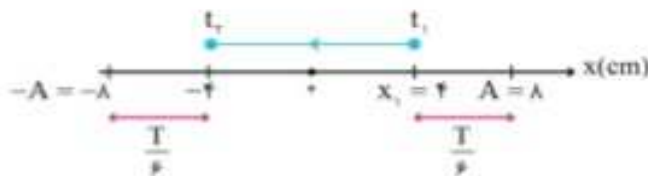
گام اول: بیشترین تندی متوسط نوسانگر به هنگام پیمودن مسافت 8cm هنگامی اتفاق می‌افتد که نوسانگر این مسافت را در کمترین زمان ممکن پیماید. بنابراین مطابق شکل زیر، نوسانگر باید نزدیک به نقطه تعادل قرار داشته باشد:

$$x_1 = 8\text{cm} \rightarrow \frac{x_1}{A} = \frac{8}{16} = \frac{1}{2} \rightarrow$$

$$x_1 = \frac{A}{2} \rightarrow t_1 = \frac{T}{6}$$

$$x_2 = -8\text{cm} \rightarrow \frac{x_2}{A} = \frac{-8}{16} = \frac{-1}{2} \rightarrow x_2 = -\frac{A}{2} \rightarrow t_2 = \frac{T}{6} - \frac{T}{2}$$

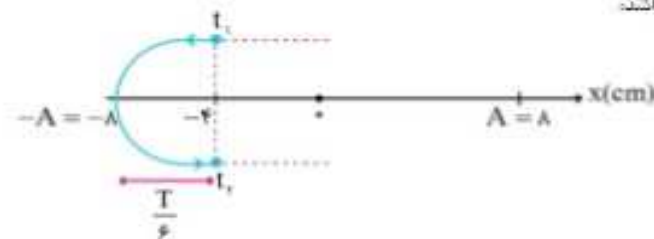
$$\Delta t_{\min} = t_2 - t_1 = \left(\frac{T}{6} - \frac{T}{2}\right) - \frac{T}{6} = \frac{T}{2} - \frac{T}{3} = \frac{T}{6} = \frac{8}{6} = \frac{4}{3}\text{s}$$



در نتیجه تندی متوسط نوسانگر در این حالت برابر است با:

$$s_{\max} = \frac{1}{\Delta t_{\min}} = \frac{1}{\frac{4}{3}} = \frac{3}{4} \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

گام دوم: کمترین تندی متوسط نوسانگر به هنگام پیمودن مسافت 8cm هنگامی اتفاق می‌افتد که نوسانگر این مسافت را در بیشترین زمان ممکن پیماید. بنابراین مطابق شکل زیر، نوسانگر باید نزدیک یکی از نقاط بازگشت قرار داشته باشد:



$$\Delta t_{\max} = t_2 - t_1 = \frac{T}{6} + \frac{T}{6} = \frac{2T}{6} = \frac{T}{3} = \frac{8}{3}\text{s}$$

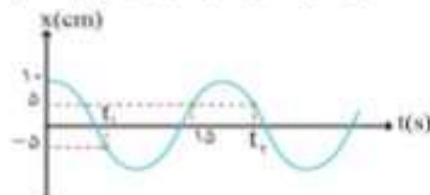
$$s_{\min} = \frac{1}{\Delta t_{\max}} = \frac{1}{\frac{8}{3}} = \frac{3}{8} \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

گام سوم: محاسبه خواسته تست:

$$\frac{s_{\max}}{s_{\min}} = \frac{\frac{3}{4}}{\frac{3}{8}} = 2$$

گروه آموزشی ماز

۱۳۷- شکل زیر، نمودار مکان - زمان نوسانگری را که حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد، نشان داده است. تبدی متوسط نوسانگر در بازه زمانی t_1 تا t_2 چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟



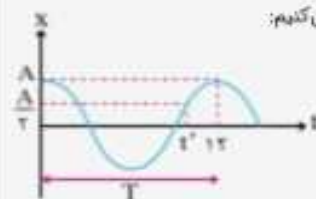
- ۱) $\frac{4}{3}$
۲) ۲
۳) ۳
۴) $\frac{10}{3}$

پاسخ: گزینه ۲

موضوع	مکانی	انرژی	شماره	پایه	مبحث	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
درجه از ۱۰	A	A	A	نواردهو	حرکت هماهنگ ساده	و ترکیب	ملاقات از زمان	A	۱۰	سهولت

حرکت هماهنگ ساده

از نمودار مکان - زمان یک حرکت هماهنگ ساده می‌توان برای پیدا کردن لحظه‌ای که در آن مکان نوسان‌کننده مشخص شده است استفاده کرد. برای انجام این کار کافی است در ابتدا با استفاده از معادله مکان - زمان $(x = A \cos \omega t)$ مقدار $\cos \omega t$ را محاسبه کرده و سپس برحسب اینکه مکان نوسان‌کننده برای چندمین بار دارای این مقدار شده است زمان موردنظر را بدست آورد. به‌عنوان مثال در شکل زیر، برای پیدا کردن t' به طریق زیر عمل می‌کنیم:



$$x = A \cos \omega t \rightarrow \frac{A}{\gamma} = A \cos \omega t' \rightarrow \cos \omega t' = \frac{1}{\gamma}$$

در لحظه t' چون نوسان‌کننده برای بار دوم دارای مقدار $\frac{A}{\gamma}$ شده است، از معادله بالا داریم:

$$\omega t' = 2\pi - \frac{\pi}{\gamma} \rightarrow \omega t' = \frac{5\pi}{\gamma} \rightarrow t' = \frac{5\pi}{\gamma \omega} = \frac{5T}{6} \quad (T=1.8 \text{ s}) \rightarrow t' = \frac{5}{6} \times 1.8 = 1.5$$

پاسخ: گزینه ۲

گام اول: با توجه به نمودار داده شده، دامنه نوسان برابر ۱۰-cm است و از طرفی با استفاده از این موضوع که در $t = 1.5$ s مکان نوسان‌کننده برای دومین بار برابر ۵-cm + شده است، دوره تناوب نوسان‌کننده را بدست می‌آوریم:

$$x = A \cos \omega t \rightarrow 5 = 10 \cos(\omega \times 1.5) \rightarrow \cos 1.5\omega = \frac{1}{2} \rightarrow \cos 1.5\omega = \cos(2\pi - \frac{\pi}{3}) \rightarrow 1.5\omega = 2\pi - \frac{\pi}{3}$$

$$\rightarrow 1.5\omega = \frac{5\pi}{3} \rightarrow \omega = \frac{\pi}{9} \rightarrow \frac{2\pi}{T} = \frac{\pi}{9} \rightarrow T = 1.8 \text{ s}$$

گام دوم: مقادیر t_1 و t_2 را بدست می‌آوریم و سپس با محاسبه مسافتی که نوسان‌کننده در بازه زمانی (t_1, t_2) پیموده است، تبدی متوسط خواسته شده را محاسبه می‌کنیم:

$$x = A \cos \omega t \rightarrow x = 10 \cos \frac{\pi}{9} t$$

$$-5 = 10 \cos \frac{\pi}{9} t_1 \rightarrow \cos \frac{\pi}{9} t_1 = \frac{-1}{2} \rightarrow \cos \frac{\pi}{9} t_1 = \cos(\pi - \frac{\pi}{3}) = \cos \frac{2\pi}{3}$$

$$\frac{\pi}{9} t_1 = \frac{2\pi}{3} \rightarrow t_1 = 6 \text{ s}$$

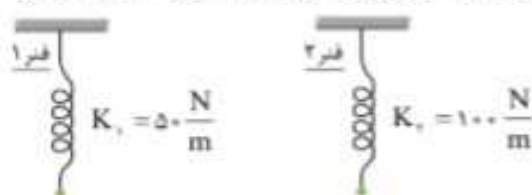
$$5 = 10 \cos \frac{\pi}{9} t_2 \rightarrow \cos \frac{\pi}{9} t_2 = \frac{1}{2} \rightarrow \cos \frac{\pi}{9} t_2 = \cos(2\pi + \frac{\pi}{3})$$

$$\rightarrow \frac{\pi}{9} t_2 = \frac{7\pi}{3} \rightarrow t_2 = 21 \text{ s}$$

$$s_{av} = \frac{1}{\Delta t} = \frac{\frac{A}{\gamma} + 2A + \frac{A}{\gamma}}{t_2 - t_1} = \frac{5 + 20 + 5}{21 - 6} = \frac{30}{15} = 2 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

گروه آموزشی ماز

۱۳۸- در شکل زیر، اگر جسم به جرم m_1 را به فنر (۱) و جسم به جرم m_2 را به فنر (۲) آویزان کنیم، جسم‌ها به ترتیب با دوره تناوب T و $2T$ نوسان می‌کنند. اگر جای این دو جسم را با یکدیگر عوض کنیم، دوره تناوب جسم متصل به فنر (۱) چند برابر دوره تناوب جسم متصل به فنر (۲) می‌شود؟



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

پاسخ: گزینه ۴

موضوع	معمولی	معمولی	تخصصی	رشته	مبحث	پیش‌نیاز و ترکیب	پیش‌نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب یا	درجه سختی	میان متوسطه
فیزیک	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲

سامانه جرم-فنر

در یک سامانه جرم - فنر، چه نوسان در راستای قائم باشد چه در راستای افقی، به شرطی که دامنه نوسان کوچک باشد، بسامد زاویه‌ای و دوره تناوب نوسان را می‌توان از رابطه‌های زیر بدست آورد:

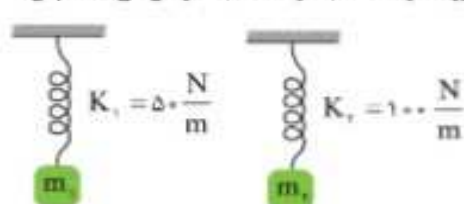


$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

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

پایه آموزشی: ...

گام اول: یا بستن جسم به جرم m_1 به فنر (۱) و جسم به جرم m_2 به فنر (۲)، جسم‌ها به ترتیب با دوره تناوب $T_1 = T$ و $T_2 = 2T$ نوسان می‌کنند، پس:



$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m_1}{k_1}}$$

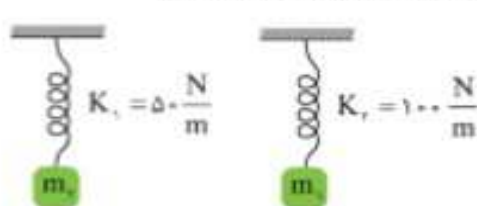
$$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{m_2}{k_2}}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} \times \sqrt{\frac{k_1}{k_2}} \rightarrow \frac{2T}{T} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} \times \sqrt{\frac{50}{100}}$$

$$\rightarrow 2 = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} \times \frac{1}{\sqrt{2}} \rightarrow \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} = 2\sqrt{2}$$

$$\rightarrow \frac{m_2}{m_1} = 8 \quad (I)$$

گام دوم: مطابق شکل زیر، یا جای‌جا کردن جرم‌ها، جرم m_2 یا دوره تناوب T_1' و جرم m_1 یا دوره تناوب T_2' نوسان می‌کند، بنابراین:



$$T_1' = 2\pi \sqrt{\frac{m_2}{k_1}}$$

$$T_2' = 2\pi \sqrt{\frac{m_1}{k_2}}$$

$$\frac{T_1'}{T_2'} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} \times \sqrt{\frac{k_2}{k_1}} \xrightarrow{(I)} \frac{T_1'}{T_2'} = \sqrt{8} \times \sqrt{\frac{100}{50}} = \sqrt{8} \times \sqrt{2} = \sqrt{16} = 4$$

گروه آموزشی ماز

۱۳۹- به انتهای فنری وزنه‌ای آویزان می‌کنیم و آن را در راستای قائم به نوسان درمی‌آوریم. اگر دامنه نوسان 5 cm و حداکثر تغییر طول فنر نسبت به حالت

عادی 15 cm باشد، دوره تناوب نوسان جسم چند ثانیه است؟ ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)

$$\frac{\sqrt{2}}{10} \pi \quad (4)$$

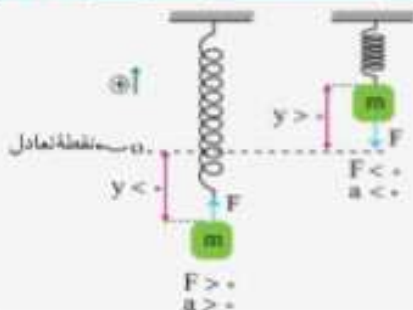
$$\frac{2\sqrt{2}}{5} \pi \quad (3)$$

$$\frac{\pi}{10} \quad (2)$$

$$\frac{\pi}{5} \quad (1)$$

موضوع	معماری	آپدیت	شماره	زبان	موضوع	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب یا	درجه	میزان
درجه ۱ تا ۳	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵

ساختار جرم - فنر

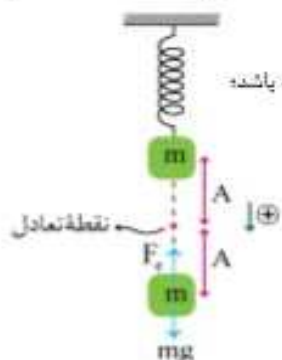


سامانه جرم - فنر را که در حال انجام حرکت هماهنگ ساده است، در نظر می‌گیریم. مطابق شکل‌های زیر، نیرویی که از طرف فنر بر جسم به جرم m وارد می‌شود همواره در خلاف جهت جابه‌جایی جسم است. اگر y مکان جسم نوسان‌کننده در یک لحظه مشخص باشد، نیرویی که از طرف فنر بر آن وارد می‌شود، برابر است با:

$$F = -m\omega^2 y$$

$$a = -\omega^2 y \rightarrow a_{\max} = -\omega^2 A \rightarrow |a_{\max}| = \omega^2 A$$

پایه آموزشی



حداکثر تغییر طول فنر هنگامی به وجود می‌آید که مطابق شکل زیر، جسم در پایین‌ترین نقطه حرکت توافقی خود قرار داشته باشد یا فرض اینکه جهت رویه پایین را مثبت در نظر بگیریم، قانون دوم نیوتون را برای جسم در این حالت می‌نویسیم:

$$mg - F_s = -ma \rightarrow mg - k\Delta y = -ma \rightarrow$$

$$k\Delta y = m(g + a) \rightarrow \Delta y = \frac{m}{k}(g + a) \xrightarrow{(\omega = \sqrt{\frac{k}{m}})}$$

$$\Delta y = \frac{1}{\omega^2}(g + a)$$

در رابطه بالا چون جسم در نقطه بازگشت خود قرار دارد بنابراین شتاب آن بیشینه است، پس:

$$\Delta y = \frac{1}{\omega^2}(g + a_{\max}) \xrightarrow{(a_{\max} = \omega^2 A)} \Delta y = \frac{1}{\omega^2}(g + \omega^2 A) \rightarrow$$

$$\Delta y = \frac{g}{\omega^2} + A \rightarrow \frac{g}{\omega^2} = \Delta y - A \rightarrow \omega^2 = \frac{g}{\Delta y - A} = \frac{1}{-1/5 - (-5)} = \frac{1}{-1} = 1$$

$$\rightarrow \omega = 1 \rightarrow \frac{2\pi}{T} = 1 \rightarrow T = \frac{\pi}{1} = \pi$$

گروه آموزشی مار

۱۴۰- آونگ‌های ساده A و B بر روی زمین قرار دارند. طول آونگ A، ۴ برابر طول آونگ B است و آونگ A در هر ۱۰۸ به تعداد ۲ نوسان از آونگ B عقب می‌افتد. اگر آونگ A را بر روی زمین نگه داشته و آونگ B را به ارتفاع h از سطح زمین ببریم هر دو آونگ در هر ثانیه به تعداد مساوی نوسان می‌کنند. h چند برابر شعاع کره زمین است؟

۲/۵ (۴)

۲ (۳)

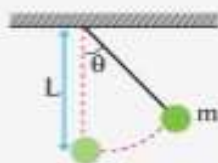
۱/۵ (۲)

۱ (۱)

موضوع	معماری	آپدیت	شماره	زبان	موضوع	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب یا	درجه	میزان
درجه ۱ تا ۳	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵

آونگ

مطابق شکل زیر، اگر گلوله کوچکی را که از نخ سبکی آویزان است و در راستای قائم در حالت تعادل قرار دارد، اندکی از حالت تعادل خارج و رها سازیم، به شرط آن‌که زاویه آونگ با راستای قائم (یعنی θ) کوچک باشد، حرکت آونگ از نوع هماهنگ ساده خواهد بود:



$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$$

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

با توجه به روابط بالا، دوره تناوب و بسامد زاویه‌ای آونگ ربطی به جرم و دامنه نوسان آونگ ندارد.

گام اول: آونگ‌ها بر روی زمین قرار دارند و طول آونگ A، ۴ برابر طول آونگ B است، بنابراین:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \rightarrow \frac{T_A}{T_B} = \sqrt{\frac{L_A}{L_B}} \rightarrow \frac{T_A}{T_B} = \sqrt{4} = 2 \rightarrow T_A = 2T_B \quad (I)$$

از طرفی در هر ۱۰s آونگ A به تعداد ۲ نوسان از آونگ B عقب می‌افتد:

$$n_A = n_B - 2 \rightarrow \frac{\Delta t}{T_A} = \frac{\Delta t}{T_B} - 2 \rightarrow \frac{10}{T_A} = \frac{10}{T_B} - 2 \xrightarrow{(I)} \frac{10}{2T_B} = \frac{10}{T_B} - 2 \rightarrow$$

$$\frac{\Delta}{T_B} = \frac{10}{T_B} - 2 \rightarrow \frac{\Delta}{T_B} = 2 \rightarrow T_B = \Delta / 2s$$

$$(I): T_A = 2T_B = 2 \times 2 / 2 = 2s$$

گام دوم: یا بالا بردن آونگ B به ارتفاع h از سطح زمین. آونگ‌ها در هر ثانیه به تعداد مساوی نوسان می‌کنند و بنابراین دوره تناوب این ۲ آونگ با یکدیگر برابر می‌شوند پس:

$$T_A = T'_B \rightarrow 2\pi\sqrt{\frac{L_A}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{L_B}{g'}} \rightarrow \sqrt{\frac{L_A}{g}} = \sqrt{\frac{L_B}{g'}} \rightarrow$$

$$\frac{L_A}{g} = \frac{L_B}{g'} \rightarrow \frac{L_A}{L_B} = \frac{g}{g'} \rightarrow \frac{g}{g'} = \frac{g}{g - \frac{GM}{r^2}} \rightarrow \frac{g}{g'} = \left(\frac{r}{r'}\right)^2 = \left(\frac{R_E + h}{R_E}\right)^2$$

$$\rightarrow 4 = \left(\frac{R_E + h}{R_E}\right)^2 \rightarrow \frac{R_E + h}{R_E} = 2 \rightarrow R_E + h = 2R_E \rightarrow h = R_E \rightarrow \frac{h}{R_E} = 1$$

گروه آموزشی ماز

۱۴۱- معادله انرژی جنبشی - مکان یک نوسانگر وزنه - فنر که حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد در SI به صورت $K = -\frac{1}{16} - 400x^2$ است. اگر جرم

وزنه 2 kg باشد، انرژی پتانسیل نوسانگر در لحظه $t = \frac{\pi}{6} \text{ s}$ چند میلی ژول است؟

۱۲۰ (۴)

۴۰ (۳)

۰/۱۲ (۲)

۰/۰۴ (۱)

پایه هفتم

موضوع	مفهوم	محاسباتی	آموزشی	تذکره	نوع	پایه	مبحث	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	ترکیب	میزان
درجه ۱۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	انرژی	انرژی و حرکت	۱	۲	۳	۴

در حرکت هماهنگ ساده انرژی جنبشی جسم نوسان‌کننده برابر است با:

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

که در آن m جرم جسم و v تندی آن است.

انرژی جنبشی جسم نوسان‌کننده به‌هنگام عبور از نقطه تعادل، بیشینه و به‌هنگام قرار گرفتن در نقاط بازگشت برابر صفر است.

در حرکت هماهنگ ساده چون از نیروهای تلف‌کننده انرژی چشم‌پوشی می‌کنیم، انرژی مکانیکی آن ثابت است:

$$E = K + U = \text{ثابت} \quad E = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2$$

گام اول: از معادله انرژی جنبشی - مکان داده شده، انرژی مکانیکی و دامنه نوسان را بدست می‌آوریم:

$$K = -\frac{1}{16} - 400x^2 \quad (I)$$

$$(x = -\rightarrow K = K_{\max} = E) \xrightarrow{(I)} E = -\frac{1}{16} - 400 \cdot (-)^2 \rightarrow E = -\frac{1}{16} J$$

$$(x = A \rightarrow K = -) \xrightarrow{(I)} -\frac{1}{16} - 400 \cdot A^2 \rightarrow -400 \cdot A^2 = -\frac{1}{16} \rightarrow$$

$$A^2 = \frac{-\frac{1}{16}}{-400} \rightarrow A = \frac{-\frac{1}{16}}{-200} = \frac{1}{200} = \frac{1}{200} = -\frac{1}{200} m$$

گام دوم: با معلوم شدن انرژی مکانیکی و دامنه تیر، بسامد زاویه‌ای تیر را بدست آورده و سپس معادله مکان - زمان تیران کننده را می‌تویسیم:

$$E = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 \rightarrow -/16 = \frac{1}{2} \times 2 \times \omega^2 \times (-/2)^2 \rightarrow -/16 = \omega^2 \times 4 \times 1/2 \rightarrow$$

$$\omega^2 = \frac{-/16}{4 \times 1/2} = 4 \rightarrow \omega = 2 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$x = A \cos \omega t = -/2 \cos 2t$$

گام سوم: مکان تیران کننده را در لحظه $t = \frac{\pi}{6} \text{ s}$ محاسبه کرده و سپس انرژی جتیشی تیران کننده در آن لحظه را محاسبه می‌کنیم:

$$x = -/2 \cos 2t \xrightarrow{(t = \frac{\pi}{6} \text{ s})} x = -/2 \cos \left(\frac{2 \times \pi}{6} \right) = -/2 \cos \frac{\pi}{3} = -/2 \times \frac{1}{2} = -/1 \text{ m}$$

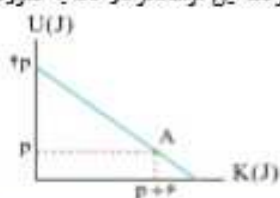
$$K = 1/16 - 4 \times x^2 \xrightarrow{(x = -/1 \text{ m})} K = 1/16 - 4 \times (-/1)^2 = 1/16 - 4 = -/12 \text{ J}$$

گام چهارم: محاسبه خوانسته تست در لحظه $t = \frac{\pi}{6} \text{ s}$

$$E = K + U \rightarrow -/16 = -/12 + U \rightarrow U = -/4 \text{ J} = -4 \text{ mJ}$$

گروه آموزشی ماز

۱۴۲- شکل زیر، نمودار تغییرات انرژی پتانسیل برحسب انرژی جتیشی یک تیرانگر هماهنگ ساده است. اگر معادله حرکت این تیرانگر در SI به صورت $x = 2 \cos t$ باشد، جرم تیران کننده چند کیلوگرم است؟ (P یک عدد ثابت است)



- ۱ (۱)
۱/۵ (۲)
۲ (۳)
۲/۵ (۴)

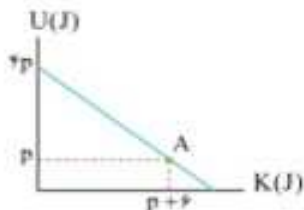
پاسخ: گزینه ۲

موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع
مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک	مکانیک
درجه آزادی	درجه آزادی	درجه آزادی	درجه آزادی	درجه آزادی	درجه آزادی	درجه آزادی	درجه آزادی	درجه آزادی	درجه آزادی	درجه آزادی	درجه آزادی

در حرکت هماهنگ ساده چون از نیروهای تلف کننده انرژی چشم‌پوشی می‌کنیم انرژی مکانیکی آن ثابت است. بنابراین مطابق روابط نمودار انرژی پتانسیل برحسب انرژی جتیشی آن خط راستی با شیب -۱ و عرض از مبدأ E (انرژی مکانیکی) می‌باشد:

$$E = K + U \rightarrow U = -K + E$$

گام اول: با توجه به نمودار زیر، انرژی‌های پتانسیل و جتیشی را در نقطه A بدست آورده و سپس با استفاده از قانون پایستگی انرژی مکانیکی، خواهیم داشت:



$$\begin{aligned} U_A &= P, K_A = P + P, E = P \\ E &= K_A + U_A \rightarrow P = (P + P) + P \rightarrow \\ P &= 2P + P \rightarrow 2P = P \rightarrow P = 2 \\ E &= P = 2 \times 2 = 4 \text{ J} \end{aligned}$$

گام دوم: از معادله مکان - زمان داده شده، دامنه و پسماند زاویه‌ای توسان را بدست می‌آوریم و سپس خواسته تست را محاسبه می‌کنیم:

$$x = r \cos \tau \rightarrow (x = A \cos \omega t) \rightarrow A = r m, \quad \omega = \tau \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

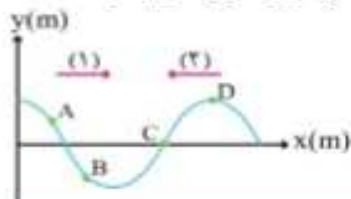
$$E = \frac{1}{2} k A^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \rightarrow \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \times m \times (\tau)^2 \times (\tau)^2 \rightarrow$$

$$\frac{1}{2} = \lambda m \rightarrow m = \frac{1/2}{\lambda} = \frac{\tau}{\lambda} = 1/ \Delta \text{kg}$$

گروه آموزشی ماز

۱۴۳- شکل زیر، نقش یک موج عرضی را در یک لحظه نشان می‌دهد. برای کدام یک از ذرات نشان داده شده در شکل، عبارت‌های الف و ب درست است؟
الف: اگر جهت انتشار موج در جهت (۱) باشد، حرکت ذره به صورت تندی‌شونده است.

ب: اگر جهت انتشار موج در جهت (۲) باشد، بردار شتاب ذره در جهت محور y است.



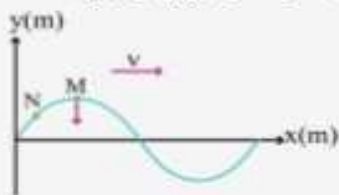
- A (۱)
B (۲)
C (۳)
D (۴)

پاسخ: گزینه ۲

مشخصه	موضوعی	محاسباتی	آموزشی	ژانره	پایه	مبحث	پیش‌نیاز	روش‌های لازم تست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
درجه ۳۰	۶	۴	۶	سوال	دوازدهم	نقش موج	و ترکیب			۱	معمول

نقش موج

هنگامی که موجی در یک محیط انتشار می‌یابد، هر جزء محیط، حرکت جزء قبلی خود را تقلید می‌کند و به همین دلیل است که انرژی از یک نقطه از محیط به نقطه دیگر انتقال می‌یابد. به عنوان مثال در شکل زیر که نقش یک موج عرضی در لحظه t است، جهت حرکت ذره M مشابه جهت حرکت ذره قبل از خود یعنی N است و بعبارت دیگر رو به پایین است:



پاسخ: گزینه ۲

بررسی الف: اگر جهت انتشار موج در جهت (۱) باشد، حرکت ذرات B و D به سمت نقطه تعادل است و بنابراین حرکت آن‌ها به صورت تندی‌شونده است.
بررسی ب: اگر جهت انتشار موج در جهت (۲) باشد، حرکت ذرات A و D به سمت نقطه تعادل و مکان آن‌ها در قسمت مثبت محور y قرار دارد و جهت حرکت ذره C به سمت نقطه بازگشت مثبت و مکان آن در قسمت مثبت محور y قرار دارد، بنابراین شتاب ذرات A ، C و D در خلاف جهت محور y است، ولی جهت حرکت ذره B به سمت نقطه بازگشت منفی و مکان آن نیز در قسمت منفی محور y قرار دارد، پس شتاب آن در جهت محور y است.
با توجه به بررسی‌های الف و ب نتیجه می‌گیریم که ویژگی ذره B در هر دو عبارت الف و ب صدق می‌کند.

گروه آموزشی ماز

۱۴۴- چشمه موجی در یک محیط با پسماند مشخص نوسان می‌کند. اگر پسماند چشمه موج را ۲۵ درصد افزایش دهیم، طول موج آن ۲ cm کاهش می‌یابد. اگر پسماند چشمه موج را ۲۵ درصد کاهش دهیم، طول موج آن چند سانی‌متر افزایش می‌یابد؟

- (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵

پاسخ: گزینه ۴

مشخصه	موضوعی	محاسباتی	آموزشی	ژانره	پایه	مبحث	پیش‌نیاز	روش‌های لازم تست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
درجه ۳۰	۶	۶	۶	سوال	دوازدهم	چشمه موج	و ترکیب			۱	معمول

چشمه موج

طول موج: مقدار مسافتی که موج در مدت یک دوره از نوسان چشمه می‌پیماید را طول موج می‌گویند که مقدار آن برابر است با:

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

با توجه به رابطه بالا، طول موج هم به ویژگی‌های چشمه موج (یعنی f) و هم به ویژگی‌های محیط (یعنی v) بستگی دارد.

گام اول: با فرض اینکه f بسامد چشمه موج و v سرعت انتشار موج در محیط باشد، داریم:

$$\lambda = \frac{v}{f} \quad (I)$$

گام دوم: با افزایش ۲۵ درصدی بسامد چشمه موج، طول موج آن ۳ cm کاهش می‌یابد، بنابراین:

$$\left. \begin{aligned} f' &= f + \frac{25}{100}f = \frac{125}{100}f \\ \lambda' &= \lambda - 3 \end{aligned} \right\} \rightarrow \lambda' = \frac{v}{f'} \rightarrow \lambda - 3 = \frac{v}{\frac{125}{100}f} \rightarrow \lambda - 3 = \frac{4}{5} \frac{v}{f}$$

$$\lambda - 3 = \frac{4}{5} \frac{v}{f} \xrightarrow{(I)} \lambda - 3 = \frac{4}{5} \lambda \rightarrow \frac{1}{5} \lambda = 3 \rightarrow \lambda = 15 \text{ cm}$$

گام سوم: با کاهش ۲۵ درصدی بسامد چشمه موج، طول موج آن به صورت زیر تغییر می‌کند:

$$f'' = f - \frac{25}{100}f = \frac{75}{100}f \rightarrow \lambda'' = \frac{v}{f''} = \frac{v}{\frac{75}{100}f} = \frac{4}{3} \frac{v}{f} \xrightarrow{(I)}$$

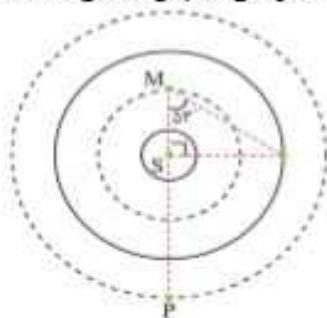
$$\lambda'' = \frac{4}{3} \lambda = \frac{4}{3} \times 15 = 20 \text{ cm}$$

و در پایان، محاسبه خوانسته تست:

$$\Delta \lambda = \lambda'' - \lambda = 20 - 15 = 5 \text{ cm}$$

گروه آموزشی ماز

۱۴۵- شکل زیر، چشمه نوسانی S و امواج دایره‌ای تشکیل شده بر سطح آب را در یک لحظه نشان می‌دهد. اگر بسامد چشمه ۲۵ Hz و فاصله نقطه P از چشمه S برابر ۶۰ cm باشد، تندی انتشار موج بر سطح آب چند متر بر ثانیه است؟ (دایره‌های توپر، قله‌ها و دایره‌های خط چین دره‌های ایجاد شده در سطح آب هستند و $\sin 53^\circ = 0.8$ است.)



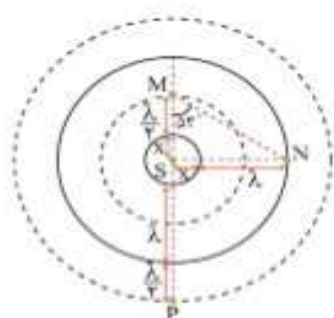
- ۱) ۲
- ۲) ۴
- ۳) ۶
- ۴) ۸

پاسخ: گزینه ۳

مشاهده	مفهوم	محاسباتی	آموزشی	شدنی	پایه	مبحث	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز لازم تست	مشاهده قابل ترکیب یا	درجه	عنوان
درجه ۱۰	۶	۶	۷	۸	دوازدهم	چشمه موج	و ترکیب	✓	✓	✓	عنوان



هرگاه یک جسم کروی کوچک بر سطح آب به صورت یک حرکت هماهنگ ساده بالا و پایین برود، موج‌هایی عرضی در تمام جهات بر سطح آب انتشار می‌یابد. در این حالت اگر قله‌ها یا دره‌ها را در ذهن خود به یکدیگر متصل کنیم، همان «دایره‌های پیش‌رونده‌ای خواهد شد که بر سطح آب قابل مشاهده است (شکل مقابل):



گام اول: با فرض اینکه فاصله چشمه از اولین قله نشان داده شده در شکل برابر x باشد و از طرفی با توجه به نکته بیان شده در دستگاه داریم:

$$\Delta MNS: \tan \theta = \frac{NS}{MS} \rightarrow$$

$$\frac{4}{3} = \frac{\lambda + x}{\lambda + x} \rightarrow 2\lambda + 4x = 3\lambda + 3x \rightarrow x = \lambda \quad (I)$$

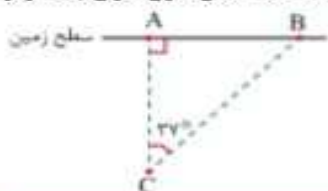
گام دوم: فاصله نقطه P از چشمه S برابر ۶۰ cm است؛ بنابراین با توجه به شکل بالا داریم:

$$PS = 60 \text{ cm} \rightarrow x + \lambda + \frac{\lambda}{3} = 60 \rightarrow \lambda + \lambda + \frac{\lambda}{3} = 60 \rightarrow \frac{5\lambda}{3} = 60 \rightarrow$$

$$\lambda = 24 \text{ cm} \rightarrow \frac{(\lambda - \frac{v}{f})}{f} = 24 \rightarrow \frac{v}{f} = 24 \rightarrow \frac{v}{25} = 24 \rightarrow v = 24 \times 25 = 600 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

گروه آموزشی ماز

۱۴۶- در شکل زیر، ایستگاه‌های لرزه‌نگاری A و B و مرکز وقوع زمین‌لرزه C نشان داده شده است. اگر ایستگاه A، امواج طولی و امواج عرضی حاصل از زلزله را با اختلاف زمانی t_{\min} ثبت کند و ایستگاه B امواج طولی را پس از ۵ دقیقه از زمان وقوع زلزله ثبت کند، تندی امواج طولی چند برابر تندی امواج عرضی است؟ ($\sin 37^\circ = 0.6$)



- ۱/۲ (۱)
۱/۴ (۲)
۱/۵ (۳)
۱/۸ (۴)

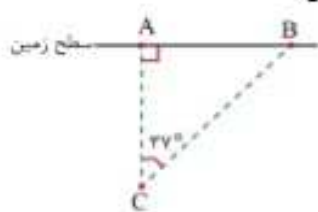
پاسخ: گزینه ۳

موضوع	معماری	تاریخ	پایه	موضوع	پایه	موضوع	پایه	موضوع	پایه
معماری	معماری	معماری	معماری	معماری	معماری	معماری	معماری	معماری	معماری

موج و زمین‌لرزه

همان‌طور که می‌دانید در یک محیط مشخص، تندی انتشار امواج طولی بیشتر از تندی انتشار امواج عرضی در همان محیط است به همین دلیل است که هنگام وقوع زمین‌لرزه، امواج طولی حاصل از آن زودتر از امواج عرضی آن به ایستگاه لرزه‌نگاری می‌رسد.

گام اول: ایستگاه لرزه‌نگاری A. امواج طولی و عرضی حاصل از زمین‌لرزه را با اختلاف زمانی $\tau \text{ min}$ ثبت می‌کند. بنابراین:



$$\Delta t_A = \tau \text{ min} \rightarrow t_{A,S} - t_{A,P} = \tau \times 60 \rightarrow$$

$$\frac{\overline{AC}}{v_S} - \frac{\overline{AC}}{v_P} = 12 \rightarrow \frac{\overline{AC}}{v_S} - \frac{\overline{AC}}{v_P} = 12 \rightarrow$$

$$\frac{\overline{BC} \cos 37^\circ}{v_S} - \frac{\overline{BC} \cos 37^\circ}{v_P} = 12 \rightarrow \frac{-\overline{BC}}{v_S} - \frac{-\overline{BC}}{v_P} = 12 \quad (I)$$

گام دوم: ایستگاه لرزه‌نگاری B. پس از Δmin از زمان وقوع زلزله، امواج طولی حاصل از آن را ثبت می‌کند. در نتیجه:

$$t_{B,P} = \Delta \text{min} \rightarrow \frac{\overline{BC}}{v_P} = 5 \times 60 = 300 \quad (II)$$

از قرار دادن رابطه (II) در رابطه (I) داریم:

$$\frac{-\overline{BC}}{v_S} - \frac{-\overline{BC}}{300} = 12 \rightarrow \frac{-\overline{BC}}{v_S} = 36 \rightarrow \frac{\overline{BC}}{v_S} = 450 \quad (III)$$

گام سوم: از تقسیم رابطه (II) بر رابطه (III) خواسته تست را بدست می‌آوریم:

$$\frac{\frac{\overline{BC}}{v_P}}{\frac{\overline{BC}}{v_S}} = \frac{300}{450} \rightarrow \frac{v_S}{v_P} = \frac{3}{4} \rightarrow \frac{v_P}{v_S} = \frac{4}{3} = 1.33$$

گروه آموزشی ماز

۱۴۷- شخصی گوش خود را نزدیک یک ریل مستقیم قطار نگه داشته است. در فاصله d متری از شخص، ضربه‌ای به این ریل زده می‌شود. حداقل مقدار d

چند متر باشد تا شخص بتواند دو صدای مختلف را بشنود؟ (سرعت صوت در هوا و ریل به ترتیب $340 \frac{m}{s}$ و $1700 \frac{m}{s}$ است).

۸۵ (۴)

۶۸ (۳)

۴۲/۵ (۲)

۳۴ (۱)

پاسخ گزینه ۲

موضوع	معماری	آموزشی	شماره	پایه	صحت	ویژگی‌ها و ترکیب	پیش‌نیاز لازم تست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
۴	۲	۲	۱	نواردهم	صحت	و ترکیب	۱	۱	۱	۱



- تندی صوت همانند همه امواج مکانیکی دیگر به ویژگی‌های محیط بستگی دارد. هرچه محیط انتشار صوت متراکم‌تر باشد تندی انتشار صوت در آن بیشتر است. به همین دلیل است که سرعت صوت در جامدات بیشتر از مایعات و در مایعات بیشتر از گازها است.

- برای آن که شخصی بتواند دو صدای مختلف را از هم تشخیص دهد لازم است تا بین این دو صدا حداقل $1/15$ اختلاف زمانی وجود داشته باشد.

برای آن که شخصی بتواند دو صدایی که از طریق هوا و ریل به گوشش می‌رسد را از هم تشخیص دهد لازم است تا حداقل ۰/۱۸ بین آن‌ها اختلاف زمانی وجود داشته باشد یا به عبارتی با فرض اینکه $v_{\text{هوا}}$ و $v_{\text{ریل}}$ به ترتیب مدت زمان لازم برای عبور صوت از هوا و ریل باشد داریم:

$$\frac{d_{\min}}{v_{\text{هوا}}} - \frac{d_{\min}}{v_{\text{ریل}}} \geq \frac{0.18}{15} \rightarrow \frac{d_{\min}}{340} - \frac{d_{\min}}{5100} \geq \frac{0.18}{15} \rightarrow \frac{5d_{\min} - d_{\min}}{1700} \geq \frac{0.18}{15} \rightarrow \frac{4d_{\min}}{1700} \geq \frac{0.18}{15} \rightarrow d_{\min} \geq \frac{1700 \times 0.18}{15 \times 4} = \frac{85}{2} = 42.5 \text{ m}$$

گروه آموزشی ماز

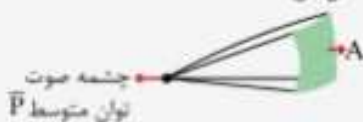
۱۴۸- فاصله سطح M و N از یک چشمه صوت نقطه‌ای به ترتیب r و $2r$ و مساحت سطح M به مقدار 15 cm^2 کمتر از مساحت سطح N است. اگر توان متوسط چشمه صوت 1 mW باشد شدت صوت در سطح M چند واحد SI است؟ (از انبساط انرژی صوت در اثر انتشار صرف‌نظر شود).
(۱) ۰/۵ (۲) ۴ (۳) ۳ (۴) ۴

پاسخ: گزینه ۳

توضیح	مفهومی	محاسباتی	آموزشی	تشابه	باز	صحت	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز لازم نیست	مفاهیم کلیدی ترکیب با	درجه	میان
درجه ۱ تا ۴	۴	۲	۲	سوال	تواندهم	شدت صوت	پیش‌نیاز و ترکیب		۳	۳	میان

شدت صوت

به متوسط مقدار انرژی صوتی که در واحد زمان به‌طور عمود از سطح می‌گذرد شدت صوت گویند و آن را با نماد I نشان می‌دهند:



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

شدت صوت با مربع دامنه صوت و مربع بسامد چشمه صوت نسبت مستقیم و با مربع فاصله سطح از چشمه صوت نسبت عکس دارد:

$$\frac{I_r}{I_l} = \left(\frac{A_r}{A_l}\right)^2 \times \left(\frac{f_r}{f_l}\right)^2 \times \left(\frac{r_l}{r_r}\right)^2$$

گام اول: فاصله سطح M و N از چشمه صوت به ترتیب برابر r و $2r$ است. بنابراین:

$$\frac{I_M}{I_N} = \left(\frac{r_N}{r_M}\right)^2 \rightarrow \frac{I_M}{I_N} = \left(\frac{2r}{r}\right)^2 = 4 \quad (1)$$

گام دوم: مساحت سطح M به مقدار 15 cm^2 کمتر از مساحت سطح N است. در نتیجه:

$$A_M = A_N - 15 \rightarrow A_N = A_M + 15$$

$$I = \frac{\bar{P}}{A} \rightarrow \frac{I_M}{I_N} = \frac{A_N}{A_M} \rightarrow \frac{I_M}{I_N} = \frac{A_M + 15}{A_M} \quad (2)$$

$$4 = \frac{A_M + 15}{A_M} \rightarrow 4A_M = A_M + 15 \rightarrow 3A_M = 15 \rightarrow A_M = 5 \text{ cm}^2$$

گام سوم: شدت صوت در سطح M را بدست می‌آوریم:

$$I_M = \frac{\bar{P}}{A_M} = \frac{1 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-2}} = \frac{1}{5} = \frac{1}{5} \text{ W m}^{-2}$$

گروه آموزشی ماز

۱۴۹- مطابق شکل زیر، شخصی متر از بلندگو دورتر می‌شود که در نتیجه آن تراز شدت صوت حاصل از بلندگو را 2 dB کمتر می‌شود. فاصله اولیه شخص از بلندگو چند متر است؟ ($\log 2 = 0.3$)
(۱) ۸ (۲) ۱۶ (۳) ۴ (۴) ۲



۱۵۱- مطابق شکل زیر، دو سطح کاو (۱) و (۲) در فاصله ۳۰ متری از یکدیگر قرار گرفته‌اند و شنونده که در فاصله ۲۳ متری از چشمه صوت قرار دارد، صوت بازتاب‌شده از سطح (۱) را با بیشترین پلندی ممکن دریافت می‌کند. اگر فاصله کانونی سطح کاو (۲) به مقدار ۱m بیشتر از فاصله کانونی سطح (۱) باشد، فاصله کانونی سطح کاو (۲) چند متر است؟



- (۱) ۲
(۲) ۳/۵
(۳) ۴
(۴) ۴/۵

پاسخ: گزینه ۳

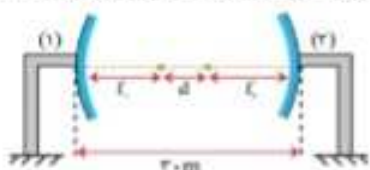
موضوع	مفهوم	محاسبات	آزمایش	تئوری	پایه	منبع	پایان کار و ترکیب	یادداشتار لازم تست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
درجه ۱۰	۱	۱	۱	۱	نوازدهم	صوت	و ترکیب	۱	۱	۱۰	موسیقی

هرگاه چشمه صوت را بر روی کانون یک سطح خمیده کاو قرار دهیم، جبهه‌های فروزی به صورت گروی به سطح برخورد می‌کنند و جبهه‌های بازتابیده به صورت تخت و موازی بازتاب می‌شوند.

مطابق شکل زیر، اگر دو سطح کاو را روبروی یکدیگر بگذاریم و یک چشمه صوت را در کانون یکی قرار دهیم، شنونده‌ای که در کانون سطح کاو دیگر ایستاده است صدای چشمه صوت را خیلی واضح می‌شنود.

پایه نهم

با توجه به نکته بیان شده در درسامه نتیجه می‌گیریم که شنونده در کانون سطح کاو (۱) و چشمه صوت در کانون سطح کاو (۲) قرار دارد. با فرض اینکه f_1 و f_2 به ترتیب فاصله کانونی سطح کاو (۱) و (۲) و d فاصله بین چشمه صوت و شنونده باشد، داریم:



$$f_1 + f_2 + d = 30 \rightarrow f_1 + f_2 + 23 = 30 \rightarrow f_1 + f_2 = 7m \quad (I)$$

از طرفی فاصله کانونی سطح کاو (۲) به مقدار ۱m بیشتر از فاصله کانونی سطح کاو (۱) است، بنابراین:

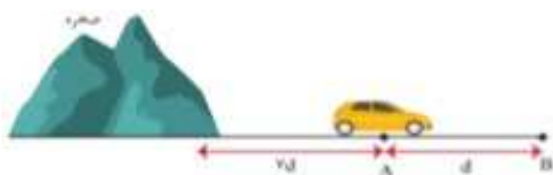
$$f_2 - f_1 = 1m \quad (II)$$

از حل دو معادله (I) و (II) داریم:

$$f_1 = 3m, f_2 = 4m$$

گروه آموزشی ماز

۱۵۲- مطابق شکل زیر، خودرویی با تندی ثابت در حال دور شدن از یک صخره بلند است. راننده خودرو در نقطه A گلوله‌ای را شلیک می‌کند و در نقطه B پژواک صدای گلوله را می‌شنود. تندی صوت چند برابر تندی خودرو است؟



- (۱) ۸
(۲) ۱۲
(۳) ۱۵
(۴) ۱۶

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع
موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع



به صوت بازتابیده که با یک تأخیر زمانی نسبت به صوت اولیه می‌شنویم، پژواک می‌گوییم.

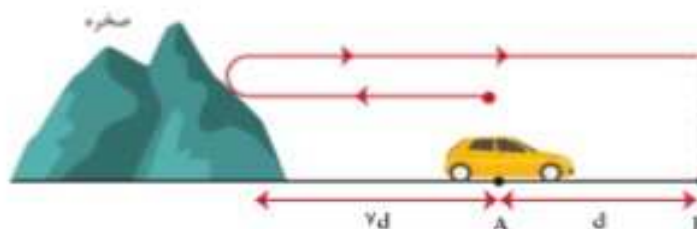
پاسخ: گزینه ۳

گام اول: مدت زمانی که طول می‌کشد تا خودرو یا تندی v_C مسیر A تا B را بهیچاید برابر است با:

$$t_C = \frac{d_{AB}}{v_C} = \frac{d}{v_C}$$

گام دوم: مدت زمان لازم برای آن که پژواک صدای گلوله شلیک‌شده در نقطه A ، در نقطه B شنیده شود، مطابق شکل زیر، برابر است با:

$$t_s = \frac{d_s}{v_s} = \frac{r \times (v_d) + d}{v_s} = \frac{15d}{v_s}$$

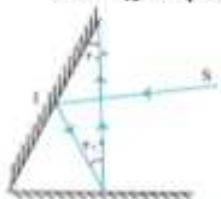


گام سوم: چون رشته پژواک صدای گلوله را در نقطه B می‌شنود بنابراین:

$$t_C = t_s \rightarrow \frac{d}{v_C} = \frac{15d}{v_s} \rightarrow \frac{1}{v_C} = \frac{15}{v_s} \rightarrow \frac{v_s}{v_C} = 15$$

گروه آموزشی ماز

۱۵۳- پرتو نور SI بر آینه تخت M تابیده و مطابق شکل زیر روی دو آینه M و M' بازتابش پیدا کرده است. زاویه بین دو آینه چند درجه است؟



- ۳۰ (۱)
- ۴۰ (۲)
- ۵۰ (۳)
- ۶۰ (۴)

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع
موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع

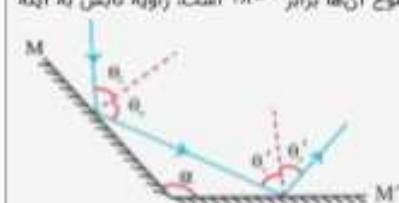


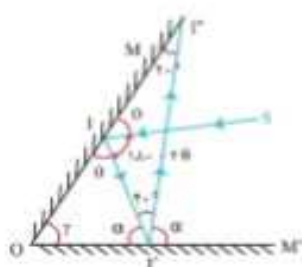
قانون بازتاب عمومی: اول اینکه پرتوی تابیده، پرتوی بازتابیده و خط عمود بر سطح بازتابنده در هر بازتابش در یک صفحه قرار دارند. دوم اینکه همواره و در هر وضعیتی زاویه تابش (θ_i) برابر زاویه بازتابش θ_r است یعنی $\theta_i = \theta_r$



بررسی مسیر پرتو در دو آینه تحت مقاطع:

مطابق شکل زیر، پرتو تابش به آینه M برخورد کرده و بازتاب آن پس از برخورد به آینه M' بازتابیده می‌شود. در این نوع مسائل کافی است در ابتدا براساس قانون بازتاب عمومی پرتوهای تابش و بازتابش آینه را بکشید و سپس به کمک قضیه زوایای داخلی مثلث که مجموع آن‌ها برابر 180° است، زاویه تابش به آینه M' را محاسبه کنید:





گام اول: مطابق شکل زیر، زاویه‌ای که پرتو SI یا سطح آینه M می‌سازد را θ و زاویه‌ای که پرتو II' یا سطح آینه M' می‌سازد را α و زاویه‌ای که دو آینه یا یکدیگر می‌سازند را γ فرض می‌کنیم و سپس بر روی شکل زوایای مجهول دیگر را براساس قانون بازتاب عمومی، مشخص می‌کنیم:

$$\Delta IJ': \gamma = 40^\circ + [\theta + (180^\circ - 2\theta)] + \alpha = 180^\circ$$

$$\rightarrow 240^\circ - \theta = 180^\circ \rightarrow \theta = 60^\circ$$

گام دوم: زاویه‌ای که راس آن I' و اضلاع آن بر آینه M' مطبق است برابر 180° می‌باشد، بنابراین:

$$2\alpha + 40^\circ = 180^\circ \rightarrow 2\alpha = 140^\circ \rightarrow \alpha = 70^\circ$$

گام سوم: در پایان با نوشتن قضیه زوایای داخلی در مثل $\Delta OII'$ خواسته تست را بدست می‌آوریم:

$$\theta + \alpha + \gamma = 180^\circ \rightarrow 60^\circ + 70^\circ + \gamma = 180^\circ \rightarrow \gamma = 50^\circ$$

گروه آموزشی ماز

۱۵۴- پرتو موجی از هوا وارد محیط شفاف به ضریب شکست $1/6$ می‌شود و زاویه انحراف آن برابر زاویه شکست است. اگر زاویه تابش پرتو به محیط شفاف 31° کاهش یابد، زاویه انحراف آن چند درجه می‌شود؟ ($\sin 37^\circ = 0/6$)

۳- ۴

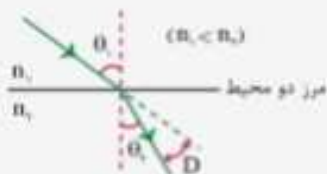
۲۳- ۳

۱۹- ۲

۱۵- ۱

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	معمومی	محاسباتی	آموزشی	شدنی	پایه	مبحث	پیش‌نیاز	مفاهیم قابل ترکیب یا	درجه	میزان
درجه از ۱۰	۲	۸	۷	۱	دوازدهم	شکست	پیش‌نیاز و ترکیب	۱	متوسط	متوسط



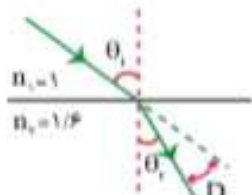
قانون شکست امثل: مطابق شکل زیر، هرگاه پرتو موجی با زاویه تابش θ_1 از محیطی به ضریب شکست n_1 به مرز جدایی دو محیط بتابد با زاویه شکست θ_2 وارد محیط به ضریب شکست n_2 می‌شود و رابطه زیر بین کمیت‌های مختلف وابسته به دو محیط برقرار است:

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

$$D = |\theta_1 - \theta_2|$$
 زاویه انحراف

- اگر $n_2 > n_1$ باشد، پرتو شکست به خط عمود بر سطح جداکننده دو محیط نزدیک می‌شود و چنانچه $n_2 < n_1$ باشد، پرتو شکست از خط عمود بر سطح جداکننده دو محیط دور می‌شود.

گام اول: پرتو موج از هوا به ضریب شکست $n_1 = 1$ وارد محیط شفاف به ضریب شکست $n_2 = 1/6$ می‌شود بنابراین پرتو شکست به خط عمود بر سطح جداکننده دو محیط نزدیک‌تر می‌شود:



$$D = \theta_1 - \theta_2 \rightarrow \theta_1 = \theta_2 + D \rightarrow \theta_1 = 2\theta_2$$

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1} \rightarrow \frac{\sin(2\theta_2)}{\sin \theta_2} = \frac{1/6}{1} \rightarrow$$

$$\frac{2 \sin \theta_2 \cos \theta_2}{\sin \theta_2} = 1/6 \rightarrow \cos \theta_2 = 1/8 \rightarrow \theta_2 = 37^\circ$$

$$\rightarrow \theta_1 = 2\theta_2 = 2 \times 37^\circ = 74^\circ$$

گام دوم: با کاهش 31° درجه‌ای زاویه تابش، داریم:

$$\theta'_1 = \theta_1 - 31^\circ = 74^\circ - 31^\circ = 43^\circ$$

$$\frac{\sin \theta'_1}{\sin \theta'_2} = \frac{n_2}{n_1} \rightarrow \frac{\sin 43^\circ}{\sin \theta'_2} = \frac{1/6}{1} \rightarrow \frac{1/8}{\sin \theta'_2} = 1/6 \rightarrow \sin \theta'_2 = \frac{1}{4}$$

$$\rightarrow \theta'_2 = 30^\circ$$

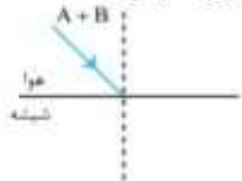
بنابراین در این حالت زاویه انحراف برابر است با:

$$D = \theta'_1 - \theta'_2 = 43^\circ - 30^\circ = 13^\circ$$

گروه آموزشی ماز

۱۵۵- مطابق شکل زیر، باریکه نوری شامل دو پرتو A و B را از هوا به سطح یک شیشه تابانده‌ایم. اگر زاویه شکست پرتو A برابر 45° و رابطه بین ضریب

شکست شیشه برای پرتوهای A و B به صورت $n_A = \frac{\sqrt{6}}{4} n_B$ باشد، زاویه انحراف پرتو A نسبت به زاویه انحراف پرتو B چگونه است؟



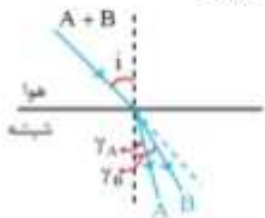
- (۱) 15° کوچکتر
- (۲) 15° بزرگتر
- (۳) 30° کوچکتر
- (۴) 30° بزرگتر

پاسخ: گزینه ۲

موضوع	مفهوم	محاسبات	آموزش	شماره	پایه	مبحث	پیش‌نیاز لازم	مفاهیم قابل ترکیب	درجه	میزان
درجه ۱۰	۶	۴	۲	۱	دوازدهم	شکست	پرتوهای A و ترکیب	۱	۱۵	متوسط

پاسخ: گزینه ۲

گام اول: با توجه به رابطه $n_A = \frac{\sqrt{6}}{4} n_B$ نتیجه می‌گیریم که ضریب شکست شیشه برای پرتو A بزرگتر از پرتو B است ($n_A > n_B$) بنابراین پرتو A در شیشه نسبت به پرتو B به خط عمود نزدیک‌تر است؛ اکنون با نوشتن رابطه قانون شکست اسنل برای پرتوهای A و B داریم:



$$\left. \begin{array}{l} \text{(پرتو A): } \frac{\sin i}{\sin r_A} = \frac{n_A}{n_{\text{هوا}}} \\ \text{(پرتو B): } \frac{\sin i}{\sin r_B} = \frac{n_B}{n_{\text{هوا}}} \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{نسبت می‌گیریم}} \frac{\sin r_B}{\sin r_A} = \frac{n_A}{n_B} \rightarrow$$

$$\sin r_B = \sin r_A \times \frac{n_A}{n_B} = \sin 45^\circ \times \frac{\sqrt{6}}{4} = \frac{\sqrt{2}}{2} \times \frac{\sqrt{6}}{4} = \frac{\sqrt{12}}{8} = \frac{2\sqrt{3}}{8} = \frac{\sqrt{3}}{4} \rightarrow$$

$$r_B = 60^\circ$$

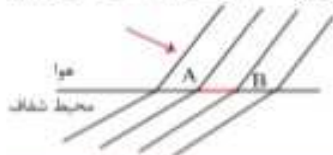
گام دوم: زاویه انحراف پرتوهای A و B را بدست آورده و با یکدیگر مقایسه می‌کنیم:

$$\left. \begin{array}{l} D_A = i - r_A = i - 45^\circ \\ D_B = i - r_B = i - 60^\circ \end{array} \right\} \rightarrow D_A - D_B = (i - 45^\circ) - (i - 60^\circ) = i - 45^\circ - i + 60^\circ = 15^\circ$$

در نتیجه زاویه انحراف پرتو A، 15° بزرگتر از زاویه انحراف پرتو B است.

گروه آموزشی ماز

۱۵۶- مطابق شکل زیر، جبهه موج تختی از هوا وارد محیط شفافی به ضریب شکست ۴ می‌شود. اگر زاویه تابش برابر 60° و $AB = 10\sqrt{3} \text{ cm}$ باشد، طول موج در محیط (۲) چند سانتی‌متر است؟



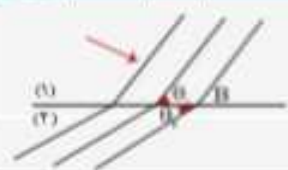
- (۱) ۵
- (۲) $5\sqrt{3}$
- (۳) ۱۰
- (۴) $10\sqrt{3}$

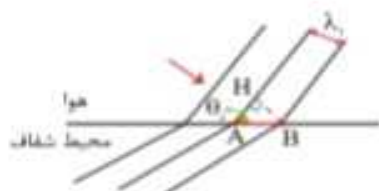
پاسخ: گزینه ۱

موضوع	مفهوم	محاسبات	آموزش	شماره	پایه	مبحث	پیش‌نیاز لازم	مفاهیم قابل ترکیب	درجه	میزان
درجه ۱۰	۵	۵	۲	۱	دوازدهم	شکست	پرتوهای A و ترکیب	۱	۱۵	متوسط

شکست

زاویه‌ای که جبهه موج فرودی با مرز می‌سازد برابر زاویه تابش (θ_1) و زاویه‌ای که جبهه موج شکست با مرز می‌سازد برابر زاویه شکست (θ_2) است.





در شکل زیر، زاویه تابش θ_1 و طول موج جبهه موج ورودی را مشخص کرده‌ایم؛ با توجه به شکل، داریم:

$$\Delta ABH: \sin \theta_1 = \frac{BH}{AB} \rightarrow \sin 60^\circ = \frac{\lambda_2}{1-\sqrt{3}} \rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\lambda_2}{1-\sqrt{3}} \rightarrow$$

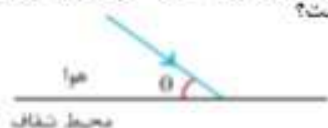
$$\lambda_2 = 1-\sqrt{3} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 15 \text{ cm}$$

اکنون با نوشتن قانون شکست استل، داریم:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1} \rightarrow \frac{15}{\lambda_2} = \frac{1}{\sqrt{3}} \rightarrow \lambda_2 = 15 \text{ cm}$$

گروه آموزشی ماز

۱۵۷- مطابق شکل زیر، پرتو نوری از هوا به محیط شفافی که ضریب شکست آن $\sqrt{3}$ است، تابانده می‌شود. بخشی از این پرتو بازتاب و بخشی دیگر، درون محیط شفاف شکسته می‌شود. اگر زاویه بین پرتو شکست و پرتو بازتاب برابر 90° باشد، زاویه θ چند درجه است؟

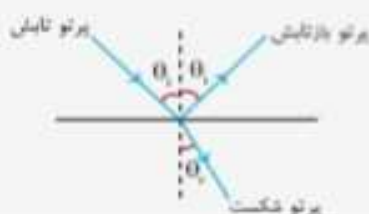


- (۱) ۳۰
(۲) ۴۵
(۳) ۵۳
(۴) ۶۰

پاسخ: گزینه ۱

موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع
موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع

شکست



هرگاه پرتو نوری از یک محیط شفاف به محیط شفاف دیگری تابانده شود بخشی از این پرتو از سطح جداکننده دو محیط بازتاب یافته و بخشی دیگر به درون محیط شفاف دوم شکست می‌یابد.

زاویه بین پرتو بازتاب و پرتو شکست برابر 90° است. بنابراین با توجه به شکل زیر، داریم:

$$\theta_1 + 90^\circ + \theta_2 = 180^\circ \rightarrow \theta_1 + \theta_2 = 90^\circ \rightarrow \theta_2 = 90^\circ - \theta_1$$

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1} \rightarrow \frac{\sin \theta_1}{\sin(90^\circ - \theta_1)} = \frac{\sqrt{3}}{1} \rightarrow$$

$$\frac{\sin \theta_1}{\cos \theta_1} = \sqrt{3} \rightarrow \tan \theta_1 = \sqrt{3} \rightarrow \theta_1 = 60^\circ \rightarrow$$

$$\theta = 90^\circ - \theta_1 = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$$

گروه آموزشی ماز

۱۵۸- مطابق شکل زیر، پرتو نور تک‌رنگی به یک تیغه شیشه‌ای به ضریب شکست $\sqrt{3}$ تابانده می‌شود. طول AC چند برابر طول AB است؟



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

پاسخ: گزینه ۱

موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع
موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع



تیغه متوازی‌السطوح محیط شفاف است که سطوح آن با یکدیگر موازی بوده و بنابراین پرتو ورودی به آن با پرتو خروجی از تیغه با یکدیگر موازی است:

$$\begin{cases} \theta_i' = \theta_r \\ \theta_r' = \theta_i \end{cases}$$

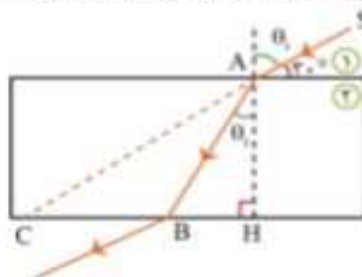
پایان آموزش

در ابتدا زوایای تابش ورودی و شکست را مشخص می‌کنیم و سپس روابط مثلثاتی لازم برای محاسبه AB و AC را می‌تویسیم:

$$\theta_i = 90^\circ - 3^\circ = 87^\circ$$

$$\frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} = \frac{n_r}{n_i} \rightarrow \frac{\sin 87^\circ}{\sin \theta_r} = \frac{\sqrt{r}}{1} \rightarrow$$

$$\sin \theta_r = \frac{\sqrt{r}}{1} = \frac{1}{\sqrt{r}} \rightarrow \theta_r = 3^\circ$$



$$\triangle ABH: \cos \theta_r = \frac{AH}{AB} \rightarrow AB = \frac{AH}{\cos \theta_r} = \frac{AH}{\cos 3^\circ} = \frac{AH}{\frac{\sqrt{r}}{1}} = \frac{1}{\sqrt{r}} AH$$

$$\triangle ACH: \cos A = \frac{AH}{AC} \xrightarrow{(A=87^\circ)} \cos \theta_i = \frac{AH}{AC} \rightarrow AC = \frac{AH}{\cos 87^\circ} = \frac{AH}{\frac{1}{\sqrt{r}}} = \sqrt{r} AH$$

و در پایان محاسبه خواسته شد:

$$\frac{AC}{AB} = \frac{\sqrt{r} AH}{\frac{1}{\sqrt{r}} AH} = \sqrt{r}$$

گروه آموزشی ماز

۱۵۹- در پدیدهٔ سراب، چینه‌های نور حاصل از جسم پس از عبور از لایه‌های متوالی هوا به چشم ناظر می‌رسد. هرچه لایه‌های هوا به سطح زمین نزدیک‌تر باشد ضریب شکست آن و چینهٔ موج ورودی به آن به سمت شکست می‌یابد.


(۲) کمتر، پایین

(۱) کمتر، بالا

(۴) بیشتر، پایین

(۳) بیشتر، بالا

پاسخ: گزینهٔ ۱

	موضوع	معماری	آموزشی	تجربه	زبان	مبحث	پیش‌نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
	درجه از ۱ تا ۵	۵	۶	مقال	دوازدهم	سراب		۲	۲	خارج



سراب

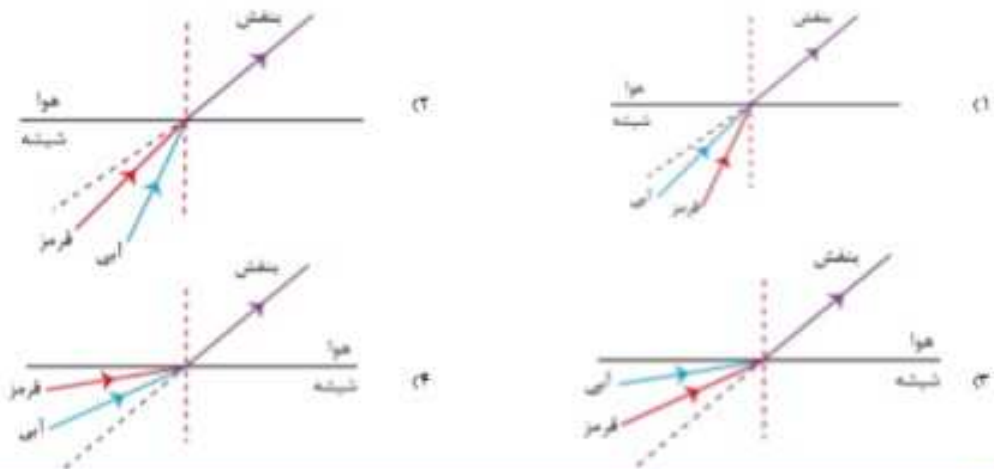
مطابق شکل زیر، در پدیدهٔ سراب چینه‌های نور از لایه‌های بالای هوا به سمت لایه‌های پایین هوا حرکت می‌کنند. هرچه لایه‌های هوا پایین‌تر باشند به دلیل مجاورت بیشتر با زمین، دمای آن‌ها بیشتر و در نتیجه چگالی و ضریب شکست آن‌ها کمتر است. بنابراین چینه‌های موج به سمت بالا انحراف پیدا می‌کنند به گونه‌ای که سرانجام چینهٔ موج شکست‌یافته در مجاورت زمین جهت حرکتش معکوس شده و این‌بار از لایه‌های هوای گرم‌تر به سمت لایه‌های هوای گرم حرکت می‌کند.

پایان آموزش

با توجه به مطالب بیان‌شده در درنامه گنیهٔ ۱ درست است.

گروه آموزشی ماز

۱۶۰- دو نور قرمز و آبی را مطابق کدام یک از گزینه‌های زیر از شیشه به هوا پتابانیم تا از ترکیب آن‌ها نور بنفش تولید شود؟



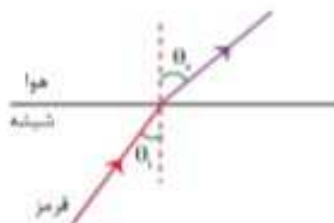
پاسخ: گزینه ۲

موضوع	محدوده	آموزشی	شدید	نوع	محت	پهنا و ترکیب	پهنا و ترکیب	موضوع	محدوده
۶	۶	۷	۸	دوازدهم	شکست	شکست	شکست	۹	۱۰

هرچه بسامد نور تابشی بیشتر باشد، ضریب شکست محیط برای آن نور بیشتر است. بنابراین در طیف نور مرئی چون نور بنفش دارای بیشترین بسامد و نور قرمز دارای کمترین بسامد است، ضریب شکست یک محیط شفاف برای آن‌ها به ترتیب دارای بیشترین و کمترین مقدار است.

پاسخ: گزینه ۲

گام اول: پرتوهای نور قرمز و آبی از یک محیط یا ضریب شکست بیشتر به هوا یا ضریب شکست کمتر تابیده‌اند بنابراین زاویه شکست پرتوها بزرگ‌تر از زاویه تابش آن‌ها می‌باشد (رد گیت‌های ۳ و ۴)، به بیان ریاضی:



$$\frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} = \frac{n_{\text{هوا}}}{n_{\text{شیشه}}} = \frac{1}{n_{\text{شیشه}}} < 1 \rightarrow \sin \theta_i < \sin \theta_r \rightarrow \theta_i < \theta_r$$

گام دوم: بسامد نور آبی بیشتر از بسامد نور قرمز است و بنابراین ضریب شکست شیشه برای نور آبی بزرگ‌تر از ضریب شکست آن برای نور قرمز است ($n_{\text{آبی}} > n_{\text{قرمز}}$). از طرفی چون مطابق گیت‌های داده شده، زاویه شکست برای هر دو نور با یکدیگر برابر است با توجه به روابط زیر، نتیجه می‌گیریم که زاویه تابش پرتو آبی باید کمتر از زاویه تابش پرتو قرمز باشد پس گیت ۲ درست است.

$$\left. \begin{aligned} \frac{(\sin \theta_i)_{\text{قرمز}}}{\sin \theta_r} &= \frac{n_{\text{هوا}}}{n_{\text{قرمز}}} \\ \frac{(\sin \theta_i)_{\text{آبی}}}{\sin \theta_r} &= \frac{n_{\text{هوا}}}{n_{\text{آبی}}} \end{aligned} \right\} \rightarrow \frac{(\sin \theta_i)_{\text{قرمز}}}{(\sin \theta_i)_{\text{آبی}}} = \frac{n_{\text{آبی}}}{n_{\text{قرمز}}} \quad (n_{\text{آبی}} > n_{\text{قرمز}}) \rightarrow \frac{(\sin \theta_i)_{\text{قرمز}}}{(\sin \theta_i)_{\text{آبی}}} > 1 \rightarrow (\sin \theta_i)_{\text{قرمز}} > (\sin \theta_i)_{\text{آبی}} \rightarrow (\theta_i)_{\text{قرمز}} > (\theta_i)_{\text{آبی}}$$

گروه آموزشی ماز

۱۶۱- نوسانگری به جرم ۸۰۰ گرم روی یاره‌خطی به طول ۱۰ سانتی‌متر حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر بیشینه انرژی جنبشی این نوسانگر ۹۰۰ میلی‌ژول باشد، حداقل زمان لازم برای طی یک مسافت ۵ سانتی‌متری چند ثانیه است؟ ($\pi = 3$)

- (۱) $\frac{1}{2}$ (۲) $\frac{1}{15}$ (۳) $\frac{1}{3}$ (۴) $\frac{1}{6}$

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	معمول	معمولات	آموختاری	شدت	پایه	مبحث	پیش‌نیاز و ترکیب	پیش‌نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
معمولات	۱	۵	۷	۱۰	دوازدهم	نوسانگر	نوسانگر			معمولات	معمولات

نوسانگر

نوسان دورهای: نوسان‌هایی که هر چرخه آن در دوره‌های دیگر تکرار شود نوسان دورهای نامیده می‌شود. دوره تناوب: مدت زمان یک چرخه. دوره تناوب حرکت نامیده می‌شود و آن را با T نشان می‌دهیم که یکای آن ثانیه است. بسامد (فرکانس): تعداد نوسان‌های انجام شده (تعداد چرخه) در هر ثانیه، بسامد یا فرکانس نامیده می‌شود و آن را با f نشان می‌دهیم:

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

(اگر نوسانگر در مدت زمان $n \times 1$ نوسان انجام دهد، بسامد آن $f = \frac{n}{t}$ خواهد بود)

$$\pi = A \cos \omega t$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

$2A$ = مسافت طی‌شده در هر نوسان کامل

$2A$ = طول پاره‌خط نوسان

پاسخ: گزینه ۳

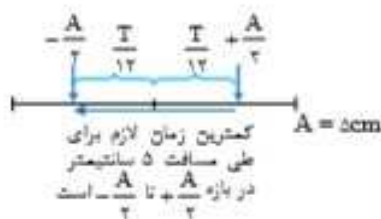
$$2A = 10 \text{ cm} \rightarrow A = 5 \text{ cm} = \frac{1}{20} \text{ m}$$

$$K_{\max} = \pi^2 m A^2 f^2$$

$$\rightarrow 9 \times 10^{-4} = \pi^2 \times 0.08 \times \left(\frac{1}{20}\right)^2 \times f^2$$

$$\rightarrow f^2 = 25 \rightarrow f = 5 \text{ Hz} \rightarrow T = \frac{1}{5} \text{ s}$$

$$\text{لازم } t = \frac{T}{12} + \frac{T}{12} = \frac{T}{6} = \frac{1}{6} \times \frac{1}{5} = \frac{1}{30} \text{ (s)}$$



گروه آموزشی ماز

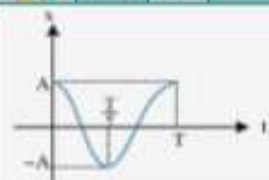
۱۶۲- نوسانگری روی یاره‌خطی به طول ۱۰ cm روی سطح افقی بدون اصطکاک حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر بیشینه تندی نوسانگر π متر بر ثانیه باشد، بزرگی شتاب نوسانگر در فاصله یک سانتی‌متری نقطه بازگشت چند واحد SI است؟

- (۱) $16\pi^2$ (۲) 16π (۳) $8\pi^2$ (۴) 8π

پاسخ: گزینه ۱

موضوع	معمول	معمولات	آموختاری	شدت	پایه	مبحث	پیش‌نیاز و ترکیب	پیش‌نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	میزان
معمولات	۱	۵	۷	۱۰	دوازدهم	نوسانگر	نوسانگر			معمولات	معمولات

نمودار مکان - زمان در حرکت نوسانی ساده



$$x = -A \quad x = 0 \quad x = +A$$

نقاط $x = \pm A$ - نقاط بازگشت نامیده می‌شوند که در آن نقاط سرعت نوسانگر صفر است و در مرکز نوسان تندی نوسان بیشینه است و داریم:

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

رابطه شتاب - مکان:

$$a = -\omega^2 x$$

$$x > 0 \quad a < 0 \quad x < 0 \quad a > 0$$

رابطه نیرو - مکان نوسانگر:

$$F = ma = -m\omega^2 x$$

مثال:

نوسانگری به جرم 20 g در هر دقیقه 120 نوسان کامل انجام می‌دهد. اگر در هر دوره مسافت 16 cm را طی کند، بیشینه نیروی وارد بر نوسانگر چند نیوتن است؟ ($\pi^2 = 10$)

$$m = 20\text{ g} = \frac{2}{100} \text{ kg}$$

$$f = \frac{n}{t} = \frac{120}{60} = 2 \text{ Hz}$$

$$\omega = 2\pi f = 4\pi$$

$$\text{مسافت طی شده در هر دوره} = 4A = 16 \text{ cm} \rightarrow A = 4 \text{ cm} = \frac{4}{100} \text{ (m)}$$

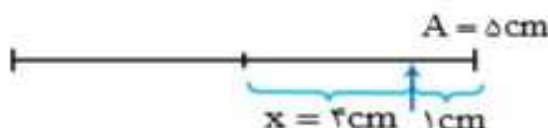
$$F_{\max} = mA\omega^2 = \frac{2}{100} \times \frac{4}{100} \times (4\pi)^2 = 128 \times 10^{-4} \text{ (N)} = 128 \text{ (mN)}$$

پاسخ: 128 mN

$$4A = 16 \text{ cm} \rightarrow A = 4 \text{ cm}$$

$$v_{\max} = A\omega = 4 \times \pi \rightarrow \frac{5}{100} \omega = \pi \rightarrow \omega = 2.5\pi$$

$$|a| = \omega^2 |x| = (2.5\pi)^2 \times \frac{4}{100} \rightarrow |a| = 16\pi^2$$



گروه آموزشی ماز

۱۶۳- اگر دوره تناوب آونگ ساده‌ای در سطح زمین T باشد، دوره تناوب آن در فاصله $h = 2R_E$ از سطح زمین چند برابر T است؟

$$T \quad \frac{1}{2} T \quad T \quad \frac{1}{4} T$$

پاسخ: گزینه ۴

موضوع	مفهوم	محاسبات	آموزش	شماره	پایه	مبحث	پیش‌نیاز و ترکیب	پیش‌نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه سختی	میزان
درجه ۱ تا ۳	۴	۴	۶	۱۰۰۱	دوازدهم	آونگ ساده			۱۰	سختی	معمول

نکته:

دوره تناوب سامانه جرم - فنر:

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

k : ثابت فنر

m : جرم وزنه

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

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

فرمول مقایسه‌ای:



دوره تلاوب آونگ ساده:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

طول آونگ: ℓ

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{\ell}}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{\ell_2 \times g_1}{\ell_1 \times g_2}}$$



طول آونگهای ساده A و B به ترتیب ۸۱cm و ۶۴cm و جرم آنها به ترتیب ۳- گرم و ۴۰- گرم است. در مدتی که آونگ A تعداد ۱۶ نوسان کامل انجام می‌دهد، آونگ B چند نوسان خواهد داشت و اگر دامنه نوسان آونگها یکسان باشد، انرژی مکانیکی A چند برابر B است؟

$$\frac{N_B}{N_A} = \frac{T_A}{T_B} = \sqrt{\frac{L_A}{L_B}} \rightarrow \frac{N_B}{16} = \sqrt{\frac{81}{64}} = \frac{9}{8} \rightarrow N_B = 18$$

$$\frac{E_A}{E_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \left(\frac{A_A}{A_B}\right)^2 \left(\frac{f_A}{f_B}\right)^2 = \frac{3}{40} \times \left(\frac{L_B}{L_A}\right) = \frac{1}{7} \times \frac{64}{81} \rightarrow \frac{E_A}{E_B} = \frac{32}{81}$$



$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{g_1}{g_2}}$$

$$\rightarrow \frac{T_1}{T} = \sqrt{\frac{\frac{GM_E}{R_E^2}}{\frac{GM_E}{(R_E+h)^2}}} = \frac{R_E+h}{R_E}$$

$$\rightarrow \frac{T_1}{T} = \frac{R_E+h}{R_E} = 2 \rightarrow T_1 = 2T$$

گروه آموزشی ماز

۱۶۴- جسمی به جرم ۱۰۰g روی یاره‌خطی به طول ۴cm حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر بیشینه تکانه نوسانگر در SI، $8\pi \times 10^{-4}$ باشد، نوسانگر در مدت یک دقیقه چند نوسان کامل انجام می‌دهد؟

۱۸۰ (۴)

۱۲۰ (۳)

۶۰ (۲)

۳۰ (۱)

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	معماری	تجربه	زبان	پایه	موضوع	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز لازم	مفاهیم قبل از ترکیب با	درجه	موضوع
۴	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶	۶

انرژی حرکت هماهنگ ساده:

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

انرژی جنبشی نوسانگر

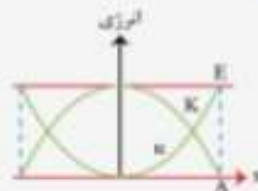
$$E = U + K = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}mA^2\omega^2 = \pi^2 mA^2 f^2 \rightarrow \begin{cases} E \propto A^2 \\ E \propto f^2 \end{cases}$$

E - انرژی مکانیکی نوسانگر
 k - ثابت فنر

نمودارهای انرژی:

$$\begin{cases} K = \frac{1}{2}mv^2 \\ E = \frac{1}{2}mv_{\max}^2 \\ U = \frac{1}{2}m(v_{\max}^2 - v^2) \end{cases}$$

$$E = U_{\max} = K_{\max}$$



مثال:

معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت $x = -0.5 \cos(2\pi t)$ است. تندی نوسانگر چقدر باشد تا انرژی جنبشی نوسانگر برابر با انرژی پتانسیل آن شود؟

$$\begin{aligned} K = U &\rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m(v_{\max}^2 - v^2) \rightarrow v^2 = v_{\max}^2 - v^2 \rightarrow v = \frac{\sqrt{2}}{2}v_{\max} \\ &\rightarrow v = \frac{\sqrt{2}}{2}A\omega = \frac{\sqrt{2}}{2} \times (-0.5) \times (2\pi) \rightarrow v = \frac{\sqrt{2}}{2}\pi \end{aligned}$$

پایان

$$p = mv \rightarrow p_{\max} = mv_{\max} \rightarrow \Delta p \times 10^{-7} = -/1 v_{\max} \rightarrow v_{\max} = \Delta p \times 10^{-7}$$

$$\rightarrow A\omega = \Delta p \times 10^{-7} \rightarrow \tau \times 10^{-7} \omega = \Delta p \times 10^{-7}$$

$$\rightarrow \omega = \pi \rightarrow \tau \pi f = \pi \rightarrow f = \tau \text{ Hz}$$

$$f = \frac{n}{\tau} \rightarrow \tau = \frac{n}{f} \rightarrow n = 12$$

گروه آموزشی ماز

۱۶۵- رابطه انرژی جنبشی نوسانگر ساده‌ای بر حسب زمان در SI به صورت $K = 0.2 \sin^2 2\pi t$ است. در لحظه $t = \frac{1}{8}$ (s) انرژی پتانسیل نوسانگر چند ژول است؟

- / - ۴ (۴)

- / ۱۴ (۳)

- / - ۷ (۲)

- / ۲۸ (۱)

پاسخ: گزینه ۲

موضوع	مفهوم	محاسباتی	آموزشی	تئوریک	پایه	موضوع	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز
درجه اول	۷	۷	۷	۷	۷	انرژی	انرژی	انرژی	انرژی	انرژی	انرژی

نکته:

سرعت، تئوری انرژی پتانسیل و جنبشی و نیرو در نقاط مهم (مرکز نوسان و نقاط بازگشتی)

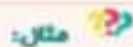
$x = -A$	$x = 0$	$x = +A$
$v = 0$	$v = \pm A\omega$	$v = 0$
$a = A\omega^2$	$a = 0$	$a = -A\omega^2$
U_{\max}	$U = 0$	U_{\max}
$K = 0$	K_{\max}	$K = 0$
$F = mA\omega^2$	$F = 0$	$F = -m\omega^2 A$

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

$$a_{\max} = A\omega^2$$

$$U_{\max} = \frac{1}{2}kA^2$$

$$K_{\max} = \frac{1}{2}kA^2$$



معادله انرژی جنبشی - مکان یک نوسانگر که حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد در SI به صورت $K = \frac{1}{2}mv^2$ است دامنه حرکت نوسانگر چند سانتی‌متر است؟

پاسخ: می‌دانیم در نقاط بازگشتی $x = \pm A$ انرژی جنبشی $K = 0$ است پس:

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kx^2 \rightarrow \frac{1}{2} \times 0.1 \times 1.6^2 = \frac{1}{2} \times 100 \times x^2 \rightarrow x = 0.16 \text{ m} = 16 \text{ cm}$$

پایه آموزشی: دبیرستان

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 0.1 \times 1.6^2 = 1.28 \text{ J}$$

$$t = \frac{1}{f} = \frac{1}{2} \text{ s} \rightarrow K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 0.1 \times 1.6^2 = 1.28 \text{ J}$$

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 0.1 \times 1.6^2 = 1.28 \text{ J}$$

$$E = U + K \rightarrow 0.16 = 0.16 + U \rightarrow U = 0.16 \text{ J}$$

گروه آموزشی ماز

۱۶۶- یک منبع ارتعاشی، امواجی با بسامد 500 Hz و طول موج 0.6 m منتشر می‌کند. چند ثانیه طول می‌کشد تا این امواج مسافت 150 متر را طی کنند؟

۵ (۴)

۲ (۳)

۰/۵ (۲)

۰/۲ (۱)

پاسخ: گزینه ۲

موضوع	مباحثات	آموزش	شأن	پایه	مبحث	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	فرجه	موزان
موضوع	مباحثات	آموزش	شأن	پایه	مبحث	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	فرجه	موزان

موج‌ها را چگونه دسته‌بندی می‌کنند؟

- موج‌های مکانیکی که برای انتشار خود به یک محیط مادی نیاز دارند مانند موج‌های صوتی
- موج‌های الکترومغناطیسی که علاوه بر محیط مادی در خلأ هم منتشر می‌شوند مانند نور مرئی، موج‌های رادیویی و ...
- موج‌ها از نظر نحوه ارتعاش و انتشار به دو دسته طولی و عرضی تقسیم می‌شوند:
 - موج عرضی: راستای ارتعاش عمود بر راستای انتشار
 - موج طولی: راستای ارتعاش موازی راستای انتشار
- مشخصه‌های موج:
 - دامنه، بسامد و دوره تناوب: به چشمه بستگی دارد.
 - سرعت: به محیط بستگی دارد.

$$\lambda = vT = \frac{v}{f} \rightarrow \begin{cases} \text{سرعت ثابت} \rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{f_1}{f_2} \\ \text{بسامد ثابت} \rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2} \end{cases}$$

فاصله بین دو قله متوالی یا دو دره متوالی: λ



در طایی که در آن موج عرضی ایجاد شده است فاصله یک قله تا یک دره برابر 45 cm است. طول موج چند سانتی‌متر است؟

۳- (۲)

۱۸ (۱)

۴- هر سه گزینه ممکن است درست باشد.

۹- (۳)



$$\frac{\lambda}{2} = 45 \rightarrow \lambda = 90 \text{ cm}$$



$$\frac{\lambda}{2} = 45 \rightarrow \lambda = 90 \text{ cm}$$



$$\frac{\lambda}{2} = 45 \rightarrow \lambda = 90 \text{ cm}$$

گزینه ۴ صحیح است.

$$v = \lambda f \rightarrow v = (-/6)(500) \rightarrow v = 300 \left(\frac{m}{s}\right)$$

$$t = \frac{x}{v} = \frac{150}{300} \rightarrow t = 0.5(s)$$

گروه آموزشی ماز

۱۶۷- نیروی کشش تار $15(N)$ است. اگر چگالی تار $2 \frac{g}{cm}$ و قطر مقطع آن 2 میلی متر باشد و تار با پسماند 100 هرتز به ارتعاش درآید. طول موج در آن چند سانتی متر می شود؟ ($\pi = 3$)

۲۰ (۱) ۲۵ (۲) ۵۰ (۳) ۱۰۰ (۴)

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	موضوعی	موضوعی	آموزشی	تجربه	زبان	محیط	پیش نیاز و ارتقاء	پیش نیاز لازم است	مفاهیم قابل ارتقاء	فرجه	مغز
درجه اول	۶	۵	۶	۵	تواند	سرعت در موج عرضی	و ارتقاء	است	۵	۵	۵

سرعت انتشار موج عرضی در تار مرتعش:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \rightarrow \begin{cases} F: \text{نیروی کشش تار} \\ \mu = \frac{m}{L} \text{ چگالی خطی جرم} \end{cases}$$

نکته: رابطه کندی انتشار موج عرضی با مساحت سطح مقطع (A) و چگالی (ρ) ریزمان یا تار:

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

نکته: رابطه کندی انتشار موج عرضی با قطر تار (D):

$$v = \frac{2}{D} \sqrt{\frac{F}{\rho \pi}}$$

مثال:

مساحت مقطع یک سیم 1 میلی متر مربع و چگالی آن $6 \frac{g}{cm^3}$ است. اگر این سیم با نیروی 4 نیوتن کشیده شود. سرعت انتشار امواج عرضی در آن چند متر بر ثانیه خواهد بود؟

$$A = 1 \text{ mm}^2 = 10^{-6} (m^2)$$

$$\rho = 6 \frac{g}{cm^3} = 6000 \frac{kg}{m^3}$$

$$F = 4(N)$$

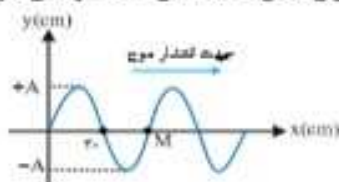
$$v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} = \sqrt{\frac{4}{6000 \times 10^{-6}}} = \sqrt{\frac{10^7}{15}} \rightarrow v = \frac{1000}{3} \rightarrow v = 333 \left(\frac{m}{s}\right)$$

$$v = \frac{2}{D} \sqrt{\frac{F}{\rho \pi}} = \frac{2}{2 \times 10^{-2}} \sqrt{\frac{15}{2000 \times 3}} \rightarrow v = 50 \left(\frac{m}{s}\right)$$

$$\lambda = \frac{v}{f} \rightarrow \lambda = \frac{50}{100} = 0.5(m) \rightarrow \lambda = 50 \text{ cm}$$

گروه آموزشی ماز

۱۶۸- شکل زیر عکس لحظه‌ای از موجی را در یک طناب در لحظه $t = 0$ نشان می‌دهد. پس از چند ثانیه ذره M برای اولین بار در مکان A قرار می‌گیرد؟ (سرعت انتشار موج $\frac{5}{3} \text{ m/s}$ است)



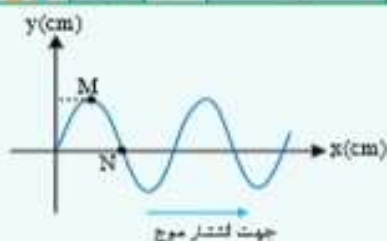
- (۱) 0.4
(۲) 0.6
(۳) 0.8
(۴) 1.2

پاسخ: گزینه ۲

موضوع	مفهوم	معماری	توانایی	پایه	مبحث	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	حیران
درجه ۱ تا ۳	۱	۲	۳	دوازدهم	موج	و ترکیب			معماری	معماری

نکته مهم:

در هنگام انتشار موج عرضی، هر ذره از محیط بالا یا پایین می‌رود و موج در راستای افقی حرکت می‌کند:



هر ذره از محیط، حرکت ذره قبل خود را تکرار می‌کند مثلاً در شکل فوق نقطه N در لحظه نشان داده شده رو به بالا حرکت خواهد کرد تا به A برسد و حرکت نقطه M را تکرار کرده باشد.

مثال:

در طنابی به طول ۲ متر موج عرضی منتشر می‌شود اگر در مدت زمانی که هر ذره از طناب ۴ نوسان کامل انجام می‌دهد موج در طناب $1/2$ پیشروی کند، حداقل فاصله بین دو قله ایجاد شده در طناب چند سانتی‌متر است؟
در ۴ نوسان کامل هر ذره، موج به اندازه ۴λ پیشروی می‌کند پس:

$$4\lambda = 1/2 \rightarrow \lambda = 1/8 \text{ (m)} \rightarrow \lambda = 12.5 \text{ cm}$$

حداقل فاصله دو قله در حالتی است که قله‌ها متوالی باشند، پس:

$$\lambda = 12.5 \text{ cm}$$

پاسخ: گزینه ۲

$$\frac{\lambda}{T} = 2 \text{ cm} \rightarrow \lambda = 4 \text{ cm} = 0.04 \text{ (m)}$$

$$\lambda = vT \rightarrow 0.04 = 5T \rightarrow T = 0.008 \text{ (s)}$$

متطابق جهت انتشار موج از این لحظه به بعد ذره M به سمت $-A$ حرکت خواهد کرد پس بعد از $\frac{T}{4}$ به A خواهد رسید:

$$t = \frac{T}{4} = \frac{0.008}{4} \rightarrow t = 0.002 \text{ (s)}$$

گروه آموزشی ماز

۱۶۹- مقدار $4\pi\epsilon_0$ کدام است؟ ϵ تبدی انتشار نور در خلا و ϵ_0, μ_0 به ترتیب ضریب گذردهی مغناطیسی و الکتریکی در خلا هستند.

- (۱) $\frac{1}{\epsilon_0 \mu_0}$ (۲) $\frac{1}{\epsilon_0 \mu_0}$ (۳) $\frac{1}{\epsilon_0 \mu_0}$ (۴) $\frac{1}{\epsilon_0 \mu_0}$

پاسخ: گزینه ۲

موضوع	مفهوم	معماری	توانایی	پایه	مبحث	پیش‌نیاز	پیش‌نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب با	درجه	حیران
درجه ۱ تا ۳	۱	۲	۳	دوازدهم	امواج الکترومغناطیسی	و ترکیب			معماری	معماری

دوستانه

امواج الکترومغناطیسی از رابطه متقابل میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی به وجود می‌آیند:

$$\vec{E} \perp \vec{B}$$

$$\vec{B} \perp \vec{E}$$

$$\vec{E} \perp \vec{B}$$

$$\vec{B} \perp \vec{E}$$

پس موج الکترومغناطیسی عرضی است.

پاسخ:

$$v_s < v_p \rightarrow t_s > t_p$$

$$t_s = t_p + \Delta t \rightarrow \frac{\Delta x}{v_s} = \frac{\Delta x}{v_p} + \Delta t$$

$$\xrightarrow{\times v_p v_s} v_p \Delta x = v_s \Delta x + v_p v_s \Delta t \rightarrow \Delta x (v_p - v_s) = v_p v_s \Delta t$$

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

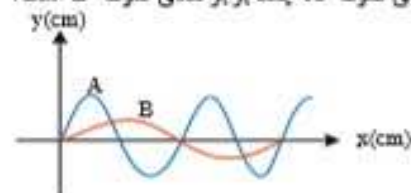
پایه آموزشی

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{250} = \frac{1}{f} (m) = 1.36 (cm)$$

$$\Delta x = \frac{340}{250} \lambda = \frac{340}{250} \times 1.36 \rightarrow \Delta x = 1.84 (cm)$$

گروه آموزشی ماز

۱۷۱- نمودار جابجایی - مکان دو موج صوتی A و B که در یک محیط منتشر شده‌اند به صورت زیر است. تندی صوت A چند برابر تندی صوت B است؟



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

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع
موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع	موضوع

موج طولی

صوت یک موج طولی است که توسط جسمی مرتعش تولید می‌شود که به آن چشمه صوت گفته می‌شود. تندی انتشار صوت در جامدات بیشتر از مایعات و در مایعات بیشتر از گازها می‌باشد:

$$v_{\text{جامدات}} > v_{\text{مایعات}} > v_{\text{گازها}}$$

نکته:

تندی صوت، افزون بر جنس محیط به دما نیز بستگی دارد یعنی با افزایش دمای محیط، تندی انتشار صوت در آن محیط بیشتر می‌شود.

مثال:

شخصی به انتهای یک میله باریک بلندی شمرده می‌زند. شخص دیگری که گوش خود را نزدیک به انتهای دیگر میله گذاشته است دو صدا یا اختلاف زمانی (۵/۱۲) می‌شنود. طول میله چقدر است؟ $\left(\frac{m}{s}\right) 340 =$ سرعت صوت در هوا، $\left(\frac{m}{s}\right) 510 =$ سرعت صوت در میله)

پاسخ:

$$t_{\text{میل}} = t_{\text{هوا}} + 5/12$$

$$\rightarrow \frac{\ell}{340} = \frac{\ell}{510} + 5/12$$

$$\xrightarrow{\times 510} 15\ell = \ell + 612 \rightarrow 14\ell = 612 \rightarrow \ell = \frac{612}{14} \rightarrow \ell = 44 (m)$$

پایه آموزشی

گزینه ۳ صحیح است چون تندی صوت به محیط بستگی دارد و محیط انتشار هر دو صوت یکسان است.

گروه آموزشی ماز

۱۷۲- اگر دامنه و بسامد چشمه صوتی به ترتیب ۲ برابر و ۳ برابر شده و فاصله شنونده از چشمه صوت نصف شود، تراز شدت صوت برای شنونده چگونه

تغییر می کند؟ ($\log 2 = 0.3$, $\log 3 = 0.5$)

۴) ۲۹dB افزایش

۳) ۲۲dB افزایش

۲) ۲۰dB افزایش

۱) ۱۸dB افزایش

پاسخ: گزینه ۳

موضوع	مفهوم	محاسبات	آموزش	شماره سوال	زبان	محتوا	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب یا	درجه دشواری	زمان متوسط
-------	-------	---------	-------	------------	------	-------	------------------	--------------------	----------------------	-------------	------------

شدت و تراز شدت صوت:

انتشار صوت از هر چشمه صوتی همراه با انتقال انرژی از ناحیه ای از محیط به ناحیه ای دیگر از آن است.

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

A - سطح مقطع

\bar{P} - توان متوسط منبع صوت

$$I = \frac{W}{m^2}$$

I - شدت صوت بر حسب

$$I \propto A^2 f^2$$

f - بسامد صوت

A - دامنه صوت

$$I \propto \frac{1}{r^2}$$

r - فاصله شنونده تا منبع

$$\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2 \times \left(\frac{f_2}{f_1}\right)^2 \times \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

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

β - تراز شدت صوت بر حسب دسیبل

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

I - شدت مرجع

مثال:

دامنه یک موج صوتی ۴۰ درصد کاهش داده می شود، در یک نقطه معین، تراز شدت صوت چند دسیبل کاهش می یابد؟ ($\log 2 = 0.3$)

$$A_2 = \frac{40}{100} A_1 = \frac{2}{5} A_1$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2 = \left(\frac{2}{5}\right)^2 = \frac{4}{25}$$

$$\beta_2 - \beta_1 = 10 \log \left(\frac{I_2}{I_1}\right) = 10 \log \frac{4}{25} = 10 [\log 4 - \log 25]$$

$$\rightarrow \beta_2 - \beta_1 = 10 [10 \log 2 - 10 \log 5] \rightarrow \beta_2 - \beta_1 = -20 \text{ dB}$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2 \left(\frac{f_2}{f_1}\right)^2 \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = (2)^2 (2)^2 (2)^2 = 16 \times 9$$

$$\beta_2 - \beta_1 = 10 \log \left(\frac{I_2}{I_1}\right) = 10 \log 16 \times 9$$

$$\rightarrow \beta_2 - \beta_1 = 10 [\log 16 + \log 9] = 10 [4 \log 2 + 2 \log 3]$$

$$\rightarrow \beta_2 - \beta_1 = 10 [(4 \times 0.3) + (2 \times 0.5)] = 22 \text{ dB}$$

گروه آموزشی ماز

۱۷۳- جبهه موج تختی با یک مانع تخت برخورد می کند. وضعیت جبهه های موج بازتابیده از سطح را در شکل زیر مشاهده می کنید. زاویه تابش چند درجه

است؟

۱) ۳۰

۲) ۴۰

۳) ۵۰

۴) ۶۰



پاسخ: گزینه ۴

موضوع	مفهوم	محاسبات	آموزش	شماره سوال	زبان	محتوا	پیش نیاز و ترکیب	پیش نیاز لازم نیست	مفاهیم قابل ترکیب یا	درجه دشواری	زمان متوسط
-------	-------	---------	-------	------------	------	-------	------------------	--------------------	----------------------	-------------	------------

بازتاب



نکته:

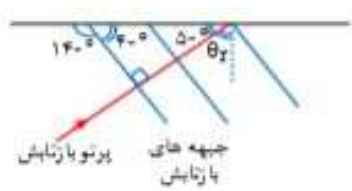
در پژواک صوت بازتاب شده پس از یک تأخیر زمانی شنیده می‌شود. اگر تأخیر زمانی کمتر از $\frac{1}{16}$ - باشد، صوت بازتاب شده با صوت اولیه قابل تشخیص نخواهد بود.

قانون بازتاب عمومی:

در هر نوع بازتاب، همواره زاویه تابش با زاویه بازتابش برابر است:

$$\theta_i = \theta_r$$

زاویه تابش و بازتاب



$$\theta_r = 90 - 50 \rightarrow \theta_r = 40^\circ \rightarrow \theta_i = 40^\circ$$

گروه آموزشی ماز



شرکت تعاونی خدمات آموزشی کارکنان
سازمان سنجش آموزش کشور

۱. گزینه ۱ درست است.

دوره نوسان کم دامنه آونگ ساده به جرم و دامنه نوسان آن بستگی ندارد. لذا داریم:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow \frac{T_A}{T_B} = \sqrt{\frac{L_A}{L_B}} = \sqrt{\frac{60/5}{50}} = 1/1 \Rightarrow T_A = 1/1 T_B$$

۲. گزینه ۱ درست است.

زیرا خواهیم داشت:

$$\text{تعداد نوسان کامل} = n = \frac{240}{2} = 120, \quad t = 2 \times 60s = 120s$$

$$T = \frac{t}{n} = \left(\frac{120}{120}\right)s = 1s \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \left(\frac{2\pi}{1}\right)\frac{\text{rad}}{s} = 2\pi \frac{\text{rad}}{s}$$

در هر دوره، مسافتی که نوسانگر طی می‌کند ۴ برابر دامنه است، پس در ۱۲۰ نوسان کامل، ۴۸۰ برابر دامنه را طی می‌کند.

$$480A = 24 \Rightarrow A = \frac{1}{20}m = 5cm$$

$$E = \frac{1}{2}mA^2\omega^2 = \left(\frac{1}{2} \times \frac{5}{100} \times \frac{25}{10000} \times 4\pi^2\right)J = (2.5 \times 10^{-4} \times \pi^2)J = 2.5 \times 10^{-4}J = 2.5mJ$$

۳- گزینه ۳ درست است.

بیشینه انرژی جنبشی نوسانگر ساده، برابر انرژی مکانیکی آن است. پس داریم:

$$k_{\max} = E = \frac{1}{2}kA^2 \Rightarrow 50 \times 10^{-2} = \frac{1}{2}k \times 25 \times 10^{-4} \Rightarrow k = 40 \frac{N}{m}$$

۴- گزینه ۱ درست است.

اگر موج‌ها کروی باشند و جذب انرژی صوت توسط محیط ناچیز باشد، خواهیم داشت:

$$\beta = (10 \log \frac{I}{I_0})dB \Rightarrow 96 = 10 \log \frac{I}{10^{-12}} \Rightarrow 9.6 = 10 \log I - \log 10^{-12} \Rightarrow 9.6 = \log I + 12 \Rightarrow \log I = -2.4$$

$$\Rightarrow I = 10^{-2.4} \frac{W}{m^2} = \frac{1}{10^{2.4}} \frac{W}{m^2} = \frac{1}{(10^{0.4})^6} \frac{W}{m^2} = \frac{1}{3^6} \frac{W}{m^2} = \frac{1}{256} \frac{W}{m^2}$$

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} \Rightarrow P = \left(\frac{1}{256} \times 4 \times \pi \times 3^6\right)W = \pi W$$

۵- گزینه ۳ درست است.

صدای حاصل از آذرخش موج مکانیکی است و در خلأ منتشر نمی‌شود.

۶. گزینه ۱ درست است.

یا رسم خط عمود بر مرز جدایی دو محیط در نقطه تائش و یا بهره‌گیری از قانون شکست اسنل، می‌توان گفت:

الف- پرتوی شکست و پرتوی قروبی (تائش)، همراه در دو طرف خط عمود قرار دارند، پس شکل گزینه ۲ ناممکن است.

ب- هنگامی که نور به طور مایل از داخل آب به مرز جدایی شیشه و آب می‌تابد، پرتوی شکست به خط عمود در نقطه تائش نزدیک‌تر می‌شود و یا به عبارت دیگر زاویه شکست از زاویه تائش کوچک‌تر می‌باشد، پس شکل گزینه ۴ ناممکن است.

پ- یا توجه به این که ضریب شکست هر محیط به جز خلأ به طول موج نور بستگی دارد و ضریب شکست یک محیط معین برای طول موج‌های بلندتر، کمتر است و یا توجه به یکسان بودن زاویه تائش دو نور و بلندتر بودن طول موج نور قرمز، نتیجه می‌شود که زاویه شکست نور قرمز بزرگ‌تر خواهد بود، پس شکل گزینه ۳ ناممکن است و شکل گزینه ۱ درست می‌باشد.

۷- گزینه ۱ درست است.

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.2} = 10\pi \frac{\text{Rad}}{\text{s}}$$

در لحظه عبور از مرکز نوسان سرعت نوسانگر بیشینه است.

$$V_{\max} = A\omega = 0.02 \times 10\pi = 0.2\pi \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۸- گزینه ۱ درست است.

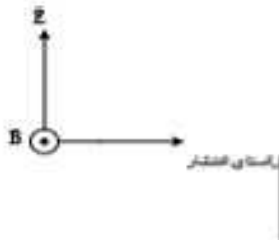
در لحظه $t = \frac{T}{20}$ مکان نوسانگر $x = 0$ است و در این مکان انرژی جنبشی نوسانگر برابر انرژی مکانیکی است.

$$K_{\max} = \frac{1}{2} m A^2 \omega^2 = \frac{1}{2} \times \frac{2}{10} \times \frac{1}{100} \times 100\pi^2 = 1$$

۹- گزینه ۳ درست است.

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \log \frac{10^{-4}}{10^{-12}} = 80 \text{ dB}$$

۱۰- گزینه ۳ درست است.



یا توجه به قاعده دست راست، راستای انتشار در جهت مشرق است.

۱۱- گزینه ۲ درست است.

$$t = \frac{x}{v} = \frac{300}{1500} = 0.2 \text{ s}$$

۱۲- گزینه ۴ درست است.

پسند موج ثابت می‌ماند و سرعت انتشار موج افزایش می‌یابد یا توجه به رابطه $v = \lambda f$ طول موج نیز افزایش می‌یابد.

۱۳- گزینه ۳ درست است.

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\frac{0.8}{\sin r} = \frac{4}{1} \Rightarrow \sin r = 0.6 \Rightarrow r = 37^\circ$$

زاویه تابش و بازتاب یا هم برابرند \Rightarrow

$$زاویه بین پرتو بازتاب و شکست = 37^\circ + 53^\circ = 90^\circ$$

۱۴- گزینه ۳ درست است.

یا توجه به رابطه $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$ ، پسند یا جذر جرم وزنه رابطه عکس دارد، پس می‌توان نوشت:

$$\frac{f_2}{f_1} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}} = \sqrt{\frac{m_1}{2m_1}} = \sqrt{\frac{1}{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow f_2 = \frac{\sqrt{2}}{2} f_1$$

۱۵. گزینه ۳ درست است.

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

۱۶. گزینه ۲ درست است.

زیرا می‌توان نوشت:

$$A = \frac{v_{cm}}{v} = 1 \text{ cm}, \quad v n = \Delta \Rightarrow n = v / \Delta$$

$$n = \frac{t}{T} \Rightarrow T = \frac{1}{v / \Delta} = 0.4 \text{ s}$$

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

$$V_{\max} = A\omega = (1 \times 5\pi) \text{ cm/s} = 5\pi \text{ cm/s}$$

۱۷. گزینه ۱ درست است.

طول موج، موج رادیویی از طول موج نور مرئی بلندتر است و طول موج نور مرئی از طول موج پرتو X بلندتر است.

۱۸. گزینه ۳ درست است.

وقتی پرتو نور از محیط هوا وارد شیشه می‌شود سرعتش کم می‌شود، در نتیجه پرتوی شکست به خط عمود در نقطه تابش، نزدیک‌تر می‌شود.

۱۹. گزینه ۴ درست است.

اگر نوسانگر را با یامدهایی بیشتر یا کمتر از یامد طبیعی آن به نوسان در آوریم، دامنه نوسان آن کوچک‌تر از حالتی است که با یامد طبیعی آن به نوسان در می‌آید.

۲۰. گزینه ۴ درست است.

متوسط آهنگ انتقال انرژی در موج‌ها یا مجذور دامنه و مجذور یامد موج رابطه مستقیم دارد. یا توجه به نمودار درمی‌یابیم که

نسبت طول موج‌های A و B به صورت $\frac{\lambda_B}{\lambda_A} = \frac{v}{\Delta}$ است. یا توجه به انتشار موج در یک محیط ($v_A = v_B$) و رابطه

$$\lambda = \frac{v}{f} \quad \text{داریم:} \quad (I) \quad \frac{f_A}{f_B} = \frac{v}{\Delta}$$

$$\frac{\bar{P}_A}{\bar{P}_B} = \left(\frac{A_A}{A_B}\right)^2 \times \left(\frac{f_A}{f_B}\right)^2 = \left(\frac{1}{v}\right)^2 \times \left(\frac{v}{\Delta}\right)^2 = \frac{1}{4} \times \frac{4}{v\Delta} = \frac{1}{v\Delta}$$

۲۱. گزینه ۲ درست است.

تغییر در تراز شدت صوت عبارتست از:

$$\Delta\beta = \beta_r - \beta_1 = 10 \log \frac{I_r}{I_1} \quad \frac{I_r}{I_1} = \left(\frac{f_r \times r_1}{f_1 \times r_r}\right)^2 \quad \Delta\beta = 20 \log \left(\frac{f_r}{f_1} \times \frac{r_1}{r_r}\right) \rightarrow$$

$$\Delta\beta = 20 \log \left(\frac{120}{100} \times \frac{100}{30}\right) = 20 \log 4 = 40 \log 2 = 40 \times 0.3 = 12 \text{ dB}$$

$$\beta_r - \beta_1 = 12 \rightarrow \beta_r = 68 + 12 = 80 \text{ dB}$$

۲۲- گزینه ۴ درست است.

زاویه‌های تابش در آینه (۱) و (۲) به ترتیب 70° و 75° است. به کمک هندسه ساده می‌توان دریافت که زاویه θ برابر 145° است. در دو آینه تخت متقاطع یا زاویه منفرجه، همواره زاویه میان پرتو بازتاب از آینه دوم یا پرتو تابش به آینه اول، دو برابر زاویه حاده میان دو آینه است. پس پاسخ سؤال $2 \times 75 = 150^\circ$ است.

۲۳- گزینه ۲ درست است.

$$x = 25 - 22 = 3 \text{ cm} = 3\% \text{ m}$$

$$k = \frac{F_e}{x} = \frac{18}{0.03} \text{ N/m} \rightarrow F_e = kx' \rightarrow x' = \frac{24}{600} = 4\% \text{ m} = 4 \text{ cm}$$

$$\text{طول فنر} = 22 + 4 = 26 \text{ cm}$$

۲۴- گزینه ۴ درست است.

$$a = \frac{v - v_0}{\Delta t} \rightarrow v = \frac{v - 0}{t} \rightarrow v = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$m = \frac{\rho}{v} \rightarrow m = \frac{48}{12} = 4 \text{ kg}$$

۲۵- گزینه ۳ درست است.

$$w = 2\pi f = 2\pi \times 10 = 20\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$X = A \cos(wt) \quad \text{شکل عمومی معادله}$$

$$\begin{cases} A = 6 \text{ cm} = 6\% \text{ m} \\ X = 6\% \cos(20\pi t) \end{cases}$$

$$\begin{cases} A = 6 \text{ cm} = 6\% \text{ m} \\ X = 6\% \cos(20\pi t) \end{cases}$$

۲۶- گزینه ۴ درست است.

$$a_{\max} = aw^2 \rightarrow \frac{1}{4} = 0.1 \times w^2$$

$$w^2 = \frac{100}{4} = 25 \rightarrow w = 5 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$w = \sqrt{\frac{g}{L}} \rightarrow 5 = \sqrt{\frac{10}{L}} \rightarrow 25 = \frac{10}{L}$$

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

۲۷. گزینه ۱ درست است.

$$\begin{cases} E = 0.5 \text{ J} \\ A = 0.5 \text{ m} \end{cases}$$

$$E = \frac{1}{2} KA^2$$

$$0.5 = \frac{1}{2} K(0.5)^2$$

$$K = \frac{0.5}{\frac{1}{2} \times (0.5)^2} \rightarrow K = 400 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

۲۸- گزینه ۴ درست است.

$$\begin{cases} F = -m\omega^2 x \\ F = -\pi^2 x \end{cases} \rightarrow m\omega^2 = \pi^2 \quad \frac{0/01 \text{ kg}}{0/01 \text{ m}} \omega^2 = \pi^2$$

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

$$\omega = 2\pi f \rightarrow 10\pi = 2\pi f \rightarrow f = 5 \text{ Hz}$$

$$n = ft \rightarrow n = 5 \times 60 = 30$$

۲۹- گزینه ۱ درست است.

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{600 \times 10^{-9}} = 5 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$E = hf \rightarrow 4 \times 10^{-15} \times 5 \times 10^{14} = 2 \text{ eV}$$

۳۰- گزینه ۲ درست است.

$$E = U + K \rightarrow E = 0/5 + 0/7 = 1/2 \text{ J}$$

$$\begin{cases} u = 0/5 \text{ J} \\ k = 0/7 \text{ J} \end{cases} \rightarrow E = K + U \quad \text{در نقطه تعادل صفر است}$$

$$1/2 = \frac{1}{2} mV^2 + 0 \rightarrow 1/2 \times \frac{6}{10} \times V^2 \Rightarrow V^2 = \frac{1/2}{0/3} = 2 \rightarrow V = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۳۱- گزینه ۱ درست است.

در نقاط $x = \pm \frac{\sqrt{2}}{2} A$ ، انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل با یکدیگر برابر و معادل با $\frac{1}{2} E$ هستند. از طرف دیگر

$$E = \frac{1}{2} kA^2 \quad \text{است}$$

$$E = 2 \times 260 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} \times k \times 26 \times 10^{-2} \rightarrow k = 400 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

۳۲- گزینه ۴ درست است.

با توجه به رابطه‌های $N = \frac{t}{T}$ و $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ داریم:

$$\frac{N_B}{N_A} = \sqrt{\frac{l_A \times g_B}{l_B \times g_A}} \rightarrow \frac{N_B}{N_A} = \sqrt{2 \times \frac{1}{9}} = \frac{2}{3} \quad \frac{N_A}{N_B} = \frac{3}{2} \rightarrow N_B = 100$$

۳۳- گزینه ۱ درست است.

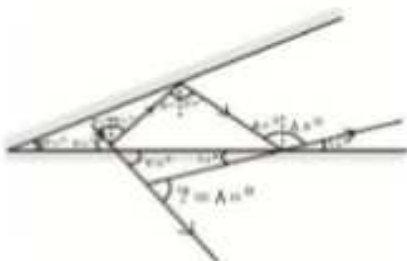
چنانکه سرعت نوسان ذره‌های تار از $v_m = A\omega$ به دست می‌آید:

$$\frac{v_m}{v} = \frac{A\omega}{v} = \frac{A \times 2\pi}{v \times T} = \frac{2\pi A}{\lambda}$$

$$\frac{v_m}{v} = \frac{2\pi \times 0/1}{1/6} = \frac{\pi}{\lambda}$$

بلندی به شدت و ارتفاع به پامد صوتی که گوش دریافت می‌کند، مرتبط است. یا حرکت شنونده به سمت فرستنده ساکن، طول موج دریافتی با طول موج ایجاد شده توسط فرستنده یکسان است.

به کمک هندسه مقدماتی و با رسم پرتوها به صورت مقابل خواهیم داشت:



قانون عمومی شکست را برای دو محیط شفاف A و C می‌نویسیم:

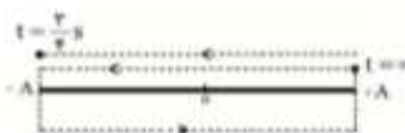
[illegible]

$$n_A = \frac{c}{V_A} \rightarrow n_A = \frac{r \times 10^4}{r \times 10^4} = \frac{r}{r}$$

با توجه به نمودار مکان - زمان دو نوسانگر، $T_A = \frac{1}{4} T_B$ است:

$$K_{\max} = \frac{1}{\gamma} m(A\omega)^r = \gamma \pi^r \frac{mA^r}{T^r} \rightarrow \frac{K_{mA}}{K_{mB}} = \frac{m_A}{m_B} \times \left(\frac{A_A}{A_B}\right)^r \times \left(\frac{T_B}{T_A}\right)^r \rightarrow \frac{K_{mA}}{K_{mB}} = \frac{1}{\gamma} \times \frac{1}{\pi^r} \times \pi^r = \frac{1}{\gamma}$$

دوره تناوب نوسان $T = \frac{1}{\nu}$ است و با توجه به پاره خط نوسان، مسیر حرکت نوسانگر مطابق شکل است:



$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{r \times r}{\frac{r}{f}} = f \lambda \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

ابتدا سرعت انتشار موج عرضی را تعیین می‌کنیم:

$$v = \sqrt{\frac{FL}{m}} = \sqrt{\frac{1280 \times 48 \times 10^{-7}}{24 \times 10^{-7}}} = 160 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{160}{500} = 0.32 \text{ m}$$

در یک موج عرضی فاصله یک قله از دره مجاور آن برابر $\frac{\lambda}{2}$ است:

$$\frac{\lambda}{v} = c / v_m = v_o \text{ cm}$$

۴۰- گزینه ۳ درست است.

ابتدا شدت صوت دریافتی توسط شنونده را به دست می آوریم:

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \rightarrow 7/6 = 7 + 0/6 = 7 + 2 \times 0/2 = \log 10^7 + \log 2^2 = \log 4 \times 10^7 = \log \frac{I}{I_0} \rightarrow$$

$$I = 4 \times 10^{-5} \frac{W}{m^2}$$

$$\frac{I}{I'} = \frac{100}{100} \rightarrow I' = 5 \times 10^{-5} \frac{W}{m^2}$$

۴۱- گزینه ۱ درست است.

در دوربین های تعیین سرعت در جاده ها ، از مکان یابی پژواکی امواج الکترومغناطیس استفاده می شود.

۴۲- گزینه ۴ درست است.

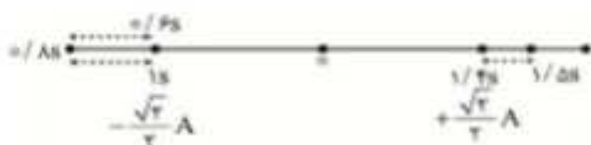
یا عبور موج از قسمت نازک به قسمت ضخیم، چون سرعت انتشار در این دو قسمت با هم متفاوت است، طول موج ایجاد شده تغییر می کند، اما پسماند ثابت می ماند:

$$\left. \begin{aligned} \lambda &\propto v \\ v &= \sqrt{\frac{F}{\rho A}} = \frac{v}{D} \sqrt{\frac{F}{\pi \rho}} \end{aligned} \right\} \rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{D_2}{D_1} = 2$$

۴۳- گزینه ۳ درست است.

هنگامی که نوسانگر در نقاط $x = +\frac{\sqrt{2}}{2}A$ و $x = -\frac{\sqrt{2}}{2}A$ قرار دارد، انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل آن برابر است. در دو انتهای پاره خط نوسان یعنی میان $+\frac{\sqrt{2}}{2}A$ تا $+A$ و $-\frac{\sqrt{2}}{2}A$ تا $-A$ ، انرژی پتانسیل نوسانگر از انرژی جنبشی آن بیشتر است. نوسانگر در لحظاتی که مضرب فردی از $\frac{T}{4}$ است در $\pm \frac{\sqrt{2}}{2}A$ است.

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \rightarrow \frac{\Delta\pi}{\tau} = \frac{2\pi}{T} \rightarrow T = 1/6s \rightarrow \frac{T}{4} = 0/25s$$

$$\Delta t = (1 - 0/6) + (1/5 - 1/4) = 0/5s$$


۴۴. گزینه ۱ درست است.

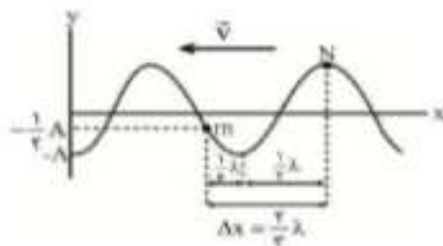
دوره تناوب یک نوسانگر هماهنگ ساده از $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ به دست می‌آید و تعداد نوسان‌ها در مدت زمان t برابر با

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

$$\frac{N_x}{N_e} = \frac{T_e}{T_x} = \sqrt{\frac{g_x}{g_e}} \rightarrow \frac{N_x}{N_e} = \sqrt{\frac{4}{9}} = \frac{2}{3} \quad (I)$$

$$N_e - N_x = 60 \quad \square \quad \frac{2}{3}N_x - N_x = 60 \rightarrow \frac{1}{3}N_x = 60 \rightarrow N_x = 120$$

۴۵. گزینه ۳ درست است.



شتاب پیشینه منفی در $+A$ رخ می‌دهد، یا توجه به جهت انتشار موج به سمت چپ محور x ، هنگامی که وضعیت نوسانی نقطه M به وضعیت نوسانی نقطه N تبدیل شود، این اتفاق رخ می‌دهد، یا توجه به نمودار جایه‌جایی - مکان، $\lambda = 20 \text{ cm}$ است.

$$\lambda = vT \rightarrow 0.2 = 20T \rightarrow T = \frac{1}{100} \text{ s}$$

یا توجه به انتشار موج یا لندی ثابت در محیط $(\Delta x \propto \Delta t)$ ، برای آن که به اندازه $\frac{2}{3}\lambda$ جایه‌جایی صورت گیرد، به مدت

$$\text{زمان } \Delta t = \frac{2}{3}T \text{ نیاز است:}$$

$$\Delta t = \frac{2}{3} \times \frac{1}{100} = \frac{1}{150} \text{ s}$$

۴۶. گزینه ۲ درست است.

شدت صوت یا مربع دامنه و پسامد رابطه مستقیم و با مربع فاصله نسبت وارون دارد:

$$\beta_r - \beta_l = 10 \log \frac{I_r}{I_l} = 10 \log \left(\frac{f_r}{f_l} \times \frac{A_r}{A_l} \times \frac{r_l}{r_r} \right)^2 = 20 \log \frac{4 \times 2/5}{4} = 20 \log \frac{10}{4}$$

$$\beta_r - \beta_l = 20 (\log 10 - \log 4) = 20 (1 - 2 \times 0.2) = 20 \times 0.4 = 8 \text{ dB}$$

$$\beta_r = 67 + 8 = 75 \text{ dB}$$

۴۷. گزینه ۳ درست است.

طول ریل را L و زمان رسیدن صوت در هوا و فلز را به ترتیب t_1 و t_2 بگیریم:

$$\Delta t = t_r - t_l = \frac{L}{v_r} - \frac{L}{v_l} = L \left(\frac{v_l - v_r}{v_r v_l} \right) \rightarrow L = \frac{v_r v_l}{v_l - v_r} \Delta t \quad (I)$$

$$\square \quad L = \frac{2240 \times 3220}{2240 - 3220} \times 1/8 = \frac{2240}{6} \times 1/8 = 224 \times 3 = 672 \text{ m}$$

۴۸. گزینه ۲ درست است.

یا نوشتن رابطه اسنل میان خلاء و مرز آفتی محیط نیم استوانه، داریم:

$$1 \times \sin 45^\circ = \sqrt{2} \sin \theta_r \rightarrow \theta_r = 30^\circ$$

از آنجا که پرتو رسیده به مرز قوسی شکل در راستای شعاع نیم استوانه به مرز برخورد می‌کند، بدون انحراف خارج می‌شود. در نتیجه زاویه تابش در این مرز 0° است و انحراف پرتو نهایی از پرتو SI ، $45^\circ - 30^\circ = 15^\circ$ است.

۴۹- گزینه ۲ درست است.

ابتدا ارتباط میان انرژی‌های نوسانگر را مشخص می‌کنیم:

$$E = U + K \Rightarrow E = \frac{1}{2}mv^2 + K \Rightarrow E = \frac{1}{2}mv^2 + K \Rightarrow \frac{K}{E} = \frac{\frac{1}{2}mv^2}{\frac{1}{2}mv^2 + K} \Rightarrow \frac{K}{K_{\max}} = \frac{1}{9}$$

$$\left(\frac{v}{v_{\max}}\right)^2 = \frac{1}{9} \rightarrow v = \frac{1}{3}v_{\max}$$

تندی بیشینه یک نوسانگر هماهنگ ساده از $v_m = A\omega$ به دست می‌آید:

$$v = \frac{1}{3}A\omega \rightarrow v = \frac{1}{3} \times 0.04 \times 150 = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۵۰- گزینه ۱ درست است.

شتاب بیشینه از رابطه $a_{\max} = A\omega^2$ به دست می‌آید:

$$a_{\max} = A\omega^2 = A \frac{4\pi^2}{T^2} \rightarrow \frac{a_{\max M}}{a_{\max N}} = \frac{A_M}{A_N} \times \left(\frac{T_N}{T_M}\right)^2 \quad (1)$$

با توجه به نمودار $\frac{T_N}{T_M} = \frac{5}{2}$ و $\frac{A_M}{A_N} = \frac{2}{5}$ است.

$$\frac{a_{\max M}}{a_{\max N}} = \frac{2}{5} \times \left(\frac{5}{2}\right)^2 = \frac{2}{5} \times \frac{25}{4} = \frac{10}{4}$$

۵۱- گزینه ۴ درست است.

با استفاده کردن از تاروی یا طول ۴ برابر، چگالی خطی جرم تار تغییر نمی‌کند. در نتیجه تندی انتشار موج در تار تغییری نمی‌کند:

$$\lambda = \frac{v}{f} \rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{v_2}{v_1} \times \frac{f_1}{f_2} \Rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{1}{2}$$

۵۲- گزینه ۴ درست است.

طول موج این موج الکترومغناطیس ۲ متر است. به کمک $\lambda = \frac{c}{f}$ ، بسامد این موج برابر با $1.5 \times 10^8 \text{ Hz}$ است. با به کارگیری قاعده دست راست، موج در جهت محور x در حال انتشار است. از آنجا که در انتشار امواج، هر نقطه رفتار نقاط قبلی خود را تکرار خواهد کرد، پس بزرگی میدان مغناطیسی در نقطه M در حال افزایش است.

۵۳- گزینه ۲ درست است.

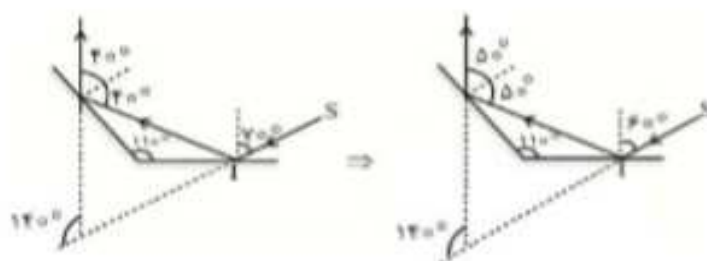
ابتدا شدت صوت را تعیین می‌کنیم:

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \rightarrow 36 = 10 \log \frac{I}{I_0} \rightarrow 3.6 = 3 + 2 \times 0.3 = \log 10^3 + 2 \log 2 = \log 4 \times 10^3 = \log \frac{I}{I_0}$$

$$\frac{I}{I_0} = 4 \times 10^3 \Rightarrow I = 4 \times 10^{-7} \frac{\mu W}{m^2}$$

$$I = \frac{P}{A} \Rightarrow P = I \times A = 4 \times 10^{-7} \times 4 \times 3 \times 10^2 = 48 \mu W$$

۵۴. گزینه ۳ درست است.



۵۵. گزینه ۴ درست است.

یا توجه به تعریف ضریب شکست، سرعت انتشار نور در محیط اول عبارتست از:

$$v_1 = \frac{c}{n_1} = \frac{3 \times 10^8}{1.5} = 2 \times 10^8 \frac{m}{s}$$

$$\Delta t_1 = \frac{\lambda / f}{v_1} = 16 ns \quad (1)$$

به کمک رابطه شکست عمومی، داریم:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} \rightarrow v_2 = \frac{v_1}{\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}} = \frac{2 \times 10^8}{\frac{1}{2}} = 4 \times 10^8 \frac{m}{s}$$

$$\Delta t_2 = \frac{\lambda / f}{v_2} = 8 ns \quad (2)$$

$$\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 = 16 + 8 = 24 ns$$

۵۶. گزینه ۱ درست است.

در حرکت هماهنگ ساده میان شتاب و مکان رابطه مقابل وجود دارد:

$$\begin{cases} a = -\omega^2 x \\ \omega^2 = \frac{g}{L} \end{cases} \rightarrow |a| = \left| -\frac{12/18}{3/2} \times 0.18 \right| = 0.4 \frac{m}{s^2}$$

۵۷. گزینه ۲ درست است.

انرژی مکانیکی برابر با $\frac{1}{2}kA^2$ است:

$$E = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}kA \times A = \frac{1}{2}F_m A$$

$$E = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow \frac{1}{2}F_m A = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow v = \sqrt{\frac{F_m A}{m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{1}{2} \times \frac{100 \times \frac{5}{100}}{\frac{1}{2}}} = 5 \frac{m}{s}$$

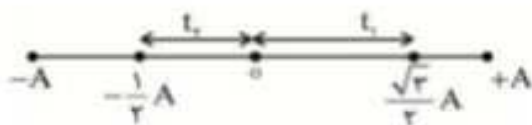
۵۸- گزینه ۳ درست است.

یا توجه به جهت انتشار موج، ذره M در ادامه به سمت $y = 0$ حرکت می‌کند. این یعنی در ابتدا حرکت آن تندشونده است:

$$\lambda = vT \rightarrow 0.4 = 200T \rightarrow T = \frac{1}{500} \text{ s}$$

لحظه $t = \frac{1}{200} \text{ s}$ یعنی لحظه $\frac{T}{4}$ پس نوسانگر در این بازه زمانی از $y = 0$ عبور

می‌کند و به $y = -\frac{1}{4}A$ می‌رسد.



در مدت زمان $t_1 = \frac{T}{6}$ نوسانگر به مرکز نوسان می‌رسد. در این

مدت حرکت تندشونده است. در ادامه در مدت $t_2 = \frac{T}{12}$ از $y =$

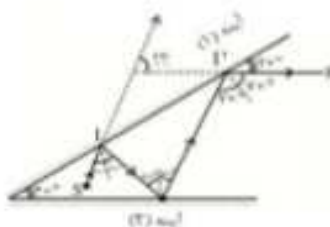
$-\frac{1}{4}A$ می‌رود که در این مدت حرکت کندشونده است.

$$t_1 - t_2 = \frac{T}{6} - \frac{T}{12} \rightarrow t_1 - t_2 = \frac{200}{12} = \frac{1}{600} \text{ s}$$

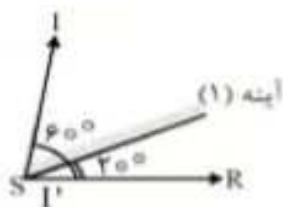
۵۹. گزینه ۲ درست است.

در انتشار امواج طولی در یک فنر کشیده شده، در نقاط با بیشترین یازشدگی یا بیشترین فشردگی، جابه‌جایی هر جزء فنر صفر است. تنها در انتشار امواج الکترومغناطیسی در خلأ، سرعت انتشار همگی انواع امواج الکترومغناطیسی یکسان و برابر با سرعت نور در خلأ است.

۶۰- گزینه ۴ درست است.



به کمک هندسه مقدماتی و با توجه به برابری زاویه‌های تابش و بازتابش در هر بازتاب، پرتو نهایی از سطح آینه (۱) بازتاب و از فضای بین دو آینه خارج می‌شود. با کمی دقت متوجه می‌شویم که پرتو نهایی ($I'R$) موازی با آینه (۲) است.



یا توجه به شکل مقابل، پاسخ سؤال 80° است.

۶۱. گزینه ۴ درست است.

به کمک رابطه $v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} = \frac{1}{r} \sqrt{\frac{F}{\rho \pi}}$ و با توجه به یکسان بودن F و ρ داریم:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{r_2}{r_1} = \frac{D_2}{D_1} = 4 \Rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = 4 \quad L = v\Delta t \rightarrow \frac{L_1}{L_2} = \frac{v_1}{v_2} \times \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} \rightarrow \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = \frac{1}{2}$$

۶۲- گزینه ۳ درست است.
یا توجه به: رابطه ۷-۳ و ۳-۳:

$$\begin{cases} E = \gamma \pi^2 m A^2 f^2 \\ \omega = \frac{\gamma \pi}{T} = \gamma \pi f \end{cases}$$

و اینکه در هنگام نندی بیشینه انرژی پتانسیل صفر است $E = K$

$$\Rightarrow \gamma \pi^2 m A^2 f^2 = \frac{1}{2} m V_{\max}^2$$

$$V_{\max}^2 = \frac{\omega^2}{\pi^2 f^2} A^2 \rightarrow V_{\max} = \sqrt{\omega^2 A^2} = A \omega$$

۶۳- گزینه ۱ درست است.

$$\begin{aligned} T &= 0.5 \Delta S \rightarrow V = \frac{\lambda}{T} \rightarrow V = \frac{0.5 \Delta}{0.5 \Delta} = 1.0 \frac{m}{s} \\ \lambda &= 0.5 \Delta m \end{aligned}$$

۶۴. گزینه ۴ درست است.

$$B = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

$$10 \text{ dB} = (10 \text{ dB}) \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

$$\log\left(\frac{I}{I_0}\right) = 1$$

$$\frac{I}{I_0} = 10^1 \rightarrow I = 10^1 (1 \times 10^{-12} \frac{W}{m^2}) \rightarrow I = 10^{-11} \frac{W}{m^2}$$

۶۵. گزینه ۳ درست است.

تعریف پژواک در پخش بازتاب امواج مکانیکی در کتاب درسی مطالعه شود.

۶۶. گزینه ۲ درست است.

$$\begin{cases} m = 0.1 \text{ kg} \\ L = 0.5 \text{ m} \\ F = 1 \text{ N} \end{cases} \quad \mu = \frac{m}{L} = \frac{0.1}{0.5} = 0.2 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{1}{0.2}} = \sqrt{5} = 2.24 \frac{m}{s}$$

۶۷- گزینه ۴ درست است.

$$V_{\max} = 2,512 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$T = 0,5 \text{ s}$$

$$A = ?$$

$$V_{\max} = A\omega = A\left(\frac{2\pi}{T}\right)$$

$$2,512 = A\left(\frac{2 \times 2,14}{0,5}\right)$$

$$2,512 = A \times 12,56$$

$$A = \frac{2,512}{12,56} = 0,2 \text{ m}$$

۶۸- گزینه ۱ درست است.

$$\Delta t = \frac{\Delta x}{V_S} - \frac{\Delta x}{V_P}$$

$$\Delta t = \frac{(V_P - V_S)\Delta x}{V_S V_P}$$

$$\Delta x = \frac{V_S V_P}{V_P - V_S} \Delta t = \frac{4 \frac{\text{km}}{\text{s}} \times 1 \frac{\text{km}}{\text{s}}}{(1 - 4) \frac{\text{km}}{\text{s}}} \times 4 \times 60 \text{ s}$$

$$\Delta t = \frac{44 \frac{\text{km}^2}{\text{s}^2}}{4 \frac{\text{km}}{\text{s}}} \times 240 \text{ s} = 1920 \text{ km}$$

۶۹- گزینه ۳ درست است.

$$P_{\text{av}} = 510 \text{ W}$$

$$A = 4,1 \times 2,5 = 12 \text{ m}^2$$

$$I = \frac{P_{\text{av}}}{A} = \frac{510 \text{ W}}{12 \text{ m}^2} = 42,5 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

۷۰. گزینه ۴ درست است.

$$x = A \cos \omega t \Rightarrow \frac{4}{3} \Delta = 9 \cos \omega t_1 \rightarrow \cos \frac{\pi}{3} = \cos \omega t_1 \rightarrow \omega t_1 = \frac{\pi}{3}$$

$$\frac{4}{3} \Delta = 9 \cos \omega t_2 \rightarrow \cos \frac{\Delta \pi}{3} = \cos \omega t_2 \rightarrow \omega t_2 = \frac{\Delta \pi}{3}$$

$$\omega t_2 - \omega t_1 = \frac{\Delta \pi}{3} - \frac{\pi}{3} \rightarrow \omega(t_2 - t_1) = \frac{\pi}{3} \rightarrow \omega = \frac{\pi}{3} \left(\frac{\text{rad}}{\text{s}} \right)$$

$$|a_{\max}| = A\omega^2 = (9 \times 10^{-2}) \left(\frac{\pi}{3} \right)^2 = 1/6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

۷۱. گزینه ۳ درست است.

در نقاط بازگشت تمامی انرژی به صورت انرژی پتانسیل کشسانی ذخیره می‌شود، بنابراین با توجه به $E = \frac{1}{2} kA^2$ دامنه ثابت می‌ماند.

$$k = m\omega^2 \Rightarrow \frac{m_2}{m_1} = \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} \right)^2 = \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^2 \Rightarrow \frac{1}{2} = \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^2 \Rightarrow T_2 = \frac{\sqrt{2}}{2} T_1$$

۷۲. گزینه ۴ درست است.

با توجه به اینکه هر نقطه از محیط، حرکت نوسانی ذره ماقبل خود را تکرار می‌کند، ذره B در این لحظه رویه پایین نوسان کرده و جهت انتشار موج به سمت چپ خواهد بود و ذره A باید در این لحظه به سمت پایین نوسان کند.

۷۳. گزینه ۱ درست است.

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} = \frac{2\pi \times 10^{-7}}{4\pi \times 10^2} = \frac{1}{2} \times 10^{-9} = 5 \times 10^{-10} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \log \frac{5 \times 10^{-10}}{10^{-12}} = 10 \log 500 = 10 \log 5 + 10 \log 10^2$$

$$\beta = 10(0.7) + 20 = 27 \text{ dB}$$

۷۴. گزینه ۳ درست است.

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\frac{\pi}{4}} = 8 \text{ s} \quad \frac{\Delta t}{T} = \frac{12-1}{8} = \frac{3}{2} \rightarrow \Delta t = \frac{3}{2} T$$

مسافت طی شده توسط نوسانگر در هر $\frac{T}{2}$ برابر ۲A است. پس مسافت طی شده نوسانگر ۶A است.

$$S_{\text{av}} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{6A}{\Delta t} = \frac{12 \text{ cm}}{12 \text{ s}} = 1 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

۷۵. گزینه ۱ درست است.

$$E = k + u = 6 + 7 = 13 \text{ J}$$

$$E = \frac{1}{2} kA^2 \rightarrow 13 = \frac{1}{2} \times 100 \times A^2 \rightarrow A^2 = \frac{13}{50} \rightarrow A = \frac{4}{10} \text{ m} \approx 40 \text{ cm}$$

۷۶. گزینه ۲ درست است.

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{10}{\frac{\lambda}{10}} = \frac{100}{\lambda} \rightarrow T = \frac{1}{f} = \frac{\lambda}{100} \quad \frac{\Delta t}{T} = \frac{\frac{12}{100}}{\frac{\lambda}{100}} = \frac{3}{\lambda}$$

$$\Delta t = 3\left(\frac{T}{\lambda}\right) \rightarrow \ell = 3(\lambda A) = 6A = 6 \times 6 = 36 \text{ cm}$$

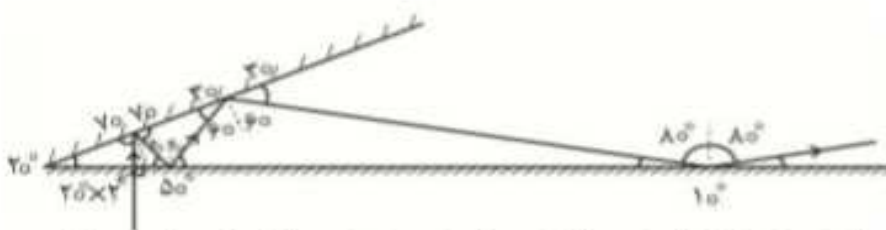
۷۷. گزینه ۱ درست است.

میدان‌های \vec{B} , \vec{E} همواره همگام هستند. پس در لحظه $T + \frac{T}{4}$ نیز نمودار B همگام با نمودار E است.

۷۸. گزینه ۳ درست است.

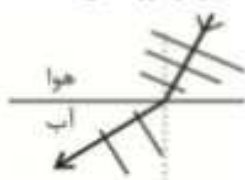
صوت در هوا به صورت طولی منتشر می‌شود. در هنگام انتشار صوت، ذرات محیط (مولکول‌های هوا) فقط در جای خود می‌لرزند (ارتعاش) و حرکت انتقالی ندارند.

۷۹. گزینه ۳ درست است.



هنگامی که زاویه پرتو یا زتاب یا سطح آینه، کوچک‌تر یا مساوی یا زاویه دو آینه شود پرتو نور به آینه دیگر برخورد نمی‌کند.

۸۰. گزینه ۴ درست است.



سرعت انتشار صوت پس از ورود به آب افزایش می‌یابد. پس فاصله جبهه‌های موج (طول موج) افزایش می‌یابد و زاویه جبهه‌های موج یا سطح جدایی دو محیط افزایش می‌یابد.



تست و پاسخ ۱

در حرکت هماهنگ ساده، در بازه‌ای که اندازه شتاب نوسانگر در حال کاهش است، بردارهای سرعت و نیرو و بردارهای مکان و شتاب هستند.

(۲) هم جهت - خلاف جهت هم

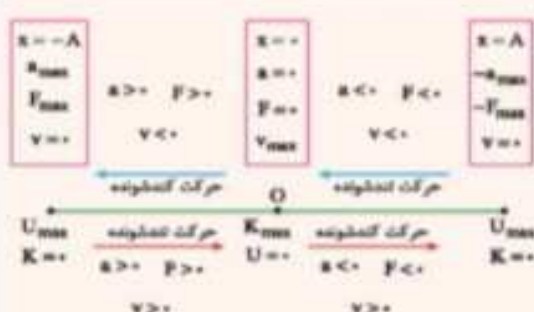
(۱) خلاف جهت هم - هم جهت

(۴) هم جهت - هم جهت

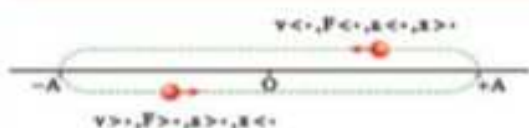
(۳) خلاف جهت هم - خلاف جهت هم

پاسخ: گزینه ۲

مشاوره: بایک سوال ساده از مفاهیم اولیه نوسان مواجه هستیم. باید اطلاعات ذکر شده در درس خاص را به خاطر بسپارید تا این نوع تست‌ها را در زمان بسیار کوتاهی پاسخ دهید.



درس‌نامه: بررسی وضعیت کمیت‌ها در یک نوسان کامل: با توجه به شکل روبه‌رو در حرکت نوسانگر ساده از یک نقطه بازگشت تا وضع تعادل، اندازه نیرو و شتاب کم و اندازه سرعت زیاد می‌شود.



پاسخ: با توجه به شکل مقابل، اندازه شتاب نوسانگر در حرکت از O تا +A و هم‌چنین از -A تا O در حال کاهش است و در این دو بازه بردارهای سرعت و نیرو هم جهت و بردارهای مکان و شتاب خلاف جهت یکدیگر هستند.

تست و پاسخ ۲

معادله مکان-زمان نوسانگر هماهنگ ساده‌ای در SI به صورت $x = 0.1 \cos \frac{\pi}{5} t$ است. در کدام بازه زمانی شتاب نوسانگر در جهت محور x و سرعت آن در خلاف جهت محور x است؟

$v < 0$

$$\frac{\pi}{5} \leq t \leq \frac{11}{10} \text{ s (۴)}$$

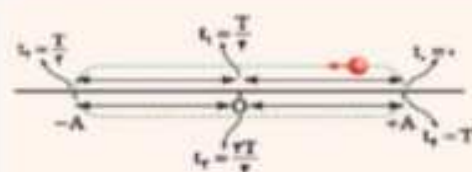
$$\frac{\pi}{5} \leq t \leq \frac{1}{3} \text{ s (۳)}$$

$$\frac{\pi}{5} \leq t \leq \frac{1}{2} \text{ s (۲)}$$

$$0 \leq t \leq \frac{1}{5} \text{ s (۱)}$$

پاسخ: گزینه ۳

حیثیت حل‌کننده: ابتدا معادله مکان - زمان نوسانگر را با فرم کلی معادله مکان - زمان در حرکت هماهنگ ساده مقایسه کنید تا بتوانید دوره تناوب آن را به دست آورید؛ سپس با استفاده از آن، بازه زمانی‌ای را که شتاب نوسانگر در جهت محور x و سرعت آن در خلاف جهت محور x است، محاسبه و گزینه‌ها را با آن مقایسه کنید.



درس‌نامه: با توجه به شکل مقابل، مدت زمانی که طول می‌کشد تا نوسانگر از مکان +A به O یا از O به -A یا از -A به O یا از O به +A برود، برابر با $\frac{T}{4}$ است.

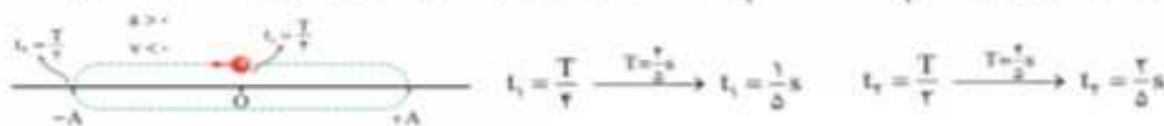
● به درس‌نامه تست ۸۱ نیز توجه کنید.

پاسخ تشریحی: گام اول: ابتدا معادله مکان - زمان نوسانگر را با فرم کلی معادله مکان - زمان در حرکت هماهنگ ساده مقایسه می کنیم:

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

$$x = 0.1 \cos \frac{5\pi}{4} t \Rightarrow A = 0.1 \text{ m}, \omega = \frac{5\pi}{4} \xrightarrow{\omega = \frac{2\pi}{T}} \frac{2\pi}{T} = \frac{5\pi}{4} \Rightarrow T = \frac{4}{5} \text{ s}$$

گام دوم: با توجه به شکل زیر، از لحظه $t_1 = \frac{T}{4}$ تا لحظه $t_2 = \frac{T}{4}$ شتاب نوسانگر در جهت محور x و سرعت آن در خلاف جهت محور x است.



بنابراین با توجه به گزینه‌ها، بازه زمانی $(\frac{1}{5} \text{ s} \text{ تا } \frac{2}{5} \text{ s})$ در محدوده t_1 تا t_2 است؛ یعنی شتاب نوسانگر در جهت محور x و سرعت آن در خلاف جهت محور x است.

تست 9 پاسخ 3

درمای روی پاره خطی به طول 20 cm حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. بیشترین مسافتی که این ذره در یک بازه زمانی دلخواه به اندازه

$$\frac{1}{6} \text{ دوره می‌تواند طی کند، چند سانتی‌متر است؟} \quad (\sqrt{2} = 1/\sqrt{2})$$

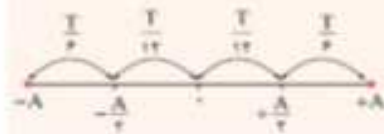
$$A = \frac{20}{2} = 10 \text{ cm}$$

پاسخ: گزینه 2

خوبت حل بهتره: ابتدا دامنه نوسان را با توجه به طول پاره خط نوسان به دست آورید سپس برای این که بیشترین مسافتی را که نوسانگر

در مدت $\frac{1}{6}$ دوره $(\frac{T}{6} \text{ تا } \frac{T}{3})$ طی می‌کند، محاسبه کنید. کافی است مسیری را انتخاب کنید که نوسانگر با تندی بیشتری حرکت می‌کند.

درسنامه: با استفاده از معادله $x = A \cos \omega t$ می‌توان نشان داد که نوسانگر هماهنگ ساده حد فاصل $+A$ تا $-\frac{A}{2}$ را در مدت $\frac{T}{6}$ و فاصله $+\frac{A}{2}$ تا مبدأ را در مدت $\frac{T}{12}$ طی می‌کند. در شکل زیر این جابه‌جایی‌ها و زمان‌ها مشخص شده است.



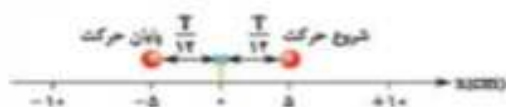
پاسخ تشریحی: گام اول: نوسانگر روی پاره خطی به طول 20 cm حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. بنابراین دامنه نوسان برابر است با:

$$A = \frac{\text{طول پاره خط نوسان}}{2} = \frac{20}{2} = 10 \text{ cm}$$

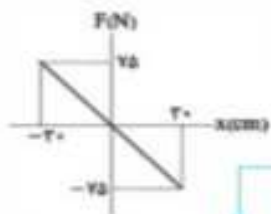
گام دوم: برای این که بیشترین مسافتی را که نوسانگر در مدت زمان $\frac{T}{6}$ یا $(\frac{T}{12} \text{ تا } \frac{T}{6})$ طی می‌کند، به دست آوریم، باید مسیری را انتخاب کنیم که نوسانگر در آن مسیر با

تندی بیشتری حرکت می‌کند. از طرفی می‌دانیم که تندی نوسانگر در اطراف نقطه تعادل بیشتر است. بنابراین مطابق شکل مسیری را انتخاب می‌کنیم که نقطه تعادل در وسط آن باشد.

با توجه به شکل، مسافتی را که نوسانگر در این حالت طی می‌کند، برابر است با:



$$\ell = 5 + 5 \Rightarrow \ell = 10 \text{ cm}$$



بیشینه انرژی جنبشی یا بیشینه انرژی پتانسیل نوسانگر هماهنگ ساده همان انرژی مکانیکی آن است.

شکل مقابل، نمودار نیروی خالص وارد بر جسمی به جرم 0.5 kg است که توسط یک فنر سبک و بر روی سطحی بدون اصطکاک (در امتداد محور x) با دامنه 3 cm حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. بیشینه انرژی جنبشی این جسم چند ژول است؟

$$22/5 \text{ (2)}$$

$$3.08/3 \text{ (4)}$$

$$11/25 \text{ (1)}$$

$$416/7 \text{ (3)}$$

پاسخ: گزینه ۱

خوبتر حل کن بهتره بیشینه انرژی جنبشی نوسانگر، همان انرژی مکانیکی آن است. پس کافیست رابطه انرژی مکانیکی نوسانگر را بر حسب بیشینه نیروی وارد بر آن بنویسید.

درسنامه

نکات

۱ اگر فنری را به اندازه x نسبت به طول عادی آن بکشیم یا فشرده کنیم، طبق قانون هوک، نیروی کششی فنر از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$F_c = -kx$$

F_c : نیروی کششی فنر (N)

k : ثابت فنر (N/m)

x : تغییر طول فنر نسبت به طول عادی آن (m)

• علامت منفی نشان‌دهنده بازگرداندن نیروی کششی فنر است.

• بیشینه نیروی کششی وارد بر نوسانگر در دو انتهای مسیر نوسانی ($x = \pm A$) است. بنابراین $|F_{\max}| = kA$

۲ با توجه به ثابت بودن انرژی مکانیکی نوسانگر هماهنگ ساده می‌توان نوشت:

$$E = K + U \Rightarrow E = K_{\max}$$

۳ انرژی مکانیکی سامانه جرم - فنر در حرکت هماهنگ ساده از رابطه $E = \frac{1}{2}kA^2$ به دست می‌آید.

$$K_{\max} = E = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}kA \times A \Rightarrow K_{\max} = \frac{1}{2}|F_{\max}|A$$

E : انرژی مکانیکی (J)

k : ثابت فنر (N/m)

A : دامنه نوسان (m)

$$K_{\max} = \frac{1}{2}|F_{\max}|A$$

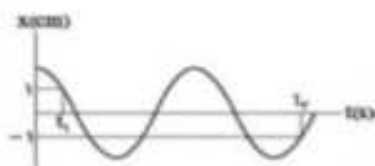
پاسخ تشریحی بیشینه انرژی جنبشی نوسانگر، همان انرژی مکانیکی آن است:

$$K_{\max} = \frac{1}{2} \times 75 \times (3 \times 10^{-2}) = 11/25 \text{ J}$$

با توجه به مقدارهای داده شده روی نمودار می‌توان نوشت:

تست و پاسخ ۵

نمودار مکان - زمان حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر به صورت شکل زیر است. اگر تندی متوسط نوسانگر در بازه زمانی t_1 تا t_2 برابر 2 m/s باشد، بیشینه تندی نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟



$$\pi \text{ (2)}$$

$$2\pi \text{ (4)}$$

$$\frac{\pi}{2} \text{ (1)}$$

$$2\pi \text{ (3)}$$

پاسخ: گزینه ۲

مشاوره نکته‌ای که در این سوال وجود دارد، چندبار در کنگورهای سراسری اخیر تکرار شده است.

خودت حل کنی بهتره ابتدا با توجه به نمودار مکان - زمان نوسانگر، مدت زمان t_1 تا t_2 را بر حسب دوره تناوب و مسافت پیموده شده را بر حسب دامنه به دست آورید و در رابطه $s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t}$ جای گذاری کنید. در آخر بیشینه تندی نوسانگر را با استفاده از رابطه $v_{max} = A\omega$ به دست بیاورید.

درسنامه ۱) **تندی متوسط**: نسبت مسافت پیموده شده به مدت زمان حرکت، تندی متوسط است و از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t}$$

↑
تندی متوسط (m/s)
↑
مسافت پیموده شده (m)
↑
مدت زمان (s)

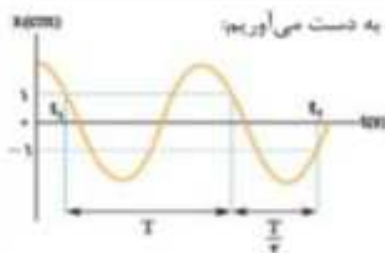
۲) در حرکت هماهنگ ساده، تندی نوسانگر هنگامی که از نقطه تعادل عبور می کند، بیشینه است و مقدار این تندی بیشینه، از رابطه زیر به دست می آید:

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

↑
دامنه (m)
↑
نوسان (m)
↑
بسیار زاویه‌ای
↑
تندی نوسانگر (m/s)
↑
بسیار زاویه‌ای (rad/s)
↑
تناوب (s)
↑
دوره (s)
↑
تندی نوسانگر (m/s)

نکته اگر نوسانگر از مکان x به مکان $-x$ برود و در طی این مسیر یک بار تغییر جهت دهد، در این صورت مدت زمان طی این مسیر، برابر با $\frac{T}{2}$ و مسافت طی شده برابر با $2A$ است.

پاسخ تشریحی با توجه به نمودار مکان - زمان نوسانگر، مدت زمان t_1 تا t_2 را بر حسب دوره تناوب به دست می آوریم:



$$\Delta t = T + \frac{T}{2} \Rightarrow \Delta t = \frac{3T}{2}$$

می دانیم که نوسانگر در طی یک دوره (T) به اندازه $4A$ و در طی نصف دوره ($\frac{T}{2}$) به اندازه $2A$ مسافت طی می کند، بنابراین مسافت طی شده در بازه زمانی t_1 تا t_2 برابر است با:

$$\ell = 2A + 2A \Rightarrow \ell = 4A$$

حالا با استفاده از تندی متوسط نوسانگر در بازه زمانی t_1 تا t_2 می توانیم بنویسیم:

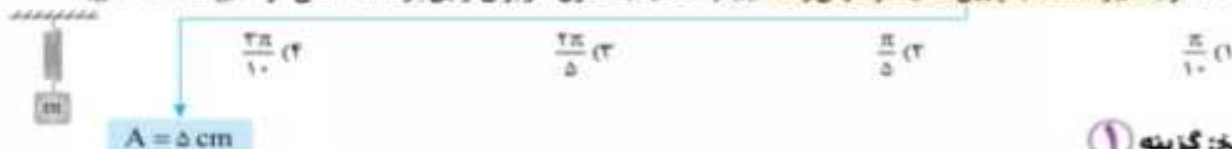
$$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} \Rightarrow \frac{4A}{\frac{3T}{2}} = \frac{2A}{T} \Rightarrow T = 2A$$

در نهایت بیشینه تندی نوسانگر را به دست می آوریم:

$$v_{max} = A\omega \Rightarrow v_{max} = A \left(\frac{2\pi}{T} \right) \Rightarrow v_{max} = \pi \text{ m/s}$$

نیمت و پاسخ ۶

مطابق شکل زیر، جسمی به جرم 500 g را به انتهای فنری به طول 17 cm بسته و از سقف آویزان می کنیم. در حالت تعادل طول فنر به 27 cm می رسد. اگر جسم را 5 cm به پایین کشیده و سپس رها کنیم، چند ثانیه بعد طول فنر برای اولین بار 22 cm می شود؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)



پاسخ: گزینه ۱

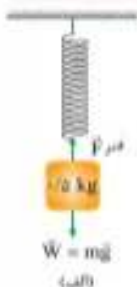
مشاوره با سوالاتی جانبی روبه‌رو هستیم که برای حل آن باید از سلول‌های خاکستری مغزتان استفاده کنید!

دوس نکته ۱) دوره تناوب سامانه جرم - فنر از رابطه مقابل به دست می‌آید:

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

دوره تناوب (s)
جرم (kg)
ثابت فنر (N/m)

- ۲) اگر جسم را از وضع تعادل خود به اندازه‌ای منحرف کرده و سپس رها کنیم تا شروع به نوسان کند، اندازه این انحراف همان دامنه است.
۳) درسی‌نامه (۱) تست (۸۴) را بخوانید.



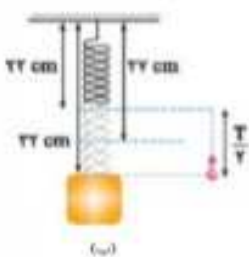
پاسخ تشریحی وقتی جسم را به انتهای فنر وصل می‌کنیم، پس از برقراری تعادل، طول فنر از ۱۷ cm به ۲۷ cm می‌رسد. بنابراین با توجه به شکل (الف) داریم:

$$|F_{\text{فنر}}| = mg \xrightarrow{|F_{\text{فنر}}| = kx} \frac{k(27-17)}{10} = 0.5 \times 10 \Rightarrow k = 50 \text{ N/m}$$

حالا دوره تناوب را به دست می‌آوریم:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \xrightarrow{\frac{m=0.5 \text{ kg}}{k=50 \text{ N/m}}} T = 2\pi \sqrt{\frac{0.5}{50}} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{10} \text{ s}$$

وقتی جسم را می‌کشیم و سپس رها می‌کنیم، جسم متصل به فنر شروع به نوسان هماهنگ ساده می‌کند. چون جسم را به اندازه ۵ cm می‌کشیم، پس دامنه نوسان برابر با ۵ cm و در نتیجه طول پاره خط نوسان برابر با ۱۰ cm است؛ بنابراین طول فنر در طی این نوسان از ۲۲ cm (۲۷ - ۵) تا ۳۲ cm (۲۷ + ۵) تغییر می‌کند و هنگامی طول فنر برای اولین بار به ۲۲ cm می‌رسد که به اندازه $\frac{T}{4}$ از شروع نوسان گذشته باشد.



$$t = \frac{T}{4} \xrightarrow{T = \frac{2\pi}{10} \text{ s}} t = \frac{\pi}{10} \text{ s}$$

تکنیک نوسانگر قبل از آن که یک نوسان کامل انجام دهد، از مکانی که طول فنر ۲۲ cm شود، می‌گذرد؛ پس بعد از این که دوره تناوب به دست آمد، می‌توانیم: $t < T$ و تنها جواب موجود ۱) است.

تست و پاسخ ۷

معادله مکان - زمان یک نوسانگر هماهنگ ساده در SI به صورت $x = 0.4 \cos(10\pi t)$ است. کدام یک از عبارات‌های زیر در مورد این نوسانگر درست است؟

$$A \leftarrow \rightarrow \omega$$

الف) بیشترین تندی نوسانگر در طول مسیر حرکت $4\pi \text{ m/s}$ است.

ب) بیشینه شتاب نوسانگر در طول مسیر حرکت $4\pi^2 \text{ m/s}^2$ است.

پ) بزرگی شتاب متوسط نوسانگر در بازه زمانی بین دو عبور متوالی از مرکز نوسان برابر صفر است.

ت) در لحظه $t = \frac{3}{40} \text{ s}$ ، برای دومین بار، انرژی جنبشی نوسانگر با انرژی پتانسیل آن برابر می‌شود.

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

پاسخ: گزینه ۴

مشاوره این سبک از سوال‌ها و همچنین چیداش گزیندها جدیداً در کنکور سراسری دیده می‌شود. ما هم از این جور سوال‌ها دادیم تا چشم‌هایتان عادت کند.

درس فقه ۱) درسنامه (۲) تست (۳) را بخوانید.

۲) شتاب متوسط: اگر سرعت متحرکی در لحظه t_1 برابر با v_1 و در لحظه t_2 برابر با v_2 باشد، آن گاه شتاب متوسط آن از رابطه مقابل به دست می‌آید:

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

تغییرات سرعت (m/s)
شتاب متوسط (m/s²)
مدت‌زمان (s)

۳) وقتی نوسانگر در نقاط بازگشتی ($x = \pm A$) قرار می‌گیرد، اندازه شتاب آن بیشینه است و از رابطه مقابل به دست می‌آید:

$$|a_{max}| = A\omega^2$$

اندازه بیشینه شتاب (m/s²)
نوسان (m)
نوسانگر (m/s²)
بسامد زاویه‌ای (rad/s)

نکته وقتی نوسانگر در مکان $x = \pm \frac{\sqrt{2}}{2} A$ قرار می‌گیرد، انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل آن با یکدیگر برابر می‌شوند.

پس طرح ابتدا معادله مکان - زمان نوسانگر را با فرم کلی معادله مکان - زمان نوسانگر هماهنگ ساده مقایسه می‌کنیم:

$$x = 0.04 \cos(10\pi t) \Rightarrow A = 0.04 \text{ m}, \omega = 10\pi \text{ rad/s}$$

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

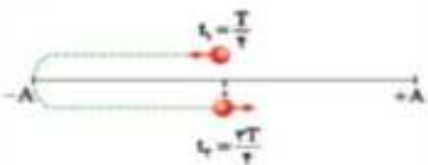
حالا عبارت‌ها را بررسی می‌کنیم:

الف) وقتی نوسانگر از نقطه تعادل (مرکز نوسان) عبور می‌کند، تندی آن بیشینه است و مقدار آن برابر است با:

$$v_{max} = A\omega = \frac{0.04 \times 10\pi \text{ m}}{10\pi \times 10^{-3} \text{ s}} \Rightarrow v_{max} = 0.4 \times 10\pi = 4\pi \text{ m/s}$$

ب) وقتی نوسانگر در نقاط بازگشتی ($x = \pm A$) قرار می‌گیرد، شتاب آن بیشینه است و اندازه آن برابر است با:

$$|a_{max}| = A\omega^2 = \frac{0.04 \times 10\pi \text{ m}}{10\pi \times 10^{-3} \text{ s}} \Rightarrow |a_{max}| = 0.4 \times (10\pi)^2 = 4\pi^2 \text{ m/s}^2$$



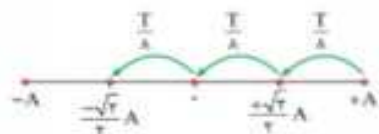
ب) نوسانگر هر بار که از نقطه تعادل (مرکز نوسان) عبور می‌کند، تندی آن بیشینه و یکسان است، اما سرعت آن بین دو عبور متوالی ثابت نیست زیرا جهت سرعت تغییر می‌کند. بنابراین با توجه به شکل مقابل، شتاب متوسط نوسانگر را در بازه زمانی بین دو عبور متوالی از نقطه تعادل به دست می‌آوریم:

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{A\omega - (-A\omega)}{\frac{T}{2} - \frac{T}{2}} = \frac{2A\omega}{T}$$

ت) وقتی نوسانگر در مکان $x = \pm \frac{\sqrt{2}}{2} A$ قرار می‌گیرد، انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل آن با یکدیگر برابر می‌شوند. بنابراین پس از مدت‌زمان $\frac{T}{4}$ انرژی جنبشی نوسانگر با انرژی پتانسیل آن برای دومین بار با هم برابر می‌شوند پس داریم:

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

$$t = \frac{T}{4} = \frac{2}{40} \text{ s} \Rightarrow t = \frac{1}{20} \text{ s}$$



تست و پاسخ ۸

در شکل زیر، نمودارهای انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل کشسانی بر حسب مکان یک نوسانگر هماهنگ ساده (سامانه جرم-فنر) نشان داده شده است که بر روی پاره‌خطی به طول ۱۶ cm نوسان می‌کند. اندازه بیشینه نیروی وارد بر نوسانگر در طول حرکت آن چند نیوتون است؟



۱۰۰ (۱)

۷۵ (۲)

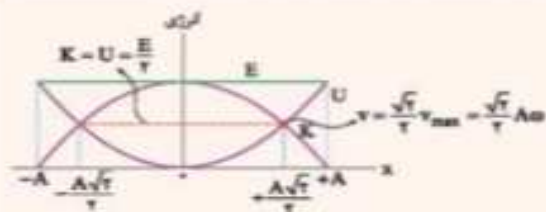
۵۰ (۳)

۲۵ (۴)

پاسخ: گزینه ۳

خودت حل کنی بهتره ابتدا انرژی مکانیکی و دامنه نوسانگر را به دست آورید. سپس با استفاده از رابطه $E = \frac{1}{2} A |F_{\max}|$ بیشینه نیروی وارد بر آن را محاسبه کنید.

درس نامه نمودارهای انرژی بر حسب مکان برای نوسانگر هماهنگ ساده:



نکته (۳) درس نامه تست (۸۴) را نیز بخوانید.

پاسخ تشریحی در مکان $x = 4\sqrt{2}$ cm، انرژی جنبشی نوسانگر با انرژی پتانسیل آن یکسان و برابر با ۱ J است. بنابراین انرژی مکانیکی آن برابر است با:

$$E = K + U \xrightarrow{K=U=1J} E = 1 + 1 = 2J$$

از طرفی می‌دانیم دامنه نوسان نصف طول پاره‌خط نوسان است:

$$A = \frac{16 \text{ cm}}{2} = 8 \times 10^{-2} \text{ m}$$

حالا با توجه به نکته (۳) درس نامه تست (۸۴) می‌توانیم بنویسیم:

$$E = \frac{1}{2} |F_{\max}| A \xrightarrow{\substack{E=2J \\ A=8 \times 10^{-2} \text{ m}}} 2 = \frac{1}{2} |F_{\max}| \times 8 \times 10^{-2} \Rightarrow |F_{\max}| = 50 \text{ N}$$

تست و پاسخ ۹

مطابق شکل زیر، نوسانگر هماهنگ ساده‌ای را که بر روی یک سطح بدون اصطکاک قرار دارد، به اندازه ۱۰ cm به سمت راست کشیده و رها می‌کنیم. اگر در لحظه رها کردن، انرژی پتانسیل کشسانی فنر ۴ J باشد، چند ثانیه پس از رها کردن، تندی نوسانگر برای اولین بار بیشینه خواهد شد؟ ($\pi^2 = 10$)

$$A = 10 \text{ cm}$$



۰/۰۵ (۱)

۰/۱ (۲)

۰/۱۵ (۳)

۰/۲ (۴)

پاسخ: گزینه ۱

مشاوره در این جور سوال‌ها باید حواستان به اولین بار، دومین بار و ... باشد تا در دام گزینه‌ها نیفتید.

خودت حل کنی بهتره کافی است دوره تناوب نوسانگر را با استفاده از رابطه $E = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2$ به دست آورید. سپس لحظه $t = \frac{T}{4}$ را محاسبه کنید.

درسنامه درسی نامه تست (A1) را بخوانید.

برای ساده جرم - فنر، در حرکت هماهنگ ساده می توان نوشت:

k ثابت فنر (N / m)

m جرم نوسانگر (kg)

ω : بسامد زاویه ای (rad / s)

بنابراین انرژی مکانیکی نوسانگر به صورت مقابل نیز نوشته می شود:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow k = m\omega^2$$

$$E = \frac{1}{2}kA^2 \Rightarrow E = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2$$

پاسخ تشریحی انرژی پتانسیل کشسانی فنر در دامنه (نقطه بازگشت)، برابر با انرژی مکانیکی نوسانگر است. بنابراین می توانیم بنویسیم:

$$E = U_{\max} \quad \frac{E = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2}{U_{\max} = 4 \text{ J}} \rightarrow \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 = 4 \quad \frac{m = 0.1 \text{ kg}}{A = 0.1 \text{ m}} \rightarrow \frac{1}{2} \times \frac{0.1}{1} \times \omega^2 \times \left(\frac{1}{10}\right)^2 = 4 \Rightarrow \omega^2 = 1000$$

$$\frac{\omega = \frac{2\pi}{T}}{\pi^2 \times 1000} \rightarrow \frac{4 \times 10^3}{T^2} = 1000 \Rightarrow T = 2 \text{ s}$$

از طرفی، تندی نوسانگر هنگامی که از نقطه تعادل عبور می کند، بیشینه است. بنابراین تندی نوسانگر در لحظه $t = \frac{T}{4}$ برای اولین بار بیشینه

$$t = \frac{T}{4} \quad \frac{T = 2 \text{ s}}{4} \rightarrow t = 0.5 \text{ s}$$

می شود. یعنی:

تست 9 پاسخ 10

طول آونگ ساده کوبادمنه ای که در هر دقیقه n نوسان کامل انجام می دهد، برابر ۲۵ cm است. طول این آونگ را چند سانتی متر و چگونه

تغییر دهیم تا در هر دقیقه، $n - 10$ نوسان کامل انجام دهد؟ ($g = \pi^2 \text{ m/s}^2$)

(۲) ۱۱ cm کاهش دهیم.

(۱) ۱۶ cm کاهش دهیم.

(۴) ۱۱ cm افزایش دهیم.

(۳) ۱۶ cm افزایش دهیم.

پاسخ: گزینه ۴

مشاوره رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ را جدی بگیرید! در کنکورهای ۹۸، ۹۹ و ۱۴۰۱ رشته ریاضی از آونگ ساده سوال مطرح شده بود.

درسنامه در یک نوسانگر هماهنگ ساده، با دوره تناوب T که در مدت زمان Δt ، n نوسان کامل انجام می دهد، رابطه زیر برقرار است:

$$Tn = \Delta t$$

به گلوله کوچکی که از یک نخ سبک آویزان است، آونگ ساده می گوئیم. اگر زاویه آونگ با راستای قائم کم باشد، حرکت آونگ از نوع

هماهنگ ساده است. در این صورت داریم:



$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$$

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

پاسخ تشریحی ابتدا دوره تناوب آونگ ساده را محاسبه می کنیم:

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{L_1}{g}} \quad \frac{L_1 = 0.25 \text{ m}}{g = \pi^2 \text{ m/s}^2} \rightarrow T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{0.25}{\pi^2}} \Rightarrow T_1 = 2 \times \frac{1}{\pi} = 1 \text{ s}$$

از طرفی می دانیم که دوره تناوب آونگ ساده، مدت زمانی است که طول می کشد تا یک نوسان کامل انجام دهد. یعنی:

$$T_1 = \frac{t_1}{n} \quad \frac{T_1 = 1 \text{ s}}{t_1 = 6 \text{ s}} \rightarrow 1 = \frac{6}{n} \Rightarrow n = 6$$

حالا دوره تناوب آونگ در حالت دوم را به دست می‌آوریم:

$$T_r = \frac{t_r}{n_r} \xrightarrow[t_r = 6 \text{ s}]{n_r = 10, n = 50} T_r = \frac{6}{50 - 10} \Rightarrow T_r = \frac{6}{40} \text{ s}$$

در آخر طول آونگ در حالت دوم را محاسبه می‌کنیم:

$$T_r = 2\pi \sqrt{\frac{L_r}{g}} \xrightarrow[g = \pi^2 \text{ m/s}^2]{T_r = \frac{6}{40} \text{ s}} \frac{6}{40} = 2\pi \sqrt{\frac{L_r}{\pi^2}} \Rightarrow L_r = 0.26 \text{ m یا } L_r = 26 \text{ cm}$$

بنابراین طول آونگ را باید 11 cm ($26 - 15$) افزایش دهیم.

$\uparrow L \Rightarrow \uparrow T \Rightarrow \uparrow n$ کاهشی

(توجه) از ابتدا می‌توانستیم (1) و (2) را حذف کنیم:

تست و پاسخ ۱۱

دو آونگ ساده با طول‌های L_1 و L_2 به ترتیب با دامنه‌های 1 cm و $1/5 \text{ cm}$ حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهند. اگر تندی بیشینه این دو

آونگ یکسان باشد، نسبت $\frac{L_1}{L_2}$ کدام است؟

(۴) $\frac{9}{2}$

(۳) $\frac{2}{9}$

(۲) $\frac{4}{9}$

(۱) $\frac{2}{9}$

پاسخ: گزینه (۲)

درسنامه: در سنانه (۳) تست ۸۵ را بخوانید.

پاسخ تشریحی: تندی آونگ ساده هنگامی که از مرکز نوسان (نقطه تعادل) عبور می‌کند، بیشینه است و از رابطه $v_{\max} = A\omega$ به دست می‌آید بنابراین داریم:

$$v_{\max 1} = v_{\max 2} \xrightarrow{v_{\max} = A\omega} A_1 \omega_1 = A_2 \omega_2 \xrightarrow{\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}} A_1 \sqrt{\frac{g}{L_1}} = A_2 \sqrt{\frac{g}{L_2}} \Rightarrow \frac{L_1}{L_2} = \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2$$

$$\xrightarrow[A_2 = 1/5 \text{ cm}]{A_1 = 1 \text{ cm}} \frac{L_1}{L_2} = \left(\frac{1}{1/5}\right)^2 \Rightarrow \frac{L_1}{L_2} = \frac{25}{1}$$

تست و پاسخ ۱۲

آونگ‌های یارنولی مشکل از ۶ آونگ سبک با بسامدهای طبیعی $5/0 \text{ Hz}$ ، $75/0 \text{ Hz}$ ، 1 Hz ، $1/2 \text{ Hz}$ ، $1/5 \text{ Hz}$ و 2 Hz ساخته‌ایم:

آونگ وادارنده با چه طولی می‌تواند در یکی از این آونگ‌ها تشدید ایجاد کند؟ ($g = \pi^2 \text{ m/s}^2$)

(۴) $12/5 \text{ cm}$

(۳) $6/25 \text{ cm}$

(۲) $3/125 \text{ cm}$

(۱) 4 cm

پاسخ: گزینه (۳)

مشاور: تشدید یکی از پدیده‌های جذاب فیزیک است. پیشنهاد می‌کنم نمونه‌هایی از تشدید را در اینترنت جست‌وجو کنید تا با این پدیده بیشتر آشنا شوید.

درسنامه: (۱) بسامد نوسان آونگ ساده‌ای که حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد، از رابطه زیر به دست می‌آید:

بسامد نوسان (Hz)

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}} \rightarrow \text{شماره گرانش } (m/s^2)$$

$$\rightarrow \text{طول آونگ ساده } (m)$$

(۲) اگر بسامد نوسان‌های وادارنده برابر با بسامد طبیعی نوسانگر باشد، دامنه نوسان بزرگ و بزرگ‌تر می‌شود و اصطلاحاً تشدید (رزونانس)

رخ می‌دهد.

پاسخ تشریح: گزینه‌ها را به ترتیب بررسی می‌کنیم. اگر بسامد آونگ وادارنده با بسامد طبیعی یکی از آونگ‌ها برابر باشد، تشدید رخ می‌دهد.

$$(L_1 = \frac{25}{4} \text{ cm} = 6.25 \text{ cm}, L_2 = \frac{25}{4} \text{ cm} = 6.25 \text{ cm}, L_3 = \frac{25}{8} \text{ cm} = 3.125 \text{ cm}, L_4 = 4 \text{ cm})$$

$$1) f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\pi^2}{4 \times 10^{-2}}} \Rightarrow f = 2.5 \text{ Hz} \times$$

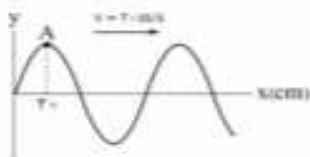
$$2) f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\pi^2}{3/125 \times 10^{-2}}} \Rightarrow f = \frac{1}{3} \times \frac{25}{5} \sqrt{2} \Rightarrow f = 2\sqrt{2} \text{ Hz} \times$$

$$3) f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\pi^2}{6/25 \times 10^{-2}}} \Rightarrow f = \frac{1}{2} \times \frac{25}{5} \Rightarrow f = 2.5 \text{ Hz} \checkmark$$

$$4) f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\pi^2}{12/5 \times 10^{-2}}} \Rightarrow f = \frac{1}{2} \times \frac{25}{5} \sqrt{2} \Rightarrow f = \sqrt{2} \text{ Hz} \times$$

تست 9 پاسخ 13

نقش یک موج عرضی در لحظه $t = 0$ مطابق شکل است. در بازه زمانی صفر تا $\frac{1}{4}$ s بردارهای شتاب و سرعت ذره A چند تابه در خلاف جهت یکدیگر هستند؟



$$\frac{1}{400} \text{ (2)}$$

$$\frac{1}{400} \text{ (4)}$$

$$\frac{1}{400} \text{ (1)}$$

$$\frac{1}{400} \text{ (3)}$$

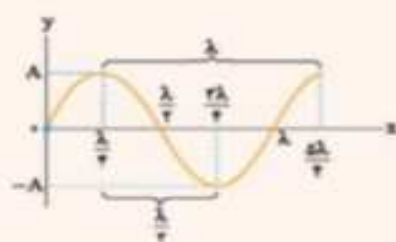
پاسخ: گزینه 4

خوبت حل کنی بهتره! ابتدا طول موج را با توجه به نقش موج به دست آورید. سپس دوره تناوب موج را با استفاده از رابطه $\lambda = vT$ محاسبه کنید و در آخر، مدت زمانی را که بردارهای شتاب و سرعت ذره A در بازه زمانی $(0, \frac{1}{400} \text{ s})$ در خلاف جهت هم هستند، به دست آورید.

درسنامه 11 اگر جبهه موج در مدت زمان Δt ، مسافت L را طی کند، تندی انتشار موج از رابطه $v = \frac{L}{\Delta t}$ به دست می‌آید. از طرفی چون در طی یک دوره (T)، مسافتی به اندازه طول موج (λ) طی می‌شود، داریم:

$$v = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow \lambda = vT$$

تندی انتشار موج (m/s) دوره تناوب (s) طول موج (m)



نقش موج: شکل موج (مضرب یا فتر یا ...) در هر لحظه انتشار موج را نقش موج می‌گوییم.

فاصله دو قله مجاور λ

فاصله دو دره مجاور λ

فاصله یک قله از دره مجاور $\frac{\lambda}{2}$

فاصله یک قله یا دره از نقطه تعادل مجاور $\frac{\lambda}{4}$

درسنامه تست (A1) را بخوانید.

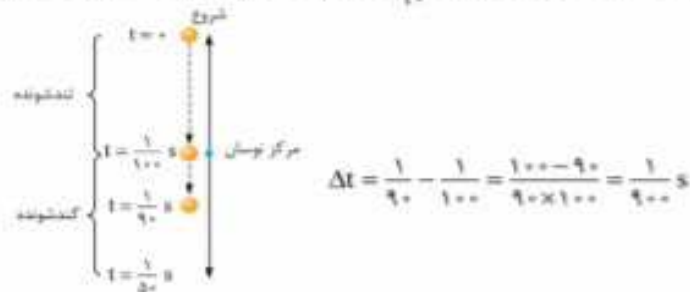
$$\frac{\lambda}{4} = \frac{2}{10} \Rightarrow \lambda = 0.8 \text{ m}$$

پاسخ تشریح: با توجه به نقش موج می‌توانیم بنویسیم:

از طرفی با استفاده از رابطه $\lambda = vT$ می‌توانیم دوره تناوب موج و در نتیجه دوره تناوب قرص A را به دست آوریم:

$$\lambda = vT \Rightarrow v/\lambda = 20/T \Rightarrow T = v/0.4 \text{ s}$$

با توجه به مسیر نوسانی نقطه A، بردارهای شتاب و سرعت در بازه زمانی $\frac{T}{4} = \frac{1}{100} \text{ s}$ تا $\frac{T}{2} = \frac{1}{50} \text{ s}$ در خلاف جهت هم هستند، بنابراین چون $\frac{1}{100} \text{ s} < \frac{1}{90} \text{ s} < \frac{1}{50} \text{ s}$ است، پس مدت زمانی که بردار شتاب و سرعت نوسانگر در بازه زمانی $(0.5, \frac{1}{90} \text{ s})$ در خلاف جهت هم هستند، برابر است با:



تست و پاسخ ۱۴

در شکل زیر، وزنه‌ای به جرم $2/5 \text{ kg}$ که به فنری با ثابت 2 N/cm وصل شده است، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد و یک موج سینوسی روی سیمی به سطح مقطع 5 mm^2 که از ماده‌ای به چگالی 8 g/cm^3 ساخته شده است، ایجاد می‌کند. اگر نیروی کشش سیم 20 N باشد، طول موج ایجادشده روی سیم چند متر است؟



- ۲ (۱)
- ۵ (۲)
- 2π (۳)
- 5π (۴)

پاسخ: گزینه ۴

مشاور: حتماً روابط تندی انتشار امواج عرضی را بلد باشید وگرنه بسیاری از تست‌ها را از دست می‌دهید.

درسنامه ۱۱: تندی انتشار موج‌های عرضی از رابطه مقابل به دست می‌آید:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \rightarrow \begin{matrix} \text{نیروی کشش (N)} \\ \text{چگالی خطی جرم (kg/m)} \end{matrix} \quad \mu = \frac{m}{L} \rightarrow \begin{matrix} \text{جرم رسمان یا فنر (kg)} \\ \text{طول رسمان یا فنر (m)} \end{matrix}$$

با توجه به رابطه $m = \rho V = \rho A L$ می‌توانیم رابطه تندی انتشار موج‌های عرضی را به صورت زیر بنویسیم:

$$v = \sqrt{\frac{FL}{m}} = \sqrt{\frac{FL}{\rho A L}} = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} \rightarrow \begin{matrix} \text{سطح مقطع (m}^2\text{)} \\ \text{چگالی (kg/m}^3\text{)} \end{matrix}$$

(۳) درس‌نامه‌های تست‌های (۸۶) و (۹۳) را بخوانید.

پاسخ تشریحی: ابتدا تندی انتشار موج را با استفاده از رابطه $v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$ به دست می‌آوریم:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} = \frac{F=20 \text{ N}}{\rho=8000 \text{ kg/m}^3, A=5 \times 10^{-6} \text{ m}^2} \rightarrow v = \sqrt{\frac{20}{8000 \times 5 \times 10^{-6}}} = 10\sqrt{5} \text{ m/s}$$

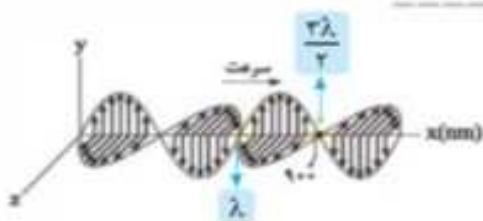
حالا با استفاده از رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ می‌توانیم دوره تناوب موج را محاسبه کنیم:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \xrightarrow{\substack{m=7/5 \text{ kg} \\ k=200 \text{ N/m}}} T = 2\pi\sqrt{\frac{5}{2 \times 200}} = \frac{\sqrt{5}\pi}{10} \text{ s}$$

و در آخر طول موج را با استفاده از رابطه $\lambda = vT$ می‌توانیم به دست آوریم:

$$\lambda = vT \xrightarrow{\substack{v=10\sqrt{5} \text{ m/s} \\ T=\frac{\sqrt{5}\pi}{10} \text{ s}}} \lambda = 10\sqrt{5} \times \frac{\sqrt{5}\pi}{10} = 5\pi \text{ m}$$

تست و پاسخ ۱۵



شکل مقابل، تصویر لحظه‌ای از یک موج الکترومغناطیسی را نشان می‌دهد که با تندی

$3 \times 10^8 \text{ m/s}$ در حال انتشار است. کدام موارد از عبارتهای زیر درست است؟

(الف) این موج در ناحیه مرئی قرار دارد.

(ب) مسافتی که موج در مدت یک ثانیه طی می‌کند، ۶۰۰ نانومتر است.

(پ) میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی در هر ثانیه $1/5 \times 10^{15}$ نوسان انجام می‌دهند.

(ت) مدت‌زمانی که طول می‌کشد تا میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی یک نوسان کامل انجام دهند، $2 \times 10^{-15} \text{ s}$ است.

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

پاسخ: گزینه ۲

درسنامه ۱۱ امواج الکترومغناطیسی

امواجی که از رابطه متقابل میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی و تغییرات همزمان این دو میدان به وجود

می‌آیند، امواج الکترومغناطیسی نام دارند.

رابطه بین طول موج، بسامد و تندی انتشار امواج الکترومغناطیسی به صورت مقابل است:

تندی انتشار موج الکترومغناطیسی در خلأ (m/s)

$$c = \lambda f$$

طول موج موج (m) بسامد موج (Hz) الکترومغناطیسی

(۲) درس‌نامه تست (۹۳) را بخوانید.

(۳) گستره تقریبی طول موج مرئی از 400 nm تا 750 nm است.

پیش‌تجزیه عبارت‌ها را بررسی می‌کنیم.

(الف) برای این که ناحیه این موج الکترومغناطیسی را پیدا کنیم، کافیست طول موج آن را محاسبه کنیم. بنابراین با توجه به نقش موج می‌توانیم بنویسیم:

$$\frac{c}{\lambda} = 900 \Rightarrow \lambda = 600 \text{ nm}$$

چون طول موج این موج الکترومغناطیسی بین 400 nm تا 750 nm است، پس در ناحیه مرئی قرار دارد. ✓

(ب) با استفاده از رابطه $x = ct$ می‌توانیم مسافتی را که موج در ۱۵ طی می‌کند، حساب کنیم: $x = ct \xrightarrow{\substack{c=3 \times 10^8 \text{ m/s} \\ t=15 \text{ s}}} x = 3 \times 10^8 \text{ m}$

(پ) برای این که بدانیم میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی در هر ثانیه چند نوسان انجام می‌دهند، باید بسامد آن‌ها را به دست آوریم:

$$f = \frac{c}{\lambda} \xrightarrow{\substack{c=3 \times 10^8 \text{ m/s} \\ \lambda=600 \times 10^{-9} \text{ m}}} f = \frac{3 \times 10^8}{600 \times 10^{-9}} = 5 \times 10^{14} \frac{1}{\text{s}}$$

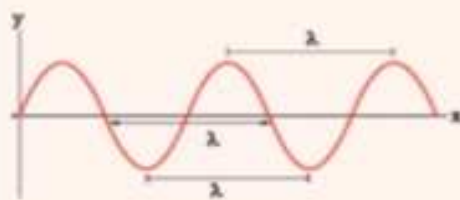
(ت) برای این که مدت‌زمانی را که طول می‌کشد تا میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی یک نوسان کامل انجام دهند، به دست آوریم، باید دوره

$$T = \frac{\lambda}{c} \xrightarrow{\substack{\lambda=600 \times 10^{-9} \text{ m} \\ c=3 \times 10^8 \text{ m/s}}} T = \frac{600 \times 10^{-9}}{3 \times 10^8} = 2 \times 10^{-15} \text{ s} \quad \checkmark$$

تناوب موج را محاسبه کنیم:

می‌توانیم برای محاسبه دوره از رابطه $T = \frac{1}{f}$ نیز استفاده کنیم.

درس نهم



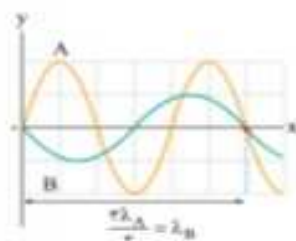
- در یک محیط همگن، موج با تندی ثابت منتشر می‌شود. تندی موج فقط به جنس و ویژگی‌های محیط بستگی دارد.
- به مسافتی که هر نقطه از موج، در مدت یک دوره تناوب چشمه موج طی می‌کند، طول موج می‌گوییم. به عبارتی فاصله بین دو قله متوالی یا دو دره متوالی یا دو نقطه متوالی مشابه، برابر طول موج است که با λ نشان می‌دهیم. در شکل روبه‌رو که یک موج عرضی را نمایش می‌دهد، λ مشخص شده است.

$$P_{av} \propto A^2 f^2$$

- آهنگ متوسط انتقال انرژی (توان متوسط موج) با مربع دامنه و مربع بسامد رابطه مستقیم دارد:

پاسخ تشریحی: گام اول: تندی انتشار موج به جنس و ویژگی‌های محیط بستگی دارد. هر دو موج در یک محیط منتشر می‌شوند؛ بنابراین تندی‌های آن‌ها یکسان است.

$$\frac{v_A}{v_B} = 1$$



گام دوم: با توجه به شکل، نسبت طول موج‌ها را به دست می‌آوریم:

$$\begin{aligned} \frac{2\lambda_A}{2} &= \lambda_B \\ \Rightarrow \frac{\lambda_A}{\lambda_B} &= \frac{1}{2} \end{aligned}$$

$$\frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{1}{2}$$

گام سوم: نسبت توان متوسط موج A به موج B را به دست می‌آوریم:

$$\frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{v_A}{v_B} \times \frac{f_B}{f_A} \Rightarrow \frac{1}{2} = 1 \times \frac{f_B}{f_A} \Rightarrow \frac{f_A}{f_B} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{(P_{av})_A}{(P_{av})_B} = \left(\frac{\lambda_A}{\lambda_B}\right)^2 \times \left(\frac{f_A}{f_B}\right)^2 = (1)^2 \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$$

تست و پاسخ ۱۸

بسامد یک موج الکترومغناطیسی ۶۰۰ THz است. به ترتیب، طول موج این موج در خلأ چند متر است و این موج در کدام ناحیه از طیف امواج الکترومغناطیسی قرار دارد؟ ($c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$)

- (۱) 5×10^{-7} ، نور مرئی (۲) 5×10^{-7} ، میکروموج (۳) 2×10^{-7} ، نور مرئی (۴) 2×10^{-7} ، میکروموج

پاسخ: گزینه ۱

خود حل کن بهتره: با استفاده از رابطه $\lambda = \frac{c}{f}$ ، طول موج را به دست آورید. سپس به کمک طول موج، گستره موج مرئی یا میکرو موج را تشخیص دهید (گستره طول موج مرئی در محدوده ۴۰۰ nm تا ۷۰۰ nm است).

درس نهم: رابطه بین طول موج و تندی انتشار موج به صورت زیر است:

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{v}{\frac{1}{T}} \quad (\text{توابعین})$$

T دوره تناوب چشمه موج و f بسامد چشمه موج است که ذرات موج هم با همین دوره تناوب و بسامد، نوسان می‌کنند.

پاسخ تشریح: گام اول: طول موج را به دست می‌آوریم:

$$\lambda = \frac{v}{f} \xrightarrow{\text{انتشار موج در خلأ } v=c} \lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{600 \times 10^9} = 5 \times 10^{-7} \text{ m} = 500 \text{ nm}$$

گام دوم: گستره طول موج نور مرئی بین ۴۰۰ nm تا ۷۰۰ nm است؛ بنابراین موج الکترومغناطیسی از نوع نور مرئی است.
فرمول: $400 \text{ nm} \leq \lambda_{\text{مرئی}} \leq 700 \text{ nm}$ بنفش

تست و پاسخ ۱۹

دو آونگ ساده که طول یکی ۹ برابر دیگری است، در یک مکان در حال نوسان هستند. اگر اختلاف تعداد نوسان آن‌ها در هر دقیقه برابر ۳۰ باشد، آونگ بلندتر در مدت ۲ min چند نوسان انجام می‌دهد؟

۹۰ (۴)

۲۵ (۳)

۳۰ (۲)

۱۵ (۱)

پاسخ: گزینه ۲

خوبت حل کنی بهتره دوره تناوب دو آونگ را با رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ مقایسه کنید ($\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}}$). سپس از رابطه $Tn = \Delta t$ تعداد نوسان هر آونگ را در مدت ۱ min به دست آورید و با توجه به اختلاف تعداد نوسان در یک دقیقه که برابر ۳۰ است، دوره تناوب آونگ‌ها را به دست آورید و در نهایت به خواسته سؤال که تعداد نوسان آونگ بلندتر (دوره تناوب بیشتر) در مدت ۲ min است، برسید.



درسنامه گلوله‌ای کوچک که از یک نخ سبک آویزان است را آونگ ساده می‌گوییم. اگر مطابق شکل روبه‌رو، آونگ را با زاویه کوچک (کمتر از ۶ درجه) نسبت به راستای قائم از حال تعادل خارج و رها کنیم، مسیر حرکت بر روی یک خط راست است و حرکت از نوع هماهنگ ساده است.
دوره تناوب، بسامد نوسان و بسامد زاویه‌ای در حرکت هماهنگ ساده آونگ از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}} \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \quad f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{L}}$$

جوابگو باشه جرم آونگ تأثیری بر روی بسامد زاویه‌ای و دوره تناوب آونگ ندارد.

پاسخ تشریح: گام اول: با استفاده از رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ ، دوره تناوب دو آونگ را مقایسه می‌کنیم (آونگ با طول بلندتر را آونگ (۲) در نظر می‌گیریم):

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} = \sqrt{9} = 3 \Rightarrow T_2 = 3T_1$$

گام دوم: طبق رابطه $Tn = \Delta t$ ، که بیانگر تعداد نوسان (n) یک نوسانگر با دوره تناوب T، در مدت زمان Δt است، اختلاف تعداد نوسان دو آونگ را در مدت زمان یک دقیقه بررسی می‌کنیم:

$$n_1 = \frac{\Delta t}{T_1} = \frac{60}{T_1} \xrightarrow{T_1 = \frac{T_2}{3}} n_1 = \frac{60}{(\frac{T_2}{3})} = \frac{180}{T_2}$$

$$n_2 = \frac{\Delta t}{T_2} = \frac{60}{T_2}$$

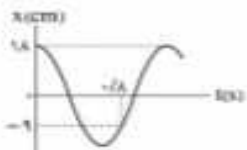
$$n_1 - n_2 = \frac{180}{T_2} - \frac{60}{T_2} = \frac{120}{T_2} = 30 \Rightarrow T_2 = 4 \text{ s}$$

جوابگو باشه چون خواسته سؤال، در مورد آونگ بلندتر (آونگ ۲) است، n_1 را هم برحسب T_2 نوشتم.

گام سوم: دوباره با استفاده از رابطه $Tn = \Delta t$ تعداد نوسان‌های کامل آونگ (۳) را در مدت‌زمان $\tau \text{ min}$ به دست می‌آوریم:

$$T_n n_p = \Delta t_p \Rightarrow \tau \times n_p = 120 \Rightarrow n_p = \tau$$

تست و پاسخ ۲۰



نمودار مکان-زمان نوسانگر هماهنگ ساده‌ای به شکل روبه‌رو است. شتاب نوسانگر در لحظه $t = 0.7 \text{ s}$ در SI کدام است؟ $(\pi^2 = 10)$

$$\frac{5\sqrt{2}}{\tau} \quad (1)$$

$$25\sqrt{2} \quad (2)$$

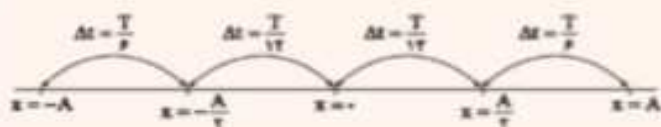
$$\frac{5}{\tau} \quad (1)$$

$$5 \quad (2)$$

پاسخ: گزینه ۲

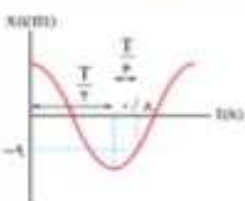
مشاوره: در نمودار مکان-زمان نوسانگر هماهنگ ساده، در قدم اول، به دنبال یافتن دوره تناوب باشید. یا دوره تناوب می‌توان رفتار نوسانگر را در لحظه‌های مختلف تحلیل کرد.

خودت حل کنی بهتره: نوسانگر پس از 0.7 s برای دومین بار از مکان 1 cm عبور کرده است. دوره تناوب نوسانگر را به کمک این مدت‌زمان طی‌شده به دست آورید. سپس به کمک رابطه $a = -A\omega^2 \cos(\omega t)$ شتاب نوسانگر را در زمان $t = 0.7 \text{ s}$ به دست آورید.



درسنامه: یکی از مکان‌های معروف در حرکت هماهنگ ساده $x = \pm \frac{A}{2}$ است که زمان لازم برای این جابه‌جایی به صورت روبه‌رو بیان شده است.

۲۱: در حرکت هماهنگ ساده، رابطه بین شتاب و مکان نوسانگر به صورت روبه‌رو است: $a = -\omega^2 x$ $x = A \cos \omega t \Rightarrow a = -A\omega^2 \cos \omega t$



گام اول: به کمک نمودار، دوره تناوب نوسانگر هماهنگ ساده را به دست می‌آوریم:

$$\frac{T}{2} + \frac{T}{4} = 0.7 \Rightarrow \frac{3T}{4} = 0.7 \Rightarrow T = 1/2 \text{ s}$$

گام دوم: برای محاسبه شتاب از رابطه $a = -\omega^2 x$ استفاده می‌کنیم. همان مکان نوسانگر است $(x = A \cos(\omega t))$ بنابراین داریم:

$$a = -A\omega^2 \cos \omega t$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{1/2} = \frac{4\pi}{1}$$

$$a = -0.1 \times \left(\frac{4\pi}{1}\right)^2 \cos\left(\frac{4\pi}{1} \times \frac{7}{10}\right) \xrightarrow{\pi^2=10} a = -0.1 \times \frac{16\pi^2}{1} \cos\left(\frac{28\pi}{10}\right) \Rightarrow a = -5 \cos\left(\frac{14\pi}{5}\right) = -5 \times \left(-\frac{\sqrt{2}}{2}\right) = \frac{5\sqrt{2}}{2} \text{ m/s}^2$$

تست و پاسخ ۲۱

دوره تناوب نوسانگر هماهنگ ساده‌ای 12 s است. اگر بیشینه تندی متوسط نوسانگر در یک بازه زمانی دلخواه 12 cm/s برابر 3 cm/s باشد، تندی متوسط نوسانگر در یک بازه زمانی 6 ثانیه‌ای، چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟

$$4 \quad (1)$$

$$3 \quad (2)$$

$$2 \quad (3)$$

$$1 \quad (4)$$

پاسخ: گزینه ۲

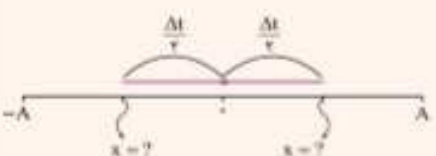
خودت حل کنی بهتره: چون بیشینه تندی متوسط خواسته شده، 1 s را قبل از نقطه تعادل و 1 s را بعد از نقطه تعادل در نظر بگیرید. به کمک دوره تناوب، موقعیت مکانی نوسانگر را یک ثانیه قبل و بعد از نقطه تعادل مشخص کنید و در نهایت تندی متوسط را به دست آورید.

نکته ۱۱: در حرکت هماهنگ ساده، هر چه به نقطه تعادل نزدیک‌تر شویم، تندی نوسانگر بیشتر و هر چه به نقاط بازگشت نزدیک‌تر شویم، تندی نوسانگر کمتر می‌شود.

❖ اگر در سؤال‌هایی از حرکت هماهنگ ساده با حداقل تندی متوسط یا حداقل مسافت پیموده‌شده در یک بازه زمانی دلخواه (Δt) روبرو شدیم به صورت زیر رفتار می‌کنیم.

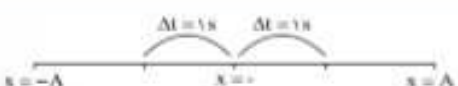


نصف بازه زمانی را به قبل و نصف دیگر را به بعد از نقطه بازگشت اختصاص می‌دهیم و مکان مورد نظر را به دست می‌آوریم.



❖ اگر در سؤال‌هایی از حرکت هماهنگ ساده با بیشینه تندی متوسط یا بیشینه مسافت پیموده‌شده در یک بازه زمانی دلخواه (Δt) مواجه شدیم، به صورت زیر رفتار می‌کنیم.

نصف بازه زمانی را به قبل و نصف دیگر را به بعد از نقطه تعادل اختصاص می‌دهیم و مکان مورد نظر را به دست می‌آوریم.



پیش‌نویس: **گام اول:** بیشینه تندی متوسط نوسانگر در بازه دلخواه دوتاییه‌ای، زمانی اتفاق می‌افتد که نوسانگر، یک ثانیه‌اش را قبل از رسیدن به نقطه تعادل و یک ثانیه‌اش را بعد از نقطه تعادل طی کند که در شکل مقابل مشخص شده است.

گام دوم: با استفاده از $\Delta t = 1/8$ و نسبت آن به دوره تناوب ($T = 1/2$ s)، مکان نوسانگر را قبل و بعد از نقطه تعادل مشخص می‌کنیم.

در حرکت هماهنگ ساده، نوسانگر در مدت زمان $\Delta t = \frac{T}{12} \Rightarrow \frac{\Delta t}{T} = \frac{1}{12}$ قبل و بعد از نقطه تعادل مسافتی به اندازه $\frac{\Delta}{2}$ می‌پیماید؛ بنابراین مسافت طی‌شده در این ۲ ثانیه برابر A است.

$$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} \Rightarrow 2 = \frac{A}{\frac{1}{12}} \Rightarrow A = 6 \text{ cm}$$

گام سوم: دامنه نوسان را به دست می‌آوریم.

گام چهارم: نوسانگر هماهنگ ساده، در یک بازه زمانی دلخواه دوتاییه‌ای ($\frac{T}{4}$)، مسافت $2A$ را می‌پیماید؛ بنابراین تندی متوسط در یک بازه زمانی دلخواه دوتاییه‌ای برابر است با:

$$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{2A}{\frac{1}{6}} = \frac{2 \times 6}{\frac{1}{6}} = 2 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

تست و پاسخ ۲۲

انرژی جنبشی یک نوسانگر هماهنگ ساده به جرم 70 g ، هنگام عبور از مکان‌های x_1 و x_2 به ترتیب 1 J و 3 J است. اگر انرژی پتانسیل کشسانی نوسانگر در لحظه عبور از مکان x_1 5 J برابر انرژی پتانسیل کشسانی آن در لحظه عبور از مکان x_2 باشد، بیشینه تندی نوسانگر چند متر بر ثانیه است؟

$$5\sqrt{10} \text{ (۴)}$$

$$5 \text{ (۳)}$$

$$10\sqrt{10} \text{ (۲)}$$

$$10 \text{ (۱)}$$

پاسخ: گزینه ۱

مشاوره: کوتاه و مختصر اما به شدت مفید؛ هر موقع بحث از انرژی نوسانگر شد، بدانید و آگاه باشید که انرژی مکانیکی در طول مسیر ثابت است.

$$E = U_1 + K_1 = U_2 + K_2 = \frac{1}{2} m A^2 \omega^2 = \frac{1}{2} m A^2 f^2 = \frac{1}{2} K A^2$$

خودت‌حل‌کنی بهتره: با استفاده از اصل پایستگی انرژی مکانیکی $U_1 + K_1 = U_2 + K_2$ و نسبت $U_1 = 5U_2$ ، انرژی پتانسیل را در نقطه (۲) به دست آورید. حال انرژی مکانیکی را در نقطه (۱) یا (۳) به دست آورده و در نهایت با K_{\max} برابر قرار دهید تا بتوانید تندی بیشینه را به دست آورید.

درس نهمه در یک حرکت هماهنگ ساده، با دور شدن از نقطه تعادل، انرژی پتانسیل کشسانی افزایش و انرژی جنبشی کاهش می‌یابد و با نزدیک شدن به نقطه تعادل، انرژی جنبشی افزایش و انرژی پتانسیل کشسانی کاهش می‌یابد. به مجموع انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل کشسانی، انرژی کل (انرژی مکانیکی) گفته می‌شود که در صورت نبود اتلاف انرژی، این مقدار ثابت است و انرژی‌های جنبشی و پتانسیل کشسانی دائماً به هم تبدیل می‌شوند. انرژی مکانیکی (E) از روابط زیر قابل محاسبه است:

$$\begin{aligned}
 E &= U_1 + K_1 = U_2 + K_2 \Rightarrow \text{پایستگی انرژی} \\
 E &= \frac{1}{2} k A^2 \\
 E &= \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \\
 E &= \tau \pi^2 m A^2 f^2 \\
 E &= K_{\max} = U_{\max}
 \end{aligned}$$

پاسخ تشریحی گام اول، طبق قانون پایستگی انرژی مکانیکی، $E_1 = E_2$ است، بنابراین داریم:

$$U_1 + K_1 = U_2 + K_2 \xrightarrow{K_1=0, K_2=\tau J \atop U_1=0, U_2=5J} 5U_2 + 1 = U_2 + 2 \Rightarrow U_2 = 0.5J$$

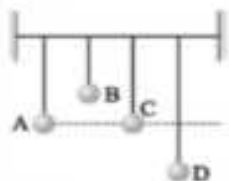
گام دوم، انرژی مکانیکی نوسانگر با بیشینه انرژی جنبشی برابر است.

$$E_2 = K_{\max} \Rightarrow U_2 + K_2 = \frac{1}{2} m v_{\max}^2 \Rightarrow 0.5 + 2 = \frac{1}{2} (7 \times 10^{-2}) (v_{\max}^2)$$

$$\Rightarrow v = 7 \times 10^{-2} \times v_{\max} \Rightarrow v_{\max} = 10 \text{ m/s}$$

تست و پاسخ ۲۳

در شکل زیر، چهار آونگ با جرم یکسان از یک طناب افقی آویزان هستند. آونگ A را در راستای عمود بر صفحه شکل از وضع تعادل خارج می‌کنیم تا به نوسان درآید. کدام موارد درباره نوسان سایر آونگ‌ها درست است؟



الف) هر سه آونگ دچار تشدید شده و به نوسان درمی‌آیند.

ب) آونگ B با کم‌ترین دامنه و آونگ D با بیشترین دامنه به نوسان درمی‌آیند.

پ) فقط آونگ C دچار تشدید شده و به نوسان درمی‌آید و دو آونگ دیگر نوسان نمی‌کنند.

ت) آونگ C در مقایسه با دو آونگ دیگر با دامنه بزرگ‌تری نوسان می‌کند.

(۲) الف و ت

(۴) فقط ت

(۱) الف و ب

(۳) فقط پ

پاسخ: گزینه ۴

درس نهمه اگر بسامد نوسان نداشته (بسامد نیروی دورهای که به نوسانگر از بیرون اعمال می‌شود، f_d) با بسامد طبیعی نوسانگر (f_n)، برابر باشد، پدیده تشدید (رزونانس) رخ می‌دهد، در نتیجه انرژی‌ای که توسط نیروی اتلافی از بین می‌رود، توسط نیروی خارجی تأمین می‌شود و دامنه نوسان افزایش می‌یابد.

پاسخ تشریحی با به نوسان درآوردن آونگ A، هر سه آونگ B، C و D به نوسان درمی‌آیند. با توجه به این که بسامد نداشته (بسامد آونگ A) با بسامد طبیعی آونگ C به دلیل طول برابر، یکسان است، در آونگ C پدیده تشدید رخ می‌دهد و در مقایسه با دو آونگ دیگر با دامنه بزرگ‌تری نوسان می‌کند.

تست و پاسخ ۲۴

یک دستگاه لرزه‌نگار، موج‌های P و S حاصل از یک زمین‌لرزه را که در فاصله ۱۴۴۰ کیلومتری از محل لرزه‌نگار رخ داده است، با اختلاف زمانی ۱۴۰ s دریافت می‌کند. اگر اختلاف تندی انتشار موج‌های P و S برابر $3/5 \text{ km/s}$ باشد، تندی انتشار موج P چند کیلومتر بر ثانیه است؟

- ۱) ۴ ۲) $4/5$ ۳) ۹ ۴) ۸

پاسخ: گزینه ۴

حالت حل کنی بهتره با استفاده از رابطه‌های $L = v_p t_p$ و $L = v_s t_s$ ، مدت زمان رسیدن موج‌های S و P به سطح زمین را به دست آورید. سپس اختلاف زمانی آن‌ها را برابر ۱۴۰ s قرار دهید. توجه کنید موج P نسبت به موج S سریع‌تر است ($v_p = v_s + 3/5 \text{ km/s}$)، بنابراین موج S، مدت زمان بیشتری طی می‌کند تا به سطح زمین برسد. ($t_s - t_p = 140 \text{ s}$)

درس‌نامه به موج‌های مکانیکی طولی و عرضی که توسط زمین‌لرزه از لایه‌های زمین عبور می‌کنند، امواج لرزه‌ای گفته می‌شود. در یک محیط جامد، تندی انتشار موج مکانیکی طولی بیشتر از تندی انتشار موج عرضی است؛ بنابراین موج طولی زودتر به سطح زمین می‌رسد که از این رو به آن موج اولیه (P) گفته می‌شود و به موج عرضی، موج ثانویه (S) گفته می‌شود. هر دو موج P و S مسافت یکسانی را طی می‌کنند؛ بنابراین اختلاف زمان رسیدن آن‌ها از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$L = v_p t_p = v_s t_s \Rightarrow \Delta t = t_s - t_p = \frac{L}{v_s} - \frac{L}{v_p} = \left(\frac{v_p - v_s}{v_p v_s} \right) L$$

استنتاج مسافت طی شده توسط موج S و موج P، از مرکز زمین‌لرزه تا ایستگاه لرزه‌نگاری یکسان است که آن را با L نمایش می‌دهیم.

$$L = v_s t_s = v_p t_p$$

موج P سریع‌تر از موج S حرکت می‌کند؛ پس مدت زمان رسیدن موج S بیشتر از موج P است.

$$t_s - t_p = \frac{L}{v_s} - \frac{L}{v_p} \Rightarrow 140 = \frac{1440}{v_s} - \frac{1440}{v_p}$$

از آنجا که تندی موج P بیشتر از موج S و اختلاف تندی آن‌ها $3/5 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ است و خواسته سؤال تندی انتشار موج P است، تندی انتشار موج S را بر حسب تندی انتشار موج P می‌نویسیم:

$$v_p - v_s = 3/5 \frac{\text{km}}{\text{s}} \Rightarrow v_s = v_p - 3/5$$

$$140 = \frac{1440}{v_p - 3/5} - \frac{1440}{v_p} \Rightarrow v = \frac{72}{v_p - 3/5} - \frac{72}{v_p} \Rightarrow v = 72 \left(\frac{1}{v_p - 3/5} - \frac{1}{v_p} \right) \Rightarrow \frac{v}{72} = \frac{3/5}{v_p (v_p - 3/5)} \Rightarrow v_p (v_p - 3/5) = 36$$

با استفاده از گزینه‌ها، عددی را جای‌گذاری و جواب معادله که $v_p = 8 \text{ km/s}$ است را به دست می‌آوریم.

تست و پاسخ ۲۵

در یک طناب به چگالی 4 g/cm^3 و قطر مقطع 2 mm که تحت نیروی کشش 480 N قرار دارد، موجی عرضی با دامنه 4 cm در حال پیشروی است. اگر در مدت یک دوره تناوب، مسافت طی شده توسط موج ۲۵ برابر مسافت طی شده توسط یکی از ذره‌های طناب باشد، تندی متوسط ذره‌ای از طناب در یک بازه زمانی $0/01$ ثانیه‌ای چند متر بر ثانیه است؟ ($\pi = 3$)

- ۱) $1/6$ ۲) ۱۶ ۳) $0/8$ ۴) ۸

پاسخ: گزینه ۴

حالت حل کنی بهتره تندی انتشار موج در طناب را با رابطه $v = \frac{1}{D} \sqrt{\frac{F}{\rho \pi}}$ به دست آورید. سپس طول موج را به دست آورید و بعد به کمک رابطه $\lambda = Tv$ ، دوره تناوب را به دست آورید و در نهایت سرعت متوسط طناب را در مدت زمان دلخواه $0/01 \left(\frac{T}{4} \right)$ به دست آورید. توجه کنید در یک حرکت هماهنگ ساده، در مدت $\frac{T}{4}$ دلخواه، مسافت طی شده توسط نوسانگر $2A$ است.

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

درسنامه تندی انتشار موج عرضی در یک تار یا طناب کشیده از رابطه‌های روبه‌رو به دست می‌آید:

$$\begin{aligned} F &\leftarrow \text{نیروی کشش (N)} \\ L &\leftarrow \text{طول طناب (m)} \\ \rho &\leftarrow \text{چگالی طناب (kg/m}^3\text{)} \\ D &\leftarrow \text{قطر مقطع طناب (m)} \\ \mu &\leftarrow \text{چگالی خطی جرم طناب (kg/m)} \\ m &\leftarrow \text{جرم طناب (kg)} \\ A &\leftarrow \text{سطح مقطع طناب (m}^2\text{)} \end{aligned}$$

پاسخ تشریحی گام اول: تندی انتشار موج در طناب را به دست می‌آوریم:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}} = \frac{\tau}{D} \sqrt{\frac{F}{\rho \pi}} = \frac{\tau}{2 \times 10^{-2}} \sqrt{\frac{4 \times 10^{-2}}{4 \times 10^3 \times \pi}} = 200 \text{ m/s}$$

گام دوم: در مدت یک دوره تناوب، مسافت طی‌شده توسط موج λ و مسافت طی‌شده ذرات طناب $2A$ است؛ بنابراین داریم:

$$\lambda = 25 \times 4A = 25 \times 4 \times 0.04 = 4 \text{ m}$$

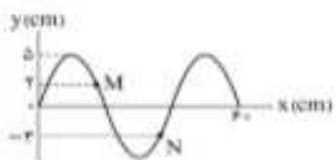
$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{4}{200} = 0.02 \text{ s}$$

گام سوم: دوره تناوب نوسان ذرات طناب را محاسبه می‌کنیم:

گام چهارم: در یک بازه زمانی دلخواه 0.01 ثانیه‌ای که معادل $(\frac{T}{2})$ است، ذرات طناب مسافت $2A$ را طی می‌کنند؛ بنابراین سرعت متوسط برابر است با:

$$v_{av} = \frac{2A}{(\frac{T}{2})} = \frac{4A}{T} = \frac{4 \times 0.04}{0.02} = 8 \text{ m/s}$$

تست و پاسخ ۲۶



تصویر موج عرضی منتشرشده در یک طناب در لحظه $t = 0$ به شکل روبه‌رو است. اگر سرعت انتشار

موج در طناب برابر 5 m/s باشد، کدام مورد درباره نقاط M و N نادرست است؟

- (۱) تندی متوسط ذره M در بازه زمانی $t_1 = 0$ تا $t_2 = 0.12 \text{ s}$ برابر 2.5 m/s است.
- (۲) اندازه سرعت متوسط ذره N در بازه زمانی $t_1 = 0$ تا $t_2 = 0.04 \text{ s}$ برابر 1.5 m/s است.
- (۳) اندازه جابه‌جایی ذره M در بازه زمانی $t_1 = 0$ تا $t_2 = 0.16 \text{ s}$ برابر 4 cm است.
- (۴) مسافت طی‌شده توسط ذره N در بازه زمانی $t_1 = 0$ تا $t_2 = 0.24 \text{ s}$ برابر 30 cm است.

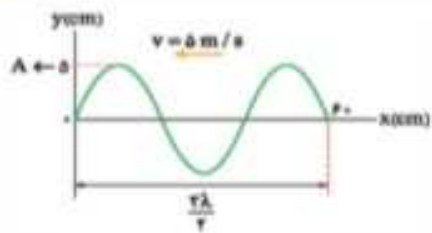
پاسخ: گزینه ۲

خوبت حل‌کننده بهتره به کمک نمودار، طول موج را به دست آورید و سپس از رابطه $\lambda = Tv$ ، دوره تناوب را به دست آورید و در نهایت گزینه‌ها را بررسی کنید. توجه کنید دلیل محاسبه دوره تناوب این است که به کمک آن بتوانید موقعیت مکانی زمان‌های مورد مطالعه را مشخص کنید.

درسنامه درس‌نامه تست‌های ۸۲ و ۸۳ را بخوانید.

تکنیک کاربردی: در یک حرکت هماهنگ ساده، اگر مدت زمان حرکت نوسانگر ضرایب صحیحی از $\frac{T}{4}$ باشد $(\Delta t = n \frac{T}{4} = \frac{T}{4} = 2 \frac{T}{4} = 3 \frac{T}{4} = 4 \frac{T}{4} = \dots)$ ،

تندی نوسانگر همواره برابر $s_{av} = \frac{2A}{T} = 4Af$ است.



پاسخ تشریحی گام اول: با استفاده از شکل موج عرضی، طول موج، دوره تناوب و

دامنه نوسان ذرات را به دست می‌آوریم:

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

$$\frac{2\lambda}{4} = 4 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = 4 \text{ cm}$$

$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{0.04}{5} = 0.008 \text{ s}$$

گام دوم: حال همه عبارت‌ها را بررسی می‌کنیم:

۱) تندی متوسط ذره M در بازه زمانی $t_1 = 0$ تا $t_2 = 0.12 \text{ s}$ را به دست می‌آوریم:

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{0.12}{0.08} = \frac{3}{2} \Rightarrow \Delta t = \frac{3}{2} T$$

در مدت‌زمان $\frac{3}{2} T$ ، ذره M مسافت $6A$ را طی می‌کند.

$$s_{av} = \frac{6A}{\frac{3}{2} T} = \frac{4A}{T} = \frac{4(0.05)}{0.08} = 2.5 \text{ m/s}$$

۲) اندازه سرعت متوسط ذره N در بازه زمانی $t_1 = 0$ تا $t_2 = 0.04 \text{ s}$ را به دست می‌آوریم:

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{0.04}{0.08} = \frac{1}{2} \Rightarrow \Delta t = \frac{T}{2}$$

در مدت‌زمان $\frac{T}{2}$ ، ذره N از مکان $x_1 = -3 \text{ cm}$ به مکان $x_2 = 3 \text{ cm}$ می‌رود پس:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0.03 - (-0.03)}{\frac{T}{2}} = \frac{0.06}{0.04} = 1.5 \text{ m/s}$$

۳) اندازه جابه‌جایی ذره M را در بازه زمانی $t_1 = 0.04 \text{ s}$ تا $t_2 = 0.16 \text{ s}$ به دست می‌آوریم:

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{0.12}{0.08} = \frac{3}{2} \Rightarrow \Delta t = \frac{3}{2} T$$

در مدت‌زمان $\frac{3}{2} T$ ، ذره M ابتدا پس از مدت‌زمان T به مکان اولیه می‌رسد و بعد از آن پس از گذشت زمان $\frac{T}{2}$ به مکان $x_2 = -3 \text{ cm}$ می‌رسد بنابراین داریم:

$$\Delta x = x_2 - x_1 = (-3) - (3) = -6 \text{ cm}$$

۴) مسافت طی‌شده توسط ذره N را در بازه زمانی $t_1 = 0.04 \text{ s}$ تا $t_2 = 0.24 \text{ s}$ به دست می‌آوریم:

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{0.2}{0.08} = \frac{5}{2} \Rightarrow \Delta t = \frac{5}{2} T$$

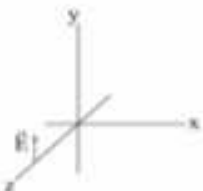
در مدت‌زمان $\frac{5}{2} T$ ، ذره N نوسان کامل انجام می‌دهد و در هر نوسان کامل مسافت پیموده‌شده توسط ذره N به اندازه $4A$ است، بنابراین داریم:

$$\ell = \frac{5}{2} (4A) = 10A = 10(5) = 50 \text{ cm}$$

بنابراین ۲) نادرست است.

تست و پاسخ ۲۷

شکل زیر، میدان الکترومغناطیسی سینوسی با طول موج 2 m را در نقطه‌ای معین و دور از چشمه، در لحظه $t = 0$ نشان می‌دهد. موج، انرژی را در خلاف جهت محور z منتقل می‌کند. در لحظه $t = \frac{1}{4f}$ جهت میدان مغناطیسی موج در این نقطه در کدام جهت است؟ (f بسامد موج بر حسب هرتز است.)



۱) در جهت محور x

۲) در خلاف جهت محور x

۳) در جهت محور y

۴) در خلاف جهت محور y

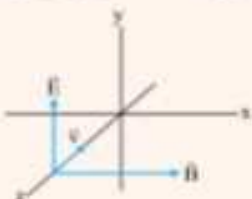
پاسخ: گزینه ۲

خودت حل کنی بهتره ابتدا دوره تناوب را به کمک رابطه $\lambda = cT$ به دست آورید، سپس مدت زمان Δt را بر حسب دوره تناوب به دست آورید تا بتوانید جهت میدان الکتریکی را در زمان جدید مشخص کنید، حال به کمک قاعده دست راست در موقعیت جدید، جهت میدان مغناطیسی را مشخص کنید.

درسنامه

• برای تعیین جهت انتشار موج الکترومغناطیسی از قاعده دست راست استفاده می‌کنیم:

چهار انگشت دست راست در جهت میدان الکتریکی (\vec{E}) قرار می‌گیرد به گونه‌ای که میدان مغناطیسی (\vec{B}) از کف دست بیرون بیاید. در این صورت انگشت شست جهت انتشار موج (برزی) (\vec{v}) را نشان می‌دهد.



در شکل مقابل جهت انتشار موج الکترومغناطیسی در یک لحظه نشان داده شده است.

\vec{E} (در جهت محور Y، چهار انگشت دست راست)

\vec{B} (در جهت محور X، کف دست)

\vec{v} (خلاف جهت محور Z، انگشت شست دست راست)

گام اول: دوره تناوب انتشار موج را بر حسب بسامد آن می‌نویسیم:

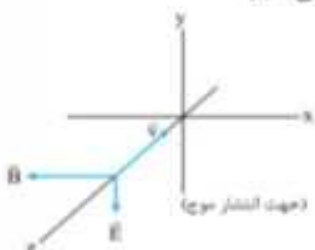
$$T = \frac{1}{f}$$

گام دوم: مدت زمان Δt را به صورت مضربی از دوره تناوب (T) به دست می‌آوریم تا رفتار موج را راحت‌تر تحلیل کنیم.

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{\frac{1}{2f}}{\frac{1}{f}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \Delta t = \frac{T}{2}$$

پس از مدت زمان $\Delta t = \frac{T}{2}$ ، جهت میدان الکتریکی تغییر می‌کند و در خلاف جهت محور Y خواهد شد.

گام سوم: با استفاده از قاعده دست راست، جهت میدان مغناطیسی موج را در لحظه $t = \frac{1}{2f} = \frac{T}{2}$ مشخص می‌کنیم:



تست و پاسخ ۲۸

تصویر لحظه‌ای فتر بلندی که در آن موج طولی منتشر شده است، در لحظه $t = 0$ به شکل زیر است. در این لحظه، در نقطه A بیشترین بازشدگی و در نقطه B بیشترین جمع‌شدگی رخ داده و نقطه M فاصله یکسانی از دو نقطه A و B دارد. چه تعداد از موارد زیر درباره این نقاط درست است؟



الف) اندازه جابه‌جایی نقطه A از وضع تعادل خود، بیشینه است.

ب) تندی نقطه B در این لحظه برابر صفر است.

پ) جابه‌جایی نقطه M از وضع تعادل خود، صفر است.

ت) اندازه شتاب نقطه M، در این لحظه بیشینه است.

۱ (۴)

۲ (۳)

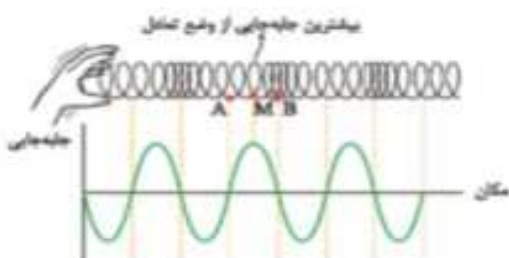
۳ (۲)

۴ (۱)

پاسخ: گزینه ۴

درسنامه با ارتعاش فنر در راستای طول فنر، می‌توان موج طولی را شبیه‌سازی کرد. که در این شبیه‌سازی، مکان‌هایی که بیشترین فشردگی و بیشترین کشیدگی را دارند، ذراتی هستند که جابه‌جایی آن‌ها در وضعیت تعادل قرار دارد و ذراتی که بین بیشترین فشردگی و بیشترین کشیدگی قرار دارند، بیشترین جابه‌جایی را از وضع تعادل دارند. (ستیع و پاستیع)

پاسخ تشریحی نمودار جابه‌جایی - مکان فتری که در آن موج طولی منتشر می‌شود را رسم می‌کنیم:



با توجه به نمودار می‌توانیم نتیجه بگیریم:

نقطه M بیشترین جابه‌جایی را از وضع تعادل دارد. (نادرستی عبارت ب)

تندی نقطه B و نقطه A، بیشینه است. (نادرستی عبارت ب)

نقطه A از وضعیت تعادل عبور می‌کند. (نادرستی عبارت الف)

نقطه M در نقاط بازگشت قرار دارد بنابراین شتاب بیشینه است.

(درستی عبارت ت)

تست و پاسخ ۲۹

شدت صوت حاصل از منبعی در فاصله d_1 و d_2 از آن به ترتیب برابر $400 \mu W/m^2$ و $144 \mu W/m^2$ است. نسبت $\frac{d_1}{d_2}$ کدام است؟

(۱) $\frac{25}{9}$ (۲) $\frac{9}{25}$ (۳) $\frac{5}{4}$ (۴) $\frac{4}{5}$

پاسخ: گزینه ۴

حالت حل‌کننده بهتره به کمک رابطه $\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{A_2}{A_1} \times \frac{f_2}{f_1} \times \frac{d_1}{d_2} \right)^2$ ، نسبت فاصله‌ها از منبع صوت را به دست آورید.

پاسخ تشریحی به کمک رابطه $\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^2$ رابطه بین d_1 و d_2 را به دست می‌آوریم:

$$\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^2 \Rightarrow \frac{144}{400} = \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^2 \Rightarrow \frac{12}{20} = \frac{d_1}{d_2} \Rightarrow \frac{d_1}{d_2} = \frac{3}{5}$$

تست و پاسخ ۳۰

با رخ دادن کدام تغییرات زیر، تراز شدت صوتی ۱۴ dB تغییر می‌کند؟ $(\log 2 = 0.3)$

الف) بسامد موج صوتی $\frac{1}{25}$ برابر شود.

ب) دامنه موج صوتی ۲۵ برابر شود.

ب) توان چشمه صوت ۹۶ درصد کاهش پیدا کند.

ت) فاصله از منبع صوت ۸۰ درصد کاهش پیدا کند.

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

پاسخ: گزینه ۴

حالت حل‌کننده بهتره به کمک رابطه $\Delta\beta = 10 \log \left(\frac{I_2}{I_1} \right)$ و مساوی قرار دادن $\Delta\beta$ با ± 14 ، نسبت شدت صوت را به دست آورید و سپس گزینه‌ها را بررسی کنید که کدام گزینه‌ها همان نسبت شدت صوت محاسبه‌شده را ایجاد می‌کند.

درس نهم

برای محاسبه اختلاف تراز شدت دو صوت (۲) و (۱) از رابطه مقابل استفاده می‌کنیم:

$$\Delta\beta = \beta_r - \beta_l = 10 \cdot \log\left(\frac{I_r}{I_l}\right)$$

شدت صوت با مربع دامنه و مربع بسامد رابطه مستقیم و با مربع فاصله از چشمه صوت رابطه عکس دارد؛ بنابراین رابطه نسی

$$\frac{I_r}{I_l} = \left(\frac{A_r}{A_l}\right)^2 \times \left(\frac{f_r}{f_l}\right)^2 \times \left(\frac{r_l}{r_r}\right)^2$$

شدت صوت را به صورت مقابل می‌نویسیم:

تکنه کاربردی: برای محاسبه $\log 5$ که معمولاً طراحان به صورت مستقیم در اطلاعات مسئله به ما نمی‌دهند، باید از ویژگی‌های ریاضی

$$\log 5 = \log\left(\frac{10}{2}\right) = \log(10) - \log(2) = 1 - \log 2$$

تابع لگاریتم استفاده کنیم.

$$\Rightarrow \log 5 = 1 - \log 2 = 1 - 0.3 = 0.7$$

در این سوال

پس از تشریح: گام اول: تغییرات تراز شدت صوت از رابطه $\Delta\beta = 10 \cdot \log\left(\frac{I_r}{I_l}\right)$ به دست می‌آید. تغییرات تراز شدت صوت $\pm 14 \text{ dB}$ است.

پس برای دو حالت مورد بررسی قرار می‌دهیم:

$$14 = 10 \cdot \log\left(\frac{I_r}{I_l}\right) \Rightarrow 1.4 = \log\left(\frac{I_r}{I_l}\right) \Rightarrow 2 \log 5 = \log \frac{I_r}{I_l} \Rightarrow \log(5^2) = \log\left(\frac{I_r}{I_l}\right) \Rightarrow 25 = \frac{I_r}{I_l}$$

حالت اول:

$$-14 = 10 \cdot \log\left(\frac{I_r}{I_l}\right) \Rightarrow -1.4 = \log\left(\frac{I_r}{I_l}\right) \Rightarrow -2 \log 5 = \log \frac{I_r}{I_l}$$

حالت دوم:

$$\Rightarrow \log(5^{-2}) = \log\left(\frac{I_r}{I_l}\right) \Rightarrow \frac{1}{25} = \frac{I_r}{I_l}$$

گام دوم: هر یک از تغییرات اشاره شده را بررسی می‌کنیم تا ببینیم در کدام یک از آن‌ها نسبت $\frac{I_r}{I_l}$ برابر ۲۵ یا $\frac{1}{25}$ می‌شود.

عبارت «الف» با $\frac{1}{25}$ برابر شدن بسامد، شدت صوت $\frac{1}{625}$ برابر می‌شود. (X)

عبارت «ب» با ۲۵ برابر شدن دامنه صوت، شدت صوت ۶۲۵ برابر می‌شود. (X)

عبارت «پ» اگر توان چشمه صوت ۹۶ درصد کاهش یابد:

$$\frac{I_r}{I_l} = \frac{P_r}{P_l} = \frac{4}{100} = \frac{1}{25} \quad (\checkmark)$$

$$\frac{I_r}{I_l} = \left(\frac{r_l}{r_r}\right)^2 = \left(\frac{10}{20}\right)^2 = \frac{1}{4} = 25 \quad (\checkmark)$$

عبارت «ت» اگر فاصله از منبع صوت ۸۰ درصد کاهش یابد:

تست و پاسخ ۳۱

در بازتاب پرتو نور از سطح یک آینه، اگر زاویه بین پرتو تابش و پرتو بازتاب، 60° درجه بیشتر از زاویه بین پرتو بازتاب و سطح آینه باشد، زاویه تابش چند درجه است؟

$$90 - \theta_i$$

$$60 \quad (4)$$

$$50 \quad (3)$$

$$40 \quad (2)$$

$$30 \quad (1)$$

پاسخ: گزینه ۳

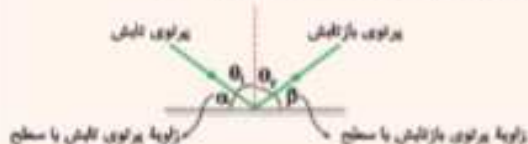
مشاوره: در سوالات بازتاب نور، به خط عمود بر سطح صاف (مثلاً آینه) توجه کنید و برای درک بهتر لطفاً شکل رسم کنید.

خودت حل کنی بهتره: همان طور که در صورت سؤال مشخص شده است، $(90^\circ - \theta_i) - (2\theta_i) = 60^\circ$ است و از این رابطه، θ_i را به دست آورید.

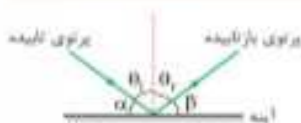
درس نگاه کن: قانون بازتاب عمومی، همواره و در هر وضعیتی، زاویه تابش (θ_i) با زاویه بازتابش (θ_r) برابر است.

این قانون برای هر نوع مانعی (نخت، کاو، کوز، هموار و ناهموار) و هر نوع موجی (مکانیکی، الکترومغناطیسی)، برقرار است.

در شکل مقابل، زاویه تابش و بازتاب نمودار پرتویی مشخص شده است.



$$\theta_i = \theta_r \quad \alpha = \beta$$



پاسخ تشریحی: گام اول، در شکل مقابل، پرتو تابش و پرتو بازتابیده از سطح یک آینه مشخص شده است.

زاویه بین پرتو تابش و پرتو بازتاب $2\theta_i =$

زاویه بین پرتو بازتاب و آینه $\alpha = \beta$

گام دوم، طبق فرض سؤال، زاویه بین پرتو تابش و پرتو بازتاب، 60° درجه بیشتر از زاویه بین پرتو بازتاب و سطح آینه است، بنابراین داریم:

$$2\theta_i - \alpha = 60^\circ \xrightarrow{\alpha + \theta_i = 90^\circ} 2\theta_i - (90^\circ - \theta_i) = 60^\circ \Rightarrow 2\theta_i = 150^\circ \Rightarrow \theta_i = 75^\circ$$

تست و پاسخ ۳۲

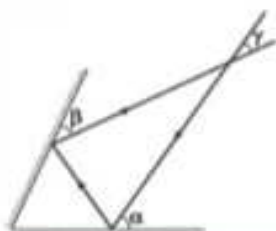
شکل مقابل، مسیر پرتو نوری را در بازتاب از دو آینه تحت متقاطع نشان می‌دهد. اگر زاویه α ، 10° درجه افزایش یابد، به ترتیب زاویه‌های β و γ چگونه تغییر می‌کنند؟

(۱) 10° افزایش می‌یابد، 20° افزایش می‌یابد

(۲) 10° افزایش می‌یابد، تغییر نمی‌کند

(۳) 10° کاهش می‌یابد، 20° افزایش می‌یابد

(۴) 10° کاهش می‌یابد، تغییر نمی‌کند



پاسخ: گزینه ۴

خودت حل کنی بهتره: رابطه‌ای بین زاویه‌های α ، β و γ با زاویه بین دو آینه متقاطع را پیدا کنید تا بتوانید تغییرات را تحلیل کنید، توجه کنید که زاویه بین دو آینه ثابت است و تغییر نمی‌کند.

درس نگاه کن:

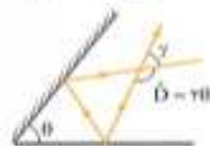
زاویه انحراف در آینه‌های متقاطع، پس از دو برخورد، به زاویه تابش بستگی ندارد و فقط به زاویه بین دو آینه وابسته است.

در شکل‌های صفحه بعد سه حالت نمایش داده شده است.

حالت	شکل	زاویه انحراف
زاویه بین دو آینه تند باشد.		$\hat{D} = 2\theta$
زاویه بین دو آینه 90° باشد.		$\hat{D} = 180^\circ$
زاویه بین دو آینه باز باشد.		$\hat{D} = 360^\circ - 2\theta$

حواستون باشه این روابط زمانی کاربرد دارد که پرتو تنها دو برخورد با آینه‌ها داشته باشد.

پاسخ تشریحی گام اول: همان‌طور که در درس‌نامه بررسی کردیم، اگر زاویه بین دو آینه متقاطع تند باشد و پرتو تنها یک بار با هر آینه برخورد داشته باشد (کلاً ۳ برخورد داشته باشیم)، زاویه انحراف هیچ ربطی به زاویه تابش ندارد و از رابطه $\hat{D} = 2\theta$ به دست می‌آید. (زاویه بین دو آینه متقاطع است.) البته در شکل مقابل، زاویه γ مکمل زاویه انحراف است.



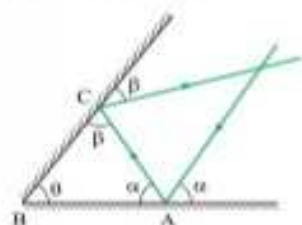
$$\hat{\gamma} = 180^\circ - 2\theta$$

زاویه γ به زاویه بین دو آینه وابسته است و با تغییر زاویه تابش، تغییر نمی‌کند.

گام دوم: می‌دانیم زاویه‌های تابش و بازتاب با هم برابرند، بنابراین زاویه‌ای که پرتو تابش و بازتاب با سطح می‌سازند هم با یکدیگر برابرند (زاویه‌های α و β که در شکل مشخص شده‌اند)، بنابراین در شکل با توجه به مثلث ABC داریم:

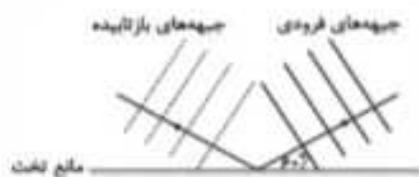
$$\alpha + \beta + \theta = 180^\circ \Rightarrow \alpha + \beta = 180^\circ - \theta$$

بنابراین، مجموع زاویه α و β ، به زاویه بین دو آینه وابسته است و ثابت است، پس با افزایش زاویه α به اندازه 10° ، زاویه β ، کاهش می‌یابد، تا حاصل جمع α و β مقداری ثابت باقی بماند.



تست و پاسخ ۳۳

شکل روبه‌رو جبهه‌های فرودی و بازتابیده از یک سطح تخت و نمودار پرتویی مربوط به آن‌ها را نشان می‌دهد. زاویه بین پرتوی تابیده و پرتوی بازتابیده چند درجه است؟



$$90^\circ \quad (۲)$$

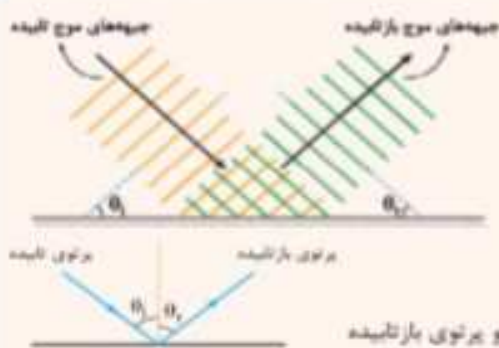
$$150^\circ \quad (۴)$$

$$30^\circ \quad (۱)$$

$$120^\circ \quad (۳)$$

پاسخ: گزینه ۳

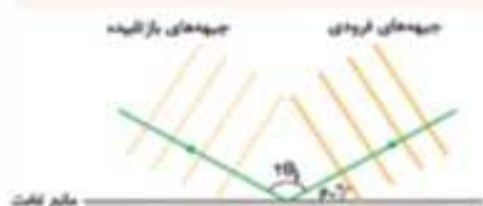
درسنامه



۱۱ مطابق شکل روی‌رو در مدل جبهه موجی، زاویه تابش (θ_i) همان زاویه‌ای است که هر یک از جبهه‌های موج تابیده با سطح مانع می‌سازد و زاویه بازتابش (θ_r) نیز زاویه‌ای است که هر یک از جبهه‌های موج بازتابیده با سطح مانع می‌سازد.

۱۲ از آنجایی که زاویه تابش برابر زاویه بازتابش است، پس مطابق شکل روی‌رو زاویه بین پرتوی تابیده و پرتوی بازتابیده برابر با $2\theta_i$ است:

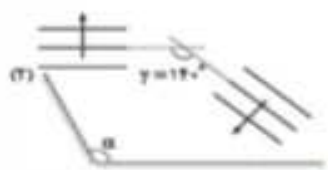
$$2\theta_i = \theta_i + \theta_r = \theta_i + \theta_i = 2\theta_i$$



همین‌طور که در درس‌نامه گفتیم زاویه تابش برابر زاویه‌ای است که جبهه‌های فرویدی با سطح مانع تخت می‌سازد. پس در شکل روی‌رو داریم:

$$2\theta_i = 2 \times 6^\circ = 12^\circ \Rightarrow \text{زاویه بین پرتوی تابیده و بازتابیده} = 12^\circ$$

تست و پاسخ ۲۴



شکل روی‌رو، جبهه‌های موج تختی را نشان می‌دهد که ابتدا از مانع تخت (۱) و سپس از مانع تخت (۲) بازتاب شده است. اگر زاویه بین جبهه‌های موج تابیده به مانع (۱) و جبهه‌های موج بازتاب‌شده از مانع (۲) برابر 12° باشد، زاویه بین دو مانع تخت (α) چند درجه است؟

- | | |
|---------|---------|
| ۱۳۰ (۲) | ۱۴۰ (۱) |
| ۱۱۰ (۴) | ۱۲۰ (۳) |

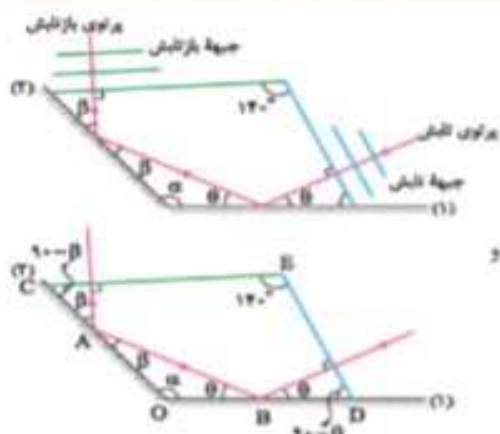
پرتوی موج بر جبهه‌های موج عمود است!

پاسخ: گزینه ۳

مشاوره: در بحث بازتاب نور از سطوح، تا دلتان بخواهد با زاویه سروکار دارید، پس با دانسته‌های هندسه به سراغ حل این سؤال‌ها بروید. مثلاً مجموع زاویه‌های داخلی مثلث 180° است و زاویه خارجی مثلث برابر مجموع دو زاویه غیر مجاور شده است.

خودت حل کنی بهتره: مسیر پرتو تابش و بازتاب از سطوح (۱) و (۲) را رسم کنید و با ردجایی مسیر پرتو و نام‌گذاری زاویه‌های مهم و به کمک ابزار هندسه، زاویه α را به دست آورید.

درسنامه



پاسخ تشریحی: روش اول: گام اول: مطابق شکل، مسیر پرتوی موج تابیده‌شده به آینه (۱) و موج بازتابیده‌شده از آینه (۲) را به همراه جبهه‌های موج رسم می‌کنیم و زاویه‌های مهم را نام‌گذاری می‌کنیم. زاویه بین پرتو تابش با سطح (۱) را θ و زاویه بین پرتو بازتابش با سطح (۲) را β می‌نامیم.

گام دوم: از آنجا که پرتو بر جبهه موج عمود است، زاویه بین جبهه‌های موج تابش و بازتابش را با سطح‌های (۱) و (۲) برحسب θ و β به دست می‌آوریم.

گام سوم: به کمک هندسه، زاویه α را به دست می‌آوریم. (مجموع زاویه‌های داخلی مثلث و چهارضلعی به ترتیب 180° و 360° است).

$$\begin{aligned} \text{OAB مثلث} &\Rightarrow \alpha + \beta + \theta = 180^\circ && \Rightarrow \alpha + (\beta + \theta) = 180^\circ \\ \text{OCED چهارضلعی} &\Rightarrow \alpha + (90^\circ - \beta) + 140^\circ + (90^\circ - \theta) = 360^\circ && \Rightarrow \alpha - (\beta + \theta) = 40^\circ \\ &&& 2\alpha = 220^\circ \Rightarrow \alpha = 110^\circ \end{aligned}$$

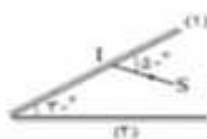
روش دوم:

تکنیک زاویه بین جبهه‌های موج برابر زاویه انحراف است. حالا با استفاده از تکنیک و درس‌نامه تست ۵۲ این سؤال را حل می‌کنیم.

$$\hat{D} = 360^\circ - 2\alpha = 140^\circ \Rightarrow 2\alpha = 220^\circ \Rightarrow \alpha = 110^\circ$$

تست و پاسخ ۳۵

در شکل مقابل پرتو SI به آینه (۱) می‌تابد. این پرتو مجموعاً پس از چند بازتابش، آینه‌ها را ترک می‌کند؟ (سطح آینه‌های تخت را به اندازه کافی بزرگ فرض کنید).



۷ (۴)

۵ (۳)

۴ (۲)

۳ (۱)

پاسخ: گزینه ۳

مشاوره اگر بخواهید این سؤال را از روش معمولی حل کنید، به شدت وقت‌گیر هست و این ظلم بزرگی به سؤال‌های ساده دیگر است. پس توصیه می‌کنیم درس‌نامه را بخوانید تا روش صحیح حل این سؤالات را یاد بگیرید.

درس‌نامه برای محاسبه تعداد برخورد یک پرتو در آینه‌های متقاطع، دو حالت ممکن است اتفاق بیفتد:

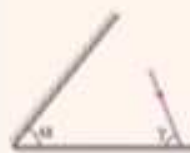


۱) پرتو اولیه در حال ورود به دو آینه متقاطع است. (مانند شکل مقابل)

الف) اگر $\frac{\gamma}{\alpha}$ عدد صحیح باشد، تعداد برخورد برابر $\frac{\gamma}{\alpha}$ است.

ب) اگر $\frac{\gamma}{\alpha}$ عدد صحیح نباشد، تعداد برخورد برابر $[\frac{\gamma}{\alpha}] + 1$ است.

در این حالت γ برابر 90° یا 180° است.



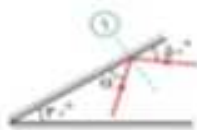
۲) پرتو اولیه در حال خروج از دو آینه متقاطع باشد. (مانند شکل مقابل)

الف) اگر $\frac{\gamma}{\alpha}$ عدد صحیح باشد، تعداد برخورد برابر $\frac{\gamma}{\alpha}$ است.

ب) اگر $\frac{\gamma}{\alpha}$ عدد صحیح نباشد، تعداد برخورد برابر $[\frac{\gamma}{\alpha}] + 1$ است.

در این حالت γ برابر 90° یا 180° است.

پاسخ تست ۵۲: روش اول: بازتاب نور در هر آینه را رسم می‌کنیم و تعداد برخوردها را به دست می‌آوریم.



شکل (۱) - برخورد اول



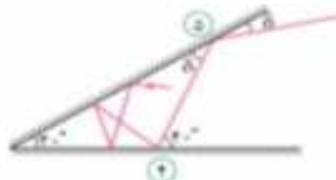
شکل (۲) - برخورد دوم



شکل (۳) - برخورد سوم



شکل (۴) - برخورد چهارم



شکل (۵) - برخورد پنجم

گام اول: در برخورد اول، زاویه‌ای که پرتوهای تابش و بازتابش با سطح می‌سازند، برابر است. بنابراین $\alpha = 50^\circ$.

گام دوم: در برخورد دوم، β زاویه خارجی مثلث است. بنابراین داریم:

$$\beta = 50^\circ + 30^\circ = 80^\circ$$

گام سوم: در برخورد سوم، می‌توانیم بگوییم مجموع زاویه‌های داخلی مثلث 180° است. بنابراین داریم:

$$\theta + 30^\circ + 80^\circ = 180^\circ \Rightarrow \theta = 70^\circ$$

گام چهارم: در برخورد چهارم هم از مجموع زاویه‌های داخلی مثلث رنگ‌شده در شکل چهارم استفاده می‌کنیم.

$$\gamma + 30^\circ + 70^\circ + 40^\circ = 180^\circ \Rightarrow \gamma = 40^\circ$$

گام پنجم: در نهایت به سراغ آخرین برخورد می‌رویم و زاویه δ را به کمک زاویه خارجی مثلث به دست می‌آوریم.

$$40^\circ = \delta + 30^\circ \Rightarrow \delta = 10^\circ$$

روش دوم: به کمک تکنیکی که در درس‌نامه بررسی کردیم، پرتو اولیه در حال ورود به دو آینه متقاطع است و γ برابر 130° است و نسبت γ به α ، عدد صحیحی نیست. بنابراین تعداد برخوردها پرتو به آینه‌ها برابر است با:



$$n = \left\lfloor \frac{\gamma}{\alpha} \right\rfloor + 1 \quad n = \left\lfloor \frac{130^\circ}{40^\circ} \right\rfloor + 1 = 3 + 1 = 5$$

تست و پاسخ ۳۶

شخصی بین دو مانع بلند و روبه‌روی هم ایستاده است. در لحظه‌ای شخص فریاد می‌زند. اول بدون آن که پژواک صدای خود از مانع نزدیک‌تر را از صدای اصلی تمیز دهد، پس از $1/28$ فقط پژواک صدای خود را از مانع دورتر می‌شنود. فاصله بین دو مانع حداکثر چند متر است؟ (تندی صوت در هوا 340 m/s است و صوت از هر مانع فقط یک بار بازتاب می‌شود.)

یعنی گوش شخص فقط پژواک یکی از مانع‌ها را می‌تواند از صوت اصلی‌اش متمایز کند.

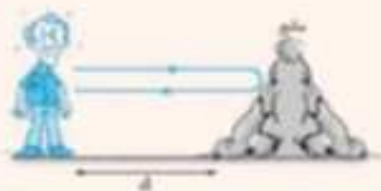
- (۲) ۲۲۱
(۴) ۲۲۸

- (۱) ۲۲۱
(۳) ۲۲۸

پاسخ: گزینه ۱

حالت حل‌کننده بهتر: شخصی را بین دو مانع در نظر بگیرید. فاصله تا یک مانع طوری باشد که شخص پس از $1/28$ صدای پژواک خود را بشنود. این فاصله را به دست آورید و فاصله تا مانع دیگر طوری باشد که زمان طی‌شده توسط صدای پژواک $1/18$ باشد. در این صورت شخص فقط از یک مانع صدای پژواک را می‌شنود و در نهایت فاصله دو مانع را به دست آورید.

درس‌نامه: به صوتی که پس از بازتاب از یک مانع دوباره به چشمه صوت برمی‌گردد، پژواک می‌گوییم.



در شکل مقابل شخصی در فاصله d از یک مانع قرار دارد. در پدیده پژواک، صوت باید مسافت $2d$ (رفت و برگشت) را طی کند تا دوباره به چشمه صوت (شخص) برگردد.

بنابراین می‌توانیم رابطه‌ای به صورت زیر بنویسیم:

$$2d = v_{\text{صوت}} \times \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{2d}{v_{\text{صوت}}}$$

حواستون باشد: Δt مدت‌زمان رفت و برگشت صوت است.

(تذکره) گوش انسان زمانی می‌تواند، صوت اصلی و صوت پژواک را تشخیص دهد (تمایز قائل شود) که فاصله زمانی بین این دو صوت حداقل $1/18$ باشد.

پاسخ تشریحی: گام اول: شکل زیر وضعیت فرد را بین دو مانع (۱) و (۲) نمایش می‌دهد. می‌دانیم کم‌ترین فاصله زمانی برای تشخیص پژواک از صوت اصلی برابر 0.1 s است. از آنجا که شخص فقط یکی از پژواک‌های خود را می‌شنود، پس باید فاصله زمانی تا مانع نزدیک‌تر (مانع (۱)) حداکثر 0.1 s باشد بنابراین داریم:



$$\begin{aligned} 2d_1 &= v_{\text{صوت}} t \\ \Rightarrow 2d_1 &= 340 \times 0.1 \\ \Rightarrow d_1 &= 17\text{ m} \end{aligned}$$

حواستون باشه: صوت دو بار مسافت d_1 را طی کرده است (رفت و برگشت)، به همین دلیل از $2d_1$ استفاده می‌کنیم.

گام دوم: شخص صدای پژواک خود از مانع (۲) را پس از $1/2\text{ s}$ می‌شنود، بنابراین داریم:

$$2d_2 = v_{\text{صوت}} t \Rightarrow 2d_2 = 340 \times 1/2 \Rightarrow d_2 = 20.5\text{ m}$$

گام سوم: حداکثر فاصله بین دو مانع را به دست می‌آوریم.

$$d_1 + d_2 = 17 + 20.5 = 37.5\text{ m} < \text{فاصله بین دو مانع}$$

تست و پاسخ ۳۷

در کدامیک از موارد زیر از مکان‌یابی پژواکی امواج الکترومغناطیسی به همراه اثر دوبلر استفاده می‌شود؟

- (۱) دستگاه سونار در کشتی‌ها
- (۲) سونوگرافی
- (۳) سامانه تعیین تندی خودروها
- (۴) تعیین تندی شارش خون در رگ‌ها

پاسخ: گزینه ۲

مشاوره: در فصل‌های نوسان و موج، برهم‌کنش موج و آشنایی با فیزیک اتمی و فیزیک هسته‌ای، از کتاب درسی غافل نشوید، حتی پس از مطالعه درس‌نامه کتاب کمک‌آموزشی هم، حتماً با مطالعه کتاب درسی، ذهن خود را با ادبیات کتاب درسی آشنا کنید، طراحان در چند سال گذشته علاقه زیادی به مطرح کردن این نوع سوال‌ها دارند، کافی است به کنکور ۱۴۰۱ مراجعه کنید. (هم کنکور تیرماه و هم دی‌ماه)

درس‌نامه: در جدول زیر کاربرد مکان‌یابی پژواکی و نوع موج استفاده‌شده، مشخص شده است:

فناوری	عملکرد	نوع موج مورد استفاده
اندازه‌گیری تندی شارش خون (گویچه‌های قرمز)	مکان‌یابی پژواکی + اثر دوبلر	امواج فراصوتی
مکان‌یابی اجسام زیر آب یا دستگاه سونار کشتی	مکان‌یابی پژواکی	امواج فراصوتی
سونوگرافی	مکان‌یابی پژواکی	امواج فراصوتی
اندازه‌گیری تندی خودروها با رادار دوبلری	مکان‌یابی پژواکی + اثر دوبلر	امواج الکترومغناطیسی

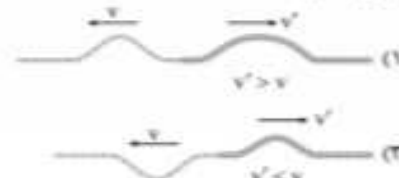
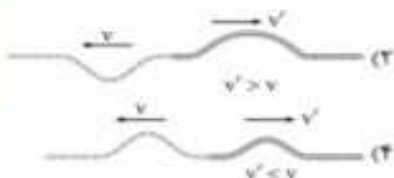
پاسخ تشریحی: با توجه به درس‌نامه، ۲ صحیح است.

تست و پاسخ ۳۸

در شکل روبه‌رو، تپی در یک ریسمان کشیده شده که از دو بخش نازک و ضخیم تشکیل شده، در حال پیشروی است. تصویر طناب در لحظاتی بعد از رسیدن تپ به مرز دو بخش ریسمان، به کدام شکل خواهد بود؟



با وارد شدن در قسمت ضخیم تندی کاهش می‌یابد.



پاسخ: گزینه ۳

مشاوره این سوال برگرفته‌شده از شکل کتاب درسی فیزیک دوازدهم رشته ریاضی صفحه ۹۵ است، شکل‌های کتاب درسی را به خوبی تحلیل کنید. سوال ۵۴ و ۵۹ فیزیک رشته ریاضی کنکور دی‌ماه ۱۴۰۱، تأییدکننده این مشاوره است.

خوبت حل کنی بهتره با رسیدن موج به محیط جدید (طناب ضخیم‌تر)، موج هم بازتاب می‌شود و هم شکسته می‌شود. با رسم بازتاب موج و موج شکسته‌شده گزینه درست را انتخاب کنید. همچنین سرعت انتشار موج در طناب ضخیم‌تر و بدون تغییر جنس طناب، کمتر می‌شود.

پاسخ تشریحی گام اول: تندی انتشار موج به جنس و ویژگی‌های محیط وابسته است. طبق رابطه $v = \frac{1}{D} \sqrt{\frac{F}{\rho \pi}}$ ، تندی انتشار موج با قطر طناب رابطه عکس دارد. بنابراین تندی موج در قسمت نازک بیشتر است. ($v' < v$)
گام دوم: زمانی که موج می‌خواهد از قسمت نازک به قسمت ضخیم برود، بخشی از آن بازتاب می‌شود. برای رسم بازتاب موج طناب، باید موج تابشی را هم نسبت به راستای طناب و هم عمود بر راستای طناب قرینه کنید.



جواب کوتاه طبق رابطه $\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{v_2}{v_1}$ ، طول موج در قسمت نازک بیشتر است. به عبارتی با وارد شدن تپ به قسمت ضخیم طناب، طول موج کمتر می‌شود و شکل تپ فشرده‌تر می‌شود.

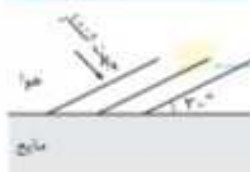
با این توضیحات **۳** جواب درست است.

تست و پاسخ ۳۹

در شکل زیر جبهه‌های موج صوتی از هوا بر سطح مایعی می‌تابد. اگر با ورود موج صوتی به مایع تندی آن ۲۰ درصد تغییر کند، زاویه بین جبهه‌های موج درون مایع با سطح مایع، به چند درجه می‌رسد؟ ($\sin 53^\circ = 0.8$)

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{120}{100}$$

تندی افزایش می‌یابد.



زاویه‌ای که جبهه موج تابش با سطح می‌سازد همان زاویه تابش است.

۳۰ (۱)

۳۷ (۲)

۵۳ (۳)

۶۰ (۴)

پاسخ: گزینه ۲

خوبت حل کنی بهتره با استفاده از رابطه $\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{v_2}{v_1}$ و با توجه به این که $\frac{v_2}{v_1} = \frac{120}{100}$ زاویه شکست (θ_2) را به دست آورید.



درسنامه در شکل مقابل پرتوی تابش از محیط (۱) وارد محیط (۲) شده است و نسبت به راستای اصلی شکسته می‌شود. همچنین تندی موج هم در محیط جدید به دلیل ویژگی‌های جدید محیط تغییر می‌کند. طبق قانون شکست عمومی رابطه‌ای به صورت زیر برقرار است.

$$\frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} = \frac{v_i}{v_r}$$

$$\frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} = \frac{v_i}{v_r} = \frac{\lambda_i}{\lambda_r}$$

با توجه به رابطه $\lambda = \frac{v}{f}$ و ثابت ماندن بسامد در دو محیط می‌توانیم رابطه بالا را به صورت مقابل بسط دهیم.

خواستون داشته زاویه θ_i و زاویه θ_r نسبت به خط عمود بر مرز ستجیده می‌شود.

نکته به زاویه‌ای که امتداد پرتوی تابش با پرتوی شکست می‌سازد زاویه انحراف است که از رابطه مقابل به دست می‌آید: $D = |\theta_i - \theta_r|$

پاسخ تشریحی گام اول: تندی انتشار صوت در مایع بیشتر از گاز است. اگر هوا را محیط (۱) و مایع را محیط (۲) در نظر بگیریم، تندی با ورود از محیط (۱) به محیط (۲) افزایش می‌یابد، بنابراین داریم:

$$\frac{v_r}{v_i} = \frac{120}{100} \Rightarrow \frac{v_r}{v_i} = \frac{6}{5}$$

$$\frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_i} = \frac{v_r}{v_i}$$

گام دوم، با توجه به قانون عمومی شکست داریم:

می‌دانیم زاویه بین جبهه موج فرودی و جبهه موج شکست، با مرز دو محیط به ترتیب برابر زاویه تابش و زاویه شکست است.

$$\frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_i} = \frac{6}{5} \Rightarrow \sin \theta_r = 0.6 \Rightarrow \theta_r = 37^\circ$$

۴- سمت و پاسخ

پرتو نور تک‌رنگی با زاویه تابش 53° از هوا به محیط شفافی به ضریب شکست $1/6$ می‌تابد. راستای انتشار این پرتو پس از ورود به محیط شفاف

چند درجه تغییر می‌کند؟ $(\sin 53^\circ = 0.8)$

زاویه‌ای که پرتو با خط عمود می‌سازد.

زاویه انحراف = ؟

۲۲ (۴)

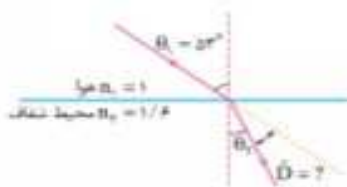
۱۶ (۳)

۸ (۲)

۷ (۱)

پاسخ: گزینه ۴

خودت حل کن: بهتره به کمک رابطه $\frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_i} = \frac{n_i}{n_r}$ زاویه شکست را به دست آورید و در نهایت با استفاده از رابطه $D = |\theta_r - \theta_i|$ زاویه انحراف را محاسبه کنید.



پاسخ تشریحی گام اول: شکل مقابل مسیر پرتو نور را پس از شکست از محیط (۱) (هوا) به

محیط (۲) (محیط شفاف به ضریب شکست $1/6$) را نمایش می‌دهد.

توجه کنید پرتو نور پس از وارد شدن به محیط با ضریب شکست بیشتر، به خط عمود بر مرز جدایی نزدیک می‌شود.

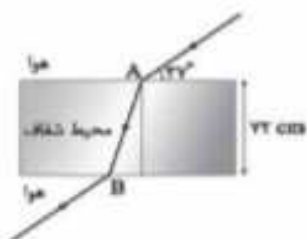
گام دوم، طبق قانون شکست اصل داریم:

$$\frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_i} = \frac{n_i}{n_r} \Rightarrow \frac{\sin \theta_r}{\sin 53^\circ} = \frac{1}{1/6} \Rightarrow \sin \theta_r = 0.5 \Rightarrow \theta_r = 30^\circ$$

$$D = \theta_i - \theta_r = 53^\circ - 30^\circ = 23^\circ$$

گام سوم، خوانسته سؤال، مقدار انحراف پرتو تابش (D) است.

تست و پاسخ ۴۱



پرتو نوری مطابق شکل روبه‌رو، از هوا وارد محیط شفاف به ضریب شکست $\frac{4}{3}$ شده و در ادامه از آن خارج می‌شود. این پرتو فاصله نقطه A تا نقطه B را در چند نانو ثانیه طی می‌کند؟

$$(c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}, \cos 37^\circ = 4/5)$$

$$\frac{c}{n} = \frac{c}{\frac{4}{3}} = \frac{3c}{4}$$

$$3 \quad (1)$$

$$4 \quad (2)$$

$$30 \quad (3)$$

$$40 \quad (4)$$

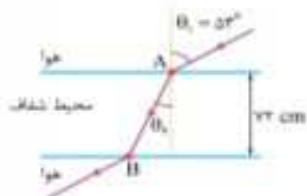
پاسخ: گزینه ۲

خودت حل کنی بهتره! ابتدا تندی انتشار موج در محیط شفاف را به دست آورید. سپس زاویه شکست در محیط شفاف را با رابطه $\frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_i} = \frac{n_i}{n_r}$ به دست آورید و بعد از آن مسافت طی شده توسط نور در محیط شفاف را به کمک زاویه θ_r و هندسه به دست آورید تا در نهایت به کمک رابطه $v = \frac{L}{t}$ مدت زمان طی شده توسط نور در محیط شفاف را به راحتی به دست آورید.

گام اول: به کمک رابطه $\frac{v_r}{v_i} = \frac{n_i}{n_r}$ تندی نور در محیط شفاف (محیط ۲) را به دست می‌آوریم.

$$\frac{v_r}{3 \times 10^8} = \frac{1}{\frac{4}{3}} \Rightarrow v_r = \frac{9}{4} \times 10^8 \text{ m/s}$$

گام دوم: با استفاده از قانون شکست اسنل، زاویه شکست (θ_r در شکل زیر) و سپس طول مسیر نور (فاصله AB) را به دست می‌آوریم.



$$\frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_i} = \frac{n_i}{n_r}$$

$$\frac{\sin \theta_r}{\sin 37^\circ} = \frac{1}{\frac{4}{3}} \Rightarrow \sin \theta_r = \frac{3/4}{4/3} = \frac{9}{16}$$

$$\sin \theta_r = 3/4 \Rightarrow \theta_r = 37^\circ$$

$$L_{AB} = \frac{7.7 \text{ cm}}{\cos \theta_r} = \frac{7.7 \times 10^{-2}}{\cos 37^\circ} = \frac{7.7 \times 10^{-2}}{4/5} = 9.6 \text{ m}$$

گام سوم: حال زمان طی شده توسط پرتو نور در مسیر AB را به راحتی به دست می‌آوریم.

$$\Delta t = \frac{L_{AB}}{v_r} = \frac{9.6}{\frac{9}{4} \times 10^8} = \frac{4}{9} \times 10^{-8} \text{ s} = 4 \text{ ns}$$

تست و پاسخ ۴۲

زاویه تابش 60° است.

در شکل زیر باریکه نوری شامل دو پرتو قرمز و آبی تحت زاویه 30° از هوا به محیط شفاف که ضریب شکست آن برای نور سبز برابر $\sqrt{3}$ است، می‌تابد. اگر زاویه شکست پرتوهای قرمز و آبی به ترتیب θ_r و θ_b باشد، کدام مقایسه درست است؟

$$n_{\text{سبز}} = \sqrt{3}$$



$$\theta_r > \theta_b > 30^\circ \quad (2)$$

$$\theta_b > 30^\circ > \theta_r \quad (4)$$

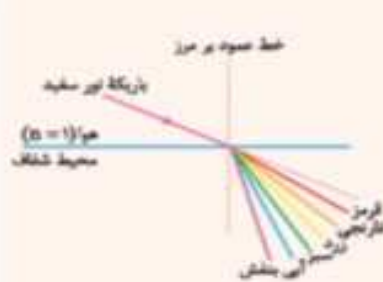
$$\theta_b > \theta_r > 30^\circ \quad (1)$$

$$\theta_r > 30^\circ > \theta_b \quad (3)$$

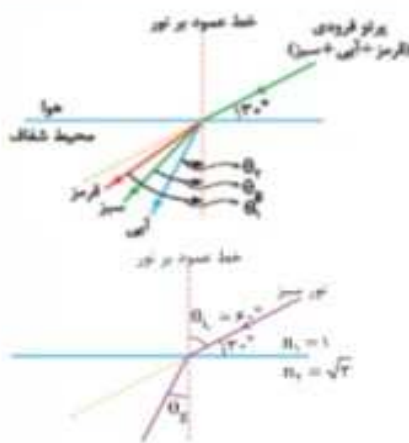
پاسخ: گزینه ۴

خودت حل کنی بهتره ابتدا زاویه شکست را برای پرتو نور سبزرنگ با استفاده از رابطه $\frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_i} = \frac{n_1}{n_2}$ به دست آورید و زاویه بین پرتو شکست با پرتو بازتاب را برای نور سبزرنگ به دست آورید و در نهایت با رسم پرتوهای شکست برای نورهای آبی و قرمز در کنار نور سبزرنگ به گزینه درست خواهید رسید.

درسنامه ضریب شکست یک محیط مادی شفاف به طول موج نور هم وابسته است. به عبارتی هر چه پسماند نور تابشی بیشتر باشد، ضریب شکست محیط برای آن نور بیشتر است.



پس طبق رابطه اسنل ($\frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_i} = \frac{n_1}{n_2}$)، هر چه ضریب شکست محیط برای یک پسماند خاص بیشتر شود، زاویه شکست بیشتر می‌شود (بیشتر منحرف می‌شود). بنابراین در طیف نورهای مرئی، هر چه از نور قرمز به سمت نور بنفش می‌رویم، ضریب شکست و انحراف پرتو بیشتر می‌شود. به این جدانشدن پسماند مختلف‌های نور، پاشندگی نور می‌گوییم که در شکل مقابل مشخص شده است.



استدلال گام اول، مطابق شکل، مسیر پرتو نور را پس از شکست، برای رنگ‌های قرمز، سبز و آبی رسم می‌کنیم. می‌دانیم ضریب شکست نور قرمز کمتر از سبز و نور سبز کمتر از آبی است. به عبارتی نور قرمز کمترین انحراف و نور آبی بیشترین انحراف را در بین این رنگ‌ها دارد.

زاویه θ_1 و θ_2 در شکل مشخص شده و همان‌طور که مشخص است، $\theta_1 > \theta_2$ (رد ۲ و ۳)

گام دوم، ضریب شکست نور سبز برای محیط شفاف $\sqrt{3}$ است. با استفاده از قانون شکست اسنل زاویه شکست را برای نور سبزرنگ (θ_g) به دست می‌آوریم.

$$\frac{\sin \theta_g}{\sin \theta_i} = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow \frac{\sin \theta_g}{\sin 60^\circ} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \sin \theta_g = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \theta_g = 30^\circ$$

$$\theta_1 < \theta_g < \theta_2 \xrightarrow{\theta_g = 30^\circ} \theta_1 < 30^\circ < \theta_2$$

گام سوم، با مقایسه θ_1 و θ_2 با θ_g داریم:

تست و پاسخ ۴۲

جبهه‌های موج تابیده از خورشید در مکانی نزدیک سطح زمین به شکل مقابل است. کدام موارد درباره مقایسه تندی انتشار نور (۷)، پسماند نور (۸)، ضریب شکست هوا (۹) و دمای هوا (۱۰) در ناحیه‌های A و B درست‌اند؟



هم به طول موج نور و هم به دما هم وابسته است.

به چشمة نور وابسته است.

به ویژگی‌های محیط (مانند دما) وابسته است.

الف) $v_A > v_B$

ب) $f_A > f_B$

پ) $n_A > n_B$

ت) $T_B > T_A$

۴) پ و ت

۳) ب و پ

۲) الف و ت

۱) الف و ب

پاسخ: گزینه ۴

درسنامه دعا بر ضریب شکست تأثیرگذار است!

با افزایش دما، چگالی کاهش می‌یابد، در نتیجه، ضریب شکست هم کاهش می‌یابد.

طبق رابطه $\frac{\lambda_r}{\lambda_i} = \frac{v_r}{v_i} = \frac{n_i}{n_r}$ ، با کاهش ضریب شکست، طول موج و تندی افزایش می‌یابد.

در شکل‌های زیر، نحوه شکست پرتو نور در یک روز گرم در نزدیکی سطح زمین به نمایش درآمده است. هر چه به سطح زمین نزدیک‌تر می‌شویم، لایه‌های هوا گرم‌تر می‌شوند، بنابراین ضریب شکست در لایه‌های پایین‌تر کمتر است.

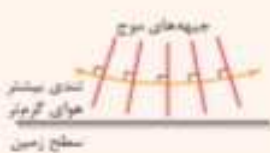


$$\begin{aligned} T_r &> T_i \\ \theta_r &> \theta_i \\ v_r &> v_i \\ \lambda_r &> \lambda_i \\ n_r &< n_i \end{aligned}$$



ورود پرتوی نور از هوای گرم به هوای گرم‌تر

ورود پرتو نور از هوای گرم‌تر به هوای گرم



با توجه به این که در لایه‌های پایین‌تر جبهه‌های موج سریع‌تر حرکت می‌کنند و طول موج بلندتر است، خمیدگی جبهه‌های موج در نزدیکی سطح زمین در روزهای گرم به صورت شکل مقابل خواهد شد.

پاسخ تشریحی با توجه به درس‌نامه، $f_A = f_B$ صحیح است.

توجه کنید که بسامد موج ثابت است.

پاسخ و تست ۴۴



شکل روبه‌رو جبهه‌های موج نوری را نشان می‌دهد که بر مرز بین هوا و محیط R فرود آمده‌اند. اگر طول موج این موج در محیط R، 450 nm باشد، بسامد آن در محیط R چند هرتز است؟

$$(\sin 53^\circ = 0.8, c = 3 \times 10^8 \text{ m/s})$$

بسامد به چشمه موج وابسته است و در هر دو محیط یکسان است، پس فرقی نمی‌کند که بسامد کدام محیط را به دست آوریم.

$$\begin{aligned} 7/5 \times 10^{14} & \quad (2) \\ 7/5 \times 10^{12} & \quad (4) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5 \times 10^{14} & \quad (1) \\ 5 \times 10^{12} & \quad (3) \end{aligned}$$

پاسخ: گزینه ۱

خود حل کنی بهتره ابتدا زاویه‌ای که جبهه موج با سطح، در محیط I و محیط R می‌سازد را به کمک هندسه به دست آورید، سپس به کمک

$$\text{رابطه } \frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} = \frac{\lambda_i}{\lambda_r} \text{، طول موج در محیط‌های I و R را به دست آورید و در نهایت به کمک رابطه } \lambda = \frac{v}{f} \text{ بسامد موج را به دست آورید.}$$



پاسخ تشریحی گام اول، می‌دانیم زاویه بین جبهه موج فرودی با مرز

جانبی دو محیط، برابر زاویه تابش و زاویه بین جبهه موج شکست با مرز جانبی،

همان زاویه شکست است. ابتدا زاویه تابش و زاویه شکست را به دست می‌آوریم.

زاویه 53° در مثلث OAB زاویه خارجی است، بنابراین داریم:

طبق خطوط موازی و مورب زاویه $(\theta_i + 16^\circ)$ برابر 69° است.

$$53^\circ = 16^\circ + \theta_i \Rightarrow \theta_i = 37^\circ$$

$$\theta_i + 16^\circ = 69^\circ \Rightarrow \theta_i = 53^\circ$$

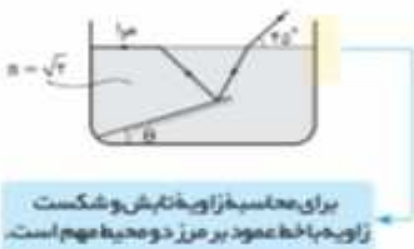
$$\frac{\sin 37^\circ}{\sin 37^\circ} = \frac{\lambda_1}{\lambda_R} \Rightarrow \frac{v/\lambda}{v/\lambda} = \frac{\lambda_1}{\lambda_R} \Rightarrow \lambda_1 = \frac{v}{v} \lambda_R = \frac{v}{v} \times 450 = 600 \text{ nm} \quad \text{گام دوم: با استفاده از رابطه } \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \text{ داریم:}$$

گام سوم: بسامد موج در محیط I و محیط R یکسان است چون به چشمه موج وابسته است. چون ضریب شکست محیط I برابر یک است.

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow f = \frac{v_I}{\lambda_I} = \frac{c}{\lambda_I} = \frac{3 \times 10^8}{600 \times 10^{-9}} = 5 \times 10^{14} \text{ Hz} \quad \text{پس بهتر است بسامد را برای محیط I به دست آوریم.}$$

تست 9 پاسخ ۴۵

در شکل روبه‌رو، با توجه به مسیر پرتو نور و بازتاب آن از روی آینه تخت، زاویه θ چند درجه است؟



برای محاسبه زاویه تابش و شکست زاویه با خط عمود بر مرز دو محیط مهم است.

۵ (۱)

۷/۵ (۲)

۱۰ (۳)

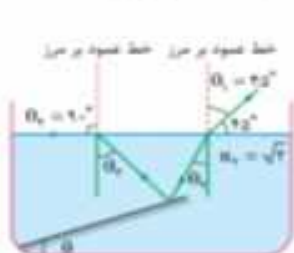
۱۲/۵ (۴)

پاسخ: گزینه ۲

خوبت حل کنی بهتره! ابتدا زاویه‌ای که پرتو نور با محیط با ضریب شکست $n = \sqrt{2}$ در هنگام ورود و خروج می‌سازد را به کمک رابطه شکست اسنل $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ به دست آورید. سپس زاویه تابش برخورد نور با سطح آینه را به دست آورید و سپس به کمک هندسه زاویه θ را به دست آورید.

درسنامه به درس‌نامه تست ۸۱ و ۹۲ مراجعه شود.

استدلال: گام اول: به کمک قانون شکست اسنل، زاویه θ_1 و θ_2 که در شکل زیر مشخص شده است را به دست می‌آوریم.



$$\begin{aligned} \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} &= \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \frac{\sin 45^\circ}{\sin \theta_2} = \frac{\sqrt{2}}{1} \\ \Rightarrow \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{\sin \theta_2} &= \frac{\sqrt{2}}{1} \Rightarrow \sin \theta_2 = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta_2 = 30^\circ \\ \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} &= \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \frac{\sin \theta_1}{\sin 30^\circ} = \frac{1}{\sqrt{2}} \\ \Rightarrow \sin \theta_1 &= \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \theta_1 = 45^\circ \end{aligned}$$

گام دوم: حالا ما هستیم و هندسه!

برای درک بهتر، نقاط مهم را مطابق شکل نام‌گذاری می‌کنیم.

مجموع زاویه‌های داخلی مثلث ABC 180° است. بنابراین داریم:

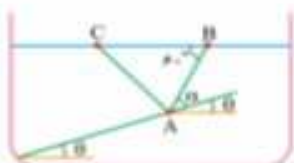
$$\hat{A} + \hat{B} + \hat{C} = 180^\circ$$

$$\hat{A} = 180^\circ - \hat{B} - \hat{C} = 180^\circ - 60^\circ - 45^\circ = 75^\circ$$

با توجه به این که زاویه تابش و بازتاب در آینه با هم برابر است، زاویه‌های که پرتو تابش و پرتو بازتاب با سطح آینه می‌سازد برابر است و آن را α نام‌گذاری می‌کنیم. بنابراین داریم:

$$2\alpha + \hat{A} = 180^\circ \Rightarrow 2\alpha + 75^\circ = 180^\circ \Rightarrow \alpha = 52.5^\circ$$

گام سوم: مطابق شکل با رسم خطی موازی با سطح از نقطه A، طبق خطوط موازی و مورب داریم:



$$\begin{aligned} \theta + \alpha &= 60^\circ \\ \Rightarrow \theta + 52.5^\circ &= 60^\circ \Rightarrow \theta = 7.5^\circ \end{aligned}$$

تست و پاسخ ۴۶

تشت موجی از دو ناحیه عمیق و کم عمق تشکیل شده است. در سطح آب این تشت، امواجی با دوره تناوب 0.5 s ایجاد می کنیم. اگر با ورود موج از ناحیه عمیق به ناحیه کم عمق، تندی انتشار آن 1 m/s تغییر کند، طول موج آن چند سانتی متر و چگونه تغییر می کند؟

بدون تغییر

کاهش

(۳) λ افزایش می یابد

(۴) λ افزایش می یابد

(۱) λ کاهش می یابد

(۲) λ کاهش می یابد

پاسخ: گزینه ۱

مشاوره حتماً به این نکته توجه داشته باشید که تندی انتشار موج در محیط عمیق از کم عمق بیشتر است. (۲) در این مورد دام تستی است.

خودت حل کنی بهتره به کمک رابطه $\lambda = vT$ با توجه به ثابت بودن دوره تناوب در اثر عبور موج از یک محیط به محیط دیگر، اختلاف طول موج در دو حالت را به دست آورید.

درسنامه رابطه طول موج با دوره تناوب و تندی انتشار:

$$\lambda = vT = \frac{v}{f} = \frac{v}{1/T}$$

تندی انتشار (m/s) λ طول موج (m) T دوره تناوب (s) f بسامد (Hz)

(نکته) در امواج سطحی منتشرشده روی سطح آب، با افزایش عمق، تندی انتشار افزایش می یابد.

پاسخ تشریحی با تغییر محیط انتشار موج، دوره تناوب آن تغییر نمی کند ($T_1 = T_2 = 0.5 \text{ s}$). از طرفی تندی انتشار موج در ناحیه کم عمق از ناحیه عمیق، کمتر است ($v_2 < v_1$)؛ بنابراین طبق رابطه $\lambda = vT$ می توان نوشت:

$$\lambda = vT \xrightarrow{T_1=T_2} \lambda_2 - \lambda_1 = (v_2 - v_1)T_1 \xrightarrow{\substack{v_2-v_1=-1 \text{ m/s} \\ T_1=0.5 \text{ s}}} \lambda_2 - \lambda_1 = (-1) \times 0.5$$

$$\Rightarrow \lambda_2 - \lambda_1 = -0.5 \text{ m} = -5 \text{ cm}$$

علامت منفی نشان می دهد که طول موج کاهش یافته است.

تست و پاسخ ۴۷

یک دستگاه لرزه نگار، نخستین موج های اولیه و ثانویه حاصل از یک زمین لرزه را با اختلاف زمانی $3/5 \text{ min}$ دریافت می کند. اگر این موج ها روی خط راست حرکت کنند، زمین لرزه در فاصله چند کیلومتری از محل لرزه نگار رخ داده است؟ (تندی انتشار موج های اولیه و ثانویه به ترتیب 8 km/s و $4/5 \text{ km/s}$ است.)

(۲) 2160

(۴) $73/5$

(۱) 216

(۳) 735

پاسخ: گزینه ۲

مشاوره به مثال های حل شده در متن کتاب درسی توجه کنید. این تست مشابه یکی از آن ها است.

خودت حل کنی بهتره به کمک رابطه ساده $\Delta x = v\Delta t$ ، مدت زمان دریافت هر موج را بر حسب $\frac{\Delta x}{v}$ نوشته، سپس فاصله محل زمین لرزه از لرزه نگار که همان Δx است به دست آورید.

درس نامه

امواج لرزه‌ای، موج‌های مکانیکی‌ای هستند که از لایه‌های زمین عبور می‌کنند. موج اولیه با تندی v_p و در زمان t_p به محل لرزه‌نگار می‌رسد. موج ثانویه نیز با تندی v_s و در زمان t_s به محل لرزه‌نگار می‌رسد. برای محاسبه فاصله محل زمین‌لرزه تا لرزه‌نگار (Δx) به کمک اختلاف زمانی دریافت اولین موج P و S توسط لرزه‌نگار (Δt) داریم:

$$\Delta t = t_s - t_p = \frac{\Delta x}{v_s} - \frac{\Delta x}{v_p} = \frac{(v_p - v_s)\Delta x}{v_s v_p} \Rightarrow \Delta x = \frac{v_s v_p}{v_p - v_s} \Delta t$$

با توجه به رابطه به دست آمده در درس‌نامه می‌توان نوشت:

$$\Delta x = \frac{v_s v_p}{v_p - v_s} \Delta t \xrightarrow[\substack{\Delta t = 2/5 \text{ s}, v_p = 210 \text{ m/s} \\ v_s = 1/5 \text{ km/s}, v_p = 4 \text{ km/s}}]{\Delta t = 2/5 \text{ s}, v_p = 210 \text{ m/s}} \Delta x = \frac{4/5 \times 4}{4 - 1/5} \times 210$$

$$\Rightarrow \Delta x = \frac{36}{3/5} \times 210 = 2160 \text{ km}$$

جوابتون باشه برای حل این تست به اشتباه از رابطه $\Delta x = (v_p - v_s)\Delta t$ استفاده نکنید که به گزینه نادرست ۲ می‌رسید.

تست و پاسخ ۴۸

طنابی به جرم 600 g و طول 2 m با نیروی کشش 240 N بین دو نقطه بسته شده است. اگر در طناب، موجی عرضی با بسامد 200 Hz ایجاد کنیم، طول موج آن چند سانتی‌متر است؟

$$f \leftarrow \quad \quad \quad F \leftarrow$$

$80 \text{ (۴)} \quad \quad \quad 40 \text{ (۳)} \quad \quad \quad 20 \text{ (۲)} \quad \quad \quad 10 \text{ (۱)}$

پاسخ: گزینه ۲

خوبت حل کنی بهتره ابتدا تندی انتشار موج عرضی در طناب را به دست آورید، سپس با داشتن بسامد، طول موج را محاسبه کنید.

درس نامه: تندی انتشار موج عرضی (v) در یک تار یا ریسمان به جرم m و طول L که با نیروی کشش F بین دو نقطه بسته شده است، از رابطه روبه‌رو به دست می‌آید:

$$v = \sqrt{\frac{FL}{m}}$$

پاسخ تشریحی: گام اول، ابتدا به کمک نیروی کشش، طول و جرم طناب، تندی انتشار موج عرضی در طناب را به دست می‌آوریم:

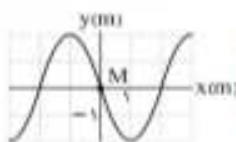
$$v = \sqrt{\frac{FL}{m}} \xrightarrow[\substack{F=240 \text{ N}, L=2 \text{ m} \\ m=0.6 \text{ kg}}]{\substack{F=240 \text{ N}, L=2 \text{ m} \\ m=0.6 \text{ kg}}} v = \sqrt{\frac{240 \times 2}{0.6}} = 40 \text{ m/s}$$

گام دوم، با داشتن تندی انتشار و بسامد موج، طول موج را به دست می‌آوریم:

$$\lambda = \frac{v}{f} \xrightarrow[\substack{v=40 \text{ m/s} \\ f=200 \text{ Hz}}]{\substack{v=40 \text{ m/s} \\ f=200 \text{ Hz}}} \lambda = \frac{40}{200} = 0.2 \text{ m} = 20 \text{ cm}$$

تست و پاسخ ۴۹

تصویر موج منتشرشده در طنابی، در یک لحظه معین به شکل زیر است. اگر سرعت انتشار موج $\vec{v} = (-10 \text{ m/s}) \hat{i}$ باشد، سرعت ذره M از طناب، در این لحظه، برحسب متر بر ثانیه، کدام است؟



توجه شود این نمودار مکان-زمان نیست.

$$-20\pi \hat{j} \text{ (۲)}$$

$$-10\pi \hat{j} \text{ (۴)}$$

$$+20\pi \hat{j} \text{ (۱)}$$

$$+10\pi \hat{j} \text{ (۳)}$$

پاسخ: گزینه ۲

مشاوره: برای پاسخ به این سوال باید به نمودار $y - x$ موج عرضی تسلط کامل داشته باشید و بتوانید از روی نمودار اطلاعات را در مورد طول موج و دامنه به دست آورید.

خودت حل کنی بهتره: به کمک نمودار، دامنه و طول موج را به دست آورده، سپس به کمک روابط $f = \frac{v}{\lambda}$ و $v_{max} = A\omega$ ، بزرگی سرعت ذره M را به دست آورید و در نهایت به کمک جهت انتشار موج، جهت حرکت ذره M را تعیین کنید.

درسنامه

- نکات ۱** بیشینه تندی نوسان هر ذره نوسان کننده، در وسط پاره خط نوسان بوده و برابر است با:
- دامنه نوسان (m)
- بسامد زاویه‌ای (Rad/s) $\rightarrow v_{max} = A\omega$
- بیشینه تندی نوسان (m/s)
- ۲** هرگاه جهت انتشار موج عرضی به سمت چپ باشد، یعنی آشفتگی‌ها از راست به چپ منتقل می‌شوند و هر ذره از محیط می‌خواهد حرکت ذره سمت راست خود را تکرار کند.
- ۳** فاصله نوقله متوالی در نمودار $y - x$ موج، برابر با طول موج (λ) و بیشترین فاصله از نقطه تعادل در نمودار $y - x$ موج، برابر با دامنه (A) است.

پاسخ تشریحی: با توجه به نکته ۳ درسنامه، طول موج برابر با ۴ متر و دامنه، برابر با ۲ متر است. از طرفی چون جهت انتشار موج به سمت چپ است، درمی‌یابیم ذره M در حال حرکت به سمت پایین بوده و با توجه به نکته ۱ درسنامه، تندی آن بیشینه تندی نوسان است؛ بنابراین سرعت ذره M برابر با $\vec{v}_M = -v_{max} \vec{j}$ است.

می‌توان نوشت:

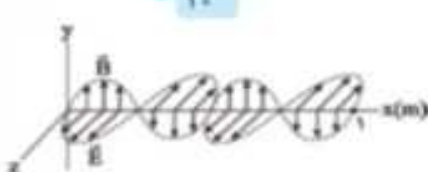
$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{10}{4} = 2.5 \text{ Hz}$$

$$v_{max} = A\omega \xrightarrow{\omega = 2\pi f} v_{max} = A\omega = A2\pi f = 2 \times 2\pi \times 2.5 = 10\pi \text{ m/s}$$

$$\Rightarrow \vec{v}_M = -10\pi \vec{j} \text{ (m/s)}$$

تست و پاسخ ۵۰

تصویر یک موج الکترومغناطیسی که در خلأ منتشر شده است، در یک لحظه، به شکل زیر است. بسامد این موج بر حسب مگاهرتز و جهت انتشار آن کدام است؟ ($c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$)



- (۱) ۶۰۰ در جهت محور x
- (۲) ۶۰۰ در خلاف جهت محور x
- (۳) ۱۲۰۰ در جهت محور x
- (۴) ۱۲۰۰ در خلاف جهت محور x

پاسخ: گزینه ۲

مشاوره: چون نمودار موج الکترومغناطیسی شلوغ است، ممکن است عددی که بر روی محور x نوشته می‌شود و می‌توان به کمک آن طول موج را به دست آورد، نادیده گرفته شود.

خودت حل کنی بهتره: ابتدا با توجه به نمودار موج الکترومغناطیسی، طول موج را به دست آورده و به کمک آن طبق رابطه $f = \frac{c}{\lambda}$ ، بسامد موج را به دست آورید و در نهایت به کمک قاعدة دست راست، جهت انتشار موج را تعیین کنید.

درسنامه

قاعده دست راست برای یافتن جهت انتشار موج الکترومغناطیسی به کمک جهت میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی در یک نقطه:

چهار انگشت باز شده: جهت میدان الکتریکی (\vec{E})

عمود بر کف دست: جهت میدان مغناطیسی (\vec{B})

انگشت شست: جهت انتشار موج الکترومغناطیسی (\vec{V})

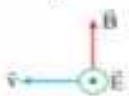
هنگام انتشار امواج الکترومغناطیسی در خلأ داریم:

تندی انتشار موج
الکترومغناطیسی در خلأ

$$\lambda = \frac{c}{f} = cT$$

پاسخ تشریحی با توجه به تصویر موج الکترومغناطیسی درمی‌یابیم $2\lambda = 1 \text{ m}$ بنابراین طول موج (λ) برابر با 0.5 m است. از طرفی با داشتن تندی انتشار، بسامد موج را به دست می‌آوریم:

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{0.5 \text{ m}} = 6 \times 10^8 \text{ Hz} = 600 \text{ MHz}$$



از طرفی به کمک قاعده دست راست در یک نقطه، جهت انتشار موج الکترومغناطیسی را به دست می‌آوریم:

اگر چهار انگشت باز شده دست راست را در جهت \vec{E} قرار دهیم، به طوری که بردار میدان مغناطیسی (\vec{B}) از کف دست خارج شود، انگشت شست جهت انتشار موج (\vec{V}) را نشان می‌دهد که در خلاف جهت محور x است.

حواستون باشد! اگر به اشتباه $2\lambda = 1$ در نظر گرفته شود، به گزینه نادرست **۲** می‌رسید.

تست و پاسخ ۵۱

اگر تراز شدت صوت، در فاصله ۶۰ متری از یک چشمه صوت 90 dB باشد، تراز شدت صوت، در فاصله 120 متری از آن چشمه، چند دسی‌بل است؟ $\log 2 = 0.3$ و جذب و اتلاف انرژی صوتی در محیط ناچیز فرض می‌شود.

۹۶ (۴)

۹۳ (۳)

۸۷ (۲)

۸۴ (۱)

پاسخ: گزینه ۱

مشاوره مشابه این سوال در کنکورهای اخیر، بسیار دیده شده است و در کنکورهای آینده نیز به احتمال زیاد خواهد آمد.

خود حل کنی بهتره با توجه به رابطه اختلاف تراز شدت صوت و با داشتن مربع نسبت فاصله‌ها که معکوس نسبت شدت صوت در دو حالت است، تراز شدت صوت را در حالت دوم به دست آورید.

درسنامه

اگر از جذب انرژی موج صوتی توسط محیط صرف نظر کنیم، شدت صوت، با مربع فاصله از چشمه صوت رابطه عکس دارد. پس برای محاسبه تغییر تراز شدت صوت داریم:

$$\beta_r - \beta_l = 10 \log \frac{I_r}{I_l} \xrightarrow{\frac{I_r}{I_l} = \left(\frac{r_l}{r_r}\right)^2} \beta_r - \beta_l = 20 \log \frac{r_l}{r_r}$$

تراز شدت صوت در حالت دوم بر حسب (dB) فاصله از چشمه در حالت اول

تراز شدت صوت در حالت اول بر حسب (dB) فاصله از چشمه در حالت دوم

پاسخ تشریحی با توجه به این که از جذب انرژی صوت توسط محیط صرف نظر شده است، بنابراین تنها تغییر در فاصله از چشمه، باعث

$$\beta_r - \beta_l = 20 \log \frac{r_l}{r_r}$$

تغییر تراز شدت صوت شده است و می‌توان نوشت:

$$\frac{\beta_2 - \beta_1}{\beta_1} = \frac{P_2 - P_1}{P_1} = \frac{1}{2} \rightarrow \beta_2 - 90 = 2 \cdot \log \frac{1}{2} = 2 \cdot \log 2^{-1} = -2 \cdot \log 2$$

$$\xrightarrow{\log 2 = 0.3} \beta_2 - 90 = -2 \times (0.3) = -0.6 \Rightarrow \beta_2 = 90 - 0.6 = 89.4 \text{ dB}$$

تکلیف: بدون محاسبه می‌توان گفت با توجه به دور شدن از چشمه صوت باید نرکز شدت صوت کاهش یابد؛ پس (۲) و (۳) نادرست هستند.

تست و پاسخ ۵۲

زاویه بین دو آینه تخت M_1 و M_2 برابر با α است. پرتو نوری با زاویه تابش 55° به آینه M_1 می‌تابد و پس از بازتاب از آن به آینه M_2 می‌رسد. اگر زاویه بازتاب پرتو از آینه M_2 برابر با 50° باشد، α چند درجه است؟

نسبت به خط عمود

(۲) ۸۵

(۱) ۷۵

(۴) ۱۰۵

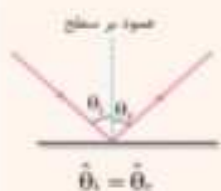
(۳) ۹۵

پاسخ: گزینه (۴)

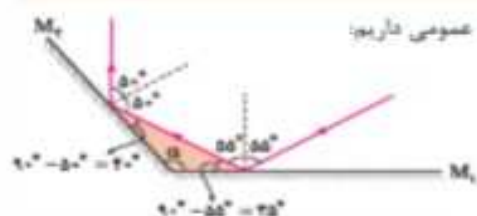
مشاوره: برای حل این سوال کافی است شکل را رسم کنید و قوانین هندسی و بازتاب را بر روی شکل پیاده کنید.

خودت حل کنی بهتره: به کمک قانون بازتاب عمومی و قواعد ساده هندسی، شکل را رسم کرده و زاویه بازتاب از آینه ۲ را به دست آورید.

درسنامه



قانون بازتاب عمومی: برای هر وضعیت از مانع و همه انواع موج، همواره زاویه تابش $(\hat{\theta}_i)$ با زاویه بازتابش $(\hat{\theta}_r)$ برابر است.



با توجه به توضیحات مسئله، مطابق شکل زیر و به کمک قانون بازتاب عمومی داریم:

$$\Rightarrow \alpha + 40^\circ + 35^\circ = 180^\circ \Rightarrow \alpha = 105^\circ$$

تست و پاسخ ۵۳

شکل زیر جبهه‌های موجی را نشان می‌دهد که بر مرز محیط‌های R و I فرود آمده‌اند. کدام مقایسه دربارهٔ تندی انتشار موج (v) و بسامد (f) در این دو محیط، درست است؟



خطهای موازی

$$f_R > f_I \text{ (۲)}$$

$$f_I > f_R \text{ (۱)}$$

$$v_R > v_I \text{ (۴)}$$

$$v_I > v_R \text{ (۳)}$$

پاسخ: گزینه (۳)

مشاوره: پرسش‌ها و مسئله‌های دوره‌ای در آخر فصل‌های کتاب درسی را به دقت مطالعه کنید. این تست براساس یکی از همین پرسش‌ها مطرح شده است.

خودت حل کنی بهتره: با توجه به شکل، به کمک مقایسه فاصله جبهه‌های موج در دو حالت و قانون شکست عمومی، تندی انتشار موج در دو محیط را مقایسه کنید.

درسنامه

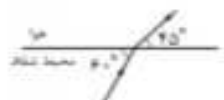
- (۱) هنگام انتشار موج، از محیطی به محیط دیگر، بسامد آن تغییر نمی‌کند؛ پس در پدیده شکست موج، بسامد ثابت می‌ماند.
- (۲) فاصله بین دو جبهه متوالی موج را طول موج می‌گوییم. طبق رابطه $\lambda = \frac{v}{f}$ ، طول موج با تندی انتشار موج، نسبت مستقیم دارد:
- $$\frac{\lambda_r}{\lambda_i} = \frac{v_r}{v_i}$$
- λ = طول موج (m) v = تندی انتشار موج (m/s) f = بسامد (Hz)

پس‌تجزیه

با توجه به این‌که در اثر شکست موج، بسامد تغییر نمی‌کند ($f_i = f_R$) و این‌که فاصله جبهه‌های متوالی موج (λ) در محیط I بیشتر از محیط R است ($\lambda_i > \lambda_R$)، طبق رابطه $\lambda = \frac{v}{f}$ درمی‌یابیم تندی انتشار موج نیز در محیط I از محیط R بیشتر است. ($v_i > v_R$)، بنابراین (۲) صحیح است.

تست و پاسخ ۵۴

در شکل زیر، پرتو نوری از هوا، وارد محیط شفاف شده است. کدام یک از موارد زیر درباره این پرتو نور درست است؟



- الف) ضریب شکست محیط شفاف $\sqrt{2}$ برابر ضریب شکست هواست.
- ب) تندی انتشار نور در محیط شفاف $\sqrt{2}$ برابر تندی انتشار آن در هواست.
- پ) طول موج نور در هوا $\sqrt{2}$ برابر طول موج نور در محیط شفاف است.
- ت) بسامد نور در هوا $\sqrt{2}$ برابر بسامد نور در محیط شفاف است.
- (۱) الف و ب (۲) الف و ت (۳) ب و پ (۴) پ و ت

پاسخ: گزینه ۱

مشاوره حتماً جواستان باشد که زوایای نشان داده شده θ_i و θ_r نیستند، بلکه متمم θ_i و θ_r هستند.

خودت حل کنی بهتره به کمک قانون شکست عمومی و قانون شکست اسنل موارد را بررسی کنید.

درسنامه



- (۱) قانون شکست اسنل برای شکست موج‌های نورانی به صورت زیر به کار می‌رود:
- $n_i =$ ضریب شکست محیط اول
- $n_r =$ ضریب شکست محیط دوم
- $n_i \sin \theta_i = n_r \sin \theta_r$
- $\theta_i =$ زاویه تابش = زاویه بین پرتو تابش با خط عمود
- $\theta_r =$ زاویه شکست = زاویه بین پرتو شکست با خط عمود

(۲) قانون شکست عمومی: اگر تندی انتشار موج تابش را با v_i و تندی انتشار موج شکست‌یافته را با v_r نشان دهیم، رابطه زیر برقرار است:

$$\frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_i} = \frac{v_r}{v_i} = \frac{\lambda_r}{\lambda_i}$$

پس‌تجزیه

به بررسی موارد می‌پردازیم (هوا محیط (۱) و محیط شفاف، محیط (۲) است.)

مورد «الف» صحیح است؛ زیرا با کمک قانون شکست اسنل می‌توان نوشت:

$$\frac{n_r}{n_i} = \frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} \quad \begin{matrix} \theta_i = 90^\circ - 45^\circ = 45^\circ \\ \theta_r = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ \end{matrix} \rightarrow \frac{n_r}{n_i} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 60^\circ} = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} = \sqrt{\frac{2}{3}}$$

$$\frac{v_r}{v_i} = \frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_i} \Rightarrow \frac{v_r}{v_i} = \frac{\sin \varphi \cdot c}{\sin \varphi \cdot c} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon}} = \frac{\sqrt{\epsilon}}{\epsilon} \quad (I)$$

مورد «ب» غلط است زیرا طبق قانون شکست عمومی داریم:

$$\frac{\lambda_r}{\lambda_i} = \frac{v_i}{v_r} \xrightarrow{(I)} \frac{\lambda_r}{\lambda_i} = \sqrt{\epsilon}$$

مورد «پ» صحیح است زیرا طبق رابطه $\lambda = \frac{v}{f}$ و با توجه به ثابت بودن بسامد داریم:

مورد «ت» غلط است زیرا در اثر شکست موج، بسامد تغییر نمی‌کند.

بنابراین موارد «الف» و «پ» درست هستند.