۱ با توجه به نکات فوق می‌توان نوشت:

$$p_{max} = A\sqrt{km} \rightarrow \frac{p_{max_A}}{p_{max_B}} = \frac{A_A}{A_B} \times \sqrt{\frac{k_A}{k_B} \times \frac{m_A}{m_B}}$$

$$\rightarrow \frac{p_{max_A}}{p_{max_B}} = \frac{۴}{۶} \times \sqrt{\frac{۲۰۰}{۸۰۰} \times \frac{۵۰۰}{۲۵۰}}$$

$$\rightarrow \frac{p_{max_A}}{p_{max_B}} = \frac{۲}{۳} \times \sqrt{\frac{۱}{۲}} = \frac{\sqrt{۲}}{۳}$$

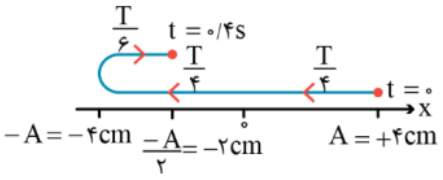
دقت کنید که نوسانگر B روی پاره‌خطی به طول ۱۲cm نوسان می‌کند، پس دامنهٔ آن ۶cm است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲

گام اول:

رسم مسیر حرکت در ۰/۴s اول و محاسبهٔ دورهٔ تناوب:




$$\Delta t = \frac{T}{۴} + \frac{T}{۴} + \frac{T}{۶} = \frac{۲T}{۳} \rightarrow ۰/۴ = \frac{۲T}{۳} \rightarrow T = ۰/۶s$$

گام دوم:

نوشتن معادلهٔ مکان ـ زمان و محاسبهٔ مکان در لحظهٔ $t = ۰/۹s$:

$$\begin{cases} x = A\cos(\omega t) \\ A = ۴cm = ۰/۰۴m \\ \omega = \frac{۲\pi}{T} = \frac{۲\pi}{۰/۶} = \frac{۱۰\pi}{۳}\frac{rad}{s} \end{cases} \rightarrow x = ۰/۰۴\cos(\frac{۱۰\pi}{۳}t) \xrightarrow{t=۰/۹s} x = ۰/۰۴\cos(\frac{۱۰\pi}{۳} \times ۰/۹) = -۰/۰۴m$$

گام سوم:

محاسبهٔ شتاب در لحظهٔ $t = ۰/۹s$:

$$a = -\omega^۲x \rightarrow a = -(\frac{۱۰\pi}{۳})^۲ \times (-۰/۰۴) = \frac{۴\pi^۲}{۹}\frac{m}{s^۲}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳

**گام اول:**

محاسبهٔ دامنهٔ نوسان (A):

نوسانگر روی پاره‌خطی به طول ۱۰cm حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد، پس دامنهٔ نوسان (A) برابر است با:

$$\text{دامنهٔ نوسان}(A)=\frac{\text{طول پاره‌خط نوسان}}{۲}\xrightarrow{\text{طول پاره‌خط نوسان}=۱۰cm}\text{دامنهٔ نوسان}(A)=\frac{۱۰}{۲}=۵cm$$

$$\rightarrow A=۵cm=\frac{۵}{۱۰۰}m$$

**گام دوم:**

محاسبهٔ انرژی مکانیکی (E):

در حرکت هماهنگ ساده چون از نیروهای تلف‌کنندهٔ انرژی چشم‌پوشی می‌کنیم، انرژی مکانیکی نوسانگر ثابت می‌ماند و در هر لحظه برابر با مجموع انرژی جنبشی و پتانسیل نوسانگر است:

$$E=K+U\xrightarrow{K+U=۱۰۰J}E=۱۰۰J$$

**گام سوم:**

محاسبهٔ بسامد زاویه‌ای نوسان ( $\omega$ ) با داشتن انرژی مکانیکی (E)، دامنهٔ نوسان (A) و جرم نوسانگر (m):

$$E=\frac{۱}{۲}m\omega^۲A^۲\xrightarrow[m=۲kg\ ,\ A=۵cm=\frac{۵}{۱۰۰}m]{E=۱۰۰J}۱۰۰=\frac{۱}{۲}\times۲\times\omega^۲\times(\frac{۵}{۱۰۰})^۲\rightarrow\omega^۲=\frac{۱۰^۶}{۲۵}\rightarrow\omega^۲=\frac{۱۰۰\times۱۰^۴}{۲۵}$$

$$\rightarrow\omega^۲=۴\times۱۰^۴\rightarrow\omega=۲\times۱۰^۲\frac{rad}{s}$$

**گام چهارم:**

نوشتن معادلهٔ مکان ـ زمان نوسانگر برای محاسبهٔ مکان نوسانگر در لحظهٔ $t=\frac{\pi}{۲۴}s$:

$$x=A\cos\omega t\xrightarrow[\omega=۲\times۱۰^۲\frac{rad}{s}]{A=۵cm=\frac{۵}{۱۰۰}m}x=\frac{۵}{۱۰۰}\cos(۲۰۰)t\xrightarrow{t=\frac{\pi}{۲۴}s}x=\frac{۵}{۱۰۰}\cos\left(۲\times۱۰^۲\times\frac{\pi}{۲۴}\right)$$

$$\rightarrow x=\frac{۵}{۱۰۰}\cos\left(\frac{۲۵\pi}{۳}\right)\xrightarrow{\cos\frac{۲۵\pi}{۳}=\cos(\frac{۲۴\pi}{۳}+\frac{\pi}{۳})=\cos(۸\pi+\frac{\pi}{۳})=\cos\frac{\pi}{۳}=\frac{۱}{۲}}x=\frac{۵}{۱۰۰}\times\frac{۱}{۲}=\frac{۱}{۴۰}m$$

**و اما در گام آخر:**

محاسبهٔ بزرگی نیروی وارد بر نوسانگر با استفاده از معادلهٔ نیرو ـ مکان ($F=-m\omega^۲x$):

$$F=-m\omega^۲x\xrightarrow[m=۲kg\ ,\ \omega=۲\times۱۰^۲\frac{rad}{s}\ ,\ x=\frac{۱}{۴۰}m]{}F=-۲\times(۲\times۱۰^۲)^۲\times\frac{۱}{۴۰}\rightarrow F=-۲\times۴\times۱۰^۴\times\frac{۱}{۴۰}$$

$$\rightarrow F=-۲۰۰۰\xrightarrow{\text{بزرگی نیرو}}F=۲۰۰۰N$$

علامت منفی در رابطه بالا نشان‌دهندهٔ جهت نیروی وارد بر نوسانگر است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

## ۴

### گام اول:

محاسبهٔ شتاب جاذبه در فاصلهٔ $R_e$ از سطح زمین $(g_2)$:

آونگ به فاصلهٔ $R_e$ از سطح زمین منتقل شده است، پس فاصلهٔ آونگ از مرکز زمین برابر با $r_2 = R_e + R_e = 2R_e$ خواهد شد:

$$g = G\frac{M_e}{r^2} \xrightarrow[G:\text{ثابت}]{M_e:\text{ثابت (جرم کرهٔ زمین)}} \frac{g_2}{g_1} = (\frac{r_1}{r_2})^2 \xrightarrow[r_1=R_e\ ,\ r_2=2R_e]{g_1=10\frac{m}{s^2}\ (\text{شتاب جاذبه در سطح زمین})} \frac{g_2}{10} = (\frac{R_e}{2R_e})^2$$

$$\rightarrow \frac{g_2}{10} = \frac{1}{4} \rightarrow g_2 = \frac{5}{2}\frac{m}{s^2}$$

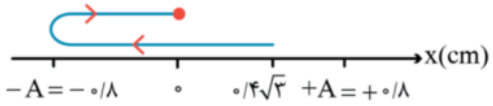
### گام دوم:

محاسبهٔ دورهٔ تناوب آونگ در فاصلهٔ $R_e$ از سطح زمین $(T_2)$:

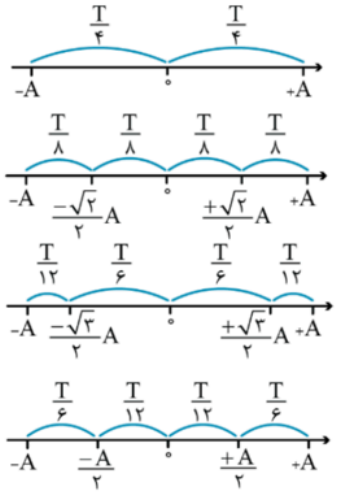
$$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g_2}} \xrightarrow[\pi=3\ ,\ g_2=\frac{5}{2}\frac{m}{s^2}]{L=10\,cm=\frac{1}{10}m} T_2 = 2\times 3\sqrt{\frac{\frac{1}{10}}{\frac{5}{2}}} \rightarrow T_2 = 2\times 3\times\frac{1}{5} = \frac{6}{5}s$$

### گام سوم:

بیش‌ترین تندی هر نوسانگری که حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد از جمله این آونگ ساده، در نقطهٔ تعادل $(x = 0)$ رخ می‌دهد. پس برای اینکه این آونگ از مکان $x = 0/4\sqrt{3}cm$ برای دومین بار در کوتاه‌ترین زمان ممکن به بیش‌ترین تندی خود برسد، باید مسیر زیر را بپیماید:

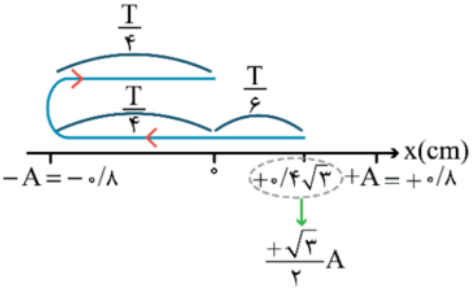



برای محاسبه مدت‌زمان این حرکت می‌توانیم از بازه‌های زمانی مهم کمک بگیریم. بازه‌های زمانی مهم عبارتند از:




پس با توجه به بازه‌های زمانی مهم داریم:

مکان $x = 0/4\sqrt{3}cm$، برابر $+\frac{\sqrt{3}}{2}A$، یعنی $+\frac{\sqrt{3}}{2}\times 0/8 = +0/4\sqrt{3}cm$ است، پس نوسانگر در این مسیر حرکت، ابتدا از مکان $x = 0/4\sqrt{3}cm$ به نقطهٔ تعادل $(x = 0)$ رفته که با توجه به بازه‌های زمانی مهم، این حرکت $\frac{T}{6}$ به طول می‌انجامد و سپس این نوسانگر از نقطهٔ تعادل $(x = 0)$ به مکان $-A = -0/8cm$ رفته که این حرکت به اندازهٔ $\frac{1}{4}$ دورهٔ تناوب به طول می‌انجامد و در نهایت این نوسانگر از مکان $-A = -0/8cm$ به نقطهٔ تعادل $(x = 0)$ رفته که این حرکت نیز به اندازهٔ $\frac{1}{4}$ دورهٔ تناوب به طول می‌انجامد ،پس داریم:




$$\frac{T}{6}+\frac{T}{4}+\frac{T}{4} = \frac{2T+3T+3T}{12} = \frac{8T}{12} \xrightarrow{T=\frac{6}{5}s} \frac{8\times\frac{6}{5}}{12} = 0/8s$$

پس حداقل $0/8s$ طول می‌کشد تا این آونگ از مکان $0/4\sqrt{3}cm$ برای دومین بار به بیشترین تندی خود برسد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

www.MrKonkor.com
SanjeshCloud

**۵** با مقایسهٔ معادلهٔ داده‌شده با فرم کلی معادلهٔ مکان ـ زمان در نوسان هماهنگ ساده داریم:

$$\begin{cases} x = ۰/۰۰۴\cos(۱۰۰\pi t) \\ x = A\cos(\omega t) \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \omega = ۱۰۰\pi \dfrac{rad}{s} \rightarrow f = ۵۰Hz \\ A = ۰/۰۰۴m = ۰/۴cm \end{cases}$$

**بررسی موارد:**

**الف:** طول پاره‌خط نوسان برابر با $۲A = ۰/۸cm$ است. (✓)

**ب:** تعداد نوسان‌ها در هر ثانیه، همان بسامد است که برابر با $۵۰Hz$ می‌باشد. (✓)

**ج:** تعداد نوسان‌ها در هر دقیقه، برابر است با:

$$f = \frac{n}{t} \rightarrow ۵۰ = \frac{n}{۶۰} \rightarrow n = ۳۰۰۰$$

در هر نوسان کامل، مسافت $۴A$ طی می‌شود، بنابراین داریم:

$$\text{مسافت کل} : \ell = ۳۰۰۰ \times ۴A = ۳۰۰۰ \times ۴ \times ۰/۰۰۴ = ۴۸m \quad (✓)$$

**د:** بیشینهٔ شتاب نوسانگر برابر است با:

$$a_{max} = A\omega^۲ = ۰/۰۰۴ \times (۱۰۰\pi)^۲ = ۴۰\pi^۲ = ۴۰۰ \frac{m}{s^۲} \quad (✓)$$

هر چهار عبارت صحیح هستند.

(مازاد ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۶** برای پاسخ دادن به این سؤال به نکات زیر توجه کنید:

۱ـ در لحظات $t_۱$ و $t_۳$، نوسانگر از نقطهٔ تعادل می‌گذرد و بزرگی سرعت آن بیشینه است. با توجه به این‌که شیب نمودار مکان - زمان در لحظهٔ $t_۳$ مثبت است، در این لحظه جهت حرکت متحرک در جهت محور $x$ است.

۲ـ در لحظات $t_۲$ و $t_۴$، متحرک در نقاط بازگشتی قرار دارد و اندازهٔ شتاب آن بیشینه است. در لحظهٔ $t_۴$، مکان نوسانگر، مثبت است و در نتیجه شتاب بیشینه، منفی خواهد بود.

(مازاد ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۷**

**گام اول:**

مطابق نکتهٔ فوق می‌توان نوشت:

$$k\Delta L = m(g+a) \Rightarrow k\times(۰/۱۱۴-۰/۱) = m(۱۰+۴)$$

$$\rightarrow k\times ۰/۰۱۴ = ۱۴m \Rightarrow \frac{k}{m} = \frac{۱۴}{۰/۰۱۴} = ۱۰۰۰ \rightarrow \frac{m}{k} = \frac{۱}{۱۰۰۰}$$

**گام دوم:**

با داشتن نسبت $\frac{m}{k}$، دورهٔ نوسان به‌دست می‌آید.

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = ۲\sqrt{۱۰}\times\sqrt{\frac{۱}{۱۰۰۰}} = ۰/۲s$$

دقت کنید که $m$ و $k$ را نمی‌توانیم جداگانه محاسبه کنیم و فقط نسبت آن‌ها را به دست آوردیم که برای حل سؤال کافی بود.

**گام سوم:**

تعداد نوسان‌های کامل در مدت ۳۰ ثانیه برابر است با:

$$n = \frac{t}{T} = \frac{۳۰}{۰/۲} = ۱۵۰$$

**گام چهارم:**

مسافت طی‌شده برابر است با:

$$\ell = n\times ۴A = ۱۵۰\times ۴\times ۰/۰۲ = ۱۲m$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۸**

با توجه به نمودار داده‌شده، انرژی مکانیکی نوسانگر برابر است با:

$$E = K+U = ۰/۱۸+۰/۰۶ = ۰/۲۴J$$

در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل برابر $U = ۰/۱۴J$ باشد، انرژی جنبشی برابر $K = E-U = ۰/۲۴-۰/۱۴ = ۰/۱J$ است و بزرگی تکانه در این لحظه برابر است با:

$$K = \frac{p^۲}{۲m} \rightarrow ۰/۱ = \frac{p^۲}{۲\times ۵۰\times ۱۰^{-۳}} \rightarrow p^۲ = ۰/۰۱ \rightarrow p = ۰/۱\frac{kg.m}{s}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۹**

**گام اول:**

در نقاط $\pm\frac{\sqrt{۲}}{۲}A$ انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی، برابر است، بنابراین:

$$۳\sqrt{۲}cm = \frac{\sqrt{۲}}{۲}A \rightarrow A = ۶cm$$

**گام دوم:**

بسامد زاویه‌ای این نوسانگر را از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آوریم:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{۲۰۰}{۰/۲}} = \sqrt{۱۰۰۰} = ۱۰\sqrt{۱۰}\frac{rad}{s}$$

**گام سوم:**

حداکثر تکانه را از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آوریم:

$$p_{max} = mv_{max} = mA\omega = ۰/۲\times ۰/۰۶\times ۱۰\sqrt{۱۰} = ۰/۱۲\sqrt{۱۰}\frac{kg.m}{s}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۱۰** برای آن‌که نوسانگر از نقطه‌ای با بیشینهٔ انرژی پتانسیل (نقاط بازگشتی) به نقطه‌ای با کمینهٔ انرژی پتانسیل (نقطهٔ تعادل) برسد، حداقل به $\frac{T}{۴}$ زمان نیاز است، بنابراین داریم:

$$\frac{T}{۴}=۱۲۵ms \rightarrow T=۵۰۰ms=۰/۵s$$

بسامد زاویه‌ای این نوسانگر برابر است با:

$$\omega=\frac{۲\pi}{T}=۴\pi\frac{rad}{s}$$

اندازهٔ بیشینهٔ نیرو برابر است با:

$$F_{max}=mA\omega^{۲} \rightarrow F_{max}=۰/۲۵\times۰/۰۲\times(۴\pi)^{۲}=۰/۸J$$

دقت کنید که دامنهٔ نوسان نصف طول پاره‌خط نوسان است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۱**

گام اول:

در حالت تعادل، نیروی فنر برابر نیروی وزن جسم است، بنابراین داریم:

$$F_e=mg \rightarrow k\Delta L=mg \rightarrow ۱۰۰\Delta L=۰/۹\times۱۰ \rightarrow \Delta L=\frac{۹}{۱۰۰}m=۹cm$$

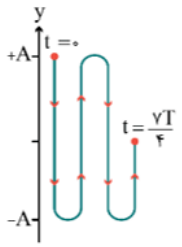
بنابراین نقطهٔ تعادل $۹cm$ پایین‌تر از طول عادی فنر است و هنگامی که نوسانگر را از طول عادی رها می‌کنیم، با دامنهٔ $A=۹cm$ نوسان می‌کند.

گام دوم:

دورهٔ نوسان برابر است با:

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}}=۲\sqrt{۱۰}\times\sqrt{\frac{۰/۹}{۱۰۰}}=۲\times۰/۳=۰/۶s$$

گام سوم:




مدت زمان $\Delta t=۱/۰۵s$ برابر $\frac{۷}{۴}T$ است. در این مدت جابه‌جایی و مسافت طی شده برابر هستند با:

$$\text{مسافت}: \ell=۷A=۶۳cm$$

$$\text{جابه‌جایی}: \Delta y=-A=-۹cm$$

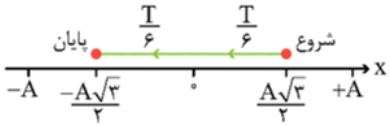
$$\rightarrow \ell-|\Delta y|=۶۳-۹=۵۴cm$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



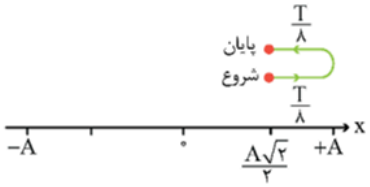
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۱۲** برای اینکه در مدت $\frac{T}{۳}$ ثانیه نوسانگر بیشترین مسافت را طی کند این نوسانگر باید در این مدت حداکثر سرعت ممکن را داشته باشد و می‌دانیم که حداکثر سرعت ممکن در حول نقطهٔ تعادل رخ می‌دهد، بنابراین در این راستا بازهٔ زمانی $\frac{T}{۳}$ را نصف و در طرفین نقطهٔ تعادل قرار می‌دهیم:




$$\ell_۱ = ۲(\frac{\sqrt{۳}}{۲})A = \sqrt{۳}A \simeq ۱/۷A$$

برای اینکه در مدت $\frac{T}{۴}$ ثانیه نوسانگر کمترین مسافت را طی کند این نوسانگر باید در این مدت حداقل سرعت ممکن را داشته باشد و می‌دانیم که حداقل سرعت ممکن در حول نقاط بازگشتی رخ می‌دهد، بنابراین در این راستا بازهٔ زمانی $\frac{T}{۴}$ را نصف و در طرفین یکی از نقاط بازگشتی قرار می‌دهیم:




$$\ell_۲ = ۲(۱-\frac{\sqrt{۲}}{۲})A \rightarrow \ell_۲ = (۲-\sqrt{۲})A \simeq ۰/۶A$$

بنابراین:

$$\Delta\ell = |\ell_۲ - \ell_۱| = ۱/۱A$$

حال می‌دانیم که دامنهٔ حرکت برابر $A$ و طول پاره‌خط نوسان، ۲ برابر دامنه، یعنی برابر $۲A$ می‌باشد، بنابراین نسبت خواسته‌شده برابر است با:

$$\frac{۱/۱A}{۲A} = ۰/۵۵$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۳** دورهٔ هر نوسانگر را محاسبه می‌کنیم:

$$T_۱ = ۲\pi\sqrt{\frac{m_۱}{k_۱}} = ۲\pi\sqrt{\frac{۰/۵}{۲۰۰}} = \frac{\pi}{۱۰}s$$

$$T_۲ = ۲\pi\sqrt{\frac{m_۲}{k_۲}} = ۲\pi\sqrt{\frac{۴}{۴۰۰}} = \frac{۲\pi}{۱۰}s$$

پس از شروع حرکت، در مدت $\frac{T_۱}{۲} = \frac{\pi}{۲۰}s$، نوسانگر (۱) به مکان $x=-A$ می‌رود و فنر دارای کمترین طول می‌شود. اگر دقت کنید این زمان برابر $\frac{T_۲}{۴}$ است، یعنی در این مدت، نوسانگر (۲) از مکان $x=+A$ به نقطهٔ تعادل می‌رسد. انرژی جنبشی جسم (۲) در نقطهٔ تعادل برابر با انرژی مکانیکی آن است و می‌توان نوشت:

$$E_۲ = \frac{۱}{۲}k_۲A^۲ = \frac{۱}{۲}\times ۴۰۰\times(\frac{۴}{۱۰۰})^۲ = ۰/۳۲J$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۴** **بررسی موارد:**

**الف:** امواج مکانیکی برای انتشار نیاز به محیط مادی دارند. امواجی که روی سطح آب ایجاد می‌شوند، نمونه‌ای از امواج مکانیکی هستند. (✓)

**ب:** امواج صوتی، موج مکانیکی هستند. (✗)

**ج:** راستای انتشار امواج عرضی بر راستای ارتعاش ذرات محیط، عمود است، در حالی که برای امواج طولی، این دو راستا با هم موازی هستند. (✓)

**د:** تندی انتشار امواج الکترومغناطیسی در خلأ از رابطهٔ $v = (\mu.\varepsilon.)^{-\frac{۱}{۲}}$ به‌دست می‌آید. (✗)

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۱۵** فاصلهٔ یک برآمدگی و فرورفتگی مجاور برابر نصف طول موج است، بنابراین:

$$\frac{\lambda}{۲}=۴۰\,cm\rightarrow\lambda=۸۰\,cm=۰/۸m$$

$$\lambda=\frac{v}{f}\rightarrow۰/۸=\frac{v}{۱/۵}\rightarrow v=۱/۲\frac{m}{s}$$

دقت کنید اگر عمق آب بیشتر شود، تندی انتشار امواج سطحی آب نیز بیشتر می‌شود، بنابراین چون بسامد، ثابت است، طول موج نیز افزایش می‌یابد.

$$\lambda=\frac{v}{f}\xrightarrow[\text{ثابت:}f]{\text{افزایش:}v}\lambda\uparrow$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۶**

**گام اول:**

تندی انتشار موج عرضی در سیم، برابر است با:

$$v=\sqrt{\frac{FL}{m}}=\sqrt{\frac{۸۰\times۲۰}{۱}}=\sqrt{۱۶۰۰}=۴۰\frac{m}{s}$$

**گام دوم:**

بسامد موج برابر است با:

$$f=\frac{v}{\lambda}\rightarrow f=\frac{۴۰}{۰/۲}=۲۰۰\,Hz$$

**گام سوم:**

بیشینهٔ تندی نوسان ذرات سیم برابر است با:

$$v_{max}=A\omega=A\times۲\pi f\rightarrow v_{max}=۰/۵\times۱۰^{-۲}\times۲\pi\times۲۰۰=۲\pi\frac{m}{s}$$

**گام چهارم:**

نسبت خواسته‌شده برابر است با:

$$\frac{v}{v_{max}}=\frac{۴۰}{۲\pi}=\frac{۲۰}{\pi}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۷

گام اول:

مقدار متوسط آهنگ انتقال انرژی (توان متوسط) در یک موج سینوسی برای همهٔ انواع امواج مکانیکی با مربع دامنه ($A^۲$) و نیز مربع بسامد ($f^۲$) موج متناسب است ($P_{av} \propto A^۲f^۲$). برای مقایسهٔ مقدار متوسط آهنگ انتقال انرژی دو ریسمان، به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$\frac{P_{av(A)}}{P_{av(B)}} = (\frac{A_A}{A_B})^۲ \times (\frac{f_A}{f_B})^۲ \xrightarrow[\frac{A_A}{A_B}=۲]{\frac{P_{av(A)}}{P_{av(B)}}=۶۴} ۶۴ = (۲)^۲ \times (\frac{f_A}{f_B})^۲$$

$$\rightarrow (\frac{f_A}{f_B})^۲ = ۱۶ \xrightarrow[\text{جذر می‌گیریم}]{\text{از طرفین تساوی}} \frac{f_A}{f_B} = ۴$$

گام دوم:

می‌دانیم تندی انتشار موج از رابطهٔ $v = \lambda f$ به‌دست می‌آید، اگر این رابطه را به‌صورت مقایسه‌ای بنویسیم، داریم:

$$\frac{v_A}{v_B} = \frac{\lambda_A}{\lambda_B} \times \frac{f_A}{f_B} \xrightarrow[\frac{f_A}{f_B}=۴]{\frac{\lambda_A}{\lambda_B}=\frac{۱}{۴}} \frac{v_A}{v_B} = \frac{۱}{۴} \times ۴ \rightarrow \frac{v_A}{v_B} = ۱$$

گام سوم:

تندی انتشار موج عرضی در یک فنر، تار یا ریسمان کشیده‌شده از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$v = \sqrt{\frac{FL}{m}} \xrightarrow{m=\rho V} v = \sqrt{\frac{FL}{\rho V}} \xrightarrow{V=AL} v = \sqrt{\frac{FL}{\rho AL}} \rightarrow v = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$$

$$\xrightarrow{A=\frac{\pi D^۲}{۴}} v = \sqrt{\frac{F}{\frac{\rho \pi D^۲}{۴}}} \rightarrow v = \frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho \pi}}$$

اگر رابطهٔ بالا را به‌صورت مقایسه‌ای بنویسیم، خواهیم داشت:

$$\frac{v_A}{v_B} = \frac{D_B}{D_A} \times \sqrt{\frac{F_A}{F_B}} \times \sqrt{\frac{\rho_B}{\rho_A}} \xrightarrow[F_A=۸N\ ,\ F_B=۲۰۰N\ ,\ \frac{v_A}{v_B}=۱]{\text{هم‌جنس‌اند B, A دو ریسمان} \rightarrow \rho_B=\rho_A \rightarrow \frac{\rho_B}{\rho_A}=۱}$$

$$۱ = \frac{D_B}{D_A} \times \sqrt{\frac{۸}{۲۰۰}} \times \sqrt{۱} \rightarrow ۱ = \frac{D_B}{D_A} \times \sqrt{\frac{۱}{۲۵}} \times ۱ \rightarrow ۱ = \frac{D_B}{D_A} \times \frac{۱}{۵}$$

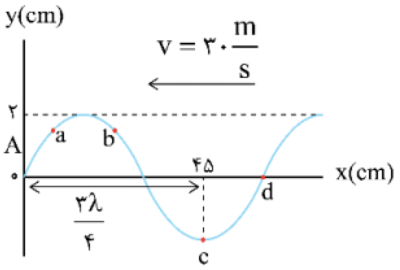
$$\rightarrow \frac{D_B}{D_A} = ۵ \rightarrow \frac{D_A}{D_B} = \frac{۱}{۵}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۱۸**




با توجه به شکل مقابل، طول موج برابر است با:

$$\frac{۳}{۴}\lambda = ۴۵cm \rightarrow \lambda = ۶۰cm = ۰/۶m$$

بنابراین بسامد موج و دورهٔ تناوب آن برابر است با:

$$\lambda = \frac{v}{f} \rightarrow ۰/۶ = \frac{۳۰}{f} \rightarrow f = ۵۰Hz \rightarrow T = \frac{۱}{۵۰}s$$

**بررسی موارد:**

**الف:** بسامد موج ۵۰Hz است. (✓)

**ب:** در لحظهٔ نشان داده‌شده، ذرهٔ d در مرکز نوسان (نقطهٔ تعادل) قرار دارد، بنابراین تندی آن از رابطهٔ $v_{max} = A\omega$ به‌دست می‌آید.

$$v_{max} = A\omega \Rightarrow v_{max} = A(۲\pi f) \Rightarrow = ۰/۰۲ \times ۲\pi \times ۵۰ = ۲\pi \frac{m}{s} \quad (✓)$$

**ج:** در هر ثانیه، هر ذرهٔ محیط، ۵۰ نوسان انجام می‌دهد و در هر نوسان، مسافت ۴A را طی می‌کند، پس کل مسافت طی‌شده برابر است با:

$$\ell = ۵۰ \times ۴A = ۲۰۰A = ۲۰۰ \times ۰/۰۲ = ۴m \quad (✗)$$

**د:** در لحظهٔ نشان داده‌شده، ذرهٔ قبل از a (کمی سمت راست a)، بالاتر از آن است، پس ذرهٔ A در حال حرکت به سمت بالا است و سرعت آن مثبت است. با توجه به این‌که ذرهٔ A در حال دور شدن از نقطهٔ تعادل است، حرکت آن کندشونده می‌باشد. (✓)

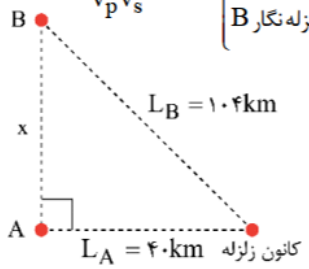
**هـ:** برای آن‌که شتاب ذرهٔ c صفر شود، باید $\frac{۱}{۲۰۰}s$ زمان بگذرد که این ذره از نقطهٔ بازگشت به نقطهٔ تعادل برسد. (✗)

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۱۹**

با توجه به نکات ارائه‌شده می‌توان نوشت:

$$\Delta t = \frac{L(v_p - v_s)}{v_p v_s} \rightarrow \begin{cases} \text{A زلزله‌نگار}: ۵ = \frac{L_A \times (۸-۴)}{۸ \times ۴} \rightarrow L_A = ۴۰km \\ \text{B زلزله‌نگار}: ۱۳ = \frac{L_B \times (۸-۴)}{۸ \times ۴} \rightarrow L_B = ۱۰۴km \end{cases}$$




بنابراین فاصلهٔ دو زلزله‌نگار برابر است با:

$$\sqrt{x^۲ + ۴۰^۲} = ۱۰۴ \xrightarrow[\text{اعداد فیثاغورسی } ۱۳,۱۲,۵]{۴۰=۵\times۸ \ , \ ۱۰۴=۱۳\times۸} x = ۱۲ \times ۸ = ۹۶km$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۰**

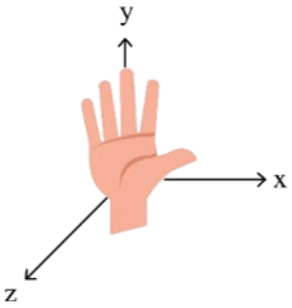
**گام اول:**

طول موج برابر است با:

$$\lambda = \frac{c}{f} \rightarrow \lambda = \frac{۳ \times ۱۰^۸}{۱/۲ \times ۱۰^۶} = ۲۵۰m$$

طول موج در حدود چند متر است و در محدودهٔ امواج رادیویی قرار می‌گیرد.

**گام دوم:**




با استفاده از قاعدهٔ دست راست، جهت میدان الکتریکی در جهت y+ به‌دست می‌آید.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)



SanjeshCloud

**۲۱** با توجه به نکتهٔ بالا، جدول کامل‌شده به شکل زیر است.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| رادیویی | میکروموج | فروسرخ | مرئی | فرابنفش | پرتوهای x | پرتوهای $\gamma$ |

بنابراین امواج T و P به ترتیب امواج رادیویی و فرابنفش هستند و با توجه به این‌که با حرکت به سمت چپ جدول، بسامد بیشتر می‌شود، بسامد موج Q بیشتر از موج S است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

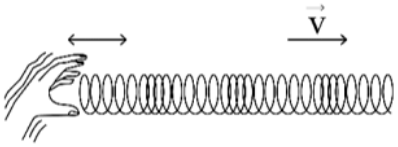
**۲۲** بررسی گزینه‌ها:

۱) راستای ارتعاش ذرات فنر و انتشار موج در آن یکسان است، پس موج ایجاد شده طولی است. (✗)

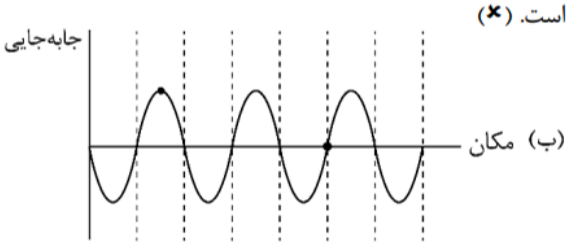
۲) با توجه به تصویر موج نشان داده‌شده، طول موج برابر ۲۰cm و دامنه برابر ۲cm است، بنابراین طول موج، ۱۰ برابر دامنه است. (✗)

۳) فاصلهٔ بین دو تراکم متوالی یا دو بازشدگی متوالی برابر طول موج است. (✓)

۴) در نقاطی که فنر بیشترین بازشدگی یا بیشترین تراکم را دارد، جابه‌جایی برابر صفر است. این موضوع در تصویر موج زیر که از کتاب درسی آورده‌شده است نیز واضح است. (✗)




(الف)




(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

## ۲۳

### گام اول:

محاسبهٔ تندی انتشار موج:

$$v=\sqrt{\frac{FL}{m}}=\sqrt{\frac{۶\times۶}{۱}}=۶\frac{m}{s}$$

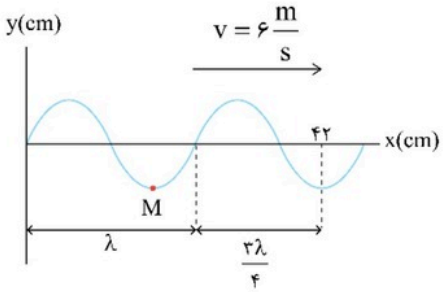
### گام دوم:

محاسبهٔ طول موج $(\lambda)$:

با توجه به شکل زیر، مقدار $۴۲cm$ که بر روی محور $x$ نشان داده‌شده است برابر است با:

$$\lambda+\frac{۳\lambda}{۴}=\frac{۴\lambda+۳\lambda}{۴}=\frac{۷\lambda}{۴}$$

پس داریم:




$$\frac{۷\lambda}{۴}=۴۲\rightarrow\frac{\lambda}{۴}=۶\rightarrow\lambda=۲۴cm$$

### گام سوم:

محاسبهٔ دورهٔ تناوب $(T)$ موج و ذرات نوسان‌کنندهٔ موج (از جمله ذرهٔ $M$):

$$\lambda=Tv\xrightarrow[v=۶\frac{m}{s}]{\lambda=۲۴cm}۲۴\times۱۰^{-۲}=T\times۶\rightarrow T=۰/۰۴s$$

### گام چهارم:

محاسبهٔ لحظهٔ $t=۰/۰۶s$ برحسب دورهٔ تناوب $(T)$:

با تقسیم لحظهٔ $t=۰/۰۶s$ به دورهٔ تناوب $(T)$ موج، که برابر است با دورهٔ تناوب $(T)$ ذرات نوسان کنندهٔ موج (از جمله ذرهٔ $M$)، می‌فهمیم که لحظهٔ $t=۰/۰۶s$ ، چه کسری از دورهٔ تناوب $(T)$ است و لحظهٔ $t=۰/۰۶s$ را برحسب دوره تناوب $(T)$ به دست می‌آوریم:

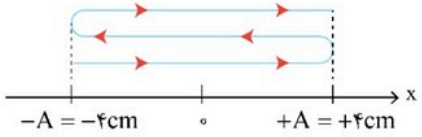
$$\frac{t}{T}\xrightarrow[T=۰/۰۴s]{t=۰/۰۶s}\frac{t}{T}=\frac{۰/۰۶}{۰/۰۴}=\frac{۳}{۲}\rightarrow\frac{t}{T}=\frac{۳}{۲}\rightarrow t=\frac{۳T}{۲}$$

### گام پنجم:

محاسبهٔ مکان ذرهٔ $M$ در لحظهٔ $t=۰/۰۶s$:

ذرهٔ $M$ در لحظه $t=۰$ در مکان $A-$، یعنی مکان $۴cm-$ قرار دارد.

برای تعیین مکان ذرهٔ $M$ در لحظهٔ $t=۰/۰۶s$، که همان $\frac{۳T}{۲}$ است ( $\frac{۳T}{۲}$ را می‌توان به‌صورت $T+\frac{T}{۲}$ نوشت)، مسیر حرکت ذرهٔ $M$ را روی محور نوسان تعیین می‌کنیم:




پس ذرهٔ $M$ در لحظهٔ $t=۰/۰۶s$ در مکان $A+$ یعنی $۴cm+$ قرار دارد.

### گام آخر:

محاسبهٔ شتاب ذرهٔ $M$ در لحظهٔ $t=۰/۰۶s$: به دلیل اینکه ذرهٔ $M$ در لحظهٔ $t=۰/۰۶s$ در مکان $A+$، یعنی $۴cm+$ قرار دارد، پس شتاب آن بیشینه و منفی است و از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$a_{max}=-A\omega^{۲}\xrightarrow[\omega=\frac{۲\pi}{T}\xrightarrow{T=۰/۰۴s}\omega=\frac{۲\pi}{۰/۰۴}=۵۰\pi]{A=۴cm=۴\times۱۰^{-۲}m}a_{max}=-۴\times۱۰^{-۲}\times(۵۰\pi)^{۲}$$

$$\rightarrow a_{max}=-۴\times۱۰^{-۲}\times۲۵۰۰\pi^{۲}\xrightarrow{\pi^{۲}=۱۰}a_{max}=-۴\times۱۰^{-۲}\times۲۵۰۰۰=-۱۰^{۳}\frac{m}{s^{۲}}$$

علامت منفی در عدد به‌دست آمده در بالا نشان‌دهنده جهت شتاب ذرهٔ $M$ است، که نشان می‌دهد جهت شتاب ذرهٔ $M$ در خلاف جهت محور نوسان است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud

**۲۴** مطابق نکات فوق، عبارت‌های (الف) و (ج) صحیح هستند، در حالی که عبارت (ب) نادرست است.

در مورد عبارت (د) توجه کنید که تندی انتشار امواج عرضی در طناب با قطر مقطع آن رابطهٔ عکس دارد.

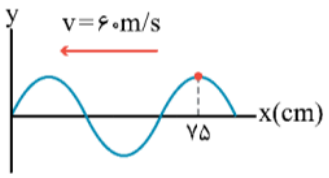
$$\begin{cases} v=\sqrt{\frac{F}{\mu}} \\ \mu=\rho A=\rho\pi\frac{D^2}{4} \end{cases} \rightarrow v=\sqrt{\frac{F}{\rho\pi\frac{D^2}{4}}}=\frac{2}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

**۲۵**

گام اول:

با توجه به نمودار رسم شده، طول موج را محاسبه می‌کنیم.




$$\frac{5}{4}\lambda=75cm\rightarrow\lambda=60cm=0/6m$$

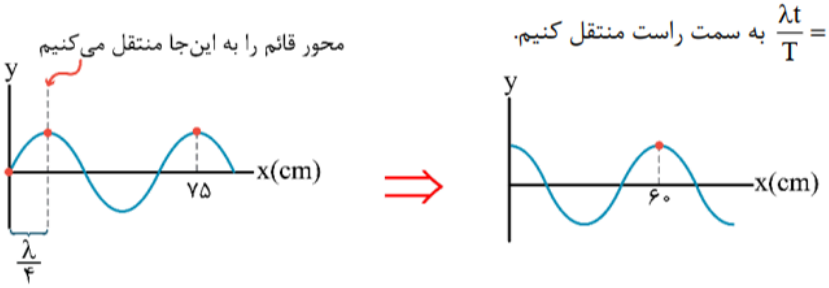
گام دوم:

دورهٔ تناوب برابر است با:

$$\lambda=vT\rightarrow 0/6=60T\rightarrow T=0/01s=10ms$$

گام سوم:

مطابق نکتهٔ فوق باید محور قائم را به اندازهٔ $\frac{\lambda t}{T}=\lambda\times\frac{2/5}{10}=\frac{\lambda}{4}$ به سمت راست منتقل کنیم.




(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۶**

گام اول:

با توجه به رابطهٔ تراز شدت صوت داریم:

$$\beta=10\log\frac{I}{I_0}\rightarrow 55=10\log\frac{I}{I_0}\rightarrow 5/5=\log\frac{I}{I_0}$$

$$5/5=5+0/5=\log10^5+\log(\sqrt{10})=\log(\sqrt{10}\times10^5)\rightarrow\log(\sqrt{10}\times10^5)=\log\frac{I}{I_0}$$

$$\rightarrow\frac{I}{I_0}=\sqrt{10}\times10^5\xrightarrow{I_0=10^{-12}\frac{W}{m^2}}I=\sqrt{10}\times10^{-7}\frac{W}{m^2}$$

گام دوم:

انرژی که به دریافت‌کننده می‌رسد، برابر است با:

$$I=\frac{E}{A.t}\rightarrow\sqrt{10}\times10^{-7}=\frac{E}{\pi\times(0/02)^2\times3600}$$

$$\xrightarrow{\pi\simeq\sqrt{10}}E=1/44\times10^{-6}J=1/44\mu J$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۷** برای ثابت ماندن تراز شدت صوت، باید خود شدت صوت نیز ثابت بماند، بنابراین با یک مقایسهٔ ساده می‌توان نوشت:

$$\frac{I_۲}{I_۱}=(\frac{A_۲}{A_۱})^۲\times(\frac{f_۲}{f_۱})^۲\times(\frac{r_۱}{r_۲})^۲$$

$$\rightarrow ۱=k^۲\times k^۲\times(\frac{r_۱}{r_۲})^۲\rightarrow\frac{r_۲}{r_۱}=k^۲$$

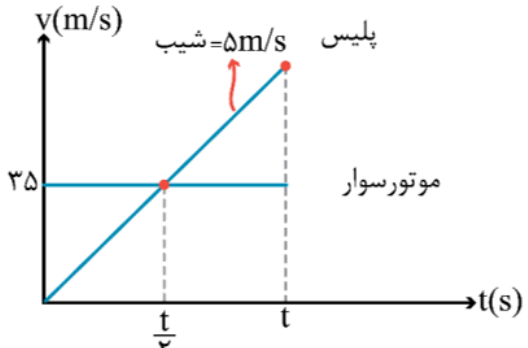
بنابراین باید فاصله $k^۲$ برابر شود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۸** اگر منبع صوت به گونه‌ای حرکت کند که فاصله‌اش تا شنونده زیاد شود، طول موج در محل شنونده بیشتر از $\lambda$ می‌شود. همچنین برای آن‌که بسامد شنیده‌شده کمتر از $f$ باشد، حرکت نسبی دو متحرک باید به گونه‌ای باشد که از هم دور شوند. این دو مورد فقط در شکل (الف) برقرار است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۹** نمودار سرعت ـ زمان دو متحرک را رسم می‌کنیم.




در $\frac{t}{۲}$ ثانیهٔ اول، سرعت پلیس کمتر از موتور سوار است و فاصلهٔ بین دو متحرک در حال افزایش است و در نتیجه بسامد شنیده‌شده کمتر از بسامد واقعی آژیر است. در $\frac{t}{۲}$ ثانیهٔ بعدی، سرعت پلیس بیشتر از موتورسوار می‌شود و فاصلهٔ بین آن‌ها کاهش می‌یابد، بنابراین بسامد شنیده‌شده بیشتر از بسامد واقعی خواهد بود. با توجه به این توضیحات، کافی است مقدار $\frac{t}{۲}$ را با توجه به شیب نمودار بیابیم.

$$\text{شیب}=\text{شتاب}=\frac{۳۵}{\frac{t}{۲}}\rightarrow ۵=\frac{۳۵}{\frac{t}{۲}}\rightarrow\frac{t}{۲}=۷s$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۳۰**

$$\beta_A-\beta_B=۲۰\log(\frac{A_A}{A_B}\times\frac{f_A}{f_B}\times\frac{r_B}{r_A})=۲۰\log(۲\times۲\times\frac{۵}{۱۰})$$

$$\rightarrow\beta_A-\beta_B=۲۰\log(۲)=۲۰\times۰/۳=۶dB$$

$$\xrightarrow{\beta_A=۶۰dB}\beta_B=۵۴dB$$

$$\beta_C-\beta_A=۲۰\log(\frac{A_C}{A_A}\times\frac{f_C}{f_A}\times\frac{r_A}{r_C})=۲۰\log(۲\times۱\times\frac{۱۰}{۵})$$

$$\rightarrow\beta_C-\beta_A=۲۰\log(۴)=۲۰\times۰/۶=۱۲dB$$

$$\xrightarrow{\beta_A=۶۰dB}\beta_C=۷۲dB$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۱** ابتدا به رابطهٔ زیر توجه کنید. $v_L$ تندی امواج طولی و $v_r$ تندی امواج عرضی است.

$$L = vt \rightarrow t = \frac{L}{v} \rightarrow \begin{cases} t_L = \frac{L}{v_L} \\ t_r = \frac{L}{v_r} \end{cases}$$

تأخیر زمانی : $\Delta t = t_r - t_L = \frac{L}{v_r} - \frac{L}{v_L} = \frac{L(v_L - v_r)}{v_r v_L}$

از طرفی طبق متن سؤال، اگر تندی امواج طولی $v$ باشد، تندی امواج عرضی برابر $v - \frac{۶۰}{۱۰۰} v = ۰/۴v$ است، بنابراین:

$$\Delta t = \frac{L(v_L - v_r)}{v_L v_r} = \frac{۲/۴(v - ۰/۴v)}{v \times ۰/۴v} = \frac{۱/۴۴}{۰/۴v}$$

$$\rightarrow ۲۴ \times ۱۰^{-۳} = \frac{۱/۴۴}{۰/۴v} \rightarrow v = \frac{۶۰}{۰/۴} = ۱۵۰ \frac{m}{s}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۲** نکته قابل توجه آن است که با ۶۴ درصد کاهش طول سیم، جرم آن نیز ۶۴ درصد کاهش می‌یابد، در نتیجه چگالی خطی جرم ثابت می‌ماند.

$$\mu = \frac{m \rightarrow \text{کاهش } ٪۶۴}{L \rightarrow \text{کاهش } ٪۶۴} \rightarrow \mu : \text{ثابت می‌ماند}$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \rightarrow \frac{v_۲}{v_۱} = \sqrt{\frac{F_۲}{F_۱}} \rightarrow \frac{v_۲}{۱۰۰} = \sqrt{\frac{۱۴۴}{۱۰۰}} = ۱/۲ \rightarrow v_۲ = ۱۲۰ \frac{m}{s}$$

بنابراین تندی انتشار موج $۲۰ \frac{m}{s}$ افزایش یافته است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۳**

**گام اول:**

بسامد موج برابر است با:

$$\begin{cases} x = ۰/۱\cos(۱۰۰\pi t) \\ x = A\cos(\omega t) \end{cases} \Rightarrow$$

$$\omega = ۱۰۰\pi(\frac{rad}{s}) \Rightarrow f = \frac{\omega}{۲\pi} = ۵۰ Hz$$

**گام دوم:**

طول موج برابر فاصلهٔ دو قلهٔ متوالی، یعنی برابر با $\lambda = ۱۰ cm$ است.

**گام سوم:**

تندی انتشار موج در تار برابر است با:

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow ۰/۱ = \frac{v}{۵۰} \Rightarrow v = ۵ \frac{m}{s}$$

**گام چهارم:**

بزرگی نیروی کشش طناب برابر است با:

$$v = \sqrt{\frac{FL}{m}} \Rightarrow ۵ = \sqrt{\frac{F \times ۵}{۰/۴}} \Rightarrow ۲۵ = \frac{۵F}{۰/۴} \Rightarrow F = ۲N$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۴**

شدت این صوت در فاصلهٔ ۲۰ متری از منبع صوت برابر است با:

$$I=\frac{P_{av}}{A}=\frac{P_{av}}{۴\pi r^{۲}}$$

$$\rightarrow I=\frac{۴۸\times ۱۰^{-۴}}{۴\times ۳\times (۲۰)^{۲}}=۱۰^{-۶}\ \frac{W}{m^{۲}}$$

تراز شدت صوت برابر است با:

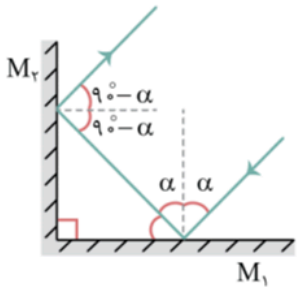
$$\beta=۱۰\log\frac{I}{I_{.}}\rightarrow \beta=۱۰\log\frac{۱۰^{-۶}}{۱۰^{-۱۲}}$$

$$\rightarrow \beta=۱۰\log ۱۰^{۶}\rightarrow \beta=۶۰\,dB$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۵**

با توجه به شکل مقابل داریم:



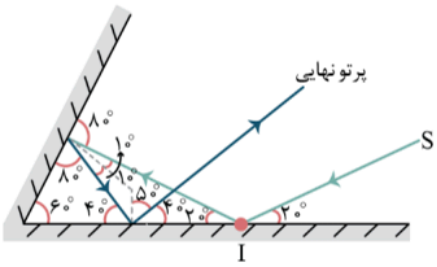

$$۹۰-\alpha=۲\alpha\rightarrow ۳\alpha=۹۰\rightarrow \alpha=۳۰^{\circ}$$

از روی شکل واضح است که زاویهٔ تابش به آینه $M_۲$ برابر $۹۰-\alpha=۹۰-۳۰^{\circ}=۶۰^{\circ}$ بوده و در نتیجه زاویهٔ بازتابش از $M_۲$ نیز $۶۰^{\circ}$ است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۶**

مسیر پرتو را مطابق شکل مقابل رسم می‌کنیم:




در رسم پرتوها از دو نکته کمک گرفته ایم:

۱ـ زاویه‌های تابش و بازتابش طبق قانون عمومی بازتاب برابراند.

۲ـ مجموع زاویه‌های داخلی مثلث برابر ۱۸۰ درجه است.

همانطور که می‌بینید پرتو در مجموع سه بار بازتاب شده است و زاویهٔ بازتابش در آخرین بازتاب برابر $۵۰^{\circ}$ است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۷**

همان‌طور که می‌دانیم هنگامی که موج از محیط (۱) وارد محیط (۲) می‌شود، بسامد موج ثابت ولی تندی و طول موج تغییر می‌کنند، بنابراین:

$$\frac{\sin\theta_{۲}}{\sin\theta_{۱}}=\frac{v_{۲}}{v_{۱}}=\frac{\lambda_{۲}f}{\lambda_{۱}f}\rightarrow \frac{\sin ۳۷^{\circ}}{\sin ۵۳^{\circ}}=\frac{\lambda_{۲}}{\lambda_{۱}}$$

$$\rightarrow \frac{۰/۶}{۰/۸}=\frac{\lambda_{۲}}{\lambda_{۱}}\rightarrow \frac{\lambda_{۲}}{\lambda_{۱}}=\frac{۳}{۴}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۸** اگر زاویهٔ تابش را $2\theta$ در نظر بگیریم، آن‌گاه طبق اطلاعات داده‌شده در سؤال، زاویهٔ شکست برابر $\theta$ است، بنابراین با توجه به قانون شکست اسنل داریم:

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2 \rightarrow 1\times\sin\theta_1 = \sqrt{3}\times\sin\theta_2$$

$$\rightarrow \sin 2\theta = \sqrt{3}\sin\theta$$

$$\rightarrow 2\sin\theta\cos\theta = \sqrt{3}\sin\theta \rightarrow \cos\theta = \frac{\sqrt{3}}{2} \rightarrow \theta = 30^\circ$$

بنابراین:

$$\begin{cases}\theta_1 = 2\theta = 2\times 30^\circ = 60^\circ \\ \theta_2 = \theta = 30^\circ\end{cases} \rightarrow D_{\text{انحراف}} = 60 - 30 = 30^\circ$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۹**

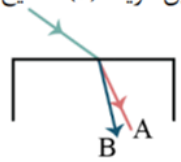
گام اول:

طول موج A برابر است با:

$$\lambda_A = \frac{c}{f_A} = \frac{3\times 10^8}{5\times 10^{14}} = 6\times 10^{-7}\,m = 600\,nm$$

گام دوم:

طول موج B کمتر از A است، بنابراین پرتوی B بیشتر می‌شکند و به خط عمود بر سطح جداکنندهٔ دو محیط نزدیک‌تر می‌شود، بنابراین گزینهٔ (۳) صحیح است.




(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۰** ابتدا باید مسافتی که تپ در مدت‌زمان $\Delta t = 8 - 0 = 8s$ طی می‌کند را پیدا کنیم.

$$v = \frac{\ell}{\Delta t} \Rightarrow \ell = 0/5\times 8 = 4m$$

پس تپ مسافت 4m را طی می‌کند. چون ابتدا از سمت راست، یک متر فاصله دارد، پس مسافت ۴ متر شامل ۱ متر سمت چپ، ۲ متر پس از بازتاب از سمت چپ و ۱ متر پس از بازتاب از سمت راست است، بنابراین جهت حرکت تپ به سمت چپ است و چون ۲ بار بازتاب پیدا کرده است، بنابراین دوبار نسبت به محور افقی قرینه شده و به شکل اولیه خواهد بود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۱** طبق درسنامه، حداقل فاصلهٔ زمانی برای تشخیص پژواک از صوت اصلی باید ۰/۱ ثانیه باشد.

فرد در فاصلهٔ d از صخره قادر به تشخیص پژواک از صوت اصلی نیست، اما اگر فاصلهٔ خود را ۲۵ درصد افزایش دهد، پژواک خود را می‌شنود:

$$L = d + \frac{25}{100}d = d + \frac{d}{4} = \frac{5}{4}d$$

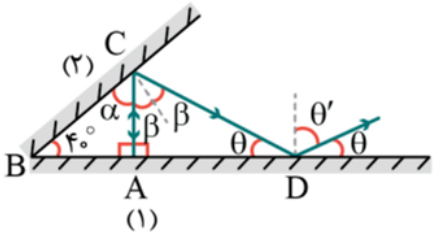
$$v = \frac{2L}{\Delta t} \Rightarrow 320 = \frac{2\times\frac{5}{4}d}{0/1} \Rightarrow 32 = \frac{5}{2}d \Rightarrow d = 12/8m$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۴۲**




پرتوی اولیه چون به‌صورت عمود به آینهٔ (۱) می‌تابد، پس روی خودش بازتاب می‌شود.

در مثلث ABC داریم:

$$۴۰^\circ + ۹۰^\circ + \alpha = ۱۸۰^\circ \rightarrow \alpha = ۵۰^\circ$$

$$\alpha + \beta = ۹۰^\circ \rightarrow \beta = ۴۰^\circ$$

در مثلث ACD داریم:

$$۲\beta + ۹۰^\circ + \theta = ۱۸۰^\circ \Rightarrow ۸۰^\circ + ۹۰^\circ + \theta = ۱۸۰^\circ \rightarrow \theta = ۱۰^\circ$$

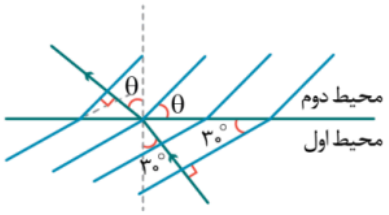
زاویهٔ بازتابش برابر $\theta' = ۸۰^\circ$ می‌شود.

زاویهٔ بین پرتوی بازتابش در نقطهٔ D با سطح آینهٔ (۱) برابر $۱۰^\circ$است و این زاویهٔ کمتر از زاویه بین آینه‌ها است، پس از فضای بین دو آینه خارج خواهد شد.

مجموع کل بازتاب‌ها برابر ۳ است، اولین بازتاب در نقطهٔ A، دومین در در نقطهٔ C و سومین بازتاب از آینه‌ها در نقطهٔ D می‌باشد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۳**




پرتوها بر جبههٔ موج، عمود هستند.

طبق قانون شکست اسنل داریم:

$$n_۱ \sin\theta_۱ = n_۲ \sin\theta_۲$$

زاویهٔ بین مرز دو محیط و جبههٔ موج برابر زاویهٔ تابش و زاویهٔ شکست است.

از طرفی چون زاویه در محیط دوم (یعنی $\theta$) از زاویه در محیط اول (یعنی ۳۰ درجه) بزرگ‌تر است، پس زاویهٔ شکست از زاویهٔ تابش بزرگ‌تر است، یعنی پرتوها در محیط دوم از خط عمود بر مرز دو محیط، دورتر می‌شوند.

بنابراین محیط اول ضریب شکست ۱/۲ دارد و محیط دوم، هوا است، بنابراین:

$$n_۱ \sin\theta_۱ = n_۲ \sin\theta_۲ \Rightarrow ۱/۲ \times \sin ۳۰^\circ = ۱ \times \sin\theta$$

$$\Rightarrow \sin\theta = ۰/۶ \Rightarrow \theta = ۳۷^\circ$$

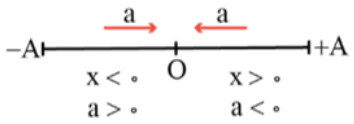
(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



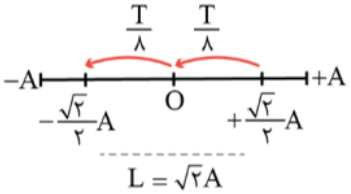
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۴ **بررسی موارد:**

**الف:** در حرکت هماهنگ ساده، هرگاه نوسانگر به سمت مرکز نوسان حرکت کند، حرکت آن تندشونده می‌باشد. جهت بُردار شتاب نوسانگر همواره با جهت بُردار مکان نوسانگر مخالف است پس در نتیجه همواره جهت بُردار شتاب به سمت مرکز نوسان است. (✓)

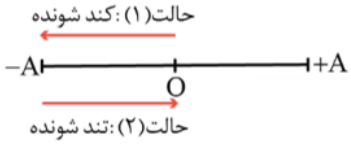



**ب:** در هر بازه زمانی دلخواه $\frac{T}{۴}$ الزاماً مسافت طی شده با دامنه $(A)$ برابر نیست. در شکل زیر یک حالت متفاوت را که بازه زمانی $\frac{T}{۴}$ می‌باشد ولی مسافت $(L)$ به اندازه $A$ نمی‌باشد را می‌بینیم: (✗)



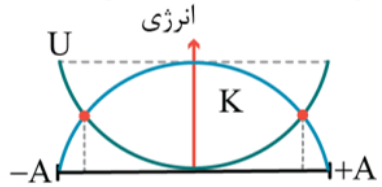

$$\Delta t = \frac{T}{۸} + \frac{T}{۸} = \frac{T}{۴} \quad , \quad L = \sqrt{۲}A$$

**ج:** نیروی خالص وارد بر نوسانگر (همانند شتاب) همواره با مکان نوسانگر مختلف‌العلامت می‌باشد. با توجه به اینکه مکان نوسانگر در عبارت منفی ذکر شده است پس نیروی وارد بر نوسانگر حتماً مثبت می‌باشد و با توجه به شکل زیر دو حالت را برای حرکت نوسانگر می‌توان در نظر گرفت:




پس الزامی ندارد که حتماً حرکت نوسانگر کندشونده باشد. (✗)

**د:** بیشترین اندازه شتاب نوسانگر در نقاط بازگشت می‌باشد، پس هرگاه نوسانگر به سمت نقاط بازگشت حرکت کند، اندازه شتاب آن افزایش می‌یابد. در این حالت الزاماً حرکت نوسانگر کندشونده می‌باشد و انرژی جنبشی آن کاهش می‌یابد و به انرژی پتانسیل آن افزوده می‌شود. با توجه به نمودار انرژی - مکان نوسانگر، در حرکت نوسانگر به سمت نقاط بازگشت، تا لحظه‌ی برابر شدن انرژی جنبشی با پتانسیل، انرژی جنبشی بیشتر از انرژی پتانسیل می‌باشد و پس از آن انرژی پتانسیل بیشتر می‌باشد. (✗)




(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۵

انرژی مکانیکی (E) نوسانگر در هر لحظه برابر است با:

$$E = K + U$$

و همچنین اندازهٔ آن با $K_{max}$ برابر است:

$$E = K_{max} = \frac{۱}{۲}mv_{max}^{۲} = \frac{۱}{۲}mA^{۲}\omega^{۲}$$

پس می‌توان نتیجه گرفت که:

$$E = K + U = \frac{۱}{۲}mA^{۲}\omega^{۲}$$

با توجه به اینکه انرژی جنبشی نوسانگر در هر لحظه از رابطهٔ $K = \frac{۱}{۲}mv^{۲}$ به‌دست می‌آید، پس داریم:

$$\frac{K}{E} = \frac{K}{K+U} \xrightarrow[K+U=\frac{۱}{۲}mA^{۲}\omega^{۲}]{K=\frac{۱}{۲}mv^{۲}} \frac{K}{K+U} = \left(\frac{v}{v_{max}}\right)^{۲} \quad (I)$$

معادلهٔ مکان ـ زمان نوسانگر در SI به‌صورت $x = ۰/۲\cos(۱۰t)$ می‌باشد؛ یعنی $A = ۰/۲m$ و $\omega = ۱۰(\frac{rad}{s})$، پس برای $v_{max} = A\omega$ داریم:

$$v_{max} = A\omega = \frac{۲}{۱۰} \times ۱۰ = ۲\frac{m}{s}$$

همچنین در لحظهٔ موردنظر انرژی جنبشی (K) نوسانگر ۲۵ درصد بیشتر از انرژی پتانسیل (U) آن می‌باشد، یعنی:

$$K = \frac{۵}{۴}U \Rightarrow U = \frac{۴}{۵}K \quad (II)$$

با جایگذاری عبارت (II) در معادله (I) داریم:

$$\frac{K}{K+\frac{۴}{۵}K} = \left(\frac{v}{v_{max}}\right)^{۲} \xrightarrow{V_{max}=۲\frac{m}{s}} \frac{۵}{۹} = \left(\frac{v}{۲}\right)^{۲} \Rightarrow \frac{\sqrt{۵}}{۳} = \frac{v}{۲} \Rightarrow v = \frac{۲}{۳}\sqrt{۵}\frac{m}{s} = \frac{۲۰۰}{۳}\sqrt{۵}\frac{cm}{s}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۶

**گام اول:**

شتاب متوسط از رابطهٔ $a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t}$ به‌دست می‌آید:

$$a_{av}=\frac{v_۲-v_۱}{t_۲-t_۱}$$

در لحظهٔ $t_۱$، نوسانگر در مرکز نوسان قرار دارد، پس دارای تندی بیشینه می‌باشد $(v_{max}=A\omega)$ توجه کنید که در لحظهٔ $t_۱$، جهت حرکت نوسانگر در خلاف جهت محور $x$ می‌باشد و همچنین در لحظهٔ $t_۲$ چون نوسانگر در نقطه بازگشت قرار دارد پس تندی آن صفر می‌باشد.

اگر دوره نوسان را $(T)$ در نظر بگیریم با توجه به نمودار مکان ـ زمان نوسانگر، $t_۱=\frac{T}{۴}$ و $t_۲=\frac{۴T}{۴}=T$ می‌باشد. پس برای $\Delta t$ داریم:

$$\Delta t=t_۲-t_۱=T-\frac{T}{۴}=\frac{۳T}{۴}$$

اکنون با جایگذاری در رابطهٔ شتاب متوسط داریم:

$$a_{av}=\frac{v_۲-v_۱}{\Delta t=t_۲-t_۱}\xrightarrow[\Delta t=\frac{۳T}{۴}]{v_۲=۰\ ,\ v_۱=-A\omega}a_{av}=\frac{۰-(-A\omega)}{\frac{۳T}{۴}}=+\frac{A\omega}{\frac{۳T}{۴}}=\frac{۴}{۳}\frac{A\omega}{T}$$

$$\xrightarrow[A=\frac{۱}{۱۰}m]{\omega=\frac{۲\pi}{T}}a_{av}=\frac{۴}{۳}\times\frac{۱}{۱۰}\times\frac{۲\pi}{T^۲}\xrightarrow{a_{av}=۰/۶\pi}\frac{۸\pi}{۳۰T^۲}=\frac{۶}{۱۰}\pi\Rightarrow T^۲=\frac{۴}{۹}\Rightarrow T=\frac{۲}{۳}s$$

**گام دوم:**

با توجه به اینکه دورهٔ تناوب آونگ ساده از رابطهٔ $T=۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ به‌دست می‌آید، بنابراین:

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}}\xrightarrow[g=\pi^۲]{T=\frac{۲}{۳}s}\frac{۲}{۳}=۲\pi\sqrt{\frac{L}{\pi^۲}}\Rightarrow L=\frac{۱}{۹}m=\frac{۱۰۰}{۹}cm$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۷**

ابتدا توجه کنید که وقتی که جسم به تعادل رسید اگر ۱۰cm وزنه را پایین بکشیم و رها کنیم یعنی جسم با دامنهٔ ۱۰cm نوسان هماهنگ ساده در راستای قائم انجام می‌دهد.

**گام اول:**

ابتدا بسامد زاویه‌ای ($\omega$) نوسان را پیدا کنیم و سپس معادلهٔ مکان ـ زمان نوسانگر را بنویسیم:

$$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}\xrightarrow[m=0.5g]{k=50\frac{N}{m}}\omega=\sqrt{\frac{50}{0.5\times10^{-2}}}=\sqrt{10000}=10\pi\frac{rad}{s}$$

معادله مکان ـ زمان نوسانگر به‌صورت $y=A\cos(\omega t)$ می‌باشد: $(A=10cm=0.1m\ ,\ \omega=10\pi\frac{rad}{s})$

$$y=0.1\cos(10\pi t)$$

**گام دوم:**

با توجه به زمان‌های داده‌شده، مکان نوسانگر را به‌دست می‌آوریم:

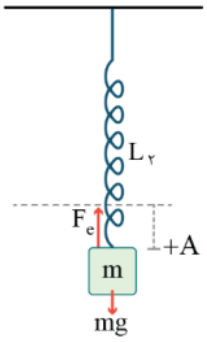
$$t_1=\frac{6}{10}s\Rightarrow x=0.1\cos(10\pi(\frac{6}{10}))=+0.1m$$

جسم در مکان $(+A)$ می‌باشد.

**گام سوم:**

اندازهٔ نیروی خالص وارد بر نوسانگر در مکان $y=+A$ بیشینه است و برابر است با:

$$F_{max}=mA\omega^2\Rightarrow F_{max}=0.5\times10^{-3}\times0.1\times(10\pi)^2=0.5\pi^2N\simeq5N$$




این نیرو برایند نیروی وزن و نیروی کشش فنر است، بنابراین داریم:

$$F_e-mg=5\Rightarrow F_e-0.5\times10^{-3}\times10=5\Rightarrow F_e=5/5N$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

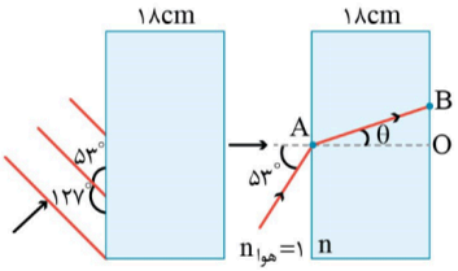


SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۴۸ زاویه‌ای که جبههٔ موج با سطح تیغهٔ شیشه‌ای می‌سازد، همان زاویهٔ تابش می‌باشد که پرتو موج با خط عمود بر سطح جدایش هوا و تیغهٔ شیشه‌ای می‌سازد و برای راحتی کار به‌جای جبههٔ موج از پرتو موج استفاده می‌کنیم و همچنین برای به‌دست آوردن خواستهٔ سؤال، به طول مسیر پرتو در تیغهٔ شیشه‌ای نیازمندیم

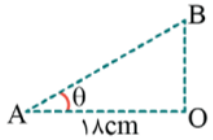
چون زمان طی‌شده در تیغه از رابطهٔ $\Delta t = \frac{L_{AB}}{v}$ به‌دست می‌آید.

با توجه به رابطهٔ اِسنل برای تندی‌ها در محیط داریم:




$$\frac{v}{c}=\frac{\sin\theta}{\sin ۵۳^\circ}\xrightarrow[c=۳\times ۱۰^{۸}\frac{m}{s}]{\sin ۵۳^\circ=۰/۸} v=\frac{۱۰}{۸}\times ۳\times ۱۰^{۸}\sin\theta=\frac{۳}{۸}\times ۱۰^{۹}\times\sin\theta$$

طول مسیر AB $(L_{AB})$ را برحسب زاویهٔ θ به‌دست می‌آوریم، به همین منظور با توجه به مثلث روبرو داریم:




$$\cos\theta=\frac{۱۸}{L_{AB}}\Rightarrow L_{AB}=(\frac{۱۸}{\cos\theta})cm=\frac{۱۸}{\cos\theta}\times ۱۰^{-۲}m$$

طبق رابطهٔ $\Delta t = \frac{L_{AB}}{v}$ داریم:

$$\Delta t=\frac{L_{AB}}{v}\xrightarrow[v=\frac{۳}{۸}\times ۱۰^{۹}\times\sin\theta]{L_{AB}=\frac{۱۸}{\cos\theta}\times ۱۰^{-۲}}\Delta t=\frac{۱۸\times ۱۰^{-۲}}{\frac{۳}{۸}\times ۱۰^{۹}\times\sin\theta\cos\theta}=۰/۹۶\times ۱۰^{-۹}$$

$$\Rightarrow \sin\theta\cos\theta=\frac{۱}{۲}\Rightarrow\sin ۲\theta=۱\Rightarrow\theta=۴۵^\circ$$

طبق رابطهٔ اِسنل داریم:

$$\frac{\sin ۵۳^\circ}{\sin ۴۵^\circ}=\frac{n}{n_{هوا}}\Rightarrow\frac{\frac{۸}{۱۰}}{\frac{\sqrt{۲}}{۲}}=\frac{n}{۱}\Rightarrow n=۰/۸\sqrt{۲}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

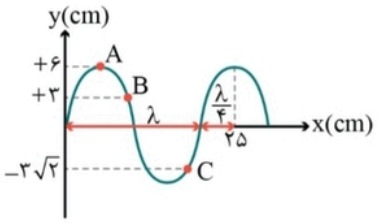
۴۹

تندی انتشار موج در ریسمان را به‌دست می‌آوریم:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}} \xrightarrow[\mu=۵\frac{g}{cm}=۰/۵\frac{kg}{m}]{F=۲۰۰N} v=\sqrt{\frac{۲۰۰}{۰/۵}}=\sqrt{۴۰۰}=۲۰\frac{m}{s}$$

برای بررسی عبارات داده شده نیازمند به‌دست آوردن دوره (T) برای موج می‌باشیم که از رابطهٔ $T=\frac{\lambda}{v}$ به دست می‌آید.

با توجه به نمودار نقش موج داریم:




$$\lambda+\frac{\lambda}{۴}=\frac{۵}{۴}\lambda=۲۵cm\Rightarrow\lambda=۲۰cm=۰/۲m$$

$$\Rightarrow T=\frac{\lambda}{v}=\frac{۰/۲}{۲۰}=\frac{۱}{۱۰۰}s\xrightarrow{\omega=\frac{۲\pi}{T}}\omega=۲۰۰\pi(\frac{rad}{s})$$

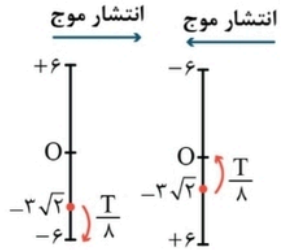
## بررسی موارد:

اکنون به بررسی عبارت‌های داده شده می‌پردازیم:

**الف:** در لحظهٔ $t=۰$ ذرهٔ A در مکان $+A$ قرار دارد، پس دارای شتاب بیشینه می‌باشد. دقت کنید که مکان ذرهٔ A مثبت است، پس شتاب آن منفی می‌باشد.

$$a_{max}=-A\omega^۲(\vec{j})\xrightarrow{A=۰/۰۶m\ ,\ \omega=۲۰۰\pi}a_{max}=-\frac{۶}{۱۰۰}(۲۰۰\pi)^۲(\vec{j})=-۲۴۰۰\pi^۲(\vec{j})\ (✓)$$

**ب:** لحظهٔ $t=\frac{۱}{۸۰۰}s$ معادل با $\frac{T}{۸}$ می‌باشد، پس ذرهٔ C پس از گذشت زمان $\frac{T}{۸}$، با توجه به انتشار موج یکی از دو مکان زیر را خواهد داشت:

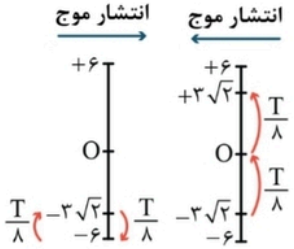



پس می‌بینیم که اگر موج در خلاف جهت محور x انتشار یابد ذره C پس از گذشت زمان $\frac{T}{۸}$ در مرکز نوسان قرار می‌گیرد و تندی آن بیشینه $(v_{max}=A\omega=\frac{۶}{۱۰۰}\times۲۰۰\pi=۱۲\pi(\frac{m}{s}))$ می‌شود و اگر در جهت محور x انتشار یابد تندی آن صفر می‌شود پس عبارت «ب» الزاماً صحیح نیست. (✗)

**ج:** در مدت زمان $\Delta t=۰/۰۵s$ تمام ذرات روی ریسمان ۵ نوسان $(n=\frac{\Delta t}{T}=\frac{۰/۰۵}{۰/۰۱}=۵)$ انجام می‌دهند. در هر دوره نوسانی کامل، هر ذره مسافتی به اندازه $L=۴A$ را طی می‌کند، پس در مدت زمان داده شده داریم:

$$L=۵(۴A)=۲۰A\xrightarrow{A=۰/۰۶m}L=۱/۲m=۱۲۰cm\ (✓)$$

**د:** در لحظهٔ $t=\frac{۱}{۴۰۰}s$ ثانیه که معادل با $\frac{T}{۴}$ می‌باشد ذرهٔ C با توجه به جهت انتشار موج دو حالت زیر را خواهد داشت:




در هر دو حالت فاصلهٔ نوسانگر از مرکز نوسان یکسان است و با توجه به نمودار انرژی جنبشی ـ مکان نوسانگر در هر دو حالت انرژی جنبشی آن یکسان است و با انرژی جنبشی نوسانگر در لحظهٔ $t=۰$ برابر می‌باشد. (✓)

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۵۰

**گام اول:**

برای به‌دست آوردن اختلاف تراز شدت صوت دریافتی شنونده از دو منبع A و B داریم:

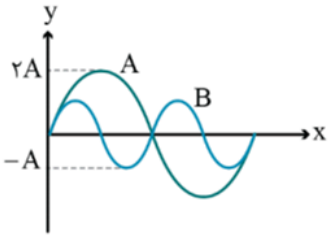
$$\beta_A - \beta_B = ۱۰ \cdot \log \frac{I_A}{I_B} \qquad (I)$$

**گام دوم:**

توجه کنید که برای نسبت $\frac{I_A}{I_B}$ نیز داریم:

$$\frac{I_A}{I_B} = (\frac{A_A}{A_B})^۲ (\frac{f_A}{f_B})^۲ (\frac{r_B}{r_A})^۲$$

همچنین با توجه به نمودار جابه‌جایی ـ مکان داده شده برای دو موج صوتی داریم:




$$\frac{A_A}{A_B} = \frac{۲A}{A} = ۲ \qquad (II)$$

$$\lambda_A = ۲\lambda_B \xrightarrow[v_A = ۲v_B]{\lambda = \frac{v}{f}} \frac{v_A}{f_A} = ۲\frac{v_B}{f_B} \xrightarrow{v_A = ۲v_B} \frac{۱}{f_A} = \frac{۱}{f_B} \Rightarrow \frac{f_A}{f_B} = ۱ \qquad (III)$$

**گام سوم:**

با توجه به روابط (I) و (II) و (III) و اینکه $r_A = r_B$ داریم:

$$\beta_A - \beta_B = ۱۰ \cdot \log((\frac{A_A}{A_B})^۲ (\frac{f_A}{f_B})^۲ (\frac{r_B}{r_A})^۲) = ۱۰ \cdot \log((۲)^۲ (۱)^۲ (۱)^۲) = ۱۰ \cdot \log ۲^۲ = ۲۰ \cdot \log ۲ = ۶dB$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

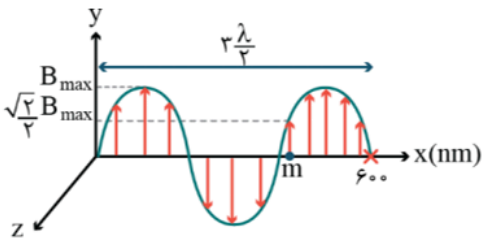


SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۵۱

گام اول:

با توجه به نمودار میدان مغناطیسی، ابتدا طول موج $(\lambda)$ و سپس دوره $(T)$ را به‌دست می‌آوریم:




$$\frac{3}{2}\lambda = 600\,nm \Rightarrow \lambda = 400\,nm = 4\times10^{-7}\,m$$

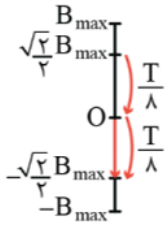
$$T = \frac{\lambda}{c} = \frac{4\times10^{-7}}{3\times10^{8}} = \frac{4}{3}\times10^{-15}\,s$$

گام دوم:

بازهٔ زمانی $t=0$ تا $t=\frac{1}{3}\times10^{-15}\,s$ معادل است با $\frac{T}{4}$ چون:

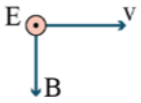
$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{\frac{1}{3}\times10^{-15}}{\frac{4}{3}\times10^{-15}} = \frac{1}{4}$$

با توجه به اینکه اندازهٔ میدان مغناطیسی کاهش می‌یابد پس موج در جهت محور x منتشر می‌شود و میدان مغناطیسی در نقطه m پس از گذشت $\frac{T}{4}$ دوره به صورت زیر خواهد بود:




پس از لحظهٔ $t=\frac{1}{3}\times10^{-15}\,s$، میدان مغناطیسی به تدریج به سمت $-B_{max}$ می‌رود و اندازهٔ آن افزایش می‌یابد، بنابراین اندازهٔ میدان الکتریکی نیز که هم فاز با میدان مغناطیسی تغییر می‌کند، در حال افزایش خواهد بود.

برای به‌دست آوردن میدان الکتریکی در لحظه $\frac{T}{4}$ با استفاده از قاعده دست راست داریم:




میدان الکتریکی به صورت برون‌سو (در جهت محور z) می‌باشد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

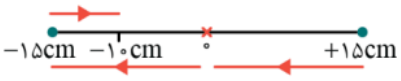


SanjeshCloud

**۵۲** **بررسی موارد:**

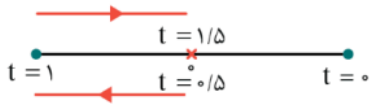
**الف:** در بازهٔ زمانی $0 \le t \le \frac{T}{2}$ که نوسانگر تغییر جهت حرکت نداده است، تندی متوسط برابر با اندازهٔ سرعت متوسط است و در این بازه جهت سرعت و تکانه تغییری نمی‌کند. (×)

**ب:** با توجه به اینکه دامنهٔ حرکت ۱۵cm است، مطابق شکل هنگامی که برای دومین بار به مکان $x = -10cm$ می‌رسد:



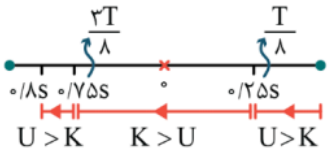

$$\begin{cases} L = 15 + 15 + 5 = 35cm \\ |\Delta x| = 15 - (-10) = 25cm \end{cases} \rightarrow L \neq 2|\Delta x| \ (\times)$$

**ج:** با توجه به اینکه $T = 2s$ می‌باشد، مسیر حرکت در بازهٔ $0/5s < t < 1/5s$ مطابق شکل است:




$$F_{av} = ma_{av} = m\frac{\Delta v}{\Delta t} = m\frac{(v_{max}) - (-v_{max})}{\Delta t} = \frac{2mv_{max}}{\Delta t} \rightarrow F_{av} \neq 0 \ (\times)$$

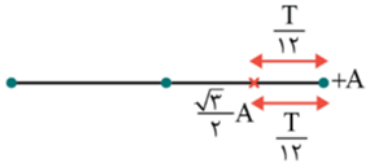
**د:** در فاصله‌های زمانی $\frac{T}{8}$ از دو انتهای پاره‌خط اندازهٔ $K$ و $U$ با یکدیگر برابر است. در نتیجه در این بازهٔ زمانی به مدت $0/5 + 0/25 = 0/3s$ حاصل $K < U$ برقرار است. (×)



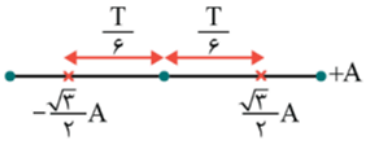

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۵۳** طول پاره خط نوسان برابر $40 - 10 = 30cm$ و دامنهٔ نوسان برابر $A = \frac{30}{2} = 15cm$ است.

کمترین مسافت طی شده در یک بازهٔ زمانی معین مانند شکل زیر هنگامی رخ می‌دهد که نوسانگر به‌صورت متقارن در مجاورت دامنه حرکت کند.




بیشترین مسافت طی شده در یک بازهٔ زمانی معین مانند شکل زیر هنگامی رخ می‌دهد که نوسانگر به‌صورت متقارن در مجاورت نقطهٔ تعادل حرکت کند.




$$\rightarrow \begin{cases} L_{\text{کمینه}} = 2(A - \frac{\sqrt{3}}{2}A) \xrightarrow{A=15cm} L_{\text{کمینه}} = 30(1 - \frac{\sqrt{3}}{2}) = 30 - 15\sqrt{3}cm \\ L_{\text{بیشینه}} = 2(\frac{\sqrt{3}}{2}A) \xrightarrow{A=15cm} L_{\text{بیشینه}} = 15\sqrt{3}cm \end{cases}$$

$$\rightarrow L_{\text{بیشینه}} - L_{\text{کمینه}} = 30(\sqrt{3} - 1)$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۵۴** برای محاسبهٔ زمانی که طول می‌کشد تا موج طول یک طناب را طی کند، می‌توان از رابطهٔ زیر استفاده کرد:

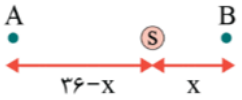
$$v=\sqrt{\frac{F.L}{m}}=\frac{L}{\Delta t}\rightarrow \Delta t=\frac{L}{\sqrt{\frac{F.L}{m}}}=\sqrt{\frac{L.m}{F}}$$

دقت شود که چون در حالت جدید از ۸۰ درصد طول کابل استفاده شده است، پس جرم آن نیز ۸۰ درصد جرم اولیه است.

$$\frac{\Delta t'}{\Delta t}=\sqrt{\frac{L'}{L}}\times\sqrt{\frac{m'}{m}}\times\sqrt{\frac{F}{F'}}\rightarrow\frac{\Delta t'}{۳}=\sqrt{۲}\times\sqrt{\frac{۴}{۵}}\times\sqrt{\frac{۲}{۵}}\rightarrow\frac{\Delta t'}{۳}=\frac{۴}{۵}\rightarrow\Delta t'=۲/۴s$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۵۵**

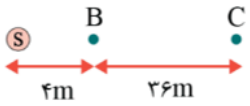



با توجه به اختلاف تراز شدت صوت برای A و B، ابتدا فاصلهٔ B تا بلندگو را به‌دست می‌آوریم.

$$\beta_B-\beta_A=۱۸=۱۰\log(\frac{r_A}{r_B})^۲=۲۰\log(\frac{r_A}{r_B})=۲۰\log\left(\frac{۳۶-x}{x}\right)\rightarrow \underbrace{۳(۰/۳)=۳\log۲=\log۸}_{\uparrow\ ۰/۹}=\log\left(\frac{۳۶-x}{x}\right)$$

$$\rightarrow ۸=\frac{۳۶-x}{x}\rightarrow x=۴m$$

با مشخص شدن فاصلهٔ B تا S، اکنون اختلاف تراز شدت صوت بین B و C را محاسبه می‌کنیم.




$$\beta_B-\beta_C=۱۰\log(\frac{r_C}{r_B})^۲=۱۰\log(\frac{۴۰}{۴})^۲=۲۰\log۱۰=۲۰dB$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۵۶**

**گام اول:**

محاسبهٔ طول موج نور در محیط (۱):

$$\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱}=\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱}\rightarrow\frac{\lambda_۱-\frac{۱}{۸}}{\lambda_۱}=\frac{\sin۳۷^\circ}{\sin۵۳^\circ}=\frac{\frac{۶}{۱۰}}{\frac{۸}{۱۰}}=\frac{۳}{۴}$$

$$\rightarrow ۴\lambda_۱-\frac{۱}{۲}=۳\lambda_۱\rightarrow\lambda_۱=\frac{۱}{۲}\mu m=\frac{۱}{۲}\times۱۰^{-۶}m$$

**گام دوم:**

انرژی فوتون‌های امواج الکترومغناطیسی از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$E=hf=h\frac{v_۱}{\lambda_۱}=۴\times۱۰^{-۱۵}\times\frac{۳\times۱۰^۸}{\frac{۱}{۲}\times۱۰^{-۶}}=۲/۴eV$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)


SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۵۷**

$$T=\frac{۱}{f}=\frac{۱}{۲/۵}=۰/۴\rightarrow n=\frac{t}{T}=\frac{۲/۲}{۰/۴}=۵/۵$$

نوسانگر در این مدت، ۵/۵ نوسان انجام داده است ← در لحظهٔ $t=۲/۲s$ نوسانگر در مکان $x=-A$ قرار دارد. در این حالت نوسانگر دارای انرژی پتانسیل بیشینه است.

$$U_{max}=E=۴۸۰mJ\rightarrow K+U=۴۸۰mJ$$

اختلاف انرژی‌های $K$ و $U$ برابر با $۳۲mJ$ است. در نتیجه:

$$\text{حالت اول}: K>U\rightarrow K-U=۳۲\xrightarrow{K+U=۴۸۰}K=۲۵۶mJ$$

$$\text{حالت دوم}: K<U\rightarrow U-K=۳۲\xrightarrow{K+U=۴۸۰}U=۲۵۶\rightarrow K=۲۲۴mJ$$

اکنون تندی را در این دو حالت به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{K}{E}=(\frac{v}{v_m})^۲\begin{cases}\xrightarrow{\text{حالت اول}}\frac{۲۵۶}{۴۸۰}=(\frac{v_۱}{v_m})^۲\\ \xrightarrow{\text{حالت دوم}}\frac{۲۲۴}{۴۸۰}=(\frac{v_۲}{v_m})^۲\end{cases}\xrightarrow{\text{بر هم تقسیم می‌کنیم}}(\frac{v_۱}{v_۲})^۲=\frac{۲۵۶}{۲۲۴}=\frac{۸}{۷}\rightarrow\frac{v_۱}{v_۲}=\sqrt{\frac{۸}{۷}}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۵۸**

$$f=\frac{n}{t}\rightarrow ۰/۷۵=\frac{n}{۱۷}\rightarrow n=\frac{۵۱}{۴}=۱۲+\frac{۳}{۴}$$

مشخص است که به ازای ۱۲ نوسان کامل، تغییری در مکان ذره بر روی محور $y$ صورت نمی‌گیرد. اما به ازای $n=\frac{۳}{۴}$، با توجه به جهت انتشار موج، ذره از مکان تعادل به مکان $-A$ می‌رسد. دقت شود که طبق نمودار، مکان ذرهٔ $M$ در نقطهٔ $\frac{۳\lambda}{۲}$ قرار دارد و چون ذره با گذشت زمان در راستای انتشار موج عرضی جابجا نمی‌شود، در هر لحظه‌ای نیز در همان مکان $x=\frac{۳\lambda}{۲}$ می‌ماند.

$$\lambda=\frac{v}{f}=\frac{۹۰}{۰/۷۵}=۱۲۰cm\rightarrow\frac{۳\lambda}{۲}=۱۸۰cm$$

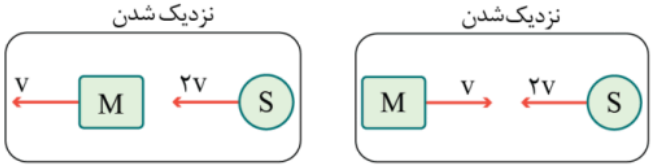
(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۵۹**

چون $\lambda_M>\lambda_S$ است ← فرستنده در حال حرکت است و $M$ در جلوی آن قرار دارد.

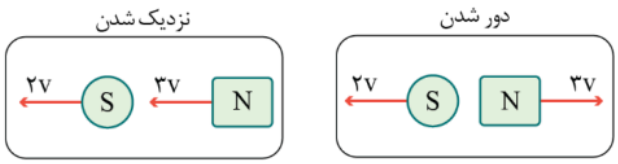
بررسی حالت‌های ممکن

الف: بررسی وضعیت $S$ و $M$ نسبت به یکدیگر




همان‌طور که نشان داده شده، در هر دو حالت $S$ در حال نزدیک‌تر شدن به $M$ است ← قطعاً بسامدی که $M$ دریافت می‌کند بیشتر از $f_S$ است.

ب: بررسی وضعیت $S$ و $N$ نسبت به یکدیگر



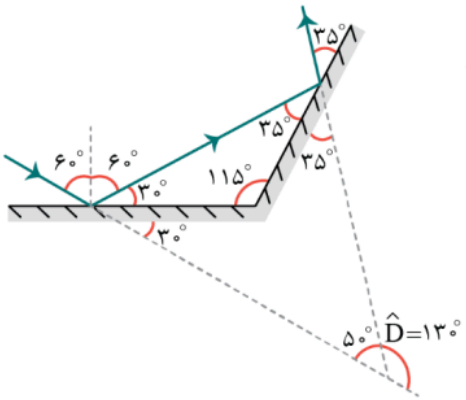

همان‌طور که نشان داده شده، در یک حالت $S$ در حال نزدیک‌تر شدن به $N$ است $(f_N>f_S)$ و در حالت دیگر $S$ در حال دورتر شدن از $N$ است. $(f_N<f_S)$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۶۰**




زاویهٔ پرتو با سطح آینه همان زاویهٔ تابش است. با استفاده از قانون بازتاب، مسیر پرتو را رسم می‌کنیم.

مطابق این شکل پرتو پس از ۲ بازتاب، با زاویهٔ انحراف $\hat{D}=۱۳۰^\circ$ از مجموعه خارج می‌شود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۶۱**

سرعت $\frac{۲}{۳}$ بیشینهٔ سرعت نوسانگر است، پس طبق نکات بالا می‌توان نوشت:

$$v=\frac{۲}{۳}v_{max}$$

$$\frac{U}{K}=\frac{\frac{۱}{۲}m(v_{max}^۲-v^۲)}{\frac{۱}{۲}mv^۲}=\frac{v_{max}^۲-v^۲}{v^۲}$$

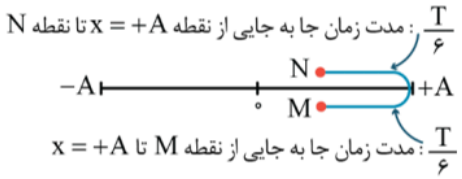
$$\rightarrow\frac{U}{K}=\frac{v_{max}^۲-(\frac{۲}{۳}v_{max})^۲}{(\frac{۲}{۳}v_{max})^۲}$$

$$\rightarrow\frac{U}{K}=\frac{v_{max}^۲-\frac{۴}{۹}v_{max}^۲}{\frac{۴}{۹}v_{max}^۲}=\frac{\frac{۵}{۹}v_{max}^۲}{\frac{۴}{۹}v_{max}^۲}\rightarrow\frac{U}{K}=\frac{۵}{۴}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۶۲**

با توجه به اینکه $T=۳۶s$ است مدت زمان ۱۲s برابر $\frac{T}{۳}$ می‌باشد حال برای محاسبه حداقل مسافت طی شده در مدت $\frac{T}{۳}$ باید توجه کرد که در صورتی مسافت طی شده حداقل می‌شود که تندی متوسط متحرک در بازه زمانی $\frac{T}{۳}$ مینیمم باشد یعنی نوسانگر در حال نوسان در نزدیکی نقاط بازگشتی به‌صورت زیر از M به N باشد:




$$x=A\cos(\frac{۲\pi}{T}t)$$

$$x_N=A\cos(\frac{۲\pi}{T}\times\frac{T}{۶})=\frac{A}{۲}$$

پس مسافت طی شده از M تا N برابر است با:

$$L=\frac{A}{۲}+\frac{A}{۲}=A=۱۲cm$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۶۳** بسامد موج به منبع موج (نوسان‌ساز) بستگی دارد و ثابت می‌ماند. با افزایش نیروی کشش ریسمان، طبق رابطهٔ $v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}$، تندی انتشار موج افزایش می‌یابد و در نتیجه طبق رابطهٔ $\lambda=\frac{v}{f}$، طول موج نیز افزایش می‌یابد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

**۶۴**

گام اول:

طول موج برابر است با:

$$\lambda=\frac{v}{f}=\frac{۲۵}{۱۰۰}=۰/۲۵m=۲۵cm$$

گام دوم:

همان‌طور که می‌دانیم فاصله دو تراکم متوالی برابر $\lambda$ و فاصله یک تراکم و یک انبساط متوالی $\frac{\lambda}{۲}$ است پس داریم:

$$\Delta x=\lambda+\lambda+\frac{\lambda}{۲}=\frac{۵}{۲}\lambda$$

$$\rightarrow \Delta x=\frac{۵}{۲}\times ۲۵\rightarrow \Delta x=۶۲/۵cm$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۶۵**

گام اول:

با توجه به نمودار، دامنهٔ موج برابر $A=۱۵cm$ است. بسامد زاویه‌ای موج برابر است با:

$$a_{max}=A\omega^{۲}\rightarrow ۲۱/۶=\frac{۱۵}{۱۰۰}\omega^{۲}\rightarrow \omega^{۲}=۱۴۴\rightarrow \omega=۱۲\frac{rad}{s}$$

گام دوم:

با توجه به نمودار، طول موج برابر $\lambda=۳۲۰cm$ است. تندی انتشار موج برابر است با:

$$\lambda=\frac{v}{f}\xrightarrow{f=\frac{\omega}{۲\pi}\simeq\frac{۱۲}{۶}=۲Hz}۳/۲=\frac{v}{۲}\rightarrow v=۶/۴\frac{m}{s}$$

گام سوم:

نیروی کشش طناب برابر است با:

$$v=\frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\rho\pi}}\rightarrow ۶/۴=\frac{۲}{۲\times۱۰^{-۳}}\sqrt{\frac{F}{۸\times۱۰^{۳}\times۳}}$$

$$\rightarrow ۶/۴\times۶/۴=۱۰^{۶}\times\frac{F}{۲۴\times۱۰^{۳}}\rightarrow F=\frac{\overbrace{۲۴\times۶/۴\times۶/۴}^{\simeq۱۰۰۰}}{۱۰۰۰}\simeq ۱N$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۶۶** فاصلهٔ اولیه تا چشمه صوت برابر است با:

$$\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \rightarrow \beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱}$$

$$\rightarrow -۲۰ = ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱} \rightarrow \log\frac{I_۲}{I_۱} = -۲$$

$$\rightarrow \frac{I_۲}{I_۱} = ۱۰^{-۲} = \frac{۱}{۱۰۰} \rightarrow (\frac{r_۱}{r_۲})^۲ = \frac{۱}{۱۰۰}$$

$$\rightarrow \frac{r_۱}{r_۲} = \frac{۱}{۱۰} \rightarrow \frac{r_۱}{r_۱ + ۴} = \frac{۱}{۱۰}$$

$$\rightarrow ۱۰r_۱ = r_۱ + ۴ \rightarrow ۹r_۱ = ۴ \rightarrow r_۱ = \frac{۴}{۹}m$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۶۷** با استفاده از یک تناسب ساده، مشخص می‌کنیم چه کسری از توان صوتی چشمه به هر صفحه می‌رسد.

| | مساحت | توان |
|---|---|---|
| صفحهٔ (۱) | $۱۰\times۱۰^{-۴}m^۲$ | $P_۱$ |
| کل | $۴\pi\times۱۰^۲m^۲$ | $P_{کل}$ |

$$\rightarrow P_۱ = \frac{۱۰\times۱۰^{-۴}\times P_{کل}}{۴\times۳\times۱۰^۲} \rightarrow P_۱ = \frac{P_{کل}}{۱۲\times۱۰^۵}$$

| | مساحت | توان |
|---|---|---|
| صفحهٔ (۲) | $۴۰\times۱۰^{-۴}m^۲$ | $P_۲$ |
| کل | $۴\pi\times۳۰^۲m^۲$ | $P_{کل}$ |

$$\rightarrow P_۲ = \frac{۴۰\times۱۰^{-۴}\times P_{کل}}{۴\times۳\times۳۰^۲} \rightarrow P_۲ = \frac{P_{کل}}{۲۷\times۱۰^۵}$$

بنابراین انرژی صوتی که در هر دقیقه به هر یک از صفحه‌ها می‌رسد برابر است با:

$$E_۱ = P_۱t = \frac{P_{کل}}{۱۲\times۱۰^۵}\times۶۰ = \frac{P_{کل}}{۲\times۱۰^۴}$$

$$E_۲ = P_۲t = \frac{P_{کل}}{۲۷\times۱۰^۵}\times۶۰ = \frac{۲P_{کل}}{۹\times۱۰^۴}$$

$$E_۱ - E_۲ = ۰/۶\times۱۰^{-۳}J \rightarrow \frac{P_{کل}}{۲\times۱۰^۴} - \frac{۲P_{کل}}{۹\times۱۰^۴} = ۰/۶\times۱۰^{-۳}$$

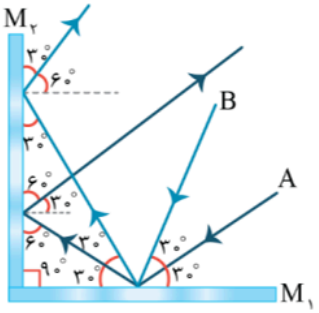
$$\rightarrow \frac{P_{کل}}{۲} - \frac{۲P_{کل}}{۹} = ۶ \rightarrow \frac{۵P_{کل}}{۱۸} = ۶ \rightarrow P_{کل} = ۲۱/۶W$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۶۸**

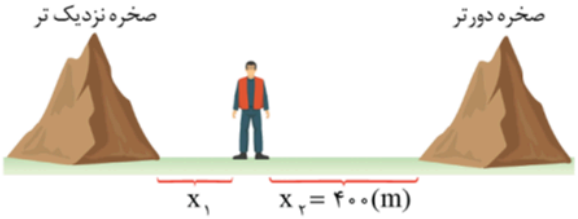



مسیر پرتوها مطابق قانون عمومی بازتاب به شکل زیر است.

مطابق شکل، پرتوی خروجی A، ۳۰° بالای خط افق و پرتوی خروجی B، ۶۰° بالای خط افق است، بنابراین زاویهٔ بین دو پرتو ۳۰° است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۶۹**




ابتدا زمان رسیدن پژواک صدای شخص از صخره دورتر را به دست می‌آوریم:

$$d_۲ = vt_۲ \rightarrow (۴۰۰+۴۰۰) = ۳۲۰\times t_۲$$
$$\rightarrow t_۲ = ۲/۵\,s$$

چون فاصله زمانی شنیدن اولین و دومین پژواک ۲ ثانیه بوده است پس زمان رسیدن اولین پژواک صدای شخص از صخره نزدیک‌تر ۰/۵ ثانیه است، بنابراین:

$$d_۱ = x_۱ + x_۱ = ۳۲۰\times ۰/۵ = ۱۶۰ \rightarrow ۲x_۱ = ۱۶۰ \rightarrow x_۱ = ۸۰\,m$$

$$\text{فاصله میان دو صخره} = x_۱ + x_۲ = ۸۰ + ۴۰۰ = ۴۸۰\,m$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۷۰**

طبق رابطهٔ $v = \frac{d}{t}$ داریم:

$$\frac{v_۲}{v_۱} = \frac{\frac{d}{۴}t}{\frac{۳}{t}d} \rightarrow \frac{v_۲}{v_۱} = \frac{۳}{۴} \rightarrow v_۲ = \frac{۳}{۴}v_۱$$

نتیجه می‌گیریم سرعت نور در محیط (۲)، ۲۵٪ از سرعت نور در محیط (۱) کمتر است از طرفی طبق رابطهٔ اسنل داریم:

$$\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱} = \frac{n_۱}{n_۲} = \frac{v_۲}{v_۱} = \frac{۳}{۴} \rightarrow \frac{\sin\theta_۲}{\underbrace{\sin ۵۳^\circ}_{۰/۸}} = \frac{۳}{۴}$$

$$\rightarrow \sin\theta_۲ = ۰/۶ \rightarrow \theta_۲ = ۳۷^\circ$$

$$\text{زاویه انحراف } D = \theta_۱ - \theta_۲ = ۵۳^\circ - ۳۷^\circ = ۱۶^\circ$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)


SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۷۱**

**بررسی موارد:**

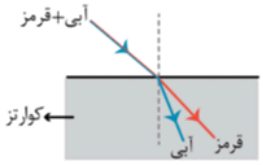
**الف:** با افزایش دما و کاهش چگالی، ضریب شکست کاهش می‌یابد. (✗)

**ب:** طبق نکات ارائه شده صحیح است. (✓)

**ج:** طبق نکات ارئه شده صحیح است. (✓)

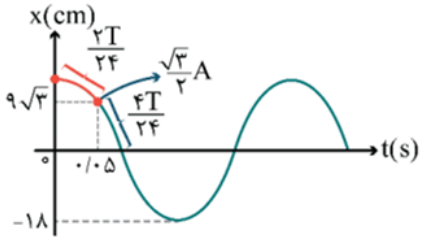
**د:** چون طول موج پرتو آبی از طول موج پرتو نور قرمز کمتر است. پس ضریب شکست نور آبی در کوارتز از ضریب شکست نور قرمز بیشتر است در نتیجه پرتو آبی بیشتر منحرف می‌شود و در نتیجه زاویه شکست برای پرتو آبی کمتر خواهد بود. (✗)

گزاره‌های ب و ج صحیح هستند. پاسخ گزینه (۲) است.




(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

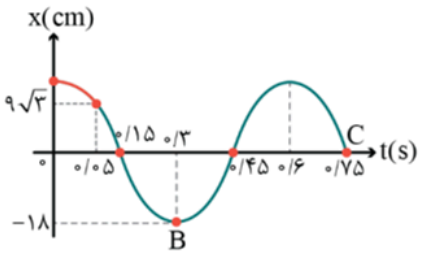
**۷۲**




طبق الگوی زمانی، مدت زمانی که طول می‌کشد نوسانگر مسیر قرمزرنگ را طی کند $\Delta t = \frac{2T}{24}$ است، پس:

$$\frac{2T}{24} = \frac{5}{100} \rightarrow T = 0/6s \rightarrow \frac{T}{4} = 0/15s$$

حال بازه زمانی موردنظر را روی نمودار مشخص می‌کنیم.




در نقطهٔ B سرعت صفر و در نقطه C سرعت بیشینه و برابر $v_C = -A\omega$ می‌باشد.

$$v_B = 0, v_C = -A\omega = -\frac{18}{100} \times \frac{2\pi}{0/6} = -1/8 \frac{m}{s}$$

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-1/8 - 0}{0/75 - 0/3} = \frac{-1/8}{0/45} = -4 \frac{m}{s^2}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۷۳**

$$A=\frac{L_{max}-L_{min}}{۲}=\frac{۵۰-۴۰}{۲}=۵cm\ ,\ \frac{v}{v_m}=\frac{۱}{۳}$$

انرژی جنبشی در نقطهٔ تعادل حداکثر است

$$E=U_m=K_m$$

طبق صورت سؤال

$$U=E-۲۵mJ$$

$$\frac{U}{E}=۱-(\frac{v}{v_m})^۲\rightarrow\frac{E-۲۵}{E}=۱-(\frac{۱}{۳})^۲$$

$$\rightarrow\frac{E-۲۵}{E}=\frac{۸}{۹}\rightarrow E=۲۲۵mJ$$

$$E=\frac{۱}{۲}kA^۲\rightarrow ۲۲۵\times۱۰^{-۳}=\frac{۱}{۲}k(\frac{۵}{۱۰۰})^۲$$

$$\rightarrow ۴۵۰\times۱۰^{-۳}=k\times\frac{۲۵}{۱۰^۴}\rightarrow ۴۵۰۰=۲۵k\rightarrow k=۱۸۰\frac{N}{m}$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۷۴**

گام اول:

ابتدا شتاب گرانش و طول نخ را در دو حالت مقایسه می‌کنیم:

$$g=\frac{GM_e}{(R_e+h)^۲}\rightarrow\frac{g_۲}{g_۱}=(\frac{R_e+h_۱}{R_e+h_۲})^۲=(\frac{R_e}{R_e+\frac{۱}{۲}R_e})^۲=\frac{۴}{۹}$$

$$L_۲=L_۱-\frac{۶۴}{۱۰۰}L_۱=\frac{۳۶}{۱۰۰}L_۱\rightarrow\frac{L_۲}{L_۱}=\frac{۳۶}{۱۰۰}=\frac{۹}{۲۵}$$

گام دوم:

نسبت دورهٔ تناوب در دو حالت برابر است با:

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}}\rightarrow\frac{T_۱}{T_۲}=\sqrt{\frac{L_۱}{L_۲}\times\frac{g_۲}{g_۱}}$$

$$\rightarrow\frac{T_۱}{T_۲}=\sqrt{\frac{۲۵}{۹}\times\frac{۴}{۹}}\rightarrow\frac{T_۱}{T_۲}=\frac{۱۰}{۹}$$

دورهٔ تناوب آونگ در حالت دوم، $\frac{۹}{۱۰}$ حالت اول، یعنی ساعت سریع تر کار میکند و در مدت ۲۴ ساعت، زمان $\frac{۱۰}{۹}\times۲۴=\frac{۸۰}{۳}h$ را نشان می‌دهد و به مدت $\frac{۸}{۳}h=۱۶۰min$ جلو می‌افتد.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



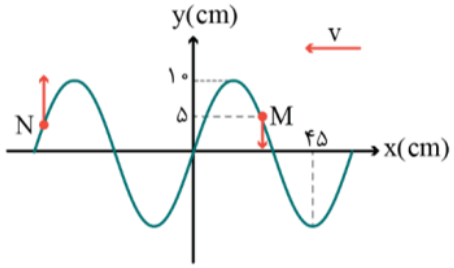
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۷۵**

$$\frac{3\lambda}{4}=45\rightarrow\lambda=60\,cm$$

$$\lambda=vT\rightarrow 60=50\times T\rightarrow T=1/2\,s$$

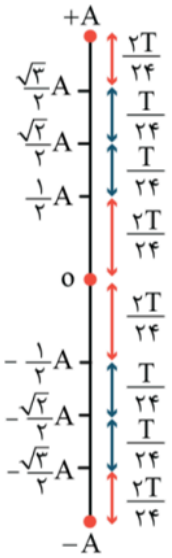
حرکت ذرهٔ N کندشونده است پس این ذره به سمت بالا حرکت می‌کند. به همین دلیل جهت انتشار موج به سمت چپ و ذرهٔ M به سمت پایین حرکت می‌کند.

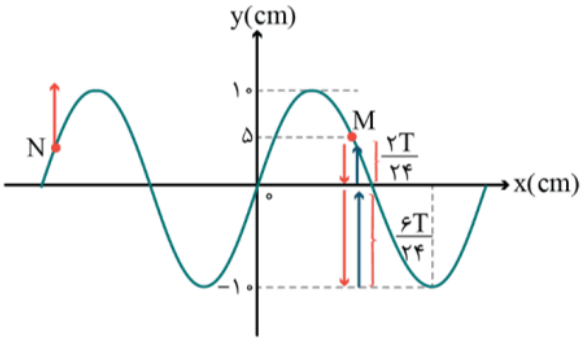



ابتدا بررسی می‌کنیم بازه زمانی موردنظر چه مضربی از T است.

$$\frac{\Delta t}{T}=\frac{0/8}{1/2}=\frac{2}{3}\rightarrow\Delta t=\frac{2}{3}T\rightarrow\Delta t=\frac{16T}{24}$$

حال طبق الگوی زمانی نوسان مسیر ذرهٔ M را مشخص می‌کنیم:




مسافتی که ذرهٔ M طی کرده است: $L=5+10+10+5\rightarrow L=30\,cm$

مسافتی که موج طی می‌کند: $\Delta x=v\Delta t=50\times 0/8=40\,cm$

اختلاف مسافت $=40-30=10\,cm$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۷۶**

گام اول:

شدت صوت برابر است با:

$$\beta=10\log\frac{I}{I_0}\Rightarrow 80=10\log\frac{I}{I_0}$$

$$\Rightarrow\log\frac{I}{I_0}=8\Rightarrow I=10^8 I_0=10^8\times10^{-12}=10^{-4}\,\frac{W}{m^2}$$

گام دوم:

انرژی صوتی برابر است با:

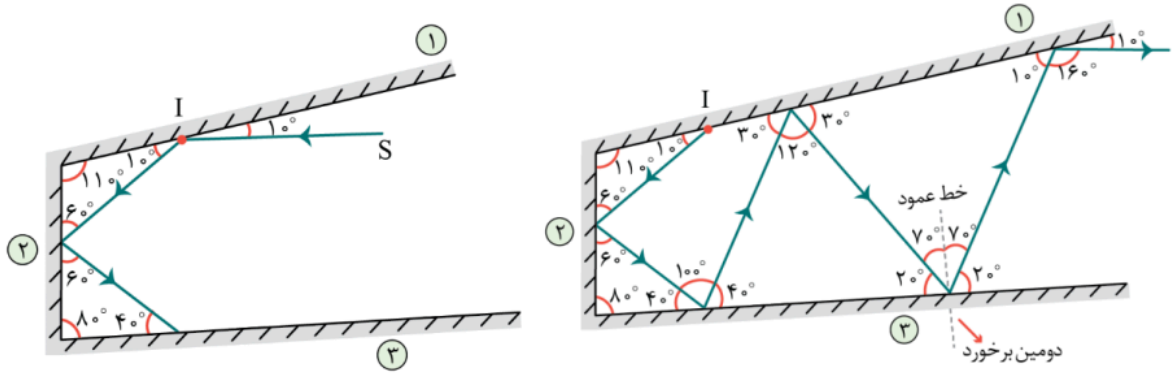
$$I=\frac{E}{A.t}\Rightarrow 10^{-4}=\frac{E}{2\times10^{-4}\times60}\Rightarrow E=1/2\times10^{-6}\,J$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۷۷** مسیر پرتوهای نور را در دو شکل ترسیم کرده‌ایم:




(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۷۸**

**گام اول:**

نسبت طول موج در دو محیط برابر است با:

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1}=\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}\rightarrow\frac{x}{x+150}=\frac{0/6}{0/8}\rightarrow\frac{x}{x+150}=\frac{3}{4}$$

$$\rightarrow 4x=3x+450\rightarrow x=450\rightarrow\begin{cases}\lambda_1=600\,nm\\ \lambda_2=450\,nm\end{cases}$$

**گام دوم:**

بسامد موج برابر است با:

در محیط (۱) (خلأ): $\lambda_1=\frac{c}{f}\rightarrow 600\times10^{-9}=\frac{3\times10^8}{f}\rightarrow f=5\times10^{14}\,Hz$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۷۹** در حالت اول، دورهٔ تناوب آونگ به‌صورت $T_1=\frac{1}{f_1}=\frac{1}{1}=1s$ است.

برای این‌که ساعت جلو بیافتد، باید دورهٔ تناوب کاهش پیدا کند:

- یا باید طول آن را کم کرد.
- یا باید شتاب گرانشی را افزایش داد.

اگر ساعت در مدت ۳۰ دقیقه، ۴۵۰ ثانیه (یعنی ۷/۵ دقیقه) جلو بیافتد، یعنی تعداد نوسان‌ها به‌اندازهٔ $\frac{7/5}{30}=\frac{1}{4}$ بیش‌تر شده است، بنابراین نسبت تعداد نوسان‌های آونگ $\frac{n_2}{n_1}=\frac{5}{4}$ برابر شده است؛ بنابراین بسامد جدید $f_2=\frac{5}{4}f_1$ است.

$$f_2=\frac{5}{4}f_1\xrightarrow{f_1=1Hz}f_2=\frac{5}{4}Hz\Rightarrow T_2=\frac{4}{5}s=0/8s$$

با توجه به رابطهٔ $T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$:

$$\frac{T_2}{T_1}=\sqrt{\frac{L_2}{L_1}}\Rightarrow\frac{0/8}{1}=\sqrt{\frac{L_2}{L_1}}\Rightarrow\frac{L_2}{L_1}=0/64$$

یعنی طول آونگ باید ۳۶ درصد کوتاه‌تر شود.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

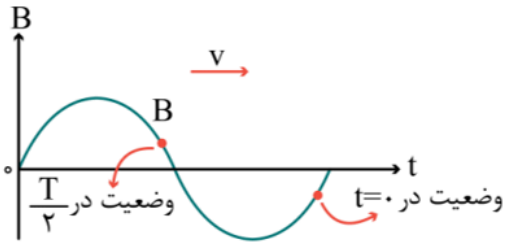
## ۸۰

**بررسی گزینه‌ها:**

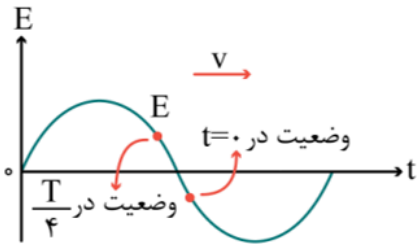
۱) مسافتی که موج در یک بازهٔ زمانی طی می‌کند (تندی موج) به ویژگی‌های محیط بستگی دارد و مستقل از بسامد موج است. (×)

۲) در پدیدهٔ شکست، با تغییر محیط موج، بسامد ثابت می‌ماند و طول موج تغییر می‌کند؛ اما در این حالت رنگ نور تغییری نمی‌کند (رنگ به بسامد بستگی دارد) (✓)

۳) در مدت‌زمان $\frac{T}{۲}$ امواج E و B، نصف یک نوسان کامل را انجام می‌دهند. ازآنجایی‌که در لحظهٔ $t=۰$ موج‌ها در حالت صفر نبوده‌اند، درنتیجه با گذشت $\frac{T}{۲}$، تنها یک بار این میدان‌ها صفر می‌شوند. (×)

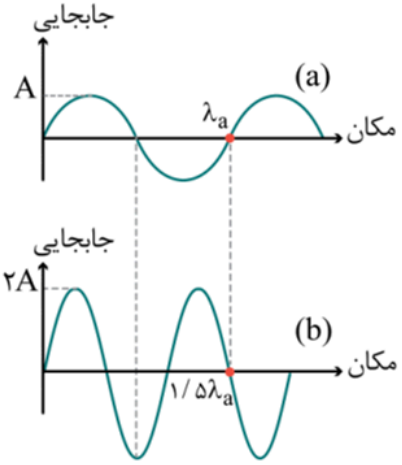



۴) مانند شکل رسم‌شده، الزاماً این اتفاق رخ نمی‌دهد. (×)




(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

## ۸۱




همان‌طور که نشان داده شده است:

$$\lambda_a = ۱/۵\lambda_b \Rightarrow \frac{\lambda_a}{\lambda_b} = \frac{۳}{۲}$$

اکنون نسبت بسامدها را به‌دست می‌آوریم:

$$f = \frac{v}{\lambda} \Rightarrow \frac{f_b}{f_a} = \frac{v_b}{v_a} \times \frac{\lambda_a}{\lambda_b}$$

$$\Rightarrow \frac{f_b}{f_a} = \frac{۱}{۳} \times \frac{۳}{۲} = \frac{۱}{۲}$$

حالا نسبت $\frac{I_b}{I_a}$ را حساب می‌کنیم:

$$I \propto (\frac{A.f}{r})^۲ \Rightarrow \frac{I_b}{I_a} = (\frac{A_b}{A_a} \times \frac{f_b}{f_a} \times \frac{r_a}{r_b})^۲ = (۲ \times \frac{۱}{۲} \times ۱)^۲ = ۱$$

درنهایت اختلاف تراز شدت دو صوت را به‌دست می‌آوریم:

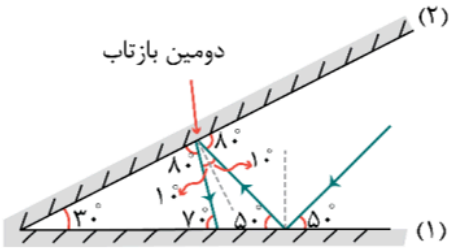
$$\beta_b - \beta_a = ۱۰ \cdot \log(\frac{I_b}{I_a}) = ۱۰ \cdot \log ۱ = ۰$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

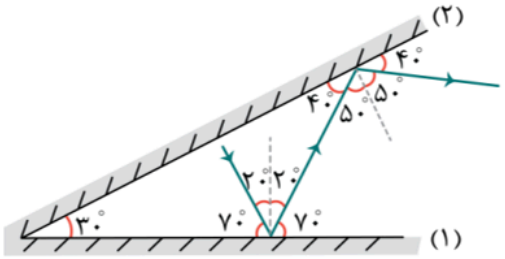


SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۸۲** با استفاده از قانون بازتاب، مسیر حرکت پرتو را رسم می‌کنیم.




در دومین بازتاب، پرتو به آینهٔ (۲) برخورد کرده با سطح آن زاویهٔ $\alpha = ۸۰^\circ$ ساخته است. حال ادامهٔ مسیر پرتو را رسم می‌کنیم.




در چهارمین برخورد، پرتو به سطح آینهٔ (۲) تابیده و زاویهٔ $\beta = ۴۰^\circ$ را با آن ساخته است.

$$\alpha - \beta = ۸۰^\circ - ۴۰^\circ = ۴۰^\circ$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۸۳**

**گام اول:**

مقایسهٔ بیشینهٔ تکانه در دو حالت:

$$\begin{cases} p_{max} = mv_{max} \\ v_{max} = A\omega = A\sqrt{\dfrac{k}{m}} \end{cases} \Rightarrow p_{max} = mA\sqrt{\dfrac{k}{m}} = A\sqrt{km}$$

$$\xrightarrow{\text{یکسان } k,A} \frac{p_{max_۱}}{p_{max_۲}} = \sqrt{\frac{m_۱}{m_۲}} = \sqrt{\frac{۱}{۴}} = \frac{۱}{۲}$$

**گام دوم:**

مقایسهٔ بیشینهٔ انرژی جنبشی (انرژی مکانیکی):

$$E = \frac{۱}{۲}kA^۲ \xrightarrow{\text{یکسان } A,k} E_۱ = E_۲$$

دقت کنید که بیشینهٔ انرژی جنبشی درواقع همان انرژی مکانیکی نوسانگر است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

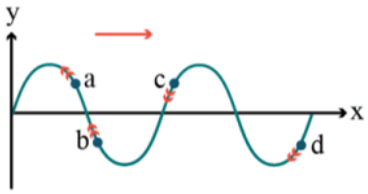


SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۸۴** اگر انرژی جنبشی ذرهٔ c درحال افزایش باشد و یا اندازهٔ تکانهٔ ذرهٔ b درحال افزایش باشد، می‌توان نتیجه گرفت موج در جهت محور x منتشر می‌شود، پس برای بررسی عبارت‌های (ب) و (پ)، فرض می‌کنیم جهت انتشار موج به سمت راست باشد.

**بررسی سایر موارد:**

ب: صحیح ← ذرهٔ c درحال نزدیک شدن به مرکز نوسان است و هم‌زمان ذرهٔ b درحال حرکت به سمت بالا است. (✓)

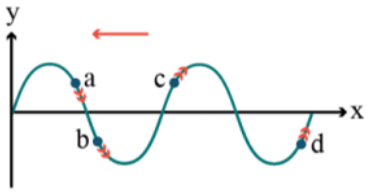



پ: غلط ← ذرهٔ b درحال نزدیک شدن به مرکز نوسان است اما هم‌زمان ذرهٔ d درحال دور شدن از مرکز نوسان است. (✗)

اگر حرکت ذرهٔ a تندشونده باشد و یا شتاب و سرعت ذرهٔ c، علامت مخالف هم داشته باشد، می‌توان نتیجه گرفت که موج در خلاف جهت محور x منتشر می‌شود، پس برای بررسی عبارت‌های (الف) و (ت)، فرض می‌کنیم جهت انتشار موج به سمت چپ باشد.

**بررسی سایر موارد:**

الف: غلط ← ذرهٔ a درحال نزدیک شدن به مرکز نوسان است و هم‌زمان ذرهٔ d نیز درحال نزدیک شدن به مرکز نوسان است و درنتیجه اندازهٔ شتاب آن درحال کاهش می‌باشد. (✗)




ت: صحیح ← ذرهٔ c درحال نزدیک شدن به دامنه است و درنتیجه دارای حرکت کندشونده می‌باشد، هم‌زمان ذرهٔ a نیز درحال نزدیک شدن به مرکز نوسان و درنتیجه تندی بیشینه است. (✓)

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۸۵**

**گام اول:**

شدت صوت در فاصلهٔ ۵ متری بلندگو برابر است با:

$$\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow ۱۰۳ = ۱۰\log\frac{I}{I_۰}$$

$$\Rightarrow \log\frac{I}{I_۰} = ۱۰/۳ = ۱۰ + ۰/۳ = \log ۱۰^{۱۰} + \log ۲ = \log ۲\times ۱۰^{۱۰}$$

$$\Rightarrow \frac{I}{I_۰} = ۲\times ۱۰^{۱۰} \xrightarrow{I_۰ = ۱۰^{-۱۲}\frac{W}{m^۲}} I = ۲\times ۱۰^{-۲}\frac{W}{m^۲}$$

**گام دوم:**

توان صوتی که به کره‌ای با شعاع ۵m می‌رسد، برابر است با:

$$I = \frac{P}{۴\pi r^۲} \Rightarrow ۲\times ۱۰^{-۲} = \frac{P}{۴\times ۳\times ۵^۲} \Rightarrow P = ۶W$$

بنابراین از ۱۰W توان چشمهٔ صوت، ۶W به گیرندهٔ صوتی می‌رسد و ۴W در مسیر، تلف و جذب محیط شده است. پس می‌توان گفت ۴۰ درصد توان چشمه جذب محیط شده است.

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۸۶

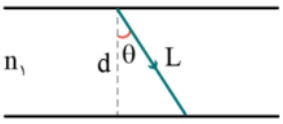
**بررسی موارد:**

**الف:** بسامد نور به محیط بستگی ندارد، بنابراین بسامد در هر دو محیط یکسان است. (✗)

**ب:** برای مقایسهٔ طول موج نور می‌توان نوشت:

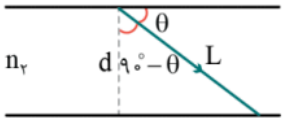
$$\begin{cases}\lambda=\frac{v}{f}\Rightarrow\frac{\lambda_1}{\lambda_2}=\frac{v_1}{v_2}\\ v=\frac{c}{n}\Rightarrow\frac{v_1}{v_2}=\frac{n_2}{n_1}\end{cases}\Rightarrow\frac{\lambda_1}{\lambda_2}=\frac{n_2}{n_1}\ (\times)$$

**پ:** برای مقایسهٔ زمان عبور پرتو از هر محیط می‌توان نوشت:




$$L=\frac{d}{\cos\theta}\ ,\ v=\frac{c}{n_1}$$

$$\Delta t_1=\frac{L}{v}=\frac{\frac{d}{\cos\theta}}{\frac{c}{n_1}}=\frac{n_1 d}{c\cos\theta}$$




$$L=\frac{d}{\cos(90^\circ-\theta)}=\frac{d}{\sin\theta}\ ,\ v=\frac{c}{n_2}$$

$$\Delta t_2=\frac{L}{v}=\frac{\frac{d}{\sin\theta}}{\frac{c}{n_2}}=\frac{n_2 d}{c\sin\theta}$$

$$\Rightarrow\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}=\frac{\frac{n_1 d}{c\cos\theta}}{\frac{n_2 d}{c\sin\theta}}=\frac{n_1}{n_2}\times\frac{\sin\theta}{\cos\theta}\xrightarrow[\text{قانون اسنل}]{\frac{n_1}{n_2}=\frac{\sin(90^\circ-\theta)}{\sin\theta}=\frac{\cos\theta}{\sin\theta}}\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}=1\ (\times)$$

(ماز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۸۷

$$t_1=0/1\,s\Rightarrow x_1=0/26\cos 20\pi\times 0/1=0/26\,m$$

$$t_2=\frac{19}{60}s\Rightarrow x_2=0/26\cos 20\pi\times\frac{19}{60}=0/26\cos\frac{19\pi}{3}=0/26\cos(6\pi+\frac{\pi}{3})=\frac{26}{200}m$$

$$v_{av}=\frac{\Delta x}{\Delta t}\Rightarrow v_{av}=\frac{\frac{26}{200}-(0/26)}{\frac{19}{60}-\frac{1}{10}}=-0/6\frac{m}{s}\Rightarrow|v_{av}|=0/6\frac{m}{s}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۸۸

$$E=2\pi^2 mA^2 f^2=\frac{2\pi^2 mA^2}{T^2}$$

$$E=K_{max}\xrightarrow{K_2=2K_1}E_2=2E_1$$

$$\Rightarrow\frac{2\pi^2 mA^2}{T_2^2}=2\times\frac{2\pi^2 mA^2}{T_1^2}\Rightarrow\frac{T_1}{T_2}=\sqrt{2}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۸۹** وقتی نوسانگر به نقاط بازگشتی می‌رسد، فنر بیشترین کشیدگی (یا بیشترین فشردگی) را دارد و با توجه به رابطهٔ $F = kx$ فنر بیشترین نیرو را وارد می‌کند.

$$\begin{cases} F = kx \\ x_{max} = A \end{cases} \Rightarrow F_{max} = kA \Rightarrow kA = mg \Rightarrow ۸۰۰A = ۰/۴\times۱۰ \Rightarrow A = \frac{۴}{۸۰۰}m = ۰/۰۰۵\,m = ۰/۵\,cm$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۹۰**

$$E = U + K \Rightarrow E = ۱+۱ = ۲mJ = ۲\times۱۰^{-۳}J$$

$$E = ۲\pi^۲ mA^۲ f^۲ \Rightarrow ۲\times۱۰^{-۳} = ۲\pi^۲ \times ۰/۵ \times (۲\times۱۰^{-۲})^۲ \times f^۲ \Rightarrow f = \frac{\sqrt{۵}}{\pi}Hz$$

$$f = \frac{۱}{۲\pi}\sqrt{\frac{g}{L}} \Rightarrow \frac{\sqrt{۵}}{\pi} = \frac{۱}{۲\pi}\sqrt{\frac{۹/۸}{L}} \Rightarrow L = ۰/۴۹\,m = ۴۹\,cm$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۹۱**

$$f = \frac{۱}{۲\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow \begin{cases} ۶۰ = \frac{۱}{۲\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} \\ ۱۳۵ = \frac{۱}{۲\pi}\sqrt{\frac{k'}{m'}} \end{cases} \Rightarrow \frac{۶۰}{۱۳۵} = \frac{\frac{۱}{۲\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}}{\frac{۱}{۲\pi}\sqrt{\frac{k'}{m'}}} \Rightarrow \frac{۱۶}{۸۱} = \frac{k}{k'}\times\frac{m'}{m} \Rightarrow \frac{m'}{m} = \frac{۱۶}{۸۱}\times\frac{k'}{k} \quad \text{رابطهٔ (۱)}$$

پس از تعویض جرم‌ها، چون تشدید رخ می‌دهد، بسامد آن‌ها با هم برابر می‌شود.

$$f_۱ = f_۲ \Rightarrow \frac{۱}{۲\pi}\sqrt{\frac{k}{m'}} = \frac{۱}{۲\pi}\sqrt{\frac{k'}{m}} \Rightarrow \frac{k}{m'} = \frac{k'}{m}$$

$$\Rightarrow \frac{k}{k'} = \frac{m'}{m} \xrightarrow{\text{رابطهٔ (۱)}} \frac{k}{k'} = \frac{۱۶}{۸۱}\times\frac{k'}{k} \Rightarrow \frac{k}{k'} = \frac{۴}{۹}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۹۲** تندی نوسانگر در بازهٔ زمانی $\frac{T}{۴}$ از صفر به بیشینه می‌رسد.

$$\frac{T}{۴} = \frac{۱}{۴۰۰۰} \Rightarrow T = ۰/۰۰۱s$$

$$\omega = \frac{۲\pi}{T} = \frac{۲\pi}{۰/۰۰۱} = ۲۰۰۰\pi\frac{rad}{s}$$

با توجه به رابطهٔ $v_{max} = A\omega$ ، دامنهٔ نوسان را می‌یابیم:

$$v_{max} = A\omega \Rightarrow ۵\pi = A\times۲۰۰۰\pi \Rightarrow A = \frac{۵}{۲۰۰۰}m = ۲/۵\,mm$$

فاصلهٔ نقاط بازگشتی از هم دو برابر دامنه ( $۲A$ ) است:

$$۲A = ۲\times۲/۵ = ۵\,mm$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۹۳** نسبت بزرگی شتاب گرانش دو سیاره را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{g_2}{g_1}=\frac{4M_e}{M_e}\times\left(\frac{R_e}{2R_e+R_e}\right)^2=4\times\left(\frac{R_e}{3R_e}\right)^2=\frac{4}{9}$$

نسبت دوره‌ها را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{T_2}{T_1}=\sqrt{\frac{g_1}{g_2}}=\sqrt{\frac{9}{4}}=\frac{3}{2}$$

یک شبانه‌روز ۲۴ ساعت است و می‌دانیم اختلاف دورهٔ تناوب آونگ ساده در دو مکان (سطح زمین و در فاصلهٔ معین از سیارهٔ دیگر) برابر با $\frac{1}{2}T_1$ است:

$$\Delta T=\frac{3}{2}T_1-T_1=\frac{1}{2}T_1$$

از آنجایی که دورهٔ تناوب $T_2$ بزرگ‌تر است، پس ساعت عقب می‌افتد:

مدت‌زمان عقب افتادن ساعت: $\Delta t=\frac{1}{2}\times 24=12\,h$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۹۴** راه‌حل اول:

بسامد زاویه‌ای نوسان را به‌دست می‌آوریم:

$$f=\frac{N}{t}\Rightarrow f=\frac{500}{2/5\times 60}=\frac{10}{3}\,Hz$$

$$\omega=2\pi f\Rightarrow \omega=2\pi\times\frac{10}{3}=\frac{20\pi}{3}\,\frac{rad}{s}$$

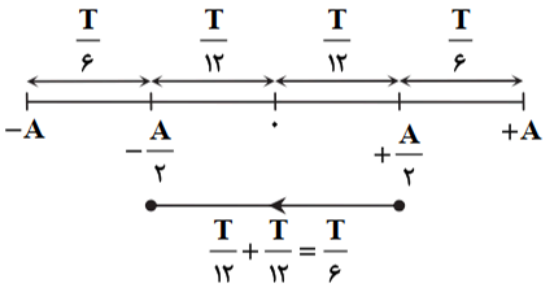
با توجه به معادلهٔ مکان- زمان نوسانگر هماهنگ ساده ( $x=A\cos\omega t$ ) داریم:

$$\begin{cases}\frac{A}{2}=A\cos\frac{20\pi}{3}t_1\\ -\frac{A}{2}=A\cos\frac{20\pi}{3}t_2\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}\frac{1}{2}=\cos\frac{20\pi}{3}t_1\\ -\frac{1}{2}=\cos\frac{20\pi}{3}t_2\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}\cos\frac{\pi}{3}=\cos\frac{20\pi}{3}t_1\\ \cos\frac{2\pi}{3}=\cos\frac{20\pi}{3}t_2\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}t_1=\frac{1}{20}s\\ t_2=\frac{2}{20}s\end{cases}$$

$$t_2-t_1=\frac{2}{20}-\frac{1}{20}=\frac{1}{20}=0/05\,s$$

راه‌حل دوم:

با توجه به نمودار زمانی زیر، می‌توان گفت نوسانگر فاصلهٔ $+\frac{A}{2}$ تا $-\frac{A}{2}$ را حداقل در مدت $\frac{T}{6}$ طی می‌کند:




$$T=\frac{\Delta t}{N}=\frac{2/5\times 60}{500}=0/3\,s\Rightarrow\frac{T}{6}=\frac{\frac{3}{10}}{6}=0/05\,s$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



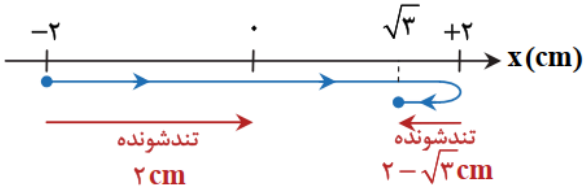
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۹۵**

$$t_1=\frac{1}{4}s \Rightarrow x_1=2\cos 4\pi\times\frac{1}{4}=-2cm$$

$$t_2=\frac{13}{24}s \Rightarrow x_2=2\cos 4\pi\times\frac{13}{24}=2\cos\frac{13\pi}{6}=2\cos(2\pi+\frac{\pi}{6})=\sqrt{3}\,cm$$

در بازهٔ زمانی $t_1=\frac{1}{4}s$ تا $t_2=\frac{13}{24}s$، نوسانگر از $x=-2cm$ تا $x=+2cm$ رفته و سپس تا $x=\sqrt{3}cm$ برمی‌گردد و در این مدت از $-2cm$ تا صفر و سپس از $2cm$ تا $\sqrt{3}cm$ حرکت تندشونده داشته است. به این ترتیب کل مسافتی که به‌طور تندشونده طی می‌کند، برابر با $2+2-\sqrt{3}=2/3\,cm$ است.




(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۹۶**

$$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow \begin{cases}6=\sqrt{\frac{k}{m_1}}\\ 8=\sqrt{\frac{k}{m_2}}\\ \omega_3=\sqrt{\frac{k}{m_1+m_2}}\end{cases} \Rightarrow \begin{cases}m_1=\frac{k}{36}\\ m_2=\frac{k}{64}\\ \omega_3=\sqrt{\frac{k}{\frac{k}{36}+\frac{k}{64}}}=4/8\,\frac{rad}{s}\end{cases}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۹۷**

دورهٔ تناوب سامانهٔ جرم- فنر از رابطهٔ $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ محاسبه می‌شود و همان‌طور که دیده می‌شود دورهٔ تناوب $T$ به دامنهٔ $A$ بستگی ندارد.

حال وقتی در حالت اول جرم $m$ با دامنهٔ $A$ نوسان می‌کند، مدت‌زمان طی نمودن فاصلهٔ $AO$ برابر $\frac{T}{4}$ یعنی $0/1s$ است. در حالت دوم که دامنه دو برابر شده، باز هم دوره تناوب همان $0/4s$ است و این بار فاصلهٔ $BO$ را در $\frac{T}{4}$ یعنی $0/1s$ طی می‌کند و فاصلهٔ $AO$ نصف فاصلهٔ $BO$ بوده و به‌صورت زیر قابل‌محاسبه است:

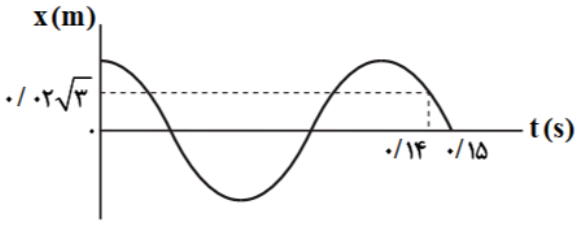
$$x=A\cos\omega t \Rightarrow \begin{cases}\frac{A}{2}=A\cos\omega t_1\\ 0=A\cos\omega t_2\end{cases} \Rightarrow \begin{cases}\cos\frac{\pi}{3}=\cos\omega t_1\\ \cos\frac{\pi}{2}=\cos\omega t_2\end{cases} \Rightarrow \begin{cases}\omega t_1=\frac{\pi}{3}\\ \omega t_2=\frac{\pi}{2}\end{cases} \Rightarrow \omega(t_2-t_1)=\frac{\pi}{2}-\frac{\pi}{3}$$

$$\Rightarrow \frac{2\pi}{0/4}(t_2-t_1)=\frac{\pi}{6} \Rightarrow t_2-t_1=\frac{1}{30}s$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)


SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۹۸** ابتدا بسامد زاویه‌ای را می‌یابیم:




$$\Delta t = ۵\frac{T}{۴} = ۰/۱۵ \Rightarrow T = \frac{۳}{۲۵}s \ , \ \omega = \frac{۲\pi}{T} \Rightarrow \omega = \frac{۲\pi}{\frac{۳}{۲۵}} = \frac{۵۰\pi}{۳}\frac{rad}{s}$$

برای نوشتن معادلهٔ مکان- زمان، علاوه بر بسامد زاویه‌ای، نیازمند دامنهٔ نوسان نیز هستیم:

$$x = A\cos\omega t \Rightarrow ۰/۰۲\sqrt{۳} = A\cos(\frac{۵۰\pi}{۳}\times ۰/۱۴) = A\cos\frac{۷\pi}{۳} = \frac{A}{۲} \Rightarrow A = ۰/۰۴\sqrt{۳}\,m$$

حالا می‌توان معادلهٔ مکان- زمان را در SI به‌صورت روبه‌رو نوشت:

$$x = ۰/۰۴\sqrt{۳}\cos\frac{۵۰\pi}{۳}t$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۹۹** در نقطهٔ $x_۲$ انرژی پتانسیل نوسانگر با انرژی جنبشی آن برابر است. به این ترتیب داریم:

$$K_۲ = ۲۰۰J \xrightarrow{K_۲=\frac{۱}{۲}mv_۲^۲} ۲۰۰ = \frac{۱}{۲}\times ۴\times v_۲^۲ \Rightarrow v_۲ = ۱۰\frac{m}{s} \qquad E = U + K = ۲۰۰ + ۲۰۰ = ۴۰۰J$$

در نقطهٔ $x_۱$ داریم:

$$E = U_۱ + K_۱ \Rightarrow ۴۰۰ = ۲۳۸ + K_۱ \Rightarrow K_۱ = ۱۶۲J \xrightarrow{K_۱=\frac{۱}{۲}mv_۱^۲} ۱۶۲ = \frac{۱}{۲}\times ۴\times v_۱^۲ \Rightarrow v_۱ = ۹\frac{m}{s}$$

$$v_۲ - v_۱ = ۱۰ - ۹ = ۱\frac{m}{s}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۱۰۰** قبل از حل می‌توان پیش‌بینی نمود که طول آونگ باید زیاد شود؛ چراکه با کاهش تعداد نوسان‌ها در هر دقیقه، بسامد کم و دوره زیاد می‌شود. از طرفی دیگر، چون دوره با جذر طول آونگ متناسب است، باید طول آونگ زیاد شود.

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow ۰/۸ = ۲\pi\sqrt{\frac{L_۱}{۱۰}} \Rightarrow L_۱ = ۰/۱۶m = ۱۶cm$$

ابتدا تعداد نوسان‌های اولیه در هر دقیقه را می‌یابیم:

$$T_۱ = \frac{t}{N_۱} \Rightarrow ۰/۸ = \frac{۶۰}{N_۱} \Rightarrow N_۱ = ۷۵$$

از این تعداد باید ۱۵ تا کم شود:

$$N_۲ = ۷۵ - ۱۵ = ۶۰ \Rightarrow T_۲ = \frac{t}{N_۲} = \frac{۶۰}{۶۰} = ۱s$$

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow ۱ = ۲\pi\sqrt{\frac{L_۲}{g}} \Rightarrow L_۲ = ۰/۲۵m = ۲۵cm$$

بنابراین طول آونگ باید ۹cm افزایش یابد:

$$\Delta L = ۲۵ - ۱۶ = ۹cm$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۱۰۱** موج در بازه‌های زمانی $\Delta t = nT + \frac{T}{۲}$ از شکل (الف) به شکل (ب) درمی‌آید که حداقل آن $\frac{T}{۲}$ است.

$$\frac{T}{۲} = ۰/۲ \Rightarrow T = ۰/۴\,s$$

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۰/۰۸}{۰/۲} = ۰/۴\,\frac{m}{s}$$

$$\lambda = vT \Rightarrow \lambda = ۰/۴ \times ۰/۴ = ۰/۱۶\,m$$

$$OM = ۳\frac{\lambda}{۲} \Rightarrow OM = ۳ \times \frac{۰/۱۶}{۲} = ۰/۲۴\,m = ۲۴\,cm$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۰۲** فاصلهٔ قله از درهٔ مجاور $= \frac{\lambda}{۲} = ۰/۰۲ \Rightarrow \lambda = ۰/۰۴\,m$

$$v = f\lambda \Rightarrow v = ۲۰۰ \times ۰/۰۴ = ۸\,\frac{m}{s}$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow ۸ = \sqrt{\frac{۴}{\mu}} \Rightarrow \mu = \frac{۴}{۶۴}\,\frac{kg}{m}$$

$$\mu = \frac{m}{L} \Rightarrow m = \frac{۴}{۶۴} \times ۱/۶ = ۰/۱۰۰\,kg = ۱۰۰\,g$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۰۳** با توجه به قاعدهٔ دست راست، جهت میدان الکتریکی $+z$ است.

$$۱۵\,nm = \frac{\lambda}{۴} \Rightarrow \lambda = ۶۰\,nm = ۶ \times ۱۰^{-۸}\,m \qquad f = \frac{c}{\lambda} \Rightarrow f = \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{۶ \times ۱۰^{-۸}} = ۵ \times ۱۰^{۱۵}\,Hz$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۰۴** اگر فرض کنیم فاصلهٔ مکان زمین‌لرزه تا لرزه‌نگار $d$ و اختلاف زمان دریافت نخستین موج $P$ و $S$، برابر با $t$ باشد، داریم: $d = vt$

برای امواج $P$ داریم:

$$۲۴۳۰\,km = ۸/۱\,\frac{km}{s} \times t_P \Rightarrow t_P = ۳۰۰\,s = ۵\,min$$

تندی امواج $S$ از تندی امواج $P$ کمتر است، پس زمان طی نمودن فاصلهٔ $۲۴۳۰\,km$ توسط آن‌ها بیشتر است.

$$t_S = ۵ + ۴ = ۹\,min = ۵۴۰\,s$$

$$v_S = \frac{d}{t_S} \Rightarrow v_S = \frac{۲۴۳۰}{۵۴۰} = ۴/۵\,\frac{km}{s}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۰۵**

- با توجه به شکل تمام انرژی موج صوتی که در یکای زمان از سطح (۱) می‌گذرد از سطح (۲) هم می‌گذرد، پس توان متوسط صوتی در هر دو سطح برابر است. از این‌رو گزینهٔ ۱ نادرست و گزینهٔ ۲ درست است.
- با توجه به برابری توان متوسط صوت در هر دو سطح، چون سطح (۲)، ۴ برابر سطح (۱) است، پس شدت صوت در سطح (۱) چهار برابر شدت صوت در سطح (۲) است. گزینهٔ ۳ نادرست است.
- تراز شدت صوت در سطح (۱)، $۶\,dB$ بیشتر از تراز شدت صوت در سطح (۲) است. گزینهٔ ۴ نادرست است.

$$\beta_۱ - \beta_۲ = ۱۰\log\frac{I_۱}{I_۲} = ۱۰\log ۴ = ۲۰\log ۲ = ۲۰ \times ۰/۳ = ۶\,dB$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۱۰۶**

$$\beta_۲-\beta_۱=۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱}\Rightarrow ۳۰-۳۹=۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱}\Rightarrow -۰/۹=\log\frac{I_۲}{I_۱}\xrightarrow{\log ۲=۰/۳}$$

$$\Rightarrow \log ۲^{۳}=\log\frac{I_۱}{I_۲}\Rightarrow ۸=\frac{I_۱}{I_۲}\Rightarrow \frac{I_۲}{I_۱}=\frac{۱}{۸}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۰۷**

با توجه به نزدیک شدن جبهه‌ها در سمت چپ، چشمه به‌طرف چپ در حرکت است و اینکه جبهه‌ها برهم مماس نشده و یا از هم عبور نکرده‌اند، نشان می‌دهد که تندی حرکت چشمه از تندی صوت کمتر است. حال اگر ناظر در پشت سر چشمه بایستد، جبهه‌هایی با فاصلهٔ بیشتر (طول موج بیشتر) را دریافت می‌کند که بسامد آن‌ها کمتر از بسامد چشمه است ($f=\frac{v}{\lambda}$).

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

**۱۰۸**

با توجه به اینکه موج به‌طرف چپ حرکت می‌کند، ذرهٔ M پس از $\frac{T}{۴}$ به $-A$ و پس از $\frac{۲T}{۴}$ به صفر و پس از $\frac{۳T}{۴}$ به $+A$ می‌رسد و جابه‌جایی آن $+۳\,cm$ است.

مسافتی که موج در مدت $\frac{۳T}{۴}$ طی می‌کند برابر $\frac{۳\lambda}{۴}$ که می‌توان طول موج را محاسبه و در $\frac{۳}{۴}$ ضرب کنیم:

$$\lambda=\frac{v}{f}\Rightarrow \lambda=\frac{۸}{۵}m=۱۶۰cm\Rightarrow \ell=\frac{۳}{۴}\lambda=\frac{۳}{۴}\times ۱۶۰=۱۲۰cm$$

همچنین می‌توان دوره را حساب کرد و تندی موج را در $\frac{۳}{۴}T$ ضرب کرد:

$$T=\frac{۱}{f}=\frac{۱}{۵}s\Rightarrow \ell=vt=v\times\frac{۳}{۴}T\Rightarrow \ell=۸\times\frac{۳}{۴}\times\frac{۱}{۵}=۱/۲m=۱۲۰cm$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۰۹**

چون محیط انتشار موج‌های (۱) و (۲) یکسان است (هر دو در یک طناب منتشر می‌شوند)، تندی آن‌ها نیز یکسان است. اگر طول موج را در حالت اول با $\lambda_۱$ و در حالت دوم با $\lambda_۲$ نشان دهیم، داریم:

$$\frac{۵}{۴}\lambda_۱=\lambda_۲\Rightarrow \frac{۵}{۴}\frac{v}{f_۱}=\frac{v}{f_۲}\Rightarrow f_۲=\frac{۴}{۵}f_۱\Rightarrow f_۲=\frac{۴}{۵}\times ۲۰=۱۶\,Hz$$

$$\Delta f=۱۶-۲۰=-۴\,Hz$$

بنابراین بسامد باید $۴\,Hz$ کم شود.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۱۰**

$$\frac{۳\lambda}{۲}=۰/۹\Rightarrow \lambda=۰/۶m$$

$$\lambda=v\cdot T\Rightarrow ۰/۶=۴T\Rightarrow T=۰/۱۵s$$

چون در $t=۰$ ذرهٔ M به‌طرف بالا می‌رود، موج در حال حرکت به‌طرف چپ است و در این لحظه ذرهٔ N در حال حرکت به‌طرف پایین است.

حال ذرهٔ N باید ابتدا به مبدأ ($y=۰$) رسیده و بعد از آن با سپری شدن $۳\frac{T}{۴}$ به $y=+A$ برسد. اما زمان لازم برای رسیدن به مبدأ چقدر است؟!

برای رسیدن ذرهٔ N از $+\frac{A}{۲}$ به صفر باید زاویهٔ کسینوس از $\frac{\pi}{۳}$ به $\frac{\pi}{۲}$ یعنی به‌اندازهٔ $\frac{\pi}{۶}$ تغییر کند، از طرفی چون زمان تغییر $۲\pi$ برابر T است، پس مدت‌زمان تغییر $\frac{\pi}{۶}$ برابر با $\frac{T}{۱۲}$ است و داریم:

$$\Delta t=t-۰=\frac{T}{۱۲}+\frac{۳T}{۴}=\frac{۱۰T}{۱۲}=\frac{۱۰\times ۰/۱۵}{۱۲}=\frac{۱}{۸}s$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۱۱

$$\mu=\frac{m}{L}=\frac{\rho V}{L}=\frac{\rho AL}{L}=\rho A=۳۰۰۰\times۳\times۰/۰۰۴^{۲}=۰/۱۴۴\frac{kg}{m}$$

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}\Rightarrow v=\sqrt{\frac{۱۴/۴}{۰/۱۴۴}}=۱۰\frac{m}{s}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۱۲

در موج طولی، فاصلهٔ وسط یک تراکم تا وسط یک بازشدگی متوالی برابر $\frac{\lambda}{۲}$ است:

$$\frac{\lambda}{۲}=۲۰cm\Rightarrow\lambda=۴۰cm=۰/۴m$$

$$v=f\cdot\lambda\Rightarrow v=۸۴۰\times۰/۴=۳۳۶\frac{m}{s}$$

$$d=v\cdot t\Rightarrow ۶۷/۲=۳۳۶\times t\Rightarrow t=۰/۲s$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۱۳

$$I=\frac{P_{av}}{A}\Rightarrow ۱۰^{-۴}=\frac{P_{av}}{۱\times۱۰^{-۴}}\Rightarrow P_{av}=۱۰^{-۸}W \qquad P_{av}=\frac{E}{\Delta t}\Rightarrow ۱۰^{-۸}=\frac{۱۲\times۱۰^{-۶}}{\Delta t}\Rightarrow \Delta t=۱۲۰۰s=۲۰min$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۱۴

$$\beta_{۱}-\beta_{۲}=۱۰\log\frac{I_{۱}}{I_{۲}}\Rightarrow ۱۲=۱۰\log\frac{I_{۱}}{I_{۲}}\Rightarrow ۱/۲=\log\frac{I_{۱}}{I_{۲}}\xrightarrow{۰/۳=۴\log۲}\log۲^{۴}=\log\frac{I_{۱}}{I_{۲}}\Rightarrow\frac{I_{۱}}{I_{۲}}=۱۶$$

$$\xrightarrow{I=\frac{P_{av}}{A}=\frac{P_{av}}{۴\pi r^{۲}}\Rightarrow\frac{I_{۱}}{I_{۲}}=(\frac{r_{۲}}{r_{۱}})^{۲}}۱۶=(\frac{۱۰۰+d}{۱۰۰})^{۲}\Rightarrow ۴=\frac{۱۰۰+d}{۱۰۰}\Rightarrow d=۳۰۰m$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

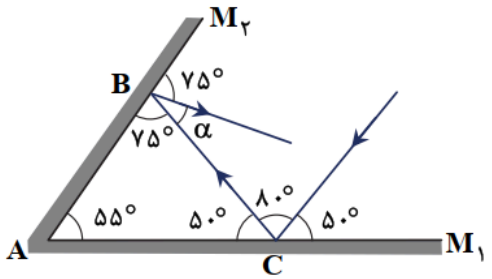
۱۱۵

در اثر دوپلر وقتی چشمه ساکن است، طول موج صوت تغییر نمی‌کند و ارتباطی به حرکت ناظر ندارد اما با حرکت ناظر به‌طرف چشمه، تعداد جبهه‌های موج دریافتی توسط ناظر افزایش می‌یابد و ناظر بسامدی بیشتر از بسامد چشمه دریافت می‌کند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۱۶

با توجه به شکل و برابری زاویهٔ تابش با زاویهٔ بازتابش، زاویهٔ $\alpha$ برابر با $۳۰^{\circ}$ است.




$$\alpha=۱۸۰^{\circ}-(۲\times۷۵^{\circ})=۳۰^{\circ}$$

توجه کنید که مجموع زوایای داخلی مثلث ABC برابر با $۱۸۰^{\circ}$ است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۱۷

برای تشخیص پژواک از صدای اصلی باید فاصلهٔ زمانی بیشتر از $۰/۱s$ باشد. اگر فاصلهٔ شخص تا صخره d باشد، صوت باید مسافت رفت و برگشت $۲d$ را طی کند و داریم:

$$۲d=v\cdot t\Rightarrow ۲d=۳۶۰\times۰/۱\Rightarrow d=۱۸m$$

فاصلهٔ دو شخص A و B کمتر از این مقدار است و فاصلهٔ دو شخص C و D بیشتر است؛ از این‌رو دو شخص C و D هریک صدای پژواک دست زدن خود را خواهند شنید.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۱۸ هر قدر جسم کوچک‌تر باشد، باید طول موج کمتر شود. برای تشخیص جسم کوچک باید طول موج هم در حد آن کوچک باشد. برای این منظور باید بسامد را افزایش داده تا طول موج کوچک شود (تندی صوت در محیط ثابت است).

$$\begin{cases} f_2 = f_1 + 0/25 f_1 = 1/25 f_1 \quad (1) \text{ رابطهٔ} \\ \lambda_2 = \lambda_1 - 0/003 \end{cases}$$

$$f = \frac{v}{\lambda} \xrightarrow{(1) \text{ رابطهٔ}} \frac{v}{\lambda_2} = 1/25 \frac{v}{\lambda_1} \Rightarrow \frac{1}{\lambda_2} = 1/25 \times \frac{1}{\lambda_2 + 0/003} \Rightarrow \frac{1}{4}\lambda_2 = 0/003 \Rightarrow \lambda_2 = 0/012\,m = 12\,mm$$

$$\Rightarrow \lambda_1 = 12 + 3 = 15\,mm$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۱۹ در میکروفون سهموی از مکان‌یابی پژواکی استفاده نمی‌شود.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۲۰ در بازتاب منظم، طول موج از ناهمواری‌های سطح بزرگ‌تر است؛ از این‌رو در موج با طول موج $\lambda_2$ که بازتاب، پخشنده بوده است، طول موج کوچک‌تر است و سطح برای آن ناصاف محسوب می‌شود ولی برای طول موج $\lambda_1$ که بازتاب منظم رخ داده، سطح صیقلی و صاف محسوب می‌شود:

$$\lambda_1 > \lambda_2$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۲۱ با توجه به شکل تندی موج در محیط (۲) بیشتر از تندی موج در محیط (۱) است، چون طول موج در محیط (۲) بیشتر از طول موج در محیط (۱) است. از طرفی می‌دانیم بسامد موج در هر دو محیط برابر است.

$$v_2 = v_1 + 0/2 v_1 \Rightarrow 2/16 \times 10^8 = 1/2 v_1 \Rightarrow v_1 = 1/8 \times 10^8 \frac{m}{s}$$

$$f = \frac{v_1}{\lambda_1} = \frac{1/8 \times 10^8}{500 \times 10^{-9}} = 3/6 \times 10^{14}\,Hz$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۲۲ در حالت اول می‌توان نوشت:

$$\frac{\sin\theta_i}{\sin\theta_r} = \frac{n_b}{n_a} \Rightarrow \frac{\sin 37^\circ}{\sin 53^\circ} = \frac{n_b}{n_a} \Rightarrow \frac{n_b}{n_a} = \frac{3}{4}$$

در حالت دوم داریم:

$$\frac{\sin 30^\circ}{\sin\theta'_r} = \frac{n_a}{n_b} \Rightarrow \frac{0/5}{\sin\theta'_r} = \frac{4}{3} \Rightarrow \sin\theta'_r = \frac{3}{8}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

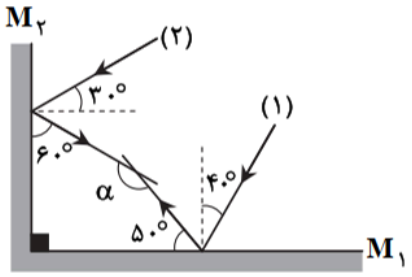
۱۲۳ در شکل گزینهٔ ۱ باید پرتو نور آبی بیشتر از قرمز خم شود چون ضریب شکست شیشه برای نور آبی بیشتر از قرمز است. (نادرست است.)
در شکل گزینهٔ ۲ با عبور نور از محیط شیشه‌ای (غلیظ) به هوا (رقیق)، پرتوهای نور باید از خط عمود بر مرز دو محیط دور شوند. (نادرست است.)
در شکل گزینهٔ ۳ پرتویی که با زاویهٔ تابش صفر بتابد، باید با زاویهٔ صفر (یعنی بدون شکست) خارج شود. (نادرست است.)
گزینهٔ ۴: چنانچه فرض کنیم مسیر نور برعکس شود یعنی از هوا به شیشه بتابد، مسیر نور می‌تواند مانند این شکل باشد. حال کافی است پرتوهای نور آبی و قرمز از شیشه به هوا مانند این شکل بتابند تا پس از شکست بیشتر برای نور آبی و شکست کمتر برای نور قرمز؛ زاویهٔ شکست برای هر دو، برابر شود. (درست است.)

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۱۲۴** با توجه به شکل روبه‌رو، زاویهٔ $\alpha$ برابر است با:




$$۶۰^\circ + \alpha + ۵۰^\circ + ۹۰^\circ = ۳۶۰^\circ \Rightarrow \alpha = ۱۶۰^\circ$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۲۵** الف) تندی موج در آب عمیق بیشتر از آب کم‌عمق است و از آنجا که طول موج و تندی موج در محیط (۱) بیشتر است، محیط (۱) ناحیهٔ آب عمیق است. (درست)

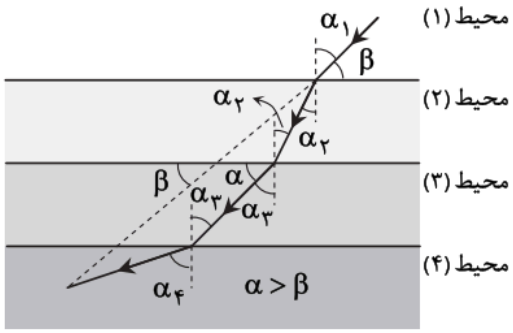
ب) با توجه به بیشتر بودن فاصلهٔ جبهه‌های موج در محیط (۱)، تندی آن در عبور از محیط (۱) به (۲) کاهش یافته است. (درست)

پ) فاصلهٔ جبهه‌های موج در محیط (۱) بیشتر از محیط (۲) است؛ از این‌رو طول موج در محیط (۱) بیشتر است. (درست)

ت) بسامد موج فقط به چشمهٔ تولید موج بستگی دارد و در عبور از محیطی به محیط دیگر ثابت می‌ماند. (نادرست)

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۲۶** در مقایسهٔ تندی نور بین دو محیط چنانچه زاویهٔ شکست کمتر از زاویهٔ تابش باشد، تندی نور در محیطی که پرتو تابش قرار دارد بیشتر است. با توجه به شکل:

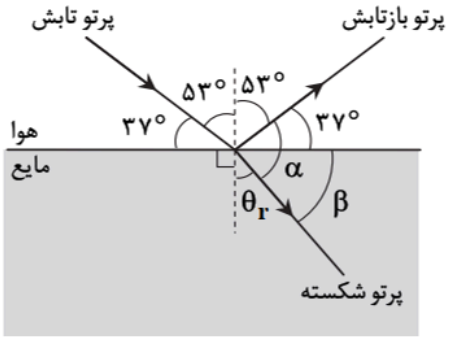



$$\alpha_۴ > \alpha_۱ > \alpha_۳ > \alpha_۲ \Rightarrow v_۴ > v_۱ > v_۳ > v_۲$$

از این‌رو گزینهٔ ۲ درست است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۲۷**




$$\frac{\text{Sin}\,\theta_i}{\text{Sin}\,\theta_r} = \frac{n_{\text{مایع}}}{n_{\text{هوا}}} \Rightarrow \frac{\text{Sin}\,۵۳^\circ}{\text{Sin}\,\theta_r} = \frac{۱/۲}{۱}$$

$$\text{Sin}\,\theta_r = \frac{۰/۸}{۱/۲} \simeq ۰/۶۶ \Rightarrow \theta_r = ۴۲^\circ$$

$$\beta = ۹۰^\circ - ۴۲^\circ = ۴۸^\circ$$

$$\alpha = ۳۷^\circ + ۴۸^\circ = ۸۵^\circ$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۲۸** فقط مورد «الف» درست بیان شده است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

**۱۲۹**

$$\frac{\lambda_۱}{\lambda_۲} = \frac{n_۲}{n_۱} \Rightarrow \frac{۷۲۰}{\lambda_۲} = \frac{۱/۵}{\frac{۴}{۳}} \Rightarrow \lambda_۲ = ۶۴۰\,\text{nm}$$

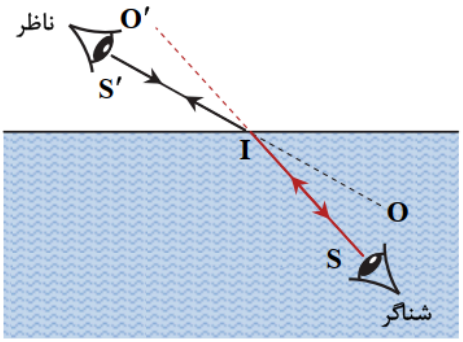
$$\Delta\lambda = ۶۴۰ - ۷۲۰ = -۸۰\,\text{nm}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۱۳۰** نور از شناگر از مسیر S به I و سپس از I به $S'$ می‌رسد و وارد چشم ناظر می‌شود. به این ترتیب ناظر، شناگر را در امتداد مستقیم نوری که وارد چشمش شده است، می‌بیند یعنی در امتداد IO که ادامهٔ پرتو $IS'$ است.




نوری که از طرف ناظر از $S'$ به I و سپس از I به S می‌رسد، وارد چشم شناگر می‌شود. به این ترتیب شناگر در امتداد مستقیم نوری که وارد چشمش شده است، ناظر را می‌بیند یعنی در امتداد $IO'$ که ادامهٔ پرتو IS است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۳۱**

$$\begin{cases} \frac{\sin ۳۷^\circ}{\sin ۵۳^\circ} = \frac{\lambda'_۱}{۴۲۰} \Rightarrow \lambda'_۱ = ۳۱۵\,nm \\ \frac{\sin ۳۷^\circ}{\sin ۴۵^\circ} = \frac{\lambda'_۲}{۷۰۰} \Rightarrow \lambda'_۲ = ۶۰۰\,nm \end{cases} \Rightarrow \lambda'_۲ - \lambda'_۱ = ۲۸۵\,nm$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۳۲** در لحظهٔ $t = ۰/۱s$ مکان نوسانگر $x = -۰/۱m$ است، بنابراین:

$$x = A\cos(\omega t) \Rightarrow -۰/۱ = ۰/۲\cos(\omega \times ۰/۱) \Rightarrow \cos(\omega \times ۰/۱) = -\frac{۱}{۲} \Rightarrow \omega \times ۰/۱ = \frac{۲\pi}{۳} \text{ یا } \frac{۴\pi}{۳}$$

با توجه به نمودار، در لحظهٔ $t = ۰/۱s$ برای اولین بار متحرک در مکان $x = -۰/۱m$ قرار می‌گیرد، بنابراین $\frac{۲\pi}{۳} rad$ قابل‌قبول است و داریم:

$$\omega \times ۰/۱ = \frac{۲\pi}{۳} \Rightarrow \omega = \frac{۲۰\pi}{۳}\frac{rad}{s}$$

$$v_{max} = A\omega = ۰/۲ \times \frac{۲۰\pi}{۳} = \frac{۴\pi}{۳} = ۴\frac{m}{s}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۳۳** ابتدا بسامد زاویه‌ای نوسانگر را محاسبه می‌کنیم.

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{۶۰۰}{۱/۵}} = ۲۰\frac{rad}{s}$$

$$\omega = \frac{۲\pi}{T} \Rightarrow ۲۰ = \frac{۲\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{\pi}{۱۰}s$$

نوسانگر در یک دوره مسافت $۴A$ را می‌پیماید:

$$v_{max} = A\omega \Rightarrow ۱ = A \times ۲۰ \Rightarrow A = \frac{۱}{۲۰}m$$

تندی متوسط در یک دوره : $s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{۴A}{T} = \frac{۴ \times \frac{۱}{۲۰}}{\frac{\pi}{۱۰}} = \frac{۲}{\pi}\frac{m}{s}$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

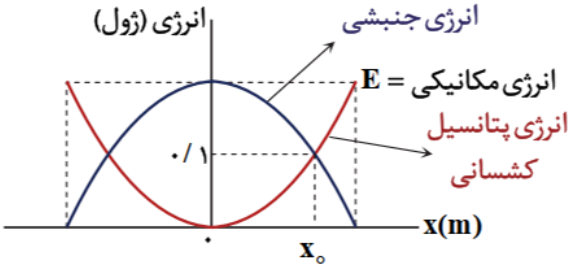
**۱۳۴** هرچقدر بسامد آونگ وادارنده به بسامد آونگی که قرار است در آن تشدید رخ دهد، نزدیک‌تر باشد، آن آونگ با دامنهٔ بزرگ‌تری نوسان خواهد کرد. با توجه به رابطهٔ بسامد زاویه‌ای آونگ، این شرایط وقتی برقرار است که طول آونگ تشدیدشونده به طول آونگ وادارنده نزدیک‌تر باشد.

$$\omega=\frac{2\pi}{T}=\sqrt{\frac{g}{L}}\Rightarrow 7=\sqrt{\frac{9/8}{L}}\Rightarrow 49=\frac{9/8}{L}\Rightarrow L=\frac{9/8}{49}=0/2m=20cm$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۳۵**

$$\begin{cases}x=0/04\cos(50\pi t)\\ x=A\cos(\omega t)\end{cases}\Rightarrow A=0/04m\ ,\ \omega=50\pi\frac{rad}{s}$$




انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل کشسانی نوسانگر هنگام عبور از مکان $x_0$ یکسان و برابر $0/1J$ است.

$$U=K=0/1J$$
$$E=U+K=0/1+0/1=0/2J$$
$$E=\frac{1}{2}m\omega^2A^2\Rightarrow 0/2=\frac{1}{2}m\times(50\pi)^2\times(0/04)^2$$
$$\Rightarrow m=0/01kg=10g$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۳۶**

$$x=A\cos\omega t\Rightarrow 0/04=0/08\cos(\omega\times 0/1)\Rightarrow\frac{1}{2}=\cos(\omega\times 0/1)\Rightarrow\cos\frac{\pi}{3}=\cos(\omega\times 0/1)\Rightarrow\omega=\frac{10\pi}{3}\frac{rad}{s}$$

$$T=\frac{2\pi}{\omega}=\frac{2\pi}{\frac{10\pi}{3}}=\frac{3}{5}s$$

$$t_1=\frac{5T}{4}=\frac{5}{4}\times\frac{3}{5}=0/75s$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۳۷**

$$v=\frac{1}{2}v_{max}\Rightarrow K=\frac{1}{4}K_{max}=\frac{1}{4}E\Rightarrow U=\frac{3}{4}E=\frac{3}{4}\times(2\pi^2mf^2A^2)=\frac{3}{4}\times 20\times 0/4\times 25\times(0/1)^2=\frac{3}{2}J$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

www.MrKanoor.com
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۱۳۸** وقتی ساعت جلو می‌افتد یعنی نسبت به حالت عادی سریع‌تر نوسان می‌کند و دورهٔ تناوب آن کوتاه‌تر است.

$$n=\frac{t}{T}\Rightarrow\begin{cases}\text{تعداد نوسان‌ها در حالت اولیه}=\dfrac{t}{T_1}\\ \text{تعداد نوسان‌ها در حالت تنظیم بودن}=\dfrac{t}{T_2}\end{cases}$$

$$\text{تعداد نوسان‌هایی که بیشتر انجام می‌دهد (در مدت t)}=\frac{t}{T_1}-\frac{t}{T_2}$$

$$\text{مدت‌زمان جلو افتادن}=(\frac{t}{T_1}-\frac{t}{T_2})\times T_2=t(\frac{T_2}{T_1}-1)\Rightarrow 72\,\text{min}=(24\times 60\,\text{min})(\frac{T_2}{T_1}-1)\Rightarrow \frac{T_2}{T_1}=\frac{72}{24\times 60}+1=\frac{21}{20}$$

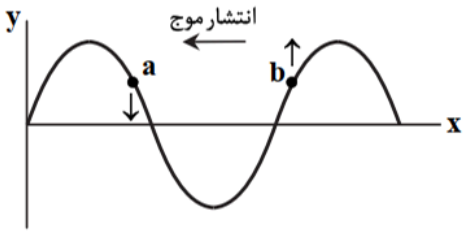
$$T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}\Rightarrow\frac{T_2}{T_1}=\sqrt{\frac{L_2}{L_1}}\Rightarrow\frac{21}{20}=\sqrt{\frac{L_2}{100}}\Rightarrow\frac{441}{400}=\frac{L_2}{100}\Rightarrow L_2=110/25\,\text{cm}$$

$$\Delta L=110/25-100=10/25\,\text{cm}$$

باید طول آونگ به‌اندازهٔ $10/25\,\text{cm}$ افزایش یابد تا ساعت تنظیم شود.

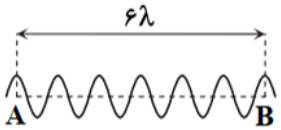
(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۱۳۹** چون تندی ذرهٔ a در حال افزایش است، ذرهٔ a در حال نزدیک شدن به مرکز نوسان خود است یعنی روبه پایین در حرکت است. از طرفی چون هر ذرهٔ موج در هر لحظه در حال دریافت پیام ذرهٔ پشت سر خود است، از این‌رو موج باید به طرف چپ (←) در حرکت باشد. به این ترتیب ذرهٔ b نیز با دریافت پیام ذرهٔ پشت سر خود، در حال حرکت به سمت بالا است (↑).




(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۴۰** چنانچه شکل موج را رسم کنیم، خواهیم دید که فاصلهٔ A تا B برابر $6\lambda$ است.




$$6\lambda=0/2\,\text{m}\Rightarrow\lambda=\frac{1}{30}\,\text{m}$$

$$v=\lambda f\Rightarrow 0/6=\frac{1}{30}\times f\Rightarrow f=18\,\text{Hz}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۴۱** توجه کنید که در کشیدن تار، جرم تار ثابت می‌ماند.

$$v=\sqrt{\frac{FL}{m}}\Rightarrow\frac{v_2}{v_1}=\sqrt{\frac{F_2}{F_1}\times\frac{L_2}{L_1}}$$

$$\Rightarrow\frac{v_2}{v_1}=\sqrt{\frac{1}{4}\times 1/25}\Rightarrow\frac{v_2}{v_1}=\sqrt{\frac{1}{4}\times\frac{5}{4}}=\frac{\sqrt{5}}{4}$$

$$\lambda=\frac{v}{f}\Rightarrow\frac{\lambda_2}{\lambda_1}=\frac{v_2}{v_1}\times\frac{f_1}{f_2}\Rightarrow\frac{\lambda_2}{\lambda_1}=\frac{\sqrt{5}}{4}\times\frac{1}{4}=\frac{\sqrt{5}}{16}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۴۲

$$\frac{۵}{۴}\lambda = ۰/۶ \Rightarrow \lambda = \frac{۲/۴}{۵} = ۰/۴۸\,m$$

$$v = \lambda f = ۰/۴۸ \times ۵۰ = ۲۴\,\frac{m}{s}$$

$$\ell = v \cdot \Delta t = ۲۴ \times ۱/۵ = ۳۶\,m$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۴۳

$$\begin{cases} v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \\ \mu = \frac{m}{L} = \frac{\rho V}{L} = \frac{\rho A L}{L} = \rho A = \rho \pi r^۲ \end{cases} \Rightarrow v = \frac{۱}{r}\sqrt{\frac{F}{\rho \pi}}$$

$$\Rightarrow ۶۲/۵ = \frac{۱}{r}\sqrt{\frac{۳۰۰}{۶۴۰۰ \times ۳}} = \frac{۱}{r}\sqrt{\frac{۱۰۰}{۶۴۰۰}} = \frac{۱}{r} \times \frac{۱}{۸} \Rightarrow r = \frac{۱}{۶۲/۵ \times ۸}\,m$$

$$D = ۲r = \frac{۲ \times ۱۰۰۰}{۶۲/۵ \times ۸} = ۴\,mm$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۴۴

$$T = \frac{\lambda}{c} = \frac{۱۲۰۰ \times ۱۰^{-۹}\,m}{۳ \times ۱۰^{۸}\,\frac{m}{s}} = ۴ \times ۱۰^{-۱۵}\,s$$

با توجه به جهت $\vec{E}$ و $\vec{B}$ و استفاده از قاعدهٔ دست راست، معلوم می‌شود موج به‌طرف راست در حال انتشار است، ازاین‌رو در لحظهٔ $t = ۰$ نوسان میدان مغناطیسی در نقطهٔ $M$ در جهت $+z$ آغاز می‌شود و پس از $\frac{۳T}{۴}$ به مقدار بیشینه در جهت $-z$ خواهد رسید؛ بنابراین:

$$\Delta t = \frac{۳T}{۴} = ۳ \times \frac{۴ \times ۱۰^{-۱۵}}{۴} = ۳ \times ۱۰^{-۱۵}\,s$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۴۵

بسامد موج با تغییر محیط انتشار تغییر نمی‌کند (گزینهٔ ۱ نادرست است)؛ یعنی در مایع بسامد موج همان ۶۰۰ تراهرتز است.

رنگ پرتو به بسامد آن مربوط می‌شود و با تغییر محیط تغییر نمی‌کند (گزینهٔ ۲ نادرست است).

تندی نور درون مایع و ضریب شکست مایع برابر است با:

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow ۴۰۰ \times ۱۰^{-۹} = \frac{v}{۶۰۰ \times ۱۰^{۱۲}} \Rightarrow v = ۲/۴ \times ۱۰^{۸}\,\frac{m}{s}$$

$$n = \frac{c}{v} = \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{۲/۴ \times ۱۰^{۸}} = \frac{۵}{۴}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۴۶

با توجه به برابر بودن طول موج در دو طرف چشمهٔ صوت، می‌توان نتیجه گرفت که چشمهٔ صوت ساکن است؛ چراکه اگر چشمه در حرکت باشد، طول موج در جلوی آن کوتاه‌تر و در پشت سر آن بلندتر خواهد بود.

ناظر (۱) که بسامد را بیشتر از بسامد چشمه می‌شنود، در حال نزدیک شدن به چشمهٔ صوت و ناظر (۲) که بسامد را کمتر از بسامد چشمه می‌شنود، در حال دور شدن از چشمهٔ صوت است؛ به این ترتیب هر دو به‌طرف چپ در حرکت هستند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۱۴۷** ابتدا شدت صوت منبع را در محلی که شخص قرار دارد محاسبه می‌کنیم. گوش شخص روی کره‌ای به مساحت $۴\pi r^۲$ قرار دارد که منبع صوت در مرکز آن کره واقع است.

$$I=\frac{P_{av}}{A}=\frac{P_{av}}{۴\pi r^۲} \Rightarrow I=\frac{۱/۲\times ۱۰^{-۴}\,W}{۴\times ۳\times ۱۰۰^۲}=۱۰^{-۹}\,\frac{W}{m^۲}$$

حالا در رابطه چنانچه به‌جای A مساحت سطح روزنهٔ گوش شخص را قرار دهیم، انرژی ورودی در هر ثانیه $(P_{av})$ به گوش او محاسبه می‌شود:

$$I=\frac{P_{av}}{A} \Rightarrow ۱۰^{-۹}\,\frac{W}{m^۲}=\frac{P_{av}}{۱\times ۱۰^{-۴}\,m^۲} \Rightarrow P_{av}=۱۰^{-۱۳}\,W=۱۰^{-۱۳}\,\frac{J}{s}$$

$$E=P_{av}t=۱۰^{-۱۳}\,\frac{J}{s}\times ۱s=۱۰^{-۱۳}\,J$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۴۸** با توجه به آنکه صوت چشمه در تمام جهت‌ها یکنواخت پخش می‌شود، جبههٔ موج صوتی کروی خواهد بود و در رابطهٔ $I=\frac{P_{av}}{A}$، A سطح کره‌ای است که شعاع آن (d) برابر با فاصلهٔ شنونده تا چشمه است.

$$I=\frac{P_{av}}{A}=\frac{P_{av}}{۴\pi d^۲} \Rightarrow \frac{I_۲}{I_۱}=\frac{\frac{P_{av}}{۴\pi d_۲^۲}}{\frac{P_{av}}{۴\pi d_۱^۲}}=(\frac{d_۱}{d_۲})^۲$$

$$\left.\begin{array}{l}\beta_۱=۱۰\log\frac{I_۱}{I_۰}\\ \beta_۲=۱۰\log\frac{I_۲}{I_۰}\end{array}\right\} \Rightarrow \beta_۲-\beta_۱=۱۰\log\frac{\frac{I_۲}{I_۰}}{\frac{I_۱}{I_۰}}=۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱}=۱۰\log(\frac{d_۱}{d_۲})^۲ \Rightarrow ۱۲=۱۰\log(\frac{d_۱}{d_۲})^۲ \Rightarrow ۱/۲=\log(\frac{d_۱}{d_۲})^۲$$

$$\Rightarrow ۴\times ۰/۳=\log(\frac{d_۱}{d_۲})^۲ \Rightarrow ۴\times\log ۲=\log(\frac{d_۱}{d_۲})^۲ \Rightarrow \log ۲^۴=\log(\frac{d_۱}{d_۲})^۲$$

$$\Rightarrow (\frac{d_۱}{d_۲})^۲=۲^۴ \Rightarrow \frac{d_۱}{d_۲}=۲^۲ \Rightarrow \frac{۴۰۰}{d_۲}=۴ \Rightarrow d_۲=۱۰۰m$$

$$|d_۲-d_۱|=۴۰۰-۱۰۰=۳۰۰m$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۱۴۹** تندی انتشار موج در یک محیط با دو بسامد متفاوت، برابر است. از این‌رو با توجه به رابطهٔ $v=f\cdot\lambda$ نسبت بسامد دو موج با وارون نسبت طول موج آن‌ها برابر است.

با توجه به شکل صورت سؤال داریم: $\lambda_A=\frac{۳}{۲}\lambda_B$

شدت موج با آهنگ انتقال انرژی متناسب است. از طرفی برای هر موج مکانیکی، آهنگ انتقال انرژی با مربع دامنه و مربع بسامد موج متناسب است؛ بنابراین داریم:

$$\frac{I_A}{I_B}=(\frac{A_A\cdot f_A}{A_B\cdot f_B})^۲=(\frac{A_A\cdot\lambda_B}{A_B\cdot\lambda_A})^۲ \Rightarrow ۲=(\frac{A_A}{\sqrt{۲}}\times\frac{۲}{۳})^۲ \Rightarrow A_A=۳\mu m$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

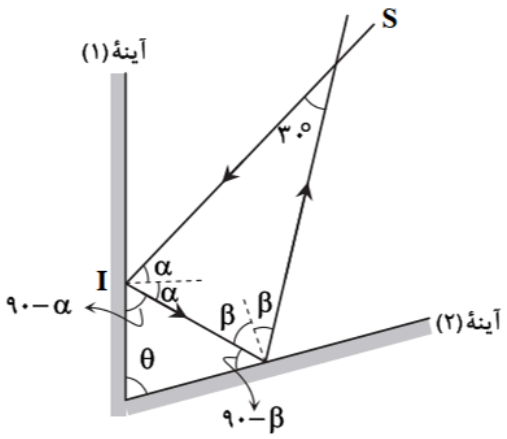
**۱۵۰** موارد «الف»، «ب» و «ت» درست بیان شده‌اند ولی مورد «پ» نادرست است؛ زیرا ضریب شکست هوا با افزایش دما، کاهش می‌یابد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

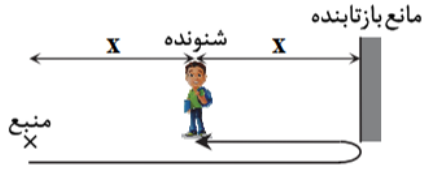
**۱۵۱**




$$۳۰^\circ + ۲\alpha + ۲\beta = ۱۸۰^\circ \Rightarrow \alpha + \beta = ۷۵^\circ \quad \text{رابطهٔ (۱)}$$
$$(۹۰^\circ - \alpha) + (۹۰^\circ - \beta) + \theta = ۱۸۰^\circ \Rightarrow ۱۸۰^\circ - \alpha - \beta + \theta = ۱۸۰^\circ$$
$$\Rightarrow \theta = \alpha + \beta \xrightarrow{\text{رابطهٔ (۱)}} \theta = ۷۵^\circ$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۵۲**

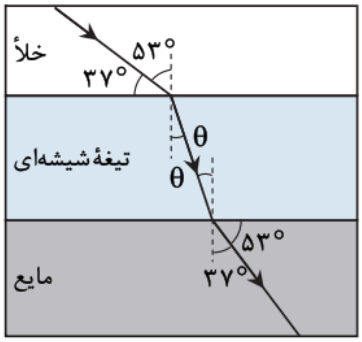



$$۲x = v_{\text{صوت}} \Delta t \Rightarrow ۲x = ۳۲۰ \times \Delta t = ۳۲۰ \times \frac{۱}{۴} = ۸۰ \Rightarrow x = ۴۰\,m$$

فاصلهٔ منبع صوت از مانع بازتابنده : $۲x = ۸۰\,m$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۵۳**



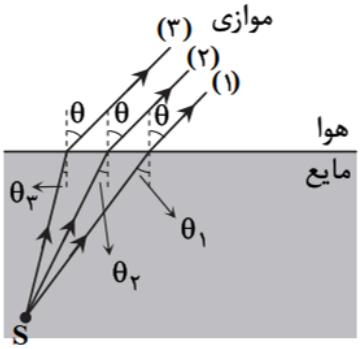

$$\frac{\text{Sin}\,\theta_۱}{\text{Sin}\,\theta_۲} = \frac{v_۱}{v_۲}$$

$$\begin{cases} \dfrac{\text{Sin}\,۵۳^\circ}{\text{Sin}\,\theta} = \dfrac{۳\times۱۰^۸}{v_{\text{تیغه}}} \\ \dfrac{\text{Sin}\,\theta}{\text{Sin}\,۳۷^\circ} = \dfrac{v_{\text{تیغه}}}{v_{\text{مایع}}} \end{cases} \Rightarrow \frac{\text{Sin}\,۵۳^\circ}{\text{Sin}\,۳۷^\circ} = \frac{۳\times۱۰^۸}{v_{\text{مایع}}} \Rightarrow v_{\text{مایع}} = \frac{۳\times۱۰^۸ \times ۰/۶}{۰/۸} = ۲/۲۵\times۱۰^۸\,\frac{m}{s}$$

$$c - v_{\text{مایع}} = ۳\times۱۰^۸ - ۲/۲۵\times۱۰^۸ = ۷/۵\times۱۰^۷\,\frac{m}{s}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۵۴**



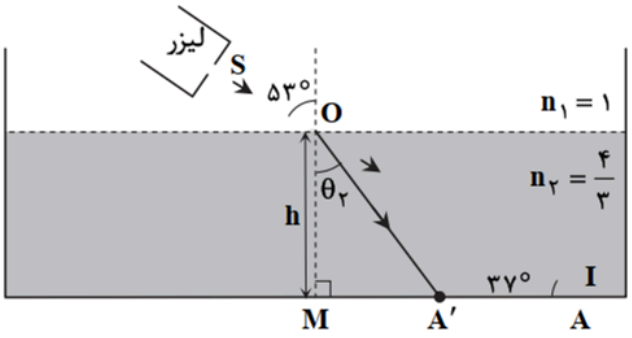

ضریب شکست مایع برای طول موج کوتاه، بیشتر است. ازاین‌رو نور آبی بیشتر از نور سبز و نور سبز بیشتر از نور قرمز می‌شکند. همان‌طور که در شکل می‌بینید، زوایای شکست هر سه پرتو برابرند، ولی زاویه‌های تابش آن‌ها به‌صورت $\theta_۱ > \theta_۲ > \theta_۳$ است؛ در نتیجه پرتوی (۱)، کمتر از پرتوی (۲) و پرتوی (۲) کمتر از پرتوی (۳) شکسته است و پرتوهای (۱)، (۲) و (۳) به‌ترتیب قرمز، سبز و آبی هستند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۱۵۵** فرض می‌کنیم برای اتفاق افتادن پدیدهٔ موردنظر، مایع باید تا ارتفاع $h$ درون ظرف ریخته شود. به این ترتیب نور با زاویهٔ تابش $۵۳^\circ$ به سطح مایع می‌تابد و در امتداد $OA'$ می‌شکند:




$$\frac{\sin\theta_۱}{\sin\theta_۲} = \frac{n_۲}{n_۱} \Rightarrow \frac{\sin ۵۳^\circ}{\sin\theta_۲} = \frac{\frac{۴}{۳}}{۱}$$

$$\Rightarrow \sin\theta_۲ = ۰/۶ \Rightarrow \theta_۲ = ۳۷^\circ$$

$$\tan ۵۳^\circ = \frac{MA}{h} \Rightarrow MA = h\tan ۵۳^\circ$$

$$\tan ۳۷^\circ = \frac{MA'}{h} \Rightarrow MA' = h\tan ۳۷^\circ$$

$$AA' = MA - MA' \Rightarrow ۱۴ = h\times\frac{۴}{۳} - h\times\frac{۳}{۴} = \frac{۷}{۱۲}h$$

$$\Rightarrow h = ۲۴\,cm$$

تذکر:

$$\tan ۵۳^\circ = \frac{\sin ۵۳^\circ}{\cos ۵۳^\circ} = \frac{۰/۸}{۰/۶} = \frac{۴}{۳} \qquad \tan ۳۷^\circ = \frac{\sin ۳۷^\circ}{\cos ۳۷^\circ} = \frac{۰/۶}{۰/۸} = \frac{۳}{۴}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۱۵۶**

$$E = \frac{۱}{۲}kA^۲ \Rightarrow \frac{E_۲}{E_۱} = \frac{\frac{۱}{۲}k(A + ۰/۲A)^۲}{\frac{۱}{۲}kA^۲} = ۱/۴۴$$

$$\frac{\Delta E}{E_۱}\times ۱۰۰ = \frac{۱/۴۴E_۱ - E_۱}{E_۱}\times ۱۰۰ = ٪۴۴$$

انرژی مکانیکی ۴۴ درصد افزایش می‌یابد، ولی دورهٔ نوسان به دامنه بستگی ندارد.

نکته: این یک ویژگی مهم تمام نوسانگرهاست که دورهٔ نوسان (نوسان آزاد) فقط به ساختار نوسانگر وابسته است و به اینکه با چه دامنه‌ای نوسان می‌کند بستگی ندارد. رابطهٔ دورهٔ تناوب نوسانگر جرم- فنر $(T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}})$ و آونگ ساده $(T = ۲\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}})$ هم این عدم وابستگی دوره به دامنه را نشان می‌دهد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۵۷** اگر چهار انگشت باز دست راست را در جهت میدان الکتریکی $(\vec{E})$ بگیریم به‌طوری که وقتی آن‌ها را خم کنیم در جهت میدان مغناطیسی $(\vec{B})$ قرار گیرند، در این حالت انگشت شست در جهت انتشار موج خواهد بود. با این روش در این سؤال جهت میدان الکتریکی $+z$ به‌دست می‌آید.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)


SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۵۸

$$T=\frac{1}{f}=\frac{1}{2/5}=0/4s$$

$$\frac{T}{4}=\frac{0/4}{4}=0/1s$$

■ در لحظهٔ $t=0s$، ذرهٔ $M$ از مرکز نوسان $(y=0)$ و با تندی بیشینه عبور می‌کند.

■ در بازهٔ زمانی $t=0s$ تا $t=0/1s$، حرکت آن کندشونده است تا در نهایت به $y=-A$ می‌رسد.

■ در بازهٔ زمانی $t=0/1s$ تا $t=0/2s$، ذرهٔ $M$ از $y=-A$ تا $y=0$ به‌صورت تندشونده حرکت می‌کند.

■ از لحظهٔ $t=0/2s$ تا $t=0/25s$ (و نهایتاً تا لحظهٔ $t=0/3s$) حرکت آن کندشونده است.

مدت‌زمان حرکت کندشوندهٔ ذرهٔ $M=0/1+0/05=0/15s$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۵۹ همهٔ گزاره‌های مطرح‌شده درست هستند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۱۶۰

$$\frac{Sin\theta_1}{Sin\theta_2}=\frac{n_2}{n_1}\Rightarrow\frac{Sin53^\circ}{Sin30^\circ}=\frac{n_2}{1/5}\Rightarrow n_2=\frac{0/8}{0/5}\times1/5=2/4$$

$$n=\frac{c}{v}\Rightarrow 2/4=\frac{3\times10^8}{v_2}\Rightarrow v_2=1/25\times10^8\frac{m}{s}$$

$$c-v_2=3\times10^8-1/25\times10^8=1/75\times10^8\frac{m}{s}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۶۱

$$\begin{cases}t=0\Rightarrow x=0/04Cos10\pi\times0=0/04m=4cm\\ t=\frac{7}{60}s\Rightarrow x=0/04Cos10\pi\times\frac{7}{60}=0/04Cos\frac{7\pi}{6}=0/04(-\frac{\sqrt{3}}{2})\Rightarrow x=-3/4cm\end{cases}$$

شناسهٔ تابع کسینوس از صفر تا $\frac{7\pi}{6}$ تغییر کرده است، چنانچه این تغییر را روی پاره‌خط نوسانی نشان دهیم، نوسانگر مسیری مانند شکل مقابل را طی می‌کند.




$$L=4+4+(4-3/4)=8/6cm$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۶۲ نوسانگری که بسامد آن $50Hz$ است تندتر نوسان می‌کند. از این‌رو اگر در مدت‌زمان معین $t$، یکی $N$ نوسان انجام دهد، دیگری در همان زمان $N+1$ نوسان خواهد کرد.

$$\begin{cases}f_1=\frac{N}{t}\\ f_2=\frac{N+1}{t}\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}40=\frac{N}{t}\\ 50=\frac{N+1}{t}\end{cases}\Rightarrow 50=\frac{40t+1}{t}\Rightarrow t=0/1s$$

$0/1$ ثانیه اولین لحظه است بدیهی است لحظه‌های $0/1n$ $(n=1,2,3,\cdots)$ یعنی $0/2s$، $0/3s$، $0/4s$ و... برابری مکان آن‌ها در $x=A$ تکرار می‌شود.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۱۶۳

$$\mu=\frac{m}{L}=\frac{\rho V}{L}=\frac{\rho AL}{L}=\rho A \Rightarrow \mu=۴۰۰۰\times۳\times(۲\times۱۰^{-۳})^{۲}=۰/۰۴۸\frac{kg}{m}$$

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow v=\sqrt{\frac{۳۰}{۰/۰۴۸}}=۲۵\frac{m}{s}$$

$$\frac{۵\lambda}{۴}=۰/۵ \Rightarrow \lambda=۰/۴m$$

$$f=\frac{v}{\lambda} \Rightarrow f=\frac{۲۵}{۰/۴}=۶۲/۵Hz$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۶۴ ابتدا دورهٔ نوسان را پیدا می‌کنیم.

$$۳\frac{\lambda}{۲}=۹۰ \Rightarrow \lambda=۶۰m$$

$$\lambda=c\cdot T \Rightarrow ۶۰=۳\times۱۰^{۸}\times T \Rightarrow T=۲\times۱۰^{-۷}s=۲۰۰ns$$

با قاعدهٔ دست راست جهت انتشار موج به طرف چپ تعیین می‌شود. به این ترتیب میدان مغناطیسی نقطهٔ M در لحظهٔ $t=۰$ در حال افزایش در جهت $-y$ است و برای رسیدن به بیشینهٔ مقدار در جهت $+y$ به‌اندازهٔ زمان $۳\frac{T}{۴}$ باید بگذرد. به این ترتیب لحظهٔ مورد نظر برابر است با:

$$t=\frac{۳}{۴}T=\frac{۳}{۴}\times۲۰۰=۱۵۰ns$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۶۵ هرقدر دورهٔ تناوب آونگ ساعت کمتر باشد، ساعت تندتر کار می‌کند و جلو می‌افتد به‌طوری که بازهٔ زمانی را که اندازه می‌گیرد $(\Delta t)$ با دورهٔ تناوب آن رابطهٔ معکوس دارد. بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{\Delta t_{۲}}{\Delta t_{۱}}=\frac{T_{۱}}{T_{۲}} \Rightarrow \frac{\Delta t_{۲}}{\Delta t_{۱}}=\frac{۲\pi\sqrt{\frac{L_{۱}}{g}}}{۲\pi\sqrt{\frac{L_{۲}}{g}}}=\sqrt{\frac{L_{۱}}{L_{۲}}}$$

$\Delta t_{۲}=$ گذشت زمان واقعی $=۱۰۰min$

$\Delta t_{۱}=$ زمانی که ساعت به‌طور نادرست اندازه می‌گیرد $=(۱۰۰+۱)min$

$L_{۲}=$ طول آونگ پس از تغییر برای تنظیم $=?$

$L_{۱}=$ طول اولیهٔ آونگ $=۱۰۰cm$

$$\frac{۱۰۰min}{(۱۰۰+۱)min}=\sqrt{\frac{۱۰۰cm}{L_{۲}}} \Rightarrow L_{۲}=(\frac{۱۰۱}{۱۰۰})^{۲}\times۱۰۰=۱۰۲/۰۱cm$$

$$\Delta L=L_{۲}-L_{۱}=۱۰۲/۰۱-۱۰۰=۲/۰۱cm$$

بنابراین طول آونگ باید $۲/۰۱cm$ بلندتر شود تا درست کار کند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۱۶۶** با توجه به نمودار صورت سؤال، داریم:

$$\frac{T}{۴}=۰/۰۲۵ \Rightarrow T=۰/۱s$$

در لحظهٔ $t=T=۰/۱s$، نوسانگر در بیشترین فاصله از مرکز نوسان است $(x=A)$. وقتی نوسانگر به نقاط بازگشتی (دامنه‌ها) می‌رسد، انرژی جنبشی آن برابر صفر و انرژی پتانسیل آن بیشینه، یعنی برابر با انرژی مکانیکی نوسانگر می‌شود.

$$\omega=\frac{۲\pi}{T}=\frac{۲\pi}{۰/۱}=۲۰\pi\frac{rad}{s}$$

$$E=U+K=U+۰=۲۴\times۱۰^{-۳}J$$

$$E=\frac{۱}{۲}m\omega^{۲}A^{۲} \Rightarrow ۲۴\times۱۰^{-۳}=\frac{۱}{۲}m\times(۲۰\pi)^{۲}\times(۰/۰۱)^{۲} \Rightarrow m=۰/۱۲kg=۱۲۰g$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۶۷**

$$\beta_۱-\beta_۲=(۱۰dB)\log\frac{I_۱}{I_۲} \Rightarrow ۸۳-۷۷=۱۰\log\frac{I_۱}{I_۲} \Rightarrow ۰/۶=\log\frac{I_۱}{I_۲}$$

$$\Rightarrow ۲\times۰/۳=\log\frac{I_۱}{I_۲} \Rightarrow ۲\log۲=\log\frac{I_۱}{I_۲} \Rightarrow \log۲^{۲}=\log\frac{I_۱}{I_۲} \Rightarrow \frac{I_۱}{I_۲}=۴$$

$$I=\frac{P_{av}}{A}=\frac{P_{av}}{۴\pi r^{۲}} \Rightarrow \frac{I_۱}{I_۲}=(\frac{r_۲}{r_۱})^{۲}=۴ \Rightarrow \frac{r_۲}{۱۰۰}=۲ \Rightarrow r_۲=۲۰۰m$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۶۸** چنانچه ضلع هریک از مربع‌ها را یک واحد فرض کنیم، طول موج A و B برابر است با:

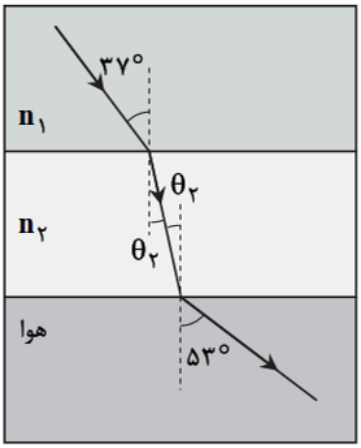
$$\left.\begin{array}{l}\lambda_A=۴m\\ \lambda_B=۸m\end{array}\right\} \Rightarrow \frac{\lambda_A}{\lambda_B}=\frac{۱}{۲}$$

از طرفی چون هر دو موج در یک طناب ایجاد شده‌اند، محیط انتشار آن‌ها و در نتیجه تندی حرکت دو موج یکسان است.

$$\left.\begin{array}{l}\lambda_A=vT_A\\ \lambda_B=vT_B\end{array}\right\} \Rightarrow \frac{T_A}{T_B}=\frac{\lambda_A}{\lambda_B}=\frac{۱}{۲}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۶۹**




$$\frac{Sin\theta_۱}{Sin\theta_۲}=\frac{n_۲}{n_۱} \Rightarrow \frac{Sin۳۷^\circ}{Sin\theta_۲}=\frac{۳}{۲} \Rightarrow Sin\theta_۲=۰/۶\times\frac{۲}{۳}=۰/۴$$

$$\frac{۰/۴}{Sin۵۳^\circ}=\frac{۱}{n_۲} \Rightarrow n_۲=\frac{۰/۸}{۰/۴}=۲ \Rightarrow \frac{۲}{n_۱}=\frac{۳}{۲} \Rightarrow n_۱=\frac{۴}{۳}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۱۷۰** ابتدا مکان نوسانگر را در لحظهٔ $t=\frac{۴}{۳}s$ محاسبه می‌کنیم.

$$t=\frac{۴}{۳}s \Rightarrow x=۰/۱\cos ۴\pi\times\frac{۴}{۳}=۰/۱\cos\frac{۱۶\pi}{۳}=۰/۱\cos(\frac{۱۵\pi}{۳}+\frac{\pi}{۳})=-\frac{۱}{۲۰}m$$

$$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow ۴\pi=\sqrt{\frac{k}{۰/۱}} \Rightarrow k=۱۶\frac{N}{m}$$

$$F=kx \Rightarrow |F|=\left|۱۶\times(-\frac{۱}{۲۰})\right| \Rightarrow |F|=۰/۸N$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۷۱**

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow \frac{T_۲}{T_۱}=\sqrt{\frac{L_۲}{L_۱}} \Rightarrow \frac{T_۲}{T_۱}=\sqrt{\frac{L_۱+\frac{۴۴}{۱۰۰}L_۱}{L_۱}}=۱/۲$$

بعد از افزایش طول، دورهٔ تناوب آونگ افزایش یافته یعنی حرکت آونگ کُندتر می‌شود، پس تعداد نوسان‌های آن ۷ تا کم می‌شود.

$$T=\frac{t}{N} \Rightarrow \frac{T_۲}{T_۱}=\frac{N_۱}{N_۲} \Rightarrow ۱/۲=\frac{N_۱}{N_۱-۷} \Rightarrow N_۱=۴۲$$

$$T_۱=\frac{t}{N_۱}=۲\pi\sqrt{\frac{L_۱}{g}} \Rightarrow \frac{۷۲}{۴۲}=۲\times۳\sqrt{\frac{L_۱}{۹/۸}} \Rightarrow \frac{۲}{۷}=\sqrt{\frac{L_۱}{۹/۸}} \Rightarrow \frac{۴}{۴۹}=\frac{L_۱}{۹/۸} \Rightarrow L_۱=۰/۸m=۸۰cm$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۱۷۲**

$$۲\lambda=۰/۸ \Rightarrow \lambda=۰/۴m$$

$$\lambda=v\cdot T \Rightarrow ۰/۴=۱۰T \Rightarrow T=۰/۰۴s$$

$$T=\frac{t}{N} \Rightarrow ۰/۰۴=\frac{۰/۸۳}{N} \Rightarrow N=۲۰/۷۵$$

ذرهٔ M تا لحظهٔ $t=۰/۸۳s$، ۲۰ نوسان کامل و $\frac{۳}{۴}$ نوسان انجام می‌دهد. با توجه به اینکه ذرهٔ M در لحظهٔ $t=۰$ در حال حرکت از $y=۰$ به طرف $y=-A$ است، پس از ۲۰ نوسان کامل هم در همین موقعیت نوسانی است. بنابراین پس از $\frac{۱}{۴}$ نوسان به $-A$ و در $\frac{۱}{۴}$ بعدی به صفر و نهایتاً در $\frac{۱}{۴}$ بعدی به $+A$ خواهد رسید.

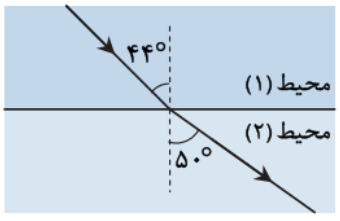
(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۷۳**

$$\beta=۱۰\log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow \beta_۲-\beta_۱=۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow -۳=۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow -۰/۳=\log\frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow \log۲=\log\frac{I_۱}{I_۲} \Rightarrow \frac{I_۲}{I_۱}=\frac{۱}{۲}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۷۴** ابتدا زاویهٔ تابش و شکست را روی شکل مشخص می‌کنیم:




$$\frac{\sin\theta_۱}{\sin\theta_۲}=\frac{v_۱}{v_۲} \Rightarrow \frac{۰/۷}{۰/۷۷}=\frac{v_۱}{v_۲} \Rightarrow v_۲=۱/۱v_۱$$

$$\Delta v=v_۲-v_۱ \Rightarrow \Delta v=۱/۱v_۱-v_۱=۰/۱v_۱ \Rightarrow ۲/۲\times۱۰^{۷}=۰/۱v_۱$$

$$\Rightarrow v_۱=۲/۲\times۱۰^{۸}\frac{m}{s}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۱۷۵**

$$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}=2\pi f=2\pi\frac{N}{t}\Rightarrow\sqrt{\frac{k}{m_1}}=2\pi\frac{N_1}{t}\Rightarrow\sqrt{\frac{8000}{2}}=2\pi\times\frac{N_1}{10}\Rightarrow N_1=100$$

$$N_2=100-20=80$$

$$\sqrt{\frac{k}{m_2}}=2\pi\frac{N_2}{t}\Rightarrow\sqrt{\frac{8000}{m_2}}=2\pi\times\frac{80}{10}\Rightarrow m_2=3/125\,kg=3125\,g$$

$$\Delta m=3125-2000=1125\,g \quad \text{افزایش}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۷۶** با توجه به نمودار:

$$A=0/04\,m$$

$$\frac{5T}{4}=0/1\Rightarrow T=0/08\,s\Rightarrow\omega=\frac{2\pi}{0/08}=25\pi\frac{rad}{s}$$

$$x=0/04\cos 25\pi t$$

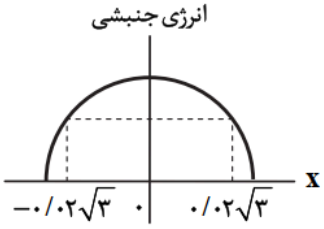
$$E=\frac{1}{2}m\omega^2A^2\Rightarrow E=\frac{1}{2}\times\frac{400}{1000}\times(25\pi)^2\times0/04^2=2\,J$$

$$t_1=\frac{1}{150}s\Rightarrow x_1=0/04\cos 25\pi\times\frac{1}{150}=0/04\cos\frac{\pi}{6}=0/02\sqrt{3}\,m$$

$$t_2=\frac{7}{150}s\Rightarrow x_2=0/04\cos 25\pi\times\frac{7}{150}=0/04\cos\frac{7\pi}{6}=-0/02\sqrt{3}\,m$$

با توجه به نمودار انرژی- مکان می‌توان نتیجه گرفت در فاصله‌های مساوی از مبدأ مکان انرژی جنبشی (انرژی پتانسیل) نوسانگر مقدار برابری دارد، یعنی انرژی جنبشی در لحظهٔ $t_1=\frac{1}{150}s$ با انرژی جنبشی در لحظهٔ $t_2=\frac{7}{150}s$ برابر است. به این ترتیب انرژی پتانسیل در هر دو مکان (یا هر دو لحظه) برابر $U=E-K=2-0/5=1/5\,J$ است.

تذکر: بدون محاسبهٔ عددی (در مکان‌های $0/02\sqrt{3}$ یا $-0/02\sqrt{3}$) می‌توان نتیجه گرفت کسینوس زوایای $\theta$ و $\theta+\pi$ ($\frac{\pi}{6}$ و $\frac{7\pi}{6}=\pi+\frac{\pi}{6}$) با هم هم‌اندازه‌اند.




(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۱۷۷** با توجه به رابطهٔ دورهٔ تناوب آونگ، وقتی شتاب گرانشی کم شود برای آنکه دورهٔ تناوب ثابت بماند، باید طول آونگ هم کم شود تا نسبت $\frac{L}{g}$ ثابت بماند. بنابراین داریم:

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$T_۱ = T_۲ \Rightarrow ۲\pi\sqrt{\frac{L_۱}{g_۱}} = ۲\pi\sqrt{\frac{L_۲}{g_۲}} \Rightarrow \frac{L_۱}{g_۱} = \frac{L_۲}{g_۲} \Rightarrow \frac{L_۲}{L_۱} = \frac{g_۲}{g_۱}$$

$$\frac{L_۱ - L_۲}{L_۱} = \frac{g_۱ - g_۲}{g_۱} \Rightarrow \frac{۰/۰۴}{L_۱} = \frac{۹/۸۱ - ۹/۵۶}{۹/۸۱} \Rightarrow \frac{L_۱}{۹/۸۱} = ۰/۱۶$$

$$T_۱ = ۲\pi\sqrt{\frac{L_۱}{۹/۸۱}} = ۲\pi\sqrt{۰/۱۶} = ۰/۸\,\pi s$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۷۸** در یک نوسان واداشته انرژی مکانیکی نوسانگر افزایش می‌یابد. از طرفی بسامد نوسان به مشخصات ساختاری نوسانگر بستگی دارد و تغییر نمی‌کند. به این ترتیب با افزایش انرژی مکانیکی و ثابت ماندن بسامد، با توجه به رابطهٔ $E = ۲\pi^۲ mA^۲ f^۲$ دامنهٔ نوسان افزایش می‌یابد.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۷۹** در فنر هر نوسان شاخهٔ دیاپازون، سبب ایجاد یک جمع‌شدگی و یک بازشدگی در فنر می‌شود. به این ترتیب بسامد دیاپازون $۴۰Hz$ است. پیشروی جمع‌شدگی در طول فنر همان تندی انتشار موج است $(v = ۵\frac{m}{s})$. از طرفی فاصلهٔ هر دو جمع‌شدگی متوالی برابر طول موج است $(\lambda)$.

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow \lambda = \frac{۵\frac{m}{s}}{۴۰Hz} = ۰/۱۲۵\,m \Rightarrow \lambda = ۱۲/۵\,cm$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۸۰** چنان‌چه معادلهٔ نوسان ذرهٔ $M$ (و یا معادلهٔ نوسان‌ساز) را به‌صورت $y = A\,Cos\,\omega t$ در نظر بگیریم، زمان لازم برای طی نمودن مسافت $۱/۵\,A$ توسط ذرهٔ $M$ را به‌صورت زیر محاسبه می‌کنیم.

$$\omega = ۲\pi f \Rightarrow \omega = ۲\pi \times ۵ = ۱۰\pi\frac{rad}{s}$$

$$y_۱ = A \Rightarrow A = A\,Cos\,۱۰\pi t_۱ \Rightarrow Cos\,۰ = Cos\,۱۰\pi t_۱ \Rightarrow t_۱ = ۰$$

$$y_۲ = -\frac{A}{۲} \Rightarrow -\frac{A}{۲} = A\,Cos\,۱۰\pi t_۲ \Rightarrow Cos\frac{۲\pi}{۳} = Cos\,۱۰\pi t_۲ \Rightarrow t_۲ = \frac{۱}{۱۵}s$$

$$\Delta t = t_۲ - t_۱ = \frac{۱}{۱۵} - ۰ = \frac{۱}{۱۵}s$$

$$\Delta x = v.t \Rightarrow \Delta x = ۲/۴ \times \frac{۱}{۱۵} = ۰/۱۶\,m = ۱۶\,cm$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۱۸۱

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow \begin{cases} v_1=\sqrt{\frac{۴۰/۵}{\mu}} \\ v_1+۱=\sqrt{\frac{۵۰}{\mu}} \end{cases} \Rightarrow \frac{v_1}{v_1+۱}=\sqrt{\frac{\frac{۴۰/۵}{\mu}}{\frac{۵۰}{\mu}}} \Rightarrow \frac{v_1}{v_1+۱}=۰/۹ \Rightarrow v_1=۹\frac{m}{s}$$

$$۹=\sqrt{\frac{۴۰/۵}{\mu}} \Rightarrow \mu=\frac{۴۰/۵}{۹^۲}=۰/۵\frac{kg}{m}$$

$$\mu=\frac{m}{L} \Rightarrow ۰/۵=\frac{m}{۳} \Rightarrow m=۱/۵\,kg$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۸۲

$$c=\frac{۱}{\sqrt{\mu_۰ \cdot \varepsilon_۰}} \Rightarrow c^۲=\frac{۱}{\mu_۰\varepsilon_۰} \Rightarrow \varepsilon_۰=\frac{۱}{\mu_۰ \times c^۲}=\frac{۱}{۴\pi\times ۱۰^{-۷}\times(۳\times ۱۰^۸)^۲}=\frac{۱۰^{-۹}}{۳۶\pi}\frac{C^۲}{N\cdot m^۲}=\frac{۱۰^{-۹}}{۳۶\pi}\frac{F}{m}$$

از فیزیک ۲ و با توجه به رابطهٔ ظرفیت خازن $(C=\varepsilon_۰\frac{A}{d})$ یکای $\varepsilon_۰$ علاوه بر $\frac{C^۲}{N\cdot m^۲}$ ، $\frac{F}{m}$ (فاراد بر متر) نیز هست.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۸۳

با استفاده از قاعدهٔ دست راست در لحظهٔ $t=۰$ ، در نقطهٔ مورد نظر جهت میدان مغناطیسی در جهت $+z$ و بیشینه است (چون میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی با هم همگام هستند). پس از گذشت نصفِ دوره $(\frac{T}{۲})$ برای اولین بار میدان مغناطیسی به مقدار بیشینه در خلاف محور $z$ می‌شود (و میدان الکتریکی هم به مقدار بیشینه در خلاف محور $y$ می‌رسد).

$$T=\frac{۱}{f} \Rightarrow T=\frac{۱}{۱۰^۱۰}=۱۰^{-۱۰}s$$

$$t=\frac{T}{۲}=\frac{۱۰^{-۱۰}}{۲}=۵\times ۱۰^{-۱۱}s$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۸۴

$$\frac{I_۲}{I_۱}=(\frac{A_۲f_۲}{A_۱f_۱})^۲ \Rightarrow \frac{I_۲}{I_۱}=(\frac{۲\times ۴}{۱\times ۱})^۲=۶۴$$

$$\beta_۲-\beta_۱=۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow \beta_۲-\beta_۱=۱۰\log ۶۴=۱۰\log ۲^۶=۶۰\log ۲=۱۸\,dB$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۸۵

با چرخش آینهٔ $M_۲$ به‌اندازهٔ زاویهٔ $۵^\circ$، خط عمود بر آن هم به‌اندازهٔ زاویهٔ $۵^\circ$ می‌چرخد. به این ترتیب زاویهٔ تابش بر $M_۲$ به‌اندازهٔ $۵^\circ$ افزایش می‌یابد و چون زاویهٔ بازتابش با زاویهٔ تابش برابر است به این ترتیب زاویهٔ بین پرتو بازتابش قبلی از روی آینهٔ $M_۲$ با زاویهٔ بین پرتو بازتابش جدید از آینهٔ $M_۲$ به‌اندازهٔ $۲\times ۵=۱۰^\circ C$ بیشتر خواهد شد. لازم به ذکر است که زاویهٔ $۳۰^\circ$ روی شکل مهم نیست و صرفاً برای محاسبهٔ زوایا داده شده است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۱۸۶

با توجه به اینکه زاویهٔ شکست پرتوها از زاویهٔ تابش بیشتر است، تندی هر دو پرتو با توجه به رابطهٔ شکست $(\frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱}=\frac{v_۲}{v_۱})$ افزایش یافته است.

از طرفی پرتو نور $a$ بیشتر از پرتو نور $b$ شکست پیدا کرده است. به همین خاطر افزایش تندی آن بیشتر است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۱۸۷**

$$x = A\cos\omega t \Rightarrow -۰/۰۱ = ۰/۰۲\cos\omega\times\frac{۱}{۳۰} \Rightarrow -\frac{۱}{۲} = \cos(\omega\frac{۱}{۳۰}) \Rightarrow \cos\frac{۲\pi}{۳} = \cos\omega\frac{۱}{۳۰} \Rightarrow \omega = ۲۰\pi\frac{rad}{s}$$

تذکر: علاوه بر $\cos\frac{۲\pi}{۳}$، مقدار $\cos\frac{۴\pi}{۳}$ نیز برابر با $-\frac{۱}{۲}$ است ولی با توجه به نمودار، در لحظهٔ $\frac{۱}{۳۰}s$ برای اولین بار $\frac{x}{A} = -\frac{۱}{۲}$ شده

ازاین‌رو $\cos\frac{۲\pi}{۳}$ قابل‌قبول است:

$$v_{max} = A\omega = ۰/۰۲\times۲۰\pi = ۰/۴\pi\frac{m}{s}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۸۸**

با توجه به رابطهٔ دورهٔ نوسان آونگ ساده، دوره با افزایش طول آونگ، افزایش می‌یابد و این یعنی آونگ کُندتر نوسان می‌کند و تعداد نوسان‌های آن در یک مدت معیّن، کاهش می‌یابد. به این ترتیب، طول آونگ به‌اندازهٔ ۲۱ درصد افزایش یافته است.

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow \begin{cases} T_۱ = \frac{t}{N_۱} = ۲\pi\sqrt{\frac{L_۱}{g}} \\ T_۲ = \frac{t}{N_۲} = ۲\pi\sqrt{\frac{L_۲}{g}} \end{cases} \Rightarrow \frac{N_۲}{N_۱} = \sqrt{\frac{L_۱}{L_۲}} \Rightarrow \frac{N_۱ - ۱۰۰۰}{N_۱} = \sqrt{\frac{L_۱}{L_۱ + \frac{۲۱}{۱۰۰}L_۱}} = \sqrt{\frac{۱۰۰}{۱۲۱}} = \frac{۱۰}{۱۱} \Rightarrow N_۱ = ۱۱۰۰۰$$

$$T_۱ = \frac{t}{N_۱} \Rightarrow T_۱ = \frac{۵/۵\times۳۶۰۰}{۱۱۰۰۰} = ۱/۸s$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۸۹**

حرکت جزء M (یا هر جزء دیگری از طناب) به‌صورت حرکت هماهنگ ساده است. معادلهٔ حرکت آن معادلهٔ هماهنگ ساده یعنی $y = A\cos\omega t$ است. در لحظه‌ای که شکل نشان می‌دهد جزء M در حال عبور از نقطهٔ تعادل خود است ($y = ۰$) و با توجه به جهت انتشار موج، این نقطه با دریافت حرکت نقطهٔ ماقبل خود در حال حرکت به طرف بالاست و برای این منظور باید شناسهٔ کسینوس آن $\frac{۳\pi}{۲}$ باشد.

وقتی با گذشت زمان و برای اولین بار ذره به $y = +\frac{A}{۲}$ می‌رسد، باید شناسهٔ کسینوس به $\frac{۵\pi}{۳}$ برسد و داریم:

$$\begin{cases} ۰ = A\cos\omega t_۱ \\ +\frac{A}{۲} = A\cos\omega t_۲ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \cos\frac{۳\pi}{۲} = \cos\omega t_۱ \\ \cos\frac{۵\pi}{۳} = \cos\omega t_۲ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \omega t_۱ = \frac{۳\pi}{۲} \\ \omega t_۲ = \frac{۵\pi}{۳} \end{cases} \Rightarrow \omega(t_۲ - t_۱) = \frac{۵\pi}{۳} - \frac{۳\pi}{۲} \Rightarrow ۲\pi f\Delta t = \frac{\pi}{۶}$$

$$\Rightarrow ۲\pi\times۱۰۰\times\Delta t = \frac{\pi}{۶} \Rightarrow \Delta t = \frac{۱}{۱۲۰۰}s \Rightarrow v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۰/۱}{\frac{۱}{۱۲۰۰}} = ۱۲۰\frac{m}{s}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۱۹۰**

$$\beta = (۱۰dB)\log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow ۹۰ = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow \log\frac{I}{I_۰} = ۹ \Rightarrow \frac{I}{I_۰} = ۱۰^۹ \Rightarrow \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} = ۱۰^۹ \Rightarrow I = ۱۰^{-۳}\frac{W}{m^۲}$$

$$I = \frac{P_{av}}{A} = \frac{E}{A\cdot\Delta t} \Rightarrow ۱۰^{-۳} = \frac{E}{۱/۵\times۱۰^{-۴}\times۱۰\times۶۰} \Rightarrow E = ۹۰\times۱۰^{-۶}J = ۹۰\mu J$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۹۱**

تندی انتشار صوت در جامدها بیشتر از گازها است، پس صوت از طریق هوا در ۱۰۰ میلی‌ثانیه و از طریق فلز ۹۵ میلی‌ثانیه زودتر یعنی در مدت ۵ میلی‌ثانیه به انتهای لوله می‌رسد:

$$\Delta t = \frac{\Delta x}{v} \Rightarrow \frac{v_۲}{v_۱} = \frac{\Delta t_۱}{\Delta t_۲} \Rightarrow \frac{v_۲}{۳۳۰} = \frac{۱۰۰}{۵} \Rightarrow v_۲ = ۶۶۰۰\frac{m}{s}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۱۹۲**

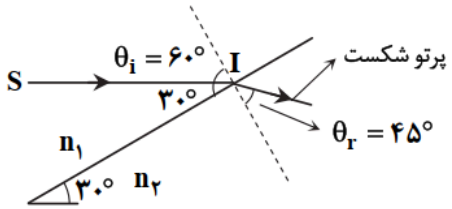
$$\frac{۳\lambda}{۴}=۹۰ \Rightarrow \lambda=۱۲۰\,cm=۱/۲\,m$$

$$v=f\cdot\lambda=۱۰\times۱/۲=۱۲\,\frac{m}{s}$$

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\sqrt{\frac{FL}{m}} \Rightarrow ۱۲=\sqrt{\frac{F\times۰/۹}{۰/۱۵۰}} \Rightarrow ۱۲\times۱۲=۶F \Rightarrow F=۲۴N$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۹۳** پرتو موج عمود بر جبههٔ موج است. بنابراین پرتو موج به‌صورت افقی به سطح مشترک دو محیط می‌تابد.




$$n_۱Sin\theta_i=n_۲Sin\theta_r \Rightarrow n_۱\times Sin۶۰°=n_۲\times Sin۴۵°$$

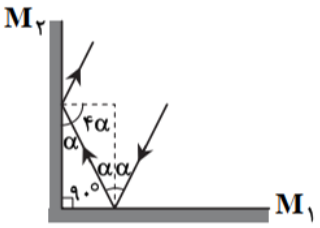
$$\Rightarrow n_۱\times\frac{\sqrt{۳}}{۲}=n_۲\times\frac{\sqrt{۲}}{۲} \Rightarrow \frac{n_۱}{n_۲}=\frac{\sqrt{۲}}{\sqrt{۳}}$$

$$v=\frac{c}{n} \Rightarrow \frac{v_۲}{v_۱}=\frac{n_۱}{n_۲}=\sqrt{\frac{۲}{۳}}$$

نکته: زاویهٔ جبههٔ موج‌ها با سطح مشترک دو محیط همان زاویه‌های تابش و شکست‌اند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۱۹۴** مسیر پرتو نور در دو آینه رسم شده است. با توجه به زوایایی که روی شکل مشخص شده‌اند، برای آینهٔ $M_۲$ داریم:




$$۴\alpha+\alpha=۹۰° \Rightarrow ۵\alpha=۹۰° \Rightarrow \alpha=۱۸°$$

$M_۲$ زاویهٔ تابش به آینهٔ $M_۲$ = زاویهٔ بازتابش از آینهٔ $=۴\alpha=۷۲°$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۹۵**

$$\omega=\frac{۲\pi}{T} \Rightarrow ۲۰\pi=\frac{۲\pi}{T} \Rightarrow T=۰/۱s$$

$$\text{تعداد نوسان}=\frac{\Delta t}{T}=\frac{۲/۰۵-۱}{۰/۱}=۱۰/۵$$

مسافت طی‌شده در هر نوسان، چهار برابر دامنه است. در این‌جا ما ۱۰/۵ نوسان داریم.

$$L=۱۰/۵\times۴\times۰/۰۱=۰/۴۲m$$

$$s_{av}=\frac{L}{\Delta t} \Rightarrow s_{av}=\frac{۰/۴۲}{۲/۰۵-۱}=\frac{۰/۴۲}{۱/۰۵}=۰/۴\,\frac{m}{s}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۹۶** با توجه به رابطهٔ بسامد برای نوسانگر جرم- فنر، هر اندازه جرم نوسانگر بیشتر و ثابت فنر کمتر باشد، بسامد نوسانگر کمتر است و در مدت معینی تعداد نوسان کمتری انجام می‌دهد.

$$f=\frac{۱}{۲\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}=\frac{N}{\Delta t}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۹۷** در بازهٔ زمانی صفر تا $\frac{۳T}{۴}$ نوسان‌ساز از $y=A$ به $y=-A$ و سپس به $y=۰$ برمی‌گردد و ضمناً در این مدت موج به‌اندازهٔ $۳\frac{\lambda}{۴}$ در محیط پیشروی نموده است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۱۹۸** با توجه به شکل، در فاصلهٔ صفر تا ۰/۹ میکرومتر روی محور x، ۱/۵λ رسم شده است. بنابراین داریم:

$$۳\frac{\lambda}{۲}=۰/۹\times۱۰^{-۶} \Rightarrow \lambda=۶\times۱۰^{-۷}\,m=۶۰۰nm$$ مرئی

$$c=f\lambda \Rightarrow ۳\times۱۰^{۸}=f\times۶\times۱۰^{-۷} \Rightarrow f=۵\times۱۰^{۱۴}\,Hz=\frac{۵\times۱۰^{۱۴}}{۱۰^{۱۲}}=۵۰۰THz$$

■ هر تراهرتز $۱۰^{۱۲}$ هرتز است. $(۱THz=۱۰^{۱۲}\,Hz)$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۱۹۹** پاسخ: گزینهٔ ۱

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۰۰**

$$E=\frac{۱}{۲}kA^{۲} \xrightarrow{\text{یکسان } k \text{ و } A} E_۱=E_۲$$

$$v_{max}=A\omega=A\sqrt{\frac{k}{m}} \xrightarrow{\text{یکسان } k \text{ و } A} \frac{v_{max,۱}}{v_{max,۲}}=\frac{\sqrt{\frac{۱}{m}}}{\sqrt{\frac{۱}{۴m}}}=۲$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۰۱**

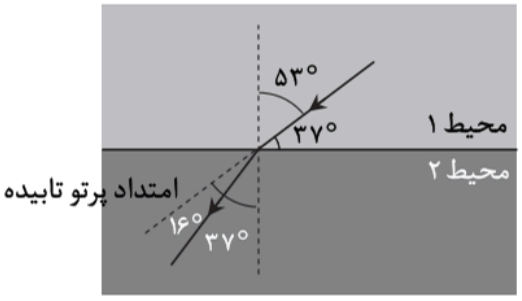
$$\beta_B-\beta_A=۱۰\log\frac{I_B}{I_A}=۱۰\log(\frac{r_A}{r_B})^{۲} \Rightarrow ۵۰-۳۰=۱۰\log(\frac{r_B+۴۵}{r_B})^{۲}$$

$$\Rightarrow ۱=\log\frac{r_B+۴۵}{r_B} \Rightarrow \log۱۰=\log\frac{r_B+۴۵}{r_B} \Rightarrow ۱۰=\frac{r_B+۴۵}{r_B} \Rightarrow r_B=۵m$$

$$r_A=۵+۴۵=۵۰m$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۰۲**




$$\frac{Sin\theta_۱}{Sin\theta_۲}=\frac{v_۱}{v_۲}$$

چون $\theta_۱=۵۳°$ بیشتر از $\theta_۲=۳۷°$ است، تندی نور در محیط ۱ بیشتر از تندی نور در محیط ۲ خواهد بود.

$$\frac{Sin۵۳°}{Sin۳۷°}=\frac{v_۲+۴\times۱۰^{۷}}{v_۲} \Rightarrow \frac{۰/۸}{۰/۶}=۱+\frac{۴\times۱۰^{۷}}{v_۲}$$

$$\Rightarrow v_۲=۱/۲\times۱۰^{۸}\,\frac{m}{s}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)


SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۰۳** در نقطهٔ $x_1$ انرژی جنبشی نوسانگر با انرژی پتانسیل آن برابر است.

$$K=\frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow K=\frac{1}{2}\times\frac{200}{1000}\times(10\sqrt{5})^2=50J \Rightarrow K=U=50J$$

$$E=U+K \Rightarrow E=50+50=100J$$

$$E=\frac{1}{2}m\omega^2A^2 \Rightarrow 100=\frac{1}{2}\times\frac{200}{1000}\times(2\pi\times5)^2A^2 \Rightarrow A=1m$$

نوسانگر وقتی در نیمهٔ فاصلهٔ مرکز نوسان تا نقطهٔ بازگشتی است، $0/5\,m$ و $1/5\,m$ تا نقاط بازگشتی فاصله دارد و کمترین زمان لازم وقتی است که در حال نزدیک‌شدن به نقطهٔ بازگشتی نزدیک‌تر باشد. برای این منظور فقط زمان $\frac{T}{6}$ نیاز دارد.

$$T=\frac{1}{5}s \Rightarrow \frac{T}{6}=\frac{1}{30}s$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۰۴**

$$t_{هوا}=t_{میله}+0/8$$

$$\begin{cases}L=v_{میله}\cdot t_{میله}\\ L=v_{هوا}\cdot t_{هوا}\end{cases} \Rightarrow v_{میله}t_{میله}=v_{هوا}(t_{میله}+0/8) \Rightarrow 6v_{هوا}t_{میله}=v_{هوا}(t_{میله}+0/8) \Rightarrow 5t_{میله}=0/8 \Rightarrow t_{میله}=0/16s$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

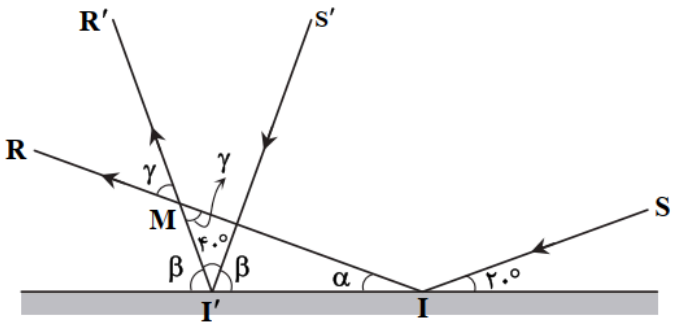
**۲۰۵**

$$\begin{cases}\beta_2-\beta_1=10\log\frac{I_2}{I_1}\\ I=\frac{P_{av}}{A}=\frac{P_{av}}{4\pi r^2}\\ r=vt\end{cases} \Rightarrow \beta_2-\beta_1=10\log(\frac{r_1}{r_2})^2=10\log(\frac{t_1}{t_2})^2 \Rightarrow 40-80=10\log(\frac{0/2}{t_2})^2 \Rightarrow 2=\log\frac{t_2}{0/2}$$

$$\Rightarrow \log100=\log\frac{t_2}{0/2} \Rightarrow 100=\frac{t_2}{0/2} \Rightarrow t_2=20s$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۰۶** در ابتدا با استفاده از قانون بازتاب از آینه‌های تخت، زوایای $\alpha$ و $\beta$ در شکل را مشخص می‌کنیم:




$$\alpha=20^\circ$$

$$\beta+40+\beta=180^\circ \Rightarrow 2\beta=140^\circ \Rightarrow \beta=70^\circ$$

سپس با استفاده از قضیهٔ زوایای مثلث، زاویهٔ بین پرتوهای بازتاب ( $\gamma$ ) را به‌دست می‌آوریم:

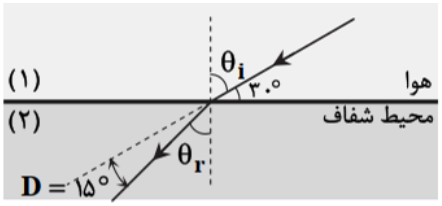
$$\overset{\triangle}{II'M}: \alpha+(\beta+40^\circ)+\gamma=180^\circ \Rightarrow 20^\circ+70^\circ+40^\circ+\gamma=180^\circ \Rightarrow \gamma=50^\circ$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۰۷** در ابتدا زوایای تابش و شکست را مشخص می‌کنیم و سپس با نوشتن قانون شکست اسنل، سرعت نور در محیط شفاف را به‌دست می‌آوریم:




$$\theta_i = ۹۰^\circ - ۳۰^\circ = ۶۰^\circ$$

$$D = \theta_i - \theta_r \Rightarrow ۱۵^\circ = ۶۰^\circ - \theta_r \Rightarrow \theta_r = ۴۵^\circ$$

$$\frac{\sin\theta_i}{\sin\theta_r} = \frac{v_۱}{v_۲} \Rightarrow \frac{\sin ۶۰^\circ}{\sin ۴۵^\circ} = \frac{۳\times ۱۰^۸}{v_۲} \Rightarrow \frac{\frac{\sqrt{۳}}{۲}}{\frac{\sqrt{۲}}{۲}} = \frac{۳\times ۱۰^۸}{v_۲} \Rightarrow \frac{\sqrt{۳}}{\sqrt{۲}} = \frac{۳\times ۱۰^۸}{v_۲} \Rightarrow v_۲ = \frac{۳\sqrt{۲}}{\sqrt{۳}}\times ۱۰^۸ = \sqrt{۶}\times ۱۰^۸ \frac{m}{s}$$

بسامد نور وابسته به منبع تولید نور بوده و در تمام محیط‌ها یکسان است، بنابراین بسامد نور در محیط شفاف نیز برابر $۲۵۰\sqrt{۶}\ THz$ است، پس:

$$f_۲ = ۲۵۰\sqrt{۶}\ THz = ۲۵۰\sqrt{۶}\times ۱۰^{۱۲}\ Hz$$

$$\lambda_۲ = \frac{v_۲}{f_۲} = \frac{\sqrt{۶}\times ۱۰^۸}{۲۵۰\sqrt{۶}\times ۱۰^{۱۲}} = ۴\times ۱۰^{-۷}\ m = ۴۰۰\times ۱۰^{-۹}\ m = ۴۰۰ nm$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۰۸**

$T = ۲\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ دورهٔ آونگ در نزدیک سطح زمین

$T' = ۲\pi\sqrt{\frac{\ell}{g'}}$ دورهٔ آونگ در فاصلهٔ r از مرکز زمین

$$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}} = \sqrt{(\frac{r'}{r})^۲}$$

$$\Rightarrow \frac{T'}{T} = \frac{r'}{r} \Rightarrow \frac{T'}{T} = \frac{R_e + R_e}{R_e} = ۲ \Rightarrow T' = ۲T = ۴s$$

$$T = \frac{t}{N} \Rightarrow ۴ = \frac{۶۰}{N} \Rightarrow N = ۱۵ \text{ نوسان}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۰۹** با توجه به نمودار، در نقطهٔ $x_۱$ انرژی پتانسیل برابر با $۲۰J$ و انرژی جنبشی برابر با $۶۰J$ است. از این‌رو انرژی مکانیکی نوسانگر $E = U + K = ۲۰ + ۶۰ = ۸۰J$ خواهد بود و چون انرژی مکانیکی پایسته است در تمام مکان‌ها نیز $۸۰J$ خواهد بود. از طرفی در مکان $x_M$ انرژی پتانسیل با انرژی جنبشی نوسانگر برابر است $(U = K)$ و هریک از آن‌ها نصف انرژی مکانیکی است. بنابراین:

$$E = U + K \Rightarrow E = K + K \Rightarrow K = \frac{E}{۲} = \frac{۸۰}{۲} = ۴۰J \qquad K = \frac{۱}{۲}mv^۲ \Rightarrow ۴۰ = \frac{۱}{۲}\times\frac{۲۰۰}{۱۰۰۰}v^۲ \Rightarrow v = ۲۰\frac{m}{s}$$

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۱۰** با قاعدهٔ دست راست چنانچه چهار انگشت باز دست راست را در جهت میدان الکتریکی $(\vec{E})$ و خم چهارانگشت را در جهت میدان مغناطیسی $(\vec{B})$ قرار دهیم، شست دست راست در جهت $-x$ قرار می‌گیرد. از طرفی با انتشار موج به‌طرف چپ $(-x)$ نقطهٔ A پیام نقطهٔ قبل خود را دریافت می‌کند و چون اندازهٔ میدان الکتریکی (و مغناطیسی) نقطهٔ قبل کم‌تر از میدان الکتریکی (و مغناطیسی) نقطهٔ A است؛ ازاین‌رو اندازهٔ میدان‌ها در نقطهٔ A در حال کاهش است.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۱۱ $n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2 \Rightarrow n_1 \sin\theta_1 = n_{شیشه} \sin\theta_{شیشه}$

وقتی آب را تخلیه کنیم، جای آن را هوا می‌گیرد و با توجه به اینکه $n_{آب} > n_{هوا}$ بوده و $\theta_1$ تغییر نکرده است، $\theta_{شیشه}$ کمتر می‌شود $(\alpha' < \alpha)$. به‌عبارت دیگر در عبور نور از هوا به درون شیشه، نور بیشتر می‌شکند تا وقتی که نور از آب به شیشه وارد شود.

تندی نور درون شیشه با تخلیهٔ آب تغییر نمی‌کند و بسامد نور نیز وابسته به چشمهٔ نور بوده که آن هم ثابت است؛ ازاین‌رو با توجه به رابطهٔ $\lambda = \frac{v}{f}$ طول موج ثابت می‌ماند.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۱۲ موارد «الف» و «ب» درست و موارد «پ» و «ت» نادرست بیان شده‌اند.

علت نادرستی موارد «پ» و «ت»:

پ) چنانچه ناهمواری‌های میکروسکوپی سطح بازتاب‌کنندهٔ نور در مقایسه با طول موج نور تابیده به آن بزرگ باشد، بازتاب از روی آن سطح به‌صورت پخشنده رخ می‌دهد.

ت) اگر تأخیر زمانی بین صوت مستقیم و پژواک آن بیشتر از $0/1\,s$ باشد، گوش انسان قادر به تشخیص آن‌ها خواهد بود.

(گزینه دو ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

۲۱۳ **گام اول:** ابتدا نسبت دورهٔ نوسان آونگ در محل جدید نسبت به سطح زمین را حساب می‌کنیم:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{g_1}{g_2}} = \sqrt{\frac{g}{\frac{81}{100}g}} = \frac{10}{9}$$

**گام دوم:** چون دورهٔ تناوب آونگ افزایش یافته است، پس آونگ در زمان بیشتری یک نوسان را انجام می‌دهد. با هر نوسان آونگ، ساعت مقدار معینی را می‌شمارد. بنابراین ساعت در این حالت عقب می‌افتد. میزان عقب افتادن ساعت در یک شبانه روز برابر است با:

$$\frac{t_2}{t_1} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow t_2 = (\frac{T_1}{T_2})t_1 \Rightarrow |t_2 - t_1| = |(\frac{T_1}{T_2} - 1)|t_1$$

$$|t_2 - t_1| = |(\frac{9}{10} - 1)| \times (24\,h \times \frac{60\,min}{1\,h}) = 144\,min$$

پس ساعت ۱۴۴ دقیقه عقب می‌افتد.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۱۴

**گام اول:** ابتدا مکان نوسانگر در لحظهٔ $t_1$ را تعیین می‌کنیم.

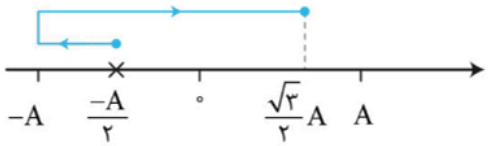
$$x = A\cos(\frac{2\pi}{T}t) \xrightarrow{t_1=\frac{T}{3}} x_1 = A\cos(\frac{2\pi}{T}\times\frac{T}{3}) = -\frac{A}{2}$$

**گام دوم:** لحظهٔ $t_2$ را به‌دست می‌آوریم:

$$x = A\cos(\frac{2\pi}{T}t) \xrightarrow{x_{t_2}=\frac{\sqrt{3}}{2}A} \frac{\sqrt{3}}{2}A = A\cos(\frac{2\pi}{T}t_2) \Rightarrow \cos(\frac{2\pi}{T}t_2) = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{2\pi}{T}t_2 = \frac{\pi}{6} \text{ یا } \frac{11\pi}{6} \text{ یا } ..... \xrightarrow{\text{برای دومین بار}} \frac{2\pi}{T}t_2 = \frac{11\pi}{6} \Rightarrow t_2 = \frac{11T}{12}$$

**گام سوم:** مسافت طی شده و سپس تندی متوسط نوسانگر را به‌دست می‌آوریم:




$$\ell = \frac{A}{2} + A + \frac{\sqrt{3}}{2}A = (\frac{3+\sqrt{3}}{2})A$$

$$S_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{(\frac{3+\sqrt{3}}{2})A}{\frac{11T}{12} - \frac{T}{3}} = \frac{18+6\sqrt{3}}{7}\times\frac{A}{T}$$

**گام چهارم:** تندی بیشینهٔ نوسانگر از رابطهٔ $V_{max} = A\omega = A(\frac{2\pi}{T})$ به دست می‌آید. بنابراین نسبت خواسته شده برابر است با:

$$\frac{s_{av}}{v_{max}} = \frac{(\frac{18+6\sqrt{3}}{7})\frac{A}{T}}{2\pi(\frac{A}{T})} = \frac{9+3\sqrt{3}}{7\pi}$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



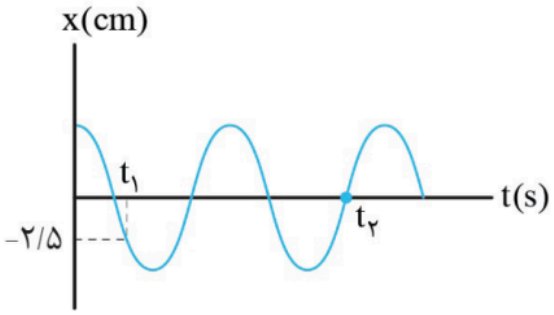
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۱۵** **گام اول:** دورهٔ نوسان نوسانگر را تعیین می‌کنیم.

$$\begin{cases} F=-m\omega^2 x \\ F=-50\pi^2 x \end{cases} \Rightarrow m\omega^2=50\pi^2 \Rightarrow 0/5\omega^2=50\pi^2 \Rightarrow \omega=10\pi \frac{rad}{s}$$

$$\omega=\frac{2\pi}{T} \Rightarrow 10\pi=\frac{2\pi}{T} \Rightarrow T=0/2s$$

**گام دوم:** نمودار مکان - زمان نوسانگر را رسم می‌کنیم و مکان نوسانگر را در لحظات $t_1=\frac{1}{15}s$ و $t_2=\frac{7}{20}s$ تعیین می‌کنیم.




$$\begin{cases} t_1=\frac{1}{15}s \Rightarrow \omega t_1=\frac{2\pi}{3}rad \\ t_2=\frac{7}{20}s \Rightarrow \omega t_2=\frac{7\pi}{2}rad \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} x_1=0/05\cos(\frac{2\pi}{3})=\frac{-0/05}{2}=-2/5cm \\ x_2=0/05\cos(\frac{7\pi}{2})=0 \end{cases}$$

**گام سوم:** با توجه به نمودار مسافت طی شده نوسانگر را در بازه $t_1$ تا $t_2$ تعیین می‌کنیم.

$$\ell=5A+\frac{A}{2}=25+2/5=27/5cm$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۲۱۶** **گام اول:** دامنهٔ نوسان را به دست می‌آوریم. دامنهٔ نوسان فاصلهٔ نقطهٔ رها شدن وزنه تا نقطه‌ای است که نیروی خالص وارد بر وزنه برابر صفر می‌شود. بنابراین کافی است تغییر طول فنر هنگامی که نیروی وزن با نیروی فنر هم‌اندازه می‌شود را حساب کنیم.

$$F_e=mg \Rightarrow kA=mg \Rightarrow A=\frac{mg}{k}=\frac{10}{2\times10^{+2}}=5\times10^{-2}\ m$$

**گام دوم:** انرژی مکانیکی نوسانگر را حساب می‌کنیم:

$$E=\frac{1}{2}kA^2=\frac{1}{2}\times2\times10^3\times(5\times10^{-2})^2=\frac{1}{4}J$$

**گام سوم:** با توجه به اینکه در لحظهٔ مورد نظر $U=3K$ است، پس:

$$\begin{cases} E=U+K \\ U=3K \end{cases} \Rightarrow E=3K+K=4K \Rightarrow \frac{1}{4}=4\times\frac{1}{2}mv^2$$

$$\Rightarrow v^2=\frac{1}{8} \Rightarrow v=\frac{\sqrt{2}}{4}m/s=\frac{\sqrt{2}}{4}\times100cm/s=25\sqrt{2}cm/s$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۱۷**

**گام اول:** ابتدا انرژی مکانیکی نوسانگر که برابر با مجموع انرژی‌های پتانسیل و جنبشی است را به‌دست می‌آوریم:

**گام دوم (روش اول):** باستفاده از روابط $E=\frac{۱}{۲}mA^۲\omega^۲$ و $F_{max}=mA\omega^۲$ داریم:

$$F_{max}=\frac{\frac{۱}{۲}mA^۲\omega^۲}{\frac{۱}{۲}A}\Rightarrow\frac{۲/۵}{\frac{۱}{۲}(۰/۱)}=۵۰N$$

**گام دوم (روش دوم):** طبق روابط $E=\frac{۱}{۲}kA^۲$ و $F=kX$ داریم:

$$\begin{cases}E=\frac{۱}{۲}kA^۲\\F_{max}=kA\end{cases}\Rightarrow E=\frac{۱}{۲}A\times(kA)\Rightarrow E=\frac{۱}{۲}A\times F_{max}\Rightarrow ۲/۵=\frac{۱}{۲}\times ۰/۱\times F_{max}\Rightarrow F_{max}=۵۰N$$

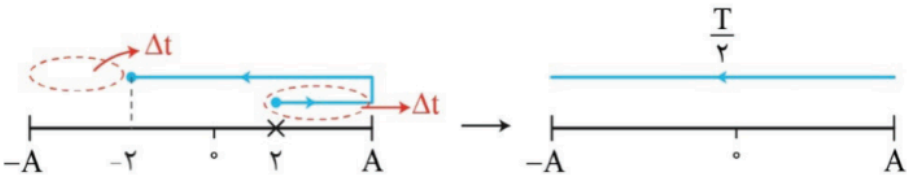
(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۱۸**

**گام اول:** ابتدا دورهٔ نوسان نوسانگر را به‌دست می‌آوریم. دورهٔ نوسان نوسانگر وزنه - فنر از رابطهٔ $T=۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ به‌دست می‌آید.

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}}=۲\pi\sqrt{\frac{۰/۵}{۲۰۰}}=\frac{\pi}{۱۰}=۰/۳s$$

**گام دوم:** مسیر حرکت توصیف شده در صورت سؤال به صورت شکل زیر است. مدت زمان این حرکت با توجه به تقارن حرکت نسبت به مرکز نوسان برابر $\frac{T}{۲}$ و مسافت طی شده $۲A$ می‌باشد. پس دامنهٔ نوسان برابر است با:




$$s_{av}=\frac{\ell}{\Delta t}\Rightarrow ۰/۸=\frac{۲A}{T/۲}\Rightarrow A=۰/۲T=۰/۰۶m$$

**گام سوم:** حالا بیشینهٔ شتاب نوسانگر را حساب می‌کنیم:

$$a_{max}=A\omega^۲=A(\frac{۲\pi}{T})^۲=۰/۰۶\times ۲۰^۲=۲۴m/s^۲$$

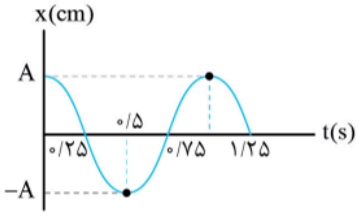
(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۱۹**

**گام اول:** با توجه به نمودار رسم شده، دورهٔ حرکت را به دست می‌آوریم:

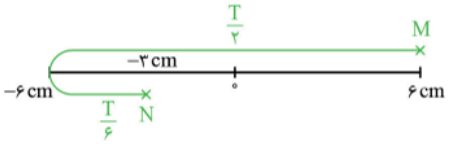



$$۵(\frac{T}{۴}) = ۱/۲۵ \Rightarrow T = ۱s$$

**گام دوم:** طبق صورت سؤال مسافت طی شده توسط متحرک در نیم ثانیه دوم حرکت یعنی در بازهٔ زمانی $t_۱ = ۰/۵s$ تا $t_۲ = ۱s$ برابر $۱۲cm$ است. بنابراین داریم:

$$۲A = ۱۲cm \Rightarrow A = ۶cm$$

**گام سوم:** در صورت سؤال جابه‌جایی نوسانگر از لحظهٔ $t_۰ = ۰$ تا $t = \frac{۲}{۳}s$ خواسته شده است و با توجه به اینکه $T = ۱s$ می‌باشد، $\Delta t = \frac{۲}{۳}T$ است. همانطور که در شکل زیر می‌بینید، متحرک در این بازهٔ زمانی از نقطهٔ M به نقطهٔ N آمده است و داریم:




$$\Delta t = \frac{۲}{۳}T = \frac{T}{۲} + \frac{T}{۶}$$

$$|\Delta x| = |-۳ - ۶| = |-۹| = ۹cm$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۲۰**

**گام اول:** دورهٔ اولیهٔ حرکت آونگ را به دست می‌آوریم:

$$\omega_۱ = \frac{۲\pi}{T_۱} \Rightarrow \frac{\pi}{۲} = \frac{۲\pi}{T_۱} \Rightarrow T_۱ = ۴s$$

**گام دوم:** طول اولیهٔ آونگ را به دست می‌آوریم:

$$T_۱ = ۲\pi\sqrt{\frac{\ell_۱}{g}} \xrightarrow{g \simeq \pi^۲} ۴ = ۲\pi\sqrt{\frac{\ell_۱}{\pi^۲}} \Rightarrow \ell_۱ = ۴m$$

**گام سوم:** با نوشتن یک تناسب ساده طول ثانویهٔ آونگ را به دست می‌آوریم:

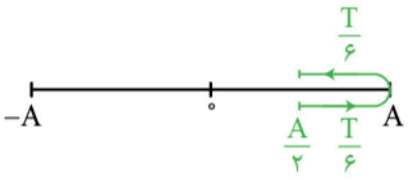
بنابراین طول آونگ باید $۳m$ کاهش بیابد.

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \Rightarrow \frac{T_۲}{T_۱} = \sqrt{\frac{\ell_۲}{\ell_۱}} \xrightarrow{T_۲ = \frac{۵۰}{۱۰۰}T_۱} \frac{۵۰}{۱۰۰} = \sqrt{\frac{\ell_۲}{۴}} \Rightarrow \frac{۱}{۲} = \sqrt{\frac{\ell_۲}{۴}} \Rightarrow \frac{۱}{۴} = \frac{\ell_۲}{۴} \Rightarrow \ell_۲ = ۱m$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

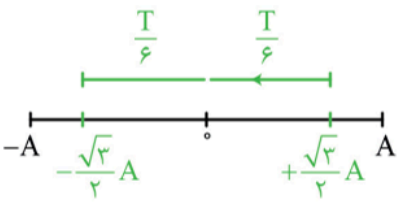
**۲۲۱**

**گام اول:** با توجه به اینکه $T = ۰/۱۲s$ و $\Delta t = ۰/۰۴s$ است، نتیجه می‌گیریم که $\Delta t = \frac{T}{۳}$ می باشد. بی شمار حالت وجود دارد که متحرک به اندازهٔ $\frac{T}{۳}$ حرکت کند، اما با توجه به اینکه می‌خواهیم کمینهٔ تندی متوسط را داشته باشیم، باید این بازهٔ زمانی را حول نقطهٔ بازگشت در نظر بگیریم و داریم:




$$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} \Rightarrow ۱۵ = \frac{۲(\frac{A}{۲})}{۰/۰۴} \Rightarrow A = ۰/۶m$$

**گام دوم:** در حالت دوم می‌خواهیم بیشینهٔ سرعت متوسط متحرک را به دست آوریم، بنابراین باید بازهٔ زمانی مورد نظر را حول نقطهٔ تعادل در نظر بگیریم و داریم:




$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-۲\frac{\sqrt{۳}}{۲}A}{\Delta t} \Rightarrow |v_{av}| = \frac{\sqrt{۳}(۰/۶)}{۰/۰۴} = ۱۵\sqrt{۳}\frac{m}{s}$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۲۲۲** **گام اول:** ابتدا بسامد نوسان و انرژی مکانیکی نوسانگر را به دست می‌آوریم:

$$f=\frac{n}{\Delta t}=\frac{(\frac{۶۰}{۲})}{۶۰}=\frac{۱}{۲}Hz \quad , \quad A=\frac{۰/۴}{۲}=۰/۲m$$

$$E=۲\pi^۲mA^۲f^۲=۲\times۱۰\times\frac{۱}{۲}\times(۰/۲)^۲\times(\frac{۱}{۲})^۲=۱۰\times۱۰^{-۲}=۰/۱J$$

**گام دوم:** با استفاده از نسبت تندی به تندی بیشینه نسبت انرژی پتانسیل به انرژی مکانیکی را تعیین می‌کنیم:

$$\frac{K}{E}=(\frac{v}{v_m})^۲ \xrightarrow{K=E-U} \frac{E-U}{E}=(\frac{v}{v_m})^۲ \Rightarrow ۱-\frac{U}{E}=(\frac{۱}{۲})^۲$$

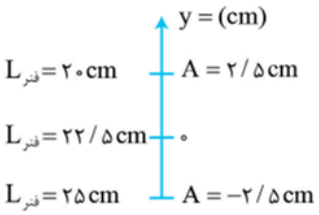
$$\Rightarrow ۱-\frac{U}{۰/۱}=\frac{۱}{۴}\Rightarrow U=\frac{۳}{۴۰}J=۷/۵\times۱۰^{-۲}J$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۲۳** **گام اول:** ابتدا دامنهٔ نوسان را پیدا می‌کنیم. دامنهٔ نوسان فاصلهٔ نقطهٔ تعادل تا نقطهٔ رها شدن (طول عادی فنر) است.

$$F_e=mg\Rightarrow kA=mg\Rightarrow ۴۰۰\times A=۱۰\Rightarrow A=۲/۵cm$$

بنابراین مسیر حرکت نوسانگر به صورت زیر است:




**گام دوم:** فاصلهٔ ۲ سانتی‌متر از بیشینهٔ طول فنر یعنی نوسانگر در مکان $x=-۰/۵cm$ قرار دارد. شتاب نوسانگر طبق رابطهٔ $a=-\omega^۲x$ در این مکان برابر است با:

$$a=-\omega^۲x\Rightarrow a=\frac{-k}{m}x=\frac{-۴۰۰}{۱}(\frac{-۵}{۱۰۰۰})=+۲m/s^۲$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۲۴** چون تشدید رخ داده است، بسامد ضربه‌های وارد شده با بسامد طبیعی نوسانگر برابر است. پس:

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}}=۲\pi\sqrt{\frac{۰/۲۵}{۴۰}}=۲\pi\frac{۱}{۴\sqrt{۱۰}}=\frac{۱}{۲}(s)$$

بنابراین دورهٔ نوسان ضربه‌ها باید $\frac{۱}{۲}s$ باشد.

کار نیروی اصطکاک در یک دورهٔ نوسان برابر با همان انرژی است که توسط هر ضربه به جسم داده می‌شود. پس:

$$W_{f_k}=-f_k.\ell=-(\mu_kmg)(۴A)=-(۰/۵\times۲/۵)\times(۴\times۰/۲)=-۱J$$

بنابراین انرژی داده شده به نوسانگر در هر ضربه یک ژول است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۲۲۵ **گام اوّل:** ابتدا نسبت تندی انتشار موج در دو طناب را به‌دست می‌آوریم و با استفاده از رابطهٔ $\Delta x = v.\Delta t$ نسبت طول دو طناب را حساب می‌کنیم.

$$v = \lambda f \Rightarrow \frac{v_A}{v_B} = \frac{\lambda_A}{\lambda_B} \times \frac{f_A}{f_B} = \frac{\lambda}{۲\lambda} \times \frac{f}{۲f} = \frac{۱}{۴}$$

$$\text{(طول طناب)}\ L = v \cdot \Delta t \Rightarrow \frac{L_A}{L_B} = \frac{v_A}{v_B} \times \frac{\Delta t_A}{\Delta t_B} = \frac{۱}{۴} \times ۱ = \frac{۱}{۴}$$

**گام دوم:** رابطهٔ $v = \sqrt{\frac{F \cdot L}{m}}$ را به‌صورت نسبی برای دو طناب می‌نویسیم تا نسبت نیروی کشش دو طناب به‌دست بیاید:

$$\frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{F_A}{F_B} \times \frac{L_A}{L_B} \times \frac{m_B}{m_A}} \Rightarrow \frac{۱}{۴} = \sqrt{\frac{F_A}{F_B} \times \frac{۱}{۴} \times \frac{۲}{۱}} \Rightarrow \frac{۱}{۱۶} = \frac{F_A}{F_B} \times \frac{۱}{۲} \Rightarrow \frac{F_A}{F_B} = \frac{۱}{۸}$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۲۲۶ **گام اوّل:** با استفاده از رابطهٔ $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$، تندی انتشار موج عرضی در دو حالت را تعیین می‌کنیم و جرم وزنه‌ها را برحسب تندی تعیین می‌کنیم.

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \xrightarrow{F=Mg} \begin{cases} v_۱ = \sqrt{\frac{M_۱ g}{\mu}} \Rightarrow M_۱ = \frac{\mu v_۱^۲}{g} \\ v_۲ = \sqrt{\frac{M_۲ g}{\mu}} \Rightarrow M_۲ = \frac{\mu v_۲^۲}{g} \end{cases}$$

**گام دوم:** حالا اگر وزنهٔ $M_۱ + M_۲$ به طناب وصل شود، تندی انتشار موج عرضی برابر است با:

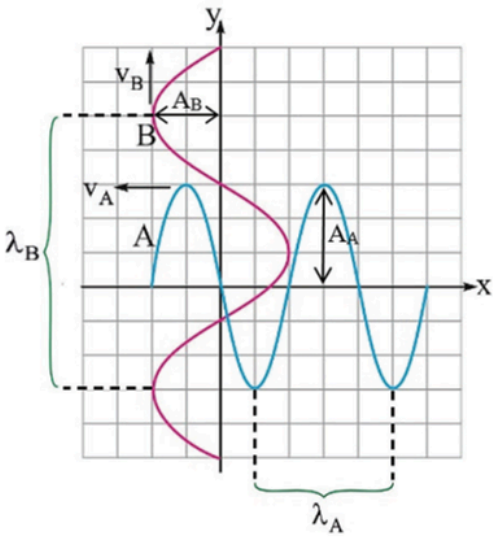
$$v = \sqrt{\frac{(M_۱ + M_۲)g}{\mu}} = \sqrt{\frac{\left(\frac{\mu v_۱^۲}{g} + \frac{\mu v_۲^۲}{g}\right)g}{\mu}} = \sqrt{v_۱^۲ + v_۲^۲}$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۲۷**




**گام اول:** نسبت دامنه و نسبت طول موج دو موج را با استفاده از شکل موج تعیین می‌کنیم.

$$\frac{A_A}{A_B}=\frac{۳}{۲}$$

$$\frac{\lambda_A}{\lambda_B}=\frac{۴}{۸}=\frac{۱}{۲}$$

**گام دوم:** با استفاده از رابطهٔ $f=\frac{v}{\lambda}$، نسبت بسامد دو موج را تعیین می‌کنیم. چون دو موج عرضی در یک محیط منتشر شده‌اند، تندی آنها یکسان است.

$$\frac{f_A}{f_B}=\frac{v_A}{v_B}\times\frac{\lambda_B}{\lambda_A}=۱\times۲=۲$$

**گام سوم:** نسبت متوسط آهنگ انتقال انرژی دو موج را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{\bar{P}_A}{\bar{P}_B}=\left(\frac{A_A}{A_B}\right)^۲\left(\frac{f_A}{f_B}\right)^۲=\frac{۹}{۴}\times۴=۹$$

**یادآوری:**

آهنگ متوسط انتقال انرژی توسط موج با مربع دامنه و مربع بسامد رابطهٔ مستقیم دارد. $\bar{P}\propto A^۲f^۲$

تندی انتشار امواج به محیط انتشار وابسته است و دو موج مکانیکی عرضی که در یک محیط منتشر می‌شوند، تندی یکسان دارند.

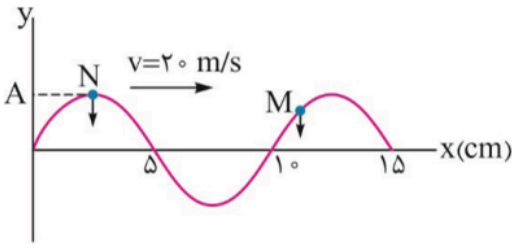
(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۲۸**

در لحظهٔ $t=۰$، نقطهٔ N در بیشترین فاصله از وضع تعادل قرار دارد $(x_N=+A)$، با استفاده از نسبت شتاب دو نقطه مکان M در این لحظه را تعیین می‌کنیم. $a=-\omega^۲x$

$$\frac{a_M}{a_N}=\frac{x_M}{x_N}\rightarrow\frac{۱}{۲}=\frac{x_M}{x_N}\rightarrow x_M=\frac{۱}{۲}A$$

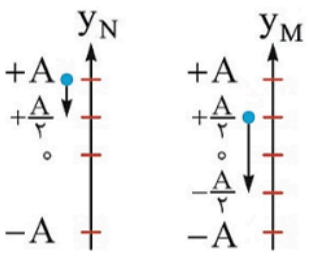
با توجه به نقش موج، نقاط M و N در مبدأ زمان به طرف پایین حرکت می‌کنند. برای آگاهی از موقعیت این دو نقطه در لحظهٔ $t=\frac{۵}{۶}ms$ باید ببینیم این لحظه چه کسری از دورهٔ تناوب آنهاست.




$$\lambda=۱۰cm=۰/۱m\xrightarrow{(\lambda=VT)}۰/۱=۲۰T\rightarrow T=\frac{۱}{۲۰۰}s=۵ms$$

$$\frac{t}{T}=\frac{\frac{۵}{۶}}{۵}=\frac{۱}{۶}\rightarrow t=\frac{T}{۶}$$

با توجه به آنچه در مبحث نوسان خوانده‌ایم، نقطهٔ N در مدّت $\frac{T}{۶}$ از مکان $+A$ به مکان $+\frac{A}{۲}$ و نقطهٔ M در همین مدت از مکان $+\frac{A}{۲}$ به مکان $-\frac{A}{۲}$ می‌رسد.







طبق رابطهٔ $a=-\omega^۲x$ ، نسبت شتاب دو نقطه را تعیین می‌کنیم:

$$\left|\frac{a_M}{a_N}\right|=\left|\frac{x_M}{x_N}\right|=\left|\frac{-\frac{A}{۲}}{\frac{A}{۲}}\right|=۱$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۲۹** ابتدا تندی انتشار موج را به‌دست می‌آوریم:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}\rightarrow v=\sqrt{\frac{۳۶}{۱/۲\times۱۰^{۳}\times\pi\times(۲\times۱۰^{-۳})^{۲}}}=۵۰\frac{m}{s}$$

با توجّه به شکل نقطه واقع در $x=۱/۲۵m$ از $x=۰$ به اندازه $\frac{۵\lambda}{۴}$ فاصله دارد. پس طول موج و دورهٔ مربع برابر است با:

$$\frac{۵\lambda}{۴}=۱/۲۵\rightarrow\lambda=۱m$$

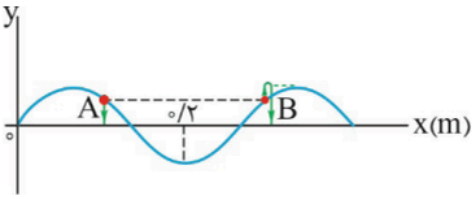
$$\lambda=vT\rightarrow ۱=۵۰\times T\rightarrow T=۰/۰۲s$$

ذره واقع در $x=۱/۲۵m$ در لحظه $t=۰$ در $x=A$ ( $A$ دامنه نوسان) است. پس از $\frac{T}{۴}$ به $y=۰$ با تندی بیشینه در خلاف محور $y$ می‌رسد و در لحظه $t=\frac{۳T}{۴}$ به $y=۰$ با تندی بیشینه در جهت محور $y$ می‌رسد از این‌رو زمان مورد نظر $\frac{۳T}{۴}$ است.

$$\Delta t=۳\frac{T}{۴}=۳\times\frac{۰/۰۲}{۴}=۰/۰۱۵s=۱۵ms$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۳۰** **گام اول:** با توجه به کمتر بودن زمان حرکت ذرهٔ $A$ در مقایسه با زمان حرکت ذرهٔ $B$، مسیری که هر ذره از لحظه $t=۰$ تا لحظه رسیدن به وضع تعادل ریسمان طی می‌کنند مطابق شکل خواهد بود و مجموع این دو زمان برابر نصف دورهٔ $\left(\frac{T}{۲}\right)$ خواهد بود.




**گام دوم:** با استفاده از روابط $\lambda=v\cdot T$ و $\Delta x=v\cdot\Delta t$، جابه‌جایی موج را حساب می‌کنیم:

$$\left.\begin{array}{l}\frac{T}{۲}=\frac{۱}{۲۰}+\frac{۱}{۸}\rightarrow T=\frac{۷}{۲۰}s\\ ۳\frac{\lambda}{۴}=۰/۲\rightarrow\lambda=\frac{۴}{۱۵}m\end{array}\right\}v=\frac{\lambda}{T}\rightarrow v=\frac{\frac{۴}{۱۵}}{\frac{۷}{۲۰}}=\frac{۱۶}{۲۱}\frac{m}{s}$$

$$\Delta x=v\cdot t\rightarrow\Delta x=\frac{۱۶}{۲۱}\times۲/۱=۱/۶m$$

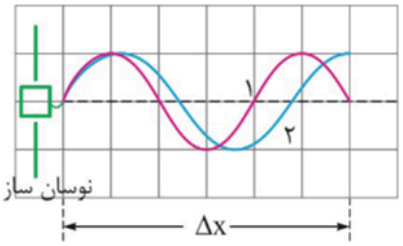
**گام سوم:** ذرهٔ $A$ در لحظه $t=۰$ در حال حرکت به طرف پایین است، از این‌رو موج به طرف چپ حرکت می‌کند (در خلاف محور $x$) چرا که در هر لحظه یک ذره از ریسمان پیام پشت سر خود را دریافت می‌کند.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۳۱** **به بررسی هر یک از موارد می‌پردازیم:**




با توجه به شکل در طولی معیّن $\Delta x$ از موج ۱، $۶\frac{\lambda_۱}{۴}$ و از موج ۲، $۵\frac{\lambda_۲}{۴}$ جای گرفته است.

بنابراین نسبت طول موج دو موج برابر است با:

$$\Delta x = ۵\frac{\lambda_۲}{۴} = ۶\frac{\lambda_۱}{۴} \Rightarrow \lambda_۲ = ۱/۲\lambda_۱$$

**الف** بسامد موج ۲ را تعیین می‌کنیم:

$$\lambda_۲ = ۱/۲\lambda_۱ \Rightarrow \frac{v}{f_۲} = ۱/۲\frac{v}{f_۱} \rightarrow f_۲ = \frac{۱۰}{۱۲}f_۱ = \frac{۱۰}{۱۲}\times ۱۲۰ = ۱۰۰\,Hz$$

به این ترتیب بسامد موج ۲، ۲۰Hz کمتر از بسامد موج ۱ است. مورد (الف) درست است.

**ب**

$$\frac{v_۲}{f} = ۱/۲\frac{v_۱}{f} \rightarrow v_۲ = ۱/۲v_۱ \,,\, v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

$$\sqrt{F_۲} = ۱/۲\sqrt{F_۱} \rightarrow F_۲ = ۱/۴۴F_۱$$

نیروی کشش طناب در موج ۲، ۴۴ درصد بیشتر از نیروی کشش طناب در موج ۱ است. پس مورد (ب) درست است.

**پ**

$$\frac{v_۲}{f_۲} = ۱/۲\frac{v_۱}{f_۱} \rightarrow \frac{\sqrt{F_۲}}{f_۲} = ۱/۲\times\frac{\sqrt{F_۱}}{f_۱} \rightarrow \frac{\sqrt{F_۲}}{۱۲۰-۱۰} = ۱/۲\times\frac{\sqrt{F_۱}}{۱۲۰} \Rightarrow F_۲ = ۱/۲۱F_۱$$

نیروی کشش طناب برای موج ۲، ۲۱ درصد از نیروی کشش طناب برای موج ۱ بیشتر است. پس مورد (پ) درست است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۲۳۲** به بررسی هر یک از موارد می‌پردازیم:

**الف** نادرست است، زیرا امواج الکترومغناطیسی قابلیت انتشار در برخی محیط‌های مادی را هم دارند. مثلاً نور وارد آب یا شیشه می‌شود.

**ب** نادرست است، سرعت پیشروی تمام امواج الکترومغناطیسی در خلأ برابر با $\frac{۱}{\sqrt{\mu_۰\varepsilon_۰}}$ است.

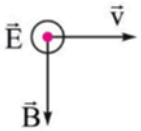
**پ** نادرست است، طول موج فروسرخ از فرابنفش بیشتر است.

**ت** نادرست است، امواج الکترومغناطیسی انرژی را نه به‌صورت جنبشی و پتانسیل، بلکه به‌صورت انرژی میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی منتقل می‌کنند.

**ث** درست است، پرتو گاما در انتهای طیف برحسب افزایش بسامد است و بیشترین بسامد را دارد.

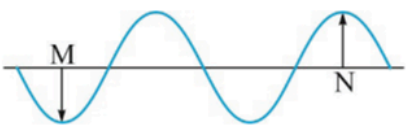
(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۳۳**




طبق قاعده دست راست و همچنین قانون همگام بودن میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی موج، میدان مغناطیسی در نقطه M و در لحظه t، بیشینه و به سمت پایین است:

با توجه به این که فاصله دو نقطه M و N برابر $\frac{۳}{۲}\lambda$ است، پس در همین لحظه میدان مغناطیسی در نقطه N بیشینه و جهت آن به سمت بالا است:




(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۳۴** ابتدا تندی انتشار موج عرضی در تار را حساب می‌کنیم:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}=\sqrt{\frac{۲۴۰}{۸\times۱۰^{+۳}\times\pi(۱۰^{-۳})^{۲}}}=۱۰۰m/s$$

حالا مدت زمان حرکت یک تپ در طول طناب را حساب می‌کنیم:

$$\Delta x=\bar{v}_{\circ}\Delta t\Rightarrow ۰/۵=۱۰۰\times\Delta t\Rightarrow\Delta t=۵\times۱۰^{-۳}s=۵ms$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۳۵** در شکل رسم شده فاصلهٔ یک قله از دره مجاور آن برابر ۲۰cm است. بنابراین طول موج برابر است با:

$$\frac{\lambda}{۲}=۲۰\Rightarrow\lambda=۴۰cm$$

به کمک $\lambda$ و f تندی انتشار موج در تار را به‌دست می‌آوریم:

$$v=\lambda f=۰/۴\times۱۰۰=۴۰\frac{m}{s}$$

با یک جایگذاری ساده جرم واحد طول تار را به‌دست می‌آوریم:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}\Rightarrow۴۰=\sqrt{\frac{۴۰}{\mu}}\Rightarrow۱۶۰۰=\frac{۴۰}{\mu}\Rightarrow\mu=\frac{۱}{۴۰}\frac{kg}{m}$$

جرم ۴۰ cm از تار را حساب می‌کنیم:

$$\mu=\frac{m}{L}\Rightarrow\frac{۱}{۴۰}=\frac{m}{۰/۴}\Rightarrow m=\frac{۱}{۱۰۰}kg=۱۰g$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۳۶** ابتدا سرعت موج را حساب می‌کنیم. موج فاصلهٔ ۲ متری در راستای محور x را در ۰/۰۴ s طی کرده است، پس سرعت آن برابر است با:

$$v=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{۲}{۰/۰۴}=۵۰m/s$$




در مدت ۰/۰۴ s موج از M به N می‌رسد. نقطهٔ N از وضعیت نشان داده شده به $y=+۲cm$ می‌رسد. مسیر حرکت نقطهٔ N به‌صورت زیر است:

طبق مسیر حرکت، مدت حرکت نقطهٔ N در این جابه‌جایی برابر $\frac{T}{۶}$ می‌باشد. بنابراین:

$$\frac{T}{۶}=\frac{۴}{۱۰۰}\rightarrow T=۰/۲۴s$$

حالا طول موج را به‌دست می‌آوریم:

$$\lambda=v.T=۵۰\times\frac{۲۴}{۱۰۰}=۱۲m$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

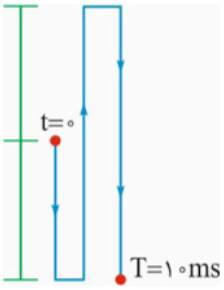
**۲۳۷** ابتدا با استفاده از نمودار، طول موج و دورهٔ نوسان را حساب می‌کنیم:

$$\frac{۳}{۴}\lambda = ۰/۱۲ \Rightarrow \lambda = ۰/۱۶\text{m}$$

$$\lambda = v.T \Rightarrow ۰/۱۶ = ۲۰ \times T \Rightarrow T = ۰/۰۰۸\text{s} = ۸\text{ms}$$

در لحظهٔ نشان داده، نقطهٔ M از طناب در مرکز نوسان قرار دارد و در حال حرکت به سمت پایین است. پس سرعت نقطهٔ M از طناب در این لحظه $-A\omega$ است.

$$v_{M(t=۰)} = -A\omega = -۴ \times ۱۰^{-۲} \times (\frac{۲\pi}{T}) = -۴ \times ۱۰^{-۲} \times (\frac{۲\pi}{۸ \times ۱۰^{-۳}}) = -۱۰\pi\ \text{m/s}$$




حالا مدت ۱۰ms را برحسب دوره تعیین می‌کنیم و مکان قرارگیری نقطهٔ M از موج در این لحظه را به دست می‌آوریم:

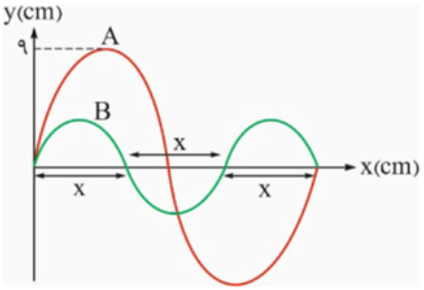
$$\Delta t = ۱۰\text{ms} \Rightarrow \frac{\Delta t}{T} = \frac{۱۰\text{ms}}{۸\text{ms}} = \frac{۵}{۴}$$

با توجه به این که M در $y = -A$ قرار گرفته است، پس سرعت آن در $t = ۱۰\text{ms}$ برابر صفر است. بنابراین شتاب متوسط این ذره در بازهٔ (۱۰ms و ۰) برابر است با :

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{۰ - (-۱۰\pi)}{۱۰ \times ۱۰^{-۳}} = ۱۰^{۳}\pi\ \text{m/s}^{۲} = ۱۰^{۵}\pi\ \text{cm/s}^{۲}$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۳۸** همان‌طور که در شکل می‌بینید، کوچک‌ترین قسمت نمودار را برابر x در نظر می‌گیریم و به کمک نمودار نسبت طول موج‌ها را بدست می‌آوریم:




$$\frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{۳x}{۲x} = \frac{۳}{۲}$$

با توجه به این که محیط انتشار دو موج یکسان است، تندی انتشار آن‌ها در محیط نیز یکسان می‌باشد و داریم:

$$\lambda = \frac{v}{f} \longrightarrow \frac{f_A}{f_B} = \frac{\lambda_B}{\lambda_A} = \frac{۲}{۳}$$

آهنگ متوسط انتقال انرژی توسط موج‌های A و B متناسب با مربع دامنه و مربع بسامد موج است. بنابراین داریم:

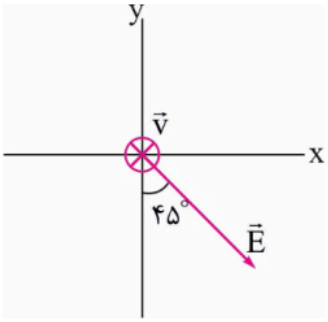
$$\frac{P_A}{P_B} = (\frac{f_A}{f_B})^{۲} \times (\frac{A_A}{A_B})^{۲} \Rightarrow ۴ = (\frac{۲}{۳})^{۲} \times (\frac{۹}{A_B})^{۲} \Rightarrow ۳ = \frac{۹}{A_B} \Rightarrow A_B = ۳\text{cm}$$

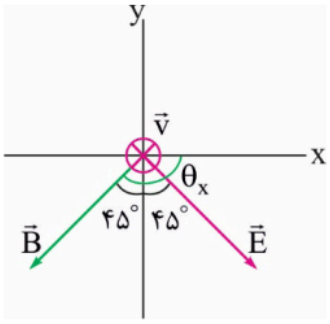
(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۳۹** جهت خلاف محور z را درون‌سو در نظر می‌گیریم. بنابراین جهت میدان الکتریکی و جهت انتشار موج به‌صورت شکل زیر است.




طبق قاعدهٔ دست راست، ۴ انگشت را در جهت $\vec{E}$ قرارمی‌دهیم به گونه‌ای که انگشت شست جهت انتشار موج یعنی درونسو را نشان دهد. کف دست جهت میدان مغناطیسی را نشان می‌دهد و چون $\vec{E}$ بر $\vec{B}$ عمود است، میدان مغناطیسی روی نیم‌ساز ربع اول و سوم مختصات به‌صورت شکل مقابل قرار می‌گیرد.

با توجه به شکل زاویهٔ B با جهت مثبت محور x ها برابر $135^\circ$است.

$$\theta_x = 90 + 45 = 135^\circ$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۴۰** هر دو موج مسافت یکسان را طی می‌کنند تا به لرزه‌نگار برسند. برای هر کدام رابطهٔ $\Delta x = v.\Delta t$ را می‌نویسیم. چون تندی امواج P بیشتر از امواج S است، مدت زمان حرکت آن‌ها تا رسیدن به لرزه‌نگار کمتر از امواج S می‌باشد. بنابراین :

$$\Delta x = v.\Delta t \Rightarrow \begin{cases} ۳۶۴۵ = v_P \times t_P = ۱/۸ v_S \times t_p \\ ۳۶۴۵ = v_S \times (t_p + ۶ \times ۶۰) \end{cases}$$

دو معادله و دو مجهول بالا را حل می‌کنیم تا $v_S$ و $t_p$ به دست بیاید. با تقسیم دو رابطه به دست آمده داریم:

$$۱ = \frac{۱/۸ t_P}{t_p + ۳۶۰} \Rightarrow t_p = ۴۵۰\,s \;,\; v_S = ۴/۵\,km/s$$

حالا $v_P$ را حساب می‌کنیم:

$$v_P = ۱/۸ v_S = ۱/۸ \times ۴/۵ = ۸/۱\,km/s$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۴۱** به بررسی هر یک از موارد می‌پردازیم:

**الف** درست: فاصلهٔ دو بازشدگی بیشینه متوالی ( یا فاصله دو جمع‌شدگی بیشینه متوالی) برابر $\lambda$است.

**ب** درست: جابه‌جایی از وضع تعادل در جاهایی با بیشترین جمع‌شدگی یا بیشترین بازشدگی صفر است.

**پ** درست: با توجه به رابطه $v = f\lambda$ چون v (تندی موج) ثابت است با دو برابر شدن بسامد (f)، طول موج ( $\lambda$ ) نصف می‌شود و به این ترتیب فاصله یک بازشدگی از جمع‌شدگی مجاور که $\frac{\lambda}{۲}$ هست، هم نصف می‌شود.

**ت** درست: وقتی سر فنر عمود بر راستای انتشار موج نوسان داده شود، موج عرضی در فنر ایجاد می‌شود و می‌دانیم تندی موج عرضی در یک فنر در مقایسه با تندی موج طولی در همان فنر کمتر است.

بنابراین هر ۴ مورد درست است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۴۲** ابتدا به سراغ رابطه $I=\frac{E}{t.A}$ می‌رویم تا نسبت شدت صوت در محل دو صفحه را به دست بیاوریم.

$$I=\frac{E}{t.A}\Rightarrow\frac{I_B}{I_A}=\frac{E_B}{E_A}\times\frac{t_A}{t_B}\times\frac{A_A}{A_B}=\frac{۱}{۲}\times۱\times\frac{۲۰}{۵۰}=\frac{۱}{۵}$$

حالا از رابطه دیگر شدت صوت که به صورت $I=\frac{P}{۴\pi d^۲}$ است، نسبت فاصله دو صفحه تا چشمه صوت (d) را به دست می‌آوریم:

$$I=\frac{P}{۴\pi d^۲}\Rightarrow\frac{I_B}{I_A}=(\frac{d_A}{d_B})^۲\Rightarrow\frac{۱}{۵}=(\frac{d_A}{d_B})^۲\Rightarrow\frac{d_A}{d_B}=\frac{\sqrt{۵}}{۵}\Rightarrow\frac{d_B}{d_A}=\sqrt{۵}$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۴۳** ابتدا در حالت اول، مقدار x را بر حسب d به دست می‌آوریم. برای این منظور رابطهٔ تغییر تراز شدت صوت را می‌نویسیم. فاصلهٔ شخص تا منبع در حالت اول d است که به $(d+x)$ رسیده است. پس:

$$\beta_۲-\beta_۱=(۱۰dB)\log\frac{I_۲}{I_۱}\Rightarrow-۲۰dB=(۱۰dB)\log\frac{I_۲}{I_۱}$$

$$\frac{I_۲}{I_۱}=۱۰^{-۲}=\frac{۱}{۱۰۰}\xrightarrow{I\propto\frac{I}{d^۲}}(\frac{d_۱}{d_۲})^۲=\frac{۱}{۱۰۰}\Rightarrow\frac{d}{d+x}=\frac{۱}{۱۰}\Rightarrow x=۹d$$

(توجه کنید که چون در این حالت شنونده از منبع دور نشده است، تراز شدت صوت کاهش یافته است)

حالا تغییر دوم در تراز شدت صوت را بررسی می‌کنیم. در این تغییر، شخصی از فاصله d از منبع به فاصله d-y رسیده است و تراز شدت صوت به دلیل نزدیک شدن به منبع ۲۰dB افزایش یافته است.

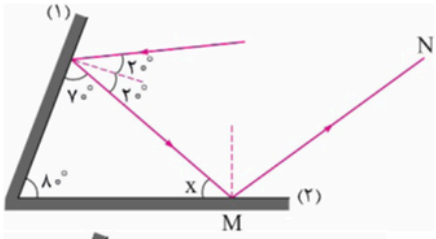
$$\beta_۳-\beta_۱=(۱۰dB)\log\frac{I_۳}{I_۱}\Rightarrow۲۰dB=(۱۰dB)\log\frac{I_۳}{I_۱}\Rightarrow\frac{I_۳}{I_۱}=۱۰^۲\xrightarrow{I\propto\frac{۱}{d^۲}}(\frac{d_۱}{d_۳})^۲=۱۰۰\Rightarrow\frac{d}{d-y}=۱۰\Rightarrow y=\frac{۹}{۱۰}d$$

حالا می‌توانیم نسبت خواسته شده را حساب کنیم.

$$\frac{x}{y}=\frac{۹d}{\frac{۹}{۱۰}d}=۱۰$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

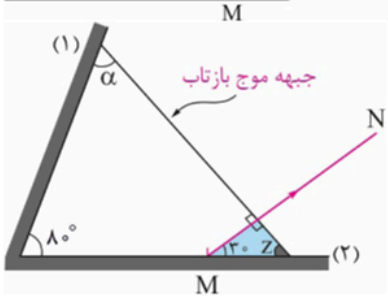
**۲۴۴** چون کار با پرتو به جای جبهه راحت‌تر است، مسیر پرتوها را در دو مانع بررسی می‌کنیم.




زاویه پرتو با خط عمود بر مانع با زاویه جبههٔ با مانع برابر است. بنابراین:

$$۷۰+۸۰+x=۱۸۰\Rightarrow x=۳۰^\circ$$

جبهه‌های موج بازتاب از آینه (۲) بر پرتو MN عمود است. یکی از جبهه‌های بازتاب را رسم می‌کنیم و امتداد آن با مانع (۱) را به دست می‌آوریم:




در مثلث سبز رنگ: $۳۰+۹۰+Z=۱۸۰\Rightarrow Z=۶۰^\circ$

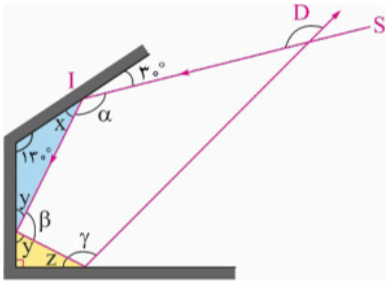
در مثلث بزرگ: $Z+۸۰+a=۱۸۰\Rightarrow\alpha=۴۰^\circ$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۴۵**




کافی است مسیر حرکت پرتو را رسم کنیم.

$x = ۳۰^\circ$ طبق قانون بازتاب

$x + ۱۳۰ + y = ۱۸۰ \Rightarrow y = ۲۰^\circ$ :طبق مجموع زاویه‌های داخلی مثلث آبی رنگ

$y + ۹۰ + z = ۱۸۰ \Rightarrow z = ۷۰^\circ$ : طبق مجموع زاویه‌های داخلی مثلث زرد رنگ

زوایای $\alpha$ ، $\beta$، $\gamma$ برابر است با: $\alpha = ۱۸۰ - ۲x = ۱۸۰ - ۶۰ = ۱۲۰^\circ$

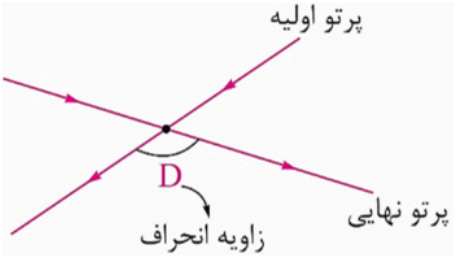
$\beta = ۱۸۰ - ۲y = ۱۸۰ - ۴۰ = ۱۴۰^\circ$ $\gamma = ۱۸۰ - ۲z = ۱۸۰ - ۱۴۰ = ۴۰^\circ$

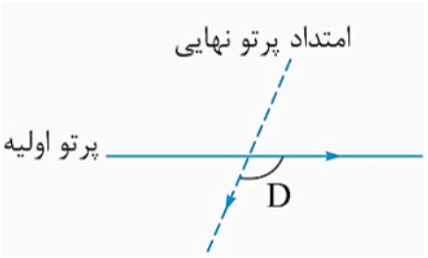
با توجه به شکل مکمل زاویه انحراف با سه زاویه $\gamma$ ، $\beta$ ، $\alpha$ تشکیل زوایای یک چهار ضلعی داده‌اند.

پس زاویه انحراف برابر است با : $(۱۸۰ - D) + \alpha + \beta + \gamma = ۳۶۰ \Rightarrow (۱۸۰ - D) + ۱۲۰ + ۱۴۰ + ۴۰ = ۳۶۰^\circ \Rightarrow D = ۱۲۰^\circ$

**تذکر** برای آن که زاویه انحراف را با مکمل آن اشتباه نگیرید، پرتوها یا امتداد آن‌ها را رسم کنید تا یکدیگر را قطع کنند. از نقطه‌ای که این دو یکدیگر را قطع می‌کنند جهت پرتوها را مشخص کنید. زاویه‌ای که دو خط در جهت خارج شدن یا وارد شدن دو فلش می‌سازند زاویه انحراف است.

به شکل‌های زیر توجه کنید:

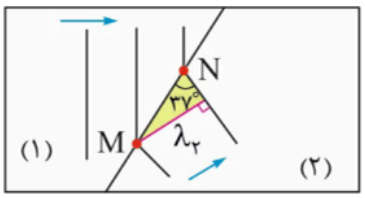



(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۴۶**

طول موج فاصلهٔ بین جبهه‌های موج است. با توجه به شکل فاصله بین جبهه‌های موج در ناحیه (۲) بیشتر از ناحیه (۱) است. بنابراین طبق رابطه $\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{v_۲}{v_۱}$ ، تندی موج در محیط (۲) بیشتر از (۱) است. پس عمق آب در ناحیه (۲) بیشتر از ناحیه (۱) است.




به سراغ طول موج در محیط (۲) می‌رویم. طبق سینوس زاویه $\theta = ۳۷^\circ$ طول موج برابر است با:

$$\sin ۳۷^\circ = \frac{\lambda_۲}{MN} \Rightarrow ۰/۶ = \frac{\lambda_۲}{۳۰} = \lambda_۲ = ۱۸cm$$

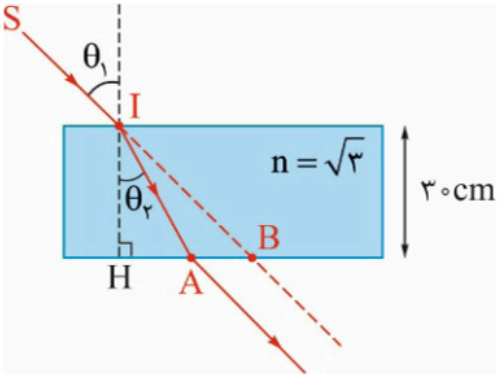
(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۴۷** ابتدا تندی نور در تیغه و سپس فاصله IA را به دست می‌آوریم:

$$n=\frac{c}{v}\Rightarrow\sqrt{۳}=\frac{۳\times۱۰^{۸}}{v}\Rightarrow v=\sqrt{۳}\times۱۰^{۸}m/s$$




$$\Delta x=v.\Delta t\Rightarrow\overline{IA}=\sqrt{۳}\times۱۰^{۸}\times۲\times۱۰^{-۹}=۲\sqrt{۳}\times۱۰^{-۱}m=۲۰\sqrt{۳}cm$$

زاویه شکست پرتو درون تیغه را حساب می‌کنیم:

$$\cos\theta_{۲}=\frac{\overline{IH}}{\overline{IA}}=\frac{۳۰}{۲۰\sqrt{۳}}=\frac{\sqrt{۳}}{۲}\Rightarrow\theta_{۲}=۳۰^{\circ}$$

حالا زاویه تابش پرتو را به دست می‌اوریم:

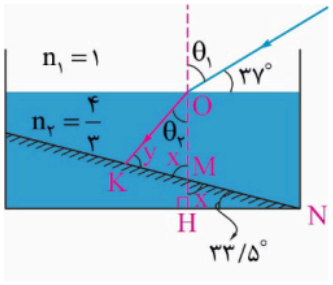
$$\frac{\sin\theta_{۱}}{\sin\theta_{۲}}=\frac{n_{۲}}{n_{۱}}\Rightarrow\frac{\sin\theta_{۱}}{\sin۳۰}=\frac{\sqrt{۳}}{۱}\Rightarrow\theta_{۱}=۶۰^{\circ}$$

فاصله AB را طبق فرمول آن به دست می‌آوریم: (حتماً فرمول را برای خودتان اثبات کنید)

$$\overline{AB}=d(\tan\theta۲-\tan\theta۱)\Rightarrow\overline{AB}=۳۰(\tan۶۰^{\circ}-\tan۳۰^{\circ})\Rightarrow\overline{AB}=۳۰(\sqrt{۳}-\frac{\sqrt{۳}}{۳})=۳۰(\frac{۲\sqrt{۳}}{۳})=۲۰\sqrt{۳}cm$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۲۴۸** ابتدا زاویه شکست پرتو هنگام ورود آن به آب و زاویه تابش آن به آینه تخت را حساب می کنیم .



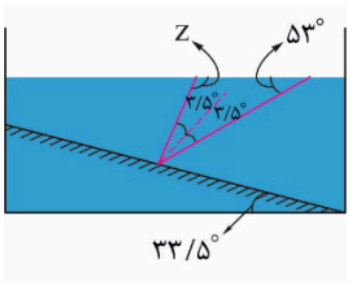

$$\theta_{۱}=۹۰-۳۷=۵۳^{\circ}$$

$$n_{۱}\sin\theta_{۱}=n_{۲}\sin\theta_{۲}\Rightarrow۱\times\overbrace{\sin۵۳}^{۰/۸}=\frac{۴}{۳}\times\sin\theta_{۲}\Rightarrow\sin\theta_{۲}=۰/۶\Rightarrow\theta_{۲}=۳۷^{\circ}$$

در مثلث $\overset{\Delta}{HMN}$ : $x+۳۳/۵+۹۰=۱۸۰\Rightarrow x=۵۶/۵^{\circ}$

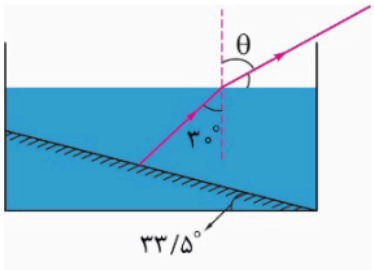
در مثلث $\overset{\Delta}{OMK}$: $\theta_{۲}+x+y=۱۸۰\Rightarrow۳۷+۵۶/۵+y=۱۸۰\Rightarrow y=۸۶/۵^{\circ}$

با توجه به شکل زیر زاویه تابش و زاویه تابش پرتو بر سطح آب و هوا را به دست می‌آوریم.




$$z+۵۳+۲(۳/۵)=۱۸۰\Rightarrow z=۱۲۰^{\circ}$$

بنابراین زاویه تابش پرتو به سطح آب و هوا هنگام خروج برابر $۱۲۰-۹۰=۳۰^{\circ}$ است. حالا سینوس زاویه شکست را حساب می‌کنیم.



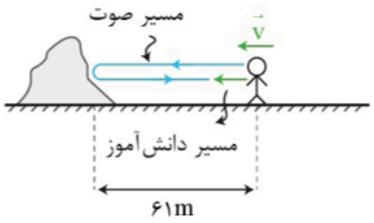

$$n_{۲}\sin۳۰=n_{۱}\sin\theta\Rightarrow\frac{۴}{۳}\times\frac{۱}{۲}=۱\times\sin\theta\Rightarrow\sin\theta=\frac{۲}{۳}$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



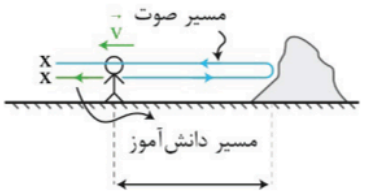
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۴۹** مسیر صوت تا رسیدن به دانش‌آموز پس از فریاد کشیدن را از هر دو صخره به صورت جداگانه رسم می‌کنیم و با توجه به شکل رابطهٔ بین مسافت طی شده توسط صوت و شخصی را می‌نویسیم.




$$l_{\text{صوت}} + l_{\text{دانش‌آموز}} = ۲ \times ۶۱$$

$$۳۰۰t_۱ + ۵t_۱ = ۱۲۲ \rightarrow t_۱ = ۰/۴s$$



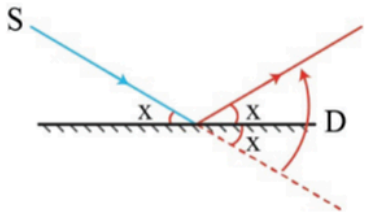

$$l_{\text{صوت}} - l_{\text{دانش‌آموز}} = ۲ \times ۱۷۷$$

$$۳۰۰t_۲ - ۵t_۲ = ۲ \times ۱۷۷ \rightarrow t_۲ = ۱/۲s$$

بنابراین اختلاف زمان رسیدن دو پژواک از صخره‌ها برابر $t_۲ - t_۱ = ۱/۲ - ۰/۴ = ۰/۸s$ است.

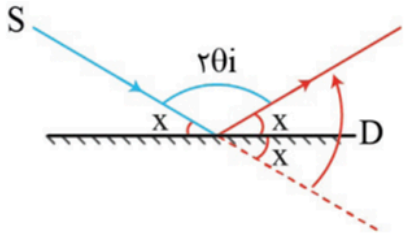
(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۵۰** زاویهٔ انحراف، زاویه‌ای است که پرتو بازتاب با پرتو تابیده می‌سازد. با توجه به شکل این زاویه برابر است با:




$$D = ۲x$$

طبق صورت تست، زاویهٔ انحراف نصف زاویهٔ بین پرتو تابش و بازتاب است، بنابراین:




$$\begin{cases} ۲x + ۲\theta_i = ۱۸۰ \\ D = \frac{۱}{۲}(۲\theta_i) = ۲x \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = ۳۰^\circ \\ \theta_i = ۶۰^\circ \end{cases}$$

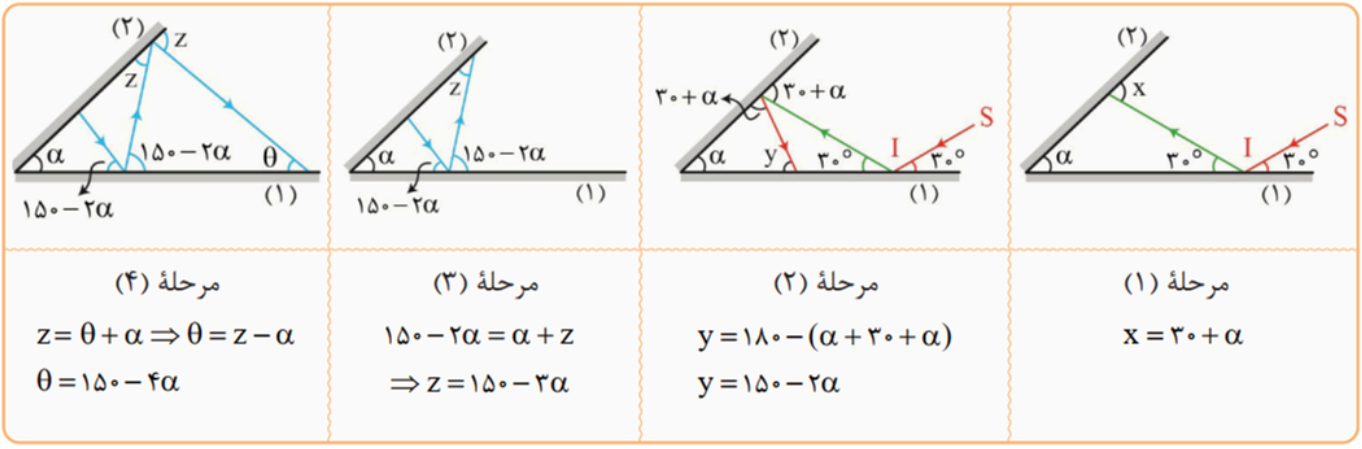
(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

**۲۵۱** تنها مورد (پ) نادرست است. در هر بازتابی (هر نوع موجی از هر نوع مانعی)، زاویهٔ تابش با زاویهٔ بازتاب برابر است.

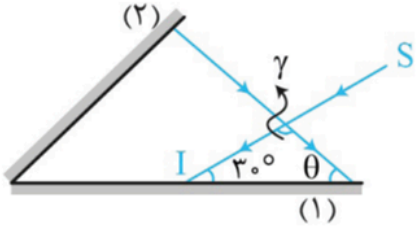
(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۵۲** مسیر حرکت پرتو را رسم می‌کنیم.




حالا پرتو SI و دومین پرتو بازتابیده از آینهٔ دوم در یک شکل را رسم می‌کنیم تا زاویهٔ بین آن‌ها را به دست بیاوریم.

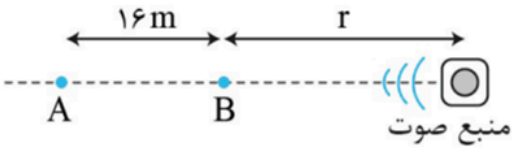



$$\gamma = ۱۸۰ - (\theta + ۳۰) = ۱۸۰ - (۱۵۰ - ۴\alpha + ۳۰) = ۴\alpha$$

طبق صورت تست $۴\alpha = ۶۰^\circ$ است. پس زاویهٔ بین دو آینه برابر $۱۵^\circ$ می‌باشد.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۲۵۳** ابتدا فاصلهٔ دو شنونده از منبع صوت را به دست می‌آوریم. شدت صوت با مربع فاصلهٔ شنونده از منبع رابطهٔ عکس دارد. بنابراین:




$$I \propto \frac{۱}{r^۲} \Rightarrow \frac{I_B}{I_A} = \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^۲ \Rightarrow \frac{۴/۵\times۱۰^{-۵}}{۵\times۱۰^{-۶}} = \left(\frac{۱۶+r}{r}\right)^۲ \Rightarrow ۹ = \left(\frac{۱۶+r}{r}\right)^۲ \Rightarrow ۳ = \frac{۱۶+r}{r} \Rightarrow r = ۸m$$

با مشخص شدن فاصلهٔ شنوندهٔ B تا منبع، با استفاده از رابطهٔ شدت صوت توان منبع را به دست می‌آوریم:

$$I = \frac{P_{منبع}}{۴\pi r^۲} \Rightarrow ۴/۵\times۱۰^{-۵} = \frac{P_{منبع}}{۴\times۳\times۸^۲} \Rightarrow P_{منبع} = ۳۴/۵۶\times۱۰^{-۳}\,W = ۳۴/۵۶mW$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۵۴** **به بررسی هر یک از موارد می‌پردازیم.**

**الف** نادرست؛ با توجه جبهه‌های موج اطراف دو چشمه، چشمهٔ A با سرعتی برابر با سرعت صوت در حال حرکت به سمت چپ و نزدیک شدن به شونده است و چشمهٔ B با سرعتی بیشتر از سرعت صوت در حال حرکت به سمت چپ و دور شدن از شنونده است.

**ب** درست؛ چون فاصلهٔ بین منبع A و شنونده در حال کم شدن است، بسامد شنیده شده از منبع A بیشتر از بسامد صوت این منبع است و چون فاصلهٔ بین منبع B و شونده در حال زیاد شدن است، بسامد شنیده شده از این منبع کمتر از بسامد آن است؛ پس بسامد شنیده شده از منبع A بیشتر از بسامد شنیده شده از منبع B است.

**پ** نادرست؛ با توجه به شکل جبهه‌های موج، تندی منبع B بیشتر از تندی محیط است و این چشمه در حال دور شدن از شنونده است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud

**۲۵۵** ابتدا $\beta$ را به دست می‌آوریم. رابطهٔ اختلاف تراز شدت صوت‌ها را در فاصله‌های $r_1 = r$ و $r_2 = 2r$ می‌نویسیم. (رابطه را بر حسب بِل می‌نویسیم.)

$$\beta_1 - \beta_2 = \log\frac{I_1}{I_2} \xrightarrow{\frac{I_1}{I_2}=\left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2} 2\beta - \beta = \log\left(\frac{2r}{r}\right)^2 \Rightarrow \beta = \log 4$$

حالا رابطهٔ اختلاف تراز شدت صوت را بین $\beta$ و $1/5\beta$ را می‌نویسیم تا فاصله از منبع هنگامی که تراز شدت صوت $1/5\beta$ است به دست بیاید:

$$1/5\beta - \beta = \log\left(\frac{2r}{r'}\right)^2 \Rightarrow 0/5\beta = \log\left(\frac{2r}{r'}\right)^2 \Rightarrow \beta = 2\log\left(\frac{2r}{r'}\right)^2$$

$$\Rightarrow \beta = \log\left(\frac{2r}{r'}\right)^4 \Rightarrow \log 4 = \log\left(\frac{2r}{r'}\right)^4 \Rightarrow \left(\frac{2r}{r'}\right)^4 = 4 \Rightarrow \frac{2r}{r'} = \sqrt{2} \Rightarrow r' = \sqrt{2}$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۵۶** شدت صوت هر اتومبیل را $I$ در نظر می‌گیریم. پس شدت صوت در وسط چهارراه برابر $4I$ است.

با استفاده از رابطهٔ تراز شدت صوت $I$ را به دست می‌آوریم:

$$\beta = 10\log\frac{4I}{I_0} \Rightarrow 100 = 10\log\frac{4I}{I_0} \Rightarrow \frac{4I}{I_0} = 10^{10} \Rightarrow 4I = 10^{-2} \Rightarrow I = \frac{1}{400}\frac{W}{m^2} = 2/5\times10^{-3}\frac{W}{m^2}$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۵۷** با استفاده از رابطهٔ تراز شدت صوت، شدت صوت در نقطهٔ A را به دست می‌آوریم:

$$\beta = 10\,dB\log\frac{I}{I_0} \Rightarrow 85 = 10\log\frac{I}{10^{-12}} \Rightarrow 8/5 = \log\frac{I}{10^{-12}}$$

$$\frac{I}{10^{-12}} = 10^{8/5} = 10^{7+1/5} = 10^7\times\left(10^{0/3}\right)^5 = 32\times10^7 \xrightarrow{10^{0/3}=2} I = 32\times10^{-5}\frac{W}{m^2}$$

با استفاده از $I$ به دست آمده که شدت صوت رسیده به فاصلهٔ ۵ متری از منبع است، توان رسیده به کره‌ای به شعاع $5m$ را به دست می‌آوریم:

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} \Rightarrow 32\times10^{-5} = \frac{P}{4\times3\times5^2} \Rightarrow P = 96\times10^{-3}\,W = 96\,mW$$

حالا درصد اتلاف انرژی را به دست می‌آوریم:

$$\frac{P_{منبع} - P}{P_{منبع}}\times100 = \frac{200-96}{200}\times100 = 52\%$$

پس ۵۲ درصد انرژی تلف شده است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۵۸** ابتدا شدت صوت در محل صفحه را تعیین می‌کنیم:

$$\beta = ۱۰\,dB \log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow ۷۱/۵ = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow ۷/۱۵ = \log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}}$$

$$\Rightarrow \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} = ۱۰^{۷/۱۵} = ۱۰^{۷} \times ۱۰^{\left(\frac{۰/۳}{۲}\right)} = ۱۰^{۷} \times (۱۰^{۰/۳})^{\frac{۱}{۲}} = ۱۰^{۷} \times \sqrt{۲} \Rightarrow I = ۱۰^{-۵}\sqrt{۲}\,\frac{w}{m^۲}$$

حالا انرژی صوتی رسیده به صفحه را حساب می‌کنیم:

$$I = \frac{E}{t.A} \Rightarrow ۱۰^{-۵}\sqrt{۲} = \frac{E}{۶۰ \times ۲ \times ۱۰^{-۲}} \Rightarrow E = ۱۲\sqrt{۲} \times ۱۰^{-۶}\,J = ۱۲\sqrt{۲}\,\mu J$$

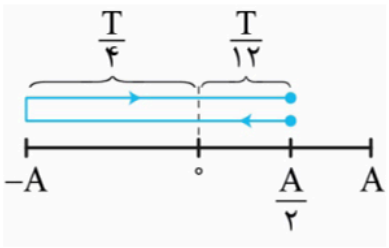
(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۵۹** کافی است از رابطهٔ $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ استفاده کنید.

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{۸۰}{۲ \times ۱۰^{-۳}}} = \sqrt{۴ \times ۱۰^{۴}} = ۲۰۰\,m/s$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

**۲۶۰** ابتدا دورهٔ تناوب نوسانگر را به دست می‌آوریم. باتوجه به نمودار، مسیر حرکت در بازهٔ $(t_۱, t_۲)$ به صورت شکل زیر است. باتوجه به مسیر، مدت این حرکت را برحسب دوره به دست می‌آوریم:



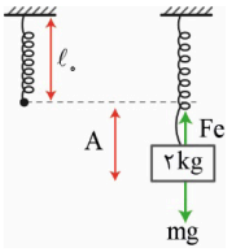

$$t_۲ - t_۱ = ۲(\frac{T}{۴}) + ۲(\frac{T}{۱۲}) = \frac{T}{۲} + \frac{T}{۶} = \frac{۲T}{۳} = \frac{۱}{۳} \Rightarrow T = \frac{۱}{۲}S$$

حالا طبق رابطهٔ شتاب – مکان، شتاب نوسانگر در لحظهٔ $t_۱$ را به دست می‌آوریم:

$$a = -\omega^۲ x \Rightarrow a_{t_۱} = -(\frac{۲\pi}{T})^۲ x_۱ = -(\frac{۲\pi}{۰/۵})^۲ \times (۲/۵ \times ۱۰^{-۲}) = -۴\,m/s^۲$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۶۱** در نوسان راستای قائم، مرکز نوسان، نقطه‌ای است که در آن نیروی فنر هم اندازه با نیروی وزن و در خلاف جهت آن است تا برایند نیروها صفر شود، پس دامنهٔ نوسان برابر است با:




$$F_e = mg \Rightarrow kA = mg \Rightarrow A = \frac{mg}{k}$$

در پائین‌ترین نقطه مسیر، تندی وزنه به صفر می‌رسد و طبق تقارن مسیر این نقطه به اندازهٔ $۲A$ از نقطهٔ رها شدن وزنه فاصله دارد. پس:

$$۲A = ۰/۱ \Rightarrow ۲\frac{mg}{k} = ۰/۱ \Rightarrow ۲ \times \frac{۲۰}{k} = \frac{۱}{۱۰} \Rightarrow k = ۴۰۰\frac{N}{m}$$

حالا با استفاده از رابطهٔ $E = \frac{۱}{۲}kA^۲$، انرژی مکانیکی نوسانگر را به دست می‌آوریم:

$$E = \frac{۱}{۲}kA^۲ = \frac{۱}{۲} \times ۴۰۰ \times (۵ \times ۱۰^{-۲})^۲ = ۰/۵\,J$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۶۲** طبق رابطهٔ $\omega=\sqrt{\frac{g}{L}}$، با $\frac{۱}{۴}$ برابر شدن طول نخ آونگ، بسامد زاویه‌ای آونگ طبق رابطهٔ زیر ۲ برابر می‌شود، پس بسامد زاویه‌ای در حالت جدید برابر است با:

$$\frac{\omega_۲}{\omega_۱}=\sqrt{\frac{L_۱}{L_۲}}=\sqrt{\frac{L_۱}{\frac{۱}{۴}L_۱}}=۲\Rightarrow\omega_۲=۲\omega_۱=۴۰\pi t\,\frac{rad}{s}$$




باتوجه به شکل زیر، چون زاویهٔ انحراف آونگ همان مقدار قبلی است، دامنهٔ نوسان در حالت جدید $\frac{۱}{۴}$ دامنهٔ نوسان قبلی است.

$$A_۲=\frac{۱}{۴}L_۱\sin\theta$$



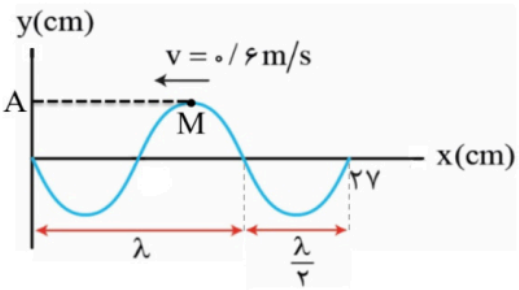

$$A_۱=L_۱\sin\theta$$

$$\frac{A_۲}{A_۱}=\frac{\frac{۱}{۴}L_۱\sin\theta}{L_۱\sin\theta}=\frac{۱}{۴}\Rightarrow A_۲=\frac{A_۱}{۴}=\frac{۱۰^{-۲}}{۴}=۲/۵\times۱۰^{-۳}\,m$$

بنابراین معادلهٔ حرکت هماهنگ ساده $x=A_۲\cos\omega_۲t=۲/۵\times۱۰^{-۳}\cos۴۰\pi t$ است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۶۳** در ابتدا دورهٔ تناوب حرکت نوسانی را با استفاده از نمودار داده شده بدست می‌آوریم و بسامد زاویه‌ای را حساب می‌کنیم:




$$\lambda+\frac{\lambda}{۲}=۲۷\,cm$$

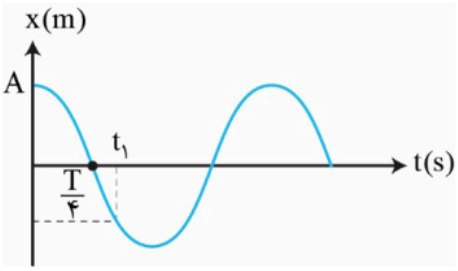
$$\frac{۳}{۲}\lambda=۲۷\Rightarrow\lambda=۱۸\,cm$$

$$\lambda=V.T\Rightarrow۰/۱۸=۰/۶\times T\Rightarrow T=۰/۳s$$

$$\omega=\frac{۲\pi}{T}=\frac{۲۰\pi}{۳}\,\frac{rad}{s}$$

معادلهٔ حرکت نقطهٔ M از طناب به صورت $x=A\cos(\omega t)=A\cos\frac{۲۰\pi}{۳}t$ است. نمودار مکان – زمان نوسانگر در بازهٔ $(t_۰,t_۱)$ به صورت شکل زیر است:

$$t_۱=\frac{۱}{۱۰}s\Rightarrow\omega t_۱=\frac{۲۰\pi}{۳}t_۱=\frac{۲۰\pi}{۳}\times\frac{۱}{۱۰}=\frac{۲\pi}{۳}rad$$




باتوجه به نمودار در بازهٔ $(۰,\frac{T}{۴})$ حرکت تندشونده و در بازهٔ $(\frac{T}{۴},t_۱)$ حرکت کندشونده است. پس نسبت خواسته شده برابر است با:

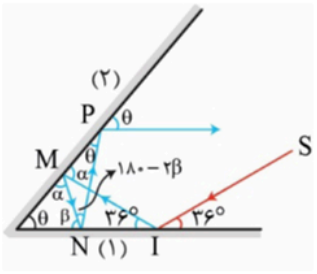
$$\frac{\Delta t_a}{\Delta t_b}=\frac{\frac{\pi}{۲}-۰}{\frac{۲\pi}{۳}-\frac{\pi}{۲}}=\frac{\frac{\pi}{۲}}{\frac{\pi}{۶}}=۳$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۶۴** در شکل روبه‌رو مسیر پرتو را کامل کرده‌ایم. در اولین بازتاب در مثلث OIM، زاویهٔ خارجی $\alpha$ برابر مجموع زوایای داخلی $۳۶^\circ$ و $\theta$ است؛ یعنی $\alpha = ۳۶^\circ + \theta$




در مثلث OMN:

$$\theta + \alpha + \beta = ۱۸۰^\circ$$

$$\theta + ۳۶^\circ + \theta + \beta = ۱۸۰^\circ$$

$$\beta = ۱۴۴^\circ - ۲\theta$$

و بالاخره در مثلث ONP:

$$\theta + \theta + (\beta + ۱۸۰^\circ - ۲\beta) = ۱۸۰^\circ$$

$$۲\theta = \beta \rightarrow ۲\theta = ۱۴۴^\circ - ۲\theta \rightarrow ۴\theta = ۱۴۴^\circ \rightarrow \theta = ۳۶^\circ$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۶۵** ابتدا فاصلهٔ B از بلندگو را با استفاده از رابطهٔ اختلاف تراز شدت صوت به دست می‌آوریم:

$$\beta_B - \beta_A = ۱۰\log\frac{I_B}{I_A} \xrightarrow{\frac{I_B}{I_A} = (\frac{r_A}{r_B})^۲} (\beta + ۶) - \beta = ۱۰\log(\frac{۸۰}{r_B})^۲$$

$$\Rightarrow ۶ = ۲۰\log\frac{۸۰}{r_B} \Rightarrow ۰/۳ = \log\frac{۸۰}{r_B} \Rightarrow \frac{۸۰}{r_B} = ۲ \Rightarrow r_B = ۴۰\,m$$

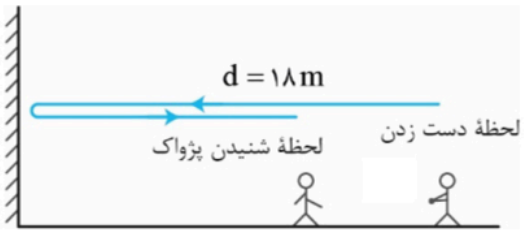
رابطه اختلاف تراز شدت صوت را بین دو نقطهٔ B و C می‌نویسیم تا فاصلهٔ C تا منبع به دست بیاید:

$$\beta_B - \beta_C = ۱۰\log(\frac{r_C}{r_B})^۲ \Rightarrow (\beta + ۶) - (\beta - ۱۴) = ۱۰\log(\frac{r_C}{۴۰})^۲ \Rightarrow ۲ = \log(\frac{r_C}{۴۰})^۲ \Rightarrow \frac{r_C}{۴۰} = ۱۰ \Rightarrow r_C = ۴۰۰\,m$$

بنابراین اختلاف فاصلهٔ بین دو نقطهٔ B و C برابر $۴۰۰ - ۴۰ = ۳۶۰\,m$ است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۶۶** حداقل زمان بین صوت اصلی و پژواک برای انسان $۰/۱\,s$ است. چنان‌چه شخص در فاصله d تا دیوار دست بزند صوت باید در مدت $۰/۱\,s$ مسافت $۲d - vt$ را بپیماید تا پژواک به شخص برسد.




$$۲d - v_{\text{شخص}} \times t = v_{\text{صوت}} \times t$$

$$۲ \times ۱۸ - v_{\text{شخص}} \times ۰/۱ = ۳۴۰ \times ۰/۱ \Rightarrow v_{\text{شخص}} = ۲۰\frac{m}{s}$$

چنانچه تندی شخص بیشتر از $۲۰\frac{m}{s}$ باشد زمان رسیدن پژواک به او کمتر از $۰/۱\,s$ خواهد بود و دیگر برای او قابل تشخیص نیست. در این حالت فاصلهٔ شخص تا دیوار به صورت زیر است:

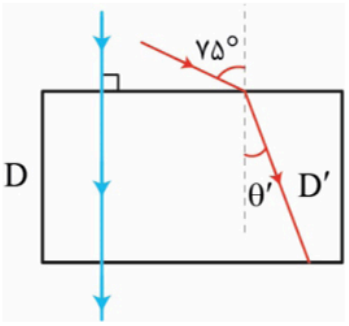
$$\text{فاصله شخص تا دیوار} = ۱۸ - ۲۰ \times ۰/۱ = ۱۶\,m$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۶۷** باتوجه به شـــکل زیر مســـافت طی شده پرتو در تیغه را در دو حالت به دست می‌آوریم و نسبت این دو مسافت را تعیین کرده و با استفاده از رابطهٔ کسینوس، $\theta'$ را حساب می‌کنیم.




$$\text{مسافت طی شده توسط نور در تیغه} = \frac{c}{n} \times t$$

$$\begin{cases} D = \frac{c}{n} \times ۱/۲۸ \\ D' = \frac{c}{n} \times ۱/۶ \end{cases} \Rightarrow \frac{D}{D'} = \frac{۱/۲۸}{۱/۶} = ۰/۸$$

$$\cos\theta' = \frac{D}{D'} = ۰/۸ \Rightarrow \theta' = ۳۷^\circ$$

حالا با استفاده از پرتو مایل، ضریب شکست تیغه را حساب می‌کنیم:

$$n_۱ \sin\theta_۱ = n_۲ \sin\theta_۲ \Rightarrow ۱ \times \sin ۷۵^\circ = n_۲ \times \sin ۳۷^\circ \Rightarrow n_۲ = ۱/۶$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۲۶۸** کافی است از رابطهٔ $T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ استفاده شود. توجه کنید که به طور متوسط هریک از فنرها $\frac{۱}{۴}$ وزن خودرو را تحمل می‌کنند.

$$T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = ۲\pi\sqrt{\frac{۴۰۰}{۴ \times ۱۰^۴}} = ۲\pi \times \frac{۱}{۱۰} = \frac{\pi}{۵}s$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)



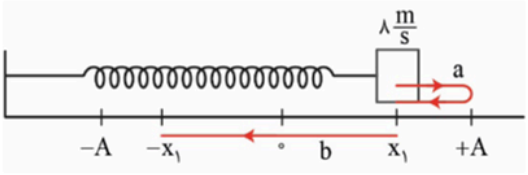
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۶۹** در لحظه‌ای که انرژی جنبشی با انرژی پتانسیلی برابر است می‌توان گفت انرژی جنبشی نصف انرژی جنبشی بیشینه (انرژی مکانیکی) است.

$$U+K=E \Rightarrow K+K=E=K_{max}$$

$$۲K=K_{max} \rightarrow ۲(\frac{۱}{۲}mv^۲)=\frac{۱}{۲}mv_{max}^۲ \rightarrow ۲(۸)^۲=v_{max}^۲ \Rightarrow v_{max}=۸\sqrt{۲}\frac{m}{s} \rightarrow A\omega=۸\sqrt{۲}\frac{m}{s}$$

برای آنکه هر ۰/۲s تندی به یک مقدار معین $(۸\frac{m}{s})$ برسد، باید زمان لازم برای دو جابه‌جایی نشان داده شده در شکل زیر مساوی باشد.




$\Delta t_۱$: زمان لازم برای آنکه نوسانگر از مکان $x_۱$ به نقطه بازگشتی رفته و مجدد به $x_۱$ برگردد (مسیر a)

$\Delta t_۲$: زمان لازم برای آنکه نوسانگر از مکان $x_۱$ مستقیماً به نقطه $-x_۱$ ( $-x_۱$ مکانی است که تندی $۸\frac{m}{s}$ و همچنین انرژی جنبشی با انرژی پتانسیل برابر است) برود. (مسیر b)

باتوجه به متن سؤال چون هر ۰/۲s این اتفاق می‌افتد باید $\Delta t_۱$ با $\Delta t_۲$ برابر باشد. از طرفی دو برابر مجموع آنها هم برابر دوره نوسان است. بنابراین بسامد زاویه‌ای نوسانگر برابر است با:

$$\Delta t_۱=\Delta t_۲ \qquad ۲\Delta t_۱+۲\Delta t_۲=T \rightarrow ۴\Delta t_۱=T \rightarrow ۴\times ۰/۲=T \rightarrow T=۰/۸s$$

$$\omega=\frac{۲\pi}{T} \rightarrow \omega=\frac{۲\pi}{۰/۸}=\frac{۲۰\pi}{۸}\frac{rad}{s}$$

در نقاط بازگشت، بزرگی شتاب نوسانگر بیشینه است و از رابطهٔ $a_{max}=A\omega^۲$ به دست می‌آید: پس:

$$a_{max}=A\omega^۲=(A\omega)\times\omega=۸\sqrt{۲}\times\frac{۲۰\pi}{۸}=۲۰\sqrt{۲}\pi\frac{m}{s^۲}$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۲۷۰** ابتدا مکان متحرک در $t_۱=۰$ و $t_۲=۰/۰۳s$ را تعیین می‌کنیم و از روی مکان در این لحظات سرعت نوسانگر را به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} t_۱=۰ \Rightarrow x=A\cos۰=A \Rightarrow v=۰ \\ t_۲=\frac{۳}{۱۰۰}s \Rightarrow x=A\cos(۵۰\pi\times\frac{۳}{۱۰۰})=A\cos\frac{۳\pi}{۲}=۰ \Rightarrow v=v_{max} \end{cases}$$

حالا شتاب متوسط در این بازه را حساب می‌کنیم و برابر $۱۰\pi\frac{m}{s^۲}$ قرار می‌دهیم:

$$a_{av}=\frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow ۱۰\pi=\frac{v_{max}-۰}{۰/۰۳} \Rightarrow v_{max}=۰/۳\pi\frac{m}{s}$$

در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل ۸ برابر انرژی جنبشی است، نسبت تندی به تندی بیشینه برابر است با:

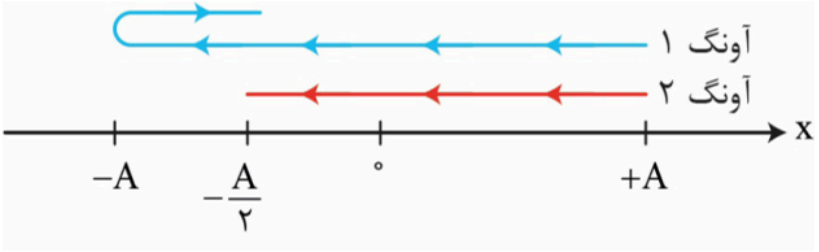
$$\frac{K}{E}=\frac{K}{U+K}=\frac{K}{۸K+K}=\frac{۱}{۹} \Rightarrow \frac{K}{E}=(\frac{v}{v_{max}})^۲ \Rightarrow \frac{۱}{۹}=(\frac{v}{۰/۳\pi})^۲ \Rightarrow v=\frac{۱}{۳}v_{max}=۰/۱\pi\frac{m}{s}=۰/۳۱۴\frac{m}{s}$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۷۱** مسیر حرکت آنها در بازهٔ زمانی $\Delta t$ در شکل زیر رسم شده است و بدیهی است بسامد زاویه‌ای این دو آونگ برابر نیست. در شکل زیر آونگ ۱ سریعتر نوسان می‌کند.




نسبت بسامد زاویه‌ای دو آونگ را حساب می‌کنیم:

$$X = A\cos\omega t \rightarrow \begin{vmatrix} -\frac{A}{۲} = A\cos\omega_۱ t \\ -\frac{A}{۲} = A\cos\omega_۲ t \end{vmatrix} \Rightarrow \begin{vmatrix} -\frac{۱}{۲} = \cos\omega_۱ t \\ -\frac{۱}{۲} = \cos\omega_۲ t \end{vmatrix} \Rightarrow \begin{vmatrix} \cos(\pi+\frac{\pi}{۳}) = \cos\omega_۱ t \\ \cos(\pi-\frac{\pi}{۳}) = \cos\omega_۲ t \end{vmatrix} \Rightarrow \begin{vmatrix} \omega_۱ t = \frac{۴\pi}{۳} \\ \omega_۲ t = \frac{۲\pi}{۳} \end{vmatrix} \rightarrow \frac{\omega_۱}{\omega_۲} = \frac{۴\frac{\pi}{۳}}{۲\frac{\pi}{۳}} = ۲$$

حالا نسبت طول دو آونگ را حساب می‌کنیم. طبق رابطهٔ $\omega = \sqrt{\frac{g}{\ell}}$، داریم:

$$\frac{\omega_۱}{\omega_۲} = \frac{\sqrt{\frac{g}{\ell_۱}}}{\sqrt{\frac{g}{\ell_۲}}} = \sqrt{\frac{\ell_۲}{\ell_۱}} = ۲ \rightarrow \ell_۲ = ۴\ell_۱$$

باتوجه به صورت تست که اختلاف طول دو آونگ را داده است، طول آونگ کوتاه‌تر را به دست می‌آوریم:

$$\ell_۲ - \ell_۱ = ۲۵۲ \xrightarrow{\ell_۲ = ۴\ell_۱} ۳\ell_۱ = ۲۵۲ \Rightarrow \ell_۱ = ۸۴\,cm$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۷۲** دورهٔ تناوب نوسانگر و بسامد زاویه‌ای آن را باتوجه به نمودار تعیین می‌کنیم.

$$\frac{۵T}{۴} = ۰/۵ \Rightarrow T = ۰/۴\,s \qquad \omega = \frac{۲\pi}{T} = \frac{۲\pi}{۰/۴} = ۵\pi\,\frac{rad}{s}$$

طبق رابطهٔ $a = -\omega^۲ x$، شتاب نوسانگر در لحظهٔ $t_۱$ را تعیین می‌کنیم:

$$a = -\omega^۲ x = -(۵\pi)^۲ \times \frac{-۲\sqrt{۳}}{۱۰۰} = +۵\sqrt{۳}\,\frac{m}{s^۲}$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۷۳** چون شتاب گرانش کاهش یافته است، طبق رابطهٔ $T = ۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$، دورهٔ نوسان آونگ ساعت زیاد می‌شود و ساعت عقب می‌افتد. با استفاده از رابطهٔ $t_۲ - t_۱ = (\sqrt{\frac{g_۲}{g_۱}} - ۱)t_۱$ میزان عقب افتادن ساعت به دست می‌آید.

$$t_۲ - t_۱ = (\sqrt{\frac{۸۱}{۱۰۰}} - ۱) \times (۲۴ \times ۶۰) = -۱۴۴\,min$$

پس این ساعت در یک شبانه‌روز ۱۴۴ دقیقه عقب می‌افتد.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۷۴** ابتدا انرژی مکانیکی نوسانگر را حساب می‌کنیم.

$$E=\frac{۱}{۲}KA^۲=\frac{۱}{۲}\times ۴۰۰\times(\frac{۵}{۱۰۰})^۲=\frac{۱}{۲}J$$

حالا انرژی جنبشی وزنه را در لحظهٔ مدنظر به دست می‌آوریم.

$$K=\frac{۱}{۲}mv^۲=\frac{۱}{۲}\times ۰/۴\times ۱^۲=۰/۲J$$

طبق پایستگی انرژی مکانیکی، انرژی پتانسیل نوسانگر برابر است با:

$$E=U+K\Rightarrow ۰/۵=U+۰/۲\Rightarrow U=۰/۳J$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۷۵** آونگی با بیشـــترین دامنهٔ خود نوسان می‌کند که بسامد زاویه‌ای برای آن با بسامد زاویه‌ای میله یکسان باشد. با استفاده از رابطه $\omega=\sqrt{\frac{g}{L}}$، محدودهٔ طولی که بسامد زاویه‌ای آن در محدودهٔ $۵\frac{rad}{s}$ تا $۱۰\frac{rad}{s}$ است را به دست می‌آوریم:

$$۵\le\omega\le ۱۰\Rightarrow ۵\le\sqrt{\frac{g}{L}}\le ۱۰\Rightarrow ۲۵\le\frac{۱۰}{L}\le ۱۰۰\Rightarrow\frac{۴}{۱۰}\ge L\ge ۰/۱\Rightarrow ۱۰cm\le L\le ۴۰cm$$

طول آونگ‌های $D,A$ در این محدوده است. پس تنها آونگ‌های $D,A$ دچار تشدید می‌شوند.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۷۶** تندی انتشـــار موج در یک محیط به جنس محیط و ویژگی‌های فیزیکی آن بســـتگی دارد. تندی انتشار صوت در هوا به دمای هوا بستگی دارد. شکل، دامنه و بسامد موج تأثیری در تندی صوت در هوا ندارد.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

**۲۷۷** ابتدا بسامد زاویه‌ای نوسانگر را به دست می‌آوریم:

$$\omega=\sqrt{\frac{g}{l}}=\sqrt{\frac{۱۰}{۱}}=\sqrt{۱۰}\frac{rad}{s}$$

حالا با استفاده از رابطهٔ $E=\frac{۱}{۲}mA^۲\omega^۲$، انرژی مکانیکی نوسانگر را به دست می‌آوریم:

$$E=\frac{۱}{۲}mA^۲\omega^۲=\frac{۱}{۲}\times\frac{۲}{۱۰}\times ۱۰^{-۴}\times ۱۰=۱۰^{-۴}J=۰/۱mJ$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۷۸** دامنهٔ نوسان نصف طول پاره‌خط نوسان است. بنابراین:

$$A=\frac{۱۰cm}{۲}=۵cm$$

برای آنکه زمان دو عبور متوالی از $x=۲/۵cm$ کمترین باشـــد، مسیر حرکت نوسانگر در بازهٔ $۰/۴s$ به صورت زیر است. طبق این مسیر، دورهٔ نوسان نوسانگر برابر است با:




$$\Delta t=\frac{T}{۶}+\frac{T}{۶}=\frac{T}{۳}=۰/۴\Rightarrow T=۱/۲s$$

بیشینهٔ تندی نوسانگر از رابطهٔ $v_{max}=A\omega$ به دست می‌آید، پس بیشینهٔ تندی نوسانگر برابر است با:

$$v_{max}=A\omega=A(\frac{۲\pi}{T})=\frac{۵}{۱۰۰}\times(\frac{۲\pi}{۱/۲})=\frac{۱}{۴}\frac{m}{s}$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۷۹** ابتدا دورهٔ تناوب نوسانگر را به دست می‌آوریم. باتوجه به نمودار $\frac{۲}{۱۵}s$ برحسب دوره برابر است با:

$$\frac{T}{۴}+\frac{T}{۱۲}=\frac{۲}{۱۵}\Rightarrow\frac{۴T}{۱۲}=\frac{۲}{۱۵}\Rightarrow T=۰/۴s$$

معادلهٔ حرکت نوسانگر را می‌نویسیم تا مکان نوسانگر در لحظهٔ $t_۱=\frac{۷}{۲۰}s$ به دست بیاید.

$$x=A\cos(\frac{۲\pi}{T}t)=۰/۰۴\times\cos(\frac{۲\pi}{۰/۴}t)=۰/۰۴\cos(۵\pi t)$$

$$t=\frac{۷}{۲۰}s\Rightarrow x=۰/۰۴\cos(۵\pi\times\frac{۷}{۲۰})=\frac{۲\sqrt{۲}}{۱۰۰}m$$

حالا با استفاده از رابطهٔ $a=-\omega^۲x$، بزرگی شتاب نوسانگر را به دست می‌آوریم:

$$|a|=|-\omega^۲x|=|-(\frac{۲\pi}{T})^۲\times x|=\frac{۴\pi^۲}{(۰/۴)^۲}\times\frac{۲\sqrt{۲}}{۱۰۰}=۵\sqrt{۲}\frac{m}{s^۲}$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۸۰** ابتدا با استفاده از رابطهٔ $v=\lambda f$، تندی انتشار موج در تار را به حساب می‌آوریم:

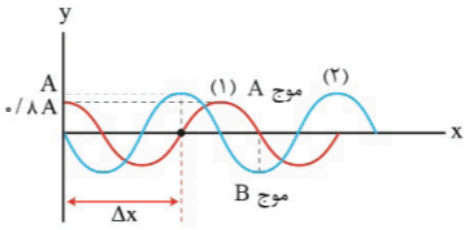
$$v=\lambda f=۰/۸\times۱۰۰=۸۰\frac{m}{s}$$

کافی است از رابطهٔ $v=\frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\pi\rho}}$ استفاده کنیم تا قطر مقطع تار به دست بیاید:

$$v=\frac{۲}{D}\sqrt{\frac{F}{\pi\rho}}\Rightarrow ۸۰=\frac{۲}{D}\sqrt{\frac{۱۲۰}{۳\times۴\times۱۰^{+۳}}}\Rightarrow ۸۰=\frac{۲}{D}\times\frac{۱}{۱۰}\Rightarrow D=\frac{۱}{۴}\times۱۰^{-۲}m=۲/۵mm$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۸۱** ابتدا با استفاده از نقش موج، نسبت طول موج‌ها و دامنهٔ موج‌ها را به دست می‌آوریم:




$$\Delta x=\frac{۳}{۴}\lambda_۱=\frac{۳}{۴}\lambda_۲\Rightarrow\lambda_۱=\lambda_۲$$

$$A_۱=۰/۸A\ ,\ A_۲=A$$

چون دو موج در یک محیط منتشر شده‌اند، تندی انتشار آن‌ها با هم برابر است و چون طول موج آن‌ها نیز برابر است، طبق رابطهٔ $\lambda=\frac{V}{f}$، بسامد دو موج نیز یکسان است. آهنگ متوسط انتقال انرژی با مربع دامنه و مربع بسامد متناسب است، پس:

$$\frac{\bar{P}_۱}{\bar{P}_۲}=(\frac{A_۱}{A_۲}\times\frac{f_۱}{f_۲})^۲=(\frac{۰/۸}{۱}\times۱)^۲=\frac{۶۴}{۱۰۰}$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۲۸۲** ابتدا با استفاده از تندی متوسط و بازهٔ زمانی مسافت طی شده توسط ذرهٔ M را تعیین می‌کنیم:

$$s_{av}=\frac{l}{\Delta t}\Rightarrow ۳/۵=\frac{l}{۰/۱۶}\Rightarrow l=۰/۵۶\,m=۵۶\,cm$$

نسبت مسافت طی شده به دامنهٔ نوسان را حساب می‌کنیم تا زمان حرکت نسبت به دوره به دست بیاید. مدت زمان طی شدن مسافتی به اندازهٔ ۲A در حرکت نوسانی برابر $\frac{T}{۲}$ است، پس:

$$\frac{l}{A}=\frac{۵۶}{۴}=۱۴\Rightarrow l=۷(۲A)\xrightarrow{\Delta t_{۲A}=\frac{T}{۲}}\Delta t=۷\frac{T}{۲}=۰/۱۶\Rightarrow T=\frac{۳۲}{۷۰۰}s$$

حالا با استفاده از $\lambda$ که از روی نمودار تعیین می‌شود، تندی انتشار موج را حساب می‌کنیم:

$$\frac{۳}{۲}\lambda=۰/۴۸\Rightarrow\lambda=۰/۳۲\,m$$

$$\lambda=v.T\Rightarrow ۰/۳۲=v\times\frac{۳۲}{۷۰۰}\Rightarrow v=۷\frac{m}{s}$$

در نهایت با استفاده از رابطهٔ $v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}$، چگالی خطی جرم تار را به دست می‌آوریم:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}\Rightarrow ۷=\sqrt{\frac{۴/۹}{\mu}}\Rightarrow ۴۹=\frac{۴/۹}{\mu}\Rightarrow\mu=۰/۱\frac{kg}{\mu}$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۲۸۳** رابطهٔ $\Delta x=v.\Delta t$ را برای هر دو موج می‌نویسیم. اگر زمان رسیدن موج P را t در نظر بگیریم زمان رسیدن موج S برابر $t+۱۸۰s$ است.

$$\Delta x=v.\Delta t\Rightarrow\begin{cases}\Delta x=۸\times t\\ \Delta x=۴(t+۱۸۰)\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}t=۱۸۰s\\ \Delta x=۱۴۴۰km\end{cases}$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

**۲۸۴** ابتدا شدت صوت را در فاصلهٔ ۲۰ متری منبع با استفاده از رابطهٔ تراز شدت صوت به دست می‌آوریم:

$$\beta=۱۰dB\log\frac{I}{I_{۰}}\Rightarrow ۸۰=۱۰\log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}}\Rightarrow I=۱۰^{-۴}\frac{W}{m^{۲}}$$

شدت صوت با مربع فاصله شنونده تا منبع نسبت وارون دارد. بنابراین شدت صوت در فاصلهٔ ۴۰ متری از منبع $(I')$ برابر است با:

$$\frac{I'}{I}=(\frac{r}{r'})^{۲}\Rightarrow\frac{I'}{۱۰^{-۴}}=(\frac{۲۰}{۴۰})^{۲}\Rightarrow I'=۲/۵\times۱۰^{-۵}\frac{W}{m^{۲}}$$

حالا از رابطهٔ شدت صوت، انرژی رسیده به صفحه در هر دقیقه را حساب می‌کنیم:

$$I'=\frac{E}{t.A}\Rightarrow ۲/۵\times۱۰^{-۵}=\frac{E}{۶۰\times۲\times۱۰^{-۲}}\Rightarrow E=۳\times۱۰^{-۵}J=۳۰\mu J$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۸۵** ابتدا شدت صوت اولیه (قبل از کاهش) را حساب می‌کنیم:

$$\beta = ۱۰\,dB \log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow ۹۰ = ۱۰\log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \Rightarrow \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} = ۱۰^۹ \Rightarrow I = ۱۰^{-۳}\,\frac{W}{m^۲}$$

حالا شدت صوت جدید را به دست می‌آوریم.

$$I' = I - ۰/۹\frac{mW}{m^۲} = ۱۰^{-۳}\,\frac{W}{m^۲} - ۹\times۱۰^{-۴}\,\frac{W}{m^۲} = ۱۰^{-۴}\,\frac{W}{m^۲}$$

به سراغ رابطهٔ اختلاف تراز شدت صوت می‌رویم:

$$\beta' - \beta = ۱۰\,dB \log\frac{I'}{I} = ۱۰\,dB \log\frac{۱۰^{-۴}}{۱۰^{-۳}} = -۱۰\,dB$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۸۶** طول لوله را L در نظر می‌گیریم. هر دو صوت طول لوله را طی می‌کند. زمان رسیدن هر دو صوت به طرف دیگه لوله را حساب می‌کنیم:

$$\begin{cases} L = v_۱ \times t_۱ \Rightarrow t_۱ = \dfrac{L}{v_۱} \\ L = v_۲ \times t_۲ \Rightarrow t_۲ = \dfrac{L}{v_۲} \end{cases}$$

اختلاف زمان‌های به دست آمده را برابر $\Delta t$ قرار می‌دهیم تا L به دست بیاید. چون تندی صوت در هوا کمتر از فلز است، پس:

$$t_۲ - t_۱ = L\left(\frac{۱}{v_۲} - \frac{۱}{v_۱}\right) \Rightarrow \Delta t = L\left(\frac{v_۱ - v_۲}{v_۱ v_۲}\right) \Rightarrow L = \frac{v_۱ v_۲}{v_۱ - v_۲}\Delta t$$

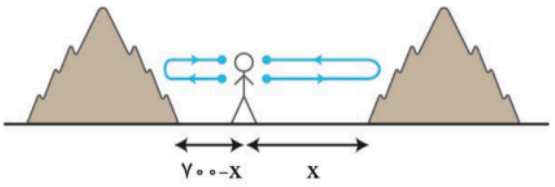
(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۸۷** فاصلهٔ بین اتومبیل با هریک از شنونده‌ها در حال افزایش است، بنابراین بسامد صوت شنیده شده توسط هر دو شنونده کمتر از بسامد صوت منبع است. پس مورد (الف) درست و مورد (ب) نادرست است.

چون اتومبیل به سمت راست حرکت می‌کند و شنوندهٔ B در جلوی اتومبیل و شنونده A در عقب اتومبیل قرار دارد، طول موج رسیده به شنوندهٔ B کمتر از طول موج رسیده به شنوندهٔ A است. بنابراین مورد (ت) درست و مورد (پ) نادرست است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۸۸** **روش اول:** فاصلهٔ دانش‌آموز تا صخره دورتر را $x$ در نظر می‌گیریم. با توجه به شکل مدت زمان رسیدن پژواک از هر صخره را حساب می‌کنیم.




$$\begin{cases} t_۱ = \dfrac{۲(۷۰۰ - x)}{۳۴۰} \\ t_۲ = \dfrac{۲x}{۳۴۰} \end{cases} \Rightarrow t_۲ - t_۱ = ۱s \Rightarrow \frac{۴x - ۱۴۰۰}{۳۴۰} = ۱ \Rightarrow ۴x = ۱۷۴۰ \Rightarrow x = ۴۳۵m$$

**روش دوم:** نصف اختلاف زمان رسیدن دو صدا به دانش‌آموز برابر زمان طی کردن اختلاف فاصله‌ای است که دانش‌آموزان از دو صخره دارد توسط صوت است. بنابراین فاصلهٔ دانش آموز از صخره دورتر برابر است با:

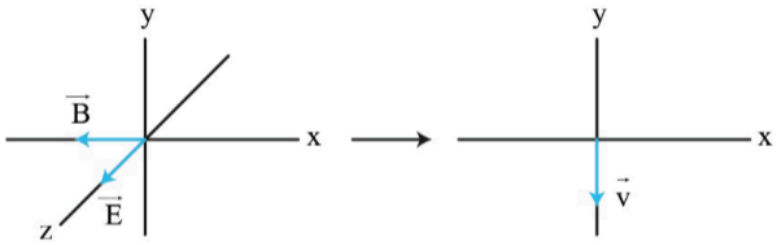
$$\frac{۷۰۰}{۲} + \frac{\Delta l}{۲} = ۳۵۰ + ۸۵ = ۴۳۵m$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۸۹** ابتدا با اســـتفاده از قاعدهٔ دست راست جهت انتشار موج را تعیین می‌کنیم. اگر ۴ انگشت دست راست را در جهت میدان الکتریکی $(+z)$ قرار دهیم به گونه‌ای که میدان مغناطیسی از کف دست خارج شود، در این حالت انگشت شست جهت انتشار موج را نشان می‌دهد. طبق این قاعده جهت انتشار موج در خلاف جهت محور y است.




تندی نور در خلا از رابطهٔ $c=\frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}}$ به دست می‌آید. طبق رابطهٔ ضریب شکست، تندی نور در آب برابر است با:

$$n=\frac{c}{v}\Rightarrow v=\frac{c}{n}=\frac{1}{n\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}}=\frac{3}{4\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}}$$

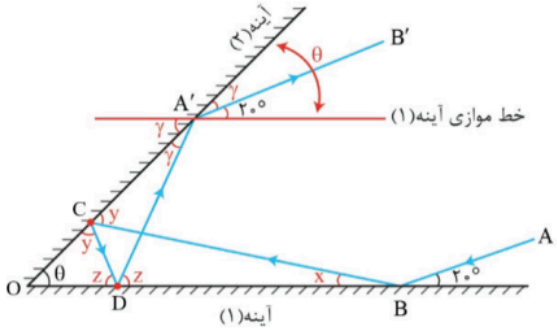
پس سرعت پرتو در آب برابر است با:

$$\vec{v}=\frac{-3}{4\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}}\vec{j}$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۹۰** مسیر حرکت پرتو را دنبال می‌کنیم تا زاویه‌های مثلث‌های ایجاد شده از دو آینه و پرتو بازتاب در هر مرحله به دست بیاید:

طبق قانون بازتاب در نقطهٔ B: $x=20^\circ$




y زاویهٔ خارجی مثلث $\overset{\Delta}{OCB}$ است، پس:

$$y=x+\theta=20+\theta$$

مجموع زوایای داخلی مثلث OCD برابر $180^\circ$ است، پس:

$$\theta+y+z=180^\circ\Rightarrow z=180-\theta-y$$

$$\xrightarrow{y=20+\theta} z=160-2\theta$$

زاویهٔ z زاویهٔ خارجی مثلث $\overset{\Delta}{ODA'}$ است، پس: $z=\theta+\gamma\Rightarrow\gamma=z-\theta=160-3\theta$

طبق قضیه خطوط موازی (آینهٔ (۱) و خط موازی آینهٔ (۱) مجموع دو زاویهٔ $\gamma$ و $20^\circ$ برابر $\theta$ است پس:

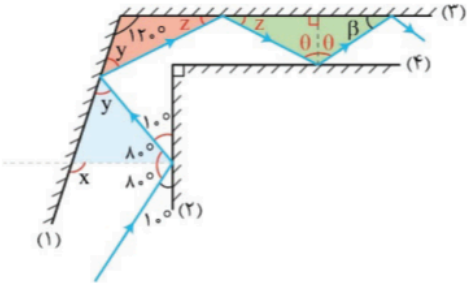
$$\theta=\gamma+20\Rightarrow\theta=160-3\theta+20\Rightarrow 4\theta=180\Rightarrow\theta=45^\circ$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۹۱** نیم‌خط عمود بر سطح آینهٔ (۲) در نقطهٔ a موازی با آینه (۳) است. طبق قضیه خطوط موازی و مورب، زاویهٔ x برابر با $۱۲۰^\circ$ می‌باشد.




زاویه x زاویهٔ خارجی مثلث آبی رنگ است، پس:

$$x = y + ۸۰ \Rightarrow y = ۴۰^\circ$$

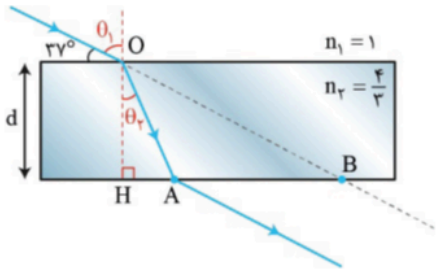
در مثلث قرمز رنگ زاویهٔ z را به دست می‌آوریم:

$$z + y + ۱۲۰ = ۱۸۰^\circ \Rightarrow z = ۲۰^\circ$$

در مثلث سبز رنگ چون دو آینهٔ ۳ و ۴ موازی یکدیگرند، پس خط عمود بر سطح آینهٔ (۴) عمود بر سطح آینهٔ (۳) نیز می‌باشد. باتوجه به تقارن ایجاد شده مثلث سبزرنگ، متساوی الساقین است پس $\beta = Z = ۲۰^\circ$ می‌باشد.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۹۲** زاویهٔ شکست را به دست می‌آوریم.




$$\theta_۱ = ۹۰ - ۳۷ = ۵۳^\circ$$

$$\frac{n_۱}{n_۲} = \frac{\sin\theta_۲}{\sin\theta_۱} \Rightarrow \frac{۱}{\frac{۴}{۳}} = \frac{\sin\theta_۲}{\sin ۵۳} \Rightarrow \frac{۳}{۴} = \frac{\sin\theta_۲}{۰/۸}$$

$$\Rightarrow \sin\theta_۲ = ۰/۶ \Rightarrow \theta_۲ = ۳۷^\circ$$

طول مسیر حرکت پرتو درون منشور $(\overline{OA})$ را به دست می‌آوریم:

$$v_۲ = \frac{\overline{OA}}{\Delta t} \Rightarrow \frac{c}{n_۲} = \frac{\overline{OA}}{\Delta t} \Rightarrow \frac{۳\times۱۰^۸}{\frac{۴}{۳}} = \frac{\overline{OA}}{۲\times۱۰^{-۹}} \Rightarrow \overline{OA} = ۰/۴۵\,m = ۴۵\,cm$$

ضخامت تیغه را به دست می‌آوریم. باتوجه به مثلث $\overset{\Delta}{OHA}$، ضخامت تیغه (d) برابر است با:

$$\cos\theta_۲ = \frac{d}{OA} \Rightarrow \cos ۳۷ = \frac{d}{۴۵} \Rightarrow d = ۳۶\,cm$$

در انتها فاصلهٔ AB را به دست می‌آوریم:

$$AB = d(\tan\theta_۱ - \tan\theta_۲) = ۳۶(\tan ۵۳^\circ - \tan ۳۷^\circ) = ۳۶(\frac{۴}{۳} - \frac{۳}{۴}) = ۲۱\,cm$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۹۳** دورهٔ نوسان نوسانگر را به دست می‌آوریم و معادلهٔ حرکت نوسانگر را به دست می‌آوریم:

$$\frac{5}{4}\frac{T}{}=0/5\rightarrow T=0/4s \qquad \omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{2\pi}{0/4}=5\pi\frac{rad}{s} \qquad x=A\cos\omega t=A\cos(5\pi t)$$

باتوجه به نمودار، در لحظهٔ $t=0/05s$، مکان نوسانگر $0/02m$ است. با جایگذاری این لحظه در معادلهٔ به دست آمده، دامنهٔ نوسان را به دست می‌آوریم:

$$x=A\cos(5\pi t)\Rightarrow 0/02=A\cos(5\pi\times\frac{5}{100})\Rightarrow 0/02=A\cos(\frac{\pi}{4})\Rightarrow A=\frac{0/02}{\frac{\sqrt{2}}{2}}=\frac{2\sqrt{2}}{100}m$$

درنهایت انرژی مکانیکی را به دست می‌آوریم:

$$E=\frac{1}{2}m(A\omega)^2=\frac{1}{2}\times\frac{2}{10}\times(\frac{2\sqrt{2}}{100}\times 5\pi)^2=\frac{1}{10}\times\frac{2\pi^2}{100}=\frac{2}{100}J=20mJ$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۹۴** صوت باید دو برابر فاصلهٔ شخص تا دیوار را طی کند تا به شخص برسد. حداقل فاصلهٔ زمانی بین صدای اصلی و پژواک آن باید $1s$ باشد تا شخص صدای پژواک را از صدای اصلی تمیز دهد. برای هر دو حالت رابطهٔ $\ell=v.\Delta t$ را می‌نویسیم:

حالت اول : $\ell_1=v.\Delta t_1\Rightarrow 2\times 7/4=v\times 0/04$

حالت دوم : $\ell_2=v.\Delta t_2\Rightarrow 2\times d=v\times 0/1$

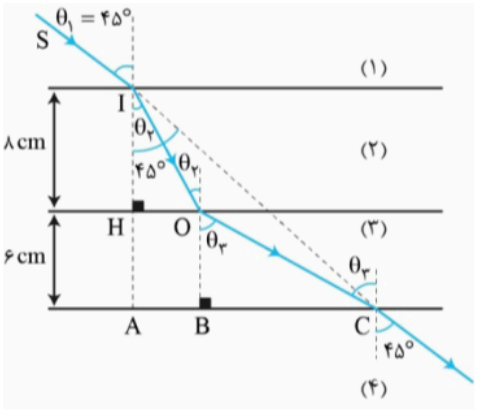
با تقسیم دو رابطهٔ نوشته شده، d را به دست می‌آوریم:

$$\frac{7/4}{d}=\frac{0/04}{0/1}\Rightarrow d=\frac{74}{4}=18/5m$$

بنابراین شخص باید $18/5-7/4=11/1m$ از جای قبلی خودش دور شود.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۹۵** باتوجه به اطلاعات تست، مسیر حرکت پرتو در محیط‌ها به صورت شکل زیر است.




در مثلث $\overset{\Delta}{IHO}$، داریم:

$$\begin{cases}IO=10cm\\IH=8cm\end{cases}\Rightarrow IO^2=IH^2+HO^2\Rightarrow 10^2=8^2+OH^2\Rightarrow OH=6cm$$

$$\sin\theta_2=\frac{OH}{IO}=\frac{6}{10}$$

در مثلث $\overset{\Delta}{IAC}$، فاصلهٔ AC را به دست می‌آوریم:

$$\tan 45=\frac{AC}{IA}\Rightarrow 1=\frac{AC}{14}\Rightarrow AC=14cm$$

$$AC=AB+BC\Rightarrow 14=6+BC\Rightarrow BC=8cm$$

در مثلث OBC، زاویهٔ $\theta_3$ را به دست می‌آوریم:

$$\tan\theta_3=\frac{BC}{OB}=\frac{8}{6}=\frac{4}{3}\Rightarrow\theta_3=53°$$

حالا رابطهٔ شکست را بین دو محیط (۲) و (۳) می‌نویسیم تا نسبت تندی نور در این دو محیط به دست بیاید:

$$\frac{v_3}{v_2}=\frac{\sin\theta_3}{\sin\theta_2}\Rightarrow\frac{v_3}{v_2}=\frac{\sin 53°}{\sin 37°}=\frac{0/8}{0/6}=\frac{4}{3}$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۲۹۶** طول موج چشمهٔ متحرک در جلوی آن کوچک‌تر از $\lambda$ و در پشت آن بزرگ‌تر از $\lambda$ است. پس در گزینه‌های (۱) و (۳) طول موج صوت چشمه در محل ناظر بزرگ‌تر از $\lambda$ است. در گزینهٔ (۱) ناظر از چشم دور می‌شود و صوتی با بسامد کم‌تر از f دریافت می‌کند و در گزینهٔ (۳) ناظر به چشمه نزدیک می‌شود و صوتی با بسامد بزرگ‌تر از f دریافت می‌کند.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۹۷** ابتدا تعداد نوسان‌ها در حالت اول را حساب می‌کنیم:

$$T=\frac{t}{N}\rightarrow ۰/۴=\frac{۱/۵\times ۶۰}{N}\rightarrow N_۱=۲۲۵$$

باتوجه به رابطهٔ دورهٔ نوسانگر جرم – فنر، با افزایش جرم تعداد نوسان‌ها کم می‌شود. دورهٔ نوسان جدید نوسانگر را به دست می‌آوریم:

$$N_۲=۲۲۵-۴۵=۱۸۰$$

$$T_۲=\frac{۹۰}{۱۸۰}=۰/۵s$$

رابطهٔ دورهٔ تناوب را برای هر دو حالت می‌نویسیم تا جرم جدید نوسانگر به دست بیاید و تغییر جرم را به دست می‌آوریم:

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\begin{cases}۰/۴=۲\pi\sqrt{\frac{۱/۶}{k}}\\ ۰/۵=۲\pi\sqrt{\frac{m_۲}{k}}\end{cases}\rightarrow\frac{۰/۴}{۰/۵}=\frac{۲\pi\sqrt{\frac{۱/۶}{k}}}{۲\pi\sqrt{\frac{m_۲}{k}}}\rightarrow\frac{۱۶}{۲۵}=\frac{۱/۶}{m_۲}$$

$$m_۲=۲/۵kg\rightarrow\Delta m=۲/۵-۱/۶=۰/۹kg$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۲۹۸** ابتدا با استفاده از نمودار، دورهٔ نوسان و بسامد زاویه‌ای را حساب می‌کنیم:

$$\frac{\Delta T}{۴}=۰/۲۵\Rightarrow T=۰/۲s$$

$$\omega=\frac{۲\pi}{T}=\frac{۲\pi}{۰/۲}=۱۰\pi\frac{rad}{s}$$

معادلهٔ مکان – زمان نوسانگر با توجه به بسامد زاویه‌ای به دست آمده برابر است با:

$$x=A\cos\omega t\Rightarrow x=A\cos(۱۰\pi t)$$

در لحظهٔ $t=\frac{۱}{۳۰}s$، مکان نوسانگر برابر $۰/۰۲\sqrt{۳}m$ است، با جایگذاری این لحظه و مکان در معادلهٔ مکان – زمان، دامنهٔ نوسان را به دست می‌آوریم:

$$x=A\cos(۱۰\pi t)\Rightarrow ۰/۰۲\sqrt{۳}=A\cos(۱۰\pi\times\frac{۱}{۳۰})\Rightarrow A=۰/۰۴\sqrt{۳}m$$

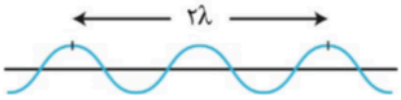
بنابراین معادلهٔ مکان – زمان به صورت $x=۰/۰۴\sqrt{۳}\cos(۱۰\pi t)$ است.

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud

**۲۹۹** فاصلهٔ قلهٔ اول تا قلهٔ سوم دو برابر طول موج است. بنابراین طول موج برابر است با:




$$۲\lambda = ۱۶۰ \rightarrow \lambda = ۸۰cm = ۰/۸m$$

تندی انتشار موج در طناب را به دست می‌آوریم:

$$v = \lambda f = ۰/۸ \times ۵ = ۴\frac{m}{s}$$

حالا از رابطهٔ تندی انتشار موج عرضی در طناب استفاده می‌کنیم تا جرم طناب به دست بیاید:

$$v = \sqrt{\frac{F.L}{m}} \Rightarrow ۴ = \sqrt{\frac{۴ \times ۳/۶}{m}} \Rightarrow ۱۶ = \frac{۴ \times ۳/۶}{m} \Rightarrow m = ۰/۹kg = ۹۰۰g$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۰۰** چون دو موج در یک محیط منتشر شده‌اند، تندی آن‌ها با هم برابر است. باتوجه به نقش موج نسبت طول موج‌ها و سپس نسبت بسامد دو موج را به دست می‌آوریم:

$$\frac{۳}{۲}\lambda_A = \lambda_B \Rightarrow \frac{۳}{۲}\frac{\cancel{v_A}}{f_A} = \frac{\cancel{v_B}}{f_B} \Rightarrow f_A = \frac{۳}{۲}f_B$$

نسبت شدت صوت دو موج با نسبت مربع بسامدها و نسبت مربع دامنه‌ها متناسب است. پس:

$$\frac{I_A}{I_B} = (\frac{f_A}{f_B})^۲(\frac{A_A}{A_B})^۲ = \frac{۹}{۴} \times (\frac{۳}{۲})^۲ = \frac{۸۱}{۱۶}$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۰۱** هنگامی که نخ از امتداد قائم عبور می‌کند، نوسانگر در نقطهٔ تعادل است و انرژی جنبشی آن بیشینه و برابر انرژی مکانیکی است. بنابراین بسامد زاویه‌ای نوسانگر را به دست می‌آوریم:

$$E = \frac{۱}{۲}mA^۲\omega^۲ \Rightarrow ۲/۲۵ \times ۱۰^{-۳} = \frac{۱}{۲} \times \frac{۱}{۱۰} \times ۳۶ \times ۱۰^{-۴} \times \omega^۲ \Rightarrow \omega = \frac{۵\sqrt{۲}}{۲}\frac{rad}{s}$$

رابطهٔ بسامد زاویه‌ای را می‌نویسیم تا طول نخ آونگ به دست بیاید:

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}} \Rightarrow \frac{۵\sqrt{۲}}{۲} = \sqrt{\frac{۱۰}{L}} \Rightarrow L = ۰/۸m = ۸۰cm$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۰۲** ابتدا با استفاده از رابطهٔ اختلاف تراز شدت صوت‌ها، نسبت شدت صوت رسیده به دو شنونده را به دست می‌آوریم:

$$\beta_۱ - \beta_۲ = ۱۰\log\frac{I_۱}{I_۲} \Rightarrow ۶۳ - ۴۳ = ۱۰\log\frac{I_۱}{I_۲} \Rightarrow \frac{I_۱}{I_۲} = ۱۰۰$$

شدت صوت با مربع فاصله شنونده تا منبع صوت نسبت وارون دارد. پس:

$$\frac{I_۱}{I_۲} = (\frac{r_۲}{r_۱})^۲ \Rightarrow ۱۰۰ = (\frac{r_۲}{r_۱})^۲ \Rightarrow \frac{r_۲}{r_۱} = ۱۰$$

باتوجه به اطلاعات سؤال $r_۱$ و $r_۲$ را به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} \frac{r_۲}{r_۱} = ۱۰ \\ r_۲ - r_۱ = ۵۴m \end{cases} \Rightarrow r_۱ = ۶m, r_۲ = ۶۰m$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۳۰۳** بسامد نور به چشمه نور وابسته است و با عبور نور از محیطی به محیط دیگر تغییر نمی‌کند. تندی انتشار نور در مایع را به دست می‌آوریم:

$$\lambda = \frac{v}{f} \rightarrow ۴۵۰\times۱۰^{-۹} = \frac{v}{\frac{۲۵}{۶}\times۱۰^{۱۴}} \rightarrow v = ۱/۸۷۵\times۱۰^{۸}\,\frac{m}{s}$$

حالا ضریب شکست مایع را به دست می‌آوریم:

$$n = \frac{c}{v} \rightarrow n = \frac{۳\times۱۰^{۸}}{۱/۸۷۵\times۱۰^{۸}} = ۱/۶$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

**۳۰۴** زمان رسیدن امواج عرضی را $t$ و فاصله لرزه‌نگار تا کانون زمین لرزه را $d$ فرض کنیم، چون موج‌های طولی تندتر حرکت می‌کنند زمان رسیدن امواج طولی برابر است با $t' = t - \Delta t$ و داریم:

$$\begin{cases} d = v_s t \\ d = v_p t' \end{cases} \rightarrow \begin{cases} d = v_s t \\ d = v_p(t-\Delta t) \end{cases} \begin{cases} d = ۴t \\ d = ۸/۱(t - ۱۴/۳۵\times۶۰) \end{cases} \Rightarrow ۴t = ۸/۱\,(t-۸۶۱) \rightarrow t = ۱۷۰۱s$$

$$d = ۴\times۱۷۰۱ = ۶۸۰۴km$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۰۵** ابتدا نسبت مسافت طی شده به دامنه را به دست می‌آوریم:

$$\frac{\ell}{A} = \frac{۲۴}{۴} = ۶$$

چون در هر نصف دورهٔ نوسان، نوسانگر مسافت $۲A$ را طی می‌کند، بنابراین نوسانگر در مدت $۰/۱۲s$، $۳(۲A)$ را طی کرده است که مدت حرکت آن برابر $۳\frac{T}{۲}$ می‌شود. پس دورهٔ نوسان نوسانگر برابر است با:

$$۳\frac{T}{۲} = ۰/۱۲s \Rightarrow T = ۰/۰۸s$$

باتوجه به نمودار جابه‌جایی – مکان، طول موج و سپس با استفاده از رابطهٔ $v = \frac{\lambda}{T}$، تندی انتشار موج عرضی را به دست می‌آوریم:

$$\frac{۵}{۲}\lambda = ۰/۷۵m \Rightarrow \lambda = ۰/۳m$$

$$v = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow v = \frac{۰/۳}{۰/۰۸} = \frac{۳۰}{۸} = \frac{۱۵}{۴}\,\frac{m}{s}$$

حال با استفاده از رابطهٔ تندی موج عرضی در طناب، نیروی کشش تار را به دست می‌آوریم:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow \frac{۱۵}{۴} = \sqrt{\frac{F}{۰/۸}} \Rightarrow \frac{۲۲۵}{۱۶} = \frac{F}{۰/۸} \Rightarrow F = ۱۱/۲۵N$$

(ماراتون ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

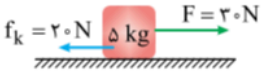
**۳۰۶** **پاسخ تشریحی** **گام اول:** ابتدا بیشینهٔ نیروی اصطکاک ایستایی $(f_{s,max})$ را به دست می‌آوریم تا ببینیم جسم حرکت می‌کند یا نه.

$$f_{s,max}=\mu_s F_N \xrightarrow[F_N=mg=۵\times۱۰=۵۰N]{\mu_s=۰/۵} f_{s,max}=۰/۵\times۵۰=۲۵N$$

چون نیروی محرک $(F=۳۰N)$ بزرگ‌تر از $f_{s,max}=۲۵N$ است، پس جسم حرکت می‌کند.

$F>f_{s,max}\Rightarrow$ جسم حرکت می‌کند.

**گام دوم:** چون جسم حرکت می‌کند؛ پس نیروی اصطکاکی که سطح بر جسم وارد می‌کند، از نوع جنبشی است و با استفاده از قانون دوم نیوتون می‌توانیم بنویسیم:




$$F-f_k=ma \xrightarrow{f_k=\mu_k F_N} F-\mu_k F_N=ma \xrightarrow[F_N=۵۰N,m=۵kg]{F=۳۰N,\mu_k=۰/۴} ۳۰-۰/۴\times۵۰=۵a$$

$$\Rightarrow ۵a=۱۰ \Rightarrow a=۲\,m/s^۲$$

**گام سوم:** حالا برای این‌که ببینیم جسم در ۴ ثانیهٔ اول به اندازهٔ چند متر جابه‌جا می‌شود، از معادلهٔ مکان ـ زمان در حرکت با شتاب ثابت استفاده می‌کنیم.

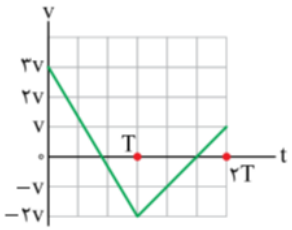
$$\Delta x=\frac{۱}{۲}at^۲+v_۰t \xrightarrow[t=۴s]{v_۰=۰\,m/s\ ,\ a=۲\,m/s^۲} \Delta x=\frac{۱}{۲}\times۲\times(۴)^۲=۱۶m$$

**گام چهارم:** در آخر کار نیروی $\vec{F}$ در این جابه‌جایی را به دست می‌آوریم:

$$W_F=Fd\cos\theta \xrightarrow[d=۱۶m]{F=۳۰N\ ,\ \cos۰^\circ=۱} W_F=۳۰\times۱۶\times۱=۴۸۰J$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

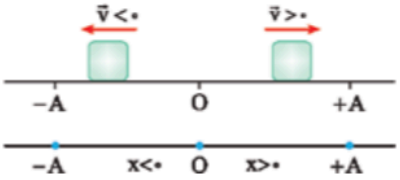
**۳۰۷** **پاسخ تشریحی** با توجه به نمودار و با استفاده از قضیهٔ کار ـ انرژی جنبشی می‌توانیم بنویسیم:




$$\frac{W_{t_{(\text{اول T ثانیهٔ})}}}{W_{t_{(\text{دوم T ثانیهٔ})}}}=\frac{\frac{۱}{۲}m[(-۲v)^۲-(۳v)^۲]}{\frac{۱}{۲}m[v^۲-(-۲v)^۲]}=\frac{۴v^۲-۹v^۲}{v^۲-۴v^۲}=\frac{-۵v^۲}{-۳v^۲}=\frac{۵}{۳}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۰۸** **پاسخ تشریحی** در حرکت هماهنگ ساده، زمانی‌که نوسانگر به نقاط بازگشت نزدیک می‌شود، حرکت کندشونده است و به یکی از دو صورت مقابل می‌تواند باشد:




$x<۰$ $x>۰\Rightarrow$ بردارهای مکان و سرعت هم‌جهت هستند.

$\vec{p}=m\vec{v}<۰$ $\vec{p}=m\vec{v}>۰$ بردارهای تکانه و مکان هم‌جهت هستند.

$F>۰$ $F<۰$ بردارهای تکانه و نیرو خلاف جهت هم هستند.

$a>۰$ $a<۰$ بردارهای سرعت و شتاب در خلاف جهت هم هستند.

بنابراین گزاره‌های «الف» و «ت»، صحیح هستند.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



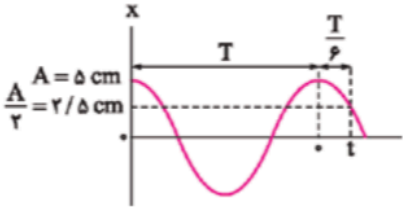
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۰۹** **پاسخ تشریحی** **گام اول:** با توجه به نمودار، بیشترین فاصله‌ای که نوسانگر از مرکز تعادل $(x=۰)$ دارد، برابر $۵cm$ است $(A=۰/۰۵m)$ به کمک رابطهٔ $E=۲\pi^۲mA^۲f^۲$ بسامد نوسانگر را به دست می‌آوریم:

$$E=۲\pi^۲mA^۲f^۲ \xrightarrow{\pi^۲=۱۰} ۰/۲=۲\times۱۰\times۴۰\times۱۰^{-۳}\times(۰/۰۵)^۲\times f^۲$$

$$\Rightarrow f^۲=\frac{۲\times۱۰^{-۱}}{۸\times۱۰^{-۱}\times۲۵\times۱۰^{-۴}}=۱۰۰ \Rightarrow f=۱۰Hz$$

بنابراین طبق رابطهٔ $T=\frac{۱}{f}$، دورهٔ تناوب برابر $۰/۱s$ است.



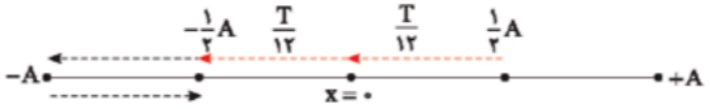

**گام دوم:** در یک حرکت هماهنگ ساده، کم‌ترین بازهٔ زمانی از مکان $x=\pm\frac{A}{۲}$ تا انتهای مسیر، $\frac{T}{۶}$ است؛ بنابراین مطابق نمودار مکان ـ زمان زیر داریم:

$$t=T+\frac{T}{۶}=\frac{۷T}{۶}\xrightarrow{T=۰/۱s} t=\frac{۷(۰/۱)}{۶}=\frac{۷}{۶۰}s$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۱۰** **پاسخ تشریحی** **گام اول:** با توجه به این‌که دورهٔ تناوب نوسانگر $۶s$ است، بازهٔ زمانی $۱s$ معادل $\frac{T}{۶}$ و بازهٔ زمانی $۲s$ معادل $\frac{T}{۳}$ است.

**گام دوم:** از آن‌جاکه بیشترین تندی نوسانگر در وسط مسیر نوسانی است، بیشترین تندی متوسط آن در بازهٔ زمانی $\frac{T}{۶}$ را به صورت متقارن (دوتا $\frac{T}{۱۲}$) در طرفین نقطهٔ وسط مسیر در نظر می‌گیریم.




$$(s_{av})_{max}=\frac{\ell_۱}{\Delta t_۱}\xrightarrow[\Delta t_۱=\frac{T}{۶}=۱s]{\ell_۱=|-\frac{۱}{۲}A-\frac{۱}{۲}A|=A}(s_{av})_{max}=\frac{A}{۱}=A$$

**گام سوم:** می‌دانیم تندی نوسانگر در دو انتهای مسیر نوسانی آن صفر است؛ بنابراین کم‌ترین تندی متوسط آن در بازهٔ زمانی $\frac{T}{۳}$ را به صورت متقارن (دوتا $\frac{T}{۶}$) در رفت و برگشت به یکی از دو انتهای مسیر نوسانی در نظر می‌گیریم.

$$(s_{av})_{min}=\frac{\ell_۲}{\Delta t_۲}\xrightarrow[\Delta t_۲=\frac{T}{۳}=۲s]{\ell_۲=|-\frac{۱}{۲}A|+\frac{۱}{۲}A=A}(s_{av})_{min}=\frac{A}{۲}$$

**گام چهارم:** نسبت تندی‌های خواسته‌شده را حساب می‌کنیم:

$$\frac{(s_{av})_{max}}{(s_{av})_{min}}=\frac{A}{\frac{A}{۲}}=۲$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۱۱ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** با استفاده از معادلهٔ مکان ـ زمان داده‌شده، دامنه و دورهٔ حرکت را پیدا می‌کنیم و $t_1$ و $t_2$ را برحسب دوره می‌نویسیم تا ببینیم در چه مکان‌هایی از یک نوسان کامل هستند.

$$\begin{cases} x = A\cos\omega t \\ x = 0/2\cos(20\pi t) \end{cases} \Rightarrow A = 0/2\,m \ , \ \omega = 20\pi\ rad/s$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow 20\pi = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{1}{10}s$$

$$t_1 = 0/025s = \frac{1}{40}s = \frac{T}{4}$$

$$t_2 = 0/1s = T$$

بنابراین در لحظهٔ $t_1$ نوسانگر در حال عبور از مرکز نوسان و در خلاف جهت محور است؛ یعنی:

$$v_1 = -A\omega \xrightarrow[\omega=20\pi rad/s]{A=0/2m} v_1 = -0/2\times 20\pi = -4\pi\, m/s$$

هم‌چنین در لحظهٔ $t_2$ نوسانگر در دامنهٔ مثبت خود است و $v_2 = 0$ می‌باشد.

**گام دوم:** شتاب متوسط نوسانگر را بین دو لحظهٔ $t_1$ و $t_2$ محاسبه می‌کنیم:

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} \xrightarrow[t_2=0/1s\ ,\ t_1=0/025s]{v_2=0\ ,\ v_1=-4\pi m/s} a_{av} = \frac{0-(-4\pi)}{0/1-0/025} = \frac{4\pi}{0/075}\ m/s^2$$

**گام سوم:** اندازهٔ شتاب بیشینهٔ نوسانگر را به دست می‌آوریم:

$$|a_{max}| = A\omega^2 \xrightarrow[\omega=20\pi rad/s]{A=0/2m} |a_{max}| = 0/2\times(20\pi)^2 = 0/2\times 400\pi^2 = 80\pi^2\ m/s^2$$

**گام چهارم:** نسبت اندازهٔ شتاب متوسط متحرک در بازهٔ زمانی $t_1$ تا $t_2$ به اندازهٔ شتاب بیشینه را حساب می‌کنیم:

$$\frac{|a_{av}|}{|a_{max}|} = \frac{\frac{4\pi}{0/075}}{\frac{80\pi^2}{1}} = \frac{4}{0/075\times 80\pi} = \frac{2}{3\pi}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۳۱۲ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** با توجه به معادلهٔ مکان ـ زمان داده‌شده، دامنهٔ حرکت را به دست می‌آوریم:

$$\left.\begin{matrix} x = A\cos\omega t \\ x = 0/02\cos\omega t \end{matrix}\right\} \Rightarrow A = 0/02\,m = 2\,cm$$

**گام دوم:** با داشتن تندی متوسط، مسافت طی‌شده در بازهٔ زمانی داده‌شده را حساب می‌کنیم:

$$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} \xrightarrow[\Delta t=t_2-t_1=0/07-0/05=0/02s]{s_{av}=2m/s} 2 = \frac{\ell}{0/02} \Rightarrow \ell = 0/04\,m = 4\,cm$$

مسافت طی‌شده، ۲ برابر دامنه است؛ پس بازهٔ زمانی داده‌شده، $\frac{T}{2}$ است.

$$t_2 - t_1 = \frac{T}{2} \Rightarrow 0/07 - 0/05 = \frac{T}{2} \Rightarrow T = 0/04\,s$$

**گام سوم:** تعداد نوسان‌ها در هر دقیقه را به دست می‌آوریم:

$$N = \frac{t}{T} \xrightarrow[T=0/04s]{t=1min=60s} N = \frac{60}{0/04} = 1500$$

از طرفی می‌دانیم که نوسانگر در هر دوره، دو بار از مبدأ مکان عبور می‌کند؛ بنابراین در هر دقیقه، ۳۰۰۰ $(=1500\times 2)$ مرتبه از مبدأ مکان عبور می‌کند.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۱۳

**گام اول:** مکان نوسانگر را در لحظه‌های $t_1 = \frac{1}{60}s$ و $t_2 = \frac{1}{24}s$ به دست می‌آوریم:

$$x_{t_1} = 0/3\cos(40\pi \times \frac{1}{60}) = 0/3\cos(\frac{2\pi}{3}) = -0/15\,m$$

$$x_{t_2} = 0/3\cos(40\pi \times \frac{1}{24}) = 0/3\cos(\frac{5\pi}{3}) = 0/15\,m$$

**گام دوم:** دورهٔ تناوب نوسانگر را به دست آورده و زمان‌های $t_1$ و $t_2$ را برحسب دورهٔ تناوب مشخص می‌کنیم:

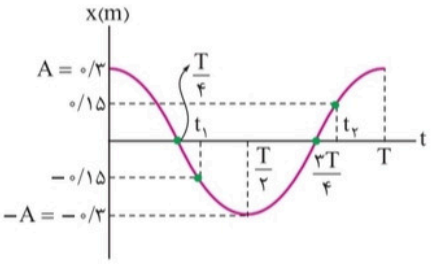
$$x = 0/3\cos\underbrace{40\pi}t$$

$$\frac{2\pi}{T} = 40\pi \Rightarrow T = \frac{2}{40} = \frac{1}{20}s$$

$$\frac{t_1}{T} = \frac{\frac{1}{60}}{\frac{1}{20}} = \frac{1}{3} \Rightarrow t_1 = \frac{T}{3}$$

$$\frac{t_2}{T} = \frac{\frac{1}{24}}{\frac{1}{20}} = \frac{20}{24} = \frac{5}{6} \Rightarrow t_2 = \frac{5T}{6}$$

**گام سوم:** زمان‌های $t_1$ و $t_2$ را که برحسب دورهٔ تناوب به دست آورده‌ایم، در نمودار مکان ـ زمان نشان می‌دهیم تا به راحتی بتوانیم، تغییر جهت حرکت در بازهٔ زمانی $t_1$ تا $t_2$ را تشخیص دهیم.




همان‌طور که مشاهده می‌کنیم، در بازهٔ $t_1$ تا $t_2$، نوسانگر در $t = \frac{T}{2}$ تغییر جهت داده است؛ بنابراین مسافت پیموده‌شده توسط نوسانگر در بازهٔ $t_1$ تا $t_2$ برابر است با:

$$l = |-0/3 - (-0/15)| + |0/15 - (-0/3)| = 0/6\,m$$

**گام چهارم:** تندی متوسط نوسانگر در بازهٔ $t_1$ تا $t_2$ را به دست می‌آوریم:

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{\frac{6}{10}}{\frac{1}{24} - \frac{1}{60}} = \frac{\frac{6}{10}}{\frac{3}{120}} = \frac{720}{30} = 24\,m/s$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

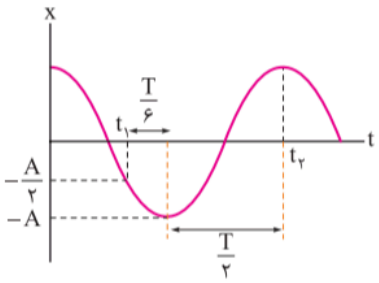


SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۱۴** **گام اول:** بیشینهٔ تندی نوسانگر هماهنگ ساده در هنگام عبور از نقطهٔ تعادل اتفاق می‌افتد و برابر $A\omega$ است؛ بنابراین داریم:

$$v_{max} = A\omega \Rightarrow ۲ = A \times \frac{۲\pi}{T} \Rightarrow \frac{۲}{۲\pi} = \frac{A}{T} \Rightarrow \frac{A}{T} = \frac{۱}{\pi} = \frac{۱}{۳}$$

**گام دوم:** زمان جابه‌جایی نوسانگر از مکان $x = -\frac{A}{۲}$ تا نزدیک‌ترین نقطهٔ بازگشت مجاورش، برابر $\frac{T}{۶}$ است؛ بنابراین داریم:




$$t_۲ - t_۱ = \frac{T}{۲} + \frac{T}{۶} = \frac{۴T}{۶} = \frac{۲T}{۳}$$

**گام سوم:** تندی متوسط نوسانگر در بازهٔ زمانی $t_۱$ تا $t_۲$ را به دست می‌آوریم:

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{\frac{A}{۲} + A + A}{t_۲ - t_۱} = \frac{\frac{۵A}{۲}}{\frac{۲T}{۳}} = \frac{۱۵}{۴}\frac{A}{T}$$

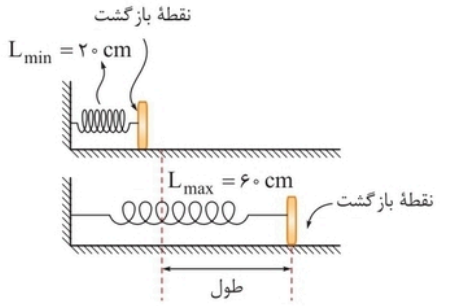
$$\xrightarrow{\frac{A}{T} = \frac{۱}{۳}} s_{av} = \frac{۱۵}{۴} \times \frac{۱}{۳} = \frac{۵}{۴}\,m/s$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۱۵ **گام اول:** شکل زیر وضعیت فنر را در کم‌ترین و بیشترین طول خود (نقاط بازگشت) نشان می‌دهد.




$$۲A=L_{max}-L_{min} \Rightarrow ۲A=۶۰-۲۰=۴۰ \Rightarrow A=۲۰cm$$

در فاصلهٔ دامنه (A) از نقاط بازگشت، نوسانگر از نقطهٔ تعادل عبور می‌کند.

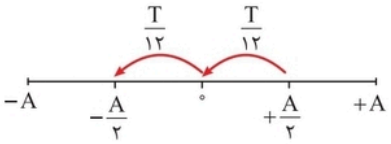
طول فنر در هنگام عبور از نقطهٔ تعادل: $L_{۰}=L_{min}+A=۲۰+۲۰=۴۰cm$

**گام دوم:** وضعیت نوسانگر را زمانی که طول فنر ۵۰cm و ۳۰cm است، نسبت به نقطهٔ تعادل مشخص می‌کنیم:

$$L_{۱}=۵۰cm \Rightarrow x_{۱}=L_{۱}-L_{۰}=۵۰-۴۰=۱۰cm=\frac{+A}{۲}$$

$$L_{۲}=۳۰cm \Rightarrow x_{۲}=L_{۲}-L_{۰}=۳۰-۴۰=-۱۰cm=\frac{-A}{۲}$$

**گام سوم:** حداقل زمان لازم برای رسیدن نوسانگر از مکان $x_{۱}=\frac{A}{۲}$ به $x_{۲}=-\frac{A}{۲}$ را به دست آورده و برابر $\frac{۱}{۳۰}s$ قرار می‌دهیم.




$$\Delta t=۲(\frac{T}{۱۲})=\frac{T}{۶}=\frac{۱}{۳۰} \Rightarrow T=\frac{۶}{۳۰}=\frac{۱}{۵}=۰/۲s$$

**گام چهارم:** نسبت انرژی پتانسیل کشسانی (U) به انرژی جنبشی (K) را به دست می‌آوریم:

$$\frac{U}{K}=\frac{E-K}{K}=\frac{\frac{۱}{۲}mv_{max}^{۲}-\frac{۱}{۲}mv^{۲}}{\frac{۱}{۲}mv^{۲}}=\frac{v_{max}^{۲}-v^{۲}}{v^{۲}}$$

$$\xrightarrow[\omega=\frac{۲\pi}{T}]{v=\frac{۲\pi}{۳}m/s,\ v_{max}=A\omega} \frac{(۰/۲\times\frac{۲\pi}{۰/۲})^{۲}-(\frac{۲\pi}{۳})^{۲}}{(\frac{۲\pi}{۳})^{۲}}=\frac{۴\pi^{۲}-\frac{۴\pi^{۲}}{۹}}{\frac{۴\pi^{۲}}{۹}}=\frac{۱-\frac{۱}{۹}}{\frac{۱}{۹}}=\frac{\frac{۸}{۹}}{\frac{۱}{۹}}=۸$$

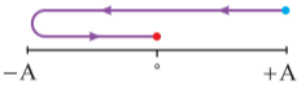
(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

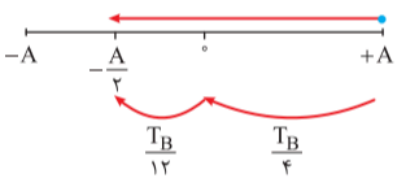
**۳۱۶**

**گام اول:** در مدت‌زمان $\Delta t$ پس از شروع حرکت، نوسانگر A برای دومین مرتبه از نقطهٔ تعادل عبور کرده و در این مدت مسافت $3A$ را پیموده است؛ بنابراین $\Delta t$ معادل $\frac{3T_A}{4}$ است.




$$\Delta t = \frac{3T_A}{4}$$

**گام دوم:** در همان مدت‌زمان $\Delta t$، نوسانگر B، نصف مسافت طی‌شده توسط نوسانگر A را پیموده که معادل $\frac{3A}{2}$ است. بازهٔ زمانی $\Delta t$ را برحسب دورهٔ نوسانگر B به دست می‌آوریم:




$$\Delta t = \frac{T_B}{4} + \frac{T_B}{12} = \frac{T_B}{3}$$

**گام سوم:** با توجه به گام‌های اول و دوم، رابطهٔ بین دورهٔ تناوب نوسانگرهای A و B را پیدا می‌کنیم و به کمک رابطهٔ $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ نسبت طول آونگ A به B را به دست می‌آوریم:

$$\Delta t = \Delta t \Rightarrow \frac{3T_A}{4} = \frac{T_B}{3} \Rightarrow \frac{T_A}{T_B} = \frac{4}{9}$$

$$\xrightarrow{T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}} \frac{T_A}{T_B} = \sqrt{\frac{L_A}{L_B}} = \frac{4}{9} \Rightarrow \frac{L_A}{L_B} = \frac{16}{81}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۱۷**

**گام اول:** نسبت دورهٔ تناوب دو نوسانگر را به کمک رابطهٔ $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ به دست می‌آوریم:

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} \times \sqrt{\frac{k_1}{k_2}} \xrightarrow[k_1=k_2]{\text{فنر تغییر نکرده است.}} \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}}$$

$$\Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{400+500}{400}} = \sqrt{\frac{9}{4}} = \frac{3}{2}$$

**گام دوم:** به کمک رابطهٔ $Tn = \Delta t$، تعداد نوسان نوسانگر را در حالت دوم (زمانی که جرم $0/5\,kg$ به آن اضافه شده است) به دست می‌آوریم.

$$Tn = \Delta t \Rightarrow T = \frac{\Delta t}{n} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{\Delta t_2}{\Delta t_1} \times \frac{n_1}{n_2}$$

$$\Rightarrow \frac{3}{2} = \frac{2\Delta t}{\Delta t} \times \frac{30}{n_2} \Rightarrow n_2 = 40$$

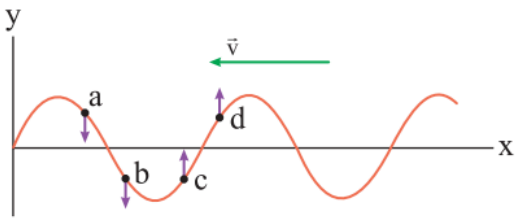
**گام سوم:** در بازهٔ زمانی $2\Delta t$، نوسانگر دوم، ۴۰ نوسان کامل انجام می‌دهد. از آن‌جا که در هر نوسان کامل (یک دوره)، شتاب نوسانگر دو بار صفر می‌شود (هنگام عبور از نقطهٔ تعادل)؛ بنابراین شتاب نوسانگر ۸۰ بار صفر می‌شود.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۱۸** با توجه به این‌که جهت انتشار موج، در خلاف جهت محور x است، جهت ارتعاش هر یک از ذرات را مشخص می‌کنیم:




ذرهٔ c در جهت محور y حرکت می‌کند و چون به مرکز نوسان ($y=0$) نزدیک می‌شود، حرکت آن از نوع تندشونده است.

**حواستون باشه** در لحظهٔ مورد نظر، ذره‌های a و b در خلاف جهت محور y در حال حرکت هستند. هم‌چنین ذرهٔ d گرچه در سوی محور y در حال حرکت است اما در حال دورشدن از مرکز نوسان خود است و حرکت کندشونده دارد.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

**۳۱۹** **گام اول:** دورهٔ تناوب چشمهٔ موج را به کمک رابطهٔ $Tn=\Delta t$ به دست می‌آوریم:

$$Tn=\Delta t \xrightarrow{n=300,\ \Delta t=1\min=60s} T\times 300=60 \Rightarrow T=\frac{1}{5}=0/2s$$

**گام دوم:** فاصلهٔ بین یک برآمدگی و فرورفتگی مجاور، معادل نصف طول موج ($\frac{\lambda}{2}$) است؛ بنابراین داریم:

$$\frac{\lambda}{2}=24cm \Rightarrow \lambda=48cm=0/48m$$

**گام سوم:** تندی انتشار موج در حالت اول را به دست می‌آوریم:

$$\lambda=Tv \Rightarrow 0/48=0/2\times v \Rightarrow v=2/4m/s$$

**گام چهارم:** تندی انتشار موج سطحی و طول موج در سطح آب‌های کم‌عمق، با افزایش عمق، افزایش می‌یابد؛ بنابراین در حالت جدید فاصلهٔ بین برآمدگی و فرورفتگی مجاور به اندازهٔ 6cm افزایش می‌یابد. در این صورت داریم:

$$\frac{\lambda_2}{2}=24+6 \Rightarrow \lambda_2=60cm=0/6m$$

**گام پنجم:** دورهٔ تناوب چشمهٔ موج و دورهٔ تناوب موج ایجادشده در سطح آب با هم برابر است و ربطی به ویژگی‌های فیزیکی محیط انتشار موج ندارد، به عبارتی $T_1=T_2$ است.

$$T_1=T_2 \xrightarrow{T=\frac{\lambda}{v}} \frac{\lambda_1}{v_1}=\frac{\lambda_2}{v_2}$$

$$\Rightarrow \frac{48}{2/4}=\frac{60}{v_2} \Rightarrow v_2=\frac{2/4\times 60}{48}=\frac{24\times 6}{48}=3m/s$$

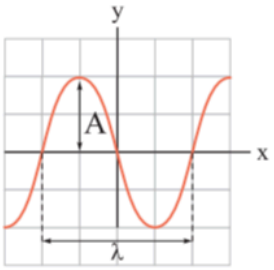
$$\Delta v=v_2-v_1=3-2/4=0/6m/s$$

تندی انتشار موج، $0/6m/s$ افزایش می‌یابد.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۲۰** **گام اول:** با محاسبهٔ طول موج به کمک نمودار، تندی انتشار موج را برحسب تقسیم‌بندی‌های روی محور x به دست می‌آوریم:

هر تقسیم‌بندی روی محور x را L در نظر می‌گیریم.




$$\lambda=Tv \Rightarrow 4L=T\times v \Rightarrow v=\frac{4L}{T}$$

**گام دوم:** بیشینهٔ تندی هر یک از ذرات موج از رابطهٔ $v_{max}=A\omega$ به دست می‌آید:

$$v_{max}=A\omega=A\times(\frac{2\pi}{T})=2L\times\frac{2\pi}{T}=\frac{4\pi L}{T}$$

**گام سوم:** نسبت بیشینهٔ تندی ذرات طناب به تندی انتشار موج را به دست می‌آوریم:

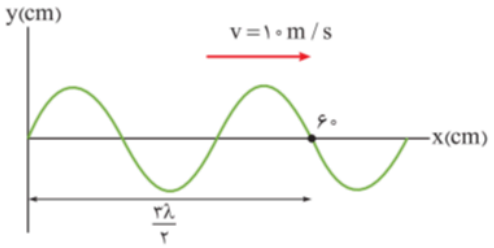
$$\frac{v_{max,\ ذرات\ موج}}{v_{انتشار\ موج}}=\frac{\frac{4\pi L}{T}}{\frac{4L}{T}}=\pi$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۳۲۱** **گام اول:** به کمک نمودار، طول موج $(\lambda)$ را به دست می‌آوریم، سپس با رابطهٔ $\lambda = Tv$ دورهٔ تناوب موج را به دست می‌آوریم:

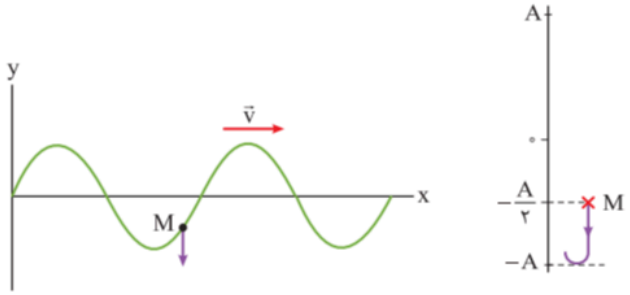



$$\frac{۳\lambda}{۲} = ۶۰\,cm \Rightarrow ۳\lambda = ۱۲۰\,cm \Rightarrow \lambda = ۴۰\,cm = ۰/۴\,m$$

$$\lambda = Tv \Rightarrow ۰/۴ = T \times ۱۰ \Rightarrow T = ۰/۰۴\,s$$

**گام دوم:** با توجه به جهت انتشار موج عرضی، جهت حرکت ذرهٔ M را مشخص می‌کنیم. سپس مدت‌زمان لازم برای رسیدن ذره به نقطهٔ بازگشت $(a_{max})$ را به دست می‌آوریم:

دقت کنید که هر ذره، حرکت ذرهٔ قبل خود را تکرار می‌کند.




مدت‌زمانی که طول می‌کشد تا ذرهٔ نوسانگر از مکان $x = \pm\frac{A}{۲}$ به نزدیک‌ترین نقطهٔ بازگشت برسد، برابر با $\frac{T}{۶}$ است؛ بنابراین داریم:

$$\Delta t = \frac{T}{۶} = \frac{\frac{۴}{۱۰۰}}{۶} = \frac{۴}{۶۰۰} = \frac{۱}{۱۵۰}\,s$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۲۲** طول موج AM از طول موج FM، بزرگ‌تر است. $(\lambda_{AM} > \lambda_{FM})$ (نادرستی «ت»)

بسامد موج AM از بسامد موج FM، کم‌تر است $(f_{AM} < f_{FM})$؛ بنابراین دورهٔ تناوب موج AM بیشتر از دورهٔ تناوب موج FM است. $(T_{AM} > T_{FM})$ (درستی «الف» و نادرستی «ب»)

تندی انتشار همهٔ امواج الکترومغناطیسی در خلأ، ثابت و برابر $۳ \times ۱۰^{۸}\,m/s$ است. تندی انتشار موج الکترومغناطیسی در خلأ از رابطهٔ $c = \frac{۱}{\sqrt{\mu_۰ \varepsilon_۰}}$ به دست می‌آید. (نادرستی «پ»)

بنابراین تنها، گزارهٔ «الف» صحیح است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۲۳** **گام اول:** ابتدا طول موج و تندی انتشار موج در سطح آب را به دست می‌آوریم:

$$\frac{\lambda}{۲}=۱۶ \Rightarrow \lambda=۳۲\,cm=۰/۳۲\,m$$

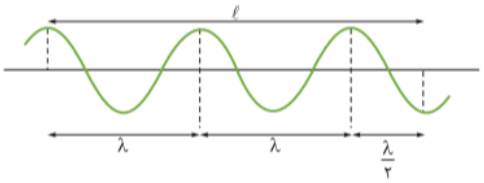
$$v=f\lambda \xrightarrow[\lambda=۰/۳۲m]{f=۲/۵Hz} v=۲/۵\times۰/۳۲=۰/۸\,m/s$$

**گام دوم:** در محل کم‌عمق، تندی انتشار موج و طول موج را در سطح آب محاسبه می‌کنیم:

$$v_۲=v_۱-۰/۲ \xrightarrow{v_۱=۰/۸m/s} v_۲=۰/۸-۰/۲=۰/۶\,m/s$$

$$\lambda_۲=\frac{v_۲}{f_۲} \xrightarrow[f_۲=۲/۵Hz]{v_۲=۰/۶m/s} \lambda_۲=\frac{۰/۶}{۲/۵}=۰/۲۴\,m=۲۴\,cm$$

**گام سوم:** فاصلهٔ یک برآمدگی تا سومین فرورفتگی را در محل کم‌عمق پیدا می‌کنیم:




$$\ell=\frac{۵\lambda}{۲} \xrightarrow{\lambda=۲۴cm} \ell=۶۰\,cm$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۲۴** با استفاده از رابطهٔ $\Delta t=\frac{\Delta x}{v}$، زمان پیمودن فاصلهٔ مورد نظر توسط هر یک از دو موج را پیدا می‌کنیم. 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:

$$\Delta t=\frac{\Delta x}{v_S}-\frac{\Delta x}{v_P}=\frac{(v_P-v_S)\Delta x}{v_S v_P} \Rightarrow \Delta x=\frac{v_S v_P}{v_P-v_S}\Delta t \xrightarrow[\Delta x=۱۰۸۰km\,,\,\Delta t=۱/۵min=۹۰s]{v_S=v_P-۰/۴v_P=۰/۶v_P} ۱۰۸۰=\frac{۰/۶v_P\times v_P}{v_P-۰/۶v_P}\times۹۰$$

$$\Rightarrow ۱۰۸۰=\frac{۰/۶v_P^۲}{۰/۴v_P}\times۹۰ \Rightarrow ۱۰۸۰=\frac{۳}{۲}v_P\times۹۰ \Rightarrow v_P=۸\,km/s$$

$$v_S=۰/۶v_P \xrightarrow{v_P=۸\,km/s} v_S=۰/۶\times۸=۴/۸\,km/s$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۲۵** **گام اول:** با توجه به تصویر موج‌های داده‌شده و نیز یکسان‌بودن تندی انتشار هر سه موج که در یک محیط منتشر می‌شوند، داریم:

$$f=\frac{v}{\lambda} \xrightarrow{v_B=v_C} \frac{f_C}{f_B}=\frac{\lambda_B}{\lambda_C} \xrightarrow{\lambda_B=۱/۵\lambda_C} \frac{f_C}{f_B}=\frac{۳}{۲}$$

پس عبارت «الف» درست است.

$$f=\frac{v}{\lambda} \xrightarrow{v_A=v_C} \frac{f_C}{f_A}=\frac{\lambda_A}{\lambda_C} \xrightarrow{\lambda_A=۲\lambda_C} \frac{f_C}{f_A}=۲ \xrightarrow{T=\frac{۱}{f}} \frac{T_A}{T_C}=۲$$

بنابراین عبارت «پ» نادرست است. همین‌جا معلوم می‌شود که ۲ صحیح است.

**گام دوم:** نسبت توان متوسط یک موج سینوسی مکانیکی یا مقدار متوسط آهنگ انتقال انرژی آن‌ها را به دست می‌آوریم:

$$\frac{(P_{av})_C}{(P_{av})_A}=(\frac{A_C}{A_A})^۲\times(\frac{f_C}{f_A})^۲ \xrightarrow[f_C=۲f_A]{A_A=۲A_C} \frac{(P_{av})_C}{(P_{av})_A}=(\frac{A_C}{۲A_C})^۲\times(\frac{۲f_A}{f_A})^۲=\frac{۱}{۴}\times۴=۱$$

بنابراین عبارت «ب» نادرست است.

$$f=\frac{v}{\lambda} \xrightarrow{v_A=v_B} \frac{f_A}{f_B}=\frac{\lambda_B}{\lambda_A} \xrightarrow{\lambda_B=\frac{۳}{۴}\lambda_A} =\frac{f_A}{f_B}=\frac{۳}{۴}$$

$$\frac{(P_{av})_A}{(P_{av})_B}=(\frac{A_A}{A_B})^۲\times(\frac{f_A}{f_B})^۲ \xrightarrow[f_A=\frac{۳}{۴}f_B]{A_A=\frac{۲}{۳}A_B} \frac{(P_{av})_A}{(P_{av})_B}=(\frac{\frac{۲}{۳}A_B}{A_B})^۲\times(\frac{\frac{۳}{۴}f_B}{f_B})^۲=\frac{۴}{۹}\times\frac{۹}{۱۶}=\frac{۱}{۴}$$

پس عبارت «ت» درست است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۳۲۶** **گام اول:** تندی انتشار موج در طناب را به دست می‌آوریم:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}} \xrightarrow[\mu=۲۰g/m=۲\times۱۰^{-۲}kg/m]{F=۵۰N} v=\sqrt{\frac{۵۰}{۲\times۱۰^{-۲}}}=\sqrt{۲۵۰۰}=۵۰\,m/s$$

**گام دوم:** با توجه به تصویر موج داده‌شده، طول موج و با استفاده از آن، دورهٔ تناوب موج را حساب می‌کنیم:

$$\frac{۳}{۲}\lambda=۶۰ \Rightarrow \lambda=۴۰cm=۰/۴m$$

$$\lambda=Tv \xrightarrow[v=۵۰m/s]{\lambda=۰/۴m} ۰/۴=T\times۵۰ \Rightarrow T=\frac{۴}{۵۰۰}=۸\times۱۰^{-۳}s=۸ms$$

$$\Delta t=۱۲ms \xrightarrow{\frac{T}{۲}=۴ms} \Delta t=۳\times\frac{T}{۲}$$

**گام سوم:** هر ذره از محیط، در مدت نصف دوره $(\frac{T}{۲})$ مسافتی به اندازهٔ دو برابر دامنه $(۲A)$ را می‌پیماید. بنابراین مسافت طی‌شده در بازهٔ زمانی $\Delta t=۳\times\frac{T}{۲}$ برابر است با:

$$\ell=۳(۲A) \xrightarrow{A=۴cm} \ell=۶\times۴=۲۴cm$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۲۷** موارد «الف» تا «ت» را به ترتیب بررسی می‌کنیم:

الف) عموماً صوت در جامدها سریع‌تر از مایع‌ها و در مایع‌ها سریع‌تر از گازها حرکت می‌کند، ولی استثناهایی نیز وجود دارد؛ بنابراین همواره درست نیست و عبارت «الف» نادرست است.

ب) شدت یک موج صوتی $(I)$ در یک سطح، برابر با آهنگ متوسط انرژی‌ای است که توسط موج به واحد سطح، عمود بر راستای انتشار صوت می‌رسد یا از آن عبور می‌کند. در عبارت «ب» به جای آهنگ متوسط انرژی یا توان از انرژی استفاده شده که نادرست است.

پ) شدت صوت را می‌توان با یک آشکارساز اندازه گرفت، اما بلندی چیزی است که گوش ما حس می‌کند و ممکن است برای افراد مختلف یکسان نباشد؛ پس نمی‌توان آن را با یک آشکارساز اندازه گرفت و عبارت «پ» نادرست است.

ت) گرچه گوش انسان قادر به شنیدن تُن‌های صدای $20\,Hz$ تا $20000\,Hz$ است، اما بیشترین حساسیت گوش انسان به بسامدهایی در گسترهٔ $2000\,Hz$ تا $5000\,Hz$ است؛ بنابراین عبارت «ت» نیز نادرست است.

با بررسی عبارت‌ها معلوم می‌شود که هر چهار عبارت نادرست هستند و ۴ را انتخاب می‌کنیم.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۲۸** **گام اول:** تراز شدت صوت را در حالت اول به دست می‌آوریم:

$$\beta_1 = 10\log\left(\frac{I_1}{I_0}\right) \xrightarrow[I_0=10^{-6}\,\mu W/m^2=10^{-12}\,W/m^2]{I_1=10^{-8}\,W/m^2} \beta_1 = 10\log\frac{10^{-8}}{10^{-12}} \Rightarrow \beta_1 = 10\log 10^4 = 40\,dB$$

**گام دوم:** تراز شدت صوت در حالت دوم را محاسبه می‌کنیم و از آن‌جا شدت صوت را به دست می‌آوریم:

$$\beta_2 = 1/5\beta_1 \xrightarrow{\beta_1=40\,dB} \beta_2 = 1/5\times 40 = 60\,dB$$

$$\beta_2 = 10\log\left(\frac{I_2}{I_0}\right) \xrightarrow[I_0=10^{-12}\,W/m^2]{\beta_2=60\,dB} 60 = 10\log\left(\frac{I_2}{10^{-12}}\right) \Rightarrow \log\left(\frac{I_2}{10^{-12}}\right) = 6 = \log 10^6 \Rightarrow \frac{I_2}{10^{-12}} = 10^6$$

$$\Rightarrow I_2 = 10^{-6}\,W/m^2$$

**گام سوم:** با استفاده از مورد (۲) درس‌نامه و توجه به این‌که در این‌جا فقط فاصله تغییر کرده است، داریم:

$$\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \xrightarrow[I_1=10^{-8}\,W/m^2]{I_2=10^{-6}\,W/m^2\ ,\ r_1=200\,m} \frac{10^{-6}}{10^{-8}} = \left(\frac{200}{r_2}\right)^2 \Rightarrow 10 = \frac{200}{r_2} \Rightarrow r_2 = 20\,m$$

$$\Rightarrow \Delta r = r_2 - r_1 = 20 - 200 = -180\,m$$

یعنی فاصله از چشمهٔ صوت باید $180\,m$ کاهش یابد تا تراز شدت صوت دریافتی $1/5$ برابر شود.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۲۹** **گام اول:** شدت صوتی را که در حالت آرمانی به گوش شنونده می‌رسد $(I)$، محاسبه می‌کنیم:

$$I=\frac{P_{av}}{A}=\frac{P_{av}}{4\pi r^2} \xrightarrow[\pi=3\ ,\ r=50\,m]{P_{av}=60mW=6\times10^{-2}W} I=\frac{6\times10^{-2}}{4\times3\times50^2} \Rightarrow I=\frac{10^{-2}}{5000} \Rightarrow I=2\times10^{-6}\,W/m^2=2\mu W/m^2$$

**گام دوم:** شدت صوتی را که در حالت واقعی به گوش شنونده رسیده است $(I')$، محاسبه می‌کنیم:

$$\beta=10\log(\frac{I'}{I_0}) \xrightarrow[I_0=10^{-6}\,\mu W/m^2=10^{-12}\,W/m^2]{\beta=56\,dB} 56=10\log(\frac{I'}{10^{-12}})$$

$$\Rightarrow \log(\frac{I'}{10^{-12}})=5/6=5+0/6=\log10^5+2\log2=\log10^5+\log2^2=\log(4\times10^5) \Rightarrow \frac{I'}{10^{-12}}=4\times10^5$$

$$\Rightarrow I'=4\times10^{-7}=0/4\times10^{-6}\,W/m^2=0/4\mu W/m^2$$

**گام سوم:** درصد تغییر انرژی را به دست می‌آوریم:

$$\frac{I'-I}{I}\times100=\frac{0/4-2}{2}\times100=\%-80$$

علامت منفی نشان‌دهندهٔ کاهش انرژی است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۳۰** **گام اول:** از آن‌جا که منبع صوت ساکن است، طول موج دریافتی توسط شخص با طول موج واقعی منبع صوت یکسان و ثابت است؛ بنابراین موارد «پ» و «ت» رد می‌شوند.

**گام دوم:** چون شنونده در حال دورشدن از منبع صوت است، بسامد دریافتی توسط او کم‌تر از بسامد منبع است و چون حرکت شنونده با سرعت ثابت است، به تدریج با دورترشدن شخص از منبع صوت، بسامد دریافتی تغییر نمی‌کند، یعنی مورد «الف» رد و مورد «ب» تایید می‌شود؛ بنابراین ۴ صحیح است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۳۱** مطابق شکل زیر، هر چه به سمت راست پیش می‌رویم، بسامد موج افزایش و طول موج و دورهٔ تناوب کاهش می‌یابد.

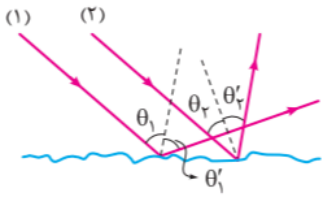



از طرفی تندی انتشار تمام امواج الکترومغناطیسی در خلأ یکسان است.

بنابراین ۱ درست است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۳۲** **پاسخ تشریحی** مطابق شکل مقابل اگر اختلاف زاویه‌های تابش اولیه ۳۰ درجه باشد $(\theta_1-\theta_2=30^\circ)$




طبق قانون بازتاب عمومی داریم:

$$\theta_1=\theta_1'$$

$$\theta_2=\theta_2'$$

$$\theta_1'-\theta_2'=30^\circ$$

بنابراین اختلاف زاویه‌های بازتابش هم برابر با همان ۳۰ درجه است.

از طرفی زمانی که دو پرتوی موازی به یک مانع تابیده می‌شود و به صورت غیرموازی، بازتاب می‌شوند، یعنی ابعاد ناهمواری‌های مانع از طول موج پرتوی فرودی بزرگ‌تر است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۳۳۳** **پاسخ تشریحی** طبق درس‌نامهٔ گفته‌شده برای این‌که زاویهٔ انحراف پرتوی بازتاب نهایی با پرتوی تابش اولیه $180^\circ$ شود، داریم:

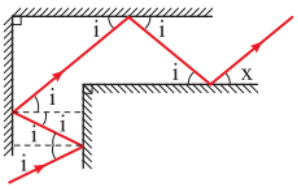
$$\frac{\theta_{i,1}}{\alpha}=n \xrightarrow{\theta_{i,1}=80^\circ} \frac{80}{\alpha}=n \Rightarrow \alpha=\frac{80}{n} \Rightarrow$$

| $n$ | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۸ |
|---|---|---|---|---|---|
| $\alpha$ | $80^\circ$ | $40^\circ$ | $26/7^\circ$ | $20^\circ$ | $10^\circ$ |

بنابراین کم‌ترین مقدار تغییرات زاویهٔ بین دو آینه $(\alpha)$ زمانی است که این زاویه از $35^\circ$ به $40^\circ$ برسد؛ یعنی $5^\circ$ افزایش یابد.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۳۴** **پاسخ تشریحی** **گام اول:** ابتدا رابطهٔ زاویهٔ $\hat{x}$ با زاویهٔ $\hat{i}$ را پیدا می‌کنیم. مطابق شکل زیر داریم:




طبق قانون بازتاب عمومی و هم‌چنین برابربودن زاویهٔ حادهٔ ایجادشده از دو خط موازی و یک خط مورب، درمی‌یابیم که زاویهٔ $\hat{x}$ با زاویهٔ $\hat{i}$ برابر است.

**گام دوم:** با توجه به برابری زاویهٔ $\hat{x}$ با زاویهٔ $\hat{i}$ درمی‌یابیم که اگر زاویهٔ $\hat{i}$، ۱۰ درجه افزایش یابد، زاویهٔ $x$ هم، ۱۰ درجه افزایش می‌یابد.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

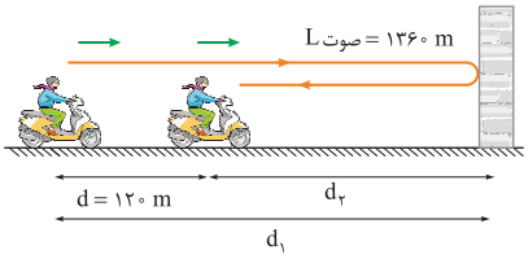
**۳۳۵** **پاسخ تشریحی** **گام اول:** از لحظهٔ شلیک تیر تا زمانی که پژواک آن به گوش موتورسوار می‌رسد، مسافتی که صوت در هوا طی می‌کند را به دست می‌آوریم:

$$v_{صوت}=\frac{L}{\Delta t} \xrightarrow[\Delta t=4s]{v_{صوت}=340m/s} 340=\frac{L}{4} \Rightarrow L=1360\ m$$

**گام دوم:** مسافتی که موتورسوار در مدت $4s$ طی می‌کند را هم به دست می‌آوریم:

$$v=\frac{d}{\Delta t} \xrightarrow[\Delta t=4s]{v=30m/s} 30=\frac{d}{4} \Rightarrow d=120\ m$$

**گام سوم:** حال با توجه به شکل زیر، فاصلهٔ موتورسوار از دیوار در لحظهٔ شلیک تیر $(d_1)$ را حساب می‌کنیم:



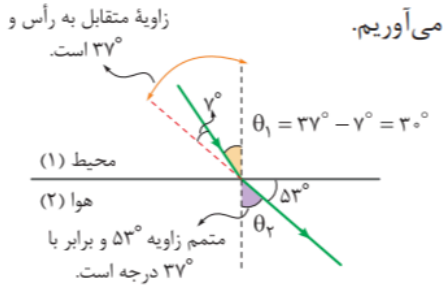

$$L_{صوت}=d+2d_2 \Rightarrow 1360=120+2d_2$$
$$\Rightarrow d_2=620\ m$$
$$d_1=d_2+d$$
$$\Rightarrow d_1=620+120=740\ m$$

**تکنیک** فاصلهٔ اولیهٔ موتورسوار از دیوار بیشتر از فاصلهٔ نهایی او از دیوار است. پس فاصلهٔ اولیه از نصف مسافتی که صوت طی کرد، $(\frac{L}{2})$ بیشتر است. یعنی جواب باید از $\frac{1360}{2}=680\ m$ بیشتر باشد. پس فقط ۴ می‌تواند درست باشد.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)


SanjeshCloud

**۳۳۶** **پاسخ تشریحی** **گام اول:** به کمک رابطهٔ $\frac{\lambda_2}{\lambda_1}=\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}$، طول موج در محیط (۲) را به دست می‌آوریم.




$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1}=\frac{\sin ۳۷^\circ}{\sin ۳۰^\circ}\xrightarrow{\lambda_1=\lambda_2-۱۰۰\,nm}\frac{\lambda_2}{\lambda_2-۱۰۰}=\frac{۰/۶}{۰/۵}\Rightarrow\frac{\lambda_2}{\lambda_2-۱۰۰}=\frac{۶}{۵}$$

$$\Rightarrow ۵\lambda_2=۶\lambda_2-۶۰۰\Rightarrow\lambda_2=۶۰۰\,nm$$

**گام دوم:** بسامد نور را به کمک رابطهٔ $\lambda=\frac{v}{f}$ در محیط (۲) به دست می‌آوریم:

$$\lambda_2=\frac{c}{f}\Rightarrow ۶۰۰\times۱۰^{-۹}=\frac{۳\times۱۰^{۸}}{f}\Rightarrow f=\frac{۳\times۱۰^{۸}}{۶\times۱۰^{-۷}}=۰/۵\times۱۰^{۱۵}\,Hz=۵\times۱۰^{۱۴}\,Hz$$

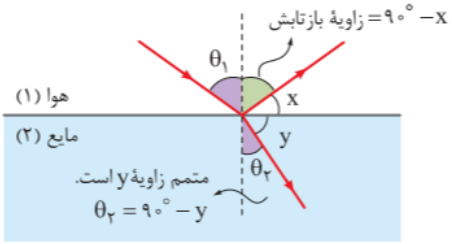
(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

**۳۳۷** **پاسخ تشریحی** **گام اول:** به کمک رابطهٔ $\lambda=\frac{v}{f}$، طول موج پرتو در ناحیهٔ (۱) را به دست می‌آوریم:

$$\lambda_1=\frac{v_1}{f}\xrightarrow{v_1=c=۳\times۱۰^{۸}\,m/s}\lambda_1=\frac{۳\times۱۰^{۸}}{۴\times۱۰^{۱۵}}=۰/۷۵\times۱۰^{-۷}\,m=۷۵\times۱۰^{-۹}\,m=۷۵\,nm$$

**حواستون باشه** با عبور موج از یک محیط به محیط دیگر، بسامد موج و دورهٔ تناوب آن ثابت می‌ماند، ولی طول موج و تندی انتشار موج تغییر می‌کند. مراقب باشید در دام تستی ۱ نیفتید.

**گام دوم:** به کمک رابطهٔ $\frac{\lambda_2}{\lambda_1}=\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}$، طول موج در محیط (۲) را به دست می‌آوریم:




زاویهٔ تابش با زاویهٔ بازتابش برابر است، بنابراین $\theta_1=۹۰^\circ-x$ است.

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1}=\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}\Rightarrow\frac{\lambda_2}{۷۵}=\frac{\sin(۹۰^\circ-y)}{\sin(۹۰^\circ-x)}$$

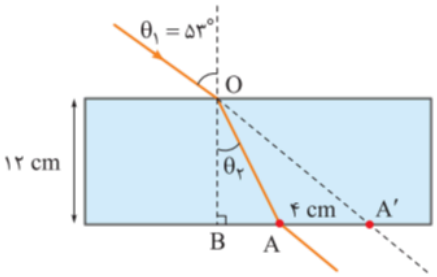
$$\xrightarrow{\sin(۹۰^\circ-y)=\cos y,\sin(۹۰^\circ-x)=\cos x}\frac{\lambda_2}{۷۵}=\frac{\cos y}{\cos x}=\frac{۳}{۴}\Rightarrow\lambda_2=۵۶/۲۵\,nm$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۳۸ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** به کمک شکل مقابل که در آن، مسیر پرتو شکسته‌شده و امتداد پرتو تابش در محیط (۲) مشخص شده است، زاویهٔ شکست $(\theta_2)$ را به دست می‌آوریم:




زاویهٔ $BOA'$ با زاویهٔ $\theta_1$، متقابل به رأس است. اندازهٔ ضلع $BA'$ را به دست می‌آوریم:

$$\tan(BOA') = \tan(۵۳^\circ) = \frac{BA'}{BO}$$

$$\Rightarrow \frac{BA'}{۱۲} = \frac{۴}{۳} \Rightarrow BA' = ۱۶\,cm$$

از آن‌جا که $AA' = ۴\,cm$ است؛ بنابراین طول $BA = ۱۲\,cm$ است.

حال در مثلث $BOA$، طول مسیر $OA$ و $\sin\theta_2$ را به دست می‌آوریم:

$$OA = \sqrt{AB^2 + BO^2} = \sqrt{۱۲^2 + ۱۲^2} = ۱۲\sqrt{۲}\,cm$$

$$\sin\theta_2 = \frac{AB}{OA} = \frac{۱۲}{۱۲\sqrt{۲}} = \frac{\sqrt{۲}}{۲} \Rightarrow \theta_2 = ۴۵^\circ$$

**گام دوم:** به کمک رابطهٔ $\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1} = \frac{v_2}{v_1}$، تندی انتشار موج در محیط دوم را به دست می‌آوریم:

$$\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1} = \frac{v_2}{c} \Rightarrow \frac{\frac{\sqrt{۲}}{۲}}{\sin(۵۳^\circ)} = \frac{v_2}{۳\times۱۰^8} \Rightarrow v_2 = \frac{۳\times۱۰^8 \times \frac{\sqrt{۲}}{۲}}{۰/۸} = \frac{۱۵\sqrt{۲}}{۸}\times۱۰^8\,m/s$$

**گام سوم:** حالا نوبت آن است که مدت‌زمان پیمودن مسیر $OA$ را به دست آوریم:

$$\Delta t = \frac{L_{OA}}{v} \Rightarrow \Delta t = \frac{۱۲\sqrt{۲}\times۱۰^{-2}}{\frac{۱۵\sqrt{۲}}{۸}\times۱۰^8} = \frac{۹۶}{۱۵}\times۱۰^{-10}\,s = \frac{۹۶۰۰}{۱۵}\,ps = ۶۴۰\,ps$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

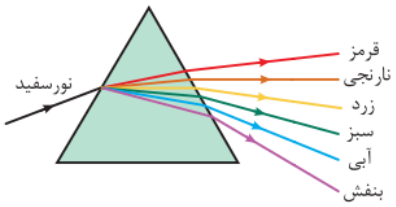
۳۳۹ **پاسخ تشریحی** تک‌تک گزاره‌ها را بررسی می‌کنیم.

الف) نادرست؛ در متن کتاب درسی هم مطرح شده است که نه‌تنها می‌توان سراب را دید؛ بلکه می‌توان از آن عکس هم گرفت.

ب) نادرست؛ با افزایش دمای هوا، ضریب شکست کاهش یافته و تندی نور افزایش می‌یابد.

پ) نادرست؛ ضریب شکست محیط هیچ ربطی به طول موج نور در آن محیط ندارد.

ت) نادرست؛ طبق آن‌چه در شکل به تصویر کشیده شده است، باریکهٔ نور سفید پس از تابیده‌شدن به منشور شیشه‌ای به ۶ مؤلفهٔ رنگی خود پاشیده می‌شود که در بین آن‌ها، نور بنفش بیشترین انحراف را دارد.

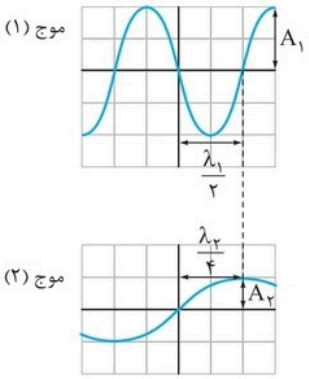



(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۴۰ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** ابتدا به کمک نمودارها، طول موج و دامنهٔ موج‌ها را با هم مقایسه می‌کنیم.




$$A_1 = 2A_2$$

$$\frac{\lambda_1}{2} = \frac{\lambda_2}{4} \Rightarrow 2\lambda_1 = \lambda_2$$

**گام دوم:** هر دو ریسمان مشابه بوده و نیروی کشش آن‌ها یکسان است، بنابراین تندی انتشار هر دو موج با هم برابر است:

$$v_1 = v_2 \xrightarrow{v=\frac{\lambda}{T}} \frac{\lambda_1}{T_1} = \frac{\lambda_2}{T_2} \xrightarrow{2\lambda_1=\lambda_2} \frac{\lambda_1}{T_1} = \frac{2\lambda_1}{T_2} \Rightarrow T_2 = 2T_1$$

**گام سوم:** اختلاف دورهٔ تناوب دو موج $\Delta t$ را به دست می‌آوریم:

$$\Delta t = T_2 - T_1 = 2T_1 - T_1 = T_1$$

**گام چهارم:** تندی متوسط ذرهٔ M در ریسمان (۱) را در مدت‌زمان $\Delta t = T_1$ به دست می‌آوریم. در مدت‌زمان $T_1$، ذرهٔ M یک نوسان کامل انجام می‌دهد و مسافت $4A_1$ را می‌پیماید.

$$s_{av_1} = \frac{\ell_1}{\Delta t} = \frac{4A_1}{T_1}$$

**گام پنجم:** تندی متوسط ذرهٔ N در ریسمان (۲) را در مدت‌زمان $\Delta t = T_1 = \frac{T_2}{2}$ به دست می‌آوریم. در مدت‌زمان $\frac{T_2}{2}$، ذرهٔ N نصف نوسان کامل را انجام می‌دهد و مسافت $2A_2$ را می‌پیماید.

$$s_{av_2} = \frac{\ell_2}{\Delta t} = \frac{2A_2}{T_1} \xrightarrow{A_2=\frac{A_1}{2}} s_{av_2} = \frac{A_1}{T_1}$$

**گام ششم:** نسبت تندی متوسط ذرهٔ M به تندی متوسط ذرهٔ N را در مدت $\Delta t$ به دست می‌آوریم:

$$\frac{s_{av,1}}{s_{av,2}} = \frac{\frac{4A_1}{T_1}}{\frac{A_1}{T_1}} = 4$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۴۱ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** تندی انتشار موج در یک محیط، فقط به ویژگی‌های فیزیکی محیط انتشار موج وابسته است؛ بنابراین با تغییر دورهٔ تناوب موج، تندی انتشار موج تغییر نمی‌کند و طبق رابطهٔ $\lambda = Tv$ داریم:

$$\frac{\lambda_1}{2} - \frac{\lambda_2}{2} = 20\,cm \Rightarrow \lambda_1 - \lambda_2 = 40\,cm$$

$$v = \frac{\lambda}{T} \xrightarrow{\text{محیط انتشار موج تغییر نکرده و v ثابت است.}} v = \frac{\lambda_1}{T_1} = \frac{\lambda_2}{T_2} = \frac{\Delta\lambda}{\Delta T} \quad \begin{matrix}\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1 = -0/4\,m \\ \Delta T = T_2 - T_1 = -0/04\,s\end{matrix} \quad v = \frac{-0/4}{-0/04} = 10\,m/s$$

فاصلهٔ بین قله از درهٔ مجاور آن بیانگر نصف طول موج است.

**گام دوم:** حال به کمک رابطهٔ $v = \sqrt{\frac{FL}{m}}$، نیروی کشش فنر را به دست می‌آوریم:

$$v = \sqrt{\frac{FL}{m}} \Rightarrow 10 = \sqrt{\frac{F \times 3}{0/15}} \xrightarrow{\text{به توان ۲ می‌رسانیم}} 100 = \frac{3F}{0/15} \Rightarrow F = 5N$$

**دام تستی** اگر تغییرات طول موج $(\Delta\lambda)$ را $-20\,cm$ در نظر می‌گرفتیم، آن‌گاه تندی انتشار موج $5\,m/s$ شُده و نیروی کشش فنر $25N$ به دست می‌آمد؛ در این صورت [۱] به عنوان دام منتظر ما بود.

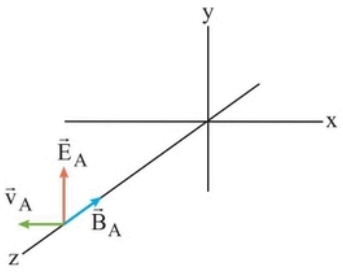
(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۴۲

**پاسخ تشریحی** **گام اول:** طبق قاعدهٔ دست راست، جهت انتشار موج A را در لحظهٔ نشان‌داده‌شده مشخص می‌کنیم. (در مورد قاعدهٔ دست راست تو درس‌نامه مفصل صحبت کردیم.)



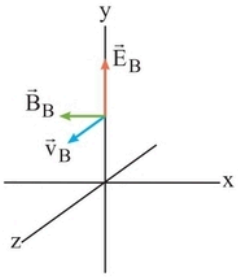

موج الکترومغناطیس A در این لحظه در خلاف جهت محور x $(-x)$ منتشر می‌شود.

**گام دوم:** از آن‌جا که دو موج الکترومغناطیس A و B هم‌زمان انرژی را به صورت عمود بر هم انتقال می‌دهند و در لحظهٔ نشان داده شده، موج A در راستای محور x منتشر می‌شود؛ بنابراین انتشار موج B باید در راستای y یا z منتشر شود.

حالا سؤال این است راستای y را بپذیریم یا راستای z را؟

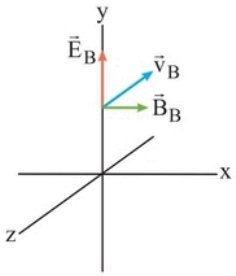
با توجه به این‌که امواج الکترومغناطیسی، عرضی هستند، پس راستای انتشار آنها بر میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی عمود است. بنابراین نمی‌توانیم راستای y را به عنوان راستای انتشار موج B قبول کنیم، زیرا در این لحظه میدان الکتریکی موج در راستای محور y است، در نتیجه راستای محور z مورد قبول است (رد ۱ و ۴). حال باید هر دو جهت مثبت و منفی محور z را جداگانه بررسی کنیم (به کلمه می‌تواند در صورت سؤال توجه کنید.)

**گام سوم:** جهت انتشار موج B را در جهت مثبت محور z در نظر می‌گیریم و به کمک قاعدهٔ دست راست، جهت میدان مغناطیسی را مشخص می‌کنیم:




اگر جهت انتشار موج را در جهت محور z در نظر بگیریم، میدان مغناطیسی در خلاف جهت محور x خواهد بود. یعنی ۳ درست است.

**گام چهارم:** جهت انتشار موج B را در خلاف جهت محور z در نظر می‌گیریم و به کمک قاعدهٔ دست راست، جهت میدان مغناطیسی را مشخص می‌کنیم.



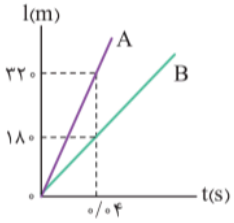

اگر جهت انتشار موج را خلاف جهت محور z در نظر بگیریم، میدان مغناطیسی در جهت محور x خواهد بود. یعنی ۲ نادرست است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۴۳ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** به کمک شیب نمودار مسافت – زمان، تندی انتشار امواج را به دست می‌آوریم. توجه کنید نموداری که شیب بیشتری دارد، مربوط به موج اولیهٔ (P) است؛ چون تندی آن از موج ثانویهٔ (S) بیشتر است.




$$v_P = A \text{ خط شیب} = \frac{۳۲۰}{۰/۰۴} = ۸۰۰۰ \, m/s$$

$$v_S = B \text{ خط شیب} = \frac{۱۸۰}{۰/۰۴} = ۴۵۰۰ \, m/s$$

**گام دوم:** با توجه به این‌که فاصلهٔ مرکز زمین‌لرزه تا محل لرزه‌نگار ۱۴۴ km است، مدت‌زمانی که طول می‌کشد تا موج اولیه (P) و موج ثانویه (S) از مرکز زمین‌لرزه به لرزه‌نگار برسند را به دست می‌آوریم:

$$l = v_P t_P \Rightarrow ۱۴۴۰۰۰ = ۸۰۰۰ \times t_P \Rightarrow t_P = ۱۸ \, s \Rightarrow$$ درستی «ت»

$$l = v_S t_S \Rightarrow ۱۴۴۰۰۰ = ۴۵۰۰ \times t_S \Rightarrow t_S = ۳۲ s$$

بنابراین ۱۸s پس از وقوع زلزله، لرزه‌نگار موج اولیه (P، موج طولی) را ثبت می‌کند و ۳۲s پس از وقوع زلزله، لرزه‌نگار موج ثانویه (S، موج عرضی) را ثبت می‌کند.

به بیان دیگر، لرزه‌نگار ۱۴s(= ۳۲ − ۱۸) پس از دریافت اولین موج زمین‌لرزهٔ (P) اولین موج عرضی (S) را دریافت می‌کند. $(\Delta t = t_S - t_P = ۱۴ s)$.

(درستی «پ»)

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۳۴۴ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** به کمک رابطهٔ $\beta = ۱۰ \log(\frac{I}{I_0})$، شدت صوت رسیده به پنجره را به دست می‌آوریم:

$$\beta = ۱۰ \log(\frac{I}{I_0}) \Rightarrow ۷۵ = ۱۰ \log(\frac{I}{I_0}) \Rightarrow ۷/۵ = \log(\frac{I}{۱۰^{-۱۲}})$$

$$\Rightarrow ۷/۵ = \log I - \log(۱۰^{-۱۲}) \Rightarrow ۷/۵ = \log I + ۱۲ \log ۱۰ \Rightarrow -۴/۵ = \log I$$

$$\Rightarrow I = ۱۰^{-۴/۵} = ۱۰^{-\frac{۹}{۲}} = \sqrt{۱۰^{-۹}} = \sqrt{۱۰ \times ۱۰^{-۱۰}} = \sqrt{۱۰} \times ۱۰^{-۵} \frac{W}{m^۲}$$

**گام دوم:** حال با استفاده از رابطهٔ $I = \frac{P_{av}}{A}$، آهنگ متوسط انرژی (توان متوسط) را به دست می‌آوریم:

$$I = \frac{P_{av}}{A} \Rightarrow \sqrt{۱۰} \times ۱۰^{-۵} = \frac{P_{av}}{۱/۵ \times ۲} \Rightarrow P_{av} = ۳\sqrt{۱۰} \times ۱۰^{-۵} W$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۴۵** **پاسخ تشریحی** **گام اول:** با توجه به این‌که فاصلهٔ شنونده از چشمهٔ صوت ۸ برابر شده است، نسبت شدت صوت در حالت دوم به حالت اول را به دست می‌آوریم:

$$I \propto \frac{A^2 f^2}{r^2} \xrightarrow{\text{فقط فاصله از چشمهٔ صوت تغییر کرده است.}} \frac{I_2}{I_1} = (\frac{r_1}{r_2})^2 = (\frac{r_1}{8r_1})^2 = \frac{1}{64}$$

**گام دوم:** از آن‌جا که فاصلهٔ شنونده از چشمهٔ صوت بیشتر شده، تراز شدت صوت کاهش یافته است *(منظور طراح از این‌که تراز شدت صوت ۷۵ درصد تغییر کرده اینه که ۷۵ درصد کم شده.)*

$$\beta_2 = 0/25\beta_1$$

**گام سوم:** از رابطهٔ $\Delta\beta = 10\log(\frac{I_2}{I_1})$ برای محاسبهٔ نسبت شدت صوت در حالت اول به شدت مرجع $(I_0)$ استفاده می‌کنیم *(دنبال $\frac{I_1}{I_0}$ هستیم.)*

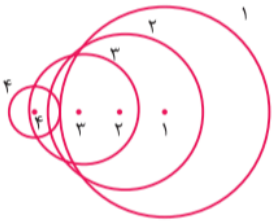
$$\Delta\beta = 10\log(\frac{I_2}{I_1}) \Rightarrow 0/25\beta_1 - \beta_1 = 10\log(\frac{1}{64}) \Rightarrow -\frac{3}{4}\beta_1 = -10\log(64)$$

$$\Rightarrow \frac{3}{4}\beta_1 = 10\log(64) \xrightarrow{\beta_1 = 10\log(\frac{I_1}{I_0})} \frac{3}{4} \times 10\log(\frac{I_1}{I_0}) = 10\log(64)$$

$$\Rightarrow \log(\frac{I_1}{I_0}) = \frac{4}{3}\log(64) = \log(64^{\frac{4}{3}}) \Rightarrow \frac{I_1}{I_0} = 64^{\frac{4}{3}} = (2^6)^{\frac{4}{3}} = 2^8 = 256$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۴۶** **پاسخ تشریحی** مطابق شکل، چشمه ابتدا موج (۱) را در مرکز (۱) و سپس موج (۲) را در مرکز (۲) و به همین ترتیب موج‌های بعدی را تولید می‌کند (موج‌ها با شعاع بزرگ‌تر، زودتر تولید شده‌اند.)




همان‌طور که مشخص است، چشمهٔ صوت در خلاف جهت محور x حرکت می‌کند (به ترتیب به مراکز امواج ۱، ۲، ۳ و ۴ توجه کنید.)

از آن‌جا که جبهه‌های موج جدید از جبهه‌های موج قدیمی جلوتر هستند، تندی حرکت چشمهٔ صوت از تندی انتشار صوت بیشتر است $(v_{\text{چشمه}} > v_{\text{صوت}})$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۴۷** **پاسخ تشریحی** **گام اول:** در وضعیت‌های a، b و c، ناظر و چشمه به هم نزدیک می‌شوند، بنابراین بسامد صوت دریافتی توسط ناظر بیشتر از حالت سکون چشمه است $(f_o > f_s)$ در وضعیت d که ناظر و چشمه از هم دور می‌شوند، بسامد صوت دریافتی توسط ناظر کم‌تر از حالت سکون چشمه است $(f_o < f_s)$؛ در نتیجه مورد «ب» نادرست است و ۱ و ۳ رد می‌شوند.

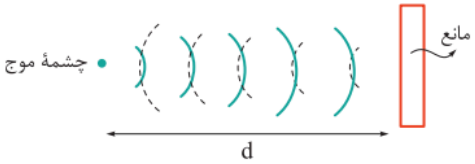
**گام دوم:** تنها در حالتی که چشمه ساکن است، طول موج در عقب و جلوی چشمه برابر است و تغییر نمی‌کند، بنابراین مورد «الف» نادرست است و ۲ هم رد می‌شود.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۳۴۸** **پاسخ تشریحی** **گام اول:** با توجه به بسامد موج ایجادشده توسط وال عنبر و طول موج آن، تندی انتشار موج را به دست می‌آوریم:

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow ۰/۰۲ = \frac{v}{۷۵\times۱۰^{۳}} \Rightarrow v = ۱۵۰۰ m/s$$

**گام دوم:** اگر فاصلهٔ مانع تا وال عنبر را $d$ فرض کنیم و زمان رفت و برگشت موج، $\Delta t = ۰/۱۲ s$ باشد، در این صورت موج مسافت $۲d$ را طی می‌کند تا به مانع بخورد و دوباره به چشمه (وال عنبر) برگردد. شکل زیر وضعیت چشمهٔ موج (وال عنبر) و مانع را نمایش می‌دهد.

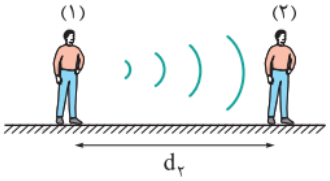



$$۲d = v\Delta t$$
$$\Rightarrow ۲d = ۱۵۰۰\times۰/۱۲$$
$$\Rightarrow ۲d = ۱۸۰ \Rightarrow d = ۹۰ m$$

**دام تستی** اگر به $۰/۱۲ s$ به عنوان زمان رفت و برگشت توجه نمی‌کردیم، آن‌گاه مسافت را $d$ در نظر می‌گرفتیم و جواب، به اشتباه $۱۸۰ m$ به دست می‌آمد.

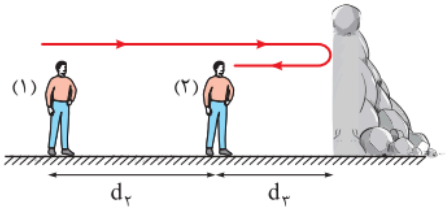
(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۴۹** **پاسخ تشریحی** **گام اول:** با توجه به این‌که صدای دانش‌آموز (۱) پس از $۰/۱ s$ مستقیماً به دانش‌آموز (۲) می‌رسد، فاصلهٔ دو شخص $(d_۲)$ را به دست می‌آوریم:



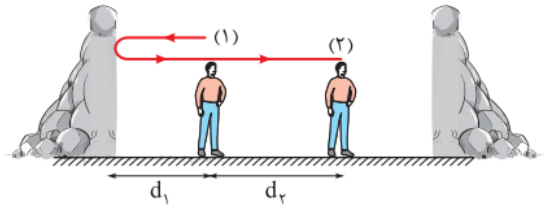

$$l = v_{صوت} \times t$$
$$\Rightarrow d_۲ = ۳۲۰\times۰/۱ = ۳۲ m$$

**گام دوم:** دانش‌آموز (۲)، $۰/۴ s$ پس از شنیدن صدا به صورت مستقیم ($۰/۵ s$ پس از صوت اولیه)، پژواک اول را می‌شنود. مسیر صوت در شکل زیر مشخص شده است:




$$l = v_{صوت} \times t$$
$$\Rightarrow (d_۲ + ۲d_۳) = ۳۲۰\times(۰/۴ + ۰/۱)$$
$$\Rightarrow ۳۲ + ۲d_۳ = ۱۶۰$$
$$\Rightarrow d_۳ = ۶۴ m$$

**گام سوم:** دانش‌آموز (۲)، $۰/۵ s$ پس از شنیدن صدای پژواک اول ($۱ s$ پس از صوت اولیه)، صدای پژواک دوم را می‌شنود. مسیر صوت در پژواک دوم به در شکل مقابل مشخص شده است:




$$l = v_{صوت} \times t$$
$$\Rightarrow (۲d_۱ + d_۲) = ۳۲۰\times۱ \Rightarrow ۲d_۱ + ۳۲ = ۳۲۰$$
$$\Rightarrow d_۱ = ۱۴۴ m$$

**گام چهارم:** فاصلهٔ دو صخره را به دست می‌آوریم.

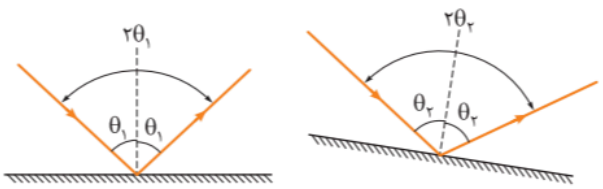
$$\text{فاصلهٔ دو صخره} = d_۱ + d_۲ + d_۳ = ۱۴۴ + ۳۲ + ۶۴ = ۲۴۰ m$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۵۰** **پاسخ تشریحی**

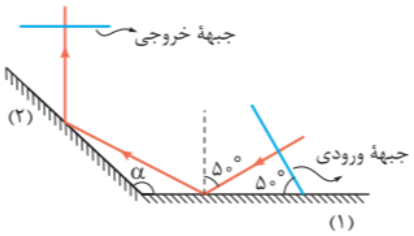



$$2\theta_2 - 2\theta_1 = 16^\circ \Rightarrow \theta_2 - \theta_1 = 8^\circ \xrightarrow{\theta_1 = 40^\circ} \theta_2 - 40^\circ = 8^\circ$$

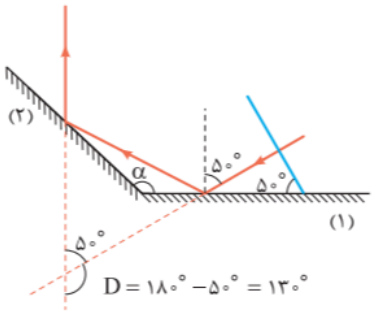
$$\Rightarrow \theta_2 = 48^\circ$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۳۵۱** **پاسخ تشریحی** **گام اول:** ابتدا پرتوهای ورودی و خروجی و جبهه‌های آن‌ها را رسم می‌کنیم.




**گام دوم:** زاویهٔ انحراف را حساب می‌کنیم:

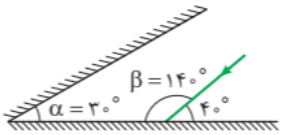



**گام سوم:** زاویهٔ بین دو مانع $(\alpha)$ را با داشتن زاویهٔ انحراف به دست می‌آوریم:

$$D = 2(180^\circ - \alpha) \Rightarrow 130^\circ = 2(180^\circ - \alpha) \Rightarrow 180^\circ - \alpha = 65^\circ \Rightarrow \alpha = 115^\circ$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۳۵۲** **پاسخ تشریحی** **گام اول:** ابتدا تعداد برخورد به آینه‌ها را حساب می‌کنیم. مطابق شکل زیر داریم:




$$\frac{\beta}{\alpha} = \frac{140}{30} \Rightarrow n = \left[\frac{\beta}{\alpha}\right] + 1 = \left[\frac{140}{30}\right] + 1 = 5$$

**گام دوم:** زاویهٔ بازتاب در آخرین برخورد پرتو (برخورد پنجم) را به دست می‌آوریم:

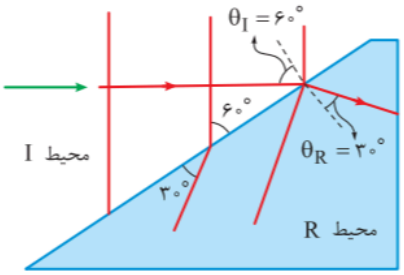
$$\hat{\theta}_{r,n} = |(n-1)\alpha - \hat{\theta}_{i,1}| \Rightarrow \hat{\theta}_{r,5} = |(5-1)30^\circ - (90^\circ - 40^\circ)| = 120^\circ - 50^\circ = 70^\circ$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

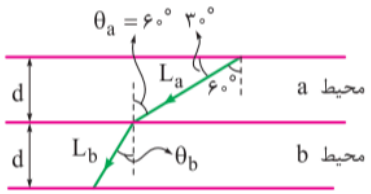
**۳۵۳** **پاسخ تشریحی** می‌دانیم در اثر ورود موج از یک محیط به محیط دیگر، بسامد تغییر نمی‌کند، چون از ویژگی‌های چشمهٔ موج است؛ بنابراین $\frac{f_I}{f_R}=1$ است. از طرفی با توجه به شکل زیر داریم:




$$\frac{\lambda_I}{\lambda_R}=\frac{v_I}{v_R}=\frac{\sin\theta_I}{\sin\theta_R}\Rightarrow\frac{\lambda_I}{\lambda_R}=\frac{\sin\theta_I}{\sin\theta_R}=\frac{\frac{\sqrt{۳}}{۲}}{\frac{۱}{۲}}=\sqrt{۳}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۵۴** **پاسخ تشریحی** **گام اول:** با استفاده از رابطهٔ تندی و قانون شکست عمومی، زاویهٔ $\theta_b$ را به دست می‌آوریم. مطابق شکل زیر، داریم:




$$v=\frac{L}{t}\Rightarrow t=\frac{L}{v}$$

$$\xrightarrow{t_a=t_b}\frac{L_a}{v_a}=\frac{L_b}{v_b}\Rightarrow\frac{v_a}{v_b}=\frac{L_a}{L_b}$$

$$\xrightarrow[L_b=\frac{d}{\cos\theta_b}]{L_a=\frac{d}{\sin ۳۰^\circ}=۲d}\frac{v_a}{v_b}=\frac{۲d}{\frac{d}{\cos\theta_b}}=۲\cos\theta_b$$

$$\xrightarrow[\sin\theta_a=\sin ۶۰^\circ=\frac{\sqrt{۳}}{۲}]{\text{قانون شکست عمومی}:\frac{v_a}{v_b}=\frac{\sin\theta_a}{\sin\theta_b}}\frac{\frac{\sqrt{۳}}{۲}}{\sin\theta_b}=۲\cos\theta_b$$

$$\Rightarrow ۲\sin\theta_b.\cos\theta_b=\frac{\sqrt{۳}}{۲}\xrightarrow{۲\sin\theta_b.\cos\theta_b=\sin ۲\theta_b}\sin ۲\theta_b=\frac{\sqrt{۳}}{۲}\Rightarrow ۲\theta_b=۶۰^\circ\Rightarrow\theta_b=۳۰^\circ$$

**گام دوم:** با استفاده از قانون شکست اسنل، $\frac{n_b}{n_a}$ را به دست می‌آوریم:

$$\frac{n_b}{n_a}=\frac{\sin\theta_a}{\sin\theta_b}\Rightarrow\frac{n_b}{n_a}=\frac{\sin ۶۰^\circ}{\sin ۳۰^\circ}=\frac{\frac{\sqrt{۳}}{۲}}{\frac{۱}{۲}}=\sqrt{۳}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

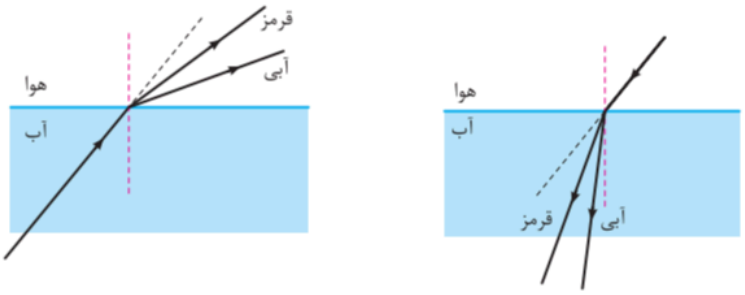


SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۵۵** **پاسخ تشریحی** **گام اول:** وقتی یک پرتو از محیطی با ضریب شکست کم‌تر به محیطی با ضریب شکست بیشتر برود، به خط عمود بر مرز دو محیط نزدیک‌تر می‌شود و وقتی یک پرتو از محیطی با ضریب شکست بیشتر به محیطی با ضریب شکست کم‌تر برود، از خط عمود بر مرز دو محیط دورتر می‌شود.

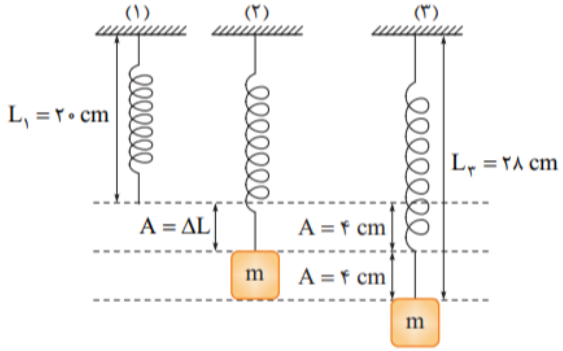
بنابراین ۱ و ۳ نادرست هستند.

**گام دوم:** از طرفی چون طول موج نور آبی کم‌تر از طول موج نور قرمز است، بنابراین انحراف نور آبی بیشتر از انحراف نور قرمز است؛ در نتیجه ۲ نادرست است. شکل‌های زیر هر دو آزمایش را به درستی نشان می‌دهد:




(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۵۶** **پاسخ تشریحی** **گام اول:** وقتی وزنه را از حال سکون رها می‌کنیم، بیشترین تغییر طول فنر نسبت به حالت عادی خود، دو برابر دامنهٔ نوسان است. با توجه به این موضوع دامنهٔ نوسان را به دست می‌آوریم:




$$2A = L_3 - L_1 \xrightarrow[L_1=20\,cm]{L_3=28\,cm} 2A = 28 - 20$$

$$\Rightarrow 2A = 8 \Rightarrow A = 4\,cm$$

**گام دوم:** بسامد نوسان‌های وزنه ـ فنر را حساب می‌کنیم:

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} \xrightarrow{\frac{k}{m}=\frac{g}{\Delta L}} f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{\Delta L}} \xrightarrow[\Delta L = A = 4\,cm = 4\times10^{-2}\,m]{g=\pi^2\,m/s^2} f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{\pi^2}{4\times10^{-2}}} = \frac{1}{2\pi}\times\frac{\pi}{2\times10^{-1}} = \frac{1}{4\times10^{-1}}$$

$$\Rightarrow f = \frac{10}{4} = \frac{5}{2}\,Hz$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۵۷** **پاسخ تشریحی** **گام اول:** ابتدا انرژی پتانسیل نوسانگر را برحسب انرژی جنبشی آن می‌نویسیم، سپس انرژی مکانیکی (کل) نوسانگر را برحسب انرژی جنبشی آن به دست می‌آوریم:

$$U = K + \frac{50}{100}K = 1/5K$$

$$E = K + U \xrightarrow{U=1/5K} E = K + 1/5K = 2/5K$$

**گام دوم:** با استفاده از معادلهٔ مکان ـ زمان نوسانگر، دامنه و بسامد زاویه‌ای نوسانگر معلوم می‌شود:

$$\left.\begin{matrix} x = A\cos\omega t \\ x = 0/2\cos 5\pi t \end{matrix}\right\} \Rightarrow A = 0/2\,m\,,\ \omega = 5\pi\,rad/s$$

اکنون می‌توانیم بیشینهٔ تندی نوسانگر را حساب کنیم:

$$v_{max} = A\omega \xrightarrow[\omega=5\pi\,rad/s]{A=0/2\,m} v_{max} = 0/2\times 5\pi = \pi\,m/s$$

**گام سوم:** نسبت انرژی جنبشی نوسانگر به انرژی کل آن را می‌نویسیم و تندی آن را به دست می‌آوریم:

$$\frac{K}{E} = \frac{\frac{1}{2}mv^2}{\frac{1}{2}mv_{max}^2} \xrightarrow[v_{max}=\pi]{E=2/5K} \frac{K}{2/5K} = \frac{v^2}{\pi^2}$$

$$\xrightarrow{\pi^2=10} \frac{1}{2/5} = \frac{v^2}{10} \Rightarrow v^2 = 4 \Rightarrow v = 2\,m/s$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۵۸** **پاسخ تشریحی** **گام اول:** تندی انشار موج در طناب را حساب می‌کنیم:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \xrightarrow[\mu=20\,g/m=20\times10^{-3}\,kg/m]{F=50\,N} v = \sqrt{\frac{50}{20\times10^{-3}}} = \sqrt{2500} = 50\,m/s$$

با توجه به شکل داده‌شده، طول موج را نیز به دست می‌آوریم:

$$\frac{3\lambda}{2} = 30 \Rightarrow \lambda = 20\,cm = 0/2\,m$$

**گام دوم:** دورهٔ حرکت را به دست آورده و آن را با بازهٔ زمانی داده‌شده مقایسه می‌کنیم:

$$\lambda = Tv \Rightarrow T = \frac{\lambda}{v} \xrightarrow[v=50\,m/s]{\lambda=0/2\,m} T = \frac{0/2}{50} = \frac{1}{250}\,s$$

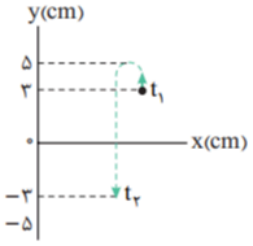
$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{t_2 - t_1}{T} \xrightarrow[T=\frac{1}{250}\,s]{t_2=\frac{1}{100}\,s,\ t_1=0} \frac{\Delta t}{T} = \frac{\frac{1}{100}}{\frac{1}{250}} = 2/5$$

یعنی در بازهٔ زمانی $\Delta t$، ذرهٔ A، $2/5$ نوسان انجام می‌دهد. بعد از گذشت ۲ نوسان دوباره به نقطهٔ شروع حرکت خود برمی‌گردد و جابه‌جایی آن صفر است، پس کافی است جابه‌جایی ذره را پس از زمان $\frac{T}{2}$ به دست آوریم.

**گام سوم:** در مدت‌زمان نصف دوره $(\frac{T}{2})$ مسافتی که نوسانگر می‌پیماید دو برابر دامنه است.

$$l = 2A \xrightarrow{A=5\,cm} l = 2\times5 = 10\,cm$$

با توجه به جهت انتشار موج، ذرهٔ A ابتدا $2\,cm$ به طرف بالا رفته و سپس $8\,cm$ به طرف پایین می‌آید تا به مکان $y = -3\,cm$ برسد.




$$v_{av} = \frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{y_2 - y_1}{t_2 - t_1} \xrightarrow[t_2=\frac{1}{100}\,s,\ t_1=0]{y_2=-3\,cm,\ y_1=3\,cm} v_{av} = \frac{-3-3}{\frac{1}{100}-0} = -600\,cm/s = -6\,m/s$$

چون جابه‌جایی ذرهٔ A در این بازه رو به پایین است، داریم:

$$\vec{v}_{av} = (-6\,m/s)\vec{j}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۵۹** **پاسخ تشریحی** **گام اول:** چون از منبع صوت دور شده‌ایم $(r_۲ > r_۱)$، شدت صوت و تراز شدت صوت کاهش یافته‌اند.

$$\beta_۱ - \beta_۲ = ۱۰\log\frac{I_۱}{I_۲} \xrightarrow{\beta_۱-\beta_۲=۳۴\,dB} ۳۴ = ۱۰\log\frac{I_۱}{I_۲}$$

$$\Rightarrow \log\frac{I_۱}{I_۲} = ۳/۴ = ۴ - ۰/۶ = ۴ - ۲\times ۰/۳ \xrightarrow[\log ۱۰^۴=۴]{\log ۲=۰/۳} \log\frac{I_۱}{I_۲} = \log ۱۰^۴ - ۲\log ۲$$

$$\Rightarrow \log\frac{I_۱}{I_۲} = \log ۱۰^۴ - \log ۲^۲ = \log\frac{۱۰^۴}{۲^۲} \Rightarrow \frac{I_۱}{I_۲} = \frac{۱۰^۴}{۴}$$

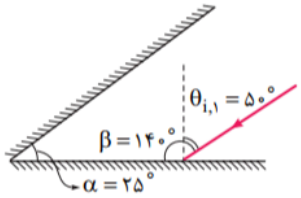
**گام دوم:** شدت صوت با مربع فاصلهٔ شنونده از چشمهٔ صوت، نسبت وارون دارد. توجه کنید که دامنه و بسامد صوت در این‌جا هیچ تغییری نداشته‌اند.

$$\frac{I_۱}{I_۲} = \left(\frac{r_۲}{r_۱}\right)^۲ \xrightarrow{\frac{I_۱}{I_۲}=\frac{۱۰^۴}{۴}} \frac{۱۰^۴}{۴} = \left(\frac{r_۲}{r_۱}\right)^۲ \Rightarrow \frac{r_۲}{r_۱} = \frac{۱۰۰}{۲} = ۵۰$$

$$r_۲ - r_۱ = ۴۹ \xrightarrow{r_۲=۵۰r_۱} ۵۰r_۱ - r_۱ = ۴۹ \Rightarrow ۴۹r_۱ = ۴۹ \Rightarrow r_۱ = ۱\,m$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۶۰** **پاسخ تشریحی** **گام اول:** ابتدا تعداد بازتاب‌ها را به دست می‌آوریم:




$$\frac{\beta}{\alpha} = \frac{۱۴۰^\circ}{۲۵^\circ} = ۵/۶$$

$$n = [۵/۶] + ۱ \Rightarrow n = ۵ + ۱ = ۶$$

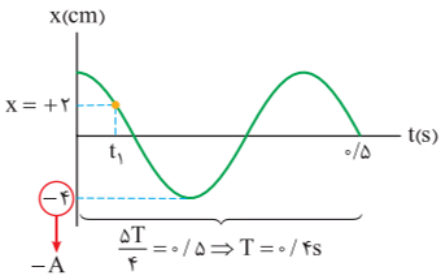
**گام دوم:** زاویهٔ ششمین بازتاب از سطح آینه‌ها را حساب می‌کنیم:

$$\theta_{r,n} = |(n-۱)\alpha - \theta_{i,۱}| \xrightarrow[\theta_{i,۱}=۵۰^\circ]{n=۶,\alpha=۲۵^\circ} \theta_{r,۶} = (۶-۱)\times ۲۵^\circ - ۵۰^\circ$$

$$\Rightarrow \theta_{r,۶} = ۱۲۵^\circ - ۵۰^\circ = ۷۵^\circ$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۶۱** **پاسخ تشریحی** **گام اول:** با توجه به نمودار مکان ـ زمان نوسانگر، دورهٔ تناوب و مکان نوسانگر در لحظهٔ $t_۱$ را به دست می‌آوریم:




$$\begin{cases} T = ۰/۴\,s \\ x_{t_۱} = ۲\,cm = ۰/۰۲\,m \end{cases}$$

**گام دوم:** شتاب نوسانگر در لحظهٔ $t_۱$ را طبق رابطهٔ زیر حساب می‌کنیم:

$$\vec{a} = -\omega^۲\vec{x} \xrightarrow[\vec{x}=۰/۰۲(m)\vec{i},\pi^۲=۱۰]{\omega=\frac{۲\pi}{T}=\frac{۲\pi}{۰/۴}=۵\pi(rad/s)} a = -(۵\pi)^۲\times ۰/۰۲\vec{i} = -(۲۵\times ۱۰)\times ۰/۰۲\vec{i} = -۵\,(m/s^۲)\vec{i}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

۳۶۲ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** انرژی مکانیکی نوسانگر جرم ـ فنر را با داشتن دامنهٔ نوسان و ثابت فنر حساب می‌کنیم:

$$E=\frac{1}{2}kA^2 \xrightarrow[A=9cm=0/09\,m]{k=600\,N/m} E=\frac{1}{2}\times 600\times \underbrace{(0/09)^2}_{81\times 10^{-4}}=2/43\,J$$

**گام دوم:** انرژی جنبشی نوسانگر را حساب می‌کنیم:

$$K=\frac{1}{2}mv^2 \xrightarrow[v=1/6\,m/s]{m=750g=0/75\,kg} K=\frac{1}{2}\times 0/75\times \underbrace{(1/6)^2}_{2/56}=0/96\,J$$

**گام سوم:** انرژی پتانسیل نوسانگر را با داشتن انرژی مکانیکی و انرژی جنبشی به دست می‌آوریم:

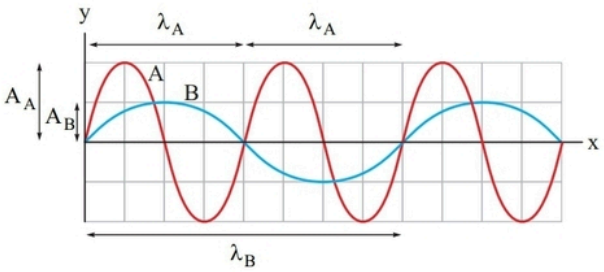
$$E=K+U \xrightarrow[K=0/96J]{E=2/43J} 2/43=0/96+U \Rightarrow U=1/47J$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۶۳




**پاسخ تشریحی** ابتدا با توجه به نمودار جابه‌جایی ـ مکان دو موج A و B، دامنه (A) و طول موج ($\lambda$) دو موج A و B را با هم مقایسه می‌کنیم. به شکل مقابل توجه کنید:

$$\begin{cases}\lambda_B = ۲\lambda_A \\ A_A = ۲A_B\end{cases}$$

حالا هر کدام از عبارت‌ها را با توجه به نکتهٔ مربوط به آن، بررسی می‌کنیم:

عبارت «الف»:

**نکته** تندی انتشار موج، تنها وابسته به محیط انتشار موج و ویژگی‌های آن محیط است. پس هنگامی که محیط انتشار دو موج صوتی یکسان باشد، تندی انتشار امواج یکسان است.

با توجه به نکتهٔ بالا، تندی انتشار دو موج صوتی A و B با هم برابر است؛ در نتیجه عبارت «الف» نادرست است.

عبارت «ب»:

**نکته** بیشینهٔ تندی نوسانگر از رابطهٔ $v_{max} = A\omega$ به دست می‌آید.

با توجه به نکتهٔ بالا، برای مقایسهٔ بیشینهٔ تندی ذرات محیط (بیشینهٔ تندی نوسانگر) در دو موج A و B باید دامنه و بسامد زاویه‌ای ($\omega$) آن‌ها را مقایسه کنیم. با توجه به نمودار جابه‌جایی ـ مکان، دامنهٔ موج A دو برابر دامنهٔ موج B است و ضمناً برابربودن تندی انتشار دو موج A و B و این‌که طول موج B دو برابر طول موج A است، طبق رابطهٔ $\lambda = \frac{v}{f}$ نشان می‌دهد که بسامد موج A دو برابر بسامد موج B است، بنابراین داریم:

$$\frac{v_{max_A}}{v_{max_B}} = \frac{A_A}{A_B} \times \frac{\omega_A}{\omega_B} \xrightarrow[\frac{\omega_A}{\omega_B} = \frac{f_A}{f_B} = ۲]{\frac{A_A}{A_B} = ۲} \frac{v_{max_A}}{v_{max_B}} = ۲ \times ۲ = ۴$$

بنابراین عبارت «ب» درست است.

عبارت «پ»:

**نکته** رابطهٔ مقایسه‌ای توان متوسط دو موج به صورت زیر است:

$$\frac{(P_{av})_۲}{(P_{av})_۱} = (\frac{A_۲}{A_۱} \times \frac{f_۲}{f_۱})^۲$$

با توجه به نکتهٔ بالا، توان متوسط دو موج A و B را با هم مقایسه می‌کنیم:

$$\frac{(P_{av})_A}{(P_{av})_B} = (\frac{A_A}{A_B} \times \frac{f_A}{f_B})^۲ \xrightarrow[\frac{f_A}{f_B} = ۲]{\frac{A_A}{A_B} = ۲} \frac{P_A}{P_B} = (۲ \times ۲)^۲ = ۱۶$$

بنابراین عبارت «پ» نادرست است.

عبارت «ت»:

**نکته** بیشینهٔ شتاب نوسانگر از رابطهٔ $a_{max} = A\omega^۲$ به دست می‌آید.

طبق نکتهٔ بالا برای مقایسهٔ بیشینهٔ شتاب ذرات محیط (بیشینهٔ شتاب نوسانگر) در دو موج A و B داریم:

$$\frac{a_{max_A}}{a_{max_B}} = \frac{A_A}{A_B} \times (\frac{\omega_A}{\omega_B})^۲ \xrightarrow[\frac{\omega_A}{\omega_B} = \frac{f_A}{f_B} = ۲]{\frac{A_A}{A_B} = ۲} \frac{a_{max_A}}{a_{max_B}} = ۲ \times (۲)^۲ = ۸$$

بنابراین عبارت «ت» درست است.

در نتیجه عبارت‌های «ب» و «ت» درست هستند.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۶۴** **نکته** برای یک چشمه موج در حال حرکت، وقتی جبهه‌های موج با هم برخورد نداشته باشند، تندی حرکت چشمه از تندی انتشار موج در محیط کم‌تر است. وقتی جبهه‌های موج در محل چشمه بر هم مماس باشند. تندی حرکت چشمه و تندی انتشار موج در محیط با هم برابر است و وقتی جبهه‌های موج همدیگر را قطع کرده باشند و در بیشتر از یک نقطه به هم برخورد کنند، تندی حرکت چشمه از تندی انتشار موج در محیط بیشتر است. به شکل‌های زیر دقت کنید:




**پاسخ تشریحی** با توجه به نکتهٔ بالا داریم:

$$v_B < v_A = v < v_C$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

**۳۶۵** **پاسخ تشریحی** طبق متن کتاب درسی به بررسی گزینه‌ها می‌پردازیم:

۱) نادرست است؛ زیرا برای اندازه‌گیری تندی شارش خون در رگ‌ها، از مکان‌یابی پژواکی امواج صوتی که نوعی موج مکانیکی هستند، به همراه اثر دوپلر استفاده می‌شود.

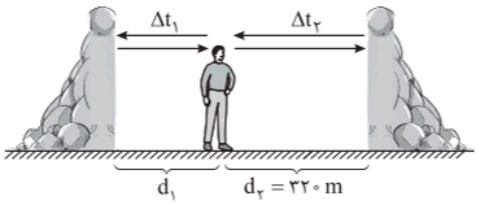
۲) درست است.

۳) نادرست است؛ زیرا با افزایش عمق آب در آب‌های کم‌عمق، تندی انتشار امواج روی سطح آب افزایش می‌یابد.

۴) نادرست است؛ زیرا با نزدیک‌ترشدن پرتوها به سطح زمین به خاطر کم‌ترشدن چگالی و ضریب شکست هوا، تندی انتشار موج الکترومغناطیسی افزایش می‌یابد.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۶۶** **پاسخ تشریحی** **گام اول:** تندی صوت در هوا را محاسبه می‌کنیم. مطابق شکل زیر داریم:




$$v_{صوت} = \frac{\ell_2}{\Delta t_2} \xrightarrow[\Delta t_2 = 1/6 + 0/4 = 2s]{\ell_2 = 2d_2} v_{صوت} = \frac{2 \times 320}{2} = 320\ m/s$$

**گام دوم:** فاصلهٔ شخص از صخرهٔ نزدیک را حساب می‌کنیم:

$$v_{صوت} = \frac{\ell_1}{\Delta t_1} \xrightarrow[\ell_1 = 2d_1,\ \Delta t_1 = 1/6\ s]{v_{صوت} = 320\ m/s} 320 = \frac{2d_1}{1/6} \Rightarrow d_1 = 0/8 \times 320 = 256\ m$$

**گام سوم:** فاصلهٔ دو صخره از یکدیگر $(d_1 + d_2)$ را حساب می‌کنیم:

$$d = d_1 + d_2 = 256 + 320 = 576\ m$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۶۷

**پاسخ تشریحی** **گام اول:** دورهٔ تناوب نوسانگر جرم ـ فنر را از رابطهٔ $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ به دست می‌آوریم.

$$T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\xrightarrow[k=20\frac{N}{cm}=2000\frac{N}{m}]{m=0/5kg}T=2\pi\sqrt{\frac{0/5}{2000}}=2\pi\sqrt{\frac{1}{4000}}\xrightarrow{\pi^2=10}T=2\pi\sqrt{\frac{1}{400\pi^2}}=\frac{2\pi}{20\pi}=0/1s$$

**گام دوم:** نسبت بازهٔ زمانی $0/05s$ را به دورهٔ تناوب مشخص می‌کنیم تا بتوانیم مسافت پیموده‌شده را برحسب دامنه بیان کنیم.

$$\frac{\Delta t}{T}=\frac{0/05}{0/1}=\frac{1}{2}\Rightarrow\Delta t=\frac{T}{2}$$

نوسانگر هماهنگ ساده در هر بازهٔ دلخواه $\Delta t=\frac{T}{2}$، مسافتی به اندازه $2A$ را طی می‌کند؛ بنابراین $10cm$ معادل $2A$ است.

$$2A=10cm\Rightarrow A=5cm=0/05m$$

**گام سوم:** بیشینهٔ اندازه تکانه جسم در حرکت هماهنگ ساده، هنگام عبور از نقطهٔ تعادل رخ می‌دهد؛ بنابراین داریم:

$$p_{max}=mv_{max}\xrightarrow{v_{max}=A\omega}p_{max}=mA\omega\xrightarrow{\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}}p_{max}=mA\sqrt{\frac{k}{m}}=A\sqrt{km}$$

$$p_{max}=A\sqrt{km}=0/05\sqrt{2000\times0/5}=\frac{5}{100}\sqrt{1000}=\frac{50\sqrt{10}}{100}=\frac{\sqrt{10}}{2}\xrightarrow{\pi^2=10}\frac{\pi}{2}kg.m/s$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

۳۶۸

**پاسخ تشریحی** طبق رابطهٔ $\lambda=\frac{v}{f}$ و باتوجه به ثابت‌بودن بسامد موج در اثر شکست، می‌توانیم بنویسیم:

$$\begin{cases}\lambda_I=\frac{v_I}{f}\\ \lambda_R=\frac{v_R}{f}\end{cases}\Rightarrow\lambda_R-\lambda_I=\frac{v_R}{f}-\frac{v_I}{f}=\frac{v_R-v_I}{f}$$

$$\xrightarrow[f=625THz=625\times10^{12}Hz]{\lambda_R-\lambda_I=-160nm=-160\times10^{-9}m}-160\times10^{-9}=\frac{v_R-v_I}{625\times10^{12}}\Rightarrow v_R-v_I=-10^8\ m/s$$

بنابراین در اثر ورود موج از محیط $I$ به محیط $R$، تندی انتشار موج، $10^8\ m/s$ کاهش می‌یابد.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

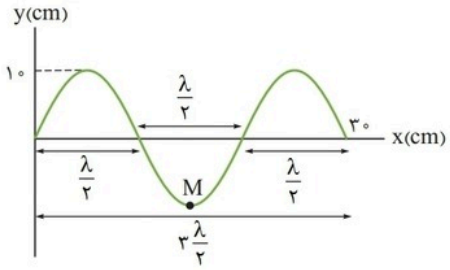
۳۶۹

**پاسخ تشریحی**

**گام اول:** تندی انتشار موج عرضی در ریسمان را حساب می‌کنیم.

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}} \xrightarrow[\mu=۵۰g/m=۰/۰۵kg/m]{F=۵N} v=\sqrt{\frac{۵}{۰/۰۵}}=\sqrt{۱۰۰}=۱۰m/s$$

**گام دوم:** طول موج $(\lambda)$ را به دست می‌آوریم:




$$\frac{۳\lambda}{۲}=۳۰\Rightarrow\lambda=۲۰cm$$

**گام سوم:** دورهٔ تناوب موج را محاسبه می‌کنیم:

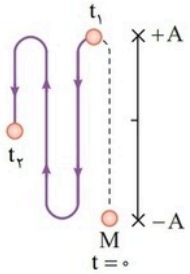
$$T=\frac{\lambda}{v}\xrightarrow[v=۱۰m/s]{\lambda=۲۰cm=۰/۲m} T=\frac{۰/۲}{۱۰}=۰/۰۲s$$

**گام چهارم:** لحظات $t_۱$ و $t_۲$ را برحسب دورهٔ تناوب حساب می‌کنیم:

$$\frac{t_۱}{T}=\frac{۰/۰۱}{۰/۰۲}=\frac{۱}{۲}\Rightarrow t_۱=\frac{T}{۲}$$

$$\frac{t_۲}{T}=\frac{۰/۰۳۵}{۰/۰۲}=\frac{۳۵}{۲۰}=\frac{۷}{۴}\Rightarrow t_۲=\frac{۷T}{۴}$$

**گام پنجم:** مسیر حرکت ذرهٔ M از $t_۱$ تا $t_۲$ را رسم می‌کنیم:

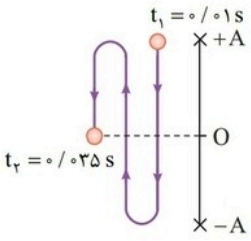



$$t_۱=۰/۰۱s=\frac{T}{۲}$$

$$t_۲=۰/۰۳۵s=\frac{۷T}{۴}$$

**گام ششم:** باتوجه به مسیر حرکت، مدت‌زمان حرکت تندشونده را برای ذرهٔ M به دست می‌آوریم:

با توجه به شکل زیر که مسیر حرکت را نشان می‌دهد به مدت $\Delta t=\frac{۳}{۴}\overbrace{T}^{۰/۰۲s}=۰/۰۱۵s=۱۵ms$ حرکت ذرهٔ M تندشونده است.




(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

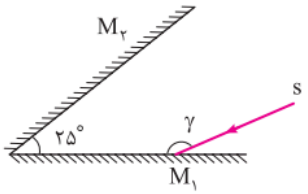


SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۷۰** **پاسخ تشریحی**

**گام اول:** تعداد برخورد پرتو به آینه‌ها (تعداد بازتاب) را به دست می‌آوریم.

با توجه به شکل زیر داریم:




$$\gamma = \underbrace{\hat{\theta}_{i,1}}_{۵۵} + ۹۰^\circ = ۵۵^\circ + ۹۰^\circ = ۱۴۵^\circ$$

$$\alpha = ۲۵^\circ$$

$$\frac{\gamma}{\alpha} = \frac{۱۴۵^\circ}{۲۵^\circ} = ۵/۸ (\text{عدد صحیح نیست}) \Rightarrow n = \left[\frac{\gamma}{\alpha}\right] + ۱ = \underbrace{[۵/۸]}_{۵} + ۱ = ۶$$

**گام دوم:** با توجه به این‌که برخوردهای فرد مربوط به آینهٔ $M_1$ و برخوردهای زوج مربوط به آینهٔ $M_2$ است، درمی‌یابیم در برخورد ۶اُم (زوج) پرتو پس از بازتاب از آینهٔ $M_2$ از مجموعهٔ آینه‌ها خارج می‌شود.

**گام سوم:** زاویهٔ انحراف پرتوی نهایی، نسبت به پرتوی اولیه را حساب می‌کنیم.

$$D = n\alpha \xrightarrow[\alpha = ۲۵^\circ]{n=۶} D = ۶ \times ۲۵^\circ = ۱۵۰^\circ$$

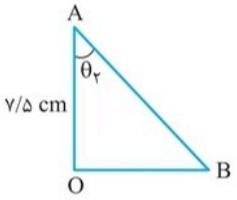
(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۷۱ پاسخ تشریحی

**گام اول:** با توجه به شکل زیر فاصلهٔ AB را برحسب زاویهٔ $\theta_2$ به دست می‌آوریم.

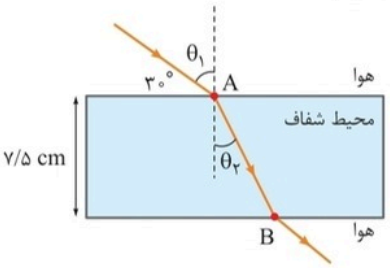



$$\cos\theta_2 = \frac{7/5}{d_{AB}} \Rightarrow d_{AB} = \frac{7/5}{\cos\theta_2}\,cm \quad (1)$$

**گام دوم:** فاصلهٔ AB را به کمک تندی و زمان حساب می‌کنیم:

$$d_{AB} = v_2 . \Delta t \xrightarrow[c=3\times10^8\,m/s,\ \Delta t=0/5\,ns=0/5\times10^{-9}\,s]{v_2=\frac{c}{n}} d_{AB} = \frac{3\times10^8}{n}\times0/5\times10^{-9} = \frac{0/15}{n}(m) = \frac{15}{n}cm \quad (2)$$

**گام سوم:** رابطه‌ای بین n و $\theta_2$ به دست می‌آوریم. به شکل زیر دقت کنید. طبق قانون شکست اسنل داریم:




$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} \xrightarrow[n_1=1,\ n_2=n]{\theta_1=90^\circ-30^\circ=60^\circ} \frac{n}{1} = \frac{\sin60^\circ}{\sin\theta_2} \Rightarrow n = \frac{\sqrt{3}}{2\sin\theta_2} \quad (3)$$

**گام چهارم:** از ترکیب روابط (۲) و (۳) داریم:

$$d_{AB} = \frac{15}{n} \xrightarrow{n=\frac{\sqrt{3}}{2\sin\theta_2}} d_{AB} = \frac{15}{\frac{\sqrt{3}}{2\sin\theta_2}} = \frac{30\sin\theta_2}{\sqrt{3}}\,cm \quad (4)$$

**گام پنجم:** از ترکیب روابط (۱) و (۴)، $\theta_2$ را به دست می‌آوریم:

$$d_{AB} = \frac{7/5}{\cos\theta_2} = \frac{30\sin\theta_2}{\sqrt{3}} \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{4} = \sin\theta_2\times\cos\theta_2$$

$$\xrightarrow{\sin\theta_2.\cos\theta_2=\frac{1}{2}\sin2\theta_2} \frac{1}{2}\sin2\theta_2 = \frac{\sqrt{3}}{4} \Rightarrow \sin2\theta_2 = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow 2\theta_2 = 60^\circ \Rightarrow \theta_2 = 30^\circ$$

**گام ششم:** ضریب شکست محیط شفاف را حساب می‌کنیم:

$$\xrightarrow{(3)} n = \frac{\sqrt{3}}{2\sin\theta_2} \xrightarrow{\sin\theta_2=\sin30^\circ=\frac{1}{2}} n = \frac{\sqrt{3}}{2\times\frac{1}{2}} = \sqrt{3}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۷۲ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** بیشینهٔ انرژی جنبشی نوسانگر $(K_{max})$ بیانگر انرژی مکانیکی نوسانگر $(E)$ است و با توجه به نمودار داریم:

$$\frac{E_A}{E_B}=\frac{۶}{۴}=\frac{۳}{۲}$$

**گام دوم:** به کمک رابطهٔ $E=\frac{۱}{۲}kA^۲$ و مقایسهٔ انرژی مکانیکی دو نوسانگر، نسبت ثابت فنر سامانهٔ $A$ به ثابت فنر سامانهٔ $B$ به دست می‌آید.

$$\frac{E_A}{E_B}=\frac{k_A}{k_B}\times(\frac{A_A}{A_B})^۲ \xrightarrow{\frac{A_A}{A_B}=\frac{۳}{۴}} \frac{۳}{۲}=\frac{k_A}{k_B}\times(\frac{۳}{۴})^۲ \Rightarrow \frac{۳}{۲}=\frac{k_A}{k_B}\times\frac{۹}{۱۶} \Rightarrow \frac{k_A}{k_B}=\frac{۸}{۳}$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

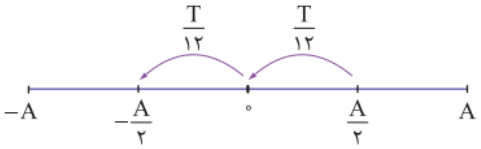
۳۷۳ **پاسخ تشریحی** **گام اول:** به کمک رابطهٔ $T=۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ دورهٔ تناوب نوسانگر را به دست می‌آوریم:

$$k=۲\ N/cm=۲۰۰\ N/m$$

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}}=۲\pi\sqrt{\frac{۱/۸}{۲۰۰}}=۲\pi\sqrt{\frac{۱۸}{۲۰۰۰}}=۲\pi\sqrt{\frac{۹}{۱۰۰۰}}=۰/۶\frac{\pi}{\sqrt{۱۰}}=۰/۶\ s$$

**گام دوم:** بازهٔ زمانی $\Delta t=۰/۱s$، معادل $\frac{T}{۶}$ است. حال بیشینهٔ مسافت پیموده‌شده را در این بازهٔ زمانی برحسب دامنهٔ نوسان به دست می‌آوریم.

سرعت نوسانگر در مرکز نوسان به بیشترین مقدار خود می‌رسد، بنابراین نوسانگر باید $\frac{T}{۱۲}$ را قبل از رسیدن به مرکز نوسان و $\frac{T}{۱۲}$ را بعد از مرکز نوسان طی کند تا مسافت پیموده‌شده بیشینه شود.




$$\Rightarrow 1=A$$

در نتیجه دامنهٔ نوسان $۹\ cm$ است.

**گام سوم:** بیشینهٔ شتاب نوسانگر را از رابطهٔ $a_{max}=A\omega^۲$ به دست می‌آوریم:

$$a_{max}=A\omega^۲=A(\frac{k}{m})=\frac{۹}{۱۰۰}\times\frac{۲۰۰}{۱/۸}=۱۰\ m/s^۲$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۷۴** **پاسخ تشریحی** **گام اول:** با استفاده از شکل سؤال، طول موج را به دست می‌آوریم:

$$۱/۵\lambda = ۶۰\,cm \Rightarrow \lambda = ۴۰\,cm = ۰/۴\,m$$

سپس دورهٔ حرکت را حساب می‌کنیم:

$$T = \frac{\lambda}{v} \xrightarrow[v=۶۰\,\frac{m}{s}]{\lambda=۰/۴\,m} T = \frac{۰/۴}{۶۰} = \frac{۱}{۱۵۰}\,s$$

**گام دوم:** اکنون باید ببینیم که بازهٔ زمانی داده‌شده، چند برابر دورهٔ تناوب است:

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{\frac{۵}{۱۰۰}}{\frac{۱}{۱۵۰}} = \frac{۷۵۰}{۱۰۰} = ۷/۵$$

نوسانگر در هر دوره، مسافتی به اندازهٔ چهار برابر دامنه و در هر نصف دوره، مسافتی به اندازهٔ دو برابر دامنه را می‌پیماید. بنابراین مسافت طی‌شده در این مدت برابر است با:

$$\ell = ۷/۵ \times ۴A = ۳۰A \xrightarrow{A=۵cm=۰/۰۵m} \ell = ۳۰ \times ۰/۰۵ = ۱/۵\,m$$

**گام سوم:** تندی متوسط ذرهٔ M در بازهٔ زمانی $t=۰s$ تا $t=۰/۰۵s$ را محاسبه می‌کنیم:

$$S_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{۱/۵}{۰/۰۵} = ۳۰\,m/s$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۷۵** **پاسخ تشریحی** **گام اول:** شدت صوت را حساب می‌کنیم. طبق رابطهٔ تراز شدت صوت می‌توانیم بنویسیم:

$$\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \xrightarrow{\beta=۵۶dB,\ I_۰=۱۰^{-۱۲}\,W/m^۲} ۵۶ = ۱۰\log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \Rightarrow ۵/۶ = \log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}}$$

$$\xrightarrow[۵=\log۱۰^۵\ ,\ ۰/۶=۲\times۰/۳=۲\times\log۲=\log۴]{۵/۶=۵+۰/۶} \log۱۰^۵ + \log۴ = \log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \Rightarrow \log(۴\times۱۰^۵) = \log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \Rightarrow \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} = ۴\times۱۰^۵$$

$$\Rightarrow I = ۴\times۱۰^{-۷}\,W/m^۲$$

**گام دوم:** توان متوسطی که به سطح رسیده را حساب می‌کنیم. طبق رابطهٔ شدت صوت می‌توانیم بنویسیم:

$$I = \frac{P_{av}}{A} \xrightarrow[A=۵cm^۲=۵\times۱۰^{-۴}m^۲]{I=۴\times۱۰^{-۷}\,W/m^۲} ۴\times۱۰^{-۷} = \frac{P_{av}}{۵\times۱۰^{-۴}} \Rightarrow P_{av} = ۲\times۱۰^{-۱۰}\,W$$

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۷۶** **درس‌نامه** بازتاب نور در دو حالت اتفاق می‌افتد:

۱) بازتاب منظم (آینه‌ای): بازتاب نور از سطوح هموار (یعنی سطوحی که ابعاد ناهمواری‌های آن از طول موج نور فرودی کوچک‌تر است.)

۲) بازتاب نامنظم (پخشنده): بازتاب نور از سطوح ناهموار (یعنی سطوحی که ابعاد ناهمواری‌های آن از طول موج نور فرودی بزرگ‌تر است.)

**نکته** بازتاب نور چه به صورت آینه‌ای و چه به صورت پخشنده، از قانون بازتاب عمومی پیروی می‌کند؛ یعنی زاویه‌های تابش و بازتابش هر پرتو با هم برابرند.

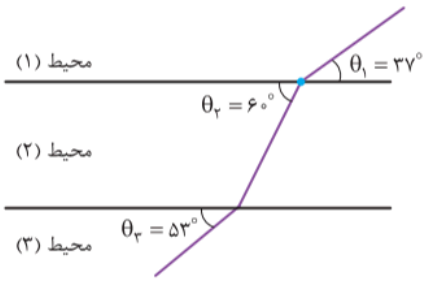
**پاسخ تشریحی** طبق درس‌نامهٔ بالا، موارد «الف» و «پ» صحیح هستند.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۷۷** **پاسخ تشریحی** طبق درس‌نامهٔ صفحهٔ قبل و مطابق شکل مقابل، داریم:




$$\frac{\lambda_1}{\lambda_3} = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_3} \xrightarrow[\sin\theta_3 = ۰/۸]{\sin\theta_1 = ۰/۶} \frac{\lambda_1}{\lambda_3} = \frac{۰/۶}{۰/۸} = \frac{۳}{۴}$$

از طرفی می‌دانیم در اثر شکست موج بسامد ثابت است؛ بنابراین $f_1 = f_3$ است.

(خیلی سبز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

**۳۷۸** ابتدا به وسیلهٔ فرمول $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$، $\omega$ فنر را به‌دست می‌آوریم ← $\omega = \sqrt{\frac{۴۵۰}{\frac{۱}{۲}}} = \sqrt{۹۰۰} = ۳۰$

$$k_{\text{فنر}} = ۴/۵\frac{N}{cm} \xrightarrow{\times ۱۰۰} ۴۵۰\frac{N}{m}$$

$$A = ۶۸ - ۵۶ = ۱۲cm$$

$$۴۸cm \text{ مکان نقطه} \Rightarrow ۴۸ - ۵۶ = -۸cm$$

$$a_{\text{در هر نقطه}} = -\omega^۲x = -(۳۰)^۲ \times \frac{-۸}{۱۰۰} = ۹۰۰ \times \frac{۸}{۱۰۰} = ۷۲$$

$$F = m \times a = \frac{۱}{۲} \times ۷۲ = \underline{۳۶N}$$

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۷۹** نسبت بسامد زاویه‌ای دو آهنگ را به‌دست می‌آوریم:

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{\ell}} \Rightarrow \frac{w_B}{w_A} = \sqrt{\frac{g_B}{g_A} \times \frac{\ell_A}{\ell_B}} \xrightarrow[g_A = G\frac{M_e}{R_e^۲},\ \ell_B = ۰/۸۱\ell_A]{g_B = \frac{GM_e}{(R_e + R_e)^۲}} \frac{\omega_B}{\omega_A} = \frac{۱}{۲} \times \frac{۱۰}{۹} = \frac{۵}{۹}$$

میزان جلورفت ساعت را در مدت ۱۲ ساعت به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta t = ۱۲ \times \frac{۵}{۹} = \frac{۲۰}{۳} \text{ ساعت}$$

بنابراین ساعت B نسبت به A: $۱۲ - \frac{۲۰}{۳} = \frac{۱۶}{۳}$، ساعت عقب می‌افتد.

$\frac{۱۶}{۳}$ ساعت = ۵ ساعت و ۲۰ دقیقه

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۸۰** در نقاط بازگشت سرعت صفر است و مانند لحظه‌ای است که وزنه را از حالت تعادل خارج کرده و رها می‌کنیم پس در نقطهٔ $x = A$ رها شده و $A$ ثابت می‌ماند. ← ب صحیح است

در هر نقطه‌ای غیر از نقطه بازگشت با کم کردن جرم جسم بخشی از انرژی مجموعه کاهش می‌یابد (چون جسم جدا شده دارای تندی است و بخشی از $k$ مجموعه کاهش می‌یابد) پس $E$ کاهش می‌یابد.

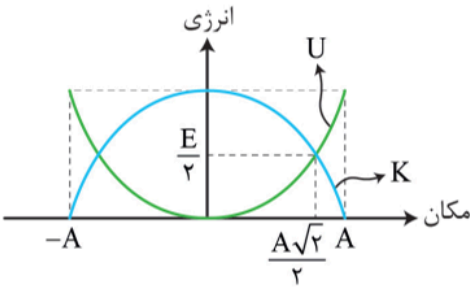
$$\left.\begin{array}{l} E = \frac{۱}{۲}kA^۲ \\ k \text{ ثابت} \\ A \text{ ثابت} \end{array}\right\} \rightarrow E \text{ ثابت}$$ الف صحیح است:

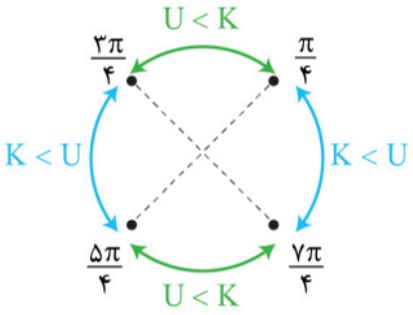
$$\left.\begin{array}{l} T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \\ \downarrow m \end{array}\right\} \Rightarrow T \downarrow$$ ← ت صحیح است

$$E = \frac{۱}{۲}kA^۲ \Rightarrow \downarrow A$$ پ غلط است

(ماروں ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۳۸۱**




$$l_۱ = ۴ \times \left(\frac{A\sqrt{۲}}{۲}\right) = ۲A\sqrt{۲} \simeq ۲/۸A$$

$$l_۲ = ۴ \times \left(A - \frac{A\sqrt{۲}}{۲}\right) \simeq ۴(A - ۰/۷A) \simeq ۱/۲A$$

$$t_۱ = t_۲$$

$$\frac{l_۱ - l_۲}{l_۲} \times \frac{t_۲}{t_۱} = \frac{۲/۸A - ۱/۲A}{۱/۲A} \times ۱ = \frac{۱/۶}{۱/۲} = \frac{۴}{۳}$$

(ماروں ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۳۸۲**

$$\frac{V_۲}{V_۱} = \sqrt{\frac{F_۲}{F_۱} \times \frac{A_۱}{A_۲}} = \sqrt{\frac{۱}{۳} \times \frac{۲}{۱} \times \frac{۴}{۱}} = \sqrt{\frac{۸}{۳}}$$

(ماروں ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۸۳**

$$V=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\sqrt{\frac{Fl}{m}}\xrightarrow{m=\rho V\ (\text{حجم})}V=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}$$

$$\Rightarrow V=\sqrt{\frac{۱۴۴}{۱۲۰۰\times۴۸\times۱۰^{-۴}}}=\sqrt{۲۵}=۵\frac{m}{s}$$

$$\rho=۱/۲\frac{g}{cm^۳}\rightarrow ۱۲۰۰\frac{kg}{m^۳},\ A=\pi r^۲=۳\times(۰/۰۴)^۲=۴۸\times۱۰^{-۴}$$

$$V=\frac{\lambda}{T}\xrightarrow{\frac{۳}{۴}\lambda=۴۵cm\rightarrow\lambda=۶۰cm}۵=\frac{۰/۶}{T}\rightarrow T=\frac{۶}{۵۰}=\frac{۱۲}{۱۰۰}\Rightarrow T=۱۲۰ms$$

$$\frac{۴۲۰ms}{۱۲۰ms}=۳/۵T\leftarrow ۳/۵\text{نوسان}$$

$$A=۸cm\rightarrow ۴A=۳۲cm\xrightarrow{\text{هرذره}}۳/۵\times۳۲=۱۱۲cm\xrightarrow{SI}\underline{۱/۱۲m}$$

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۸۴** ابتدا نسبت سرعت انتشار موج در نقاط $A$ و $B$ را به‌دست می‌آوریم.

$$\begin{cases}V=\sqrt{\frac{F}{\mu}},\ \mu_A=\mu_B\\ F_A=m_Ag=\frac{l_A}{l}mg\quad,\quad F_B=m_Bg=\frac{l_B}{l}mg\end{cases}$$

$$\frac{V_B}{V_A}=\sqrt{\frac{F_B}{F_A}}=\sqrt{\frac{l_B}{l_A}}=\sqrt{\frac{۴۵}{۲۰}}=\frac{۳}{۲}$$

بسامد جدید را $f'$ می‌نامیم.

$$\frac{\lambda'_B}{\lambda_A}=\frac{V_B}{V_A}\times\frac{f}{f'}\xrightarrow[V_B=\frac{۳}{۲}V_A]{\lambda'_B=\lambda_A}۱=\frac{۳}{۲}\times\frac{f}{f'}\rightarrow\underline{f'=\frac{۳}{۲}f}$$

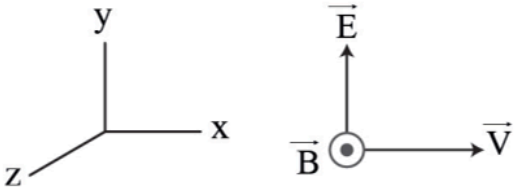
(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۳۸۵** ابتدا دورهٔ تناوب موج را به‌دست می‌آوریم:

$$C=\frac{\lambda}{T}\xrightarrow[\lambda=۲۰۰nm=۲\times۱۰^{-۷}m]{C=۳\times۱۰^۸\frac{m}{s}}T=\frac{۲\times۱۰^{-۷}}{۳\times۱۰^۸}=\frac{۲}{۳}\times۱۰^{-۱۵}s$$

اکنون $\frac{\Delta t}{T}$ را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{\Delta t}{T}=\frac{\frac{۵}{۳}\times۱۰^{-۱۵}}{\frac{۲}{۳}\times۱۰^{-۱۵}}=\frac{۵}{۲}$$




پس در لحظهٔ $t'$، میدان الکتریکی در جهت مثبت محور $y$ است.

با استفاده از قاعدهٔ دست راست، بردار میدان مغناطیسی در این لحظه در جهت مثبت $z$ است.

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۳۸۶**

$$\text{توان دستگاه} \rightarrow P=\frac{w}{t}=\frac{۵۷۶\times۱۰^{-۳}}{۶۰}=۹۶\times۱۰^{-۴}\,J \xrightarrow[R_a=۸۰٪]{\text{۲۰٪ تلف می‌شود}} P=۸\times۹۶\times۱۰^{-۵}$$

$$I=\frac{P}{A}\Rightarrow I=\frac{۸\times۹۶\times۱۰^{-۵}}{۳\times۸\times۸}=۴\times۱۰^{-۵}$$

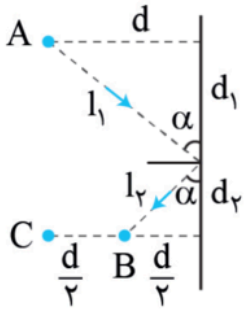
$$\log۵=۰/۷\rightarrow\log۲=۰/۳$$

$$۱۰\log\frac{I}{I_۰}=۱۰\log\frac{۴\times۱۰^{-۵}}{۱۰^{-۱۲}}=۱۰\log۴\times۱۰^{۷}=۱۰\times(۰/۶+۷)=\underline{۷۶\,dB}$$

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۳۸۷** ابتدا زمان رسیدن پژواک صدا به نقاط B و C را به‌دست می‌آوریم از تشابه دو مثلث:

$$\begin{cases}\frac{d}{\frac{d}{۲}}=\frac{d_۱}{d_۲}\\ d_۱+d_۲=۳d\end{cases}\rightarrow\begin{cases}d_۱=۲d\\ d_۲=d\end{cases}$$




$$l_۱=\sqrt{d^۲+۴d^۲}=\sqrt{۵}\,d$$

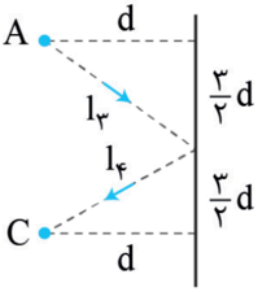
$$l_۲=\sqrt{\left(\frac{d}{۲}\right)^۲+d^۲}=\frac{\sqrt{۵}}{۲}d$$

$$t_B=\frac{\frac{۳}{۲}\sqrt{۵}\,d}{V}$$

پس زمان رسیدن پژواک به نقطه c:

$$l_۳=l_۴=\sqrt{d^۲+\left(\frac{۳}{۲}d\right)^۲}=\frac{\sqrt{۱۳}}{۲}d$$

$$t_c=\frac{\sqrt{۱۳}d}{V}$$




شخص باید در این اختلاف زمان جابه‌جایی $\frac{d}{۲}$ را طی کند.

$$\Delta t=\frac{\left(\sqrt{۱۳}-\frac{۳}{۲}\sqrt{۵}\right)d}{V}=\frac{\sqrt{۵۲}-\sqrt{۴۵}}{۲V}d$$

$$V'=\frac{\frac{d}{۲}}{\left(\frac{\sqrt{۵۲}-\sqrt{۴۵}}{۲V}\right)d}=\frac{V}{\sqrt{۵۲}-\sqrt{۴۵}}$$

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۸۸** اگر منبع اضافه نمائیم نسبت شدت صوت در B به A:

$$d_B = \sqrt{d^2 + d^2} = \sqrt{2}d$$

$$\frac{I_B}{I_A} = \left(\frac{d_A}{d_B}\right)^2 = \left(\frac{d}{\sqrt{2}d}\right)^2 = \frac{1}{2} \rightarrow I_B = \frac{1}{2}IA$$

اگر n منبع داشته باشیم:

$$I'_B = n\left(\frac{1}{2}IA\right)$$

$$\beta_B - \beta_A = \log\frac{\frac{n}{2}I_A}{I_0} - \log\frac{I_A}{I_0} = \log_{10}^{\frac{n}{2}} = 0/6$$

$$\log^{\frac{n}{2}} = 0/6 = 2 \times 0/3 = 2\log_{10}^{2} = \log_{10}^{4}$$

$$\rightarrow \frac{n}{2} = 4 \rightarrow n = 8 \rightarrow \boxed{\Delta n = 7}$$

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۳۸۹** در حالتی که منبع حرکت می‌کند جبهه‌های موج در جلوی آن به هم نزدیک‌تر شده و در عقب منبع از هم دورتر می‌شوند که باعث تغییر طول موج و در نتیجه بسامد دریافتی می‌شود در حالتی که شنونده حرکت می‌کند با نزدیک شدن به منبع سرعتش نسبت به جبهه‌های موج بیشتر شده و آنها را در بازه زمانی کوتاه‌تری دریافت می‌کند و با دور شدن از منبع سرعتش نسبت به جبهه‌های موج کمتر شده و آنها را با فاصله زمانی بیشتری دریافت می‌کند.

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

**۳۹۰** الف صحیح: ارتفاع بسامدی است که گوش انسان درک می کند. امواج صوتی خفّاش در محدوده فراصوت قرار دارد و گوش ما قادر به شنیدن صدای خفّاش نیست.

ب صحیح: وقتی آمبولانس به سمت شنونده حرکت می کند بسامدی که شنونده احساس می کند از بسامد صوت تولیدی آمبولانس بیشتر است ولی چون سرعت آمبولانس ثابت است در حین نزدیک شدن بسامد شنیده شده توسط شنونده ثابت می ماند.

پ صحیح.

ت صحیح. تندی است، لمواج طولی در یک محیط جامد بیشتر از تندی امواج عرضی در همان محیط است ولی اگر محیط ها متفاوت باشد ممکن است تندی امواج عرضی در یک محیط بیشتر از تندی امواج طولی در محیط دیگر باشد.

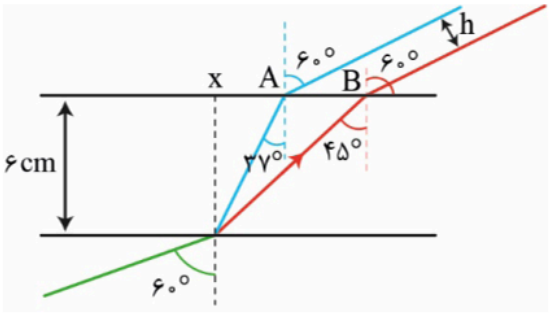
(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)


SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۹۱**

$$۱\times\sin۶۰=\sqrt{\frac{۳}{۲}}\times\sin\theta_{\text{قرمز}}\rightarrow\frac{\sqrt{۳}}{۲}=\frac{\sqrt{۳}}{\sqrt{۲}}\times\sin\theta_{\text{قرمز}}\rightarrow\theta_{\text{قرمز}}=۴۵^\circ$$

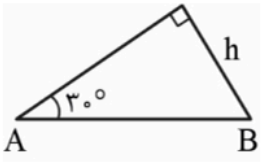
$$۱\times\sin۶۰=\sqrt{۳}\times\sin\theta_{\text{بنفش}}\rightarrow\frac{\sqrt{۳}}{۲}=\frac{۵\sqrt{۳}}{۶}\times\sin\theta_{\text{بنفش}}\rightarrow\theta_{\text{بنفش}}=۳۷^\circ$$




$$x_A=\tan۳۷\times۶=۴/۵\text{cm}$$

$$x_B=\tan۴۵\times۶=۶\text{cm}$$

$$\rightarrow AB=۶-۴/۵=۱/۵\text{cm}$$

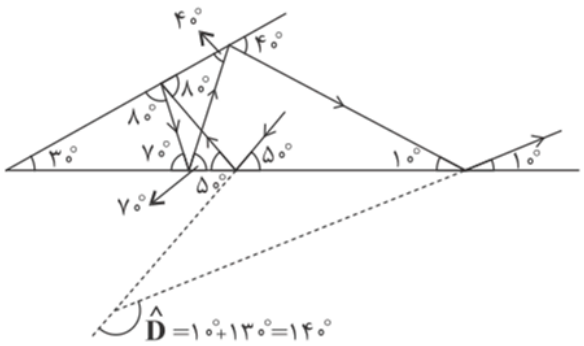



$$\Rightarrow h=\frac{AB}{۲}=\frac{۱/۵}{۲}=۰/۷۵\text{cm}=۷/۵\text{mm}$$

(ماروک ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۳۹۲**

یک به یک پرتوهای تابش و بازتاب را رسم می‌کنیم:




پس از بازتاب ۵اُهم، زاویهٔ پرتوی (۶) با سطح آینه از زاویهٔ میان دو آینه کمتر می‌شود و پس از آن دیگر با آینه‌ها برخورد نخواهد کرد. در این‌جا زاویه با سطح آینهٔ (۱) برابر ۱۰ درجه است. درحالی که زاویهٔ پرتوی (۱) با سطح آینه ۵۰ درجه بوده، پس زاویهٔ راستاهای پرتوی (۱) و (۶) با یکدیگر ۴۰ درجه است و بنابراین با توجه به جهت آن‌ها، زاویهٔ دو بردار با هم مکمل ۴۰ درجه یعنی ۱۴۰ درجه خواهد بود.

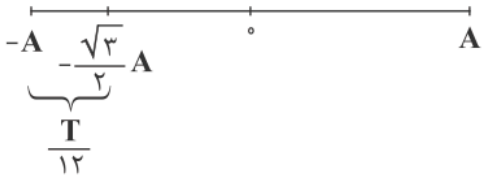
(ماروک ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۹۳**

ابتدا دورهٔ تناوب موج را به‌دست می‌آوریم:

$$T=\frac{\lambda}{V}\xrightarrow[V=۲۰\text{m/s}]{\lambda=\frac{۱۰}{۳}\text{m}}T=\frac{\frac{۱۰}{۳}}{۲۰}=\frac{۱}{۶}\text{s}$$

اکنون موقعیت ذرهٔ $A$ را در پاره‌خط نوسان مشخص می‌کنیم و مسیر طی‌شده برای رسیدن به مکان $-A$ را رسم می‌کنیم:



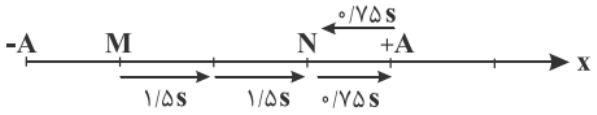

$$\Delta T=T-\frac{T}{۱۲}=\frac{۱۱T}{۱۲}\xrightarrow{T=\frac{۱}{۶}\text{s}}\Delta t=\frac{۱۱}{۷۲}\text{s}$$

(ماروک ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۳۹۴** $M$ و $N$ باید در دو طرف مرکز به یک فاصله قرار گرفته باشند؛ زیرا سرعت نوسانگر در نقاط متقارن قرینه است. شکل را می‌کشیم:




مشخص است که ربع دوره برابر $۰/۷۵ + ۱/۵$ ثانیه است.

$$\frac{T}{۴} = ۲/۲۵ \Rightarrow T = ۹s \Rightarrow \omega = \frac{۲\pi}{۹}\frac{rad}{s}$$

$$x_N = \frac{\sqrt{۳}}{۲}A \simeq ۰/۸۵A \Rightarrow \Delta x_{NA} = A - ۰/۸۵A = ۰/۱۵A = ۳cm \Rightarrow A = \frac{۳}{\frac{۱۵}{۱۰۰}} = \frac{۳۰۰}{۱۵} = ۲۰cm$$

$$V_۰ = V_{max} = A\omega = ۲۰ \times \frac{۲\pi}{۹} \simeq \frac{۴۰}{۳}cm/s$$

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۳۹۵** ابتدا شدت صوت را حساب می‌کنیم:

$$\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow ۸۷ = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow ۸/۷ = \log\frac{I}{I_۰}$$

$$\Rightarrow ۹ - ۰/۳ = \log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow \log ۱۰^۹ - \log ۲ = \log\frac{I}{I_۰}$$

$$\Rightarrow \log\frac{۱۰^۹}{۲} = \log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} = \frac{۱۰^۹}{۲} \Rightarrow I = ۵ \times ۱۰^{-۴}\frac{W}{m^۲}$$

حال با استفاده از رابطه‌ی شدت صوت داریم:

$$I = \frac{P}{۴\pi r^۲} \Rightarrow ۵ \times ۱۰^{-۴} = \frac{P}{۴ \times ۳ \times ۱۰۰^۲} \Rightarrow P = ۶۰W$$

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۳۹۶**

$$V = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \frac{۸}{۰/۰۴} = ۲۰۰ m/s$$

$$A = \pi r^۲ = ۳ \times (\frac{۱}{۲} \times ۱۰^{-۳})^۲$$

$$V = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \xrightarrow{\mu = \frac{m}{\ell}} V = \sqrt{\frac{F\ell}{m}} \xrightarrow{m = \rho A \ell} V = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$$

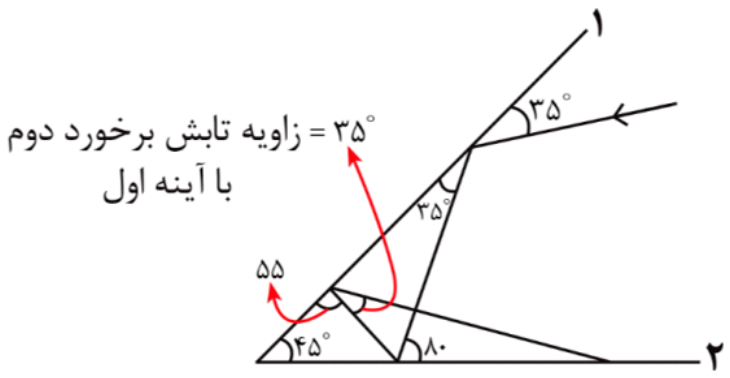
$$۲۰۰ = \sqrt{\frac{۴۸}{\rho \times \frac{۳}{۴} \times ۱۰^{-۶}}} \rightarrow ۴ \times ۱۰^۴ = \frac{۴۸}{\rho \times \frac{۳}{۴} \times ۱۰^{-۶}} \rightarrow \rho = ۱۶۰۰ kg/m^۳$$

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

۳۹۷




زاویه تابش برخورد دوم با آینه اول = ۳۵°

(مارول ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۳۹۸

$$\left.\begin{array}{l} ۲A = ۶۰ - ۴۰ \Rightarrow A = ۱۰cm \\ \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{۲۵۰}{۱۰}} = ۵ \end{array}\right\} a = -\omega^۲ x \longrightarrow a = -(۵)^۲\left(-\frac{۶}{۱۰۰}\right) = \underbrace{+۱/۵ m/s^۲}_{\text{آهنگ تغییرات سرعت (یعنی همان شتاب)}}$$

دقّت کنید طول فنر در حالت تعادل $(L_۰)$ برابر با ۵۰cm است؛ پس اگر ۴۴cm را بخواهیم بررسی کنیم، یعنی $\left(\frac{۶}{۱۰۰}m\right)$ کمتر از حالت $(L_۰)$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

۳۹۹

$$t = ۹s \rightarrow x = ۰ \rightarrow U = ۰ \rightarrow k = k_{max} = E = ۱۶ j$$

$$t = ۱۰s \rightarrow v = (x - t) \text{ شیب خط مماس بر نمودار} = \frac{۴}{۲} = ۲\frac{m}{s} \rightarrow \frac{K}{E} = (\frac{v}{v_{max}})^۲ \Rightarrow \frac{K}{۱۶} = (\frac{۱}{۲})^۲$$

$$\Rightarrow \overset{۴J}{K} = ۴J \rightarrow U + K = ۱۶J \Rightarrow U = ۱۲J$$

$$U_{t'} = U_{t=۱۰s} = ۱۲J$$

$$\left.\begin{array}{l} ۹s \le t \le ۱۰s \rightarrow \Delta t = ۱s \\ \frac{۵T}{۴} = ۱۵ \rightarrow T = ۱۲s \end{array}\right\} \rightarrow \Delta t = \frac{T}{۱۲} \xrightarrow{(x_{t'} = x_{t=۱۰s})} x_{t'} = \frac{A}{۲} = ۰/۴m$$

$$t = ۳s = \frac{T}{۴} \rightarrow \begin{cases} x_{t=۳s} = ۰ \xrightarrow{۲s \le t \le ۳s} v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۰ - ۰/۴}{۳ - ۲} = -۰/۴\frac{m}{s} \\ x_{t'=\frac{A}{۲}} \rightarrow t' = \frac{T}{۶} = \frac{۱۲}{۶} = ۲s \end{cases}$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

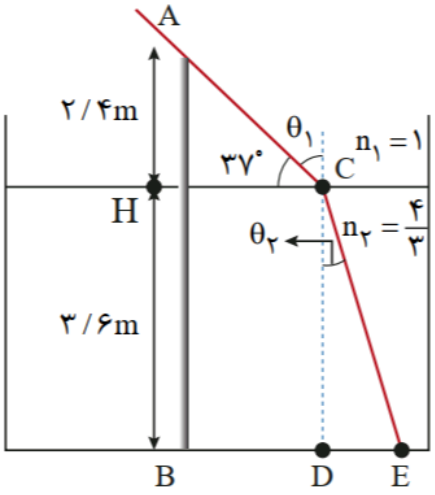

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۰۰** پرتوهای نور تابیده شده به سطح جدایی دو محیط، می‌شکنند و پس از شکست به خط عمود نزدیک‌تر می‌شوند.

$$n_1 \sin\theta = n_2 \sin\theta_2 \xrightarrow[\theta_1=53^\circ,\ \theta_2=?]{n_1=1,\ n_2=\frac{4}{3}} 1\times\sin 53^\circ = \frac{4}{3}\times\sin\theta_2$$

$$\Rightarrow \frac{4}{5} = \frac{4}{3}\times\sin\theta_2 \Rightarrow \sin\theta_2 = \frac{3}{5} \Rightarrow \theta_2 = 37^\circ$$

طول سایهٔ میله در کف استخر (BE):




$$\overset{\Delta}{AHC}: \tan 37 = \frac{AH}{HC} \Rightarrow \frac{3}{4} = \frac{2/4}{HC}$$

$$\rightarrow HC = 3/2\,m$$

$$\Rightarrow BD = 3/2\,m$$

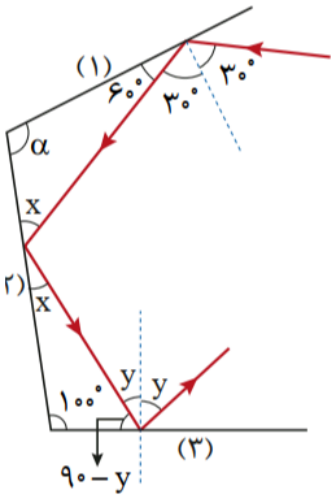
$$\overset{\Delta}{CDE}: \tan 37 = \frac{DE}{CD} \Rightarrow \frac{3}{4} = \frac{DE}{3/6}$$

$$\Rightarrow DE = 2/7\,m$$

$$\text{طول سایه}: BE = BD + DE = 3/2 + 2/7 = 5/9\,m$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۴۰۱**




به جای جبهه‌های موج، پرتوهای موج را رسم می‌کنیم، زاویهٔ جبهه‌ها با سطح مانع با زاویهٔ پرتو با خط عمود برابر است.

$$x = 180 - (60 + \alpha)$$

$$\Rightarrow 120 - \alpha = x$$

طبق گفتهٔ سؤال، زاویهٔ جبهه‌های موج بازتاب با سطح مانع (۳) که همان زاویهٔ بازتاب است برابر $20^\circ$ است.

پس با توجّه به شکل ($y = 20^\circ$) است و داریم:

$$x + 100 + (90 - y) = 180 \xrightarrow[y=20^\circ]{x=120-\alpha}$$

$$120 - \alpha + 100 + 90 - 20 = 180 \Rightarrow \alpha = 110^\circ$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۴۰۲**

روش اول:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \rightarrow \frac{\omega_2}{\omega_1} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}} = \sqrt{2}$$

$$E = \frac{1}{2}mA^2\omega^2 \rightarrow \frac{E_2}{E_1} = \frac{m_2}{m_1}\times\left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right)^2 = \frac{1}{2}\times(\sqrt{2})^2 = 1$$

روش دوم:

انرژی نوسانگر همچنین از رابطه‌ی $E = \frac{1}{2}kA^2$ به‌دست می‌آید بنابراین تغییر جرم نوسانگر تأثیری در انرژی آن ندارد.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

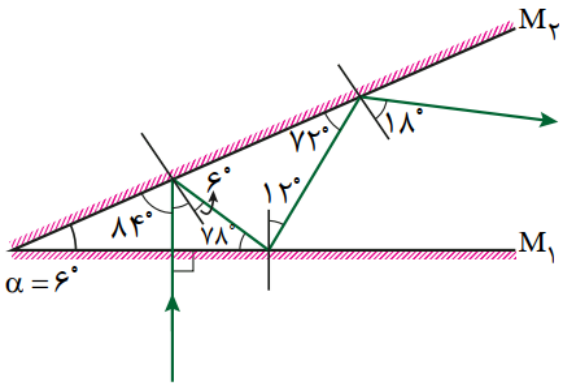
**۴۰۳**

$$v = \lambda f = ۸ \times ۳۰ = ۲۴۰ \frac{m}{s}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta x}{v} = \frac{۱/۵}{۲۴۰} = \frac{۰/۵}{۸۰} = \frac{۰/۰۲۵}{۴} = ۶/۲۵ \times ۱۰^{-۳}\, s$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۰۴**



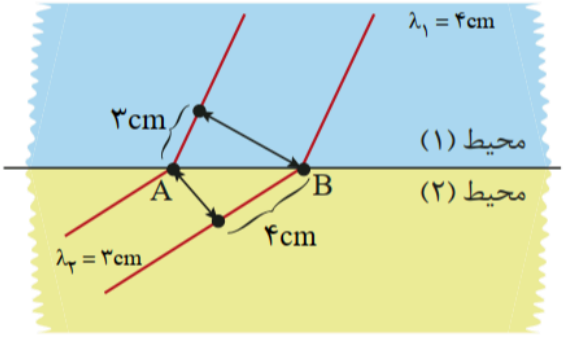

روش اول: در هر برخورد زاویه‌ی بازتابش به اندازه‌ی $\alpha$ (زاویه‌ی بین دو آینه) افزایش خواهد یافت.

$$۳\alpha = ۳ \times ۶ = ۱۸^\circ$$

روش دوم: مجموع زاوایای مثلث $۱۸۰^\circ$ است زاویه تابش و بازتابش برابر هستند.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۰۵**




$$AB = \sqrt{۴^۲ + ۳^۲} = ۵$$

$$\lambda_۲ = \sqrt{۵^۲ - ۴^۲} = ۳$$

$$\frac{n_۲}{n_۱} = \frac{v_۱}{v_۲} = \frac{\lambda_۱}{\lambda_۲} = \frac{۴}{۳}$$

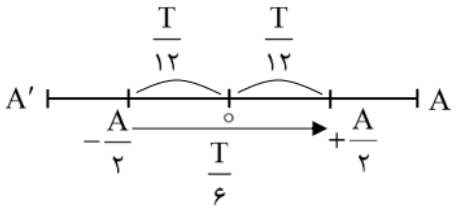
(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۴۰۶**

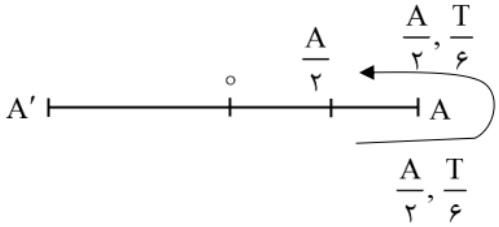
حداکثر مسافت و تندی متوسط مربوط به حالتی است که بازهٔ زمانی نسبت به مرکز قرینه باشد:

$$۲A = ۱۲ \Rightarrow A = ۶\,cm$$

$$l_{max} = A \Rightarrow S_{av_{max}} = \frac{l_{max}}{\Delta t} = ۳۰ \Rightarrow \frac{A}{\frac{T}{۶}} = ۳۰ \Rightarrow T = \frac{۶}{۵} = ۱/۲$$




حداکثر زمان مربوط به حالتی است که بازهٔ زمانی نسبت به انتها متقارن باشند:




$$\Delta t_{max} = \frac{T}{۶} + \frac{T}{۶} = \frac{T}{۳} = \frac{۱/۲}{۳} = ۰/۴\,s$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۰۷**

اگر حداکثر تندی ارتعاش هر نقطه را $V_{max}$ و تندی انتشار موج را $V$ در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

$$\frac{V_{max}}{V} = \frac{A\omega}{V} = \frac{A \times ۲\pi}{V.T} = \frac{A \times ۲\pi}{\lambda}$$

$$\Rightarrow V_{max} = \frac{A \times ۲\pi}{\lambda} V = \frac{A \times ۲\pi}{\lambda} \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۴۰۸** ابتدا باید شدت صوت در نقطهٔ A را با شدت صوت حاصل از یک بوق در فاصلهٔ ۱m مقایسه کرد:

$$I \propto \frac{۱}{r^۲} \Rightarrow I_A = I + I + \frac{I}{۴} = \frac{۹}{۴} I$$

$$\Delta\beta = \beta_۲ - \beta_۱ = ۱۰ \log \frac{I_۲}{I_۱} = ۱۰ \log \frac{۹}{۴}$$

$$\Rightarrow \beta_۲ - ۹۵ = ۱۰(\log ۹ - \log ۴) = ۱۰(۲\log ۳ - ۲\log ۲)$$

$$\Rightarrow \beta_۲ - ۹۵ = ۱۰(۲(۰/۴۸ - ۰/۳)) = ۳/۶$$

$$\Rightarrow \beta_۲ = ۹۸/۶ \, dB$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۰۹**

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}} \Rightarrow \frac{\omega}{\omega'} = \sqrt{\frac{g}{g'}} \sqrt{\frac{L'}{L}} \xrightarrow[g' = G\frac{Me}{(R_e + h)^۲}]{g = G\frac{Me}{R_e^۲}} \frac{\omega}{\omega'} = \frac{R_e + h}{R_e} \sqrt{\frac{L'}{L}}$$

$$\xrightarrow[h = Re]{\omega = \frac{۲\pi}{T}} \frac{T'}{T} = \frac{۲R_e}{R_e} \sqrt{\frac{L'}{L}} \xrightarrow{T' = ۱/۲T} ۱/۲ = ۲\sqrt{\frac{L'}{L}}$$

$$\Rightarrow ۰/۶ = \sqrt{\frac{L'}{L}} \Rightarrow ۰/۳۶ = \frac{L'}{L} \Rightarrow \text{درصد تغییرات} = -۶۴\%$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۱۰** ابتدا با استفاده از رابطهٔ شتاب در حرکت هماهنگ ساده نسبت شتاب بیشینهٔ دو موج را به دست می‌آوریم:

$$a_{max} = A\omega^۲ \xrightarrow{V_{max} = A\omega} a_{max} = V_{max}\omega$$

$$\Rightarrow \frac{(a_{max})_A}{(a_{max})_B} = \frac{(V_{max})_A \, \omega_A}{(V_{max})_B \, \omega_B} \xrightarrow{V_{max(A)} = ۲V_{max(B)}} \frac{(a_{max})_A}{(a_{max})_B} = ۲\frac{\omega_A}{\omega_B} = ۲\frac{T_B}{T_A} \; (I)$$

چون هر دو موج در یک محیط منتشر می‌شوند بنابراین تندی انتشار دو موج یکسان است.

از روی نقش موج نسبت طول موج‌ها را به دست می‌آوریم:

$$۳\lambda_B = \lambda_A \xrightarrow[V_A = V_B]{\lambda = VT} \frac{\lambda_A}{T_A} = \frac{\lambda_B}{T_B} \xrightarrow{\frac{\lambda_A}{\lambda_B} = ۳} \frac{T_B}{T_A} = \frac{۱}{۳}$$

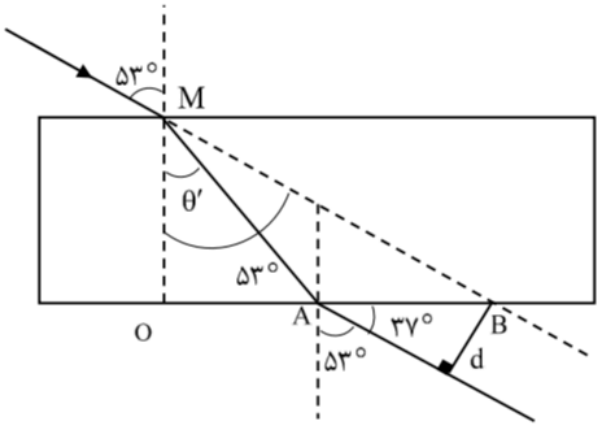
$$\xrightarrow{(I)} \frac{(a_{max})_A}{(a_{max})_B} = \frac{۲}{۳}$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

www.MrKankor.com
SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۱۱** این پرتو در حین ورود به تیغه، از مسیر خود منحرف می‌شود و سپس در هنگام خروج از تیغه، به موازات مسیر قبلی برمی‌گردد.

طبق رابطهٔ اسنل، زاویهٔ شکست در لحظهٔ ورود به تیغه برابر است با:




$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$

$$\Rightarrow 1\times\sin 53 = \frac{4}{3}\sin\theta' \Rightarrow \sin\theta' = \frac{3}{5}$$

حال به کمک $\tan\theta'$، فاصلهٔ OA را محاسبه می‌کنیم:

$$\cos\theta' = \sqrt{1-\sin^2\theta'} = \frac{4}{5} \Rightarrow \tan\theta' = \frac{3}{4} \Rightarrow \frac{OA}{12} = \frac{3}{4} \Rightarrow OA = 9\,mm$$

از سویی، فاصلهٔ OB نیز برابر است با:

$$\frac{OB}{OM} = \tan 53 \Rightarrow \frac{OB}{12} = \frac{4}{3} \Rightarrow 16\,mm$$

پس فاصلهٔ AB برابر است با $7\,mm$

در شکست در نقطهٔ A، پرتو SI با همان زاویهٔ ۵۳ وارد هوا می‌شود و به این ترتیب، d میزان جابه‌جایی از مسیر اصلی برابر است با:

$$\frac{d}{AB} = \sin 37 \Rightarrow d = 7\times\frac{3}{5} = 4{,}2\,mm$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۴۱۲** اگر چشمه به ناظر نزدیک شود طول‌موج دریافتی کاهش می‌یابد و اگر چشمه ساکن باشد طول‌موج در اطراف چشمهٔ صوت یکسان است. بنابراین تنها در حالت «آ» طول‌موج دریافت شده توسط ناظر A کوچک‌تر از طول‌موج دریافت شده توسط ناظر B است.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۱۳** در حالت دو یا سه بعدی با عبور موج از یک مرز و ورود آن به محیط دیگر، تندی موج تغییر می‌کند و ممکن است جهت انتشار موج نیز تغییر کند و اصطلاحاً موج شکست پیدا کند. تندی امواج روی سطح آب به عمق آن بستگی دارد، یعنی با تغییر عمق آب تندی موج سطحی در آن بخش تغییر می‌کند که به عبارتی به شکست موج می انجامد. اگر موج از قسمت عمیق وارد قسمت کم عمق آب شود، تندی و در نتیجه طول‌موج آن کاهش می‌یابد. در نتیجه بخش (۱) قسمت عمیق و بخش (۲) قسمت کم‌عمق آب است.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۱۴** ابتدا جابجایی جسم را به دست می‌آوریم:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow -9 = \frac{\Delta x}{\frac{2}{3}-0} \rightarrow \Delta x = -6\,cm$$

با توجه به معادلهٔ مکان - زمان، مکان جسم را در دو لحظهٔ $t_1$ و $t_2$ به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} t_1 = 0 \rightarrow x_1 = A\cos 17\pi\times 0 = A \\ t_2 = \frac{2}{3}s \rightarrow x_2 = A\cos 17\pi\times\frac{2}{3} = A\cos\frac{34\pi}{3} = A\cos(10\pi t + \frac{4\pi}{3}) = -\frac{A}{2} \end{cases}$$

حالا دامنه را حساب می‌کنیم:

$$\Delta x = x_2 - x_1 = -\frac{A}{2} - A = -\frac{3}{2}A \Rightarrow -6 = -\frac{3}{2}A \rightarrow A = 4\,cm$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۴۱۵** دورهٔ تناوب آونگ ساده برابر است با:

$$T=۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}}\xrightarrow[\text{مقایسه‌ای}]{\text{حالت}}\frac{T_A}{T_B}=\sqrt{\frac{L_A}{L_B}}=\frac{۵/۲}{۴/۸}=\frac{۱۳}{۱۲}$$

$$\rightarrow\sqrt{\frac{L_A}{L_B}}=\frac{۱۳}{۱۲}\xrightarrow[\text{به توان ۲می‌رسانیم}]{\text{طرفین معادله را}}\frac{L_A}{L_B}=\left(\frac{۱۳}{۱۲}\right)^{۲}=\frac{۱۶۹}{۱۴۴}\rightarrow L_A=\frac{۱۶۹}{۱۴۴}L_B$$

طول آونگ جدید برابر است با:

$$L=L_A-L_B=\frac{۱۶۹}{۱۴۴}L_B-L_B=\frac{۲۵}{۱۴۴}L_B$$

نسبت دوره تناوب آونگ جدید به آونگ B برابر است با:

$$\frac{T}{T_B}=\sqrt{\frac{l}{l_B}}=\sqrt{\frac{۲۵}{۱۴۴}}=\frac{۵}{۱۲}\Rightarrow T=\frac{۵}{۱۲}\times۴/۸\rightarrow T=۲(s)$$

تعداد نوسان‌ها در مدت ۱۰ دقیقه را محاسبه می‌کنیم:

$$T=\frac{t}{n}\xrightarrow[t=۱۰(min)]{T=۲(s)}۲=\frac{۱۰\times۶۰}{n}\rightarrow n=\frac{۶۰۰}{۲}=۳۰۰(\text{نوسان})$$

**نکته:** در هر نوسان، ۴ بار انرژی پتانسیل و جنبشی با هم برابر می‌شوند. پس:

$$\text{دفعات برابری انرژی‌ها}=\text{تعداد نوسان}\times۴=۳۰۰\times۴=۱۲۰۰$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۱۶** طبق رابطهٔ تراز شدت صوت داریم:

$$\beta=۱۰\log\left(\frac{I}{I_۰}\right)=۹۵\rightarrow\log\left(\frac{I}{I_۰}\right)=۹/۵$$

مقدار ۹/۵ را می‌توان به صورت $۸+۱/۵=۹/۵$ نوشت، داریم:

$$\log\left(\frac{I}{I_۰}\right)=۹/۵=۸+۱/۵=(۸\times\overset{\log۱۰}{\uparrow}۱)+(۵\times\overset{\log۲}{\uparrow}۰/۳)$$

$$\log\left(\frac{I}{I_۰}\right)=۸\log۲+۵\log۲=\log۳۲\times۱۰^{۸}$$

$$\log\left(\frac{I}{I_۰}\right)=\log۳۲\times۱۰^{۸}\Rightarrow\frac{I}{I_۰}=۳۲\times۱۰^{۸}\Rightarrow I=۳۲\times۱۰^{۸}\times۱۰^{-۱۲}=۳۲\times۱۰^{-۴}\left(\frac{W}{m^{۲}}\right)$$

طبق رابطهٔ انرژی بر حسب شدت صوت داریم:

$$I=\frac{E}{\Delta t.S}\Rightarrow E=I.\Delta t.S\Rightarrow$$

$$E=۳۲\times۱۰^{-۴}\times۱۲۰\times۵\times۱۰^{-۶}=۱/۹۲\times۱۰^{-۶}J\Rightarrow E=۱/۹۲(\mu J)$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۱۷** با توجه به شکل ۶۰cm برابر با $\frac{3\lambda}{2}$ است داریم:

$$\frac{3\lambda}{2}=0/6\rightarrow\lambda=0/4$$

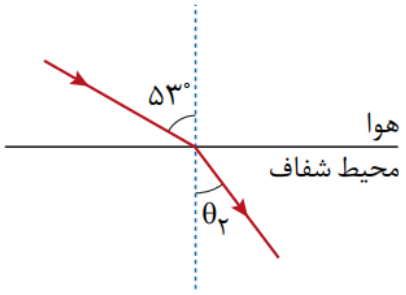
$$v=f\lambda\rightarrow v=10\times0/4\rightarrow v=4\,m/s$$

$$\left|\begin{matrix}v=\sqrt{\frac{F}{\mu}}\\ \mu=\rho A\end{matrix}\right.\rightarrow v=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}\rightarrow 4=\sqrt{\frac{F}{5000\times75\times10^{-6}}}\Rightarrow F=6N$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۱۸**

- زاویه بین پرتو تابش با خط عمود برابر زاویه تابش است.
- زاویه بین پرتو بازتابش با خط عمود برابر زاویه بازتابش است.




$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}=\frac{v_1}{v_2}$$

بیشترین تندی نور مربوط به خلاء (تقریباً هوا) است به این ترتیب با ورود نور از هوا به محیط شفاف تندی نور کم می‌شود.

$$\frac{\sin53}{\sin\theta_2}=\frac{3\times10^8}{3\times10^8-\frac{9}{8}\times10^8}\Rightarrow\frac{0/8}{\sin\theta_2}=\frac{3}{\frac{15}{8}}\rightarrow\sin\theta_2=0/5\rightarrow\theta_2=30^\circ$$

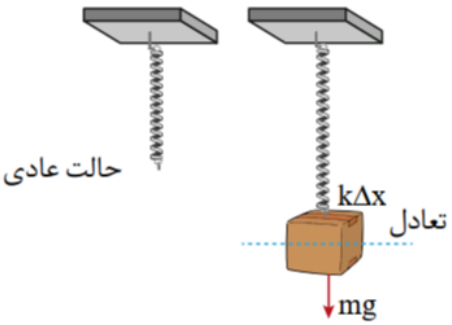
$$\theta=90+30=120^\circ$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۱۹** با وصل شدن جسم به فنر، جسم یک حرکت هماهنگ ساده را شروع می‌کند که مرکز نوسان، نقطه‌ای است که نیروی فنر و وزن جسم برابر می‌شوند.

پس دامنه این حرکت برابر است با:

$$kA=mg\Rightarrow A=\frac{mg}{k}$$




و بسامد زاویه‌ای آن نیز:

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

به این ترتیب، حداکثر تندی آن برابر است با:

$$v_{max}=A\omega=\frac{mg}{k}\times\sqrt{\frac{k}{m}}=\frac{1}{10}\times\sqrt{\frac{10}{0/1}}=1m/s$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۲۰** ابتدا سرعت انتشار موج را محاسبه می‌کنیم، داریم:

$$v=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}=\sqrt{\frac{F}{\rho\pi r^{2}}}=\sqrt{\frac{۲۴۰}{۸۰۰۰\times۳\times\frac{۱}{۴}\times۱۰^{-۶}}}=۲۰۰\frac{m}{s}$$

حال به محاسبهٔ دورهٔ تناوب انتشار موج می‌پردازیم:

$$\frac{\lambda}{۲}=۳(m)\rightarrow\lambda=۶(m)\rightarrow v=\frac{\lambda}{T}\Rightarrow T=\frac{\lambda}{v}=\frac{۶}{۲۰۰}=۰/۰۳(s)=۳۰(ms)$$

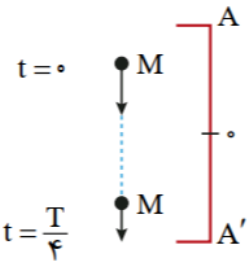
بررسی عبارت الف) صحیح ✓ $\Delta t=۰/۰۶=۲T\rightarrow\Delta y=۰$ جابجایی هر نقطه از محیط صفر است

بررسی عبارت ب) صحیح ✓ $\Delta t=۱۵(ms)=\frac{T}{۲}\Rightarrow l=۲A=۲\times۸=۱۶(mm)$

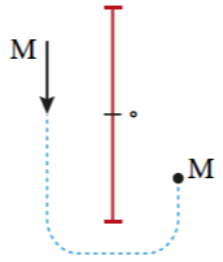
بررسی عبارت پ) نادرست × $\frac{v_{max}}{v}=\frac{A\omega}{v}=\frac{A\times۲\pi}{\lambda}=\frac{۸\times۱۰^{-۳}\times۲\times۳}{۶}=۰/۰۰۸$

بررسی عبارت ت) صحیح ✓ $s_{av}=\frac{l}{\Delta t}=\frac{۴A}{T}=\frac{۴\times۸\times۱۰^{-۳}}{۳۰\times۱۰^{-۳}}=\frac{۳۲}{۳۰}=\frac{۱۶}{۱۵}\left(\frac{m}{s}\right)$

بررسی عبارت ث) صحیح ✓ $۷/۵ms=\frac{۳۰}{۴}=\frac{T}{۴}$




بررسی عبارت ج) نادرست × $۱۵ms=\frac{۳۰ms}{۲}=\frac{T}{۲}$ حرکت تند شونده $a,v$ هم جهت




(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۴۲۱** میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی موج الکترومغناطیسی با هم همگام‌اند. یعنی با هم افزایش و کاهش می‌یابند و جهت میدان الکتریکی با قاعده دست راست در خلاف محور $X(-X)$ تعیین می‌شود.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۲۲** دورهٔ تناوب آونگ ساده برابر است با:

$$T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \xrightarrow[\text{مقایسه‌ای}]{\text{حالت}} \frac{T_A}{T_B}=\sqrt{\frac{L_A}{L_B}}=\frac{5/2}{4/8}=\frac{13}{12}$$

$$\rightarrow \sqrt{\frac{L_A}{L_B}}=\frac{13}{12} \xrightarrow[\text{به توان ۲می‌رسانیم}]{\text{طرفین معادله را}} \frac{L_A}{L_B}=\left(\frac{13}{12}\right)^2=\frac{169}{144}\rightarrow L_A=\frac{169}{144}L_B$$

طول آونگ جدید برابر است با:

$$L=L_A-L_B=\frac{169}{144}L_B-L_B=\frac{25}{144}L_B$$

نسبت دوره تناوب آونگ جدید به آونگ B برابر است با:

$$\frac{T}{T_B}=\sqrt{\frac{l}{l_B}}=\sqrt{\frac{25}{144}}=\frac{5}{12}\Rightarrow T=\frac{5}{12}\times 4/8\rightarrow T=2(s)$$

تعداد نوسان‌ها در مدت ۱۰ دقیقه را محاسبه می‌کنیم:

$$T=\frac{t}{n} \xrightarrow[t=10(min)]{T=2(s)} 2=\frac{10\times 60}{n}\rightarrow n=\frac{600}{2}=300(\text{نوسان})$$

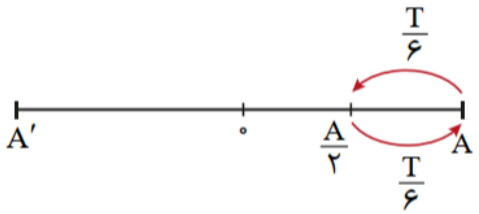
**نکته:** در هر نوسان، ۴ بار انرژی پتانسیل و جنبشی با هم برابر می‌شوند. پس:

$$\text{دفعات برابری انرژی‌ها}=\text{تعداد نوسان}\times 4=300\times 4=1200$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۴۲۳** **نکته:** حداقل تندی متوسط مربوط به حالتی است که بازهٔ مورد نظر نسبت به انتهای مسیر قرینه باشد.

با ترسیم شکلی از مسیر حرکت نوسانی، داریم:




با نوشتن معادله حداقل تندی متوسط، داریم:

$$S_{av_{Min}}=\frac{l}{\Delta t}=\frac{\frac{A}{2}+\frac{A}{2}}{\frac{T}{6}+\frac{T}{6}}=\frac{A}{\frac{T}{3}}=\frac{3A}{T}$$

از تعریف بیشنیه سرعت $(V_{Max})$ داریم:

$$V_{Max}=Aw=A\times\frac{2\pi}{T}=8\pi\rightarrow\frac{A}{T}=4$$

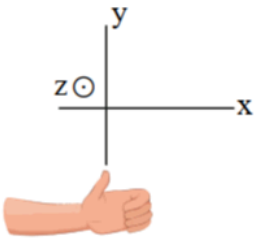
$$S_{av_{Min}}=\frac{3A}{T} \xrightarrow{\frac{A}{T}=4} S_{av_{Min}}=3\times 4=12$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۲۴** با توجه به جهت میدان‌های الکتریکی و سرعت موج و قائده دست راست، جهت میدان مغناطیسی معین می‌شود.




میدان مغناطیسی در جهت درونسو یعنی $-z$ است.

هم چنین بسامد این موج نیز برابر است با:

$$f=\frac{w}{2\lambda}=\frac{6\times\pi\times10^{7}}{2\pi}=3\times10^{7}\,Hz$$

و به این ترتیب، طول موج آن برابر می‌شود با:

$$\lambda=\frac{c}{f}=\frac{3\times10^{8}}{3\times10^{7}}=10m$$

پس مربوط به طیف امواج رادیویی است.

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۲۵** کافی است قانون عمومی شکست را بنویسیم.

$$\theta_1=180-120^{\circ}=60^{\circ}\ ,\ \theta_2=37^{\circ}$$

$$\frac{v_1}{v_2}=\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}\Rightarrow\frac{v_1}{v_2}=\frac{\sin60}{\sin37}=\frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{0/6}=\frac{5\sqrt{3}}{6}$$

(دیاز ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - ساده)

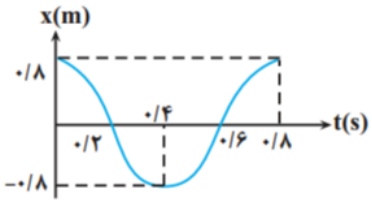
**۴۲۶**

$$T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\rightarrow T_1^2=4\pi^2\frac{m_1}{k_1}\rightarrow T_1^2=4\pi^2\times\frac{0/8}{200}=4\times10\times\frac{0/8}{200}=0/16\rightarrow T_1=0/4s$$

$$T_2^2=4\pi^2\times\frac{0/9}{100}=4\times10\times\frac{0/9}{100}=0/36\rightarrow T_2=0/6s \qquad n_1=\frac{t}{0/4},n_2=\frac{t}{0/6} \qquad n_1-n_2=10\Rightarrow\frac{t}{0/4}-\frac{t}{0/6}=10\Rightarrow t=12s$$

(قلمچی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۲۷** ابتدا با به‌دست آوردن دورهٔ تناوب نوسانگر، نمودار مکان – زمان آن را رسم می‌کنیم:




$$\omega=2/5\pi\frac{rad}{s}\rightarrow\omega=\frac{2\pi}{T}\rightarrow T=\frac{2\pi}{2/5\pi}=0/8s$$

با توجه به نمودار مکان – زمان این نوسانگر، در بازهٔ زمانی $t=0/6s$ تا $t=0/8s$، شتاب نوسانگر منفی یعنی در خلاف جهت x و سرعت نوسانگر مثبت یعنی در جهت محور x است.

(قلمچی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

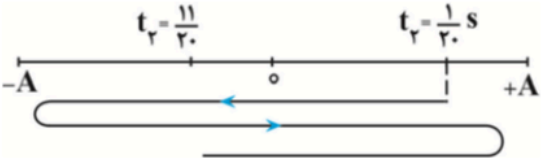

SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۲۸** ابتدا بسامد زاویه‌ای حرکت را به‌دست می‌آوریم:

$$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}\xrightarrow[m=۸۰\cdot g=۰/۸kg]{k=۲۰۰\frac{N}{m}}\omega=\sqrt{\frac{۲۰۰}{۰/۸}}=\frac{۱۰}{۲}\sqrt{۱۰}\xrightarrow{\pi=\sqrt{۱۰}}\omega=۵\pi\frac{rad}{s}$$

با به‌دست آوردن دورهٔ حرکت مکان متحرک را در ابتدا و انتهای بازهٔ‌زمانی مشخص می‌کنیم:

$$T=\frac{۲\pi}{\omega}\xrightarrow{\omega=۵\pi\frac{rad}{s}}T=\frac{۲}{۵}=۰/۴s$$




در بازه‌های زمانی که متحرک در حال دور شدن از مرکز نوسان است، بردار مکان و سرعت با یکدیگر هم‌جهت‌اند. بنابراین در هر دوره $\frac{T}{۲}$ ثانیه دو بردار هم‌جهت‌اند. پس از یک دور کامل، در بازهٔ زمانی که متحرک از مکان اولیّه تا مبدأ مکان جابه‌جا می‌شود، حرکت تندشونده است. بنابراین مجموع زمانی که حرکت متحرک کندشونده است برابر است با:

$$\Delta t=\frac{T}{۲}+\frac{T}{۴}-\frac{۱}{۲۰}\xrightarrow{T=۰/۴s}\Delta t=۰/۲+۰/۱-۰/۰۵=۰/۲۵s$$

(قلمچی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۲۹** وزنه بین دو طول $۷۸cm$ و $۳۸cm$ فنر، نوسان می‌کند یعنی اندازهٔ پاره‌خط نوسان $۴۰cm$ است. مرکز نوسان در وسط پاره‌خط نوسان یعنی در طول $۵۸cm$ فنر است. بنابراین وقتی طول فنر به $۶۱cm$ برسد، فاصله نوسانگر از مرکز نوسان $۳cm$ خواهد بود.

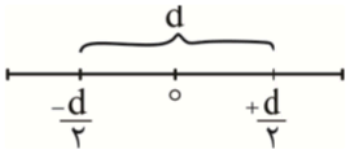
$k=۳/۵\frac{N}{cm}=۳۵۰\frac{N}{m}$ می‌دانیم. $(x=۳cm)$

$$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}=\sqrt{\frac{۳۵۰}{۰/۷}}=\sqrt{۵۰۰}\frac{rad}{s}\quad |a|=|-\omega^۲x|=۵۰۰\times۰/۰۳=۱۵\frac{m}{s^۲}$$

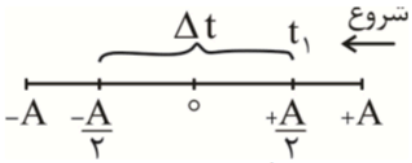
(قلمچی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۳۰** **گزینه ۳ درست است.**

توجه: حداقل زمان برای جابه‌جایی d با شرط $d\le ۲A$، جابه‌جایی متقارن حول مرکز نوسان است:




چرا که در این بازه، سرعت متوسط حداکثر مقدار را خواهد داشت. و در این سؤال:




جابه‌جایی در مدت زمان $\Delta t$ مدنظر است. اگر به مانند کتاب درسی، شروع حرکت نوسانی از مکان $x=+A$ آغاز شود:

$$x=A\cos(\frac{۲\pi}{T}t)$$

$$+\frac{A}{۲}=A\cos\frac{۲\pi}{T}t_۱\Rightarrow\frac{۲\pi}{T}t_۱=\frac{\pi}{۳}\Rightarrow t_۱=\frac{T}{۶}$$

از آنجا که نوسانگر در $t=۰$ حرکتش را از $x=+A$ آغاز می‌کند در لحظهٔ $\frac{T}{۴}$ از مرکز نوسانی عبور می‌کند؛ بنابراین:

$$\Delta t=۲(\frac{T}{۴}-\frac{T}{۶})=۲(\frac{T}{۱۲})=\frac{T}{۶}\qquad ۱=\frac{T}{۶}\Rightarrow T=۶s$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud
www.SanjeshCloud.ir

**۴۳۱ گزینه ۴ درست است.**

الف) درست است. در حرکت هماهنگ ساده، بزرگ‌تری شتاب متناسب با فاصلهٔ مکان ذره از نقطهٔ تعادل است: $\frac{a_۲}{a_۱}=\frac{x_۲}{x_۱}$

ب) درست است. وقتی حرکت به‌سوی مرکز نوسانی است، تندی در حال افزایش است و نوع حرکت نوسانگر تندشونده می‌باشد. در این مدت فاصلهٔ نوسانگر تا مرکز در حال کاهش است و بنابراین بزرگی شتاب نوسانگر نیز کاهش می‌یابد.

پ) درست است. در هر دوره، مکان - سرعت - شتاب و نیروی وارد بر نوسانگر ۲ بار صفر می‌شود. در نقاط بازگشت که $v=۰$ است، نوسانگر تغییر جهت می‌دهد.

ت) درست است. طبق پایستگی انرژی مکانیکی در هر بازهٔ زمانی هر اندازه که به انرژی پتانسیل افزوده می‌شود همان اندازه از انرژی جنبشی کاسته می‌شود؛ بنابراین آهنگ افزایش انرژی پتانسیل با اندازه آهنگ کاهش انرژی جنبشی برابر است.

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۳۲ گزینه ۳ درست است.**

هر یک رفت و برگشت یک نوسان محسوب می‌شود.

$$N_A=\frac{۱۲۰}{۲}=۶۰$$

$$f_A=\frac{N_a}{t}\rightarrow f_A=\frac{۶۰}{۶۰s}=۱Hz$$

در رابطهٔ $X=A\cos\omega t\,,\omega t$ شناسهٔ تابع کسینوس نام دارد.

$$\omega t=\frac{۹۰۰۰}{۳۶۰}\times۲\pi\rightarrow۲\pi f_B\times۳۶۰۰=\frac{۹۰۰۰}{۳۶۰}\times۲\pi$$

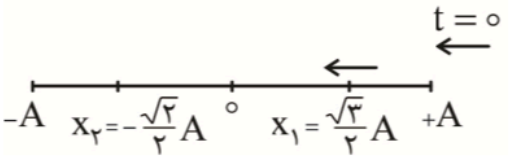
$$f_B=\frac{۲۵}{۳۶۰۰}Hz\rightarrow\frac{f_A}{f_B}=\frac{۱}{\frac{۲۵}{۳۶۰۰}}=۱۴۴$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۳۳ گزینه ۱ درست است.**




نوسانگر باید بدون تغییر جهت از مکان $x_۱$ به $x_۲$ برسد.

$$x_۱ = A\cos\frac{۲\pi}{T}t_۱ \rightarrow \frac{\sqrt{۳}}{۲}A = A\cos\frac{۲\pi}{T}t_۱ \rightarrow \frac{۲\pi}{T}t_۱ = \frac{\pi}{۶}$$

$$t_۱ = \frac{T}{۱۲}$$

$$x_۲ = A\cos\frac{۲\pi}{T}t_۲ \rightarrow -\frac{\sqrt{۲}}{۲}A = A\cos\frac{۲\pi}{T}t_۲ \rightarrow \frac{۲\pi}{T}t_۲ = \frac{\pi}{۲}+\frac{\pi}{۴}$$

$$t_۲ = \frac{۳T}{۸}$$

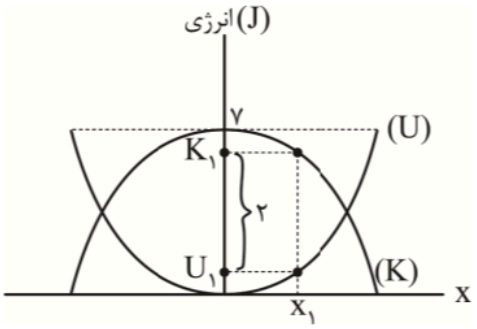
$$t_۲ - t_۱ = \Delta t \rightarrow \frac{۳T}{۸} - \frac{T}{۱۲} = ۰/۳۵$$

$$\frac{۹T-۲T}{۲۴} = ۰/۳۵ \rightarrow \frac{۷T}{۲۴} = ۰/۳۵$$

$$T = \frac{۲۴\times ۰/۳۵}{۷} \Rightarrow T = ۱/۲s$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۳۴ گزینه ۲ درست است.**




$$\begin{cases} K_۱ - U_۱ = ۲J \\ K_۱ + U_۱ = ۷J \end{cases}$$

$$۲K_۱ = ۹J \qquad K_۱ = \frac{۹}{۲}J$$

$$K_۱ = \frac{۱}{۲}mV_۱^۲ \xrightarrow{(SI)} \frac{۹}{۲} = \frac{۱}{۲}(۰/۲۵)V_۱^۲$$

$$۹ = \frac{۱}{۴}V_۱^۲ \rightarrow V_۱^۲ = ۳۶ \rightarrow V_۱ = \pm ۶\frac{m}{s}$$

تندی نوسانگر برابر $۶\frac{m}{s}$ است.

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۳۵ گزینه ۱ درست است.**

در حرکت هماهنگ ساده، در هر دوره ۲ مرتبه نیروی خالص وارد بر نوسانگر (در عبور از مرکز نوسان) صفر می‌شود:

$$\text{تعداد نوسان}: N = \frac{۵۰}{۲} = ۲۵$$

$$T = \frac{t}{N} = \frac{۶۰}{۲۵} = \frac{۱۲}{۵} = ۲/۴\,s$$

$$A = \text{نصف طول پاره‌خط} = ۱۰\,cm = ۰/۱\,m$$

$$\omega = \frac{۲\pi}{T} = \frac{۲\pi}{۲/۴} = \frac{\pi}{۱/۲} \Rightarrow \omega = \frac{۵\pi}{۶}\frac{rad}{s}$$

$$F = -kx$$

$$ma = -kx$$

$$a = -\frac{k}{m}x = -\omega^۲ x$$

توجه کنید در حرکت نوسانی هر جا مکان مثبت است شتاب (نیرو) منفی است.
به همین خاطر علامت شتاب و مکان همواره مخالفند.

$$a = -(\frac{۵\pi}{۶})^۲(۰/۰۶) = \frac{۵}{۱۲}\frac{m}{s^۲}$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۳۶ گزینه ۲ درست است.**

تغییر جرم نوسانگر در نقطهٔ بازگشت باعث تغییر دامنه نمی‌شود؛ زیرا فنر به اندازهٔ تغییر طول خود، نوسان می‌کند.

$$\text{ثابت فنر}: k \rightarrow T = ۲\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\frac{T_۲}{T_۱} = \sqrt{\frac{m_۲}{m_۱}} \rightarrow \frac{T_۲}{T_۱} = \sqrt{\frac{۲m}{۳m}} \Rightarrow \frac{T_۲}{T_۱} = \frac{\sqrt{۶}}{۳}$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۳۷ گزینه ۲ درست است.**

$$\omega = ۷\frac{rad}{s}$$

$$\frac{۲\pi}{T} = ۷ \rightarrow T = \frac{۲\pi}{۷} = ۲\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow \frac{۱}{۴۹} = \frac{L}{۹/۸} \rightarrow L = \frac{۹/۸}{۴۹} = ۰/۲\,m$$

$$L = ۲۰\,cm = ۲n + ۱۰ \rightarrow n = ۵$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۳۸ گزینه ۱ درست است.**

الف) نادرست است؛ زیرا در زمین لرزه امواج P (اولیه) که با تندی بیشتری از مرتبهٔ $۸\frac{km}{s}$ منتشر می‌شوند، از نوع طولی هستند.

ب) نادرست است؛ زیرا در انتشار موج طولی، فاصلهٔ دو تراکم متوالی برابر با طول موج $(\lambda)$ است.

پ) درست است.

ت) نادرست است؛ زیرا طول موج مسافتی است که یک آشفتگی در محیط کشسان در مدت یک دوره $(T)$ طی می‌کند.

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۳۹ گزینه ۴ درست است.**

در زلزله ابتدا امواج طولی P و سپس با تأخیر زمانی امواج عرضی S به مرکز لرزه‌نگاری می‌رسند.

$$\Delta t = t_s - t_p = \frac{d}{v_s} - \frac{d}{v_p} = d\left(\frac{v_p - v_s}{v_p v_s}\right)$$

$d =$ فاصلهٔ کانون زلزله تا مرکز لرزه‌نگاری است.

$$\frac{d}{\Delta t} = \frac{v_p v_s}{v_p - v_s} \rightarrow \frac{۳۰۶۰}{۴\times۶۰} = \frac{\frac{۵}{۳}v_s \times v_s}{\frac{۵}{۳}v_s - v_s}$$

$$\Rightarrow \frac{۳۰۶۰}{۲۴۰} = \frac{۵}{۲}v_s \Rightarrow v_s = \frac{۳۰۶۰\times۲}{۱۲۰۰} = \frac{۳۰۶}{۶۰} = \frac{۵۱}{۱۰}$$

$$v_s = ۵/۱\frac{km}{s}$$

$$v_p = \frac{۵}{۳}v_s = \frac{۵}{۳}\times۵/۱ = ۵\times۱/۷ = ۸/۵\frac{km}{s}$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۴۰ گزینه ۲ درست است.**

الف) درست است.

ب) شدت صوت با مربع فاصلهٔ شنونده از چشمهٔ صوتی رابطهٔ وارون دارد؛ بنابراین با نصف شدنِ این فاصله، شدت صوت ۴ برابر می‌شود.

پ) فقط در اثر حرکت چشمهٔ صوتی، طول موج تغییر می‌کند.

ت) درست است.

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۴۱ گزینه ۴ درست است.**

$$I=\frac{P_{\omega}}{A}=\frac{۱۰^{-۶}}{۵\times۱۰^{-۴}}=۲\times۱۰^{-۳}\ \frac{w}{m^{۲}}$$

$$\beta=۱۰\log\frac{I}{I_{۰}}=۱۰\log(\frac{۲\times۱۰^{-۳}}{۱۰^{-۱۲}})=۱۰\log۲+۱۰\log۱۰^{۹}$$

$$\beta=۱۰\times۰/۳+۹۰\rightarrow\beta=۹۳\,dB$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۴۲ گزینه ۳ درست است.**

در نقاط بازگشت $U_{max}$ است که دقیقاً برابر با $K_m$ و انرژی نوسانگر $(E)$ است از این رو:

$$U_m=K_m=E$$

$$۰/۵=\frac{۱}{۲}m\omega^{۲}A^{۲}\qquad(\omega=۲\pi f)$$

$$۱=m\omega^{۲}A^{۲}=m(۲\pi\times۱۰)^{۲}\times(۲\times۱۰^{-۲})^{۲}$$

دقت کنید که دامنه نصف طول پاره‌خط نوسانی است.

$$۱=m\times۴\pi^{۲}\times۱۰^{۲}\times۴\times۱۰^{-۴}=۱/۶\,m\qquad(\pi^{۲}=۱۰)$$

$$m=\frac{۱۰}{۱۶}kg$$

$$K=\frac{۱}{۲}mV^{۲}=\frac{۱}{۲}\times\frac{۱۰}{۱۶}\times(۰/۸)^{۲}=\frac{۱۰}{۳۲}\times\frac{۶۴}{۱۰۰}$$

$$K=۰/۲\,J$$

$$E=K+U\Rightarrow۰/۵=۰/۲+U$$

$$U=۰/۳\,J$$

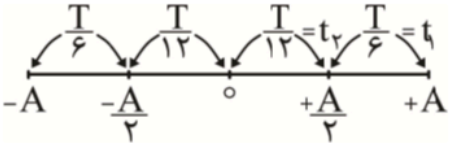
(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۴۳ گزینه ۴ درست است.**

در حرکت هماهنگ ساده که از $x_0 = +A$ حرکت نوسانی آغاز می‌شود، نیمهٔ اول دامنه که یکسر آن نقطهٔ بازگشت است در مدت $\frac{T}{۶}$ و نیمهٔ دوم دامنه که یکسر آن مرکز نوسانی است در $\frac{T}{۱۲}$ طی می‌شود. به شکل زیر دقت کنید:




زیرا:

$$x = +\frac{A}{۲} = A\cos(\frac{۲\pi}{T}t_۱) \rightarrow \frac{۱}{۲} = \cos\frac{۲\pi}{T}t_۱$$

$$\frac{\pi}{۳} = \frac{۲\pi}{T}t_۱ \rightarrow t_۱ = \frac{T}{۶}$$

و چون $t_۱ + t_۲ = \frac{T}{۴}$ است:

$$\frac{T}{۶} + t_۲ = \frac{T}{۴} \Rightarrow t_۲ = \frac{T}{۱۲}$$

با توجه به شکل:

$$E = \frac{۱}{۲}m\omega^۲A^۲ \Rightarrow ۰/۴\times۱۰^{-۳} = \frac{۱}{۲}m\times\frac{\pi^۲}{۹}\times(۴\times۱۰^{-۲})^۲$$

$$۴\times۱۰^{-۴} = \frac{m\times\pi^۲\times۸\times۱۰^{-۴}}{۹} \Rightarrow m = \frac{۳۶}{۸\pi^۲}$$

$$۳(\frac{T}{۴}) + \frac{T}{۱۲} = ۵ \Rightarrow \frac{۱۰T}{۱۲} = ۵ \Rightarrow T = ۶s$$

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

$$\pi^۲ \simeq ۱۰ \Rightarrow m = \frac{۹}{۲۰}kg = \frac{۹۰۰۰}{۲۰}g = ۴۵۰g$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

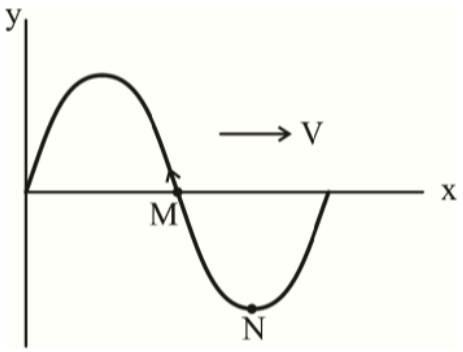
**۴۴۴** **گزینه ۲ درست است.**

$$\frac{\lambda}{۲}=۲۰\text{m}\rightarrow\lambda=۴۰\text{m}$$

$$\lambda=VT\rightarrow ۴۰=۲۰\times T\rightarrow T=۲\text{s}$$

$$\Delta t=۰/۵\text{s}=\frac{T}{۴}$$

$$\Delta x=v(\frac{T}{۴})=\frac{\lambda}{۴}$$




با انتشار موج مکانیکی به‌سمت راست مثل این است که در مدت $\frac{T}{۴}$، نقاط M و N به اندازهٔ $\frac{\lambda}{۴}$ در خلاف جهت انتشار (به‌سمت چپ) روی نقش موج جابه‌جا می‌شوند.

از این رو موقعیت مکانی M و N به‌ترتیب $y_M=۰$ و $y_N=-A$ خواهد شد.

$$V_M=+A\omega=+۰/۱\times\frac{۲\pi}{T}=۰/۱\times\frac{۲\pi}{۲}=\frac{\pi}{۱۰}(\frac{\text{m}}{\text{s}})$$

$$V_N=۰$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۴۵** **گزینه ۱ درست است.**

در نقطهٔ N که متناظر با عبور از نقطهٔ مرکز نوسانی است، نه تنها تندی بیشینه است بلکه حداکثر تغییر طول فنر (حداکثر کشیدگی یا حداکثر فشردگی) در همین نقطه رُخ می‌دهد و به عبارتی در $x=۰$ هم $K_{max}$ است و هم $U_{max}$ می‌باشد در C انرژی صفر است و فنر نه فشرده شده و نه کشیده می‌شود. یعنی حلقه‌ای از فنر که در C قرار دارد، فاصله‌اش با دو حلقهٔ مجاور خود، همان گام طبیعی است، اما حلقه‌ای که در موقعیت N قرار دارد، فاصله‌اش تا دو حلقهٔ مجاور یا حداکثر است یا حداقل به شکل ۳-۲۳ کتاب درسی مراجعه کنید. (ص ۶۹ کتاب درسی) و خطوط ۳ تا ۵ همین صفحهٔ کتاب درسی.

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۴۶** **گزینه ۴ درست است.**

$$\beta = ۱۰\log(\frac{I}{I_۰}) \qquad ۷۷ = ۱۰\log(\frac{I}{I_۰}) \rightarrow ۷/۷ = \log(\frac{I}{۱۰^{-۱۲}}) \rightarrow ۸ - ۰/۳ = \log(\frac{I}{۱۰^{-۱۲}})$$

$$\log ۱۰^{۸} - \log ۲ = \log(\frac{I}{۱۰^{-۱۲}}) \rightarrow \log(\frac{۱۰^{۸}}{۲}) = \log(\frac{I}{۱۰^{-۱۲}})$$

$$\frac{۱۰^{۸}}{۲} = \frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \rightarrow I = \frac{۱}{۲} \times ۱۰^{-۴} = ۵ \times ۱۰^{-۵} \ (\frac{w}{m^{۲}})$$

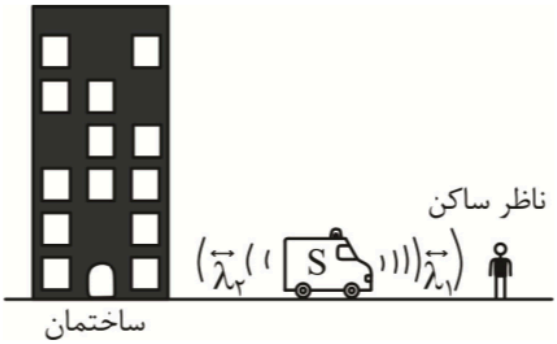
$$I = \frac{P}{۴\pi r^{۲}} \rightarrow ۵ \times ۱۰^{-۵} = \frac{P}{۴ \times ۳ \times (۲/۵)^{۲}}$$

$$P = ۵ \times ۴ \times ۳ \times (\frac{۵}{۲})^{۲} \times ۱۰^{-۵} = ۳۷۵ \times ۱۰^{-۵} \ w$$

$$P = ۳/۷۵ \ mw$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۴۷** **گزینه ۲ درست است.**




$\lambda_s$ - طول موج صدای تولیدی آژیر $f_s$: بسامد آژیر

به‌دلیل حرکت چشمهٔ صوتی (آمبولانس)، طول موج‌هایی که در جلوی چشمه ایجاد می‌شود کوتاه‌تر از طول موج آژیر و در پشت چشمهٔ صوتی، طول موج‌هایی بلندتر از طول موج آژیر تولید می‌گردد، یعنی:

$$\lambda_۲ > \lambda_s \ , \ \lambda_۱ < \lambda_s$$

در ضمن آمبولانس در حال نزدیک شدن به ناظر ساکن است از این رو ناظر ساکن بسامدی بلندتر از بسامد آژیر را دریافت می‌کند و $f_۱ > f_s$ و دیوار بسامدی کوتاه‌تر از بسامد آژیر را دریافت می‌کند. $f_۲ < f_s$

دیوار دو پژواک (بازتاب صدا) عیناً $\lambda_۲$ و $f_۲$ دریافتی را بازتاب می‌کند. از این رو، تأخیر زمانی اندک، ناظر ساکن ابتدا $\lambda_۱ < \lambda_s$ و $f_۱ > f_s$ و معین $\lambda_۲ > \lambda_s$ و $f_۲ < f_s$ را دریافت می‌کند.

$$\lambda_۲ > \lambda_s > \lambda_۱$$
$$f_۲ < f_s < f_۱$$

گزینه ۲ درست است.

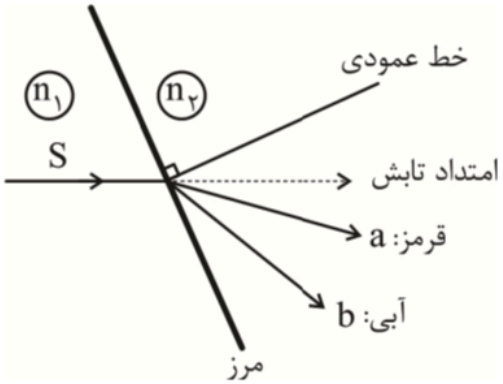
(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۴۸** **گزینه ۳ درست است.**

همیشه پرتوی شکست در ناحیه‌ای قرار می‌گیرد که امتداد تابش، مابین خط عمودی و مرز دو محیط باشد.




حال اگر محیط ۲ رقیق‌تر باشد، پرتوی شکست بین امتداد تابش با مرز دو محیط قرار می‌گیرد. بنابراین: $n_2 < n_1$ و $n_2$ محیط رقیق‌تر است.

در پرتوهای مرئی کمترین شکست و انحراف مربوط به پرتوی قرمز است، ضمن اینکه چون $f_{Blue} > f_{Red}$؛ بنابراین میزان شکست و انحراف برای پرتوی آبی که بسامد بیشتری دارد، بیشتر خواهد بود.

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۴۹** $v =$ تندی انتشار فراصوت:

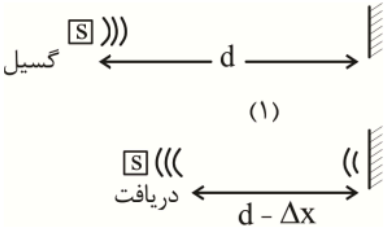
$$V = \lambda f = (۳/۲۵\times۱۰^{-۳})(۱۲۰\times۱۰^{۳}) = ۳۹۰\frac{m}{s}$$

اگر فاصلهٔ خفاش در لحظهٔ ارسال فراصوت تا مانع $d$ باشد، فاصله‌اش در لحظهٔ دریافت پژواک $d-\Delta x$ خواهد بود.

$$\Delta x = V\cdot\Delta t = ۱۰\times۰/۵ = ۵m$$

صوت از لحظهٔ گسیل تا دریافت مسافت $L$ را طی می‌کند.

$$L = d + (d-\Delta x) = ۲d - ۵$$




چون تندی انتشار فراصوت در محیط ثابت است:

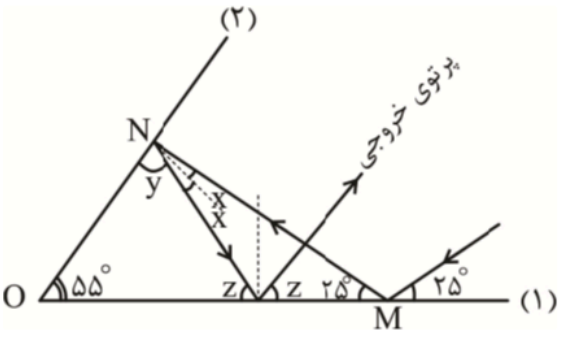
$$L = V\cdot\Delta t$$

$$۲d - ۵ = ۳۹۰\times۰/۵ \Rightarrow d = ۱۰۰m$$

فاصلهٔ خفاش در لحظهٔ دریافت پژواک: $d - \Delta x = ۱۰۰ - ۵ = ۹۵m$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۵۰** **گزینه ۳ درست است.**




$$M\hat{N}O = ۱۸۰^\circ - (۵۵^\circ + ۲۵^\circ) = ۱۰۰^\circ$$

پرتوی $MN$ تحت زاویهٔ $x$ به آینهٔ ۲ تابیده است و با زاویهٔ $x$ نیز بازتابش می‌شود.

$$\begin{cases} y + ۲x = ۱۰۰^\circ \\ y + x = ۹۰^\circ \end{cases} \Rightarrow x = ۱۰^\circ \ , \ y = ۸۰^\circ$$

$$۵۵^\circ + y + z = ۱۸۰^\circ \Rightarrow ۵۵^\circ + ۸۰^\circ + z = ۱۸۰^\circ \Rightarrow z = ۴۵^\circ$$

و چون $z < ۵۵^\circ$ است. دیگر با آینهٔ (۲) برخوردی ندارد و از سطح آینهٔ (۱) با زاویهٔ $۴۵^\circ$ خارج می‌شود.

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۵۱** **گزینه ۴ درست است.**

$$\Delta t = \frac{0/15\times 2}{c} + \frac{2d}{v} \ , \ v = \frac{C}{n}$$

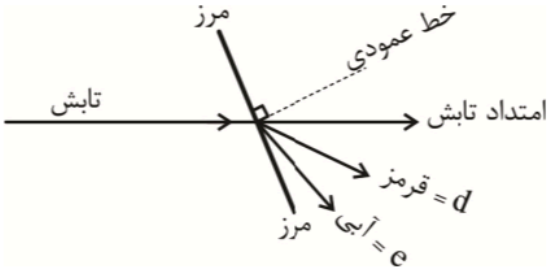
$$\Delta t = \frac{0/3}{c} + \frac{2d}{v} = \frac{0/3}{c} + \frac{2nd}{c} = \frac{0/3 + 2\times\frac{3}{2}d}{c}$$

$$\Delta t \cdot c = 0/3 + 3d \rightarrow 5\times 10^{-9}\times 3\times 10^{8} = 0/3 + 3d$$

$$1/5 = 0/3 + 3d \rightarrow d = 0/4\,m \rightarrow d = 40\,cm$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۵۲** **گزینه ۳ درست است.**




همیشه پرتوی شکست در ناحیه‌ای قرار می‌گیرد که امتداد تابش ما بین مرز و خط عمودی است.

از آنجا که پرتو وارد محیط رقیق‌تر (هوا) می‌شود به مرز نزدیک شده، اما میزان شکست و انحراف پرتوی قرمز که بسامد کمتری تا پرتوی آبی دارد، کمتر است از این رو پرتوی d، قرمز است:

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۴۵۳** **گزینه ۱ درست است.**

در محیط (۱) فاصلهٔ بین ۲ جبههٔ موج متوالی بیش از فاصلهٔ دو جبههٔ موج متوالی در محیط (۲) است:

$$\lambda_1 > \lambda_2$$

بسامد پرتو f در عبور از یک محیط به محیط دیگر ثابت می‌ماند، بنابراین:

$$\lambda_1 f > \lambda_2 f \ \Rightarrow \ V_1 > V_2 \Rightarrow \frac{C}{n_1} > \frac{C}{n_2} \Rightarrow n_1 < n_2$$

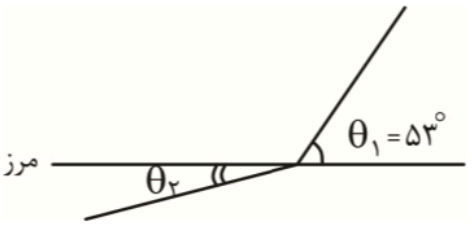
بنابراین: $n_1 = 1$ ، $n_2 = 1/6$

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$

زاویهٔ پرتو با خط عمودی برابر با زاویهٔ جبههٔ موج با مرز دو محیط است:

$$1\times \sin 53^\circ = 1/6 \sin\theta_2$$

$$0/8 = 1/6 \sin\theta_2 \rightarrow \sin\theta_2 = \frac{1}{2} \rightarrow \theta_2 = 30^\circ$$




(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۵۴** **گزینه ۴ درست است.**

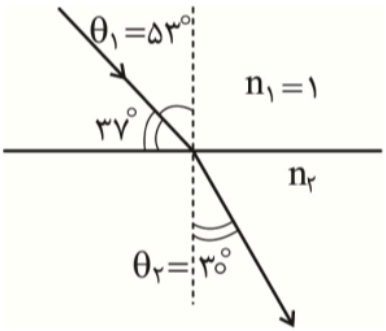
$$\theta_1 = ۱۴۳ - ۹۰ = ۵۳$$
$$\theta_2 = ۹۰$$
$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$
$$\frac{\sin ۵۳}{\sin ۹۰} = \frac{\lambda_1}{۶۵۰} \rightarrow \lambda_1 = ۵۲۰\,nm$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۵۵** **گزینه ۲ درست است.**

$$\Delta t = \frac{\overline{AB}}{V_2} + \frac{\overline{BC}}{V_3} = \frac{\overline{AB}}{(\frac{C}{n_2})} + \frac{\overline{BC}}{(\frac{C}{n_3})}$$
$$\Delta t = \frac{\overline{AB}.n_2}{C} + \frac{\overline{BC}.n_3}{C}$$
$$c\Delta t = n_2 \cdot \overline{AB} + n_3 \cdot \overline{BC}$$
$$۳\times۱۰^{۸}\times۸۰\times۱۰^{-۹} = n_2\times۱۰ + n_3\times۶$$
$$۲۴ = ۱۰n_2 + ۶n_3$$
$$۱۲ = ۵n_2 + ۳n_3$$

از طرفی:




$$n_1\sin\theta_1 = n_2\sin\theta_2$$
$$۱\times\sin ۵۳^\circ = n_2\times\sin ۳۰^\circ$$
$$۰/۸ = n_2\times۰/۵$$
$$n_2 = \frac{۸}{۵} \Rightarrow ۱۲ = ۵\times\frac{۸}{۵} + ۳n_3 \rightarrow n_3 = \frac{۴}{۳}$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۴۵۶** **گزینه ۴ درست است.**

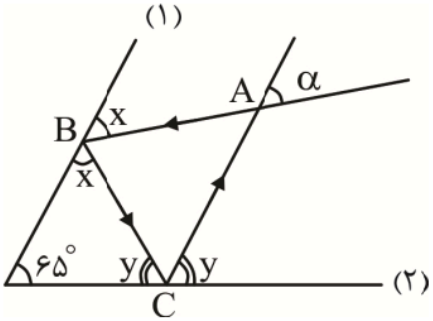
هر ۴ جمله درست است.

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

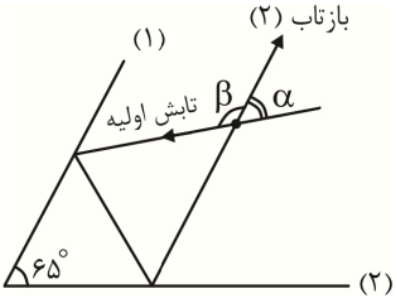
**۴۵۷** **گزینه ۳ درست است.**




$$\overset{\Delta}{ABC}: \alpha + (۱۸۰^\circ - ۲x) + (۱۸۰^\circ - ۲y) = ۱۸۰^\circ$$

$$\left.\begin{array}{c} \alpha = ۲(x+y) - ۱۸۰^\circ \\ \text{از طرفی}: x + y + ۶۵^\circ = ۱۸۰^\circ \Rightarrow x + y = ۱۱۵^\circ \end{array}\right\} \Rightarrow \alpha = ۲(۱۱۵^\circ) - ۱۸۰^\circ = ۲۳۰^\circ - ۱۸۰^\circ = ۵۰^\circ$$

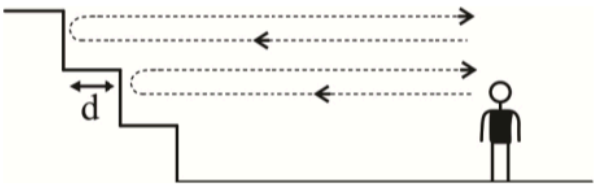
به روش ساده زاویهٔ بین تابش اولیه و بازتابش دوم در مجموعهٔ ۲ آینهٔ تخت ۲ برابر زاویهٔ حادّهٔ آینه‌ها است:




$$\beta = ۲ \times ۶۵^\circ = ۱۳۰^\circ \Rightarrow \alpha = ۱۸۰^\circ - \beta = ۵۰^\circ$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۵۸** **گزینه ۲ درست است.**




هر پژواک نسبت به پژواک قبلی مسافتی به اندازهٔ ۲ برابر عرض پله را بیشتر از قبل طی می‌کند.

فاصلهٔ زمانی بین دو پژواک متوالی که همان دورهٔ پژواک‌هاست برابر است با:

$$T = \frac{۲d}{v}$$

از این رو بسامد پژواک‌ها $f = \frac{۱}{T} = \frac{v}{۲d}$ است.

$$f = \frac{v}{۲d} = \frac{۳۲۹}{۲ \times ۰/۳۵} = \frac{۳۲۹}{۰/۷} = ۴۷۰\,Hz$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۵۹** گزینه ۲ درست است.

$$n_A - n_B = ۲ \rightarrow \frac{\Delta t}{T_A} - \frac{\Delta t}{T_B} = ۲ \rightarrow \Delta t(\frac{۱}{۲/۴} - \frac{۱}{۳/۲}) = ۲$$

$$\rightarrow \Delta t(\frac{۴-۳}{۱۲\times ۰/۸}) = ۲ \rightarrow \Delta t = ۹/۶\times ۲ = ۱۹/۲ s$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

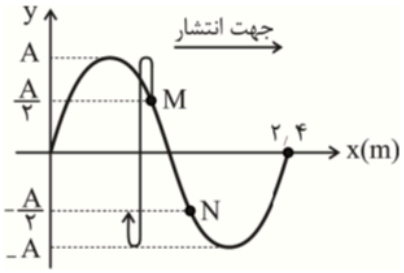
**۴۶۰** گزینه ۳ درست است.

$$E = \frac{۱}{۲}KA^۲ = \frac{۱}{۲}\times ۲۰۰\times ۶۴\times ۱۰^{-۴} = ۶۴\times ۱۰^{-۲}\ j = K_{max}$$

$$\frac{K}{K_{max}} = (\frac{V}{V_{max}})^۲ = (\frac{\sqrt{۲}}{۲})^۲ = \frac{۱}{۲} \rightarrow K = \frac{۱}{۲}K_{max} = ۳۲\times ۱۰^{-۲}\ J$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۶۱** ذره $N$ در مکان $-\frac{A}{۲}$ است و به‌سمت بالا می‌رود؛ پس ذره $M$ هم باید به مکان $-\frac{A}{۲}$ برود درحالی که بالا می‌رود.

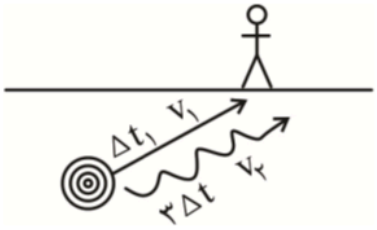



$$\Delta t = ۱۰\times \frac{T}{۱۲} \rightarrow \Delta x = ۱۰\times \frac{\lambda}{۱۲}$$

$$\lambda = ۲۴۰ cm \rightarrow \Delta x = ۱۰\times \frac{۲۴۰}{۱۲} = ۲۰۰ cm$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۴۶۲** گزینه ۱ درست است.




$$\Delta x_۱ = V_۱\Delta t_۱\ ,\ \Delta x_۱ = V_۲\Delta t_۲ \rightarrow \Delta x_۱ = \Delta x_۲ \rightarrow \frac{\Delta t_۱}{\Delta t_۲} = \frac{V_۲}{V_۱} = \frac{۱}{۳}$$

$$\Delta t = ۳\Delta t_۱ - \Delta t_۱ = ۲\Delta t_۱ = ۲ \rightarrow \Delta t_۱ = ۱ s$$

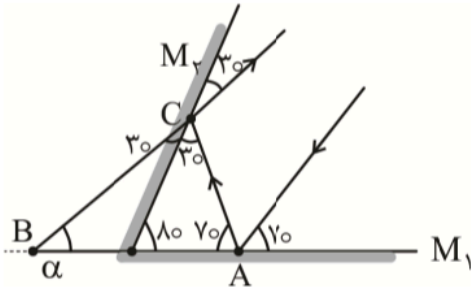
$$\Delta x = V_۱\ \Delta t_۱ = ۶\times ۱ = ۶ km$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)


SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۶۳** **گزینه ۳ درست است.**

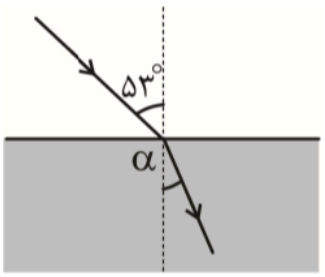
در مثلث ABC جمع زاویه‌ها $۱۸۰^\circ$ است.




$$\alpha = ۱۸۰ - ۷۰ - ۳۰ - ۳۰ = ۵۰^\circ$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۶۴** **گزینه ۳ درست است.**



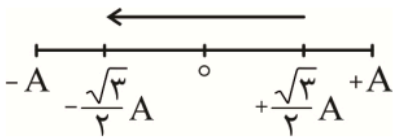

$$\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{۱۰۰ - ۲۵}{۱۰۰} = \frac{۷۵}{۱۰۰} = \frac{۳}{۴}$$

$$\frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{\sin\alpha}{\sin ۵۳^\circ} \rightarrow \frac{۳}{۴} = \frac{\sin\alpha}{۰/۸} \rightarrow \sin\alpha = ۰/۶$$

$$\rightarrow \alpha = ۳۷^\circ \rightarrow D = ۵۳ - ۳۷ = ۱۶^\circ$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۶۵** **گزینه ۱ درست است.**




$$\Delta x = -\sqrt{۳}A$$

$$\Delta t = \frac{T}{۳}$$

$$|V_{av}| = \left|\frac{\Delta x}{\Delta t}\right| = \frac{\sqrt{۳}A}{\frac{T}{۳}} = \frac{۳\sqrt{۳}A}{T}$$

$$V_{max} = A\omega = \frac{A \times ۲\pi}{T} = \frac{۶A}{T}$$

$$\frac{|V_{av}|}{V_{max}} = \frac{۳\sqrt{۳}\frac{A}{T}}{۶\frac{A}{T}} = \frac{\sqrt{۳}}{۲}$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۶۶** گزینه ۴ درست است.

$$۴\times\frac{T}{۱۲}=\frac{\pi}{۳}\rightarrow\frac{T}{۳}=\frac{\pi}{۳}\rightarrow T=\pi$$

$$\omega=\frac{۲\pi}{T}=\frac{۲\pi}{\pi}=۲$$

$$E=\frac{۱}{۲}mA^{۲}\omega^{۲}=\frac{۱}{۲}\times\frac{۱}{۱۰}\times\frac{۲۵}{۱۰۰}\times۴=\frac{۱}{۲۰}J\xrightarrow{\times۱۰۰۰}\frac{۱۰۰۰}{۲۰}=۵۰mJ$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

**۴۶۷** گزینه ۲ درست است.

$$۲\lambda=۱۰\rightarrow\lambda=۵m$$

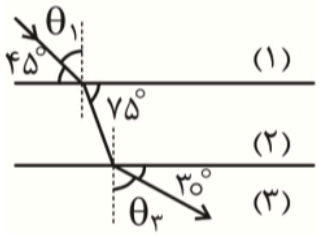
$$f=\frac{V}{\lambda}=\frac{۲۰}{۵}=۴Hz\rightarrow T=\frac{۱}{f}=\frac{۱}{۴}=۰/۲۵S$$

$$n=\frac{\Delta t}{T}=\frac{۱/۵-۰/۲۵}{۰/۲۵}=\frac{۱/۲۵}{۰/۲۵}=۵$$ ذره M ۵ نوسان کامل انجام می‌دهد.

$$\ell=۵(۴A)=۲۰A=۲۰\times۳=۶۰cm$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۶۸** گزینه ۴ درست است.




$$\frac{V_۳}{V_۱}=\frac{\sin\theta_۳}{\sin\theta_۱}=\frac{\sin۶۰^\circ}{\sin۴۵^\circ}=\frac{\frac{\sqrt{۳}}{۲}}{\frac{\sqrt{۲}}{۲}}=\frac{\sqrt{۳}}{\sqrt{۲}}=\sqrt{\frac{۳}{۲}}$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۶۹** گزینه ۳ درست است.

$$|a|=\frac{F}{m}=\frac{kx}{m}=\frac{m\omega^{۲}x}{m}=\omega^{۲}x=۴۰۰\times\frac{۵}{۱۰۰}=۲۰\frac{m}{s^{۲}}$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)


SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۷۰** **گزینه ۳ درست است.**

$$f=\frac{v}{\lambda}=\frac{۲۵}{۶}\rightarrow T=\frac{۶}{۲۵}\rightarrow n=\frac{\Delta t}{T}=\frac{\frac{۳۶}{۱۰۰}}{\frac{۶}{۲۵}}=\frac{۳}{۲}\rightarrow \Delta t=\frac{۳}{۲}T$$

ذره A نوسانگری است که در مکان $+۳cm$ قرار دارد و به‌سمت $+A$ می‌رود. پس از گذشت $۳\frac{T}{۲}$ نوسانگر به نقطه $-۳cm$ می‌رود.

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۷۱** **گزینه ۲ درست است.**

$$(۰,۴)\ S \text{ بازه زمانی } \Delta x=\frac{v_۱+v_۲}{۲}\times\Delta t\rightarrow -۱۶=\frac{v_۱+۰}{۲}\times ۴\rightarrow v_۱=-۸\frac{m}{s}$$

$$a=\frac{\Delta v}{\Delta t}=\frac{۰-(-۸)}{۴}=۲\frac{m}{s^۲}\rightarrow v=۲t-۸$$

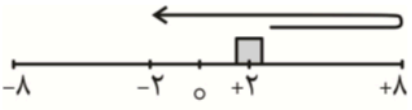
$$t=۵s\rightarrow v=۲\frac{m}{s}$$

$$P=\frac{W}{\Delta t}=\frac{\Delta K}{\Delta t}=\frac{\frac{۱}{۲}\times ۲\times(۴-۶۴)}{۵}=-۱۲W$$

(فصل ۳، دهم و فصل ۱، دوازدهم)

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۷۲** **گزینه ۱ درست است.**




$$\Delta t=\frac{T}{۲}=۲\rightarrow T=۴s$$

$$\rightarrow \omega=\frac{۲\pi}{T}=\frac{۲\pi}{۴}=\frac{\pi}{۲}\frac{rad}{s}$$

$$a_{max}=A\omega^۲=\frac{۸}{۱۰۰}\times\frac{\pi^۲}{۴}=۰/۲\frac{m}{s^۲}$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۷۳** **گزینه ۴ درست است.**

$$v=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}=\sqrt{\frac{۱۰}{۸۰۰۰\times ۲\times ۱۰^{-۶}}}=\sqrt{\frac{۱۰^۴}{۱۶}}=\frac{۱۰۰}{۴}=۲۵\frac{m}{s}$$

$$\lambda=\frac{v}{f}=\frac{۲۵}{۲۵۰}=\frac{۱}{۱۰}m=۱۰cm$$

(فصل ۳، دوازدهم)

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۷۴** **گزینه ۱ درست است.**

هرگاه جابه‌جایی حلقه فنر در جهت محور مکان باشد نمودار باید مثبت (بالای محور t) باشد. و هرگاه جابه‌جایی حلقه فنر درخلاف جهت محور مکان باشد نمودار باید منفی (زیر محور t) باشد.

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

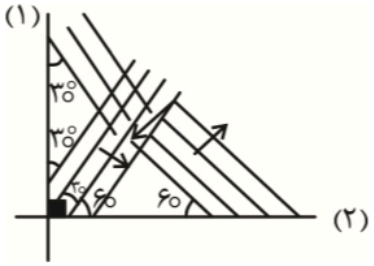
**۴۷۵** **گزینه ۲ درست است.**

$$I=\frac{P}{4\pi d^2}=\frac{15}{12\times 25}=\frac{1}{20}\frac{W}{m^2}$$

$$E=I.A.t=\frac{1}{20}\times 5\times 10^{-5}\times 60=1/5\times 10^{-4}\ J$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

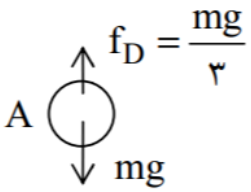
**۴۷۶**

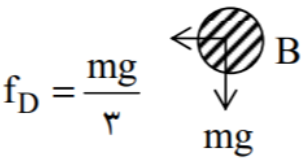



(فصل ۳، دوازدهم)

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۷۷** **گزینه ۳ درست است.**




$$a_A=\frac{mg-\frac{mg}{3}}{m}=g-\frac{g}{3}=\frac{2}{3}g$$

$$a_B=\frac{\sqrt{(mg)^2+(\frac{mg}{3})^2}}{m}=\frac{mg\sqrt{1+\frac{1}{9}}}{m}=\frac{\sqrt{10}}{3}g$$

$$\frac{a_A}{a_B}=\frac{\frac{2}{3}g}{\frac{\sqrt{10}}{3}g}=\frac{2}{\sqrt{10}}=\frac{2\sqrt{10}}{10}=\frac{\sqrt{10}}{5}$$

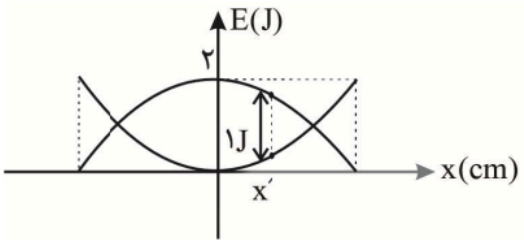
(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۷۸** **گزینه ۴ درست است.**

انرژی‌های جنبشی و پتانسیل نوسانگر را در نقطهٔ $x'$ به‌ترتیب $K$ و $U$ می‌نامیم.




$$K+U=E=2J\ ,\ K-U=1J\rightarrow K=1/5J\ ,\ U=0/5J$$

$$K=\frac{1}{2}mv^2\rightarrow 1/5=\frac{1}{2}\times 3\times v^2\rightarrow v^2=1\rightarrow v=1\frac{m}{s}$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - دشوار)

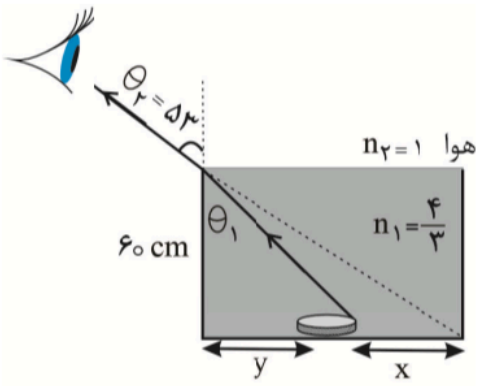
**۴۷۹** **گزینه ۱ درست است.**

$$\beta_2-\beta_1=10\log\frac{I_2}{I_1}=10\log\left((\frac{A_2}{A_1})^2\times(\frac{d_1}{d_2})^2\right)=10\log(4\times 4)=10\log 16$$

$$=10\log 2^4=40\log 2=40\times 0/3=12dB$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۸۰** **گزینه ۴ درست است.**




$$\frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}=\frac{n_1}{n_2}\rightarrow\frac{0/8}{\sin\theta_1}=\frac{4}{3}$$

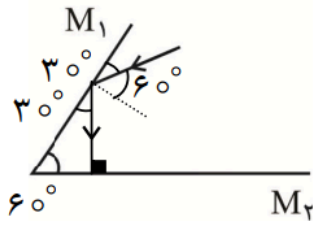
$$\rightarrow\sin\theta_1=0/6\rightarrow\theta_1=37^\circ$$

$$\frac{y}{60}=\frac{3}{4}\rightarrow y=45cm\qquad\frac{y+x}{60}=\frac{4}{3}\rightarrow x=35cm$$

(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)

**۴۸۱** **گزینه ۱ درست است.**

پرتو باید عمود بر سطح آینه $M_2$ باشد.




(سنجش ۱۴۰۲-۱۴۰۳ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۸۲** با توجه به معادلهٔ حرکت نوسانگر می‌توان دریافت که $\omega = ۵\pi \frac{rad}{s}$ طبق رابطهٔ بسامد زاویه‌ای برای سامانهٔ جرم - فنر داریم:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow ۵\pi = \sqrt{\frac{۵۰}{m}} \Rightarrow ۲۵\times ۱۰ = \frac{۵۰}{m} \Rightarrow m = ۰/۲kg$$

دورهٔ تناوب برابر است با:

$$\omega = \frac{۲\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{۲\pi}{\omega} = \frac{۲\pi}{۵\pi} = ۰/۴s$$

با توجه به اینکه نوسانگر در هر دوره، مسافت $۴A$ را طی می‌کند. می‌توان از تناسب زیر دامنهٔ حرکت رابه‌دست آورد:

$$\begin{matrix} ۱s \rightarrow ۱۰cm \\ ۰/۴s \rightarrow \ell = ۴A \end{matrix} \Rightarrow ۴A = ۴ \Rightarrow A = ۱cm = ۱۰^{-۲}\ m$$

(فیزیک ۳ - ص ۵۷ ؛ سطح دشواری: متوسط)

(سنجش ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۴۸۳** **گزینه ۱ درست است.**

در حرکت هماهنگ ساده، طبق رابطهٔ $a = -\omega^۲x$، علامت بردار شتاب و بردار مکان پیوسته مخالف یکدیگر است:

$$\Delta t = \frac{۱}{۳۰} - \frac{۱}{۵۰} = \frac{۲}{۱۵۰}s$$

(فیزیک ۳ - ص ۵۵ ؛ سطح دشواری: دشوار)

(سنجش ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)

**۴۸۴** **گزینه ۳ درست است.**

با توجه به اینکه بیشینهٔ انرژی جنبشی در نمودار برابر $۶J$ است، می‌توان گفت که انرژی مکانیکی نیز برابر ۶ است.

بنابراین در لحظهٔ $t$ داریم: $E = U + K \Rightarrow ۶ = ۴ + K \Rightarrow K = ۲J$

طبق رابطهٔ انرژی جنبشی داریم:

$$K = \frac{۱}{۲}mv^۲ \Rightarrow ۲ = \frac{۱}{۲} \times \frac{۱۰}{۱۰۰۰} \times v^۲ \Rightarrow v^۲ = ۴۰۰ \Rightarrow v = ۲۰\frac{m}{s}$$

(فیزیک ۳ - ص ۵۸ ؛ سطح دشواری: متوسط)

(سنجش ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۴۸۵ گزینه ۲ درست است.**

در مکان $\pm\frac{\sqrt{۲}}{۲}A$ انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل با یکدیگر برابرند. بنابراین داریم:

$$\frac{\sqrt{۲}}{۲}A = ۲\sqrt{۲} \Rightarrow A = ۴cm$$

$$E = U + K \xrightarrow{x=\frac{\sqrt{۲}}{۲}A:U=K=۸mJ} E = ۸ + ۸ = ۱۶mJ$$

حال می‌توان ثابت فنر را به‌دست آورد:

$$E = \frac{۱}{۲}kA^۲ \Rightarrow ۱۶\times۱۰^{-۳} = \frac{۱}{۲}\times k\times(\frac{۴}{۱۰۰})^۲ \Rightarrow k = ۲۰\frac{N}{m}$$

(فیزیک ۳ - ص ۵۸ ؛ سطح دشواری: متوسط)

(سنجش ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۴۸۶ گزینه ۲ درست است.**

$$۲\pi f = ۴۰\pi \rightarrow f = ۲۰Hz$$

$$E = ۲\pi^۲ mA^۲ f^۲$$

انرژی مکانیکی جسم $= ۲\pi^۲ \times ۰/۳ \times (۰/۰۵)^۲ \times ۲۰^۲$

$$= ۰/۶\pi^۲ = U_{max}$$

وقتی انرژی پتانسیل $\frac{۱}{۳}$ مقدار بیشینه‌اش است، مابقی انرژی مکانیکی، یعنی $\frac{۲}{۳}$ آن مربوط به انرژی جنبشی خواهد بود.

$$\frac{۲}{۳}\times ۰/۶\pi^۲ = ۰/۴\pi^۲$$

(سنجش ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۴۸۷ گزینه ۱ درست است.**

ابتدا دورهٔ تناوب را به‌دست می‌آوریم:

$$۳\frac{T}{۴} = ۳ \Rightarrow T = ۴s$$

بازهٔ زمانی $t_۱$ تا $t_۲$ برابر است با:

$$\Delta T = T + \frac{T}{۲} = \frac{۳T}{۲} = \frac{۳\times۴}{۲} = ۶s$$

مسافت طی‌شده در این بازه برابر است با:

$$L = ۴A + ۲A = ۶A = ۶\times۲ = ۱۲cm$$

تندی متوسط نوسانگر برابر است با:

$$s_{av} = \frac{L}{\Delta t} = \frac{۱۲}{۶} = ۲\frac{cm}{s} = ۰/۰۲\frac{m}{s}$$

(فیزیک ۳ - فصل ۳ ، ص ۵۵ ؛ سطح دشواری: دشوار)

(سنجش ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۸۸ گزینه ۴ درست است.**

$$\omega=\sqrt{\frac{k}{m}}\ ,|a|=\omega^{۲}|x|=\frac{k}{m}|x|=\frac{۴۵۰}{۰/۵}\times۱۰^{-۲}$$

$$\Rightarrow|a|=۹\frac{m}{s^{۲}}$$

$$x=+۱cm\Rightarrow a=-۹\frac{m}{s^{۲}}$$

$$\vec{a}=(-۹\frac{m}{s^{۲}})\vec{j}$$

(فیزیک ۳ - فصل ۳ ، ص ۵۶ ؛ سطح دشواری: متوسط)

(سنجش ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۴۸۹ گزینه ۳ درست است.**

اگر وزنه را پس از این‌که کشیدیم، رها کنیم، انرژی پتانسیل کشسانی به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود.

$$U=\frac{۱}{۲}kA^{۲}\Rightarrow\frac{U_{۲}}{U_{۱}}=(\frac{A_{۲}}{A_{۱}})^{۲}\Rightarrow\frac{U_{۲}}{۲۰}=(\frac{۱۵}{۱۰})^{۲}$$

$$\Rightarrow U_{۲}=۴۵J$$

(فیزیک ۳ - فصل ۳ ، ص ۵۸ ؛ سطح دشواری: متوسط)

(سنجش ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۴۹۰ گزینه ۴ درست است.**

$$t=\frac{T}{۲},T=\frac{۱}{f}\Rightarrow t=\frac{۱}{۲f}=\frac{۱}{۸\times۱۰^{۱۵}}\Rightarrow$$

$$t=\frac{۱۰\times۱۰^{-۱۶}}{۸}=۱/۲۵\times۱۰^{-۱۶}\ s$$

$\vec{E}$ ⊙ $\rightarrow\vec{v}$

$\downarrow\vec{B}$

(فیزیک ۳ - فصل ۳ ، ص ۶۷ ؛ سطح دشواری: دشوار)

(سنجش ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۹۱** **گزینه ۴ درست است.**

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow \frac{\lambda_۲}{\lambda_۱} = \frac{v_۲}{v_۱} \times \frac{f_۱}{f_۲} \Rightarrow \frac{۱}{۴} = ۱ \times \frac{f_۱}{f_۲} \Rightarrow \frac{f_۲}{f_۱} = ۴$$

$$I \propto \frac{A^۲ f^۲}{r^۲} \Rightarrow \frac{I_۲}{I_۱} = (\frac{A_۲}{A_۱})^۲ \times (\frac{f_۲}{f_۱})^۲ \times (\frac{r_۱}{r_۲})^۲ = (\frac{۱}{۲})^۲ \times (۴)^۲ \times (۱)^۲ = ۴$$

$$\Delta\beta = ۱۰ \log \frac{I_۲}{I_۱} = ۱۰ \log ۴ = ۱۰ \log (۲)^۲ = ۲۰ \log ۲ = ۲۰ \times ۰/۳ = ۶ dB$$

(فیزیک ۳ - فصل ۳ ، ص ۷۳ ؛ سطح دشواری: متوسط)

(سنجش ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۴۹۲** **گزینه ۲ درست است.**

برای هر سانتی‌متر مربع $(۱cm^۲)$ داریم:

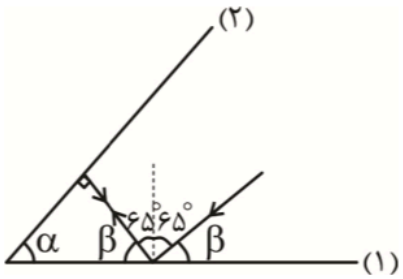
$$I = \frac{P}{A} = \frac{۰/۱ \times ۱۰^{-۶}}{۱ \times ۱۰^{-۴}} = ۱۰^{-۳} \frac{W}{m^۲}$$

$$\beta = ۱۰ \log \frac{۱۰^{-۳}}{۱۰^{-۱۲}} = ۱۰ \times ۹ = ۹۰ dB$$

(فیزیک ۳ - فصل ۳ ، ص ۷۳ ؛ سطح دشواری: متوسط)

(سنجش ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۴۹۳** **گزینه ۳ درست است.**




$$\hat{\beta} = ۹۰^\circ - ۶۵^\circ = ۲۵^\circ$$

$$\hat{\alpha} + \hat{\beta} = ۹۰^\circ \Rightarrow \hat{\alpha} + ۲۵^\circ = ۹۰^\circ \Rightarrow \hat{\alpha} = ۶۵^\circ$$

(فیزیک ۳ - فصل ۳ ، ص ۸۰ ؛ سطح دشواری: آسان)

(سنجش ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

www.MrKonkor.com SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۹۴ گزینه ۳ درست است.**

عبارت‌های «ت» و «ث» درست می‌باشند. حال به بررسی علت نادرست بودن سایر عبارت‌ها می‌پردازیم:

بررسی عبارت «الف» ← اگر تأخیر زمانی بین صوت فرودی به مانع و صوت بازتابی از مانع کمتر از ۰/۱s باشد، گوش انسان نمی‌تواند پژواک را از صوت مستقیم اولیه تمیز دهد..

بررسی عبارت «ب» ← یکای $\mu_0\varepsilon_0$ برابر، $\frac{s^2}{m^2}$ است.

$$c=\frac{1}{\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}}\Rightarrow [C]=\frac{1}{\left[\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}\right]}\Rightarrow \frac{m}{s}=\frac{1}{\left[\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}\right]}\Rightarrow \left[\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}\right]=\frac{s}{m}\Rightarrow [\mu_0\varepsilon_0]=\frac{s^2}{m^2}$$

بررسی عبارت «پ» ← در امواج طولی، راستای انتشار موج و ارتعاش ذرات یکسان است، اما در امواج عرضی، راستای ارتعاش ذرات و انتشار موج عمود است. (فیزیک ۳ - فصل ۳ ، ص ۶۲، ۶۷،۶۸،۷۸،۷۹؛ سطح دشواری: متوسط)

(سنجش ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

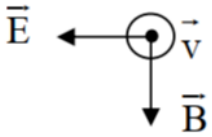
**۴۹۵ گزینه ۳ درست است.**

$$v=\sqrt{\frac{F}{\rho A}}=\sqrt{\frac{18}{9\times10^{3}\times10^{-6}}}=\sqrt{2\times10^{3}}=20\sqrt{5}\ \frac{m}{s}$$

(فیزیک (۳) - ص ۶۵؛ سطح دشواری: آسان)

(سنجش ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

**۴۹۶ گزینه ۳ درست است.**




$$\begin{array}{c|c} 2\pi & T \\ \hline \theta & \frac{T}{4} \end{array}\Rightarrow \theta=\frac{\pi}{2}\ rad$$

$$\theta_1=2\pi-\frac{\pi}{6}rad\Rightarrow \theta_2=\frac{\pi}{2}+\frac{11\pi}{6}=2\pi+\frac{\pi}{3}rad$$

$$\sin 2\pi+\frac{\pi}{3}=\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\overrightarrow{B_1}=-\frac{B_{max}}{2}\vec{j}\Rightarrow \overrightarrow{B_2}=\frac{\sqrt{3}}{2}B_{max}\vec{j}$$

(فیزیک (۳) - ص ۶۷؛ سطح دشواری: دشوار)

(سنجش ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - دشوار)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۴۹۷** **گزینه ۴ درست است.**

$$\Delta x = \frac{v_T v_L}{v_L - v_T}\Delta t = \frac{۱۵۰ \times ۵۰}{۱۵۰ - ۵۰} \times ۰/۲ = ۱۵\,m$$

(فیزیک (۳) - ص ۹۱؛ سطح دشواری: آسان)

(سنجش ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - ساده)

**۴۹۸** **گزینه ۲ درست است.**

$$\beta = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow ۴۶ = ۱۰\log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow$$

$$۴/۶ = \log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow ۴ + ۰/۶ = \log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow$$

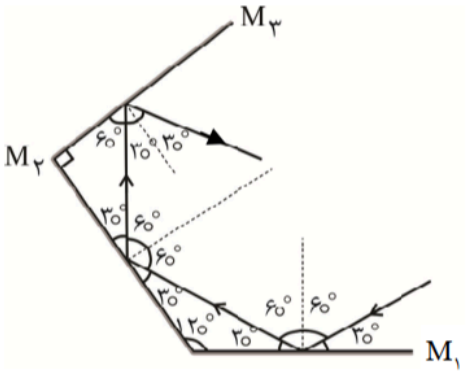
$$\log ۱۰^۴ + ۲\log ۲ = \log\frac{I}{I_۰} \Rightarrow$$

$$\log ۴\times ۱۰^۴ = \log\frac{I}{۱۰^{-۱۲}} \Rightarrow I = ۴\times ۱۰^۴ \times ۱۰^{-۱۲} = ۴\times ۱۰^{-۸}\ \frac{W}{m^۲}$$

(فیزیک (۳) - ص ۷۳؛ سطح دشواری: متوسط)

(سنجش ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)

**۴۹۹** **گزینه ۲ درست است.**

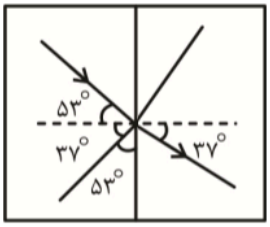



(فیزیک (۳) - ص ۸۰؛ سطح دشواری: متوسط)

(سنجش ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)


SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir

**۵۰۰ گزینه ۲ درست است.**




$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}=\frac{v_1}{v_2}\Rightarrow\frac{۸}{۶}=\frac{v_1}{v_2}\Rightarrow$$

$$\frac{v_2}{v_1}=\frac{۳}{۴}\Rightarrow v_2=\frac{۳}{۴}v_1\Rightarrow\frac{\Delta v}{v_1}=\frac{-۱}{۴}$$

$$\frac{-۱}{۴}\times۱۰۰=\%-۲۵$$ کاهش

(فیزیک (۳) - ص ۸۳؛ سطح دشواری: متوسط)

(سنجش ۱۴۰۳-۱۴۰۴ - متوسط)



SanjeshCloud www.SanjeshCloud.ir