

حرکت هماهنگ ساده

تحلیل نوع حرکت و سرعت، شتاب و نیرو در حرکت هماهنگ ساده

۱) اگر بیشینه تندی نوسانگری $\sqrt{0.4}$ متر بر ثانیه و دامنه آن 0.1 متر باشد، بیشینه شتاب این نوسانگر چند متر بر مربع ثانیه است؟

سخت - سراسری - ۱۳۹۱

۴۰ (۴)

۴ (۳)

۰.۴۰ (۲)

۰.۰۴ (۱)

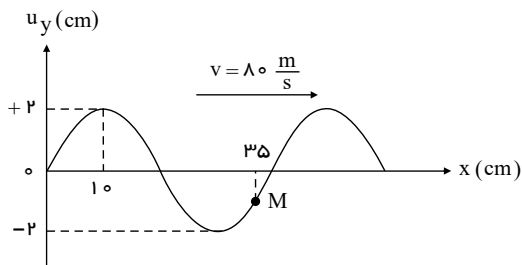
مشخصه‌های موج

موج عرضی

۲) نقش موجی که در یک طناب در حال انتشار است، در یک لحظه مطابق شکل زیر است. از این لحظه به بعد حداقل چند ثانیه طول می‌کشد تا

سخت - سراسری - ۱۳۹۶

سرعت ذره M به $8\pi \frac{m}{s} +$ برسد؟



$\frac{1}{1600}$ (۲)

$\frac{1}{800}$ (۴)

$\frac{3}{1600}$ (۱)

$\frac{3}{800}$ (۳)

حرکت هماهنگ ساده

تحلیل نوع حرکت و سرعت، شتاب و نیرو در حرکت هماهنگ ساده

۳ نوسانگر ساده‌ای روی پاره‌خطی به طول ۴ سانتی‌متر نوسان می‌کند و در هر ثانیه یک‌بار طول این پاره‌خط را طی می‌کند. بیشینه سرعت این نوسانگر چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟

متوسط - سراسری - ۱۳۹۸

۴π ۴

۲π ۳

۰٫۰۴π ۲

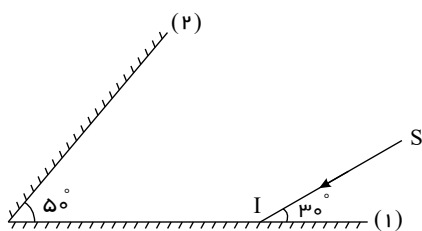
۰٫۰۲π ۱

بازتاب موج

بازتاب امواج الکترومغناطیسی

۴ مطابق شکل زیر، پرتو نور SI به آینه (۱) می‌تابد و پس از بازتاب از آینه (۲)، دوباره به آینه (۱) می‌تابد. امتداد پرتو بازتاب نهایی با امتداد پرتو SI، زاویه چند درجه می‌سازد؟

سخت - سراسری - ۱۳۹۸



۱۲۰ ۱

۱۴۰ ۲

۱۶۰ ۳

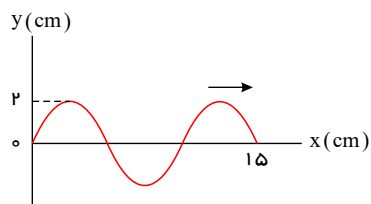
۱۸۰ ۴

مشخصه‌های موج

موج عرضی

۵ شکل زیر، یک موج سینوسی را در لحظه‌ای از زمان نشان می‌دهد که در جهت محور x در طول ریسمان کشیده شده‌ای حرکت می‌کند. اگر نیروی کشش ریسمان 80 N و چگالی خطی (جرم واحد طول) آن 0.2 kg/m باشد، هر یک از ذرات ریسمان در مدت 0.1 s مسافت چند سانتی‌متر را طی می‌کنند؟

متوسط - سراسری - ۱۳۹۸



۲ ①

۴ ②

۸ ③

۱۶ ④

انرژی حرکت هماهنگ ساده

انرژی جنبشی و پتانسیل

۶ نوسانگری به جرم 200 g به انتهای فنری که ثابت آن $k = 20 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ است، بسته شده و روی سطح افقی روی پاره‌خطی به طول 10 cm حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. انرژی جنبشی نوسانگر در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل آن 4 میلی‌ژول است، چند میلی‌ژول می‌شود؟

متوسط - سراسری - ۱۳۹۶

۲۵ ④

۲۱ ③

۱۰ ②

۴ ①

رابطه انرژی مکانیکی با جنبشی و پتانسیل و پایستگی انرژی

۷ دامنه حرکت نوسانگری 5 cm و دوره تناوب حرکتش $\frac{1}{10}\text{ s}$ است. لحظه‌ای که انرژی جنبشی نوسانگر برابر انرژی پتانسیل آن است، سرعت

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۸

نوسانگر چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟

$50\pi\sqrt{2}$ ④

$25\pi\sqrt{3}$ ③

50π ②

100π ①

آونگ ساده

۸) دوره نوسان آونگ ساده‌ای در یک مکان معین، برابر ۲ ثانیه است و در مدت ۲٫۶ دقیقه n نوسان کامل انجام می‌دهد، طول آونگ را چند درصد کاهش یا افزایش دهیم تا در همان مدت و در همان مکان، $n - ۱۸$ نوسان کامل انجام دهد؟

سخت- سراسری- ۱۳۹۴

۴) ۳۱ درصد افزایش

۳) ۳۱ درصد کاهش

۲) ۶۹ درصد افزایش

۱) ۶۹ درصد کاهش

حرکت هماهنگ ساده

جابه‌جایی، مسافت و معادله مکان-زمان در حرکت هماهنگ ساده

۹) نوسانگری در یک بعد در لحظه t_1 در مکان $\frac{A}{\sqrt{2}} +$ و در لحظه $t_2 > t_1$ در مکان $\frac{A}{2} +$ قرار دارد. اندازه بیشترین سرعت متوسط نوسانگر در

سخت- سراسری- ۱۳۸۴

بازه t_1 تا t_2 کدام است؟ (A دامنه نوسان، T دوره حرکت و در $t = 0$ نوسانگر در مبدأ مختصات است.)

۴) $12(\sqrt{2}-1)\frac{A}{T}$

۳) $\frac{12(\sqrt{2}+1)}{7}\frac{A}{T}$

۲) $\frac{12(\sqrt{2}-1)}{7}\frac{A}{T}$

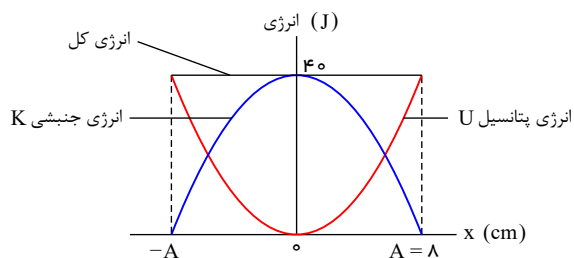
۱) $12(\sqrt{2}+1)\frac{A}{T}$

انرژی حرکت هماهنگ ساده

نمودارهای انرژی

۱۰) نمودار تغییرات انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی یک نوسان کننده به جرم 500 گرم که در راستای محور x حرکت هماهنگ ساده انجام می دهد، متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۸

به صورت شکل زیر است. بسامد نوسان چند هرتز است؟ $(\pi = \sqrt{10})$



- ۱ ۵۰
۲ ۴۰
۳ ۲۵
۴ ۱۰

حرکت هماهنگ ساده

جابه جایی، مسافت و معادله مکان-زمان در حرکت هماهنگ ساده

۱۱) در یک حرکت هماهنگ ساده، در مدت دلخواه $\frac{1}{4}$ دوره، کمترین مسافتی که نوسانگر طی می کند چند برابر دامنه است؟ ($\sqrt{2} \simeq 1.4$)

سخت - خارج از کشور - ۱۳۹۳

۱.۴ (۴)

۰.۷ (۳)

۰.۶ (۲)

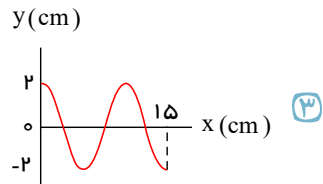
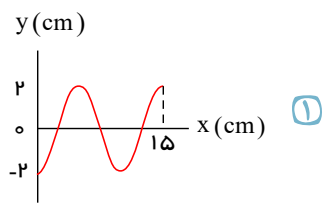
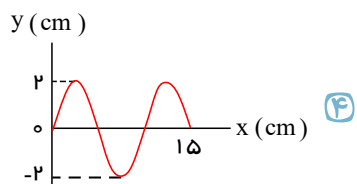
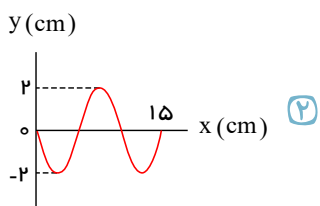
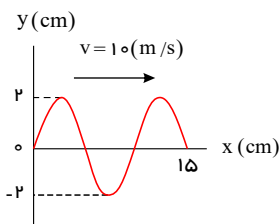
۰.۳ (۱)

مشخصه های موج

موج عرضی

متوسط - سراسری - ۱۳۹۰

۱۲) نقش موجی در لحظه $t = 0$ مطابق شکل است. نقش موج در لحظه $t = \frac{1}{400} s$ کدام است؟



انرژی حرکت هماهنگ ساده

انرژی جنبشی و پتانسیل

۱۳) در لحظه‌ای که انرژی جنبشی یک نوسانگر ۳ برابر انرژی پتانسیل آن است، سرعت نوسانگر چند برابر سرعت بیشینه است؟

متوسط - سراسری - ۱۳۸۱

۴) $\frac{\sqrt{3}}{2}$

۳) $\frac{2\sqrt{3}}{3}$

۲) $\frac{1}{2}$

۱) ۲

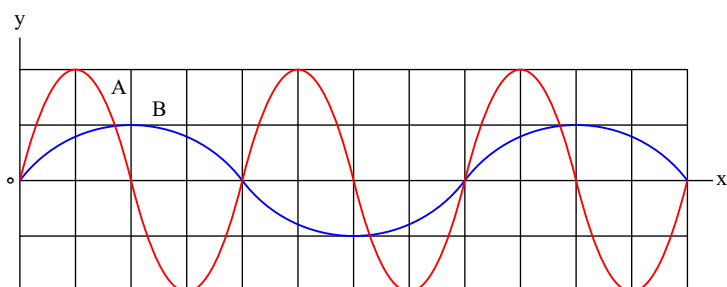
مشخصه‌های موج

موج عرضی

۱۴) در شکل زیر، دو موج مکانیکی A و B در یک محیط منتشر می‌شوند. اگر T دوره موج و v سرعت انتشار موج باشد، $\frac{T_A}{T_B}$ و $\frac{v_A}{v_B}$ به ترتیب

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۸

کدام‌اند؟



۱) ۲ و ۱

۲) ۲ و $\frac{1}{2}$

۳) $\frac{1}{2}$ و $\frac{1}{2}$

۴) $\frac{1}{2}$ و ۱

حرکت هماهنگ ساده

جابه جایی، مسافت و معادله مکان-زمان در حرکت هماهنگ ساده

۱۵) ذره ای روی پاره خطی به طول ۸ سانتی متر حرکت هماهنگ ساده انجام می دهد. این ذره در یک بازه زمانی دلخواه $\frac{1}{4}$ دوره، بیشترین جابه جایی

که ممکن است داشته باشد، چند سانتی متر است؟ سخت - خارج از کشور - ۱۳۹۷

۴ $\sqrt{2}$ ۴

۲ $\sqrt{2}$ ۳

۴ ۲

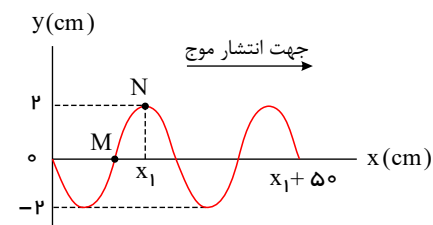
۲ ۱

مشخصه های موج

موج عرضی

۱۶) نقش یک موج عرضی در طناب، در لحظه $t = 0$ مطابق شکل زیر است. اگر $\frac{1}{400}$ s طول بکشد تا نقطه M به وضعیت نقطه N در لحظه

$t = 0$ برسد، سرعت انتشار موج و سرعت ذره M پس از $\frac{1}{400}$ s از لحظه $t = 0$ چند متر بر ثانیه است؟ (با تغییر)



۴۰، صفر ۱

۱۲۰، صفر ۲

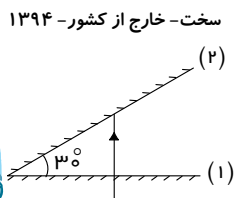
۱۲π، ۴۰ ۳

۴π، ۱۲۰ ۴

بازتاب موج

بازتاب امواج الکترومغناطیسی

۱۷) دو آینه تخت با طول زیاد، مطابق شکل زیر با هم زاویه 30° می‌سازند. در آینه (۱) روزه‌ای ایجاد شده و باریکه نور به طور عمود بر آینه (۱)، از آن می‌گذرد. این نور چند بار در برخورد به آینه‌ها بازتاب خواهد شد؟



۲ (۲)

۴ (۴)

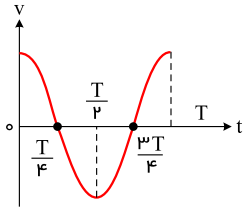
۱ (۱)

۳ (۳)

حرکت هماهنگ ساده

نمودارهای حرکت مکان-زمان در حرکت هماهنگ ساده

۱۸) نمودار سرعت - زمان یک نوسانگر هماهنگ ساده مطابق شکل زیر است. بزرگی شتاب متوسط در کدام یک از بازه‌های زمانی نشان داده شده در شکل، برابر نیست؟



۲) $(\frac{T}{4} \text{ تا } \frac{3T}{4})$ و (صفر تا T)

۴) (صفر تا $\frac{T}{2}$) و $(\frac{T}{4} \text{ تا } \frac{3T}{4})$

۱) $(\frac{T}{4} \text{ تا } \frac{T}{2})$ و $(\frac{3T}{4} \text{ تا } T)$

۳) (صفر تا $\frac{T}{2}$) و $(\frac{T}{2} \text{ تا } T)$

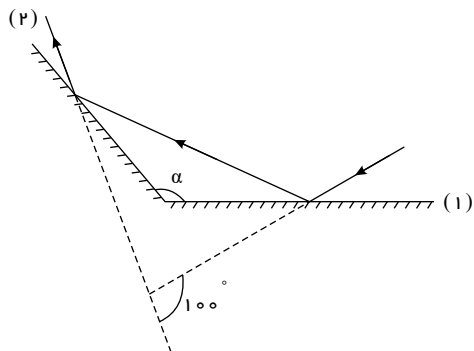
بازتاب موج

بازتاب امواج الکترومغناطیسی

۱۹) مطابق شکل زیر، پرتو نوری به آینه (۱) می‌تابد و پس از بازتاب، به آینه (۲) برخورد می‌کند. اگر امتداد پرتو تابش آینه (۱) با امتداد پرتو بازتاب

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۸

آینه (۲) زاویه 100° بسازد، α چند درجه است؟



۱۰۰ (۱)

۱۲۰ (۲)

۱۳۰ (۳)

۱۴۰ (۴)

حرکت هماهنگ ساده

معادلات و نمودارهای شتاب-مکان، نیرو-مکان

۲۰) معادله نیرو - مکان نوسانگر ساده‌ای در SI به صورت $F = -\pi^2 y$ است. اگر جرم نوسانگر 10 گرم باشد، این نوسانگر در هر دقیقه چند

متوسط - سراسری - ۱۳۸۸

نوسان کامل انجام می‌دهد؟

۳۰۰ (۴)

۲۵۰ (۳)

۲۰۰ (۲)

۱۵۰ (۱)

انرژی حرکت هماهنگ ساده

انرژی جنبشی و پتانسیل

۲۱) انرژی مکانیکی نوسانگری به جرم $100g$ برابر $20mJ$ است. در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل کشسانی نوسانگر $15mJ$ است، بزرگی سرعت نوسانگر چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟
متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۶

$$\frac{\sqrt{3}}{20} \quad (4)$$

$$\frac{\sqrt{3}}{10} \quad (3)$$

$$20\sqrt{10} \quad (2)$$

$$10\sqrt{10} \quad (1)$$

مشخصه‌های موج

موج عرضی

۲۲) سرعت انتشار موج عرضی در یک تار، $100m/s$ است. نیروی کشش این تار را چند درصد افزایش دهیم، تا سرعت انتشار موج در آن به $110m/s$ برسد؟
متوسط - سراسری - ۱۳۹۱

$$21 \quad (4)$$

$$\sqrt{21} \quad (3)$$

$$10 \quad (2)$$

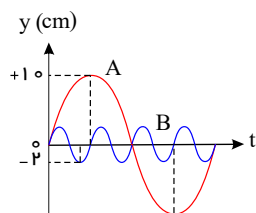
$$\sqrt{10} \quad (1)$$

انرژی حرکت هماهنگ ساده

رابطه انرژی مکانیکی با جنبشی و پتانسیل و پایستگی انرژی

۲۳) شکل روبه‌رو، نمودار مکان - زمان دو نوسانگر A ، B را نشان می‌دهد. اگر جرم نوسانگر B پنج برابر جرم نوسانگر A باشد، انرژی مکانیکی نوسانگر A چند برابر انرژی مکانیکی نوسانگر B است؟

متوسط - سراسری - ۱۳۹۳



$$\frac{16}{5} \quad \text{۲}$$

$$\frac{16}{25} \quad \text{۴}$$

$$\frac{5}{16} \quad \text{۱}$$

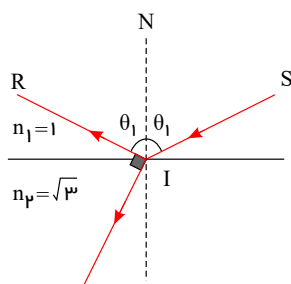
$$\frac{5}{9} \quad \text{۳}$$

شکست موج

شکست امواج الکترومغناطیسی

۲۴) در شکل روبه‌رو پرتو SI بر سطح یک محیط شفاف تابیده است. به طوری که قسمتی از آن بازتاب پیدا کرده و به محیط اول برگشته و قسمتی نیز شکسته و وارد محیط دوم شده است. اگر پرتوهای بازتاب و شکست برهم عمود باشند، زاویه تابش (i) چند درجه است؟

سخت - سراسری - ۱۳۸۶



$$15 \quad \text{۱}$$

$$30 \quad \text{۲}$$

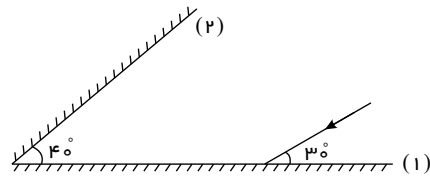
$$45 \quad \text{۳}$$

$$60 \quad \text{۴}$$

بازتاب موج

بازتاب امواج الکترومغناطیسی

۲۵) مطابق شکل زیر، پرتو نوری به آینه (۱) می‌تابد و پس از بازتاب به آینه (۲) می‌تابد و در ادامه مسیرش دوباره از آینه (۲) بازتاب می‌شود. زاویه بازتاب آینه (۲) در دومین بازتاب چند درجه است؟



- ① ۶۰
 ② ۵۰
 ③ ۴۰
 ④ ۳۰

حرکت هماهنگ ساده

معادلات و نمودارهای شتاب-مکان، نیرو-مکان

۲۶) گلوله‌ای که به فنری متصل است در یک سطح افقی بدون اصطکاک، بین دو نقطه M و N نوسان می‌کند و در هر $\frac{4}{\pi}$ ثانیه ۲ نوسان کامل انجام می‌دهد. اگر بیشینه شتاب نوسان $20 \frac{m}{s^2}$ باشد، فاصله MN چند سانتی‌متر است؟ ($\pi^2 = 10$)

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۵

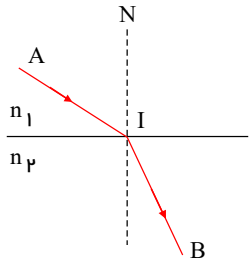
- ① ۲ ② $2\sqrt{10}$ ③ ۴ ④ $4\sqrt{10}$

شکست موج

شکست امواج الکترومغناطیسی

۲۷ در شکل روبه‌رو، پرتو نوری از نقطه A در محیطی به ضریب شکست n_1 به نقطه B در محیط دوم که ضریب شکست آن n_2 است، می‌رسد. اگر $AI = IB = L$ بوده و سرعت نور در محیط اول برابر v_1 باشد، زمان رسیدن نور از A تا B کدام است؟

متوسط - سراسری - ۱۳۹۲



$$\frac{L}{v_1} \left(1 + \frac{n_1}{n_2} \right) \quad \text{۲}$$

$$\frac{L}{v_1} \left(1 + \frac{n_2}{n_1} \right) \quad \text{۱}$$

$$\frac{2L}{v_1} \left(1 - \frac{n_1}{n_2} \right) \quad \text{۴}$$

$$\frac{2L}{v_1} \left(1 - \frac{n_2}{n_1} \right) \quad \text{۳}$$

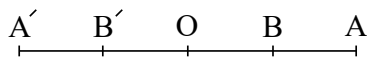
حرکت هماهنگ ساده

جابه‌جایی، مسافت و معادله مکان-زمان در حرکت هماهنگ ساده

۲۸ در شکل زیر، اگر متحرکی بین دو نقطه A و A' حرکت هماهنگ ساده انجام دهد و فاصله OB را در مدت $\frac{1}{300}$ ثانیه طی کند، بسامد نوسان

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۵

چند هرتز است؟



$$OB = BA = OB' = B'A'$$

$$37.5 \quad \text{۲}$$

$$25 \quad \text{۱}$$

$$75 \quad \text{۴}$$

$$50 \quad \text{۳}$$

مشخصه‌های موج

موج عرضی

۲۹ در یک عمل جراحی چشم از پرتو لیزر که طول موج آن در هوا $0.6 \mu m$ و بسامد آن f است، استفاده می‌شود. اگر طول موج این پرتو در زجاجیه چشم $\lambda' = 0.45 \mu m$ و سرعت انتشار نور در هوا $3 \times 10^8 m/s$ باشد، بسامد و سرعت انتشار این پرتو در زجاجیه، در SI متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۸ به ترتیب کدام‌اند؟

- ۱ 3×10^8 و 0.45×10^{-6}
 ۲ 2.25×10^8 و 0.5×10^{-6}
 ۳ 3×10^8 و 0.375×10^{-6}
 ۴ 2.25×10^8 و 0.375×10^{-6}

انرژی حرکت هماهنگ ساده

انرژی جنبشی و پتانسیل

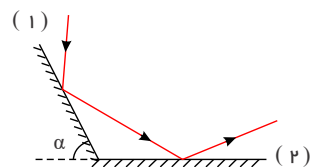
۳۰ نوسانگری به جرم $100g$ به انتهای فنری که ثابت آن $40 N/m$ است، بسته شده است و روی سطح افقی بدون اصطکاک، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر انرژی مکانیکی نوسانگر $8mJ$ باشد، لحظه‌ای که انرژی جنبشی نوسانگر برابر انرژی پتانسیل کشسانی آن است، سرعت آن چند متر بر ثانیه است؟ متوسط - سراسری - ۱۳۹۸

- ۱ $\frac{\sqrt{2}}{10}$
 ۲ $\frac{\sqrt{2}}{5}$
 ۳ $10\sqrt{2}$
 ۴ $20\sqrt{2}$

بازتاب موج

بازتاب امواج الکترومغناطیسی

۳۱) مطابق شکل زیر، پرتو نوری به آینه تخت (۱) می تابد و در نهایت از آینه تخت (۲) بازتاب می شود. پرتو تابش به آینه (۱) با پرتو بازتابش از آینه (۲)، چه زاویه ای می سازد؟

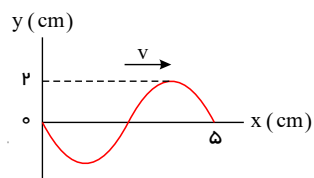


- ۱) α
 ۲) 2α
 ۳) $180 - \alpha$
 ۴) $90 + \alpha$

مشخصه های موج

موج عرضی

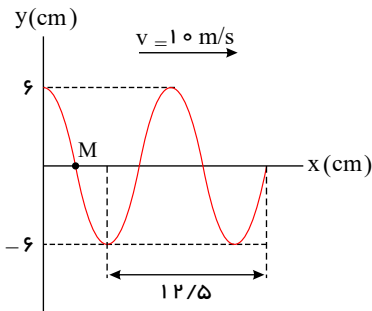
۳۲) نقش یک موج عرضی که در یک طناب با سرعت 20 cm/s در حال انتشار است، مطابق شکل زیر است. مسافتی که یک ذره از طناب در مدت $\frac{1}{8} \text{ s}$ طی می کند، چند سانتی متر است؟



- ۱) ۱
 ۲) ۲
 ۳) ۴
 ۴) ۸

۳۳) شکل مقابل نمودار جابجایی - مکان موجی را در لحظه $t = 0$ نشان می‌دهد. سرعت ذره M ، $\frac{1}{200}$ ثانیه پس از لحظه $t = 0$ چند متر بر ثانیه

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۶



است؟

۱) 12π

۲) صفر

۳) $-12\pi\sqrt{3}$

۴) -12π

حرکت هماهنگ ساده

معادلات و نمودارهای شتاب-مکان، نیرو-مکان

۳۴) به وسیله یک فنر افقی به ثابت $200 \frac{N}{m}$ وزنه‌ای به جرم ۲ کیلوگرم را روی سطح بدون اصطکاک با دامنه ۵ سانتی‌متر به نوسان درآوریم. اندازه

متوسط - سراسری - ۱۳۹۰

شتاب حرکت در فاصله ۳ سانتی‌متری از انتهای مسیر چند واحد SI است؟

۴) 0.3

۳) 0.2

۲) ۲

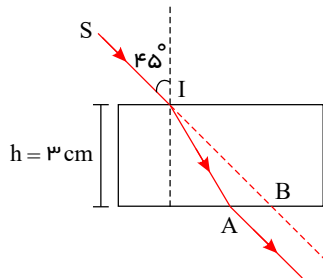
۱) ۳

شکست موج

شکست امواج الکترومغناطیسی

۳۵ در شکل روبه‌رو، پرتو SI با زاویه تابش 45° به سطح یک تیغه شیشه‌ای به ضخامت 3 cm می‌تابد و در نقطه A از تیغه خارج می‌شود. اگر راستای SI در نقطه B از شیشه خارج شود، AB چند سانتی‌متر است؟

($\sqrt{2}$ = ضریب شکست تیغه شیشه‌ای)



۳ - $\sqrt{3}$ (۲)

$2\sqrt{3}$ (۴)

$\sqrt{3}$ (۱)

$1 + \sqrt{3}$ (۳)

حرکت هماهنگ ساده

نوسان جرم و فنر

۳۶ جسمی به جرم m به فنری به ثابت k متصل است و با دوره 0.1π ثانیه نوسان می‌کند. اگر جرم جسم 190 g کاهش یابد با دوره 0.09π ثانیه نوسان می‌کند. k چند نیوتون بر سانتی‌متر است؟

متوسط - سراسری - ۱۳۹۹

۴۰ (۴)

۲۰ (۳)

۴ (۲)

۲ (۱)

۳۷ جسمی به جرم 400 g به فنری با ثابت $k = 360\text{ N/m}$ بسته شده است و روی سطح افقی بدون اصطکاکی حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. این جسم در مدت یک ثانیه چند نوسان انجام می‌دهد؟ ($\pi \simeq 3$)

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۸

۶۰ (۴)

۳۰ (۳)

۱۵ (۲)

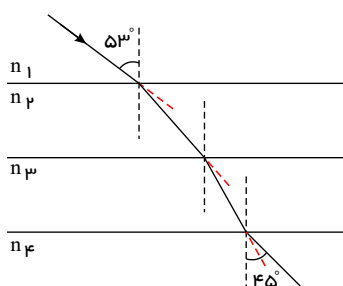
۵ (۱)

شکست موج

شکست امواج الکترومغناطیسی

۳۸) مطابق شکل زیر پرتو نوری از محیط شفاف (۱) وارد محیطهای شفاف دیگر می شود. اگر سرعت نور در محیط (۲)، ۲۵ درصد کمتر از سرعت نور در محیط (۱) باشد و سرعت نور در محیط (۴)، ۴۰ درصد بیشتر از سرعت نور در محیط ۳ باشد، ضریب شکست محیط (۲) چند برابر ضریب شکست محیط (۳) است؟
متوسط - سراسری - ۱۳۹۸

$$(\sin 53^\circ = 0.8, \sin 45^\circ = 0.7)$$



$$\frac{6}{5} \quad (2)$$

$$\frac{5}{6} \quad (4)$$

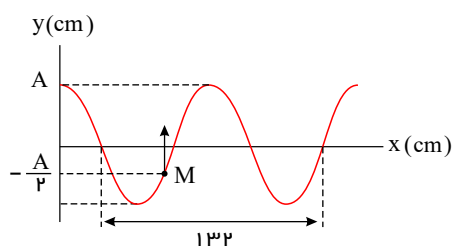
$$\frac{4}{3} \quad (1)$$

$$\frac{3}{4} \quad (3)$$

مشخصه های موج

موج عرضی

۳۹) شکل روبه رو نقش موجی را در یک لحظه نمایش می دهد. اگر در این لحظه نقطه M از محیط، در حال بالا رفتن باشد، موج در محور x منتشر می شود و اگر پس از ۰.۲ ثانیه نقطه M برای دومین بار به مکان $y = \frac{A}{2}$ برسد، سرعت انتشار موج برابر متر بر ثانیه می شود.
سخت - سراسری - ۱۳۸۹



$$(1) \text{ خلاف جهت، } 33$$

$$(2) \text{ جهت، } \frac{22}{3}$$

$$(3) \text{ جهت، } 22$$

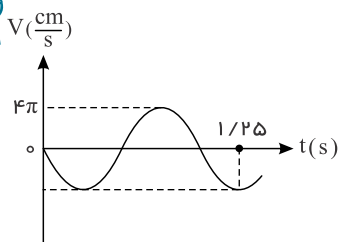
$$(4) \text{ خلاف جهت، } 22$$

انرژی حرکت هماهنگ ساده

انرژی جنبشی و پتانسیل

۴۰. نمودار سرعت - زمان نوسانگری به جرم $100g$ مطابق شکل زیر است. انرژی مکانیکی نوسانگر چند میلی ژول است؟

متوسط - سراسری - ۱۳۹۷



- ۱. $0.02\pi^2$
- ۲. $0.04\pi^2$
- ۳. $0.06\pi^2$
- ۴. $0.08\pi^2$

حرکت هماهنگ ساده

جابه جایی، مسافت و معادله مکان-زمان در حرکت هماهنگ ساده

۴۱ متحرکی روی محور x حرکت نوسانی ساده انجام می دهد و معادله حرکت آن در SI به صورت $x = 0.06 \cos\left(\frac{50}{3}\pi t\right)$ است. بیشترین مقدار

سرعت متوسط این نوسانگر در یک بازه زمانی دلخواه 0.02 ثانیه ای، چند متر بر ثانیه می تواند باشد؟ (با کمی تغییر)

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۸۵

۴ $2\sqrt{3}$

۳ $0.2\sqrt{3}$

۲ ۳

۱ 0.3

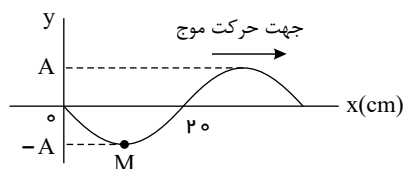
مشخصه های موج

موج عرضی

۴۲ شکل زیر، تصویری از موجی عرضی در یک ریسمان کشیده را در لحظه $t = 0$ نشان می دهد. اگر سرعت انتشار موج $\frac{2}{s} m$ باشد در بازه زمانی

سخت - سراسری - ۱۳۹۹

$t_1 = 0.25s$ تا $t_2 = 0.35s$ حرکت ذره M چگونه است؟



۱ ابتدا کند شونده و سپس تند شونده

۲ ابتدا تند شونده و سپس کند شونده

۳ پیوسته کند شونده

۴ پیوسته تند شونده

انرژی حرکت هماهنگ ساده

رابطه انرژی مکانیکی با جنبشی و پتانسیل و پایستگی انرژی

(۴۳) انرژی جنبشی و پتانسیل نوسانگری ساده در یک لحظه معین به ترتیب برابر $0.12J$ و $0.06J$ است. اگر جرم نوسانگر $10g$ و دامنه حرکت $4cm$ باشد، دوره حرکت چند ثانیه است؟

متوسط - سراسری - ۱۳۸۴

$$\frac{4\pi}{3\sqrt{10}} \quad (۴)$$

$$\frac{\pi}{75} \quad (۳)$$

$$\frac{4\pi}{3} \quad (۲)$$

$$300\pi \quad (۱)$$

حرکت هماهنگ ساده

جابه جایی، مسافت و معادله مکان-زمان در حرکت هماهنگ ساده

(۴۴) نوسانگری روی محور x حرکت هماهنگ ساده انجام می دهد و مبدأ مختصات نقطه تعادل (مرکز نوسان) است. اگر دامنه حرکت نوسانگر $2cm$ و بسامد حرکتش $\frac{1}{4}Hz$ باشد، بزرگی سرعت متوسط نوسانگر در کمترین بازه زمانی که از مکان $\sqrt{2}cm$ + در جهت محور x عبور می کند و سپس به مکان $\sqrt{2}cm$ - می رسد، چند سانتی متر بر ثانیه است؟

متوسط - سراسری - ۱۳۹۹

$$\sqrt{2} \quad (۴)$$

$$\frac{2\sqrt{2}}{5} \quad (۳)$$

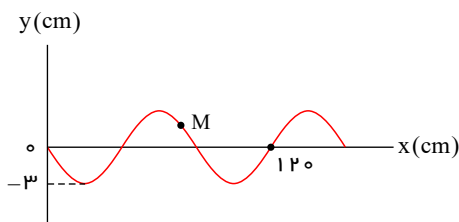
$$\frac{2\sqrt{2}}{3} \quad (۲)$$

$$0 \quad (۱)$$

مشخصه‌های موج

🌿 موج عرضی

۴۵) شکل زیر، نقش یک موج عرضی را در یک طناب در لحظه $t = 0$ نشان می‌دهد که با سرعت $10 \frac{m}{s}$ در حال انتشار است. مسافتی که ذره M در بازه $t_1 = 0.1s$ تا $t_2 = 0.5s$ طی می‌کند، چند سانتی‌متر است؟
متوسط - سراسری - ۱۳۹۹



۱) ۳

۲) ۶

۳) ۹

۴) ۱۲

انرژی حرکت هماهنگ ساده

🌿 رابطه انرژی مکانیکی با جنبشی و پتانسیل و پایستگی انرژی

۴۶) اگر E و m به ترتیب انرژی مکانیکی و جرم یک نوسانگر ساده باشند، سرعت نوسانگر در لحظه عبور از نقطه تعادل، برابر با متوسط - سراسری - ۱۳۹۰ کدام است؟ (کمیت‌ها در SI است.)

۴) $\left(\frac{E}{2m}\right)^{\frac{1}{2}}$

۳) $\frac{2E}{m^2}$

۲) $\frac{E}{2m^2}$

۱) $\left(\frac{2E}{m}\right)^{\frac{1}{2}}$

حرکت هماهنگ ساده

جابه جایی، مسافت و معادله مکان-زمان در حرکت هماهنگ ساده

(۴۷) جرمی متصل به فنر با بسامد 5 Hz روی پاره خطی به طول 8 cm در سطح افقی بدون اصطکاک حرکت هماهنگ ساده انجام می دهد. نوسانگر در لحظه t_1 از یک سانتی متری نقطه تعادل (مرکز نوسان) عبور می کند و حرکتش در این لحظه کند شونده است. از لحظه t_1 حداقل چند ثانیه طول می کشد تا نوسانگر از یک سانتی متری طرف دیگر نقطه تعادل عبور کند؟

(۴) $\frac{1}{5}$

(۳) $\frac{1}{10}$

(۲) $\frac{1}{20}$

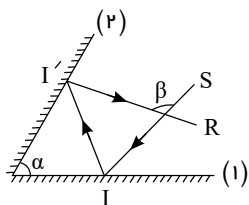
(۱) $\frac{1}{40}$

بازتاب موج

بازتاب امواج الکترومغناطیسی

(۴۸) مطابق شکل زیر پرتو SI پس از بازتابش از آینه های تخت در مسیر $I'R$ بازتاب می شود. اندازه زاویه β چند برابر زاویه α است؟ $(0^\circ < \alpha < 90^\circ)$

متوسط - سراسری - ۱۳۹۲



(۲) ۲

(۱) ۱

(۴) بستگی به زاویه تابش آینه (۱) دارد.

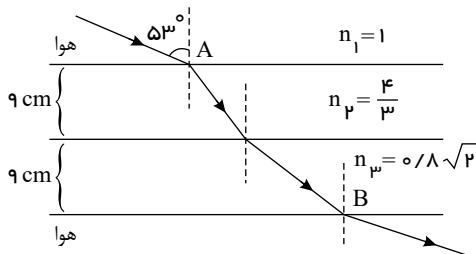
(۳) ۲ یا ۴

شکست موج

شکست امواج الکترومغناطیسی

۴۹) پرتو نوری مطابق شکل زیر، از هوا وارد محیط‌های شفاف می‌شود و شکست می‌یابد. این پرتو فاصله A تا B را در چند ثانیه طی می‌کند؟
 سخت- سراسری- ۱۳۹۹

$$= 3 \times 10^8 \frac{m}{s} = \text{تندی نور در هوا}, \sin 37^\circ = 0.6 \text{ (با تغییر)}$$



۱) ۰.۶

۲) ۹۶

۳) ۰.۹۸

۴) ۹.۶

انرژی حرکت هماهنگ ساده

انرژی جنبشی و پتانسیل

۵۰ جسمی به جرم $100g$ به فنری متصل است و روی سطح افقی بدون اصطکاک، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر بیشینه انرژی جنبشی نوسانگر $0.8mJ$ باشد، لحظه‌ای که انرژی پتانسیل نوسانگر $0.4mJ$ است، سرعت نوسانگر چند سانتی‌متر بر ثانیه می‌شود؟ متوسط - سراسری - ۱۳۹۹

$$4\sqrt{10} \quad (4)$$

$$4 \quad (3)$$

$$4\sqrt{5} \quad (2)$$

$$2 \quad (1)$$

حرکت هماهنگ ساده

تحلیل نوع حرکت و سرعت، شتاب و نیرو در حرکت هماهنگ ساده

۵۱ نوسانگری روی سطح افقی بدون اصطکاک نوسان می‌کند، لحظه‌ای که جهت نوسانگر تغییر می‌کند، بزرگی شتاب آن $8\pi^2 \frac{m}{s^2}$ و لحظه‌ای که نیروی وارد بر نوسانگر صفر می‌شود، بزرگی سرعت آن به $2\pi \frac{m}{s}$ می‌رسد. بزرگی شتاب نوسانگر در مکان $x = 1cm$ ، چند متر بر مربع ثانیه است؟ متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۹

$$50\pi \quad (4)$$

$$5\pi \quad (3)$$

$$0.36\pi^2 \quad (2)$$

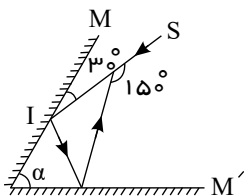
$$0.16\pi^2 \quad (1)$$

بازتاب موج

بازتاب امواج الکترومغناطیسی

۵۲) پرتو نورانی SI بر آینه تخت M تابیده و مطابق شکل روی دو آینه M و M' بازتابش پیدا کرده است. زاویه بین دو آینه چند درجه است؟

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۸۹



۴۵ ①

۶۰ ②

۷۵ ③

۸۰ ④

انرژی حرکت هماهنگ ساده

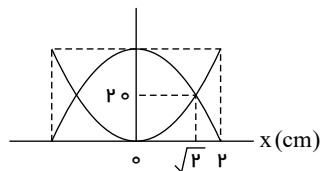
انرژی جنبشی و پتانسیل

۵۳) شکل زیر، نمودار تغییرات انرژی جنبشی و پتانسیل سامانه جرم- فنری را بر حسب مکان نشان می‌دهد. اگر حداقل زمانی که طول می‌کشد که

انرژی جنبشی نوسانگر از صفر به 40 mJ برسد برابر 0.05 s باشد، بزرگی سرعت نوسانگر در لحظه عبور از مکان $x = 0$ چند متر بر ثانیه است؟

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۹

انرژی (میلی ژول)



$\frac{\pi}{5}$ ①

$\frac{\pi}{10}$ ②

2π ③

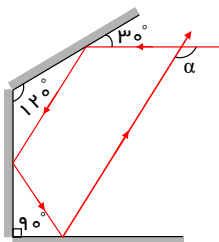
10π ④

بازتاب موج

بازتاب امواج الکترومغناطیسی

۵۴ در شکل روبه‌رو، زاویه α چند درجه است؟

متوسط - سراسری - ۱۳۹۵



۱۲۰ (۲)

۱۵۰ (۴)

۱۱۰ (۱)

۱۳۰ (۳)

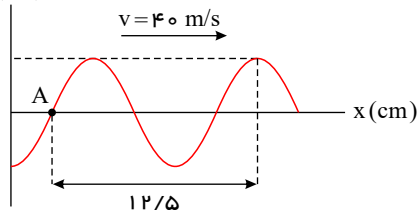
مشخصه‌های موج

موج عرضی

۵۵ نقش یک موج عرضی در لحظه $t = 0$ مطابق شکل است. در بازه زمانی صفر تا $\frac{11}{1600}$ ثانیه بردار سرعت ذره A چند بار تغییر جهت می‌دهد؟

$y(\text{cm})$

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۰



۲ (۱)

۴ (۲)

۵ (۳)

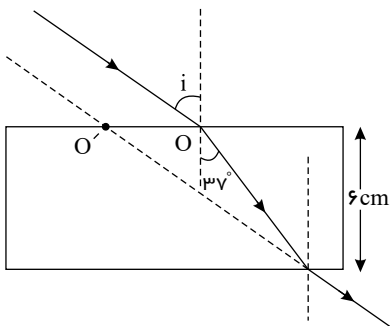
۶ (۴)

شکست موج

شکست امواج الکترومغناطیسی

۵۶) پرتو نوری، مطابق شکل زیر از هوا به یک تیغه متوازی السطوح می تابد و پس از شکست در محیط شفاف تیغه، دوباره وارد هوا می شود. اگر امتداد پرتو خروجی در O' به تیغه برخورد کند و $OO' = ۳٫۵\text{cm}$ باشد، ضریب شکست محیط شفاف چقدر است؟ ($\sin ۳۷^\circ = ۰٫۶$)

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۹



- ① ۵ | ۴
 ② ۴ | ۴
 ③ ۳ | ۲
 ④ ۵ | ۳

بازتاب موج

بازتاب امواج الکترومغناطیسی

متوسط - سراسری - ۱۳۹۹

۵۷ در کدام یک از موارد زیر از مکان یابی پژواکی امواج فراصوت به همراه اثر دوپلر استفاده می شود؟

- ① میکروفون سهموی ② دستگاه لیتوتریپسی
 ③ تعیین تندی خودروها ④ تعیین تندی شارش خون (گویچه های قرمز) در رگ ها

مشخصه های موج

موج عرضی

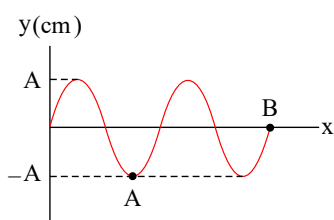
۵۸ تار ی به طول یک متر و به جرم ۸ گرم با نیروی کشش 320 N بین دو نقطه بسته شده است. موج عرضی در تار ایجاد می کنیم. این موج طول تار را در چند ثانیه طی می کند؟

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۸

- ① 0.020 ② 0.050 ③ 0.002 ④ 0.005

۵۹ نقش موجی در یک محیط انتشار در یک لحظه مطابق شکل زیر است. اگر ذره ی A در هر ثانیه ۱۲۰ نوسان کامل انجام دهد، چند ثانیه طول می کشد تا موج از A به B برسد؟

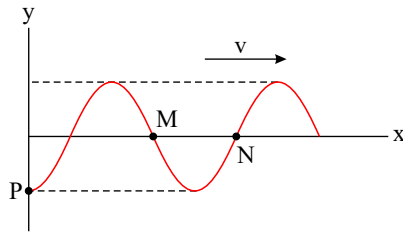
متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۴



- ① 150 ② $\frac{1}{80}$
 ③ $\frac{1}{96}$ ④ $\frac{1}{90}$

۶۰ شکل روبه‌رو، نقش یک موج عرضی را در طنابی در یک لحظه نشان می‌دهد. کدام گزینه درست است؟

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۵



۱ حرکت ذره M تندشونده و حرکت ذره N کندشونده است.

۲ بزرگی سرعت دو ذره M و N یکسان است

۳ جهت حرکت ذرات P و N یکسان است.

۴ وضعیت ذره P بعد از $\frac{3T}{4}$ ثانیه مشابه وضعیت ذره M در لحظه $t = 0$ است.

انرژی حرکت هماهنگ ساده

رابطه انرژی مکانیکی با جنبشی و پتانسیل و پایستگی انرژی

۶۱ نوسانگر وزنه - فنر، روی سطح افقی بدون اصطکاک، با دامنه A_1 و بسامد f_1 نوسان می‌کند. در لحظه‌ای که نوسانگر در بیشترین فاصله از مرکز

نوسان قرار دارد. $\frac{3}{4}$ جرم وزنه، کنده شده و جدا می‌شود و جرم باقی‌مانده متصل به همان فنر به نوسان ادامه می‌دهد. اگر در این حالت بسامد، f_2 و

متوسط - سراسری - ۱۳۹۳

دامنه، A_2 باشد، نسبت‌های $\frac{A_2}{A_1}$ و $\frac{f_2}{f_1}$ به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟

۲ و ۲ ۴

۱ و ۲ ۳

۲ و ۱ ۲

۱ و ۱ ۱

شکست موج

قانون شکست عمومی

۶۲ پرتو نوری از هوا به سطح یک تیغه شیشه‌ای می‌تابد و قسمتی از آن بازتاب پیدا می‌کند و قسمتی نیز با انحراف 15° درجه وارد شیشه می‌شود. اگر

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۸۷

زاویه بین پرتو بازتابش و پرتو شکست 125° درجه باشد، زاویه شکست چند درجه است؟

۴۵ ۴

۳۵ ۳

۳۰ ۲

۲۰ ۱

انرژی حرکت هماهنگ ساده

انرژی جنبشی و پتانسیل

۶۳ در حرکت نوسانی هماهنگ ساده، در لحظه‌ای که انرژی پتانسیل نوسان کننده بیشینه است، اندازه کدام کمیت ها بیشینه است؟

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۸۸

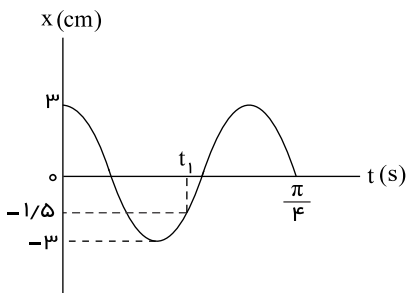
- ① مکان - شتاب - نیرو ② نیرو - انرژی کل - سرعت ③ شتاب - سرعت - انرژی جنبشی ④ سرعت - انرژی جنبشی - مکان

حرکت هماهنگ ساده

نمودارهای حرکت مکان-زمان در حرکت هماهنگ ساده

۶۴ نمودار مکان - زمان نوسانگری به جرم ۲۰۰ گرم مطابق شکل زیر است. نیروی خالص وارد بر نوسانگر در لحظه t_1 چند نیوتون است؟

متوسط - خارج از کشور - ۱۴۰۰



- ① ۰٫۲
② ۰٫۳
③ $۰٫۲\sqrt{۳}$
④ $۰٫۳\sqrt{۲}$

انرژی حرکت هماهنگ ساده

انرژی جنبشی و پتانسیل

۶۵) نوسانگری به جرم $200g$ روی پاره خطی به طول $4cm$ حرکت هماهنگ ساده انجام می دهد و در هر دقیقه 150 نوسان کامل انجام می دهد. در لحظه ای که بزرگی سرعت نوسانگر $5\sqrt{2\pi} \frac{cm}{s}$ است، انرژی پتانسیل آن چند میلی ژول است؟ ($\pi^2 = 10$)

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۹

۱۰ (۴)

۷ (۳)

۵ (۲)

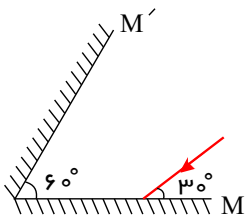
۲٫۵ (۱)

بازتاب موج

بازتاب امواج الکترومغناطیسی

۶۶) در شکل مقابل، پرتو نور پس از بازتاب از آینه M به آینه M' می تابد. زاویه تابش در آینه M' چند درجه است؟

متوسط - سراسری - ۱۳۸۷



۳۰ (۲)

۹۰ (۴)

۰ (۱)

۶۰ (۳)

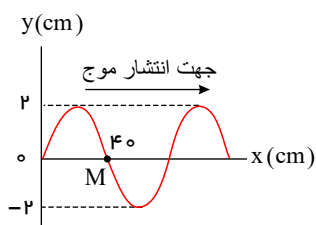
مشخصه‌های موج

موج عرضی

۶۷ شکل مقابل نقش موجی را در یک طناب در لحظه $t = 0$ نشان می‌دهد. در بازه زمانی صفر تا $\frac{1}{75}$ ثانیه حرکت ذره M چگونه است؟ (سرعت

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۸۶

انتشار موج در طناب 10 m/s است.)



۱ کند شونده است.

۲ تند شونده است.

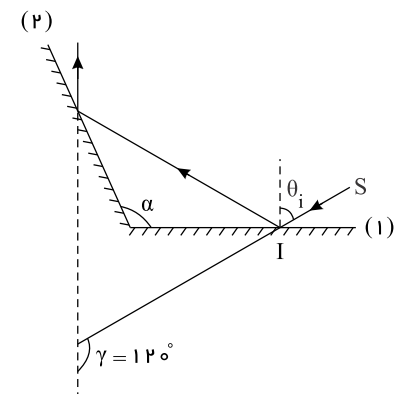
۳ ابتدا کند شونده و سپس تند شونده است.

۴ ابتدا تند شونده و سپس کند شونده است.

بازتاب موج

بازتاب امواج الکترومغناطیسی

۶۸ مطابق شکل زیر، پرتو SI تحت زاویه تابش i به آینه تخت (۱) می‌تابد. زاویه بین پرتو SI با پرتو بازتاب آینه (۲)، $\gamma = 120^\circ$ است. اگر زاویه تابش i ، 20° افزایش یابد، γ چه تغییری می‌کند؟



- ۱ 40° افزایش می‌یابد.
- ۲ 20° افزایش می‌یابد.
- ۳ 20° کاهش می‌یابد.
- ۴ ثابت می‌ماند.

مشخصه‌های موج

موج عرضی

۶۹ در سیمی به چگالی $10 \frac{g}{cm^3}$ موج عرضی با بسامد 600 هرتز ایجاد شده و طول موج آن $20 cm$ است. اگر نیروی کشش این سیم $36 N$ باشد، سطح مقطع این سیم چند میلی‌متر مربع است؟

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۹

۲ ۴

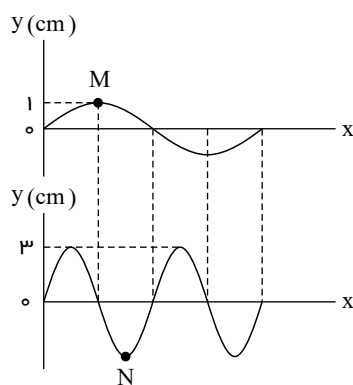
۱ ۳

۰٫۵ ۲

۰٫۲۵ ۱

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

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۹



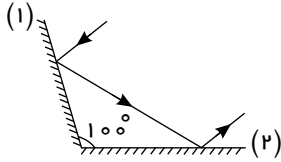
- ۱ ☐
- ۲ ☐
- ۳ ☐
- ۴ ☐

بازتاب موج

بازتاب امواج الکترومغناطیسی

۷۱ در شکل روبه رو، زاویه بین دو آینه 10° است. پرتو نوری پس از بازتاب از آینه اول به آینه دوم می‌تابد. پرتو بازتابیده از آینه دوم نسبت به پرتو تابیده به آینه اول، چند درجه منحرف می‌شود؟

متوسط - سراسری - ۱۳۸۱



۲۰۰ (۲)

۵۰ (۱)

۲۶۰ (۴)

۱۶۰ (۳)

حرکت هماهنگ ساده

نوسان جرم و فنر

۷۲ وزنه‌ای به جرم $200g$ به انتهای فنری که ثابت آن $k = 200 \frac{N}{m}$ است بسته شده و روی سطح افقی با دامنه $4cm$ حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. مسافتی که نوسانگر در مدت $0.1s$ طی می‌کند، چند سانتی‌متر است؟ ($\pi^2 = 10$)

متوسط - خارج از کشور - ۱۴۰۰

۴ (۴)

۸ (۳)

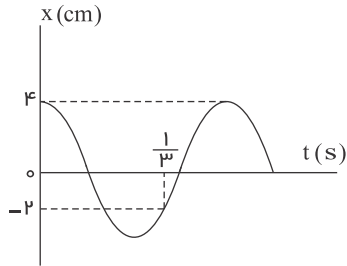
۱۲ (۲)

۱۶ (۱)

انرژی حرکت هماهنگ ساده

انرژی جنبشی و پتانسیل

۷۳) نمودار مکان - زمان حرکت نوسانگری مطابق شکل زیر است. انرژی جنبشی نوسانگر در لحظه $t = \frac{3}{16} s$ چند برابر انرژی مکانیکی آن است؟

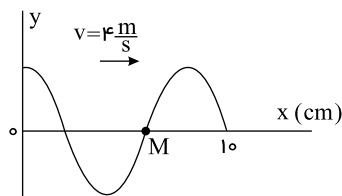


- ۱) $\frac{1}{4}$
 ۲) $\frac{1}{2}$
 ۳) $\frac{3}{4}$
 ۴) $\frac{1}{3}$

مشخصه‌های موج

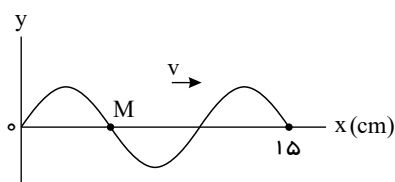
موج عرضی

۷۴ شکل زیر، تصویری از موجی عرضی را در یک ریسمان کشیده شده در لحظه $t = 0$ نشان می‌دهد. اگر تندی متوسط حرکت ذره M در مدت $0.25s$ برابر $6 \frac{m}{s}$ باشد، دامنه موج چند سانتی‌متر است؟
 سخت - سراسری - ۱۴۰۰



- ۱ ۲
- ۲ ۳
- ۳ ۴
- ۴ ۶

۷۵ شکل زیر، تصویری از یک موج عرضی را در لحظه t_1 در یک ریسمان کشیده شده نشان می‌دهد. اگر سرعت انتشار موج $20 \frac{cm}{s}$ باشد، در بازه زمانی t_1 تا $t_2 = t_1 + \frac{9}{4}s$ چند بار جهت حرکت ذره M تغییر کرده است؟
 متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۹



- ۱ ۷
- ۲ ۸
- ۳ ۹
- ۴ ۱۰

موج طولی

۷۶) توان چشمه صوتی ۴۸ وات است. در فاصله چند متری این چشمه، تراز شدت صوت ۸۰ دسی بل است؟ (از جذب انرژی توسط محیط صرف نظر

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۹

شود، $\pi = ۳$ و $I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$

۸۰۰ (۴)

۶۰۰ (۳)

۲۰۰ (۲)

۱۰۰ (۱)

انرژی حرکت هماهنگ ساده

آونگ ساده

۷۷) آونگ ساده‌ای در مدت ۷۲ ثانیه، ۴۰ نوسان کامل انجام می‌دهد. طول آونگ را چگونه تغییر دهیم تا در همان مکان و در همان مدت ۴۵ نوسان

متوسط - سراسری - ۱۳۹۹

کامل انجام دهد؟ $(g = \pi^2 \frac{m}{s^2})$

۱۷cm افزایش دهیم. (۴)

۱۷cm کاهش دهیم. (۳)

۹cm افزایش دهیم. (۲)

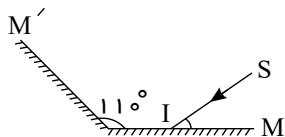
۹cm کاهش دهیم. (۱)

بازتاب موج

بازتاب امواج الکترومغناطیسی

۷۸ در شکل مقابل پرتو SI به آینه M می‌تابد و پس از برخورد به آینه M' بازتاب می‌شود. پرتو نور چند درجه نسبت به جهت اولیه (SI) منحرف می‌شود؟

سخت - خارج از کشور - ۱۳۸۷



۷۰ (۲)

۴۰ (۱)

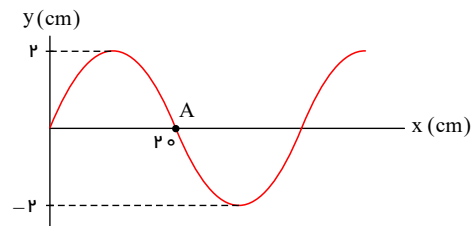
۱۴۰ (۴)

۱۱۰ (۳)

مشخصه‌های موج

موج عرضی

۷۹) شکل مقابل نقش یک موج عرضی را که با سرعت $۱۰ \frac{m}{s}$ در جهت محور x منتشر می‌شود، در لحظه $t = ۰$ نشان می‌دهد. در بازه زمانی $۰ \leq t \leq \frac{1}{50} s$ مسافت طی شده توسط ذره A چند سانتی متر است؟



۲ ①

صفر ②

۴ ③

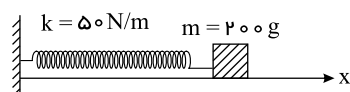
۱۶ ④

حرکت هماهنگ ساده

جابه‌جایی، مسافت و معادله مکان-زمان در حرکت هماهنگ ساده

۸۰) در شکل زیر، اصطکاک سطح افقی ناچیز است. وزنه را $۳ cm$ از حالت تعادل در جهت محور x کشیده و رها می‌کنیم تا حرکت هماهنگ ساده انجام دهد. در نیم ثانیه اول، مسافتی که نوسانگر می‌پیماید، چند برابر بزرگی جابه‌جایی آن است؟ ($\pi = \sqrt{۱۰}$)

متوسط - سراسری - ۱۴۰۱



۳ ②

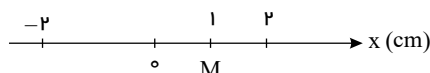
۵ ①

۱٫۵ ④

۲٫۵ ③

معادلات و نمودارهای شتاب-مکان، نیرو-مکان

۸۱) نوسانگری به جرم 2 kg به انتهای فنری با ثابت k متصل است و مطابق شکل زیر روی سطح افقی بدون اصطکاک با دامنه 2 cm نوسان می‌کند. اگر بزرگی شتاب نوسانگر در نقطه M ، $4\frac{m}{s^2}$ باشد، k چند نیوتون بر متر است؟
متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۹



۴۰۰ (۲)

۸۰۰ (۱)

۴۰ (۴)

۸۰ (۳)

جابه‌جایی، مسافت و معادله مکان-زمان در حرکت هماهنگ ساده

۸۲) در لحظه‌ای که سرعت یک نوسانگر ساده به صفر می‌رسد، شتاب آن به $80\frac{m}{s^2}$ می‌رسد و در لحظه‌ای که نیروی وارد بر آن صفر می‌شود، سرعت آن $2\frac{m}{s}$ می‌شود. معادله مکان - زمان آن نوسانگر در SI ، کدام است؟
متوسط - سراسری - ۱۳۹۷

$$x(t) = 0.04 \cos 80t \quad (۴)$$

$$x(t) = 0.05 \cos 80t \quad (۳)$$

$$x(t) = 0.04 \cos 50t \quad (۲)$$

$$x(t) = 0.05 \cos 40t \quad (۱)$$

۸۳) در حرکت هماهنگ سامانه جرم - فنر، معادله حرکت در SI به صورت $x = 0.04 \cos \frac{\pi}{2}t$ است. در بازه زمانی $t_1 = 0.5\text{ s}$ تا $t_2 = 5\text{ s}$ چند ثانیه، بردار شتاب و سرعت هم‌زمان در جهت محور x هستند؟
متوسط - خارج از کشور - ۱۴۰۱

۲.۵ (۴)

۲ (۳)

۱.۵ (۲)

۱ (۱)

انرژی حرکت هماهنگ ساده

رابطه انرژی مکانیکی با جنبشی و پتانسیل و پایستگی انرژی

۸۴) جسمی به جرم m به فنری با ثابت $\frac{N}{cm}$ متصل است. فنر را به اندازه $4cm$ می کشیم و سپس رها می کنیم و جسم روی سطح افقی بدون اصطکاک شروع به نوسان می کند. لحظه ای که تندی نوسانگر به $\frac{\sqrt{2}}{2}$ تندی بیشینه می رسد، انرژی مکانیکی آن چند ژول از انرژی جنبشی آن بیشتر است؟

متوسط - سراسری - ۱۴۰۱

۰/۴ ۴

۰/۳ ۳

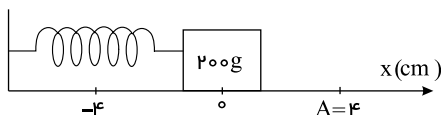
۰/۲ ۲

۰/۱ ۱

۸۵) مطابق شکل زیر، نوسانگری روی محور x حرکت هماهنگ ساده انجام می دهد. اگر حداقل زمانی که طول می کشد تا نوسانگر از مکان $x_1 = 1cm$ در جهت مثبت محور x عبور کند و به مکان $x_2 = -1cm$ برسد، برابر ۲ ثانیه باشد، انرژی مکانیکی نوسانگر چند میلی ژول است؟

متوسط - سراسری - ۱۴۰۰

($\pi^2 = 10$)



۰/۲ ۲

۰/۸ ۴

۰/۱ ۱

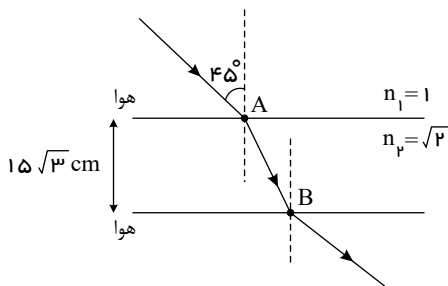
۰/۴ ۳

شکست موج

شکست امواج الکترومغناطیسی

۸۶ مطابق شکل زیر، پرتو نوری از هوا وارد محیط شفاف می شود و شکست می یابد. این پرتو فاصله A تا B را در چند نانوثانیه طی می کند؟
 متوسط - سراسری - ۱۴۰۰

$$(c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s})$$



$$\frac{\sqrt{2}}{2} \quad \textcircled{1}$$

$$1 \quad \textcircled{2}$$

$$\sqrt{2} \quad \textcircled{3}$$

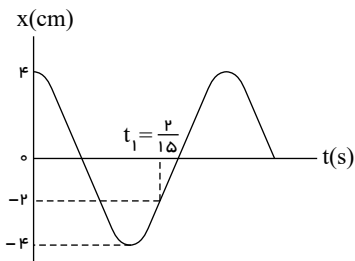
$$3 \quad \textcircled{4}$$

انرژی حرکت هماهنگ ساده

انرژی جنبشی و پتانسیل

۸۷) نمودار مکان - زمان نوسانگری به جرم ۵۰ گرم مطابق شکل زیر است. انرژی مکانیکی نوسانگر چند ژول است؟ ($\pi^2 = 10$)

متوسط - سراسری - ۱۴۰۰



- ☐ ۱ $\frac{1}{250}$
☐ ۲ $\frac{1}{25}$
☐ ۳ $\frac{2}{5}$
☐ ۴ $\frac{1}{50}$

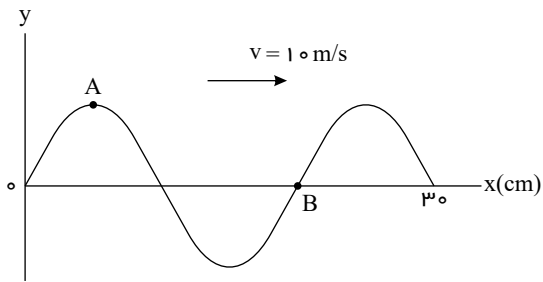
مشخصه‌های موج

موج عرضی

۸۸ شکل زیر، تصویری از یک موج عرضی در یک ریسمان کشیده شده را در لحظه t_1 نشان می‌دهد. در لحظه $t_2 = t_1 + \frac{9}{400} s$ کدام مورد،

متوسط - سراسری - ۱۴۰۰

درست است؟



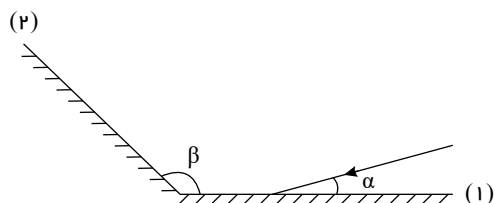
- ① تندی ذره B ، صفر است.
- ② تندی ذره A ، بیشینه است.
- ③ حرکت ذره A ، تندشونده است.
- ④ حرکت ذره B ، تندشونده است.

بازتاب موج

بازتاب امواج الکترومغناطیسی

۸۹ مطابق شکل زیر، پرتوی نوری تحت زاویه α به آینه (۱) می‌تابد و پس از بازتاب به آینه (۲) می‌تابد. پرتو بازتابیده از آینه (۲) چه زاویه‌ای با سطح آن آینه می‌سازد؟

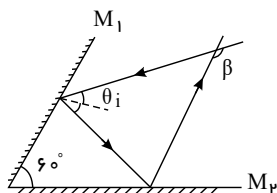
متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۹



- ۱ $\pi - \beta$
 ۲ $\beta - \alpha$
 ۳ $\pi - (\beta - \alpha)$
 ۴ $\pi - (\alpha + \beta)$

۹۰ مطابق شکل زیر، پرتو نوری تحت زاویه تابش θ_i ، به آینه تخت M_1 می‌تابد و پس از بازتاب از آینه M_2 با پرتو اولیه زاویه β را می‌سازد. اگر زاویه تابش (θ_i) نصف شود، زاویه β چگونه تغییر می‌کند؟

متوسط - سراسری - ۱۳۹۶



- ۱ ثابت می‌ماند.
 ۲ نصف می‌شود.
 ۳ دو برابر می‌شود.
 ۴ چهار برابر می‌شود.

مشخصه‌های موج

موج طولی

۹۱ شدت صوتی $2\sqrt{10 \times 10^5}$ برابر شدت صوت مرجع است. تراز شدت این صوت چند دسی‌بل است؟ ($\log 2 = 0.3$)

متوسط - سراسری - ۱۴۰۲

۱۰۳ ۴

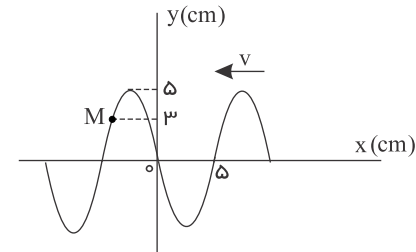
۵۸ ۳

۱۰٫۳ ۲

۵٫۸ ۱

موج عرضی

۹۲) شکل زیر، تصویری از یک موج عرضی در یک ریسمان کشیده شده را در لحظه t_1 نشان می دهد و موج به سمت چپ حرکت می کند، اگر تندی موج $20 \frac{cm}{s}$ باشد، بزرگی سرعت متوسط ذره M در مدت t_1 تا $t_1 + \frac{1}{4}s$ چند سانتی متر بر ثانیه است؟

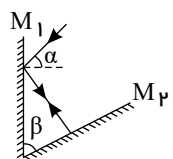


- ۱۲ ①
۲۰ ②
۲۴ ③
۴۰ ④

بازتاب موج

بازتاب امواج الکترومغناطیسی

۹۳) در شکل مقابل پرتو نوری با زاویه تابش α به آینه M_1 می تابد و پرتو بازتاب، به صورت قائم به آینه M_2 می تابد. کدام رابطه بین α و β همواره برقرار است؟



- $\beta = 2\alpha$ ②
 $\alpha + \beta = 90$ ④

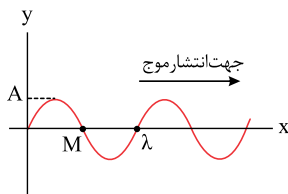
- $\alpha = \beta$ ①
 $\alpha = 2\beta$ ③

مشخصه‌های موج

موج عرضی

۹۴) نقش موجی در یک طناب در لحظه $t = 0$ مطابق شکل است. در بازه‌ی زمانی صفر تا $\frac{3T}{4}$ مسافتی که موج در این مدت طی می‌کند و جابه‌جایی ذره M ، به ترتیب کدام است؟

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۸۵



۲) $-A, \frac{3\lambda}{2}$

۴) $-A, \frac{3\lambda}{4}$

۱) $A, \frac{3\lambda}{2}$

۳) $A, \frac{3\lambda}{4}$

انرژی حرکت هماهنگ ساده

رابطه انرژی مکانیکی با جنبشی و پتانسیل و پایستگی انرژی

۹۵) نوسانگری به جرم ۴۰۰ گرم، روی پاره‌خطی به طول ۱۰ سانتی‌متر، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر حداقل زمان لازم برای طی یک

سخت - سراسری - ۱۴۰۲

مسافت ۵ سانتی‌متری برابر $\frac{1}{30}$ ثانیه باشد، بیشینه انرژی جنبشی این نوسانگر، چند میلی‌ژول است؟ ($\pi = 3$)

۴۵ ۴) ۴۵

۹۰ ۳) ۹۰

۴۵۰ ۲) ۴۵۰

۹۰۰ ۱) ۹۰۰

آونگ ساده

۹۶ دو آونگ A و B در یک مکان، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهند و در یک لحظه هر دو در انتهای مسیر خود قرار دارند، از آن لحظه، در مدتی که تندی آونگ A ، برای اولین بار بیشینه می‌شود، آونگ B ، به انتهای دیگر مسیر خود می‌رسد. طول آونگ A ، چند برابر طول آونگ B است؟

متوسط - خارج از کشور - ۱۴۰۱

$$\frac{1}{4} \quad \textcircled{4}$$

$$\frac{1}{2} \quad \textcircled{3}$$

$$2 \quad \textcircled{2}$$

$$4 \quad \textcircled{1}$$

حرکت هماهنگ ساده

جابه‌جایی، مسافت و معادله مکان-زمان در حرکت هماهنگ ساده

۹۷ معادله حرکت نوسانگری در SI به صورت $x = 0.04 \cos 4\pi t$ است. مسافتی که نوسانگر در بازه $t_1 = 0.1 \text{ s}$ تا $t_2 = 1.35 \text{ s}$ طی می‌کند،

متوسط - خارج از کشور - ۱۴۰۱

چند متر است؟

$$\frac{4}{5} \quad \textcircled{4}$$

$$\frac{3}{5} \quad \textcircled{3}$$

$$\frac{2}{5} \quad \textcircled{2}$$

$$\frac{1}{5} \quad \textcircled{1}$$

مشخصه‌های موج

موج طولی

۹۸ در یک مکان، اختلاف تراز شدت دو صوت A و B برابر ۱۰ دسی‌بل است. اگر شدت صوت A ، بیشتر از شدت صوت B و برابر $0.04 \frac{W}{m^2}$ باشد، اختلاف شدت این دو صوت چند میلی وات بر مترمربع است؟
متوسط - خارج از کشور - ۱۴۰۱

۳۶۰ (۴)

۳۶ (۳)

۴ (۲)

۰.۴ (۱)

موج عرضی

۹۹ موج عرضی سینوسی از قسمت نازک طناب به قسمت ضخیم آن وارد می‌شود. بسامد و طول موج آن به ترتیب چگونه تغییر می‌کنند؟
متوسط - خارج از کشور - ۱۴۰۰

(۴) ثابت می‌ماند - کاهش می‌یابد

(۳) ثابت می‌ماند - افزایش می‌یابد

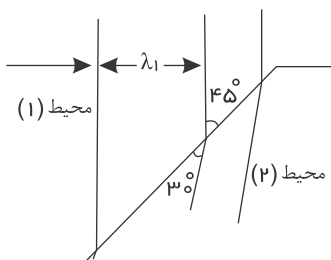
(۲) کاهش می‌یابد - کاهش می‌یابد

(۱) کاهش می‌یابد - ثابت می‌ماند

شکست موج

قانون شکست عمومی

۱۰۰ شکل زیر جبهه‌های موج الکترومغناطیسی را نشان می‌دهد که از محیط (۱) وارد محیط (۲) شده است. تندی نور در محیط (۱) چند برابر تندی نور در محیط (۲) است؟
متوسط - خارج از کشور - ۱۴۰۰



$$\sqrt{\frac{3}{2}} \quad (۲)$$

$$۲ \quad (۴)$$

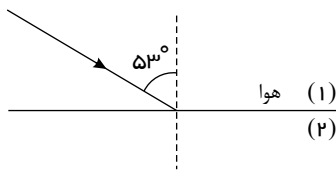
$$\frac{\sqrt{2}}{2} \quad (۱)$$

$$\sqrt{2} \quad (۳)$$

شکست امواج الکترومغناطیسی

۱۰۱) مطابق شکل زیر، پرتو نوری از هوا به یک محیط شفاف می‌تابد و در ورود به محیط (۲)، 16° از راستای اولیه منحرف می‌شود. اگر طول موج

نور در محیط دوم، $\frac{1}{8} \mu m$ از طول موج نور در هوا کمتر باشد، بسامد نور چند هرتز است؟ $\left(\sin 53^\circ = 0.8, \text{سرعت نور در هوا} = 3 \times 10^8 \frac{m}{s} \right)$



متوسط - سراسری - ۱۴۰۰

① 6×10^{14}

② 6×10^{15}

③ 8.4×10^{14}

④ 8.4×10^{15}

انرژی حرکت هماهنگ ساده

انرژی جنبشی و پتانسیل

۱۰۲) معادله نیرو - مکان نوسانگر ساده‌ای به جرم 200 گرم در SI به صورت $F = -180x$ است. اگر بیشینه انرژی جنبشی این نوسانگر 225 میلی ژول باشد، معادله مکان - زمان این نوسانگر در SI ، کدام است؟ (نوسانگر از $x = +A$ شروع به نوسان می‌کند)

متوسط - خارج از کشور - ۱۳۹۷

$$x(t) = 0.03 \cos 30\pi t \quad \text{④}$$

$$x(t) = 0.05 \cos 30\pi t \quad \text{③}$$

$$x(t) = 0.03 \cos 30t \quad \text{②}$$

$$x(t) = 0.05 \cos 30t \quad \text{①}$$

حرکت هماهنگ ساده

معادلات و نمودارهای شتاب-مکان، نیرو-مکان

۱۰۳) نوسانگری روی پاره‌خطی، به طول 8 cm روی سطح افقی بدون اصطکاک، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر در لحظه‌ای که فاصله نوسانگر از نقطه تعادل برابر 2 cm است، بزرگی شتاب برابر $\frac{\pi^2}{2} \left(\frac{m}{s^2}\right)$ باشد، تندی نوسانگر در لحظه عبور از نقطه تعادل چند متر بر ثانیه است؟

متوسط - سراسری - ۱۴۰۲

$$20\pi \quad \text{④}$$

$$10\pi \quad \text{③}$$

$$\frac{\pi}{5} \quad \text{②}$$

$$\frac{\pi}{10} \quad \text{①}$$

جابه‌جایی، مسافت و معادله مکان-زمان در حرکت هماهنگ ساده

۱۰۴) معادله مکان - زمان نوسانگر هماهنگ ساده‌ای در SI به صورت $x = 0.03 \cos 50\pi t$ است. در کدام بازه زمانی مشخص شده بر حسب ثانیه، بردارهای سرعت و شتاب نوسانگر، هر دو در جهت محور x است؟

متوسط - سراسری - ۱۴۰۲

$$0.03 < t < 0.04 \quad \text{④}$$

$$0.02 < t < 0.03 \quad \text{③}$$

$$0.01 < t < 0.02 \quad \text{②}$$

$$0 < t < 0.01 \quad \text{①}$$

مشخصه‌های موج

🌿 موج طولی

- ۱۰۵) در یک فضای باز، تراز شدت صوت در فاصله ۵۰ متری چشمه صوت برابر ۶۰ دسی‌بل است. توان چشمه صوت، چند میلی‌وات است؟
 متوسط - سراسری - ۱۴۰۱
- ۱) ۰٫۳ ۲) ۶ ۳) ۷٫۵ ۴) ۳۰

حرکت هماهنگ ساده

🌿 جابه‌جایی، مسافت و معادله مکان-زمان در حرکت هماهنگ ساده

- ۱۰۶) معادله حرکت هماهنگ ساده یک نوسانگر در SI به صورت $x = ۰٫۰۲ \cos ۴\pi t$ است. در بازه زمانی $t_1 = \frac{1}{12} s$ تا $t_2 = \frac{7}{6} s$ حرکت نوسانگر، چند ثانیه تندشونده است؟
 سخت - سراسری - ۱۴۰۱

- ۱) $\frac{5}{6}$ ۲) $\frac{7}{6}$ ۳) $\frac{7}{12}$ ۴) $\frac{13}{24}$

مشخصه‌های موج

موج طولی

۱۰۷ در مکانی که تراز شدت صوت ۹۶ دسی‌دبل است، در مدت یک دقیقه به هر میلی‌متر مربع از سطحی که در این مکان عمود بر مسیر انتشار

متوسط - خارج از کشور - ۱۴۰۰

صوت قرار دارد، چند میکروژول انرژی صوتی می‌رسد؟ $\log 2 = 0.3$, $I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}$

۴۸۰ (۴)

۲۴۰ (۳)

۰٫۴۸ (۲)

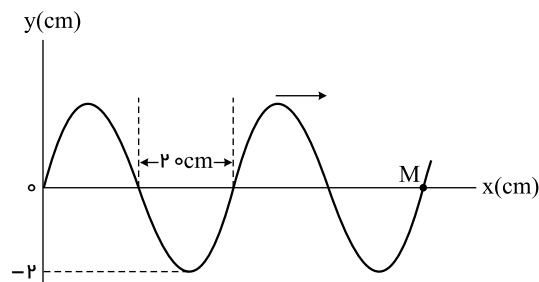
۰٫۲۴ (۱)

موج عرضی

۱۰۸ شکل زیر، موجی را در لحظه t نشان می‌دهد که با تندی $20 \frac{m}{s}$ در جهت محور x منتشر می‌شود. تندی نقطه M در آن لحظه، چند متر بر ثانیه

متوسط - خارج از کشور - ۱۴۰۱

و جهت حرکت آن کدام است؟



۱۴٫۳، بالا (۱)

۱۴٫۳، پایین (۲)

۲۸٫۶، بالا (۳)

۲۸٫۶، پایین (۴)

انرژی حرکت هماهنگ ساده

رابطه انرژی مکانیکی با جنبشی و پتانسیل و پایستگی انرژی

۱۰۹ نوسانگری به جرم $100g$ روی سطح افقی بدون اصطکاک، حرکت هماهنگ ساده انجام می دهد. اگر دامنه حرکت $2cm$ ، انرژی جنبشی و پتانسیل نوسانگر در یک لحظه به ترتیب $5mJ$ و $15mJ$ باشد، بسامد نوسان چند هرتز است؟ ($\pi^2 = 10$) متوسط - خارج از کشور - ۱۴۰۱

۲۰ (۴)

۱۵ (۳)

۱۰ (۲)

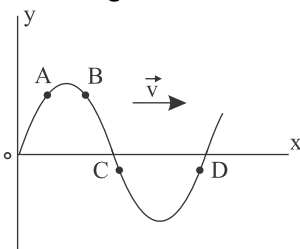
۵ (۱)

مشخصه های موج

موج عرضی

۱۱۰ شکل زیر، موج مکانیکی عرضی سینوسی را در یک لحظه نشان می دهد. پس از این لحظه، تندی کدام ذره، زودتر صفر می شود؟

متوسط - خارج از کشور - ۱۴۰۰



A (۱)

B (۲)

C (۳)

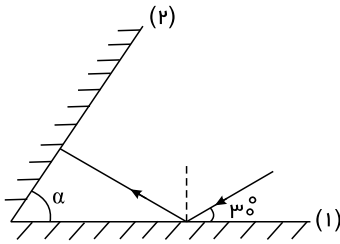
D (۴)

بازتاب موج

بازتاب امواج الکترومغناطیسی

۱۱۱) مطابق شکل زیر، پرتو نوری تحت زاویه 30° به آینه تخت (۱) می‌تابد و پس از بازتاب به آینه تخت (۲) می‌تابد. اگر در دومین بازتاب از آینه (۱) پرتو نور موازی آینه (۲) شود، زاویه α چند درجه است؟

متوسط - سراسری - ۱۴۰۰



۳۰ ①

۴۰ ②

۵۰ ③

۶۰ ④

انرژی حرکت هماهنگ ساده

رابطه انرژی مکانیکی با جنبشی و پتانسیل و پایستگی انرژی

۱۱۲) جسمی به جرم $100g$ روی پاره خطی به طول $4cm$ حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر بیشینه تکانه نوسانگر در SI ، $2 \times 10^{-3}\pi$ باشد، انرژی مکانیکی نوسانگر چند میکروژول است؟

متوسط - سراسری - ۱۴۰۲

π^2 ④

$2\pi^2$ ③

$10\pi^2$ ②

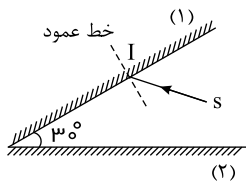
$20\pi^2$ ①

بازتاب موج

بازتاب امواج الکترومغناطیسی

۱۱۳) مطابق شکل زیر، پرتو SI با زاویه تابش 40° بر آینه (۱) می‌تابد. این پرتو، پس از بازتابش‌های متوالی، آینه‌ها را ترک می‌کند. آخرین زاویه بازتابش چند درجه است؟ (سطح آینه‌های تخت، به اندازه کافی بزرگ فرض شود).

متوسط - خارج از کشور - ۱۴۰۱



۶۰ (۲)

۵۰ (۱)

۸۰ (۴)

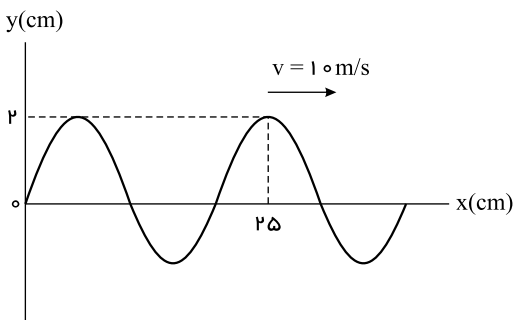
۷۰ (۳)

مشخصه‌های موج

موج عرضی

۱۱۴) کدام موارد با توجه به شکل زیر که تصویر لحظه‌ای از یک موج عرضی را نشان می‌دهد، درست است؟

متوسط - سراسری - ۱۴۰۱



الف - مسافتی که موج در هر ثانیه طی می‌کند، برابر 20 cm است.

ب - مسافتی که هر ذره از محیط در مدت 0.1 s طی می‌کند، 4 cm است.

پ - جابه‌جایی هریک از ذرات محیط در مدت 0.1 s برابر 4 cm است.

ت - جابه‌جایی هریک از ذرات محیط در مدت 0.2 s برابر صفر است.

(۲) «الف» و «پ»

(۱) «الف» و «ت»

(۴) «ب» و «پ»

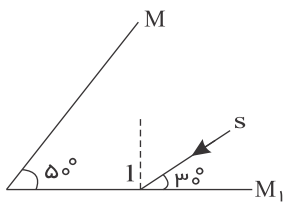
(۳) «ب» و «ت»

بازتاب موج

بازتاب امواج الکترومغناطیسی

۱۱۵ در شکل زیر، امتداد پرتو نور بازتابیده از آینه M_2 با امتداد پرتو SI ، زاویه چند درجه می‌سازد؟

متوسط - خارج از کشور - ۱۴۰۰



- ۱ ۴۰
۲ ۷۰
۳ ۱۰۰
۴ ۱۱۰

مشخصه‌های موج

موج طولی

۱۱۶ سه ناظر A ، B و C در فاصله‌های $2r$ ، r و $4r$ از یک چشمه صوت نقطه‌ای قرار دارند. تراز شدت صوتی که ناظرهای A و B در معرض آن قرار دارند، β و $\frac{5}{6}\beta$ است. تراز شدت صوتی که ناظر C در معرض آن قرار دارد، چند دسی‌بل است؟ $\log 2 = 0.3$ و از جذب انرژی صوت توسط محیط صرف نظر شود.

سخت - خارج از کشور - ۱۴۰۰

۴۸ (۴)

۳۶ (۳)

۳۰ (۲)

۲۴ (۱)

پاسخنامه تشریحی

۱ ۲ ۳ ۴ ۱

در مرکز نوسان، سرعت بیشینه و در نقاط بازگشت، سرعت صفر است.

$$\begin{cases} x = 0 \\ v = \pm v_{max} \end{cases} \Rightarrow v_{max} = 0.4 \rightarrow v_{max} = \sqrt{0.4}$$

$$\begin{cases} v = 0 \\ x = \pm A \end{cases} \Rightarrow 0 = 0.4 - 400x^2 \Rightarrow A = 10^{-2} m$$

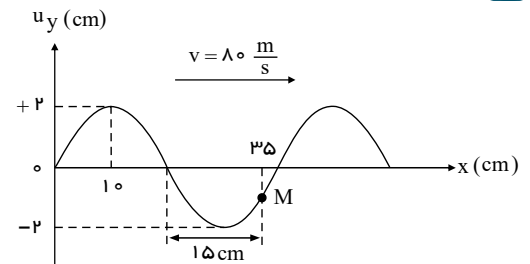
$$v_{max} = A\omega \Rightarrow \sqrt{0.4} = 10^{-2}\omega \Rightarrow \omega = \sqrt{0.4} \times 100 \Rightarrow a_{max} = A\omega^2 = 10^{-2} \times (0.4 \times 10^4) = 40 \frac{m}{s^2}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۲ ابتدا با استفاده از نمودار نقش موج طول موج و دوره تناوب نوسانگر را به دست می آوریم:

$$\frac{\lambda}{4} = 10 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = 40 \text{ cm} = 0.4 \text{ m}$$

$$\lambda = vT \Rightarrow 0.4 = 40 \times T \Rightarrow T = \frac{1}{100} s$$

$$v_{max} = A\omega = A \frac{2\pi}{T} = 2 \times 10^{-2} \times \frac{2\pi}{\frac{1}{100}} = 4\pi \frac{m}{s}$$



پس سرعت خواسته شده همان سرعت متحرک در مرکز نوسان است، ذره باید به مرکز نوسان برود. داریم:

$$\Delta x = v\Delta t \Rightarrow 0.15 \text{ m} = 40 \text{ m/s} \times \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{0.15}{40} s = \frac{3}{1600} s$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۳ در هر ثانیه یک بار طول پاره خط طی شده بنابراین در هر دو ثانیه نوسانگر یک نوسان کامل انجام می دهد یعنی: $T = 2s$. از طرفی:

$$\begin{cases} \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2} = \pi \text{ rad/s} \rightarrow v_{max} = A\omega = 2 \text{ cm} \times \pi \text{ rad/s} \\ \text{طول پاره خط نوسانی} = \frac{4\pi \text{ cm}}{2} \rightarrow A = \frac{4\pi \text{ cm}}{2} = 2 \text{ cm} \end{cases}$$

$$\rightarrow v_{max} = 2\pi \text{ cm/s}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۴

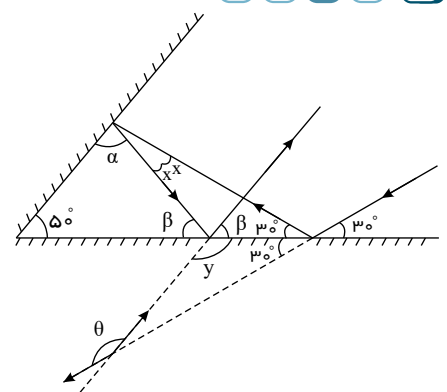
$$\begin{cases} \alpha + 2x = 180^\circ - (50^\circ + 30^\circ) = 100^\circ \quad (1) \\ \alpha + x = 90^\circ \quad (2) \end{cases}$$

$$(1), (2) \rightarrow x = 10^\circ \rightarrow \boxed{\alpha = 80^\circ}$$

$$\rightarrow \beta = 180^\circ - (\alpha + 50^\circ) = 50^\circ$$

$$\rightarrow \boxed{\beta = 50^\circ} \rightarrow \boxed{\hat{y} = 130^\circ}$$

$$\rightarrow \theta = \hat{y} + 30^\circ = 130^\circ + 30^\circ = 160^\circ$$



۱ ۲ ۳ ۴ ۵

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{80}{0.2}} = 20 \text{ m/s}$$

$$\frac{3}{2}\lambda = 15 \Rightarrow \lambda = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$$

$$\lambda = vT \Rightarrow T = \frac{\lambda}{v} = \frac{0.1}{20} = \frac{1}{200} s$$

۱۲۰ ثانیه معادل با ۲T است و هر ذره در مدت ۱ دوره، ۴A مسافت طی می کند. پس مسافت طی شده در مدت ۲T برابر ۸A است. $8 \times 2 = 16 \text{ cm}$

۱ ۲ ۳ ۴ ۶

با استفاده از رابطه انرژی مکانیکی نوسانگر می توان نوشت: (دقت کنید که دامنه نوسان ۵ سانتی متر است.)

$$E = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2} \times 20 \times (0.05)^2 \rightarrow E = 25 \times 10^{-3} J = 25 mJ$$

حال برای پیدا کردن انرژی جنبشی در لحظه مورد نظر داریم:

$$E = U + K \rightarrow K = E - U = 25 - 4 \rightarrow K = 21 mJ$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۷

$$\begin{cases} A = 5 cm = \frac{5}{100} m = \frac{1}{20} m \\ T = \frac{1}{10} s \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{(\frac{1}{10})} = 20\pi rad/s \end{cases}$$

$$K = U \rightarrow E = U + K = K_{max} \rightarrow 2K = K_{max} = \frac{1}{2}mv_m^2 = \frac{1}{2}m(A\omega)^2$$

$$\rightarrow 2\left(\frac{1}{2}mv^2\right) = \frac{1}{2}mA^2\omega^2 \rightarrow 2v^2 = A^2\omega^2$$

$$\rightarrow v = \sqrt{\frac{A^2\omega^2}{2}} = \frac{A\omega}{\sqrt{2}} = \frac{\frac{1}{20} \times 20\pi}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}\pi m/s = 50\pi\sqrt{2} cm/s$$

به طور کلی، در لحظه ای که انرژی جنبشی و پتانسیل نوسانگر برابر باشند، رابطه بین سرعت نوسانگر و سرعت بیشینه به صورت زیر است.

$$V = \pm \frac{\sqrt{2}}{2} V_{max} = \pm \frac{\sqrt{2}}{2} A\omega$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۸

$$T = \frac{t}{n} \rightarrow t = nT \rightarrow 2.6 \times 60 = n \times 2 \rightarrow n = 78$$

 ابتدا n را محاسبه می کنیم:

 به این ترتیب، تعداد نوسان ها در حالت دوم برابر $78 - 18 = 60$ نوسان است و می توان دوره را در این حالت به دست آورد:

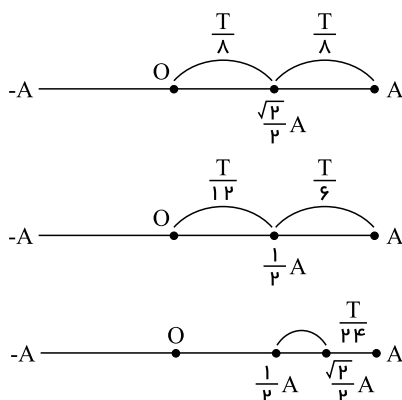
$$t = nT' \rightarrow 2.6 \times 60 = 60T' \rightarrow T' = 2.6 s$$

$$\text{طبق رابطه } T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}, \text{ خواهیم داشت:}$$

$$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{L'}{L}} \rightarrow \frac{2.6}{2} = \sqrt{\frac{L'}{L}} \rightarrow (1.3)^2 = \frac{L'}{L} \rightarrow L' = 1.69L$$

$$\Delta L = 0.69L \text{ درصد افزایش یافته است}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۹

 با توجه به رابطه $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ ، v_{av} زمانی بیشینه می شود که در یک جابه جایی مشخص، Δt کمینه شود. بنابراین:


$$x = A \cos \omega t \rightarrow \begin{cases} t_1 & \text{لحظه } x_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} A \rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2} A = A \cos \frac{2\pi}{T} t_1 \\ & \rightarrow t_1 = \frac{T}{4} \quad \text{برای اولین بار} \\ t_2 & \text{لحظه } x_2 = \frac{A}{2} \rightarrow \frac{A}{2} = A \cos \frac{2\pi}{T} t_2 \\ & \rightarrow t_2 = \frac{T}{6} \quad \text{برای اولین بار} \end{cases}$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{T}{6} - \frac{T}{4} = \frac{T}{12}$$

$$\Delta x = x_2 - x_1 = \frac{A}{2} - \frac{\sqrt{2}}{2} A = (1 - \sqrt{2}) \frac{A}{2}$$

$$\bar{v}_{max} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow \bar{v}_{max} = 12(1 - \sqrt{2}) \frac{A}{T}$$

با توجه به گزینه‌ها و این که در صورت تست کلمه اندازه سرعت متوسط ذکر شده، باید بنویسیم:

$$|\bar{v}_{max}| = 12(\sqrt{2} - 1) \frac{A}{T}$$

به طور کلی در سؤالهایی که پیشینه جابه جایی در یک مدت معین مطلوب باشد، باید نزدیک‌های مرکز تعادل (که دارای تندی بیشینه است) نوسان کنیم. در اینصورت داریم:

$$\begin{cases} \Delta t = \frac{T}{6} \\ |\Delta x_{max}| = A \end{cases} \quad \begin{cases} \Delta t = \frac{T}{4} \\ |\Delta x_{max}| = \sqrt{2} A \end{cases} \quad \begin{cases} \Delta t = \frac{T}{3} \\ |\Delta x_{max}| = \sqrt{3} A \end{cases}$$

با توجه به نمودار مقادیر E و A را مشخص کرده و پس از آن بسامد نوسان را محاسبه می‌کنیم. (۱) (۲) (۳) (۴) (۱۰)

$$E = 40J, A = 8cm = \frac{8}{100}m, m = 500g = 0.5kg$$

$$E = K_{max} = \frac{1}{2} m v_m^2 = \frac{1}{2} m A^2 \omega^2 = \frac{1}{2} m A^2 (2\pi f)^2$$

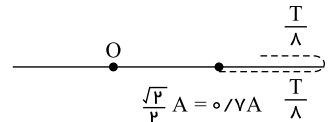
$$\rightarrow E = 2m\pi^2 A^2 f^2 \rightarrow 40 = 2(0.5)(0.08)^2 \times f^2$$

$$\rightarrow 40 = \frac{64}{1000} f^2 \rightarrow f^2 = \frac{40000}{64} \rightarrow f = \frac{200}{8} = 25Hz$$

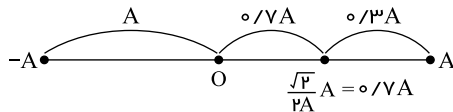
هرچه نوسانگر به انتهای مسیر نزدیک‌تر باشد، سرعت حرکت آن کمتر بوده و مسافت کمتری را طی می‌کند. با توجه به این موضوع می‌توان گفت که زمانی (۱) (۲) (۳) (۴) (۱۱)

نوسانگر کمترین مسافت را در مدت زمان $\frac{1}{4}T$ (معادل با تغییر فاز $\frac{\pi}{4}$) طی می‌کند که تا حد امکان به انتهای مسیر نزدیک باشد، به همین منظور باید مطابق شکل زیر از $\frac{3\pi}{4}$ تا $\frac{\pi}{4}$ تغییر فاز

بدهد:



بنابراین نوسانگر بر روی محور قائم از مکان $x = \frac{\sqrt{2}}{2} A$ به $x = A$ رفته و دوباره به این مکان باز می‌گردد و برای محاسبه مسافت طی شده برای آن داریم:



$$\text{مسافت طی شده} = 2(A - \frac{\sqrt{2}}{2} A) = 2(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}) A = (2 - \sqrt{2}) A \xrightarrow{\sqrt{2} \approx 1.4} \text{مسافت طی شده} = 0.6A$$

ابتدا دوره موج را می‌یابیم تا تعیین کنیم که $\frac{1}{400} s$ چه کسری از دوره موج است. بنابراین: (۱) (۲) (۳) (۴) (۱۲)

$$\frac{3\lambda}{4} = 15 \Rightarrow \lambda = 20cm = 0.2m$$

$$\lambda = vT \Rightarrow 0.2 = 10T \Rightarrow T = \frac{1}{100} s \Rightarrow t = \frac{1}{400} = \frac{T}{4}$$

می‌دانیم در بازه $\frac{T}{4}$ جابجایی نوسانگری که در مرکز نوسان است، به اندازه A است. بنابراین نقطه $x = 0$ با توجه به جهت حرکتش که رو به پایین است در لحظه $t = A$ می‌رسد که

مطابق با گزینه ۱ است.

می‌دانیم که در مرکز تعادل، انرژی جنبشی نوسانگر با انرژی مکانیکی آن برابر است یعنی: (۱) (۲) (۳) (۴) (۱۳)

$$E = K_{max} = \frac{1}{2} v_{max}^2$$

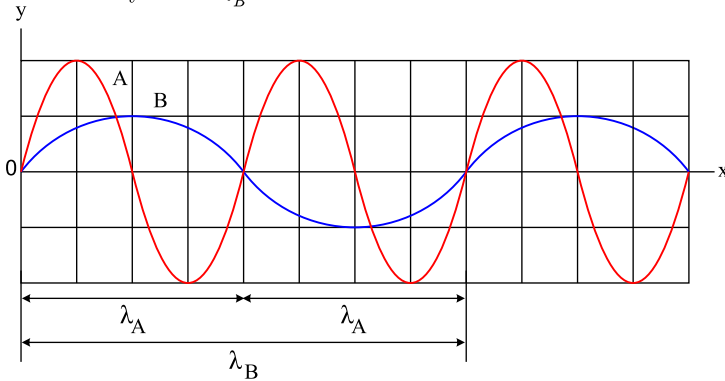
حال با استفاده از رابطه انرژی مکانیکی با انرژی‌های جنبشی و پتانسیل داریم:

$$E = U + K \xrightarrow{U = \frac{1}{2}K} E = \frac{1}{3}K + K = \frac{4}{3}K \rightarrow \frac{1}{2}V_{max}^2 = \frac{4}{3}\left(\frac{1}{2}mv^2\right) \rightarrow V_{max}^2 = \frac{4}{3}V^2 \rightarrow \frac{V}{V_{max}} = \sqrt{\frac{3}{4}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

۱۴) سرعت انتشار موج به ویژگی‌های محیط بستگی دارد. بنابراین چون هر دو موج در یک محیط منتشر شده‌اند، $v_A = v_B$ ، $\frac{v_A}{v_B} = 1$

با توجه به شکل صورت سؤال درمی‌یابیم که $\lambda_B = 2\lambda_A$ می‌باشد. داریم:

$$v_A = v_B \xrightarrow{\lambda = vT} \frac{\lambda_A}{T_A} = \frac{\lambda_B}{T_B} \Rightarrow \frac{T_A}{T_B} = \frac{\lambda_A}{\lambda_B} = \frac{1}{2}$$



۱۵) به طور کلی در سؤالهایی که بیشینه جابه‌جایی در یک مدت معین مطلوب باشد، باید نزدیک‌های مرکز تعادل (که دارای تندی بیشینه است) نوسان کنیم. در اینصورت داریم:

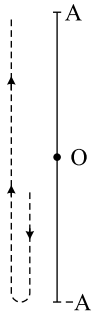
$$\begin{cases} \Delta t = \frac{T}{6} \\ |\Delta x_{max}| = A \end{cases} \quad \begin{cases} \Delta t = \frac{T}{4} \\ |\Delta x_{max}| = \sqrt{2}A \end{cases} \quad \begin{cases} \Delta t = \frac{T}{3} \\ |\Delta x_{max}| = \sqrt{3}A \end{cases}$$

حال با توجه به اینکه طول پاره خط $8cm$ است، دامنه نوسان $4cm$ ، بنابراین:

$$\Delta x_{max} = A\sqrt{3} = 4\sqrt{3}cm$$

۱۶) با توجه به آن‌که هر ذره از محیط انتشار موج دقیقاً حرکت نوسانی ذره‌ما قبل خود را تکرار می‌کند، پس در لحظه $t = 0$ چون نقطه‌ما قبل M و N پایین‌تر است، پس هر دو در این لحظه به طرف پایین حرکت می‌کنند و وضعیت آن‌ها در لحظه $t = 0$ مطابق شکل زیر است. حال برای آن‌که ذره M به وضعیت ذره N در لحظه $t = 0$ برسد، به اندازه $\frac{3T}{4}$ زمان لازم دارد و داریم:

$$\frac{3T}{4} = \frac{1}{400} \Rightarrow T = \frac{1}{300}$$



حال با استفاده از نمودار نقش موج می‌توان نوشت:

$$\Delta x = \frac{\Delta \lambda}{4}$$

$$\Delta x = x_2 - x_1 = \frac{\Delta \lambda}{4} \Rightarrow x_1 + 50 - x_1 = \frac{\Delta \lambda}{4} \Rightarrow \lambda = 40cm = 0.4m$$

$$\lambda = vT \Rightarrow 0.4 = v \times \frac{1}{300} \Rightarrow v = 120m/s$$

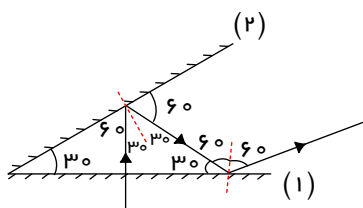
دیدیم در مدت $\frac{1}{400}$ ثانیه $(\frac{3T}{4})$ وضعیت نقطه M به وضعیت نقطه N در لحظه $t = 0$ می‌رسد. در نتیجه سرعت ذره M در این لحظه برابر صفر می‌شود.

۱۷) با توجه به قانون بازتاب عمومی مشخص است پس از دومین بازتاب زاویه بین پرتو تابش و بازتابش روی آینه (۱)، 120° است و چون زاویه پرتو بازتاب از آینه (۲) با سطح آن آینه برابر، 60° است می‌توان نتیجه گرفت که امکان ندارد مثلثی بین پرتو بازتاب از آینه (۲) و (۱) و آینه (۲) ایجاد شود، در نتیجه می‌توان گفت پرتو فقط دو بار با آینه‌ها برخورد می‌کند.

روش دوم: در این شکل اگر زاویه بین پرتو تابش و سطح آینه در اولین برخورد α و زاویه بین دو آینه θ باشد در آخرین یا n امین برخورد که پرتو بازتابیده موازی یکی از آینه‌ها نمی‌شود، داریم:

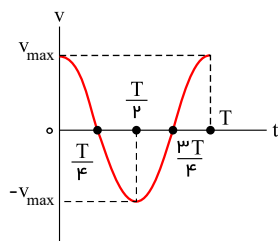
$$\theta = \alpha - (n-1)\theta \xrightarrow{\alpha=60^\circ, \theta=30^\circ} 30^\circ = 60^\circ - (n-1)(30^\circ) \rightarrow n-1 = 1 \rightarrow n = 2$$

(با دقت کنید که رابطه فوق در همه جا کاربرد ندارد.)



۱۸ ۴ ۳ ۲ ۱

با استفاده از تعریف شتاب متوسط و نمودار داده شده هر یک از گزینه‌ها را به طور جداگانه بررسی می‌کنیم:



شتاب متوسط در یک بازه زمانی تنها به سرعت در ابتدا و انتهای آن بازه بستگی دارد. با استفاده از تعریف شتاب متوسط می‌توان نوشت:

گزینه (۲):

$$\left(\frac{3T}{4} \text{ تا } \frac{T}{4}\right) a_{av} = \frac{0 - 0}{\frac{T}{2}} = 0$$

$$(T \text{ تا } 0) a_{av} = \frac{v_{\max} - v_{\max}}{T} = 0$$

گزینه (۴):

$$\left(\frac{T}{2} \text{ تا } 0\right) a_{av} = \frac{-v_{\max} - v_{\max}}{\frac{T}{2}} \Rightarrow |a_{av}| = \frac{4v_{\max}}{T}$$

$$\left(\frac{3T}{4} \text{ تا } \frac{T}{4}\right) a_{av} = \frac{0 - 0}{\frac{T}{2}} = 0$$

$$\left(\frac{T}{2} \text{ تا } \frac{T}{4}\right) a_{av} = \frac{-v_{\max} - 0}{\frac{T}{4}} \Rightarrow |a_{av}| = \frac{4v_{\max}}{T}$$

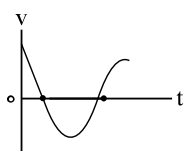
$$\left(\frac{3T}{4} \text{ تا } \frac{T}{2}\right) a_{av} = \frac{0 - (-v_{\max})}{\frac{T}{4}} \Rightarrow a_{av} = \frac{4v_{\max}}{T}$$

گزینه (۱):

$$\left(\frac{T}{2} \text{ تا } 0\right) a_{av} = \frac{-v_{\max} - v_{\max}}{\frac{T}{2}} \Rightarrow |a_{av}| = \frac{4v_{\max}}{T}$$

$$(T \text{ تا } \frac{T}{2}) a_{av} = \frac{v_{\max} - (-v_{\max})}{\frac{T}{2}} \Rightarrow a_{av} = \frac{4v_{\max}}{T}$$

گزینه (۳):

می‌دانیم که برای پیدا کردن شتاب متوسط در نمودار $v-t$ ، کافی است که شیب خطی که دو نقطه از نمودار را به هم متصل می‌کند، بیابیم. به راحتی می‌توان دریافت که

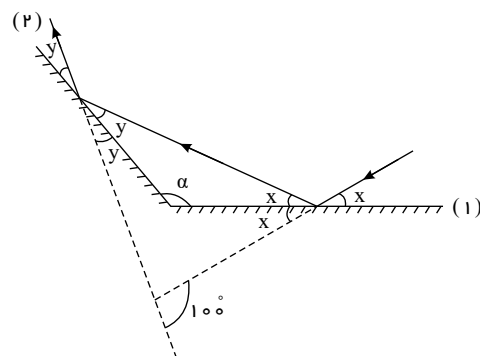
در گزینه (۴)، شیب خط‌های رسم شده هم‌اندازه نیستند.

۱۹ ۴ ۳ ۲ ۱

$$100^\circ = 2x + 2y \Rightarrow x + y = 50^\circ$$

$$\alpha = 180^\circ - (x + y) = 180^\circ - 50^\circ$$

$$\Rightarrow \alpha = 130^\circ$$



۲۰ ۴ ۳ ۲ ۱

$$\begin{cases} F = -m\omega^2 y \Rightarrow m\omega^2 = \pi^2 \xrightarrow{m=0.1} 0.1\omega^2 = \pi^2 \Rightarrow \omega = 10\pi \\ F = -\pi^2 y \end{cases}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow 10\pi = \frac{2\pi}{T} \rightarrow T = 0.2, T = \frac{t}{N} \rightarrow \frac{2}{10} = \frac{60}{N} \Rightarrow N = 300$$

۲۱) برای محاسبه سرعت متحرک ابتدا با استفاده از رابطه $E = U + K$ ، انرژی جنبشی (K) نوسانگر را به دست می آوریم سپس با استفاده از رابطه $K = \frac{1}{2}mv^2$ سرعت نوسانگر را به دست می آوریم.

$$E = U + K \xrightarrow[U=15mJ]{E=20mJ} 20 = 15 + K \Rightarrow K = 5mJ$$

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow 5 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} \times 0.1 \times v^2 \Rightarrow v^2 = 0.1 \Rightarrow v = \frac{1}{\sqrt{10}} \frac{m}{s}$$

$$\xrightarrow{\times 100} v = \frac{100}{\sqrt{10}} \left(\frac{cm}{s} \right) = 10\sqrt{10} \frac{cm}{s}$$

۲۲) می دانیم که تندی انتشار موج عرضی در یک تار با جذر نیروی کشش تار متناسب است. یعنی:

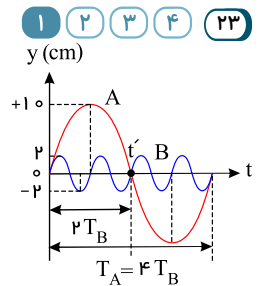
$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow \frac{v'}{v} = \sqrt{\frac{F'}{F}} \Rightarrow \frac{110}{100} = \sqrt{\frac{F'}{F}} \Rightarrow \frac{F'}{F} = 1.21$$

$$\Rightarrow \Delta F = F' - F = 1.21F - F = 0.21F = 21\%F$$

$$\frac{T_A}{2} = 2T_B \Rightarrow T_A = 4T_B \xrightarrow{\omega \propto \frac{1}{T}} \omega_A = \frac{1}{4}\omega_B$$

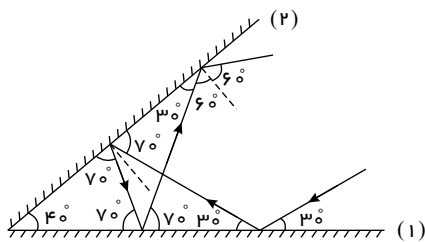
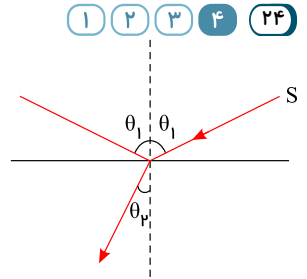
$$\begin{cases} A_A = 10cm \\ A_B = 2cm \end{cases}$$

$$E = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 \rightarrow \frac{E_A}{E_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \left(\frac{A_A}{A_B}\right)^2 \times \left(\frac{\omega_A}{\omega_B}\right)^2 = \frac{m_A}{5m_A} \times 5^2 \times \left(\frac{1}{4}\right)^2 = \frac{5}{16}$$



$$\theta_1 + \theta_r + 90 = 180 \Rightarrow \theta_1 + \theta_r = 90$$

$$\frac{n_r}{n_1} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_r} \Rightarrow \sqrt{3} = \frac{\sin \theta_1}{\sin(90 - \theta_1)} \xrightarrow{\sin(90 - \theta_1) = \cos \theta_1} \sqrt{3} = \tan \theta_1 \Rightarrow \theta_1 = 60^\circ$$



۲۶) ابتدا دوره نوسان را به دست می آوریم:

$$T = \frac{t}{n} \Rightarrow T = \frac{0.4}{2} = 0.2(s)$$

با داشتن دوره نوسان و بیشینه شتاب می توان گفت:

$$\begin{cases} a_{\max} = A\omega^2 \Rightarrow A\omega^2 = 20 \frac{m}{s^2} \\ \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.2} = 10\pi \frac{rad}{s} \end{cases} \Rightarrow A = \frac{A\omega^2}{\omega^2} = \frac{20}{(10\pi)^2} \Rightarrow A = 0.02m = 2cm$$

$$MN = 2A \Rightarrow MN = 4cm$$

طول مسیر نوسان (MN) برابر است با:

$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow n_1 v_1 = n_r v_r \Rightarrow v_r = \frac{n_1}{n_r} v_1$$

۲۷) از تعریف ضریب شکست یک محیط داریم:

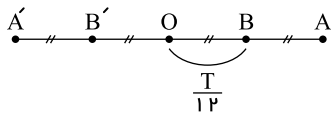
انتشار نور در یک محیط با سرعت ثابت انجام می شود. $x = vt$

از طرفی برای زمان رسیدن نور از نقطه A تا B می توان نوشت:

$$t_{\text{کل}} = t_1 + t_2 = \frac{L}{v_1} + \frac{L}{v_2} \Rightarrow t_{\text{کل}} = \frac{L}{v_1} + \frac{L}{v_1} \left(\frac{n_2}{n_1} \right)$$

$$\Rightarrow t_{\text{کل}} = \frac{L}{v_1} \left(1 + \frac{n_2}{n_1} \right)$$

به طور کلی در سؤال هایی که بیشینه جابه جایی در یک مدت معین مطلوب باشد، باید نزدیکه های مرکز تعادل (که دارای تندی بیشینه است) نوسان کنیم. در اینصورت داریم:



$$\begin{cases} \Delta t = \frac{T}{6} \\ |\Delta x_{\text{max}}| = A \end{cases} \quad \begin{cases} \Delta t = \frac{T}{6} \\ |\Delta x_{\text{max}}| = \sqrt{2}A \end{cases} \quad \begin{cases} \Delta t = \frac{T}{6} \\ |\Delta x_{\text{max}}| = \sqrt{3}A \end{cases}$$

$$\Delta t_{OB} = \frac{T}{12} \Rightarrow \frac{1}{300} = \frac{T}{12} \rightarrow T = 0.04 \text{ s} \xrightarrow{f = \frac{1}{T}} f = \frac{1}{0.04} \rightarrow f = 25 \text{ Hz}$$

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

بسامد به محیط بستگی ندارد. بنابراین کافی است فرکانس پرتو لیزر را در هوا بیابیم:

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{0.6 \times 10^{-6} \text{ m}} = 5 \times 10^{14} \text{ Hz} \rightarrow \text{در زجاجیه چشم } f = 5 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\lambda = \frac{v}{f} \rightarrow \lambda \alpha v \rightarrow \frac{\lambda}{\lambda'} = \frac{v}{v'} \rightarrow \frac{0.45 \mu\text{m}}{0.6 \mu\text{m}} = \frac{v}{3 \times 10^8 \text{ m/s}}$$

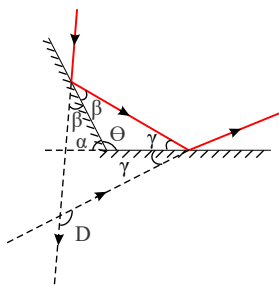
↓ ثابت

$$\rightarrow v = 2.25 \times 10^8 \text{ m/s}$$

وقتی انرژی جنبشی و پتانسیل با هم برابرند، سهم هر یک از انرژی مکانیکی، فقط نیمی از آن است. یعنی:

$$K = U = \frac{E}{2} \Rightarrow K = 4 \text{ mJ} = 4 \times 10^{-3} \text{ J}$$

$$K = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow 4 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} \times 0.1 \times v^2 \Rightarrow v^2 = 8 \times 10^{-2} \Rightarrow v = 2\sqrt{2} \times 10^{-1} \Rightarrow v = \frac{\sqrt{2}}{5} \text{ m/s}$$



مطابق قانون بازتاب عمومی ثابت می شود که در آینه های تخت، هنگامی که زاویه بین دو آینه بزرگتر از 90° باشد، زاویه انحراف (زاویه بین پرتو تابش به آینه (۱) با پرتو بازتابش از آینه (۲)) از رابطه $D = 2\pi - 2\theta$ یا $D = 2\alpha$ به دست می آید. از آن جایی که در یک مثلث اندازه زاویه خارجی برابر مجموع اندازه های زاویه های داخلی غیر مجاور آن است، می توان نوشت:

$$\begin{cases} D = 2\beta + 2\gamma = 2(\beta + \gamma) \\ \theta + \beta + \gamma = \pi \Rightarrow \beta + \gamma = \pi - \theta \end{cases} \xrightarrow{\theta = \pi - \alpha} D = 2(\pi - \theta) \rightarrow D = 2\pi - 2(\pi - \alpha) = 2\alpha$$

ابتدا طول موج، سپس دوره موج را محاسبه می کنیم. بعد از آن رابطه بین مدت زمان داده شده و دوره موج را می یابیم:

$$\lambda = 5 \text{ cm} \rightarrow \lambda = vT \rightarrow T = \frac{\lambda}{v} = \frac{5 \text{ cm}}{20 \text{ cm/s}} = \frac{1}{4} \text{ s}$$

$$\Delta t = \frac{1}{\lambda} \rightarrow \frac{\Delta t}{T} = \frac{\frac{1}{\lambda}}{\frac{1}{4}} = \frac{1}{2} \rightarrow \boxed{\Delta t = \frac{T}{2}}$$

در نصف دوره، هر ذره از محیط انتشار موج، مسافتی معادل ۲ برابر دامنه نوسانی خود را طی می کند:

$$l = 2A = 4 \text{ cm}$$

ابتدا با استفاده از نمودار نقش موج دوره تناوب نوسانگر را به دست می آوریم:

$$\frac{\lambda}{4} + \lambda = 12,5 \Rightarrow \frac{5\lambda}{4} = 12,5 \Rightarrow \lambda = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$$

$$\lambda = vT \Rightarrow 0,1 = 10 \times T \Rightarrow T = \frac{1}{100} \text{ s}$$

از آنجایی که هر ذره از محیط انتشار موج حرکت نوسانی ذره ماقبل خود را تکرار می کند، پس می توان گفت در لحظه $t = 0$ ذره M در مکان $y = 0$ بوده و به سمت بالا در حرکت است. حال باید ببینیم پس از $\frac{1}{200} \text{ s}$ مکان ذره M کجاست.

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{\frac{1}{200}}{\frac{1}{100}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \Delta t = \frac{T}{2}$$

یعنی در لحظه $t = \frac{1}{200} \text{ s}$ ذره M در مکان $y = 0$ بوده و به طرف پایین در حرکت است. لذا با توجه به آن که سرعت ذره در مرکز نوسان بیشینه است، می توان نوشت:

$$|v_{\max}| = A\omega = A \times \frac{2\pi}{T} = 6 \times 10^{-2} \times \frac{2\pi}{\frac{1}{100}} = 12\pi \text{ m/s} \Rightarrow v_M = -12\pi \text{ m/s}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۳۴

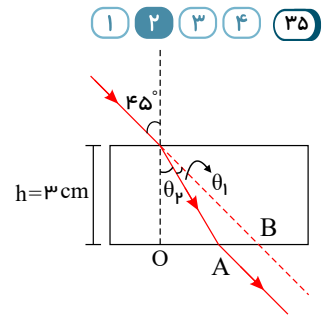
ابتدا بسامد زاویه ای را با استفاده از مشخص بودن ثابت فنر و جرم تعیین می کنیم.

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{200}{2}} = 10 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

برای تعیین شتاب از رابطه $a = -\omega^2 x$ استفاده می کنیم در این رابطه، x ، فاصله از مرکز نوسان و برابر است با:

$$\begin{cases} x = 5 - 3 = 2 \text{ cm} \\ |a| = \omega^2 x = 100 \times \frac{2}{100} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_r} &= n \Rightarrow \frac{\sin 45}{\sin \theta_r} = \sqrt{2} \Rightarrow \sin \theta_r = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta_r = 30^\circ \\ \begin{cases} \tan \theta_r = \frac{OA}{h} \\ \tan \theta_1 = \frac{OB}{h} \end{cases} &\Rightarrow \begin{cases} OA = h \times \tan 30^\circ = \sqrt{3} \text{ cm} \\ OB = h \times \tan 45^\circ = 3 \text{ cm} \end{cases} \\ AB &= OB - OA = 3 - \sqrt{3} (\text{cm}) \end{aligned}$$



۱ ۲ ۳ ۴ ۳۶

با توجه به اینکه فنر در هر دو حالت، یکسان است، ثابت فنر بدون تغییر بوده، پس با مقایسه دوره نوسان، جرم نوسانگر در هر مرحله را یافته و در نهایت ثابت فنر را می یابیم. یعنی:

$$\begin{cases} m_1 = m \\ T_1 = 0,1\pi \text{ s} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m_r = m - 190 \text{ g} \\ T_r = 0,09\pi \text{ s} \end{cases}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow \frac{T_r}{T_1} = \sqrt{\frac{m_r}{m_1} \times \frac{k_1}{k_r}} = \sqrt{\frac{m_r}{m_1}} \Rightarrow \frac{0,09\pi}{0,1\pi} = \sqrt{\frac{m - 190 \text{ g}}{m}} \Rightarrow \frac{9}{10} = \frac{m - 190}{m} \Rightarrow 100m - 19000 = 91m \Rightarrow 19m = 19000$$

$$\Rightarrow m = 1000 \text{ g} = 1 \text{ kg} \Rightarrow T_1 = \frac{\pi}{10} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow \frac{1}{20} = \sqrt{\frac{1}{k}} = \frac{1}{\sqrt{k}} \Rightarrow \sqrt{k} = 20 \Rightarrow k = 400 \frac{\text{N}}{\text{m}} = 4 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۳۷

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{360}{0,4}} = \frac{30}{2\pi} = \frac{15}{\pi} = 5 \text{ Hz}$$

به تعداد نوسان های کامل در 1 s ، بسامد یا فرکانس می گویند.

بنابراین در این سؤال همان فرکانس خواسته شده است.

۱ ۲ ۳ ۴ ۳۸

$$\text{محیط (۱) ، (۲)} : \frac{v_r}{v_i} = \frac{n_i}{n_r} \Rightarrow \frac{n_i}{n_r} = \frac{v_r}{v_i} = \frac{45}{100} = \frac{9}{20} \xrightarrow{\frac{n_i}{n_r} = \frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_i}} \sin \theta_r = \frac{9}{20} \times 0,8$$

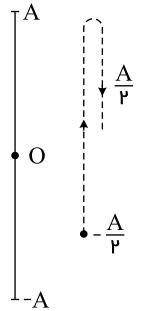
$$\text{محیط (۳) ، (۴)} : \frac{v_r}{v_i} = \frac{n_i}{n_r} \Rightarrow \frac{n_i}{n_r} = \frac{140}{100} = \frac{7}{5} \xrightarrow{\frac{n_i}{n_r} = \frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_i}} \sin \theta_i = \frac{5}{7} \times 0,7$$

$$\frac{n_p}{n_r} = \frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} = \frac{\frac{5}{4} \times 0.7}{\frac{3}{4} \times 0.8} = \frac{0.5}{0.6} = \frac{5}{6}$$

۳۹ می‌دانیم هر نقطه از محیط انتشار موج حرکت نوسانی ذرهٔ مقابل خود را تکرار می‌کند. چون نقطهٔ M در حال بالا رفتن است، پس موج در خلاف جهت محور x در حال انتشار است. و در لحظهٔ نشان داده شده مطابق شکل در مکان $y = -\frac{A}{2}$ بوده و به طرف بالا در حرکت است. حال برای این که نقطهٔ M برای دومین بار به مکان $y = +\frac{A}{2}$ برسد، به وضعیتی کاملاً قرینه با لحظهٔ نمایش داده شده می‌رسد. یعنی:

از طرفی می‌دانیم، حداقل زمان لازم برای اینکه نوسانگر از یک وضعیت به وضعیتی کاملاً قرینه برسد، $\frac{T}{2}$ (نصف دوره) طول می‌کشد.

$$\Delta t = \frac{T}{2} \Rightarrow 0.02 = \frac{T}{2} \Rightarrow T = 0.04 \text{ s}$$



با توجه به نمودار نقش موج برای محاسبهٔ طول موج داریم:

$$\lambda + \frac{\lambda}{2} = 1.32 \Rightarrow \frac{3\lambda}{2} = 1.32 \Rightarrow \lambda = 0.88 \text{ cm} = 0.88 \text{ mm}$$

$$\lambda = vT \Rightarrow 0.88 = v \times 0.04 \Rightarrow v = 22 \text{ m/s}$$

۴۰ راه حل اول: ۱ ۲ ۳ ۴ ۵

ابتدا با توجه به نمودار سرعت - زمان بسامد زاویه‌ای و دامنهٔ نوسان را به دست می‌آوریم، بنابراین داریم:

$$T + \frac{T}{4} = 1.25 \Rightarrow \frac{5T}{4} = 1.25 \Rightarrow T = 1 \text{ s} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$v_{\max} = A\omega \Rightarrow 4\pi = A \times 2\pi \Rightarrow A = 2 \text{ cm}$$

$$E = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 = \frac{1}{2} \times 0.1 \times 4\pi^2 \times (2 \times 10^{-2})^2 = 0.8\pi^2 \times 10^{-4} \text{ J} = 0.8\pi^2 \text{ mJ}$$

راه حل دوم:

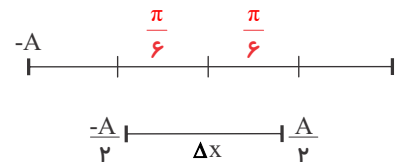
می‌دانیم انرژی مکانیکی نوسانگر از رابطهٔ $E = \frac{1}{2} m v_{\max}^2$ به دست می‌آید بنابراین داریم:

$$E = \frac{1}{2} m v_{\max}^2 = \frac{1}{2} \times 0.1 \times (4\pi \times 10^{-2})^2 = 0.8\pi^2 \times 10^{-4} \text{ J} = 0.8\pi^2 \text{ mJ}$$

۴۱ بیشترین سرعت متوسط زمانی حاصل می‌شود که جابه‌جایی بیشینه باشد (در دو طرف مرکز تعادل). با توجه به این که تغییر شتاب نوسانگر در مدت 0.2 s برابر $\Delta\phi = \omega\Delta t = \frac{50\pi}{3} \times 0.2 = \frac{\pi}{3} \text{ rad}$ است، بیشترین سرعت متوسط ذره زمانی حاصل می‌شود که مثلاً ذره از فاز $-\frac{\pi}{6} \text{ rad}$ به فاز $\frac{\pi}{6} \text{ rad}$ برسد. در این صورت خواهیم داشت:

$$\Delta x_{\max} = \frac{A}{2} + \frac{A}{2} = A = 0.06 \text{ m}$$

$$V_{\text{avmax}} = \frac{\Delta x_{\max}}{\Delta t} = \frac{0.06}{0.2} = 3 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$$

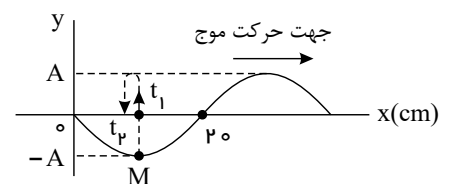


۴۲ برای بررسی نوع حرکت ذره باید ببینیم که Δt داده شده چه کسری از دورهٔ نوسان است. یعنی:

$$v = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ و } \frac{\lambda}{v} = 20 \text{ cm} \rightarrow \lambda = 40 \text{ cm} = 0.4 \text{ m} \rightarrow T = \frac{\lambda}{v} = \frac{0.4}{2} = 0.2 \text{ s}$$

$$t_1 = 0.25 \text{ s} \rightarrow \frac{t_1}{T} = \frac{0.25}{0.2} = \frac{5}{4} = 1.25 \rightarrow t_1 = 1.25T = T + \frac{T}{4}$$

$$t_p = 0.35 \text{ s} \rightarrow \frac{t_p}{T} = \frac{0.35}{0.2} = \frac{7}{4} = 1.75 \rightarrow t_p = 1.75T = T + \frac{3}{4}T$$



در فاصلهٔ زمانی t_1 تا t_p همان گونه که در شکل رسم شده مشاهده می‌شود، حرکت ذرهٔ M ابتدا کند شوند، سپس تند شوند خواهد بود.

۴۳ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵

هرگاه U و K همزمان دادند نیم نگاهی به رابطهٔ انرژی مکانیکی داشته باشید.

$$E = U + K = 0.12 + 0.06 = 0.18$$

$$E = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \Rightarrow 0.18 = \frac{1}{2} \times \frac{10}{1000} \times \omega^2 (0.04)^2$$

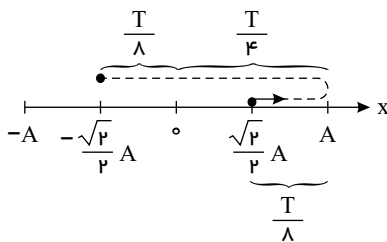
$$0.18 = \frac{1}{2000} \times \omega^2 \times 16 \times 10^{-4} \Rightarrow \omega = 150 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \Rightarrow \frac{2\pi}{T} = 150 \Rightarrow T = \frac{\pi}{75}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۴۴

$$\text{مرکز تعادل نوسانگر} \Rightarrow x = 0 \text{ و } A = 2 \text{ cm} = \frac{2}{100} \text{ m} \text{ , } f = \frac{1}{4} \text{ Hz} \Rightarrow T = 4 \text{ s}$$

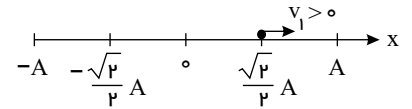
$$x_1 = \sqrt{2} \text{ cm} \Rightarrow \frac{x_1}{A} = \frac{\sqrt{2} \text{ cm}}{2 \text{ cm}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow x_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} A$$

$$x_2 = -\sqrt{2} \text{ cm} \Rightarrow x_2 = -\frac{\sqrt{2}}{2} A$$



$$\Delta t = \frac{T}{4} + \frac{T}{4} = \frac{T}{2} = \frac{4}{2} = 2 \text{ s}$$

$$|v_{av}| = \frac{|\Delta x|}{\Delta t} = \frac{-\sqrt{2} \text{ cm} - (+\sqrt{2} \text{ cm})}{2 \text{ s}} = \sqrt{2} \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$



گام اول: $v > 0$ (طبق فرض تست) و $x_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} A$

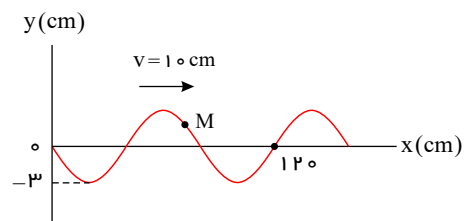
گام دوم: مدت زمان رسیدن نوسانگر با شرایط $(x_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} A \text{ و } v_1 > 0)$

به مکان $(x_2 = -\frac{\sqrt{2}}{2} A \text{ و } v_2 < 0)$ برابر است با:

۱ ۲ ۳ ۴ ۴۵ ابتدا طول موج، سپس دوره T و پس از آن $\frac{\Delta t}{T}$ را می یابیم. یعنی:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta t = 0.05 - 0.01 = 0.04 \text{ s} \quad (1) \\ \lambda + \frac{\lambda}{2} = 3 \frac{\lambda}{2} = 12 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = 8 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = 0.08 \text{ m} = vT = 10 T \Rightarrow T = 0.08 \text{ s} \quad (2) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta t = 0.05 - 0.01 = 0.04 \text{ s} \quad (1) \\ \lambda + \frac{\lambda}{2} = 3 \frac{\lambda}{2} = 12 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = 8 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = 0.08 \text{ m} = vT = 10 T \Rightarrow T = 0.08 \text{ s} \quad (2) \end{array} \right.$$



$$(1) \text{ و } (2) \Rightarrow \frac{\Delta t}{T} = \frac{0.04}{0.08} = \frac{1}{2} \Rightarrow \Delta t = \frac{T}{2}$$

ذره M مانند یک نوسانگر ساده (با جرم کم) عمل می کند. این نوسانگر کوچک، در مدت $\frac{T}{2}$ مسافت $2A$ را طی می کند:

$$2A = 2 \times 3 = 6 \text{ cm}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۴۶ هنگامی که نوسانگر از وضع تعادل (مرکز نوسان) عبور می کند، سرعت و انرژی جنبشی نوسانگر بیشینه و انرژی پتانسیل آن صفر می باشد پس انرژی جنبشی آن با انرژی مکانیکی اش برابر است.

$$E = K_{\max} = \frac{1}{2} m v_{\max}^2 \Rightarrow E = \frac{1}{2} m v_{\max}^2 \Rightarrow v_{\max}^2 = \frac{2E}{m}$$

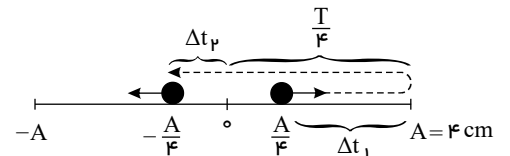
$$\Rightarrow v_{\max} = \sqrt{\frac{2E}{m}} \Rightarrow v_{\max} = \left(\frac{2E}{m} \right)^{\frac{1}{2}}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۴۷

$$f = 5 \text{ Hz} \rightarrow T = \frac{1}{5} \text{ s}$$

$$2A = 8 \text{ cm} \rightarrow A = 4 \text{ cm}$$

$$x = \pm 1 \text{ cm} \Rightarrow x = \pm \frac{A}{4}$$



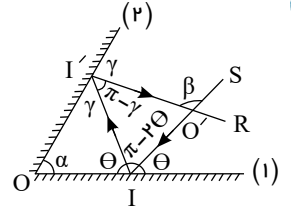
نکته بسیار جالب در این تست این است که Δt_1 و Δt_2 با اطلاعات موجود قابل محاسبه نمی باشند اما: $\Delta t_1 + \Delta t_2 = \frac{T}{4}$ بنابراین:

$$\Delta t = \Delta t_1 + \frac{T}{4} + \Delta t_2 = \underbrace{(\Delta t_1 + \Delta t_2)}_{\frac{T}{4}} + \frac{T}{4} = \frac{T}{2} = \frac{1}{10} s$$

به طر کلی، حداقل زمانی که طول می کشد تا نوسانگر از یک وضعیت با مکان x سرعت v به مکانی با وضعیت قرینه یعنی مکان $-x$ و سرعت $-v$ برود، $\frac{T}{2}$ است.

(۱) (۲) (۳) (۴) (۴۸) با توجه به زاویه تابش و بازتاب از هر سطحی و با کمک شکل زیر می توان نوشت:

$$OI \hat{I}' \Rightarrow \hat{\alpha} + \hat{\theta} + \hat{\gamma} = \pi \Rightarrow \alpha = \pi - \hat{\theta} - \hat{\gamma} \quad (I)$$



زاویه $\hat{\beta}$ در مثلث OII' زاویه خارجی است و برابر با مجموع دو زاویه غیرمجاورش می باشد، بنابراین داریم:

$$\hat{\beta} = (\pi - 2\hat{\theta}) + (\pi - 2\hat{\gamma}) = 2(\pi - \hat{\theta} - \hat{\gamma}) \xrightarrow{(I)} \hat{\beta} = 2\hat{\alpha}$$

روش دوم:

زاویه مشخص شده روی شکل همان زاویه انحراف پرتو در برخورد با آینه های متقاطع است، بنابراین می توان گفت:

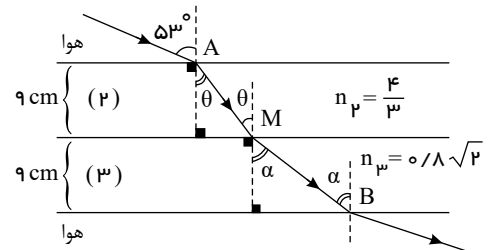
$$\beta = D = 180^\circ - 2|90^\circ - \alpha| = 180^\circ - 2(90^\circ - \alpha) = 180^\circ - 2 \times 90^\circ + 2\alpha \Rightarrow \beta = 2\alpha$$

(۱) (۲) (۳) (۴) (۴۹)

ابتدا زوایای تابش و شکست را در محیط های (۲) و (۳) محاسبه می کنیم. پس از آن تندی انتشار نور را در این محیطها بدست می آوریم. یعنی:

$$AM = d_1 \text{ و } MB = d_2$$

$$\text{قانون اسنل} \begin{cases} A: 1 \times \sin 53^\circ = \frac{4}{3} \sin \theta \Rightarrow \theta = 37^\circ \\ B: \frac{4}{3} \times \sin 37^\circ = 0.8\sqrt{2} \times \sin \alpha \Rightarrow \alpha = 45^\circ \end{cases}$$



$$\cos \theta = \frac{9 \text{ cm}}{d_1} \Rightarrow d_1 = \frac{9 \text{ cm}}{\cos 37^\circ} = \frac{9 \times 10^{-2}}{0.8} = \frac{45}{4} \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\cos \alpha = \frac{9 \text{ cm}}{d_2} \Rightarrow d_2 = \frac{9 \text{ cm}}{\cos 45^\circ} = \frac{9 \times 10^{-2}}{\frac{1}{\sqrt{2}}} = 9\sqrt{2} \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\begin{cases} v_1 = \frac{c}{n_1} = \frac{3}{4}c \Rightarrow \Delta t_1 = \frac{d_1}{v_1} = \frac{\frac{45}{4} \times 10^{-2}}{\frac{3}{4}c} \\ v_2 = \frac{c}{n_2} = \frac{3}{4\sqrt{2}}c \Rightarrow \Delta t_2 = \frac{d_2}{v_2} = \frac{9\sqrt{2} \times 10^{-2}}{\frac{3}{4\sqrt{2}}c} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 = \frac{15 \times 10^{-2}}{c} + \frac{72 \times 10^{-2}}{5c}$$

$$\Delta t = \frac{15 \times 10^{-2}}{3 \times 10^8} + \frac{72 \times 10^{-2}}{5 \times 3 \times 10^8} = 5 \times 10^{-10} + 4.8 \times 10^{-10} = 9.8 \times 10^{-10} s = 0.98 \times 10^{-9} s = 0.98 ns$$

(۱) (۲) (۳) (۴) (۵۰) بیشینه انرژی جنبشی نوسانگر، همان انرژی مکانیکی آن است، بنابراین داریم:

$$m = 100g = \frac{1}{10} kg \text{ و } K_{max} = E = 0.8 J \text{ و } U = 4 \times 10^{-4} J \text{ و } V = ? \frac{cm}{s}$$

$$E = U + K \Rightarrow K = E - U = (8 \times 10^{-4}) - (4 \times 10^{-4}) = 4 \times 10^{-4} J \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = 4 \times 10^{-4} \Rightarrow \frac{1}{2} \times \frac{1}{10} \times v^2 = 4 \times 10^{-4} \Rightarrow v^2 = 80 \times 10^{-4}$$

$$v = \sqrt{80 \times 10^{-4} \frac{m}{s}} \Rightarrow v = \sqrt{16 \times 5 \times 10^{-4} \frac{m}{s}} = 4\sqrt{5} \frac{cm}{s}$$

(۱) (۲) (۳) (۴) (۵۱) توجه: در حرکت نوسانی ساده، نوسانگر در نقاط بازگشت (دامنه) تغییر جهت می دهد. در این نقاط بزرگی شتاب نوسانگر بیشینه است:

$$|a_{max}| = 0.8\pi^2 \frac{m}{s^2} \Rightarrow Aw^2 = 0.8\pi^2 \quad (1)$$

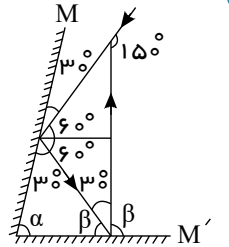
در لحظه‌ای که نیروی وارد بر نوسانگر صفر می‌شود، نوسانگر در حال عبور از مرکز نوسان است و بزرگی سرعت نوسانگر بیشینه است:

$$|v_{max}| = Aw \Rightarrow Aw = 0.2\pi \quad (2)$$

$$\frac{(1)}{(2)} = \frac{Aw^2}{Aw} = \frac{0.8\pi^2}{0.2\pi} \Rightarrow w = 4\pi \rightarrow \begin{cases} x = 1cm = \frac{1}{100}m \Rightarrow |a| = w^2 |x| \Rightarrow a = 0.16\pi^2 \\ w^2 = 16\pi^2 \end{cases}$$

روش اول) با توجه به تساوی زاویه تابش و بازتابش مطابق قانون بازتاب عمومی و جمع زوایای داخلی مثلث می‌توان نوشت:

$$\begin{aligned} 2\beta + 30^\circ &= 180^\circ \Rightarrow 2\beta = 150^\circ \Rightarrow \beta = 75^\circ \\ \alpha &= 180^\circ - 30^\circ - \beta \Rightarrow \alpha = 75^\circ \end{aligned}$$



روش دوم) زاویه مشخص شده در شکل همان زاویه انحراف پرتو بازتاب از آینه M' نسبت به پرتو فرودی به آینه M است و می‌دانیم هرگاه $\alpha < 90^\circ$ باشد زاویه انحراف $D = 2\alpha$ است و داریم:

$$D = 2\alpha \Rightarrow 150^\circ = 2\alpha \Rightarrow \alpha = 75^\circ$$

گام (۱): می‌دانیم بزرگی سرعت نوسانگر ساده در لحظه عبور از مرکز نوسان (در این تست $x = 0$) بیشینه و مقدار آن برابر Aw است. A دامنه و ω برابر

$$\text{بسامد زاویه‌ای است: } \omega = \frac{2\pi}{T}. \text{ در مرکز نوسان انرژی پتانسیل کشسانی صفر و انرژی مکانیکی: } E = K_{max}$$

گام (۲): در محل تقاطع دو نمودار $K - x$ و $U - x$ ، انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی نوسانگر باهم برابر هستند. این مکان‌ها $x = \pm \frac{\sqrt{2}}{2}A$ می‌باشند. با توجه به شکل داده شده:

$$x = \sqrt{2}cm = \frac{\sqrt{2}}{2}A \Rightarrow U = K = 20mJ = 0.02 = \frac{1}{2}E \Rightarrow E = 0.04J$$

گام (۳): هنگامی که نوسانگر بدون تغییر جهت از $x = +A$ یا $x = -A$ به $x = 0$ می‌رود (در مدت زمان $\frac{T}{4}$) انرژی جنبشی آن از صفر به مقدار بیشینه‌اش که در این تست برابر

$$E = K_{max} = 40mJ = 0.04J \text{ است (در مرکز نوسان) می‌رسد. پس:}$$

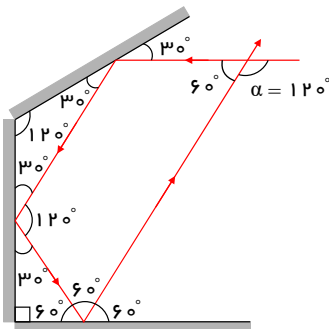
$$\frac{T}{4} = 0.05s \Rightarrow T = 0.2s \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.2} = 10\pi \frac{rad}{s}$$

گام (۴): محاسبه $|v_{max}|$:

$$|v_{max}| = Aw = \frac{2}{100} \times 10\pi = \frac{\pi m}{5 s}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۵۴

با تعیین زاویه‌ها مطابق قانون بازتاب عمومی و با در نظر گرفتن این نکته که مجموع زوایای داخلی یک مثلث برابر 180° درجه است، داریم:



ابتدا با توجه به نمودار نقش موج دوره تناوب نوسانگر را به دست می‌آوریم:

۱ ۲ ۳ ۴ ۵۵

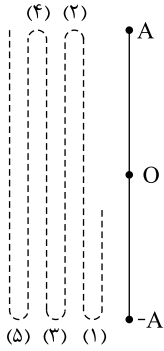
$$\lambda + \frac{\lambda}{4} = 12.5 \Rightarrow \frac{5\lambda}{4} = 12.5 \Rightarrow \lambda = 10cm = 0.1m$$

$$\lambda = vT \Rightarrow 0.1 = 40.T \Rightarrow T = \frac{1}{400}S$$

مطابق نمودار جابجایی - مکان، در لحظه $t = 0$ نقطه A در مکان $y = 0$ بوده و جهت نوسان آن به طرف پایین است. حال باید ببینیم پس از $\frac{11}{1600}$ ثانیه مکان ذره A کجاست.

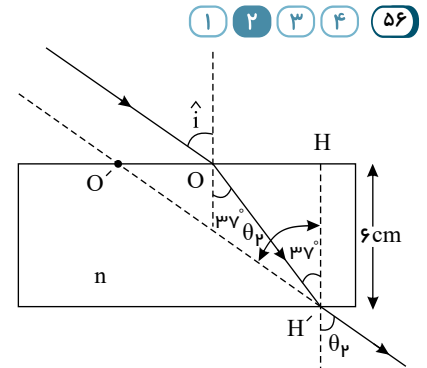
$$\frac{t}{T} = \frac{\frac{11}{1600}}{\frac{1}{400}} = \frac{11}{4} \Rightarrow t = \frac{11T}{4}$$

به ازای هر دوره تنها دو بار جهت بردار سرعت ذره A عوض می شود. پس می توان گفت به ازای $(\frac{3T}{4} + \frac{11T}{4})$ پنج بار جهت بردار سرعت ذره A تغییر می کند.



$$OO' = 3,5 \text{ cm}$$

$$\sin 37^\circ = 0,6 \text{ و } n = ?$$



$$\triangle OHH' \Rightarrow \tan 37^\circ = \frac{r}{\frac{OH}{6 \text{ cm}}} \Rightarrow \overline{OH} = \frac{18}{4} = 4,5 \text{ cm}$$

$$O'H = OO' + OH = 3,5 \text{ cm} + 4,5 \text{ cm} = 8 \text{ cm} \Rightarrow O'H' = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10 \text{ cm} \rightarrow \sin \theta_p = \frac{O'H}{O'H'} = \frac{8 \text{ cm}}{10 \text{ cm}} = \frac{4}{5}$$

$$H' : n \sin 37^\circ = n \times \sin \theta_p \Rightarrow n \times \frac{6}{10} = 1 \times \frac{8}{10} \Rightarrow n = \frac{4}{3}$$

طبق توضیحات در فناوری متن کتاب درسی.

$$L = 1 \text{ m}, m = 8 \times 10^{-3} \text{ kg}, F = 320 \text{ N}$$

$$v = \sqrt{\frac{F \cdot L}{m}} = \sqrt{\frac{320 \times 1}{8 \times 10^{-3}}} = 200 \text{ m/s} \rightarrow \Delta t = \frac{\Delta x}{v} = \frac{L}{v} = \frac{1 \text{ m}}{200 \text{ m/s}} = \frac{1}{200} \text{ s}$$

$$\rightarrow \Delta t = 0,005 \text{ s}$$

ابتدا با توجه به تعداد نوسان ذره A ، دوره تناوب ذره را به دست می آوریم:

$$T = \frac{t}{N} = \frac{1}{120} \Rightarrow T = \frac{1}{120} \text{ s}$$

با توجه به نمودار نقش موج فاصله AB بر حسب طول موج برابر $\frac{5\lambda}{4}$ است. چون بنا به تعریف طول موج مسافتی است که موج در مدت یک دوره تناوب طی می کند. پس $\lambda \propto T$ بوده و در نتیجه مدت $\Delta t = \frac{5T}{4}$ طول می کشد تا موج از A به B برسد. یعنی:

$$\begin{cases} \Delta x = v \cdot \Delta t \rightarrow \frac{\Delta x}{\lambda} = \frac{\Delta t}{T} \rightarrow \frac{\frac{5\lambda}{4}}{\lambda} = \frac{\Delta t}{T} \end{cases}$$

$$\Delta t = \frac{5T}{4} = \frac{5 \times \frac{1}{120}}{4} = \frac{5}{4 \times 120} = \frac{1}{96} \text{ s}$$

۱ تست سراسری فیزیک فصل سه دوازدهم

بررسی گزینه ها:

گزینه ۱: نادرست - با توجه به آن که نقطه مقابل M بالاتر و نقطه مقابل N پایین تر است. پس مکان هر دو $y = 0$ بوده و M به طرف بالا و N به طرف پایین در حرکت است. چون هر دو به سمت نقطه های برگشت، حرکت می کنند، حرکت هر دو کندشونده است.

گزینه ۲: درست است - زیرا دو قطه M و N در لحظه $t = 0$ در نقطه تعادلند و سرعت آن ها بیشینه و با هم برابر است. ($v_{max} = A\omega$)

گزینه ۳: نادرست - زیرا در لحظه نشان داده شده نقطه مقابل P بالاتر است و نقطه مقابل N پایین تر می باشد. یعنی نقطه P به طرف بالا و نقطه N به طرف پایین حرکت می کند.

گزینه ۴: نادرست است - طبق توضیحات فوق در لحظه $t = 0$ ذره P در مکان $y = -A$ و جهت حرکت آن نیز رو به بالاست (ربع چهارم) و ذره M در مکان $y = 0$ و جهت حرکت آن هم رو به بالاست، بنابراین تنها $\frac{T}{4}$ ثانیه بعد از لحظه نشان داده شده، وضعیت ذره P مشابه وضعیت ذره M در لحظه مربوط به این شکل است.

۶۱) ۱ ۲ ۳ ۴ سطح بدون اصطکاک است بنابراین دامنه نوسان در کل مسیر ثابت است.

۳
۴ جرم وزنه کنده شده بنابراین $\frac{1}{4}$ جرم آن باقی می ماند.

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow f = \frac{1}{2\pi} \times \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow \frac{f_2}{f_1} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$$

$$\Rightarrow \frac{f_2}{f_1} = \sqrt{\frac{m_1}{\frac{1}{4}m_1}} \Rightarrow \frac{f_2}{f_1} = 2$$

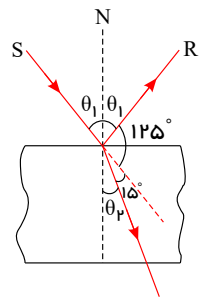
$$D = \theta_1 - \theta_2 \Rightarrow 15 = \theta_1 - \theta_2 \quad (1)$$

$$\theta_1 + \theta_2 + 125 = 180 \Rightarrow \theta_1 + \theta_2 = 55 \quad (2)$$

$$(1), (2) \Rightarrow \begin{cases} \theta_1 - \theta_2 = 15 \\ \theta_1 + \theta_2 = 55 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} 2\theta_1 &= 70 \\ \theta_1 &= 35 \\ \theta_2 &= 20 \end{aligned}$$

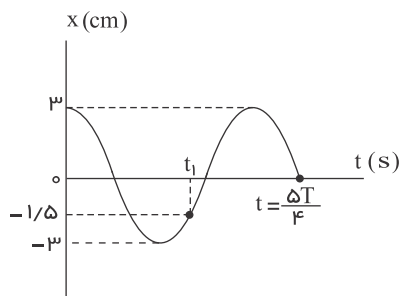
۶۲) ۱ ۲ ۳ ۴



۶۳) ۱ ۲ ۳ ۴ در دو انتهای مسیر چون جابه جایی از وضع تعادل (x) بیشینه است، پس نیرو ($F = kx$)، شتاب ($a = -\omega^2 x$) و انرژی پتانسیل ($U = \frac{1}{2}kx^2$) هر سه بیشینه هستند.

۶۴) ۱ ۲ ۳ ۴

با توجه به نمودار، دامنه نوسانگر 3cm و دوره آن $\frac{\pi}{5}$ ثانیه است زیرا:



$$t = \frac{5T}{4} = \frac{\pi}{4} \rightarrow T = \frac{\pi}{5} \text{ s} \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{\frac{\pi}{5}} \rightarrow \omega = 10 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

در مکان $x = -1.5\text{cm}$ در لحظه t_1 داریم:

$$m = 200\text{g} = 0.2\text{kg}$$

$$|F| = |ma| = m\omega^2|x| = 0.2 \times (10)^2 \times (1.5) \times 10^{-2} \rightarrow |F| = 0.3\text{N}$$

۶۵) ۱ ۲ ۳ ۴

$$m = 200\text{g} = \frac{1}{5}\text{kg}, 2A = 4\text{cm} \rightarrow A = 2\text{cm} = 0.02\text{m}$$

گام اول: دوره نوسان را می یابیم:

$$T = \frac{t}{N} = \frac{60}{150} = 0.4\text{s} \rightarrow T = 0.4\text{s}$$

گام دوم: انرژی جنبشی نوسانگر را در لحظه مورد نظر محاسبه می کنیم.

$$v = 5\sqrt{2\pi} \frac{\text{cm}}{\text{s}} = \frac{\sqrt{2\pi} m}{\frac{1}{50} \text{s}} \Rightarrow K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{50} \times \left(\frac{\sqrt{2\pi}}{50}\right)^2 = 0.005\text{J} = 5\text{mJ}$$

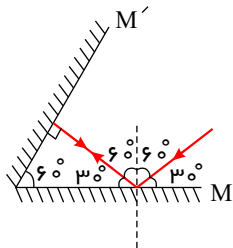
گام سوم: انرژی مکانیکی نوسانگر را محاسبه می کنیم:

$$E = K_{\text{max}} = \frac{1}{2}mv_{\text{max}}^2 = \frac{1}{2}m(A\omega)^2 = \frac{1}{2}mA^2\omega^2 \Rightarrow E = \frac{1}{2} \times \frac{1}{50} \times \left(\frac{2}{100}\right)^2 \times \left(\frac{4 \times 10}{0.16}\right) = 0.01\text{J} = 10\text{mJ}$$

گام چهارم: طبق رابطه انرژی مکانیکی:

$$E = U + K \Rightarrow 10mJ = U + 5mJ \Rightarrow U = 5mJ$$

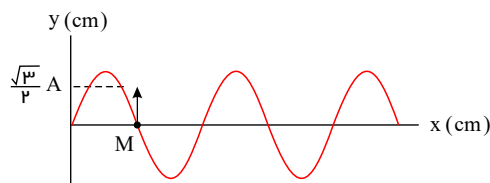
۶۶ مطابق قانون بازتاب عمومی زاویه تابش با زاویه بازتاب در سطح یک آینه تخت با هم برابرند و با توجه به این که مجموع زوایای داخلی یک مثلث 180° است، داریم:



۶۷ ابتدا با استفاده از نمودار نقش موج، دوره تناوب را به دست می آوریم:

$$\frac{\lambda}{2} = 40 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = 80 \text{ cm} = 0.8 \text{ m}$$

$$\lambda = vT \Rightarrow 0.8 = 10T \Rightarrow T = \frac{0.8}{10} \text{ s} \Rightarrow \begin{cases} \Delta t = \frac{1}{75} \text{ s} \\ T = \frac{\lambda}{100} \text{ s} \end{cases} \Rightarrow \frac{\Delta t}{T} = \frac{\frac{1}{75}}{\frac{0.8}{100}} = \frac{1}{6} \Rightarrow \Delta t = \frac{T}{6}$$

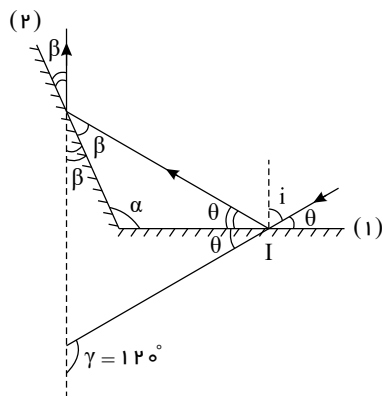


کافی است ببینیم ذره M از $t = 0$ تا $t = \frac{\pi}{6}$ چگونه حرکت می کند: $(\frac{T}{6} < \frac{T}{4})$

ذره M از $y = 0$ تا $y = \frac{\sqrt{3}}{2} A$ جابه جا می شود که حرکت آن کندشونده است.

۶۸

$$\begin{cases} (2\theta + 2\beta) = \gamma \Rightarrow (\theta + \beta) = \frac{\gamma}{2} \\ \theta + \beta = 180 - \alpha \Rightarrow \frac{\gamma}{2} = 180 - \alpha \Rightarrow \gamma = 360^\circ - 2\alpha \end{cases}$$

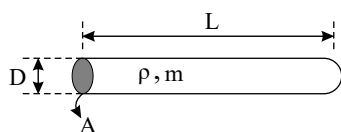


زاویه θ_i ، 20° افزایش پیدا می کند. اما γ به θ_i بستگی ندارد چون α ثابت است. γ نیز ثابت خواهد ماند.

۶۹

$$\rho = 10 \frac{g}{cm^3} = 10000 \frac{kg}{m^3} \text{ و } f = 600 \text{ Hz و } \lambda = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow v = \lambda f = \frac{2}{10} \times 600 = 120 \frac{m}{s} \text{ و } F = 36 \text{ N}$$



در یک سیم یا طناب کشیده شده سرعت انتشار موج عرضی از رابطه زیر محاسبه می شود:

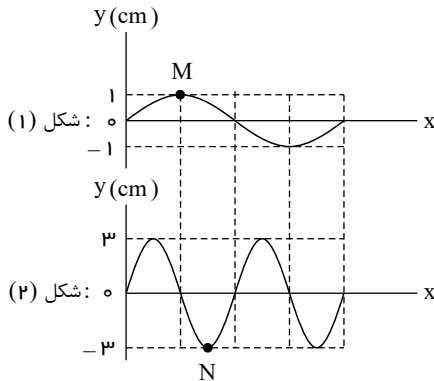
$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{F}{\left(\frac{m}{L}\right)}} = \sqrt{\frac{FL}{m}} = \sqrt{\frac{FL}{\rho V}} = \sqrt{\frac{FL}{\rho AL}} = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$$

$$120 = \sqrt{\frac{36}{10^4 A}} = \frac{6}{100\sqrt{A}} \Rightarrow \sqrt{A} = \frac{1}{2000} \Rightarrow A = \frac{1}{4 \times 10^6} \text{ m}^2 = \frac{10^6 \text{ mm}^2}{4 \times 10^6} \Rightarrow A = \frac{1}{4} \text{ mm}^2 = 0.25 \text{ mm}^2$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۷۰

توجه: هر ذره از محیط انتشار در مدت یک دوره (T) یک نوسان کامل انجام می‌دهد. اگر در مدت زمان Δt ، N نوسان کامل انجام

$$\text{دهد: } T = \frac{t}{N}$$



$$\lambda_1 = 2\lambda \Rightarrow \cancel{V_1} T_1 = 2 \cancel{V_2} T_2 \Rightarrow T_1 = 2T_2 \Rightarrow \frac{\Delta t}{N_1} = \frac{2\Delta t}{N_2} \Rightarrow \frac{1}{N_1} = \frac{2}{N_2} \Rightarrow N_2 = 2N_1 = 2 \times 2 = 4 \rightarrow N_2 = 4$$

زاویه انحراف همان زاویه بین پرتو بازتابیده از آینه (۲) نسبت به پرتو تابیده به آینه (۱) است. بنابراین داریم:

$$\Delta OMN \text{ در مثلث } : \alpha + \beta + 100 = 180^\circ$$

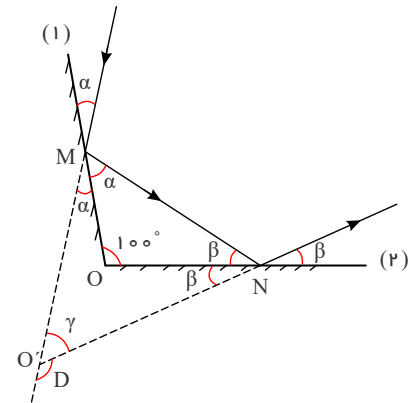
$$\Rightarrow \alpha + \beta = 80^\circ$$

$$\Delta O'MN \text{ در مثلث } : 2\alpha + 2\beta + \gamma = 180^\circ$$

$$\Rightarrow 2(\alpha + \beta) + \gamma = 180^\circ$$

$$\Rightarrow 2 \times 80 + \gamma = 180^\circ \Rightarrow \gamma = 20^\circ$$

$$D = 180^\circ - \gamma = 180 - 20 = 160^\circ$$



روش دوم: اگر زاویه بین دو آینه متقاطع بیشتر از 90° باشد، در این صورت زاویه انحراف برابر است با:

$$D = 360 - 2\theta = 360 - (2 \times 100) = 160^\circ$$

در ابتدا دوره نوسان و پس از آن نسبت $\frac{t}{T}$ را محاسبه می‌کنیم تا بتوانیم مسیری که نوسانگر در این مدت را پیموده، بیابیم. یعنی:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{0.2}{200}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{1000}} = \frac{2\pi}{10} \times \frac{1}{\sqrt{10}} \xrightarrow{\sqrt{10}=\pi} T = 0.2$$

$$\frac{t}{T} = \frac{0.1}{0.2} \rightarrow t = \frac{T}{2}$$

می‌دانیم مسافتی که نوسانگر در مدت $\frac{T}{2}$ (نصف دوره) می‌پیماید، معادل $2A$ (یعنی دو برابر دامنه نوسان) است. پس:

$$\ell = 2A = 2 \times 4 \rightarrow \ell = 8 \text{ cm}$$

در ابتدا معادله حرکت نوسانگر را می‌نویسیم. برای این منظور باید ω را محاسبه کنیم.

۱ ۲ ۳ ۴ ۷۳

در اینجا داریم:

$$\begin{cases} A = 4 \text{ cm} \\ t = \frac{1}{2} s \end{cases} \rightarrow x = A \cos \omega t \rightarrow -2 = 4 \cos \omega t \rightarrow \cos \omega t = -\frac{1}{2} \rightarrow \cos \frac{4\pi}{3} \rightarrow \omega t = \frac{4\pi}{3} \xrightarrow{t=\frac{1}{2}s} \omega \times \frac{1}{2} = \frac{4\pi}{3} \rightarrow \boxed{\omega = 4\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}}$$

پس در کل داریم:

$$x = 4 \cos 4\pi t$$

حال در لحظه $t = \frac{3}{16} \text{ s}$ داریم:

$$x = 4 \cos 4\pi \times \frac{3}{16} = 4 \cos \frac{3\pi}{4} = -2\sqrt{2} \text{ cm}$$

در این لحظه $x = -\frac{\sqrt{2}}{2}A$ است $\left(\frac{x}{A} = \frac{-2\sqrt{2}}{4} = -\frac{\sqrt{2}}{2}\right)$ پس می دانیم که در این مکان $K = U = \frac{1}{2}E$ یعنی:

$$\frac{K}{E} = \frac{1}{2}$$

تذکر: به طور کلی، برای کی حرکت هماهنگ ساده، در لحظه ای که انرژی جنبشی و پتانسیل با هم برابرند، داریم:

$$\begin{cases} U = K = \frac{1}{2}E \\ x = \pm \frac{\sqrt{2}}{2}A \\ V = \pm \frac{\sqrt{2}}{2}V_{max} \end{cases}$$

[نقش موج در $t = 0$] ۱ ۲ ۳ ۴ ۷۴

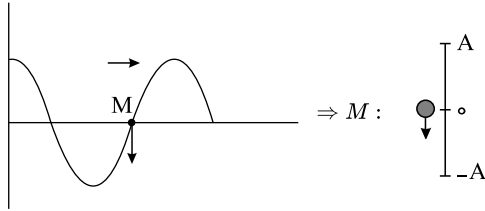
گام اول: ابتدا به کمک عدد 10 cm طول موج را می یابیم:

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

گام دوم:

$$\rightarrow \lambda = vT \rightarrow 0.08\text{ m} = \frac{m}{s} \times T \rightarrow T = \frac{0.08}{4} = \frac{1}{50} = \frac{2}{100}\text{ s} \rightarrow T = 0.02\text{ s}$$

گام سوم: فقط به ذره M نگاه کنیم. مانند یک نوسانگر ساده عمل می کند:



عادت کرده ایم بازه زمانی داده شده را معنا کنیم. یعنی رابطه آن را با T بیابیم.

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{0.25\text{ s}}{0.02\text{ s}} = \frac{25}{2} = 12.5 \Rightarrow \Delta t = 12.5T$$

تندی متوسط در مدت $\Delta t = 12.5T$ را بررسی می کنیم. برای این کار مسافت طی شده را مشخص کنیم. در هر دوره T ، مسافت $4A$ طی می شود. بنابراین در مدت $12.5T$ ، مسافت طی شده:

$$L = 12.5(4A) = 50A$$

$$s_{av} = \frac{L}{\Delta t} \rightarrow \frac{m}{s} = \frac{50A}{0.25\text{ s}} = 200A\left(\frac{1}{s}\right)$$

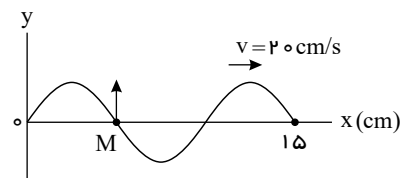
$$\Rightarrow A = \frac{6}{200}m = \frac{3}{100}m \rightarrow A = 3\text{ cm}$$

در این تیپ تست ها اغلب: (۱) ابتدا به کمک اطلاعات موجود در تست T را می یابیم. (۲) زمان ها یا بازه های زمانی را بر حسب T می یابیم. (۳) به ذره مورد نظر در

تست به مانند یک نوسانگر ساده با جرم کم نگاه می کنیم. (۴) با اطلاعات خود در مبحث حرکت نوسانی ساده به یافتن مجهولات در مورد ذره مورد نظر می پردازیم.

گام (۱):

$$15\text{ cm} = 3\frac{\lambda}{4} \Rightarrow \lambda = 10\text{ cm} = vT = 20\frac{\text{cm}}{\text{s}} \times T \Rightarrow T = \frac{1}{2}\text{ s}$$



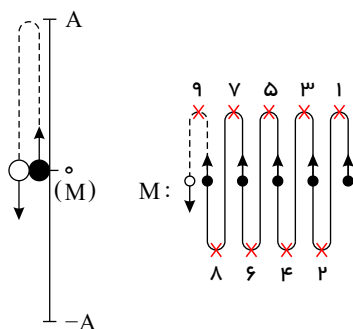
گام (۲): $\Delta t = \frac{9}{4}\text{ s}$ را بر حسب T می یابیم:

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{9}{4} = 4.5$$

$$\Delta t = 4.5T = 4T + \frac{T}{2}$$

گام (۳):

وضعیت ذره M را پس از این مدت مشخص می‌کنیم:
 ۹ بار جهت حرکت ذره M تغییر نموده است.



۷۶ ۱ ۲ ۳ ۴ ابتدا شدت صوت و پس از آن با استفاده از تعریف شدت صوت، فاصله را محاسبه می‌کنیم.

$$\left\{ \begin{array}{l} I_{\circ} = 10^{-12} \frac{W}{m^2} \\ P = \text{r}\Delta W \\ r = ? \\ \beta = \Delta \text{ dB} \\ \pi = \text{r} \end{array} \right.$$

$$\beta = 1 \circ \log\left(\frac{I}{I_0}\right) = 1 \circ \log(1 \circ {}^1\!I) = 1 \circ \underbrace{[\log 1 \circ {}^1\!I + \log I]}_{\mathfrak{P}} = 1\mathfrak{P}_0 + 1 \circ \log I \Rightarrow \mathfrak{A}_0 = 1\mathfrak{P}_0 + 1 \circ \log I \Rightarrow \log I = -\mathfrak{P} \Rightarrow I = \frac{P}{\mathfrak{P}\pi r^2} = 1 \circ {}^{-\mathfrak{P}} = \frac{1}{1 \circ {}^{\mathfrak{P}}}$$

$$\Rightarrow \frac{\mathfrak{r}\lambda}{\mathfrak{r} \times \mathfrak{r} \times \mathfrak{r}^{\mathfrak{r}}} = \frac{1}{1 \circ^{\mathfrak{r}}} \Rightarrow \frac{\mathfrak{r}}{\mathfrak{r}^{\mathfrak{r}}} = \frac{1}{1 \circ^{\mathfrak{r}}} \Rightarrow \frac{\mathfrak{r}}{r} = \frac{1}{1 \circ \circ} \Rightarrow r = \mathfrak{r} \circ \circ m$$

1 2 3 4 55

$$\left\{ \begin{array}{l} t = \mathbf{v} \mathbf{r}_s \\ N = \mathbf{r}_0 \end{array} \right. \Rightarrow T = \frac{t}{N} \Rightarrow \frac{T_r}{T_1} = \frac{t_r}{t_1} \times \frac{N_1}{N_r} = \frac{\mathbf{r}_0}{\mathbf{r}_D} = \frac{\mathbf{A}}{\mathbf{q}}$$

$$T = r\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow \sqrt{\frac{L_r}{L_1} \times \frac{g_1}{g_r}} = \frac{\lambda}{q} \Rightarrow \begin{cases} \frac{r\pi}{\lambda_1} = \frac{L_r}{L_1} & (1) \\ T_1 = \frac{t}{N} = \frac{r\pi s}{r_o} = \frac{q}{\Delta} = r\pi\sqrt{\frac{L_1}{g}} = r\pi\sqrt{\frac{L_1}{\pi r}} = r\sqrt{L_1} \rightarrow \sqrt{L_1} = \frac{q}{1_o} \Rightarrow L_1 = \frac{\lambda_1}{1_o o} & (r) \end{cases}$$

$$(1) \text{ } _J(\textcolor{red}{r}) \Rightarrow \frac{\textcolor{red}{r}}{\cancel{\textcolor{red}{11}}} = \frac{L_r}{\cancel{\textcolor{red}{11}}} \Rightarrow 1 \circ L_r = \textcolor{red}{r} \Rightarrow L_r = \frac{\textcolor{red}{r}}{1 \circ} m = \textcolor{red}{r} cm \rightarrow \Delta L = \textcolor{red}{r} - 11 = -11 cm$$

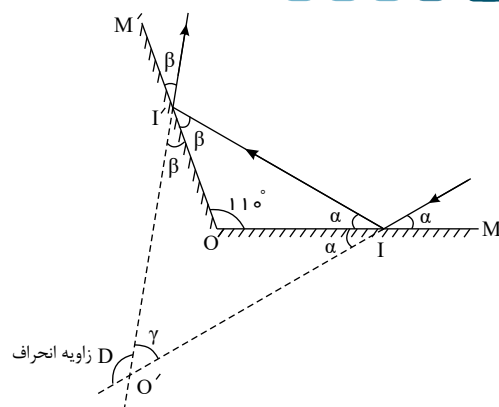
طبق قانون بازتاب عمومی، زاویه انحراف، زاویه پرتو تابش به آینه M نسبت به پرتو بازتاب از آینه M' است. بنابراین مطابق شکل داریم:

$$II'O \text{ مثلث : } \alpha + \beta + 110 = 180 \Rightarrow \alpha + \beta = 70$$

$$II'O'O' \text{ در مثلث } : 2\alpha + 2\beta + \gamma = 180 \Rightarrow 2(\alpha + \beta) + \gamma = 180$$

$$\Rightarrow \mathbf{r} \times \mathbf{v}_0 + \gamma = \mathbf{1} \mathbf{A}_0 \Rightarrow \gamma = \mathbf{r}_0^0$$

$$D = 180^\circ - \gamma = 180^\circ - 40^\circ = 140^\circ$$
: زاویه انحراف



روش دوم) هرگاه زاویه بین دو آینه متقاطع مطابق شکل، بزرگتر از 90° باشد، آنگاه زاویه انحراف از رابطه $D = 360 - 2\theta$ به دست می آید.

$$D = 36^\circ - 2\theta = 36^\circ - 2 \times 11^\circ = 14^\circ$$

۷۹ ۱ ۲ ۳ ۴ (۱) ابتدا با توجه به نمودار نقش موج، دوره تناوب نوسانگر را به دست می آوریم:

$$\frac{\lambda}{r} = r_0 \Rightarrow \lambda = r_0 cm = 0,1 fm$$

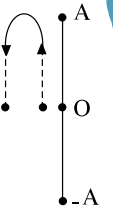
$$\lambda = vT \Rightarrow \circ_{\circ} \mathfrak{f} = 1 \circ \times T \Rightarrow T = \circ_{\circ} \circ \mathfrak{f} s$$

(۲) در لحظه $t = 0$ نقطه A در مکان $y = 0$ بوده به طرف بالا حرکت می‌کند. اکنون باید ببینیم بعد از $\frac{1}{\Delta\phi}$ ثانیه نقطه A در چه مکانی خواهد بود؟

$$\frac{t}{T} = \frac{\frac{1}{50}}{\frac{1}{4}} = \frac{1}{2} \Rightarrow t = \frac{T}{2}$$

یعنی مطابق شکل در لحظه $t = \frac{1}{50} s$ مکان نقطه A برابر $y = 0$ و جهت نوسان آن به طرف پایین خواهد بود بنابراین مسافت طی شده در این مدت توسط ذره A دو برابر دامنه نوسان خواهد بود. یعنی:

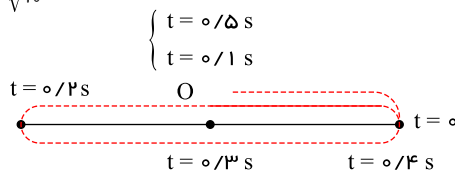
$$d = 2A = 2 \times 2 = 4 \text{ cm}$$



در ابتدا دوره نوسان را محاسبه می کنیم:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \xrightarrow[k=50 \frac{N}{m}, \pi=\sqrt{10}]{m=200g=0.2kg} T = (2)(\sqrt{10}) \times \sqrt{\frac{0.2}{50}} \rightarrow T = 0.4 s$$

حال باید ببینیم که در مدت ۰٫۵ ثانیه، حرکت نوسانگر چگونه است.



با توجه به مسیر حرکت رسم شده در مدت ۰٫۵ ثانیه اول، مسافت طی شده توسط نوسانگر و بزرگی جابه جایی آن برابر است با: (A دامنه نوسان است).

$$\begin{cases} \ell = 5A \\ |\vec{d}| = A \end{cases} \rightarrow \frac{\ell}{|\vec{d}|} = 5$$

ابتدا با استفاده از رابطه بین شتاب و مکان نوسانگر، بسامد زاویه ای (یا مجذور بسامد زاویه ای) را یافته و پس از آن ثابت فنر را محاسبه می کنیم.

$$\begin{cases} m = 2kg \\ A = 0.2m \end{cases}$$

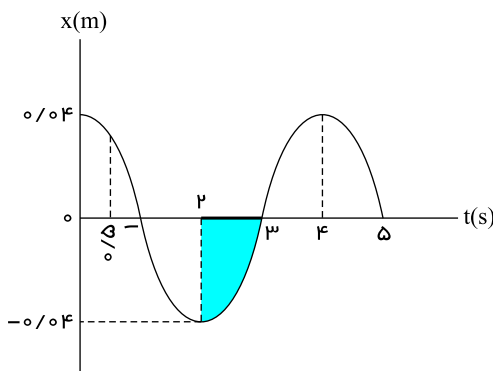
$$(1) \text{ گام: } a = -\omega^2 x \Rightarrow |a| = \omega^2 |x| \Rightarrow 4 = \omega^2 \times \frac{1}{100} \Rightarrow \omega^2 = 400 \Rightarrow \omega^2 = \frac{k}{m} \rightarrow k = m\omega^2 = 2 \times 400 = 800 \frac{N}{m} \rightarrow k = 800 \frac{N}{m}$$

۸۲ می دانیم هنگامی که نوسانگر از یکی از دو انتهای مسیر عبور می کند، شتاب آن بیشینه و سرعت نوسانگر صفر است و هنگامی که نوسانگر از مرکز نوسان عبور می کند شتاب آن صفر و سرعت آن بیشینه است. بنابراین می توان نوشت:

$$\left. \begin{matrix} a_{\max} = 800 \frac{m}{s^2} \\ v_{\max} = 2 \frac{m}{s} \end{matrix} \right\} \Rightarrow a_{\max} = A\omega^2 = v_{\max} \times \omega \Rightarrow 800 = 2 \times \omega \Rightarrow \omega = 400 \frac{rad}{s}$$

$$v_{\max} = A\omega \Rightarrow 2 = A \times 400 \Rightarrow A = \frac{2}{400} = \frac{1}{200} m = 5 \text{ cm}$$

$$x(t) = A \cos \omega t = 0.05 \cos 400 t$$



۸۳ وقتی بردارهای شتاب و سرعت هم جهت هستند، حرکت نوسانگر تندشونده بوده، یعنی نوسانگر به مرکز نوسان نزدیک

می شود. از طرف دیگر اگر جهت شتاب نوسانگر در جهت مثبت محور x باشد، نوسانگر در مکان های منفی است یعنی

$$(a = -\omega^2 x) \text{ است. } x < 0$$

بنابراین در ابتدا دوره نوسان را پیدا کرده و نمودار مکان - زمان نوسانگر را رسم می کنیم. پس از آن در بازه زمانی داده شده

به تحلیل نمودار حرکت می پردازیم:

$$x = 0.05 \cos \frac{\pi}{2} t \Rightarrow \omega = \frac{\pi}{2} \xrightarrow{T = \frac{2\pi}{\omega}} T = \frac{2\pi}{\frac{\pi}{2}} \Rightarrow T = 4 s$$

با توجه به آنچه در مقدمه پاسخ گفتیم در بازه زمانی داده شده، فقط بین دو لحظه $t' = 2s$ و $t'' = 3s$ ، نوسانگر دارای $x < 0$ بوده و حرکتش تندشونده است. یعنی به مدت ۱ ثانیه دارای این ویژگی است.

۱ ۲ ۳ ۴ ۸۴ در ابتدا انرژی مکانیکی را محاسبه می کنیم. برای دستگاه جرم - فنر داریم: (دقت کنید که همه یکاها در SI باشند.)

$$k = \frac{N}{cm} = 500 \frac{N}{m}, A = 4cm = 0.04m$$

$$E = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}(500)(0.04)^2 \rightarrow E = 0.4J$$

از طرفی می دانیم، در لحظه ای که $|v| = \frac{\sqrt{2}}{2}v_{max}$ است، انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل نوسانگر برابر بوده و سهم هر یک، نیمی از انرژی مکانیکی است، زیرا:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \xrightarrow{|v| = \frac{\sqrt{2}}{2}v_{max}} K = \frac{1}{2}m\left(\frac{\sqrt{2}}{2}v_{max}\right)^2 = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}mv_{max}^2\right) \xrightarrow{E = \frac{1}{2}mv_{max}^2} K = \frac{1}{2}E$$

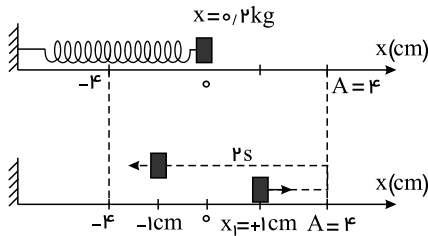
بنابراین در لحظه مورد نظر داریم:

$$K = \frac{1}{2}E \xrightarrow{E = 0.4J} K = 0.2J$$

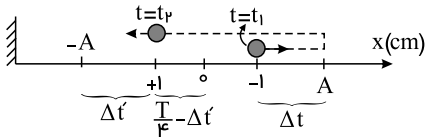
و در نهایت داریم:

$$E - K = 0.4 - 0.2 = 0.2J$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۸۵



گام اول: نکته بسیار مهم در حل این تست این است که مکان x_1 یک مکان نامشخص است $\frac{x_1}{A} = \frac{1}{4} \rightarrow x_1 = \frac{A}{4}$ (یعنی جزو مکان های شاخص (طلایی)) و $\pm \frac{\sqrt{3}}{2}$ و $\pm \frac{A}{2}$ نمی باشد. به خاطر داشته باشیم در این گونه تست به ناچار، اختلاف ها مد نظر خواهد بود. مثل اختلاف زمان (قدیم ها: اختلاف فاز $\Delta\phi$ و...) نگاه کنید:



کاملاً مشخص است به دلیل تقارن: $[\Delta t' = \Delta t]$ بنابراین:

$$t_r - t_l = \Delta t + \frac{T}{4} + \left(\frac{T}{4} - \Delta t'\right) \xrightarrow{\Delta t' = \Delta t} t_r - t_l = \frac{T}{2}$$

گام دوم:

$$\Delta t = 2s \Rightarrow \frac{T}{2} = 2s \Rightarrow T = 4s$$

گام سوم:

$$[انرژی مکانیکی نوسانگر ساده] \rightarrow E = K_{max} = \frac{1}{2}mv_{max}^2 = 2m\pi^2 A^2 f^2$$

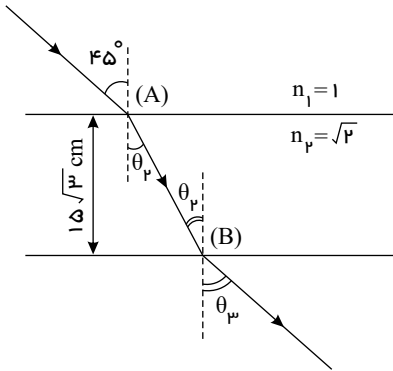
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{4}Hz, \pi^2 = 10, m = 200g = \frac{1}{5}kg, A = \frac{4}{100}m$$

$$\rightarrow E = 2\left(\frac{1}{5}\right)(10)\left(4 \times 10^{-2}\right)^2\left(\frac{1}{4}\right)^2 = (4)(10^{-4}) = 0.4 \times 10^{-3}J = 0.4mJ$$

تذکر: به طور کلی، حداقل مدت زمانی که طول می کشد تا نوسانگر از مکان x_1 با سرعت $-v_1$ عبور کند تا به مکان $-x_1$ و سرعت $-v_1$ برسد $\Delta t = \frac{T}{2}$ است.

۱ ۲ ۳ ۴ ۸۶

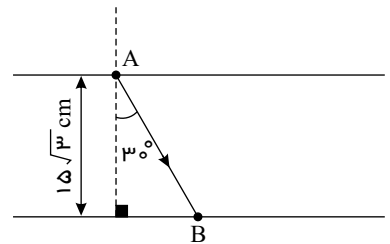
گام اول:



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

$$\cos 30^\circ = \frac{15\sqrt{3} \text{ cm}}{AB} = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow AB = 30 = 0.3 \text{ m}$$

گام دوم: طول $\overline{AB}$ را می‌یابیم:



گام سوم: تندی انتشار پرتو نور را در محیط شفاف می‌یابیم:

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

گام چهارم: اکنون زمان طی فاصله A تا B را محاسبه می‌نماییم:

$$\Delta t = \frac{AB}{v} = \frac{0.3 \text{ m}}{\frac{3\sqrt{2}}{2} \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = \sqrt{2} \times 10^{-9} \text{ s} = \sqrt{2} \text{ ns}$$

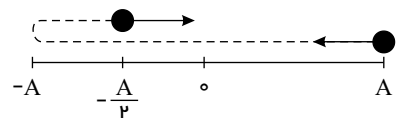
۱ ۲ ۳ ۴ ۸۷ ابتدا دوره نوسان و پس از آن بسامد زاویه‌ای و در نهایت انرژی مکانیکی نوسانگر را محاسبه می‌کنیم.

$$E = K_{\max} = \frac{1}{2} m v_m^2 = \frac{1}{2} m (A\omega)^2 = \frac{1}{2} m A^2 \omega^2$$

$$x = A \cos \omega t \xrightarrow{A=5 \text{ cm}, t=\frac{2}{15}} -5 = 5 \cos(\omega \times \frac{2}{15}) \rightarrow \cos \frac{2}{15} \omega = -\frac{1}{2} = \cos \frac{4\pi}{3} \rightarrow \frac{2}{15} \omega = \frac{4\pi}{3}$$

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

$$E = \frac{1}{2} \left(\frac{5}{100} \right) \left(\frac{4}{100} \right)^2 = \frac{5}{200} \times 16 \times 10^{-4} \times 10^3 \Rightarrow E = \frac{5}{200} \times 16 = \frac{8}{200} = \frac{1}{25} \text{ J}$$

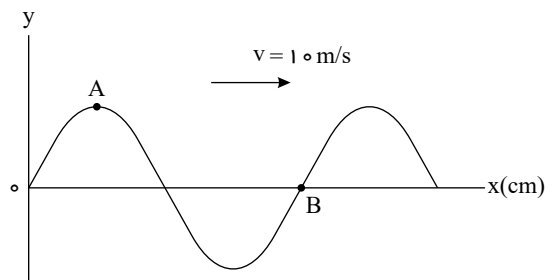


۱ ۲ ۳ ۴ ۸۸ گام اول: ابتدا Δt را بر حسب دوره تناوب نوسانات ذرات محیط انتشار می‌یابیم تا تحلیل حرکت راحت‌تر صورت گیرد. برای این کار با استفاده از اطلاعات شکل داده شده، λ و T را می‌یابیم.

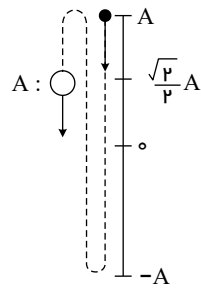
$$30 \text{ cm} = \frac{3}{2} \lambda \Rightarrow \lambda = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$$

$$\lambda = vT \Rightarrow T = \frac{\lambda}{v} = \frac{0.2 \text{ m}}{10 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 0.02 \text{ s} \Rightarrow T = 0.02 \text{ s}$$

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{\frac{9}{100} \text{ s}}{\frac{2}{100} \text{ s}} = \frac{9}{2} \Rightarrow \Delta t = \frac{9}{2} T = T + \frac{T}{2}$$

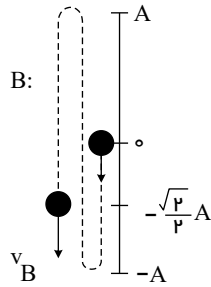


گام دوم: به وضعیت حرکت و مکانی ذرات A و B در $t_p = T + \frac{T}{2}$ توجه کنیم.



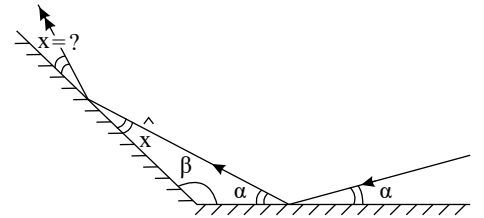
تندی ذره B صفر نیست پس گزینه ۱ نادرست است.
 تندی ذره A هم بیشینه نیست پس گزینه ۲ نادرست است.
 حرکت ذره B ، کندشونده است (در $t = T + \frac{T}{\lambda}$) به سمت بیشینه دامنه نوسانی خود در حال حرکت است. پس گزینه ۴ نادرست است.

حرکت ذره A در $t = T + \frac{T}{\lambda}$ چون به سمت مرکز نوسانی خود در این لحظه در حال حرکت است، تندشونده است.



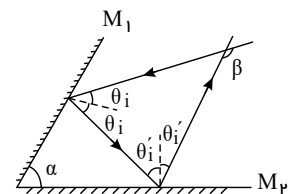
۱ ۲ ۳ ۴ ۸۹

$$\alpha + x + \beta = 180^\circ \Rightarrow \hat{x} = 180^\circ - (\alpha + \beta) \text{ یا } \pi(\text{rad}) - (\alpha + \beta)$$



همانطور که از شکل پیداست، زاویه β در مثلث ایجاد شده از پرتوها یک زاویه خارجی است و اندازه آن برابر مجموع دو زاویه داخلی غیر مجاور است. لذا مطابق شکل می توان نوشت:

$$\begin{cases} \beta = 2\theta_i + 2\theta'_i \\ \theta'_i = \alpha - \theta_i \end{cases} \Rightarrow \beta = 2\theta_i + 2(\alpha - \theta_i) = 2\alpha$$



بنابراین در حالتی که $\alpha < 90^\circ$ باشد پرتو خروجی از دو آینه به اندازه 2α ($\beta = 2\alpha$) نسبت به راستای اولیه اش منحرف می شود و این امر به تغییرات θ_i بستگی ندارد.

با توجه به تعریف تراز شدت صوت داریم:

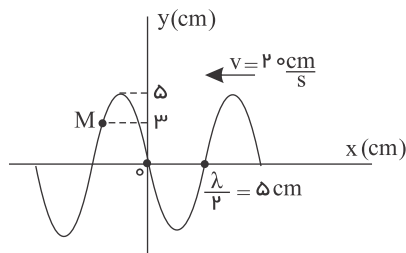
۱ ۲ ۳ ۴ ۹۱

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow \beta = 10 \log 2 \sqrt{10} \times 10^5 = 10 \log 2 \times 10^{5.5}$$

$$\beta = 10 (\log 2 + 5.5 \log 10) \Rightarrow \beta = 10 (0.3 + 5.5) \Rightarrow \beta = 58 \text{ dB}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۹۲

ابتدا طول موج و پس از آن دوره موج را محاسبه می کنیم.



$$\lambda = vT \rightarrow 10 = 20T \rightarrow T = \frac{1}{2} \text{ s}$$

حال کافی است که ببینیم Δt چه کسری از دوره است. در اینجا:

$$\Delta t = t_2 - t_1 = t_1 + \frac{1}{4} - t_1 \rightarrow \Delta t = \frac{1}{4} \text{ s} \xrightarrow{T = \frac{1}{2} \text{ s}} \Delta t = \frac{1}{2} T$$

می‌دانیم که در مدت نصف دوره، ذره M در وضعیتی کاملاً قرینه با این وضعیت (یعنی هم سرعت و هم مکان قرینه) قرار می‌گیرد، پس، از $y_1 = 3\text{cm}$ به $y_2 = -3\text{cm}$ می‌رود و در نهایت داریم:

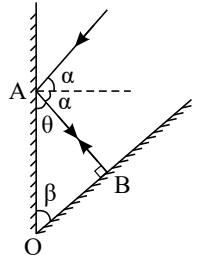
$$v_{av} = \frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{y_2 - y_1}{\Delta t} = \frac{-3 - 3}{\frac{1}{4}} \rightarrow v_{av} = -24 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \rightarrow |v_{av}| = 24 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

طبق قانون بازتاب عمومی زاویه تابش با زاویه بازتاب برابر است. از طرفی می‌دانیم که مجموع زوایای داخلی یک مثلث برابر 180° است. بنابراین داریم:

$$\theta + \alpha = 90^\circ \Rightarrow \theta = 90^\circ - \alpha$$

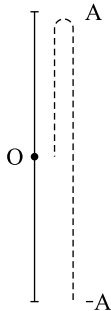
$$OAB \text{ در مثلث } \theta + 90^\circ + \beta = 180^\circ \Rightarrow 90^\circ - \alpha + 90^\circ + \beta = 180^\circ$$

$$\Rightarrow -\alpha + \beta = 0 \Rightarrow \beta = \alpha$$



۱ ۲ ۳ ۴ ۹۳

با گذشت زمان و پیش روی موج نقطه M به طرف بالا حرکت می‌کند. پس برای محاسبه جابه‌جایی ذره M در مدت صفر تا $t = \frac{3T}{4}$ داریم:



بنابراین جابه‌جایی نقطه M در این مدت $-A$ می‌باشد.

همچنین با توجه به تعریف طول موج که میزان پیش روی موج در یک دوره (T) است، موج در مدت زمان $\frac{3T}{4}$ به اندازه $\frac{3\lambda}{4}$ پیش‌روی می‌کند. $(\frac{\Delta x}{\lambda} = \frac{\Delta t}{T}) (T \propto \lambda)$

۱ ۲ ۳ ۴ ۹۵ می‌دانیم که دامنه نوسان، نصف طول پاره‌خط نوسان است و حداقل زمان لازم برای طی مسافتی به اندازه دامنه نوسان معادل $\Delta t = \frac{T}{6}$ است. بنابراین داریم:

$$\Delta t = \frac{T}{6} = \frac{1}{30} \Rightarrow T = 0.2\text{s} \xrightarrow{\omega = \frac{2\pi}{T}} \omega = \frac{2\pi}{0.2} \Rightarrow \omega = 10\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

و بیشینه انرژی جنبشی نوسانگر برابر است با:

$$K_{max} = \frac{1}{2} m v_{max}^2 = \frac{1}{2} m (A\omega)^2 = \frac{1}{2} \times \frac{400}{1000} (5 \times 10^{-2} \times 10\pi)^2 \Rightarrow K_{max} = 0.45\text{J} = 450\text{mJ}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۹۶ می‌دانیم که تندی نوسانگر در مرکز نوسان (تعادل) بیشینه می‌شود، پس مدت زمانی که طول می‌کشد تا آونگ A از انتهای مسیر به مرکز نوسان (تندی بیشینه)

برسد، معادل $t = \frac{T_A}{4}$ است. از طرفی آونگ B در همین مدت از یک انتها به انتهای دیگر مسیر می‌رود که زمانی معادل $t = \frac{T_B}{2}$ طول می‌کشد. (هر دو اتفاق برای اولین بار رخ داده) بنابراین

رابطه بین دوره دو آونگ را داریم:

$$t = \frac{T_A}{4} = \frac{T_B}{2} \Rightarrow \frac{T_A}{T_B} = 2$$

از طرفی می‌دانیم که دوره نوسان آونگ به صورت زیر محاسبه می‌شود.

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

پس برای تعیین رابطه بین طول آونگ‌ها داریم:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \xrightarrow{\text{ثابت } g} \frac{T_A}{T_B} = \sqrt{\frac{L_A}{L_B}} \xrightarrow{\frac{T_A}{T_B} = 2} 2 = \sqrt{\frac{L_A}{L_B}} \Rightarrow \frac{L_A}{L_B} = 4$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۹۷ در ابتدا دوره نوسان را محاسبه می‌کنیم. پس از آن رابطه بین بازه زمانی داده‌شده و دوره نوسان را می‌یابیم و در نهایت مسافت طی‌شده در این مدت را به دست

می‌آوریم:

$$x = 0.4 \cos 4\pi t \Rightarrow \begin{cases} A = 0.4\text{m} = 4\text{cm} \\ T = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{4\pi} \Rightarrow T = 0.5\text{s} \end{cases}$$

$$\begin{cases} t_1 = 0.1\text{s} \\ t_2 = 1.35\text{s} \end{cases} \Rightarrow \Delta t = t_2 - t_1 = 1.35 - 0.1 = 1.25\text{s}$$

$$\begin{cases} \Delta t = 1.25 \\ T = 0.5\text{s} \end{cases} \Rightarrow \frac{\Delta t}{T} = \frac{1.25}{0.5} \Rightarrow \Delta t = 5 \frac{T}{2}$$

از طرفی می‌دانیم، مسافتی که نوسانگر در هر $\frac{T}{4}$ طی می‌کند، معادل دو برابر دامنه است، پس در مدت $\frac{\Delta T}{4}$ ، مسافتی معادل $1.0A$ را طی می‌کند، یعنی:

$$\ell = 1.0A = 1.0 \times 4 = 4.0m = 0.4 = \frac{2}{5}m$$

با استفاده از رابطه مربوط به تراز نسبی شدت دو صوت داریم: (۹۸) ۱ ۲ ۳ ۴

$$\Delta\beta = \beta_A - \beta_B = 1.0 \log \frac{I_A}{I_B} \xrightarrow[\substack{\Delta\beta=1.0dB \\ I_A=0.04 \frac{W}{m^2}}]{\substack{I_B=0.04 \frac{W}{m^2}}} 1.0 = 1.0 \log \frac{0.04}{I_B} \Rightarrow 1 = \log \frac{0.04}{I_B} \Rightarrow \frac{0.04}{I_B} = 1.0 \Rightarrow I_B = 0.04 \frac{W}{m^2}$$

و در نهایت داریم:

$$\Delta I = I_A - I_B = 0.04 - 0.04 \Rightarrow \Delta I = 0.036 \frac{W}{m^2} \Rightarrow \Delta I = 36 \frac{mW}{m^2}$$

با عبور موج از یک محیط به محیط دیگر، بسامد موج تغییر نمی‌کند. از طرفی در یک طناب، سرعت انتشار موج و البته طول موج در قسمت ضخیم‌تر، کمتر از قسمت نازک‌تر طناب است. (۹۹) ۱ ۲ ۳ ۴

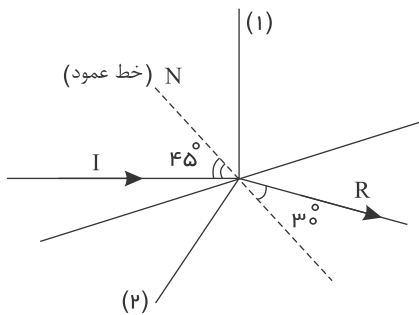
اگر D قطر طناب باشد، در یک طناب داریم:

$$f_r = f_1$$

$$\frac{\lambda_r}{\lambda_1} = \frac{V_r}{V_1} = \frac{D_1}{D_r}$$

(۱۰۰) ۱ ۲ ۳ ۴

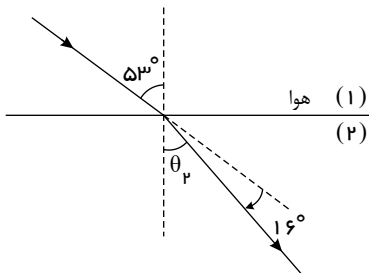
با توجه به جبهه‌های موج و پرتوهای موج که بر سطح جبهه‌های موج عمود است، با توجه به قانون شکست عمودی داریم:



$$\rightarrow \frac{V_1}{V_r} = \sqrt{r} \frac{V_1}{V_r} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_r} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ}$$

(۱۰۱) ۱ ۲ ۳ ۴

چون پرتو از هوا وارد محیط شفاف (غلیظ) شده، به خط عمود نزدیکتر شده و تندی و طول موج کاهش یافته ولی بسامد (فرکانس) که فقط به منبع موج بستگی دارد، ثابت است. بنابراین تفاوتی نمی‌کند بسامد را در کدام محیط محاسبه نماییم.



$$\theta_r = \theta_1 - 16^\circ = 53^\circ - 16^\circ = 37^\circ$$

گام اول:

گام دوم:

$$\lambda_r = \lambda_1 - \frac{1}{\lambda} \mu m$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\lambda_r}{\lambda_1} = \frac{v_r}{v_1} = \frac{n_1}{n_r} = \frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_1} \Rightarrow \frac{\lambda_1 - \frac{1}{\lambda} \mu m}{\lambda_1} = \frac{\sin 37^\circ}{\sin 53^\circ} = \frac{0.6}{0.8} = \frac{3}{4} \\ f_r = f_1, v = \frac{c}{n}, n_r \sin \theta_r = n_1 \sin \theta_1 \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow 3\lambda_1 = 4\lambda_1 - 0.5 \mu m \Rightarrow \lambda_1 = 0.5 \mu m = 5 \times 10^{-7} m$$

گام سوم:

$$\lambda_1 = \frac{v_1}{f_1} \xrightarrow[\substack{\text{محیط اول هوا است} \\ v_1=c, f_r=f_1=f}]{\substack{5 \times 10^{-7} = \frac{3 \times 10^8}{f}}} \Rightarrow f = \frac{3}{5} \times 10^{15} = 0.6 \times 10^{15} = 6 \times 10^{14} Hz \Rightarrow f = 6 \times 10^{14} Hz$$

قبل از هر چیزی می‌دانیم که انرژی جنبشی بیشینه نوسانگر با انرژی مکانیکی آن برابر است. بنابراین برای تعیین دامنه و بسامد زاویه‌ای و پس از آن معادله حرکت به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$F = -180x \Rightarrow F = -m\omega^2 x \Rightarrow m\omega^2 = 180$$

$$K_{\max} = \frac{1}{2}mA^2\omega^2 \Rightarrow 225 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} \times 180 \times A^2$$

$$\Rightarrow A^2 = \frac{225}{90} \times 10^{-3} = 25 \times 10^{-4} \Rightarrow A = 5 \times 10^{-2} m$$

$$m\omega^2 = 180 \Rightarrow 0.2\omega^2 = 180 \Rightarrow \omega^2 = 900 \Rightarrow \omega = 30 \frac{rad}{s}$$

$$x(t) = A \cos(\omega t) \Rightarrow x = 0.05 \cos 30t$$

در ابتدا بسامد زاویه‌ای را محاسبه می‌کنیم.

$$|a| = \omega^2 x \Rightarrow \frac{\pi^2}{2} = \omega^2 \times 0.02 \Rightarrow \omega = 5\pi \left(\frac{rad}{s}\right)$$

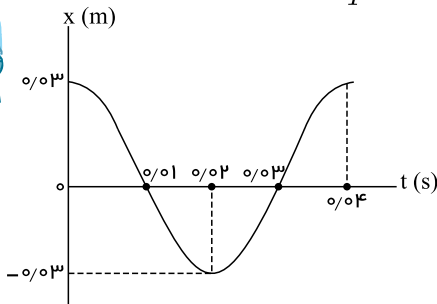
در لحظه عبور از نقطه تعادل تندی نوسانگر بیشینه است. بنابراین داریم:

$$v_{\max} = A\omega \Rightarrow v_{\max} = 0.04 \times 5\pi \Rightarrow v_{\max} = 0.2\pi \frac{m}{s} = \frac{\pi}{5} \left(\frac{m}{s}\right)$$

(دقت کنید که دامنه نوسان، نصف طول پاره خط نوسان است.)

در ابتدا نمودار مکان - زمان نوسانگر را رسم می‌کنیم. شیب خط مماس بر نمودار، جهت بردار سرعت را نمایش می‌دهد، از طرفی در مکان‌های «+»، شتاب نوسانگر «-» است، بنابراین داریم:

$$x = 0.03 \cos 50\pi t \Rightarrow W = 50\pi = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = 0.04 s$$



بدیهی است که بین دو لحظه $0.02 < t < 0.03$ ، $v > 0$ و $x < 0$ و $a > 0$ است.

در ابتدا با توجه به معلوم بودن تراز شدت صوت، مقدار شدت صوت در فاصله ۵۰ متری از چشمه صوت را محاسبه می‌کنیم و پس از آن با استفاده از تعریف شدت صوت، توان چشمه صوتی را می‌یابیم.

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \xrightarrow{\beta=60dB} 60 = 10 \log \frac{I}{10^{-12} \frac{W}{m^2}} \Rightarrow 6 = \log \frac{I}{10^{-12}} \Rightarrow \frac{I}{10^{-12}} = 10^6 \Rightarrow I = 10^{-6} \frac{W}{m^2}$$

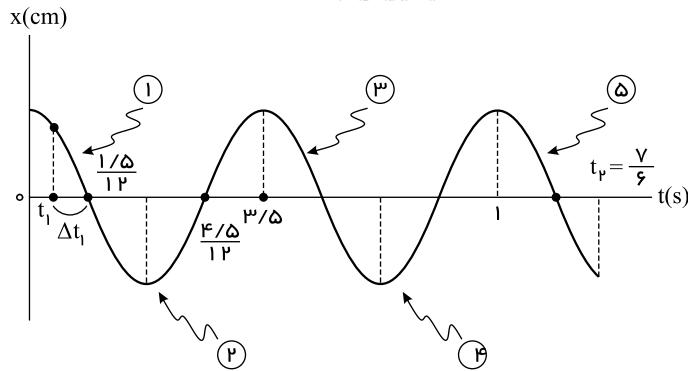
حال با توجه به تعریف شدت صوت داریم:

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2} \Rightarrow 10^{-6} = \frac{P}{(4)(3)(50)^2} \rightarrow P = 0.3W \Rightarrow P = 30mW$$

برای حل سؤال در ابتدا دوره نوسان را محاسبه می‌کنیم و لحظه‌های t_1 و t_2 را بر روی مسیر نوسان (یا نمودار مکان - زمان) می‌یابیم.

$$x = 0.02 \cos 4\pi t \rightarrow \omega = 4\pi \xrightarrow{T = \frac{2\pi}{\omega}}$$

$$T = \frac{2\pi}{4\pi} \rightarrow T = 0.5s = \frac{6}{12}s$$



می‌دانیم در مرحله‌ای که نوسانگر به مرکز نوسان نزدیک می‌شود، حرکت نوسانگر تندشونده است. با توجه به شکل در مراحل شماره گذاری، حرکت تندشونده است. بنابراین داریم:

$$\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_r + \Delta t_r + \Delta t_f + \Delta t_5 \quad \Delta t_1 = \frac{1/5}{1/2} - \frac{1}{1/2} = \frac{1}{24} \text{ s} \quad \Delta t = \frac{1}{24} + \frac{T}{4} + \frac{T}{4} + \frac{T}{4} + \frac{T}{4} = \frac{1}{24} + T = \frac{1}{24} + \frac{6}{12} \rightarrow \Delta t = \frac{13}{24} \text{ s}$$

ابتدا شدت صوت را می‌یابیم: ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۰۷

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \rightarrow 96 = 10 \log \frac{I}{I_0} \rightarrow 9.6 = \log \frac{I}{I_0} \rightarrow \log \frac{I}{I_0} = 9 + 0.6 = 9 + 2 \log 2 = 9 + \log 4 = \log 10^9 + \log 4 = \log 4 \times 10^9$$

$$\rightarrow \frac{I}{I_0} = 4 \times 10^9 \xrightarrow{I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2}} I = 10^{-12} \times 4 \times 10^9 \rightarrow I = 4 \times 10^{-3} \frac{W}{m^2}$$

حال برای تعیین انرژی‌ای که به‌طور عمود در واحد سطح می‌گذرد، داریم:

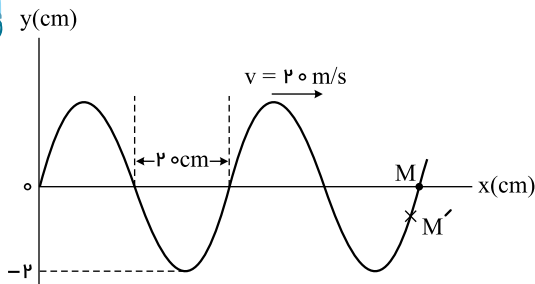
$$I = \frac{E}{A \times t} \rightarrow E = IAt = 4 \times 10^{-3} \times 1 \times 10^{-6} \times 60 \rightarrow E = 0.24 \times 10^{-6} \text{ J} \rightarrow E = 0.24 \mu\text{J}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۰۸

می‌دانیم که در انتشار موج، هر ذره واقع بر موج، تمایل دارد تا وضعیت ارتعاشی ذره مقابل خود را تکرار کند، بنابراین

در اینجا با توجه به جهت انتشار موج، اگر ذره مقابل M را M' بنامیم، با توجه به اینکه پایین‌تر از M قرار دارد،

نیز تمایل دارد تا پایین‌تر برود و وضعیت M' را تکرار کند.



از طرفی با توجه به موقعیت M که در مرکز تعادل خود قرار گرفته، تندی ارتعاشی آن پیشینه است و از رابطه $v_{max} = A\omega$ محاسبه می‌شود. بنابراین، ω را محاسبه می‌کنیم.

$$\frac{\lambda}{2} = 20 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = 40 \text{ cm} = 0.4 \text{ m}$$

$$\lambda = vT \Rightarrow 0.4 = 20T \Rightarrow T = 0.02 \text{ s} \xrightarrow{\omega = \frac{2\pi}{T}} \omega = \frac{2\pi}{0.02} \Rightarrow \omega = 100\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

و در نهایت داریم:

$$v_{max} = A\omega \xrightarrow{A=2\text{cm}=0.02\text{m}} v_{max} = 0.02 \times 100\pi \Rightarrow v_{max} = 2\pi \frac{\text{m}}{\text{s}} \xrightarrow{\pi=3.14} v_{max} = 6.28 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

وقتی انرژی جنبشی و پتانسیل نوسانگر در یک لحظه معلوم باشند، به راحتی انرژی مکانیکی آن قابل محاسبه است، بنابراین به صورت زیر عمل می‌کنیم: ۱ ۲ ۳ ۴ ۱۰۹

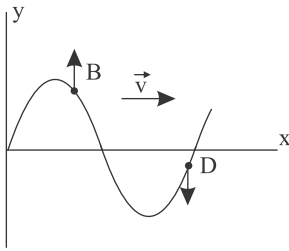
$$E = U + K \xrightarrow{U=15\text{mJ}} \xrightarrow{K=5\text{mJ}} E = 15 + 5 \rightarrow E = 20 \text{ mJ}$$

اما برای یک نوسانگر هماهنگ ساده به جرم m داریم:

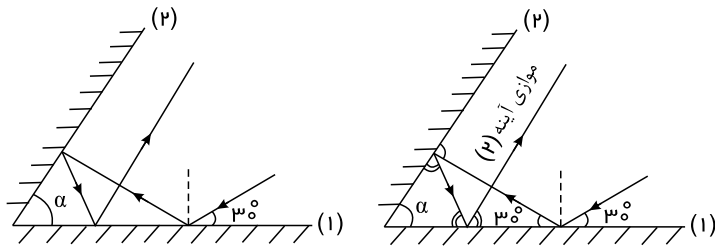
$$E = 2\pi^2 m A^2 f^2 \xrightarrow{m=100\text{g}=0.1\text{kg}} \xrightarrow{A=2\text{cm}=0.02\text{m}} 20 \times 10^{-3} = (2)(10)(0.1)(0.02)^2 f^2 \Rightarrow \pi^2 = 10 f^2 = 25 \rightarrow f = 5 \text{ Hz}$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۱۰

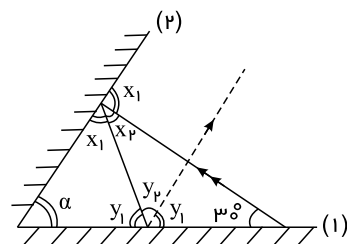
می‌دانیم که در موجهای رونده، هر ذره تمایل به تکرار وضعیت ارتعاشی ذرهٔ ماقبل خود را دارد. با توجه به جهت انتشار موج به راحتی می‌توان دریافت که حرکت ذره‌های B و D کندشونده است (در حال دور شدن از مرکز نوسان هستند) و چون B به انتهای مسیرش نزدیک‌تر است، زودتر متوقف می‌شود (تندی‌اش زودتر به صفر می‌رسد)



۱ ۲ ۳ ۴ ۱۱۱



چون پرتو بازتاب نهایی موازی آینهٔ (۲) است: $\hat{y}_1 = \hat{\alpha}$



$$x_1 + y_1 + \alpha = 180^\circ \xrightarrow{y_1 = \alpha} x_1 = 180^\circ - 2\alpha \rightarrow x_2 = 180^\circ - 2x_1 = 180^\circ - 2(180^\circ - 2\alpha) \rightarrow x_2 = 4\alpha - 180^\circ$$

$$\alpha + 30^\circ + x_1 + x_2 = 180^\circ \rightarrow \alpha + 30^\circ + (180^\circ - 2\alpha) + (4\alpha - 180^\circ) = 180^\circ \Rightarrow 3\alpha + 30^\circ = 180^\circ \rightarrow 3\alpha = 150^\circ \rightarrow \alpha = 50^\circ$$

بیشترین تکانهٔ نوسانگر مربوط به لحظهٔ عبور از مرکز تعادل است. بنابراین داریم: (در این لحظه تندی و انرژی جنبشی نوسانگر نیز بیشینه است).

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۱۲

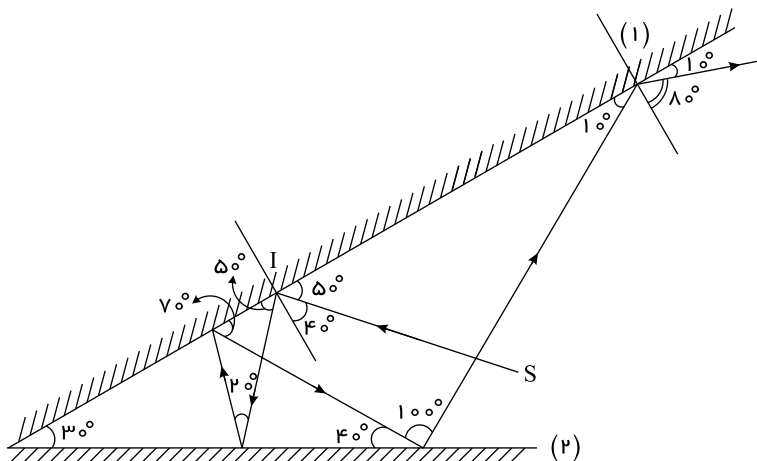
$$k_{max} = \frac{p_{max}^2}{2m} \Rightarrow k_{max} = \frac{(2 \times 10^{-3} \pi)^2}{2 \times 10^{-1}} \Rightarrow k_{max} = 2\pi^2 \times 10^{-5} J$$

از طرفی می‌دانیم که:

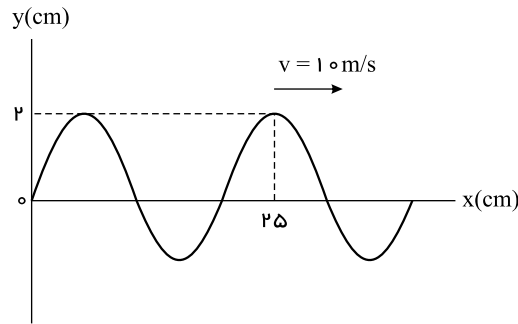
$$E = k_{max} = 2\pi^2 \times 10^{-5} J = 20\pi^2 \mu J$$

۱ ۲ ۳ ۴ ۱۱۳

پرتوهای تابش و بازتابش را آنقدر رسم می‌کنیم تا یا پرتو نهایی موازی یکی از آینه‌ها شود یا اگر با یکی از آینه‌ها باشد و به آن برخورد نکند.



به بررسی هریک از گزاره‌ها می‌پردازیم:


 الف) نادرست. با توجه به تندی انتشار موج، مسافتی که در هر ثانیه می‌پیماید معادل 10 m است زیرا:

$$\Delta x = v \cdot \Delta t \rightarrow \Delta x = 10 \times 1 = 10\text{ m}$$

ب) درست. برای بررسی این گزاره باید طول موج و دوره موج را بیابیم. با توجه به نقش موج داریم:

$$\frac{\lambda}{5} = 25 \rightarrow \lambda = 25\text{ cm} = 0.25\text{ m}$$

$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{0.25}{10} = 0.025\text{ s}$$

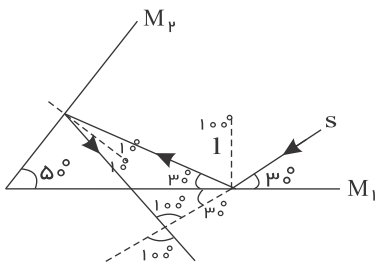
 می‌دانیم، هر ذره از محیط که بر روی موج قرار دارد، در مدت $\frac{T}{2}$ مسافتی معادل $2A$ می‌پیماید.

$$\Delta t = 0.01 = \frac{T}{2} \rightarrow \ell = 2A = 4\text{ cm}$$

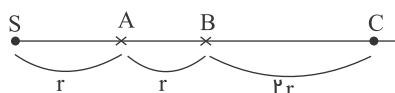
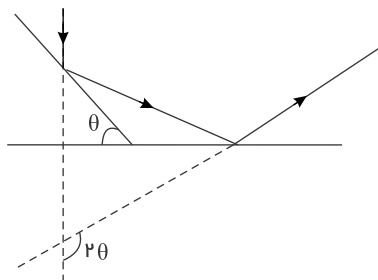
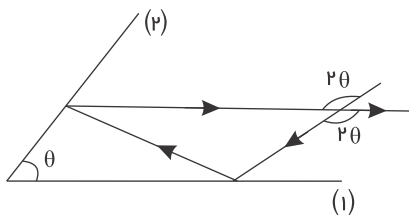
 پ) نادرست. برای تعیین جابه‌جایی در مدت $\Delta t = \frac{T}{2}$ باید موقعیت اولیه ذره معلوم باشد.

ت) درست. در مدت یک دوره جابه‌جایی هر ذره، صفر است.

با دنبال کردن مسیر پرتوهای تابش به آینه‌ها و بازتابش از روی آن‌ها، می‌توان به راحتی زاویه بین امتداد پرتو تابش به آینه (۱) و بازتابش از آینه (۲) را به دست آورد.



تذکر: به طور کلی اگر پرتوی به سطح یک آینه بتابد و از روی دیگری مطابق شکل بازتاب شود، زاویه بین پرتو تابش و بازتابش (یا امتداد آن‌ها) دو برابر زاویه حاده بین آینه‌هاست، یعنی:



در ابتدا یک طرح ساده از محل قرارگیری ناظرها و چشمه صوتی رسم می‌کنیم.

پاسخنامه کلیدی

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

۳۰	۱	۲	۳	۴
۳۱	۱	۲	۳	۴
۳۲	۱	۲	۳	۴
۳۳	۱	۲	۳	۴
۳۴	۱	۲	۳	۴
۳۵	۱	۲	۳	۴
۳۶	۱	۲	۳	۴
۳۷	۱	۲	۳	۴
۳۸	۱	۲	۳	۴
۳۹	۱	۲	۳	۴
۴۰	۱	۲	۳	۴
۴۱	۱	۲	۳	۴
۴۲	۱	۲	۳	۴
۴۳	۱	۲	۳	۴
۴۴	۱	۲	۳	۴
۴۵	۱	۲	۳	۴
۴۶	۱	۲	۳	۴
۴۷	۱	۲	۳	۴
۴۸	۱	۲	۳	۴
۴۹	۱	۲	۳	۴
۵۰	۱	۲	۳	۴
۵۱	۱	۲	۳	۴
۵۲	۱	۲	۳	۴
۵۳	۱	۲	۳	۴
۵۴	۱	۲	۳	۴
۵۵	۱	۲	۳	۴
۵۶	۱	۲	۳	۴
۵۷	۱	۲	۳	۴
۵۸	۱	۲	۳	۴

۵۹	۱	۲	۳	۴
۶۰	۱	۲	۳	۴
۶۱	۱	۲	۳	۴
۶۲	۱	۲	۳	۴
۶۳	۱	۲	۳	۴
۶۴	۱	۲	۳	۴
۶۵	۱	۲	۳	۴
۶۶	۱	۲	۳	۴
۶۷	۱	۲	۳	۴
۶۸	۱	۲	۳	۴
۶۹	۱	۲	۳	۴
۷۰	۱	۲	۳	۴
۷۱	۱	۲	۳	۴
۷۲	۱	۲	۳	۴
۷۳	۱	۲	۳	۴
۷۴	۱	۲	۳	۴
۷۵	۱	۲	۳	۴
۷۶	۱	۲	۳	۴
۷۷	۱	۲	۳	۴
۷۸	۱	۲	۳	۴
۷۹	۱	۲	۳	۴
۸۰	۱	۲	۳	۴
۸۱	۱	۲	۳	۴
۸۲	۱	۲	۳	۴
۸۳	۱	۲	۳	۴
۸۴	۱	۲	۳	۴
۸۵	۱	۲	۳	۴
۸۶	۱	۲	۳	۴
۸۷	۱	۲	۳	۴

۸۸	۱	۲	۳	۴
۸۹	۱	۲	۳	۴
۹۰	۱	۲	۳	۴
۹۱	۱	۲	۳	۴
۹۲	۱	۲	۳	۴
۹۳	۱	۲	۳	۴
۹۴	۱	۲	۳	۴
۹۵	۱	۲	۳	۴
۹۶	۱	۲	۳	۴
۹۷	۱	۲	۳	۴
۹۸	۱	۲	۳	۴
۹۹	۱	۲	۳	۴
۱۰۰	۱	۲	۳	۴
۱۰۱	۱	۲	۳	۴
۱۰۲	۱	۲	۳	۴
۱۰۳	۱	۲	۳	۴
۱۰۴	۱	۲	۳	۴
۱۰۵	۱	۲	۳	۴
۱۰۶	۱	۲	۳	۴
۱۰۷	۱	۲	۳	۴
۱۰۸	۱	۲	۳	۴
۱۰۹	۱	۲	۳	۴
۱۱۰	۱	۲	۳	۴
۱۱۱	۱	۲	۳	۴
۱۱۲	۱	۲	۳	۴
۱۱۳	۱	۲	۳	۴
۱۱۴	۱	۲	۳	۴
۱۱۵	۱	۲	۳	۴
۱۱۶	۱	۲	۳	۴