



درسنامه

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

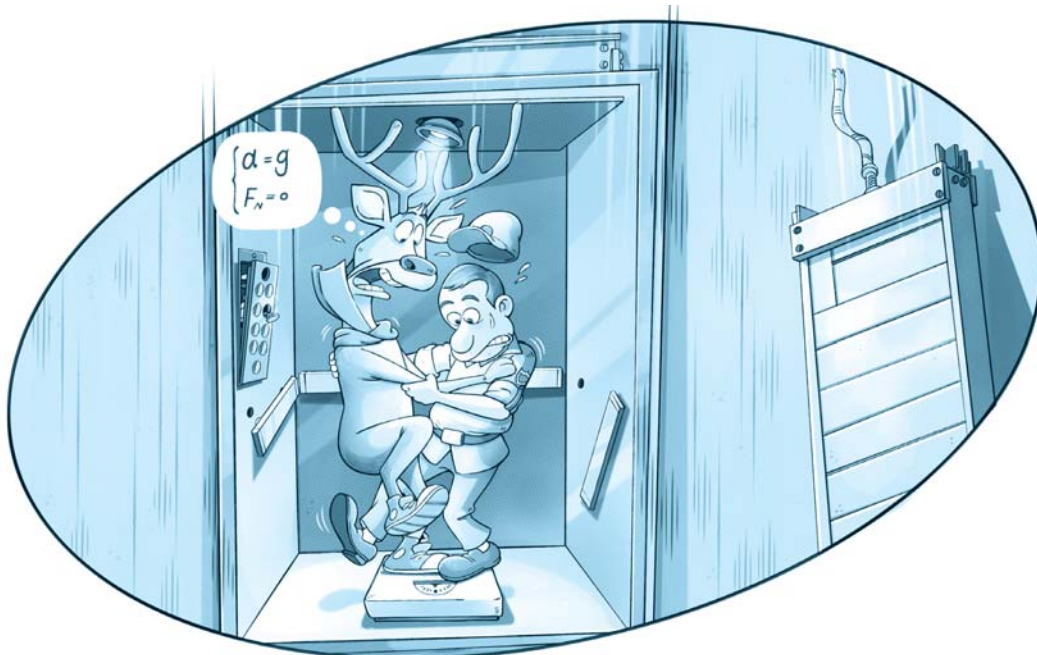
آزمون

پاسفنامه کلیدی

فیزیک ۳ دوازدهم

QRCode

● قابل استفاده برای دانش‌آموزان پایه دوازدهم
و داوطلبان آزمون سراسری دانشگاه‌ها



● مؤلفان: رضا خالو
امیرعلی میری



فصل اول

حرکت بر خط راست



با اسکن QR Code یا با مراجعه به سایت نشر الگو می‌توانید
فایل آزمون‌ها را دریافت کنید.

در پاسخ این تست‌ها، تستی تحت عنوان بازی با سؤال قرار گرفته است.
منتخبی از تست‌هایی که می‌توانید برای دوره فصل، آن‌ها را حل کنید.

بنجره

یک

رو به روی

93

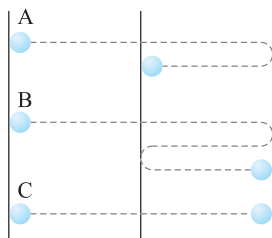
آزمونک

معادله حرکت متحرکی که روی محور x در حرکت است در SI به صورت $x = at^2 + bt + 2$ است. جابه‌جایی متحرک از لحظه شروع حرکت ($t = 0$) تا زمانی که بردار مکان متحرک تغییر جهت می‌دهد، چند متر است؟

- $$-F/\Delta \quad (F) \qquad -Y \quad (Y) \qquad F/\Delta \quad (Y) \qquad Y \quad (Y)$$

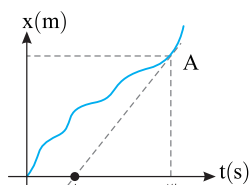
یک متحرک روی محور x ها در حال نزدیک شدن به مبدأ است. اگر مکان متحرک را با حرف x و سرعت آن را با حرف v نمایش دهیم، کدام گزینه درست است؟

- $$XV \leq 0. \quad (f) \qquad XV \geq 0. \quad (g) \qquad XV < 0. \quad (h) \qquad XV > 0. \quad (i)$$



در شکل روبه‌رو در یک بازهٔ زمانی مشخص مسیر حرکت سه متحرک نشان داده شده است. متحرک دارای بیشینهٔ تندی متوسط و متحرک دارای کمینهٔ سرعت متوسط است.

- C, B (1)
A, B (2)
B, A (3)
B, C (4)

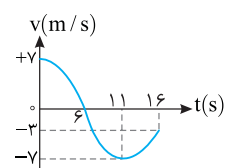


نمودار مکان - زمان متحرکی که بر محور x حرکت می‌کند مطابق شکل است. مماس در نقطه A بر منحنی ترسیم گردیده است. اگر سرعت متوسط از لحظه $t = 0$ تا $t = 3$ s برابر 2 m/s باشد، سرعت متحرک در نقطه A چند متر بر ثانیه است؟

- | | |
|-------|---------|
| 3 (2) | 1/5 (1) |
| 5 (4) | 2/5 (2) |

متحرکی که روی محور X حرکت می‌کند، در لحظه $t = 0$ از مکان $X = 10\text{ m}$ در جهت مثبت محور X عبور می‌کند. اگر در مدت 5 s متحرک یکبار تغییر جهت داده و در این بازه زمانی سرعت متوسط متحرک 2 m/s و تندی متوسط آن 4 m/s باشد، دورترین فاصله از مبدأ مکان که متحرک ممکن است در این مدت زمان به آن برسد، چند متر است؟

- $$25 (F) \qquad F_0 (W) \qquad 35 (Y) \qquad 15 (I)$$

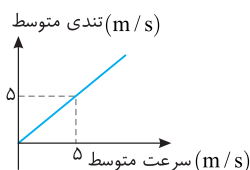


نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی خط راست در حرکت است، در مدت ۱۶ ثانیه مطابق شکل روبرو است. در این بازه به ترتیب از راست به چپ شتاب متوسط چند m/s^2 و بردار شتاب در $\square$ ثانیه چند تغییر جهت داده است؟

از کتاب درسی

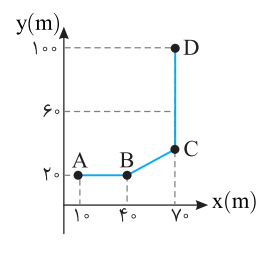
- $$\begin{array}{ll} \text{6. } \frac{-\Delta}{\Delta} \text{ (2)} & \text{6. } \frac{\Delta}{\Delta} \text{ (1)} \\ \text{11. } \frac{-\Delta}{\Delta} \text{ (F)} & \text{11. } \frac{\Delta}{\Delta} \text{ (2)} \end{array}$$

نمودار تندی متوسط بر حسب اندازه سرعت متوسط متحرکی به صورت شکل زیر است. کدام گزینه الزاماً درست است؟



- (۱) بردار سرعت ثابت است.
- (۲) بزرگی سرعت ثابت است.
- (۳) بردار شتاب متوسط ثابت است.
- (۴) بزرگی شتاب متوسط ثابت است.

متحرکی با تبدی ثابت 20 m/s روی سطح افقی در مسیر نشان داده شده در حال حرکت است. اندازه شتاب متوسط آن در مدت زمانی که از A تا D حرکت می‌کند، چند متر بر مجذور ثانیه است؟

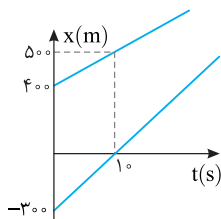


- $$\frac{1 \circ \sqrt{2}}{3} \quad (2) \qquad 1 \circ \sqrt{2} \quad (1)$$
- $$\frac{1 \circ \sqrt{2}}{5} \quad (F) \qquad \Delta \quad (2)$$



۹ مطابق شکل زیر دو متحرک (۱) و (۲) هم‌زمان در ساعت ۱۲:۰۰ از دو نقطه A و B به ترتیب با تندی‌های ثابت ۲۷ و ۷ در امتداد محور X ها به طرف هم به حرکت در می‌آیند و در ساعت ۱۴:۰۰ به هم می‌رسند. متحرک (۱) در چه ساعتی به نقطه B می‌رسد؟

- ۱۵:۰۰ (۱)
۱۶:۰۰ (۳)
۱۸:۰۰ (۲)
۲۰:۰۰ (۴)



۱۰ نمودار مکان - زمان دو خودرو که روی خط راست حرکت می‌کنند، مطابق شکل زیر است. در لحظه‌های t_1 و t_2 فاصله دو متحرک از هم ۶۰۰m است. $\frac{t_2}{t_1}$ کدام است؟

- ۱۵ (۱)
۸ (۳)
۱۳ (۲)
۵ (۴)

آزمونک

سه

رو به روی

دو

یینجره

۱ قطاری به طول ۲۰۰m به ابتدای پلی به طول ۳۵۰m می‌رسد. اگر قطار با سرعت ثابت ۲۰m/s در حال حرکت باشد قطار چند ثانیه روی پل خواهد بود؟

- ۲۰ (۱)
۱۰ (۲)
۱۷/۵ (۳)
۲۷/۵ (۴)

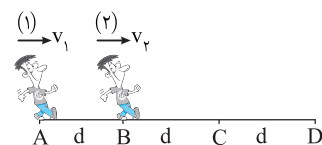
۲ بردارهای سرعت و شتاب متحرکی در یک لحظه مطابق شکل روبه‌روست. بعد از این لحظه، نوع حرکت متحرک چگونه می‌تواند باشد؟

- ۱) همواره کندشونده
۲) همواره تندشونده
۳) ابتدا کندشونده سپس تندشونده
۴) گزینه (۱) و (۳) می‌تواند درست باشد.

۳ متحرکی با تندی ثابت روی یک دایره به محیط ۱۲m حرکت می‌کند و در مدت ۶s، $\frac{3}{4}$ این محیط را طی می‌کند. به ترتیب از راست به چپ اندازه سرعت متوسط و اندازه شتاب متوسط متحرک در هر ۴ ثانیه در SI کدام است؟

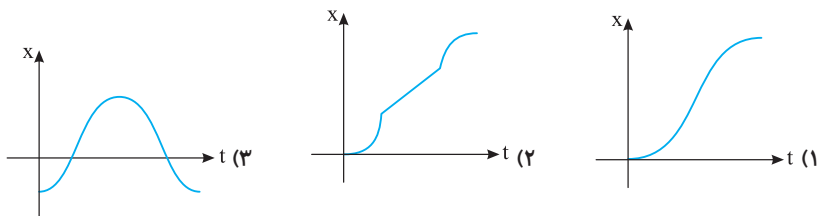
- ۱) ۰/۷۵، ۱/۵
۲) ۳، ۱/۵
۳) ۰/۷۵، ۱
۴) ۱/۵، ۳

۴ در شکل زیر شخص (۱) با تندی ثابت v_1 در جهت نشان داده شده شروع به حرکت کرده و شخص (۲)، ۲۰s پس از آن از نقطه B با سرعت ثابت v_2 به راه می‌افتد و در نقطه C دو شخص به هم می‌رسند. دو شخص با چه اختلاف زمانی به نقطه D می‌رسند؟

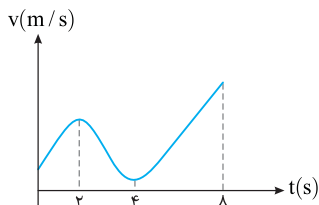


- ۱) $\frac{d}{v_1} + 20$
۲) $\frac{d}{v_1} - 20$
۳) $\frac{d}{v_2} + 20$
۴) $\frac{d}{v_2} - 20$

۵ متحرکی از حال سکون شروع به حرکت می‌کند تا سرعتش به v می‌رسد، سپس مدتی با این سرعت به حرکت خود ادامه می‌دهد و ترمز کرده و متوقف می‌شود. کدام نمودار می‌تواند نمودار مکان - زمان آن باشد؟



۴ گزینه‌های (۱) و (۲) درست هستند.



۶ نمودار سرعت - زمان متحرکی مطابق شکل روبه‌رو است. اندازه شتاب متوسط در کدام یک از بازه‌های زمانی مشخص شده در گزینه‌ها بیشتر است؟

- ۱) صفر تا ۲s
۲) ۲s تا ۴s
۳) ۴s تا ۸s
۴) ۲s تا ۸s

۷ اتومبیلی با تندی (سرعت) ثابت 72 km/h در یک مسیر مستقیم حرکت می کند که ناگهان راننده مانع ثابتی را در 52 متری خود می بیند و ترمز می کند و حرکت اتومبیل با تندی ثابت 4 m/s^2 کند می شود. اگر زمان واکنش 0.5 s باشد، اتومبیل:

خارج تجربی - ۹۹

- (۱) ۲ متر قبل از مانع متوقف می شود.
(۲) در لحظه رسیدن به مانع متوقف می شود.
(۳) با تندی (سرعت) 8 m/s به مانع برخورد می کند.
(۴) با تندی (سرعت) $4\sqrt{5} \text{ m/s}$ به مانع برخورد می کند.

۸ دو متحرک از حال سکون با شتاب های a_1 و $a_2 = \frac{9}{4} a_1$ هم زمان از یک نقطه به سوی مقصدی معین به حرکت در می آیند و با فاصله زمانی ۴

تجربی - ۹۸

ثانیه به مقصد می رسند، زمان حرکت جسمی که زودتر می رسد، چند ثانیه است؟

- (۱) ۵ (۲) ۶ (۳) ۸ (۴) ۹

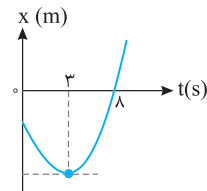
۹ مطابق شکل متحرکی بدون سرعت اولیه از مبدأ مکان در جهت مثبت محور x با شتاب ثابت شروع به حرکت کرده و هر یک از جابه جایی های MN و NP را در مدت 4 s طی می کند. فاصله OM چند متر است؟

تجربی - ۹۸

- (۱) ۴ (۲) ۱۶ (۳) ۱۰ (۴) ۶

۱۰ نمودار مکان - زمان متحرکی که با شتاب ثابت حرکت می کند، مطابق شکل زیر است. جابه جایی متحرک در بازه زمانی $t_1 = 0$ تا $t_2 = 8 \text{ s}$ چند برابر مسافت طی شده در این بازه زمانی است؟

ریاضی - ۱۴۰۰



- (۱) $\frac{5}{17}$ (۲) $\frac{5}{14}$ (۳) $\frac{8}{17}$ (۴) $\frac{9}{14}$

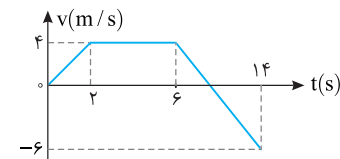
آزمونک

چهار

رو به روی

سه

یینجره

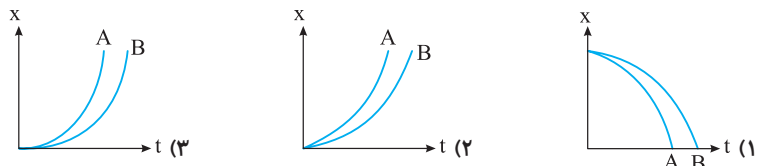
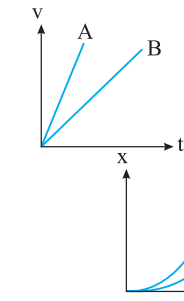


۱ نمودار سرعت - زمان متحرکی که روی محور x در حرکت است، مطابق شکل روبه رو است. در بازه زمانی داده شده، متحرک چند ثانیه خلاف جهت محور در حرکت بوده است؟

تجربی - ۹۴

- (۱) $3/2$ (۲) $4/8$ (۳) $9/2$ (۴) ۶

۲ دو متحرک A و B از مبدأ مکان شروع به حرکت کرده اند و نمودار $v-t$ آن ها به صورت روبه رو است. نمودار $x-t$ این دو متحرک کدام گزینه می تواند باشد؟



۳ یک قطار به طول l متر در مسیر مستقیم با شتاب 1 m/s^2 در حرکت است. اگر در لحظه t جلوی قطار از نقطه A با سرعت 20 m/s عبور کرده و در لحظه $t+10 \text{ s}$ انتهای آن از این نقطه عبور کند، l چند متر است؟

- (۱) ۲۵۰ (۲) ۲۰۰ (۳) ۱۵۰ (۴) ۳۰۰

۴ متحرکی با شتاب ثابت در مبدأ زمان با سرعت 10 m/s شروع به حرکت کرده و در ثانیه سوم حرکتش جابه جایی متحرک صفر است. در بازه زمانی $t=0$ تا $t=5 \text{ s}$ مسافت طی شده متحرک چند متر است؟

ریاضی - ۹۹

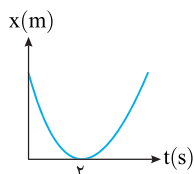
- (۱) صفر (۲) $12/5$ (۳) ۲۵ (۴) $37/5$

۵ در یک خیابان مستقیم خودرویی پس از سبز شدن چراغ راهنمایی شروع به حرکت می کند و پشت چراغ قرمز بعدی که 450 متر دورتر است، می ایستد. اگر بیشترین سرعت مجاز در این خیابان 15 m/s و اندازه شتاب در حرکت های تندشونده و کندشونده $1/5 \text{ m/s}^2$ باشد، حداقل چند ثانیه طول می کشد تا خودرو فاصله بین دو چراغ را طی کند؟

- (۱) ۱۰ (۲) ۲۰ (۳) ۳۰ (۴) ۴۰

۶ متحرکی که با شتاب ثابت روی خط راست در حرکت است، در بازه‌های زمانی یکسان و متوالی T به ترتیب جابه‌جایی‌های Δx_1 ، Δx_2 ، Δx_3 را طی می‌کند اگر متحرک دارای حرکت تندشونده باشد به ترتیب از راست به چپ این سه جابه‌جایی کدام گزینه می‌تواند باشد؟

- (۱) 20m ، صفر، -20m (۲) 10m ، 30m ، 50m (۳) 10m ، 30m ، 70m (۴) 10m ، 20m ، -10m



۷ نمودار مکان - زمان متحرکی مطابق شکل روبه‌رو به صورت سهمی است. کدام مورد درست است؟

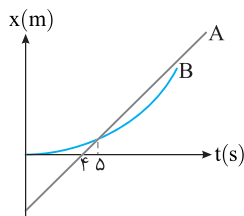
خارج تجربی - ۹۹

(۱) مسافت طی شده در ۳ ثانیه اول برابر مسافت طی شده در ۳ ثانیه دوم است.

(۲) مسافت طی شده در ۳ ثانیه اول برابر بزرگی جابه‌جایی در این مدت است.

(۳) بزرگی سرعت متوسط در ۴s اول برابر بزرگی سرعت متوسط در بازه زمانی $t_1 = 1\text{s}$ تا $t_2 = 5\text{s}$ است.

(۴) بزرگی سرعت متوسط در ۳s اول برابر بزرگی سرعت متوسط در بازه زمانی $t_1 = 1\text{s}$ تا $t_2 = 4\text{s}$ است.



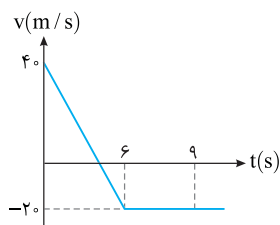
۸ نمودار مکان - زمان دو متحرک A و B به صورت روبه‌رو است. اگر متحرک B از حال سکون شروع به حرکت کرده باشد، در چه لحظه‌ای تندی دو متحرک باهم برابر خواهد شد؟

(۱) ۸

(۲) ۱۲/۵

(۳) ۲۵

(۴) ۱۵



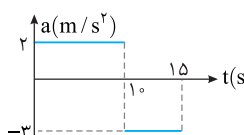
۹ شکل زیر نمودار $v-t$ متحرکی را نشان می‌دهد. اگر این متحرک پس از ۹s مجدد از مکان اولیه خود عبور کند، چند ثانیه حرکت متحرک کند شونده بوده است؟

(۱) ۶

(۲) ۹

(۳) ۴

(۴) ۳



۱۰ نمودار شتاب - زمان متحرکی که روی محور X حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. اگر در لحظه $t = 3\text{s}$ سرعت متحرک، $\vec{v} = (1\text{m/s})\vec{i}$ باشد، سرعت متوسط متحرک در بازه زمانی $t_1 = 7\text{s}$ تا $t_2 = 10\text{s}$ چند متر بر ثانیه است؟

خارج ریاضی - ۱۴۰۰

(۲) ۹

(۱) ۶

(۴) ۱۵

(۳) ۱۲

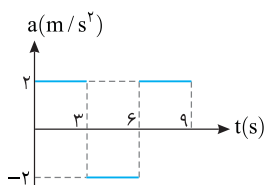
آزمونک

پنج

رو به روی

چهار

سینجره



۱ در شکل روبه‌رو نمودار شتاب - زمان متحرکی که در مبدأ زمان از مبدأ مکان روی محور X با سرعت -6m/s شروع به حرکت کرده رسم شده است. مسافت طی شده در بازه صفر تا ۹s چند متر است؟

(۲) ۲۷

(۱) -۱۸

(۴) ۱۸

(۳) -۹

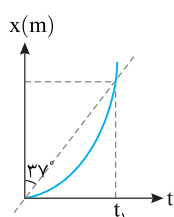
۲ متحرکی در مسیری مستقیم از حال سکون با شتاب ثابت 2m/s^2 شروع به حرکت کرده و سپس با شتاب 3m/s^2 ترمز می‌کند تا متوقف شود. اگر کل مدت زمان حرکت 10s باشد، سرعت متوسط متحرک در مدتی که $\frac{5}{12}$ مسیر را طی کرده، تقریباً چند متر بر ثانیه است؟

(۴) ۲

(۳) ۵

(۲) ۴/۲

(۱) ۳/۵



ریاضی - ۹۹

۳ نمودار مکان - زمان ذره‌ای که روی خط راست حرکت می‌کند، مطابق شکل روبه‌رو بوده و نمودار بخشی از یک سهمی است. سرعت متحرک در لحظه t_1 چند متر بر ثانیه است؟ (مقیاس روی دو محور معادل یکای SI هر کمیت است)

و $(\sin 53^\circ = 0.8)$

(۲) $\frac{8}{3}$

(۱) $\frac{4}{3}$

(۴) $\frac{0.6}{0.6}$

(۳) $\frac{0.8}{0.8}$

۴  گلوله‌ای از ارتفاع h رها می‌شود. اگر سرعت متوسط در دو ثانیه آخر سقوط ۱۵ m/s باشد، h چند متر است؟ ($g = ۱۰\text{ m/s}^2$ ، مقاومت هوا ناچیز)

- (۱) ۳۵ (۲) ۴۵ (۳) ۵۵ (۴) ۳۱/۲۵

۵  در شرایط خلأ گلوله‌ای از بالای برجی رها می‌شود. اگر این گلوله در مدت زمان ۱ s فاصله بین تالار تا پارکینگ برج را که به ترتیب در فاصله‌های ۲۳ و ۳ متری از سطح زمین قرار دارند طی کند، ارتفاع برج چند متر است؟ ($g = ۱۰\text{ m/s}^2$)

- (۱) ۲۸ (۲) ۸۰/۷۵ (۳) ۳۴/۲۵ (۴) ۱۲۵

۶  مسافتی که جسمی در سقوط آزاد در ثانیه آخر می‌پیماید مساوی با تمام مسافت پیموده شده قبل از آن است. تمام ارتفاع پیموده شده تقریباً چند متر است؟ (مقاومت هوا ناچیز. $g = ۱۰\text{ m/s}^2$ است و $\sqrt{2} \approx ۱/۴$.)

- (۱) ۵۷/۸ (۲) ۱۱۶ (۳) ۲۹ (۴) ۷۶

۷  در شرایط خلأ، گلوله‌ای را از ارتفاع h از حالت سکون رها می‌کنیم. گلوله پس از ۵ s به زمین می‌رسد. مسافت طی شده توسط گلوله در ثانیه سوم حرکت چند متر است؟ ($g = ۹/۸\text{ m/s}^2$)

- (۱) ۱۴/۷ (۲) ۲۴/۵ (۳) ۳۹/۲ (۴) ۴۴/۱

۸  گلوله‌ای را در شرایط خلأ از ارتفاع h از سطح زمین رها می‌کنیم. گلوله، نیمه اول مسیر خود را در مدت $۳\sqrt{2}$ ثانیه می‌پیماید. سرعت گلوله در فاصله ۴۵ متری سطح زمین چند متر بر ثانیه است؟ ($g = ۱۰\text{ m/s}^2$)

- (۱) ۳۰ (۲) $۳۰\sqrt{3}$ (۳) ۲۰ (۴) $۲۰\sqrt{3}$

۹  دو گلوله در شرایط خلأ به فاصله زمانی $۲/۵\text{ s}$ از یک نقطه بالای زمین رها می‌شوند. چند ثانیه پس از رها شدن گلوله اول، فاصله دو گلوله به $۶۸/۷۵\text{ m}$ می‌رسد؟ ($g = ۱۰\text{ m/s}^2$) 

□ ریاضی - ۹۱ □

- (۱) ۲/۵ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۴/۵

۱۰  جسمی را از ارتفاع h از سطح زمین رها می‌کنیم. سرعت این جسم در ارتفاع $\frac{1}{4}h$ از سطح زمین برابر کدام است؟ (از مقاومت هوا چشم‌پوشی کنید.)

□ کنکور دهه‌های گذشته □

- (۱) $\sqrt{\frac{1}{2}gh}$ (۲) $\sqrt{\frac{3}{2}gh}$ (۳) $\frac{\sqrt{gh}}{2}$ (۴) $\frac{3\sqrt{gh}}{2}$

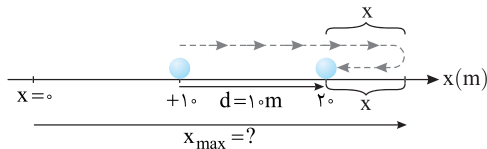
مکان متحرک در لحظه $t = 5s$ خواهد شد.

$$\Delta x = x - x_0 \Rightarrow 10 = x - 10 \Rightarrow x = 20m$$

۲. تندی متوسط $4m/s$ است. مسافت طی شده را حساب می‌کنیم.

$$s_{av} = \frac{\ell}{t} \Rightarrow 4 = \frac{\ell}{5} \Rightarrow \ell = 20m$$

۳. متحرک یکبار تغییر جهت داده و مسیری مطابق شکل را طی کرده است.

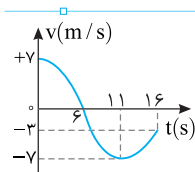


با توجه به شکل داریم:

$$\ell = d + x + x = 10 + 2x \Rightarrow x = 5m$$

۴. بنابراین بیشترین فاصله از مبدأ خواهد شد. $x_{max} = 20 + 5 = 25m$

نمای ۳



شتاب متوسط برابر است با:

$$a_{av} = \frac{v - v_0}{\Delta t} \Rightarrow a_{av} = \frac{-3 - 7}{16} = -\frac{5}{8} m/s^2$$

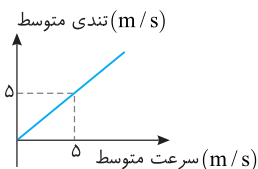
یادآوری: شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان برابر شتاب لحظه‌ای است و در نقاط max و min شیب نمودار سرعت - زمان (شتاب) صفر است.

در لحظه $t = 11s$ شیب خط مماس بر نمودار سرعت - زمان صفر شده ($a = 0$) و

شتاب قبل از این لحظه منفی و بعد از آن لحظه مثبت است یعنی شتاب در $t = 11s$

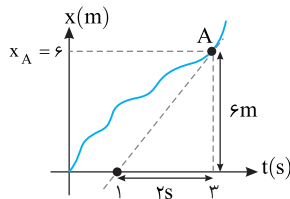
نمای ۱۸

تغییر جهت می‌دهد.



به نمودار دقت کنید. در تمام لحظات اندازه تندی متوسط و سرعت متوسط برابر است. یعنی در هر بازه زمانی دلخواه، مسافت طی شده و جابه‌جایی متحرک یکی است و این یعنی متحرک روی خط راست در حرکت است و تغییر جهت نمی‌دهد.

بازی با سوال متحرکی



نمای ۲ و ۶

(۱) بردار مکان متحرک تغییر جهت نداده است.

(۲) جهت حرکت متحرک تغییر نکرده است.

(۳) بردار مکان یک بار تغییر جهت داده است.

(۴) جهت حرکت یک بار تغییر کرده است.

۱. جابه‌جایی و مسافت طی شده با هم برابر است. زمانی این اتفاق می‌افتد

که جسم بدون تغییر جهت روی خط راست در حرکت باشد.

گزینه ۳

پنجره ۱ روبه‌روی ۲

مکان متحرک در لحظه $t = 0$ (مکان اولیه متحرک) خواهد شد:

$$x = at^2 + bt + 2 \xrightarrow{t=0} x = +2m$$

لحظه تغییر جهت یعنی لحظه گذر از مبدأ مکان ($x = 0$) بنابراین متحرک از مکان

$+2m$ به $x = 0$ می‌رود و جابه‌جایی آن $-2m$ است.

نمای ۹

وقتی متحرک در حال نزدیک شدن به مبدأ است دو حالت دارد.

حالت اول: سرعت متحرک مثبت و مکان آن منفی باشد یعنی متحرک از مکان‌های منفی

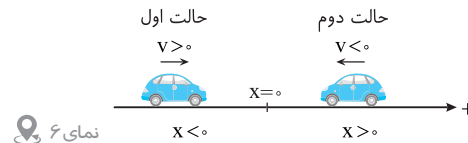
($x < 0$) در جهت مثبت محور در حال حرکت باشد. ($v > 0$) بنابراین حاصل ضرب

$xv < 0$ می‌شود.

حالت دوم: سرعت متحرک منفی و مکان آن مثبت باشد یعنی متحرک از مکان‌های

مثبت ($x > 0$) در جهت منفی محور در حال حرکت باشد ($v < 0$) در این صورت نیز

$xv < 0$ می‌شود.

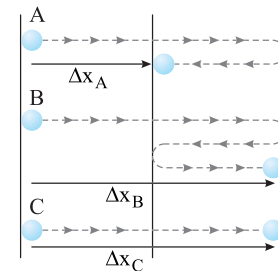


نمای ۶

بازه زمانی برای هر سه متحرک یکسان است ($\Delta t_A = \Delta t_B = \Delta t_C = \Delta t$).

در این مدت متحرک B بیشترین مسافت را طی کرده بنابراین تندی متحرک B

از بقیه بیشتر است. ($s_{av} = \ell / \Delta t$)



جابه‌جایی متحرک B و C یکسان اما جابه‌جایی متحرک A کمتر از آن‌هاست بنابراین

متحرک A دارای کمینه سرعت متوسط ($v_{av} = \Delta x / \Delta t$) است. نمای ۲ و ۳

نمای ۲ و ۴

ابتدا با توجه به سرعت متوسط از لحظه $t = 0$ تا $t = 3s$ مکان متحرک را در $t = 3s$ به دست می‌آوریم:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow 2 = \frac{x_A - 0}{3} \Rightarrow x_A = 6m$$

سرعت در نقطه A برابر شیب خط مماس بر نمودار در نقطه A می‌باشد.

$$v = \frac{6 - 0}{3 - 1} = 3m/s$$

نمای ۶

نمای ۴ و ۵

خط فکری: سرعت متوسط در مدت $5s$ برابر $2m/s$ است، بنابراین شما

می‌توانید جابه‌جایی متحرک در این مدت را بیابید. سپس به کمک تندی متوسط،

مسافت طی شده را حساب کنید تا بتوانید بیشترین فاصله متحرک از مبدأ در مدت $5s$

را به دست بیاورید.

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow 2 = \frac{\Delta x}{5} \Rightarrow \Delta x = 10m$$

۱. جابه‌جایی را به دست می‌آوریم.

یادآوری: تندی کمیت نرده‌ای اما سرعت و شتاب کمیت برداری است.

خط‌فکری: برای یافتن اندازه شتاب باید زمان را به کمک تندی به‌دست بیاورید اما برای به‌دست آوردن تغییر سرعت، قطعاً باید جهت بردار سرعت در نقطه A و D را در نظر بگیرید.

۱. مسافت طی شده از A تا D را باید حساب کنیم، البته ابتدا باید طول BC را به‌دست بیاوریم.

$$BC = \sqrt{3^2 + 4^2} \Rightarrow BC = 5 \text{ m}$$

$$\ell = AB + BC + CD$$

$$\Rightarrow \ell = 3 + 5 + 4$$

$$\Rightarrow \ell = 12 \text{ m}$$

۲. زمان را به کمک تندی متحرک حساب می‌کنیم.

$$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} \quad s_{av} = 2 \text{ m/s} \quad 2 = \frac{12}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 6 \text{ s}$$

۳. بردار سرعت در نقطه A و نقطه D برهم عمود هستند، بردار تغییر سرعت خواهد شد:

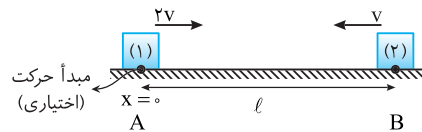
$$\Delta v = \sqrt{2^2 + 2^2} \Rightarrow \Delta v = 2\sqrt{2} \text{ m/s}$$

۴. شتاب متوسط خواهد شد:

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a_{av} = \frac{2\sqrt{2}}{6} \Rightarrow a_{av} = \frac{1}{3}\sqrt{2} \text{ m/s}^2$$

نمای ۱۵

نقطه A را مبدأ و جهت راست را جهت مثبت می‌گیریم. فاصله AB را با حرف ℓ نمایش می‌دهیم.



۱. ابتدا معادله حرکت دو متحرک را می‌نویسیم:

$$x = vt + x_0 \Rightarrow \begin{cases} x_1 = 2vt \\ x_2 = -vt + \ell \end{cases}$$

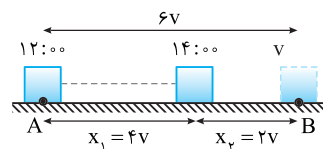
۲. دو متحرک بعد از $2h$ به هم می‌رسند، یعنی اگر در معادله حرکت x_1 و x_2 به جای t ، $2h$ قرار بدهیم x_1 با x_2 برابر می‌شود.

$$t = 2h \Rightarrow \begin{cases} x_1 = 4v \\ x_2 = -2v + \ell \end{cases} \xrightarrow{x_1 = x_2} 4v = -2v + \ell \Rightarrow \ell = 6v$$

۳. مکان رسیدن دو متحرک به هم خواهد شد:

$$x_1 = 2vt \xrightarrow{\Delta t = 2h} x = 4v$$

۴. با توجه به شکل از محل رسیدن دو متحرک به هم تا زمانی که متحرک (۱) به مکان B می‌رسد متحرک باید $\Delta x = 2v$ جابه‌جا شود: $\Delta x = 2v \Rightarrow t = 1h$ بنابراین یک ساعت بعد از ساعت ۱۴:۰۰ متحرک به نقطه B می‌رسد یعنی در ساعت ۱۵:۰۰.



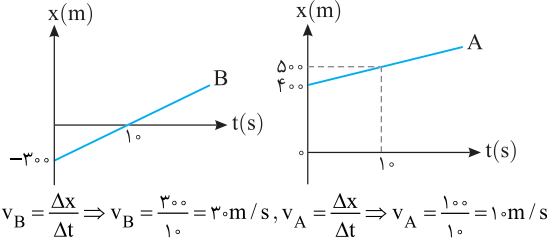
نمای ۱۱

خط‌فکری: ابتدا با توجه به نمودار باید معادله حرکت دو متحرک را بنویسیم. فاصله بین دو متحرک برابر تفاضل مکان دو متحرک یعنی $|x_A - x_B|$ است.

نکته: اگر نمودار $x-t$ متحرکی به صورت خط راست باشد، حرکت متحرک با سرعت ثابت بوده و معادله حرکت آن به صورت $x = vt + x_0$ است.

یادآوری: شیب نمودار $x-t$ برابر سرعت متحرک است.

۱. با توجه به شیب خطها، سرعت متحرک‌ها را به‌دست می‌آوریم:



۲. معادله حرکت دو متحرک را می‌نویسیم.

$$x_A = v_A t + x_{A0} \xrightarrow{\substack{v_A = 1 \text{ m/s} \\ x_{A0} = 4 \text{ m}}} x_A = 1 \cdot t + 4$$

$$x_B = v_B t + x_{B0} \xrightarrow{\substack{v_B = 3 \text{ m/s} \\ x_{B0} = -3 \text{ m}}} x_B = 3 \cdot t - 3$$

۳. فاصله دو متحرک از هم ۶۰۰ متر است، بنابراین:

$$|x_A - x_B| = 600 \xrightarrow{x_A = 1 \cdot t + 4, x_B = 3 \cdot t - 3} |1 \cdot t + 4 - 3 \cdot t + 3| = 600$$

$$\Rightarrow |-2 \cdot t + 7| = 600$$

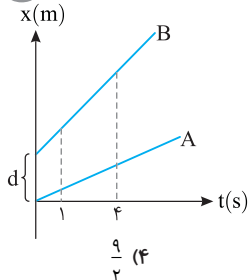
نکته: در حل معادله‌های قدرمطلقى حواستان باشد که:

۴. حال معادله را حساب می‌کنیم:

$$|-2 \cdot t + 7| = 600 \Rightarrow -2 \cdot t + 7 = \pm 600$$

$$\begin{cases} -2 \cdot t + 7 = 600 \Rightarrow -2 \cdot t = 593 \Rightarrow t_1 = 296.5 \\ -2 \cdot t + 7 = -600 \Rightarrow -2 \cdot t = -607 \Rightarrow t_2 = 303.5 \end{cases} \Rightarrow \frac{t_2 - t_1}{2} = \frac{6}{2} = 3$$

نمای ۱۴



بازی با سؤال: شکل مقابل

نمودار مکان - زمان دو متحرک را نشان می‌دهد. اگر فاصله دو متحرک از هم در لحظه $t = 4 \text{ s}$ ، دو برابر فاصله دو متحرک در $t = 1 \text{ s}$ باشد، فاصله دو متحرک در لحظه $t = 5 \text{ s}$ چند است؟

پاسخ: معادله حرکت دو متحرک را می‌نویسیم:

$$x = vt + x_0 \Rightarrow \begin{cases} \text{A} \rightarrow x_A = v_A t \\ \text{B} \rightarrow x_B = v_B t + d \end{cases}$$

۲. مکان دو متحرک را در لحظه $t = 1 \text{ s}$ و $t = 4 \text{ s}$ به‌دست می‌آوریم.

$$t = 1 \text{ s} \Rightarrow \begin{cases} x_A = v_A \\ x_B = v_B + d \end{cases} \quad t = 4 \text{ s} \Rightarrow \begin{cases} x'_A = 4v_A \\ x'_B = 4v_B + d \end{cases}$$

۳. فاصله دو متحرک در دو لحظه $t = 1 \text{ s}$ و $t = 4 \text{ s}$ را حساب می‌کنیم.

$$t = 1 \text{ s} \Rightarrow x_B - x_A = v_B + d - v_A \Rightarrow \Delta x = (v_B - v_A) + d$$

$$t = 4 \text{ s} \Rightarrow x'_B - x'_A = 4v_B + d - 4v_A \Rightarrow \Delta x' = 4(v_B - v_A) + d$$

۴. با توجه به فرض مسئله $\Delta x' / \Delta x = 2$ است بنابراین:

$$4(v_B - v_A) + d = 2[(v_B - v_A) + d]$$

$$\Rightarrow 4(v_B - v_A) + d = 2(v_B - v_A) + 2d$$

$$\Rightarrow 2(v_B - v_A) = d \Rightarrow (v_B - v_A) = \frac{d}{2} \quad (I)$$

پنجره ۲ روبه روی ۳

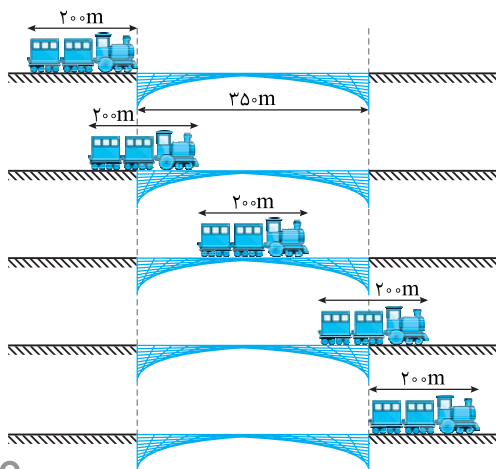
۴ ۱ B

در تمام شکل‌های زیر به غیر از شکل ابتدایی و نهایی قطار یا قسمتی از قطار روی پل قرار دارد بنابراین باید مدت زمانی که طول می‌کشد تا قطار به طور کامل از پل بگذرد را

$$\Delta x = 200 + 350 = 550 \text{ m}$$

به دست آوریم:

$$\Delta x = vt \Rightarrow 550 = 2.5t \Rightarrow t = 220 / 2.5$$



نمای ۱۲

۴ ۲ B

در ابتدا بردار سرعت و بردار شتاب مطلق شکل در خلاف جهت هم بوده و حرکت کندشونده است. اما دو حالت ممکن است اتفاق بیفتد. حالت اول اینکه متحرک پس از مدتی می‌ایستد و دیگر به حرکت خود ادامه نمی‌دهد. مانند تویی که روی سطح زمین پرتاب شده و بعد از مدتی می‌ایستد و گزینه (۱) درست است.

حالت دوم اینکه متحرک پس از توقف در خلاف جهت شروع به حرکت کند. در این حالت ابتدا کندشونده و سپس تندشونده است. مانند تویی که رو به بالا پرتاب می‌شود در ابتدا حرکتش کندشونده است، متوقف می‌شود و برمی‌گردد. بنابراین گزینه (۳) نیز می‌تواند درست باشد. اما گزینه (۲) قطعاً نادرست است.

نمای ۱۷

۴ ۳ B

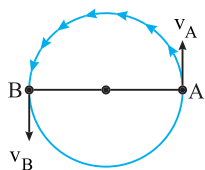
نکته: در هر نقطه از مسیر بردار سرعت بر مسیر حرکت مماس است.

۱. محیط دایره ۱۲m است. شعاع آن را حساب می‌کنیم.

$$2\pi R = 12 \Rightarrow \pi = 2 \Rightarrow R = 2 \text{ m}$$

۲. متحرک در مدت ۶s، $\frac{3}{4}$ محیط دایره را طی می‌کند. با یک تناسب ساده، مسافتی

$$\frac{6s}{4s} = \frac{\frac{3}{4} \times (\text{محیط})}{\ell} \Rightarrow \ell = \frac{1}{2} \times \text{محیط} \quad \text{که در } 4s \text{ طی می‌کند را به دست می‌آوریم.}$$



۳. بنابراین اگر متحرک در نقطه A باشد پس

از ۴s نصف دایره را دور می‌زند و به نقطه B می‌رود و جابه‌جایی آن برابر قطر AB است.

$$\Delta x = AB = 2R \Rightarrow \Delta x = 2 \times 2 = 4 \text{ m}$$

۴. سرعت متوسط خواهد شد:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{4}{4} = 1 \text{ m/s}$$

۵. تندی حرکت را به دست می‌آوریم. در هر ۶s، متحرک $\frac{3}{4}$ محیط را طی می‌کند.

$$v = \frac{\ell}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{\frac{3}{4} \times 12}{6} \Rightarrow v = 1 \text{ m/s}$$

بنابراین:

۵. مکان دو متحرک در $t = \Delta s$ را حساب می‌کنیم.

$$x_A'' = \Delta v_A, \quad x_B'' = \Delta v_B + d$$

۶. فاصله دو متحرک در $t = \Delta s$ خواهد شد:

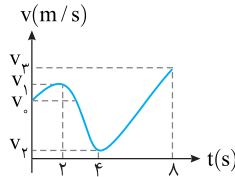
$$x_B'' - x_A'' = \Delta v_B + d - \Delta v_A \Rightarrow \Delta x(\Delta s) = \Delta(v_B - v_A) + d$$

از رابطه (I) جای گذاری می‌کنیم.

$$\Delta x(\Delta s) = \Delta\left(\frac{d}{\tau}\right) + d \Rightarrow \Delta x'' = \frac{\gamma}{\tau} d$$

گزینه ۱

سرعت در بازه ۴S تا ۸S کمتر از دو برابر بازه ۲S تا ۴S است و شتاب متوسط در بازه ۲S تا ۴S بیشتر از ۴S تا ۸S است. بازه ۴S تا ۸S هم بازه زمانی بیشتری از ۲S تا ۴S داشته و هم تغییرات سرعت آن کوچک‌تر است. پس شتاب متوسط در بازه ۲S تا ۴S از شتاب متوسط در بازه ۲S تا ۸S بیشتر است.



نمای ۱۸

خط فکری زمان واکنش راننده ΔS است. یعنی از لحظه‌ای که راننده مانع را می‌بیند تا لحظه‌ای که پدال ترمز را می‌فشرد ΔS طول می‌کشد و در این مدت خودرو با تندی ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد شما باید جابه‌جایی در این ΔS را حساب کنید. سپس، جابه‌جایی خودرو را در قسمت کندشونده به دست بیاورید اگر جمع این دو جابه‌جایی از فاصله خودرو تا مانع کمتر بود برخوردی صورت نمی‌گیرد اما اگر جمع جابه‌جایی تا توقف از فاصله خودرو تا مانع بیشتر باشد، خودرو قبل از توقف به مانع برخورد می‌کند. حال به سراغ حل مسئله بروید.

در مدت زمان واکنش راننده، خودرو با تندی ثابت $v = 72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$ به حرکت ادامه می‌دهد و مسافتی برابر مقدار زیر را طی می‌کند.

$$\Delta x_1 = vt = 20 \times 0.5 = 10 \text{ m}$$

پس از ترمز، خودرو با تندی اولیه 20 m/s و شتاب -4 m/s^2 با حرکت کندشونده می‌ایستد.

بنابراین اگر مانعی در کار نبود، خودرو پس از $10 + 5 = 15 \text{ m}$ متوقف می‌شد اما فاصله خودرو از مانع 52 m است یعنی خودرو پس از $52 - 10 = 42 \text{ m}$ جابه‌جایی در قسمت کندشونده حرکت به مانع برخورد می‌کند بنابراین سرعت برخورد آن به مانع خواهد شد.

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow v^2 - 400 = 2(-4) \times 42 \Rightarrow v^2 = 64 \Rightarrow v = 8 \text{ m/s}$$

یعنی خودرو با تندی 8 m/s به مانع برخورد می‌کند.

نمای ۲۷

خط فکری دو متحرک در یک لحظه از یک مبدأ به سوی یک مقصد به راه افتاده‌اند. یعنی جابه‌جایی دو متحرک از ابتدا تا انتهای مسیر یکسان است ($\Delta x_1 = \Delta x_2$) اما متحرک دوم که دارای شتاب بزرگ‌تری است 4 s زودتر به مقصد می‌رسد. یعنی اگر زمان متحرک اول t_1 باشد زمان متحرک دوم $t_2 = t_1 - 4$ است. بنابراین شما معادله حرکت دو متحرک را نسبت به مبدأ حرکت بنویسید و آن‌ها را با هم برابر قرار دهید.

معادله حرکت دو متحرک خواهد شد:

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \xrightarrow{x_0=0, v_0=0} \begin{cases} \text{متحرک اول} & x_1 = \frac{1}{2}a_1t_1^2 + 0 \\ \text{متحرک دوم} & x_2 = \frac{1}{2}a_2(t_1 - 4)^2 + 0 \end{cases}$$

دو معادله را برابر قرار می‌دهیم.

$$x_1 = x_2 \Rightarrow \frac{1}{2}a_1t_1^2 = \frac{1}{2}a_2(t_1 - 4)^2 \Rightarrow \frac{1}{2}a_1t_1^2 = \frac{1}{2}(\frac{9}{4}a_1)(t_1 - 4)^2$$

$$\Rightarrow t_1 = \frac{3}{2}(t_1 - 4) \Rightarrow 2t_1 = 3t_1 - 12 \Rightarrow t_1 = 12 \text{ s}$$

بنابراین زمان حرکت متحرکی که زودتر به مقصد می‌رسد خواهد شد.

$$t_2 = t_1 - 4 \Rightarrow t_2 = 12 - 4 = 8 \text{ s}$$

نمای ۳۴

۶ اگر سرعت در نقطه A را $1/5 \text{ m/s}$ در نظر بگیریم، سرعت در نقطه B، $1/5 \text{ m/s}$ است و اندازه تغییر سرعت خواهد شد: $|\Delta v| = |-1/5 - 1/5| = 2/5 \text{ m/s}$

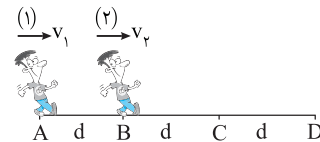
۷ شتاب متوسط حرکت را حساب می‌کنیم. $a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{2/5}{4} = 1/10 \text{ m/s}^2$

نمای ۱۵

خط فکری دو نفر در نقطه C به هم می‌رسند. نقطه A را مبدأ و سمت راست را جهت مثبت بگیرد. معادله‌های حرکت را بنویسید و در نقطه C با هم برابر قرار دهید تا رابطه‌ای بین v_1 و v_2 به دست بیاورید.

۱ شخص (۲) پس از شخص (۱) راه افتاده است. بنابراین اگر شخص (۱) مدت t در حرکت باشد، شخص (۲) مدت $t - 20$ در حرکت خواهد بود. با دانستن این مطلب معادله حرکت هر شخص خواهد شد.

$$x = vt + x_0 \Rightarrow \begin{cases} \text{شخص (۱)} & x_1 = v_1t + 0 \quad (I) \\ \text{شخص (۲)} & x_2 = v_2(t - 20) + d \quad (II) \end{cases}$$



۲ وقتی دو متحرک به C می‌رسند مکان‌های آن‌ها با هم برابر می‌شود. بنابراین

$$x_1 = v_1t \Rightarrow 2d = v_1t \Rightarrow t = \frac{2d}{v_1}$$

$$x_2 = v_2(t - 20) + d \Rightarrow 2d = v_2(t - 20) + d \Rightarrow d = v_2(\frac{2d}{v_1} - 20)$$

$$\Rightarrow \frac{d}{v_2} = \frac{2d}{v_1} - 20$$

شخص (۱) فاصله C تا D را در $t_1 = \frac{d}{v_1}$ و شخص (۲) فاصله B تا O را در $t_2 = \frac{d}{v_2}$

طی می‌کند. بنابراین اختلاف زمانی رسیدن دو شخص به D خواهد شد:

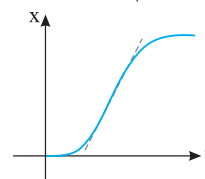
$$\Delta t = \left| \frac{d}{v_2} - \frac{d}{v_1} \right| = \frac{2d}{v_1} - 20 - \frac{d}{v_1} = \frac{d}{v_1} - 20$$

نمای ۱۱

نکته شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان برابر سرعت لحظه‌ای است و هرگاه متحرک بدون سرعت اولیه باشد، باید نمودار مکان - زمان در مبدأ زمان بر محور t مماس باشد. متحرک از حال سکون حرکت کرده بنابراین نمودار مکان زمان در $t = 0$ باید بر محور زمان مماس باشد، سپس سرعت ثابت مانده و باید نمودار مکان زمان خط راست مایلی باشد که بر نمودار سهمی قسمت اول مماس باشد هم چنین بر نمودار سهمی قسمت کندشونده حرکت نیز باید مماس باشد تا سرعت در این لحظات با هم برابر شود. بنابراین گزینه (۱) درست و گزینه (۲) نادرست است.

به شکل روبه‌رو دقت کنید، شیب خط راست و شیب خط مماس بر دو منحنی یکسان است.

نمای ۲۱



خط فکری در حل این مسئله باید به فاصله سرعت‌ها کاملاً دقت کنید. یعنی باید بدانید که با توجه به نمودار $|v_1 - v_2| > |v_1 - v_0|$ است بازه زمانی‌ها یکسان بوده پس

با توجه به اینکه $a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ است پس شتاب متوسط در بازه ۲S تا ۴S بزرگ‌تر از صفر

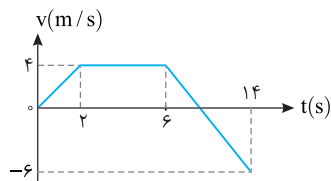
تا ۲S است. در بازه ۴S تا ۸S بازه زمانی دو برابر بازه زمانی ۲S تا ۴S است. تغییرات سرعت در بازه ۴S تا ۸S بیشتر از ۲S تا ۴S بوده اما دو برابر این بازه نیست و تغییرات

پنجره ۳ روبه روی ۴

۲ ۱ B

خط فکری جهت حرکت همان جهت سرعت است. بنابراین وقتی که متحرک در خلاف جهت محور در حرکت است یعنی سرعت منفی است، بنابراین از لحظه t_1 تا $14s$ متحرک در خلاف جهت محور در حرکت بوده است. باید t_1 را به دست بیاوریم. به کمک شیب خط AB ، t_1 را حساب می کنیم.

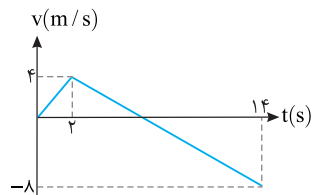
$$\frac{-6-4}{14-6} = \frac{-6-0}{14-t_1} \Rightarrow \frac{-10}{8} = \frac{-6}{14-t_1} \Rightarrow -70 + 8t_1 = -24 \Rightarrow 8t_1 = 46 \Rightarrow t_1 = 9/2s$$



بنابراین متحرک به مدت $14 - 9/2 = 4/8s$ در خلاف جهت محور در حال حرکت بوده است.

نمای ۴۰

بازی با سوال متحرکی روی محور x حرکت می کند و نمودار سرعت - زمان آن مطابق شکل روبه رو است. متحرک در 14 ثانیه اول، چند ثانیه در سوی مخالف محور x حرکت کرده است؟



ریاضی - ۸۹

۴ (۱)

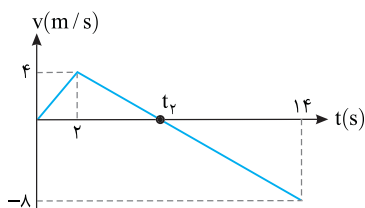
۶ (۲)

۸ (۳)

۱۲ (۴)

پایه در بازه زمانی که سرعت منفی است، متحرک در خلاف جهت محور x ها در حرکت بوده است. ابتدا در بازه $t=2s$ تا $t=14s$ شتاب حرکت را به دست می آوریم:

$$a = \frac{v-v_0}{t} \Rightarrow a = \frac{-8-4}{14-2} = -1m/s^2$$



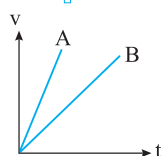
اکنون لحظه صفر شدن سرعت را حساب می کنیم:

$$v = a(t - t_1) + v_0 \Rightarrow 0 = -1(t - 2) + 4 \Rightarrow t - 2 = 4 \Rightarrow t = 6s$$

بنابراین در بازه بین $6s$ تا $14s$ یعنی به مدت $8s$ ، متحرک در خلاف جهت محور x ها در حرکت است.

گزینه ۳

مسئله را می توانید به کمک شیب خط نیز حل کنید.



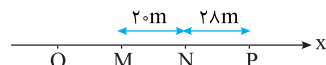
به نمودار $v-t$ دقت کنید. هر دو متحرک از حال سکون شروع به حرکت کرده اند، بنابراین در لحظه $t=0$ باید هر دو نمودار $x-t$ متحرک A و B بر محور زمان مماس باشند، بنابراین گزینه (۱) و (۲) نادرست هستند.

سرعت متحرک A در هر لحظه از سرعت متحرک B بیشتر است، بنابراین در هر لحظه A از B جلوتر است ($x_A > x_B$). در نتیجه گزینه (۳) درست و گزینه (۴) نادرست است.

نمای ۴۳

۲ ۹ B

به روش حل دقت کنید. شتاب ثابت است. بنابراین اگر شتاب را a در نظر بگیریم و سرعت در نقطه N را v فرض کنیم با توجه به تعریف شتاب که برابر تغییر سرعت در هر ثانیه است، سرعت $4s$ قبل از N خواهد شد: ($v_M = v - 4a$) و سرعت $4s$ بعد از N خواهد شد. ($v_P = v + 4a$)



۱ اکنون به سراغ فرمول مستقل از شتاب می رویم:

$$\Delta x = \frac{v_1 + v_2}{2} t \Rightarrow 20 + 28 = \frac{v_P + v_M}{2} \times 8 \Rightarrow 48 = (v - 4a + v + 4a) \times 4 \Rightarrow v = 6m/s$$

۲ مجدداً فرمول مستقل از شتاب را برای جابه جایی می نویسیم.

$$MN = \frac{v_M + v_N}{2} t_{MN} \Rightarrow 20 = \frac{6 - 4a + 6}{2} \times 4 \Rightarrow 10 = 12 - 4a \Rightarrow a = \frac{1}{2} m/s^2$$

۳ سرعت در مکان M خواهد شد:

$$v_M = v - 4a = 6 - 4 \times \frac{1}{2} = 4m/s$$

به کمک معادله مستقل از زمان فاصله OM را حساب می کنیم.

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow v_M^2 - 0 = 2a(OM) \Rightarrow 4^2 = 2 \times \frac{1}{2} OM \Rightarrow OM = 16m$$

میانبر برای به دست آوردن شتاب می توانستید از نکته زیر استفاده کنید.

نکته در حرکت با شتاب ثابت روی خط راست در بازه های زمانی یکسان t جابه جایی ها دنباله حسابی یا قدرنسبت at^2 تشکیل می دهند.

$$d_2 - d_1 = at^2 \Rightarrow \frac{d_2 = 20m, d_1 = 28m}{t = 4s} \Rightarrow a = \frac{(4)^2}{2} \Rightarrow a = \frac{1}{2} m/s^2$$

نمای ۲۸

۳ ۱۰ B

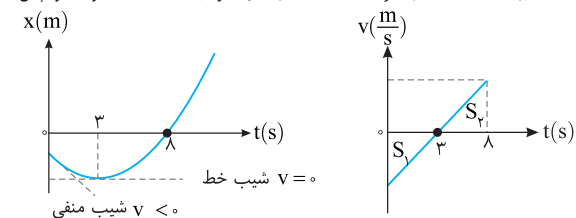
نکته در نمودار $v-t$ سطح زیر نمودار مسافت و جابه جایی متحرک را مشخص می کند:

$$\Delta x = S_1 + S_2; S_1 > 0, S_2 < 0$$

$$\ell = S_1 + |S_2|$$

خط فکری برای به دست آوردن مسافت و تندی متوسط بهتر است نمودار $v-t$ رسم شود.

در گام اول از روی نمودار $x-t$ باید نمودار $v-t$ رسم شود. با توجه به اینکه شیب خط مماس بر منحنی $x-t$ نشان دهنده سرعت لحظه ای است، سرعت اولیه متحرک منفی و سرعت در لحظه $t=3s$ برابر صفر است. از طرفی چون دهانه منحنی $x-t$ رو به بالاست، شتاب حرکت مثبت است و شیب نمودار $v-t$ مثبت خواهد بود پس:



یادآور ریاضی نسبت مساحت های دو مثلث متشابه، برابر با مجذور نسبت تشابه آنها است.

با توجه به نمودار $v-t$ و با استفاده از تشابه مثلث ها نسبت مساحت های S_1 و S_2

$$\frac{S_2}{S_1} = \left(\frac{3-0}{3-0}\right)^2 = \frac{25}{9} \Rightarrow S_2 = \frac{25}{9} S_1$$

محاسبه می شود.

با توجه به نکته ابتدایی سؤال از روی S_1 و S_2 جابه جایی و مسافت مشخص می شود. دقت کنید که S_1 زیر محور افقی بوده و در جابه جایی علامت منفی باید لحاظ شود.

$$\left. \begin{aligned} \ell &= S_1 + S_2 = S_1 + \frac{25}{9} S_1 = \frac{34}{9} S_1 \\ \Delta x &= S_2 - S_1 = \frac{25}{9} S_1 - S_1 = \frac{16}{9} S_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{\Delta x}{\ell} = \frac{\frac{16}{9} S_1}{\frac{34}{9} S_1} = \frac{8}{17}$$

نمای ۲۹



پاسخ با توجه به شکل زیر، برای هر قسمت سرعت در انتهای هر قست و جابه‌جایی در آن قسمت را بر حسب پارامتر t حساب می‌کنیم.

$$v = at + v_0 \Rightarrow v = 3 \times \frac{t}{3} \Rightarrow v = 2t$$

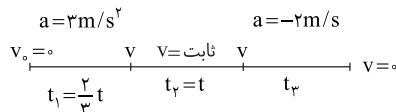
$$\Delta x_1 = \frac{v + v_0}{2} t_1 \Rightarrow \Delta x_1 = \frac{2t + 0}{2} \times \frac{t}{3} \Rightarrow \Delta x_1 = \frac{2t^2}{3}$$

$$\text{قسمت دوم: } \Delta x_2 = vt_2 \Rightarrow \Delta x_2 = 2t(t) = 2t^2$$

$$\text{قسمت سوم: } v = at + v_0 \Rightarrow 0 = -2t_3 + v$$

$$\Rightarrow t_3 = \frac{v}{2} \xrightarrow{(1)} t_3 = \frac{2t}{2} = t$$

$$\Delta x_3 = \frac{v + v_0}{2} t_3 \Rightarrow \Delta x_3 = \frac{0 + v}{2} t \Rightarrow \Delta x_3 = \frac{0 + 2t}{2} t = t^2$$



با توجه به صورت سؤال فاصله دو ایستگاه از هم ۳ کیلومتر است، از این رو باید جمع جابه‌جایی‌ها برابر ۳۰۰۰m شود.

$$\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3 = 3000 \text{m}$$

$$\frac{2t^2}{3} + 2t^2 + t^2 = 3000 \Rightarrow \frac{2t^2 + 6t^2 + 3t^2}{3} = 3000 \Rightarrow \frac{11t^2}{3} = 3000 \Rightarrow t^2 = \frac{9000}{11} \Rightarrow t \approx 28.5 \text{s}$$

گزینه ۲

پاسخ

نکته در حرکت با شتاب ثابت روی خط راست، جابه‌جایی‌ها در بازه‌های زمانی یکسان و متوالی T دنباله حسابی تشکیل می‌دهند.

در دنباله حسابی، جمله وسط میانگین دو جمله دیگر است. از چهار گزینه‌ها، گزینه‌های (۳) و (۴)، دنباله حسابی نبوده و نادرست هستند. اما بین گزینه‌های (۱) و (۲) کدام را باید انتخاب کرد؟ با توجه به صورت مسئله حرکت تندشونده است. در این صورت با گذشت زمان زمان متحرک جابه‌جایی بزرگتری طی می‌کند، بنابراین گزینه (۲) (۱۰m، ۳۰m و ۵۰m) درست است.

نمای ۳۷

بازی با سؤال خودرویی با شتاب ثابت روی خط راست حرکت می‌کند. این خودرو در ثانیه پنجم حرکت خود ۵۶m و در ثانیه ششم حرکت خود ۵۹m را می‌پیماید. در این صورت شتاب و سرعت اولیه خودرو به ترتیب از راست به چپ چند واحد SI می‌باشند؟

- (۱) ۴۲/۵، ۳ (۲) ۲۹/۶ (۳) ۳، ۴۲/۵ (۴) ۲۹/۶، ۳

پاسخ در حرکت با شتاب ثابت روی خط راست، جابه‌جایی در ثانیه t از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\Delta x(t) = \frac{1}{2} a (2t-1) + v_0 \Rightarrow \begin{cases} t=5s \Rightarrow 56 = \frac{1}{2} a (9) + v_0 \\ t=6s \Rightarrow 59 = \frac{1}{2} a (11) + v_0 \end{cases}$$

$$\xrightarrow{\text{دو رابطه را از هم کم می‌کنیم}} 59 - 56 = \frac{1}{2} a (11 - 9) \Rightarrow a = 3 \text{m/s}^2$$

اکنون با قرار دادن شتاب در یکی از معادله‌ها، سرعت اولیه را حساب می‌کنیم:

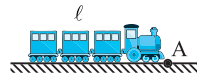
$$56 = \frac{1}{2} \times 3 \times 9 + v_0 \Rightarrow v_0 = 42.5 \text{m/s}$$

روش دیگر: در حرکت با شتاب ثابت جابه‌جایی‌ها در ثانیه‌های متوالی به اندازه شتاب باهم فرق دارند، یعنی اگر در ثانیه t و $t+1$ جابه‌جایی‌ها را از هم کم کنیم شتاب به دست می‌آید. از این رو کافی است جابه‌جایی در ثانیه پنجم و ششم را از هم کم کرده و شتاب را به دست آوریم:

$$a = 59 - 56 = 3 \text{m/s}^2$$

گزینه ۱

پاسخ



مسئله ساده‌ای است. قطار در مدت ۱۰s به اندازه

ℓ با شتاب 1m/s^2 و سرعت اولیه 2m/s

جابه‌جا شده است بنابراین از معادله حرکت با شتاب ثابت ℓ را حساب می‌کنیم.

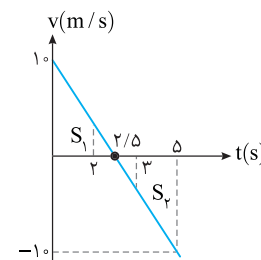
$$\Delta x = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 t \Rightarrow \ell = \frac{1}{2} \times 1 \times 10^2 + 2 \times 10 \Rightarrow \ell = 250 \text{m}$$

نمای ۲۲

پاسخ

خط فکری حرکت دارای شتاب ثابت است و در ثانیه سوم حرکت یعنی در بازه $t=2s$ تا $t=3s$ جابه‌جایی متحرک صفر است. در این بازه سرعت صفر شده و متحرک تغییر جهت داده است. به دلیل تقارن حرکت با شتاب ثابت در دو طرف لحظه تغییر جهت، باید لحظه تغییر جهت $t=2.5s$ باشد و در مدت $2/5s$ سرعت متحرک از 1m/s به صفر رسیده است. با این دانسته‌ها اکنون شما می‌توانید برای یافتن مسافت طی شده در $5s$ ، ابتدا جابه‌جایی در بازه 0 تا $2/5s$ را حساب کرده سپس آن را دو برابر کنید. جابه‌جایی متحرک در بازه صفر تا $2/5s$ را از معادله مستقل از شتاب حساب می‌کنیم.

$$\Delta x = \frac{v + v_0}{2} \Delta t \Rightarrow \Delta x = \frac{0 + 1}{2} \times 2/5 = 12/5 \text{m}$$



مسافت طی شده در مدت صفر تا $5s$

خواهد شد: $\ell = 12/5 + 12/5 = 24/5 \text{m}$

روش حل به کمک نمودار $v-t$:

$$\ell = |S_1| + |S_3| \Rightarrow \ell = \frac{1 \times 2/5}{2} + \left| \frac{-1 \times 2/5}{2} \right| = 24/5 \text{m}$$

نمای ۳۲

پاسخ

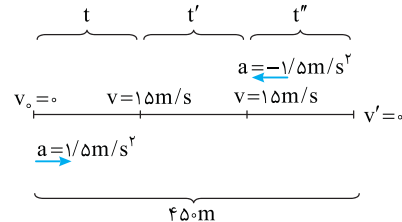
۱ ابتدا باید سرعت خودرو به 15m/s برسد. بنابراین زمان و جابه‌جایی متحرک را تا رسیدن به سرعت 15m/s را حساب می‌کنیم.

$$v = at + v_0 \Rightarrow 15 = 1/5 t \Rightarrow t = 10 \text{s}, \Delta x = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} \times 1/5 \times 10^2 = 100 \text{m}$$

۲ سپس با سرعت 15m/s با حرکت یکنواخت پیش می‌رود و سرانجام با شتاب $-1/5 \text{m/s}^2$ می‌ایستد. مدت زمان حرکت کندشونده و جابه‌جایی در این مدت را حساب می‌کنیم.

$$v = at + v_0 \Rightarrow 0 = -1/5 t' + 15 \Rightarrow t' = 10 \text{s}$$

$$\Delta x'' = \frac{1}{2} a (t'')^2 + vt'' \Rightarrow \Delta x'' = 100 \text{m}$$



۳ در قسمت تندشونده و کندشونده جمعاً $100 + 100 = 200 \text{m}$ جابه‌جایی صورت گرفته است. در حالی که تمام مسیر 450m است. پس این متحرک 250m را با

سرعت 15m/s پیموده است. حال زمان حرکت با سرعت ثابت را به دست می‌آوریم:

$$\Delta x' = vt' \Rightarrow 250 = 15 t' \Rightarrow t' = 20 \text{s}$$

نمای ۳۳

۴ حداقل زمان حرکت $t_{\text{کل}} = 10 + 20 + 10 = 40 \text{s}$ است.

بازی با سؤال قطاری از یک ایستگاه روی مسیر مستقیمی به سوی

ایستگاه دیگری در فاصله 3km از حال سکون به راه می‌افتد. ابتدا در $\frac{2}{3} t$ با

شتاب ثابت 3m/s^2 بر سرعت خود می‌افزاید و سپس t ثانیه با سرعت ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد و در نهایت با شتاب ثابت 2m/s^2 ترمز می‌کند و در ایستگاه مقصد متوقف می‌شود. t به کدام گزینه بر حسب ثانیه نزدیک‌تر است؟

- (۱) ۸ (۲) ۲۸ (۳) ۱۸ (۴) ۳۲

۴ معادله سرعت زمان B را می نویسیم:

$$v_B = a_B t + v_0 \xrightarrow{(I)} v_B = \frac{d}{\Delta_0} t$$

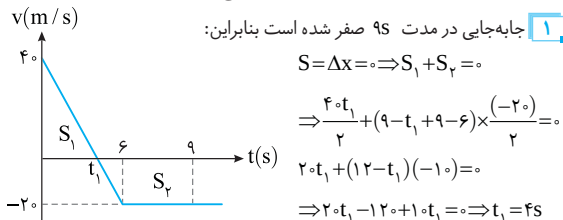
۵ اکنون لحظه ای که سرعت A و B برابر است را می توان حساب کرد.

$$v_A = v_B \Rightarrow \frac{d}{f} = \frac{d}{\Delta_0} t \Rightarrow t = 12/\Delta_0$$

نمای ۳۹

۳ ۹ B

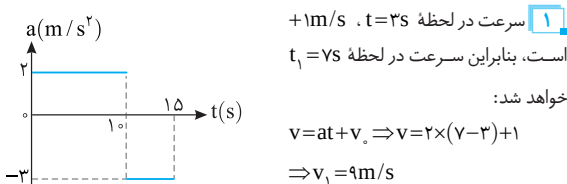
خط فکری وقتی به شما نمودار سرعت زمان متحرکی را می دهند و به شما می گویند متحرک در مدت t به مکان اولیه خود باز می گردد یعنی سطح زیر نمودار v-t در این مدت باید صفر شود. با توجه به این مطالب باید جمع S_۱ و S_۲ صفر شود.



۲ اکنون با توجه به نمودار در بازه صفر تا t_۱ = 4s تندی متحرک در حال کاهش و حرکت کندشونده است.

نمای ۴۰

۳ ۱۰ B



۲ سرعت در لحظه t = 10s را حساب می کنیم

$$v = at + v_0 \Rightarrow v_7 = 2 \times (10 - 3) + 1 \Rightarrow v_7 = 15m/s$$

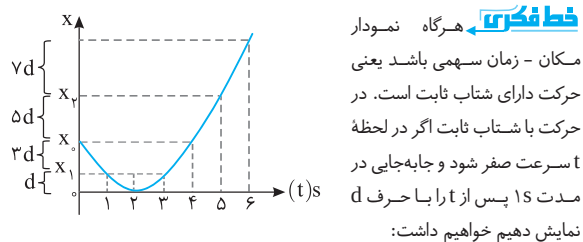
۳ جابه جایی را در بازه ۷s تا ۱۰s به دست می آوریم.

$$\Delta x_1 = \frac{v_1 + v_2}{2} \times \Delta t_1 = \frac{15 + 9}{2} \times (10 - 7) = 36m$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v_{av} = \frac{36}{10 - 7} \Rightarrow v_{av} = 12m/s \text{ : سرعت متوسط برابر است با:}$$

نمای ۴۲

۴ ۷ B



شما باید در بازه هایی که مسئله بیان می کند، مسافت ها را حساب کنید.

گزینه (۱): مسافت طی شده در ۳s اول یعنی از صفر تا ۳s برابر است با:

$$\ell = 3d + d + d = 5d$$

مسافت طی شده در ۳s دوم یعنی از ۳s تا ۶s برابر است با: $\ell' = 3d + 5d + 7d = 15d$ بنابراین گزینه (۱) نادرست است.

نکته هر گاه متحرک در یک بازه زمان سرعتش صفر شده و تغییر جهت دهد همواره مسافت طی شده از جابه جایی بزرگ تر است.

گزینه (۲): در بازه صفر تا ۳s سرعت در لحظه t = 2s صفر می شود یعنی متحرک می ایستد و برمی گردد، بنابراین مسافت طی شده در ۳s اول از جابه جایی متحرک در ۳s اول بیشتر است و گزینه (۲) نادرست است.

گزینه (۳): t = 2s رأس سهمی است و نمودار نسبت به محور گذرنده از t = 2s دارای تقارن است یعنی اگر متحرک در t = 0 در مکان x_۱ باشد در t = 4s نیز در مکان x_۱ است و جابه جایی و سرعت متوسط در بازه ۰ تا ۴s صفر است، در حالی که جابه جایی در بازه ۱s تا ۵s برابر x_۲ - x_۱ است و مخالف صفر است و گزینه (۳) نادرست است.

گزینه (۴): به نموداری که رسم کرده ایم به دقت نگاه کنید جابه جایی متحرک در ۳s اول یعنی در بازه t = 0 تا t = 3s برابر ۳d است همچنین در بازه t = 1s تا t = 4s جابه جایی ۳d است بنابراین در هر دو حالت سرعت متوسط $v_{av} = \frac{3d}{3}$ خواهد شد و سرعت متوسط در این دو بازه با هم برابر است و گزینه (۴) درست است.

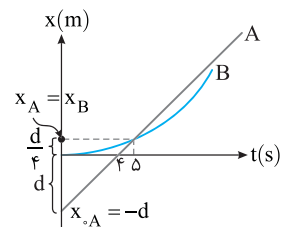
نمای ۲۹

۲ ۸ C

خط فکری در حل این مسئله دقت کنید که ما پارامتری به نام d را معرفی می کنیم و به کمک آن مسئله را حل می کنیم. مکان اولیه متحرک A، x_۰ = -d است و با توجه به شیب خط، مکان متحرک A در t = 5s را به دست می آوریم و بقیه ماجرا را دنبال کنید.

۱ محل ملاقات A و B در لحظه t = 5s را به کمک شیب نمودار A به دست می آوریم.

$$\frac{d - 0}{4 - 0} = \frac{x_A}{5 - 4} \Rightarrow x_A = \frac{d}{4} \Rightarrow x_B = \frac{d}{4}$$



۲ متحرک B در بازه صفر تا 5s با شتاب ثابت جابه جایی $\frac{d}{4}$ را طی کرده است، شتاب حرکت B را برحسب d به دست می آوریم:

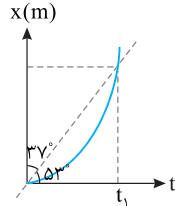
$$x = \frac{1}{2} at^2 \Rightarrow \frac{d}{4} = \frac{1}{2} a_B \times 5^2 \Rightarrow a_B = \frac{d}{\Delta_0} \quad (I)$$

۳ متحرک A دارای سرعت ثابت است، مقدار آن را برحسب d حساب می کنیم.

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \xrightarrow{\Delta x = \frac{d}{4}} v = \frac{\frac{d}{4}}{5 - 4} \Rightarrow v_A = \frac{d}{4}$$



A ۲ ۳



شیب خط قاطع نمودار $x-t$ برابر سرعت متوسط است از این‌رو:

$$v_{av} = \tan \alpha = \tan 3^\circ$$

$$\Rightarrow v_{av} = \frac{0/8}{0/6} = \frac{4}{3} \text{ m/s}$$

از طرفی نمودار مکان - زمان سهمی است، یعنی حرکت

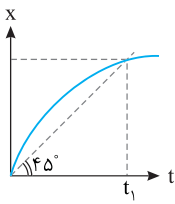
$$v_{av} = \frac{v + v_0}{2}$$

دارای شتاب ثابت است، از این‌رو:

در لحظه $t=0$ سرعت اولیه صفر است، بنابراین سرعت در لحظه t_1 خواهد شد:

$$\frac{4}{3} = \frac{v + 0}{2} \Rightarrow v = \frac{8}{3} \text{ m/s}$$

نمای ۳۸



بازی با سوال در شکل روبه‌رو نمودار مکان - زمان متحرکی که بخشی از یک سهمی است، رسم شده است. در لحظه $t = \frac{t_1}{2}$ سرعت متحرک چند متر بر ثانیه است؟ (مقیاس روی هر محور معادل یکای کمیت است.)

$$\frac{1}{8} \quad \frac{1}{4} \quad \frac{1}{2} \quad \frac{3}{4} \quad 1$$

پاسخ شیب خط قاطع نمودار مکان - زمان برابر سرعت متوسط در آن بازه زمانی است. پس سرعت متوسط در بازه صفر تا t_1 را به کمک شیب خط

$$v_{av} = \tan 45^\circ \Rightarrow v_{av} = 1 \text{ m/s}$$

قاطع به‌دست می‌آوریم.

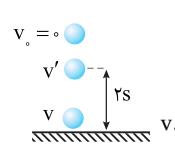
$$v_{av} = \frac{v_1 + v_2}{2} \Rightarrow v_{av} = 1 \text{ m/s}$$

بوده و در واقع سرعت متوسط میانگین سرعت ابتدایی و انتهایی

برابر است با:

گزینه ۱

B ۴ ۴



جهت مثبت را برای سادگی رو به پایین اختیار می‌کنیم. اگر سرعت گلوله هنگام رسیدن به زمین را v بگیریم و سرعت $2s$ قبل از آن را v' خواهیم داشت:

$$v_2 = at + v_1 \Rightarrow v = gt + v' \Rightarrow v = 20 + v' \Rightarrow v' = v - 20$$

سرعت متوسط برابر میانگین سرعت در ابتدا و انتهای یک بازه زمانی است پس سرعت متوسط در $2s$ آخر سقوط برابر میانگین سرعت v و v' است:

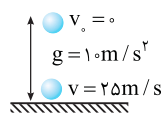
$$v_{av} = \frac{v + v'}{2} \Rightarrow v_{av} = \frac{v + v - 20}{2} \Rightarrow 15 = \frac{2v - 20}{2} \Rightarrow v = 25 \text{ m/s}$$

گلوله رها شده و $v_0 = 0$ بوده و سرعت هنگام رسیدن به زمین $v = 25 \text{ m/s}$ است. به

کمک معادله مستقل از زمان h را حساب می‌کنیم:

$$v^2 - v_0^2 = 2g\Delta y \xrightarrow{v_0=0, g=10 \text{ m/s}^2, v=25 \text{ m/s}} (25)^2 = 20h \Rightarrow h = \frac{625}{20} = 31.25 \text{ m}$$

نمای ۴۵



B ۳ ۵

خط فکری در این سؤال تنها سرعت هنگام رها شدن یعنی $v_0 = 0$ را داریم. پس

برای مسیرهای OA و OB با سرعت اولیه صفر معادله حرکت را می‌نویسیم.

پنجره ۴ روبه‌روی ۵



B ۲ ۱

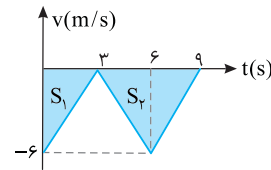
تندی در لحظه‌های $t=0$ ، $t=3s$ ، $t=6s$ و $t=9s$ را به‌دست آورده و نمودار سرعت - زمان را رسم می‌کنیم:

$$t=0 \Rightarrow v_0 = -6 \text{ m/s}$$

$$t=3s \Rightarrow v = a_1 t_1 + v_0 \Rightarrow v = 2 \times 3 + (-6) = 0$$

$$t=6s \Rightarrow v = (-2 \times 3) + 0 = -6 \text{ m/s}$$

$$t=9s \Rightarrow v = (2 \times 3) + (-6) = 0$$



مسافت طی شده برابر است با:

$$d = |S_1| + |S_2| \Rightarrow d = \left| \frac{(-6) \times 3}{2} \right| + \left| \frac{6 \times (-6)}{2} \right| \Rightarrow d = 9 + 18 = 27 \text{ m}$$

نمای ۴۲

B ۳ ۲

۱. سرعت از صفر در مدت t_1 با شتاب 2 m/s^2 به v می‌رسد، سپس در مدت t_2

با شتاب -3 m/s^2 ، از v به صفر می‌رسد. بنابراین شما می‌توانید به کمک معادله سرعت زمان رابطه بین t_1 و t_2 به‌دست بیاورید.

$$v = at + v_0 \Rightarrow \begin{cases} a = 2 \text{ m/s}^2 \Rightarrow v = 2t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{v}{2} \\ a = -3 \text{ m/s}^2 \Rightarrow 0 = -3t_2 + v \Rightarrow t_2 = \frac{v}{3} \end{cases} \Rightarrow \frac{t_1}{t_2} = \frac{3}{2} \quad (1)$$

۲. کل مدت حرکت $10s$ است بنابراین:

$$t_1 + t_2 = 10 \xrightarrow{(1)} \frac{3}{2} t_2 + t_2 = 10 \Rightarrow t_2 = 4s, t_1 = 6s$$

۳. سرعت در لحظه $t_1 = 6s$ خواهد شد:

$$v = at + v_0 \Rightarrow v = 2 \times 6 = 12 \text{ m/s}$$

۴. جابه‌جایی کل برابر سطح زیر نمودار سرعت زمان شکل روبه‌روست:

$$\Delta x = \frac{12 \times 10}{2} \Rightarrow \Delta x = 60 \text{ m}$$

۵. بنا به فرض مسئله جابه‌جایی در

$$\frac{\Delta x_1}{12} \times 60 = 25 \text{ m}$$

اول مسیر برابر است با:

۶. نسبت مساحت‌ها با مربع نسبت تشابه مثلث برابر است، از این‌رو:

$$\frac{25}{36} = \left(\frac{t}{6} \right)^2 \Rightarrow \frac{5}{6} = \frac{t}{6} \Rightarrow t = 5s$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{25}{5} \Rightarrow v_{av} = 5 \text{ m/s}$$

۷. سرعت متوسط برابر است با:

میانبر هر گاه متحرک با شتاب a_1 از حال سکون به راه بیافتد و در مدت t_1

جابه‌جایی Δx_1 را طی کند سپس ترمز کرده با شتاب a_2 در مدت t_2 و جابه‌جایی

$$\frac{a_2}{a_1} = \frac{t_1}{t_2} = \frac{\Delta x_1}{\Delta x_2}$$

Δx_2 متوقف شود خواهیم داشت:

$$\text{بنابراین نسبت } \frac{t_1}{t_2} = \frac{a_2}{a_1} = \frac{3}{2} \text{ خواهد بود.}$$

نمای ۳۵

۲. به کمک معادله $\Delta y = \frac{1}{2}gt^2$ ، h_p را حساب می کنیم.

$$h_p = \frac{1}{2}g(3)^2 \Rightarrow h_p = \frac{1}{2} \times 9.8 \times 9 = 44.1 \text{ m}$$

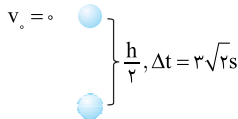
۳. حال Δh را به دست می آوریم:

$$\Delta h = h_p - h_1 \Rightarrow \Delta h = 44.1 - 19.6 \Rightarrow \Delta h = 24.5 \text{ m}$$

راه حل دوم: جابه جایی در ثانیه t ام در حرکت با شتاب ثابت روی خط راست برابر است با:

$$\Delta y_{(t)} = \frac{1}{2}g(2t-1) + v_0 \Rightarrow \Delta y_{(3)} = 4/9(2 \times 3 - 1) = 4/9 \times 5 = 24/9 \text{ m}$$

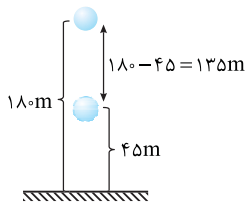
نمای ۴۵



۱. جهت مثبت را رو به پایین اختیار می کنیم. جسم جابه جایی $\frac{h}{2}$ اول مسیر را

در مدت $3\sqrt{2}s$ انجام داده است. بنابراین به کمک معادله جابه جایی زمان ارتفاع h را به دست می آوریم.

$$\Delta y = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow \frac{h}{2} = \frac{1}{2}g(3\sqrt{2})^2 \Rightarrow h = 18.0 \text{ m}$$



نمای ۴۵

۲. در فاصله ۴۵ متری سطح زمین،

جابه جایی گلوله برابر $\Delta y = 18.0 - 4.5 = 13.5 \text{ m}$ است. به کمک معادله مستقل از زمان، سرعت گلوله را حساب می کنیم.

$$v^2 - v_0^2 = 2g\Delta y \\ \Rightarrow v^2 - 0 = 2 \times 10 \times (18.0 - 4.5) \\ \Rightarrow v^2 = 270.0 \Rightarrow v = 30\sqrt{3} \text{ m/s}$$

۳. ۹

خط فکری: گلوله ای که زودتر رها شده را A و گلوله دیگر که حرکت آن با تأخیر آغاز شده B می نامیم. اگر مدت زمانی که گلوله A سقوط کرده را t بگیریم گلوله B، $2/5s$ با تأخیر رها شده و مدت زمان سقوط آن $t - 2/5s$ است. معادله مکان - زمان دو گلوله را نوشته و فاصله دو گلوله یعنی $y_A - y_B$ را مساوی $68/75 \text{ m}$ قرار می دهیم.

۱. معادله گلوله های A و B را می نویسیم. مبدأ

مکان را محل رها شدن دو گلوله و جهت مثبت را رو به پایین می گیریم:



$$y = \frac{1}{2}gt^2 + y_0 \\ \Rightarrow \begin{cases} y_A = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow y_A = \frac{1}{2}gt^2 \\ y_B = \frac{1}{2}g(t - 2/5)^2 \Rightarrow y_B = \frac{1}{2}g(t - 2/5)^2 \end{cases}$$

۲. حال $y_A - y_B = 68/75 \text{ m}$ است:

$$\frac{1}{2}gt^2 - \frac{1}{2}g(t - 2/5)^2 = 68/75 \Rightarrow \frac{1}{2}g(t^2 - (t - 2/5)^2) = 68/75 \\ \Rightarrow \frac{1}{2}g(t^2 - (t^2 - 4t/5 + 4/25)) = 68/75 \Rightarrow \frac{1}{2}g(4t/5 - 4/25) = 68/75 \\ \Rightarrow 4t/5 - 4/25 = 13/75 \Rightarrow 4t/5 = 17/75 \Rightarrow t = 17/60 \text{ s}$$

نمای ۴۵

بازی با سوال: دو گلوله در شرایط خلأ به فاصله زمانی $3/5s$ از یک نقطه بالای سطح زمین رها می شوند. چند ثانیه پس از رها شدن گلوله اول، فاصله دو گلوله از هم به 70 m می رسد؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

$$\frac{5}{25} (4) \quad \frac{4}{5} (3) \quad \frac{6}{25} (2) \quad \frac{3}{25} (1)$$

اگر گلوله فاصله بین O تا A را در مدت t ثانیه طی کند این گلوله فاصله O تا B را در $t+1$ ثانیه طی خواهد کرد بنابراین:

با توجه به رابطه $\Delta y = \frac{1}{2}gt^2$ در مسیر OA داریم:

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \quad (1)$$

با توجه به رابطه $\Delta y = \frac{1}{2}gt^2$ در مسیر OB داریم:

$$h + 2.0 = \frac{1}{2}g(t+1)^2 \\ h + 2.0 - h = \frac{1}{2}g(t+1)^2 - \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow 2.0 = \frac{1}{2}g((t+1)^2 - t^2) \\ \Rightarrow 2.0 = \frac{1}{2}g(t^2 + 2t + 1 - t^2) \Rightarrow 2.0 = \frac{1}{2}g(2t + 1) \Rightarrow t = 1/5s$$

با جای گذاری $t = 1/5s$ در معادله اول، $h = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow h = 1/2 \times 10 \times (1/5)^2 = 0.5 \text{ m}$ می شود.

بنابراین ارتفاع برج برابر $23 + 1/25 = 23.04 \text{ m}$ است.

نمای ۴۵

خط فکری: مسافتی که جسم در ثانیه آخر طی می کند برابر تمام مسافت پیموده شده قبل از آن است، این عبارت به چه مفهوم است؟ دقت کنید یعنی اگر کل مسیر سقوط h باشد در ثانیه آخر و تمام زمان قبل از آن جسم جابه جایی های یکسان $\frac{h}{2}$ می پیماید، بنابراین اگر کل ارتفاع سقوط h باشد و زمان کل سقوط t باشد، اول

مسیر را در $(t-1)$ ثانیه و $\frac{h}{2}$ آخر مسیر را در $1s$ پیموده است.

حال برای $\frac{h}{2}$ اول مسیر و کل مسیر که سرعت اولیه آن ها صفر است معادله مکان - زمان را می نویسیم:

$$\begin{cases} h = \frac{1}{2}gt^2 \\ \frac{h}{2} = \frac{1}{2}g(t-1)^2 \end{cases} \Rightarrow \frac{h}{2} = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow \frac{h}{2} = \frac{1}{2}g(t-1)^2 \\ \Rightarrow \frac{h}{2} = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow \frac{h}{2} = \frac{1}{2}g(t-1)^2 \\ \Rightarrow \frac{h}{2} = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow \frac{h}{2} = \frac{1}{2}g(t-1)^2$$

$$\Rightarrow 2 = \frac{t^2}{(t-1)^2} \Rightarrow 2t^2 - 4t + 2 = t^2 \Rightarrow t^2 - 4t + 2 = 0 \\ t = \frac{4 \pm \sqrt{16-8}}{2} \Rightarrow t = 2 \pm \sqrt{2} \Rightarrow \begin{cases} t = 2 + \sqrt{2} \Rightarrow t = 2 + 1.41 = 3.41 \text{ s} \\ t = 2 - \sqrt{2} < 1s \text{ غرق} \end{cases}$$

اکنون h را به دست می آوریم: $h = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow h = \frac{1}{2} \times 10 \times (3.41)^2 \Rightarrow h = 58.7 \text{ m}$

نمای ۴۵

۲. ۷

راه حل اول:

خط فکری: ثانیه سوم یعنی $t = 3s$ تا $t = 2s$ برای به دست آوردن جابه جایی در این بازه ابتدا ارتفاع h_1 در بازه $2s$ تا $3s$ و سپس ارتفاع h_p در بازه 0 تا $3s$ را حساب می کنیم، تفاضل این دو ارتفاع برابر مسافتی است که گلوله در ثانیه سوم سقوط پیموده است:

$$1. \text{ به کمک معادله } \Delta y = \frac{1}{2}gt^2, \text{ } h_1 \text{ را حساب می کنیم.} \\ h_1 = \frac{1}{2}g(2)^2 \Rightarrow h_1 = \frac{1}{2} \times 10 \times 4 = 20 \text{ m}$$





محل رها شدن را مبدأ می‌گیریم و جهت رو به پایین را مثبت اختیار می‌کنیم.

$$\Delta y = y_1 - y_2 = \frac{1}{2}gt_1^2 - \frac{1}{2}gt_2^2 \Rightarrow \Delta y = \frac{1}{2}g[t_1^2 - (t_1 - 3/5)^2]$$

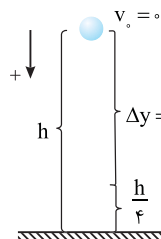
از اتحاد مزدوج استفاده می‌کنیم:

$$\frac{1}{2}g[t_1 + t_1 - 3/5][t_1 - t_1 + 3/5] = 0$$

$$(2t_1 - 3/5)(3/5) = 0 \Rightarrow t_1 = 3/10 \text{ s}$$

گزینه ۱

۲ ۱۰ B



با توجه به معادله مستقل از زمان خواهیم داشت:

$$v^2 - v_0^2 = 2g\Delta y \Rightarrow v^2 - 0 = 2g\left(\frac{3}{4}h\right)$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{3}{2}gh}$$

نمای ۴۵

فصل دوم

دینامیک و حرکت دایره‌ای



با اسکن QR Code یا با مراجعه به سایت نشر الگو می‌توانید
فایل آزمون‌ها را دریافت کنید.

در پاسخ این تست‌ها، تستی تحت عنوان بازی با سؤال قرار گرفته است.
منتخبی از تست‌هایی که می‌توانید برای دوره فصل، آن‌ها را حل کنید.

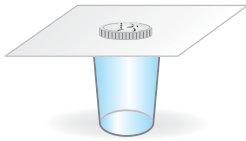
آزمونک

دو

رو به روی

یک

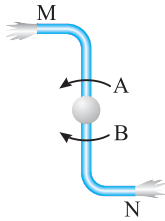
یخچره



۱ در شکل زیر، سکه‌ای بر روی مقوایی افقی قرار دارد. بار اول مقوا را به آرامی و بار دوم خیلی سریع در امتداد افقی می‌کشیم. کدام مورد دربارهٔ این دو آزمایش صحیح است؟

از کتاب درسی

- (۱) در آزمایش اول سکه درون لیوان می‌افتد و در آزمایش دوم سکه همراه مقوا حرکت می‌کند.
 (۲) در آزمایش اول سکه همراه مقوا حرکت می‌کند و در آزمایش دوم سکه درون لیوان می‌افتد.
 (۳) در هر دو آزمایش سکه درون لیوان می‌افتد.
 (۴) در هر دو آزمایش سکه همراه مقوا حرکت می‌کند.



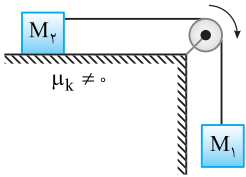
۲ در شکل روبه‌رو، آب از دو انتهای فواره خارج می‌شود، فواره در جهت می‌چرخد و چرخش آن‌ها استفاده از قانون نیوتون قابل توجیه است.

(۲) B، اول

(۱) A، سوم

(۴) B، سوم

(۳) A، اول



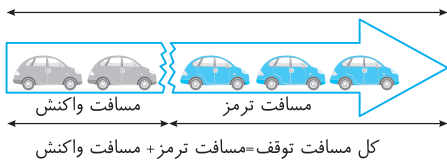
۳ در شکل روبه‌رو، دستگاه از حال سکون رها شده و در حال حرکت است. کدام گزینه درست است؟

(۱) نیرویی که وزنه M_1 بر نخ وارد می‌کند از M_1g کمتر است.

(۲) نیرویی که وزنه M_1 بر نخ وارد می‌کند برابر M_1g است.

(۳) نیرویی که وزنه M_1 بر نخ وارد می‌کند از M_1g بیشتر است.

(۴) نیرویی که وزنه M_1 بر وزنه M_2 وارد می‌کند از نیروی اصطکاک بین M_2 و سطح میز بیشتر است.



۴ خودرویی به جرم 1500 kg با تندی 20 m/s مانعی را در 50 m تری می‌بیند و ترمز می‌کند. اگر زمان واکنش راننده 0.5 s باشد و خودرو تماس بر مانع متوقف شود، در 0.5 s اول پس از مشاهده مانع و 0.5 s آخر حرکت اندازه نیروی خالص وارد بر خودرو به ترتیب از راست به چپ چند نیوتون است؟ (نیروی مقاوم در مقابل حرکت در طول مسیر ثابت فرض شود.)

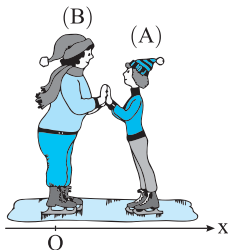
از کتاب درسی

(۴) 2500 ، صفر

(۳) صفر، 2500

(۲) صفر، 7500

(۱) 7500 ، 7500



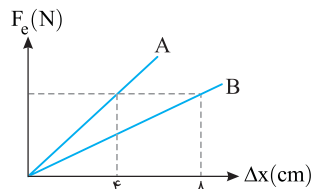
۵ مطابق شکل زیر دو شخص ساکن روی سطح افقی بدون اصطکاک، شروع به وارد کردن نیرو به یکدیگر در راستای افقی می‌کنند. اگر جرم شخص A برابر 50 kg و جرم شخص B برابر 80 kg باشد و شتابی که شخص A می‌گیرد 2 m/s^2 باشد و این دو به مدت 0.5 s به هم نیرو وارد کرده و سپس از هم جدا شوند، هنگام جدا شدن اختلاف بزرگی سرعت‌های دو شخص چند متر بر ثانیه است؟

(۲) 0.5

(۱) 375

(۴) ۱

(۳) 625



۶ نمودار نیروی وارد بر فنر بر حسب تغییر طول آن برای دو فنر A و B به صورت روبه‌رو است. اگر جسمی به جرم 4 kg را به انتهای این دو فنر آویزان کنیم، تغییر طول فنر B، 4 سانتی‌متر بیشتر از تغییر طول فنر A خواهد شد. ثابت فنر A در SI کدام است؟

(۲) 250

(۱) 750

(۴) 1000

(۳) 500

۷ در شرایط خلاء گلوله‌ای به جرم 300 g از ارتفاع h رها شده و پس از 2 s به زمین می‌رسد، اگر همین گلوله را در هوا و از ارتفاع h رها کنیم، گلوله مجدد پس از 2 s به زمین می‌رسد. نیروی مقاومت هوا وارد بر گلوله در حالت دوم چند نیوتون ثانیه است؟ (نیروی مقاومت هوا را در طول سقوط ثابت فرض کنید.) ($g = 10\text{ N/kg}$)

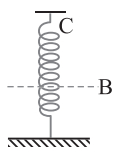
(۴) $2/5$

(۳) $1/5$

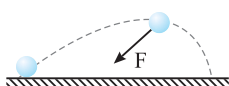
(۲) $0/5$

(۱) $0/75$

- ۸ مطابق شکل گلوله‌ای در خلأ از نقطه A رها شده و در نقطه C به فنر برخورد کرده و در نقطه B به صورت لحظه‌ای متوقف می‌شود. در کدام ناحیه نوع حرکت گلوله تغییر می‌کند؟
 (۱) در لحظه برخورد به C
 (۲) در مسیر C تا A
 (۳) در مسیر A تا C
 (۴) هر سه حالت ممکن است.



- ۹ چتربازی به جرم 50 kg از ارتفاع مشخصی نسبت به سطح زمین به پایین می‌پرد و وقتی تندی‌اش به 15 m/s^2 می‌رسد، چتر خود را باز می‌کند. اگر پس از باز کردن چتر رابطه بین تندی چترباز و نیروی مقاومت هوا در SI به صورت $f_D = 4v^2$ باشد، به ترتیب از راست به چپ بیشینه بزرگی شتاب چترباز پس از باز شدن چتر و تندی حدی آن در SI کدام است؟ $(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$
- (۱) $2/5, 8$ (۲) $5\sqrt{5}, 8$ (۳) $5\sqrt{5}, 4$ (۴) $2/5, 4$



- ۱۰ در شکل روبه‌رو نیروی خالص وارد بر جسم در لحظه نشان داده شده با راستای قائم زاویه 30° می‌سازد. در این لحظه شتاب در راستای قائم چند برابر شتاب در راستای افقی است؟ $(\sin 30^\circ = \frac{1}{2})$
- (۱) $\sqrt{3}$ (۲) $\frac{\sqrt{3}}{3}$ (۳) $\frac{\sqrt{3}}{6}$ (۴) $\frac{\sqrt{2}}{3}$

آزمونک

سه

رو به روی

دو

یینجه

- ۱ به فنر سبک و همگنی یک‌بار وزنه 4 کیلوگرمی و بار دیگر وزنه 5 کیلوگرمی می‌آویزیم، به ترتیب طول فنر 14 cm و 15 cm می‌شود. طول طبیعی فنر و ثابت فنر به ترتیب از راست به چپ چند cm و چند N/m است؟ $(g = 10 \text{ N/kg})$
- (۱) $100, 10$ (۲) $1000, 10$ (۳) $100, 20$ (۴) $1000, 20$

- ۲ دو نفر برای پاره کردن طنابی دو راه در پیش دارند، اول اینکه هر کدام از یک سر طناب، آن را بکشند و دیگر آنکه یک سر طناب را به دیوار بسته و دو نفری از یک طرف آن را بکشند. کدام روش بهتر است؟
- (۱) روش اول (۲) روش دوم (۳) هر دو روش یکسان است. (۴) نمی‌توان اظهارنظر کرد.

- ۳ چتربازی از یک بالگرد تقریباً ساکن که در ارتفاع نسبتاً زیادی قرار دارد به بیرون پریده و بعد از مدتی چتر خود را باز می‌کند. از لحظه پرش تا رسیدن به زمین نوع حرکت متحرک چگونه است؟

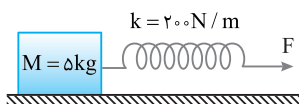
- (۱) تندشونده - کندشونده
 (۲) تندشونده - تندی ثابت
 (۳) تندشونده - کندشونده - تندی ثابت
 (۴) کندشونده - تندشونده

- ۴ شخصی به جرم 50 kg درون آسانسوری که شتاب حرکت آن 2 m/s^2 به سمت بالا می‌باشد، ایستاده است. برآیند نیروهای وارد بر شخص چند نیوتون است؟
- (۱) 100 (۲) 400 (۳) 600 (۴) 500



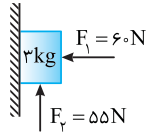
- ۵ در شکل روبه‌رو یک نردبان یکنواخت به وزن W به دیوار قائم بدون اصطکاکی تکیه داده و شخصی به جرم W' در وسط آن ایستاده است. اگر نردبان در آستانه سر خوردن باشد چه نیرویی از دیوار به نردبان وارد می‌شود؟

- (۱) W (۲) $W' + W$ (۳) $(W + W')\mu_S$ (۴) $W\mu_S$



- ۶ جسمی روی یک سطح افقی تحت تأثیر نیروی افقی F با سرعت ثابت کشیده می‌شود. اگر افزایش طول فنر در ضمن حرکت 5 سانتی‌متر باشد، ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح کدام است؟ $(g = 10 \text{ m/s}^2)$
- تجربی - ۹۸

- (۱) $0/2$ (۲) $0/25$ (۳) $0/3$ (۴) $0/4$



۷ مطابق شکل مقابل، جسم را با نیروی افقی F_1 به دیوار قائمی می‌فشاریم و جسم ساکن می‌ماند. اگر نیروی قائم F_2 نیز به جسم وارد شود، در این حالت نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ ($g=10 \text{ m/s}^2$)

خارج تجربی - ۱۴۰۰

(۲) $30\sqrt{5}$

(۱) $30\sqrt{3}$

(۴) ۶۰

(۳) ۶۵

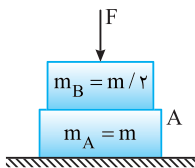
۸ جسمی به جرم 2 kg توسط طناب نازکی با نیروی قائم و ثابت $F=5 \text{ N}$ به طور قائم به طرف پایین در حرکت است. اگر پس از مدتی طناب پاره شود و جسم سقوط کند، بزرگی شتاب حرکت جسم قبل و بعد از پاره شدن طناب به ترتیب از راست به چپ چند متر بر مجذور ثانیه است؟ ($g=10 \text{ m/s}^2$)

(۴) ۷/۵، صفر

(۳) ۷/۵، ۱۰

(۲) ۱۲/۵، صفر

(۱) ۱۰، ۱۲/۵



۹ در شکل روبه‌رو نیرویی که سطح افقی بر جسم A وارد می‌کند ۲ برابر نیرویی است که سطح A بر جسم B وارد می‌کند. نیروی F چند برابر mg می‌باشد؟

(۲) ۲

(۱) ۱

(۴) $\frac{1}{3}$

(۳) $\frac{1}{2}$

۱۰ جسمی به جرم 2 kg روی سطح افقی ساکن است، به آن نیروی افقی و ثابت F وارد می‌شود و جسم شروع به حرکت می‌کند، اگر معادله سرعت - زمان آن در SI به صورت $v=3t+2$ باشد، چنانچه پس از 4 s از اعمال نیرو، F را حذف کنیم و جسم پس از 5 s از حذف نیرو متوقف شود، F چند نیوتون است؟

(۴) ۱۲

(۳) ۱۵

(۲) ۸

(۱) ۱۰

آزمونک

چهار

رو به روی

سه

یینجره

۱ دو جسم A و B با سرعت‌های ثابت در حرکت‌اند و تکانه آن‌ها با یکدیگر برابر است. اگر انرژی جنبشی جسم B ، 5 برابر انرژی جنبشی جسم A باشد، نسبت جرم A به جرم B کدام است؟

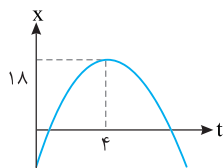
خارج تجربی - ۹۸

(۴) ۵

(۳) $\sqrt{5}$

(۲) ۱

(۱) $\frac{1}{5}$



۲ نمودار مکان - زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل مقابل به صورت یک سهمی است. چند ثانیه پس از لحظه $t=0$ ، اندازه تکانه متحرک برابر اندازه آن در $t=0$ می‌شود؟ (ریاضی - ۹۳)

(۲) ۷

(۱) ۶

(۴) ۹

(۳) ۸

۳ جسمی به جرم 2 kg با تندی ثابت 4 m/s در هر 2 s یک دوره کامل دایره‌ای را طی می‌کند. اندازه تغییر تکانه در مدت $t=\frac{5}{4} \text{ s}$ تا $t=\frac{1}{4} \text{ s}$

چند کیلوگرم متر بر ثانیه است؟

(۴) ۴

(۳) ۱۶

(۲) $8\sqrt{2}$

(۱) صفر

۴ شخصی به جرم 60 kg درون آسانسور روی ترازوی فنری قرار دارد. در حالت اول آسانسور با شتاب ثابت a رو به بالا شروع به حرکت می‌کند و در حالت دوم آسانسور با شتاب ثابت $2a$ رو به پایین شروع به حرکت می‌کند. اختلاف عددی که ترازوی فنری در این دو حالت نشان می‌دهد، 270 N است. a چند متر بر مربع ثانیه است؟ ($g=10 \text{ m/s}^2$)

(۴) $\frac{3}{4}$

(۳) $\frac{3}{2}$

(۲) ۲

(۱) ۳

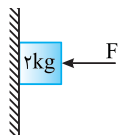
۵ جسمی به جرم 4 kg روی سطح افقی تحت اثر نیروی افقی F با سرعت ثابت 5 m/s حرکت می‌کند. اگر F قطع شود، جسم پس از طی مسافت 4 متر متوقف می‌شود، F چند نیوتون است؟

(۴) $12/5$

(۳) ۲۰

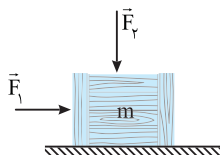
(۲) ۱۰

(۱) $2/5$



۶ در شکل روبه‌رو جسم تحت تأثیر نیروی $F = 40 \text{ N}$ با تندی ثابت $v = 10 \text{ m/s}$ در حال حرکت به سمت پایین می‌باشد. اگر نیروی F را $\frac{3}{4}$ برابر کنیم جسم پس از طی چه مسافتی بر حسب متر متوقف می‌شود؟

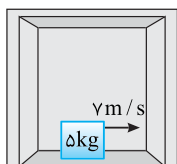
- (۱) ۱۰ (۲) ۲/۵ (۳) ۱/۲۵ (۴) ۰/۷۵



۷ مطابق شکل مقابل، دو نیروی افقی و قائم $\vec{F}_x$ و $\vec{F}_y$ به جسمی که روی سطح افقی قرار دارد، وارد می‌شود و جسم ساکن است. اگر بزرگی این دو نیرو، هر یک ۲ برابر شود و جسم همچنان ساکن بماند، نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، k برابر می‌شود. کدام مورد درست است؟

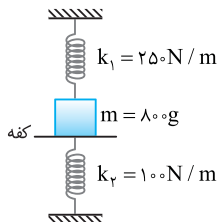
خارج تجزیه - ۹۹

- (۱) $2 < k < 3$ (۲) $1 < k < 2$ (۳) $k = 2$ (۴) $k = 1$



۸ جسمی به جرم 5 kg را کف آسانسوری که با شتاب 4 m/s^2 در حال حرکت به سمت بالا است با تندی افقی 7 m/s روی کف آسانسور مماس بر کف پرتاب می‌کنیم. اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح آسانسور 0.2 باشد، این جسم پس از چند ثانیه متوقف می‌شود؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)

- (۱) ۱/۵ (۲) ۱ (۳) ۳ (۴) ۲/۵



۹ مطابق شکل وزنه‌ای را توسط کفه‌ای در تعادل قرار داده‌ایم به طوری که فنرها طول طبیعی خود را داشته باشند. اگر کفه را رها کنیم ۲ cm پایین می‌آید، شتاب وزنه چند متر بر مربع ثانیه و به کدام سمت می‌شود؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)

- (۱) ۵ (۲) ۱۰ (۳) ۲/۵ (۴) ۱/۲۵

۱۰ گلوله‌ای به جرم m از لبه یک بام به طور مایل پرتاب می‌شود. اندازه تغییر سرعت گلوله در مدت 0.5 چند متر بر ثانیه است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)

- (۱) ۲۵ (۲) ۲۰ (۳) ۵۰ (۴) ۴۰

آزمونک

پنج

رو به روی

چهار

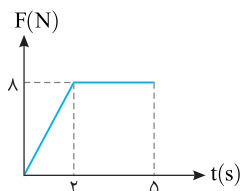
سینجره

۱ دو جسم به جرم‌های 5 kg و 2 kg تحت تأثیر نیروهای یکسان F از حال سکون به حرکت در می‌آیند و پس از زمان معین t ، تکانه جسم سنگین‌تر 20 واحد SI می‌شود. انرژی جنبشی جسم سبک‌تر در این لحظه چند ژول است؟

- (۱) ۲۰۰ (۲) ۱۰۰ (۳) ۵۰ (۴) ۲۵

۲ دو نیروی $\vec{F}_1 = 7/5 \vec{i} + a \vec{j}$ و $\vec{F}_2 = -1/5 \vec{i} + 2/5 \vec{j}$ هم‌زمان به جسم ساکنی به جرم m وارد می‌شوند. اگر در مدت 3 s تکانه جسم به 30 واحد SI برسد، a کدام گزینه می‌تواند باشد؟

- (۱) ۲/۵ (۲) ۸/۵ (۳) ۵/۵ (۴) بسته به مقدار m هر سه مورد ممکن است.



۳ در شکل روبه‌رو نمودار نیرو - زمان وارد بر جسمی در مدت 0.5 s نشان داده شده است، نیروی خالص متوسط وارد بر جسم در این مدت چند نیوتون است؟

- (۱) ۴ (۲) ۶/۴ (۳) ۴/۸ (۴) ۵/۲

۴ جسمی به جرم 5 kg روی سطح افقی ساکن است. نیروی افقی $F = 20 \text{ N}$ به آن وارد شده، جسم شروع به حرکت کرده و پس از 7 s ، تکانه آن 35 kgm/s می‌شود. نیروی F را به‌طور ناگهانی 8 N کاهش می‌دهیم 2 s پس از کاهش F ، تکانه جسم چند kgm/s می‌شود؟

- (۱) ۶۹ (۲) ۵۹ (۳) ۴۱ (۴) ۲۹



۵ جرم گلوله A دو برابر گلوله B است و هر کدام به ترتیب با دوره $\frac{3}{5}$ و $\frac{5}{5}$ روی دو مسیر دایره‌ای جداگانه می‌چرخند. اگر اندازه تکانه A و اندازه تکانه B برابر باشد، اندازه شتاب مرکزگرای A چند برابر اندازه شتاب مرکزگرای B است؟

- (۱) $\frac{5}{3}$ (۲) $\frac{6}{5}$ (۳) $\frac{5}{6}$ (۴) $\frac{3}{5}$

۶ وزن یک جسم در سطح سیاره A، ۱۲ برابر وزن همان جسم در سطح سیاره B است و چگالی متوسط سیاره A، ۶ برابر چگالی متوسط سیاره B است. شعاع متوسط سیاره A چند برابر شعاع متوسط سیاره B خواهد بود؟

- (۱) ۴ (۲) $\frac{1}{2}$ (۳) ۲ (۴) ۸

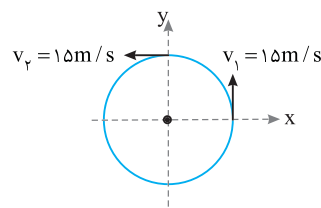
۷ شتاب گرانش در سطح سیاره‌ای که جرم و حجم آن به ترتیب ۴ و ۲۷ برابر جرم و حجم کره زمین است، چند برابر شتاب گرانش در سطح زمین است؟

- (۱) $\frac{4}{27}$ (۲) $\frac{27}{4}$ (۳) $\frac{4}{9}$ (۴) ۳۶

۸ ماهواره‌ای به جرم ۵۰۰ کیلوگرم در ارتفاع ۱۶۰۰ کیلومتری سطح زمین به دور آن می‌چرخد. نیروی مرکزگرای وارد بر ماهواره چند نیوتون است؟
($R_e = 6400 \text{ km}$ و $g = 10 \text{ m/s}^2$)

ریاضی - ۹۸

- (۱) ۵۰۰۰ (۲) ۳۲۰۰ (۳) ۸۰۰ (۴) ۶۴۰



۹ ذره‌ای مطابق شکل، در صفحه XY، روی مسیر دایره‌ای حرکت می‌کند. در لحظه‌های $t_1 = 3 \text{ s}$ و $t_2 = 8 \text{ s}$ ، بردار سرعت ذره مطابق شکل، به ترتیب برابر $\vec{v}_1$ و $\vec{v}_2$ است. بردار شتاب متوسط این ذره در بازه زمانی t_1 تا t_2 ، در SI کدام است؟

- (۱) $3\vec{i} - 4\vec{j}$ (۲) $3\sqrt{2}\vec{i} - 3\vec{j}$ (۳) $-3\vec{i} - 3\vec{j}$ (۴) $-3\vec{i} - 4\vec{j}$

۱۰ در صورتی که آونگی از سقف یک وسیله متحرک که در حال گذشتن از یک مسیر دوار به شعاع 40 متر است، آویزان باشد و از امتداد قائم 45° منحرف شده باشد، سرعت وسیله در هنگام دور زدن چند کیلومتر بر ساعت است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)

- (۱) ۳۶ (۲) ۷۲ (۳) ۵۴ (۴) ۹۰

$$F_A = -F_B \Rightarrow m_A a_A = -m_B a_B \xrightarrow{m_A = 50 \text{ kg}, m_B = 80 \text{ kg}} a_A = 2 \text{ m/s}^2$$

$$50 \times 2 = -80 \times a_B \Rightarrow a_B = -1/25 \text{ m/s}^2$$

۲. سرعت A و سرعت B را بعد از Δs به دست می آوریم:

$$v = at + v_0 \begin{cases} \text{A:} \rightarrow v_A = 2 \times 0/5 = 1 \text{ m/s} \\ \text{B:} \rightarrow v_B = -1/25 \times 0/5 = -0/625 \text{ m/s} \end{cases}$$

۳. اختلاف بزرگی سرعت‌ها برابر است با:

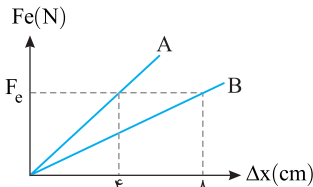
$$|v_A| - |v_B| = 1 - 0/625 = 0/375 \text{ m/s}$$

نمای ۶

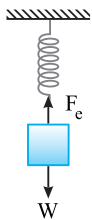
B ۶ ۴

نکته: شیب نمودار اندازه نیروی کشسانی بر حسب تغییر طول فنر برابر ثابت فنر است. با توجه به نمودارها می توان نوشت:

$$\begin{cases} F_{eA} = k_A \Delta x_A = 4 k_A \\ F_{eB} = k_B \Delta x_B = 8 k_B \end{cases} \xrightarrow{F_{eA} = F_{eB}} 4 k_A = 8 k_B \Rightarrow k_A = 2 k_B \quad (I)$$



وقتی وزنه را به فنر آویزان می کنیم، نیروی وزن و نیروی کشسانی فنر متوازن شده و وزنه ساکن می ماند.



$$F_{net} = 0 \Rightarrow$$

$$F_e = W \begin{cases} \text{A} \rightarrow k_A \Delta x_A = 40 \\ \text{B} \rightarrow k_B \Delta x_B = 40 \end{cases} \Rightarrow k_A \Delta x_A = k_B \Delta x_B$$

با توجه به رابطه (I) خواهیم داشت:

$$k_A = 2 k_B \rightarrow 2 k_B \Delta x_A = k_B \Delta x_B \Rightarrow \Delta x_B = 2 \Delta x_A$$

با توجه به فرض مسئله خواهیم داشت:

$$\Delta x_B - \Delta x_A = 4 \Rightarrow 2 \Delta x_A - \Delta x_A = 4 \text{ cm} \Rightarrow \Delta x_A = 4 \text{ cm}$$

ثابت فنر A خواهد شد:

$$F_{eA} = k_A \Delta x_A \Rightarrow 40 = k_A \times \frac{4}{100} \Rightarrow k_A = 1000 \text{ N/m}$$

میانبر: البته از همان ابتدا با توجه به نمودار مشخص است که برای یک نیروی ثابت تغییر طول فنر A نصف تغییر طول فنر B است.

$$\Delta x_B = 2 \Delta x_A$$

از طرفی بنا به فرض مسئله:

$$\Delta x_B - \Delta x_A = 4 \Rightarrow 2 \Delta x_A - \Delta x_A = 4 \Rightarrow \Delta x_A = 4 \text{ cm}$$

به فنر A وزنه ۴ kg آویزان کرده ایم، بنابراین:

$$F_{eA} = k_A \Delta x_A \xrightarrow{F_{eA} = W} k_A \Delta x_A = 40 \Rightarrow k_A = \frac{40}{0/04} \Rightarrow k_A = 1000 \text{ N/m}$$

نمای ۱۱

B ۷ ۱

۱. هنگام سقوط در شرایط خلأ تنها نیروی وارد بر جسم، نیروی وزن است و شتاب حرکت جسم در این مدت برابر شتاب گرانش است.

$$F_{net} = ma \Rightarrow W = ma \Rightarrow mg = ma \Rightarrow a = 10 \text{ m/s}^2$$

۲. ارتفاع h خواهد شد:

$$h = \frac{1}{2} at^2 \xrightarrow{t=2\text{s}} h = \frac{1}{2} \times 10 \times (2)^2 \Rightarrow h = 20 \text{ m}$$

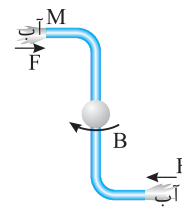
پنجره ۱ روبه روی ۲

A ۱ ۲

وقتی مقوا را به آرامی می کشیم، نیروی اصطکاک بین سکه و مقوا باعث حرکت سکه به همراه مقوا می شود. اما اگر مقوا را خیلی سریع بکشیم به دلیل لختی سکه، سکه جا مانده و در لیوان می افتد.

نمای ۲

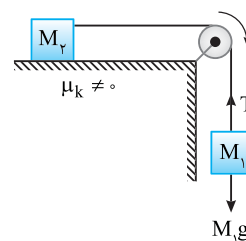
A ۲ ۴



فواره به آب رو به خارج نیرو وارد می کند و بنا به قانون سوم نیوتون واکنش نیروی وارد بر آب به فواره وارد می شود یعنی در دهانه M مطابق شکل به آب نیرو به جهت چپ برای خروج آب وارد می شود پس آب نیز نیرویی به سمت راست به فواره وارد می کند. هم چنین در دهانه N به آب به سمت راست نیرو وارد می شود پس آب نیز به سمت چپ به فواره نیرو وارد می کند. مطابق شکل جهت نیروهای وارد به فواره و جهت چرخش آن نشان داده شده است.

نمای ۳

B ۳ ۱



دستگاه در حال حرکت است و وزنه M_1 رو به پایین حرکت می کند. بر وزنه M_1 نیروی وزن $M_1 g$ و نیروی کشش T وارد می شود و برآیند نیروهای وارد بر M_1 رو به پایین است یعنی نیروی کشش وارد بر M_1 از نیروی وزن آن کمتر است.

($T < M_1 g$). نیروی کشش نخ (T) توسط نخ بر وزنه M_1 وارد می شود بنا بر قانون سوم نیوتون M_1 نیز نیرویی هم اندازه T بر نخ رو به پایین وارد می کند. نیروی کشش T از وزن $M_1 g$ کمتر است بنابراین واکنش آن که توسط M_1 بر نخ وارد می شود از $M_1 g$ کوچک تر است و گزینه (۱) درست است.

گزینه های (۲) و (۳) نیز با استدلال بالا نادرست هستند.

دقت کنید وزنه M_1 بر وزنه M_2 نیرو وارد نمی کند و گزینه (۴) نادرست است.

نمای ۳

B ۴ ۲

۱. در Δs اول که راننده هنوز ترمز نگرفته است، تقریباً سرعت خودرو ثابت بوده و نیروی خالص وارد بر خودرو صفر است.

۲. برای به دست آوردن نیروی خالص وارد بر خودرو که در تمام مدت توقف بر جسم وارد می شود باید شتاب حرکت در این قسمت را حساب کنیم. ابتدا پیشروی خودرو در مدت زمان واکنش را به دست می آوریم.

$$\Delta x_1 = vt \Rightarrow \Delta x_1 = 20 \times 0/5 = 10 \text{ m}$$

جابه جایی خودرو در بازه ترمز گرفتن $50 - 10 = 40 \text{ m}$ است. به کمک معادله مستقل از زمان شتاب را حساب می کنیم.

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow 0 - 20^2 = 2a(40) \Rightarrow a = -5 \text{ m/s}^2$$

نیروی خالص وارد بر جسم خواهد شد:

$$F_{net} = ma \Rightarrow |F_{net}| = 1500 \times (-5) \Rightarrow F_{net} = 7500 \text{ N}$$

نمای ۴

B ۵ ۱

۱. بنا به قانون سوم نیوتون:

نیرویی که شخص A بر شخص B وارد می کند، هم اندازه و در خلاف جهت نیرویی است که شخص B بر شخص A وارد می کند. بنابراین:

پنجره ۲ روبه‌روی ۳

نیروهای وارد بر وزنه در دو حالت نیروی وزن و نیروی کشسانی فنر هستند. جسم ساکن است و نیروهای وارد بر وزنه متوازن هستند.
حالت اول: ($m = 4 \text{ kg}$ و $\ell_1 = 14 \text{ cm}$)
 $F_{\text{net}} = 0 \Rightarrow F_e = W \Rightarrow k(\ell_1 - \ell_0) = mg \Rightarrow k(\frac{14}{100} - \ell_0) = 40$ (I)
حالت دوم: ($m = 5 \text{ kg}$ و $\ell_2 = 15 \text{ cm}$)

$F_{\text{net}} = 0 \Rightarrow F_e = W \Rightarrow k(\ell_2 - \ell_0) = mg \Rightarrow k(\frac{15}{100} - \ell_0) = 50$ (II)
دو رابطه را از هم کم کرده و k را به دست می‌آوریم.

$$\frac{15}{100} k - k\ell_0 - \frac{14}{100} k + k\ell_0 = 50 - 40 \Rightarrow \frac{k}{100} = 10 \Rightarrow k = 1000 \text{ N/m}$$

طول طبیعی خواهد شد:

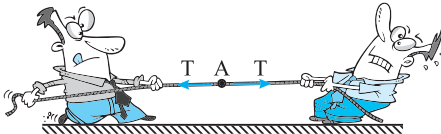
$$1000(\frac{14}{100} - \ell_0) = 40 \Rightarrow \frac{14}{100} - \ell_0 = \frac{4}{100} \Rightarrow \ell_0 = \frac{10}{100} \text{ m} = 10 \text{ cm}$$

میانبر: ثابت فنر را می‌توان از رابطه زیر به دست آورد:
 $k = \frac{W_2 - W_1}{\ell_2 - \ell_1}$

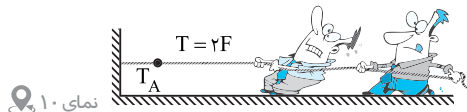
نمای ۱۱

تکته: هرگاه مطابق شکل به دو سر طناب نیروهای یکسانی وارد کنیم، نیروی کشش طناب در هر نقطه هم‌اندازه هر یک از نیروهای وارد بر طناب است.

اگر هر کدام یک سر آن طناب را بکشند نیروی کشش طناب برابر نیرویی است که هر یک وارد می‌کنند.
 $T = F$



اما اگر یک سر آن را به دیوار بسته و دو نفری از یک طرف بکشند نیروی کشش طناب برابر مجموع نیروی دو نفر است و احتمال پاره شدن طناب بیشتر است.
 $T = 2F$



نمای ۱۰

۱. تندى حدى چتر باز با چتر باز حدود 5 m/s است.
چتر باز از ارتفاع نسبتاً زیاد به بیرون پریده در همان ابتدا در مدت 1 s تندى آن تقریباً $v = at = 10 \times 1 = 10 \text{ m/s}$ می‌شود. یعنی در مدت کوتاهی تندى چتر باز از تندى حدى بالاتر می‌رود و در این مدت حرکت چتر باز تندشونده است.

۲. با باز شدن چتر، سطح مقابل هوا بزرگ می‌شود و مقاومت هوا به شدت بالا می‌رود و مقاومت شبیه ترمز عمل کرده از تندى چتر باز می‌کاهد تا به تندى حدى برسد. در این بازه زمانی حرکت کندشونده است.

۳. پس از آنکه چتر باز به تندى حدى رسیده با تندى ثابت پایین می‌آید.
با توجه به گزینه‌ها حالتی که قبل از باز شدن چتر، تندى چتر باز به تندى حدى بدون چتر برسد مورد نظر مسئله نیست.

نمای ۹

۳. گلوله در هوا از ارتفاع $h' = h - 5 = 15 \text{ m}$ رها شده است. شتاب حرکت را به دست می‌آوریم.
 $h' = \frac{1}{2} a' t'^2 \Rightarrow 15 = \frac{1}{2} a' (2)^2 \Rightarrow a' = 7.5 \text{ m/s}^2$

۴. بنا به قانون دوم نیوتون نیروی مقاومت هوا خواهد شد:
 $F_{\text{net}} = ma' \Rightarrow W - f_D = ma' \xrightarrow{m = 0.3 \text{ kg}} \rightarrow$
 $0.3 \times 10 - f_D = 0.3 \times 7.5 \Rightarrow$
 $f_D = 0.3 \times 2.5 \Rightarrow f_D = 0.75 \text{ N}$

نمای ۹

۸. از A تا C جسم تحت تأثیر نیروی وزن دارای حرکت تندشونده است. در لحظه برخورد به C، شتاب حرکت کم می‌شود زیرا بر جسم نیروی کشسانی فنر وارد می‌شود اما تا لحظه‌ای که نیروی کشسانی از نیروی وزن کمتر است، حرکت همچنان تندشونده است. بعد از آن که F_e بزرگ‌تر از W می‌شود، حرکت کندشونده شده تا لحظه‌ای که در B متوقف می‌شود. بنابراین در مسیر C تا B نوع حرکت از تندشونده به کندشونده تغییر می‌کند.

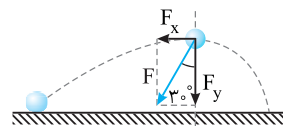
۹. ۱. در لحظه باز شدن چتر نیروی مقاومت هوا f_D بنا به رابطه مسئله خواهد شد:
 $f_D = 4v^2 \Rightarrow f_D = 4 \times 15^2 \Rightarrow f_D = 4 \times 225 \Rightarrow f_D = 900 \text{ N}$

۲. شتاب در لحظه باز شدن چتر را به دست می‌آوریم:
 $F_{\text{net}} = ma \Rightarrow W - f_D = ma \xrightarrow{m = 5 \text{ kg}} \rightarrow$
 $500 - 900 = 5a \Rightarrow -400 = 5a$
 $\Rightarrow a = -8 \text{ m/s}^2 \Rightarrow |a| = 8 \text{ m/s}^2$
۳. تندى حدى وقتى اتفاق می‌افتد که نیروی مقاومت هوا برابر نیروی وزن می‌شود.

$$f_D = W \Rightarrow 4v^2 = mg \Rightarrow 4v^2 = 500 \Rightarrow v^2 = \frac{500}{4} \Rightarrow v = 5\sqrt{5} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

نمای ۹

۱۰. نیروی خالص وارد بر جسم از دو مؤلفه F_x و F_y تشکیل شده که به جسم دو شتاب یکی در راستای قائم (a_y) و دیگری در راستای افقی (a_x) می‌دهد. با توجه به شکل خواهیم داشت:
 $\cot 30^\circ = \frac{F_y}{F_x} \xrightarrow{F=ma} \cot 30^\circ = \frac{ma_y}{ma_x} \Rightarrow \frac{a_y}{a_x} = \sqrt{3}$

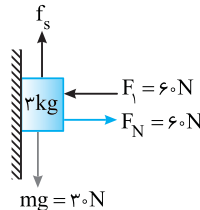


نمای ۸

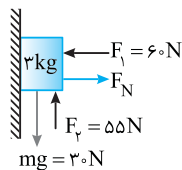
۳ ۷ A

خط فکری ابتدا با نیروی F_1 جسم ساکن است، در این حالت به جسم نیروی $mg = 30\text{N}$ رو به پایین وارد می‌شود، اما جسم تکان نمی‌خورد یعنی برای نیروهای مساوی یا کوچک‌تر از 30N جسم به حرکت در نمی‌آید.

جسم ساکن است $f_s = mg \Rightarrow f_s = 30\text{N}$
جسم در راستای افقی حرکت ندارد $F_1 = F_N \Rightarrow F_N = 60\text{N}$

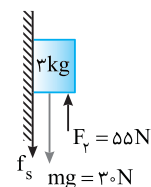


هم بر نیروی وزن و هم بر نیروی اصطکاک غلبه شده است.



مطابق شکل به جسم دو نیروی F_1 و F_v وارد می‌شود:

$F_1 = F_N \Rightarrow F_N = 60\text{N}$
 $mg = 30\text{N}$ به سمت بالا و $F_v = 55\text{N}$ به سمت پایین به جسم وارد می‌شود. در واقع به جسم نیروی خالص $55 - 30 = 25\text{N}$ به سمت بالا وارد می‌شود که چون از 30N کمتر است با توجه به خط فکری جسم همچنان ساکن می‌ماند و به آن نیروی اصطکاک ایستایی به سمت پایین وارد می‌شود، چون نیروی F_v به سمت بالا بزرگ‌تر از نیروی mg به سمت پایین است:



نیروی mg به سمت پایین است:

جسم ساکن است $f_s + mg = F_v \Rightarrow f_s + 30 = 55 \Rightarrow f_s = 25\text{N}$

نکته از طرف سطح دو نیروی عمودی سطح و اصطکاک، عمود بر هم به جسم وارد می‌شود بنابراین نیرویی که سطح وارد می‌کند بر این دو نیروی عمود برهم است:

$$R = \sqrt{f_s^2 + F_N^2} = \sqrt{25^2 + 60^2} = \sqrt{625 + 3600} = \sqrt{4225} = 65\text{N}$$

نیروی وارد از طرف سطح را حساب می‌کنیم:

خوب است دو سری عدد فیثاغورسی را بلد باشیم:

$(3, 4, 5), (5, 12, 13)$

دو نیروی عمود بر هم در این سؤال $25 = 5 \times 5$ نیوتون و $60 = 12 \times 5$ نیوتون است پس بر ایند آن‌ها $65 = 13 \times 5$ نیوتون است.

نمای ۱۸

۳ ۸ A

قبل از پاره شدن به جسم نیروی 5N به سمت بالا و $mg = 20\text{N}$ به سمت پایین وارد می‌شود.

بعد از پاره شدن طناب، تنها به جسم نیروی وزن وارد می‌شود.

$F_{\text{net}} = ma \Rightarrow mg = ma \Rightarrow a = g \Rightarrow a = 10\text{m/s}^2$

نمای ۲۲

۳ ۸ A

۳ ۸ A

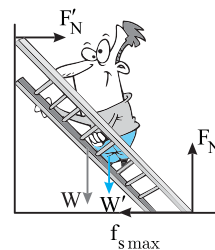
۱ ۴ A

دقت کنید که در صورت سؤال بر ایند نیروهای وارد بر شخص خواسته شده است و از شما نیروی عمودی سطح خواسته نشده است. بنا به قانون دوم نیوتون بر ایند نیروهای وارد بر شخص (نیروی خالص) برابر ma است.

$$F_{\text{ma}} = Ma \Rightarrow F_{\text{max}} = 50 \times 2 = 100\text{N}$$

نمای ۲۳

۳ ۵ A



نیروهای وارد بر نردبان را رسم می‌کنیم. نردبان در آستانه سر خوردن است بنابراین اصطکاک بین نردبان و سطح افقی بیشینه است ($f_{s\text{max}}$) و نیروهای وارد بر نردبان متوازن هستند.

نیروهای وارد برابر نردبان در راستای قائم را برابر صفر قرار می‌دهیم.

$$F_{\text{net}_y} = 0 \Rightarrow F_N = W + W'$$

نیروهای وارد بر نردبان در راستای افقی را مساوی صفر قرار می‌دهیم.

$$F_{\text{net}_x} = 0 \Rightarrow F_N = f_{s\text{max}} \Rightarrow F_N = \mu_s F_N \Rightarrow F_N = \mu_s (W + W') \Rightarrow F_N = \mu_s (W + W')$$

نمای ۲۱

۱ ۶ A

یادآوری هرگاه جسمی را توسط یک فنر می‌کشیم، نیروی F وارد بر فنر برابر نیروی کشسانی فنر است ($F_e = F$).

خط فکری سرعت ثابت یعنی نیروی خالص وارد بر جسم صفر است $F_{\text{net}} = 0$.

بنابراین شما باید نیروی کشسانی فنر را با نیروی اصطکاک جنبشی برابر قرار دهید و با جای‌گذاری داده‌های مسئله، مسئله را حل کنید.

بر جسم چهار نیرو وارد می‌شود. نیروی وزن، نیروی عمودی سطح، نیروی اصطکاک جنبشی و نیروی کشسانی فنر.

$$mg - F_N = 0 \Rightarrow F_N = mg = 50\text{N}$$

$$F_e - f_k = 0 \Rightarrow F_e = f_k$$

$$\Rightarrow k\Delta x = \mu_k F_N \Rightarrow \frac{k = 200\text{N/m}}{\Delta x = 5\text{cm}} \Rightarrow 200 \times \frac{5}{100} = \mu_k (50) \Rightarrow \mu_k = 0.2$$

نمای ۱۶ و ۱۷

بازی با سؤال جسمی به جرم 2kg روی سطح افقی با ضریب اصطکاک جنبشی 0.2 ، با یک فنر و با سرعت ثابت در حال حرکت است. فنر افقی و طول آن 5cm افزایش یافته است. ثابت فنر چند نیوتون بر متر است؟ ($g = 10\text{N/kg}$)

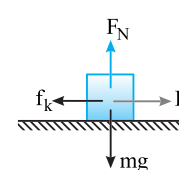
۴۰ (۴) ۸۰ (۳) ۴ (۲) ۸ (۱)

پاسخ جسم دارای سرعت ثابت است و بر ایند نیروهای وارد بر آن صفر است.

$$F_{\text{net}_y} = 0 \Rightarrow F_N = mg$$

$$F_{\text{net}_x} = 0 \Rightarrow F = f_k \Rightarrow k\Delta l = \mu_k mg$$

$$k\left(\frac{5}{100}\right) = 0.2 \times 2 \times 10 \Rightarrow k = 80\text{N/m}$$



گزینه ۳

پنجره ۳ روبه‌روی ۴

B ۱ ۴

در فیزیک (۱) رابطه $K = \frac{1}{2}mv^2$ را برای انرژی جنبشی و در فیزیک (۳) رابطه

$P = mv$ را برای تکانه یاد گرفته‌اید که از ترکیب این دو رابطه، می‌توان نتیجه گرفت:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow K = \frac{1}{2} \frac{m^2 v^2}{m} \Rightarrow K = \frac{P^2}{2m}$$

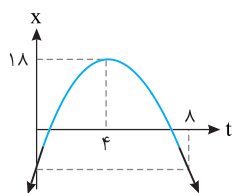
با توجه به فرض مسئله:

$$K_B = \Delta K_A \Rightarrow \frac{P_B^2}{2m_B} = \Delta \frac{P_A^2}{2m_A} \xrightarrow{P_A = P_B} \frac{m_A}{m_B} = \Delta$$

نمای ۲۶

B ۲ ۳

یادآوری ریاضی: نمودار سهمی نسبت به خط قائم گذرا از رأس سهمی متقارن است مثلاً مکان ۲s قبل از رأس با مکان ۲s بعد از رأس با هم برابر می‌باشد. هم‌چنین شیب خط مماس نیز به همین شکل است یعنی قدرمطلق شیب خط ۲s قبل از رأس با ۲s بعد از رأس یکسان می‌باشد و تنها علامت شیب متفاوت است.



نکته: شیب خط مماس بر نمودار

مکان - زمان برابر سرعت جسم است.

به نمودار نگاه کنید. با توجه به رأس سهمی

($t=4$) لحظات $t=0$ و $t=8$ s نسبت به

رأس متقارن دارند بنابراین شیب خط مماس

در این دو نقطه هم‌اندازه و قرینه هم هستند

یعنی سرعت متحرک در این دو لحظه یکی است و با توجه به تعریف تکانه ($P=mv$)

اندازه تکانه در $t=0$ و $t=8$ s برابر است.

نمای ۲۸

A ۳ ۳

بازه زمانی $t_1 = \frac{1}{4}s$ تا $t_2 = \frac{5}{4}s$ را حساب می‌کنیم.

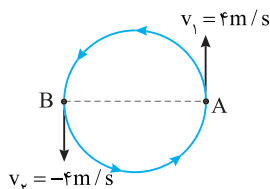
$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{5}{4} - \frac{1}{4} \Rightarrow \Delta t = 1s$$

جسم در هر ۲s یک دور کامل یعنی 2π روی دایره می‌چرخد. بنابراین چرخش جسم در مدت ۱s خواهد شد.

$$\frac{2s}{1s} \mid \frac{2\pi}{?} \Rightarrow ? = \pi$$

متحرک در ۱s نیم‌دایره را می‌چرخد یعنی اگر در لحظه $t_1 = \frac{1}{4}s$ در نقطه A باشد در

لحظه $t_2 = \frac{5}{4}s$ از نقطه B می‌گذرد.



نکته: سرعت در هر نقطه از مسیر بر مسیر حرکت مماس است.

بردارهای درست را رسم می‌کنیم. اگر $v_1 = +4m/s$ در نظر بگیریم $v_2 = -4m/s$

خواهد بود بنابراین:

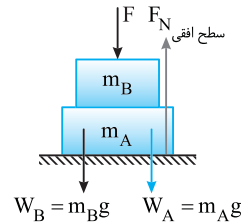
$$|\Delta v| = |\vec{v}_2 - \vec{v}_1| = |-4 - 4| = 8m/s$$

$$|\Delta P| = m|\Delta v| \Rightarrow |\Delta P| = 16kgm/s$$

نمای ۲۴

B ۹ ۳

نیروهای وارد بر جسم A را رسم می‌کنیم و نیرویی که سطح افقی بر جسم A وارد می‌کند برابر است با:



$$F_{y \text{ خالص}} = 0$$

$$\Rightarrow F_{N \text{ سطح افقی}} = F + W_B + W_A$$

$$\Rightarrow F_{N \text{ سطح افقی}} = F + \frac{m}{2}g + mg$$

$$\Rightarrow F_{N \text{ سطح افقی}} = F + \frac{3}{2}mg$$

نیرویی که سطح A بر جسم B وارد می‌کند برابر است با:

$$F_{y \text{ خالص}} = 0$$

$$\Rightarrow F_{N_A} = m_B g + F = \frac{1}{2}mg + F$$

بنا به فرض مسئله می‌توانیم بنویسیم:

$$F_{N \text{ سطح افقی}} = 2F_{N_A} \Rightarrow F + \frac{3}{2}mg = 2(\frac{1}{2}mg + F)$$

$$F + \frac{3}{2}mg = mg + 2F \Rightarrow F = \frac{mg}{2}$$

نمای ۱۲

B ۱۰ ۱

۱ ابتدا با مقایسه معادله سرعت - زمان $v = 3t + 2$ با معادله سرعت - زمان حرکت با شتاب ثابت، شتاب حرکت را به دست می‌آوریم.

$$v = at + v_0, v = 3t + 2 \Rightarrow a = 3m/s^2$$

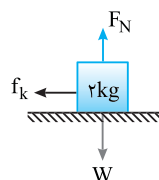
۲ در ادامه مسئله را از قسمت دوم حرکت حل می‌کنیم. سرعت در لحظه حذف F را به دست می‌آوریم.

$$v = 3t + 2 \xrightarrow{t=fs} v = 3 \times 4 + 2 = 14m/s$$

۳ سرعت در انتهای قسمت اول، سرعت اولیه در قسمت دوم خواهد بود. شتاب حرکت در قسمت دوم را به دست می‌آوریم.

$$v = at + v_0 \xrightarrow{t=vs} 0 = a' \times (v) + 14 \Rightarrow a' = -2m/s^2$$

۴ در قسمت دوم تنها نیروی مؤثر وارد بر جسم نیروی اصطکاک است که سبب توقف آن می‌شود. به کمک قانون دوم نیوتون، f_k را حساب می‌کنیم.



$$-f_k = ma' \Rightarrow -f_k = 2 \times (-2) \Rightarrow f_k = 4N$$

۵ در قسمت اول بر جسم در امتداد

افقی دو نیروی F و f_k وارد می‌شود، F را

به دست می‌آوریم.

$$F_{net} = ma \Rightarrow F - f_k = ma$$

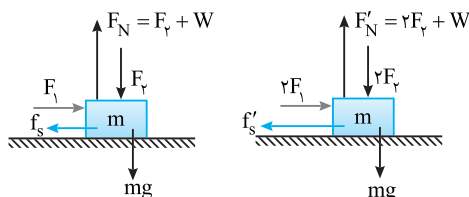
$$\Rightarrow F - 4 = 2 \times 3 \Rightarrow F = 10N$$

نمای ۱۷

۲ ۷ B

خط فکری وقتی در صورت تست کلمه «جسم ساکن» یا «سرعت ثابت» دیدید بلافاصله بالای آن $F_{net} = 0$ را بنویسید سپس به بررسی نیروهای وارد بر جسم بپردازید. به جسم نیروی افقی وارد شده اما جسم بر سطح افقی ساکن مانده است پس سطح دارای اصطکاک است و این نکته مهمی است که شما باید به آن دقت کنید.

یادآوری نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند برآیند دو نیروی اصطکاک و نیروی عمودی سطح است.

$$R = \sqrt{f_s^2 + F_N^2}$$


حالت اول: بر جسم نیروی افقی F_1 وارد می‌شود اما جسم ساکن بوده و $F_{net} = 0$ است. بر جسم نیروی اصطکاک ایستایی خلاف نیروی F_1 وارد می‌شود که با F_1 برابر است. در این صورت نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند برابر است با:

$$\begin{cases} F_1 = f_s \\ F_N = F_1 + W \end{cases} \Rightarrow R = \sqrt{(F_1)^2 + (F_1 + W)^2}$$

حالت دوم: با دو برابر شدن نیروی F_1 و F_2 جسم ساکن مانده است بنابراین در این حالت اصطکاک ایستایی برابر است با:

$$f_s' = 2F_1$$

و نیروی عمودی سطح در این حالت خواهد شد:

$$F_N' = 2F_1 + W$$

نیرویی که سطح در این حالت بر جسم وارد می‌کند برابر است با:

$$R' = \sqrt{(f_s')^2 + (F_N')^2} \Rightarrow R' = \sqrt{(2F_1)^2 + (2F_1 + W)^2}$$

با توجه به فرض مسئله می‌توان نوشت:

$$k = \frac{R'}{R} = \frac{\sqrt{(2F_1)^2 + (2F_1 + W)^2}}{\sqrt{(F_1)^2 + (F_1 + W)^2}}$$

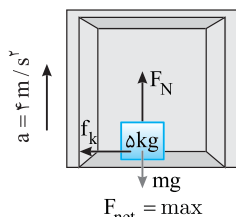
صورت این کسر از مخرج آن بزرگ‌تر است اما دو برابر آن نیست، $1 < k < 2$ و گزینه (۲) درست است. برای سادگی در ذهن خود $F_1 = 1$ و $F_2 = 1$ و $W = 1$ قرار دهید و k را بررسی کنید:

$$k = \frac{\sqrt{(2)^2 + (2+1)^2}}{\sqrt{1^2 + (1+1)^2}} = \frac{\sqrt{13}}{\sqrt{5}} = \sqrt{\frac{13}{5}} = \sqrt{2.6} < 2 \Rightarrow 1 < k < 2$$

نمای ۱۹

۴ ۸ C

خط فکری جسم را روی کف آسانسور پرت کرده‌ایم. بنابراین نیروی جلوبر صفر است. تنها نیروی مؤثر در امتداد افقی، نیروی اصطکاک جنبشی است که بر جسم در خلاف جهت حرکت اثر کرده و آن را متوقف می‌کند. شما باید ابتدا نیروی عمودی سطح وارد بر جسم را حساب کنید و سپس اصطکاک را به دست بیاورید تا بتوانید به کمک قانون دوم نیوتون شتاب را مشخص کنید.



۱ ابتدا نیروی عمودی سطح وارد شده به جسم را به دست می‌آوریم:

$$F_{net,y} = ma_y \Rightarrow F_N - mg = ma_y$$

$$\Rightarrow F_N - ۵۰ = ۲۰ \Rightarrow F_N = ۷۰ \text{ N}$$

۲ بنابراین نیروی اصطکاک وارد بر جسم برابر است با:

$$f_k = \mu_k F_N = ۰.۲ \times ۷۰ = ۱۴ \text{ N}$$

۳ به کمک قانون دوم نیوتون شتاب توقف جسم روی کف آسانسور را به دست می‌آوریم:

$$F_{net} = ma_x \Rightarrow -f_k = ma \Rightarrow -۱۴ = \Delta a \Rightarrow a = -۲/۸ \text{ m/s}^2$$

۴ حال با توجه به رابطه $v = at + v_0$ زمان توقف را به دست می‌آوریم:

$$۰ = -۲/۸ t + ۷ \Rightarrow t = \frac{۷}{۲/۸} = \frac{۷}{۰.۲۵} = ۲۸ \text{ s}$$

نمای ۲۳

۳ ۴ B

نکته عددی که نیروسنج نشان می‌دهد، همان نیروی عمودی سطح F_N است.

حالت اول: نیروهای وارد بر شخص را رسم می‌کنیم.



(۱) نیروی وزن (۲) نیروی عمودی سطح آسانسور از حال سکون رو به بالا شروع به حرکت می‌کند. بنابراین $F_N > W$ بوده و بنا به قانون دوم نیوتون می‌توان نوشت:

$$F_{net} = ma \Rightarrow F_N - mg = ma \xrightarrow{m=۶۰ \text{ kg}} F_N - ۶۰۰ = ۶۰a \Rightarrow F_N = ۶۰۰ + ۶۰a \quad (I)$$

حالت دوم: آسانسور از حال سکون رو به پایین شروع به حرکت می‌کند. در نتیجه $W > F_N'$ است و بنا به قانون دوم نیوتون می‌توان نوشت:

$$F_{net}' = ma' \xrightarrow{a'=-۲a} mg - F_N' = m(2a) \Rightarrow F_N' = ۶۰۰ - ۱۲۰a \quad (II)$$

با توجه به فرض مسئله خواهیم داشت:

$$F_N - F_N' = ۲۷۰ \xrightarrow{(I), (II)} ۶۰۰ + ۶۰a - (۶۰۰ - ۱۲۰a) = ۲۷۰$$

$$۱۸۰a = ۲۷۰ \Rightarrow a = \frac{3}{2} \text{ m/s}^2$$

میانبر هرگاه آسانسور با شتاب a و a' به ترتیب از حال سکون رو به بالا و رو به پایین شروع به حرکت کند، اختلاف عددی که ترازو نشان می‌دهد برابر است با:

$$F_N - F_N' = m(|a| + |a'|)$$

نمای ۲۳

۴ ۵ B

حل مسئله را از قسمت دوم یعنی حذف نیروی F شروع می‌کنیم:

۱ پس از قطع نیروی F ، جسم تحت تأثیر نیروی اصطکاک می‌ایستد شتاب توقف جسم را به کمک معادله‌ای مستقل از شتاب به دست می‌آوریم:

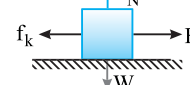
$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x \Rightarrow ۰ - ۲۵ = 2a(۴)$$

$$\Rightarrow a = -\frac{25}{8} \text{ m/s}^2$$

۲ با توجه به قانون دوم نیوتون نیروی اصطکاک را حساب می‌کنیم:

$$F_{net} = ma \Rightarrow -f_k = ma \Rightarrow -f_k = ۴ \times (-\frac{25}{8}) \Rightarrow f_k = ۱۲.۵ \text{ N}$$

۳ اکنون به قسمت اول مسئله که در آن سرعت ثابت بوده و نیروها متوازن هستند برمی‌گردیم و نیروی F را به دست می‌آوریم:



$$F_{net} = 0 \Rightarrow F = f_k \Rightarrow F = ۱۲.۵ \text{ N}$$

نمای ۱۷

۱ ۶ B

۱ جسم با تندی ثابت رو به پایین می‌لغزد بنابراین نیروهای وارد بر آن متوازن است.

$$F_{net,y} = 0 \Rightarrow f_k = W \Rightarrow f_k = ۲۰ \text{ N}$$

$$F_{net,x} = 0 \Rightarrow F_N = F$$

۲ اگر نیروی F ، برابر شود، در این صورت نیروی عمودی سطح نیز $\frac{3}{4}$ برابر می‌شود.

$$F_N' = \frac{3}{4} F_N$$

۳ نیروی اصطکاک ($f_k = \mu_k F_N$) در حالت جدید نیز $\frac{3}{4}$ برابر حالت اول خواهد شد:

$$f_k' = \frac{3}{4} f_k \Rightarrow f_k' = \frac{3}{4} \times ۲۰ \Rightarrow f_k' = ۱۵ \text{ N}$$

۴ به کمک قانون دوم نیوتون شتاب حرکت را حساب می‌کنیم.

$$F_{net} = ma \Rightarrow mg - f_k' = ma \Rightarrow ۲۰ - ۱۵ = 2a \Rightarrow a = \frac{5}{2} \text{ m/s}^2$$

۵ بنابراین با افزایش F ، با شتاب $\frac{5}{2} \text{ m/s}^2$ از سرعت جسم کاسته می‌شود:

$$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta y \Rightarrow ۰ - ۱۰ = -۱۰\Delta y \Rightarrow \Delta y = ۱۰ \text{ m}$$

نمای ۱۸

پنجره ۴ روبه‌روی ۵

B ۱ ۲

نیروی وارد بر دو جسم و زمان اثر نیرو یکسان است. با توجه به رابطه نیرو و تکان خواهیم داشت:

$$F = \frac{\Delta P}{\Delta t} \Rightarrow \begin{cases} \Delta P_1 = F \Delta t \\ \Delta P_2 = F \Delta t \end{cases} \Rightarrow \Delta P_1 = \Delta P_2$$

هر دو جسم از حال سکون شروع به حرکت کرده‌اند. بنابراین تکان اولیه هر دو صفر است. در نتیجه:

$$P_1 - P_1 = P_2 - P_2 \Rightarrow P_1 = P_2$$

در فرض مسئله تکان جسم سنگین تر ۲۰ واحد SI بیان شده در این صورت تکان جسم سبک نیز ۲۰ واحد SI بوده و انرژی جنبشی آن خواهد شد:

$$K = \frac{P^2}{2m} \xrightarrow{m=2\text{kg}} K = \frac{(20)^2}{4} \Rightarrow K = 100\text{J}$$

نمای ۲۶

B ۲ ۳

۱. اندازه نیروی خالص وارد بر جسم را به کمک رابطه نیرو و تکان حساب می‌کنیم.

$$F_{\text{net}} = \frac{\Delta P}{\Delta t} \Rightarrow F_{\text{net}} = \frac{P - P_0}{\Delta t} \xrightarrow{P_0 = 0, P = 30\text{ kgm/s}, \Delta t = 3\text{s}} F_{\text{net}} = \frac{30}{3} \Rightarrow F_{\text{net}} = 10\text{N} \quad (\text{I})$$

۲. برابند دو نیروی $\vec{F}_1 = 7\Delta t \vec{i} + a\vec{j}$ و $\vec{F}_2 = -1/\Delta t \vec{i} + 2/\Delta t \vec{j}$ را به دست می‌آوریم.

$$F_{\text{net}} = F_1 + F_2 \Rightarrow F_{\text{net}} = 7/\Delta t \vec{i} + a\vec{j} - 1/\Delta t \vec{i} + 2/\Delta t \vec{j} \Rightarrow$$

$$F_{\text{net}} = 6\vec{i} + (a + 2/\Delta t)\vec{j} \Rightarrow F_{\text{net}} = \sqrt{6^2 + (a + 2/\Delta t)^2} \quad (\text{II})$$

۳. رابطه I و II را برابر قرار می‌دهیم.

$$\sqrt{6^2 + (2/\Delta t + a)^2} = 10 \Rightarrow 36 + (2/\Delta t + a)^2 = 100$$

$$\Rightarrow (2/\Delta t + a)^2 = 64 \Rightarrow \begin{cases} 2/\Delta t + a = 8 \Rightarrow a = 5/\Delta t \\ 2/\Delta t + a = -8 \Rightarrow a = -10/\Delta t \end{cases}$$

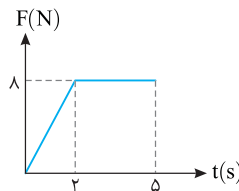
نمای ۲۵

که تنها $a = 5/\Delta t$ در گزینه‌ها وجود دارد.

B ۳ ۴

یادآوری: سطح زیر نمودار نیرو - زمان برابر تغییر تکان است.

۱. تغییر تکان را حساب می‌کنیم. $\Delta P = S \Rightarrow \Delta P = \frac{5+3}{2} \times 8 \Rightarrow \Delta P = 32\text{ kgm/s}$



۲. نیروی متوسط وارد بر جسم را به دست می‌آوریم.

$$F_{\text{av}} = \frac{\Delta P}{\Delta t} \Rightarrow F_{\text{av}} = \frac{32}{5} \Rightarrow F_{\text{av}} = 6.4\text{N}$$

نمای ۲۸

B ۴ ۴

۱. **فکری** دقت کنید نیروی $F = 20\text{N}$ در مدت $\Delta t = 7\text{s}$ به جسم وارد شده است و با توجه به رابطه $\Delta P = F_{\text{net}} \Delta t$ باید تکان $20 \times 7 = 140\text{ kgm/s}$ شود.

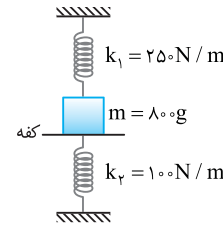
بنابراین سطح دارای اصطکاک است و در مرحله اول باید اصطکاک را حساب کنید. در مرحله دوم وقتی F کاهش می‌یابد و به $8 - 20 = 12\text{N}$ می‌رسد باید تغییر تکان و سپس تکان بعد از 2s را حساب کنید.

B ۹ ۴

۱. فنر شماره (۱)، 2cm کشیده شده و نیروی کشسانی آن رو به بالا است. اندازه

$$F_{e_1} = kx_1 \Rightarrow F_{e_1} = 250 \times \frac{2}{100} \Rightarrow F_{e_1} = 5\text{N}$$

این نیرو را حساب می‌کنیم.



۲. فنر شماره (۲) با پایین آمدن وزنه فشرده می‌شود بنابراین نیروی کشسانی آن نیز

رو به بالاست و اندازه آن خواهد شد:

$$F_{e_2} = kx_2 \Rightarrow F_{e_2} = 100 \times \frac{2}{100} \Rightarrow F_{e_2} = 2\text{N}$$

۳. بنابراین بر وزنه، نیروی وزن ($W = 8\text{N}$) رو به

پایین و دو نیروی $F_{e_1} = 5\text{N}$ و $F_{e_2} = 2\text{N}$ رو به بالا

وارد می‌شود در نتیجه شتاب خواهد شد:

$$F_{\text{net}} = ma \Rightarrow W - (F_{e_1} + F_{e_2}) = ma$$

$$\Rightarrow 8 - 7 = 0.08a \Rightarrow a = \frac{1}{0.08}$$

$$\Rightarrow a = 1/25\text{ m/s}^2$$

نمای ۲۰ و ۲۲

A ۱۰ ۳

تنها نیروی مؤثر وارد بر گلوله در طول مسیر نیروی وزن است. با توجه به رابطه نیرو با آهنگ تغییر تکان ابتدا تغییر تکان جسم را به دست می‌آوریم.

$$F_{\text{av}} = \frac{\Delta P}{\Delta t} \xrightarrow{F_{\text{av}} = mg} mg = \frac{\Delta P}{\Delta t} \Rightarrow m \times 10 = \frac{\Delta P}{\Delta t} \Rightarrow \Delta P = 50\text{m}$$

با توجه به تعریف تکان، تغییر سرعت را به دست می‌آوریم.

$$\Delta P = m \Delta v \Rightarrow 50\text{m} = m \Delta v \Rightarrow \Delta v = 50\text{m/s}$$

نمای ۲۷

۲. نسبت g_p/g_e خواهد شد:

$$g_p = G \frac{M_p}{R_p^2} \Rightarrow \frac{g_p}{g_e} = \frac{M_p}{M_e} \times \left(\frac{R_e}{R_p}\right)^2 \xrightarrow{M_p = 4M_e, R_p = 2R_e} \frac{g_p}{g_e} = 4 \times \left(\frac{R_e}{2R_e}\right)^2 = \frac{4}{4} = 1$$

نمای ۳۵

نیروی مرکزگرای وارد بر ماهواره همان نیروی وزن وارد بر ماهواره در فاصله 1600 km از سطح زمین است. ابتدا شتاب گرانش در محل ماهواره را حساب می‌کنیم. برای این منظور رابطه g را در سطح زمین و در محل ماهواره نوشته و بر هم تقسیم می‌کنیم. شتاب

گرانش از رابطه $g = G \frac{M_e}{R^2}$ به دست می‌آید که R فاصله از مرکز زمین است:

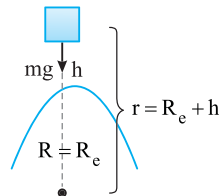
$$\frac{g_{\text{ماهواره}}}{g_{\text{زمین}}} = \frac{G \frac{M_e}{(1600+6400)^2}}{G \frac{M_e}{(6400)^2}} \Rightarrow \frac{g_{\text{ماهواره}}}{g_{\text{زمین}}} = \frac{(6400)^2}{(8000)^2} = \frac{16}{25}$$

$$\Rightarrow \frac{g_{\text{ماهواره}}}{10} = \left(\frac{6400}{8000}\right)^2 = \frac{16}{25}$$

شتاب گرانش در محل ماهواره $\frac{16}{25} \text{ m/s}^2$ است، بنابراین نیروی

مرکزگرای وارد بر ماهواره برابر است با:

$$\Rightarrow F_{\text{مرکزگرا}} = mg_{\text{ماهواره}} = 50 \times \frac{16}{25} = 20 \times 16 = 320 \text{ N}$$



می‌توان برای محاسبه شتاب گرانش در محل ماهواره، به جای جایگذاری اندازه 1600 km در رابطه به صورت زیر عمل کرد:

$$\frac{h}{R_e} = \frac{1600}{6400} = \frac{1}{4} \Rightarrow h = \frac{1}{4} R_e$$

پس فاصله ماهواره از مرکز زمین $r = R_e + h = R_e + \frac{R_e}{4}$ است:

$$\frac{g_{\text{ماهواره}}}{g_{\text{زمین}}} = \frac{\left(\frac{1}{4} R_e + R_e\right)^2}{\left(\frac{5}{4} R_e\right)^2} = \frac{R_e^2}{\left(\frac{5}{4} R_e\right)^2} = \frac{16}{25}$$

$$\Rightarrow g_{\text{ماهواره}} = \frac{16}{25} g = \frac{16}{25} \text{ m/s}^2$$

نمای ۳۶

با توجه به شکل بردار سرعت $\vec{v}_1 = 15\vec{j}$ و $\vec{v}_2 = -15\vec{i}$ است. از این رو:

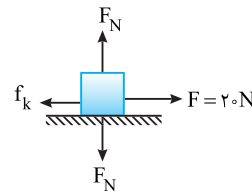
$$*\Delta \vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1 = -15\vec{i} - 15\vec{j}$$

$$\vec{a}_{av} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \Rightarrow \vec{a}_{av} = \frac{-15\vec{i} - 15\vec{j}}{3} \Rightarrow \vec{a}_{av} = -5\vec{i} - 5\vec{j}$$

*رابطه $\Delta \vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$ در صفحه ۵۱ کتاب درسی فیزیک ۳ (دوازدهم) نوشته شده است.

۱. با توجه به رابطه نیروی خالص با

تغییر تکانه خواهیم داشت:



$$F_{\text{net}} = \frac{\Delta P}{\Delta t} \Rightarrow \frac{\Delta P = 25 \text{ kgm/s}}{\Delta t = 1 \text{ s}} = F - f_k = \frac{25}{1} \Rightarrow 20 - f_k = 5 \Rightarrow f_k = 15 \text{ N}$$

۲. نیروی $F = 20 \text{ N}$ کاهش یافته، بنابراین نیروی خالص وارد بر جسم

$$F'_{\text{net}} = 12 - 15 = -3 \text{ N}$$

خواهد شد:

۳. تغییر تکانه را حساب می‌کنیم:

۴. تکانه 25 پس از کاهش نیروی F خواهد شد:

$$\Delta P' = P' - P \Rightarrow -6 = P' - 35 \Rightarrow P' = 29 \text{ kgm/s}$$

نمای ۳۵

۱. تکانه A و B برابر است از این رو خواهیم داشت:

$$P_A = P_B \Rightarrow m_A v_A = m_B v_B \xrightarrow{m_A = 2m_B} v_B = 2v_A$$

۲. رابطه تندی متحرک و شتاب مرکزگرا را می‌نویسیم.

$$\begin{cases} v = \frac{2\pi r}{T} \\ a = r \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \end{cases} \xrightarrow{\text{دو رابطه را بر هم تقسیم می‌کنیم}} \frac{a}{v} = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow a = \frac{2\pi}{T} v$$

۳. نسبت a_A/a_B را به دست می‌آوریم.

$$\frac{a_A}{a_B} = \frac{\frac{2\pi}{T_A} v_A}{\frac{2\pi}{T_B} v_B} \Rightarrow \frac{a_A}{a_B} = \frac{T_B}{T_A} \times \frac{v_A}{v_B} \xrightarrow{\frac{T_A}{T_B} = 0.5, \frac{v_A}{v_B} = 2} \frac{a_A}{a_B} = \frac{0.5}{2} \times \frac{2}{1} = \frac{1}{2}$$

نمای ۳۰

۱. نیروی وزن یک جسم در سطح یک سیاره، همان نیروی گرانشی است که از طرف

سیاره به جسم وارد می‌شود، بنابراین نیروی گرانش وارد بر جسم را در سیاره A و سیاره B می‌نویسیم و با توجه به فرض مسئله دو رابطه را بر هم تقسیم کرده و برابر 12 قرار می‌دهیم.

$$\begin{cases} F_A = G \frac{M_A m}{R_A^2} \\ F_B = G \frac{M_B m}{R_B^2} \end{cases} \Rightarrow \frac{F_A}{F_B} = \frac{M_A}{M_B} \left(\frac{R_B}{R_A}\right)^2 \Rightarrow 12 = \frac{M_A}{M_B} \left(\frac{R_B}{R_A}\right)^2 \quad (1)$$

۲. چگالی متوسط A ، برابر چگالی متوسط B است. از این رو می‌توان نوشت:

$$\frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{\frac{M_A}{V_A}}{\frac{M_B}{V_B}} \xrightarrow{V = \frac{4}{3}\pi R^3} \frac{\rho_A}{\rho_B} = \frac{M_A}{M_B} \left(\frac{R_B}{R_A}\right)^3 \quad (2)$$

۳. با تقسیم رابطه (۱) بر رابطه (۲)، نسبت R_A/R_B را به دست می‌آوریم:

$$\frac{12}{6} = \frac{R_A}{R_B} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = 2$$

نمای ۳۴

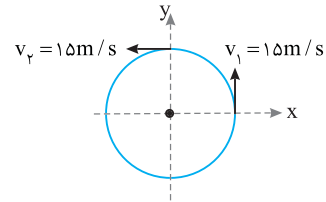
یادآوری: شتاب گرانش در سطح یک سیاره از رابطه $g = G \frac{M}{R^2}$ به دست می‌آید که

در آن M جرم سیاره و R شعاع سیاره است.

۱. ابتدا به کمک نسبت حجم سیاره (V_p) و حجم زمین (V_e) نسبت شعاع‌ها را

$$V_p = 27V_e \Rightarrow \frac{4}{3}\pi R_p^3 = 27 \left(\frac{4}{3}\pi R_e^3\right) \Rightarrow R_p = 3R_e$$

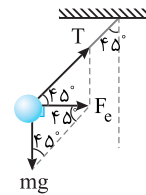
به دست می‌آوریم.



نمای ۳۰

۲ ۱۰ C

خط فکری



سؤال عجیبی است. تا حالا با یک نیرو که نقش نیروی مرکزگرا را ایفا می‌کرد روبه‌رو بودیم، اما در این مسئله بر آونگ نیروی کشش نخ T و نیروی وزن $W=mg$ وارد می‌شود و برآیند آن‌ها به‌گونه‌ای است که جسم را بر مسیر دایره‌ای نگه می‌دارد. شکل را رسم می‌کنیم و نیروهای وارد بر گلوله آونگ را نمایش می‌دهیم. با توجه به

فرض مسئله انحراف آونگ از راستای قائم 45° است. بنابراین زاویه بین نیروی مرکزگرا (نیروی برآیند) و نیروی وزن 90° بوده و با توجه به زاویه 45° نیروی برآیند هم‌اندازه نیروی وزن است.

نیروی مرکزگرا را برابر نیروی وزن قرار می‌دهیم و تندی حرکت را حساب می‌کنیم.

$$F_e = mg \Rightarrow m \frac{v^2}{R} = mg \Rightarrow \frac{v^2}{40} = 10 \Rightarrow v = 20 \text{ m/s} \Rightarrow v = 72 \text{ km/h}$$

نمای ۳۲

فصل سوم

نوسان و موج



با اسکن QR Code یا با مراجعه به سایت نشر الگو می‌توانید
فایل آزمون‌ها را دریافت کنید.

در پاسخ این تست‌ها، تستی تحت عنوان بازی با سؤال قرار گرفته است.
منتخبی از تست‌هایی که می‌توانید برای دوره فصل، آن‌ها را حل کنید.

آزمونک

دو

رو به روی

یک

یخچره

۱) معادله حرکت یک نوسانگر هماهنگ ساده در SI به صورت $x = 0.04 \cos\left(\frac{\pi}{4}t\right)$ است. تندی متوسط نوسانگر در ثانیه سوم حرکت چند برابر

تندی متوسط در بازه $t=1s$ تا $t=3s$ حرکت است؟

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) -۱

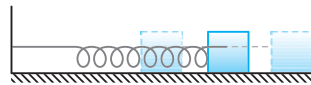
۲) ذره‌ای روی پاره‌خطی دارای حرکت هماهنگ ساده با معادله $x = 0.02 \cos 10\pi t$ است. در بازه زمانی $t_1 = \frac{1}{15} s$ تا $t_2 = \frac{1}{4} s$ ، تکانه

نوسانگر چند بار تغییر جهت می‌دهد؟ (یک‌ها در SI)

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۳) وزنه‌ای به جرم $200g$ مطابق شکل به فنری با ثابت $k = 500 N/m$ بسته شده و روی سطح بدون اصطکاکی دارای حرکت هماهنگ ساده

است. بیشینه و کمینه طول فنر هنگام نوسان وزنه $62cm$ و $48cm$ است. بازه زمانی که طول می‌کشد تا طول فنر از $51.5cm$ برای نخستین بار به $58.5cm$ برسد چند ثانیه است؟

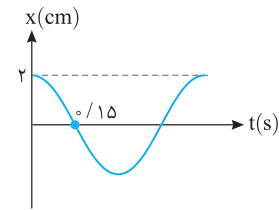


- ۱ (۱) $\frac{\pi}{150}$ ۲ (۲) $\frac{\pi}{75}$

۴) گزینه‌های (۱) و (۳) می‌تواند جواب باشد.

- ۳ (۳) $\frac{\pi}{50}$

۴) نمودار مکان - زمان نوسانگر ساده‌ای به صورت روبه‌رو است. در بازه $t = 0.1 s$ تا $t = 0.4 s$ ،



مسافت چند برابر اندازه جابه‌جایی است؟

- ۱ (۱) $1/5$ ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۲

۵) آونگ ساده‌ای در مدت 72 ثانیه، 40 نوسان کامل انجام می‌دهد. طول آونگ را چگونه تغییر دهیم تا در همان مکان و در همان مدت 45 نوسان

کامل انجام دهد؟ ($g = \pi^2 m/s^2$)

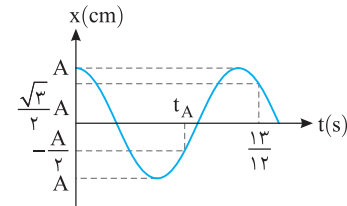
- ۱ (۱) $9cm$ کاهش دهیم. ۲ (۲) $9cm$ افزایش دهیم. ۳ (۳) $17cm$ کاهش دهیم. ۴ (۴) $17cm$ افزایش دهیم.

۶) نوسانگری در دو بازه زمانی متوالی t_1 و t_2 مسافت‌های $3/78cm$ و $4/22cm$ را طی می‌کند. اگر دامنه نوسان نوسانگر $2cm$ باشد،

کدام گزینه درست است؟

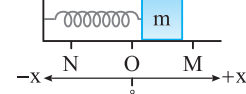
- ۱ (۱) $t_1 + t_2 = \frac{T}{2}$ ۲ (۲) $t_1 + t_2 = T$ ۳ (۳) $t_2 - t_1 = \frac{T}{2}$ ۴ (۴) $t_2 - t_1 = T$

۷) نمودار مکان - زمان نوسانگر هماهنگ ساده‌ای مطابق شکل زیر است. t_A برابر چند ثانیه است؟



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

۸) مطابق شکل روبه‌رو، جسمی به جرم m به فنری با جرم ناچیز متصل است و بین دو نقطه N و M حرکت



نوسانی هماهنگ ساده می‌دهد. چه تعداد از جملات زیر درست می‌باشند؟

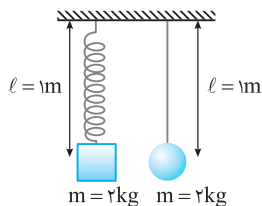
الف) در نقطه M ، اندازه شتاب نوسانگر بیشینه است. / ب) در نقطه O اندازه سرعت نوسانگر بیشینه است. / پ) در نقطه N علامت شتاب منفی است. / ت) در نقطه N اندازه نیروی کشسانی فنر کمینه است.

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۹) معادله حرکت هماهنگ ساده‌ای در SI به صورت $x = 0.04 \cos 50\pi t$ است. در چه لحظه‌هایی از دوره اول حرکت، مکان نوسانگر

$-0.02m$ است؟

- ۱ (۱) $\frac{1}{75}$ ۲ (۲) $\frac{1}{100}$ ۳ (۳) $\frac{2}{75}$ ۴ (۴) گزینه (۱) و (۳) درست است.



در شکل روبه‌رو هر دو سیستم نوسانی با بسامد یکسان در حال نوسان‌اند. اگر طول فنر و ریسمان هر دو

برابر l و ثابت فنر k باشد، k چند نیوتون بر سانتی‌متر است؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- (۱) ۲۰
(۲) ۰/۲
(۳) ۱۰
(۴) ۰/۱

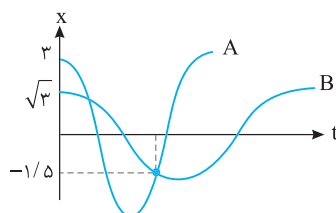
آزمونک

سه

رو به روی

دو

یینجره



نمودار مکان - زمان دو نوسانگر به صورت روبه‌رو است. بیشینه تندی نوسانگر A چند برابر

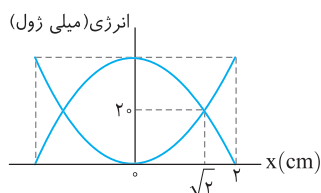
بیشینه تندی نوسانگر B است؟

- (۱) $\frac{5\sqrt{3}}{8}$
(۲) $\frac{\sqrt{3}}{4}$
(۳) $\frac{8\sqrt{3}}{5}$
(۴) $\frac{\sqrt{3}}{9}$

دامنه نوسان وزنه‌ای به جرم 1 kg که به یک فنر با ثابت 5 N/cm متصل است، 4 cm است و روی سطح افقی نوسان می‌کند. اگر انرژی پتانسیل کشسانی این نوسانگر در نقطه‌ای از مسیر 2 J باشد، بزرگی سرعت نوسانگر در این لحظه چند سانتی‌متر بر ثانیه است؟ (از نیروهای اتلافی صرف نظر شود).

ریاضی - ۹۹

- (۱) $20\sqrt{10}$
(۲) $40\sqrt{10}$
(۳) $20\sqrt{5}$
(۴) $40\sqrt{5}$



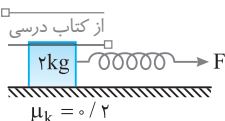
شکل روبه‌رو، نمودار تغییرات انرژی جنبشی و پتانسیل سامانه جرم - فنری را بر حسب مکان نشان می‌دهد. اگر حداقل زمانی که طول می‌کشد که انرژی جنبشی نوسانگر از صفر به 40 mJ برسد برابر 0.5 s باشد، بزرگی سرعت نوسانگر در لحظه عبور از مکان $x = 0$ چند متر بر ثانیه است؟

خارج تجربی - ۹۹

- (۱) $\frac{\pi}{5}$
(۲) $\frac{\pi}{10}$
(۳) 2π
(۴) 10π

در شکل روبه‌رو وزنه 2 kg روی سطح افقی توسط یک فنر با شتاب 2 m/s^2 در حرکت بوده و طول فنر 10 cm افزایش یافته است. اگر فنر را

به این وزنه متصل کرده و سر دیگری فنر را به دیواری متصل کنیم، چنانچه وزنه را روی سطح افقی بدون اصطکاک به اندازه 5 cm از حالت



تعادل منحرف کرده و رها کنیم، بیشینه شتاب جسم چند m/s^2 خواهد شد؟

- (۱) ۲
(۲) ۳
(۳) ۱
(۴) ۴

در شکل روبه‌رو، سه آونگ A، B و C از یک میله فولادی کشسان آویزان هستند. جنس گلوله

آونگ C مس و جرم آن 2 g ، جنس گلوله آونگ A آهن و جرم آن 4 g و جنس گلوله آونگ B

شیشه و جرم آن $1/5 \text{ g}$ است. اگر A را به نوسان در آوریم:

(۱) B و C هر دو با یک دوره شروع به نوسان می‌کنند.

(۲) A و B با دوره‌های مختلف نوسان می‌کنند.

(۳) تنها B با دوره A نوسان می‌کند.

(۴) تنها C با دوره A نوسان می‌کند.

$$l_B = l_A = 8 \text{ cm}, l_C = 4 \text{ cm}$$

نوسانگری تحت تأثیر نیروی $F = -200x$ است. اگر مسافتی که نوسانگر در یک دوره طی می‌کند 20 سانتی‌متر باشد، در لحظه‌ای که انرژی

جنبشی $\frac{1}{5}$ انرژی جنبشی بیشینه است، انرژی پتانسیل چند ژول است؟

- (۱) ۲
(۲) ۰/۲
(۳) ۰/۰۲
(۴) ۰/۰۵

در یک حرکت هماهنگ ساده در یک دوره از لحظه‌ای که اندازه شتاب نوسانگر $a_{\max} = +\frac{\sqrt{3}}{2}$ و سرعت مثبت است تا لحظه‌ای که

اندازه شتاب نوسانگر $a_{\max} = +\frac{\sqrt{3}}{2}$ و سرعت منفی می‌شود، مسافت طی شده چند برابر جابه‌جایی نوسانگر است؟ (با فرض اینکه

جابه‌جایی نوسانگر صفر نمی‌شود).

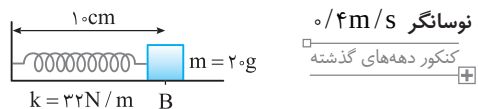
- (۱) $\sqrt{3}$
(۲) $2\sqrt{3}$
(۳) $\frac{2\sqrt{3}}{3}$
(۴) ۱



۸ معادله حرکت هماهنگ ساده‌ای در SI به صورت $x = 0.08 \cos 2/\pi t$ است. در بازه $t = 0$ تا $t = 1/2$ چند بار انرژی جنبشی و پتانسیل نوسانگر با هم برابر می‌شود؟

- (۱) ۴ (۲) ۶ (۳) ۸ (۴) ۱۰

۹ نوسانگری مطابق شکل روبه‌رو در دو طرف نقطه B نوسان می‌کند. اگر پیشینه سرعت نوسانگر 0.4 m/s باشد. کمینه فاصله جسم از دیوار چند سانتی‌متر است؟



- (۱) ۹ (۲) ۱۱ (۳) ۸ (۴) ۱۲

۱۰ در یک مکان معین در بازه زمانی مشخص، تعداد نوسان‌های آونگ ساده A برابر با ۱۵۶ و آونگ ساده B برابر ۶۵ نوسان است. اگر در همین مکان، آونگ ساده‌ای قرار دهیم که طول آن برابر با مجموع طول دو آونگ A و B باشد، در همان مدت زمان، چند نوسان کامل انجام می‌دهد؟

- (۱) ۳۰ (۲) ۵۷ (۳) ۶۰ (۴) ۷۳

آزمونک

چهار

رو به روی

سه

یخچره

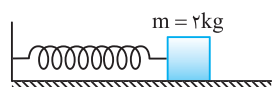
۱ یک موج الکترومغناطیسی را در نظر بگیرید که میدان مغناطیسی آن در یک لحظه معین در جهت منفی محور X است و جهت میدان الکتریکی آن در جهت مثبت محور Y است. در این صورت کدام گزینه می‌تواند جهت پیشروی موج باشد؟

- (۱) در جهت مثبت محور X (۲) در جهت مثبت محور Z (۳) در جهت منفی محور Y (۴) در خلاف جهت محور Z

۲ تندی انتشار موج عرضی در ریسمانی که با نیروی کشیده شده برابر ۷ است، ریسمان را از دستگاهی می‌گذرانیم تا بدون تغییر جرمش، قطر آن نصف شود. اگر مجدداً این ریسمان با همان نیروی کشش F کشیده شود، تندی انتشار موج عرضی در آن چند ۷ می‌شود؟

- (۱) ۱ (۲) $\frac{1}{2}$ (۳) ۲ (۴) $\frac{\sqrt{2}}{2}$

۳ در شکل روبه‌رو سامانه جرم - فنری نشان داده شده است که با دامنه ۵ cm در حال نوسان است. اگر در هر دوره، به مدت 0.2 s حرکت نوسانگر کندشونده باشد، پیشینه نیروی وارد بر نوسانگر چند نیوتون است؟ ($\pi^2 \approx 10$)



- (۱) ۱۰ (۲) $7/5$ (۳) ۱۲ (۴) ۲۵

۴ جرم وزنه و ثابت فنر سامانه جرم - فنری به ترتیب $2/25 \text{ kg}$ و 900 N/m است. اگر پیشینه تندی این سامانه هنگام نوسان 1 m/s باشد، پیشینه اندازه تندی متوسط نوسانگر در یک بازه زمانی دلخواه 0.5 s چند متر بر ثانیه می‌شود؟ ($\pi \sim 3$)

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) $1/5$ (۴) $2/5$

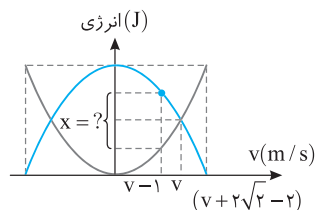
۵ نوسانگری به جرم 100 g به انتهای فنری که ثابت آن 40 N/m است، بسته شده است و روی سطح افقی بدون اصطکاک، حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر انرژی مکانیکی نوسانگر 8 mJ باشد، لحظه‌ای که انرژی جنبشی نوسانگر برابر انرژی پتانسیل کشسانی آن است، سرعت آن چند متر بر ثانیه است؟

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

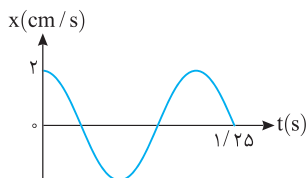
۶ یک موج در یک محیط در حال انتشار است. اگر مسافتی که موج در مدت یک دوره طی می‌کند برابر مسافتی باشد که یک ذره از محیط در این مدت طی می‌کند، پیشینه تندی نوسان یک ذره از محیط چند برابر تندی انتشار موج است؟

- (۱) $\frac{\pi}{4}$ (۲) $\frac{\pi}{2}$ (۳) ۱ (۴) $\frac{\pi}{6}$

۷ نمودار انرژی‌های پتانسیل و جنبشی نوسانگری به جرم 200 g به صورت روبه‌رو است. مقدار اختلاف انرژی جنبشی و پتانسیل نوسانگر در لحظه‌ای که تندی $(v-1)$ است چند ژول خواهد بود؟



- (۱) 0.8 (۲) 0.7 (۳) 0.6 (۴) 0.5



۸ نمودار مکان - زمان نوسانگری به جرم $100g$ مطابق شکل روبه‌رو است. انرژی مکانیکی

نوسانگر چند میلی‌ژول است؟

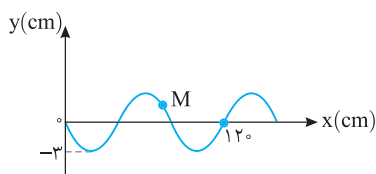
تجربی - ۹۷

(۲) $0.4\pi^2$

(۱) $0.2\pi^2$

(۴) $0.8\pi^2$

(۳) $0.6\pi^2$



۹ شکل زیر، نقش یک موج عرضی را در یک طناب در لحظه $t=0$ نشان می‌دهد که با

سرعت $10m/s$ در حال انتشار است. مسافتی که ذره M در بازه زمانی $t_1 = 0.1s$

ریاضی - ۹۹

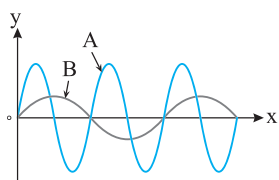
تا $t_2 = 0.5s$ طی می‌کند، چند سانتی‌متر است؟

(۳) ۹

(۲) ۶

(۱) ۳

(۴) ۱۲



۱۰ مطابق شکل زیر، دو موج مکانیکی A و B در یک محیط منتشر می‌شوند. دوره و تندی

خارج تجربی - ۹۷

انتشار موج A به ترتیب چند برابر دوره و تندی انتشار موج B است؟

(۲) 1 و $\frac{1}{2}$

(۱) ۲ و ۱

(۴) 2 و $\frac{1}{2}$

(۳) 2 و $\frac{1}{2}$

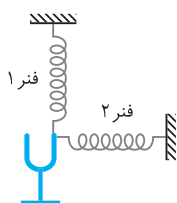
آزمونک

پنج

رو به روی

چهار

سینجره



۱ در شکل روبه‌رو فنرها یکسان هستند و با نوسان دایا‌پازون در فنرها موج گسیل می‌شود. کدام کمیت‌های موج در مورد

این فنرها یکسان است؟ (از اتلاف انرژی صرف‌نظر شود.)

(ت) دامنه

(پ) تندی موج

(ب) طول موج

(الف) بسامد

(۱) بسامد و دامنه یکسان اما طول موج و تندی در فنر ۲ از فنر ۱ کمتر است.

(۲) بسامد و دامنه متفاوت و طول موج و تندی در فنر ۲ از فنر ۱ بیشتر است.

(۳) بسامد و دامنه یکسان، طول موج و تندی در فنر ۲ از فنر ۱ بیشتر است.

(۴) بسامد، طول موج، تندی موج و دامنه در هر دو فنر یکسان است.

۲ چشمه موجی در یک محیط که تندی انتشار موج در آن $16m/s$ است، نوسان‌هایی طولی ایجاد می‌کند. اگر در این موج، فاصله بین یک تراکم

و یک انبساط متوالی برابر با $40cm$ و دامنه نوسان‌های آن $5cm$ باشد، هر نقطه از محیط انتشار موج در مدت $\frac{1}{4}$ ثانیه چه مسافتی را برحسب

سانتی‌متر طی می‌کند؟

(۴) ۲۰

(۳) ۱۵

(۲) ۱۰

(۱) ۵

۳ اگر دوره و دامنه نوسان یک چشمه موج که امواجی در یک طناب منتشر می‌کند به ترتیب نصف و دو برابر شود، سرعت انتشار موج و توان متوسط

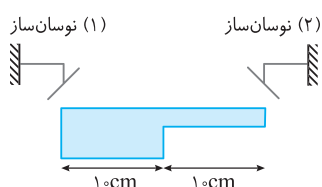
انتقال انرژی به ترتیب از راست به چپ چه تغییری می‌کند؟

(۲) دو برابر می‌شود، چهار برابر می‌شود.

(۱) دو برابر می‌شود، ثابت می‌ماند.

(۴) ثابت می‌ماند، شانزده برابر می‌شود.

(۳) ثابت می‌ماند، هشت برابر می‌شود.



۴ مطابق شکل روبه‌رو توسط دو نوسان‌ساز مشابه در یک لحظه دو موج در سر و ته تشتت آن ایجاد

می‌شود. مکانی که اولین بار دو موج در آن نقطه بهم می‌رسند با مکان نوسان‌ساز (۱) چه فاصله‌ای

می‌تواند داشته باشد؟

(۱) ۸

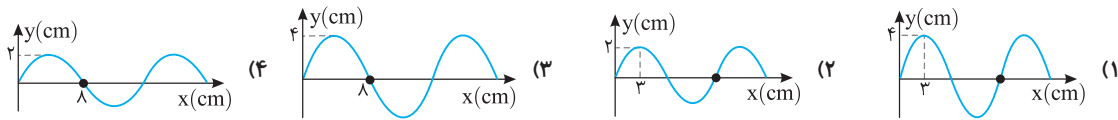
(۲) ۱۰

(۳) ۱۲

(۴) بسته به شرایط هر سه گزینه ممکن است.



۵ یک موج عرضی در یک ریسمان کشیده شده در حال انتشار است. کدام نمودار جابه‌جایی مکان - نقش موجی را نشان می‌دهد که تندی متوسط انتشار موج در یک دوره برابر تندی متوسط یک ذره از ریسمان در همان مدت است؟



۶ نمودار میدان الکترومغناطیسی بر حسب مکان یک موج رادیویی به بسامد ۲MHz که در خلأ منتشر می‌شود، مطابق شکل زیر است. لذا می‌توان گفت ($c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$)



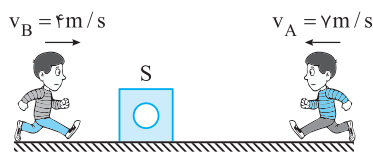
- (۱) بسامد نقطه O نصف بسامد نقطه O' است.
- (۲) فاصله O' از O برابر ۷۵m است.
- (۳) فاصله O' از O برابر ۱۵۰m است.
- (۴) دوره O، $\frac{T}{2}$ از دوره O' بیشتر است.

۷ یک دستگاه صوتی، صدایی با تراز شدت $\beta_1 = 28 \text{ dB}$ و دستگاه صوتی دیگر، صدایی با تراز $\beta_2 = 92 \text{ dB}$ ایجاد می‌کند. شدت‌های مربوط

به این دو تراز به ترتیب I_1 و I_2 بر حسب $\frac{W}{m^2}$ است. $\frac{I_2}{I_1}$ کدام است؟ $(\log 2 = 0.3)$

ریاضی - ۱۴۰۰

- (۱) $2/5 \times 10^6$
- (۲) $2/5 \times 10^8$
- (۳) 4×10^6
- (۴) 4×10^8



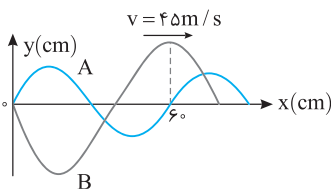
- (۱) صفر
- (۲) ۱
- (۳) ۲
- (۴) ۳

۹ یک منبع صوت، در یک فضای باز امواجی را گسیل می‌کند و در فاصله ۵ متری آن تراز شدت صوت ۶۰ دسی‌بل است. توان منبع صوت چند

خارج تجربی - ۹۷

میلی‌وات است؟ (از اتلاف انرژی صوتی در هوا صرف‌نظر شود و $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$)

- (۱) 0.1π
- (۲) 0.2π
- (۳) 0.1π
- (۴) 0.2π



۱۰ شکل زیر، نمودار جابه‌جایی - مکان دو موج را که در یک محیط در حال انتشارند، در لحظه

معینی نشان می‌دهد. چشمه موج A در هر ۲۰ ثانیه چند نوسان کامل بیشتر از چشمه موج B

انجام می‌دهد؟

- (۱) ۲۵
- (۲) ۳۷۵
- (۳) ۱۰۰
- (۴) ۵۰۰

۴ ۳ A

۱. دوره نوسان دستگاه برابر است با:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{0.2}{500}} \Rightarrow T = \frac{\pi}{25} \text{ s}$$

۲. طول مسیر برابر فاصله بین بیشینه طول $\ell_{\max}$ و کمینه طول $\ell_{\min}$ نوسانگر بوده و دامنه نوسان برابر نصف طول مسیر است:

$$2A = \ell_{\max} - \ell_{\min} \Rightarrow 2A = 62 - 48 = 14 \Rightarrow A = 7 \text{ cm}$$

۳. مطابق شکل وقتی طول فنر از $51/5 \text{ cm}$ به $58/5 \text{ cm}$ می‌رسد، در واقع وزنه

باید از مکان $\frac{-A}{2} = -3/5 \text{ cm}$ برای نخستین بار به مکان $\frac{A}{2} = 3/5 \text{ cm}$ برود و چون

جهت حرکت بیان نشده دو حالت ممکن است رخ دهد:

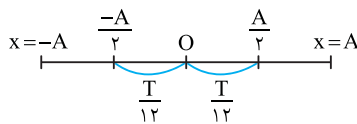
$$\begin{aligned} \ell &= 48 \text{ cm} \quad 51/5 \text{ cm} \quad 58/5 \text{ cm} \quad \ell = 62 \text{ cm} \\ A &= -7 \text{ cm} \quad -3/5 \quad x = 0 \quad 3/5 \quad A = 7 \text{ cm} \end{aligned}$$

حالت اول: وزنه بدون تغییر جهت از مکان $\frac{-A}{2} = -3/5 \text{ cm}$ به مکان

$$\frac{A}{2} = 3/5 \text{ cm} \text{ برود.}$$

در این صورت زمان جابه‌جایی برابر خواهد بود با:

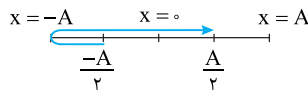
$$\Delta t = \frac{T}{12} + \frac{T}{12} = \frac{T}{6} = \frac{25}{6} \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{\pi}{150} \text{ s}$$



حالت دوم: آن است که وزنه از مکان $\frac{-A}{2} = -3/5 \text{ cm}$ به دامنه $-A$ یعنی به

انتهای مسیر رفته و در بازگشت به مکان $\frac{A}{2} = 3/5 \text{ cm}$ برود. در این صورت زمان جابه‌جایی برابر نصف دوره است.

$$\Delta t = \frac{T}{2} = \frac{25}{2} = \frac{\pi}{50} \text{ s}$$

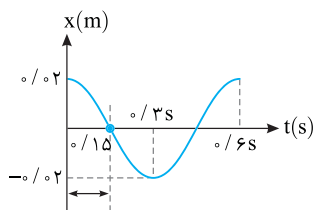


بنابراین هر دو مقدار $\frac{\pi}{150} \text{ s}$ و $\frac{\pi}{50} \text{ s}$ می‌توانند جواب باشند.

۴ ۴ A

$$\frac{T}{4} = 0.15 \Rightarrow T = 0.6 \text{ s}$$

۱. با توجه به نمودار دوره را حساب می‌کنیم.



۲. معادله حرکت نوسانگر را می‌نویسیم:

$$x = 0.2 \cos \omega t \Rightarrow x = 0.2 \cos \frac{2\pi}{T} t \Rightarrow x = 0.2 \cos \frac{10\pi}{3} t$$

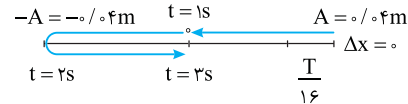
پنجره ۱ روبه‌روی ۲

۱ ۱ A

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

۱. دوره را به‌دست می‌آوریم:

۲. ثانیه سوم یعنی بازه زمانی بین $t = 2 \text{ s}$ تا $t = 3 \text{ s}$ ، با توجه به دوره $T = 4 \text{ s}$ مشخص است که اگر $\Delta t = 1 \text{ s}$ باشد این مقدار ربع دوره است و نوسانگر در این مدت از مکان $+A$ به مکان $x = 0$ می‌رود درواقع در لحظه $t = 1 \text{ s}$ ذره در مکان $x = 0$ و در لحظه $t = 2 \text{ s}$ در مکان $x = -A$ و در لحظه $t = 3 \text{ s}$ در مکان $x = 0$ است. بنابراین مسافت طی شده در ثانیه سوم همان $\ell = A = 0.4 \text{ m}$ است.



۳. در بازه $t = 1 \text{ s}$ تا $t = 3 \text{ s}$ برابر $\ell' = 2A = 0.8 \text{ m}$ است.

۴. تندی متوسط در دو حالت خواهد شد:

$$\begin{aligned} s_{\text{av}} &= \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{0.4}{1} = 0.4 \text{ m/s} \\ s_{\text{av}} &= \frac{\ell'}{\Delta t'} = \frac{0.8}{2} = 0.4 \text{ m/s} \end{aligned} \Rightarrow \frac{s_{\text{av}}}{s_{\text{av}}} = 1$$

نمای ۴

۲ ۲ A

خط فکری: تکانه برابر $\vec{P} = m\vec{v}$ است. بنابراین به جای بررسی لحظه‌های تغییر جهت تکانه، لحظه‌های تغییر جهت حرکت (تغییر جهت سرعت) را بررسی می‌کنیم. در نقاط بازگشت ($x = \pm A$) سرعت تغییر علامت می‌دهد. در معادله حرکت به جای x .

$t = \frac{1}{15} \text{ s}$ قرار دهید و مکان را در این لحظه بیابید سپس دوره را حساب کنید و مشخص

کنید بازه زمانی چه کسری از دوره است و به کمک بازه‌های زمانی شناخته شده مسیر حرکت را رسم کرده و تعداد دفعات تغییر جهت بردار تکانه را بیابید.

۱. در لحظه $t = \frac{1}{15} \text{ s}$ مکان نوسانگر خواهد شد.

$$x = 0.2 \cos 10\pi \times \frac{1}{15} \Rightarrow x = 0.2 \cos \frac{2\pi}{3} \Rightarrow x = 0.2 \left(-\frac{1}{2}\right) \Rightarrow x = -0.1 \text{ m}$$

۲. نسبت $\frac{x}{A}$ را مشخص می‌کنیم:

$$\frac{x}{A} = \frac{-0.1}{0.2} \Rightarrow x = -\frac{A}{2}$$

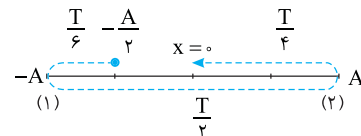
۳. دوره را به‌دست می‌آوریم:

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

۴. مشخص می‌کنیم بازه زمانی چه کسری از دوره است.

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{1 - \frac{1}{15}}{\frac{1}{5}} = \frac{14}{15} \Rightarrow \Delta t = \frac{14}{15} T$$

۵. مسیر حرکت را در بازه $\frac{14}{15} T$ رسم می‌کنیم.



۶. دو بار تکانه تغییر جهت می‌دهد.

روش استفاده از معادله:

$$\pm A = A \cos \omega t \Rightarrow \cos \omega t = \pm 1 \Rightarrow \omega t = k\pi, \quad 10\pi t = k\pi \Rightarrow t = \frac{k}{10}$$

می‌توان به جای k ، مقدار ۱ و ۲ قرار داد که در بازه $\frac{1}{5} \text{ s}$ تا $\frac{1}{3} \text{ s}$ است. بنابراین نوسانگر در

این بازه زمانی دوبار به نقاط بازگشت خود می‌رسد و تکانه تغییر جهت می‌دهد.

نمای ۵

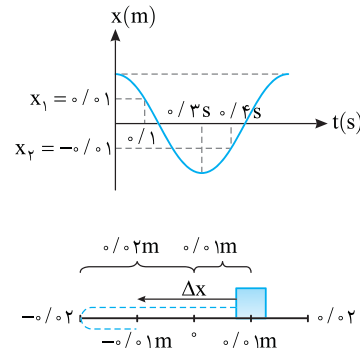


۳. حال با جای گذاری $t_1 = 0/1$ s و $t_2 = 0/4$ s مکان نوسانگر در این دو لحظه را به دست می‌آوریم.

$$x_1 = 0/2 \cos\left(\frac{1}{3}\pi \times 0/1\right) \Rightarrow x_1 = 0/1 \text{ m}$$

$$x_2 = 0/2 \cos\left(\frac{1}{3}\pi \times 0/4\right) \Rightarrow x_2 = -0/1 \text{ m}$$

۴. دقت کنید که $t_2 = 0/4$ s از $T = 0/3$ s بزرگ‌تر است و $t_1 = 0/1$ s نیز از $0/1$ s کمتر است پس مکان نوسانگر روی نمودار در این دو لحظه به صورت زیر است:



۵. جابه‌جایی خواهد شد: $\Delta x = x_2 - x_1 = -0/2$ m

۶. مسافت طی شده برابر است با: $\ell = 0/1 + 0/2 + 0/1 = 0/4$ m

۷. نسبت $\ell / \Delta x$ را به دست می‌آوریم:
 $\frac{\ell}{|\Delta x|} = \frac{0/4}{0/2} = 2$
 نمای ۱ و ۵

۳ ۵ A

دوره آونگ را از رابطه $T = \frac{t}{N}$ به دست می‌آوریم:

$$T_1 = \frac{t}{N_1} \Rightarrow T_1 = \frac{0/2}{40} = 1/20 \text{ s}, \quad T_2 = \frac{t}{N_2} \Rightarrow T_2 = \frac{0/2}{45} = 1/22.5 \text{ s}$$

دوره آونگ برابر $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ است:

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell_1}{g}} \Rightarrow 1/20 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell_1}{9.8}} \Rightarrow \sqrt{\ell_1} = 0/9 \Rightarrow \ell_1 = 0/81 \text{ m} = 81 \text{ cm}$$

$$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell_2}{g}} \Rightarrow 1/22.5 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell_2}{9.8}} \Rightarrow \sqrt{\ell_2} = 0/8 \Rightarrow \ell_2 = 0/64 \text{ m} = 64 \text{ cm}$$

بنابراین طول آونگ $81 - 64 = 17 \text{ cm}$ کاهش می‌یابد.

نمای ۷

۲ ۶ A

خط فکری مسافت‌های طی شده متوالی هستند، یعنی در مجموع زمان‌های t_1 و

t_2 نوسانگر به اندازه مجموع $3/78 \text{ cm}$ و $4/22 \text{ cm}$ مسافت طی کرده است. این

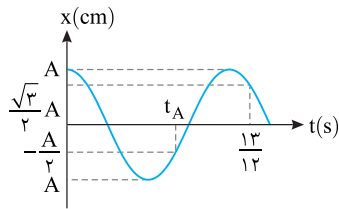
مسافت را به دست بیاورید و با دامنه مقایسه کنید.

کل مسافت طی شده در بازه زمانی $t_1 + t_2$ برابر است با: $4/22 + 3/78 = 8 \text{ cm}$

دامنه حرکت 2 cm است و در مدت یک دوره نوسانگر مسافتی برابر $4A = 4 \times 2 = 8 \text{ cm}$

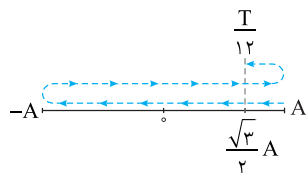
طی می‌کند از این‌رو کل مدت حرکت یک دوره بوده است $(t_1 + t_2 = T)$. نمای ۸

مسیر حرکت را از $t = 0$ تا $t = \frac{13}{12} \text{ s}$ رسم می‌کنیم و بازه‌های زمانی را روی آن نوشته با هم جمع می‌کنیم.



نوسانگر در یک دوره کامل T و از A تا $\frac{\sqrt{3}}{2}A$ نیز $\frac{T}{12}$ در راه بوده و جمعاً Δt خواهد شد:

$$\Delta t = T + \frac{T}{12} \Rightarrow \frac{13}{12} = \frac{13T}{12} \Rightarrow T = 1 \text{ s}$$

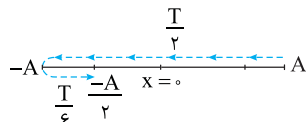


اما مسیر از $x = 0$ تا $x = -\frac{A}{2}$ را رسم کرده t_A را به دست می‌آوریم.

از A تا -A زمان $\frac{T}{2}$ و از -A تا $-\frac{A}{2}$ مدت زمان طی مسیر $\frac{T}{6}$ است. بنابراین

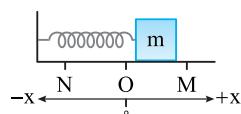
$$t_A = \frac{T}{2} + \frac{T}{6} = \frac{2T}{3} \Rightarrow t_A = \frac{2}{3} \times 1 = \frac{2}{3} \text{ s}$$

t_A خواهد شد:



نمای ۶

۲ ۸ A



یادآوری در دو انتهای مسیر (نقاط

بازگشت) حرکت هماهنگ ساده، سرعت صفر

و شتاب (و نیرو) بیشینه و در مرکز نوسان

سرعت بیشینه و شتاب (و نیرو) صفر است.

از طرفی شتاب و مکان هم علامت نیستند.

در نقطه M مکان مثبت و شتاب بیشینه منفی است و گزاره (الف) درست است. در نقطه

O، نقطه تعادل تندی بیشینه است و گزاره (ب) درست است. در نقطه N که مکان منفی

است علامت شتاب مثبت است و گزاره (پ) نادرست است. در نقطه N فتر بیشترین

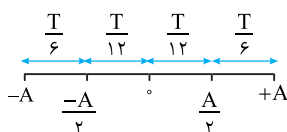
فشردگی را دارد و N نقطه بازگشت است. بنابراین نیروی کشسانی فتر بیشینه است و

گزاره (ت) نادرست است.

نمای ۷

۴ ۹ A

یادآوری بازه‌های زمانی زیر را بهتر است به خاطر بسپارید:



پنجره ۲ روبه روی ۳

۳ ۱ A

۱. نسبت x/A را برای نوسانگر A به دست می آورید. $\frac{x}{A} = \frac{-1/5}{3} \Rightarrow x = -\frac{A}{6}$

۲. مسیر حرکت A مطابق نمودار خواهد شد:
۳. بازه زمانی مسیر روی شکل را حساب می کنیم.

$$\Delta t_A = \frac{T_A}{2} + \frac{T_A}{6} \Rightarrow \Delta t_A = \frac{2T_A}{3}$$

۴. نسبت x/A را برای نوسانگر B به دست می آوریم.

$$\frac{x}{A} = \frac{-1/5}{\sqrt{3}} = \frac{-1/5\sqrt{3}}{3} = \frac{x}{A} = -\frac{\sqrt{3}}{2}$$

۵. مسیر حرکت B را رسم می کنیم و بازه زمانی Δt_B را مشخص می کنیم.

$$\Delta t_B = \frac{T_B}{4} + \frac{T_B}{6} \Rightarrow \Delta t_B = \frac{5T_B}{12}$$

۶. با توجه به نمودار $\Delta t_A = \Delta t_B$ است. بنابراین: $\frac{2T_A}{3} = \frac{5T_B}{12} \Rightarrow \frac{T_A}{3} = \frac{5T_B}{12} \Rightarrow \frac{T_A}{T_B} = \frac{5}{4}$

۷. نسبت بیشینه تندی خواهد شد:

$$\frac{v_{mA}}{v_{mB}} = \frac{A_A \omega_A}{A_B \omega_B} = \frac{3}{\sqrt{3}} \times \frac{2\pi}{T_B} \Rightarrow \frac{v_{mA}}{v_{mB}} = \sqrt{3} \times \frac{T_B}{T_A} = \sqrt{3} \times \frac{4}{5} = \frac{4\sqrt{3}}{5}$$

نمای ۱۳

۱ ۲ A

خط فکری در گام اول انرژی مکانیکی نوسانگر را حساب می کنیم تا در گام بعدی با داشتن انرژی مکانیکی و براساس رابطه $E = U + K$ ، با جایگذاری انرژی پتانسیل در نقطه مورد نظر انرژی جنبشی نوسانگر و پس از آن سرعت نوسانگر را به دست آوریم.

۱. انرژی مکانیکی نوسانگر برابر است با:

$$K = 5 \text{ N/cm} = 500 \text{ N/m}, E = \frac{1}{2} k A^2 \Rightarrow E = \frac{1}{2} \times 500 \times (16 \times 10^{-4}) = 4 \text{ J}$$

۲. انرژی پتانسیل نوسانگر در نقطه مورد نظر $U = 2 \text{ J}$ است، در نتیجه:

$$E = U + K \Rightarrow 4 = 2 + K \Rightarrow K = 2 \text{ J}$$

۳. در نهایت براساس رابطه انرژی جنبشی خواهیم داشت:

$$K = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow 2 = \frac{1}{2} \times 1 \times v^2 \Rightarrow v^2 = 4 \Rightarrow v = 2 \text{ m/s}$$

$$v^2 = \frac{4}{10} \Rightarrow v = \frac{2}{\sqrt{10}} \text{ m/s}$$

$$v = \frac{2}{\sqrt{10}} \times \frac{\sqrt{10}}{\sqrt{10}} = \frac{2\sqrt{10}}{10} \text{ m/s}$$

تندی برحسب سانتی متر بر ثانیه خواسته شده است:

$$v = \frac{2\sqrt{10}}{10} \times 100 \text{ cm/s} = 20\sqrt{10} \text{ cm/s}$$

نمای ۱۲

۱ ۳ A

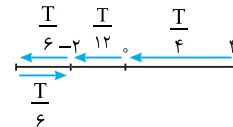
خط فکری بزرگی سرعت نوسانگر در لحظه عبور از حالت تعادل (مکان $x=0$)

بیشینه و برابر $v_m = A\omega$ است بنابراین شما باید دامنه (A) و همچنین دوره

($\omega = \frac{2\pi}{T}$) را به دست بیاورید. اما شما نمودار انرژی - مکان را در اختیار دارید پس با

با مقایسه معادله حرکت هماهنگ ساده $x = A \cos \omega t$ با معادله حرکت داده شده در مسئله $x = 0.04 \cos 50\pi t$ دامنه حرکت $A = 0.04 \text{ m}$ و بسامد زاویه ای $\omega = 50\pi \text{ rad/s}$ است.

۱. دوره را حساب می کنیم: $\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow 50\pi = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{1}{25} \text{ s}$



با توجه به بازه های زمانی شناخته شده از $A = 4 \text{ cm}$ تا $x = 0$ و از $x = 0$ تا $x = -\frac{A}{2}$ طول می کشد.

$$\frac{T}{12}, x = -\frac{A}{2} = -2 \text{ cm}$$

$$\Delta t_1 = \frac{T}{4} + \frac{T}{12} = \frac{T}{3} \Rightarrow \Delta t_1 = \frac{1}{75} \text{ s}$$

$$\Delta t_2 = \frac{T}{2} + \frac{T}{6} = \frac{2T}{3} \xrightarrow{T = \frac{1}{25} \text{ s}} \Delta t_2 = \frac{2}{75} \text{ s}$$

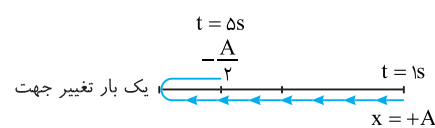
بازی با سوال در یک حرکت هماهنگ ساده در $t = 1 \text{ s}$ نوسانگر در

موقعیت $x = +A$ و در لحظه $t = 5 \text{ s}$ ، بعد از یک بار تغییر جهت در موقعیت

$x = -\frac{A}{2}$ است. دوره نوسان چند ثانیه است؟

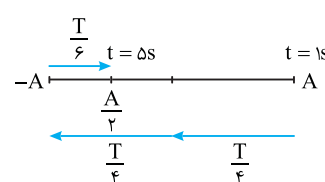
$$\frac{32}{3} (4) \quad \frac{16}{3} (3) \quad 6 (2) \quad 12 (1)$$

پاسخ مسیر حرکت را رسم می کنیم.



با مقایسه بازه های زمانی روی مسیر با بازه های شناخته شده مسیر زمان را به دست می آوریم:

$$\Delta t = \frac{T}{4} + \frac{T}{4} + \frac{T}{6} = \frac{2T}{3} \Rightarrow T = 6 \text{ s}$$



گزینه ۲

۲ ۱۰ A

یادآوری بسامد نوسانی سیستم جرم فنر از رابطه $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$ و بسامد نوسانی

$$\text{آونگ } f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{\ell}} \text{ است.}$$

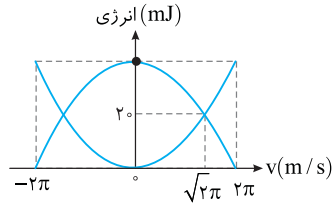
۱. با توجه به اینکه بسامد دو سیستم با هم برابر است خواهیم داشت:

$$f_{\text{آونگ}} = f_{\text{جرم-فنر}} \Rightarrow \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{\ell}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow \frac{g}{\ell} = \frac{k}{m} \Rightarrow \frac{10}{\ell} = \frac{k}{2} \Rightarrow k = 20 \text{ N/m}$$

۲. یکای ثابت فنر را به N/cm تبدیل می کنیم.

$$20 \frac{\text{N}}{\text{m}} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 0.2 \text{ N/cm}$$

نمای ۷ و ۸

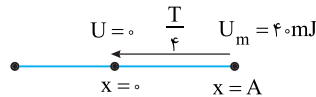


بیشینه انرژی پتانسیل نوسانگر برابر انرژی مکانیکی نوسانگر است

$$U_m = E = 4 \text{ mJ}$$

انرژی پتانسیل نوسانگر در نقاط بازگشت دو انتهای مسیر بیشینه است و وقتی در مسئله بیان می‌کند که حداقل بازه زمانی که انرژی پتانسیل از ۴ mJ به صفر می‌رسد ۰/۵ s است یعنی مدت زمانی که نوسانگر از دامنه به مبدأ می‌رود برابر ۰/۵ s است که این بازه زمانی برابر $\frac{T}{4}$ است از این‌رو:

$$\frac{T}{4} = 0.5 \Rightarrow T = 2 \text{ s}$$



بسامد زاویه‌ای را حساب می‌کنیم.

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

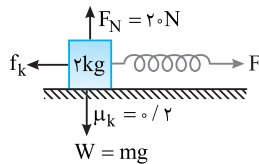
با توجه به نمودار بیشینه تند نوسانگر $v_m = 2\pi \text{ m/s}$ است بنابراین:

$$v_m = A\omega \Rightarrow 2\pi = A(1) \Rightarrow A = 2\pi \text{ cm}$$

گزینه ۴

خط فکری: ابتدا نیروهای وارد بر وزنه ۲ کیلوگرمی را رسم کرده و به کمک قانون دوم نیوتون ثابت فنر را به دست آورید. سپس بسامد زاویه‌ای نوسان سامانه جرم - فنر را حساب کنید تا بتوانید شتاب بیشینه را به دست آورید.

یادآوری: نیروی کشسانی فنر $F = k\Delta\ell$ و نیروی اصطکاک برابر $f_k = \mu_k F_N$ است.



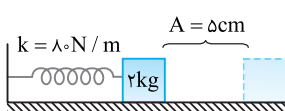
۱ بنا به قانون دوم نیوتون:

$$F_{\text{net}} = ma \Rightarrow F - f_k = ma \Rightarrow k\Delta\ell - \mu_k F_N = ma$$

$$\Delta\ell = 0.1 \text{ m} \Rightarrow k(0.1) - 0.2 \times 20 = 2 \times a \Rightarrow k = 8 \text{ N/m}$$

۲ بسامد زاویه‌ای سامانه جرم - فنر را حساب می‌کنیم.

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{8}{2}} \Rightarrow \omega = \sqrt{4} \Rightarrow \omega = 2 \text{ rad/s}$$



۳ مقدار انحراف وزنه از حالت

تصادل و رها کردن وزنه برابر دامنه

است، بنابراین: $A = 0.05 \text{ m}$

۴ شتاب بیشینه نوسانگر خواهد شد:

$$a_m = A\omega^2 \Rightarrow a_m = 0.05 \times 4^2 \Rightarrow a_m = 0.8 \text{ m/s}^2$$

نمای ۹

توجه به اصل پایستگی انرژی مکانیکی ($E = K + U$) باید به کمک انرژی مکانیکی نوسانگر، دوره را حساب کنید.

۱ با توجه به نمودار دامنه نوسانگر $A = 2 \text{ cm}$ است و در مکان $x = \sqrt{2} \text{ cm}$

انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل نوسانگر با هم برابر بوده و مقدار آن‌ها ۲ mJ است.

بنابراین انرژی مکانیکی نوسانگر خواهد شد: $E = U + K = 2 + 2 \Rightarrow E = 4 \text{ mJ}$

۲ نکته: در حرکت هماهنگ ساده همواره بیشینه انرژی جنبشی، بیشینه انرژی

پتانسیل و انرژی مکانیکی نوسانگر با هم برابرند ($E = K_m = U_m$).

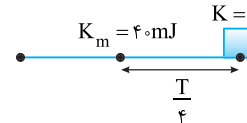
۳ انرژی مکانیکی نوسانگر ۴ mJ شده است بنابراین بیشینه انرژی جنبشی نوسانگر

نیز $K_m = 4 \text{ mJ}$ است. در صورت مسئله بازه زمانی که انرژی جنبشی از $K = 0$ به

$K = 4 \text{ mJ}$ می‌رسد را برابر 0.5 s بیان کرده این یعنی نوسانگر از نقطه بازگشت به

مرکز نوسان رفته که این بازه برابر $\frac{T}{4}$ است. از این‌رو:

$$\frac{T}{4} = 0.5 \Rightarrow T = 2 \text{ s}$$

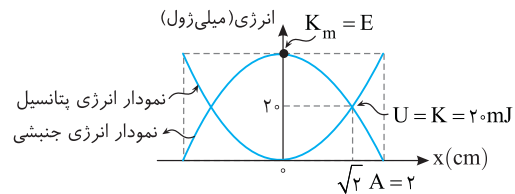


۳ بسامد زاویه‌ای را حساب می‌کنیم.

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

۴ در لحظه گذر از مرکز نوسان ($x = 0$) تند ی بیشینه و برابر است با:

$$v_m = A\omega \Rightarrow v_m = 0.2 \times 1 \times \pi = \pi \text{ m/s}$$



نمای ۱۳

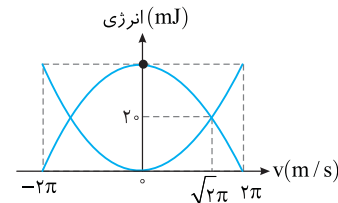
بازی با سوال: شکل زیر، نمودار انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل سامانه

جرم - فنر - بر حسب سرعت نشان می‌دهد اگر حداقل زمانی که طول می‌کشد

تا انرژی پتانسیل نوسانگر از ۴ mJ به صفر برسد، برابر ۰/۵ s باشد، دامنه

حرکت نوسانگر چند سانتی‌متر است؟

ریاضی - ۸۸



۱) ۷/۵ ۲) ۵ ۳) ۱۰ ۴) ۲۰

۵ پاسخ: در لحظه‌ای که سرعت نوسانگر $\sqrt{2}\pi \text{ m/s}$ است، انرژی جنبشی و

انرژی پتانسیل نوسانگر برابر است.

$$K = U = 2 \text{ mJ}$$

مجموع انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل نوسانگر برابر انرژی مکانیکی نوسانگر

است، از این‌رو:

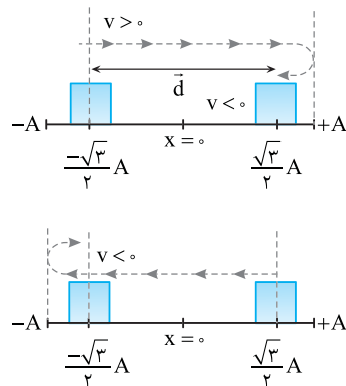
$$E = K + U \Rightarrow E = 2 + 2 \Rightarrow E = 4 \text{ mJ}$$

۲ با توجه به فرض مسئله جابه‌جایی در این بازه زمانی صفر نیست. بنابراین در این بازه زمانی نوسانگر از مکان $\frac{\sqrt{3}}{2}A$ به مکان $-\frac{\sqrt{3}}{2}A$ می‌رود و یا بالعکس.

۳ نکته هرگاه مکان و سرعت نوسانگر برای اولین بار قرینه شود، مسافت طی شده برابر $2A$ و مدت زمان این تغییر نصف دوره $(\frac{T}{2})$ است.

۳ در مکان $-\frac{\sqrt{3}}{2}A$ با توجه به فرض مسئله، سرعت مثبت است و نوسانگر با گذشت زمان از مکان $-\frac{\sqrt{3}}{2}A$ با سرعت منفی می‌گذرد. یعنی مسافت طی شده مطابق شکل زیر ($\ell = 2A$) است و اندازه جابه‌جایی خواهد شد:

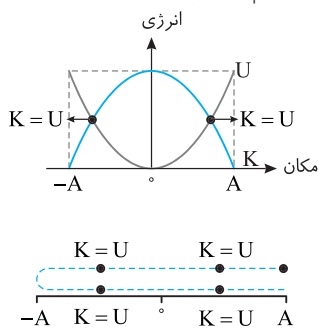
$$d = \frac{\sqrt{3}}{2}A + \frac{\sqrt{3}}{2}A \Rightarrow d = \sqrt{3}A$$



۴ نسبت $\frac{\ell}{d}$ خواهد شد: $\frac{\ell}{d} = \frac{2A}{\sqrt{3}A} = \frac{2\sqrt{3}}{3}$

نمای ۴

۸ خط فکری با توجه به نمودار انرژی - مکان در یک دوره چهار بار انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل نوسانگر با هم برابر می‌شود:

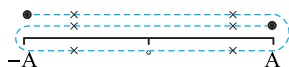


۱ با توجه به معادله $x = A \cos \omega t$ ، بسامد زاویه‌ای برابر $2/\Delta \pi \text{ rad/s}$ است. دوره را حساب می‌کنیم.

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow 2/\Delta \pi = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2}{2/\Delta} = \Delta \text{ s}$$

۲ بازه زمانی Δ تا $1/2\Delta$ را با دوره $T = \Delta \text{ s}$ مقایسه می‌کنیم.

$$\Delta t = \frac{1/2}{\Delta} \Rightarrow \Delta t = \frac{1}{2}T = T + \frac{T}{2}$$



۵ نکته دوره نوسان آونگ به جرم و جنس گلوله بستگی ندارد. $T = 2\pi\sqrt{\ell/g}$. چون طول آونگ‌های A و B با هم برابر است، پس دوره آن‌ها یکسان است و پدیده تشدید رخ می‌دهد. نمای ۱۴

۶ ۱ با مقایسه $F = -200x$ با توجه به قانون هوک $F = -kx$ مشخص می‌شود که ثابت فنر $k = 200 \text{ N/m}$ است.

۲ مسافتی که نوسانگر در مدت یک دوره طی می‌کند چهار برابر دامنه است. از این‌رو دامنه خواهد شد:

$$4A = 20 \Rightarrow A = 5 \text{ cm}$$

۳ انرژی مکانیکی را حساب می‌کنیم.

$$E = \frac{1}{2}kA^2 \Rightarrow E = \frac{1}{2} \times 200 \times (5 \times 10^{-2})^2 = 100 \times 25 \times 10^{-4} \Rightarrow E = 0.25 \text{ J}$$

۴ بیشینه انرژی جنبشی برابر انرژی مکانیکی است از این‌رو:

$$E = K_m = 0.25 \text{ J}$$

۵ انرژی جنبشی $\frac{1}{5}$ انرژی مکانیکی است از این‌رو:

$$K = \frac{1}{5}E \Rightarrow K = \frac{1}{5} \times 0.25 \Rightarrow K = 0.05 \text{ J}$$

۶ انرژی پتانسیل در این لحظه خواهد شد:

$$E = K + U \Rightarrow 0.25 = 0.05 + U \Rightarrow U = 0.2 \text{ J}$$

نمای ۱۲

۷ بازی با سوال معادله نیرو - مکان نوسانگر ساده‌ای به جرم 200 گرم در SI به صورت $F = -180x$ است. اگر بیشینه انرژی جنبشی این نوسانگر 225 میلی‌ژول باشد، معادله مکان - زمان این نوسانگر در SI، کدام است؟

مشابه خارج ریاضی - ۹۷

$$x = 0.5 \cos 30t \quad (1) \quad x = 0.3 \cos 30t \quad (2) \quad x = 0.5 \cos 30\pi t \quad (3) \quad x = 0.3 \cos 30\pi t \quad (4)$$

۸ پاسخ با توجه به رابطه $F = -180x$ و مقایسه آن با $F = -kx$ مشخص است که $k = 180 \text{ N/m}$ است از این‌رو:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{180}{0.2}} = 30 \text{ rad/s}$$

بیشینه انرژی جنبشی برابر است با:

$$K_m = \frac{1}{2}mv_m^2 = \frac{1}{2}m(A\omega)^2 = \frac{1}{2}mA^2\omega^2 = 225 \times 10^{-3} \text{ J} \Rightarrow \frac{1}{2} \times 0.2 \times A^2 \times 900 = 225 \times 10^{-3} \Rightarrow A^2 = 25 \times 10^{-4} \Rightarrow A = 0.5 \text{ m}$$

حال معادله مکان - زمان نوسانگر را می‌نویسیم:

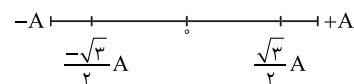
$$x = A \cos \omega t \Rightarrow x = 0.5 \cos 30t$$

گزینه ۱

۷ خط فکری بزرگی شتاب نوسانگر از رابطه $|a| = \omega^2|x|$ به دست می‌آید، پس بزرگی شتاب و اندازه مکان نوسانگر با یکدیگر رابطه مستقیم دارند و هنگامی که نوسانگر به‌طور مثال در مکان $\frac{A}{2}$ قرار دارد شتاب نیز نصف شتاب بیشینه است.

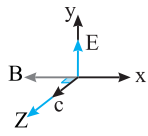
۱ با توجه به رابطه شتاب - مکان و همچنین فرض مسئله خواهیم داشت:

$$|a| = \frac{\sqrt{3}}{2}a_m \Rightarrow \frac{|a|}{a_m} = \frac{\omega^2|x|}{A\omega^2} \Rightarrow \omega^2|x| = \frac{\sqrt{3}}{2}A\omega^2 \Rightarrow x = \pm \frac{\sqrt{3}}{2}A$$



پنجره ۳ روبه‌روی ۴

B ۱ ۲



اگر می‌توانید شکل محورهای x ، y و z را مطابق شکل روبه‌رو تجسم کنید. با توجه به قاعده دست راست ابتدا چهار انگشت باز دست راست خود را در جهت مثبت محور y ها رو به بالا به گونه‌ای قرار دهید که کف دست شما در جهت منفی محور x ها (یعنی جهت میدان مغناطیسی) قرار گیرد. در این حالت انگشت باز شست شما در جهت مثبت محور z ها است. البته می‌توانید محورها را به صورت روبه‌رو نیز رسم کنید و محور z را به صورت برون‌سو نمایش دهید.

نمای ۲۳

B ۲ ۳

ریمان را از دستگاهی گذرانده‌ایم و قطر ریمان نصف شده است. بنابراین از سه رابطه

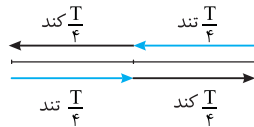
تندی انتشار موج در ریمان رابطه $v = \frac{1}{D} \sqrt{\frac{F}{\pi \rho}}$ را انتخاب می‌کنیم.

$$\frac{v'}{v} = \frac{\frac{1}{D'} \sqrt{\frac{F'}{\pi \rho'}}}{\frac{1}{D} \sqrt{\frac{F}{\pi \rho}}} \xrightarrow{F'=F, \rho'=\rho} \frac{v'}{v} = \frac{D}{D'} \xrightarrow{D'=\frac{1}{2}D} v' = 2v$$

نمای ۱۷

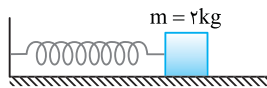
A ۳ ۴

نکته: در مدت یک دوره، جمعاً $\frac{T}{4}$ حرکت کندشونده و $\frac{T}{4}$ حرکت تندشونده است.



۱ دوره حرکت را به دست می‌آوریم.

$$\frac{T}{4} = \frac{0.2}{4} \Rightarrow T = 0.8 \text{ s}$$



۲ بسامد زاویه‌ای را حساب می‌کنیم:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{0.8} \Rightarrow \omega = 2.5\pi \text{ rad/s}$$

۳ بیشینه نیروی وارد بر نوسانگر خواهد شد:

$$F_m = mA\omega^2 \xrightarrow{A=5 \times 10^{-2} \text{ m}} F_m = 2 \times 5 \times 10^{-2} \times (2.5\pi)^2 \Rightarrow F_m = 10^{-1} \times 2.5 \times \pi^2 \Rightarrow F_m = 2.5 \text{ N}$$

نمای ۹

B ۴ ۱

۱ بسامد زاویه‌ای نوسانگر را حساب می‌کنیم.

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \xrightarrow{k=900 \text{ N/m}, m=2/25 \text{ kg}} \omega = \sqrt{\frac{900}{2/25}} = \frac{30}{1/5} \Rightarrow \omega = 20 \text{ rad/s}$$

۲ با استفاده از بیشینه تندی، دامنه نوسان را به دست می‌آوریم.

$$v_m = A\omega \xrightarrow{v_m=1 \text{ m/s}} 1 = A \times 20 \Rightarrow A = \frac{1}{20} \text{ m} = 0.05 \text{ m}$$

۳ در مدت T ، چهار بار و در مدت $\frac{T}{4}$ دو بار یعنی در مجموع ۶ بار انرژی جنبشی

نمای ۱۳

و پتانسیل با هم برابر می‌شوند.

B ۹ ۱

یادآوری: تندی بیشینه از رابطه $v_{\max} = A\omega$ به دست می‌آید.

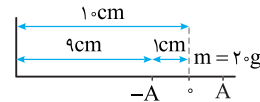
۱ بسامد زاویه‌ای (ω) را به دست می‌آوریم:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \xrightarrow{m=20 \text{ g} = \frac{20}{1000} \text{ kg}} \omega = \sqrt{\frac{32}{0.02}} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{3200}{2}} = \sqrt{1600} = 40 \text{ rad/s}$$

۲ با استفاده از تندی بیشینه دامنه را حساب می‌کنیم:

$$v_{\max} = A\omega \Rightarrow 0.4 = A \times 40 \Rightarrow A = \frac{1}{100} \text{ m} = 1 \text{ cm}$$

۳ مسیر حرکت نوسانگر به صورت زیر است:



نمای ۷

بنابراین کمینه فاصله جسم از دیوار ۹ cm است.

A ۱۰ ۳

۱ دوره نوسان از رابطه $T = \frac{t}{n}$ به دست می‌آید. نسبت دوره آونگ A به دوره آونگ

B را حساب می‌کنیم:

$$\begin{cases} T_A = \frac{t_A}{n_A} \\ T_B = \frac{t_B}{n_B} \end{cases} \xrightarrow{\substack{\text{دو معادله را بر هم تقسیم می‌کنیم} \\ t_A = t_B \text{ بازه زمانی‌ها یکسان است}}} \frac{T_A}{T_B} = \frac{n_B}{n_A} \Rightarrow \frac{T_A}{T_B} = \frac{60}{156} \Rightarrow T_A = \frac{5}{12} T_B$$

۲ حال با توجه به اینکه دوره آونگ برابر $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$ است، از نسبت دوره‌ها

می‌توان نسبت طول‌ها را به دست آورد.

$$T_A = \frac{5}{12} T_B \Rightarrow 2\pi\sqrt{\frac{\ell_A}{g}} = \frac{5}{12} (2\pi\sqrt{\frac{\ell_B}{g}}) \Rightarrow \sqrt{\ell_A} = \frac{5}{12} \sqrt{\ell_B} \Rightarrow \ell_A = \frac{25}{144} \ell_B$$

۳ طول آونگ جدید برابر مجموع طول دو آونگ یعنی $\ell_A + \ell_B$ است.

$$\ell_A + \ell_B = \frac{25}{144} \ell_B + \ell_B = \frac{169}{144} \ell_B$$

۴ دوره حرکت آونگ جدید را حساب می‌کنیم.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell_A + \ell_B}{g}} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{169}{144} \ell_B} \Rightarrow T = \frac{13}{12} (2\pi\sqrt{\frac{\ell_B}{g}}) \xrightarrow{2\pi\sqrt{\frac{\ell_B}{g}} = T_B} T = \frac{13}{12} T_B$$

۵ در همان مدت زمانی که نوسان‌های آونگ B برابر ۶۵ شده، تعداد نوسان‌های

نوسانگر جدید خواسته شده:

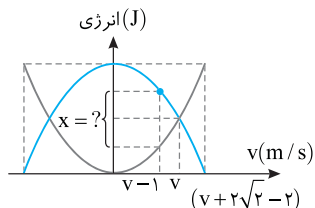
$$T = \frac{13}{12} T_B \xrightarrow{T = \frac{t}{n}} \frac{t}{n} = \frac{13}{12} \times \frac{t}{n_B} \xrightarrow{n_B = 65} \frac{1}{n} = \frac{13}{12} \times \frac{1}{65} \Rightarrow n = 60$$

نمای ۸

۳ ۷ B

۱ در سرعت v ، انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی نوسانگر با هم برابر است و بنا به پایستگی انرژی مکانیکی می‌توان نوشت:

$$E = U + K \xrightarrow{U=K} E = K + K \Rightarrow E = 2K \Rightarrow E = 2\left(\frac{1}{2}mv^2\right) \quad (I)$$



۲ بیشینه انرژی جنبشی نوسانگر برابر انرژی مکانیکی آن است. با توجه به نمودار بیشینه تندی نوسانگر برابر $v_m = v + 2\sqrt{2} - 2$ است. بنابراین انرژی مکانیکی نوسانگر خواهد شد:

$$E = K_m = \frac{1}{2}mv_m^2 \Rightarrow E = \frac{1}{2}m(v + 2\sqrt{2} - 2)^2 \quad (II)$$

۳ از رابطه (I) و (II) نتیجه می‌شود:

$$\begin{aligned} 2\left(\frac{1}{2}mv^2\right) &= \frac{1}{2}m(v + 2\sqrt{2} - 2)^2 \Rightarrow 2v^2 = (v + 2\sqrt{2} - 2)^2 \\ \sqrt{2}v &= v + 2\sqrt{2} - 2 \Rightarrow \sqrt{2}v - v = 2\sqrt{2} - 2 \Rightarrow v(\sqrt{2} - 1) = 2(\sqrt{2} - 1) \\ v &= 2 \text{ m/s} \end{aligned}$$

۴ تندی $v = 1$ برابر است با:

$$v - 1 = 2 - 1 = 1 \text{ m/s}$$

۵ انرژی مکانیکی نوسانگر خواهد شد:

$$\xrightarrow{(I)} E = 2\left(\frac{1}{2}mv^2\right) = 2\left(\frac{1}{2} \times 0.2 \times (2)^2\right) \Rightarrow E = 0.8 \text{ J}$$

۶ انرژی جنبشی نوسانگر وقتی تندی $v = 1 \text{ m/s}$ است برابر خواهد شد با:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 0.2 \times (1)^2 \Rightarrow K = 0.1 \text{ J}$$

۷ انرژی پتانسیل در این لحظه برابر است با:

$$E = U + K \Rightarrow 0.8 = U + 0.1 \Rightarrow U = 0.7 \text{ J}$$

۸ اختلاف انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل را به دست می‌آوریم.

$$U - K = 0.7 - 0.1 = 0.6 \text{ J}$$

نمای ۱۲

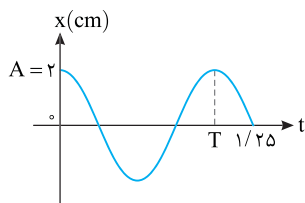
۴ ۸ B

$$\frac{\Delta T}{4} = 1/25 \Rightarrow T = 1s \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi$$

با توجه به نمودار داریم:

انرژی مکانیکی برابر است با:

$$\begin{aligned} E &= \frac{1}{2}mAv^2\omega^2 = \frac{1}{2}m(A\omega)^2 = \frac{1}{2} \times 0.1 \times (4\pi \times 10^{-2})^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 10^{-1} \times 16\pi^2 \times 10^{-4} = 8\pi^2 \times 10^{-5} \text{ J} = 8\pi^2 \times 10^{-2} \text{ mJ} = 0.8\pi^2 \text{ mJ} \end{aligned}$$



نمای ۱۲

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow 2\pi = \frac{2\pi \times 3}{T} \Rightarrow T = 0.3s$$

۳ دوره خواهد شد:

۴ مشخص می‌کنیم $\Delta t = 0.5s$ چه کسری از دوره است.

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{0.5}{0.3} \Rightarrow \frac{\Delta t}{T} = \frac{5}{3} \Rightarrow \Delta t = \frac{T}{6}$$

۵ بیشینه تندی متوسط نوسانگر در یک مدت معین یعنی بیشینه جابه‌جایی، بنابراین باید حرکت نوسانگر در دو طرف حالت تعادل و در اطراف جایی که تندی بیشینه است را بررسی می‌کنیم.

۶ بازه $\frac{T}{6}$ را به دو قسمت مساوی $\frac{T}{12}$ تقسیم می‌کنیم. در مدت $\frac{T}{6}$ نوسانگر از

$$| \Delta x_{\max} | = A \quad \text{مکان } -\frac{A}{2} \text{ به مکان } +\frac{A}{2} \text{ می‌رود.}$$

$$\begin{aligned} \Delta x &= A = 0.5 \text{ m} \\ -A &\xrightarrow{-\frac{A}{2}} \xrightarrow{+\frac{T}{12}} \xrightarrow{+\frac{T}{12}} \xrightarrow{+\frac{A}{2}} +A \\ \Delta t &= \frac{T}{6} \end{aligned}$$

۷ بیشینه تندی متوسط خواهد شد:

$$v_{avm} = \frac{|\Delta x_m|}{\Delta t} = \frac{0.5}{0.5} \Rightarrow v_{avm} = 1 \text{ m/s}$$

نمای ۱۰

۲ ۵ B

۱ مجموع انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل نوسانگر برابر انرژی مکانیکی آن است:

$$E = K + U$$

۲ سرعت در لحظه‌ای خواسته شده که انرژی جنبشی (K) و انرژی پتانسیل (U)

با هم برابر است:

$$E = K + U \xrightarrow{K=U} E = 2K$$

۳ انرژی مکانیکی $8 \text{ mJ} = 8 \times 10^{-3} \text{ J}$ و انرژی جنبشی از رابطه $K = \frac{1}{2}mv^2$

به دست می‌آید:

$$8 \times 10^{-3} = 2\left(\frac{1}{2}mv^2\right) \Rightarrow 8 \times 10^{-3} = 0.1 \times v^2$$

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

نمای ۱۱

۲ ۶ B

یادآوری: مسافتی که موج در مدت یک دوره طی می‌کند برابر طول موج است.

$$\lambda = vt$$

نکته: مسافتی که هر ذره از محیط انتشار موج طی می‌کند چهار برابر دامنه است. (۴A)

۱ با توجه به فرض مسئله طول موج چهار برابر دامنه است.

$$\lambda = 4A$$

۲ نسبت تندی بیشینه نوسان به تندی انتشار موج خواهد شد:

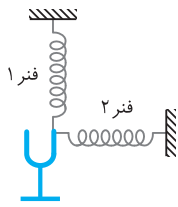
$$\frac{v_m}{v} = \frac{A\omega}{v} \xrightarrow{\lambda=4A} \frac{v_m}{v} = \frac{A \frac{2\pi}{T}}{\frac{4A}{T}} \Rightarrow \frac{v_m}{v} = \frac{\pi}{2}$$

نمای ۱۸



پنجره ۴ روبه‌روی ۵

B ۱ ۳



به دی‌پازون نگاه کنید. تیغه‌های دی‌پازون وقتی به ارتعاش در می‌آیند به چپ و راست می‌روند. وقتی تیغه به چپ می‌رود فنر ۲ را می‌کشد و فنر ۱ جمع می‌شود و وقتی تیغه به سمت راست می‌رود، فنر ۲ جمع می‌شود و این باز شدگی و جمع‌شدگی سبب انتشار موج طولی در فنر ۲ می‌شود.

در فنر ۱ با حرکت تیغه حلقه‌ها به سمت چپ و راست می‌روند و موج به بالا می‌رود یعنی راستای نوسان حلقه بر راستای پیشروی موج عمود بوده و موج در فنر (۱) عرضی است.

نکته: تندی انتشار امواج طولی در جامدات از تندی انتشار امواج عرضی بیشتر است. **۱** فنرها یکسان هستند اما در فنر (۲) موج طولی و در فنر (۱) موج عرضی است بنابراین $v_2 > v_1$ است.

۲ بسامد موج را چشمه موج تعیین می‌کند. چشمه موج در هر دو فنر، دی‌پازون است بنابراین بسامد موج در دو فنر یکسان است. ($f_2 = f_1$)

۳ با ثابت بودن بسامد موج، با توجه به تعریف طول موج ($\lambda = v/f$) چون ($v_2 > v_1$) است بنابراین ($\lambda_2 > \lambda_1$) خواهد شد.

۴ دامنه چشمه برای هر دو موج یکسان است بنابراین دامنه موج در فنر (۱) و (۲) برابر است. ($A_1 = A_2$) در نتیجه گزینه (۳) درست است.

نمای ۲۴

B ۲ ۴

نکته: فاصله بین یک تراکم و یک انبساط متوالی در امواج طولی برابر $\frac{\lambda}{2}$ است.

۱ بنا به فرض مسئله فاصله یک تراکم از یک انبساط مجاورش 40 cm است. طول موج را حساب می‌کنیم.

۲ دوره را به دست می‌آوریم. $\lambda = vT \rightarrow \frac{40}{2} = 16T \rightarrow T = \frac{1}{20}\text{ s}$

۳ هر ذره از محیط دارای حرکت هماهنگ ساده است و در مدت یک دوره مسافتی چهار برابر دامنه ($\ell = 4A$) طی می‌کند. بنابراین در مدت $\Delta t = \frac{1}{20}\text{ s}$ مسافت طی شده خواهد شد:

$$\ell = 4A \rightarrow \frac{A = 5\text{ cm}}{\ell = 4 \times 5 = 20\text{ cm}}$$

نمای ۲۴

B ۳ ۴

تندی انتشار موج به دوره و دامنه موج بستگی ندارد و برای بسامدهای مختلف یکسان است. ($v_2 = v_1$)

یادآوری: توان متوسط انتقال انرژی با مربع دامنه و مربع بسامد نسبت مستقیم دارد. دوره نصف شده است، بنابراین بسامد خواهد شد:

$$f = \frac{1}{T} \Rightarrow \frac{f_2}{f_1} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{f_2}{f_1} = \frac{1}{\frac{1}{2}} = 2$$

توان متوسط انتقال انرژی خواهد شد:

$$\frac{\bar{P}_2}{\bar{P}_1} = \left(\frac{f_2}{f_1}\right)^2 \times \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{\bar{P}_2}{\bar{P}_1} = (2)^2 \times (2)^2 = 16$$

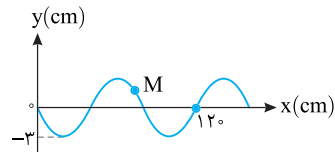
نمای ۲۱

B ۹ ۲

نکته: یک نوسانگر ساده در مدت‌زمان یک دوره مسافت $4A$ و در مدت‌زمان نصف دوره مسافت $2A$ را طی می‌کند. اما این تناسب برای مدت‌زمان یک‌چهارم دوره صدق نمی‌کند و مسافت الزاماً برابر A نخواهد بود. در این حالت میزان مسافت طی‌شده در مدت یک‌چهارم دوره بستگی به نقطه شروع حرکت نوسانگر دارد.

با توجه به نمودار طول موج را حساب می‌کنیم:

حال با داشتن طول موج و تندی، دوره را به دست می‌آوریم:



$$T = \frac{\lambda}{v} \Rightarrow T = \frac{240}{10} = 24\text{ s}$$

مدت‌زمان طی‌شده برابر $t_2 - t_1 = 0.4\text{ s}$ یعنی $\frac{T}{2} = 0.4\text{ s}$ است.

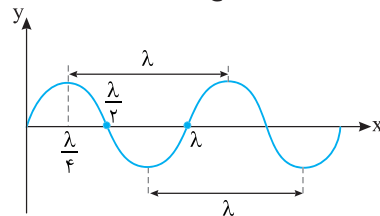
بنابراین بازه زمانی داده شده نصف دوره است و در نصف دوره یک نوسانگر ساده همواره مسافت $2A$ را طی می‌کند، بنابراین $2 \times 3 = 6\text{ cm}$ مسافت طی‌شده است.

نمای ۱۹

A ۱۰ ۲

یادآوری ۱: تندی انتشار موج در یک محیط به جنس و ویژگی‌های محیط بستگی دارد و تندی انتشار امواجی که در محیط یکسان منتشر می‌شوند باهم برابر است.

یادآوری ۲: در نمودار جابه‌جایی - مکان (نقش موج)، فاصله دو برآمدگی متوالی و دو فرورفتگی متوالی برابر یک طول موج است.

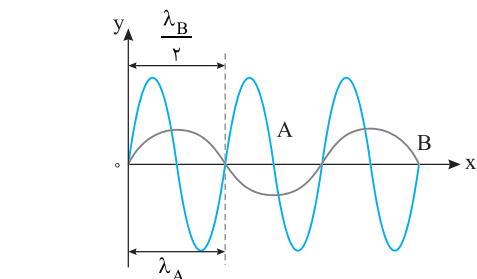


دو موج در یک محیط در حال انتشار هستند و تندی انتشار آن‌ها باهم برابر است.

$$\frac{v_A}{v_B} = 1$$

بنابراین:

با توجه به شکل، طول موج B دو برابر طول موج A است.



بنا به تعریف طول موج $\lambda = vT$ خواهیم داشت:

$$v_B T_B = 2v_A T_A \xrightarrow{v_A = v_B} T_B = 2T_A \Rightarrow \frac{T_A}{T_B} = \frac{1}{2}$$

نمای ۲۱

با توجه به نمودار فاصله O تا O' برابر $\frac{\lambda}{2}$ است از این رو:

$$OO' = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow OO' = \frac{15}{2} \Rightarrow OO' = 7.5 \text{ m}$$

بنابراین گزینه (۲) درست و گزینه (۳) نادرست است.

نمای ۲۲

۱ ۷ B

اختلاف تراز شدت دو صوت برابر لگاریتم نسبت شدت آن دو صوت می‌شود:

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

$$\log a - \log b = \log \frac{a}{b} \Rightarrow \Delta \beta = 10 \log \frac{I_A}{I_B} \Rightarrow \Delta \beta = 10 \log \frac{I_A}{I_B}$$

با توجه به نسبت خواسته شده، لازم است دو تراز شدت صوت داده شده را از هم کم

کنیم، تا لگاریتم $\frac{I_A}{I_B}$ را به دست آوریم:

$$\Delta \beta = \beta_A - \beta_B \Rightarrow 10 \log \frac{I_A}{I_0} - 10 \log \frac{I_B}{I_0} = 92 - 28 = 64$$

$$\Rightarrow 10 \left(\log \frac{I_A}{I_0} \right) = 64 \Rightarrow \log \frac{I_A}{I_0} = 6.4$$

نکته: $\log 10^n$ برابر n است و $\log a - \log b$ برابر $\log \frac{a}{b}$ است.

می‌توان عدد 6.4 به دست آمده را به صورت $7 - 2(0.3)$ نوشت و به جای 10^7 ،

و به جای 10^3 از 2 استفاده کرد:

$$\log \frac{I_A}{I_0} = 7 - 2(0.3) \Rightarrow \log \frac{I_A}{I_0} = \log 10^7 - 2 \log 2$$

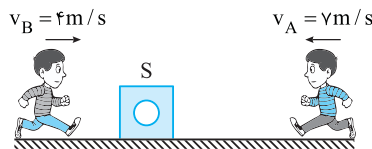
$$\Rightarrow \log \frac{I_A}{I_0} = \log \frac{10^7}{4} \Rightarrow \frac{I_A}{I_0} = \frac{10^7}{4} = 2.5 \times 10^6$$

نمای ۲۶

۲ ۸ B

چشمه ساکن است و هر گاه چشمه ساکن باشد، فاصله جبهه‌های موج منتشر شده در

محیط تغییر نمی‌کند و طول موج ثابت است بنابراین $\lambda_A > \lambda_B$ مقایسه نادرستی است.



تندی حرکت ناظر A از تندی حرکت ناظر B بیشتر است و در مدت ۱s، تعداد جبهه‌های موجی که دریافت می‌کند بیشتر بوده بنابراین بسامد دریافتی توسط ناظر A از بسامد دریافتی توسط ناظر B بیشتر است و مقایسه $f_A > f_B$ درست است.

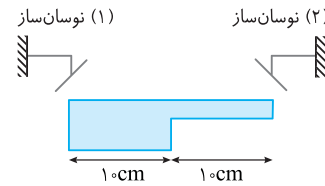
ناظر A در لحظه نشان داده شده در فاصله دورتری از چشمه قرار دارد و شدت صوت دریافتی ناظر A از شدت صوت دریافتی ناظر B کمتر است و مقایسه $I_A > I_B$ نادرست است.

نمای ۲۷

۳ ۴ B

در آب‌های کم عمق، تندی انتشار امواج سطحی آب در مناطق کم عمق‌تر، کمتر است.

امواج نوسان‌ساز (۱) در آب عمیق‌تر منتشر می‌شوند بنابراین تندی انتشار آن‌ها بیشتر است.



بنابراین محل اولین ملاقات دو موج باید از نوسان‌ساز (۱) دورتر و به نوسان‌ساز (۲) نزدیک باشد. در نتیجه گزینه (۳) که در آن فاصله از نوسان (۱) را ۱۲ cm بیان کرده می‌تواند جواب مسئله باشد.

نمای ۲۰

۳ ۵ B

تندی انتشار موج برابر است با:

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

یک ذره از محیط دارای حرکت هماهنگ ساده است و در مدت یک دوره، مسافتی چهار برابر دامنه ($L = 4A$) طی می‌کند، بنابراین تندی متوسط هر ذره از محیط در مدت

$$s_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} \Rightarrow s_{av} = \frac{4A}{T}$$

یک دوره خواهد شد:

بنا به فرض مسئله تندی انتشار موج با تندی متوسط ذرات محیط در یک دوره برابر است، از این رو می‌توان نوشت:

$$v = s_{av} \Rightarrow \frac{\lambda}{T} = \frac{4A}{T} \Rightarrow \lambda = 4A \Rightarrow \frac{\lambda}{A} = 4$$

در نتیجه نموداری درست است که در آن طول موج چهار برابر دامنه باشد.

بررسی گزینه‌ها:

گزینه (۱):

$$\frac{\lambda}{A} = 3 \Rightarrow \lambda = 12 \text{ cm}, A = 4 \text{ cm} \Rightarrow \frac{\lambda}{A} = \frac{12}{4} = 3 \neq 4 \times$$

گزینه (۲):

$$\frac{\lambda}{A} = 3 \Rightarrow \lambda = 12 \text{ cm}, A = 2 \text{ cm} \Rightarrow \frac{\lambda}{A} = \frac{12}{2} = 6 \neq 4 \times$$

گزینه (۳):

$$\frac{\lambda}{A} = 4 \Rightarrow \lambda = 16 \text{ cm}, A = 4 \text{ cm} \Rightarrow \frac{\lambda}{A} = \frac{16}{4} = 4 \checkmark$$

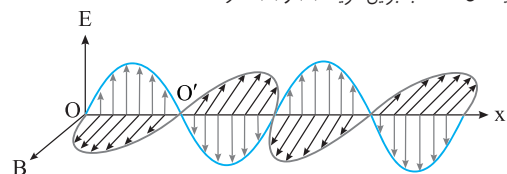
گزینه (۴):

$$\frac{\lambda}{A} = 4 \Rightarrow \lambda = 16 \text{ cm}, A = 2 \text{ cm} \Rightarrow \frac{\lambda}{A} = \frac{16}{2} = 8 \neq 4 \times$$

نمای ۱۹

۲ ۶ A

بسامد و دوره نوسان میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی موج الکترومغناطیسی در همه نقاط یکسان است. بنابراین گزینه (۱) و (۴) نادرست است.



برای بررسی گزینه‌های (۲) و (۳) باید طول موج را حساب کنیم.

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{2 \times 10^6 \text{ Hz}} \Rightarrow \lambda = 150 \text{ m}$$



۱ ۹ B

خط فکری

شدت صوت برابر توان صوتی گذرنده از یکای سطح عمود بر راستای پیشروی صوت است ($I = P/A$) که در این رابطه $A = 4\pi r^2$ بوده که r فاصله نقطه مورد نظر از منبع صوت است. در صورت مسئله تراز شدت صوت در محل 5 m از منبع $\beta = 60\text{ dB}$ بیان شده پس شما ابتدا باید شدت صوت در محل را به کمک تراز شدت صوت به دست آورده و سپس توان منبع صوت را حساب کنید.

ابتدا با توجه به تراز شدت صوت، شدت صوت تولیدی را به دست می‌آوریم:

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \xrightarrow{\beta = 60\text{ dB}} 10 \log \frac{I}{I_0} = 60 \Rightarrow \log \frac{I}{I_0} = 6 \Rightarrow \frac{I}{I_0} = 10^6$$

$$\xrightarrow{I_0 = 10^{-12}\text{ W/m}^2} I = 10^{-6}\text{ W/m}^2$$

با توجه به تعریف شدت صوت می‌توانیم توان منبع را حساب کنیم. شدت صوت برابر است با:

$$I = \frac{\bar{P}}{A} \Rightarrow 10^{-6} = \frac{\bar{P}}{4\pi \times 5^2} \Rightarrow 10^{-6} = \frac{\bar{P}}{4 \times \pi \times 25}$$

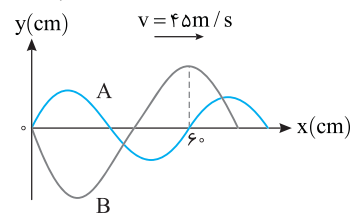
$$\Rightarrow \bar{P} = 10^{-6} \pi W = 0.1 \pi \text{ mW}$$

نمای ۲۶

۲ ۱۰ B

۱ از روی محور افقی طول موج هر موج را حساب می‌کنیم.

$$A: \lambda_A = 60\text{ cm}, B: \frac{3}{4} \lambda_B = 60\text{ cm} \Rightarrow \lambda_B = 80\text{ cm}$$



۲ بسامد موج‌های A و B را به دست می‌آوریم.

$$v = f\lambda \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} \begin{cases} \xrightarrow{A} f_A = \frac{40}{60} \Rightarrow f_A = \frac{40}{6} \Rightarrow f_A = 7\frac{1}{3}\text{ Hz} \\ \xrightarrow{B} f_B = \frac{40}{80} \Rightarrow f_B = \frac{40}{8} \Rightarrow f_B = 5\frac{1}{2}\text{ Hz} \end{cases}$$

۳ تعداد نوسان‌های A و B را در مدت ۲۰ s حساب می‌کنیم.

$$A: \begin{array}{c|c} 1\text{ s} & 7\frac{1}{3} \text{ نوسان} \\ \hline 20\text{ s} & N_A \end{array} \Rightarrow N_A = 150$$

$$B: \begin{array}{c|c} 1\text{ s} & 5\frac{1}{2} \\ \hline 20\text{ s} & N_B \end{array} \Rightarrow N_B = 112\frac{1}{2} \text{ نوسان}$$

$$N_A - N_B = 150 - 112\frac{1}{2} = 37\frac{1}{2}$$

۴ اختلاف نوسان‌ها خواهد شد:

نمای ۱۹

فصل چهارم

برهم کنش های موج



با اسکن QRCode یا با مراجعه به سایت نشر الگو می توانید
فایل آزمون ها را دریافت کنید.

در پاسخ این تست ها، تستی تحت عنوان بازی با سؤال قرار گرفته است.
منتخبی از تست هایی که می توانید برای دوره فصل، آن ها را حل کنید.



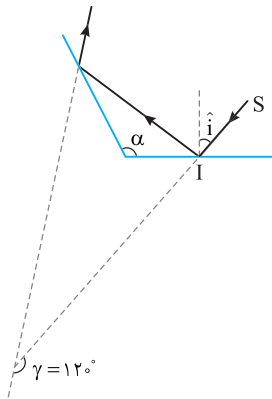
آزمونک

دو

رو به روی

یک

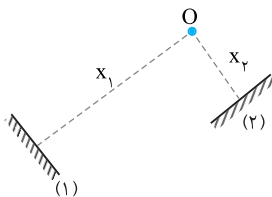
یینجره



۱ 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 i ، 20° افزایش یابد، γ چه تغییری می‌کند؟

تجربی - ۹۹

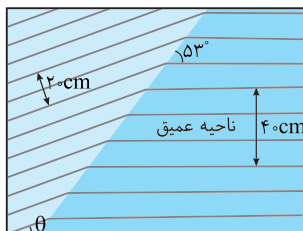
- (۱) 40° افزایش می‌یابد.
- (۲) 20° افزایش می‌یابد.
- (۳) 20° کاهش می‌یابد.
- (۴) ثابت می‌ماند.



۲ مطابق شکل شخص در نقطه O ایستاده و صوتی را ایجاد می‌کند که می‌تواند پژواک صوت از دو مانع را از هم تمیز دهد. اگر تندی انتشار صوت 320 m/s باشد، x_2 و x_1 به ترتیب از راست به چپ چند متر می‌توانند باشند؟

- (۲) ۱۸، ۲
- (۴) ۱۵، ۴۶

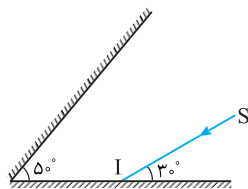
- (۱) ۲۵، ۱۵
- (۳) ۳۳، ۱۶



۳ در شکل روبه‌رو امواج سطحی آب در یک تشت موج از ناحیه عمیق وارد ناحیه کم عمق می‌شود. اگر جبهه موج در ناحیه عمیق با مرز دو محیط زاویه 53° بسازد، θ چند درجه است؟ $(\cos 37^\circ = 0.8)$

- (۲) ۱۶
- (۴) ۵۳

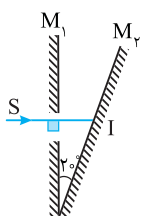
- (۱) ۲۳
- (۳) ۳۷



۴ مطابق شکل روبه‌رو، 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؟

تجربی - ۹۸

- (۱) ۱۲۰
- (۲) ۱۴۰
- (۳) ۱۶۰
- (۴) ۱۸۰



۵ در شکل روبه‌رو، پرتو SI از شکاف باریکی که در آینه M_1 ایجاد شده است، عمود بر امتداد آینه M_1 ، بر سطح آینه M_2 می‌تابد. زاویه انحراف پرتوی SI یعنی زاویه بین امتداد پرتو بازتاب از آینه M_1 و امتداد پرتو SI چند درجه است؟

- (۲) ۴۰
- (۴) ۷۰

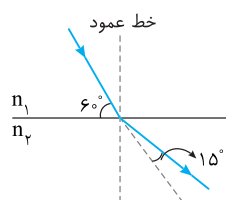
- (۱) ۲۰
- (۳) ۵۰

۶ خودرویی یک‌بار با تندی 20 m/s به سوی مانع بزرگی در حرکت است و در فاصله d راننده بوق می‌زند و پس از t_1 ثانیه، صدای پژواک بوق را می‌شنود. بار دیگر خودرو با سرعت 20 m/s از مانع دور می‌شود و در فاصله d بوق را به صدا درمی‌آورد و پس از مدت t_2 ثانیه صدای پژواک را می‌شنود. اگر $t_2 - t_1 = 0.25 \text{ s}$ باشد، d چند متر است؟ $(v_{\text{صوت}} = 340 \text{ m/s})$



- (۲) ۵۲۰
- (۴) ۳۲۰

- (۱) ۳۶۰
- (۳) ۲۷۰



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

ریاضی - ۹۹

$$\frac{\sqrt{2}}{2} \quad (۲)$$

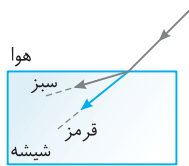
$$\sqrt{2} \quad (۱)$$

$$\frac{1}{2} \quad (۴)$$

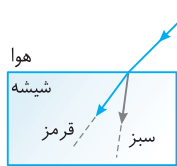
$$۲ \quad (۳)$$

۸ پرتو نوری که شامل طول موج‌های نور قرمز و نور سبز است از هوا وارد شیشه می‌شود. کدام شکل مسیر پرتوها را درست نمایش می‌دهد؟

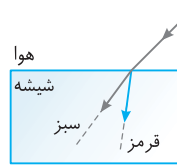
از کتاب درسی



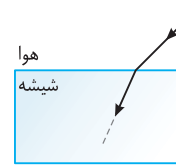
(۴)



(۳)



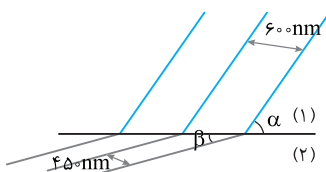
(۲)



(۱)

۹ در شکل روبه‌رو، جبهه‌های یک موج تخت الکترومغناطیسی از محیط (۱) وارد محیط (۲) می‌شوند. اگر زوایای α و β متمم یکدیگر باشند، α چند درجه است؟

$$(\sin 30^\circ = 0.5, \sin 37^\circ = 0.6) \quad \leftrightarrow$$

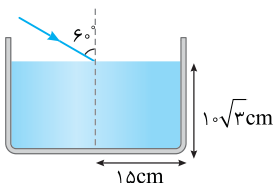


$$53 \quad (۲)$$

$$37 \quad (۱)$$

$$60 \quad (۴)$$

$$30 \quad (۳)$$



۱۰ درون یک ظرف، تا ارتفاع $10\sqrt{3}$ cm مایع به ضریب شکست $\sqrt{3}$ ریخته شده است. اگر در کف طرف یک آینه تخت نصب شود، نور پس از بازتاب از کف طرف به دیواره طرف برخورد می‌کند. محل این برخورد در چه عمقی از مایع برحسب سانتی‌متر قرار دارد؟

$$(\sin 30^\circ = \frac{1}{2})$$

$$7\sqrt{3} \quad (۲)$$

$$5\sqrt{3} \quad (۱)$$

$$2\sqrt{3}-1 \quad (۴)$$

$$5(2\sqrt{3}-1) \quad (۳)$$

آزمونک

سه

رو به روی

دو

یینجره

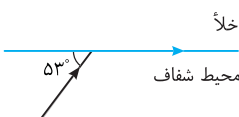
۱ پرتو نور تک‌رنگی از یک محیط غلیظ وارد محیط رقیق شده و در مرز بین دو محیط بخشی از آن بازتاب می‌شود. اگر زاویه پرتو تابش با مرز دو محیط را α و زاویه بین پرتو بازتاب و شکست را β بگیریم، کدام گزینه درست است؟

$$\beta > 2\alpha \quad (۳)$$

$$\beta < 2\alpha \quad (۲)$$

$$\beta = 2\alpha \quad (۱)$$

(۴) اظهار نظر قطعی نمی‌توان کرد.



۲ ϵ_0 ضریب گذردهی الکتریکی خلأ و μ_0 تراوایی مغناطیسی خلأ است. اگر مسیر نور هنگام عبور از محیط شفاف به خلأ به صورت شکل مقابل باشد، طول موج نور در این محیط کدام گزینه است؟

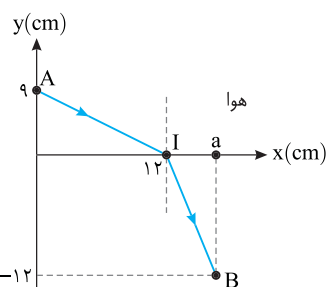
(دوره نور در خلأ = T)

$$\frac{\Delta T}{3\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} \quad (۴)$$

$$\frac{3T}{5\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} \quad (۳)$$

$$\frac{\Delta T}{4\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} \quad (۲)$$

$$\frac{4T}{5\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} \quad (۱)$$



۳ در شکل روبه‌رو ضریب شکست محیط دوم برابر $\frac{4}{3}$ است. محیط اول هوا و محور افقی مرز بین دو محیط است. فاصله نقطه a از مبدأ مختصات چند سانتی‌متر است؟

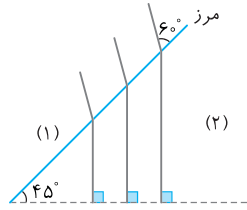
$$(\sin 53^\circ = 0.6)$$

$$28 \quad (۱)$$

$$9 \quad (۲)$$

$$21 \quad (۳)$$

$$12 \quad (۴)$$



۴ شکل مقابل جبهه‌های موجی را نشان می‌دهد که بر مرز محیط (۱) و (۲) فرود می‌آید. تندی انتشار موج در محیط (۲) چند برابر محیط (۱) است؟

$$\frac{\sqrt{2}}{2} \quad (۲)$$

$$\sqrt{2} \quad (۱)$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} \quad (۴)$$

$$\sqrt{\frac{2}{3}} \quad (۳)$$

۵ دو طناب از یک ماده که شعاع مقطع یکی سه برابر دیگری است در یک نقطه به هم گره خورده و طناب مرکب را میان دو نقطه بسته‌ایم و نوسانات با طول موج $\lambda = 7 \text{ cm}$ در طناب کلفت ایجاد می‌کنیم. طول موج ایجاد شده در طناب نازک چند سانتی‌متر است؟

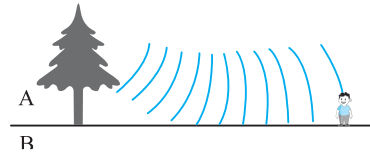
$$4/5 \quad (۴)$$

$$3/7 \quad (۳)$$

$$7/3 \quad (۲)$$

$$2/1 \quad (۱)$$

۶ شکل روبه‌رو مدل‌سازی پدیدهٔ سراب در یک روز گرم تابستانی می‌باشد. شخص درخت را در کدام ناحیه می‌بیند؟

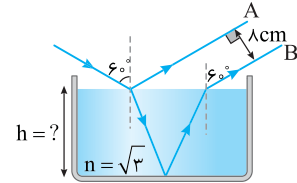


A (۱)

B (۲)

B و A (۳)

۴ شخص درخت را سیاه می‌بیند.



۷ مطابق شکل روبه‌رو پرتوی با زاویهٔ تابش 60° از هوا به تیغه‌ای به ضریب شکست $\sqrt{3}$ که در کف آن آینهٔ تختی قرار دارد می‌تابد. بخشی از پرتو (پرتو A) از مرز دو محیط بازتاب و بخش دیگر (پرتو B) شکست می‌یابد و وارد تیغه می‌شود. اگر فاصلهٔ پرتوهای A و B از هم 8 cm باشد، ضخامت تیغهٔ h چند سانتی‌متر است؟

$$16\sqrt{3} \quad (۲)$$

$$6\sqrt{3} \quad (۱)$$

$$4\sqrt{3} \quad (۴)$$

$$8\sqrt{3} \quad (۳)$$

۸ طول موج سیگنال‌های تلویزیونی در گذشته 50 cm بوده ولی طول موج سیگنال‌های تلویزیونی دیجیتال از این است. به همین دلیل پراش سیگنال به داخل ناحیهٔ سایه می‌یابد.

(۴) بسیار کمتر، افزایش مولد سیگنال سینوسی

(۳) بسیار کمتر، کاهش

(۲) بسیار بیشتر، کاهش

(۱) بسیار بیشتر، افزایش

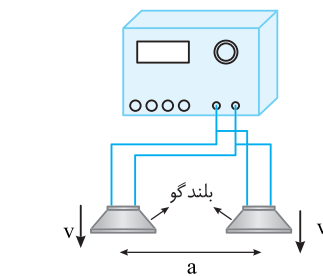
۹ در شکل روبه‌رو فرض کنید که می‌توانیم دو بلندگو را با تندی ثابت به محور X نزدیک کنیم در این صورت، فاصلهٔ بین مکان یک صدای بالا (L) از مکان صدای ضعیف (S) مجاورش چگونه تغییر می‌کند؟

(۱) کاهش می‌یابد.

(۲) افزایش می‌یابد.

(۳) تغییر نمی‌کند.

(۴) هر سه حالت ممکن است.



۱۰ آزمایش یانگ را در هوا با طول موج λ انجام داده‌ایم. اگر فاصلهٔ بین وسط دو نوار روشن متوالی 6 mm باشد، فاصلهٔ وسط نوار روشن پنجم در یک سمت عمودمنصف دو شکاف، تا وسط نوار تاریک سوم در سمت دیگر عمودمنصف دو شکاف چند میلی‌متر است؟

$$2/75 \quad (۴)$$

$$4/5 \quad (۳)$$

$$3 \quad (۲)$$

$$1/5 \quad (۱)$$

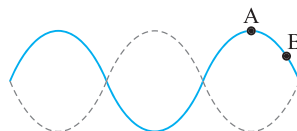
آزمونک

چهار

رو به روی

سه

یینجره



۱ چه تعداد از گزاره‌های زیر در مورد نقاط A و B واقع بر موج ایستاده درست است؟

(الف) بسامد ارتعاش A و B یکسان است. / (ب) تندی بیشینهٔ A و B یکسان است.

(پ) A و B هم‌زمان به نقاط بازگشت خود می‌رسند. / (ت) دامنهٔ نوسان A و B با هم یکسان است.

(ث) بیشینهٔ شتاب نوسان A و B با هم یکسان است.

$$4 \quad (۴)$$

$$3 \quad (۳)$$

$$2 \quad (۲)$$

$$1 \quad (۱)$$

۲ توسط نوسان‌سازی با بسامد 20 Hz در طول طناب موجی در جهت محور x ها به وجود می‌آوریم، این موج پس از بازتاب از انتهای ثابت در طول طناب موج ایستاده ایجاد می‌کند. اگر فاصله دو گره متوالی در طناب برابر 20 cm باشد سرعت پیشروی موج تابیده شده و سرعت پیشروی موج بازتابیده به ترتیب از راست به چپ در SI کدام گزینه است؟

- (۱) $4, -4$ (۲) $8, -8$ (۳) $-8, 8$ (۴) $4, -4$

۳ در شکل‌های (الف) و (ب) تپ‌های پیش‌رونده‌ای نشان داده شده است. پس از بازتاب تپ (۱) از مانع سخت (انتهای ثابت) بر هم نهی آن با تپ (۲) در هر شکل از راست به چپ چگونه است؟
(۱) ویرانگر، ویرانگر (۲) ویرانگر، سازنده (۳) سازنده، سازنده (۴) سازنده، ویرانگر

۴ اگر یک چشمه صوت با بسامد 800 Hz در مقابل شکافی به پهنای 6 cm قرار گیرد چنانچه دمای هوای محیط بالا برود مساحتی در قسمت سایه که موج به آن می‌رسد می‌یابد و اگر بسامد چشمه کاهش یابد، مساحتی در قسمت سایه که موج به آن می‌رسد می‌یابد؟ (سرعت صوت در محیط 320 m/s است.)

- (۱) افزایش - افزایش (۲) افزایش - کاهش (۳) کاهش - کاهش (۴) کاهش - افزایش

۵ آزمایش یانگ را در آب با ضریب شکست $\frac{4}{3}$ انجام می‌دهیم. اگر بسامد نور مورد آزمایش را 20% افزایش و آزمایش را به جای آب در هوا انجام دهیم، پهنای هر یک از نوارهای تاریک و روشن چند برابر می‌شود؟

- (۱) $\frac{9}{10}$ (۲) $\frac{4}{3}$ (۳) $\frac{10}{9}$ (۴) $\frac{3}{4}$

۶ در طنابی مطابق شکل دو موج هم بسامد و هم دامنه A و B باهم تداخل کرده و امواج ایستاده تشکیل می‌شود. چه مدت پس از لحظه نشان داده شده برحسب T تداخل دو موج در نقطه M در فاصله $\sqrt{2}A$ از حالت تعادل فاصله می‌گیرد؟
(۱) $\frac{T}{4}$ (۲) $\frac{T}{8}$ (۳) $\frac{T}{2}$ (۴) M گره است و نوسان نمی‌کند.

۷ صوت تار مرتعشی توسط دو بلندگوی مشابه مطابق شکل در یک محیط پخش می‌شود اگر در تار، شماره هماهنگ تولیدی را افزایش دهیم، فاصله دو مکان S و L مجاور از یکدیگر چگونه تغییر می‌کند؟
(۱) کاهش می‌یابد. (۲) افزایش می‌یابد. (۳) تغییر نمی‌کند. (۴) هر سه حالت ممکن است.

۸ در یک تار دو سر بسته یکی از بسامدهای تشدید 325 Hz و بسامد تشدید بعدی 390 Hz است. بسامد تشدید پس از 195 Hz چند هرتز است؟

- (۱) 225 (۲) 250 (۳) 275 (۴) 270

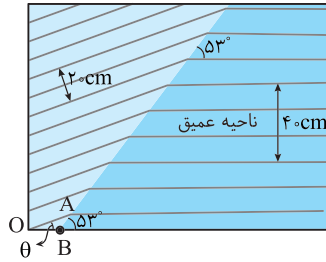
۹ در یک تار مرتعش دو سر بسته، یکی از بسامدهای تشدید 375 Hz و بسامد تشدید بعدی 500 Hz است. بسامد تشدید پس از 750 Hz چند هرتز است؟

- (۱) 825 (۲) 875 (۳) 925 (۴) 975

۱۰ در یک تار مرتعش، موج ایستاده ایجاد شده است. اگر بسامد این موج 400 هرتز و سرعت انتشار موج در تار 160 m/s باشد، فاصله بین دو گروه متوالی در این تار چند سانتی‌متر است؟

- (۱) 10 (۲) 20 (۳) 30 (۴) 40

یادآوری: فاصله دو جبهه موج متوالی برابر یک طول موج (λ) است.



۱ طول موج در ناحیه عمیق برابر است با: $3\lambda_1 = 40 \Rightarrow \lambda_1 = \frac{40}{3} \text{ cm}$

۲ طول موج در ناحیه کم عمق تر: $2\lambda_2 = 20 \Rightarrow \lambda_2 = 10 \text{ cm}$

۳ زاویه ای که جبهه موج با مرز دو محیط می سازد برابر زاویه بین پرتو و خط عمود است. بنابراین زاویه تابش $\theta_1 = 53^\circ$ است.

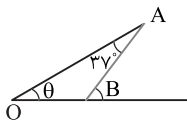
۴ بسامد موج از یک محیط به محیط دیگر ثابت است. در این صورت طول موج با تندی انتشار موج در محیط نسبت مستقیم دارد.

$$\begin{cases} v_1 = f\lambda_1 \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{10}{\frac{40}{3}} \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{3}{4} \\ v_2 = f\lambda_2 \end{cases}$$

۵ با توجه به قانون شکست عمومی می توان نوشت:

$$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{v_2}{v_1} \Rightarrow \frac{\sin \theta_2}{\sin 53^\circ} = \frac{3}{4} \Rightarrow \frac{\sin \theta_2}{\frac{4}{5}} = \frac{3}{4} \Rightarrow \sin \theta_2 = \frac{3}{5} \Rightarrow \theta_2 = 37^\circ$$

۶ بنابراین زاویه بین جبهه موج شکست و مرز محیط 37° است.

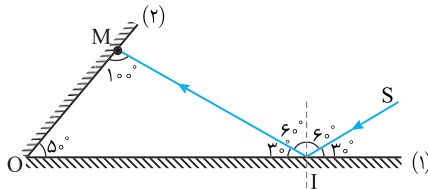


۷ در مثلث OAB زاویه 53° زاویه خارجی مثلث است و برابر مجموع دو زاویه داخلی غیرمجاور با آن است. $\theta + \theta_2 = 53^\circ \Rightarrow \theta + 37^\circ = 53^\circ \Rightarrow \theta = 16^\circ$ است.

نمای ۱۰

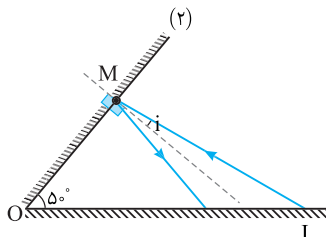
۱ زاویه تابش به آینه (۱) برابر $90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$ است.

۲ در شکل (الف) زاویه ای که پرتو با سطح آینه (۲) می سازد، یعنی زاویه M برابر خواهد شد با: $\Delta OMI \Rightarrow \hat{M} + 30^\circ + 50^\circ = 180^\circ \Rightarrow \hat{M} = 100^\circ$



شکل (الف)

۳ در شکل (ب) خط عمود بر آینه (۲) را رسم کرده ایم تا زاویه ای که پرتو بازتاب از آینه (۲) با سطح آینه می سازد را بیابیم. زاویه $\hat{I}$ روی شکل برابر است با: $\hat{I} = 100^\circ - 90^\circ = 10^\circ$

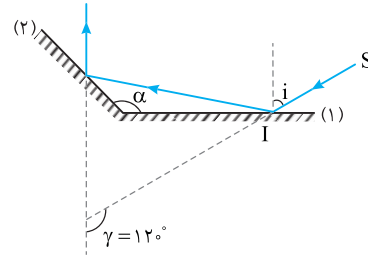


شکل (ب)

بنابراین زاویه بازتاب از آینه (۲) نیز 10° است و این پرتو با سطح آینه (۲) زاویه $90^\circ - 10^\circ = 80^\circ$ می سازد.

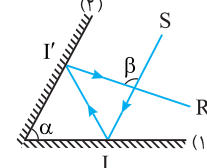
پنجره ۱ روبه روی ۲

نکته: در این گونه بازتاب از سطح آینه های متقاطع (پیدا کردن زاویه بین پرتو تابش به آینه (۱) و بازتاب از آینه (۲)) زاویه انحراف پرتو برابر 2α برای $\alpha < 90^\circ$ و $360^\circ - 2\alpha$ برای $\alpha > 90^\circ$ است که به مقدار i بستگی ندارد.



نمای ۵

بازی با سوال: مطابق شکل روبه رو پرتو SI پس از بازتابش از آینه های تخت در مسیر I'R می شود. اندازه زاویه β چند برابر زاویه α است؟



ریاضی - ۹۲

۱ (۱)

۲ (۲)

۳ (۳)

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

پاسخ: β زاویه خارجی است:

$$\beta = \alpha + \alpha = 2\alpha \quad (1)$$

از طرفی داریم:

$$\alpha + 90^\circ - i' + 90^\circ - i = 180^\circ \Rightarrow \alpha = i' + i \quad (2)$$

با توجه به رابطه (۱) و (۲) خواهیم داشت:

$$\beta = 2\alpha$$

گزینه ۲

برای آنکه گوش بتواند صدای دو پژواک را از هم تشخیص دهد باید اختلاف زمانی رسیدن دو پژواک به گوش 0.1 s باشد. زمان رفت و برگشت پژواک شماره (۱) برابر است با:

$$2x_1 = vt_1 \Rightarrow t_1 = \frac{2x_1}{v}$$

زمان رفت و برگشت پژواک شماره (۲) خواهد شد:

$$2x_2 = vt_2 \Rightarrow t_2 = \frac{2x_2}{v}$$

اختلاف این دو زمان باید بزرگتر، مساوی 0.1 s باشد.

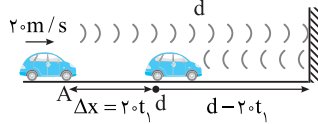
$$t_1 - t_2 = \frac{2x_1}{v} - \frac{2x_2}{v} \Rightarrow 0.1 \leq \frac{2(x_1 - x_2)}{330} \Rightarrow x_1 - x_2 \geq 16 \text{ m}$$

باید اختلاف x_1 و x_2 16 m باشد و از طرفی نباید هیچ یک از فاصله ها کمتر از 16 m باشد تا شخص بتواند پژواک صوت را تشخیص دهد که تنها در گزینه (۳) چنین است.

نمای ۳

۱ ۶ C

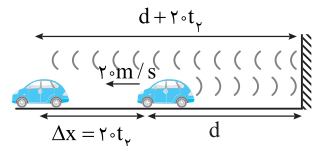
حالت اول: در مدت t_1 که پژواک به راننده می‌رسد خودرو با تندی 20 m/s به اندازه $20t_1$ جلو می‌رود و به مانع نزدیک می‌شود، بنابراین صوت مسیری که طی می‌کند مطابق شکل برابر است با:



تندی انتشار صوت 340 m/s است بنابراین خواهیم داشت:

$$l = v_{\text{صوت}} t_1 \Rightarrow 2d - 20t_1 = 340t_1 \Rightarrow 2d = 360t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{d}{180}$$

حالت دوم: خودرو با تندی 20 m/s در مدت t_2 به اندازه $\Delta x = 20t_2$ از صخره دور می‌شود و مطابق شکل مسافتی که صوت طی می‌کند تا به مانع برسد و از آن برگردد تا به راننده برسد خواهد شد:



l_2 را صوت با تندی 340 m/s طی کرده است بنابراین:

$$l_2 = v_{\text{صوت}} t_2 \Rightarrow 2d + 20t_2 = 340t_2 \Rightarrow 2d = 320t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{d}{160}$$

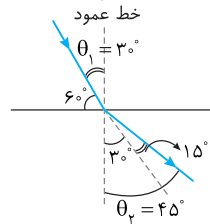
با توجه به فرض مسئله $t_2 - t_1 = 0.25 \text{ s}$ است در نتیجه:

$$\frac{d}{160} - \frac{d}{180} = 0.25 \Rightarrow \frac{9d - 8d}{1440} = 0.25 \Rightarrow \frac{d}{1440} = 0.25 \Rightarrow d = 1440 \times 0.25 \Rightarrow d = 360 \text{ m}$$

نمای ۳

۱ ۷ C

ابتدا زاویه تابش $\theta_1 = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$ و زاویه شکست $\theta_2 = 30^\circ + 15^\circ = 45^\circ$ را مشخص



می‌کنیم. سپس با استفاده از رابطه زیر خواهیم داشت:

$$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \sqrt{2}$$

نمای ۹

۳ ۸ B

یادآوری: ضریب شکست یک محیط شفاف برای طول موج‌های مختلف نور متفاوت است و هرچه طول موج بزرگ‌تر باشد، ضریب شکست کمتر بوده و پرتو کمتر منحرف می‌شود (می‌شکند).

- طول موج نور قرمز از طول موج نور سبز بلندتر بوده و ضریب شکست شیشه برای نور قرمز کمتر بوده و نور قرمز کمتر منحرف می‌شود.
- پرتو از هوا وارد شیشه شده از این‌رو پرتوهای شکست به خط عمود نزدیک‌تر می‌شوند.
- بنابراین پرتوها وقتی وارد شیشه می‌شوند از هم جدا شده و نور سبز به خط عمود نزدیک‌تر می‌شود بنابراین گزینۀ (۳) درست است.

نمای ۱۲

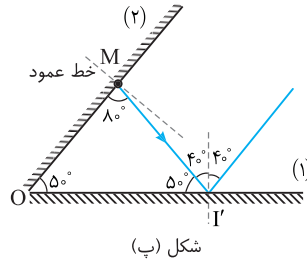
۲ ۹ C

نکته: زاویه بین جبهه‌های موج و مرز دو محیط برابر زاویه بین پرتو و خط عمود است. زاویه تابش در محیط (۱) برابر $\theta_1 = \alpha$ و زاویه شکست $\theta_2 = \beta$ است.

نکته: فاصله جبهه‌های موج از هم برابر طول موج است.

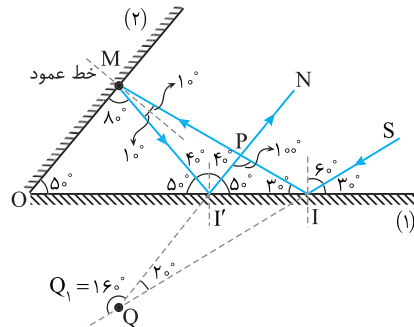
طول موج در محیط اول برابر $\lambda_1 = 600 \text{ nm}$ و در محیط دوم برابر $\lambda_2 = 450 \text{ nm}$ است.

۴ با توجه به شکل زاویه‌ای که پرتو بازتاب MI' با سطح آینه (۱) می‌سازد 50° است و زاویه تابش در این نقطه 40° می‌شود.

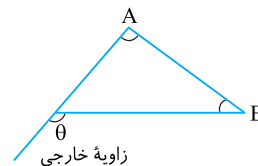


شکل (ب)

۵ اکنون مسیر کامل پرتو SI را پس از بازتاب از آینه‌های (۱) و (۲) رسم می‌کنیم و پرتو SI و پرتو $I'N$ را امتداد می‌دهیم تا یکدیگر را قطع کنند و زاویه بین آن‌ها را که روی شکل با حرف Q_1 نشان داده‌ایم، حساب می‌کنیم.



نکته: زاویه خارجی مثلث همواره برابر مجموع دو زاویه داخلی غیر مجاور با آن است.



در شکل زاویه Q_1 زاویه خارجی مثلث QIP است. بنابراین:

$$Q_1 = 100^\circ + 30^\circ + 30^\circ = 160^\circ$$

نمای ۵

۲ ۵ B

۱ پرتو SI که به سطح آینه

M_1 می‌تابد با سطح آینه زاویه

$90^\circ - 20^\circ = 70^\circ$ می‌سازد.

۲ زاویه تابش بر سطح آینه

M_2 برابر 20° و زاویه بین پرتو

بازتاب از آینه (۲) و پرتو تابش بر

آینه M_2 برابر $2 \times 20^\circ = 40^\circ$

است.

۳ با توجه به شکل زاویه α

یعنی زاویه بین پرتو تابش (II') با سطح آینه برابر $\alpha = 90^\circ - 40^\circ = 50^\circ$ است بنابراین زاویه تابش و بازتاب بر سطح آینه M_1 برابر 40° می‌باشد.

۴ خط عمود بر آینه M_1 و پرتو SI موازی هستند و بنا به خاصیت موازی مورب

زاویه $D = 40^\circ$ می‌شود.

میانبر: در آینه‌های متقاطع پس از دو بار بازتاب زاویه انحراف دو برابر زاویه بین دو آینه است.

نمای ۵

پنجره ۲ روبه روی ۳

۱ ۲ A

خط فکری قطعاً باید ابتدا مسیر پرتوها را رسم کرد، البته با ورود پرتو به محیط رقیق پرتو از خط عمود دور می‌شود.

۱ مسیر پرتو را رسم می‌کنیم.
۲ زاویه شکست (r) در محیط رقیق
بزرگ‌تر از زاویه تابش (i) در محیط غلیظ است (r > i) بنابراین:

زاویه بین پرتو شکست و پرتو بازتاب (β) خواهد شد:
β = α + α' → α' < α

نمای ۱۰

۲ ۲ A

۱ با توجه به قانون اسنل داریم:

$$\frac{n_r}{n_i} = \frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} \Rightarrow \frac{n_r}{n_i} = \frac{\sin 37^\circ}{\sin 53^\circ} = 1$$

$$\frac{n_r}{n_i} = 1 \Rightarrow \frac{1}{n_i} = \frac{6}{10} \Rightarrow n_i = \frac{10}{6}$$

۲ طول موج‌ها در دو محیط با ضریب شکست رابطه عکس دارند:

$$\frac{\lambda_{\text{خلاف}}}{\lambda_{\text{شفاف}}} = \frac{n_{\text{شفاف}}}{n_{\text{خلاف}}} = \frac{6}{10} \Rightarrow \lambda_{\text{شفاف}} = \frac{6}{10} \lambda_{\text{خلاف}}$$

۳ طول موج در خلاف را با توجه به سرعت نور در خلاف به دست می‌آوریم:

$$\lambda_{\text{خلاف}} = cT = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}} \rightarrow \lambda_{\text{خلاف}} = \frac{T}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}}$$

۴ طول موج در محیط شفاف خواهد شد: $\lambda_{\text{شفاف}} = \frac{6}{10} \times \frac{T}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}} = \frac{3T}{5\sqrt{\epsilon_r \mu_r}}$

نمای ۸

۲ ۳ B

به شکل انتهای پاسخ توجه کنید:

۱ زاویه تابش را به کمک اعداد روی نمودار حساب می‌کنیم.

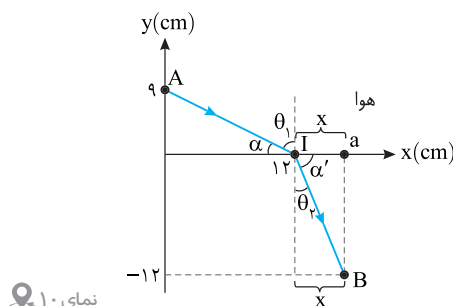
$$\tan \alpha = \frac{9}{12} = \frac{3}{4} \Rightarrow \alpha = 37^\circ, \theta_i = 90^\circ - \alpha = 53^\circ$$

۲ زاویه شکست را به کمک قانون اسنل به دست می‌آوریم:

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

۳ با توجه به شکل طول x و a را به دست می‌آوریم:

$$\tan \theta_r = \frac{x}{12} \Rightarrow \tan 37^\circ = \frac{x}{12} \Rightarrow \frac{3}{4} = \frac{x}{12} \Rightarrow x = 9 \text{ cm} \Rightarrow a = 12 + 9 = 21 \text{ cm}$$



نمای ۱۰

۱ بسامد موج از یک محیط به محیط دیگر ثابت می‌ماند از این‌رو:

$$\begin{cases} v_1 = f\lambda_1 \\ v_2 = f\lambda_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{45^\circ}{60^\circ} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{3}{4}$$

۲ بنا به قانون شکست عمومی خواهیم داشت:

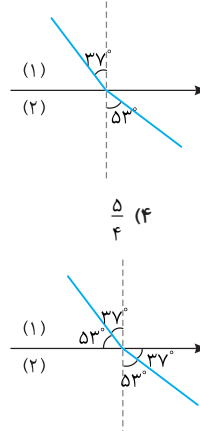
$$\frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_i} = \frac{v_r}{v_i} \Rightarrow \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} = \frac{3}{4} \quad (I)$$

۳ زاویه α و β متمم هستند (α + β = 90°) بنابراین:

$$\sin \beta = \cos(90^\circ - \beta) \Rightarrow \sin \beta = \cos \alpha$$

۴ در رابطه I جای‌گذاری می‌کنیم: $\frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{3}{4} \Rightarrow \tan \alpha = \frac{4}{3} \Rightarrow \alpha = 53^\circ$

نمای ۹ و ۱۰



بازی با سؤال شکل روبه‌رو جبهه موجی را نشان می‌دهد که از محیط (۱) در حال وارد شدن به محیط (۲) است. تندی موج در محیط (۱) چند برابر تندی موج در محیط (۲) است؟ (sin 37° = 0.6, sin 53° = 0.8)

پاسخ دقت کنید، آنچه می‌بینید پرتو نبود بلکه جبهه موج است. زاویه‌ای که جبهه موج در محیط (۱) با مرز دو محیط می‌سازد، ۵۳° - ۳۷° = ۱۶° است و این همان زاویه تابش است. θ_i = ۵۳°

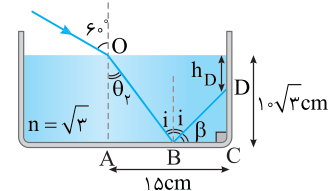
زاویه بین جبهه موج در محیط (۲) با مرز دو محیط ۳۷° - ۵۳° = -۱۶° است یعنی زاویه شکست در محیط (۲) برابر θ_r = ۳۷° است.

بنا به قانون شکست عمومی:

$$\frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} = \frac{v_i}{v_r} \Rightarrow \frac{\sin 53^\circ}{\sin 37^\circ} = \frac{v_i}{v_r} \Rightarrow \frac{0.8}{0.6} = \frac{v_i}{v_r} \Rightarrow \frac{v_i}{v_r} = \frac{4}{3}$$

گزینۀ ۲

۱ ۱۰ C



۱ ابتدا زاویه شکست را به کمک قانون اسنل به دست می‌آوریم.

$$n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_r \Rightarrow 1 \times \sin 60^\circ = \sqrt{3} \sin \theta_r$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3} \sin \theta_r \Rightarrow \sin \theta_r = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta_r = 30^\circ$$

۲ بنا به خاصیت موازی مورب زاویه تابش i با θ_r برابر است، از این‌رو: i = θ_r = ۳۰°

۳ فاصله AB را به دست می‌آوریم.

$$\tan \theta_r = \frac{AB}{OA} \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{AB}{10\sqrt{3}} \Rightarrow AB = 10 \text{ cm}$$

$$15 - 10 = 5 \text{ cm}$$

۴ فاصله BC خواهد شد:

۵ فاصله DC را به دست می‌آوریم:

$$i = 30^\circ \Rightarrow \beta = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$$

$$\triangle BCD: \tan \beta = \frac{DC}{BC} \Rightarrow \sqrt{3} = \frac{DC}{5} \Rightarrow DC = 5\sqrt{3} \text{ cm}$$

$$h_D = 10\sqrt{3} - 5\sqrt{3} = 5\sqrt{3} \text{ cm}$$

۶ عمق نقطه D برابر است با:

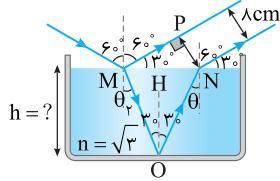
نمای ۱۰



۲ با توجه به خاصیت موازی - مورب زاویه تابش بر سطح آینه $i = 30^\circ$ و بازتاب آن نیز 30° خواهد بود.

۳ زاویه تابش بر مرز دو محیط (θ) نیز بنا به خاصیت موازی - مورب برابر 30° می‌شود. بنابراین پرتو با زاویه 60° وارد هوا می‌شود.

۴ دوباره شکل را برای شما رسم می‌کنیم و تمام زوایا را روی آن می‌نویسیم.



۵ مثلث MPN قائم‌الزاویه است و ضلع PN برابر $\lambda \text{ cm}$ است. بنابراین طول وتر آن یعنی MN خواهد شد:

$$\sin 30^\circ = \frac{PN}{MN} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{\lambda}{MN} \Rightarrow MN = 16 \text{ cm}$$

۶ در مثلث MHO طول MH برابر است با:

$$MH = \frac{MN}{2} = \frac{16}{2} = 8 \text{ cm}$$

۷ ضخامت تیغه خواهد شد:

$$\triangle OMH: \tan 30^\circ = \frac{MH}{h} \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{8}{h} \Rightarrow h = \frac{24}{\sqrt{3}} \Rightarrow h = 8\sqrt{3} \text{ cm}$$

نمای ۱۰

۱ طول موج‌های سیگنال‌های تلویزیونی دیجیتال بسیار کمتر از طول موج سیگنال‌های تلویزیونی قدیمی است.

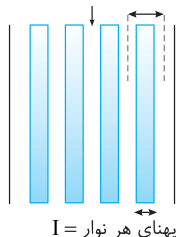
۲ هرگاه اندازه ابعاد مانع در مقایسه با طول موج، بزرگ باشد ناحیه سایه واضحی تشکیل می‌شود و هر چه مانع در مقایسه با طول موج کوچک‌تر باشد اندازه ناحیه سایه کوچک‌تر می‌شود تا اینکه عملاً سایه ناپدید گردد. بنابراین برای مانعی با ابعاد مشخص، هر چه طول موج ناپدیدتر باشد عملاً به این معنی است که اندازه مانع در مقایسه با طول موج بزرگ‌تر می‌شود و به عبارتی ناحیه سایه بزرگ‌تر می‌شود. پس برای سیگنال‌های تلویزیونی دیجیتال که طول موج آن‌ها بسیار کمتر از طول موج سیگنال‌های تلویزیونی قدیمی است، ناحیه سایه بزرگ‌تر است و به عبارتی دور زدن موج در اطراف مانع دشوارتر خواهد بود.

نمای ۱۳

این مسئله، یک مسئله ترکیبی از پدیده دوپلر و تداخل است. از این رو با حرکت بلندگو، بنا به پدیده دوپلر، طول موج در جلوی دو بلندگو کوتاه‌تر می‌شود. فاصله L و S مجاور هم با طول موج نسبت مستقیم دارد، بنابراین فاصله آن‌ها کم می‌شود.

نمای ۱۶

نوار روشن روی عمود منصف



$I =$ پهنای هر نوار

۱ با توجه به شکل روبه‌رو فاصله دو نوار روشن متوالی، دو برابر پهنای یک نوار است. بنا به فرض مسئله:

$$2I = 0.6 \Rightarrow I = 0.3 \text{ mm}$$

۲ فاصله وسط نوار روشن n ام تا عمود منصف، $2n$ برابر پهنای هر نوار است، از این‌رو:

$$x = 2nI \xrightarrow{n=5} x = 2 \times 5 \times 0.3$$

$$\Rightarrow x = 3 \text{ mm}$$

۳ فاصله وسط نوار تاریک n ام تا عمود منصف، $(2n-1)$ برابر پهنای هر نوار است، بنابراین:

$$x' = (2m-1)I \xrightarrow{m=3} x' = (2 \times 3 - 1)I \Rightarrow x' = 5I \Rightarrow x' = 5 \times 0.3 = 1.5 \text{ mm}$$

۴ بنابراین فاصله وسط نوار پنجم روشن در یک سمت عمود منصف تا وسط نوار تاریک سوم در سمت دیگر برابر است.

$$x + x' = 3 + 1.5 = 4.5 \text{ mm}$$

نمای ۱۶

۳ ۴ B

یادآوری زاویه بین جبهه‌های موج و مرز دو محیط برابر زاویه بین راستای انتشار پرتو و خط عمود بر مرز دو محیط است.

۱ با توجه به شکل، زاویه بین جبهه‌های شکست با مرز دو محیط 45° است. از این‌رو زاویه شکست $\theta_r = 45^\circ$ است.

۲ زاویه بین جبهه‌های تابش و مرز دو محیط 60° است، بنابراین زاویه تابش نیز 60° است.

۳ با توجه به قانون شکست عمومی خواهیم داشت:

$$\frac{v_r}{v_i} = \frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_i} \Rightarrow \frac{v_r}{v_i} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 60^\circ} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \frac{v_r}{v_i} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

نمای ۱۰

۱ ۵ A

۱ در گذر موج از یک محیط به محیط دیگر دوره و بسامد موج که از ویژگی‌های چشمه است ثابت می‌ماند. اما سرعت انتشار موج که به ویژگی‌های فیزیکی محیط بستگی دارد، تغییر می‌کند، در نتیجه طول موج نیز تغییر خواهد کرد.

$$\begin{cases} v_1 = f\lambda_1 \\ v_2 = f\lambda_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2} \quad (I)$$

۲ دو طناب از یک ماده ساخته شده‌اند، بنابراین چگالی آن‌ها با هم برابر است.

$$(\rho_1 = \rho_2)$$

۳ دو طناب در یک نقطه به هم گره خورده و نیروی کشش در طول دو طناب یکسان است.

$$F_1 = F_2$$

۴ نسبت تندی انتشار موج در دو طناب خواهد شد:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\frac{2}{D_1} \sqrt{\frac{F}{\pi \rho}}}{\frac{2}{D_2} \sqrt{\frac{F}{\pi \rho}}} \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{D_2}{D_1} \quad (II)$$

۵ با توجه به رابطه (I) و (II) خواهیم داشت:

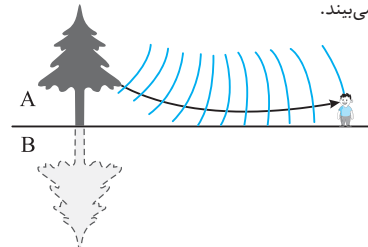
$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{D_2}{D_1} \quad \lambda_1 = 2 \text{ cm}, D_1 = 3 D_2 \Rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{D_2}{3 D_2} \Rightarrow \lambda_2 = 6 \text{ cm}$$

نمای ۶

میانبر استفاده مستقیم از رابطه $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{D_2}{D_1}$

۳ ۶ B

شخص به‌طور مستقیم درخت را در ناحیه A می‌بیند و در اثر سراب تصویر درخت را نیز در ناحیه B می‌بیند.



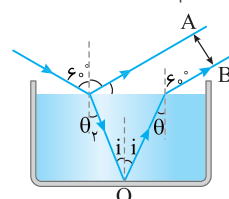
نمای ۱۲

۳ ۷ C

۱ به کمک قانون اسنل زاویه شکست را به‌دست می‌آوریم.

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \Rightarrow 1 \times \sin 60^\circ = \sqrt{3} \sin \theta_2$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3} \sin \theta_2 \Rightarrow \sin \theta_2 = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta_2 = 30^\circ$$



۲ از طرفی طول موج در هوا نسبت به طول موج در آب خواهد شد:

$$\lambda_{\text{آب}} = \frac{\lambda_{\text{هوا}}}{n} \Rightarrow \lambda_{\text{هوا}} = n \lambda_{\text{آب}} \Rightarrow \lambda_{\text{هوا}} = \frac{4}{3} \lambda_{\text{آب}} \quad (\text{II})$$

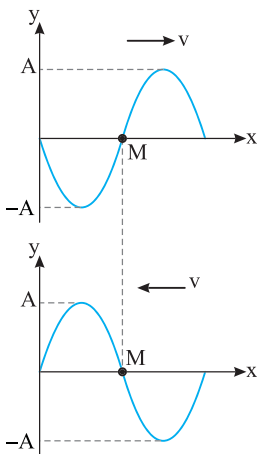
۳ طول موج بعد از این د و تغییر برابر است با:

$$(I) \text{ و } (II) \Rightarrow \lambda'_{\text{هوا}} = \frac{5}{6} \times \frac{4}{3} \lambda_{\text{آب}} \Rightarrow \lambda'_{\text{هوا}} = \frac{10}{9} \lambda_{\text{آب}}$$

۴ پهنای نوارهای تاریک روشن در حالت جدید نسبت به حالت اولیه حساب می‌کنیم: (I پهنای نوارهای تاریک و روشن است.)

$$\frac{I'_{\text{هوا}}}{I_{\text{آب}}} = \frac{\lambda'_{\text{هوا}}}{\lambda_{\text{آب}}} \Rightarrow \frac{I'}{I} = \frac{\frac{10}{9} \lambda_{\text{آب}}}{\lambda_{\text{آب}}} = \frac{10}{9}$$

نمای ۱۶



۱ به شکل‌ها با دقت نگاه کنید در لحظه نشان داده شده موج A که به راست می‌رود می‌خواهد نقطه M را پایین ببرد و همزمان موج B که به چپ می‌رود می‌خواهد نقطه M را پایین ببرد یعنی دو موج باهم نقطه M را بالا و پایین می‌برند بنابراین نقطه M شکم بوده و دامنه آن بیشینه و برابر $A_m = 2A$

۲ نقطه M دارای حرکت هماهنگ ساده با دامنه $2A$ است نسبت مکان $\sqrt{2}A$ را به دامنه به دست می‌آوریم.
 $\frac{x}{A} = \frac{\sqrt{2}A}{2A} \Rightarrow \frac{x}{A} = \frac{\sqrt{2}}{2}$

نقطه M در حالت تعادل خود قرار دارد و با توجه به بازه‌های زمانی شناخته شده در حرکت هماهنگ ساده، نقطه M در مدت $\frac{T}{\lambda}$ به $\frac{\sqrt{2}}{2}$ دامنه می‌رسد. نمای ۱۷

۷ با افزایش شماره هماهنگ بسامد صوت حاصل افزایش یافته $(\uparrow f_n \Rightarrow \uparrow \lambda_n)$ و طول موجی موج منتشر شده در محیط کاهش می‌یابد.

$$(\downarrow \lambda = \frac{v}{f \uparrow})$$

یادآوری فاصله بین مکان‌های صدا بالا (L) و صدای ضعیف (S) با طول موج صوت نسبت مستقیم دارد. با کاهش طول موج، فاصله S و L مجاور هم کاهش می‌یابد.

نمای ۲۰

۸ یادآوری هر گاه بسامدهای متوالی یک تار مرتعش را از هم کمک کنیم بسامد صوت اصلی به دست می‌آید.

۱ بسامد اصلی را حساب می‌کنیم:

$$f_1 = 390 - 325 \Rightarrow f_1 = 65 \text{ Hz}$$

۲ بسامد مدهای این تار به ترتیب خواهد شد:

$$f_1 = 65 \text{ Hz}, f_2 = 130 \text{ Hz}, f_3 = 195 \text{ Hz}, f_4 = 260 \text{ Hz}$$

بنابراین بسامد تشدید بعد از ۱۹۵ Hz برابر ۲۷۰ Hz است. نمای ۱۸

۹ نکته با توجه به رابطه بسامدهای تشدید برای یک طناب دوسر بسته $(f_n = \frac{nv}{2l})$

تفاضل دو بسامد تشدید متوالی برابر بسامد تشدید اصلی است: $f_1 = f_{n+1} - f_n$

پنجره ۳ روبه‌روی ۴

۲ ۱ B

بسامد، دوره و بسامد زاویه‌ای به چشمه بستگی دارد پس این ویژگی‌ها در نقاط A و B یکسان می‌باشد و گزاره (الف) درست است. چون دوره‌ها یکسان است بنابراین نقاط A و B هم‌زمان به نقاط بازگشت خود می‌رسند و گزاره (ب) درست است. دامنه نقاط A و B یکسان نیست و $A_B < A_A$ می‌باشد و گزاره (ت) نادرست است. از طرفی:

$$A_A \omega > A_B \omega \Rightarrow v_{\text{max}, A} > v_{\text{max}, B}$$

$$A_A \omega^2 > A_B \omega^2 \Rightarrow a_{\text{max}, A} > a_{\text{max}, B}$$

نمای ۱۷

بنابراین گزاره (ب) و (ت) نیز نادرست هستند.

۳ ۲ A

فاصله دو گره متوالی از هم برابر $\frac{\lambda}{2}$ است، طول موج را به دست می‌آوریم:

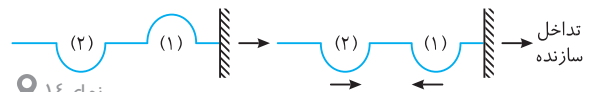
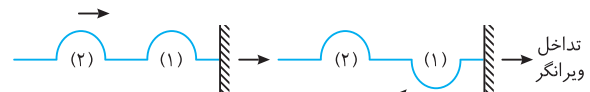
$$\frac{\lambda}{2} = 20 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = 40 \text{ cm} \xrightarrow{v = f \lambda} v = 20 \times 10 / 4 = 500 \text{ m/s}$$

تندی پیشروی موج در یک محیط مقدار ثابتی است.

موج تابیده در جهت محور Xها در حال پیشروی بوده و سرعت آن 500 m/s و موج بازتابیده در خلاف جهت محور Xها در حال پیشروی است و سرعت آن -500 m/s است. نمای ۱۷

۳ ۳ B

خط فکری باید بازتاب تپ اول در هر شکل را رسم کنید تا بتوانید در مورد هر هم‌نهی آن‌ها اظهار نظر کنید. البته باید خاطرتان باشد که تپ بازتاب از انتهای ثابت وارونگی دارد.



نمای ۱۴

۱ ۴ B

ابتدا باید بررسی کنیم که پهنای شکاف در حدود طول موج است یا نه؟ تا مشخص شود که پراش اتفاق می‌افتد. طول موج را حساب می‌کنیم

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{320 \text{ m/s}}{800 \text{ Hz}} = 0.4 \text{ m} = 40 \text{ cm}$$

پهنای شکاف 60 cm و $1/5$ برابر طول موج است بنابراین پراش به وضوح اتفاق می‌افتد. با افزایش دمای هوای محیط، تندی انتشار موج و در نتیجه طول موج افزایش می‌یابد $(\uparrow \lambda = \frac{v \uparrow}{f \text{ ثابت}})$ و با افزایش طول موج، بر اثر بارزتری رخ می‌دهد و مسافتی که موج به

آن می‌رسد گسترده‌تر می‌شود و مساحتی که موج در پشت شکاف به آن می‌رسد افزایش می‌یابد با کاهش بسامد چشمه، طول موج افزایش می‌یابد $(\uparrow \lambda = \frac{v \text{ ثابت}}{f \downarrow})$ و گسترده‌گی

نمای ۱۳

موج در پشت شکاف افزایش می‌یابد.

۳ ۵ B

خط فکری پهنای نوارها (فریزها) با طول موج نور به کار رفته در آزمایش انگ متناسب است بنابراین باید تغییر طول موج را بررسی کنیم.

۱ بسامد نور 2% افزایش یافته، بنابراین طول موج آن خواهد شد:

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow \frac{\lambda'}{\lambda} = \frac{f}{f'} \xrightarrow{f' = 1.02 f} \frac{\lambda'}{\lambda} = \frac{1}{1.02} = \frac{50}{51} \Rightarrow \lambda' = \frac{50}{51} \lambda$$



خط فکری: با توجه به نکته فوق ابتدا بسامد اصلی را به دست آورده و سپس با تقسیم بسامد داده شده بر آن، شماره هماهنگ بسامد مربوطه را محاسبه می‌کنیم. در نهایت بسامد بعدی با اضافه کردن ۱ واحد به عدد به دست آمده و ضرب آن در بسامد اصلی حاصل می‌شود.

بسامد تشدید اصلی (مد اصلی، هماهنگ اول) برابر است با: $f = 500 - 375 = 125 \text{ Hz}$

بنابراین شماره هماهنگ بسامد 750 Hz را به دست می‌آوریم: $n = \frac{750 \text{ Hz}}{125 \text{ Hz}} = 6$

در نهایت بسامد بعدی $875 \text{ Hz} = 125 \text{ Hz} \times (6+1)$ می‌شود.

میانبر: پس از آنکه مطمئن شدیم که 750 Hz یکی از مدهای نوسان است (حاصل تقسیم آن بر بسامد اصلی عددی صحیح شد) می‌توان یک بسامد اصلی به آن اضافه کرد و بسامد تشدید بعدی را به دست آورد: $750 \text{ Hz} + 125 \text{ Hz} = 875 \text{ Hz}$

نمای ۱۸

B ۱۰ ۲

یادآوری: در امواج ایستاده فاصله دو شکم یا گره متوالی $\frac{\lambda}{2}$ است.

۱ با توجه به رابطه $\lambda = \frac{v}{f}$ ، طول موج را حساب می‌کنیم:

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow \lambda = \frac{160}{400} \Rightarrow \lambda = 0.4 \text{ m} = 40 \text{ cm}$$

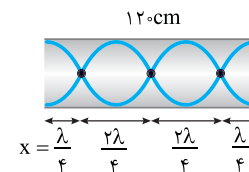
۲ اکنون فاصله دو گره متوالی را به دست می‌آوریم:

$$\text{فاصله دو گره متوالی} = \frac{\lambda}{2} = 20 \text{ cm}$$

نمای ۱۸

$$\ell = 2n \frac{\lambda}{2} \Rightarrow 120 = 2 \times 3 \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = 80 \text{ cm}$$

حال x را به دست می‌آوریم: $x = \frac{\lambda}{4} = \frac{80}{4} = 20 \text{ cm}$



نمای ۲۱

بازی با سؤال: در یک لوله صوتی با دو انتهای باز، در هنگام تولید صوت

۳ گره ایجاد شده است. اگر فاصله یک گره از شکم بعدی 5 cm باشد، طول

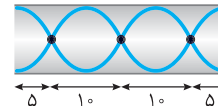
از کتاب درسی

لوله چند cm است؟

۱) ۱۵ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

پایان: شکل موج را درون لوله رسم می‌کنیم. می‌دانیم فاصله هر گره از شکم

مجاورش $\frac{\lambda}{4}$ است اکنون این فاصله را می‌شماریم. $\ell = 5 + 10 + 10 + 5 = 30 \text{ cm}$



گزینه ۳

فصل پنجم

آشنایی با فیزیک اتمی



با اسکن QR Code یا با مراجعه به سایت نشر الگو می‌توانید
فایل آزمون‌ها را دریافت کنید.

در پاسخ این تست‌ها، تستی تحت عنوان بازی با سؤال قرار گرفته است.
منتخبی از تست‌هایی که می‌توانید برای دوره فصل، آن‌ها را حل کنید.

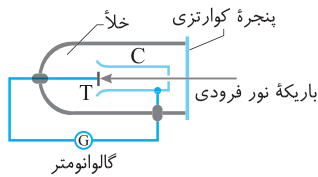
آزمونک

دو

رو به روی

یک

یئجره



۱ در شکل روبه‌رو در اثر باریکه نور فرودی بر فلز T گالوانومتر عبور جریان ضعیفی را نشان می‌دهد.

اگر با ثابت ماندن بسامد نور، شدت نور را افزایش دهیم، عددی که گالوانومتر نشان می‌دهد، چگونه تغییر می‌کند؟

(۱) ثابت می‌ماند

(۲) افزایش می‌یابد

(۳) کاهش می‌یابد

(۴) اظهار نظر قطعی نمی‌توان کرد.

۲ در آزمایش فوتوالکتریک، وقتی نور تک‌رنگی با طول موج λ بر فلز می‌تابانیم، پدیده فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد. برای آن که این پدیده رخ دهد، کدام عمل ممکن است مؤثر باشد؟

(۱) شدت نور را افزایش دهیم.

(۲) از فلزی که با تابع کار کند، استفاده کنیم.

(۳) زمان تابش نور را افزایش دهیم.

(۴) از نور تک‌رنگ با طول موج بزرگ‌تر از λ استفاده کنیم.

۳ انرژی لازم برای جدا شدن الکترونی در پدیده فوتوالکتریک برابر $1/2 \text{ eV}$ است. با استفاده از نور مرئی و انتخاب رنگ مناسب بیشترین مقدار ممکن انرژی جنبشی این فوتوالکترن چند الکترون ولت است؟

$$(c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}, \lambda \leq 4 \mu\text{m}, h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV.s})$$

(۱) ۳

(۲) ۱/۸

(۳) ۲/۸

(۴) ۰/۸

۴ در یک آزمایش فوتوالکتریک اگر بسامد نور فرودی را m برابر کنیم، انرژی جنبشی یک فوتوالکترن جدا شده از فلز چهار برابر حالت قبل می‌شود. کدام رابطه m را درست نشان می‌دهد؟

(۱) $m < 4$

(۲) $m = 4$

(۳) $m > 4$

(۴) $m < 1$

۵ در آزمایش فوتوالکتریک نوری با طول موج 200 nm بر سطح الکتروود فلزی مطابق شکل می‌تابد. اگر انرژی لازم برای جدا کردن الکترون مشخص شده برابر $4/2 \text{ eV}$ باشد، تندی فوتوالکترن ناشی از خروج این الکترون از سطح فلز چند متر بر ثانیه است؟



$$(m_e = 9 \times 10^{-31} \text{ kg}, c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}, h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV.s}, e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C})$$

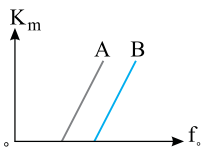
(۱) 8×10^5

(۲) 8×10^6

(۳) 6×10^5

(۴) 6×10^6

۶ شکل روبه‌رو، نمودار بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترن‌ها بر حسب بسامد نور فرودی را برای دو فلز A و B در آزمایش فوتوالکتریک نشان می‌دهد. در مورد بسامد آستانه و تابع کار دو فلز A و B کدام گزینه درست است؟



$$f_{0A} > f_{0B}, W_{0A} > W_{0B} \quad (1)$$

$$f_{0A} < f_{0B}, W_{0A} > W_{0B} \quad (2)$$

$$f_{0A} < f_{0B}, W_{0A} < W_{0B} \quad (3)$$

$$f_{0A} > f_{0B}, W_{0A} < W_{0B} \quad (4)$$

۷ در آزمایش فوتوالکتریک با تغییر بسامد نور فرودی بر سطح فلز، انرژی جنبشی یک فوتوالکترن مشخص 4 eV افزایش می‌یابد. در این صورت بسامد نور فرودی هرگز یافته است. $(h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV.s})$

(۱) 10^{15} ، افزایش

(۲) 10^{15} ، کاهش

(۳) 2×10^{15} ، افزایش

(۴) 2×10^{15} ، کاهش

۸ اختلاف طول موج دومین خط طیف اتمی هیدروژن در رشتهٔ براکت $(n' = 4)$ با دومین خط طیف اتمی هیدروژن در رشتهٔ بالمر $(n' = 2)$ چند نانومتر است؟ $(R = 10^8 \text{ nm}^{-1})$

از کتاب درسی

(۱) $\frac{1660}{3}$

(۲) $\frac{1530}{3}$

(۳) $\frac{7040}{3}$

(۴) $\frac{7630}{3}$

۹ بلندترین طول موج فرابنفش اتم هیدروژن مربوط به گذار بین n و n' است. n و n' کدام‌اند؟

(۱) ۳ و ۲

(۲) ۲ و ۱

(۳) ۶ و ۲

(۴) ۷ و ۲

۱۰ توسط چشمه نوری با توان 3600 W در فاصله d از مردمک چشم، نوری با آهنگ 3° فوتون بر ثانیه به مردمک می‌رسد. اگر قطر مردمک 2 mm و طول موج نور 660 nm باشد، d چند کیلومتر است؟ $(h = 6.6 \times 10^{-34}\text{ Js}, c = 3 \times 10^8\text{ m/s})$

از کتاب درسی

- (۱) 10 (۲) 10^3 (۳) 10^2 (۴) 10^4

آزمونک

سه

رو به روی

دو

یینجره

۱ کدام یک از موارد زیر را نمی‌توان برای اتم‌های هیدروژن گونه، با استفاده از مدل اتمی بور توجیه کرد؟

ریاضی - ۱۴۰۰

- (۱) تبیین پایداری اتم (۲) طول موج‌های گسیلی طیف اتم
(۳) گسسته بودن ترازهای انرژی الکترون در اتم (۴) متفاوت بودن شدت خط‌های طیف گسیلی اتم

۲ بنابر الگوی اتمی بور کدام شکل، ترازهای انرژی اتم هیدروژن را درست نمایش می‌دهد؟

$n=7$	$n=7$	$n=7$	$n=7$
$n=6$	$n=6$	$n=6$	$n=6$
$n=5$	$n=6$	$n=5$	$n=5$
$n=4$	$n=5$	$n=4$	$n=4$
$n=3$	$n=4$	$n=3$	$n=3$
$n=2$	$n=3$	$n=2$	$n=2$
$n=1$	$n=2$	$n=1$	$n=1$

۳ در اتم هیدروژن الکترون از تراز $n=4$ به تراز $n'=2$ می‌رود، انرژی آن چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟

- (۱) 75% کاهش (۲) 300% کاهش (۳) 300% افزایش (۴) 75% افزایش

۴ شکل زیر مربوط به طیف گسیلی مرئی اتم هیدروژن است. طول موج $656/2\text{ nm}$ مربوط به گذار الکترون از کدام تراز به کدام تراز است؟



- (۱) 5 به 1
(۲) 3 به 2
(۳) 5 به 2
(۴) 3 به 1

۵ اگر انرژی فوتون گسیل شده در اتم هیدروژن در گذار از تراز n به n' ، 24 برابر بزرگی انرژی در تراز n باشد، در این صورت طول موج فوتون گسیل شده می‌تواند مربوط به چهارمین خط طیفی رشته باشد.

- (۱) لیمان (۲) بالمر (۳) پاشن (۴) براکت

۶ الکترون اتم هیدروژن در تراز $n=4$ قرار دارد. بلندترین طول موج فوتونی که می‌تواند جذب کند، چند برابر بلندترین طول موج فوتونی است که می‌تواند گسیل کند؟

تجربی - ۱۴۰۰

- (۱) $\frac{175}{81}$ (۲) $\frac{81}{175}$ (۳) $\frac{25}{16}$ (۴) $\frac{16}{25}$

۷ اختلاف طول موج دومین و سومین خط طیفی اتم هیدروژن در رشته پاشن ($n'=3$) چند نانومتر است؟ $(R = \frac{1}{100}(\text{nm})^{-1})$

خارج ریاضی -

- (۱) $\frac{825}{8}$ (۲) 150 (۳) $\frac{825}{4}$ (۴) 300

۸ گستره طول موج‌های رشته پاشن ($n'=3$) چند برابر گستره طول موج‌های رشته لیمان ($n'=1$) است؟

از کتاب درسی

- (۱) $\frac{7}{243}$ (۲) $\frac{243}{7}$ (۳) $\frac{324}{11}$ (۴) $\frac{11}{324}$



۹ شکل مقابل، تعدادی از ترازهای اتم هیدروژن را نشان می‌دهد. کدام گذار بین دو تراز می‌تواند به گسیل فوتونی با بسامد $7/5 \times 10^{14} \text{ Hz}$ منجر شود؟ $(h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J.s})$

خارج ریاضی - ۱۴۰۰

$n = \infty$	 °
۵	$-0.9 \times 10^{-19} \text{ J}$
۴	$-1.45 \times 10^{-19} \text{ J}$
۳	$-2.4 \times 10^{-19} \text{ J}$
۲	$-5.4 \times 10^{-19} \text{ J}$

(۱) $n = 5$ به $n' = 3$

(۲) $n = 5$ به $n' = 2$

(۳) $n = 4$ به $n' = 2$

(۴) $n = 2$ به $n' = 1$

۱ $-21/8 \times 10^{-19} \text{ J}$

۱۰ در یک اتم هیدروژن، الکترون در مدار $n = 3$ قرار دارد و با جذب پرتو تک‌رنگی با بسامد $24 \times 10^{14} \text{ Hz}$ به مدار برانگیخته بالاتر می‌رود. اگر فقط گذارهایی با تغییر تراز $\Delta n \leq 2$ ممکن باشد، چه تعداد از فوتون‌های گسیل‌شده با انرژی‌های مختلف، در محدوده فرابنفش قرار نمی‌گیرد؟

$(E_R = 13.6 \text{ eV}$ و $h = 4 \times 10^{-15} \text{ eVs})$

(۴) ۱۰

(۳) ۵

(۲) ۷

(۱) ۶

بازی با سوال: کمینه انرژی لازم برای جدا کردن الکترون از یک فلز ۲eV است. اگر پرتویی با طول موج ۲۷۰ نانومتر بر آن بتابانیم، بیشینه انرژی جنبشی این فوتوالکترون‌ها هنگام جدا شدن از فلز چند eV است؟

مشابه تجربی - ۹۵

$$(h = 4/14 \times 10^{-15} \text{ eVs}, c = 3 \times 10^8 \text{ m/s})$$

۱/۴ (۱) ۲/۶ (۲) ۳/۴ (۳) ۴/۶ (۴)

پاسخ: انرژی فوتون‌های پرتو نور را به دست می‌آوریم:

$$E = h \frac{c}{\lambda} = \frac{4/14 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^8}{270 \times 10^{-9}} \Rightarrow E = 4/6 \text{ eV}$$

بنابراین نظریه اینشتین از این مقدار انرژی فوتون، ۲eV صرف جدا شدن الکترون شده و بقیه به انرژی جنبشی الکترون تبدیل می‌شود.

$$4/6 - 2 = 2/6 \text{ eV}$$

گزینه ۲.

C ۱ ۴

هرگاه فوتونی با انرژی hf با الکترون سطح فلز بر هم کنش کند، مقداری از انرژی صرف جدا شدن الکترون می‌شود و مابقی به الکترون انرژی جنبشی می‌دهد. اگر انرژی لازم برای جدا کردن الکترون را با E نشان دهیم، آن‌گاه خواهیم داشت:

$$\begin{cases} (1) K = hf - E \\ (2) K' = mhf - E \end{cases} \xrightarrow{\text{فرض مسئله } K' = 4K} 4K = mhf - E$$

حال با جای گذاری K از معادله (۱) در معادله (۲) داریم:

$$4hf - 4E = mhf - E \Rightarrow 4hf - 3E = mhf \Rightarrow m = \frac{4hf}{hf} - \frac{E}{hf} \Rightarrow m = 4 - \frac{E}{hf}$$

بنابراین از عدد ۴، مقدار $\frac{E}{hf}$ کم می‌شود و m به دست می‌آید، یعنی $m < 4$ است.

نمای ۳

B ۱ ۵

خط فکری: ابتدا انرژی فوتون فرودی بر فلز را به دست بیاورید. سپس انرژی لازم برای جدا کردن الکترون از سطح فلز را از آن کم کنید تا انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها هنگام جدا شدن از فلز به دست آید. با داشتن انرژی جنبشی تندی الکترون‌ها را حساب کنید.

۱. انرژی فوتون را حساب می‌کنیم:

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{h \times 3 \times 10^8 \text{ m/s}}{4 \times 10^{-7} \text{ m}} = 4 \times 10^{-15} \times \frac{3 \times 10^8}{4 \times 10^{-7}} = 6 \text{ eV}$$

۲. کمترین انرژی لازم برای جدا کردن الکترون ۴/۲eV بوده است از این رو انرژی جنبشی الکترون هنگام جدا شدن برابر است با:

$$K = 6 - 4/2 \Rightarrow K = 1/2 \text{ eV}$$

۳. انرژی جنبشی را بر حسب ژول می‌نویسیم:

$$K = 1/2 \text{ eV} \times \frac{1/6 \times 10^{-19} \text{ J}}{1 \text{ eV}} = 2/8 \times 10^{-19} \text{ J}$$

۴. تندی الکترون را حساب می‌کنیم:

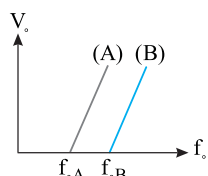
$$K = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow 2/8 \times 10^{-19} = \frac{1}{2} \times 9 \times 10^{-31} \times v^2$$

$$\Rightarrow v^2 = 0/64 \times 10^{12} \Rightarrow v = 8 \times 10^5 \text{ m/s}$$

نمای ۳

A ۳ ۶

با توجه به شکل، بسامد آستانه A از بسامد آستانه B کمتر است، بنابراین تابع کار فلز A ($W_0 = hf_0$) نیز از تابع کار فلز B کمتر است.



نمای ۴

پنجره ۱ روبه‌روی ۲

B ۱ ۲

با فرود نور بر فلز T پدیده فوتوالکتریک رخ داده و الکترون‌ها از سطح صفحه فلزی طرف T جدا شده و توسط جمع‌کننده C این الکترون‌ها در مدار شارش یافته‌اند و گالوانومتر عبور جریان را نشان داده است. با افزایش شدت نور، تعداد فوتون‌های نور (n) که به سطح فلز T برخورد می‌کند بیشتر شده ($\uparrow E = \uparrow nhf$) در نتیجه تعداد فوتوالکترون‌های جدا شده نیز بیشتر می‌شود و با توجه به اینکه آهنگ شارش بار الکتریکی را جریان گویند و جریان از رابطه $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ به دست می‌آید، با افزایش تعداد بار شارش‌شده جریان عبوری از مدار بیشتر می‌شود و گالوانومتر عدد بزرگتری را نشان می‌دهد.

نمای ۳ و ۱

A ۲ ۲

همیشه پادمان باشد که افزایش شدت نور، انرژی فوتون‌های نور (hf) را افزایش نمی‌دهد. بلکه تنها تعداد فوتون‌های نور (n) را افزایش می‌دهد و در پدیده فوتوالکتریک اگر بسامد نور از بسامد آستانه فلز کمتر باشد و پدیده رخ ندهد، هرگز با افزایش شدت نور نمی‌توان اثر فوتوالکتریک را مشاهده کرد و گزینه (۱) نادرست است. اگر از فلزی که تابع کار کوچکتر دارد، استفاده کنیم ممکن است انرژی فوتون‌های فرودی بتوانند الکترون‌ها را از فلز جدا کنند، بنابراین گزینه (۲) درست است. احتمال رخ دادن بیشتر می‌شود. $hf > W_0$ با کاهش W_0 شرط رخ دادن پدیده زمان تابش نور تأثیری در اثر فوتوالکتریک ندارد یعنی اگر نور نتواند الکترون را از فلز جدا کند هر چه مدت تابش نور فرودی بر فلز را افزایش دهیم اتفاقی نخواهد افتاد و گزینه (۳) نادرست است.

با افزایش طول موج نور ($E = \frac{hc}{\lambda}$) انرژی فوتون‌ها کاهش می‌یابد و قطعاً نمی‌تواند الکترون را جدا کند بنابراین گزینه (۴) نادرست است.

نمای ۳

بازی با سوال: کدام گزینه درست است؟

- (۱) با افزایش بسامد نور، قطعاً تعداد فوتوالکترون‌ها افزایش می‌یابد.
- (۲) با تاباندن نور با بسامد مناسب بر سطح فلز، الکترون به طور آبی گسیل می‌شود.
- (۳) با افزایش شدت نور، انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها افزایش می‌یابد.
- (۴) هر سه گزینه درست است.

پاسخ: هنگام تاباندن نور با بسامد مناسب ($f > f_0$) در پدیده فوتوالکتریک الکترون به طور آبی از فلز جدا می‌شود و گزینه (۲) درست است. افزایش بسامد نور بر تعداد فوتوالکترون‌ها تأثیری ندارد اما سبب افزایش انرژی جنبشی آن‌ها می‌شود، بنابراین گزینه‌های (۱) و (۳) نادرست‌اند.

B ۳ ۳

خط فکری: انرژی لازم برای جدا شدن الکترون برابر ۱/۲eV است و اگر فوتون با انرژی بیشتر از ۱/۲eV به سطح فلز بتابد، انرژی جنبشی فوتوالکتریک افزایش می‌یابد. هرچه طول موج پرتو نور (λ) کمتر باشد، انرژی فوتون $\frac{hc}{\lambda}$ بزرگ‌تر شده و

انرژی جنبشی فوتوالکتریک بیشتر می‌شود.

شما باید کوتاه‌ترین طول موج را انتخاب کرده و انرژی فوتون آن را حساب کنید.

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

۱. در نور مرئی کمترین طول موج مربوط به نور بنفش $\lambda = 400 \text{ nm}$ است و انرژی فوتون آن خواهد شد:

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{h \times 3 \times 10^8 \text{ m/s}}{4 \times 10^{-7} \text{ m}} = 4 \times 10^{-15} \times \frac{3 \times 10^8}{4 \times 10^{-7}} \Rightarrow E = 3 \text{ eV}$$

۲. انرژی لازم برای جدا کردن الکترون ۱/۲eV بوده است، بنابراین انرژی اضافی فوتون به انرژی جنبشی الکترون تبدیل می‌شود که مقدار آن برابر است با:

$$K = 3 - 1/2 = 5/2 \text{ eV}$$

نمای ۳

پنجره ۲ روبه‌روی ۳

A ۱ ۴

موفقیت‌های مدل اتمی بور:

۱. تبیین پایداری اتم
۲. توجیه طیف گسیلی و جذبی گاز هیدروژن اتمی و اتم‌های هیدروژن گونه
۳. محاسبه انرژی یونش اتم هیدروژن بر مبنای گسسته بودن ترازهای انرژی الکترون در اتم

نارسایی‌های مدل اتمی بور:

۱. این مدل برای چرخش بیش از یک الکترون به دور هسته به کار نمی‌رود.
 ۲. عدم توجیه متفاوت بودن شدت خط‌های طیف گسیلی
- بنابراین با توجه به یادآوری بالا گزینه (۴) صحیح است.

نمای ۹

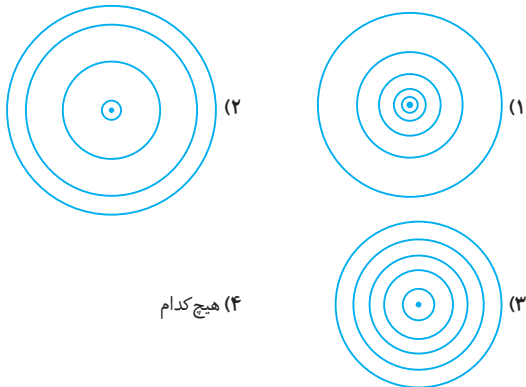
A ۲ ۲

نکته: در مدل اتمی بور با افزایش شماره مدارها (ترازهای) اتم هیدروژن اختلاف انرژی ترازها کاهش می‌یابد.

اختلاف انرژی ترازها با افزایش n کاهش یافته و باید خطوط مدل‌سازی ترازهای انرژی به هم نزدیک‌تر رسم شوند و گزینه (۲) درست است.

نمای ۸

بازی با سؤال: بنا بر الگوی اتمی بور کدام شکل، مدارهای چرخشی الکترون به گرد هسته اتم هیدروژن را درست نمایش می‌دهد؟



پاسخ: در الگوی اتمی بور، با افزایش شماره مدار و دور شدن از هسته، فاصله مدارهای چرخشی الکترون به گرد هسته بیشتر می‌شود.

گزینه ۱

B ۲ ۳

۱. انرژی الکترون در تراز $n=4$ و $n'=2$ با بنا به مدل اتمی بور به دست می‌آوریم:

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \Rightarrow E_4 = -\frac{E_R}{16}, E_2 = -\frac{E_R}{4}$$

۲. تغییر انرژی الکترون را به دست می‌آوریم:

$$E_2 - E_4 = -\frac{E_R}{4} - \left(-\frac{E_R}{16}\right) \Rightarrow \Delta E_{2 \rightarrow 4} = -\frac{3}{16} E_R$$

۳. درصد تغییرات انرژی الکترون خواهد شد:

$$\text{درصد تغییرات انرژی: } \frac{\Delta E_{2 \rightarrow 4} \times 100}{E_4} = \frac{-\frac{3}{16} E_R}{-\frac{E_R}{16}} \times 100 = 3 \times 100 = 300\%$$

۴. الکترون با از دست دادن انرژی از تراز $n=4$ به تراز $n'=2$ می‌رود و انرژی آن کاهش می‌یابد.

نمای ۸

B ۱ ۷

اگر فوتونی با انرژی hf به الکترون بنابانیم قسمتی از انرژی صرف جدا کردن الکترون از سطح فلز و مابقی آن به صورت انرژی جنبشی در فوتوالکترون درمی‌آید در این‌جا انرژی لازم برای جدا شدن الکترون تغییر نکرده است از این رو وقتی بیان می‌شود که انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها 4eV افزایش یافته در واقع مفهوم آن این است که انرژی فوتون فرودی بر فلز 4eV افزایش یافته است:

$$hf' - hf = 4 \Rightarrow h(f' - f) = 4 \Rightarrow 4 \times 10^{-15} (f' - f) = 4 \Rightarrow f' - f = 10^{15}$$

بنابراین بسامد نور فرودی 10^{15} هرتز افزایش می‌یابد.

نمای ۳

B ۳ ۸

۱. دومین خط طیف اتمی هیدروژن در رشته براکت یعنی گذار الکترون از تراز $n=6$ به تراز $n'=4$ طول موج گسیلی را به کمک رابطه ریذبرگ به دست می‌آوریم:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\lambda_{100}} \left(\frac{1}{16} - \frac{1}{36} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\lambda_{100}} \left(\frac{9-4}{144} \right)$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{14400}{5} \Rightarrow \lambda = 2880 \text{ nm}$$

۲. دومین خط طیف اتمی هیدروژن در رشته بالمر ($n'=2$) یعنی گذار الکترون از تراز $n=4$ به تراز $n'=2$ طول موج گسیلی را حساب می‌کنیم:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\lambda'_{100}} \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{16} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\lambda'_{100}} \left(\frac{4-1}{16} \right) \Rightarrow \lambda' = \frac{1600}{3} \text{ nm}$$

۳. اختلاف طول موج‌ها برابر است با:

$$\lambda - \lambda' = 2880 - \frac{1600}{3} \Rightarrow \Delta \lambda = \frac{8640 - 1600}{3} \Rightarrow \Delta \lambda = \frac{7040}{3} \text{ nm}$$

نمای ۶

B ۴ ۹

در طیف اتم هیدروژن طول موج‌های رشته لیمان ($n'=1$) در ناحیه فرابنفش هستند. همچنین در رشته بالمر ($n'=2$) طول موج فرابنفش وجود دارد. بنابراین در طیف لیمان ($n'=1$) و در طیف بالمر ($n'=2$) ناحیه فرابنفش برای طول موج‌ها وجود دارد پس باید بلندترین طول موج رشته لیمان و بار دیگر بلندترین طول موج فرابنفش رشته بالمر را به دست آورده و با هم مقایسه کنیم تا خواسته سؤال به دست آید.

۱. بلندترین طول موج رشته لیمان مربوط به $n'=1$ و $n=2$ است:

$$\frac{1}{\lambda_1} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda_1} = R \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{4} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda_1} = \frac{3R}{4} \Rightarrow \lambda_1 = \frac{4R}{3}$$

۲. بلندترین طول موج رشته بالمر مربوط به $n'=2$ و $n=7$ است چون به‌ازای $n=3, 4, 5, 6$ طول موج طیف بالمر در ناحیه مرئی خواهد بود:

$$\frac{1}{\lambda_2} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda_2} = R \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{49} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda_2} = \frac{45R}{196} \Rightarrow \lambda_2 = \frac{196}{45R}$$

با توجه به اینکه $\frac{196}{45R}$ از $\frac{4}{3R}$ بزرگتر است، پس بلندترین طول موج فرابنفش به‌ازای

$n'=2$ و $n=7$ است.

نمای ۶

C ۴ ۱۰

۱. انرژی 30 فوتون با طول موج 660 nm را به دست می‌آوریم.

$$E = \frac{nhc}{\lambda} \Rightarrow E = 30 \times \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{660 \times 10^{-9}} \Rightarrow E = 9 \times 10^{-18} \text{ J}$$

۲. شدت نور در محل مردمک را حساب می‌کنیم:

$$I = \frac{E}{A_{\text{مردمک}} t} \Rightarrow \frac{A = \pi r^2}{r_{\text{مردمک}} = 10^{-3} \text{ m}} \Rightarrow I = \frac{9 \times 10^{-18}}{\pi (10^{-3})^2} \Rightarrow I = \frac{9}{\pi} \times 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

۳. اکنون به کمک تعریف شدت نور، فاصله d را حساب می‌کنیم:

$$I = \frac{P_{\text{چشمه}}}{A} \Rightarrow I = \frac{P_{\text{چشمه}}}{4\pi d^2} \Rightarrow \frac{P_{\text{چشمه}} = 3600 \text{ W}}{4\pi d^2} = \frac{9}{\pi} \times 10^{-12} \Rightarrow d^2 = 10^{14} \Rightarrow d = 10^7 \text{ m} = 10^4 \text{ km}$$

نمای ۲

حال اختلاف دو طول موج را به دست می آوریم:

$$\lambda - \lambda' = \frac{225}{16} \times 10^{-2} - 12 \times 10^{-2} = 10^{-2} \left(\frac{225}{16} - 12 \right) = 10^{-2} \times \left(\frac{23}{16} \right) = \frac{23}{4} \times 10^{-2}$$

نمای ۶

۲ ۸ B

نکته: اختلاف کوتاه ترین و بلندترین طول موج در هر رشته را گستره طول موج های آن رشته می نامند.

۱. بلندترین طول موج رشته پاشن ($n'=3$) در گذار الکترون از تراز $n=4$ به $n'=3$ گسیل می شود و مقدار آن خواهد شد.

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{\max P}} = R \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2} \right) \Rightarrow \lambda_{\max P} = \frac{144}{5R}$$

۲. کوتاه ترین طول موج رشته پاشن در گذار الکترون از تراز $n=\infty$ به $n'=3$ گسیل می شود و طول موج آن برابر است با:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{\min P}} = R \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{\infty} \right) \Rightarrow \lambda_{\min P} = \frac{9}{R}$$

۳. گستره طول موج های رشته پاشن را به دست می آوریم:

$$\lambda_{\max P} - \lambda_{\min P} = \frac{144}{5R} - \frac{9}{R} = \frac{144 - 45}{5R} = \frac{99}{5R} \Rightarrow \Delta \lambda_P = \frac{99}{5R}$$

۴. بلندترین طول موج رشته لیمان در گذار الکترون از $n=2$ به $n'=1$ گسیل می شود. از این رو:

$$\frac{1}{\lambda_{\max L}} = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right) = R \left(\frac{3}{4} \right) \Rightarrow \lambda_{\max L} = \frac{4}{3R}$$

۵. کوتاه ترین طول موج رشته لیمان در گذار الکترون از $n=\infty$ به $n'=1$ گسیل می شود. در نتیجه:

$$\frac{1}{\lambda_{\min L}} = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty} \right) \Rightarrow \lambda_{\min L} = \frac{1}{R}$$

۶. گستره طول موجی رشته لیمان را به دست می آوریم:

$$\lambda_{\max L} - \lambda_{\min L} = \frac{4}{3R} - \frac{1}{R} = \frac{4-3}{3R} \Rightarrow \Delta \lambda_L = \frac{1}{3R}$$

$$\frac{\Delta \lambda_P}{\Delta \lambda_L} = \frac{\frac{99}{5R}}{\frac{1}{3R}} = \frac{99}{5} \times \frac{3}{1} = \frac{297}{5} \quad \text{نسبت } \frac{\Delta \lambda_P}{\Delta \lambda_L} \text{ خواهد شد:}$$

نمای ۶

۲ ۹ B

۱. انرژی فوتون گسیلی را به دست می آوریم:

$$E = hf = \frac{h \times 6 \times 10^{-34} \text{ J.s} \times f}{1} = \frac{6 \times 10^{-34} \times 5 \times 10^{14} \text{ Hz}}{1} \Rightarrow E = 6 \times 10^{-34} \times 5 \times 10^{14}$$

$$\Rightarrow E = 4 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$n = \infty$	
۵	$-0.9 \times 10^{-19} \text{ J}$
۴	$-1.4 \times 10^{-19} \text{ J}$
۳	$-2.4 \times 10^{-19} \text{ J}$
۲	$-5.4 \times 10^{-19} \text{ J}$

$$1 \quad -21.8 \times 10^{-19} \text{ J}$$

۲. باید بررسی کنید اختلاف انرژی کدام دو تراز برابر انرژی فوتون است.

انرژی تراز $n=5$ ، $-0.9 \times 10^{-19} \text{ J}$ و انرژی تراز $n=2$ ، $-5.4 \times 10^{-19} \text{ J}$ است و اختلاف انرژی این دو تراز برابر است با:

$$E_5 - E_2 = -0.9 \times 10^{-19} - (-5.4 \times 10^{-19}) = 4.5 \times 10^{-19} \text{ J}$$

۳. بنابراین الکترون از تراز $n=5$ به تراز $n'=2$ جهش کرده است. نمای ۸

۲ ۴ B

طول موج $656/2 \text{ nm}$ در ناحیه مرئی است. در اتم هیدروژن طول موج های گسیلی رشته بالمر ($n'=2$) مرئی هستند.



چهار عدد روی شکل مربوط به نور مرئی هستند که طول موج $656/2 \text{ nm}$ بلندترین طول موج است. بنابراین الکترون از تراز $n=3$ به تراز $n'=2$ جهش کرده است.

نمای ۸

۱ ۵ B

انرژی فوتون گسیل شده برابر اختلاف انرژی دو تراز n و n' است.

$$E_n - E_{n'} = E_{\text{فوتون}}$$

با توجه به فرض مسئله انرژی فوتون $24 E_n$ برابر E_n است. یعنی الکترون در تراز n را از دست می دهد و به تراز n' می رود. بنابراین داریم:

$$E_n - E_{n'} = -24 E_n$$

(علامت منفی به دلیل از دست دادن انرژی است.)

$$E_{n'} = 25 E_n \xrightarrow{E_n = \frac{E_R}{n^2}} \frac{-E_R}{n'^2} = 25 \frac{-E_R}{n^2} \Rightarrow n'^2 = 25 n^2 \Rightarrow n = 5 n'$$

بنابراین $n'=1$ (رشته لیمان) و $n=5$ است و طول موج گسیلی مربوط به چهارمین خط طیفی رشته لیمان است.

نمای ۸

۱ ۶ B

۱. الکترون در تراز $n=4$ قرار دارد و بلندترین طول موجی که می تواند جذب کند برای گذار از $n=4$ به $n=5$ است. طول موج را به کمک رابطه ریدبرگ به دست می آوریم.

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \xrightarrow{n'=4, n=5} \frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{16} - \frac{1}{25} \right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{25-16}{400} \right) \Rightarrow \lambda = \frac{400}{9R}$$

۲. بلندترین طول موجی که الکترون در تراز $n=4$ می تواند گسیل کند، در تراز الکترون از تراز $n=4$ به تراز $n=3$ گسیل می شود. طول موج را به دست می آوریم:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda'} = R \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{16} \right) = R \left(\frac{16-9}{144} \right) \Rightarrow \lambda' = \frac{144}{7R}$$

۳. نسبت طول موج ها خواهد شد:

$$\frac{\lambda}{\lambda'} = \frac{\frac{400}{9R}}{\frac{144}{7R}} \Rightarrow \frac{\lambda}{\lambda'} = \frac{175}{81}$$

نمای ۶

۳ ۷ B

خط فکری: در رشته پاشن ($n'=3$) اولین طیف اتمی هیدروژن $n=4$ ، دومین

طیف اتمی هیدروژن $n=5$ ، سومین طیف اتمی هیدروژن $n=6$ و ... است.

دومین طیف اتمی هیدروژن در رشته پاشن برابر $n=5$ است.

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{25} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = R \frac{16}{225} \Rightarrow \lambda = \frac{225}{16} \times \frac{1}{R}$$

$$\lambda = \frac{225}{16} \times 10^{-2} \text{ mm}$$

سومین طیف اتمی هیدروژن در طیف پاشن برابر $n=6$ است

$$\frac{1}{\lambda'} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda'} = R \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{36} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda'} = R \left(\frac{3}{36} \right) \Rightarrow \lambda' = \frac{36}{3} \times \frac{1}{R}$$

$$\lambda' = 12 \times 10^{-2} \text{ nm}$$



خط فکری

باید ابتدا، انرژی فوتون و انرژی الکترون در تراز $n=3$ را حساب کنید. سپس انرژی فوتون را با انرژی الکترون جمع کنید تا مشخص شود که الکترون به کدام تراز جهش کرده است، سپس می‌توانید تعداد گذارهای $\Delta n \leq 2$ را که طول موج آن فرابنفش است را مشخص کنید.

۱. انرژی فوتون را حساب می‌کنیم:

$$E = hf \xrightarrow{f = 24 \times 10^{12} \text{ Hz}} E = 4 \times 10^{-15} \times 24 \times 10^{12}$$

$$\Rightarrow E = 96 \times 10^{-3} \text{ eV} \Rightarrow E = 0.96 \text{ eV}$$

۲. انرژی الکترون در تراز $n=3$ را به دست می‌آوریم:

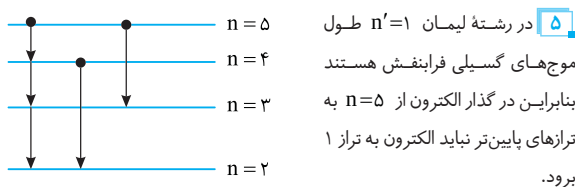
$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \Rightarrow E_3 = -\frac{13.6}{3^2} = -1.51 \text{ eV}$$

۳. انرژی الکترون بعد از جذب فوتون خواهد شد:

$$E_n = -1.51 + 0.96 \Rightarrow E_n = -0.55 \text{ eV}$$

۴. تراز که انرژی آن -0.55 eV را به دست می‌آوریم:

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \Rightarrow -0.55 = -\frac{13.6}{n^2} \Rightarrow n^2 = 25 \Rightarrow n = 5$$



از طرفی گذارها مجاز $\Delta n \leq 2$ است.

یعنی اختلاف عدد کوانتمی ترازها نباید

بیشتر از ۲ باشد. بنابراین خواهیم داشت:

$$\text{گذارهای } \Delta n=1 \text{ تا } n=2 \text{ (۳)} \rightarrow 3 \text{ (۲)} \rightarrow 4 \text{ (۱)} \text{ سه نوع فوتون}$$

$$\text{گذارهای } \Delta n=2 \text{ (۵)} \rightarrow 4 \text{ و } 3 \text{ (۴)} \text{ دو نوع فوتون}$$

جمعاً ۵ نوع فوتون

نمای ۸

فصل ششم

آشنایی با فیزیک هسته‌ای



با اسکن QR Code یا با مراجعه به سایت نشر الگو می‌توانید
فایل آزمون‌ها را دریافت کنید.

در پاسخ این تست‌ها، تستی تحت عنوان بازی با سؤال قرار گرفته است.
منتخبی از تست‌هایی که می‌توانید برای دوره فصل، آن‌ها را حل کنید.

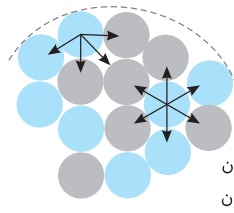
آزمونک

دو

رو به روی

یک

یینجره



در شکل روبه‌رو قسمتی از هسته و نوکلئون‌های آن به صورت طرح‌وار نشان داده شده است. کدام یک از گزاره‌های بیان شده را می‌توان از این شکل نتیجه گرفت؟
الف) از دید نیروی هسته‌ای تفاوتی بین پروتون و نوترون وجود ندارد.

ب) نیروی هسته‌ای کوتاه‌برد است.
پ) این هسته در حال واپاشیده شدن است.

۱ (۲)

صفر

۳ (۴)

۲ (۳)

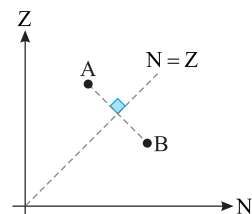
مجموع جرم N نوکلئون قبل از تشکیل هسته X برابر M و جرم هسته X تشکیل شده از آن‌ها برابر M_X است کدام گزینه در مورد M و M_X درست است؟ ($N \neq 1$)

۱) اگر X پرتوزا باشد، $M > M_X$ است.

۲) اگر X پایدار باشد، $M > M_X$ است.

۳) در همه هسته‌ها $M = M_X$ است.

۴) در همه هسته‌ها $M > M_X$ است.



در نمودار روبه‌رو عدد اتمی A را با Z_A و عدد نوترونی را با N_A نشان می‌دهیم. عدد جرمی اتم B برابر

کدام گزینه است؟

$$\frac{N_A + Z_A}{2} \quad (۲)$$

$$N_A + Z_A \quad (۱)$$

$$N_A - Z_A \quad (۴)$$

$$2(N_A + Z_A) \quad (۳)$$

در تمام فرایندهای واپاشی، کدام اصول پایستگی زیر برقرار است؟

۱) قانون پایستگی جرم (مجموع جرم در دو طرف واکنش هسته‌ای یکسان است.)

۲) قانون پایستگی بار الکتریکی (مجموع بار الکتریکی در دو طرف واکنش هسته‌ای یکسان است.)

۳) قانون پایستگی عدد جرمی (مجموع نوکلئون‌ها در دو طرف واکنش هسته‌ای یکسان است.)

۴) گزینه‌های (۲) و (۳) درست است.

ریاضی - ۸۳

یک عنصر رادیواکتیو چه ذراتی را باید تابش کند تا بدون تغییر عدد اتمی، عدد جرمی آن ۴ واحد کم شود؟

۱) سه ذره آلفا و دو ذره بتا
۲) دو ذره آلفا و دو ذره بتا
۳) دو ذره آلفا و یک ذره بتا
۴) یک ذره آلفا و دو ذره بتا

در یک واکنش هسته‌ای، ۲ میلی گرم جرم تبدیل به انرژی شده است. انرژی حاصل معادل با چند کیلووات ساعت است؟ ($c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$)

ریاضی - ۹۳

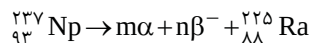
$$5 \times 10^9 \quad (۴)$$

$$5 \times 10^4 \quad (۳)$$

$$2/5 \times 10^9 \quad (۲)$$

$$2/5 \times 10^4 \quad (۱)$$

در واپاشی نپتونیم در راکتورهای هسته‌ای مطابق واکنش زیر ذره α و ذره β گسیل شده است. نسبت $\frac{m}{n}$ برابر کدام گزینه است؟
از کتاب درسی



$$2/5 \quad (۴)$$

$$3 \quad (۳)$$

$$2 \quad (۲)$$

$$1 \quad (۱)$$

هسته مادر



هسته دختر



+

از کتاب درسی

۲) بتای مثبت

۴) نوترون

۱) بتای منفی

۳) آلفا

در یک واکنش هسته‌ای از عدد جرمی عنصری، ۱۲ واحد کاسته شده، ولی عدد اتمی آن ثابت مانده است. در این صورت این عنصر
ذره آلفا و ذره بتای گسیل کرده است.

۴) ۲، ۱، منفی

۴) ۲، ۱، مثبت

۲) ۳، ۶، منفی

۱) ۳، ۶، مثبت

از کتاب درسی

۱۰ کدام گزینه گزاره‌های درست را مشخص کرده است؟

- (الف) نیروی هسته‌ای مستقل از بار نوکلئون‌ها بوده و بلند برد است.
 (ب) هنگام تشکیل هسته مقداری از انرژی آزاد می‌شود.
 (پ) هسته اتم در واکنش شیمیایی شرکت نمی‌کنند.
 (ت) ایزوتوپ‌های یک عنصر را می‌توان به روش شیمیایی جدا کرد.

(۱) (الف)، (ت) (۲) (ب)، (پ) (۳) (ب) (۴) (پ)

آزمونک

سه

رو به روی

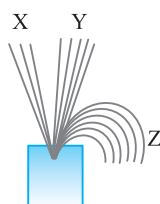
دو

یخچره

ریاضی - ۹۴

۱ کدام یک از موارد زیر درباره هسته اتم‌های عناصر درست است؟

- (۱) اغلب ایزوتوپ‌های عناصر ناپایدارند و با گذشت زمان واپاشیده می‌شوند.
 (۲) برد نیروهای کولنی در مقایسه با برد نیروهای هسته‌ای بسیار کوتاه است.
 (۳) جرم یک هسته برابر مجموع جرم نوکلئون‌های تشکیل‌دهنده آن هسته است.
 (۴) نسبت تعداد نوترون‌ها به پروتون‌ها برای هسته‌های پایدار مختلف یکسان است.



۲ مسیر حرکت سه ذره حاصل از پرتو زایی طبیعی در میدان مغناطیسی به صورت روبه‌رو است. جنس پرتو Z و جهت میدان

مغناطیسی به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

- (۱) الکترون - برونسو (۲) الکترون - درونسو
 (۳) آلفا - برونسو (۴) آلفا - درونسو

ریاضی - ۱۴۰۰

۳ کدام مورد درست است؟

- (الف) در واپاشی β^- ، الکترون گسیل‌شده در هسته مادر وجود ندارد و همچنین یکی از الکترون‌های مدار اتم نیست.
 (ب) در واپاشی β^+ ، ذره گسیل‌شده توسط هسته، جرم یکسان با الکترون دارد.
 (پ) اغلب هسته‌ها پس از واپاشی بتا، در حالت پایدار قرار می‌گیرند.
 (ت) در واپاشی β^+ ، یکی از نوترون‌های درون هسته به یک پروتون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود.

(۱) (الف) و (ب) (۲) (الف) و (پ) (۳) (ب) و (ت) (۴) (ب) و (پ)

خارج تجربی - ۱۴۰۰

۴ سدیم $^{24}_{11}\text{Na}$ واپاشی β^- انجام می‌دهد. هسته جدید به ترتیب چند نوترون و چند پروتون خواهد داشت؟

(۱) ۱۱ و ۱۳ (۲) ۱۱ و ۱۲ (۳) ۱۱ و ۱۳ (۴) ۱۲ و ۱۲

خارج ریاضی - ۹۸

۵ در واکنش هسته‌ای (نوترون) $^1_0\text{n} + ^{238}_{92}\text{X} \rightarrow ^{239}_{92}\text{Y} + ^4_2\text{He} + M(^{A}_{Z}\text{X}) + N(^{A}_{Z}\text{X})$ به ترتیب کدام‌اند؟

(۱) ۱ و ۱ (۲) ۱ و ۲ (۳) ۲ و ۲ (۴) ۲ و ۳

$^{243}_{95}\text{X} \rightarrow ^{223}_{91}\text{Y} + \dots$

۶ کدام گزینه واکنش هسته‌ای روبه‌رو را کامل می‌کند؟

(۱) $6\alpha + 5\beta$ (۲) $5\alpha + 6\beta$ (۳) $6\alpha + 8\beta$ (۴) $5\alpha + 4\beta$

۷ تعداد هسته‌های اولیه یک ماده رادیواکتیو $N_0 = 1600$ است. اگر نیمه‌عمر این ماده ۶ ساعت باشد، بعد از چند ساعت 200 هسته آن فعال

باقی می‌ماند؟

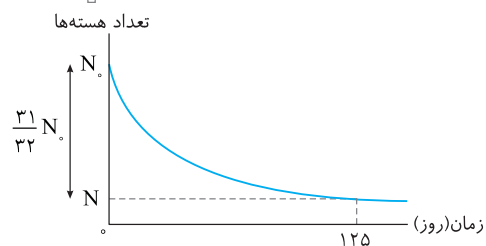
(۱) ۱۲ (۲) ۱۸ (۳) ۳۶ (۴) ۴۸

خارج ریاضی - ۹۸

۸ از یک ماده رادیواکتیو که نیمه‌عمر آن ۸ روز است، پس از چند روز، ۷۵ درصد هسته‌های این ماده واپاشیده می‌شود؟

(۱) ۸ (۲) ۱۶ (۳) ۲۴ (۴) ۳۲

۹ نمودار واپاشی هسته‌های یک ماده پرتوزا برحسب زمان به صورت شکل روبه‌رو است. نیمه عمر این ماده چند روز است؟



(۱) ۵

(۲) ۲۵

(۳) ۵۰

(۴) ۶۲/۵

۱۰ عنصر پرتوزای X با نیمه‌عمر ۲۰ روز به عنصر پایدار Y تبدیل می‌شود. اگر در یک نمونه نسبت هسته‌های عنصر پایدار Y به تعداد هسته‌های

عنصر پرتوزای X، ۱ باشد، بعد از گذشت چند روز این نسبت برابر ۱۵ می‌شود؟

(۴) ۱۰۰

(۳) ۴۰

(۲) ۶۰

(۱) ۸۰

۳ ۷ B

۱ ذره α از جنس هسته ${}^4_2\text{He}$ می باشد. ${}^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow {}^{222}_{86}\text{Rn} + {}^4_2\text{He}$

۲ عدد اتمی دو طرف واکنش با هم برابر است:

$$93 = 2m - n + 88 \Rightarrow 2m - n = 5 \quad (1)$$

۳ عدد جرمی دو طرف واکنش با هم برابر است:

$$237 = 4m + 222 \Rightarrow 4m = 15 \Rightarrow m = 3 \quad (2)$$

۴ با توجه به معادله های (۱) و (۲): $m = 3, n = 1$

نمای ۴ بنابرین $\frac{m}{n} = 3$ است.

۱ ۸ A

به تعداد پروتون های هسته مادر یکی اضافه شده و از تعداد نوترون ها یکی کاسته شده است. بنابرین واپاشی بتا رخ داده است.

و ذره گسیل شده، بتای منفی (الکترون) است.

۲ ۹ B

خط فکری گسیل هر ذره آلفا باعث کاهش ۴ واحدی عدد جرمی و کاهش ۲ واحدی عدد اتمی می شود. از طرفی گسیل یک ذره بتای منفی باعث افزایش یک واحدی عدد اتمی می شود. در نتیجه گسیل دو ذره بتای منفی می تواند کاهش ۲ واحدی عدد اتمی توسط گسیل آلفا را جبران کند. با دانستن این موضوع مسئله قابل حل است.

واکنش هسته ای را می نویسیم. تعداد ذرات α و β را به ترتیب با a و b نمایش می دهیم:

$$A = (A - 12) + 4a \Rightarrow a = 3$$

$$Z = Z + 2a - b \xrightarrow{a=3} b = 6$$

بنابراین به پاستگی عدد اتمی:

۲ ۱۰ A

نیروی هسته ای یک نیروی رپایشی بین نوکلئون ها بوده که مستقل از بار نوکلئون ها و یک نیروی کوتاه برد است. گزاره (الف) نادرست است.

هنگام تشکیل هسته مقداری از جرم نوکلئون ها به انرژی لازم برای تشکیل هسته تبدیل می شود یعنی مقداری انرژی آزاد می شود. گزاره (ب) درست است.

اختلاف بین ترازهای انرژی هسته اتم از مرتبه کیلو الکترون ولت (keV) تا مرتبه مگا الکترون (MeV) است. در حالی که اختلاف بین ترازهای الکترون ها در اتم از مرتبه الکترون ولت (eV) بوده از این رو، هسته ها در واکنش های شیمیایی شرکت نمی کنند و گزاره (پ) درست است.

خواص شیمیایی هر اتم را تعداد پروتون های آن مشخص می کند و چون ایزوتوپ ها تعداد پروتون یکسانی دارند پس خواص شیمیایی یکسانی داشته و با روش های شیمیایی نمی توان آن ها را از هم جدا کرد.

نمای ۳ و ۲۰۱

پنجره ۱ روبه روی ۲

۳ ۱ A

با توجه به بردارهای نیروی رسم شده در شکل، نیروی هسته ای بین دو نوترون و یا دو پروتون و یا یک نوترون و یک پروتون وجود دارد یعنی از دید نیروی هسته ای تفاوتی بین پروتون و نوترون نیست بنابراین گزاره (الف) را می توان نتیجه گرفت. از طرفی در شکل نشان داده شده است که هر نوکلئون تنها به نوکلئون های مجاورش نیرو وارد می کند. بنابراین نیروی هسته ای را کوتاه برد نشان می دهد و گزاره (ب) نیز درست است. این طرح وارح در مورد واپاشیدن هسته چیزی به ما ارائه نمی دهد و گزاره (پ) نادرست است.

نمای ۲

۴ ۲ A

هنگام تشکیل هسته بخشی از جرم نوکلئون های تشکیل دهنده هسته به انرژی لازم برای تشکیل هسته تبدیل می شود و با یک کاستی جرم هسته روبه رو هستیم یعنی مجموع جرم نوکلئون های تشکیل دهنده هسته از جرم هسته بیشتر ($M > M_X$) است. دقت کنید که در صورت مسأله $N \neq 1$ در نظر گرفته شده است.

نمای ۳

۱ ۳ B

نکته ریاضی شیب دو خط عمود بر هم، قرینه وارون یکدیگر است:

$$mm' = -1$$

خط چین $Z = N$ نیمساز نمودار $Z - N$ و شیب آن برابر ۱ است. خط AB عمود بر نیمساز رسم شده و دارای شیب -1 خواهد بود. با توجه به نمودار شیب خط AB را نوشته و برابر -1 قرار می دهیم.

$$\text{شیب خط } AB = \frac{Z_A - Z_B}{N_A - N_B} = -1$$

$$Z_A - Z_B = N_B - N_A \Rightarrow N_A + Z_A = N_B + Z_B$$

بنابرین عدد جرمی های دو اتم A و B با هم برابر می باشد.

نمای ۲

۴ ۴ A

در واکنش های شیمیایی مانند ${}^A_ZX \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2\alpha + \text{energy}$ همواره مجموع عدد جرمی در دو طرف واکنش با هم برابر است و هم چنین مجموع عدد اتمی با هم یکسان بوده که این بیانی از قانون پایستگی بار الکتریکی است و گزینه های (۲) و (۳) درست اند اما در بحث انرژی بستگی هسته متوجه شدیم که جرم در واکنش های هسته ای پایسته نمی ماند و گزینه (۱) نادرست است.

نمای ۴

۴ ۵ A

در واکنش هسته ای، مجموع بار الکتریکی و مجموع عدد جرمی در دو طرف واکنش با هم برابر است.

$${}^A_ZX \rightarrow {}^{A'}_{Z'}Y + a {}^4_2\text{He} + b {}^0_{-1}e$$

با توجه به فرض سؤال، از عدد جرمی ۴ واحد کم شده ($A' = A - 4$) و عدد اتمی ثابت مانده است ($Z = Z'$) بنابرین:

$$A = A' + 4a \xrightarrow{A' = A - 4} A = A - 4 + 4a \Rightarrow a = 1$$

$$Z = Z' + 2a - b \xrightarrow{Z = Z', a=1} 0 = 2 - b \Rightarrow b = 2$$

نمای ۴ دو ذره بتا

۳ ۶ A

با توجه به رابطه بین جرم و انرژی می توان نوشت:

$$E = mc^2 \Rightarrow E = 2 \times 10^{-6} \times (3 \times 10^8)^2 \Rightarrow E = 18 \times 10^{10} \text{ J}$$

هر ۱ kWh برابر $3.6 \times 10^6 \text{ J}$ است، از این رو:

$$E = \frac{18 \times 10^{10}}{3.6 \times 10^6} \Rightarrow E = 5 \times 10^4 \text{ kWh}$$

نمای ۴

پنجره ۲ روبه‌روی ۳

۱ ۱ A

ایزوتوپ‌های عناصر اغلب ناپایدارند و با گذشت زمان واپاشیده می‌شوند و گزینه (۱) درست است. نیروهای هسته‌ای کوتاه‌برد هستند و گزینه (۲) نادرست است. جرم هسته همواره از مجموع جرم نوکلئون‌های تشکیل دهنده آن کمتر است و گزینه (۳) نادرست است. هر چه هسته عناصر سنگین‌تر می‌شود، نسبت $\frac{N}{Z}$ افزایش می‌یابد و برای هسته‌های مختلف یکسان نیست و گزینه (۴) نادرست است.

نمای ۵

۲ ۲ A

در پرتوزایی طبیعی سه پرتو توسط هسته پرتوزا گسیل می‌شود. آلفا، بتا، گاما. آلفا دارای دو نوترون و دو پروتون بوده و دارای بار مثبت است و بتا از جنس الکترون بوده و منفی است و گاما از جنس امواج الکترومغناطیسی است و در میدان مغناطیسی بر آن نیرو وارد نمی‌شود. جرم الکترون نسبت به ذره آلفا بسیار کم است. به همین علت در گذر از میدان مغناطیسی بیشتر منحرف می‌شود. بنابراین جنس پرتو Z باید الکترون (بتای منفی β^-) باشد. چون الکترون دارای بار منفی است از دست چپ استفاده می‌کنیم. چهار انگشت باز دست چپ را به سمت بالای صفحه در جهت خروج الکترون از چشمه به گونه‌ای قرار دهید که انگشت باز شست به سمت راست باشد. در این حالت کف دست شما رو به صفحه کاغذ بوده و میدان مغناطیسی درونسوست.

نمای ۴

۱ ۳ B

نکته ۱ واپاشی β :

- این واپاشی، متداول‌ترین نوع واپاشی در هسته‌هاست.
- دو نوع واپاشی β با نام‌های β^- و β^+ رخ می‌دهند.
- در واپاشی β^- ، الکترون گسیل‌شده حاصل تبدیل نوترون درون هسته به پروتون و الکترون است.
- در نتیجه عدد جرمی ثابت مانده و عدد اتمی به اضافه (۱) می‌شود. این الکترون نه در هسته و نه در مدار اتم وجود نداشته است.
- در واپاشی β^+ ، ذره‌های هم‌جرم با الکترون اما با بار مثبت از هسته گسیل می‌شود که پوزیترون نام دارد.
- در واپاشی β^+ ، یکی از پروتون‌های درون هسته به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود.
- اغلب هسته‌ها پس از واپاشی آلفا یا بتا در حالت برانگیخته قرار می‌گیرند و با گسیل پرتوگاما، به حالت پایه می‌رسند.
- در واپاشی β^- ، الکترون گسیل‌شده حاصل تبدیل یک نوترون به پروتون است و گزاره (الف) درست است.
- در واپاشی β^+ ، ذره گسیل‌شده دارای جرمی یکسان با الکترون، اما باری مثبت است و گزاره (ب) درست است.
- هسته‌های برانگیخته برای رسیدن به پایداری پرتو گاما می‌تابانند پس گزاره (پ) نادرست است.
- در واپاشی β^+ ، پروتون به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود و گزاره (ت) نادرست است.

نمای ۴

۴ ۴ B

نکته ۲ در واپاشی β^- که از جنس الکترون است یک نوترون واپاشیده شده و یک پروتون و یک الکترون (β^-) تولید می‌شود (${}^1_0\text{H} \rightarrow {}^1_1\text{H} + {}^0_{-1}\text{e}^-$). به همین دلیل عدد جرمی تغییر نمی‌کند. اما به تعداد پروتون‌ها یکی اضافه شده و عدد اتمی یک واحد افزایش می‌یابد و خواهیم داشت:

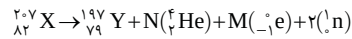
$${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z+1}^AY + {}^0_{-1}\text{e}^-$$

سدیم ${}^{24}_{11}\text{Na}$ دارای ۱۱ پروتون و $24-11=13$ نوترون است. با گسیل β^- ، نوترون‌ها یکی کم می‌شود $13-1=12$ و بر تعداد پروتون‌ها یکی اضافه می‌شود. $11+1=12$

نمای ۴

۲ ۵ B

یادآوری: آلفا هسته هلیوم ($\alpha = {}^4_2\text{He}$) و بتای منفی، الکترون (${}^0_{-1}\text{e}$) و نوترون (${}^1_0\text{n}$) است و در واکنش‌های هسته‌ای مجموع عدد اتمی طرف چپ معادله با طرف راست و همچنین مجموع عدد جرمی طرف چپ با طرف راست یکسان است. با توجه به پایستگی مجموع عدد اتمی و عدد جرمی در دو طرف واکنش هسته‌ای خواهیم داشت:



$$82 = 79 + 2 \Rightarrow 4 = 2 \Rightarrow N = 2$$

$$207 = 197 + 4 + 2 \Rightarrow 82 = 79 + 2 + 1 \Rightarrow M = 1$$

نمای ۴

۲ ۶ A

معادله واکنش را می‌نویسیم، تعداد ذرات α را با حرف a و تعداد ذرات β^- را با حرف b نمایش می‌دهیم. a و b ضرایب α و β هستند. ${}^{243}_{95}\text{X} \rightarrow {}^{223}_{91}\text{Y} + a({}^4_2\text{He}) + b({}^0_{-1}\text{e})$. قانون پایستگی تعداد نوکلئون‌ها را می‌نویسیم:

$$243 = 223 + 4a + 0 \Rightarrow 20 = 4a \Rightarrow a = 5$$

مجموع عدد اتمی در دو طرف واکنش را برابر قرار می‌دهیم.

$$95 = 91 + 2a - b \Rightarrow 95 = 91 + 2 \times 5 - b \Rightarrow b = 6$$

نمای ۴

۲ ۷ A

با توجه به رابطه نیمه‌عمر، تعداد نیمه‌عمرها را حساب می‌کنیم.

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n \xrightarrow{N_0=1600, N=200} 200 = \frac{1600}{2^n} \Rightarrow 2^n = 8 \Rightarrow n = 3$$

$$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow 3 = \frac{t}{6} \Rightarrow t = 18\text{h}$$

زمان سپری شده خواهد شد: نمای ۵

۲ ۸ B

۷۵ درصد از هسته‌های ماده پرتوزا واپاشیده شده است یعنی ۲۵٪ از آن ماده فعال باقی مانده است:

$$N = N_0 - \frac{75}{100} N_0 \Rightarrow N = \frac{25}{100} N_0$$

$$\Rightarrow N = \frac{N_0}{4} = \frac{N_0}{2^2} \xrightarrow{N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n} \frac{N_0}{2^2} = \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow n = 2$$

در هر نیمه‌عمر نصف ماده واپاشیده می‌شود پس برای آنکه مقدار ماده به $\frac{1}{4}$ حالت اولیه برسد باید دو نیمه‌عمر بگذرد. زمان واپاشی خواهد شد:

$$t = nT_{\frac{1}{2}} \Rightarrow t = 2 \times 8 = 16\text{Day}$$

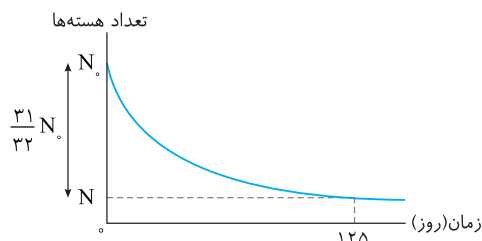
نمای ۵

۲ ۹ B

با توجه به نمودار اختلاف تعداد هسته‌های اولیه و تعداد هسته‌های فعال باقی مانده یعنی

$$N_0 - N = \text{برابر فیزیک هسته‌ای } \frac{31}{32} N_0 \text{ شده، درواقع } \frac{31}{32} N_0 \text{ از هسته واپاشیده شده}$$

و تعداد هسته فعال باقی مانده برابر است با:



$$N_0 - N = \frac{31}{32} N_0 \Rightarrow N = N_0 - \frac{31}{32} N_0 = \frac{1}{32} N_0 \Rightarrow$$

$$N = \frac{N_0}{2^n} \xrightarrow{N = \frac{N_0}{2^n}} 2^5 = 2^n \Rightarrow n = 5$$

۵ نیمه عمر ۱۲۵ روز طول کشیده است، پس هر نیمه عمر برابر است با:

$$\Delta T_{\frac{1}{2}} = 125 \text{ day} \Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = 25 \text{ day}$$

نمای ۵

۲ ۱۰ A

وقتی تعداد هسته‌های پرتوزای فعال با تعداد هسته‌های واپاشیده برابر می‌شود، یعنی یک نیمه عمر از مدت واپاشی گذشته است. به راه حل زیر دقت کنید:

$$\frac{N_Y}{N_X} = \frac{N_X - N_X}{N_X} = 1 \Rightarrow N_X = 2N_X \Rightarrow N_X = \frac{N_X}{2} \Rightarrow n = 1$$

اکنون زمان لازم برای آن که این نسبت ۱۵ شود را به دست می‌آوریم.

$$\frac{N'_Y}{N'_X} = \frac{N_X - N'_X}{N'_X} = 15 \Rightarrow N'_X = 16N'_X \Rightarrow N'_X = \frac{N_X}{16}$$

$$\Rightarrow \frac{N_0}{2^n} = \frac{N_0}{16} \Rightarrow n = 4$$

بنابراین از آغاز واپاشی ۴ نیمه عمر و از زمانی که $\frac{N_Y}{N_X} = 1$ است سه نیمه عمر یعنی

$$3 \times 20 = 60 \text{ روز می‌گذرد.}$$

دقت کنید وقتی عنصر پرتوزای X واپاشیده می‌شود و به عنصر Y تبدیل می‌شود، در واقع تعداد هسته‌های عنصر Y (N_Y) همان تعداد هسته‌های واپاشیده شده عنصر X ($N_X - N_X$) است.

نمای ۵