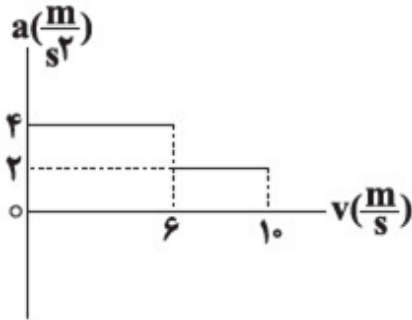


۱ نمودار شتاب - سرعت متحرکی که روی محور x ها و از حال سکون شروع به حرکت می کند، مطابق شکل مقابل است. تندی متوسط متحرک از لحظه ای شروع حرکت تا لحظه ای که تندی آن برابر $10 \frac{m}{s}$ می شود، چند متر بر ثانیه است؟



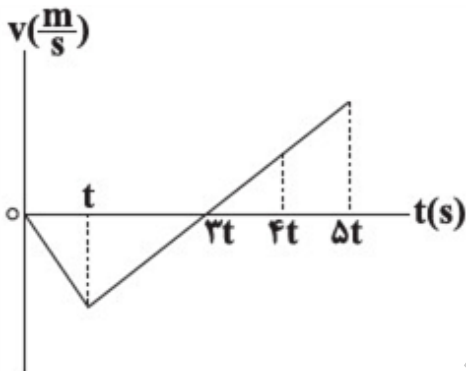
$\frac{48}{7}$ (۴)

$\frac{85}{7}$ (۳)

$\frac{41}{7}$ (۲)

$\frac{65}{7}$ (۱)

۲ نمودار سرعت - زمان متحرکی که بر روی خط راست حرکت می کند، مطابق شکل مقابل است. اگر بزرگی سرعت متوسط این متحرک در بازه ای زمانی صفر تا $3t$ برابر با $5 \frac{m}{s}$ باشد، سرعت آن در لحظه $4t$ چند متر بر ثانیه است؟



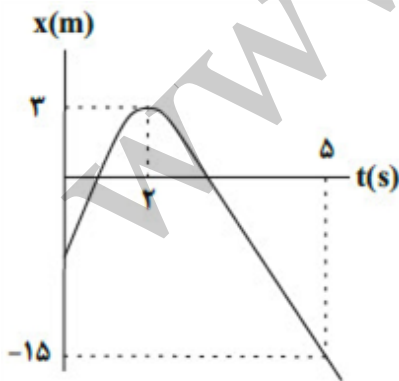
۱۰ (۴)

$7/5$ (۳)

۵ (۲)

$2/5$ (۱)

۳ نمودار مکان - زمان متحرکی که روی خطی راست حرکت می کند، مطابق سهمی شکل مقابل است. مکان اولیه متحرک بر حسب متر کدام است؟



-۶ (۴)

-۴ (۳)

-۳ (۲)

-۵ (۱)

۴

متحرکی با شتاب ثابت در مبدأ زمان از مبدأ مکان در جهت مثبت محور x ها عبور می‌کند. اگر بزرگی سرعت متوسط متحرک در ۸ ثانیه اول حرکت آن برابر صفر باشد، نسبت تندی متوسط متحرک در ۱۰ ثانیه اول حرکت به تندی متوسط متحرک در ۵ ثانیه سوم حرکت کدام است؟

$$\frac{13}{35} \quad \text{۴}$$

$$\frac{26}{35} \quad \text{۳}$$

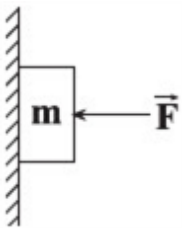
$$\frac{13}{85} \quad \text{۲}$$

$$\frac{26}{85} \quad \text{۱}$$

۵

مطابق شکل مقابل، جسمی به جرم m تحت تأثیر نیروی افقی \vec{F} به یک دیوار قائم تکیه داده شده است و جسم در حال سکون است. اگر بزرگی نیروی \vec{F} نصف شود، جسم در آستانه‌ی حرکت قرار می‌گیرد. بزرگی نیروی واکنش سطح در حالت اول چند برابر حالت دوم است؟

$$\left(g = 10 \frac{N}{kg}, \mu_s = \frac{1}{2} \right)$$



$$\sqrt{\frac{15}{7}} \quad \text{۴}$$

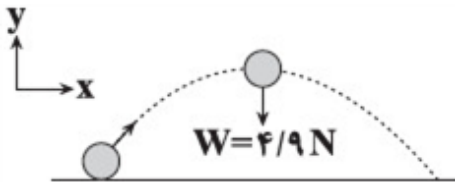
$$\sqrt{\frac{17}{2}} \quad \text{۳}$$

$$\sqrt{\frac{17}{5}} \quad \text{۲}$$

$$3 \quad \text{۱}$$

۶

توپى به جرم ۵۰۰ گرم مسیری مطابق شکل را طی می‌کند. اگر در بالاترین نقطه‌ی مسیر، بزرگی شتاب توپ $10/2 \frac{m}{s^2}$ باشد، در این لحظه نیروی مقاومت هوا برحسب یکای SI کدام است؟



$$-\sqrt{2} \vec{i} \quad \text{۴}$$

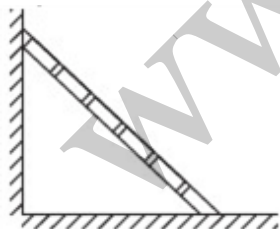
$$\sqrt{2} \vec{i} \quad \text{۳}$$

$$-4 \vec{i} \quad \text{۲}$$

$$4 \vec{i} \quad \text{۱}$$

۷

مطابق شکل مقابل، نردبانی به یک دیوار قائم بدون اصطکاک تکیه داده شده است. اگر جرم نردبان 10 kg و ضریب اصطکاک ایستایی آن با سطح افقی برابر $0/5$ باشد، اندازه‌ی نیروی وارد بر نردبان از طرف دیوار قائم، وقتی در آستانه‌ی سرخوردن قرار دارد، چند نیوتون است؟ $\left(g = 10 \frac{N}{kg} \right)$



$$50\sqrt{5} \quad \text{۴}$$

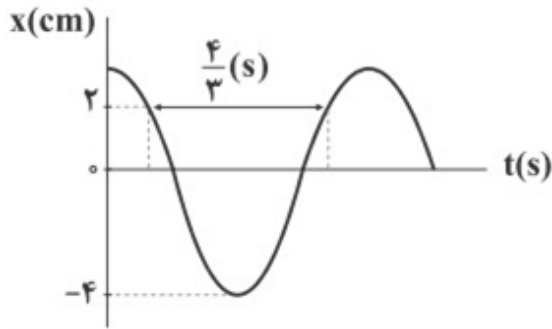
$$50 \quad \text{۳}$$

$$\frac{500}{11} \quad \text{۲}$$

$$100 \quad \text{۱}$$

۸

نمودار مکان - زما نوسانگر هماهنگ ساده‌ای به جرم 500 g ، مطابق شکل زیر است. انرژی مکانیکی این نوسانگر، چند میلی‌ژول است؟ ($\pi^2 = 10$) و از اتلاف انرژی صرف‌نظر کنید.



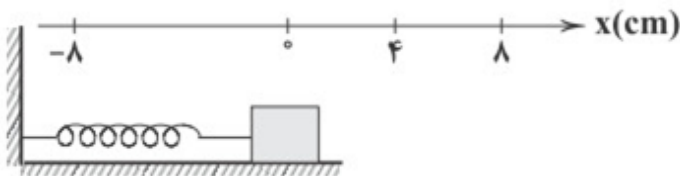
۰/۰۰۱ (۴)

۱ (۳)

۰/۰۰۴ (۲)

۴ (۱)

در شکل زیر، جسم متصل به فنر بین مکان‌های $x = +8\text{ cm}$ و $x = -8\text{ cm}$ حرکت هماهنگ ساده انجام می‌دهد. اگر بعد از $0/5\text{ s}$ از شروع حرکت، جسم برای اولین بار از مکان $x = +4\text{ cm}$ عبور کند، اندازه‌ی شتاب جسم در این مکان، چند متر بر مجذور ثانیه است؟ (توجه کنید: نوسانگر از $x = +8\text{ cm}$ شروع به نوسان می‌کند و $\pi \approx 3$)



۰/۳۲ (۴)

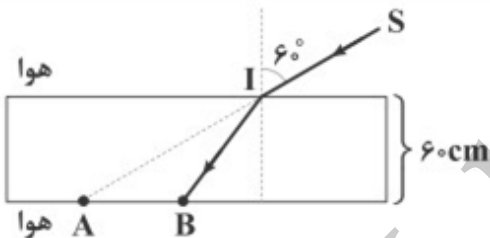
۰/۰۸ (۳)

۰/۱۶ (۲)

۰/۲۴ (۱)

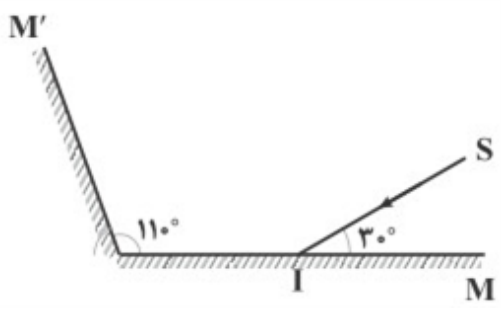
با توجه به شکل زیر، پرتو SI با زاویه‌ی تابش 60° از هوا به یک تیغی شفاف به ضخامت 60 cm می‌تابد. فاصله‌ی

AB چند سانتی‌متر است؟ ($\sin 37^\circ = 0/6$, $\cos 37^\circ = 0/8$, $n_{\text{هوا}} = 1$, $n_{\text{تیغه}} = \frac{5\sqrt{3}}{6}$)

 $30\sqrt{3} - 15$ (۴) $60\sqrt{3} - 45$ (۳) $30\sqrt{3} - 45$ (۲) $60\sqrt{3} - 15$ (۱)

۱۱

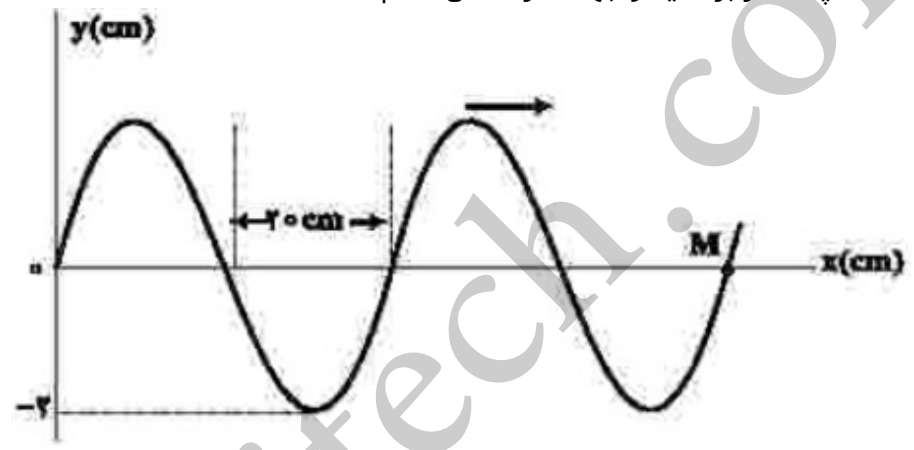
مطابق شکل زیر، پرتوی نور SI با زاویه 30° نسبت به سطح آینه‌ی تخت M به آن برخورد می‌کند. زاویه‌ای که امتداد پرتوی بازتاب از آینه‌ی تخت M' با راستای آینه‌ی M می‌سازد، چند درجه است؟



- ۸۰ (۴) ۷۰ (۳) ۶۰ (۲) ۵۰ (۱)

۱۲

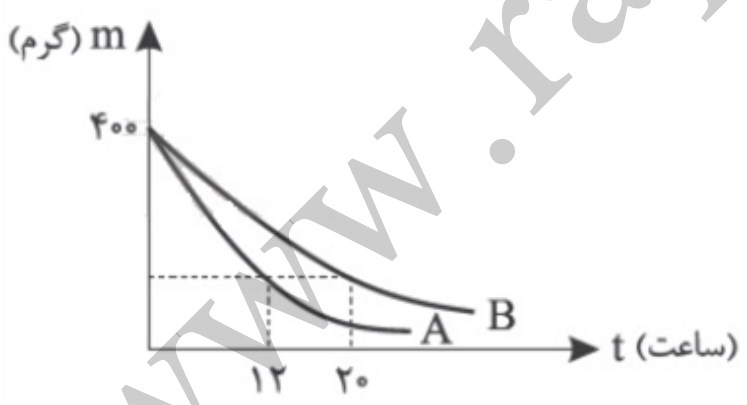
شکل زیر، موجی را در لحظه t نشان می‌دهد که با تندی $20 \frac{m}{s}$ در جهت محور x منتشر می‌شود. تندی نقطه M در آن لحظه، چند متر بر ثانیه و جهت حرکت آن کدام است؟



- ۶ / ۲۸ (۴) پایین ۶ / ۲۸ (۳) بالا ۳ / ۱۴ (۲) پایین ۳ / ۱۴ (۱) بالا

۱۳

نمودار زیر، جرم فعال دو ماده‌ی رادیواکتیو A و B را برحسب زمان نمایش می‌دهد. اگر اختلاف زمان بین نیمه عمر این دو ماده، $1/6$ ساعت باشد، جرم فعال ماده‌ی B پس از گذشت ۱۲ ساعت چند گرم است؟



- ۱۲/۵ (۴) ۲۵ (۳) ۵۰ (۲) ۱۰۰ (۱)

۱۴

بلندترین طول موج رشته‌ی بالمر در اتم هیدروژن، چند برابر کوتاه‌ترین طول موج این رشته است؟

- ۳/۶ (۴) ۲/۴ (۳) ۱/۸ (۲) ۱/۲ (۱)

الکترون در مدارهای اتم هیدروژن از مدار n به مدار $n + 2$ جابه‌جا می‌شود. در طی این جابه‌جایی شعاع مدار الکترون $12a$ افزایش می‌یابد. بر اثر این جابه‌جایی، انرژی الکترون چند ریدبرگ تغییر می‌کند؟

$\frac{15}{16}$ (۴)

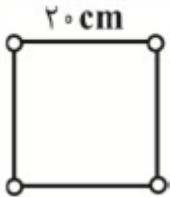
$\frac{8}{9}$ (۳)

$\frac{3}{16}$ (۲)

$\frac{1}{12}$ (۱)

چهار بار نقطه‌ای $q_1 = q_2 = 4\mu C$ و $q_3 = q_4 = -4\mu C$ را به صورتی در چهار رأس مربع شکل زیر قرار می‌دهیم که میدان الکتریکی خالص در مرکز مربع بیشترین مقدار ممکن باشد. در این حالت بزرگی نیروی الکتریکی وارد بر هریک از

بارهای الکتریکی در رأس مربع برحسب نیوتون کدام است؟ $\left(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}, \sqrt{2} = 1.414 \right)$



$3/24$ (۴)

$4/64$ (۳)

$10/8$ (۲)

$5/4$ (۱)

خازن تختی را با اختلاف پتانسیل الکتریکی ثابت پر می‌کنیم. اگر اندازه‌ی میدان الکتریکی یکنواخت بین صفحات این

خازن $2 \times 10^6 \left(\frac{V}{m}\right)$ و حجم فضای بین دو صفحه 4 cm^3 باشد، انرژی ذخیره‌شده در این خازن چند نانوجول است؟

$\epsilon_0 = 9 \times 10^{-12} \frac{F}{m}$ و فضای بین دو صفحه از دی‌الکتریک با ثابت $\epsilon_r = 2$ پر شده است.

$1/44 \times 10^5$ (۴)

$1/44 \times 10^{-4}$ (۳)

$1/44 \times 10^4$ (۲)

$1/44 \times 10^{-5}$ (۱)

در شکل مقابل، دو صفحه‌ی رسانای موازی افقی در فاصله‌ی 4 mm از یکدیگر قرار دارند و به اختلاف پتانسیل V متصل شده‌اند. دژهای با بار الکتریکی $5 \mu C$ و جرم 0.4 g در حال تعادل قرار دارد. V برحسب ولت کدام

است؟ $\left(g = 10 \frac{N}{kg} \right)$



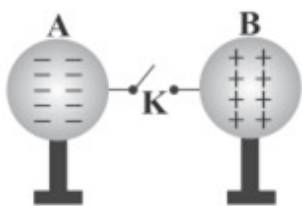
$2/3$ (۴)

$2/4$ (۳)

$3/2$ (۲)

$4/2$ (۱)

مطابق شکل زیر، دو کره‌ی رسانای فلزی مشابه A و B که روی پایه‌های عایق قرار دارند، دارای بارهای الکتریکی $q_B = +8\mu\text{C}$ و $q_A = -10\mu\text{C}$ هستند. با بستن کلید K ، 2ms طول می‌کشد تا دو کره هم‌پتانسیل شوند. شدت جریان الکتریکی متوسط که در این مدت از سیم می‌گذرد، چند آمپر و در چه جهتی است؟



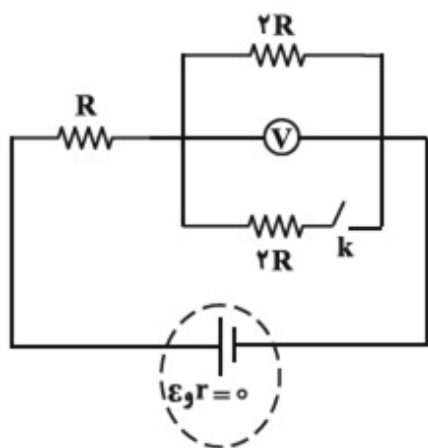
۲ $3/5 \times 10^{-3}$ از B به A

۱ $3/5 \times 10^{-3}$ از A به B

۴ $4/5 \times 10^{-3}$ از B به A

۳ $4/5 \times 10^{-3}$ از A به B

در مدار الکتریکی شکل زیر، ابتدا کلید k باز است. اگر کلید را ببندیم، عددی که ولت‌سنج آرمانی نشان می‌دهد، چند برابر می‌شود؟



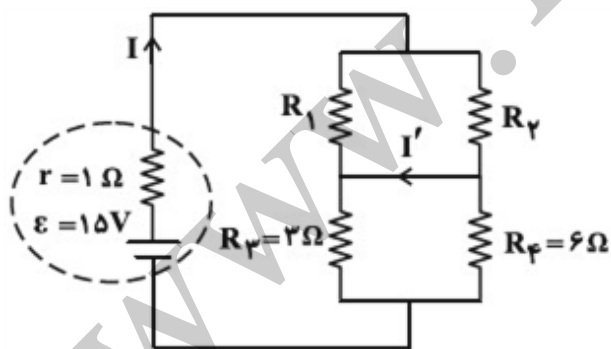
۴ $3/2$

۳ $3/4$

۲ $1/2$

۱ $1/4$

در مدار الکتریکی شکل زیر I و I' به ترتیب 3A و 1A و در جهت‌های نشان داده شده هستند. R_1 و R_2 برحسب اهم به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟



۴ 6 و 12

۳ 3 و 6

۲ 4 و 12

۱ 4 و 4

۲۲ به ذره‌ای به جرم 5 mg که دارای بار الکتریکی $20 \mu\text{C}$ است، به طور عمود با سرعت $5 \times 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ وارد میدان مغناطیسی

0.4 T می‌شود. از طرف میدان مغناطیسی شتاب a وارد می‌شود، اندازه‌ی شتاب چند متر بر مربع ثانیه است؟

۸۰ (۴)

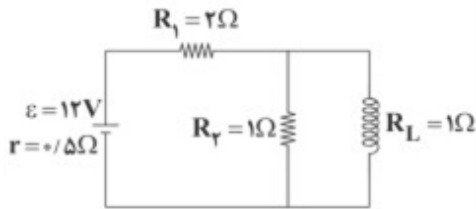
۶۰ (۳)

۴۵ (۲)

۲۵ (۱)

۲۳ در مدار شکل زیر، بزرگی میدان مغناطیسی در محور سیملوله به طول 10 cm و با 20 دور حلقه، چند گوس است؟

$\mu_0 = 12 \times 10^{-7} \frac{\text{T} \cdot \text{m}}{\text{A}}$ و سیملوله را آرمانی در نظر بگیرید.



۴/۸ (۴)

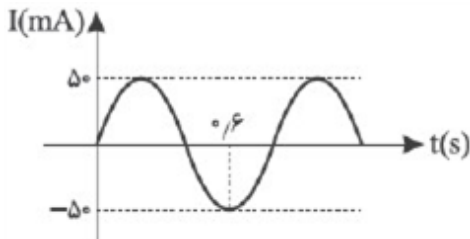
۹/۶ (۳)

۰/۴۸ (۲)

۰/۹۶ (۱)

۲۴ شکل مقابل، نمودار جریان الکتریکی گذرنده از یک القاگر با ضریب القاوری 0.4 هانری را نشان می‌دهد. در $t = 0.1 \text{ s}$

انرژی ذخیره شده در القاگر چند میلی‌ژول است؟



۱ (۴)

۰/۷۵ (۳)

۰/۵ (۲)

۰/۲۵ (۱)

۲۵ کدامیک از دماسنج‌های زیر دقت بیشتری دارد؟



(A)



(B)



(C)

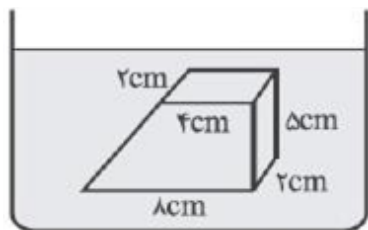
B (۲)

A (۱)

۴ دقت اندازه‌گیری B و C برابر و بیشتر از A است.

C (۳)

در شکل زیر جسمی درون ظرف حاوی الکل به چگالی $\frac{g}{\text{cm}^3}$ قرار دارد و فشار در سطح افقی بالای جسم از طرف مایع 200 Pa است. اختلاف نیروی وارد بر سطح افقی بالا و پایین جسم چند نیوتن است؟ (بالا و پایین جسم، مستطیل است.) $(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}})$



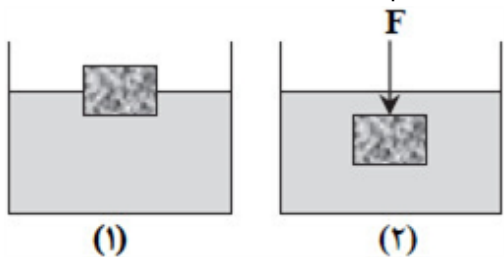
۰/۸۵ (۴)

۰/۸ (۳)

۰/۹۶ (۲)

۰/۱۶ (۱)

جسمی به جرم m ریزو سطح آب شناور است به طوری که دقیقاً نیمی از حجم آن درون آب قرار دارد (شکل ۱). با وارد کردن نیروی F ، تمام جسم به درون آب فرو می‌رود. کمترین مقدار نیروی F برابر کدام گزینه است؟



۲mg (۴)

 $\frac{3}{2}mg$ (۳)

mg (۲)

 $\frac{mg}{2}$ (۱)

درون بالابری به جرم 680 kg باری به جرم 320 kg قرار دارد. بالابر از حال سکون رو به بالا شروع به حرکت می‌کند. اگر در مدت 4 s ، بالابر $16/9m$ بالا برود و در این لحظه تندی آن $\frac{6m}{s}$ باشد، توان متوسط موتور چند hp است؟ (هر اسب بخار تقریباً 748 وات است.) $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

۰/۵ (۴)

۶/۲۵ (۳)

۰/۱۲۵ (۲)

۰/۲۵ (۱)

80 گرم آب با دمای 15°C را با 20 گرم آب با دمای 45°C مخلوط می‌کنیم. پس از برقراری تعادل گرمایی، گرمکنی الکتریکی با توان 120 W را داخل مجموعه قرار می‌دهیم. اگر از اتلاف انرژی صرف‌نظر شود، چند ثانیه زمان نیاز است تا دمای مجموعه به 81°C برسد؟ $(c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ \text{C}})$

۲۴۰ (۴)

۲۲۰ (۳)

۲۱۰ (۲)

۲۰۰ (۱)

درون ظرفی 200 g یخ -20°C وجود دارد. چند کیلوژول گرما به این یخ داده شود تا فقط 50 g آب 100°C درون ظرف باقی بماند؟

$$\left(L_V = 2256000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}, L_F = 336000 \frac{\text{J}}{\text{kg}}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ \text{C}}, c_{\text{یخ}} = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ \text{C}} \right)$$

۴۹۸ (۴)

۱۵۹/۶ (۳)

۲۷۲/۴ (۲)

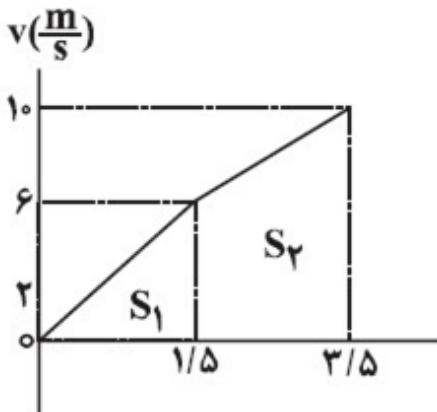
۶۱۰/۸ (۱)

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. حرکت شامل دو بخش با شتاب ثابت است. از روی نمودار شتاب - سرعت، نمودار سرعت - زمان متحرک را رسم می‌کنیم. بنابراین، ابتدا لحظه‌هایی که سرعت متحرک $\frac{6}{s} m$ و $\frac{10}{s} m$ است را می‌یابیم:

$$a_1 = 4 \frac{m}{s^2} \rightarrow v_1 = a_1 t_1 + v_0 \rightarrow \frac{6}{s} = 4 t_1 + 0 \Rightarrow t_1 = \frac{6}{4} = 1.5 s$$

$$a_2 = 2 \frac{m}{s^2} \rightarrow v_2 = a_2 t + v_1 \rightarrow \frac{10}{s} = 2 t + 6 \Rightarrow t = \frac{4}{2} = 2 s \Rightarrow t_2 = 1.5 + 2 = 3.5 s$$

مساحت محصور بین نمودار سرعت - زمان و محور زمان برابر جابه‌جایی است.



$$\Delta x = s_1 + s_2 = \frac{6 \times 1.5}{2} + \frac{(6+10) \times 2}{2}$$

$$= 4.5 + 16 = 20.5 m$$

$$s_{av} = \frac{L}{\Delta t} = \frac{20.5}{3.5} = \frac{41}{7} \frac{m}{s}$$

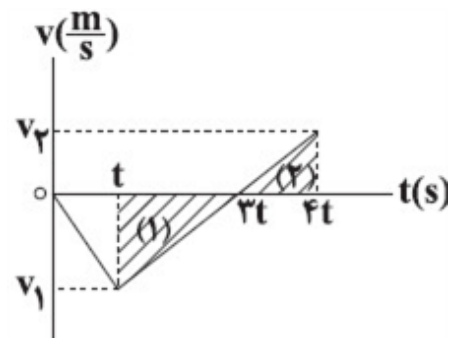
گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در بازه‌ی زمانی صفر تا $3t$ ، مساحت زیر نمودار سرعت - زمان برابر با جابه‌جایی متحرک در این بازه‌ی زمانی است. با توجه به این که مساحت پایین محور زمان می‌باشد، بنابراین، مقدار جابه‌جایی و همچنین سرعت متوسط در این بازه‌ی زمانی، منفی خواهد بود. در این حالت داریم:

$$S_{(0-3t)} = \frac{v_1 \times 3t}{2} \Rightarrow \Delta x_{(0-3t)} = \frac{3t v_1}{2}$$

$$v_{av(0-3t)} = \frac{\Delta x_{(0-3t)}}{\Delta t} = \frac{\frac{3t v_1}{2}}{3t - 0} = \frac{v_1}{2} \xrightarrow{v_{av} = -5 \frac{m}{s}} -5 = \frac{v_1}{2} \Rightarrow v_1 = -10 \frac{m}{s}$$

اکنون با استفاده از تشابه مثلث‌های ۱ و ۲ سرعت در لحظه‌ی $4t$ را می‌یابیم:

$$\frac{v_2}{|v_1|} = \frac{4t - 3t}{3t - t} \Rightarrow \frac{v_2}{10} = \frac{1}{2} \Rightarrow v_2 = 5 \frac{m}{s}$$



گزینه ۱ پاسخ صحیح است. چون نمودار مکان - زمان یک سهمی است، پس حرکت جسم با شتاب ثابت انجام می‌شود

که معادله‌ی آن به صورت $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$ می‌باشد. در لحظه‌های $t_1 = 2s$ و $t_2 = 5s$ متحرک در مکان‌های

$x_1 = 3m$ و $x_2 = -15m$ است. بنابراین:

$$\xrightarrow{t_1=2s} 3 = \frac{1}{2}a(2)^2 + v_0(2) + x_0 \Rightarrow 2a + 2v_0 + x_0 = 3 \quad (I)$$

$$\xrightarrow{t_2=5s} -15 = \frac{1}{2}a(5)^2 + v_0(5) + x_0 \Rightarrow 12.5a + 5v_0 + x_0 = -15 \quad (II)$$

در ضمن در لحظه‌ی $t_1 = 2s$ سرعت متحرک صفر می‌شود، پس:

$$v = at + v_0 \xrightarrow[t_1=2s]{v_1=0} 2a + v_0 = 0 \quad (III)$$

$$a = -\frac{2}{5} \frac{m}{s^2}, v_0 = \frac{4}{5} \frac{m}{s}, x_0 = -5m$$

با حل هم‌زمان سه معادله خواهیم داشت:

www.rapitech.com

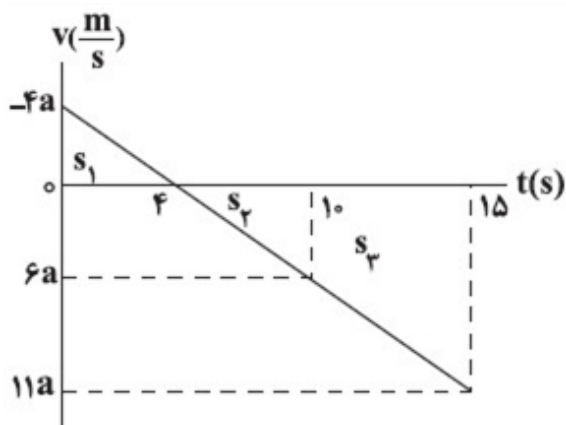
گزینه ۱ پاسخ صحیح است. نمودار مکان - زمان و سرعت - زمان متحرک را رسم می‌کنیم. از آن‌جا که بزرگی سرعت متوسط متحرک در ۸ ثانیه‌ی اول حرکت برابر صفر است، بنابراین، جابه‌جایی متحرک در این بازه‌ی زمانی صفر می‌باشد. به عبارت دیگر، چون متحرک در لحظه‌ی $t = 0$ در مبدأ مکان بوده است، در لحظه‌ی $t = 8$ از مبدأ مکان عبور می‌کند. بنابراین با توجه به نمودار مکان - زمان که به صورت سهمی است، جهت حرکت متحرک در لحظه‌ی $t = 4$ تغییر می‌کند.

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \xrightarrow{v_{av}=0} v_{av} = \frac{\dot{x}}{\lambda} \Rightarrow \Delta x = 0$$

$$\Rightarrow \Delta x = x_{t=8s} - x_{t=0} \xrightarrow{x_{t=0}=0} x_{t=8s} = 0$$

اکنون با توجه به رابطه‌ی سرعت - زمان در حرکت با شتاب ثابت، از روی نمودار سرعت - زمان، سرعت متحرک را در

لحظات $t_1 = 10s$ و $t_2 = 15s$ به دست می‌آوریم:



$$v = at + v_0 \xrightarrow[t=0]{v_0=-4a} v_0 = -4a$$

$$\Rightarrow v = at - 4a \xrightarrow[t_1=10s]{t_2=15s} \begin{cases} v_1 = 6a \\ v_2 = 11a \end{cases}$$

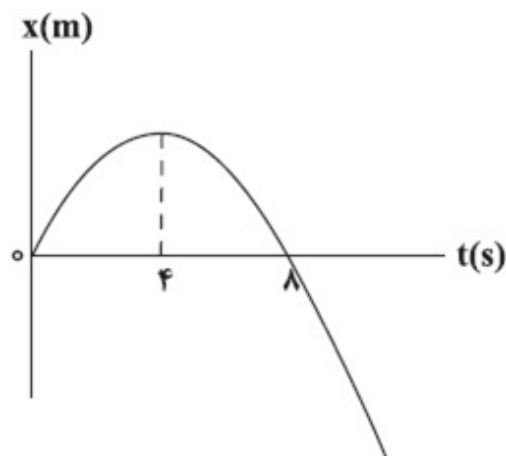
اکنون با توجه به رابطه‌ی تندی متوسط داریم:

$$s_{av} = \frac{L}{\Delta t} \xrightarrow{L=s_1+s_2, \Delta t_1=10s} s_{av} = \frac{L}{\Delta t} \xrightarrow{s_1=\left|\frac{-4a \times 4}{2}\right|=8|a|, s_2=\left|\frac{4a \times 6}{2}\right|=12|a|}$$

$$s_{av} = \frac{20|a|}{10} = 2|a| \quad (*)$$

$$s'_{av} = \frac{L'}{\Delta t'} \xrightarrow{L'=s_3, \Delta t'=5s} s'_{av} = \frac{\left|\frac{17}{2}a\right| \times 5}{5} = \frac{17}{2}|a| \quad (**)$$

$$(*), (**) \Rightarrow \frac{s_{av}}{s'_{av}} = \frac{2|a|}{\frac{17}{2}|a|} = \frac{4}{17}$$



گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در حالت دوم که جسم در آستانه‌ی حرکت به سمت پایین قرار می‌گیرد، بیشینه‌ی نیروی اصطکاک ایستایی با نیروی وزن جسم برابر می‌شود. بنابراین می‌توان نوشت:

$$f_{s, \max} = mg \frac{f_s}{\max = \mu_s F_N, F_N = F'} \Rightarrow \mu_s \cdot F' = mg$$

$$\Rightarrow F' = \frac{mg}{\mu_s}$$

با توجه به رابطه‌ی نیروی واکنش سطح برای حالت دوم، داریم:

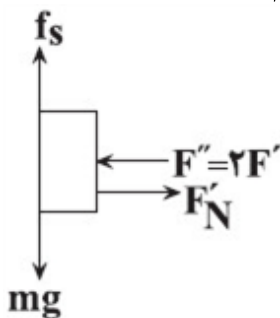
$$R_{\gamma} = \sqrt{F_N^2 + f_{s, \max}^2} \xrightarrow{F_N = F'} R_{\gamma} = \sqrt{F'^2 + (mg)^2} = \sqrt{\left(\frac{mg}{\mu_s}\right)^2 + (mg)^2}$$

$$\Rightarrow R_{\gamma} = \frac{mg}{\mu_s} \sqrt{1 + \mu_s^2}$$

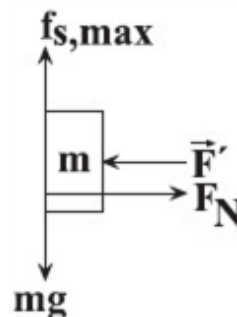
در حالت اول که جسم در حال سکون است، برآیند نیروهای وارد بر جسم برابر صفر است. با توجه به این که در حالت دوم که $F_N = \mu_s F'$ در نظر گرفته‌ایم، در حالت اول، باید $F_N = \mu_s F'$ باشد. داریم:

$$f_s = mg \frac{R_{\gamma} = \sqrt{f_s^2 + F_N^2}}{F_N = \frac{mg}{\mu_s}} \Rightarrow R_{\gamma} = \sqrt{(mg)^2 + \left(\frac{mg}{\mu_s}\right)^2}$$

$$R_{\gamma} = \frac{mg}{\mu_s} \sqrt{1 + \mu_s^2} \Rightarrow \frac{R_{\gamma}}{R_{\gamma}} = \frac{\frac{mg}{\mu_s} \sqrt{1 + \mu_s^2}}{\frac{mg}{\mu_s} \sqrt{1 + \mu_s^2}}$$



$$\sqrt{\frac{1 + \mu_s^2}{1 + \mu_s^2}} \xrightarrow{\mu_s = \frac{1}{\sqrt{3}}} \frac{R_{\gamma}}{R_{\gamma}} = \sqrt{\frac{1 + \frac{1}{3}}{1 + \frac{1}{3}}} = \sqrt{\frac{4}{3}}$$



گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا نیروهای وارد بر جسم را در بالاترین نقطه‌ی مسیر رسم می‌کنیم. با توجه به این که نیروی مقاومت هوا در خلاف جهت حرکت توپ است، در بالاترین نقطه‌ی مسیر، جهت نیروی مقاومت هوا در خلاف جهت محور x خواهد شد. بنابراین، با توجه به قانون دوم نیوتون بزرگی نیروی f_D را محاسبه می‌کنیم:



$$F_{\text{net}} = ma$$

$$F_{\text{net}} = \sqrt{f_D^2 + W^2}$$

$$ma = \sqrt{f_D^2 + W^2} \xrightarrow{a = 10/2 \frac{m}{s^2}, m = 50 \cdot g = 0.5 \text{ kg}, W = 4/9 \text{ N}} 0.5 \times 10/2 = \sqrt{f_D^2 + 4/9^2}$$

$$\Rightarrow 5/1^2 - 4/9^2 = f_D^2 \Rightarrow (5/1 - 4/9)(5/1 + 4/9) = f_D^2 \Rightarrow f_D^2 = 0/2 \times 10 = 2$$

$$\Rightarrow f_D = \sqrt{2} \text{ N} \Rightarrow \vec{f}_D = -\sqrt{2} \vec{i} \text{ (N)}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. مطابق شکل، از طرف دیوار قائم، نیروی F_{N_1} وارد می‌شود. با توجه به جهت سرخوردن نردبان و این‌که قرار است نردبان در آستانه‌ی حرکت باشد، باید نیروی خالص در راستای قائم و افقی صفر باشد، بنابراین

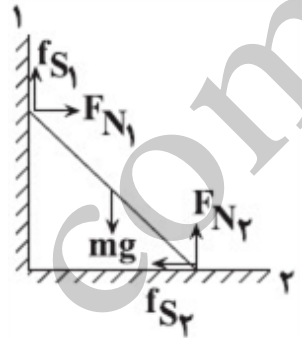
$$\begin{cases} F_{(net)_y} = 0 \Rightarrow mg = f_{S_1} + F_{N_1} \\ F_{(net)_x} = 0 \Rightarrow F_{N_1} = f_{S_2} \end{cases}$$

طبق قانون اول نیوتون داریم:

همچنین با توجه به این‌که نردبان در آستانه‌ی سرخوردن و دیوار قائم بدون اصطکاک ($f_{S_1} = 0$) است، داریم:

$$f_s = \mu_s F_{N_1} \xrightarrow{\substack{F_{N_1} = mg, m=10 \text{ kg} \\ \mu_s = 0.5, g=10 \frac{N}{\text{kg}}}} f_s = 0.5 \times 100 = 50 \text{ N}$$

$$F_{N_1} = f_s \xrightarrow{\quad} F_{N_1} = 50 \text{ N}$$



گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با استفاده از معادله‌ی مکان - زمان نوسانگر هماهنگ ساده و با توجه به نمودار داده‌شده در سؤال داریم:

$$x = A \cos(\omega t) \xrightarrow{x=2 \text{ cm و } A=4 \text{ cm}} 2 = 4 \cos(\omega t) \Rightarrow \cos(\omega t) = \frac{1}{2}$$

در ربع اول و چهارم، کسینوس مثبت است، پس جواب‌های ωt می‌تواند $\frac{\pi}{3}$ و $\frac{5\pi}{3}$ باشد که طبق نمودار، اختلاف زمانی بین این دو فاز، $\frac{4}{3}$ ثانیه است، بنابراین:

$$\begin{cases} \omega t_1 = \frac{\pi}{3} \\ \omega t_2 = \frac{5\pi}{3} \end{cases} \Rightarrow \omega t_2 - \omega t_1 = \frac{5\pi}{3} - \frac{\pi}{3} = \frac{4\pi}{3} \Rightarrow \omega(t_2 - t_1) = \frac{4\pi}{3}$$

$\frac{4}{3} \text{ s}$

$$\Rightarrow \omega = \frac{\frac{4\pi}{3}}{\frac{4}{3}} = \pi \left(\frac{\text{rad}}{\text{s}} \right)$$

بنابراین انرژی مکانیکی نوسانگر برابر است با:

$$E = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \xrightarrow{\substack{m=0.5 \text{ kg} \\ \omega=\pi \left(\frac{\text{rad}}{\text{s}}\right) \text{ و } A=0.4 \text{ m}}} E = 0.004 \text{ J} = 4 \text{ mJ}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بیشترین فاصله از حالت تعادل برابر با دامنه‌ی نوسان است، پس $A = 8 \text{ cm}$ است، در نتیجه:

$$x = A \cos(\omega t) \xrightarrow[A=8 \times 10^{-2} \text{ m}]{x=4 \times 10^{-2} \text{ m}} 4 \times 10^{-2} = 8 \times 10^{-2} \cos(\omega t) \Rightarrow \cos(\omega t) = \frac{1}{2}$$

چون جسم برای اولین بار از مکان $x = 4 \text{ cm}$ عبور کرده است، پس زاویه‌ی به دست آمده در ربع اول است و در نتیجه:

$$\cos(\omega t) = \frac{1}{2} \Rightarrow \omega t = \frac{\pi}{3} \xrightarrow{t=0.5 \text{ s}} \omega = \frac{2\pi}{3} \equiv \frac{2 \times 2}{3} = 2 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

تنها نیروی وارد بر جسم، نیروی فنر است، بنابراین:

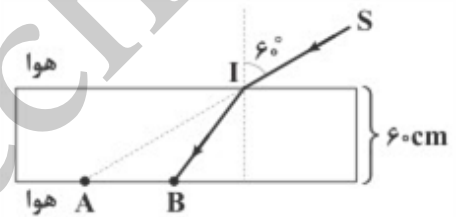
$$\begin{cases} F_e = k|x| \\ F_{\text{net}} = ma \Rightarrow F_e = ma \end{cases} \Rightarrow k|x| = ma \xrightarrow{k=m\omega^2} m\omega^2 \times |x| = ma \Rightarrow \omega^2 |x| = a$$

دقت کنید: فاصله‌ی جسم تا وضعیت تعادل است.

اندازه‌ی شتاب جسم برابر است با:

$$a = \omega^2 |x| \xrightarrow[\omega=2 \frac{\text{rad}}{\text{s}}]{x=4 \times 10^{-2} \text{ m}} a = (2)^2 \times |4 \times 10^{-2}| \Rightarrow a = 0.16 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به قانون شکست اسنل داریم:



$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\xrightarrow[\theta_1=60^\circ]{n_2=\frac{4\sqrt{3}}{3}} \frac{\sin 60^\circ}{\sin \theta_2} = \frac{4\sqrt{3}}{3}$$

$$\Rightarrow \sin \hat{\theta}_2 = 0.75 \xrightarrow{\sin 37^\circ = 0.75} \theta_2 = 37^\circ$$

در مثلث $\triangle IBH$ می‌توان نوشت:

$$\tan 37^\circ = \frac{BH}{IH} \Rightarrow \frac{3}{4} = \frac{BH}{60} \Rightarrow BH = 45 \text{ cm}$$

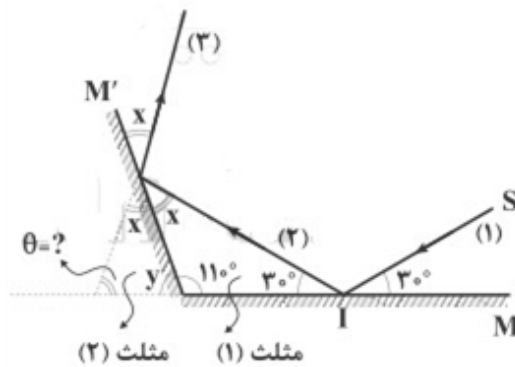
در مثلث $\triangle IAH$ داریم:

$$\tan 60^\circ = \frac{AH}{IH} \Rightarrow \sqrt{3} = \frac{AH}{60} \Rightarrow AH = 60\sqrt{3} \text{ cm}$$

فاصله‌ی AB برابر است با:

$$AB = AH - BH = (60\sqrt{3} - 45) \text{ cm}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا مسیر حرکت پرتوی نور پس از برخورد به آینه‌ها و بازتاب آن را رسم می‌کنیم.



در مثلث (۱) داریم:

$$x + 11^\circ + 30^\circ = 180^\circ \Rightarrow x = 180^\circ - 140^\circ \Rightarrow x = 40^\circ$$

بنابراین زاویه‌ی y برابر است با:

$$11^\circ + y = 180^\circ \Rightarrow y = 70^\circ$$

در مثلث (۲) داریم:

$$x + y + \theta = 180^\circ \xrightarrow[y=70^\circ]{x=40^\circ} 40^\circ + 70^\circ + \theta = 180^\circ \Rightarrow \theta = 180^\circ - 110^\circ \Rightarrow \theta = 70^\circ$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. هر جزء از محیط انتشار موج، حرکت ذره قبل از خود را تکرار می‌کند، بنابراین با توجه به جهت حرکت موج، نقطه M به سمت پایین حرکت می‌کند.

$$\frac{\lambda}{2} = 0.2 \Rightarrow \lambda = 0.4 \text{ m} \quad \text{از روی نقش موج داریم:}$$

$$V = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow 20 = \frac{0.4}{T} \Rightarrow T = 0.02 \text{ s} \quad \text{بنابراین:}$$

نقطه M در حال عبور از وضع تعادل است، بنابراین تندی آن بیشینه و برابر است با:

$$V_{\max} = A\omega = \frac{2\pi A}{T} = \frac{2 \times 3 / 14 \times 2 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-2}} \Rightarrow V_{\max} = 6 / 28 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$m_A = m_B = m$$

در $t = 12h$ جرم ماده‌ی فعال A با جرم ماده‌ی فعال B در $t = 20h$ برابر شده است:

$$\frac{m_A}{2^{12/T_A}} = \frac{m_B}{2^{20/T_B}} \Rightarrow \frac{12}{T_A} = \frac{20}{T_B} \Rightarrow T_A = \frac{3}{5} T_B \quad (1)$$

$$\begin{cases} T_A = \frac{3}{5} T_B \\ T_B - T_A = 16 \end{cases} \Rightarrow T_B = 40$$

$$m_B = \frac{m_A}{2^{20/T_B}} = \frac{400}{2^{20/40}} = \frac{400}{2^5} = 12.5 \text{ g}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در رشته‌ی بالمر مراجعت الکترون برانگیخته به تراز پایه‌ی $n' = ۲$ است. بلندترین طول موج گسیلی به ازای مراجعت الکترون برانگیخته از تراز $n = n' + ۱$ به تراز n' است.

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{\max}} = R \left(\frac{1}{۲^2} - \frac{1}{۳^2} \right) \Rightarrow \lambda_{\max} = \frac{۳۶}{۵R}$$

کوتاه‌ترین طول موج گسیلی در هر رشته، متناظر با $n \rightarrow \infty$ است:

$$\frac{1}{\lambda_{\min}} = R \left(\frac{1}{n'^2} - 0 \right) \Rightarrow \lambda_{\min} = \frac{۴}{R}$$

$$\frac{\lambda_{\max}}{\lambda_{\min}} = \frac{۳۶}{۲۰} = ۱.۸$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. شعاع مدار الکترون‌ها در اتم هیدروژن کوانتومی است:

$$\begin{cases} r_n = n^2 a_0 \\ r_{n+1} = (n+1)^2 a_0 \end{cases} \rightarrow \Delta r = ((n+1)^2 - n^2) a_0 = (۲n+1) a_0 = ۱۲a_0 \rightarrow n = ۲$$

پس الکترون میان مدارهای $n_1 = ۲$ و $n_2 = ۴$ جابه‌جا شده است:

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \rightarrow |\Delta E| = \left| -E_R \left(\frac{1}{۲^2} - \frac{1}{۴^2} \right) \right| = \frac{۳}{۱۶} E_R$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. برای این که میدان الکتریکی خالص (برایند) در وسط مربع بیشترین مقدار باشد، دو بار ناهم نام باید در دو سر قطر مربع باشند.

اکنون بردارهای نیروهای الکتریکی وارد بر یک بار را رسم می‌کنیم:

همان‌طور که مشاهده می‌کنید دو نیروی $\vec{F}_{۲۴}$ و $\vec{F}_{۳۴}$ بر هم عمود هستند.

$$F = k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2}$$

$$F_{۳۴} = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 4 \times 10^{-12}}{(20 \times 10^{-2})^2} = 3/6 N$$

$$F_{۲۴} = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 4 \times 10^{-12}}{(20 \times 10^{-2})^2} = 3/6 N$$

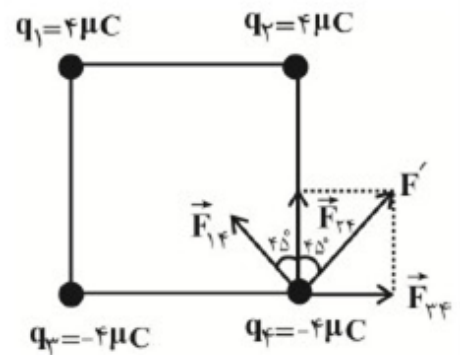
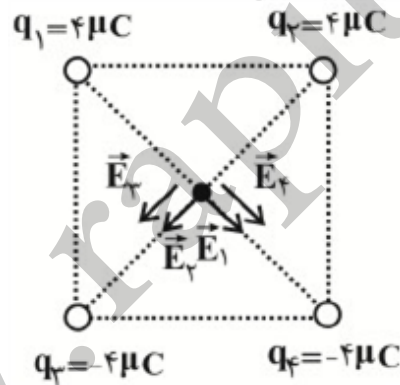
برایند نیروهای عمود و هم‌اندازه $\vec{F}_{۳۴}$ و $\vec{F}_{۲۴}$ برابر است با:

$$F' = \sqrt{F_{۳۴}^2 + F_{۲۴}^2} = 3/6 \sqrt{2} N$$

$$F_{۱۴} = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 4 \times 10^{-12}}{(20 \sqrt{2} \times 10^{-2})^2} = 1/8 N$$

برایند نیروهای $\vec{F}_{۳۴}$ و $\vec{F}_{۲۴}$ نیمساز دو بردار نیز هست بنابراین با بردار $\vec{F}_{۱۴}$ زاویه 90° می‌سازد.

$$F_t = \sqrt{F_{۱۴}^2 + F'^2} = \sqrt{(1/8)^2 + (3/6 \sqrt{2})^2} = 5/4 N$$



گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطه $U = \frac{1}{2} CV^2$ برای انرژی ذخیره شده در خازن داریم:

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \xrightarrow{C = \frac{\kappa \epsilon_0 A}{d}, V = Ed} U = \frac{1}{2} \left(\frac{\kappa \epsilon_0 A}{d} \right) (Ed)^2 = \frac{\kappa \epsilon_0 A E^2 d}{2}$$

$$\Rightarrow U = \frac{1}{2} \kappa \epsilon_0 E^2 (Ad) = \frac{1}{2} \kappa \epsilon_0 E^2 V$$

دقت کنید: در رابطه (۱)، V ، حجم فضای بین دو صفحه‌ی خازن است.

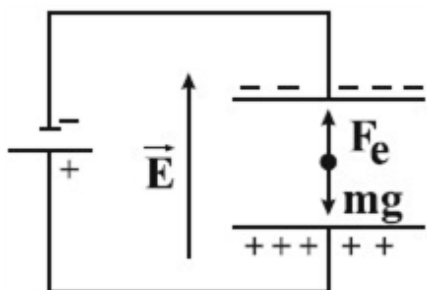
$$\Rightarrow U = \frac{1}{2} \times 2 \times 9 \times 10^{-12} \times (2 \times 10^6)^2 \times 4 \times 10^{-6}$$

$$\Rightarrow U = 9 \times 10^{-12} \times 4 \times 10^{12} \times 4 \times 10^{-6}$$

$$\Rightarrow U = 144 \times 10^{-6} \text{ J} = 144 \times 10^{-6} \times 10^9 \text{ nJ}$$

$$\Rightarrow U = 144 \times 10^3 \text{ nJ} = 144 \times 10^6 \text{ nJ}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. چون ذره بین دو صفحه معلق است، برآیند نیروهای وارد بر آن صفر است. با توجه به شکل نیروی الکتریکی F_e رو به بالا و نیروی وزن رو به پایین بر ذره وارد می‌شود. بنابراین با محاسبه‌ی E ، ولتاژ V را می‌یابیم:



$$F_e = mg \xrightarrow{F_e = |q|E} E|q| = mg \Rightarrow E \times 5 \times 10^{-6}$$

$$= 0.4 \times 10^{-2} \times 10 \Rightarrow E = \frac{0.4 \times 10^{-2} \times 10}{5 \times 10^{-6}} = 8 \times 10^2 \frac{N}{C}$$

اکنون اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحه‌ی موازی را پیدا می‌کنیم:

$$\Delta V = Ed \xrightarrow{d = 4 \text{ mm} = 4 \times 10^{-2} \text{ m}} \Delta V = 8 \times 10^2 \times 4 \times 10^{-2} = 32 \text{ V}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با بستن کلید K ، بارهای الکتریکی دو کره‌ی فلزی مشابه، یکسان می‌شود، بنابراین:

$$q' = \frac{q_A + q_B}{2} \Rightarrow q' = \frac{(-10) + 8}{2} = -1 \mu\text{C}$$

بنابراین بار الکتریکی شارش شده بین دو کره برابر است با:

$$q = q' - q_A = -1 - (-10) = 9 \mu\text{C}, q = q_B - q' = 8 - (-1) = 9 \mu\text{C}$$

برای محاسبه‌ی شدت جریان متوسط در این مدت می‌توان نوشت:

$$\bar{I} = \frac{q}{t} \Rightarrow \bar{I} = \frac{9 \times 10^{-6}}{2 \times 10^{-2}} = 4.5 \times 10^{-4} \text{ A}$$

جهت قراردادی جریان الکتریکی از پتانسیل الکتریکی بیشتر به پتانسیل الکتریکی کمتر است، یعنی از کره‌ی B به کره‌ی A است.

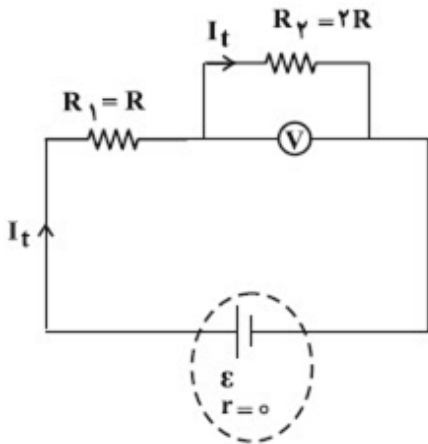
گزینه ۳ پاسخ صحیح است. اگر کلید k باز باشد، مقاومت R_3 در شاخه پایینی از مدار حذف می‌شود و مقاومت‌های R_1 و R_2 متوالی می‌شوند. داریم:

$$R_{eq1} = R_1 + R_2 = R + 2R = 3R$$

$$I_t = \frac{\epsilon}{R_{eq1} + r} \Rightarrow I_t = \frac{\epsilon}{3R}$$

جریان عبوری از باتری و مقاومت R_2 برابر است.

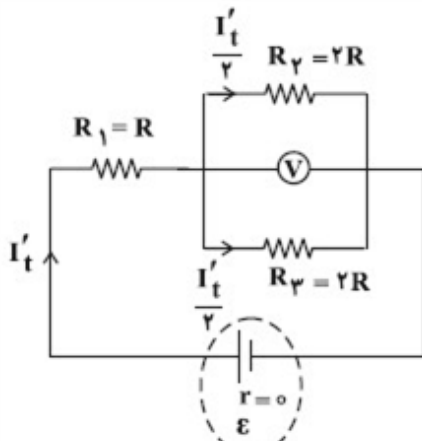
عددی که ولت‌سنج آرمانی نمایش می‌دهد، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_2 است.



بنابراین:

$$V = I_t \times 2R = \frac{\epsilon}{3R} \times 2R = \frac{2\epsilon}{3}$$

اگر کلید k را ببندیم، مقاومت‌های R_2 و R_3 موازی و مقاومت معادل آن‌ها با R_1 متوالی است:



$$R_{2,3} = \frac{2R}{2} = R$$

$$R_{eq2} = R + R = 2R$$

$$I'_t = \frac{\epsilon}{R_{eq2} + r} = \frac{\epsilon}{2R}$$

برای محاسبه‌ی جریان عبوری از مدار، داریم:

جریان عبوری از مقاومت R_2 نصف جریان باتری است (چرا؟). بنابراین:

$$I'_2 = \frac{\epsilon}{2R} \times \frac{1}{2} = \frac{\epsilon}{4R}$$

$$V' = I'_2 \times 2R = \frac{\epsilon}{4R} \times 2R = \frac{\epsilon}{2}$$

بنابراین عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد، برابر است با:

$$\frac{V'}{V} = \frac{\frac{\epsilon}{2}}{\frac{2\epsilon}{3}} = \frac{3}{4}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به جریان داده شده در مدار اصلی، خواهیم داشت:

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} \Rightarrow 3 = \frac{15}{1 + R_{eq}} \Rightarrow R_{eq} = 4 \Omega$$

مقاومت معادل خارجی مدار 4Ω است؛ با توجه به این که R_1 و R_2 با هم و R_3 و R_4 نیز با هم موازی‌اند، همچنین این دو مجموعه با هم به صورت متوالی بسته شده‌اند داریم:

$$\frac{1}{R_{3,4}} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} \Rightarrow R_{3,4} = 2 \Omega$$

$$R_{eq} = R_{3,4} + R_{1,2} \Rightarrow 4 = 2 + R_{1,2} \Rightarrow R_{1,2} = 2 \Omega$$

$$\frac{1}{R_{1,2}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{2} \quad (I)$$

جریان عبوری از R_3 را با I_3 و جریان عبوری از R_4 را با I_4 نشان می‌دهیم:

$$V_3 = V_4 \Rightarrow R_3 I_3 = R_4 I_4 \Rightarrow 2 I_3 = 6 I_4 \Rightarrow I_3 = 3 I_4 \quad (II)$$

$$I_3 + I_4 = 3 A \xrightarrow{(II)} I_3 = 2 A, I_4 = 1 A$$

از طرفی با استفاده از قاعده‌ی انشعاب جریان در گره می‌توان شدت جریان عبوری از R_1 و R_2 را به صورت زیر محاسبه کرد؛ I_1 و I_2 به ترتیب جریان عبوری از مقاومت R_1 و R_2 هستند.

$$I_1 + 1 = I_3 \Rightarrow I_1 = 1 A, I_1 + I_2 = I \Rightarrow 1 + I_2 = 3 \Rightarrow I_2 = 2 A$$

با توجه به جریان عبوری از مقاومت R_1 و R_2 نسبت این دو مقاومت برابر است با:

$$V_1 = V_2 \Rightarrow R_1 I_1 = R_2 I_2 \Rightarrow R_1 = 2 R_2 \xrightarrow{(I)} \frac{1}{2 R_2} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{2} \Rightarrow \begin{matrix} R_2 = 3 \Omega \\ R_1 = 6 \Omega \end{matrix}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

$$\left\{ \begin{array}{l} m = 5 \times 10^{-2} \text{ kg} \\ q = 20 \mu C = 20 \times 10^{-6} \text{ C} \\ B = 0.4 \text{ T} = 4 \times 10^{-1} \text{ T} \Rightarrow F = qVB \sin \theta \\ V = 5 \times 10^2 \frac{m}{s} \\ \theta = \frac{\pi}{2} \end{array} \right.$$

$$F = 20 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^2 \times 4 \times 10^{-1} \times 1 \Rightarrow F = 400 \times 10^{-6} = 4 \times 10^{-4} \text{ N}$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{4 \times 10^{-4}}{5 \times 10^{-6}} = 80 \frac{m}{s^2}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. مقاومت معادل R_L و R_1 برابر است با:

$$R' = \frac{R_1 \times R_L}{R_1 + R_L} = \frac{1 \times 1}{1 + 1} = 0.5 \Omega$$

بنابراین مقاومت معادل مدار $R_{eq} = R_1 + R' = 2/5 \Omega$ است، پس جریان گذرنده از باتری برابر است با:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{12}{2/5 + 0.5} = 4 \text{ A}$$

در نتیجه جریان گذرنده از R_L نصف I یعنی 2 A می‌باشد (چرا؟).

برای محاسبه‌ی اندازه‌ی میدان مغناطیسی در محور این سیملوله می‌توان نوشت:

$$B = \mu_0 \cdot \frac{N}{l} I = 12 \times 10^{-7} \times \frac{20}{0.1} \times 2 = 48 \times 10^{-5} \text{ T} = 4/8 \text{ G}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$\frac{3T}{4} = 0.6 \Rightarrow T = 0.8 \text{ s}$$

$$I = I_m \sin\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t\right) = 0.05 \sin\left(\frac{2\pi}{0.8} \times 0.1\right)$$

$$I = 0.05 \times \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = 0.05 \times \frac{\sqrt{2}}{2} \text{ A}$$

$$u = \frac{1}{2} LI^2 = \frac{1}{2} \times 0.4 \times (0.05)^2 \times \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2$$

$$u = 0.2 \times \frac{25}{10000} \times \frac{1}{2} = 25 \times 10^{-5} \text{ J} = 0.25 \text{ mJ}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. دماسنج‌های A و C مدرج هستند، پس دقت اندازه‌گیری آن‌ها برابر کمینه‌ی درجه‌بندی وسیله است، در نتیجه دقت اندازه‌گیری دماسنج A برابر 2° C و دقت دماسنج اندازه‌گیری دماسنج C برابر 0.5° C است.

دماسنج B یک دماسنج رقمی (دیجیتال) است، پس دقت اندازه‌گیری آن برابر یک واحد از آخرین رقمی است که دماسنج نشان می‌دهد و بنابراین دقت اندازه‌گیری آن برابر 1° C است. در نتیجه در بین این سه دماسنج، دماسنج C دقت بیشتری از دو دماسنج دیگر است.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. فشار در سطح پایینی جسم را به‌دست می‌آوریم:

$$P_{\text{سطح پایین}} = P_{\text{سطح بالایی}} + \rho gh \Rightarrow P_{\text{پایین}} = 200 + 800 \times 10 \times \frac{5}{100} = 600 \text{ Pa}$$

نیروی وارد بر سطح بالا و پایین جسم را به‌دست می‌آوریم:

$$F_{\text{سطح بالا}} = (PA)_{\text{سطح بالا}} \Rightarrow F_{\text{سطح بالا}} = 200 \cdot (8 \times 10^{-4}) = 0.16 \text{ N}$$

$$F_{\text{سطح پایین}} = (PA)_{\text{سطح پایین}} \Rightarrow F_{\text{سطح پایین}} = 600 \cdot (16 \times 10^{-4}) = 0.96 \text{ N}$$

$$\Delta F = 0.96 - 0.16 = 0.8 \text{ N}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. برای به دست آوردن کمترین مقدار نیروی F فرض می‌کنیم در شکل (۲) نیز جسم در تعادل است. (برآیند نیروهای وارد بر آن صفر است.)

$$\text{نیروی شناوری (۱): } mg = \text{شکل (۲): } F + mg =$$

در شکل (۱) نیمی از جسم و در شکل (۲) تمام آن در آب است، پس حجم آب جابه‌جا شده در شکل (۲)، دو برابر حجم آب جابه‌جا شده در شکل (۱) است. در نتیجه نیروی شناوری ۲، دو برابر نیروی شناوری ۱ خواهد بود. $(\text{نیروی شناوری}) = 2 \times mg$
 $(\text{نیروی شناوری ۲}) = 2 \times (\text{نیروی شناوری ۱})$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

بالا در مجموع جرمی برابر $1000 \text{ kg} = 320 + 680$ را $16/9$ متر بالا برده و به آن تندی $\frac{m}{s}$ داده است:

$$P = \frac{mgh + \frac{1}{2}mv^2}{t} \Rightarrow P = \frac{1000 \times 10 \times 16/9 + \frac{1}{2} \times 1000 \times 36}{40}$$

$$\Rightarrow P = \frac{1000(187)}{40} = \frac{100(187)}{40} = 25 \times 187 \text{ W}$$

حال این توان را برحسب اسب بخار به دست می‌آوریم:

$$25 \times 187 \text{ W} \times \frac{1 \text{ hp}}{748 \text{ W}} = 6/25 \text{ hp}$$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در مرحله‌ی اول برای محاسبه‌ی دمای تعادل، به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow m_1 c(\theta_e - \theta_1) + m_2 c(\theta_e - \theta_2) = 0$$

$$\Rightarrow \theta_e = \frac{m_1 \theta_1 + m_2 \theta_2}{m_1 + m_2} \Rightarrow \theta_e = \frac{80 \times 15 + 20 \times 45}{80 + 20} \Rightarrow \theta_e = 21^\circ \text{ C}$$

بنابراین در نهایت 100 g آب با دمای 21° C داریم.

در مرحله‌ی دوم برای رساندن دمای 100 g آب به 81° C توسط گرمکن الکتریکی داریم:

$$Q_1 = P \Delta t \Rightarrow (m_1 + m_2)c(\theta_2 - \theta_1) = P \Delta t$$

$$\Rightarrow (80 + 20) \times 10^{-3} \times 4200 \times (81 - 21) = 120 \Delta t \Rightarrow \Delta t = 210 \text{ s}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا باید 200 g یخ 20° C به آب 100° C تبدیل شود و سپس از 200 g آب 100° C مقدار 150 g آن به بخار آب 100° C تبدیل شود. بنابراین داریم:

$$c_{\text{یخ}} = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ \text{C}} = 2/1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ \text{C}}, c_{\text{آب}} = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ \text{C}} = 4/2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ \text{C}}$$

$$L_F = 336000 \frac{\text{J}}{\text{kg}} = 336 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}, L_V = 2256000 \frac{\text{J}}{\text{kg}} = 2256 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$-20^\circ \text{ C} \xrightarrow{Q_1} 0^\circ \text{ C} \xrightarrow{Q_2} 0^\circ \text{ C} \xrightarrow{Q_3} 100^\circ \text{ C} \xrightarrow{Q_4} 100^\circ \text{ C}$$

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = (m_1 c \Delta \theta)_{\text{یخ}} + m_1 L_F + (m_1 c \Delta \theta)_{\text{آب}} + m_2 L_V$$

$$\frac{m_1 = 200 \text{ g} = 0/2 \text{ kg}}{m_2 = 150 \text{ g} = 0/15 \text{ kg}} \rightarrow Q_T = 0/2 \times 2/1 \times 20 + 0/2 \times 336 + 0/2 \times 4/2 \times 100 + 0/15 \times 2256$$

$$Q_T = 498 \text{ kJ}$$

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