

پاسخ‌های تشریحی

سوالات کنکور ۱۴۰۰



نکته * (۱) در یک سهمی هر چه از رأس دورتر شویم مقدار شیب خط مماس بزرگ‌تر خواهد شد.

(۲) در نمودار $v-t$ شیب خط مماس شتاب لحظه‌ای و شیب خط قاطع بین دو لحظه شتاب متوسط در آن بازه را می‌دهد.

(۳) خط گذرنده از رأس سهمی محور تقارن آن است و در فاصله‌های یکسان از محور تقارن، شیب خط مماس بر سهمی قرینه یکدیگر است.

حال با توجه به سه نکته بالا به بررسی سه گزینه دیگر می‌پردازیم:

شیب خط مماس بر نمودار سرعت زمان برابر شتاب لحظه‌ای در آن لحظه است. لحظه $t=0$ و $t=t_1$ نسبت به محور سهمی تقارن ندارند بنابراین اندازه شیب خط مماس در این دو لحظه باهم برابر نیست و بزرگی شتاب در این دو لحظه یکسان نخواهد بود و گزینه (۲) نادرست است.

در بازه 0 تا t_1 شیب خط مماس مثبت و شتاب در جهت مثبت محور x ها و در بازه t_1 تا t_2 شیب خط مماس منفی و شتاب منفی و در خلاف جهت محور x ها است و گزینه (۳) نادرست است.

در نمودار بالا خط d_1 خط قاطع بین $t=0$ و $t=t_2$ است و خط d_2 خط قاطع بین t_1 تا t_2 است. در نمودار $v-t$ شیب خط قاطع بین دو لحظه شتاب متوسط در آن بازه است، با توجه به شکل شیب خط d_2 تندتر از شیب خط d_1 است پس بزرگی شتاب در بازه t_1 تا t_2 بیشتر از بزرگی شتاب متوسط در بازه صفر تا t_2 است.

روش دوم: می‌توان با توجه به رابطه شتاب متوسط $a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ نیز درستی گزینه (۴) را بررسی کرد:

$$\begin{cases} |a_{av}(0 \text{ تا } t_2)| = \left| \frac{v_{t_2} - v_0}{t_2 - 0} \right| & \frac{|v_{t_2} - v_0| < |v_{t_2} - v_1|}{t_2 - t_1 < t_2 - 0} \\ |a_{av}(t_1 \text{ تا } t_2)| = \left| \frac{v_{t_2} - v_1}{t_2 - t_1} \right| \end{cases}$$

$$a_{av}(0 \text{ تا } t_2) > a_{av}(t_1 \text{ تا } t_2)$$

در واقع در رابطه شتاب متوسط در بازه t_1 تا t_2 ، صورت کسر بزرگ‌تر و مخرج کسر کوچک‌تر است پس حاصل این کسر بیشتر است.

۱۷۱۴ B

خط‌خطی شتاب متوسط برابر $a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ است. با توجه به این رابطه و مقدار

شتاب متوسط داده شده در دو بازه زمانی حل سؤال را شروع می‌کنیم:

(۱) با توجه به تعریف شتاب متوسط برای هر مرحله رابطه شتاب متوسط را می‌نویسیم.

$$\vec{a}_{av} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

$$\frac{t_1 = 5s \text{ تا } t_2 = 10s}{\vec{a} = -4\vec{i}} \rightarrow -4\vec{i} = \frac{\vec{v}_{10} - \vec{v}_5}{10 - 5} \Rightarrow \vec{v}_{10} - \vec{v}_5 = -20\vec{i} \quad (1)$$

$$\frac{\vec{a} = 2\vec{i}}{t_2 = 10s \text{ و } t_3 = 12s} \rightarrow 2\vec{i} = \frac{\vec{v}_{12} - \vec{v}_{10}}{12 - 10} \Rightarrow \vec{v}_{12} - \vec{v}_{10} = 4\vec{i} \quad (2)$$

(۲) برای رسیدن به بررسی بازه $t_1 = 5s$ تا $t_3 = 12s$ سرعت $\vec{v}_{10}$ مزاحم است پس رابطه (۱) و (۲) را با هم جمع می‌کنیم تا $\vec{v}_{10}$ از دو معادله حذف شود:

$$\begin{cases} \vec{v}_{10} - \vec{v}_5 = -20\vec{i} \\ \vec{v}_{12} - \vec{v}_{10} = 4\vec{i} \end{cases} \xrightarrow{+} \vec{v}_{12} - \vec{v}_5 = -20\vec{i} + 4\vec{i} \Rightarrow \vec{v}_{12} - \vec{v}_5 = -16\vec{i}$$

(۳) شتاب متوسط در بازه $t = 5s$ تا $t = 12s$ خواهد شد.

$$\vec{a}_{av} = \frac{\vec{v}_{12} - \vec{v}_5}{12 - 5} \xrightarrow{\vec{v}_{12} - \vec{v}_5 = -16\vec{i}} \vec{a}_{av} = \frac{-16\vec{i}}{7} = -\frac{16}{7}\vec{i}$$

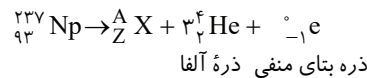
پاسخ تجربی داخل - ۱۴۰۰

۱۷۱۱ B

نکته * پرتوهای α ذرات باردار مثبت از جنس هسته اتم هلیم (${}^4_2\text{He}$) هستند و با گسیل هر ذره α ، ۲ واحد از عدد اتمی و ۴ واحد از عدد جرمی کم می‌شود.

ذره β^- از جنس الکترون است و گسیل بتای منفی سبب می‌گردد که عدد اتمی یک واحد افزایش یابد و عدد جرمی بدون تغییر بماند.

(۱) معادله این واکنش هسته‌ای را می‌نویسیم.



(۲) باید مجموع عدد جرمی (تعداد نوکلئون‌ها) در دو طرف واکنش و همچنین مجموع عدد اتمی در دو طرف واکنش هسته‌ای یکسان باشد. بنابراین می‌توان نوشت:

$$237 = A + (3 \times 4) + 0 \Rightarrow A = 225$$

$$93 = Z + (3 \times 2) + (-1) \Rightarrow Z = 88$$

نکته * عدد جرمی برابر مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هسته است.

$$A = Z + N \Rightarrow 225 = 88 + N \Rightarrow N = 137$$

تعداد نوترون‌ها خواهد شد:

۱۷۱۲ B

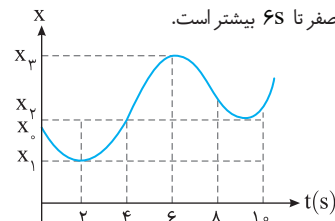
خط‌خطی تندی متوسط یعنی مقدار مسافت طی شده تقسیم بر مدت زمان طی کردن آن مسافت، بنابراین شما باید در هر بازه زمانی مسافت طی شده را بررسی کرده تا بتوانید تندی متوسط را در بازه‌های مختلف مقایسه کنید.

با توجه به نمودار مسافت طی شده در بازه $2s$ تا $4s$ از مسافت طی شده در بازه صفر تا $2s$ بیشتر است و همچنین در بازه $4s$ تا $6s$ مسافت طی شده از بازه صفر تا $2s$ بیشتر است. یعنی در هر دو ثانیه (از 2 تا 6) مسافت طی شده بزرگ‌تر از بازه صفر تا $2s$ است بنابراین تندی متوسط در بازه $2s$ تا $4s$ از $2s$ بیشتر می‌شود.

در مدت $4s$ بین $2s$ تا $4s$ مسافت طی شده از مدت $4s$ بین $0s$ تا $2s$ بیشتر است و تندی در بازه $2s$ تا $4s$ از تندی در $0s$ تا $2s$ بیشتر است. اگر بازه بین $2s$ تا $4s$ را به دو قسمت $4s$ تقسیم کنیم در $4s$ اول تندی از $4s$ دوم بیشتر است بنابراین تندی متوسط در بازه $2s$ تا $4s$ قطعاً از $0s$ تا $2s$ بیشتر است.

اما داستان اصلی در مورد بازه صفر تا $6s$ و مقایسه آن با $2s$ تا $4s$ است.

بازه $2s$ تا $4s$ در هر دو مشترک است. اگر بازه $0s$ تا $2s$ را به دو بازه دو ثانیه‌ای 0 تا $1s$ و $1s$ تا $2s$ تقسیم کنیم در هر دو بازه مسافت طی شده با توجه به نمودار از مسافت طی شده در بازه $2s$ تا $4s$ بیشتر بوده بنابراین در بازه $0s$ تا $2s$ و $2s$ تا $4s$ تندی از بازه 0 تا $2s$ بیشتر است در نتیجه به‌طور کلی تندی متوسط در بازه $2s$ تا $4s$ از تندی متوسط در بازه صفر تا $6s$ بیشتر است.



۱۷۱۳ B

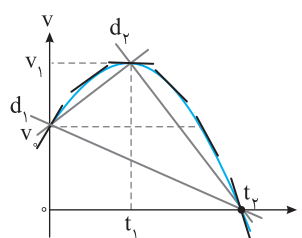
روش اول: در نمودار سرعت زمان

شکل روبه‌رو، از لحظه $t=0$ تا

لحظه $t=t_1$ سرعت از v_0 تا

v_1 در حال افزایش است و گزینه

(۱) نادرست است.



۱۷۱۵ خط‌نقطه B

شیب نمودار مکان - زمان برابر سرعت جسم است. وقتی نمودار $x-t$ به صورت خط راست باشد شیب نمودار ثابت بوده یعنی سرعت متحرک ثابت است. فاصله دو متحرک برابر بزرگی تفاضل مکان دو متحرک در آن لحظه است. سرعت متحرک A مثبت بوده چون شیب خط آن مثبت است و شیب خط B منفی است پس سرعت این متحرک منفی است. در صورت سؤال گفته شده تندی یعنی بزرگی سرعت A دو برابر بزرگی سرعت B است:

$$|v_A| = 2|v_B| \xrightarrow{v_A > 0, v_B < 0} v_A = -2v_B$$

نکته معادله حرکت سرعت ثابت به صورت $x = vt + x_0$

مکان اولیه سرعت متحرک

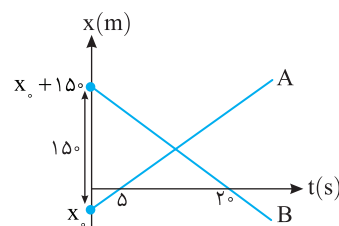
است.

روش اول: معادله حرکت هر متحرک را نوشته و از روی نمودار، داده‌های مسئله را در آن‌ها جایگذاری می‌کنیم.

$$x_A = v_A t + x_0 \xrightarrow{t=5s, x_A=0} 0 = 5v_A + x_0 \Rightarrow v_A = \frac{-x_0}{5} \quad (1)$$

$$x_B = v_B t + x_0 + 150 \xrightarrow{t=20s, x_B=0} 0 = 20v_B + x_0 + 150$$

$$\Rightarrow v_B = \frac{-x_0 - 150}{20} \quad (2)$$



با توجه به سؤال $v_A = -2v_B$ است:

$$v_A = -2v_B \xrightarrow{v_A = \frac{-x_0}{5}, v_B = \frac{-x_0 - 150}{20}} \frac{-x_0}{5} = -2 \left(\frac{-x_0 - 150}{20} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{-x_0}{5} = \frac{x_0 + 150}{10} \Rightarrow -x_0 = \frac{x_0 + 150}{2} \Rightarrow -2x_0 = x_0 + 150$$

$$\Rightarrow -3x_0 = 150 \Rightarrow x_0 = -50 \text{ m}$$

حال $x_0 = -50 \text{ m}$ را در معادله‌های (۱) و (۲) قرار می‌دهیم تا سرعت‌ها به دست آید:

$$v_A = \frac{-x_0}{5} = \frac{50}{5} = 10 \text{ m/s}, v_B = \frac{-x_0 - 150}{20} = \frac{-100}{20} = -5 \text{ m/s}$$

با توجه به نمودار در لحظه $t=20 \text{ s}$ متحرک B از مبدأ مکان می‌گذرد ($x_B=0$). معادله

حرکت متحرک A را نوشته و در لحظه $t=20 \text{ s}$ مکان متحرک A را به دست می‌آوریم:

$$x_A = v_A t + x_0 \xrightarrow{v_A=10 \text{ m/s}, x_0=-50 \text{ m}} x_A = 10t - 50$$

$$\xrightarrow{t=20 \text{ s}} x_A = 200 - 50 = 150 \text{ m}$$

فاصله دو متحرک را حساب می‌کنیم:

$$r = |x_A - x_B| \Rightarrow r = |150 - 0| = 150 \text{ m}$$

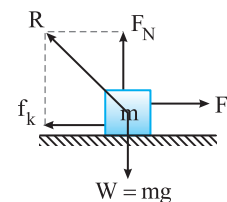
روش دوم: سرعت متحرک A برابر 10 m/s است یعنی متحرک A در هر ثانیه 10 m

در جهت مثبت جابه‌جا می‌شود و سرعت متحرک B، -5 m/s بوده یعنی متحرک B در هر ثانیه 5 m خلاف جهت محور X جابه‌جا می‌شود یعنی در هر ثانیه جمعاً دو متحرک A و B، $5 + 10 = 15 \text{ m}$ متر به هم نزدیک می‌شوند. در ابتدا فاصله A از B، 150 m متر است

بنابراین این دو متحرک در مدت $10 \text{ s} = \frac{150}{15}$ به هم می‌رسند و بعد از هم رسیدن در هر ثانیه 15 m از هم دور می‌شوند در مدت $(10 - 10 = 0 \text{ s})$ فاصله آن‌ها از هم $150 \text{ m} = 10 \times 15 \text{ m}$ می‌شود.

۱۷۱۶ خط‌نقطه B

هر گاه در مسائل دینامیک، در صورت مسئله، زمان داده شود یعنی شما باید سراغ حرکت‌شناسی بروید زیرا در روابط حرکت‌شناسی، زمان وجود دارد. یعنی به کمک حرکت‌شناسی، شتاب را حساب کنید سپس به کمک قانون دوم نیوتون (البته پس از رسم نیروهای وارد بر جسم) مجهول مسئله را به دست بیاورید.



(۱) شتاب حرکت جسم را حساب می‌کنیم.

$$a = \frac{v - v_0}{t} \Rightarrow a = \frac{3 - 0}{4} \Rightarrow a = \frac{3}{4} \text{ m/s}^2$$

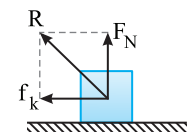
(۲) به کمک قانون دوم نیوتون نیروی اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح را به دست می‌آوریم:

$$F_{\text{net}} = ma \Rightarrow F - f_k = ma \Rightarrow 177 - f_k = 36 \times \frac{3}{4} \Rightarrow f_k = 150 \text{ N}$$

(۳) جسم روی سطح افقی در حال حرکت است پس باید نیروهای قائم متوازن باشند:

$$F_N = W \Rightarrow F_N = mg \Rightarrow F_N = 360 \text{ N}$$

نکته نیروی عمودی سطح و نیروی اصطکاک از طرف سطح به جسم وارد می‌شود بنابراین نیرویی که سطح بر جسم وارد می‌کند برابر برآیند دو نیروی اصطکاک و نیروی عمودی



سطح است که برهم عمودند: $R = \sqrt{F_N^2 + f_k^2}$

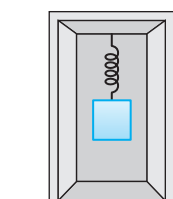
(۴) نیرویی که سطح بر جسم وارد می‌کند، برآیند نیروی عمودی سطح و نیروی اصطکاک است:

$$R = \sqrt{F_N^2 + f_k^2} = \sqrt{360^2 + 150^2} \Rightarrow R = \sqrt{30^2 (12^2 + 5^2)}$$

$$\Rightarrow R = 30 \sqrt{169} \Rightarrow R = 30 \times 13 \Rightarrow R = 390 \text{ N}$$

۱۷۱۷ خط‌نقطه B

هر گاه در صورت مسئله کلمه ساکن و یا سرعت ثابت مشاهده کردید بلافاصله بالای آن عبارت $F_{\text{net}} = 0$ را قرار دهید. در این مسئله با این کار می‌توانید

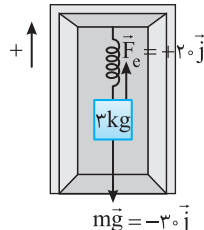


جرم m را حساب کنید.

(۱) وقتی آسانسور ساکن است نیروی کشسانی فنر برابر نیروی وزن جسم است.

$$W = F_e \Rightarrow mg = k\Delta x$$

$$\Rightarrow m \times 10 = 200 \times \left(\frac{65 - 50}{100} \right) \Rightarrow m = 3 \text{ kg}$$



(۲) می‌خواهیم طول فنر 60 cm شود یعنی نیروی کشسانی فنر برابر شود با:

$$F_e = k\Delta L \Rightarrow F_e = 200 \times \left(\frac{60 - 50}{100} \right)$$

$$\Rightarrow F_e = 20 \text{ N}$$

(۳) جهت مثبت محور y را رو به بالا اختیار می‌کنیم.

در صورت تست بیان نشده که جهت مثبت را باید رو به بالا و یا رو به پایین اختیار کنیم اما چون همواره در ریاضی جهت مثبت محور y را رو به بالاست ما نیز این مطلب را رعایت می‌کنیم. در این حالت نیروی کشسانی فنر برابر $\vec{F}_e = +20 \hat{j}$ و نیروی وزن

برابر $\vec{W} = m\vec{g} = -30 \hat{j}$ می‌شود و بنا به قانون دوم نیوتون شتاب برابر است با:

$$\vec{F}_{\text{net}} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{F}_e + \vec{W} = m\vec{a} \Rightarrow 20 \hat{j} + (-30 \hat{j}) = 3\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{-10}{3} \hat{j}$$

۱۷۱۸ B

خط‌فکری

مسئله در دو حالت بیان شده است بنابراین شما باید هر حالت را جداگانه بررسی کنید و نیروهای وارد بر جسم را در هر حالت رسم کرده و به کمک قانون دوم نیوتون مسئله را حل کنید.

حالت (۱): در حالت اول جسم در آستانه حرکت به سمت بالا است نیروی اصطکاک باید خلاف جهت لغزش باشد پس نیروی اصطکاک آستانه حرکت ($f_{s \max}$) روبه پایین است.

(الف) جسم در راستای افقی ساکن است پس باید $F_N = F$ و F متوازن باشد:
(ب) اصطکاک در آستانه حرکت را حساب می‌کنیم.

$$f_{s \max} = \mu_s F_N = \mu_s F \Rightarrow f_{s \max} = \frac{F_N = F}{\mu_s = 0.5} \Rightarrow f_{s \max} = 0.5 F$$

(پ) جسم ساکن است و نیروها در راستای قائم متوازن بوده بنا به قانون دوم نیوتون می‌توان نوشت:

$$F_{\text{net}} = ma \Rightarrow \underbrace{mg + f_{s \max}}_{\text{نیروهای رو به پایین}} = F \Rightarrow 40 + 0.5 F = F \Rightarrow 40 = F - 0.5 F \Rightarrow 40 = 0.5 F \Rightarrow F = 80 \text{ N}$$

حالت (۲): در این حالت نیرو F را 20 N کاهش داده‌ایم یعنی نیروی F' برابر 60 N است، ابتدا $80 - 20 = 60$ به دست می‌آوریم تا ببینیم جسم شروع به حرکت می‌کند یا نه؟

$$f'_{s \max} = \mu_s F' \Rightarrow f'_{s \max} = 0.5 \times 60 = 30 \text{ N}$$

نیروی $mg = 40 \text{ N}$ می‌خواهد جسم را به سمت پایین بکشد و نیروی $F' = 60 \text{ N}$ می‌خواهد جسم را به سمت بالا هل دهد پس در واقع نیروی $60 - 40 = 20$ نیوتون می‌خواهد جسم را بالا ببرد که این مقدار از $f'_{s \max}$ کمتر است در نتیجه جسم در حال سکون باقی می‌ماند و به جسم ساکن نیروی اصطکاک

ایستایی وارد می‌شود:
جسم ساکن است
نیروهای روبه پایین
 $mg + f'_s = F' \Rightarrow 40 + f'_s = 60 \Rightarrow f'_s = 20 \text{ N}$

نیروی عمودی سطح و اصطکاک در حالت اول برابر شد با:

$$F_N = 80 \text{ N}, f_{s \max} = \mu_s F_N = 40 \text{ N}$$

نیروی عمودی سطح و اصطکاک در حالت دوم برابر شد با:

$$F'_N = 60 \text{ N}, f'_s = 20 \text{ N}$$

برایند دو نیروی اصطکاک و نیروی عمودی سطح برابر نیرویی است که جسم بر سطح یا سطح بر جسم وارد می‌کند.

حالت (۱) حالت (۲)

$$R = \sqrt{f_{s \max}^2 + F_N^2} \quad R' = \sqrt{f_s'^2 + F_N'^2}$$

$$R = \sqrt{40^2 + 80^2} = 40\sqrt{1+2^2} \quad R' = \sqrt{20^2 + 60^2} = 20\sqrt{1+3^2}$$

$$R = 40\sqrt{5} \text{ N} \quad R' = 20\sqrt{10}$$

$$\frac{R'}{R} = \frac{20\sqrt{10}}{40\sqrt{5}} = \frac{20\sqrt{2} \times \sqrt{5}}{40\sqrt{5}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

حال نسبت $\frac{R'}{R}$ را حساب می‌کنیم:

۱۷۱۹ B

خط‌فکری

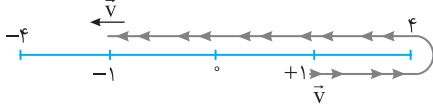
هرگاه در یک حرکت هماهنگ ساده مکان و سرعت نوسانگر قرینه شود کوتاه‌ترین زمانی که این اتفاق می‌افتد برابر $\frac{T}{2}$ است.

مسیر حرکت زیر از مکان $x_1 = +1 \text{ cm}$ در جهت مثبت محور تا رسیدن

برای اولین بار به مکان $x_2 = -1 \text{ cm}$ مشخص می‌کند که هم مکان و هم سرعت

نوسانگر قرینه شده است. بنابراین این بازه زمانی برابر $\frac{T}{2}$ است. اکنون با دانستن این

مطلب مسئله قابل حل است.



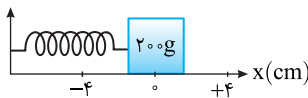
$$\frac{T}{2} = 2s \Rightarrow T = 4s \quad (1) \text{ با توجه به سؤال } \frac{T}{2} \text{ برابر } 2s \text{ است:}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{4} \Rightarrow \omega = \frac{\pi}{2} \text{ rad/s} \quad (2) \text{ بسامد زاویه‌ای برابر است با:}$$

(۳) انرژی مکانیکی نوسانگر برابر خواهد شد با:

$$E = \frac{1}{2} m A^2 \omega^2 \xrightarrow{m=200 \text{ g} = 0.2 \text{ kg}, A=4 \text{ cm} = 0.04 \text{ m}} E = \frac{1}{2} \times 0.2 \times (4 \times 10^{-2})^2 \times \left(\frac{\pi}{2}\right)^2$$

$$\xrightarrow{\pi^2=10} E = 0.01 \times 16 \times 10^{-2} \times \frac{1}{4} \Rightarrow E = 4 \times 10^{-4} \text{ J}$$



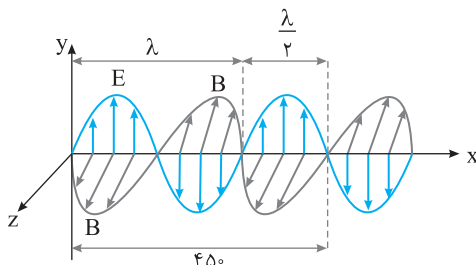
هر ژول برابر ۱۰۰۰ میلی‌ژول است:

$$E = 4 \times 10^{-4} \text{ J} = 4 \times 10^{-1} \text{ mJ} = 0.4 \text{ mJ}$$

۱۷۲۰ B

(۱) با توجه به نمودار می‌توان طول موج را حساب کرد.

$$3 \frac{\lambda}{2} = 450 \Rightarrow \lambda = 300 \text{ nm}$$



(۲) دوره را حساب می‌کنیم.

$$\lambda = vT \xrightarrow{v=c} T = \frac{\lambda}{c} \Rightarrow T = \frac{300 \times 10^{-9}}{3 \times 10^8} \Rightarrow T = 10^{-15} \text{ s}$$

بنابراین گزینه (۱) درست است.

$$f = \frac{1}{T} \Rightarrow f = 10^{15} \text{ Hz} \quad (3) \text{ بسامد نوسان خواهد شد:}$$

گزینه (۲) نادرست است.

(۴) تندی حرکت موج الکترومغناطیسی در خلأ ثابت و برابر $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ است:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \xrightarrow{v=3 \times 10^8 \text{ m/s}, \Delta t=1 \text{ s}} \Delta x = 3 \times 10^8 \text{ m}$$

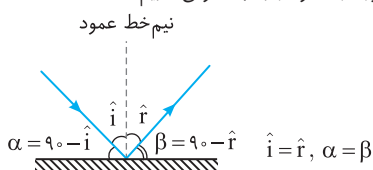
بنابراین موج الکترومغناطیسی در مدت یک ثانیه، $3 \times 10^8 \text{ m}$ طی می‌کند که برابر با 3×10^{17} است بنابراین گزینه (۳) نادرست است.

طول موج‌های بین 400 nm (بنفش) تا 700 nm (قرمز) در محدوده نور مرئی قرار دارند.

(۵) طول موج این موج 300 nm است در حالی که محدوده تقریبی طول موج‌های مرئی بین 400 nm (بنفش) تا 700 nm (قرمز) است بنابراین گزینه (۴) نادرست است.

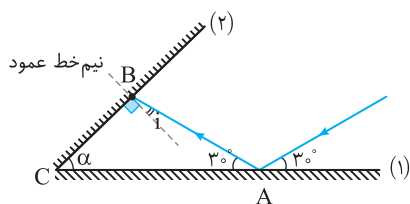
نکته

با توجه به قانون بازتاب عمومی داریم:

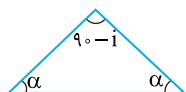
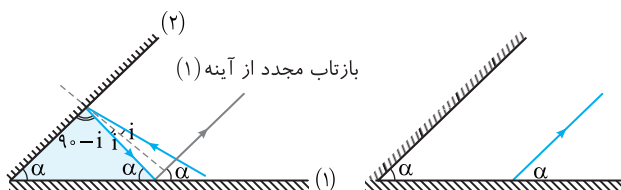


(۱) بازتاب پرتو از آینه (۲) را رسم می‌کنیم و نیم‌خط عمود آن را مشخص می‌کنیم. مجموع زوایای داخلی مثلث ABC برابر 180° است:

$$30^\circ + (90^\circ + i) + \alpha = 180^\circ \Rightarrow i = 180^\circ - 90^\circ - 30^\circ - \alpha \Rightarrow i = 60^\circ - \alpha \quad (I)$$



(۲) پرتو بازتاب شده از آینه (۲) مجدداً به آینه (۱) برخورد کرده و با توجه به سؤال و پرتو بازتاب مجدداً از آینه (۱) موازی با آینه (۲) است. طبق خطوط موازی و مورب، آینه (۲) و بازتاب مجدداً موازی‌اند و آینه (۱) مورب است بنابراین:



(۳) در مثلث رنگی زاویه دو آینه α و زاویه‌ای که پرتو تابش با سطح آینه می‌سازد نیز با توجه به موازی مورب بالا α درجه است و مجموع زوایای داخلی مثلث 180° است، بنابراین:

$$\hat{\alpha} + \hat{\alpha} + (90^\circ - \hat{i}) = 180^\circ \xrightarrow{\text{طبق معادله (۱)}} i = 60^\circ - \alpha$$

$$2\alpha + (90^\circ - (60^\circ - \alpha)) = 180^\circ \Rightarrow 3\alpha + 30^\circ = 180^\circ \Rightarrow \alpha = 50^\circ$$

۱۷۲۳ B

نکته

کمترین انرژی هنگامی گسیل می‌شود که الکترون از تراز n به تراز $n-1$ برود و بیشترین انرژی هنگامی گسیل می‌شود که الکترون از تراز n به تراز ۱ برود.

انرژی فوتون در هر تراز $E_n = -\frac{E_R}{n^2}$ است و انرژی فوتون گسیل شده در انتقال از تراز n به n' برابر است با:

$$hf = E_n - E_{n'}$$

کمترین انرژی فوتون گسیل شده در گذار الکترون از $n=5$ به $n'=4$ است.

$$E_n - E_{n'} = hf \xrightarrow{E_n = -\frac{E_R}{n^2}} -\frac{E_R}{5^2} - \left(-\frac{E_R}{4^2}\right) = hf$$

$$\Rightarrow \frac{-13/6}{25} + \frac{13/6}{16} = 4 \times 10^{-15} \text{ f} \Rightarrow \frac{(25-16) \times 13/6}{25 \times 16} = 4 \times 10^{-15} \text{ f}$$

$$f = \frac{9 \times 3/4}{25 \times 16} \times 10^{-15} = 0.765 \times 10^{-15} \Rightarrow f = 76/5 \text{ THz}$$

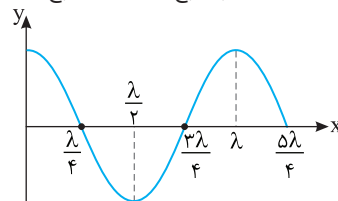
۱۷۲۱ B

خط فکری

در سؤالاتی مانند این سؤال که با تصویر موج یا به اصطلاح نقش موج سروکار داریم از محور قائم دامنه موج و از محور افقی طول موج را به دست می‌آوریم. دقت کنید در یک موج ذرات محیط دارای حرکت نوسانی‌اند پس برای بررسی حرکت ذرات محیط باید از رابطه $\lambda = \frac{v}{f} = vT$ دوره نوسان را حساب کنید.

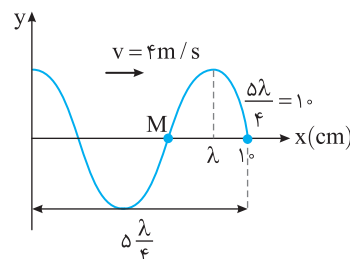
نکته

برای به دست آوردن طول موج در یک نقش موج به شکل زیر دقت کنید:



(۱) با توجه به شکل $\frac{\Delta \lambda}{4}$ برابر 10 cm شده است. پس طول موج خواهد شد:

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



(۲) با استفاده از رابطه $\lambda = vT$ دوره را به دست می‌آوریم:

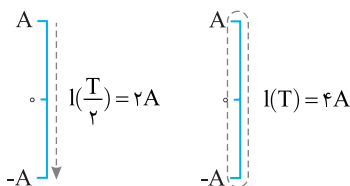
$$\lambda = vT \Rightarrow T = \frac{\lambda}{v} = \frac{40}{4} = 10 \text{ s}$$

(۳) بازه 25° را با دوره مقایسه می‌کنیم.

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{25^\circ}{360^\circ} \Rightarrow \Delta t = 12/5 T \Rightarrow \Delta t = 12T + \frac{T}{5}$$

نکته

در هر دوره مسافتی که ذره M در حرکت هماهنگ ساده طی می‌کند برابر $4A$ و در نصف دوره برابر $2A$ است.



(۴) بنابراین در مدت $12T + \frac{T}{5}$ مسافت طی شده خواهد شد:

$$l = 12(4A) + 2A \Rightarrow l = 50A$$

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t}$$

بیادآوری: تندی متوسط برابر است با:

(۵) تندی متوسط ذره M در این مدت برابر 6 m/s است از این رو خواهیم داشت.

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} \Rightarrow 6 = \frac{50A}{12T + \frac{T}{5}} \Rightarrow A = 0.3 \text{ m} \Rightarrow A = 30 \text{ cm}$$

۱۷۲۲ B

خط فکری

در حل این سؤال باید در گام اول پرتوهای تابش و بازتاب بر سطح آینه (۱) و سپس پرتو تابش و بازتاب دوم از سطح آینه (۲) را رسم کنیم. به فرض مسئله دقت کنید که گفته شده پرتو دوم بازتابی از سطح آینه (۱) موازی آینه (۲) خواهد شد.

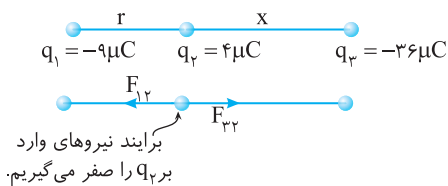
۱۷۲۶ B

در حل این سؤال ابتدا باید از فرض مسئله یعنی صفر بودن نیروهای وارد بر بارها استفاده کنیم و رابطه‌ای بین فاصله بارها به دست آوریم و در گام بعدی جای بارهای q_1 و q_3 را جابه‌جا کرد و نیروی خالص وارد بر بار q_2 را برحسب رابطه‌ای که برای فاصله‌ها به دست آوردیم محاسبه کنیم.

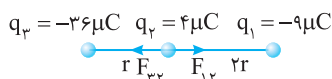
(۱) با توجه به شکل زیر باید یک رابطه بین r و x به دست آوریم. از این‌رو مطابق فرض مسئله نیروی خالص وارد بر q_2 را صفر گرفته‌ایم. در این صورت نیروهایی که دو بار

q_1 و q_3 به بار q_2 وارد می‌کنند باید هم‌اندازه و خلاف جهت هم باشند:

$$F_{12} = F_{32} \Rightarrow k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2} = k \frac{|q_3| |q_2|}{x^2} \Rightarrow \frac{9}{r^2} = \frac{36}{x^2} \Rightarrow \frac{x^2}{r^2} = 4 \Rightarrow x = 2r$$



(۲) جای بارهای q_1 و q_3 را عوض کرده و نیروی خالص وارد بر بار q_2 را حساب می‌کنیم:



$$F_{12} = k \frac{|q_1| |q_2|}{(2r)^2} \Rightarrow F_{12} = k \times \frac{9 \times 4 \times 10^{-12}}{4r^2} = \frac{9 \times 10^{-12} k}{r^2}$$

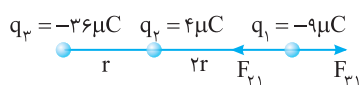
$$F_{32} = k \frac{|q_3| |q_2|}{(r)^2} \Rightarrow F_{32} = k \times \frac{36 \times 4 \times 10^{-12}}{r^2} = \frac{144 \times 10^{-12} k}{r^2}$$

دو بردار F_{12} و F_{32} خلاف جهت هم‌اند بنابراین بزرگی نیروی خالص وارد بر q_2 برابر اختلاف دو نیرو است:

$$|\vec{F}_2| = |\vec{F}_{12} - \vec{F}_{32}| \Rightarrow |\vec{F}_2| = \frac{(144 - 9) \times 10^{-12} k}{r^2} = \frac{135 \times 10^{-12} k}{r^2}$$

خلاف جهت هم

(۳) نیروی خالص وارد بر بار q_1 را حساب می‌کنیم:



$$|\vec{F}_{21}| = |\vec{F}_{12}| = \frac{9 \times 10^{-12} k}{r^2}$$

$$F_{31} = k \frac{|q_1| |q_3|}{(3r)^2} \Rightarrow F_{31} = k \times \frac{9 \times 36 \times 10^{-12}}{9r^2} \Rightarrow F_{31} = \frac{36 \times 10^{-12} k}{r^2}$$

دو بردار F_{21} و F_{31} خلاف جهت هم‌اند بنابراین:

$$|\vec{F}_1| = |\vec{F}_{31} - \vec{F}_{21}| \Rightarrow F_1 = \frac{27 \times 10^{-12} k}{r^2}$$

خلاف جهت هم

(۴) حال نسبت خواسته شده را به دست می‌آوریم:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{\frac{135 \times 10^{-12} k}{r^2}}{\frac{27 \times 10^{-12} k}{r^2}} = 5$$

۱۷۲۴ B

طول موج‌های گسیلی اتم هیدروژن از معادله ریدبرگ به دست می‌آید.

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

ثابت ریدبرگ

به n' های مختلف نام‌های متفاوتی داده شده است وقتی $n' = 1$ باشد رشته طول موج‌ها را رشته لیمان می‌گویند بنابراین در این مسئله معادله ریدبرگ به صورت مقابل

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

است.

از طرفی شماره خط طیفی به این گونه است که در رشته لیمان اولین خط طیفی یعنی گذار از $n = 2$ به $n' = 1$ دومین خط طیفی یعنی گذار از $n = 3$ به $n' = 1$ و ... برای یافتن شماره خط طیفی شما باید ابتدا طول موج گسیل شده را حساب کنید.

طول موج گسیلی را حساب می‌کنیم:

$$\lambda = \frac{c}{f} \Rightarrow \lambda = \frac{3 \times 10^8}{\frac{1}{3} \times 10^{15}} \Rightarrow \lambda = \frac{9}{1} \times 10^{-7} \text{ m} \Rightarrow \lambda = \frac{900}{1} \text{ nm}$$

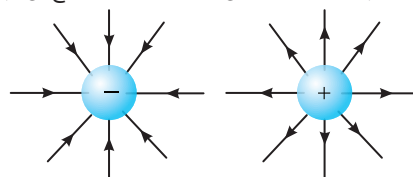
به کمک رابطه ریدبرگ - بالمر خواهیم داشت:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \xrightarrow[n=3]{n'=1, R=10^7 \text{ nm}^{-1}} \frac{1}{900} = \frac{1}{10^7} \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow n^2 = 9 \Rightarrow n = 3$$

بنابراین این طول موج مربوط به دومین خط طیفی لیمان است.

۱۷۲۵ B

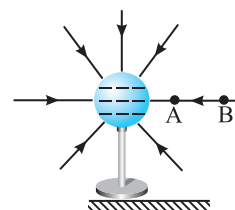
(۱) خطوط میدان به بار منفی وارد و از بار مثبت خارج می‌شود:



(۲) با جابه‌جایی بار در جهت خطوط میدان پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد و بالعکس.

(۱) خطوط میدان اطراف کره فلزی دارای بار منفی را رسم می‌کنیم:

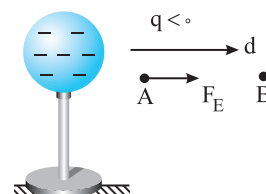
ذره از A تا B خلاف جهت خطوط میدان در حال حرکت بوده و پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد: $V_B > V_A$



(۲) بار منفی از گوی منفی در حال دور شدن است، نیروی الکتریکی وارد بر ذره و جهت جابه‌جایی ذره در یک جهت است پس کار میدان الکتریکی مثبت است، اما تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی قرینه کار میدان الکتریکی بوده و منفی است.

البته می‌توانستیم بگوییم که ذره با بار منفی از گوی منفی دور شده که یک حرکت خودبه‌خودی بوده پس انرژی پتانسیل کاهش می‌یابد و ΔU منفی است.

$$\Delta U_{BA} < 0 \Rightarrow U_B - U_A < 0 \Rightarrow U_B < U_A$$

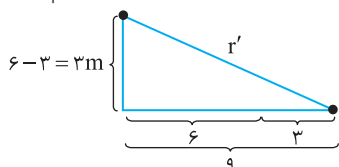


$$r_p = \sqrt{e^2 + e^2} \Rightarrow r_p = e\sqrt{2}$$

$$E_p = k \frac{q_1 q_2}{r_p^2} \Rightarrow \frac{2 \times 10^{-9} \times 10^{-9}}{(e\sqrt{2})^2} = \frac{9 \times 10^{-9} \times q_2}{e^2} \Rightarrow q_2 = 1.8 \times 10^{-9} \text{ C}$$

خط فکری حال فاصله بین بار q_1 و q_2 را با توجه به فیثاغورس حساب کرده و

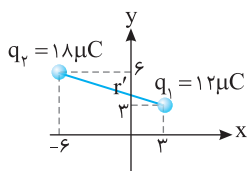
سپس به کمک قانون کولن اندازه این نیرو را حساب می‌کنیم.



$$r' = \sqrt{(3)^2 + (3)^2} \Rightarrow r' = \sqrt{18} = 3\sqrt{2} \text{ m}$$

$$F_{12} = k \frac{q_1 q_2}{r'^2} \Rightarrow F_{12} = 9 \times 10^{-9} \times \frac{1.8 \times 10^{-9}}{(3\sqrt{2})^2}$$

$$\Rightarrow F_{12} = 1.2 \times 10^{-17} \text{ N}$$



میانبر فاصله دو نقطه به مختصات (x_1, y_1) و (x_2, y_2) را می‌توان به

کمک رابطه زیر به دست آورد:

$$r' = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} = \sqrt{(3 - (-6))^2 + (3 - 3)^2}$$

$$r' = \sqrt{(-9)^2 + 0} = 9 \text{ m}$$

تجربی - ۱۴۰۰

خط فکری ظرفیت خازن به شکل هندسی خازن بستگی داشته و با توجه به رابطه

مساحت سطح صفحه‌ها

$$C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

فاصله صفحه‌ها
تغییر می‌کند.

با تغییر فاصله دو صفحه (d) ظرفیت خازن

هر فاراد برابر 10^{12} پیکوفاراد است.

(۱) ظرفیت خازن را در حالت اول به دست می‌آوریم:

$$C_1 = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d_1} \Rightarrow C_1 = 4 \times 8 / 8 \times 10^{-12} \times \frac{2 \times 10^{-4}}{5 \times 10^{-3}} = 1.6 \times 10^{-13} \text{ F}$$

$$\xrightarrow{1 \text{ F} = 10^{12} \text{ pF}} C_1 = 1.6 \times 10^{-1} \text{ pF} = 0.16 \text{ pF}$$

(۲) فاصله بین صفحات ۳ mm کاهش یافته:

ظرفیت خازن را در حالت دوم به دست می‌آوریم:

$$C_2 = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d_2} \Rightarrow C_2 = 4 \times 8 / 8 \times 10^{-12} \times \frac{2 \times 10^{-4}}{3 \times 10^{-3}} = 3.5 \times 10^{-13} \text{ F}$$

$$\xrightarrow{1 \text{ F} = 10^{12} \text{ pF}} C_2 = 3.5 \times 10^{-1} \text{ pF} = 0.35 \text{ pF}$$

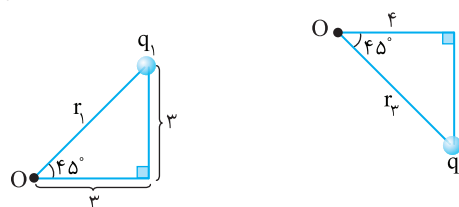
(۳) حال اختلاف ظرفیت خازن را در دو حالت به دست می‌آوریم:

$$\Delta C = C_2 - C_1 \Rightarrow \Delta C = 3.5 \times 10^{-1} - 1.6 \times 10^{-1} = 1.9 \times 10^{-1} \text{ pF}$$

با سؤال طولانی و وقت‌گیری سروکار داریم. بار q_1 و q_2 و مکان آن‌ها

مشخص است. ابتدا بزرگی میدان این دو بار در مبدأ مختصات را حساب می‌کنیم و با داشتن میدان خالص در نقطه O می‌توان بزرگی میدان بار q_2 در مرکز و مقدار بار آن را حساب کرد.

(۱) فاصله دو بار q_1 و q_2 را تا نقطه O به کمک فیثاغورس حساب می‌کنیم.



$$r_1 = \sqrt{3^2 + 3^2} = 3\sqrt{2} \text{ m}$$

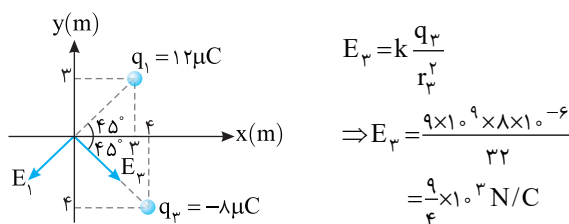
$$r_2 = \sqrt{4^2 + 4^2} = 4\sqrt{2} \text{ m}$$

میانبر البته با توجه به زاویه 45° مثلث قائم‌الزاویه مشخص است که وتر

$\sqrt{2}$ برابر ساق‌ها است.

(۲) بار q_1 مثبت و میدان در راستای خط واصل بار و نقطه O بوده و از بار q_2 خارج می‌شود. بار q_2 منفی بوده و میدان در راستای خط واصل بار و نقطه O بوده و به بار q_2 وارد می‌شود. حال بزرگی میدان‌ها را حساب می‌کنیم

$$E_1 = k \frac{q_1}{r_1^2} \Rightarrow E_1 = \frac{9 \times 10^9 \times 12 \times 10^{-6}}{(3\sqrt{2})^2} = 6 \times 10^3 \text{ N/C}$$

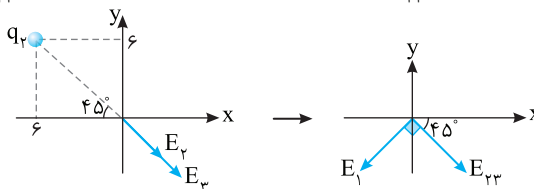


(۳) بار q_2 نیز مثبت است و میدان در نقطه O در راستای خط واصل بین بار q_2 و O است از بار q_2 خارج می‌شود. بنابراین میدان‌های E_1 و E_2 هم‌جهت‌اند و برابند آن‌ها مطابق شکل با میدان E_1 عمود است.

$$E_T = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} \Rightarrow E_T = E_1 + E_2$$

$$\Rightarrow 7.5 \times 10^3 = 6 \times 10^3 + E_2$$

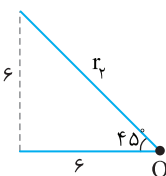
$$E_2 = (7.5 \times 10^3 - 6 \times 10^3) = 1.5 \times 10^3 \text{ N/C} \Rightarrow E_2 = 4 \times 10^3 \text{ N/C}$$



میانبر البته با توجه به اعداد فیثاغورس ۳، ۴، ۵ که به ۴، ۵ و ۶ تبدیل شده بودند می‌توانستیم سریع‌تر به E_2 برسیم.

$$E_2 = E_T - E_1 \Rightarrow 4 \times 10^3 = E_2 + \frac{9}{4} \times 10^3 \Rightarrow E_2 = 2.5 \times 10^3$$

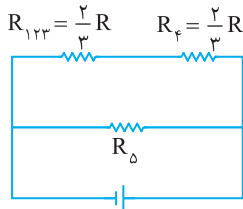
حال با توجه به E_1 ، E_2 را به دست می‌آوریم. ابتدا فاصله q_2 تا نقطه O را با توجه به فیثاغورس حساب می‌کنیم:



(۲) مجموع توان مصرفی در کل مقاومت R_1 و R_2 و R_3 برابر است با: $P + \frac{P}{2} = \frac{3P}{2}$

(۳) مقاومت معادل R_1 و R_2 و R_3 را حساب می‌کنیم

$$\frac{1}{R_{123}} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{R} \Rightarrow R_{123} = \frac{2R}{3}$$



(۴) مقاومت R_{123} با مقاومت R_4

متوالی است و دو مقاومت برابرند بنابراین

توان R_4 نیز $\frac{3P}{2}$ است.

(۵) کل توان R_1 و R_2 و R_3 و R_4

برابر است با: $\frac{3P}{2} + \frac{3P}{2} = 3P$

(۶) جالب شد با توجه به فرض مسئله توان مقاومت R_3 ، $\frac{1}{3}$ توان مقاومت R_5

$$P_3 = \frac{1}{3} P_5 \Rightarrow P_5 = 3P_3 \xrightarrow{P_3=P} P_5 = 3P$$

است یعنی

کل توان شاخه شامل R_{1234} با توان شاخه شامل R_5 که با آن موازی است برابر شده است یعنی مقاومت R_5 برابر مقاومت معادل R_{1234} است.

$$R_{1234} = \frac{2}{3}R + \frac{2}{3}R \Rightarrow R_5 = \frac{4}{3}R$$

دو مقاومت R_5 و R_{1234} موازی‌اند، بنابراین مقاومت معادل مدار برابر است با:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{3}{4R} + \frac{3}{4R} \Rightarrow R_{eq} = \frac{2}{3}R$$

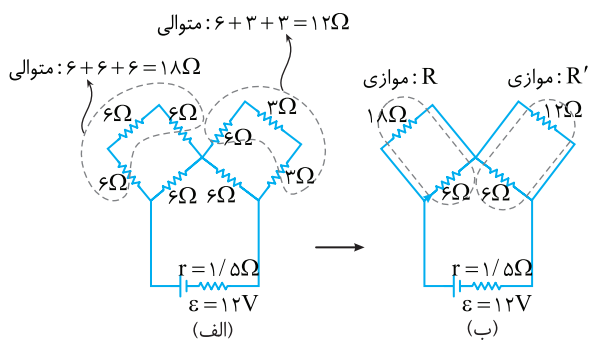
۱۷۳۲ B

در سؤالاتی که مقدار تمام مقاومت‌ها و نیرو محرکه داده شده است، ابتدا

مقاومت معادل را حساب کرده و در گام بعدی جریان کل $I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r}$ را حساب

می‌کنیم و در گام آخر جریان شاخه خواسته شده را با تقسیم جریان به دست می‌آوریم.

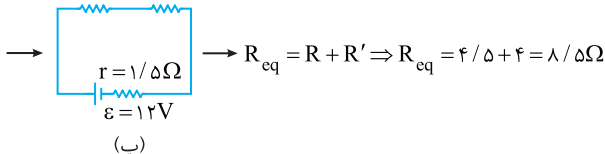
(۱) ابتدا مقاومت معادل را حساب می‌کنیم:



مقاومت‌های R و R' متوالی‌اند:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{18} + \frac{1}{6} + \frac{1}{18} \Rightarrow R = 4/5 \Omega, \quad \frac{1}{R'} = \frac{1}{12} + \frac{1}{6} + \frac{1}{12} \Rightarrow R' = 4 \Omega$$

$$R = 4/5 \Omega, \quad R' = 4 \Omega$$



$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r} \Rightarrow I = \frac{12}{8/5 + 1/5} = 1/2 A$$

(۲) جریان مدار را حساب می‌کنیم:

۱۷۲۹ A

در پدیده ابررسانایی مقاومت ویژه در دمای خاصی به صورت ناگهانی به صفر افت می‌کند و در دماهای پایین‌تر همچنان صفر می‌ماند.

چون این پدیده به صورت ناگهانی رخ می‌دهد عبارت «شیب ثابت» در این گزینه یعنی تغییر تدریجی مقاومت بنابراین گزینه (۱) نادرست است.

در این پدیده مقاومت ویژه ناگهان افت می‌کند و نه افزایش و گزینه (۲) نادرست است. با کم شدن دما پس از پدیده ابررسانایی همچنان مقاومت صفر است و دوباره افزایش نمی‌یابد و گزینه (۳) نادرست است.

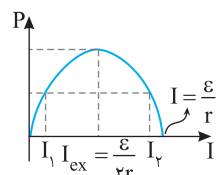
با توجه به نکته بیان شده گزینه (۴) درست است.

۱۷۳۰ B

نمودار توان خروجی برحسب جریان $P = \mathcal{E}I - rI^2$ سهمی شکل بوده و

در نمودار سهمی نسبت به محور قائم گذرنده از

رأس متقارن است از این‌رو:



$$I_{ex} = \frac{I_1 + I_2}{2}$$

در صورت سؤال بیان شده که در جریان‌های $3A$ و $5A$ ، توان خروجی یکسان است:

$$I_{ex} = \frac{3+5}{2} = 4A$$

پیشینه توان خروجی زمانی است که مقاومت داخلی و خارجی با هم برابر

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} \xrightarrow{R=r} I_{ex} = \frac{\mathcal{E}}{2r}$$

باشند، بنابراین:

با توجه به جریان I_{ex} و نکته بالا، مقاومت داخلی را حساب می‌کنیم:

$$I_{ex} = \frac{\mathcal{E}}{2r} \Rightarrow 4 = \frac{\mathcal{E}}{2r} \Rightarrow \mathcal{E} = 8r$$

هنگامی که ولت سنج عدد صفر را نشان دهد یعنی اختلاف پتانسیل دو سر باتری صفر

$$V = \mathcal{E} - rI \xrightarrow{V=0} I = \frac{\mathcal{E}}{r} \xrightarrow{\mathcal{E}=8r} I = 8A$$

شده است:

آمپر سنج $I = 8A$ را نشان می‌دهد.

میانبر

همواره به ازای جریان $I = \frac{\mathcal{E}}{r}$ اختلاف پتانسیل دو سر باتری صفر

می‌شود. جریان $I_{ex} = 4A$ بوده و دو برابر این جریان یعنی $8A$ جریانی است که

اختلاف پتانسیل صفر می‌شود.

۱۷۳۱ B

مسئله را باید با دو نکته زیر حل کنیم:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

(۱) در مقاومت‌های موازی، توان با مقاومت نسبت وارون دارد.

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

(۲) در مقاومت‌های متوالی، توان با مقاومت نسبت مستقیم دارد.

باید از مقاومت $R_3 = R$ شروع کنیم و توان این مقاومت را فرض کنیم و براساس

آن توان تک‌تک شاخه‌ها را بررسی کنیم.

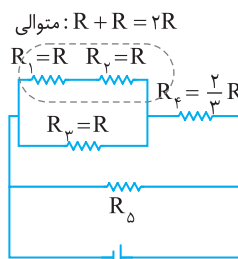
مدار را به شکل ساده‌تری رسم می‌کنیم.

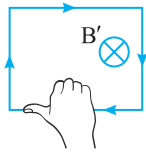
(۱) توان مقاومت R_3 ، P ، است مقاومت

$R_{12} = 2R$ با R_3 موازی بنابراین توان

مصرفی در شاخه R_1 و R_2 نصف P

است. $\left(\frac{P}{2}\right)$





قاب در حال خارج شدن بوده پس شار در حال کاهش است و میدان مغناطیسی القایی با کاهش شار مخالفت کرده و هم جهت با B به صورت درونسو القا می شود حال با توجه به جهت میدان القایی و قاعده دست راست، جهت جریان القایی قاب را به دست می آوریم:

چهار انگشت خم شده دست راست را در جهت میدان القایی درونسو گرفته در این حالت جهت جریان در جهت شست دست راست قرار دارد و ساعتگرد است. با استفاده از قانون القای فاراده، نیرو محرکه را به دست می آوریم:

$$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \xrightarrow[N=1, \Delta \Phi = -0.2 \text{ Wb}]{\Delta t = 1 \text{ ms} = 10^{-3} \text{ s}} \bar{\varepsilon} = -1 \times \frac{(-0.2)}{10^{-3}} = 200 \text{ V}$$

۱۷۳۵ B

حفظ کنید کار مفیدی که ماشین بالابر انجام داده به صورت انرژی پتانسیل گرانش در جسم ذخیره می شود و اگر وزنه در شرایط خلأ رها شود تمام این انرژی ذخیره شده بنا به اصل پایستگی انرژی مکانیکی به انرژی جنبشی وزنه تبدیل می شود. یعنی شما برای یافتن کار مفید ماشین بالابر کافی است، انرژی جنبشی جسم را هنگام برخورد به زمین به دست آورید سپس به کمک آن بازده ماشین را حساب کنید.

(۱) انرژی ذخیره شده در جسم در ارتفاع h که توسط ماشین بالا برده شده است را با توجه به پایستگی انرژی مکانیکی حساب می کنیم:

$$U_g = 0 \quad E_1 = E_2 \Rightarrow U_1 + K_1 = U_2 + K_2 \xrightarrow{K_1=0, U_2=0} E_1 = K_2$$

$$\Rightarrow E_1 = \frac{1}{2} mv^2 \Rightarrow E_1 = \frac{1}{2} \times 50 \times 64 = 1600 \text{ J}$$

(۲) بنابراین ماشین ۱۶۰۰ J انرژی مصرف کرده اما به جسم ۱۶۰۰ J انرژی رسیده است:

$$\xrightarrow[\text{مصرفی ماشین}]{\text{بالابر} \quad 1600 \text{ J انرژی مفید}} \text{ ذخیره شده در وزنه} \quad Ra = \frac{E_{\text{مفید}}}{E_{\text{کل}}} \times 100 \Rightarrow Ra = \frac{1600}{2000} \times 100 = 80\%$$

۱۷۳۶ B

یادآوری فشار در عمق h یک مایع از رابطه زیر به دست می آید: $P = \rho gh + P_0$

(۱) فشار در عمق ۱۰ cm، برابر است با:

$$P = P_0 + \rho gh_1 \Rightarrow P_1 = 1.026 \times 10^5 + \rho \times 10 \times \frac{1}{100} \Rightarrow P_1 = 1.026 \times 10^5 + \rho$$

(۲) فشار در عمق ۵۳ cm برابر است:

$$\begin{cases} P_2 = P_0 + \rho gh_2 \\ P_2 = P_1 + \rho gh_3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} P_2 = 1.026 \times 10^5 + \delta/3\rho \\ P_2 = 1.026 \times 10^5 + \rho \times 53 \end{cases}$$

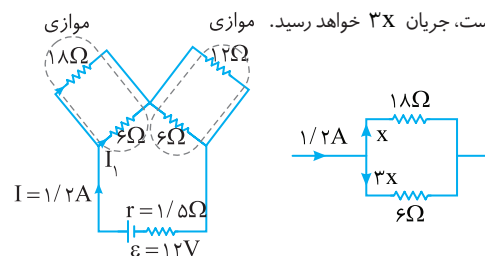
(۳) با توجه به صورت سؤال $P_2 = 1.05 P_1$ است:

$$\begin{cases} P_2 = 1.05 P_1 \Rightarrow 1.05 P_1 = 1.026 \times 10^5 + \delta/3\rho \\ P_1 = 1.026 \times 10^5 + \rho \end{cases}$$

(۴) رابطه P_1 و P_2 را برهم تقسیم می کنیم تا مجهول P_1 از صورت و مخرج حذف شود و تنها مجهول چگالی باقی بماند:

$$\frac{P}{1.05 P_1} = \frac{1.026 \times 10^5 + \rho}{1.026 \times 10^5 + \delta/3\rho} \Rightarrow \frac{1}{1.05} = \frac{1.026 \times 10^5 + \rho}{1.026 \times 10^5 + \delta/3\rho} \Rightarrow 2(1.026 \times 10^5) + 1.026 \times 10^5 / 0.05 = 3(1.026 \times 10^5) + 3\rho \Rightarrow 7/6\rho = 1.026 \times 10^5 \Rightarrow \rho = 1350 \text{ kg/m}^3 = 13/\delta \text{ g/cm}^3$$

با توجه به مدار شکل (ب) جریان I_1 خواسته شده را حساب می کنیم. دقت کنید در مقاومت های موازی جریان به نسبت عکس مقدار مقاومت ها تقسیم می شود یعنی جریان $I = 1/2 \text{ A}$ بین دو مقاومت 18Ω و 6Ω به نسبت عکس مقاومت ها تقسیم می شود و اگر به مقاومت 18Ω جریان $3x$ برسد به مقاومت 6Ω که مقدار آن $1/3$ ، مقاومت



$$x + 3x = 1/2 \Rightarrow x = 1/8 \text{ A}, \quad I_1 = 3x \Rightarrow I_1 = 3/8 \text{ A}$$

۱۷۳۳ B

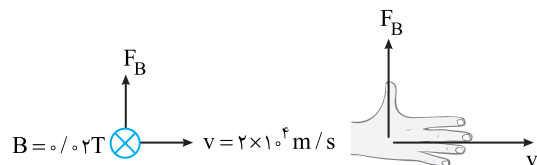
حفظ کنید با توجه به سؤال جرم ذره ناچیز بوده و در واقع از نیروی وزن وارد بر جسم صرف نظر شده است. ابتدا اندازه و جهت نیروی الکتریکی و نیروی مغناطیسی که از طرف میدان الکتریکی و مغناطیسی به ذره وارد می شود را به دست می آوریم و اگر این دو نیرو هم جهت باشند نیروی خالص مجموع آن ها و اگر این نیرو خلاف جهت هم باشند نیروی خالص تفاضل آن ها و اگر برهم عمودند، نیروی خالص از فیثاغورس به دست می آید. **یادآوری** اندازه نیروی مغناطیسی و نیروی الکتریکی از طرف میدان های مغناطیسی و الکتریکی از رابطه های زیر به دست می آید:

نیروی الکتریکی	نیروی مغناطیسی
$F_E = E q $	$F = q vB \sin \alpha$
	زاویه بین میدان مغناطیسی و جهت حرکت ذره

(۱) نیروی مغناطیسی: ذره عمود بر خطوط میدان مغناطیسی در حال حرکت است

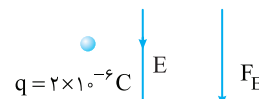
$$F_B = qvB \Rightarrow F_B = 2 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^4 \times 2 \times 10^{-2} \Rightarrow F_B = 8 \times 10^{-4} \text{ N} = 0.8 \times 10^{-3} \text{ N}$$

جهت نیروی مغناطیسی با توجه به قاعده دست راست مشخص می شود. چهار انگشت دست راست را در جهت حرکت ذره به سمت راست گرفته به طوری که خم شدن انگشت ها جهت میدان مغناطیسی (درونسو) را نشان دهد، حال جهت شست (رو به بالا) جهت نیروی مغناطیسی می شود:



$$F_E = Eq \Rightarrow F_E = 50 \times 2 \times 10^{-6} = 10^{-3} \text{ N} \quad \text{نیروی الکتریکی:}$$

ذره دارای بار مثبت است پس نیروی الکتریکی و میدان الکتریکی هم جهت اند.



دو نیرو خلاف جهت هم اند، بنابراین نیروی خالص وارد بر ذره برابر است با:

$$F_T = F_E - F_B \Rightarrow F_T = 10^{-3} - 0.8 \times 10^{-3} = 0.2 \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-4} \text{ N}$$

۱۷۳۴ B

حفظ کنید مقدار نیرو محرکه القایی را با توجه به قانون القای فاراده $\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$

به دست می آوریم که مدت زمان ۱ ms و تغییر شار ۰.۲ Wb در حال کاهش داده شده است. جهت جریان القایی هم با توجه به قانون لنز به دست می آید. جهت جریان باید به گونه ای باشد که با کاهش شار که حاصل از خروج قاب از میدان است مخالفت کند.

روش دوم: برای حل سؤالات بهتر است نسبت L_V و L_F آب را برحسب

$$c_{\text{آب}} = 4200 \text{ J/kg.K}$$

$$L_F = 336000 = 80 \times 4200 = 80 \cdot c_{\text{آب}}$$

$$L_V = 2268000 = 540 \times 4200 = 540 \cdot c_{\text{آب}}$$

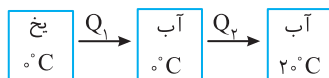
گرمای نهان ذوب $L_F = 336 \times 10^3 \text{ J/kg}$ ، 80 برابر گرمای ویژه آب

$$c = 4200 \text{ J/kg.K}$$
 است بنابراین برای سادگی $L_F = 80 \cdot c$ می‌گیریم:

صرف افزایش دمای آب صرف ذوب یخ

$$Q_{\text{کل}} = Q_1 + Q_2 = mL_F + mc\Delta\theta$$

$$Q_{\text{کل}} = m(80 \cdot c) + mc \times 20 = 100 \cdot mc$$



از $100 \cdot mc$ گرما، $80 \cdot mc$ صرف ذوب یخ شده است:

$$\frac{Q_1}{Q_{\text{کل}}} \times 100 = \frac{80 \cdot mc}{100 \cdot mc} \times 100 = 80\%$$

۱۷۴۰ A

گرمای داده شده و تغییر طول دو میله داده شده است اما این دو پارامتر

$$\begin{cases} Q = mc\Delta\theta \\ \Delta L = L_0 \alpha \Delta\theta \end{cases}$$

باهم چه رابطه‌ای دارند:

تنها ربط این دو رابطه تغییر دماست که باید از یکی به‌دست آمده و در دیگری استفاده شود.

نکته چون دو میله هم‌جنس‌اند پس گرمای ویژه و ضریب انبساط طولی یکسانی دارند.

(۱) گرمای داده شده به دو جسم یکسان است:

$$\begin{cases} Q_A = m_A c \Delta\theta_A \\ Q_B = m_B c \Delta\theta_B \end{cases} \xrightarrow{Q_A = Q_B}$$

$$m_A c \Delta\theta_A = m_B c \Delta\theta_B \xrightarrow{m_A = \frac{m_B}{2}}$$

$$\frac{m_B}{2} \Delta\theta_A = m_B \Delta\theta_B \Rightarrow \frac{\Delta\theta_A}{2} = \Delta\theta_B$$

(۲) تغییر طول میله A، $\frac{3}{4}$ برابر تغییر طول میله B است:

$$\begin{cases} \Delta L_A = L_0 \alpha \Delta\theta_A \\ \Delta L_B = L_0 \alpha \Delta\theta_B \end{cases} \xrightarrow{\Delta L_A = \frac{3}{4} \Delta L_B}$$

$$L_0 \alpha \Delta\theta_A = \frac{3}{4} L_0 \alpha \Delta\theta_B \xrightarrow{\Delta\theta_B = \frac{1}{2} \Delta\theta_A}$$

$$L_0 \Delta\theta_A = \frac{3}{4} L_0 \Delta\theta_B \Rightarrow L_0 \Delta\theta_A = \frac{3}{2} L_0 \Delta\theta_B$$

نکته حجم یک استوانه برابر است با:

$$V = AL$$

سطح مقطع دو میله یکسان است و نسبت طول اولیه آن‌ها را به‌دست آوردیم بنابراین نسبت حجم

$$\frac{V_A}{V_B} = \frac{A_A L_0}{A_B L_0} \xrightarrow{A_A = A_B} \frac{L_0}{L_0} = \frac{V_A}{V_B} = \frac{3}{2}$$

آن‌ها برابر است با:

۱۷۳۷ B

خط فکری

برای حل سؤالاتی که با لوله U سرو کار داریم ابتدا خط تراز را می‌کشیم. خط تراز آخرین جایی است که مایع در دو شاخه یکسان بوده و خطی موازی با سطحی است که لوله روی آن قرار گرفته است. ویژگی خط تراز این است که فشار روی خط تراز یکسان است.

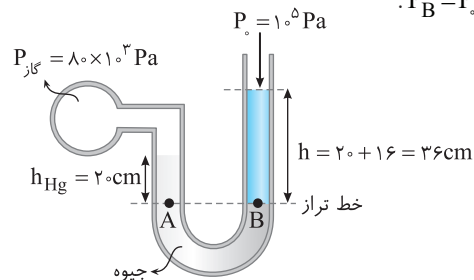
مطابق شکل خط تراز را می‌کشیم. فشار در نقاط A و B با هم برابر است: $P_A = P_B$

فشار در نقطه A برابر هر چیزی است که بالاتر از آن بوده و روی آن فشار می‌آورد پس

$$P_A = P_{\text{گاز}} + \rho_{\text{Hg}} g h_{\text{Hg}}$$

فشار در نقطه B برابر هر چیزی است که بالاتر از آن بوده و روی آن فشار می‌آورد پس

$$P_B = P_0 + \rho g h$$



$$P_A = P_B \Rightarrow P_{\text{گاز}} + \rho_{\text{Hg}} g h_{\text{Hg}} = P_0 + \rho g h$$

$$80 \times 10^3 + 13600 \times 10 \times \frac{20}{100} = 10^5 + \rho \times 10 \times \frac{36}{100}$$

$$8 \times 10^4 + 27200 = 10^5 + 3/6 \rho \Rightarrow 8 \times 10^4 + 2/72 \times 10^4 - 10^5 = 3/6 \rho$$

$$\Rightarrow 0/72 \times 10^4 = 3/6 \rho \Rightarrow \rho = 2000 \text{ kg/m}^3$$

۱۷۳۸ B

نکته

دقت یک وسیله اندازه‌گیری مدرج مانند خط‌کش برابر کمینه درجه‌بندی

آن وسیله است.

خط‌کش ۲۰ cm به ۸۰ قسمت تقسیم شده بنابراین کمینه درجه‌بندی برابر است با:

$$\frac{20 \text{ cm}}{80} = \frac{1}{4} \text{ cm} = 0.25 \text{ cm}$$



هر سانتی‌متر ۱۰ میلی‌متر است بنابراین دقت خط‌کش برحسب mm خواهد شد:

$$0.25 \text{ cm} = 2.5 \text{ mm}$$

۱۷۳۹ B

روش اول: یخ صفر درجه ابتدا تغییر حالت داده و به آب 0°C تبدیل می‌شود و سپس

آب 0°C به آب 20°C تغییر دما می‌دهد:



$$Q_{\text{کل}} = Q_1 + Q_2 \Rightarrow Q_{\text{کل}} = mL_F + mc\Delta\theta$$

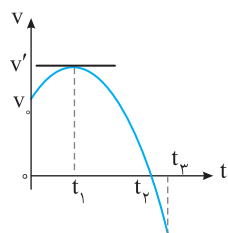
$$\Rightarrow Q_{\text{کل}} = m \times 336000 + m \times 4200 \times 20$$

$$Q_{\text{کل}} = 336000 \cdot m + 84000 \cdot m = 420000 \cdot m$$

سؤال نسبت گرمای ذوب یخ (Q_1) به کل گرمای داده شده به آن ($Q_{\text{کل}}$) را

برحسب درصد خواسته است:

$$\frac{Q_{\text{یخ}}}{Q_{\text{کل}}} \times 100 = \frac{Q_1}{Q_{\text{کل}}} \times 100 = \frac{336000 \cdot m}{420000 \cdot m} \times 100 = 80\%$$



با توجه به این نکات به بررسی تک تک گزاره‌ها می‌پردازیم:

(الف) در لحظه t_1 شیب خط نمودار افقی و صفر شده پس در این لحظه تنها شتاب صفر شده و تغییر علامت می‌دهد اما سرعت V' بوده و تغییر علامت نمی‌دهد. بنابراین گزاره (الف) نادرست است.

(ب) در بازه t_1 تا t_2 سرعت مثبت بوده پس متحرک در جهت مثبت محور Xها در حال حرکت است و گزاره (ب) درست است.

(پ) در بازه t_1 تا t_2 نمودار از محور افقی زمان در حال دور شدن است. پس حرکت متحرک تندشونده بوده و تندی آن از V_1 تا V_2 افزایش می‌یابد و گزاره (پ) نادرست است.

(ت) در بازه t_1 تا t_2 نمودار صعودی با شیب مثبت بوده و شتاب آن مثبت است (شتاب در جهت محور X است) و در بازه t_2 تا t_3 نمودار نزولی با شیب منفی بوده و شتاب آن منفی است (شتاب خلاف جهت محور X است) بنابراین گزاره (ت) نادرست است و تنها گزاره (ب) درست است.

نکته: البته می‌توانیم کمی حرفه‌ای‌تر باشیم، با توجه به گزینه‌ها گزاره (ب) و (ت) دو بار در گزینه‌ها تکرار شده‌اند. پس تنها همین دو گزاره را بررسی کنیم و چون گزاره (ب) درست و گزاره (ت) نادرست است، پس پاسخ گزینه (۱) می‌شود.

۱۱۷۴۳ C

در این سؤال با نمودار $X-t$ سروکار داریم، به دو نکته زیر دقت کنید:

جابه‌جایی

(۱) سرعت متوسط برابر $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ یا شیب خط قاطع بین دو لحظه است و تندی

مسافت

متوسط برابر $s_{av} = \frac{1}{\Delta t}$ است.

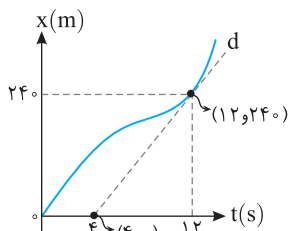
(۲) سرعت در هر لحظه برابر شیب خط مماس بر نمودار مکان - زمان در آن لحظه و تندی برابر اندازه شیب خط مماس در آن لحظه خواهد بود.

در حل سؤال ابتدا با فرض مسئله یعنی برابری تندی در لحظه $t = 12s$ با تندی متوسط در بازه $t_1 = 2s$ تا $t_2 = 14s$ شروع می‌کنیم، سپس خواسته سؤال یعنی نسبت سرعت متوسط در دو بازه گفته شده را حساب می‌کنیم.

(۱) تندی در لحظه $t = 12s$ برابر شیب خط مماس d است.

یادآوری: شیب خط برابر نسبت تغییرات محور قائم به تغییرات محور افقی است:

$$\text{شیب خط} = \frac{\text{تغییرات محور قائم}}{\text{تغییرات محور افقی}} = \frac{24 - 0}{12 - 4} = \frac{24}{8} = 3 \text{ m/s}$$



شیب خط برابر تندی لحظه‌ای است، بنابراین:

$$s(t=12s) = 3 \text{ m/s} \quad (I)$$

(۲) مکان متحرک در لحظه $t = 14s$ داده نشده و مطابق شکل در بازه $2s$ تا $14s$ متحرک از مکان 6 m به مکان X می‌رسد:

$$s_{av} = \frac{1}{\Delta t} \Rightarrow s_{av} = \frac{X - 6}{12} \quad (II)$$

پاسخ تجربی خارج - ۱۴۰۰

۱۱۷۴۱ A

خط‌خطی: با توجه به اینکه گرمای ویژه آب برحسب $J/kg^\circ C$ داده شده باید تغییر دما را در رابطه $Q = mc\Delta\theta$ برحسب درجه سلسیوس قرار دهیم، پس باید فارنهایت را به سلسیوس تبدیل کنیم، همچنین باید با توجه به چگالی و حجم آب، جرم آب را حساب کنیم.

یادآوری: برای تبدیل دما از فارنهایت به درجه سلسیوس از رابطه $F = \frac{9}{5}\theta + 32$

و برای تبدیل تغییر دما از فارنهایت به درجه سلسیوس از رابطه $\Delta F = \frac{9}{5}\Delta\theta$ استفاده می‌کنیم.

(۱) دمای آب $F = 9^\circ$ افزایش یافته یعنی $\Delta F = 9^\circ F$ است، بنابراین خواهیم داشت:

$$\Delta F = \frac{9}{5}\Delta\theta \Rightarrow 9 = \frac{9}{5}\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 5^\circ C$$

یادآوری: هر لیتر معادل 1000 cm^3 است.

(۲) جرم آب را حساب می‌کنیم:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \frac{\rho = 1 \text{ g/cm}^3}{V = 2L = 2000 \text{ cm}^3} \rightarrow 1 \text{ g/cm}^3 = \frac{m}{2000 \text{ cm}^3} \Rightarrow m = 2000 \text{ g} = 2 \text{ kg}$$

میانبر: برای آب با چگالی $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$ به ازای هر حجم آب برحسب لیتر همان مقدار آب برحسب کیلوگرم در اختیار داریم، پس جرم ۲ لیتر آب برابر 2 kg است.

(۳) حال مقدار گرما را حساب می‌کنیم:

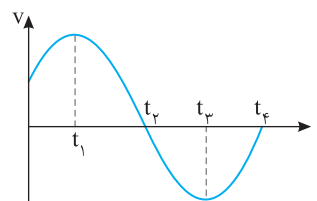
$$Q = mc\Delta\theta \xrightarrow{\Delta\theta = 5^\circ C, m = 2 \text{ kg}} Q = 2 \times 4200 \times 5 = 42000 \text{ J}$$

یادآوری: هر 1000 ژول گرما معادل 1 کیلو ژول گرما است: $Q = 42 \text{ kJ}$

۱۱۷۴۲ B

خط‌خطی: در نمودار $v-t$ مطابق شکل زیر به نکات زیر دقت کنید:

(الف) در بازه t_1 تا t_2 سرعت متحرک مثبت بوده و متحرک در جهت مثبت محور Xها در حال حرکت است و در مدت t_1 تا t_2 سرعت منفی شده و جهت حرکت متحرک تغییر کرده و متحرک در خلاف جهت محور Xها در حال حرکت است.



نکته: جهت حرکت با جهت سرعت مشخص می‌شود و اگر سرعت مثبت باشد، متحرک در جهت محور Xها حرکت می‌کند و بالعکس.

(ب) شیب خط مماس بر نمودار $v-t$ در هر لحظه برابر شتاب حرکت است. در بازه t_1 تا t_2 و t_2 تا t_3 نمودار صعودی با شیب مثبت بوده و شتاب مثبت است و در بازه t_1 تا t_2 نمودار نزولی بوده و شتاب منفی است.

(پ) در بازه t_1 تا t_2 و t_2 تا t_3 نمودار از محور زمان در حال دور شدن بوده و تندی در حال افزایش و حرکت تندشونده است و از طرف دیگر در بازه t_1 تا t_2 و t_2 تا t_3 نمودار به محور زمان در حال نزدیک شدن بوده و تندی در حال کاهش و حرکت کندشونده است.

(ت) در لحظه t_2 سرعت صفر شده و پس از آن تغییر علامت می‌دهد، پس در این لحظه متحرک تغییر جهت می‌دهد و در بیشینه و کمینه نمودار یعنی لحظه‌های t_1 و t_3 شیب خط مماس صفر بوده و در نتیجه شتاب صفر می‌شود و علامت شتاب تغییر می‌کند.

(۳) برای به دست آوردن شتاب متوسط در بازه 10 s تا 15 s نیاز به تغییر سرعت در این بازه یعنی $\vec{v}(t=15\text{ s}) - \vec{v}(t=10\text{ s})$ است که این مقدار را با توجه به معادله‌های (۱) و (۲) به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} \vec{v}(t=10\text{ s}) - \vec{v}(t=0) = -2\vec{i} \\ \vec{v}(t=15\text{ s}) - \vec{v}(t=0) = 1\vec{i} \end{cases} \xrightarrow[\vec{v}(t=0) \text{ حذف شود.}]{\text{دو معادله را از هم کم می‌کنیم تا}} \vec{v}(t=15\text{ s}) - \vec{v}(t=10\text{ s}) = 3\vec{i}$$

(۴) حال شتاب متوسط در بازه 10 s تا 15 s را حساب می‌کنیم:

$$\vec{a}_{av} = \frac{\vec{v}(t=15\text{ s}) - \vec{v}(t=10\text{ s})}{\Delta t} \Rightarrow \vec{a}_{av} = \frac{3\vec{i}}{5} = 0.6\vec{i}$$

خط‌خطی ابتدا با توجه به نمودار باید معادله حرکت دو متحرک را بنویسیم. فاصله

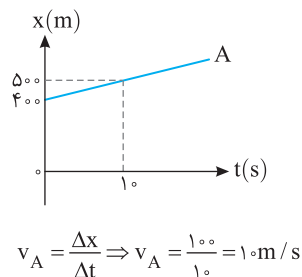
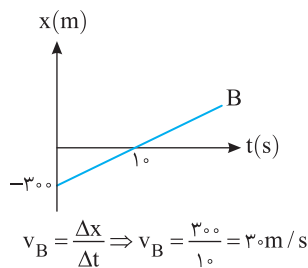
بین دو متحرک برابر تفاضل مکان دو متحرک یعنی $|x_A - x_B|$ است.

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.

بیادآوری شیب نمودار $x-t$ برابر سرعت متحرک است.

(۱) با توجه به شیب خط‌ها، سرعت متحرک‌ها را به دست می‌آوریم:



(۲) معادله حرکت دو متحرک را می‌نویسیم.

$$\begin{aligned} x_A &= v_A t + x_{0A} \xrightarrow[x_{0A}=4\text{ m}]{v_A=1\text{ m/s}} x_A = 1t + 4 \\ x_B &= v_B t + x_{0B} \xrightarrow[x_{0B}=-3\text{ m}]{v_B=3\text{ m/s}} x_B = 3t - 3 \end{aligned}$$

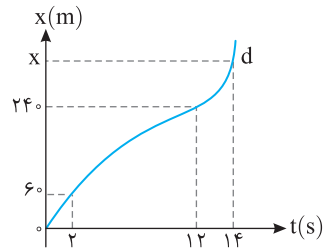
(۳) فاصله دو متحرک از هم 600 متر است، بنابراین:

$$|x_A - x_B| = 600 \xrightarrow[x_B=3t-3]{x_A=1t+4} |1t+4 - (3t-3)| = 600 \Rightarrow |-2t+7| = 600$$

نکته در حل معادله‌های قدرمطلق حواستون باشد که: $|x| = a \Rightarrow x = \pm a$

(۴) حال معادله را حساب می‌کنیم:

$$\begin{aligned} |-2t+7| = 600 &\Rightarrow -2t+7 = \pm 600 \\ \begin{cases} -2t+7 = 600 \Rightarrow -2t = 593 \Rightarrow t_1 = 296.5 \\ -2t+7 = -600 \Rightarrow -2t = -607 \Rightarrow t_2 = 303.5 \end{cases} &\Rightarrow \begin{cases} t_1 = 296.5 \\ t_2 = 303.5 \end{cases} \end{aligned}$$



با توجه به فرض مسئله تندی در لحظه 12 s با تندی متوسط در بازه 2 s تا 14 s با هم برابر است پس از رابطه (I) و (II) می‌توان نوشت:

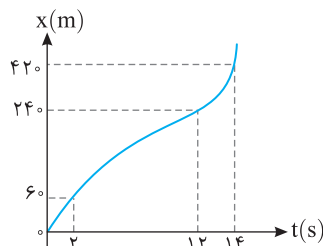
$$\frac{x-6}{12} = 3 \Rightarrow x-6 = 36 \Rightarrow x = 42\text{ m}$$

بیادآوری دو ثانیه اول یعنی $t=0$ تا $t=2\text{ s}$ و دو ثانیه هفتم یعنی $t=12\text{ s}$ تا $t=14\text{ s}$

دو ثانیه اول	دو ثانیه دوم	دو ثانیه سوم	دو ثانیه چهارم	دو ثانیه پنجم	دو ثانیه ششم	دو ثانیه هفتم
0 تا 2 s	2 s تا 4 s	4 s تا 6 s	6 s تا 8 s	8 s تا 10 s	10 s تا 12 s	12 s تا 14 s

(۳) در دو ثانیه اول (0 تا 2 s) متحرک از مکان $x=0$ تا $x=6\text{ m}$ جابه‌جا می‌شود و سرعت متوسط در این بازه برابر است با:

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



(۴) در دو ثانیه هفتم (12 s تا 14 s) متحرک از مکان $x=24\text{ m}$ به مکان $x=42\text{ m}$ می‌رود و سرعت متوسط خواهد شد:

$$v'_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v'_{av} = \frac{42-24}{2} = 9\text{ m/s}$$

(۵) نسبت v_{av} به v'_{av} را به دست می‌آوریم:

$$\frac{v_{av}}{v'_{av}} = \frac{3}{9} = \frac{1}{3}$$

بیادآوری شتاب متوسط برابر $\vec{a}_{av} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$

(۱) شتاب متوسط در بازه 0 تا 10 s برابر $-2\vec{i}$ است:

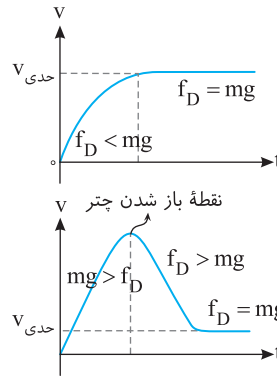
$$\vec{a}_{av} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \xrightarrow[t_2=10\text{ s}]{t_1=0} \frac{\vec{v}(t=10\text{ s}) - \vec{v}(t=0)}{10-0} = \frac{-2\vec{i} - 0}{10} = -0.2\vec{i}$$

(۲) شتاب متوسط در بازه 0 تا 15 s برابر $\frac{2}{3}\vec{i}$ است:

$$\vec{a}_{av} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \xrightarrow[t_2=15\text{ s}]{t_1=0} \frac{\vec{v}(t=15\text{ s}) - \vec{v}(t=0)}{15-0} = \frac{2\vec{i} - 0}{15} = \frac{2}{15}\vec{i}$$



در موضوع مقاومت شاره و حرکت چتر باز به دو حالت زیر دقت کنید:



الف) اگر چتر باز در همان ابتدا با چتر باز پریده باشد، رفته رفته تندی آن افزایش یافته تا به تندی حدی برسد و پس از آن با تندی ثابت به حرکت خود ادامه می دهد:

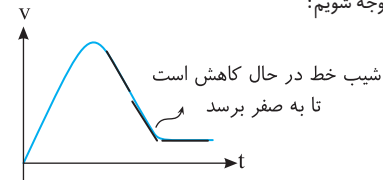
ب) اگر چتر باز ببرد و پس از مدتی چتر خود را باز کند، در لحظه باز شدن چتر تندی حرکت متحرک بیشینه بوده و با باز شدن چتر تندی چتر باز شروع به کم شدن می کند تا به تندی حدی برسد:

نکته مقاومت هوا به تندی جسم بستگی دارد و با افزایش و یا کاهش تندی جسم مقاومت هوا به ترتیب افزایش و یا کاهش می یابد.

با توجه به سؤال چتر باز بعد از مدتی چتر خود را باز کرده یعنی حرکت چتر باز مانند حالت (ب) خط فکری است. بعد از باز شدن چتر تندی چتر باز شروع به کاهش می کند بنابراین گزینه های (۱) و (۳) و (۴) که در آن ها بیان شده تندی جسم افزایش می یابد نادرست بوده و تنها گزینه (۲) درست است.

اما بررسی شتاب حرکت: جهت حرکت چتر باز به سمت پایین است و پس از باز کردن چتر حرکت چتر باز کندشونده بوده و نیروی مقاومت هوا (f_D) به سمت بالا و بزرگ تر از W است و نیروی خالص وارد بر چتر باز $f_D - W$ خواهد شد. در اصل $F_{net} = ma \Rightarrow f_D - W = ma'$ است و با کم شدن تندی جسم f_D کاهش می یابد در نتیجه شتاب کاهش می یابد و در تندی حدی که $f_D = mg$ می شود شتاب صفر است یعنی شتاب بعد از باز شدن چتر در حال کاهش است.

البته می توانستیم از روی نمودار $v-t$ و شیب خط مماس که شتاب را به ما می دهد نیز این موضوع را متوجه شویم:

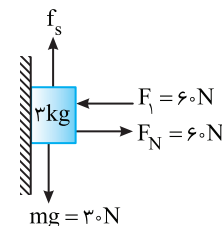


خط فکری ابتدا با نیروی F_1 جسم ساکن است، در این حالت به جسم نیروی

$mg = 30N$ رو به پایین وارد می شود، اما جسم تکان نمی خورد یعنی برای نیروهای مساوی یا کوچک تر از $30N$ جسم به حرکت در نمی آید.

جسم ساکن است: $f_s = mg \Rightarrow f_s = 30N$

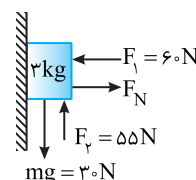
جسم در راستای افقی حرکت ندارد: $F_1 = F_N \Rightarrow F_N = 60N$



هم بر نیروی وزن و هم بر نیروی اصطکاک غلبه شده است. مطابق شکل به جسم دو نیروی F_1 و F_N وارد می شود:

در راستای افقی جسم حرکت نمی کند:

$$F_1 = F_N \Rightarrow F_N = 60N$$



دو نیروی $F_1 = 55N$ به سمت بالا و $mg = 30N$

به سمت پایین به جسم وارد می شود. در واقع به جسم نیروی خالص $55 - 30 = 25N$ به سمت بالا وارد می شود که چون از $30N$ کمتر است با توجه به خط فکری جسم همچنان ساکن می ماند و به آن نیروی

اصطکاک ایستایی به سمت پایین وارد می شود، چون نیروی F_1 به سمت بالا بزرگ تر از نیروی mg به سمت پایین است:

$$f_s + mg = F_1 \Rightarrow f_s + 30 = 55 \Rightarrow f_s = 25N$$

نکته از طرف سطح دو نیروی عمودی سطح و اصطکاک، عمود بر هم به جسم وارد می شود بنابراین نیرویی که سطح وارد می کند بر این دو نیروی عمود بر هم است:

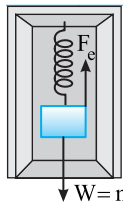
$$R = \sqrt{f_s^2 + F_N^2}$$

نیروی وارد از طرف سطح را حساب می کنیم:

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

$$R = 65N$$

خوب است دو 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 $60 = 5 \times 12$ نیوتون است پس بر ایند آن ها $65 = 5 \times 13$ نیوتون است.

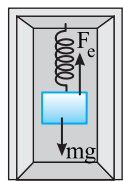


(۱) مطابق شکل روبه رو، در یک شکل ساده نیروهای وارد بر جسم را رسم می کنیم:

نکته در استفاده از قانون دوم نیوتون به نکات زیر دقت کنید:

$$F_{net} = ma \Rightarrow \begin{cases} a > 0: \text{حرکت تند شونده} \\ a < 0: \text{حرکت کند شونده} \end{cases}$$

F_{net} نیروی خلاف جهت حرکت - نیروی در جهت حرکت



$$F_{net} = ma$$

(۲) آسانسور در حال حرکت به سمت بالا و در حال ترمز بوده
($a = -2m/s^2$) است، با توجه به قانون دوم نیوتون داریم:

$$\begin{aligned} F_{net} &= \text{نیروی خلاف جهت حرکت} - \text{نیروی در جهت حرکت} \\ a &= -2m/s^2 \\ F_e - mg &= ma \end{aligned}$$

$$F_e - 80 = 80(-2) \Rightarrow F_e - 80 = -160 \Rightarrow F_e = 80 - 160 = -80N$$

$$F_e = k\Delta x \quad \text{نیروی فنر برابر } F_e = k\Delta x \text{ است:}$$

نکته در رابطه $F_e = k\Delta x$ اگر یکای ثابت فنر N/m باشد، تغییر طول فنر

نیز بر حسب m قرار می گیرد و اگر ثابت فنر بر حسب N/cm داده شد می توان یکای تغییر طول فنر را نیز cm قرار داد.

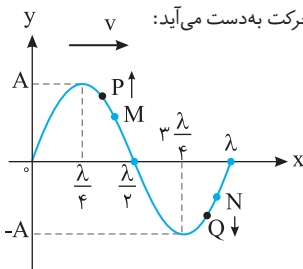
نیروی وزن (mg) فنر را به سمت پایین می کشد و بزرگی شتاب حرکت $2m/s^2$

بوده و از $g = 10m/s^2$ کمتر است پس فنر کشیده خواهد شد:

$$x_2 - x_1 = 3/2 \quad x_1 = 20cm \Rightarrow x_2 - 20 = 3/2 \Rightarrow x_2 = 23/2cm$$

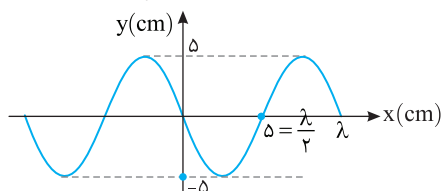
۱۷۵۰ B خط‌فکری

در نمودار $y-x$ یک موج که تصویر آن است، از محور افقی طول موج و از محور قائم دامنه حرکت به دست می‌آید:



جهت حرکت هر ذره از محیط با توجه به نقطه قبل به دست می‌آید، به طور مثال وقتی موج به سمت راست حرکت می‌کند ذره P که قبل از M است بالاتر از M قرار دارد یعنی ذره M رو به بالا در حال حرکت است. ذره قبل از N یعنی ذره Q پایین‌تر از N بوده و نقطه N در حال حرکت به سمت پایین است.

(۱) با توجه به محور افقی طول موج را به دست می‌آوریم: $\frac{\lambda}{2} = 5 \Rightarrow \lambda = 10 \text{ cm}$

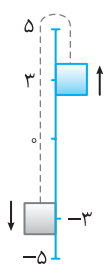
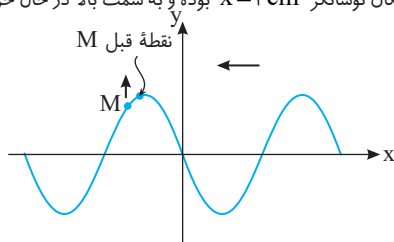


با توجه به رابطه $\lambda = \frac{v}{f} = vT$ ، دوره نوسان ذرات موج و بسامد نوسان ذرات موج

به دست می‌آید: $\lambda = vT \Rightarrow 10 \text{ cm} = 20 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \times T \Rightarrow T = \frac{1}{2} \text{ s}$

نکته در مدت T ذرات محیط یک نوسان کامل انجام داده و به مکان قبلی و در همان جهت نوسان قبلی باز می‌گردند و در مدت $\frac{T}{2}$ مکان و جهت نوسان ذرات محیط قرینه می‌شوند.

(۲) با توجه به مکان M و جهت انتشار موج نقطه قبل M بالاتر از آن قرار دارد بنابراین در لحظه t_1 مکان نوسانگر $x = 3 \text{ cm}$ بوده و به سمت بالا در حال حرکت است.



(۳) در مدت $\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{1}{4} \text{ s}$ باید دید نوسانگر چه مقدار

جابه‌جا شده است. دقت کنید که $\frac{1}{4} \text{ s}$ نصف دوره ($T = \frac{1}{2} \text{ s}$) نوسان است. بنابراین مطابق شکل روبه‌رو مکان و جهت نوسانگر در این مدت قرینه می‌شود و جابه‌جایی آن خواهد شد:

$$\Delta x = x_2 - x_1 \Rightarrow \Delta x = -3 - 3 = -6 \text{ cm}$$

$$\Delta t = \frac{1}{4} \text{ s}$$

یادآوری سرعت متوسط برابر است با: $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$

(۴) بزرگی سرعت متوسط ذره M را حساب می‌کنیم:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow v_{av} = \frac{-6 \text{ cm}}{\frac{1}{4} \text{ s}} \Rightarrow v_{av} = -24 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

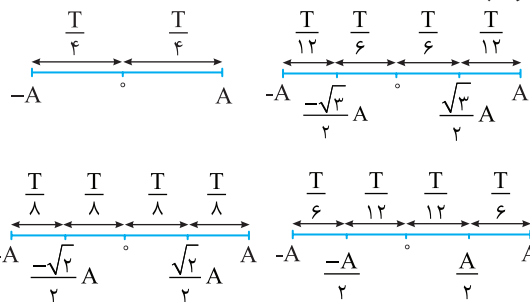
$$|v_{av}| = 24 \text{ cm/s}$$

۱۷۴۹ B

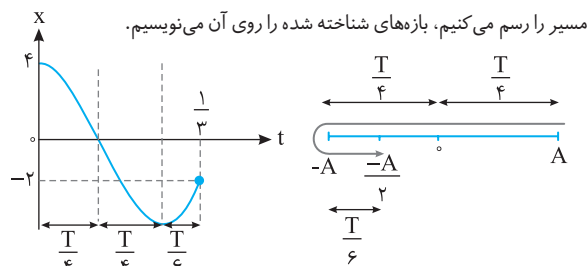
در ابتدای این تست به شما می‌گوییم که این تست با اطلاعات کتاب درسی قابل حل نیست. زیرا در کتاب درسی به صراحت بیان شده که نباید براساس رابطه انرژی پتانسیل نوسانگر ($U = \frac{1}{2} kx^2$) مسئله‌ای طرح شود.

خط‌فکری در نمودار $x-t$ حرکت هماهنگ ساده از محور افقی دوره و از محور قائم دامنه حرکت به دست می‌آید.

یادآوری باید بازه‌های زمانی شناخته شده مربوط به جابه‌جایی‌های معروف را به‌خاطر بسپارید.



(۱) با توجه به نمودار مدت زمانی که طول می‌کشد متحرک برای دومین بار به -2 cm یعنی $-\frac{A}{2}$ برسد، $\frac{1}{3}$ ثانیه است:



$$\Delta t = \frac{1}{3} \Rightarrow \frac{T}{4} + \frac{T}{4} + \frac{T}{6} = \frac{1}{3}, \quad \frac{4T}{6} = \frac{1}{3} \Rightarrow T = \frac{1}{2} \text{ s}$$

بسامد زاویه‌ای خواهد شد: $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{\frac{1}{2}} \Rightarrow \omega = 4\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$

معادله حرکت نوسانی را می‌نویسیم:

$$x = A \cos \omega t \xrightarrow{A=4 \text{ cm} = 0.04 \text{ m}} x = 0.04 \cos 4\pi t$$

$$\xrightarrow{t=\frac{3}{16} \text{ s}} x = 0.04 \cos 4\pi \times \frac{3}{16}$$

$$x = 0.04 \cos \frac{3\pi}{4} = -0.02\sqrt{2} \text{ m}$$

از اینجا به بعد شما باید از کتاب درسی خارج شوید و از رابطه $U = \frac{1}{2} kx^2$ استفاده کنید.

$$\frac{U}{E} = \frac{\frac{1}{2} kx^2}{\frac{1}{2} kA^2} = \frac{x^2}{A^2} \Rightarrow \frac{U}{E} = \frac{x^2}{A^2} \xrightarrow{x=-0.02\sqrt{2} \text{ m}, A=0.04 \text{ m}}$$

$$\frac{U}{E} = \frac{(-0.02\sqrt{2})^2}{(0.04)^2} = \frac{1}{2} \Rightarrow U = \frac{1}{2} E$$

با توجه به تعریف انرژی مکانیکی خواهیم داشت:

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

بنابراین گزینه (۲) درست است.

در سؤالاتی که تراز شدت صوت در چند نقطه داده می‌شود به نکات زیر

دقت کنید:

الف) شدت صوت برابر $I = \frac{P}{A}$ است که در این رابطه $A = 4\pi r^2$ و r فاصله از

چشمه صوت و P توان چشمه صوت است.

ب) اگر چشمه صوت یکسان و فاصله‌ها در حال تغییر باشند، توان چشمه P در هر نقطه ثابت اما A با توجه به فاصله از چشمه در حال تغییر است.

شدت صوت در نقطه خواسته شده

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

پ) تراز شدت صوت برابر

تراز شدت صوت مبنا
تراز شدت صوت برحسب دسی بل

است و اختلاف تراز شدت صوت در دو نقطه دلخواه (۱) و (۲) برابر است:

$$\Delta\beta = \beta_2 - \beta_1 \Rightarrow \Delta\beta = 10 \log \frac{I_2}{I_0} - 10 \log \frac{I_1}{I_0}$$

$$\Delta\beta = 10 \left(\log \frac{I_2}{I_0} - \log \frac{I_1}{I_0} \right) \xrightarrow{\log a - \log b = \log \frac{a}{b}} \Delta\beta = 10 \log \frac{I_2}{I_1}$$

ت) نسبت شدت صوت در دو نقطه برابر است با:

دامنه چشمه موج
بسامد چشمه موج

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{P_2}{P_1} \times \frac{A_1}{A_2} \xrightarrow{P \propto f^2, P \propto A^2} \frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{f_2}{f_1}\right)^2 \times \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2 \times \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

مساحت سطح جبهه صوت

$$\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

که اگر چشمه ثابت باشد:

جمع‌بندی از نکات لگاریتم که در این بخش به آن نیاز داریم:

$$\log a + \log b = \log ab \quad \log a - \log b = \log \frac{a}{b}$$

$$\log b^a = a \log b \quad \log a = \log b \Rightarrow a = b$$

$$\log 10^a = a \log 10 = a$$

(۱) اختلاف تراز شدت صوت در دو نقطه A و B را به دست می‌آوریم:

$$\Delta\beta = \beta_A - \beta_B \xrightarrow{\beta_A = 10 \log \frac{I_A}{I_0}, \beta_B = 10 \log \frac{I_B}{I_0}} \Delta\beta = 10 \left(\log \frac{I_A}{I_0} - \log \frac{I_B}{I_0} \right) \Rightarrow \frac{\beta_A}{10} - \frac{\beta_B}{10} = \log \frac{I_A}{I_B}$$

$$\beta_A - \frac{\beta_B}{10} = 10 \left(\log \frac{I_A}{I_0} - \log \frac{I_B}{I_0} \right) \Rightarrow \frac{\beta_A}{10} = 10 \log \frac{I_A}{I_B}$$

(۲) چشمه ثابت است و شدت صوت با مربع فاصله نسبت وارون دارد یعنی $\frac{I_A}{I_B}$ برابر

$$\left(\frac{r_B}{r_A}\right)^2 \text{ است:}$$

$$\frac{\beta_A}{10} = 10 \log \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^2 \xrightarrow{r_B = r_A} \frac{\beta_A}{10} = 10 \log (2)^2$$

$$\xrightarrow{\log a^b = b \log a} \frac{\beta_A}{10} = 2 \log 2$$

$$\xrightarrow{\log 2 = 0.3} \frac{\beta_A}{10} = 0.6 \Rightarrow \beta_A = 6 \text{ dB}$$

(۳) حال اختلاف تراز شدت صوت بین A و C را به دست می‌آوریم:

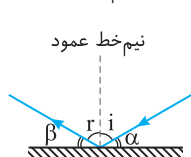
$$\beta_A - \beta_C = 10 \log \frac{I_A}{I_0} - 10 \log \frac{I_C}{I_0} \Rightarrow 36 - \beta_C = 10 \left(\log \frac{I_A}{I_C} \right)$$

$$\frac{I_A}{I_C} = \left(\frac{r_C}{r_A}\right)^2 = 16 \xrightarrow{16 = 2^4} 36 - \beta_C = 10 \log 2^4$$

$$\xrightarrow{\log a^b = b \log a} 36 - \beta_C = 40 \log 2$$

$$\xrightarrow{\log 2 = 0.3} 36 - \beta_C = 12 \Rightarrow \beta_C = 24 \text{ dB}$$

با توجه به قانون بازتاب عمومی، زاویه‌ای که پرتو تابش با نیم خط عمود (زاویه تابش) با زاویه‌ای که پرتو بازتاب با نیم خط عمود (زاویه بازتاب) می‌سازد با هم برابر است:



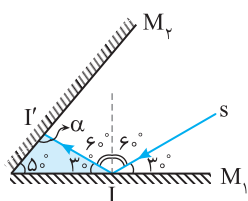
$$\begin{cases} \hat{i} = \hat{r} \\ \hat{\alpha} + \hat{i} = 90^\circ \\ \hat{r} + \hat{\beta} = 90^\circ \end{cases}$$

(۱) با توجه به پرتو تابش زاویه تابش را به دست می‌آوریم، سپس با توجه به اینکه زاویه تابش و بازتاب با هم برابر است، زاویه بازتاب و پرتو بازتاب را می‌کشیم:

$$30^\circ + \hat{i} = 90^\circ \Rightarrow \hat{i} = 60^\circ$$

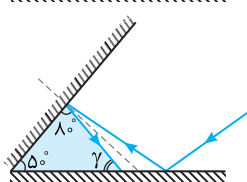
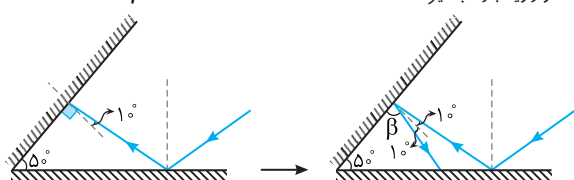
(۲) زاویه بازتاب 60° است:

$$\text{در مثلث رنگی} \quad 30^\circ + 50^\circ + \hat{\alpha} = 180^\circ \Rightarrow \hat{\alpha} = 100^\circ \text{ C}$$



(۳) برای پرتو II' خط عمود را می‌کشیم، پس زاویه تابش به سطح M_2 ، 10° است و زاویه بازتاب نیز 10° است:

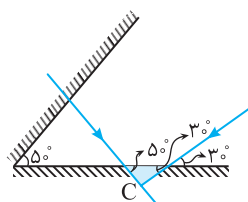
$$\hat{\beta} + 10^\circ = 90^\circ \Rightarrow \hat{\beta} = 80^\circ$$



$$\text{در مثلث رنگی} \quad 50^\circ + 80^\circ + \hat{\gamma} = 180^\circ \Rightarrow \hat{\gamma} = 50^\circ$$

(۴) حال امتداد دو پرتو SI و بازتاب از سطح دوم را با هم قطع می‌دهیم تا زاویه بین دو پرتو را به دست بیاوریم. برای خلوت شدن شکل تنها پرتو SI و بازتاب از سطح M_2 را کشیدیم:

$$\text{در مثلث رنگی} \quad 50^\circ + 30^\circ + \hat{C} = 180^\circ \Rightarrow \hat{C} = 100^\circ$$



$$\frac{1}{12} = \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{(n'+3)^2} \right) \xrightarrow{n'=3} \frac{1}{12} = \frac{1}{9} - \frac{1}{36} \Rightarrow \frac{1}{12} = \frac{3}{36} \checkmark$$

بنابراین $n'=3$ و رشته آن پاشن است.

گزینه (۲):

$$\frac{1}{12} = \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{(n'+3)^2} \right) \xrightarrow{n'=4} \frac{1}{12} = \frac{1}{16} - \frac{1}{49} \Rightarrow \frac{1}{12} = \frac{33}{784} \times$$

گزینه (۳):

$$\frac{1}{12} = \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{(n'+3)^2} \right) \xrightarrow{n'=5} \frac{1}{12} = \frac{1}{25} - \frac{1}{64} \Rightarrow \frac{1}{12} = \frac{39}{1600} \times$$

خط‌خطی

چون در پراتنز انرژی ریدبرگ داده شده است، پس باید مسئله را با استفاده از رابطه $E_U - E_L = hf$ حل کرد. همچنین باید دو رابطه زیر از مدل اتمی

بور را به خاطر داشته باشیم:

$$E_n = \frac{-E_R}{n^2} \quad r = n^2 a_0$$

شماره مدار ۱ شعاع مدار

(۱) ابتدا با توجه به رابطه $E_U - E_L = hf$ حل سؤال را آغاز می‌کنیم و شماره مدار r و r' را به دست می‌آوریم.

$$E_U - E_L = hf \xrightarrow{E_U = \frac{-E_R}{n_U^2}, E_L = \frac{-E_R}{n_L^2}} \frac{-13/6}{n_U^2} - \frac{-13/6}{n_L^2} = 2/55 \Rightarrow \frac{-1}{n_U^2} - \left(-\frac{1}{n_L^2} \right) = \frac{2/55}{13/6} \Rightarrow \frac{-1}{n_U^2} + \frac{1}{n_L^2} = \frac{3}{16} \Rightarrow n_U = 4, n_L = 2$$

بنابراین شماره مدار r ، ۴ و شماره مدار r' ، ۲ است.

در این سؤال هم با توجه به معادله n_U و n_L را حدس زدیم.

(۲) شعاع هر مدار را برحسب شعاع بور (a_0) حساب کرده و آن‌ها را از هم کم می‌کنیم.

$$r_L = n_L^2 a_0 \xrightarrow{r_L = r'} r' = 4a_0 \xrightarrow{(-)} \Delta r = 12a_0 \Rightarrow \frac{\Delta r}{a_0} = 12$$

$$r_U = n_U^2 a_0 \xrightarrow{r_U = r} r = 16a_0$$

خط‌خطی

به بار q_3 از طرف سه بار q_1 و q_2

و q_4 به ترتیب نیروهای الکتریکی F_{13} و F_{23}

وارد می‌شود که نیروهای وارد از طرف بارهای

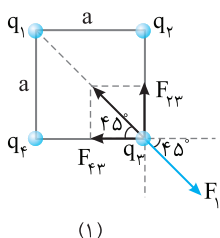
q_4 و q_3 برهم عمودند و نیروی وارد از طرف

q_1 (F_{13}) در راستای قطر قرار دارد. برای اینکه براینده نیروهای وارد بر q_3 صفر

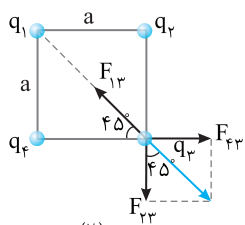
شود باید براینده دو نیروی عمود برهم F_{23} و F_{43} هم‌اندازه و خلاف جهت نیرویی

باشد که q_1 به q_3 (F_{13}) وارد می‌کند، در واقع شکل نیروها باید یکی از حالت‌های

زیر باشد:



(۱)



(۲)

۱۷۵۳ B

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:



سدیم ${}^{24}_{11}\text{Na}$ دارای ۱۱ پروتون و $24 - 11 = 13$ نوترون است. با گسیل β^- از

نوترون‌ها یکی کم می‌شود $13 - 1 = 12$ و بر تعداد پروتون‌ها یکی اضافه می‌شود.

$$11 + 1 = 12$$

۱۷۵۴ B

در ابتدا شما باید بررسی کنید که سومین خط طیفی یک رشته از طول

موج‌های اتم هیدروژن کدام است. اگر فرض شود که الکترون از ترازهای بالاتر به تراز

n' برود در این صورت اولین خط طیفی اتم هیدروژن در این رشته از $n'+1$ به n'

و دومین خط طیفی اتم هیدروژن در این رشته از $n'+2$ به n' و سومین خط طیفی

این رشته از $n'+3$ به n' است یعنی به‌طور کلی اگر شماره خط طیفی m باشد، طول

موج گسیلی مربوط به گذار الکترون از تراز $n'+m$ به n' است.

با توجه به اینکه ثابت ریدبرگ (R) داده شده سؤال را از رابطه $\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n'^2} \right)$

حل می‌کنیم.

(۱) سومین خط طیفی اتمی هیدروژن در رشته n' برابر گذار از $n'+3$ به n' است.

بنابراین:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n'^2} \right) \xrightarrow{n=n'+3} \frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{(n'+3)^2} \right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{(n'+3)^2} \right)$$

(۲) با توجه به بسامد، طول موج را حساب می‌کنیم:

$$\lambda = \frac{v}{f} \xrightarrow{v=c=3 \times 10^8 \text{ m/s}, f=2 \times 10^{14} \text{ Hz}} \lambda = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 10^{14}} \Rightarrow \lambda = \frac{6}{5} \times 10^{-6} \text{ m}$$

(۳) در معادله ریدبرگ چون یکای R برحسب $\frac{1}{\text{nm}}$ داده شده پس باید یکای λ نیز

برحسب nm گذاشته شود.

$$\lambda = \frac{6}{5} \times 10^{-6} \text{ m} \xrightarrow{1 \text{ m} = 10^9 \text{ nm}} \lambda = \frac{6}{5} \times 10^{-6} \times 10^9 \text{ nm} \Rightarrow \lambda = 1200 \text{ nm}$$

$$\lambda = \frac{6}{5} \times 10^{-6} \times 10^9 \text{ nm} \Rightarrow \lambda = 1200 \text{ nm}$$

تکنه

طول موج‌های بین 400 nm تا 700 nm در بازه نورهای مرئی‌اند و

نورهایی با طول موج کمتر از 400 nm فرابنفش و نورهایی با طول موج بیشتر از

700 nm در گستره طول موج‌های فروسرخ‌اند.

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{(n'+3)^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{1200} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{(n'+3)^2} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{12} = \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{(n'+3)^2}$$

تکنه

رشته بالمر در ناحیه فرابنفش و مرئی قرار دارد و چون $\lambda = 1200 \text{ nm}$ در

ناحیه فروسرخ است پس این طول موج برای رشته بالمر نیست.

برای حل معادله بالا به جای حل معادله بهتر است گزینه‌ها را در معادله قرار دهیم یعنی

به جای n' اعداد داده شده در هر گزینه را قرار دهیم.

گزینه (۱):

۴۱۷۵۷ B

خط فکری هر دو بار مثبت هستند و وقتی از بار $q_A = q$ تعدادی الکترون گرفته شود بار q_A مثبت‌تر می‌شود ($q'_A > q_A$) و وقتی این الکترون‌ها به بار B داده می‌شود بار مثبت آن کاهش می‌یابد. اما با توجه به صورت مسئله تعداد الکترون‌ها آن قدر زیاد بوده که بار الکتریکی B منفی شده و $q'_B = -2q$ می‌شود. البته با توجه به پایداری بار، مجموع بارهای A و B قبل از انتقال الکترون و بعد از آن تغییر نمی‌کند.

$$q_A + q_B = q'_A + q'_B$$

با توجه به پایداری بار الکتریکی، مقدار بار A را برحسب q به دست می‌آوریم.

$$q_A + q_B = q'_A + q'_B \xrightarrow{q_A = q_B = q} 2q = q'_A - 2q \Rightarrow q'_A = 4q$$

نیروی کولنی که دو ذره در دو حالت به هم وارد می‌کنند را حساب می‌کنیم:

$$q_A = q \quad q_B = q \quad r$$

$$F_1 = k \frac{|q_A||q_B|}{r^2} \xrightarrow{|q_A| = |q_B| = q} F_1 = k \frac{q^2}{r^2}$$

$$q'_A = +4q \quad q'_B = -2q \quad r$$

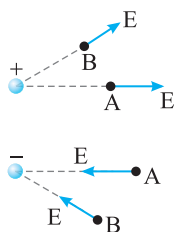
$$F_2 = k \frac{q'_A q'_B}{r^2} \xrightarrow{|q'_A| = 4q, |q'_B| = 2q} F_2 = k \frac{8q^2}{r^2}$$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{k \frac{8q^2}{r^2}}{k \frac{q^2}{r^2}} \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = 8$$

نسبت دو نیرو خواسته شده:

۳۱۷۵۸ B

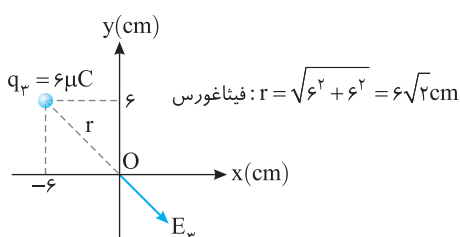
خط فکری ابتدا با توجه به اینکه بار q_3 و q_4 داده شده میدان آن‌ها در مبدأ مختصات را حساب می‌کنیم، این دو بردار در یک راستا قرار داشته و برابند آن‌ها را به دست می‌آوریم و در گام بعدی با توجه به میدان خالص حاصل از سه ذره و میدان برابند دو بار q_3 و q_4 ، میدان حاصل از بار q_1 در نقطه O را به دست آورده و در گام آخر با توجه به رابطه $E_1 = k \frac{q_1}{r^2}$ مقدار بار q_1 را حساب می‌کنیم.



نکته اگر ذره‌ای دارای بار مثبت باشد، میدان حاصل از آن بار در یک نقطه، به سوی خارج بار است؛ یعنی:

اگر ذره‌ای دارای بار منفی باشد، میدان حاصل از آن بار در یک نقطه، به سوی آن بار است. یعنی:

(۱) میدان حاصل از بار q_3 و q_4 را حساب می‌کنیم.



دقت کنید که برابند F_{33} و F_{43} دقیقاً خلاف جهت با F_{13} است و چون F_{13} در راستای قطر مربع است، یعنی با محور افقی و قائم زاویه 45° می‌سازد پس باید نیروهای F_{33} و F_{43} هم‌اندازه باشند تا برابند آن‌ها دقیقاً وسط این دو بردار عمود برهم قرار گیرد یعنی در امتداد قطر مربع بوده و با محور افقی و قائم زاویه 45° بسازد. از طرفی هر دو بار q_4 و q_3 را یا باهم جذب می‌کنند (شکل (۱)) و یا دفع می‌کنند (شکل (۲)) بنابراین باید q_4 و q_3 همان‌نام باشند.

$$F_{33} = F_{43} \Rightarrow k \frac{|q_3||q_3|}{a^2} = k \frac{|q_4||q_3|}{a^2} \Rightarrow |q_3| = |q_4| \Rightarrow q_3 = q_4$$

با توجه به شکل (۱) اگر نیروهای F_{33} و F_{43} ربایشی باشند، نیروی F_{13} رانشی است و در شکل (۲) برعکس شده پس نوع نیروی F_{13} با دو نیروی دیگر متفاوت است و علامت بار q_1 با q_3 و q_4 مختلف است بنابراین گزینه‌های (۳) و (۴) نادرست‌اند.

همچنین با توجه به خط فکری باید برابند F_{33} و F_{43} برابر F_{13} باشد:

$$\begin{cases} F_{33} = k \frac{|q_3||q_3|}{a^2} \\ F_{43} = k \frac{|q_4||q_3|}{a^2} \end{cases}$$

دو بردار برهم عمودند
 $q_3 = q_4$

$$F = \sqrt{F_{33}^2 + F_{43}^2}$$

نکته برابند دو بردار هم‌اندازه و عمود برهم R برابر است با:

$$R_T = \sqrt{R^2 + R^2} = R\sqrt{2}$$

در این سؤال نیز F_{33} و F_{43} باهم برابرند چون q_3 و q_4 باهم برابر شده‌اند پس:

$$F = k \frac{|q_3||q_3|}{a^2} \sqrt{2}$$

این نیرو باید با F_{13} برابر باشد:

فیثاغورس: $r = \sqrt{a^2 + a^2} = a\sqrt{2}$

قانون کولن: $F_{13} = k \frac{|q_1||q_3|}{(a\sqrt{2})^2}$

$$\Rightarrow F_{13} = k \frac{|q_1||q_3|}{2a^2}$$

$$F = F_{13} \Rightarrow k \frac{|q_3||q_3|}{a^2} \sqrt{2} = k \frac{|q_1||q_3|}{2a^2}$$

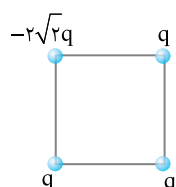
$$\Rightarrow 2\sqrt{2}|q_3| = |q_1| \Rightarrow |q_3| = \frac{1}{2\sqrt{2}}|q_1|$$

$$|q_3| = \frac{1}{2\sqrt{2}} \times \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}}|q_1| \Rightarrow |q_3| = \frac{\sqrt{2}}{4}|q_1|$$

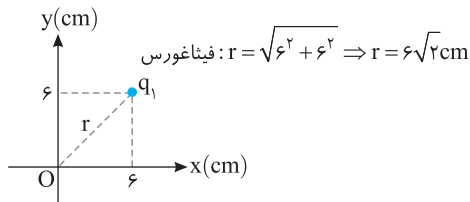
مخرج کسر را گویا می‌کنیم:

بنابراین گزینه (۲) درست است.

میانبر هر گاه بخواهیم برابند نیروهای وارد بر یک رأس مربع صفر شود باید دو بار مجاور آن رأس هم‌اندازه و همان‌نام باشند و بار روی رأس روبه‌روی آن $-2\sqrt{2}$ برابر بار رأس‌های مجاور باشد.



حال با توجه به E_1 ، مقدار q_1 را به دست می‌آوریم:



$$E = k \frac{|q_1|}{r^2} \Rightarrow 5 \times 10^6 = 9 \times 10^9 \times \frac{|q_1|}{(6\sqrt{2})^2} \Rightarrow 4 \times 10^{-6} = 10^{-13} \times |q_1| \Rightarrow |q_1| = 4 \times 10^{-6} \text{ C} = 4 \mu\text{C}$$

۱۷۵۹ B

نکته در یک خازن با تغییر ولتاژ یا بار ذخیره شده در صفحات خازن، ظرفیت خازن تغییر نکرده و ثابت می‌ماند.

(۱) ولتاژ (اختلاف پتانسیل) خازن ۱۰ درصد کاهش یافته است:

$$V_2 = V_1 - \frac{10}{100} V_1 \Rightarrow V_2 = 0.9 V_1$$

(۲) ظرفیت خازن ثابت است، بنابراین با توجه به تعریف ظرفیت خازن می‌توانیم بنویسیم:

$$\begin{cases} C_2 = \frac{Q_2}{V_2} \\ C_1 = \frac{Q_1}{V_1} \end{cases} \xrightarrow{C_1 = C_2} \frac{Q_2}{0.9 V_1} = \frac{Q_1}{V_1} \Rightarrow Q_2 = 0.9 Q_1$$

بنابراین بار الکتریکی نیز مانند ولتاژ ۰/۹ مقدار اولیه شده یعنی ۱۰٪ کاهش یافته است.

نکته درصد تغییرات برابر است با:

$$\frac{\Delta Q}{Q_1} \times 100$$

$$\frac{\Delta Q}{Q_1} \times 100 = \frac{Q_2 - Q_1}{Q_1} \times 100 = \frac{0.9 Q_1 - Q_1}{Q_1} \times 100 = -10\%$$

$$\text{درصد تغییرات} = \frac{-0.1 Q_1}{Q_1} \times 100 = -10\%$$

کاهش

میانبر اگر تنها ولتاژ یا بار تغییر کند و ظرفیت خازن ثابت باشد، درصد تغییرات ولتاژ و بار یکسان خواهد بود.

برای به دست آوردن تغییرات انرژی ذخیره شده از رابطه $U = \frac{1}{2} QV$ استفاده می‌کنیم.

بنابراین:

$$U_1 = \frac{1}{2} Q_1 V_1$$

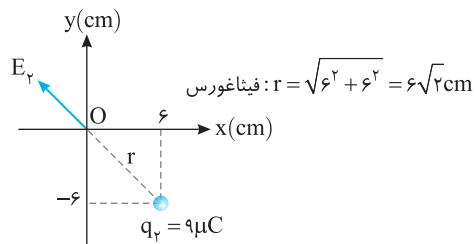
$$U_2 = \frac{1}{2} Q_2 V_2 = \frac{1}{2} (0.9 Q_1) (0.9 V_1) = 0.81 \left(\frac{1}{2} Q_1 V_1 \right) = 0.81 U_1$$

درصد تغییرات انرژی برابر است با:

$$\frac{\Delta U}{U_1} \times 100 = \frac{0.81 U_1 - U_1}{U_1} \times 100$$

$$\text{درصد تغییرات} = \frac{-0.19 U_1}{U_1} \times 100 = -19\%$$

$$E_r = k \frac{q_r}{r^2} \Rightarrow E_r = 9 \times 10^9 \times \frac{6 \times 10^{-6}}{(6\sqrt{2})^2} = \frac{6}{8} \times 10^6 \text{ N/C}$$



$$E_r = k \frac{q_r}{r^2} \Rightarrow E_r = 9 \times 10^9 \times \frac{9 \times 10^{-6}}{(6\sqrt{2})^2} = \frac{9}{8} \times 10^6 \text{ N/C}$$

$\rightarrow E_1$

$\rightarrow E_r$

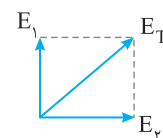
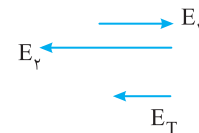
$\rightarrow E_T$

نکته برای دو بردار میدان الکتریکی داریم:
(۱) اگر دو بردار هم جهت باشند:

$$E_T = E_1 + E_r$$

(۲) اگر دو بردار خلاف جهت هم باشند:

$$E_T = |E_1 - E_r|$$



(۳) اگر دو بردار برهم عمود باشند:

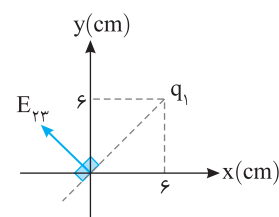
$$E_T = \sqrt{E_1^2 + E_r^2}$$

(۲) دو میدان E_1 و E_r خلاف جهت هم‌اند و E_r بزرگ‌تر از E_1 است، بنابراین

میدان برابند این دو بردار برابر $E_{r,1} = |E_r - E_1|$ است و جهت آن به سمت E_r

$$E_{r,1} = \frac{9}{8} \times 10^6 - \frac{6}{8} \times 10^6 \Rightarrow E_{r,1} = \frac{3}{8} \times 10^6 \text{ N/C}$$

است:



(۳) بار q_1 چه منفی و چه مثبت باشد E_1 با $E_{r,1}$ عمود است پس نیروی خالص در مبدأ مختصات حاصل از برابند دو بردار میدان عمود برهم E_1 و $E_{r,1}$ است:

$$E_T = \sqrt{E_1^2 + E_{r,1}^2} \Rightarrow E_T^2 = E_1^2 + E_{r,1}^2$$

$$\Rightarrow \left(\frac{6}{8} \times 10^6 \right)^2 = E_1^2 + \left(\frac{3}{8} \times 10^6 \right)^2$$

$$E_1^2 = \left(\frac{6}{8} \times 10^6 \right)^2 - \left(\frac{3}{8} \times 10^6 \right)^2 \Rightarrow E_1^2 = (10^6)^2 \left(\left(\frac{6}{8} \right)^2 - \left(\frac{3}{8} \right)^2 \right)$$

$$\Rightarrow E_1^2 = (10^6)^2 \left(\left(\frac{36}{64} \right) - \left(\frac{9}{64} \right) \right)$$

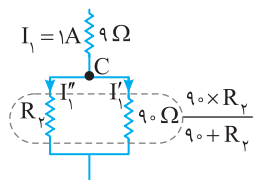
$$E_1^2 = (10^6)^2 \left(\frac{27}{64} \right) \Rightarrow E_1 = (10^6)^2 \left(\frac{27}{64} \right)$$

$$\Rightarrow E_1 = 5 \times 10^6 \text{ N/C}$$

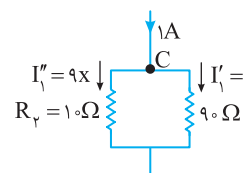
به مقاومت R' نگاه کنید. در آن یک مقاومت 9Ω با مقاومت معادل 90Ω و R_p متوالی است:

$$R' = 9 + \frac{90 \times R_p}{90 + R_p} \Rightarrow 18 = 9 + \frac{90 \times R_p}{90 + R_p}$$

$$9 = \frac{90 \times R_p}{90 + R_p} \Rightarrow 1 = \frac{10 R_p}{90 + R_p} \Rightarrow 90 + R_p = 10 R_p \Rightarrow R_p = 10\Omega$$



جریان I_1 در نقطه C به دو جریان I_1' و I_1'' تقسیم می‌شود. در مقاومت‌های موازی جریان به نسبت وارون مقاومت‌ها تقسیم می‌شود.



یعنی اگر جریان مقاومت 90Ω را با حرف x نمایش دهیم جریان مقاومت 10Ω برابر $9x$ می‌شود در این صورت:

$$1A = x + 9x \Rightarrow I_1' = x = 0.1A, \quad I_1'' = 1 - 0.1 = 0.9A$$

توان مصرفی در یک مقاومت از رابطه‌های زیر به دست می‌آید:

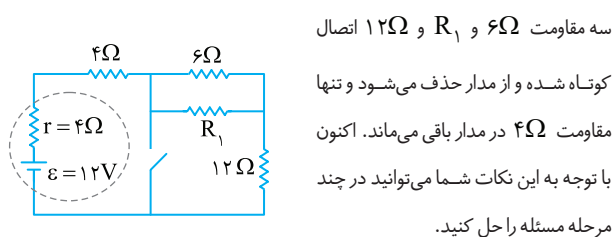
$$P = VI = \frac{V^2}{R} = RI^2$$

از رابطه $P = RI^2$ توان مصرفی را حساب می‌کنیم:

$$P_p = R_p I_1''^2 \Rightarrow P_p = 10 \times (0.9)^2 \Rightarrow P_p = 8.1W$$

۱۷۶۲ B

اختلاف پتانسیل دو سر باتری برابر است با $V = \mathcal{E} - Ir$ با بستن کلید ولتاژ دو سر باتری $0.6V_1$ کاهش می‌یابد یعنی $V_p = 0.6V_1$ است. از طرفی با بستن کلید



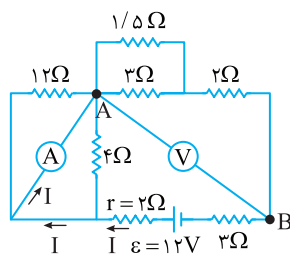
سه مقاومت 6Ω و R_1 و 12Ω اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می‌شود و تنها مقاومت 4Ω در مدار باقی می‌ماند. اکنون با توجه به این نکات شما می‌توانید در چند مرحله مسئله را حل کنید.

$$\begin{aligned} V_p &= 0.6V_1 \xrightarrow{V = \mathcal{E} - Ir} \mathcal{E} - I_p r = 0.6(\mathcal{E} - I_p r) \\ 12 - 4I_p &= 0.6(12 - 4I_p) \Rightarrow 12 - 4I_p = 7.2 - 2.4I_p \\ \text{دو طرف را به 4 تقسیم می‌کنیم} &\Rightarrow 3 - I_p = 1.8 - 0.6I_p \\ \Rightarrow I_p - 0.6I_p &= 1.2 \quad (I) \end{aligned}$$

(۲) در حالتی که کلید را می‌بندیم جریان مدار را حساب می‌کنیم. در این حالت در اثر اتصال کوتاه، تنها مقاومت مدار 4Ω است.

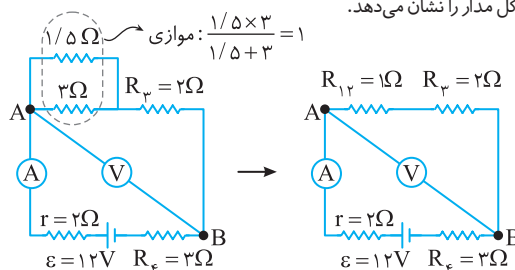
$$I_p = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r} \Rightarrow I_p = \frac{12}{4 + 4} \Rightarrow I_p = 1.5A$$

آمپرسنج آرمانی دارای مقاومت ناچیز است و ولت‌سنج آرمانی دارای مقاومت



بسیار بزرگی است. ابتدا باید شما به نحوه بسته شدن آمپرسنج و ولت‌سنج در مدار دقت کنید. سپس مقاومت معادل و جریان مدار را حساب کنید.

(۱) آمپرسنج با مقاومت‌های 12Ω و 4Ω موازی بسته شده و باعث اتصال کوتاه این دو مقاومت می‌شود و این دو مقاومت از مدار حذف شده و مدار به شکل ساده زیر در می‌آید. در این حالت آمپرسنج جریان کل مدار را نشان می‌دهد.



$$R_{eq} = 1 + 2 + 3 = 6\Omega$$

(۲) مقاومت معادل مدار خواهد شد:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r} \Rightarrow I = \frac{12}{6 + 2} \Rightarrow I = 1.5A$$

(۳) جریان مدار را حساب می‌کنیم

بنابراین آمپرسنج $1.5A$ را نشان می‌دهد.

(۴) ولت‌سنج بین دو نقطه AB بسته شده و اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و B را نشان می‌دهد، بنابراین ابتدا مقاومت معادل بین A و B را حساب می‌کنیم:

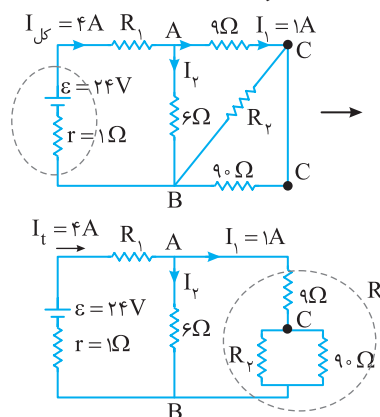
$$R_{AB} = R_{12} + R_3 = 1 + 2 = 3\Omega$$

عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد خواهد شد:

$$V_{AB} = IR_{AB} \Rightarrow V_{AB} = 1.5 \times 3 = 4.5V$$

۱۷۶۱ B

شکل مدار را ساده‌تر رسم کنید تا بتوانید تقسیم جریان در هر شاخه را راحت‌تر درک کنید. مقاومت R_p و 90Ω موازی و با مقاومت 9Ω متوالی هستند و مجموعه آن‌ها با مقاومت 6Ω موازی است.



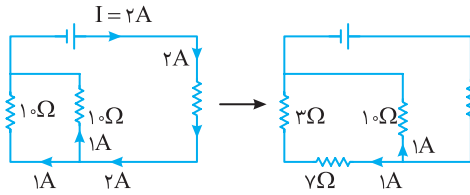
(۱) جریان کل مدار $4A$ وقتی به نقطه A می‌رسد، به دو شاخه I_1 و I_p تقسیم می‌شود

بنابراین جریان I_p خواهد شد:

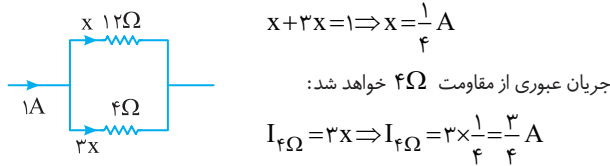
$$I_t = I_1 + I_p \Rightarrow 4 = 1 + I_p \Rightarrow I_p = 3A$$

(۲) مقاومت 6Ω با مقاومت R' موازی است و اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها برابر V_{AB} است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$I_p \times 6 = I_1 \times R' \Rightarrow 3 \times 6 = 1 \times R' \Rightarrow R' = 18\Omega$$



پس به مقاومت 3Ω که معادل دو مقاومت موازی 12Ω و 4Ω است جریان $1A$ می‌رسد.
نکته در مقاومت‌های موازی جریان به نسبت عکس مقدار مقاومت‌ها تقسیم می‌شود.



۱۷۶۴ B

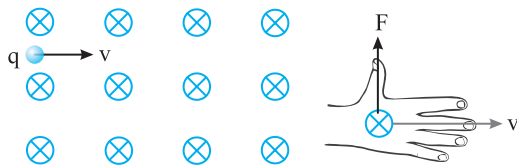
به کمک نیروی مغناطیسی وارد بر بار $(F = qvB \sin \alpha)$ نیروی مغناطیسی وارد بر پروتون را حساب کنید سپس به کمک قانون دوم نیوتون $(F = ma)$ شتاب پروتون را به دست بیاورید.

(۱) اندازه نیرو و جهت آن را با توجه به قاعده دست راست به دست می‌آوریم:

$$F = qvB \sin \alpha \xrightarrow{\text{زاویه بین راستای حرکت و خطوط میدان } \alpha = 90^\circ} F = qvB$$

$$\frac{B = 17 \times 10^{-4} T}{q = 1.6 \times 10^{-19} C} \rightarrow F = \frac{1}{6 \times 10^{-19}} \times 1.6 \times 10^{-19} \times 17 \times 10^{-4} = 1.7 \times 10^{-4} N$$

برای به دست آوردن جهت نیرو، چهار انگشت باز دست راست را در جهت حرکت ذره قرار می‌دهیم به طوری که با خم شدن چهار انگشت، جهت میدان مغناطیسی مشخص شود، در این شرایط انگشت باز شست دست، جهت نیرو را مشخص می‌کند.



بنابراین بردار نیرو به سمت بالا و در جهت محور y است.
 $\vec{F} = (1/6 \times 17 \times 10^{-4}) \vec{j}$
 (۲) حال با توجه به رابطه $\vec{F} = m\vec{a}$ ، بردار شتاب را به دست می‌آوریم:
 $1/6 \times 17 \times 10^{-4} \vec{j} = 1.7 \times 10^{-27} \vec{a} \Rightarrow \vec{a} = 1/6 \times 10^{-1} \vec{j}$

۱۷۶۵ B

در گام اول با توجه به قانون القای فاراده نیرو محرکه القایی متوسط را به دست می‌آوریم و در گام بعدی با توجه به قانون لنز جهت جریان القایی را حساب می‌کنیم.

(۱) **نکته** نیرو محرکه القایی با توجه به قانون القای فاراده از رابطه $\vec{\mathcal{E}} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ به دست می‌آید.

$$\vec{\mathcal{E}} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \quad \Phi = BA \cos \theta \quad N=1, \Delta t = 1ms = 10^{-3}s$$

$$\vec{\mathcal{E}} = - \frac{B_y A \cos \theta - B_x A \cos \theta}{10^{-3}}$$

$$\vec{\mathcal{E}} = \frac{-(B_y - B_x) A}{10^{-3}} \quad \text{صفحه بر خطوط عمود است} \quad \cos \theta = 1$$

$$\frac{\Delta B = -200 G = -200 \times 10^{-4} T}{A = 60 \times 10^{-4} m^2} \rightarrow \vec{\mathcal{E}} = \frac{-(-200 \times 10^{-4}) \times (60 \times 10^{-4})}{10^{-3}} = 12 V$$

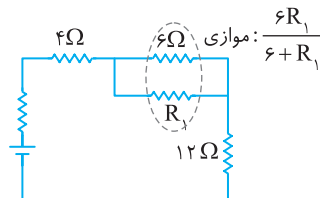
(۳) I_p را در رابطه (I) جای گذاری می‌کنیم تا I_1 را به دست بیاوریم.

$$1/5 - 0/6 I_1 = 1/2 \Rightarrow 0/3 = 0/6 I_1 \Rightarrow I_1 = 0/5 A$$

(۴) مقاومت معادل مدار در حالت اول را به کمک جریان به دست می‌آوریم:

$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq1} + r} \Rightarrow 0/5 = \frac{12}{R_{eq1} + 4} \Rightarrow R_{eq1} = 20 \Omega$$

(۵) با توجه به شکل زیر مقاومت معادل خواهد شد:



$$R_{eq1} = 4 + \frac{6R_1}{6 + R_1} + 12 \quad R_{eq1} = 20 \Omega$$

$$20 = 16 + \frac{6R_1}{6 + R_1} \Rightarrow 4 = \frac{6R_1}{6 + R_1}$$

$$1 = \frac{1/5 R_1}{6 + R_1} \Rightarrow 6 + R_1 = 1/5 R_1 \Rightarrow 0/5 R_1 = 6 \Rightarrow R_1 = 12 \Omega$$

خوب خسته نباشید. این تست جز تست‌هایی است که باید آخر کار به سراغ آن بروید.

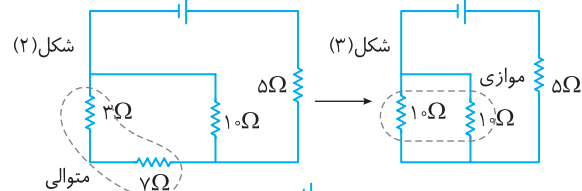
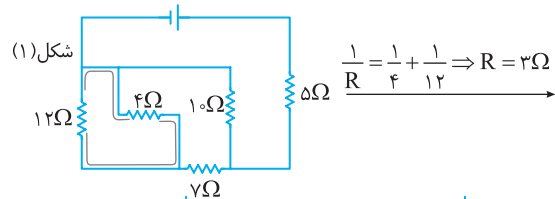
۱۷۶۳ B

در سؤالاتی که مقدار تمام مقاومت‌ها، مقاومت درونی و نیرو محرکه داده شده، ابتدا

مقاومت معادل را حساب کرده در گام بعدی جریان مدار را حساب می‌کنیم $(I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r})$

و در گام آخر با تقسیم جریان، جریان شاخه خواسته شده را به دست می‌آوریم.

(۱) دو سر مقاومت‌های 4Ω و 12Ω به هم بسته شده و این دو مقاومت باهم موازی اند:



(۲) جریان مدار را حساب می‌کنیم:

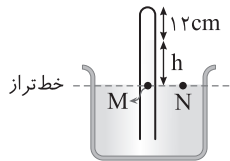
$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r} \quad R_{eq} = 10 \Omega \quad r = 0, \mathcal{E} = 20 V \rightarrow I = \frac{20}{10 + 0} = 2 A$$

(۳) دوباره به سراغ چگونگی به هم بستن مقاومت‌ها می‌رویم. مقاومت 4Ω و 12Ω باهم موازی بوده و معادل آن‌ها با مقاومت 3Ω متوالی است و معادل هر سه مقاومت 12Ω ، 4Ω و 3Ω با مقاومت 10Ω موازی است. تقسیم جریان را از شکل (۳) آغاز می‌کنیم:

نکته ۱۷۶۸ B

در بالای لوله گاز محبوس است و با جابه‌جا کردن لوله چون حجم گاز محبوس در حال تغییر است پس فشار آن نیز تغییر می‌کند.

در حالت اول فشار گاز محبوس ۲cmHg داده شده است. خط تراز را رسم می‌کنیم، در نقاط M و N واقع بر خط تراز خواهیم داشت:

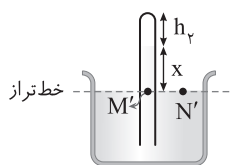


$$P_M = P_N \Rightarrow P_{\text{گاز}} + P_{\text{جیوه}} = P_0 \Rightarrow 2 + h = 76 \Rightarrow h = 74 \text{ cm}$$

حجم گاز محبوس در این حالت برابر است با:

$$V_1 = Ah \xrightarrow{h=74\text{cm}} V_1 = 12A$$

در حالت دوم نیز فشار گاز محبوس 3cmHg است، بنابراین فشار در نقاط M' و N' روی خط تراز را برابر قرار می‌دهیم:



$$P_{M'} = P_{N'} \Rightarrow P_{\text{گاز}} + P_{\text{جیوه}} = P_0 \\ \Rightarrow 3 + x = 76 \Rightarrow x = 73 \text{ cm}$$

حجم گاز محبوس در حالت دوم:

$$V_2 = Ah_2$$

در طول فرایند دما ثابت است، با توجه به قانون گازها برای گاز محبوس شده در ته لوله در دو حالت داریم:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad T_1 = T_2 \quad P_1 = 2 \text{ cmHg}, P_2 = 3 \text{ cmHg}$$

$$2(12A) = 3(Ah_2) \Rightarrow h_2 = 8 \text{ cm}$$

بنابراین در حالت اول طول لوله‌ای که بیرون جیوه قرار دارد

$$12 + h = 12 + 74 = 86 \text{ cm}$$

بوده و در حالت دوم طول لوله‌ای که بیرون جیوه قرار دارد

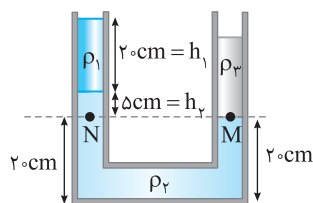
$$h_2 + x = 73 + 8 = 81 \text{ cm}$$

است بنابراین لوله را به اندازه $86 - 81 = 5 \text{ cm}$ بیشتر در جیوه فرو برده‌ایم.

نکته ۱۷۶۹ B

برای حل مسائل لوله‌های U شکل، اولین کار رسم خط تراز و برابر قرار دادن فشار نقاط روی خط تراز است.

ابتدا خط تراز را می‌کشیم، فشار روی خط تراز با هم برابر است:



$$P_M = P_N \Rightarrow P_0 + P_{\text{مایع ۱}} + P_{\text{مایع ۲}} = P_0 + P_{\text{مایع ۳}} + P_0$$

$$\xrightarrow{P = \rho gh} \rho_1 gh_1 + \rho_2 gh_2 = P_{\text{مایع ۳}}$$

$$\Rightarrow 800 \times 10 \times \frac{20}{100} + 1200 \times 10 \times \frac{5}{100} = P_{\text{مایع ۳}}$$

$$P_{\text{مایع ۳}} = 1600 + 600 = 2200 \text{ Pa}$$

برای پیدا کردن جرم مایع ρ_3 ابتدا وزن این مایع را به کمک تعریف فشار حساب می‌کنیم.

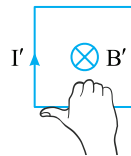
$$P_3 = \frac{W_3}{A} \xrightarrow{A=2\text{cm}^2} 2200 = \frac{W_3}{2 \times 10^{-4}} \Rightarrow W_3 = 0.44 \text{ N}$$

جرم مایع خواهد شد

$$W_3 = m_3 g \Rightarrow 0.44 = m_3 \times 10 \Rightarrow m_3 = 0.044 \text{ kg} = 44 \text{ g}$$

طبق قانون لنز، جریان القایی در جهتی ایجاد می‌شود که با عامل تغییر

شار مخالف کند.



میدان مغناطیسی در حال کاهش است پس باید میدان القایی در جهت میدان داده شده یعنی درونسو القا شود تا با کاهش میدان مغناطیسی (که عامل تغییر شار است) مخالفت کند. حال با توجه به قاعده دست راست و جهت میدان القایی، جهت جریان القایی را به دست می‌آوریم که مشخص می‌شود این جریان ساعتگرد است.

نکته ۱۷۶۶ B

در دستگاه مدرج مانند خط‌کش دقت اندازه‌گیری برابر کمینه درجه‌بندی

دستگاه است. کمینه درجه‌بندی دستگاه در واقع فاصله بین دو شاخص متوالی روی دستگاه است.

دقت خط‌کش برابر 0.5 سانتی‌متر است.

دقت وسیله اندازه‌گیری رقمی ۱ واحد از آخرین رقمی است که دستگاه

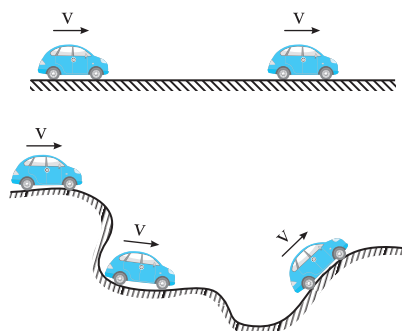
نشان می‌دهد.

دقت ترازو برابر 1 g است.

نکته ۱۷۶۷ B

تندی حرکت برابر بزرگی سرعت است، در شکل‌های زیر تندی حرکت

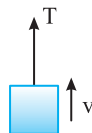
جسم ثابت است.



الف) با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی $W_t = \Delta K$ با ثابت ماندن تندی خواهیم داشت:

$$W_t = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 \Rightarrow W_t = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2) \xrightarrow{v_1 = v_2} W_t = 0$$

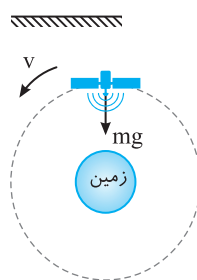
گزاره (الف) درست است.



ب) فرض کنید در شکل روبه‌رو با تندی ثابت جعبه‌ای را به سمت بالا بکشیم در این صورت با اینکه انرژی جنبشی ثابت می‌ماند، اما انرژی پتانسیل در حال افزایش است، بنابراین در این حرکت با تندی ثابت انرژی مکانیکی ($E = K + U$) افزایش می‌یابد. بنابراین گزاره (ب) نادرست است.

پ) در حرکت ماهواره به دور زمین تندی حرکت ماهواره ثابت است، اما به ماهواره همواره نیروی خالص mg به سمت مرکز زمین وارد می‌شود:

بنابراین گزاره (پ) نادرست است.





طول اولیه دو میله برابر است. وقتی دمای هر دو میله را به یک اندازه بالا ببریم افزایش طول میله آلومینیومی از افزایش طول میله فولادی بیشتر است زیرا ضریب انبساط طولی آلومینیوم بزرگ‌تر است. بعد از افزایش دما طول میله آلومینیوم $2/3 \text{ mm}$ بیشتر از طول میله فولادی است بنابراین $\Delta L_{Al} - \Delta L_M = 2/3 \text{ mm}$ است.

اکنون با جایگذاری $\Delta L = L \alpha \Delta \theta$ می‌توانید مسئله را حل کنید.

تغییر طول آلومینیوم و تغییر طول فولاد را حساب می‌کنیم سپس آن‌ها را از هم کم می‌کنیم:

$$\begin{aligned} \Delta L_{Al} - \Delta L_M &= 2/3 \times 10^{-3} \\ \Rightarrow L_{Al} \alpha_{Al} \Delta \theta - L_M \alpha_M \Delta \theta &= 2/3 \times 10^{-3} \\ \frac{L_{Al} = L_M = 4 \text{ m}}{\alpha_{Al} = 23 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}, \alpha_M = 11/5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}} &\rightarrow \\ (4 \times 23 \times 10^{-6} - 4 \times 11/5 \times 10^{-6}) \Delta \theta &= 2/3 \times 10^{-3} \\ \Rightarrow 46 \times 10^{-6} \Delta \theta &= 2/3 \times 10^{-3} \\ \Rightarrow \Delta \theta = \frac{2/3 \times 10^{-3}}{46 \times 10^{-6}} = \frac{2/3 \times 10^{-3}}{46} &= 5^\circ \text{ C} \end{aligned}$$