

گزینه ۱

۱

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{S_{(v-t)}}{\Delta t} = \frac{v_{max} \times 2\Delta}{2\Delta} = \frac{v_{max}}{2} = 10 \Rightarrow v_{max} = 20 \text{ m/s}$$

گزینه ۳

۲

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_{10s} - x_0}{10 - 0} = \frac{20 - (-20)}{10} = 4 \text{ m/s}$$

گزینه ۲

۳

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



$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \xrightarrow{a=2\text{m/s}^2, v_0=0, x_0=0} x = t^2 \Rightarrow \begin{cases} OA = t_{OA}^2 & (1) \\ OB = t_{OB}^2 \Rightarrow OA + 16 = (t_{OA} + \Delta)^2 & (2) \end{cases}$$

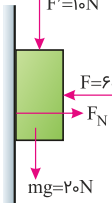
$$\xrightarrow{(1) \Rightarrow (2)} t_{OA}^2 + 16 = t_{OA}^2 + 16t_{OA} + 16 \Rightarrow 16t_{OA} = 16 \Rightarrow t_{OA} = 1 \text{ s}$$

$$OA = t_{OA}^2 \Rightarrow OA = 1^2 = 1 \text{ m}$$

گزینه ۴

۴

ابتدا بررسی می‌کنیم که جسم حرکت می‌کند یا نه؟



$$f_{s,max} = \mu_s \cdot F_N = 0.6 \times 60 = 36 \text{ N}$$

$$mg + F' < f_{s,max} \Rightarrow \text{جسم ساکن می‌ماند}$$

$$\begin{cases} F_N = 60 \text{ N} \\ f_s = mg + F' = 30 \text{ N} \end{cases} \Rightarrow R = \sqrt{60^2 + 30^2} = 30\sqrt{5} \text{ N}$$

گزینه ۳

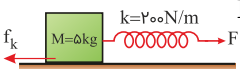
۵

$$\frac{g_h}{g_0} = \left(\frac{R_e}{R_e + h} \right)^2 \Rightarrow \frac{g_h}{9.8} = \left(\frac{6400}{6400 + 6400} \right)^2 = \frac{1}{4} \Rightarrow g_h = \frac{9.8}{4} \text{ m/s}^2$$

$$W = mg_h = 10 \times \frac{9.8}{4} = 24.5 \text{ N}$$

گزینه ۱

۶



$$F - f_k = ma \xrightarrow{v=\text{ثابت} \Rightarrow a=0} k\Delta x - f_k = 0$$

$$\Rightarrow 200 \times \frac{5}{100} = \mu_k \cdot F_N \xrightarrow{F_N=mg=10} 10 = \mu_k \times 10 \Rightarrow \mu_k = 1/2$$

با توجه به رابطه بازده داریم:

$$Ra = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{کل}}} \times 100 \Rightarrow P_{\text{کل}} \times Ra = P_{\text{مفید}} \times 100$$

توان مفید در پمپ آب برابر با کار انجام شده برای بالا آوردن آب ($mg\Delta h$) تقسیم بر زمان انجام این کار است بنابراین داریم:

$$P_{\text{کل}} \times Ra = \frac{mg\Delta h}{t} \times 100 \Rightarrow P_{\text{کل}} \times 80 = \frac{252 \times 10^3 \times 10 \times 12}{3600} \times 100$$

$$\Rightarrow P_{\text{کل}} = 10/5 \times 10^3 W = 10/5 kW$$

روش اول:

بنا بر تعریف کار نیرو یعنی $W_F = F \cos \theta d$ می‌دانیم که نیرویی که در راستای جابه جایی باشد کار انجام می‌دهد و کار نیرویی که عمود بر جابه جایی جسم است صفر است.

در این سوال جسم در جهت محور x جابه جا شده است ($\vec{d} = 6\vec{m}\hat{i}$)، بنابراین فقط مولفه ای از نیروی F که در راستای محور x باشد یعنی $30N\hat{i}$ ، کار انجام می‌دهد. دقت کنید چون جهت این مولفه هم جهت با محور x است با جابه جایی زاویه صفر می‌سازد پس کار این نیرو مقداری مثبت است.

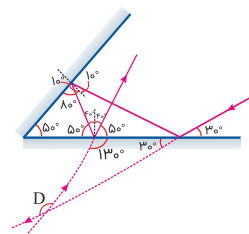
$$W_F = F_x d = 30 \times 6 = 180 J$$

روش دوم:

به طور کلی اگر نیروی $\vec{F} = F_x\hat{i} + F_y\hat{j}$ بر جسمی اثر کند و جابه جایی جسم $\vec{d} = d_x\hat{i} + d_y\hat{j}$ باشد، کار نیرو را می‌توان از راه زیر حساب کرد:

$$W = F_x d_x + F_y d_y = 30 \times 6 + 40 \times 0 = 180 J$$

$$D = 130^\circ + 30^\circ = 160^\circ$$



نکته: برای درست فهمیدن این سؤال باید به کلمه امتداد پرتوها دقت شود.

با توجه به داده‌های سوال براحتی می‌توان دوره تناوب و دامنه نوسان را بدست آورد و به کمک رابطه $v_m = A\omega$ می‌توان بیشینه سرعت نوسانگر را حساب کرد:

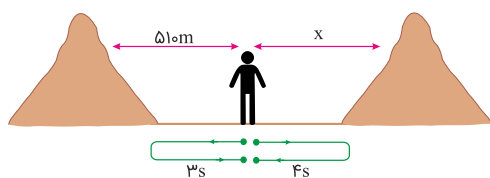
$$T = 2 \times 1 = 2 s$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \xrightarrow{T=2s} \omega = \frac{2\pi}{2} = \pi$$

$$A = \left(\frac{F}{\gamma}\right) cm = 2 cm = 0.02 m$$

$$v_m = A\omega \xrightarrow{A=0.02m, \omega=\pi} v_m = 0.02 \times \pi = 0.02\pi m/s = 2\pi cm/s$$

بسامد زاویه‌ای تمام نقاط طناب باهم برابر است.



صدا مسافت 510m را در مدت $1/5\text{s}$ طی می‌کند و همین صدا مسافت x را در مدت 2s طی می‌کند. بنابراین باتوجه به ثابت بودن سرعت صوت می‌توان نوشت:

$$\frac{510\text{m}}{1/5\text{s}} = \frac{x(\text{m})}{2\text{s}} \Rightarrow x = 680\text{m}$$

$$\text{فاصله دو صخره} = 510 + 680 = 1190\text{m}$$

گزینه "۲" صحیح است.

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty^2} \right) \Rightarrow \lambda = 100\text{nm}$$

این طول موج مربوط به رشته لیمان است.

نیروی هسته‌ای بین ذرات به نوع آن‌ها (پروتون و نوترون بودن) بستگی ندارد و علت نامیدن پروتون و نوترون با نام عام نوکلئون همین است.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} = \frac{10/8\text{N}\vec{i} - 14/4\text{N}\vec{j}}{2 \times 10^{-6}} = 5/4 \times 10^6\text{N/C}\vec{i} - 7/2 \times 10^6\text{N/C}\vec{j}$$

$$|\vec{E}| = \sqrt{(5/4 \times 10^6)^2 + (7/2 \times 10^6)^2} = \sqrt{11 \times 10^{12}} = 9 \times 10^6\text{N/C}$$

$$|\vec{F}_{13} + \vec{F}_{23}| = |\vec{F}_{13}|$$

$$\begin{cases} \vec{F}_{13} + \vec{F}_{23} = +\vec{F}_{13} \Rightarrow \vec{F}_{23} = 0 \Rightarrow q_2 = 0 \Rightarrow \text{در گزینه‌ها نداریم} \\ \vec{F}_{13} + \vec{F}_{23} = -\vec{F}_{13} \Rightarrow -2\vec{F}_{13} = \vec{F}_{23} \Rightarrow |2\vec{F}_{13}| = |\vec{F}_{23}| \end{cases}$$

$$\Rightarrow 2 \times k \frac{|4\mu\text{C}||q_3|}{4L^2} = k \frac{|q_2||q_3|}{L^2} \Rightarrow |q_2| = 2\mu\text{C}$$

با توجه به اینکه نیروی $\vec{F}_{13}$ و $\vec{F}_{23}$ خلاف جهت یکدیگرند، q_2 علامتش قرینه q_1 و منفی است:

$$q_2 = -2\mu\text{C}$$

راه حل اول:

$$U_2 - U_1 = 90 \xrightarrow{U = \frac{q^2}{2C}} \frac{(1/2 \Delta q)^2}{2 \times \Delta} - \frac{q^2}{2 \times \Delta} = 90 \Rightarrow (1/2 \Delta)^2 q^2 - q^2 = 900 \Rightarrow \frac{25}{16} q^2 - q^2 = 900 \Rightarrow q = 40 \mu C$$

$$C = \frac{q}{V} \Rightarrow \Delta = \frac{40}{V} \Rightarrow V = 8 V$$

راه حل دوم:

باتوجه به اینکه مشخصات خازن تغییر نکرده است طبق تعریف $C = k\epsilon_0 \frac{A}{d}$ ظرفیت خازن ثابت است:

$$C = \frac{q}{V} \xrightarrow{C \text{ ثابت می ماند}} \frac{q_1}{V_1} = \frac{q_2}{V_2} \xrightarrow{q_2 = 1/2 \Delta q_1} V_2 = 1/2 \Delta V_1$$

$$U_2 - U_1 = 90 \xrightarrow{U = \frac{1}{2} C V^2} 90 = \frac{1}{2} \times \Delta ((1/2 \Delta)^2 - 1) V_1^2$$

$$\Rightarrow V_1 = 8 V$$

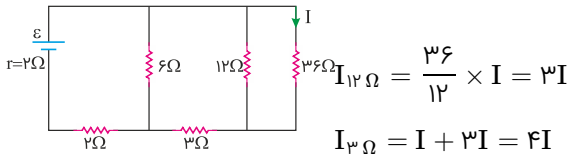
با افزایش مقدار یک مقاومت جریان کلی مدار (جریان عبوری از باتری) کاهش می یابد.

$$V = \epsilon - rI \xrightarrow{I \downarrow} V \uparrow \Rightarrow \text{عدد ولت سنج} \uparrow$$

همچنین ولتاژ دو سر آن مقاومتی که افزایش یافته نیز افزایش می یابد.

$$I \downarrow \Rightarrow R \uparrow \Rightarrow \text{عدد آمپرسنج} \downarrow$$

جریان مقاومت $36\ \Omega$ را I در نظر می‌گیریم. بنابراین:



$$I_{12\ \Omega} = \frac{36}{12} \times I = 3I$$

$$I_{3\ \Omega} = I + 3I = 4I$$

$$I_{6\ \Omega} = \frac{((36\ \Omega \parallel 12\ \Omega) + 3\ \Omega)}{6} \times 4I = 8I$$

$$I_{2\ \Omega} = I_{6\ \Omega} + I_{3\ \Omega} = 8I + 4I = 12I$$

با توجه به جریان‌ها، توان هر مقاومت را محاسبه می‌کنیم.

$$P_{36\ \Omega} = 36I^2$$

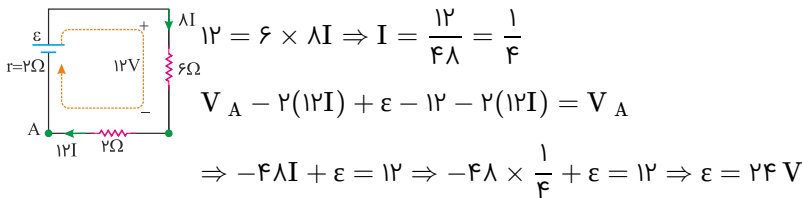
$$P_{12\ \Omega} = 12 \times (3I)^2 = 108I^2$$

$$P_{3\ \Omega} = 3 \times (4I)^2 = 48I^2$$

$$P_{6\ \Omega} = 6 \times (8I)^2 = 6 \times 64I^2 = 384I^2$$

$$P_{2\ \Omega} = 2 \times (12I)^2 = 288I^2$$

بنابراین مقاومت $6\ \Omega$ بیشترین توان مصرفی را دارد و اختلاف پتانسیل دو سر آن $12\ V$ است.

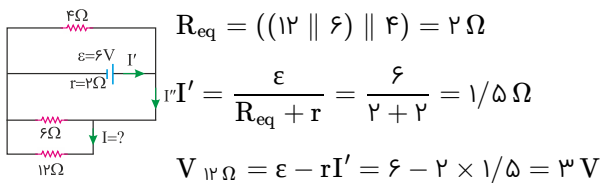


$$12 = 6 \times \lambda I \Rightarrow I = \frac{12}{4\lambda} = \frac{1}{\lambda}$$

$$V_A - 2(12I) + \varepsilon - 12 - 2(12I) = V_A$$

$$\Rightarrow -48I + \varepsilon = 12 \Rightarrow -48 \times \frac{1}{\lambda} + \varepsilon = 12 \Rightarrow \varepsilon = 24\ V$$

مقاومت $12\ \Omega$ سمت راست مدار اتصال کوتاه شده است.



$$R_{eq} = ((12 \parallel 6) \parallel 4) = 2\ \Omega$$

$$I'I' = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{6}{2 + 2} = 1/2\ \Omega$$

$$V_{12\ \Omega} = \varepsilon - rI' = 6 - 2 \times 1/2 = 3\ V$$

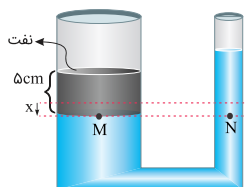
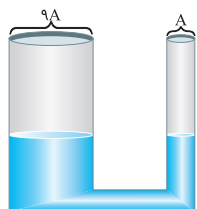
$$I = \frac{V}{R} = \frac{3}{12} = 0.25\ A$$

گزینه "۳" صحیح است.

$$B = \frac{\mu_0 NI}{\ell} = \frac{12 \times 10^{-7} \times 200 \times 5}{0.6} = 2 \times 10^{-3}\ T$$

$$\bar{\epsilon} = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -10^3 \times \frac{|\Delta \vec{B}| A \cos \theta}{\Delta t}$$

$$|\bar{\epsilon}| = \left| -10^3 \times \frac{(0/0.4 - (-0/0.4)) \times 50 \times 10^{-4} \times 1}{0/0.1} \right| = 40 \text{ V}$$



وقتی در لوله سمت چپ نفت می‌ریزیم، سطح آب به اندازه x پایین می‌آید. وقتی این آب وارد لوله سمت راست می‌شود، ارتفاع آب در آن به اندازه $9x$ بالا می‌رود. زیرا سطح مقطع لوله سمت چپ ۹ برابر لوله سمت راست است. نقاط M و N هم که در یک تراز افقی قرار دارند فشار یکسانی دارند. بنابراین:

$$P_M = P_N \Rightarrow \rho_{\text{nft}} g h_{\text{nft}} = \rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}} \Rightarrow 0.8 \times 5 = 1 \times (9x + x) \Rightarrow x = 0.4$$

سؤال $9x$ (یعنی افزایش ارتفاع نسبت به قبل) را خواسته است:

$$9x = 9 \times 0.4 = 3.6 \text{ cm}$$

آهنگ شارش سیال تراکم ناپذیر ثابت است در نتیجه بنا به معادله پیوستگی می‌توان نوشت:

$$A_A v_A = A_B v_B \Rightarrow \frac{v_A}{v_B} = \frac{A_B}{A_A} = \left(\frac{D_B}{D_A} \right)^2 = \left(\frac{1}{2} \right)^2 = \frac{1}{4}$$

گرمایی که آب می‌دهد ($|Q|$) توسط $\frac{2}{3}$ یخ جذب می‌شود و آن را ذوب می‌کند:

$$\begin{aligned} |Q_{\text{آب}}| &= \frac{2}{3} Q_{\text{یخ}} \Rightarrow \frac{2}{3} m_{\text{یخ}} L_F = |m_{\text{آب}} c \Delta \theta| \\ \Rightarrow \frac{2}{3} \times m_{\text{یخ}} \times (80 \times 4200) &= |0.8 \times 4200 \times (0 - 20)| \\ \Rightarrow \frac{2}{3} m_{\text{یخ}} \times 80 &= 16 \Rightarrow m_{\text{یخ}} = 0.3 \text{ kg} = 300 \text{ g} \end{aligned}$$

دقت: برای ساده شدن محاسبات داریم:

$$L_F = 336000 \text{ J/kg} = 80 \times 4200 \text{ J/kg}$$

رابطه گرمای داده شده به A را بر رابطه گرمای داده شده به B تقسیم می‌کنیم. به این ترتیب داریم:

$$\frac{Q_A}{Q_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \frac{c_A}{c_B} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} \Rightarrow 1 = \frac{\rho_A V_A}{\rho_B V_B} \times \frac{c_A}{c_B} \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B}$$

$$\Rightarrow 1 = \frac{2 \times 1}{1 \times 1} \times 2 \times \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} \Rightarrow \frac{\Delta\theta_A}{\Delta\theta_B} = \frac{1}{4}$$

گزینه "۲" صحیح است.

$$A_r = A_1(1 + r\alpha\Delta\theta)$$

$$A_r = 50(1 + 2 \times 2/3 \times 10^{-5} \times 80) = 50 + 0/184 = 50/184 \text{ cm}^r$$