

گزینه ۲

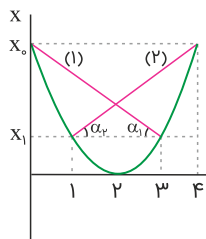
۱

هر چقدر حجم بیشتری از جسم درون آب قرار گیرد، چگالی آن جسم از بقیه بیشتر است.

$$\rho_1 > \rho_3 > \rho_2$$

گزینه ۴

۲

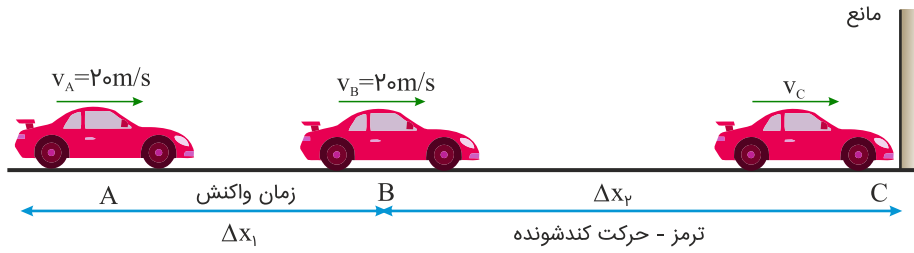


شیب خطی که دو نقطه از نمودار مکان- زمان را به هم می‌رساند برابر با سرعت متوسط متحرک بین آن دو نقطه است:

$$V_{av(o \rightarrow 3s)} = \tan \alpha_1 = \frac{x_o - x_1}{3 - 0} = \frac{\Delta x}{3}$$

$$V_{av(1 \rightarrow 4s)} = \tan \alpha_2 = \frac{x_o - x_1}{4 - 1} = \frac{\Delta x}{3}$$

$$|V_{av(o \rightarrow 3s)}| = |V_{av(1 \rightarrow 4s)}|$$



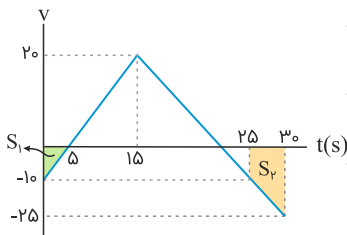
$$\Delta x_1 = vt_1 = 20 \times 0.5 = 10 \text{ m}$$

$$\Delta x_2 = 52 - 10 = 42 \text{ m}$$

$$v_C^2 - v_B^2 = -2a(\Delta x_2) \rightarrow v_C^2 - 20^2 = -2 \times 4 \times 42$$

$$v_C^2 = -336 + 400 = 64 \Rightarrow v_C = 8 \text{ m/s}$$

بهترین روش رسم نمودار سرعت- زمان است.



$$v_{15} = at + v_0$$

$$v_{15} = 2 \times 15 - 10 \Rightarrow v_{15} = 20 \text{ m/s}$$

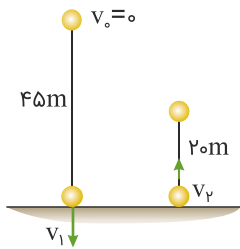
$$v = at + v_0 \Rightarrow 0 = 2t + (-10) \Rightarrow t = 5 \text{ s}$$

$$v_{25} = at + v_0$$

$$v_{25} = -3 \times 10 + 20 = -10 \text{ m/s}$$

$$v_{30} = -3 \times 15 + 20 = -25 \text{ m/s}$$

$$\frac{S_2 \text{ ثانیه دوم}}{S_1 \text{ ثانیه اول}} = \frac{\frac{25 + 10}{2} \times 5}{\frac{10 \times 5}{2}} = \frac{35}{10} = 3.5$$



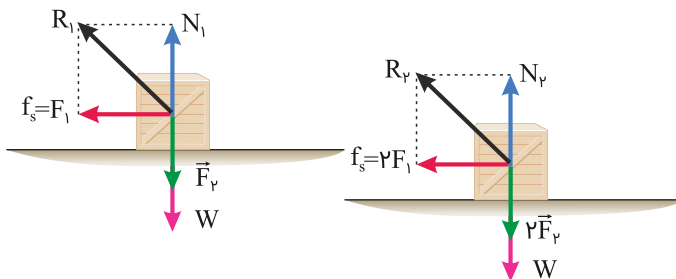
$$v_1 = \sqrt{2gh} \Rightarrow v_1 = \sqrt{2 \times 10 \times 4\Delta} = 30 \text{ m/s}$$

$$v_2 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 20} = 20 \text{ m/s}$$

چون v_1 روبه پایین است با علامت منفی و v_2 با علامت مثبت در نظر گرفته می‌شود.
طبق قانون دوم نیوتون و رابطه آن با تغییرات تکانه جسم خواهیم داشت:

$$F = ma = \frac{m\Delta v}{\Delta t} = \frac{m(v_2 - v_1)}{\Delta t}$$

$$F = \frac{200 \times 10^{-3}(20 - (-30))}{2 \times 10^{-3}} = 5000 \text{ N}$$



$$R_1 = \sqrt{f_s^2 + N_1^2} \Rightarrow R_1 = \sqrt{F_1^2 + (W + F_1)^2}$$

$$R_2 = \sqrt{f_s^2 + N_2^2} \Rightarrow R_2 = \sqrt{(2F_1)^2 + (W + 2F_1)^2}$$

$$R_1 < R_2 < 2R_1$$

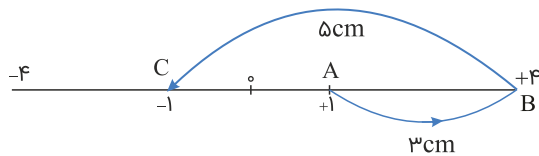
$$1 < K < 2$$

تذکر: چون W ثابت است و فقط F_1 و F_2 دو برابر شده‌اند، نمی‌توان گفت که R_2 دو برابر R_1 است.

چون وزنه متصل به فنر با شتاب ثابت a حرکت می‌کند، می‌توان گفت که نیروی کشسانی فنر برابر با نیروی برآیند وارد بر وزنه است:

$$F_e = F \Rightarrow kx = ma \Rightarrow k \times (140 - 136) = 2 \times 2 \Rightarrow k = 1 \text{ N/cm}$$

دامنه نوسان ۴cm است و با توجه به فرض سوال، نوسانگر از نقطه A می‌گذرد و پس از بازگشت از نقطه B به حرکت ادامه می‌دهد و از نقطه C می‌گذرد.



مسافت پیموده‌شده برابر با ۸cm است (که همان طول پاره‌خط بوده) که در نصف دوره طی می‌شود. بنابراین:

$$f = ۵\text{Hz}, T = \frac{1}{۵}\text{s}$$

$$\Delta t = \frac{T}{۲} = ۰/۱\text{s}$$

همان‌طور که از نمودار نتیجه می‌شود $A = ۲\text{cm}$ و زمانی که طول می‌کشد تا انرژی جنبشی از صفر به بیشینه برسد برابر با $\frac{T}{۴}$ است:

$$\frac{T}{۴} = ۰/۰۵ \rightarrow T = ۰/۲\text{s}$$

در $x = ۰$ انرژی جنبشی و تندی جسم بیشینه است.

$$v_m = A\omega = A\frac{۲\pi}{T} = ۲ \times ۱۰^{-۲} \frac{۲\pi}{۰/۲} = \frac{\pi}{۵} \text{m/s}$$

دو رابطه تندی انتشار موج را با هم ترکیب می‌کنیم و با جایگذاری مقادیر در آن، سطح مقطع سیم را بدست می‌آوریم:

$$\left. \begin{aligned} \lambda &= \frac{V}{f} \rightarrow V = \lambda f \\ V &= \sqrt{\frac{F}{\rho A}} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \lambda f = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$$

$$\frac{2}{10} \times 600 = \sqrt{\frac{36}{10^4 \times A}} \Rightarrow A = \frac{1}{4} \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$A = \frac{1}{4} \times 10^{-6} \text{ m}^2 \times 10^6 \left(\frac{\text{mm}^2}{\text{m}^2} \right) = \frac{1}{4} \text{ mm}^2 = 0.25 \text{ mm}^2$$

باتوجه به اینکه در هر دوره نوسانگر ۲ بار تغییر جهت می‌دهد، در هر نصف دوره یکبار تغییر جهت می‌دهد. کافی است مشخص کنیم Δt با T چه رابطه‌ای دارد. برای این منظور ابتدا دوره تناوب (T) و سپس Δt را حساب می‌کنیم:

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

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{9}{4} \text{ s}$$

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{\frac{9}{4}}{\frac{1}{4}} = 9 \Rightarrow 9 \text{ بار تغییر جهت}$$

در سونوگرافی از بازتاب امواج فراصوتی و در دستگاه سونار کشتی‌ها از بازتاب امواج صوتی استفاده می‌شود؛ در رادار دوپلری و اجاق خورشیدی از بازتاب امواج الکترومغناطیسی استفاده می‌شود.

از روی شکل می‌توان متوجه شد که روی محور x عدد $50 \mu\text{m}$ برابر با 2λ است:

$$\lambda = 25 \mu\text{m} = 25 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$E_{\text{فوتون}} = \frac{hc}{\lambda} = \frac{4 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^8}{25 \times 10^{-6}} = 4/8 \times 10^{-2} \text{ eV}$$

$$n = n' + 1 = ۴ \Rightarrow \lambda_{\max}$$

$$n = \infty \Rightarrow \lambda_{\min}$$

$$\frac{1}{\lambda_{\min}} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{۳۲} - \frac{1}{\infty} \right) \Rightarrow \lambda_{\min} = ۹۰۰ \text{ nm} \Rightarrow \lambda_{\min} = ۰/۹ \mu\text{m}$$

$$\frac{1}{\lambda_{\max}} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{۳۲} - \frac{1}{۴۲} \right) \Rightarrow \lambda_{\max} \simeq ۲۰۰۰ \text{ nm} \Rightarrow \lambda_{\max} \simeq ۲ \mu\text{m}$$

$$\left. \begin{array}{l} E = nhf \\ P = \frac{E}{t} \end{array} \right\} \Rightarrow P \cdot t = nhf$$

$$۳۳ \times ۶۰ = n \times ۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴} \times ۶ \times ۱۰^{۱۴} \Rightarrow n = ۵ \times ۱۰^{۲۱}$$

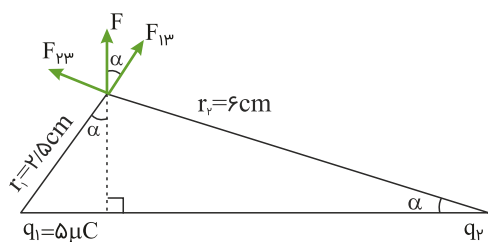
اگر بارهای الکتریکی برحسب μC و فاصله برحسب cm باشد، می‌توانیم $K = ۹۰$ بگیریم:

$$F = K \frac{q_1 q_2}{r^2} \Rightarrow \begin{cases} ۰/۹ = ۹۰ \frac{q_1 q_2}{۳۶۰۰} \rightarrow q_1 q_2 = ۳۶ \\ ۱/۶ = ۹۰ \frac{q'_1 q'_2}{۳۶۰۰} \rightarrow q'_1 q'_2 = ۶۴ \end{cases}$$

$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 - q_2}{۲}$$

$$\frac{(q_1 - q_2)^2}{۴} = ۶۴ \rightarrow q_1 - q_2 = ۱۶$$

$$\left. \begin{array}{l} q_1 q_2 = ۳۶ \\ q_1 - q_2 = ۱۶ \end{array} \right\} \Rightarrow q_1 = ۲ \mu\text{C}$$



از آنجا که نیروی برآیند در راستای قائم قرار دارد. بنابراین $\tan \alpha$ را در مثلث بزرگ و مثلث نیروها بدست می‌آوریم و آن‌ها را برابر قرار می‌دهیم. به این ترتیب داریم:

$$\tan \alpha = \frac{F_{21}}{F_{12}} = \frac{2/5}{6} \Rightarrow \frac{\frac{kq_2q_3}{r_2^2}}{\frac{kq_1q_3}{r_1^2}} = \frac{2/5}{6}$$

$$\Rightarrow \frac{q_2}{q_1} \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2 = \frac{2/5}{6}$$

$$\frac{q_2}{5} \left(\frac{2/5}{6} \right)^2 = \frac{2/5}{6} \Rightarrow q_2 = 12 \mu C$$

با توجه به داده‌های سوال می‌توان نوشت:

$$C = 2 \times 10^{-6} F$$

$$V_2 = V_1 + 1$$

$$U_2 - U_1 = 5 \times 10^{-6} J$$

حال انرژی خازن را به کمک رابطه $U = \frac{1}{2} CV^2$ جایگذاری می‌کنیم:

$$\frac{1}{2} CV_2^2 - \frac{1}{2} CV_1^2 = 5 \times 10^{-6}$$

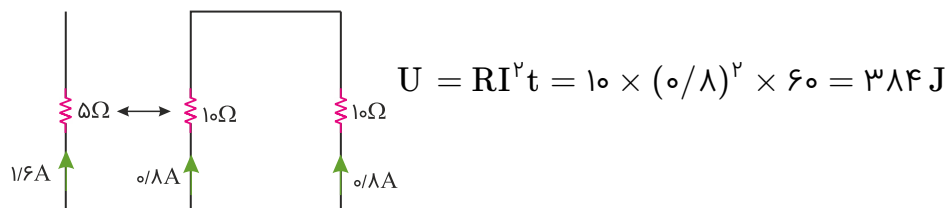
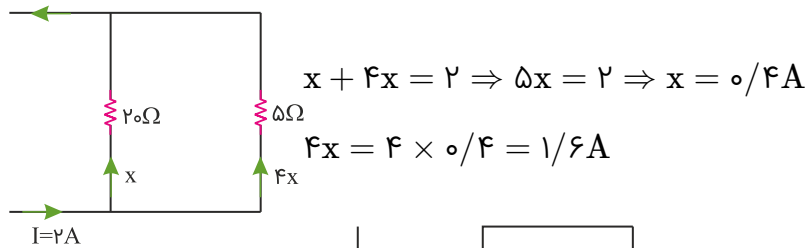
$$\frac{1}{2} C ((V_1 + 1)^2 - V_1^2) = 5 \times 10^{-6}$$

$$\frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-6} (V_1^2 + 1 + 2V_1 - V_1^2) = 5 \times 10^{-6}$$

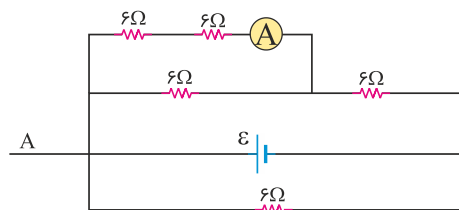
$$V_1 = 2V$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow \mathcal{V} = \frac{12}{R_{eq} + \mathcal{V}} \Rightarrow R_{eq} = 4\Omega$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{20} + \frac{1}{10} + \frac{1}{R} \Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{1}{4} - \frac{1}{10} - \frac{1}{20} \Rightarrow R = 10\Omega$$



وقتی مولد بین A و B بسته می‌شود:



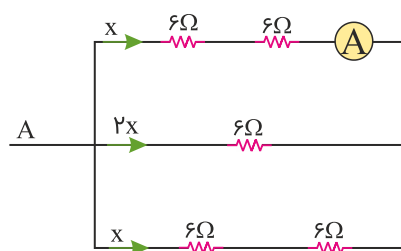
$$6 + 6 = 12\Omega \rightarrow \text{موازی } 6, 12 \rightarrow 4\Omega \rightarrow \text{سری } 6, 4 \rightarrow 10\Omega$$

$$\text{موازی } 10, 6 \Rightarrow R_T = \frac{60}{16} = \frac{15}{4}\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_t} = \frac{4}{15}\varepsilon \Rightarrow \begin{cases} \text{بالا } I = \frac{6}{10+6} \times \frac{4}{15}\varepsilon = \frac{\varepsilon}{10}A \\ \text{پایین } I \end{cases}$$

$$I \text{ بالا } \begin{cases} \text{آمپرسنج} = \frac{6}{6+12} \times \frac{\varepsilon}{10} = \frac{\varepsilon}{30} \rightarrow \text{آمپرسنج} \\ \text{جریان } 6 \text{ اهمی} \end{cases}$$

وقتی مولد بین A و C بسته می‌شود:



$$R_T = 3\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_T} = \frac{\varepsilon}{3}$$

$$\text{آمپرسنج} \rightarrow 4x = \frac{\varepsilon}{3} \Rightarrow x = \frac{\varepsilon}{12} \rightarrow \text{آمپرسنج}$$

$$\frac{I_{AC}}{I_{AB}} = \frac{\frac{\varepsilon}{12}}{\frac{\varepsilon}{30}} = \frac{30}{12} = \frac{5}{2}$$

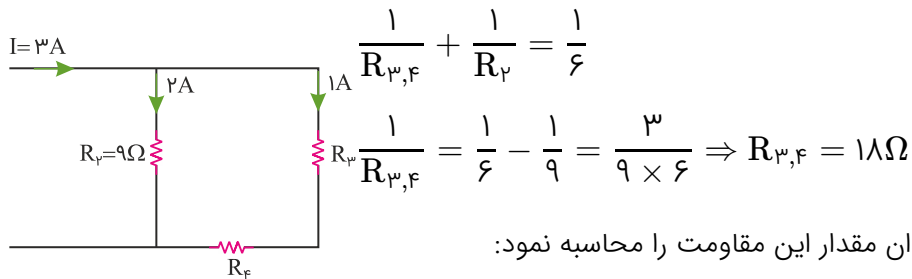
باتوجه به اینکه ولت سنج اختلاف پتانسیل دو سر مولد را نشان می‌دهد، می‌توان نوشت:

$$V = \varepsilon - Ir \Rightarrow 2V = 3\varepsilon - I \times 1 \Rightarrow I = 3A$$

از طرفی به کمک جریان کل مدار می‌توانیم مقاومت معادل مدار را به دست آوریم.

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow 3 = \frac{3\varepsilon}{R_{eq} + 1} \Rightarrow R_{eq} = 9\Omega$$

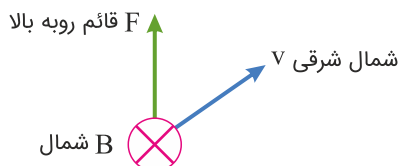
$$R_{eq} = R_1 + R_{2,3,4} \Rightarrow 9 = 3 + R_{2,3,4} \Rightarrow R_{2,3,4} = 6\Omega$$



چون توان مصرفی R_4 داده شده، می‌توان مقدار این مقاومت را محاسبه نمود:

$$P = R_4 I^2 \Rightarrow 6 = R_4 \times 1^2 \Rightarrow R_4 = 6$$

$$R_3 + R_4 = 18 \Rightarrow R_3 = 12\Omega$$



بار ذره آلفا مثبت است و برای تعیین جهت نیروی وارد بر آن از طرف میدان مغناطیسی از دست راست استفاده می‌کنیم.

اتم‌های مواد دیامغناطیس به‌طور ذاتی فاقد خاصیت مغناطیسی هستند (رد گزینه‌های ۱ و ۲)؛ با این وجود حضور میدان مغناطیسی خارجی، می‌تواند سبب القای دو قطبی در خلاف سوی میدان خارجی شود.

از رابطه قانون فاراده استفاده می‌کنیم:

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -\frac{0 - 2 \times 10^{-3}}{10^{-2}} = 0.2V$$

نیروی محرکه القایی ثابت و از $t = 0$ تا $t = 0.02s$ برابر با $0.2V$ است.

نکته: بدون محاسبه می‌توان به نتیجه رسید $\leftarrow$ شیب نمودار $\phi - t$ با علامت منفی برابر با نیروی محرکه القایی است. چون شیب نمودار ثابت و منفی است، بنابراین نیروی محرکه القایی باید ثابت و مثبت باشد و تنها نمودار گزینه ۲ بیانگر این مطلب است.

طبق قضیه کار- انرژی جنبشی و باتوجه به اینکه دو نیروی وزن و مقاومت هوا روی چتر باز کار انجام می‌دهند می‌توان نوشت:

$$W_f + W_g = \Delta K$$

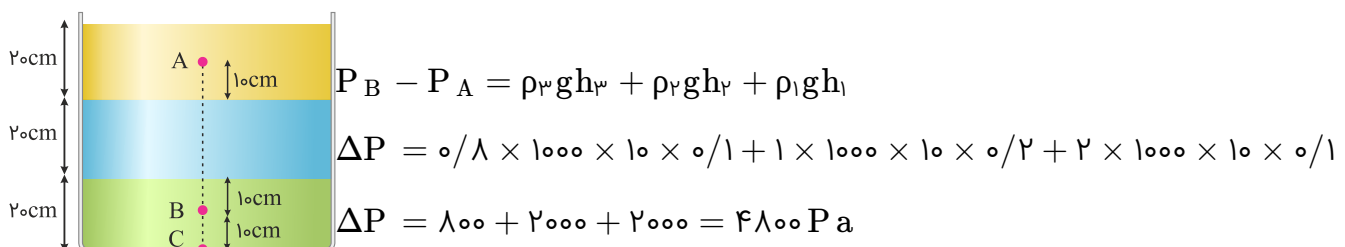
$$W_f + mgh = \frac{1}{2}m(v^2 - v_0^2)$$

$$W_f + 100 \times 10 \times 500 = \frac{1}{2} \times 100(4/5^2 - 1/5^2)$$

$$W_f = -4991 \times 10^2 J = -499/1 kJ$$

سطح جیوه درون لوله پایین‌تر از سطح جیوه درون ظرف قرار می‌گیرد.
سطح جیوه برآمدگی دارد.

کافی است از A به سمت B جابه‌جا شده و فشار مایع‌ها را باهم جمع کنیم:



گرمای فقط بین فلز و آب مبادله می‌شود بنابراین از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$\theta_e = \frac{mc\theta + m'c'\theta'}{mc + m'c'}$$

$$\theta_e = \frac{420 \times 400 \times 84 - 0}{420 \times 400 + 800 \times 4200} = 4^\circ\text{C}$$