

گزینه ۱

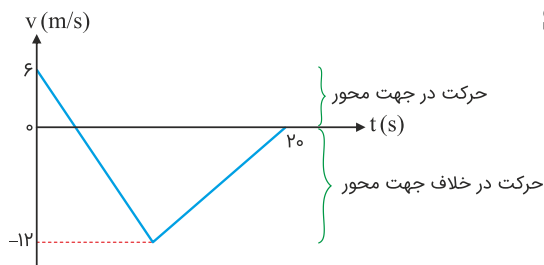
۱

الف: درست، ب: درست، پ: نادرست، ت: نادرست

نکته: در نوعی دیگر از فرایند واپاشی بتا، ذره گسیل شده توسط هسته، جرم یکسان با الکترون دارد، ولی به جای بار $-e$ حامل بار $+e$ است. به این الکترون مثبت، پوزیترون می‌گویند و با β^+ یا e^+ نمایش داده می‌شود. درواقع آنچه در این واپاشی رخ می‌دهد این است که یکی از پروتون‌های درون هسته به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود و سپس این پوزیترون از هسته گسیل می‌شود. اغلب هسته‌ها پس از واپاشی آلفا یا بتا، در حالت برانگیخته قرار می‌گیرند.

گزینه ۲

۲



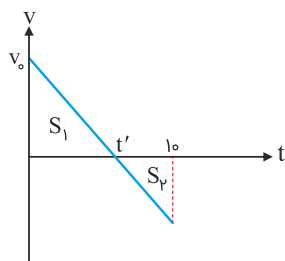
$$S_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{\text{مساحت زیر نمودار}}{\Delta t} = \frac{\text{مساحت مثلث پایین}}{\Delta t}$$

$$= \frac{\frac{1}{2} \times 12 \times (2t_0 - t_0)}{2t_0 - t_0} = 6 \text{ m/s}$$

$$v_o > 0 \rightarrow \vec{v}_{av} = v/\omega \vec{i} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta x = v\omega \vec{i} \Rightarrow \Delta x = +7\omega \text{ m}$$

$$S_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = 1/\omega \text{ m/s} \Rightarrow \ell = 1\omega \text{ m}$$

چون حرکت با شتاب ثابت است پس نمودار $v - t$ آن خطی (شیب ثابت) است. چون تندی متوسط از بزرگی سرعت متوسط بیشتر است پس حتماً تغییر جهت داشته‌ایم و در نتیجه نمودار نزولی بوده و در یک لحظه از محور t گذشته است.



$$\begin{cases} \text{جابه‌جایی} = S_1 - S_2 = 7\omega \\ \text{مسافت طی‌شده} = S_1 + S_2 = 1\omega \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} S_1 = 1\omega \text{ m} \\ S_2 = \omega \text{ m} \end{cases}$$

تکنیک حرکت معکوس از t' تا صفر برای حذف v_o :

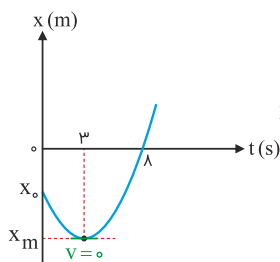
$$\left. \begin{aligned} S_1 &= 1\omega = \frac{1}{2} a (t')^2 \\ S_2 &= \omega = \frac{1}{2} a (1\omega - t')^2 \end{aligned} \right\} \xrightarrow{\text{تقسیم بر هم}} \frac{1\omega}{\omega} = \left(\frac{t'}{1\omega - t'} \right)^2 \Rightarrow t' = 1 \text{ s}$$

$$\Rightarrow v_o = 2\omega \text{ m/s}, S_1 = 1\omega$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0 - 2\omega}{1} = -2/\omega$$

$$\ell = \Delta x_{o \rightarrow 2} = \frac{1}{2} a t^2 + v_o t = 3\omega \text{ m}$$

از ۰ تا ۳ s تا ۸ s داریم:



$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t$$

$$x_m = \frac{1}{2}a(\Delta)^2 + 0$$

از ۰ تا ۳ s (تکنیک حرکت به طور معکوس):

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + 0 \Rightarrow x_m - x_0 = \frac{1}{2}a(3)^2$$

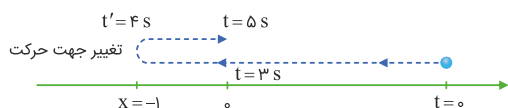
$$\Rightarrow \frac{1}{2}a(\Delta)^2 - |x_0| = \frac{1}{2}a(3)^2 \Rightarrow |x_0| = \frac{1}{2}a(2\Delta) - \frac{1}{2}a(9) = \lambda a$$

$$\Rightarrow x_0 = -\lambda a$$

$$\vec{d} = \text{جاب‌جایی} = \Delta x = x_2 - x_1 = 0 - x_0 = \lambda a$$

$$\ell = \text{مسافت طی‌شده} = (x_m - x_0) + (x_m - 0) = \frac{1}{2}a \times 9 + \frac{1}{2}a \times 2\Delta = 17a$$

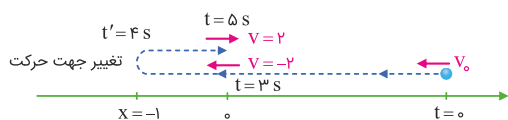
$$\frac{\vec{d}}{\ell} = \frac{\lambda a}{17a} = \frac{\lambda}{17}$$



$$\Rightarrow t' = \frac{3 + \Delta}{2} = 5 \text{ s} \Rightarrow \text{چون حرکت با شتاب ثابت است}$$

$$\Delta x_{(\Delta \text{ تا } 5 \text{ s})} = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t \Rightarrow 1 = \frac{1}{2}a(1)^2 + 0 \Rightarrow a = 2 \text{ m/s}^2$$

$$v = at + v_0 = 2 \times 1 + 0 = 2 \text{ m/s}$$

پس سرعت در لحظه $t = 3 \text{ s}$ برابر با -2 m/s است. (تقارن سهمی در حرکت شتابدار با شتاب ثابت)

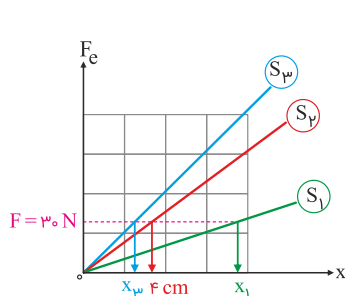
در نهایت به بررسی حرکت در بازه ۰ تا ۳ s می‌پردازیم:

$$v = at + v_0 \Rightarrow -2 = 2(3) + v_0 \Rightarrow v_0 = -8 \text{ m/s}$$

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t = \frac{1}{2} \times 2 \times (3)^2 + (-8)(3) = -15 \text{ m}$$

$$\ell_{\Delta \text{ تا } 0 \text{ s}} = \text{مسافت طی‌شده} = 15 + 1 + 1 = 17 \text{ m}$$

$$S_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{17}{\Delta} \text{ m/s}$$



$$\frac{S_3 \text{ شیب}}{S_1 \text{ شیب}} = \frac{k_3}{k_1} \Rightarrow 3 = \frac{k_3}{k_1}$$

$$F_3 = F_1 \Rightarrow k_3 x_3 = k_1 x_1 \Rightarrow x_1 = 3x_3$$

به راحتی و با مقایسه تغییر طول فنرها در اثر اعمال نیروی ثابت (مثلاً 30 N) از روی نمودار مشخص می‌گردد که تغییر طول فنر S_1 باید بیشتر از 4 cm و فنر S_3 باید کمتر از 4 cm باشد.

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

$$F - \mu_k mg = ma \Rightarrow 15 - 0.2 \times 50 = 5a \Rightarrow a = 1 \text{ m/s}^2$$

$$v = at + v_0 = 1 \times 2 + 0 = 2 \text{ m/s}$$

$$\Delta x = \frac{1}{2} at^2 + v_0 t = \frac{1}{2} \times 1 \times 2^2 = 2 \text{ m}$$

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

$$-\mu_k mg = ma \Rightarrow a = -\mu_k g = -2 \text{ m/s}^2$$

$$v^2 - v_0^2 = 2a(\Delta x) \Rightarrow 0 - 2^2 = 2(-2)(\Delta x) \Rightarrow \Delta x = 1 \text{ m}$$

$$\Delta x_{\text{کل}} = 2 + 1 = 3 \text{ m}$$

$$m(g - a) = k\Delta L \quad \text{حرکت آسانسور با شتاب رو به پایین}$$

$$\Rightarrow 5(10 - 2) = 200(L_1 - L_0)$$

$$m(g + a) = k\Delta L \quad \text{حرکت آسانسور با شتاب } 1 \text{ m/s}^2 \text{ کند شونده رو به پایین (a رو به بالاست)}$$

$$\Rightarrow 5(10 + 1) = 200(L_2 - L_0)$$

$$\left. \begin{aligned} L_1 - L_0 &= 0.2 \Rightarrow L_1 = 0.2 + L_0 \\ L_2 - L_0 &= 0.275 \Rightarrow L_2 = 0.275 + L_0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow L_2 - L_1 = 0.075 \text{ m} = 7.5 \text{ cm}$$

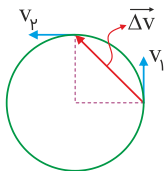
$$a = \frac{v^2}{r} = \frac{(10\pi)^2}{20} = \frac{100\pi^2}{20} = 5\pi^2$$

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

$$v = \frac{2\pi r}{T} \Rightarrow 10\pi = \frac{2\pi \times 20}{T}$$

$$T = 4s \Rightarrow \text{زمان طی کردن کل مسیر دایره‌ای}$$

پس جسم در یک ثانیه، ربع دایره را طی کرده است.



$$\Delta \vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$$

$$|\Delta \vec{v}| = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} \xrightarrow{v_1=v_2=v} \sqrt{2}v$$

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\sqrt{2}v}{1} = 10\pi\sqrt{2} \text{ m/s}$$

$$\text{جواب تست} = \frac{a_{av}}{a} = \frac{10\pi\sqrt{2}}{5\pi^2} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi}$$

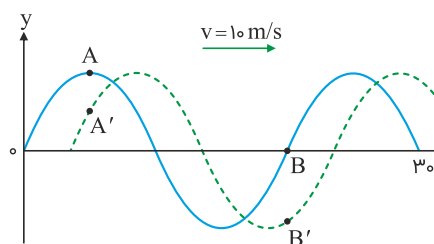
ابتدا دوره تناوب و دامنه نوسان را محاسبه می‌کنیم:

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

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{25}{12} - \frac{1}{12} = \frac{24}{12} = 2s = \frac{T}{2}$$

می‌دانیم نوسانگر در یک دوره مسافت $4A$ را طی می‌کند پس در مدت $\frac{T}{2}$ مسافت $2A$ را طی خواهد کرد و داریم:

$$S_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} = \frac{2A}{\frac{T}{2}} = \frac{2 \times 2 \text{ cm}}{2} = 2 \text{ cm/s}$$



با توجه به شکل موج درمی‌یابیم که $\frac{3}{2}\lambda$ برابر با 30 cm است. بنابراین:

$$\frac{3}{2}\lambda = 30 \Rightarrow \lambda = 20\text{ cm}$$

$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{0.2}{10} = \frac{2}{100}\text{ s} = \frac{\lambda}{400}\text{ s}$$

حال زمان $\frac{9}{400}$ را بر حسب دوره تناوب می‌نویسیم:

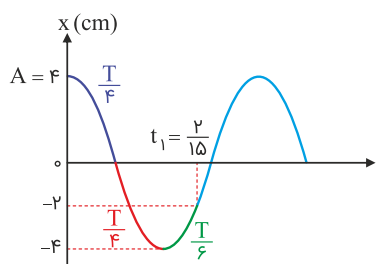
$\frac{T}{\lambda}$ معادل با $\frac{1}{\lambda}$ است

$$\frac{9}{400} = \frac{\lambda}{400} + \frac{1}{400} =$$

بعد از یک دوره کامل حرکت عیناً تکرار می‌شود

بنابراین ذره A از حال سکون به A' می‌رود و در این حرکت تندیش افزایش می‌یابد. اما ذره B از بیشینه تندى به B' می‌رود که در آنجا تندى‌اش کمتر است.

ابتدا دوره تناوب و سپس بسامد نوسان را بدست می‌آوریم و به کمک آن انرژی مکانیکی را حساب می‌کنیم:



$$\frac{2}{10}\text{ s} = 2 \times \frac{T}{4} + \frac{T}{6} \Rightarrow T = \frac{1}{5}\text{ s} \Rightarrow f = 5\text{ Hz}$$

$$E = 2\pi^2 m A^2 f^2 \Rightarrow E = 2 \times 10 \times \frac{50}{1000} \times (0.04)^2 \times 5^2 = 0.04\text{ J} = \frac{1}{25}\text{ J}$$

$$\Delta\beta = \beta_2 - \beta_1 = 10 \log \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow 92 - 38 = 10 \log \frac{I_2}{I_1}$$

$$\Rightarrow 10 \log \frac{I_2}{I_1} = 54 \Rightarrow \log \frac{I_2}{I_1} = 5.4 = 5 - 0.6 = \log 10^5 - \log 2 = \log 10^5 - \log 2^1$$

$$\Rightarrow \log \frac{I_2}{I_1} = \log \frac{10^5}{2} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = 2/5 \times 10^5$$

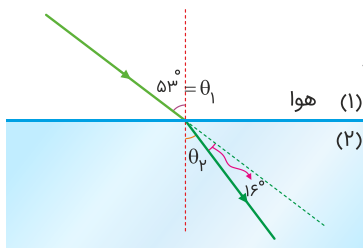
در این تست به لزوم تسلط روی مفاهیم ریاضی مثل لگاریتم پی می‌بریم.

در یک تار دو انتها بسته، بسامد تشدید n ام از این رابطه $f_n = \frac{nv}{2L}$ بدست می‌آید:

$$f_n = \frac{nv}{2L} \Rightarrow \begin{cases} f_1 = \frac{v}{2L} \\ f_2 = \frac{v}{L} \end{cases} \Rightarrow f_1 + f_2 = \frac{3v}{2L} = 375$$

$$\Rightarrow \frac{3 \times v}{2 \times 0.4} = 375 \Rightarrow v = 100 \text{ m/s}$$

$$v = \sqrt{\frac{FL}{m}} \Rightarrow 100 = \sqrt{\frac{F \times 0.4}{0.01}} \Rightarrow F = 250 \text{ N}$$



چون نور از هوا وارد محیط دیگری شده پس تندی آن کاهش یافته و در نتیجه به خط عمود نزدیک‌تر می‌شود.

$$\theta_2 = 53^\circ - 16^\circ = 37^\circ$$

$$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \Rightarrow \frac{\sin 37^\circ}{\sin 53^\circ} = \frac{\lambda_1 - \frac{1}{\lambda}}{\lambda_1} \Rightarrow \frac{0.6}{0.8} = \frac{\lambda_1 - \frac{1}{\lambda}}{\lambda_1}$$

$$\Rightarrow \frac{3}{4} = \frac{\lambda_1 - \frac{1}{\lambda}}{\lambda_1} \Rightarrow 3\lambda_1 = 4\lambda_1 - \frac{1}{\nu} \Rightarrow \lambda_1 = \frac{1}{\nu} \mu\text{m} = 0.5 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$f = \frac{v_1}{\lambda_1} = \frac{c}{\lambda_1} = \frac{3 \times 10^8}{0.5 \times 10^{-6}} = 6 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

برای ورود پرتو نور از هوا به محیط شفاف، قانون اسنل را می‌نویسیم:

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \frac{\sin 45^\circ}{\sin \theta_2} = \frac{\sqrt{2}}{1} \Rightarrow \sin \theta_2 = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta_2 = 30^\circ$$

$$\cos \theta_2 = \frac{\text{ضلع مجاور}}{\text{وتر}} \Rightarrow \cos 30^\circ = \frac{AH}{AB} \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{15\sqrt{3}}{AB}$$

$$\Rightarrow AB = 30 \text{ cm} = 0.3 \text{ m}$$

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \frac{\text{سرعت نور در خلأ}}{n} = \frac{\overbrace{\Delta x}^{=AB}}{\Delta t} \Rightarrow \frac{3 \times 10^8}{\sqrt{2}} = \frac{0.3}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{0.3 \times \sqrt{2}}{3 \times 10^8}$$

$$\Rightarrow \Delta t = \sqrt{2} \times 10^{-9} \text{ s} = \sqrt{2} \text{ ns}$$

$$\begin{cases} f_0 = \frac{\omega}{\lambda} \times 10^{15} \text{ Hz} \\ hf = 4/125 \times 10^{-19} \text{ J} \\ v_{\max} = ? \end{cases}$$

$$K_{\max} = hf - hf_0 = 4/125 \times 10^{-19} - 4 \times 10^{-15} \times \frac{\omega}{\lambda} \times 10^{15} \times 1/6 \times 10^{-19} = 0/125 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow 0/125 \times 10^{-19} = \frac{1}{2} \times 9 \times 10^{-31} \times v^2$$

$$\Rightarrow v^2 = \frac{0/25}{9} \times 10^{12} \xrightarrow{\text{جذر}} v = \frac{0/5}{3} \times 10^6 = \frac{1}{6} \times 10^6$$

مدل بور به رغم موفقیت‌هایی که اشاره شد، نارسایی‌هایی نیز دارد که تنها به دو مورد از آن‌ها اشاره می‌کنیم. این مدل برای وقتی که بیش از یک الکترون به دور هسته می‌گردد به کار نمی‌رود، زیرا در مدل بور، نیروی الکتریکی که یک الکترون بر الکترون دیگر وارد می‌کند به حساب نیامده است. همچنین این مدل نمی‌تواند متفاوت بودن شدت خط‌های طیف گسیلی را توضیح دهد. برای مثال مدل بور نمی‌تواند توضیح دهد که چرا شدت خط قرمز با شدت خط آبی در طیف گسیلی گاز هیدروژن اتمی با یکدیگر متفاوت است.

$$\text{بالمر (n'=2)} \Rightarrow \begin{cases} \lambda_{\text{بلندترین}}: n=3 \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{\max}} = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right) = \frac{1}{100}\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9}\right) \\ = \frac{1}{100} \times \frac{5}{36} \\ \lambda_{\text{کوتاه‌ترین}}: n=\infty \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{\min}} = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{\infty}\right) = \frac{1}{100}\left(\frac{1}{4}\right) \end{cases}$$

$$\left. \begin{aligned} \lambda_{\max} &= \frac{3600}{5} = 720 \text{ nm} \\ \lambda_{\min} &= 400 \text{ nm} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \lambda_{\max} - \lambda_{\min} = 320 \text{ nm}$$

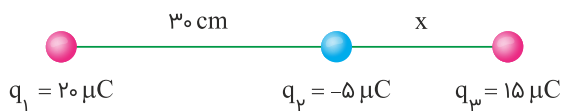
حالت پایه: $n=1$ و اولین حالت: $n=2$

$$\Delta E = E_2 - E_1 = \frac{-ER}{2^2} - \left(\frac{-ER}{1^2}\right) = \frac{-ER}{4} + ER = \frac{3}{4}ER$$

$$\Delta E = \frac{3}{4} \times 13/6 \text{ eV} \xrightarrow{\times e} \Delta E = \frac{3}{4} \times 13/6 \times 1/6 \times 10^{-19} \text{ J} = 1/632 \times 10^{-18}$$

$$n = \frac{t}{T} = \frac{22920}{5730} = 4 \Rightarrow \text{کسر باقی‌مانده} = \frac{1}{4} = \frac{1}{16} = 6/25\%$$

چون دو بار q_1 و q_2 ناهمنامند پس بار سوم متعادل خارج از فاصله دو بار و نزدیک به بار کوچکتر قرار خواهد گرفت.

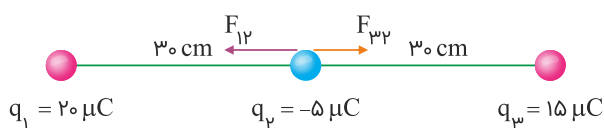


ابتدا فاصله x را به دست می‌آوریم:

$$q_3 \text{ شرط تعادل} : F_{13} = F_{23} \Rightarrow k \frac{q_1 q_3}{(30 + x)^2} = k \frac{q_2 q_3}{x^2}$$

$$\Rightarrow \frac{20}{(30 + x)^2} = \frac{5}{x^2} \Rightarrow \frac{2}{30 + x} = \frac{1}{x} \Rightarrow x = 30 \text{ cm}$$

محاسبه برآیند نیروهای وارد بر q_2 :



$$\left. \begin{aligned} F_{12} &= k \frac{q_1 q_2}{r^2} = 90 \times \frac{20 \times 5}{30^2} = 10 \text{ N} \\ F_{23} &= k \frac{q_2 q_3}{r^2} = 90 \times \frac{15 \times 5}{30^2} = 7.5 \text{ N} \end{aligned} \right\} \Rightarrow F_{\text{net}} = 10 - 7.5 = 2.5 \text{ N}$$

دقت کنید که بارها بر روی دو قطر عمود برهم واقع شده‌اند.

طبعاً باید بارهای q_1 و q_2 هم‌اندازه باشند تا برآیند میدان‌های الکتریکی آن‌ها در راستای میدان ناشی از بار q_3 واقع شود.

$$E_1 = E_2 = E' = k \frac{q_1}{(R/\sqrt{3})^2} = k \frac{q_1}{R^2}$$

شعاع دایره

$$\sqrt{3} E' = E_3 \Rightarrow \sqrt{3} \times k \frac{q_1}{R^2} = k \frac{q_3}{(R)^2}$$

$$\Rightarrow \frac{\sqrt{3} q_1}{R^2} = \frac{q_3}{R^2} \Rightarrow q_3 = \sqrt{3} q_1$$

چون نیرو کاهش یافته پس حتماً بار گلوله‌ها ناهمنام بوده است.

$$\left. \begin{aligned} F_1 &= k \frac{q_1 q_2}{r^2} \text{ قبل از تماس} \\ F_2 &= k \frac{q'_1 \times q'_2}{r^2} = k \frac{(q_2 - q_1)^2}{4r^2} \text{ بعد از تماس} \end{aligned} \right\} \Rightarrow F_2 = \frac{\lambda_0}{100} F_1$$

$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_2 - q_1}{2}$$

برای حل چنین تستی بهتر است مهندسی معکوس کنیم یعنی جواب‌ها را یکی‌یکی در گزینه‌ها امتحان کنیم:

$$3 \Rightarrow q_2 = -5q_1 \Rightarrow q' = \frac{q_1 + q_2}{2} = -2q_1$$

$$\Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{|q'| \times |q'|}{|q_1| \times |q_2|} = \frac{2q_1 \times 2q_1}{q_1 \times 5q_1} = \frac{4}{5} = 80\%$$

ابتدا بار کره A پس از تماس با کره B را بدست می‌آوریم:

$$q' = \frac{q_A + q_B}{2} = \frac{16}{2} = 8 \mu C$$

سپس به کمک تعریف چگالی سطحی بار، اندازه کاهش آن را بدست می‌آوریم:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_1 &= \frac{q_A}{A} \text{ چگالی سطحی اولیه} \\ \sigma_2 &= \frac{q'}{A} \text{ چگالی سطحی ثانویه} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \Delta\sigma = \sigma_2 - \sigma_1 = \frac{q' - q_A}{A}$$

$$= \frac{8 - 20}{4 \times 3 \times (0.05)^2} = -400 \mu C/m^2$$

در بسیاری از کارگاه‌های صنعتی، مانند تراشکاری‌ها، اندازه‌گیری طول با ابزارهای دقیق‌تر از خط کش میلی‌متری انجام می‌شود. این ابزارها، کولیس و ریزسنج نام دارند که به دو صورت مدرج و رقمی (دیجیتال) ساخته می‌شوند. در درس آزمایشگاه علوم، با نحوه کار کولیس و ریزسنج مدرج و ثبت نتیجه اندازه‌گیری (شامل دقت ابزار و خطای آن) توسط آن‌ها آشنا خواهید شد. شکل‌های (الف) و (ب)، به ترتیب یک ریزسنج و یک کولیس رقمی را نشان می‌دهد.

در ضمن دقت اندازه‌گیری ابزارهای رقمی، برابر یک واحد از آخرین رقمی است که آن ابزار می‌خواند بنابراین دقت این ریزسنج برابر ۰/۰۰۱ mm است.



وقتی $3\text{mC} +$ بار را از صفحه منفی خازن به صفحه مثبت آن انتقال می‌دهیم بار آن به اندازه $3\text{mC} +$ افزایش می‌یابد:

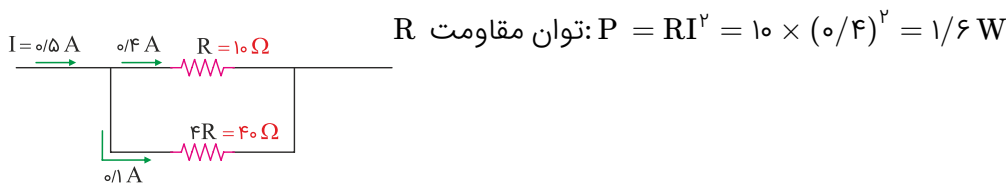
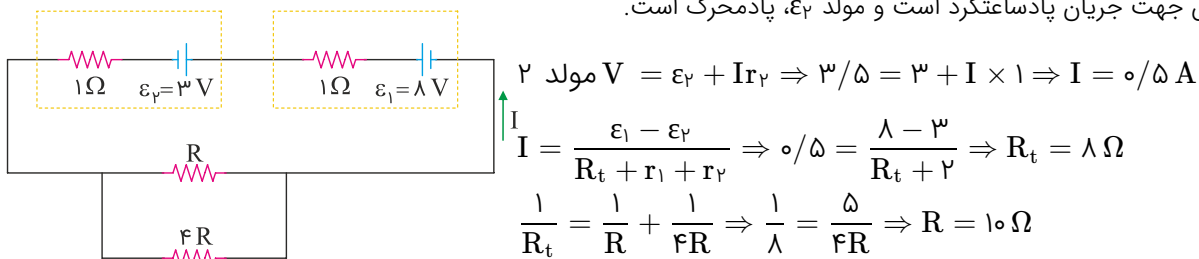
$$\begin{cases} Q' = Q + 3\text{mC} \\ U = 4/5 \text{ J} = 4500 \text{ mJ} \\ C = 5 \mu\text{F} = 5 \times 10^{-3} \text{ mF} \end{cases} \Rightarrow \Delta U = \frac{1}{2} \frac{Q'^2}{C} - \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{Q'^2 - Q^2}{2C}$$

$$4500 \text{ mJ} = \frac{(Q + 3)^2 - Q^2}{2 \times 5 \times 10^{-3}} \Rightarrow 45 = (Q + 3)^2 - Q^2$$

$$\Rightarrow 45 = Q^2 + 9 + 6Q - Q^2 \Rightarrow Q = 6 \text{ mC}$$

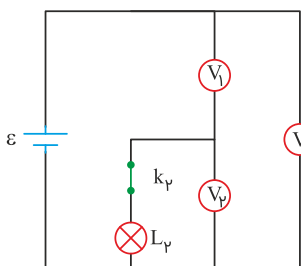
توجه: در رابطه $U = \frac{Q^2}{2C}$ ، اگر Q و C را به ترتیب بر حسب mC و mF قرار دهیم، U بر حسب mJ بدست می‌آید.

$\varepsilon_1 > \varepsilon_2 \Leftarrow$ پس جهت جریان پادساعتگرد است و مولد ε_2 ، پادمحرک است.



$$P = RI^2 = 10 \times (0/4)^2 = 1/6 \text{ W}$$

R توان مقاومت



با قطع کردن کلید k_1 جریان اصلی مدار قطع می‌شود. چون از لامپ L_2 جریانی نمی‌گذرد پس اختلاف پتانسیل دو سر آن صفر شده و ولت‌سنج V_2 عدد صفر را نشان خواهد داد. ولت‌سنج V که به دو سر مولد وصل است طبق رابطه $V = \varepsilon - Ir$ و با صفر شدن I ، نیرومحرکه مولد را نشان می‌دهد و صفر نیست (پس فقط گزینه ۲ می‌تواند صحیح باشد) با استدلالی مشابه ولت‌سنج V_1 هم اختلاف پتانسیل دو سر مولد را نشان خواهد داد که در این مدار که فاقد جریان است برابر با نیرومحرکه مولد می‌باشد.

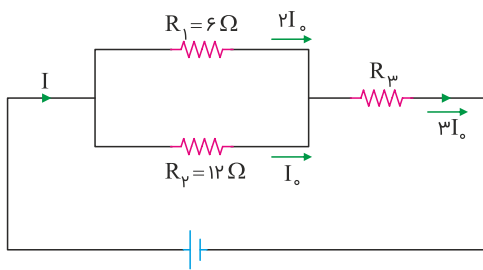
$$V_1 = V = \varepsilon$$

$$V_2 = 0$$

اگر جریان گذرنده از R_2 را I_0 فرض کنیم جریان گذرنده از بقیه مقاومت‌ها همانند شکل خواهند بود:

$$P_3 = 6P_2 \Rightarrow R_3(3I_0)^2 = 6 \times R_2 \times (I_0)^2$$

$$R_3 \times 9I_0^2 = 6 \times 12 \times I_0^2 \Rightarrow R_3 = 8 \Omega$$



گزینه ۴

۳۱

اگر مقاومت رئوسا صفر باشد مثل اتصال کوتاه عمل کرده و مقاومت 6Ω نیز از مدار حذف می‌گردد.

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{12}{1/5} = 6 A \Rightarrow V = \varepsilon - Ir = 0$$

اگر مقاومت رئوسا به 18 اهم افزایش یابد داریم:

$$R_t = \frac{18 \times 6}{18 + 6} = 4.5 \Omega \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{12}{4.5 + 1/5} = 2 A$$

$$\Rightarrow V = \varepsilon - Ir = 12 - 2 \times 1/5 = 9 V$$

گزینه ۱

۳۲

نیروی مغناطیسی باعث شتاب گرفتن ذره می‌شود. بنابراین طبق قانون دوم نیوتون داریم:

$$F = ma \Rightarrow |q| v B \sin 90^\circ = ma$$

$$\xrightarrow{q=2e} 2 \times 1/6 \times 10^{-19} \times 50 \times B \times 1 = 6/68 \times 10^{-27} \times 4 \times 10^5$$

$$\Rightarrow B = 1/67 \times 10^{-4} T$$

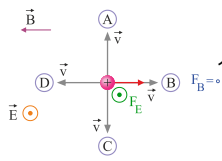
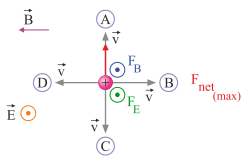
گزینه ۴

۳۳

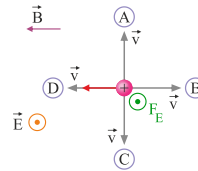
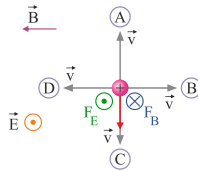
میدان ناشی از سیم I_1 در نقطه A درون سو است پس باید میدان ناشی از سیم I_2 برون سو باشد و در نتیجه جریان آن باید به سمت راست (هم‌جهت با I_1) باشد. چون نقطه A به سیم I_2 نزدیکتر است پس $I_2 < I_1$ است.

جهت v را در تمام حالات یکی یکی بررسی و مقایسه می‌کنیم. (فلش قرمز رنگ)

جهت نیروی مغناطیسی وارد بر بار را با توجه به جهت v و B به دست می‌آوریم (بردار آبی رنگ): F_B



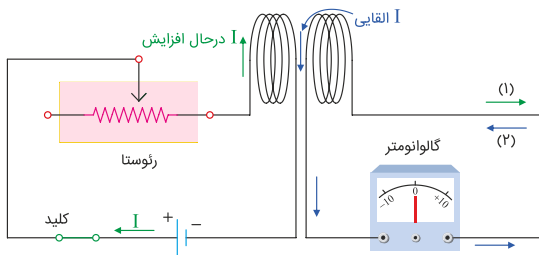
جهت نیروی الکتریکی وارد بر بار را نیز تعیین می‌کنیم (فلش سبز رنگ) F_E که در تمام شکل‌ها برون‌سو است.



روش دوم:

نیروی الکتریکی وارد بر بار $F_B = 0$ مثبت در جهت میدان الکتریکی است. بنابراین

جهت نیروی الکتریکی برون‌سو است. برای بیشینه نیروی خالص باید نیروی مغناطیسی هم در همین جهت برون‌سو باشد. بنابراین بنا بر قاعده دست راست، ذره باید در جهت A حرکت کند.



لحظه وصل کلید $\Rightarrow$ جریان و در نتیجه شار افزایش می‌یابد پس باید در مدار سمت راست جریان به گونه‌ای القا شود که با افزایش شار مخالفت کند (میدان مغناطیسی القایی خلاف جهت میدان اصلی باشد) $\Rightarrow$ باید جریان القایی در جهت ۲ باشد. با کاهش مقاومت رئوستا، باز هم جریان و شار افزایش می‌یابند پس باز هم جریان القایی در همان جهت قسمت قبل (یعنی جهت ۲) القا می‌گردد.

قطر حلقه‌های آن‌ها با هم برابر است پس $A_A = A_B$

$$L = \mu_0 \frac{AN^2}{\ell} \quad \text{ضریب القاوری}$$

$$\left. \begin{array}{l} \ell_A = \ell_B \\ N_A = 2N_B \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{L_A}{L_B} = \left(\frac{N_A}{N_B} \right)^2 \times \left(\frac{\ell_B}{\ell_A} \right) = 2^2 \times \frac{1}{2} = 2$$

$$\text{انرژی } U = \frac{1}{2} LI^2 \Rightarrow \frac{U_A}{U_B} = \frac{L_A}{L_B} \times \left(\frac{I_A}{I_B} \right)^2 = 2 \times 1 = 2 \quad \text{انرژی دو برابر است}$$

$$B = \frac{\mu_0 NI}{\ell} \Rightarrow \frac{B_A}{B_B} = \frac{N_A}{N_B} \times \frac{I_A}{I_B} \times \frac{\ell_B}{\ell_A} = 2 \times 1 \times \frac{1}{2} = 1$$

چون جابه‌جایی هواپیما خلاف جهت نیروی وزن است بنابراین کار نیروی وزن منفی است و داریم:

$$W_{mg} = -mgh = -60000 \times 10 \times 600 = -3/6 \times 10^8 \text{ J}$$

با محاسبه انرژی مکانیکی هواپیما در باند فرودگاه (۱) و در ارتفاع (۲) می‌توان تغییر انرژی مکانیکی آن را حساب نمود:

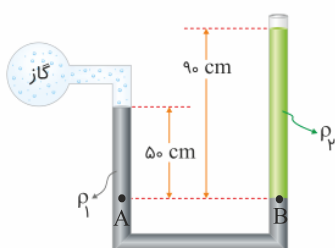
$$\left. \begin{aligned} E_1 &= U_1 + K_1 = 0 + \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 \\ E_2 &= U_2 + K_2 = mgh + \frac{1}{2}m(v_2)^2 = mgh + \frac{1}{2}mv_2^2 \end{aligned} \right\}$$

$$\Rightarrow \Delta E = E_2 - E_1 = mgh + \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = mgh + \frac{3}{2}mv_1^2$$

$$\Rightarrow \Delta E = 60000 \times 10 \times 600 + \frac{3}{2} \times 60000 \times 80^2 = 3/6 \times 10^8 + 5/76 \times 10^8 \text{ J}$$

$$= 9/36 \times 10^8 \text{ J}$$

نقاط A و B که در یک تراز افقی هستند. فشار یکسانی دارند. بنابراین:



$$P_A = P_B \Rightarrow P_G + \rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2 + P_0$$

$$\Rightarrow P_G - P_0 = \rho_2 g h_2 - \rho_1 g h_1 = 1000 \times 10 \times 0/9 - 1200 \times 10 \times 0/5 = 3000 \text{ Pa}$$

ابتدا رابطه فشار مایع در عمق h را برای هر دو حالت می‌نویسیم:

$$\begin{cases} h_1 = 5 \text{ cm} \Rightarrow P_1 = \rho g h_1 + P_0 \Rightarrow 100 \times 10^3 = \rho \times 10 \times 0/5 + P_0 \\ h_2 = 20 \text{ cm} \Rightarrow P_2 = \rho g h_2 + P_0 \Rightarrow 106 \times 10^3 = \rho \times 10 \times 0/2 + P_0 \end{cases}$$

با حل دستگاه دو معادله و دو مجهول می‌توان P و P₀ را بدست آورد:

$$\Rightarrow \times(-1) \begin{cases} 100 \times 10^3 = 0/5\rho + P_0 \\ 106 \times 10^3 = 2\rho + P_0 \end{cases} \xrightarrow{+} 6 \times 10^3 = 1/5\rho$$

$$\Rightarrow \rho = 4000 \Rightarrow P_0 = 98000 \text{ Pa} = 98 \text{ kPa}$$

دمای نهایی آب برحسب سلسیوس برابر است با:

$$F = \frac{9}{5}\theta + 32 \Rightarrow 50 = \frac{9}{5}\theta + 32 \Rightarrow \theta = 10^\circ\text{C}$$

گرمای موردنظر، ابتدا یخ را کاملاً ذوب کرده و سپس دمای آب حاصل را از صفر به 10° می‌رساند.

$$Q = mL_f + mc\Delta\theta = \underset{\substack{\uparrow \\ \text{J/g}}}{20} \times \underset{\substack{\downarrow \\ \text{g}}}{336} + 20 \times 4/2 \times 10 = 7560 \text{ J}$$

الف: درست، ب: نادرست، پ: نادرست، ت: نادرست، ث: درست

کاهش حجم در فرآیند بی‌دررو همراه با افزایش فشار و دما و انرژی درونی است.

در فرآیند بی‌دررو گاز گرمایی مبادله نمی‌کند.

$$\Delta U = \cancel{Q} + W \Rightarrow \Delta U = W$$

فشار کل گاز = فشار پیمانه‌ای + فشار جو

$$P_1 = 5 \times 10^5 + P_0 = 5 \times 10^5 + 10^5 = 1/5 \times 10^6 \text{ Pa}$$

$$P_2 = 2 \times 5 \times 10^5 + P_0 = 2 \times 10^6 \text{ Pa}$$

$$V_2 = 2V_1 \Rightarrow \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{1/5 \times 10^6 \times V_1}{T_1} = \frac{2 \times 10^6 \times 2V_1}{T_2}$$

$$\Rightarrow T_2 = \frac{4}{1/5} T_1 = \frac{4}{3} T_1 = \frac{8}{3} T_1$$

انرژی درونی گاز تابعی از دمای مطلق گاز است پس داریم:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{U_2}{600} = \frac{8}{3} \Rightarrow U_2 = 1600 \text{ J}$$