

گزینه ۲

۱

یکای فشار را می‌توانیم از یکاهای کمیت‌های مرتبط در رابطه $P = \frac{F}{A}$ به دست آوریم. یکای نیرو $\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$ است.

$$[P] = \frac{[F]}{[A]} \Rightarrow [P] = \frac{\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{\text{m}^2} = \frac{\text{kg}}{\text{ms}^2}$$

گزینه ۴

۲

درستی یا نادرستی جمله‌ها را بررسی می‌کنیم:
 الف) پرتوهای α کوتاه برد هستند پس (الف) نادرست است.
 ب) درست است.
 پ) درست است.
 ت) واپاشی α فقط در هسته‌های سنگین صورت می‌گیرد پس ت نادرست است.

گزینه ۲

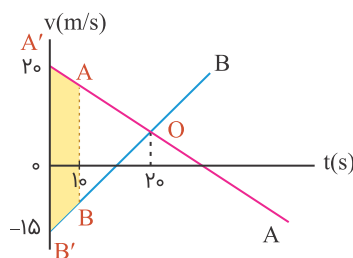
۳

مساحت ناحیه هاشور خورده مجموع مسافتی است که دو متحرک A و B طی کرده‌اند.

از تشابه مثلث‌های $\triangle OAB$ و $\triangle OA'B'$ طول ضلع AB را به دست می‌آوریم:

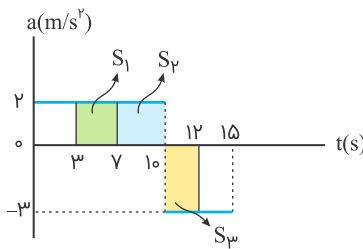
$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{10}{20} \Rightarrow AB = \frac{1}{2} \times 35 = 17.5$$

حالا مساحت دوزنقه $ABA'B'$ که همان‌دازه مجموع مسافت‌های طی شده است را به دست می‌آوریم:



$$\ell = \frac{35 + 17.5}{2} \times 10 = 262.5 \text{ m}$$

گام اول: سرعت متحرک را در لحظه‌های $t = 7\text{ s}$ و $t = 10\text{ s}$ به دست می‌آوریم:



$$S_1 = 4 \times 2 = 8 \text{ m/s}$$

$$v_7 - v_3 = 8 \Rightarrow v_7 - 1 = 8 \Rightarrow v_7 = 9 \text{ m/s}$$

$$S_2 = 3 \times 2 = 6 \text{ m/s}$$

$$v_{10} - v_7 = 6 \Rightarrow v_{10} - 9 = 6 \Rightarrow v_{10} = 15 \text{ m/s}$$

گام دوم: جابه‌جایی را در بازه زمانی 7 s تا 10 s محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{\Delta x_1}{\Delta t_1} = \frac{v_1 + v_2}{2} \Rightarrow \Delta x_1 = 3 \times \frac{15 + 9}{2} = 36 \text{ m}$$

گام سوم: سرعت متحرک را در لحظه $t = 12\text{ s}$ به دست می‌آوریم دقت کنید که سرعت در ابتدای بازه زمانی (10 s تا 12 s), 15 m/s است:

$$S_3 = 3 \times 2 = 6 \text{ m/s} \Rightarrow \Delta v = -6 \text{ m/s} \Rightarrow v_{12} - v_{10} = -6$$

$$\Rightarrow v_{12} - 15 = -6 \Rightarrow v_{12} = 9 \text{ m/s}$$

گام چهارم: جابه‌جایی را در بازه زمانی (10 s تا 12 s) محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{\Delta x_2}{\Delta t_2} = \frac{v_1 + v_2}{2} \Rightarrow \Delta x_2 = \frac{15 + 9}{2} \times 2 = 24 \text{ m}$$

گام پنجم: سرعت متوسط را در بازه زمانی 7 s تا 12 s به دست می‌آوریم:

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{24 + 36}{5} = 12 \text{ m/s}$$

مسافت طی‌شده تا لحظه $t = 6\text{ s}$ دو برابر اندازه جابه‌جایی در 3 s اول است پس داریم:

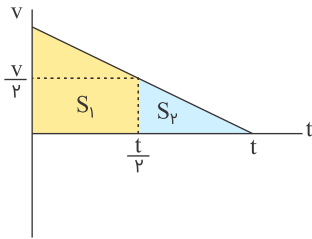
$$S_{av} = \frac{\ell}{\Delta t} \Rightarrow 3 = \frac{\ell}{6} \Rightarrow \ell = 18 \text{ m} \Rightarrow \Delta x = 9 \text{ m}$$

در لحظه $t = 3\text{ s}$ سرعت متحرک صفر است بنابراین اثر جابه‌جایی در ثانیه چهارم را $-x$ فرض کنیم، جابه‌جایی در ثانیه پنجم و ثانیه ششم به ترتیب $-3x$ و $-5x$ است. از لحظه $t = 3\text{ s}$ تا $t = 6\text{ s}$ متحرک 9 m جابه‌جا شده است. بنابراین داریم:

$$-x - 3x - 5x = -9 \Rightarrow -9x = -9 \Rightarrow x = 1$$

بنابراین متحرک در ثانیه هفتم حرکت می‌تواند به اندازه $-7x = -7\text{ m}$ جابه‌جا شود و از مبدأ مکان بگذرد. پس کلاً بردار مکان متحرک 7 s در جهت محور x است.

نمودار $v - t$ حرکت را رسم می‌کنیم:



$$S_1 = \frac{v + \frac{v}{2}}{2} \times \frac{t}{2} = 150 \Rightarrow \frac{3v}{4} \times t = 150 \Rightarrow vt = 200$$

$$S_2 = \frac{\frac{v}{2} \times \frac{t}{2}}{2} = \frac{vt}{4} = \frac{200}{4} = 50 \text{ m}$$

کل جابه‌جایی اتومبیل برابر $S_1 + S_2$ است:

$$\Delta x_{\text{کل}} = 150 + 50 = 200 \text{ m}$$

راه‌حل دوم:

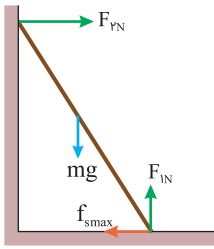
فرض مسئله را عوض می‌کنیم. یعنی اتومبیل از حال سکون شروع به حرکت کرده بعد $\frac{t}{2}$ از زمان شروع حرکت به اندازه Δx_1 جابه‌جا می‌شود و $\frac{t}{2}$ بعد را به اندازه $3\Delta x_1$ جابه‌جا می‌شود. بنابراین کل جابه‌جایی آن $4\Delta x_1$ است. ابتدا Δx_1 را به دست می‌آوریم:

$$3\Delta x_1 = 150 \Rightarrow \Delta x_1 = 50 \text{ m}$$

حالا کل جابه‌جایی را حساب می‌کنیم:

$$\Delta x_{\text{کل}} = 4\Delta x_1 = 4 \times 50 = 200 \text{ m}$$

نردبان در حال تعادل است بنابراین برآیند نیروهایی که در هر راستا بر نردبان وارد می‌شود، صفر است، پس داریم:



$$F_{IN} - mg = 0 \Rightarrow F_{IN} = 160 \text{ N}$$

نیرویی که از طرف نردبان به سطح افقی وارد می‌شود همان‌اندازه نیرویی است که سطح افقی به نردبان وارد می‌کند. این نیرو برآیند نیروهای F_{IN} و f_{smax} است:

$$R = \sqrt{F_{IN}^2 + f_{smax}^2} \Rightarrow (200)^2 = (160)^2 + f_{smax}^2 \Rightarrow f_{smax} = 120 \text{ N}$$

حالا از رابطه $f_{smax} = F_{IN} \mu_s$ ضریب اصطکاک ایستایی را به دست می‌آوریم:

$$f_{smax} = F_{IN} \mu_s \Rightarrow 120 = 160 \times \mu_s \Rightarrow \mu_s = \frac{3}{4}$$

گام اول: نیروی افقی F را به دست می‌آوریم:

$$\left. \begin{aligned} F - f_k &= Ma \\ F_N = Mg &= 1600 \text{ N} \end{aligned} \right\} \Rightarrow F - 1600 \times 0/2 = 160 \times \frac{1}{4} \Rightarrow F = 360 \text{ N}$$

گام دوم: در حالتی که m کیلوگرم از محتویات صندوق کم کرده‌ایم، نیروی عمودی تکیه‌گاه را محاسبه می‌کنیم:

$$F'_N = (160 - m)g$$

گام سوم: با همان اندازه $F = 360 \text{ N}$ ، شتاب دو برابر شده است:

$$F - f'_k = (160 - m)a \Rightarrow 360 - (160 - m)g \times \underbrace{\mu_k}_2 = (160 - m)0/5$$

$$\Rightarrow 360 - 320 + 2m = 80 - 0/5m \Rightarrow 40 = 2/5m \Rightarrow m = 10 \text{ kg}$$

در حالت اول عددی که ترازو نشان می‌دهد از رابطه $F_{1N} = m(g + a)$ به دست می‌آید و در حالت دوم عددی که ترازو نشان می‌دهد از رابطه $F_{2N} = m(g - 2a)$ محاسبه می‌شود پس داریم:

$$F_{1N} - F_{2N} = \cancel{mg} + ma - \cancel{mg} + 2ma$$

$$\Rightarrow 270 = 3ma = 3 \times 60 \times a \Rightarrow a = \frac{270}{180} = \frac{3}{2} \text{ m/s}^2$$

از رابطه $\frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{r_B}{r_A}}$ نسبت تندی ماهواره‌ها را به دست می‌آوریم. دقت کنید که r_A و r_B فاصله ماهواره‌ها از مرکز زمین هستند:

$$\frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{R_e + \frac{R_e}{4}}{R_e + \frac{R_e}{2}}} = \sqrt{\frac{\frac{5}{4}}{\frac{3}{2}}} = \sqrt{\frac{5}{6}} \Rightarrow \left(\frac{v_A}{v_B}\right)^2 = \frac{5}{6}$$

حالا رابطه $K = \frac{1}{2}mv^2$ را نسبتی می‌نویسیم و نسبت انرژی جنبشی‌ها را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{K_A}{K_B} = \frac{m_A}{m_B} \times \left(\frac{v_A}{v_B}\right)^2 \Rightarrow \frac{K_A}{K_B} = \frac{m}{2m} \times \frac{5}{6} = \frac{5}{12}$$

ابتدا دوره نوسان را به دست می‌آوریم:

$$\frac{5}{4}T = \frac{\pi}{f} \Rightarrow T = \frac{\pi}{5} \text{ s}$$

سپس بسامد زاویه‌ای را محاسبه می‌کنیم:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{\frac{\pi}{5}} \Rightarrow \omega = 10 \text{ rad/s}$$

حالا از رابطه $F = -m\omega^2 x$ نیروی وارد بر نوسانگر را در لحظه t_1 به دست می‌آوریم:

$$F = -m\omega^2 x = -\frac{2}{10} \times (-1/5 \times 10^{-2}) \times 100 = 0.4 \text{ N}$$

توجه:

$$\left. \begin{array}{l} F = ma \\ a = -\omega^2 x \end{array} \right\} \Rightarrow F = -m\omega^2 x$$

ابتدا دوره تناوب نوسانگر را از رابطه $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ به دست می‌آوریم:

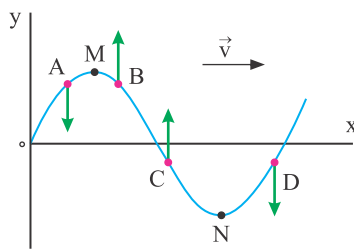
$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 \times 0.2}{200}} = \sqrt{\frac{4}{100}} = 0.2 \text{ s}$$

مسافتی که نوسانگر در مدت 0.1 s یعنی $\Delta t = \frac{1}{2}T$ طی می‌کند برابر $2A$ است. بنابراین:

$$\ell = 2 \times 4 = 8 \text{ cm}$$

ابتدا با توجه به جهت انتشار موج جهت حرکت هر یک از ذره‌ها را مشخص می‌کنیم:

تندی ذره‌ها در نقاط قله یا دره (نقاط M یا N) صفر می‌شود، ذره‌های A و C که در حال دور شدن از این نقاط هستند و ذره B نسبت به ذره D به یکی از این نقاط نزدیک‌تر است.



گام اول: شدت صوت را از رابطه $\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$ به دست می‌آوریم:

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow 96 = 10 \log \frac{I}{10^{-12}} \Rightarrow 9.6 = \log \frac{I}{10^{-12}}$$

$$\Rightarrow 9 + 2 \times 0.3 = \log \frac{I}{10^{-12}}$$

$$\Rightarrow \log 10^9 + 2 \log 2 = \log 4 \times 10^9 = \log \frac{I}{10^{-12}} \Rightarrow I = 4 \times 10^{-3} \text{ W/m}^2$$

گام دوم: از رابطه $I = \frac{E}{t.A}$ انرژی که در هر دقیقه از هر میلی‌متر مربع می‌گذرد را محاسبه می‌کنیم:

$$I = \frac{E}{t.A} \Rightarrow E = 4 \times 10^{-3} \times 60 \times 10^{-6} \Rightarrow E = 0.24 \times 10^{-6} \text{ J} = 0.24 \mu\text{J}$$

زاویه بین جبهه موج تابش‌شده و سطح جداکننده هم‌اندازه زاویه تابش است، بنابراین $\theta_1 = 45^\circ$ و $\theta_2 = 30^\circ$ است.

حال از رابطه $\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$ نسبت تندی‌ها را به دست می‌آوریم:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{2}$$

با تغییر محیط انتشار موج بسامد موج ثابت می ماند و تغییر نمی کند، بنابراین گزینه های (۱) و (۲) نمی توانند درست باشند. تندی موج در قسمت ضخیم طناب کمتر از قسمت نازک طناب است، با توجه به ثابت بودن بسامد از رابطه $v = f\lambda$ می توانیم نتیجه بگیریم که طول موج کاهش می یابد.

تفاضل دو بسامد متوالی تار دو انتها بسته برابر بسامد اصلی تار است:

$$f_1 = f_n - f_{n-1} = 300 - 225 = 75 \text{ Hz}$$

از رابطه $f_1 = \frac{v}{2L}$ ، تندی انتشار موج را در تار محاسبه می کنیم:

$$f_1 = \frac{v}{2L} \Rightarrow v = 75 \times 2 \times \frac{5}{10} = 75 \text{ m/s}$$

انرژی فوتون A، $2/5$ برابر انرژی فوتون B است. از رابطه $E = hf$ می توانیم نتیجه بگیریم که بسامد فوتون A نیز $2/5$ برابر انرژی فوتون B است:

$$f_A = 2/5 f_B$$

$$f_A - f_B = 9 \times 10^{14} \Rightarrow \frac{3}{5} f_B = 9 \times 10^{14} \Rightarrow f_B = 6 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\Rightarrow f_A = 15 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

حالا طول موج فوتون A را از رابطه $\lambda = \frac{c}{f}$ به دست می آوریم:

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{15 \times 10^{14}} = 0.2 \times 10^{-6} = 0.2 \mu\text{m}$$

ابتدا بیشینه انرژی جنبشی‌ها را برحسب eV محاسبه می‌کنیم:

$$K_{\max 1} = 6/4 \times 10^{-19} \text{ J} = 4 \text{ eV}$$

$$K_{\max 2} = K_{\max 1} - \frac{75}{100} K_{\max 1} = 1 \text{ eV}$$

سپس رابطه $K_{\max} = \frac{hc}{\lambda} - hf_0$ را به دست می‌آوریم:

$$\left. \begin{aligned} K_{\max 1} &= \frac{hc}{\lambda_1} - hf_0 \Rightarrow 4 = \frac{1200}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0} \\ K_{\max 2} &= \frac{hc}{\lambda_2} - hf_0 \Rightarrow 1 = \frac{1200}{2\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0} \end{aligned} \right\} \Rightarrow 3 = \frac{1200}{\lambda} \Rightarrow \lambda = 200 \text{ nm}$$

λ را در یکی از معادله‌ها قرار می‌دهیم λ_0 را محاسبه می‌کنیم:

$$4 = \frac{1200}{\lambda} - \frac{1200}{\lambda_0} \Rightarrow 4 = 6 - \frac{1200}{\lambda_0} \Rightarrow \lambda_0 = 600 \text{ nm}$$

حالا بسامد آستانه را از رابطه $f_0 = \frac{c}{\lambda_0}$ به دست می‌آوریم:

$$f_0 = \frac{3 \times 10^8}{600 \times 10^{-9}} = 5 \times 10^{14} \text{ Hz} = 500 \text{ THz}$$

می‌دانیم که بسامد گستره نور مرئی حدوداً از $4 \times 10^{14} \text{ Hz}$ تا $7/5 \times 10^{14} \text{ Hz}$ است، بسامد $4/75 \times 10^{14} \text{ Hz}$ در گستره نور مرئی قرار دارد. تنها رشته‌ای که بسامد نور مرئی دارد رشته بالمر است یعنی تراز مقصد الکترون $n = 2$ است بنابراین گزینه‌های (۲) و (۴) نمی‌توانند درست باشند. حالا یکی از گزینه‌های (۱) یا (۳) را امتحان می‌کنیم، اگر پاسخ معادله درست بود، گزینه درست همان گزینه‌ای است که انتخاب کرده‌ایم در غیر این صورت گزینه درست، گزینه بعدی است. گزینه ۳ را امتحان می‌کنیم:

$$\Delta E = hf \Rightarrow |E_2| - |E_4| = hf$$

$$3/4 - 0/85 = 4 \times 10^{-15} f \Rightarrow f = 6/375 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

بنابراین گزینه (۱) گزینه درست است.

گام اول: از رابطه $E_n = -\frac{E_R}{n^2}$ شماره ترازها را به دست می‌آوریم:

$$-0.185 = -\frac{13.6}{n_1^2} \Rightarrow n_1 = 4$$

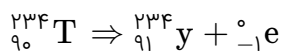
$$-0.544 = -\frac{13.6}{n_2^2} \Rightarrow n_2 = 5$$

گام دوم: K اُمین حالت برانگیخته را می‌توانیم از رابطه $K = n - 1$ به دست آوریم:

$$K_1 = n_1 - 1 = 4 - 1 = 3 \Rightarrow K = 3$$

$$K_2 = n_2 - 1 = 5 - 1 = 4 \Rightarrow L = 4$$

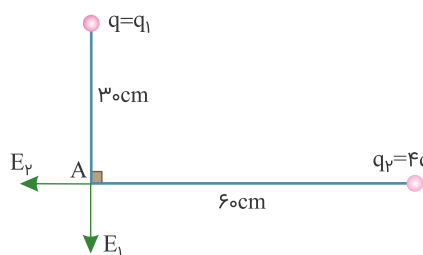
در واپاشی β^- یک نوترون داخل هسته به یک الکترون و یک پروتون تبدیل می‌شود.



عدد اتمی هسته دختر ۹۱ و عدد نوترونی آن $N = 234 - 91 = 143$ است پس داریم:

$$\frac{Z}{N} = \frac{91}{143}$$

گام اول: میدان الکتریکی هرکدام از بارها را برحسب q در نقطه A به دست می‌آوریم:



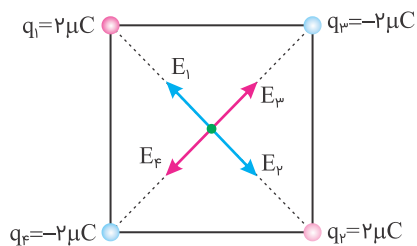
$$E_1 = k \frac{|q_1|}{r_1^2} = 9 \times 10^9 \frac{q}{9 \times 10^{-2}} = q \times 10^{11}$$

$$E_2 = k \frac{|q_2|}{r_2^2} = 9 \times 10^9 \frac{4q}{36 \times 10^{-2}} = q \times 10^{11}$$

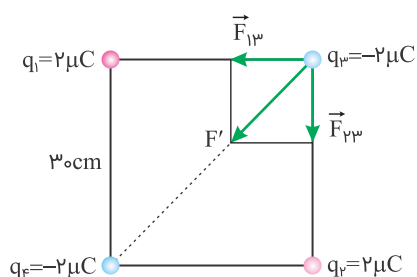
گام دوم: E_1 و E_2 بر هم عمود و هم‌اندازه هستند بنابراین داریم:

$$E_t = \sqrt{2}E_1 \Rightarrow 1000\sqrt{2} = \sqrt{2} \times q \times 10^{11} \Rightarrow q = 10^{-8} \text{ C} = 10 \text{ nC}$$

گام اول: نحوه آرایش بارها در ۴ رأس مربع را مشخص می‌کنیم:



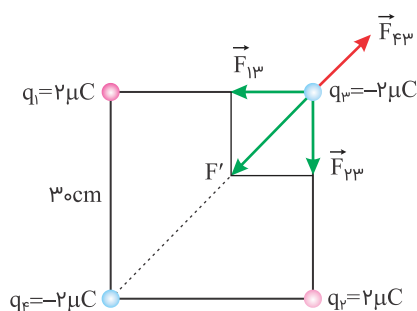
گام دوم: نیروهایی که q_1 و q_2 بر بار q_3 وارد می‌کنند را به دست می‌آوریم. چون بارها برحسب میکروکولن و فاصله برحسب سانتی‌متر است از رابطه $F = 9 \times 10^9 \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$ استفاده می‌کنیم:



$$|\vec{F}_{13}| = |\vec{F}_{23}| \Rightarrow F' = \sqrt{2} F_{13} = \sqrt{2} \times 9 \times 10^9 \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$

$$\Rightarrow F' = \sqrt{2} \times 9 \times 10^9 \frac{2 \times 2}{10^2} = \frac{72}{10} \sqrt{2} = 0.56 \text{ N}$$

گام سوم: اندازه نیروی $\vec{F}_{43}$ را محاسبه می‌کنیم:



$$F_{43} = 9 \times 10^9 \frac{|q_3||q_4|}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{2 \times 2}{10^2} = 0.2 \text{ N}$$

گام چهارم: حالا اندازه نیروی برآیند وارد بر q_3 را محاسبه می‌کنیم:

$$F_{\text{net}} = F' - F_{43} = 0.56 - 0.2 = 0.36 \text{ N}$$

در حالت اول نیروی وارد بر بار q_2 را می‌توانیم از رابطه $F = k \frac{(q_1 + \Delta q_1)q_2}{r^2}$ به دست آوریم:

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

در حالت دوم نیروی وارد بر بار q_2 را به صورت زیر به دست می‌آوریم:

$$F' = k \frac{q_1 q_2}{r^2} + k \frac{q_2 (\Delta q_1)}{\left(\frac{r}{\Delta}\right)^2} = 126k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

حالا نسبت $\frac{F'}{F}$ را به دست می‌آوریم:

$$\frac{F'}{F} = \frac{126k \frac{q_1 q_2}{r^2}}{6k \frac{q_1 q_2}{r^2}} = 21$$

ذره پس از رهاشدن از پتانسیل کمتر به پتانسیل بیشتر رفته بنابراین بار ذره منفی است و گزینه‌های (۱) و (۲) نمی‌توانند درست باشند.

حالا از رابطه‌های $\Delta K + \Delta U = 0$ و $\Delta U = q\Delta V$ بار ذره را به دست می‌آوریم:

$$\Delta K + \Delta U = 0 \Rightarrow \Delta K + q\Delta V = 0$$

$$\Rightarrow (2 \times 10^{-3} - 0) + q(10 - 30) = 0$$

$$\Rightarrow q = \frac{-2 \times 10^{-3}}{20} = -40 \times 10^{-6} = -40 \mu C$$

گام اول: خازن پر شده را از باتری جدا کرده‌ایم بنابراین Q ثابت است.

گام دوم: دی‌الکتریک با ثابت ۲ را از بین صفحه‌ها خارج کرده‌ایم با توجه به رابطه $C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d}$ می‌توانیم نتیجه بگیریم که ظرفیت خازن نصف شده است.

$$C_2 = \frac{1}{2} C_1$$

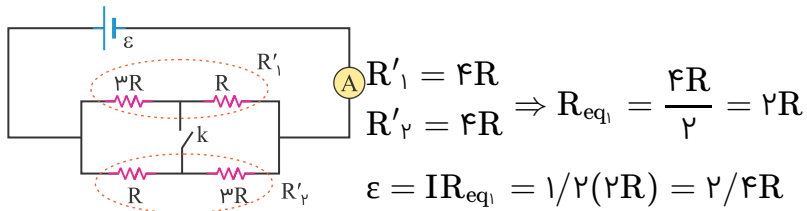
بنابراین گزینه‌های ۳ و ۴ نمی‌توانند درست باشند.

گام سوم: از رابطه $Q = CV$ تغییر ولتاژ صفحه‌ها را به دست می‌آوریم:

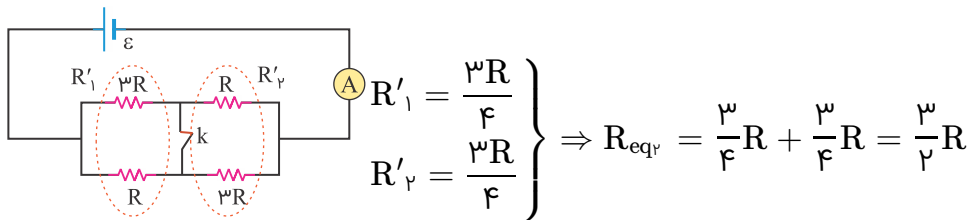
$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{C_2}{C_1} \times \frac{V_2}{V_1} \xrightarrow{Q_1=Q_2, C_2=\frac{1}{2}C_1} 1 = \frac{1}{2} \times \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = 2$$

با توجه به رد گزینه‌های ۳ و ۴ در گام دوم فقط گزینه (۱) می‌تواند درست باشد.

گام اول: ε را برحسب R به دست می‌آوریم، برای این کار ابتدا مقاومت معادل مدار را برحسب R مشخص می‌کنیم:



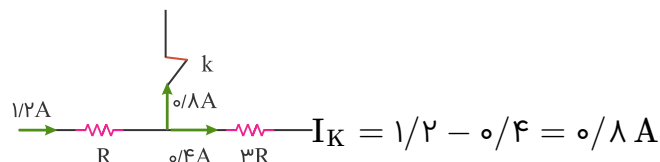
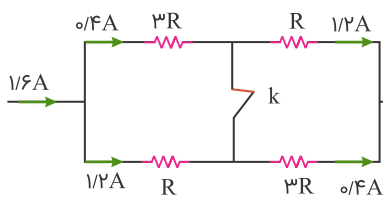
گام سوم: در حالتی که کلید بسته است مقاومت معادل مدار را محاسبه می‌کنیم:



گام چهارم: جریان عبوری از مدار را در حالت دوم به دست می‌آوریم:

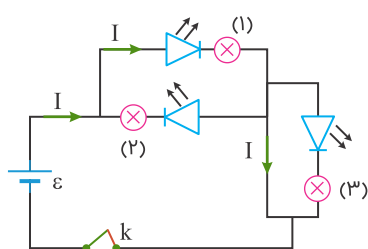
$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq2}} = \frac{2/4R}{\frac{3}{2}R} = 1/6 A$$

گام پنجم: تقسیم جریان در مقاومت‌های موازی با اندازه مقاومت‌ها نسبت عکس دارد بنابراین داریم:



با بستن کلید جریان مطابق شکل زیر در مدار ایجاد می‌شود.

دیودها در مدار نقش یکسوکننده را دارند. دیودی که در مدار برخلاف جهت جریان بسته شده جریانی از آن عبور نمی‌کند و لامپ (۲) خاموش می‌ماند. دو سر شاخه‌ای که لامپ (۳) در آن قرار دارد دچار اتصال کوتاه شده بنابراین جریانی از آن نیز عبور نمی‌کند و روشن نمی‌شود بنابراین فقط لامپ (۱) روشن می‌شود.



با کاهش مقاومت R مقاومت کل مدار کاهش یافته و از رابطه $I = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{r_1 + r_2 + R}$ نتیجه می‌گیریم که جریان کل مدار افزایش می‌یابد.

معادله اختلاف پتانسیل دو سر باتری (۱) $V = \varepsilon_1 - Ir_1$ است که با افزایش I ، V کاهش می‌یابد.

معادله توان ورودی باتری (۲) $P = I\varepsilon_2$ است که با افزایش I ، P افزایش می‌یابد.

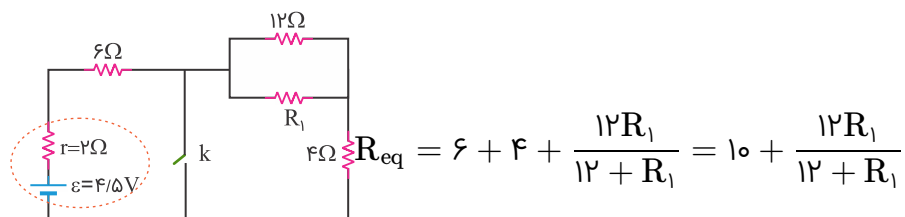
۱- با بستن کلید اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۶ اهمی دو برابر می‌شود یعنی جریان عبوری از مدار ۲ برابر می‌شود:

$$I_2 = 2I_1$$

۲- با بستن کلید سمت راست مدار دچار اتصال کوتاه‌شده و جریانی از آن عبور نمی‌کند و جریان از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$I_2 = \frac{\varepsilon}{r + R} = \frac{4/5}{2 + 6} = \frac{4/5}{8}$$

۳- در حالت اول برای مقاومت معادل مدار داریم:



۴- در حالت اول جریان نصف حالت دوم است پس داریم:

$$I_1 = \frac{I_2}{2} = \frac{4/5}{16}, \quad I_1 = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} \Rightarrow \frac{4/5}{16} = \frac{4/5}{2 + 10 + \frac{12R_1}{12 + R_1}}$$

$$\Rightarrow 16 = 12 + \frac{12R_1}{12 + R_1} \Rightarrow 4 = \frac{12R_1}{12 + R_1} \Rightarrow R_1 = 6 \Omega$$

با توجه به اینکه بار الکترون منفی است به کمک دست چپ نیروی وارد بر آن را برون‌سو $\odot$ به دست می‌آوریم.

حال از رابطه $F = |q| vB \sin \alpha$ اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر الکترون را محاسبه می‌کنیم:

$$F = |q| vB \sin \alpha = 1/6 \times 10^{-19} \times 5 \times 10^4 \times 2000 \times 10^{-4} \times \sin 150^\circ = 8 \times 10^{-16} \text{ N}$$

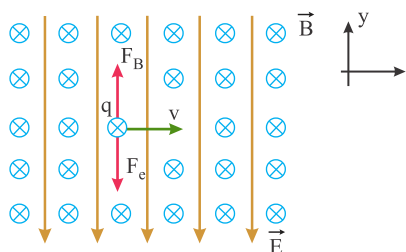
چون سطح حلقه‌ها بر هم عمود است میدان مغناطیسی که هر یک از آن‌ها در مرکز دارند نیز بر هم عمود است پس ابتدا اندازه میدان هر یک را به دست می‌آوریم سپس به کمک رابطه فیثاغورس میدان برآیند را محاسبه می‌کنیم.

$$\left. \begin{aligned} B_1 &= \frac{\mu_0 I_1}{2r_1} = 4\pi \times 10^{-7} \frac{20}{5 \times 10^{-2}} = 16\pi \times 10^{-5} \text{ T} = 1/6\pi \text{ G} \\ B_2 &= \frac{\mu_0 I_2}{2r_2} = 4\pi \times 10^{-7} \frac{18}{6 \times 10^{-2}} = 12\pi \times 10^{-5} \text{ T} = 1/2\pi \text{ G} \end{aligned} \right\}$$

$$\Rightarrow B_t = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = 2\pi \text{ G}$$

نیروی الکتریکی وارد بر ذره α در جهت میدان الکتریکی است بنابراین برای آنکه مسیر حرکت ذره تغییر نکند باید نیروی مغناطیسی برخلاف نیروی الکتریکی و رو به بالا باشد.

به کمک قاعده دست راست می‌توانیم جهت حرکت ذره α که به سمت (+) محور x است را تشخیص دهیم. حال از مساوی قرار دادن رابطه‌های $F_E = Eq$ و $F_B = qvB$ تندی ذره را به دست می‌آوریم:



$$F_E = F_B \Rightarrow Eq = qvB \Rightarrow v = \frac{E}{B} = \frac{1000}{1000 \times 10^{-4}} = 10^4 \text{ m/s}$$

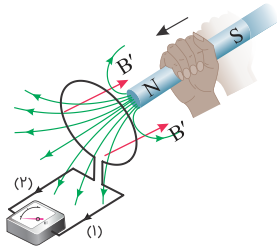
گام اول: برای به دست آوردن نسبت میدان‌ها رابطه $B = \mu_0 \frac{N}{L} I$ را به صورت نسبتی می‌نویسیم:

$$\frac{B_A}{B_B} = \frac{N_A}{N_B} \times \frac{L_B}{L_A} \times \frac{I_A}{I_B} = \frac{2}{1} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{1} = 1$$

گام دوم: برای به دست آوردن نسبت ضریب القاوری سیملوله‌ها از رابطه $L = N_0 \frac{N^2}{\ell} A$ استفاده می‌کنیم:

$$\frac{L_A}{L_B} = \left(\frac{N_A}{N_B} \right)^2 \times \frac{\ell_B}{\ell_A} \times \frac{A_A}{A_B} \Rightarrow \frac{L_A}{L_B} = \left(\frac{2}{1} \right)^2 \times \frac{1}{2} \times 1 = 2$$

با نزدیک شدن آهنربا به حلقه، شار عبوری از حلقه افزایش می‌یابد بنابراین برای مخالفت با افزایش شار مغناطیسی باید جریان القایی میدان B' را برخلاف جهت میدان اصلی ایجاد کند. به کمک قاعده دست راست می‌توانیم نتیجه بگیریم که جریان (۱) میدان B' را برخلاف جهت میدان اصلی می‌سازد علاوه بر آن چون این دو میدان برخلاف جهت هم‌اند، همدیگر را دفع می‌کنند.



ابتدا انرژی جنبشی شهاب‌سنگ را برحسب ژول به دست می‌آوریم:

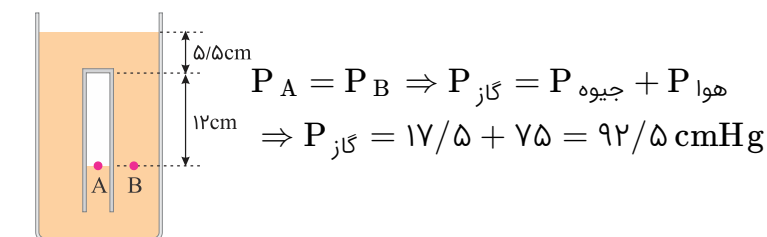
$$K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow K = \frac{1}{2} \times 2/1 \times 10^4 \times (8 \times 10^3)^2 \Rightarrow K = 2/1 \times 32 \times 10^{10} \text{ J}$$

حالا با یک تناسب ساده جرم TNT که می‌تواند این مقدار انرژی را ایجاد کند به دست می‌آوریم:

$$\frac{4/2 \times 10^9 \text{ J}}{2/1 \times 32 \times 10^{10} \text{ J}} \quad \frac{1 \text{ ton}}{m = ?} \Rightarrow m = \frac{2/1 \times 32 \times 10^{10}}{4/2 \times 10^9} = 160 \text{ ton}$$

آهنگ شارش سیال تراکم ناپذیر ثابت است و با تغییر قطر لوله تغییر نمی‌کند.

گام اول: فشار دو نقطه هم‌تراز A و B یکسان است. پس می‌توانیم با نوشتن معادله فشار این دو نقطه، فشار گاز را در حالت اول محاسبه کنیم:



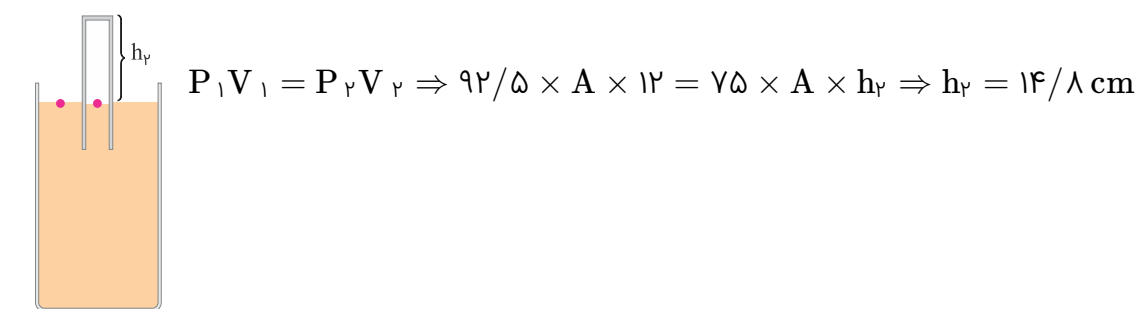
در این حالت حجم گاز $V_1 = A \times 12$ است.

گام دوم: در حالتی که سطح جیوه داخل لوله و ظرف هم‌تراز است فشار گاز درون لوله برابر فشار هوا است:

$$P_{\text{گاز}} = 75 \text{ cmHg}$$

و در این حالت حجم گاز $V_2 = Ah_2$ است.

گام سوم: با توجه به ثابت بودن دما از رابطه $P_1 V_1 = P_2 V_2$ ارتفاعی از لوله که از جیوه بیرون آمده را به دست می‌آوریم:



درصد تغییر حجم بر اثر انبساط را می‌توانیم از رابطه $\Delta V = 3\alpha \Delta \theta \times 100$ درصد تغییرات حجم به دست آوریم:

$$\text{درصد تغییرات حجم} = 3\alpha \Delta \theta \times 100 = 3 \times 2 \times 10^{-5} \times 250 \times 100 = 1/5 \%$$

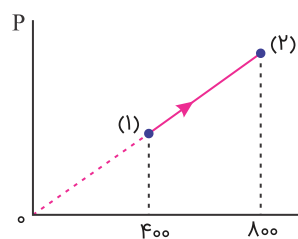
فشار گاز در دو سمت پیستون یکسان است بنابراین از رابطه $P V = nRT$ داریم:

$$\left. \begin{aligned} P_{H_2} &= P_{N_2} \\ P &= \frac{nRT}{V} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{n_{H_2} T_{H_2}}{V_{H_2}} = \frac{n_{N_2} T_{N_2}}{V_{N_2}}$$

$$\xrightarrow{n=\frac{m}{M}} \frac{m_{H_2} T_{H_2}}{M_{H_2} V_{H_2}} = \frac{m_{N_2} T_{N_2}}{M_{N_2} V_{N_2}}$$

$$\Rightarrow \frac{m_{H_2} \times 300}{2 \times 21 \times A} = \frac{m_{N_2} \times 320}{28 \times 32 \times A} \Rightarrow \frac{m_{N_2}}{m_{H_2}} = 20$$

ابتدا رابطه‌ای را بین P و V حالت‌های اول و دوم به دست می‌آوریم، شیب خط ثابت است پس داریم:



$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{P_2}{P_1}$$

از طرفی از معادلهٔ حالت $P V = nRT$ داریم:

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{P_2}{P_1} \times \frac{V_2}{V_1} \xrightarrow{\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2}{V_1}} \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^2$$

$$\Rightarrow \frac{T_2}{۲۷۳ - ۲۳} = \left(\frac{۸۰۰}{۴۰۰} \right)^2 \Rightarrow T_2 = ۱۰۰۰ \text{ K} \Rightarrow T_2 = ۷۲۷^\circ \text{C}$$