



گزینه ۲

۱

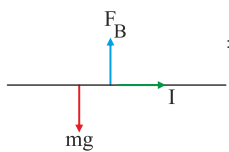
$$\Delta U = -W = -|q|Ed \cos \theta$$

$$\Rightarrow \Delta U = -|-3| \times 10^{-6} \times 20 \times \frac{50}{100} \times (+1) = -3 \times 10^{-5} \text{ J} = -0.03 \text{ mJ}$$

گزینه ۲

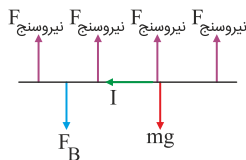
۲

حالت اول :



$$\Rightarrow BIL = mg \Rightarrow 2/5 \times 20 \times \frac{1}{10} = mg \Rightarrow mg = 5 \text{ N}$$

حالت دوم:



$$F = F_B + mg = BIL + mg = 5 + 5 = 10 \text{ N} \Rightarrow F = \frac{10}{4} = 2.5 \text{ N}$$

گزینه ۳

۳

با افزایش رئوستا، R_{eq} افزایش می‌یابد و باتوجه به $I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}}$ جریان در شاخه اصلی مدار کاهش می‌یابد.

$$V = \overbrace{\varepsilon}^{\text{صفر}} - \overbrace{Ir}^{\text{ثابت}} \Rightarrow V = \text{ثابت}$$

$$V = V_{R_1} + V_{R_2} \Rightarrow V_{R_1} = \text{کاهش}$$

$$\Rightarrow I_1 = \text{افزایش}$$

$$I = I_1 + I_2 \Rightarrow I_2 = \text{کاهش}$$

گزینه ۲

۴

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_{mg} + W_E = \frac{1}{2}mv^2 - 0$$

$$0.2 \times 10 \times 2 + W_E = \frac{1}{2} \times 0.2 \times (10)^2 \Rightarrow W_E = +6 \text{ J}$$

کار میدان مثبت است، پس نیرو در جهت جابه‌جایی می‌باشد پس جهت نیروی الکتریکی رو به پایین است و چون بار کره منفی است بنابراین جهت $\vec{E}$ به طرف بالا خواهد بود.

$$W_E = E|q|d \Rightarrow 6 = E \times 10^{-6} \times 2 \Rightarrow E = 3 \times 10^6 \text{ N/C}$$

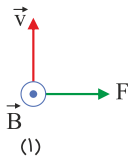
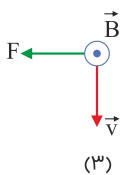
$$\frac{T}{f} = T \Rightarrow T = 16 \text{ ms} = 16 \times 10^{-3} \text{ s}$$

$$I = I_m \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) = \lambda \sin\left(\frac{2\pi}{16 \times 10^{-3}}t\right) \xrightarrow{t=2 \text{ ms}} I = \lambda \sin\left(\frac{2\pi \times 2 \times 10^{-3}}{16 \times 10^{-3}}\right) = 4\sqrt{2} \text{ A}$$

$$U = \frac{1}{2}LI^2 = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 10^{-3} \times (4\sqrt{2})^2 = \lambda \times 10^{-3} \text{ J} = \lambda \text{ mJ}$$

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{L_2}{L_1}\right) \left(\frac{A_1}{A_2}\right) = 2 \times \left(\frac{1}{4}\right) = \frac{1}{2} \Rightarrow R_2 = \frac{1}{2}R_1$$

$$R = \frac{V}{I} \xrightarrow{V \text{ ثابت}} I = \frac{V}{R} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{\frac{V}{R_2}}{\frac{V}{R_1}} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{R_1}{\frac{1}{2}R_1} = 2$$

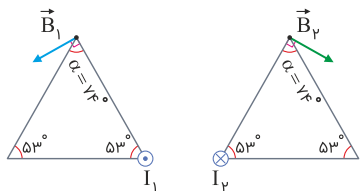


به ذره (۲) نیرویی وارد نشده پس خنثی است و با توجه به جهت نیروهای ذره (۱) و (۳) که با قاعده دست راست هماهنگ است پس هر دو ذره (۱) و (۳) مثبت هستند.

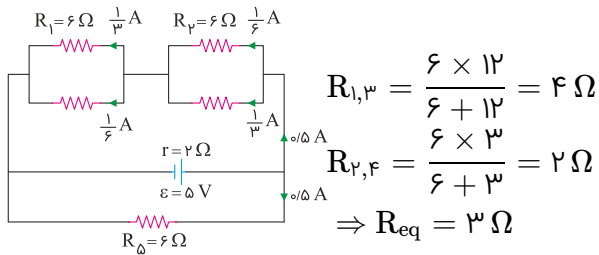
$$E = \frac{V}{d} \xrightarrow{V = \frac{q}{C} = \frac{q}{\kappa \epsilon_0 \frac{A}{d}}} E = \frac{q}{\kappa \epsilon_0 A} \Rightarrow E = \frac{1/6 \times 10^{-6}}{2 \times 10^{-12} \times 400 \times 10^{-6}} = \frac{10^9}{4} = 2.5 \times 10^8 \text{ V/m}$$

بردار میدان ناشی از سیم حامل جریان، در هر نقطه، بر روی دایره‌ای به مرکز آن سیم و عمود بر شعاع است داریم:

خطوط میدان بیرون مثلث قرار می‌گیرند $90^\circ < 74^\circ = 180^\circ - 53^\circ - 53^\circ$



ابتدا مدار را ساده می‌کنیم:

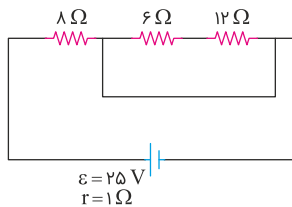


$$I = \frac{\mathcal{E}}{3 + 2} = 1 \text{ A}$$

$$P_{R_2} = R_2 I^2 = 12 \times \left(\frac{1}{6}\right)^2 = \frac{1}{3} \text{ W}$$

در هر فاصله‌ای، نیرویی که q_1 بر q_2 وارد می‌کند، از نظر اندازه برابر با نیرویی است که q_2 بر q_1 وارد می‌کند. اما برای نصف شدن نیرو، کافی است که فاصله $\sqrt{2}$ برابر شود. (نیرو با مربع فاصله نسبت عکس دارد.)

وقتی کلید K باز است، مدار به صورت زیر ساده می‌شود:

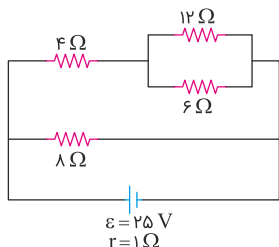


در این حالت دو سر مقاومت ۱۲ اهمی و ۶ اهمی اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می‌شوند و جریانی از آن‌ها عبور نمی‌کند، پس اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۱۲ اهمی برابر با صفر است. با بستن کلید K ، مدار به صورت زیر ساده می‌شود:

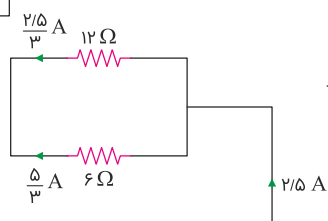
$$R' = \frac{12 \times 6}{12 + 6} = 4 \Omega \quad R'' = 4 + 4 = 8 \Omega$$

$$R_{eq} = \frac{8 \times 8}{8 + 8} = 4 \Omega$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_{eq}} = \frac{20}{1 + 4} = 4 \text{ A}$$



جریان در شاخه‌های موازی به نسبت عکس مقاومت‌ها تقسیم می‌شود، بنابراین چون مقاومت معادل شاخه بالا و پایین برابر است، جریان ۵ A در شاخه‌های بالا و پایین به نسبت مساوی تقسیم می‌شود و با تقسیم جریان ۲/۵ آمپر بین مقاومت‌های ۱۲ و ۶ اهمی خواهیم داشت:



$$V = IR = \frac{2/5}{3} \times 12 = 10 \text{ V}$$

$$\Delta V = 10 - 0 = 10 \text{ V}$$

$$L = N \times d, \quad B = \frac{\mu_0 N I}{L} \Rightarrow B = \frac{\mu_0 I}{d} \Rightarrow d = \frac{\mu_0 I}{B}$$

$$= \frac{12 \times 10^{-7} \times 15}{200 \times 10^{-6}} = 9 \times 10^{-6} \text{ m} = 9 \text{ mm}$$

با توجه به قاعده دست چپ (بار منفی) به گلوله نیروی رو به پایین و طبق قانون سوم نیوتون، گلوله به آهنربا نیروی رو به بالای $F_B = qvB$ وارد می‌کند. پس عدد نشان داده شده توسط ترازو به اندازه qvB کاهش می‌یابد.

$$10^{14} = 100 \times 10^{12} : \text{تعداد الکترون‌ها}$$

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow V = IR \Rightarrow I_1 R_1 = I_2 R_2 \Rightarrow I_2 = \frac{I_1 R_1}{R_2}$$

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \xrightarrow{\text{ثابت } \Delta t} I_1 = \Delta q_1, \quad I_2 = \Delta q_2$$

$$\Delta q_2 = \frac{\Delta q_1 R_1}{R_2} = \frac{10^{14} \times R_1}{4 R_1} = \frac{1}{4} \times 10^{14} = 25 \times 10^{12}$$

مولد آرمانی یعنی مولدی که مقاومت درونی ندارد.

$$I = \frac{\varepsilon}{R} \Rightarrow 0.4 = \frac{\varepsilon}{9} \Rightarrow \varepsilon = 3.6 \text{ V}$$

در یک مدار جریان الکتریکی از پایانه مثبت مولد خارج می‌شود و به پایانه منفی آن وارد می‌شود. پس A پایانه منفی است.

$$F_B = |q| v B \sin \alpha = |q| \underbrace{(v \sin \alpha)}_{\text{مؤلفه‌ای از سرعت که عمود بر } \vec{B} \text{ است}} B$$

$$\Rightarrow F_B = 50 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^5 \times 4 \times 10^{-4} = 4 \times 10^{-3} \text{ N}$$

باتوجه به رابطه $V = \varepsilon - Ir$ خواهیم داشت:

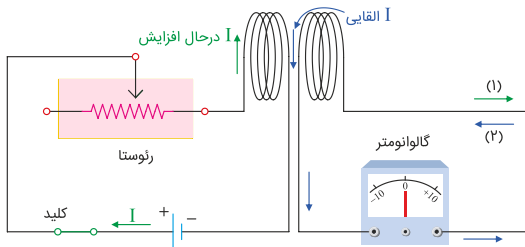
$$\varepsilon = \text{عرض از مبدأ نمودار } -r = \text{شیب نمودار} \Rightarrow \varepsilon = 6 \text{ V}, \quad r = 2 \Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R} \Rightarrow I = \frac{6}{2 + 3} = 1.2 \text{ A}$$

$$V = \varepsilon - Ir = 6 - 1.2 \times 2 = 3.6 \text{ V}$$

$$\left. \begin{aligned} \Delta U_E &= -|q|Ed \cos \theta \\ \Delta V &= \frac{\Delta U_E}{q} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \Delta V = -Ed \cos \theta$$

$$\Rightarrow \Delta V = -4000 \times \frac{50}{100} \times \frac{6}{10} = -1200 \text{ V}$$



لحظه وصل کلید $\Leftarrow$ 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) $\Leftarrow$ باید جریان القایی در جهت ۲ باشد. با کاهش مقاومت رئوستا، باز هم جریان و شار افزایش می‌یابد پس باز هم جریان القایی در همان جهت قسمت قبل (یعنی جهت ۲) القا می‌گردد.

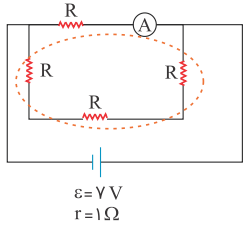
$$E = \frac{k|q|}{r^2} \Rightarrow \begin{cases} E_x = \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-9}}{9 \times 10^{-4}} = 5 \times 10^6 \text{ N/C} \downarrow \\ E_y = \frac{9 \times 10^9 \times 6 \times 10^{-9}}{9 \times 10^{-4}} = 6 \times 10^6 \text{ N/C} \leftarrow \\ E_z = \frac{9 \times 10^9 \times 6 \times 10^{-9}}{9 \times 10^{-4}} = 6 \times 10^6 \text{ N/C} \leftarrow \end{cases}$$

$$E_t = \sqrt{(5 \times 10^6)^2 + (12 \times 10^6)^2} = 13 \times 10^6 \text{ N/C}$$

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. حالا از مساوی قرار دادن رابطه‌های $F_E = Eq$ و $F_B = qvB$ تندی ذره را به دست می‌آوریم:

$$F_E = F_B \Rightarrow Eq = qvB \Rightarrow v = \frac{E}{B} = \frac{1000}{1000 \times 10^{-4}} = 10^6 \text{ m/s}$$

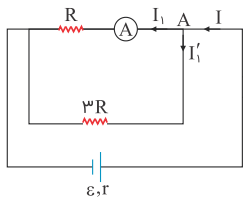
حالت اول) کلید k_1 بسته و k_2 باز باشد:



شکل مدار به صورت زیر درمی آید. مقاومت های نشان داده شده در شکل با هم سری می باشند و مقاومت معادل آنها برابر است با: $R_1 = R + R + R = 3R$
مقاومت های R و $3R$ با هم موازی می باشند، بنابراین: $(V_R = V_{3R})$

$$\begin{cases} V_R = V_{3R} \\ V = RI \\ I_1 = \frac{3}{4}A \end{cases} \Rightarrow I_1 R = I'_1 3R \Rightarrow \frac{3}{4} = 3I'_1 \Rightarrow I'_1 = \frac{1}{4}A$$

حال اگر قانون گره را برای نقطه A بنویسیم جریان کل (I) به دست می آید:

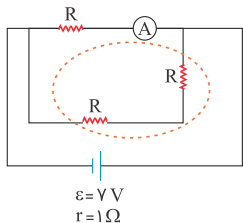


$$I = I_1 + I'_1 \Rightarrow I = \frac{3}{4} + \frac{1}{4} = 1A$$

در نهایت از قانون حلقه استفاده کرده و R را محاسبه می کنیم:

$$\varepsilon - Ir - I_1 R = 0 \Rightarrow 7 - 1 - \frac{3}{4}R = 0 \Rightarrow R = 8\Omega$$

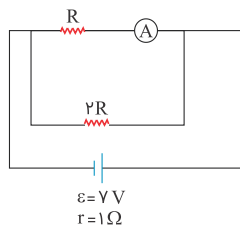
حالت دوم) هر دو کلید بسته شوند:



اگر هر دو کلید بسته شوند دو سر مقاومت R سمت چپ اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می شود. مقاومت های نشان داده شده در شکل با هم سری می باشد و مقاومت معادل آنها برابر است با:

$$R_2 = R + R = 2R$$

مقاومت های R , $2R$ با هم موازی هستند؛ بنابراین مقاومت معادل آنها برابر است با:

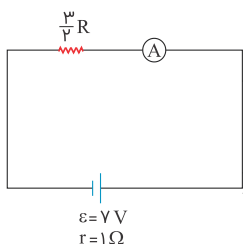


$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{R} \Rightarrow R_T = \frac{2}{3}R$$

حالا می توانیم از قاعده حلقه استفاده کنیم و جریان کل را به دست بیاوریم:

$$\varepsilon - Ir - I \frac{2}{3}R = 0 \Rightarrow 7 - I - \frac{16}{3}I = 0 \Rightarrow I = \frac{21}{19}A$$

با استفاده از قانون گره و اینکه $(V_R = V_{2R})$ است، می توانیم I_2 را محاسبه کنیم:



$$V_R = V_{2R} \Rightarrow I_2 R = I'_2 \times 2R \Rightarrow I'_2 = \frac{I_2}{2}$$

$$I = I'_2 + I_2 \Rightarrow \frac{21}{19} = \frac{I_2}{2} + I_2 \Rightarrow \frac{21}{19} = \frac{3}{2}I_2 \Rightarrow I_2 = \frac{14}{19}A$$

گزینه ۴

۲۴

$$C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} \Rightarrow \frac{C'}{C} = \left(\frac{\kappa'}{\kappa}\right) \times \left(\frac{A'}{A}\right) \times \left(\frac{d}{d'}\right) = 3 \times 2 \times \left(\frac{1}{1}\right) = 12$$

گزینه ۱

۲۵

چون برآیند نیروهای وارد بر بار q_1 صفر است، نیرویی که از طرف بارهای q_2 و q_3 به آن وارد می‌شود، باید در خلاف جهت یکدیگر و باهم همان‌دازه باشد، بنابراین q_2 و q_3 ناهمنام هستند. (رد گزینه "۳" و "۴") همچنین برآیند نیروهای وارد بر بار q_3 صفر است، پس داریم:

$$F_{13} = F_{23} \Rightarrow \frac{k|q_1||q_3|}{(r+x)^2} = \frac{k|q_2||q_3|}{x^2} \xrightarrow{|q_1| = \frac{9}{8}|q_2|} \frac{\frac{9}{8}}{(r+x)^2} = \frac{1}{x^2} \Rightarrow \frac{x}{r} = 2$$

گزینه ۴

۲۶

میدان الکتریکی یکنواخت بین این دو صفحه موازی را حساب می‌کنیم.

$$E = \frac{V}{d} = \frac{100}{2 \times 10^{-2}} = 5000 \Rightarrow E = 5000 \text{ N/C}$$

$$F = E \cdot q = 5000 \times 4 \times 10^{-6} \text{ N} = 0.02 \text{ N}$$

گزینه ۳

۲۷

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \xrightarrow{\Delta U = -\Delta k} Ed = \frac{-\Delta K}{q} \Rightarrow d = \frac{-\Delta K}{Eq}$$

$$d = \frac{-\frac{1}{2} \times 10^{-27} \times (0^2 - (1 \times 10^5)^2)}{4 \times 10^6 \times 1/6 \times 10^{-19}} = 0.05 \text{ m} = 5 \text{ cm}$$

گزینه ۴

۲۸

جریانی که از R_V می‌گذرد باید با جریان A_3 جمع شده و وارد مولد شود. $A_3 = 9 \text{ A}$ و جریان کل مولد که A_1 نشان می‌دهد برابر با 20 A است؛ بنابراین جریان R_V باید 11 A باشد.

$$A_3 + I_{R_V} = A_1 \Rightarrow 9 + I_{R_V} = 20 \Rightarrow I_{R_V} = 11 \text{ A}$$

گزینه ۴

۲۹

$$P = \frac{\epsilon^2}{R_{eq}}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{\frac{12 \times 6}{12 + 6}}{\frac{12 \times 6}{12 + 6} + 8} = \frac{1}{3}$$

$$B = \frac{\mu_o I N}{L} \xrightarrow{L=ND} B = \frac{\mu_o I}{D}$$
$$\Rightarrow B = \frac{۴\pi \times ۱۰^{-۷} \times ۲}{۱۰^{-۳}} = ۸\pi \times ۱۰^{-۴} \text{ T} = ۸\pi \text{ G}$$