

پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای کنکور ۱۴۰۱

$$\Delta U_E = -W_E \Rightarrow \Delta U_E = -F_E d \cos \alpha$$

$$\xrightarrow{F_E = qE} \Delta U_E = -qEd \cos \alpha$$

۱ تغییر انرژی پتانسیل از A تا B را حساب می‌کنیم:

$$\Delta U_{E_{AB}} = -(-5 \times 10^{-6}) \times 10^5 \times 0.5 \Rightarrow \Delta U_{E_{AB}} = 0.25 \text{ J}$$

۲ تغییر انرژی پتانسیل از B تا C را به دست می‌آوریم:

$$\Delta U_{E_{BC}} = -(-5 \times 10^{-6}) \times 10^5 \times 0.5 \times (-0.6) \Rightarrow \Delta U_{E_{BC}} = -0.15 \text{ J}$$

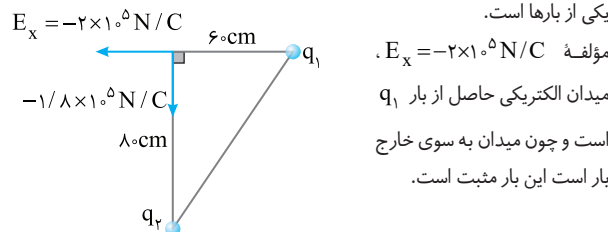
۳ تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی در کل مسیر ABC خواهد شد:

$$\Delta U_{E_{ABC}} = +0.25 - 0.15 = +0.1 \text{ J}$$

بنابراین انرژی پتانسیل الکتریکی بار 0.1 J افزایش می‌یابد.

۴ ۶ B

هر یک از مؤلفه‌های میدان الکتریکی $\vec{E} = -2 \times 10^5 \hat{i} - 1/\sqrt{2} \times 10^5 \hat{j}$ میدان الکتریکی یکی از بارها است.



$$E = k \frac{|q|}{r^2} \Rightarrow 2 \times 10^5 = 9 \times 10^9 \frac{|q_1|}{(0.06)^2} \Rightarrow q_1 = +8 \times 10^{-6} \Rightarrow q_1 = +8 \mu\text{C}$$

مؤلفه $E_y = -1/\sqrt{2} \times 10^5 \text{ N/C}$ میدان الکتریکی حاصل از بار q_2 بوده و چون میدان به سوی بار است، بار q_2 منفی است.

$$E = k \frac{|q|}{r^2} \Rightarrow 1/\sqrt{2} \times 10^5 = 9 \times 10^9 \frac{|q_2|}{(0.08)^2} \xrightarrow{\text{منفی } q_2}$$

$$q_2 = -12/\sqrt{2} \times 10^{-6} \text{ C} \Rightarrow q_2 = -12/\sqrt{2} \mu\text{C}$$

۲ ۷ B

خط فکری ولتاژ دو سر خازن با عایق و انرژی ذخیره شده در خازن در این حالت داده شده است بنابراین با استفاده از رابطه $U = \frac{1}{2} CV^2$ ظرفیت خازن با عایق را به دست آورده سپس ثابت دی الکتریک را حساب می‌کنیم.

۱ ظرفیت خازن با دی الکتریک خواهد شد:

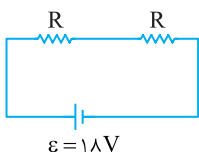
$$U = \frac{1}{2} CV^2 \xrightarrow{\frac{U = 2 \times 10^{-3} \text{ J}}{V = 20 \text{ V}}} 2 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} C \times 400$$

$$\Rightarrow C = 10 \times 10^{-6} \text{ F} \Rightarrow C = 10 \mu\text{F}$$

۲ به کمک رابطه ساختمانی ظرفیت خازن، κ را حساب می‌کنیم:

$$\begin{cases} C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} \\ C_0 = \epsilon_0 \frac{A}{d} \end{cases} \Rightarrow \frac{C}{C_0} = \kappa \Rightarrow \kappa = \frac{10}{5} = 2$$

۴ ۸ B



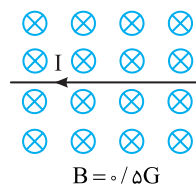
وقتی کلید باز است در مدار دو مقاومت وجود دارد و توان مصرفی مدار خواهد شد:

$$P_1 = \frac{\epsilon^2}{2R} \Rightarrow P_1 = \frac{(18)^2}{2R} = \frac{9 \times 18}{R}$$

وقتی کلید بسته می‌شود مقاومت معادل مدار خواهد شد:

$$R_{eq} = R + \frac{R}{2} = \frac{3R}{2}$$

۴ ۱ B



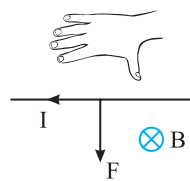
۱ اندازه نیروی مغناطیسی از رابطه $F = I l B \sin \alpha$ به دست می‌آید. α زاویه بین B و I است.

یادآوری هر گaus برابر 10^{-4} تسلا است.

$$B = 0.5 \text{ G}$$

$$F = I l B \sin \alpha \xrightarrow{\alpha = 90^\circ, l = 2/\sqrt{2} \text{ m}} \xrightarrow{I = 2/\sqrt{2} \text{ A}}$$

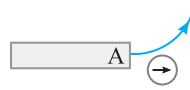
$$F = 2/\sqrt{2} \times 2/\sqrt{2} \times 0.5 \times 10^{-4} \Rightarrow F = 3 \times 10^{-4} \text{ N}$$



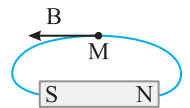
۲ برای به دست آوردن جهت، چهار انگشت دست راست را در جهت جریان می‌گیریم به طوری که کف دست در جهت میدان مغناطیسی درون شود، در این حالت شست دست راست جهت نیرو را مشخص می‌کند، بنابراین نیرو به سمت پایین است.

۴ ۲ A

نکته عقربه مغناطیسی جهت میدان در یک نقطه را نشان می‌دهد.



۱ با توجه به شکل جهت میدان مغناطیسی اطراف A با توجه به عقربه مغناطیسی به گونه‌ای است که خط میدان از قطب A خارج می‌شود و این قطب همان N است:



۲ میدان مغناطیسی در هر نقطه بر خط میدان مماس است:

۲ ۳ A

معادله جریان متناوب برابر $i = I_{\max} \sin \frac{2\pi}{T} t$ است:

$$\begin{cases} I_{\max} = 2 \text{ A} \\ T = 0.2 \text{ s} \end{cases} \Rightarrow i = 2 \sin \frac{2\pi}{0.2} t \Rightarrow i = 2 \sin 10\pi t$$

۲ ۴ A

فاصله بین دو بار 20% افزایش یافته بنابراین: $r_2 = r_1 + 0.2r_1 \Rightarrow r_2 = 1.2r_1$ قانون کولن را در دو حالت نوشته و بر هم تقسیم می‌کنیم:

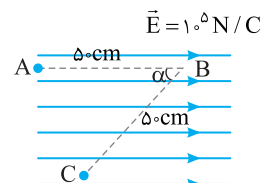
$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{k \frac{|q_1||q_2|}{r_2^2}}{k \frac{|q_1||q_2|}{r_1^2}} \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = \frac{1}{1.44} \Rightarrow F_2 = 0.7 \text{ F}_1$$

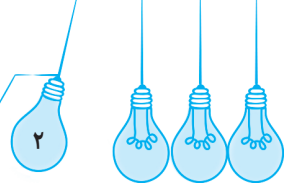
درصد تغییرات نیروی الکتریکی خواهد شد:

$$\frac{\Delta F}{F_1} \times 100 = \frac{0.7 F_1 - F_1}{F_1} \times 100 = -30\%$$

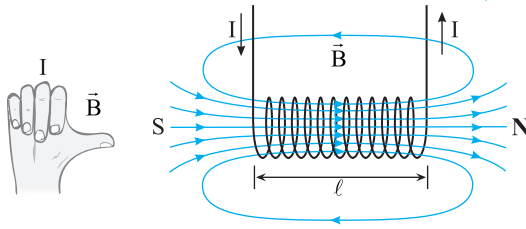
۱ ۵ B

یادآوری تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی یک بار در میدان الکتریکی برابر قرینه کار نیروی میدان وارد بر بار است.





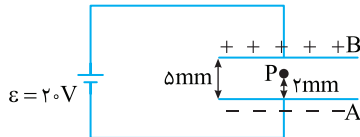
پادآوری: قاعده دست راست برای جهت میدان مغناطیسی در سیم‌لوله حامل جریان.



۲ ۱۲ B

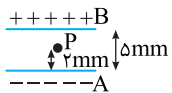
پادآوری: اختلاف پتانسیل بین دو نقطه در میدان الکتریکی یکنواخت برابر $\Delta V = Ed$ است که در آن d فاصله دو نقطه در امتداد خطوط میدان است.

دو صفحه خازن به باتری متصل است و اختلاف پتانسیل دو سر خازن ثابت و برابر ۲۰V است. اختلاف پتانسیل بین نقطه P و صفحه منفی A برابر $V_P - V_A = Ed_{AP}$ است. که E میدان الکتریکی بین صفحات است. با دور شدن صفحه B فاصله A و B از هم تغییر نکرده و ۲mm می‌ماند اما میدان الکتریکی تغییر می‌کند:

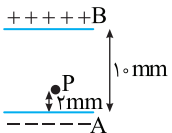


در هر حالت میدان الکتریکی را حساب می‌کنیم.

$$E_1 = \frac{V}{d_1} = \frac{20}{2 \times 10^{-3}} = 10^4 \text{ V/m}$$



$$E_2 = \frac{V}{d_2} = \frac{20}{1 \times 10^{-3}} = 2 \times 10^4 \text{ V/m}$$



اختلاف پتانسیل بین P و A در هر حالت خواهد شد:

$$\Delta V_{AP} = V_P - V_A = E_1 d_{AP} = 10^4 \times 1 \times 10^{-3} = 10 \text{ V}$$

$$\Delta V'_{AP} = V'_P - V_A = E_2 d_{AP} = 2 \times 10^4 \times 1 \times 10^{-3} = 20 \text{ V}$$

بنابراین پتانسیل نقطه P، ۴V کاهش یافته است.

۱ ۱۳ B

پادآوری: در جابه‌جایی در جهت خطوط میدان پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد.

با توجه به سؤال از A تا B در خلاف جهت خطوط میدان ذره جابه‌جا شده و $V_A > V_B$ است پس $V_A - V_B$ مثبت است.

پادآوری: اختلاف پتانسیل الکتریکی از رابطه $\Delta V = Ed \cos \theta$ به دست می‌آید.

پادآوری: هرچه تراکم خطوط میدان الکتریکی بیشتر، اندازه میدان الکتریکی بیشتر بوده و میدان قوی‌تر است. با توجه به شکل تراکم خطوط از A تا B در شکل (۳) بزرگتر از شکل (۲) و در شکل (۲) بزرگتر از شکل (۱) است. بنابراین:

$$\Delta V_P = E_P d \cos \theta$$

$$\Delta V_P = E_P d \cos \theta \xrightarrow{E_3 > E_2 > E_1} \Delta V_P > \Delta V_P > \Delta V_1$$

$$\Delta V_1 = E_1 d \cos \theta$$

توان در این حالت را به دست می‌آوریم:

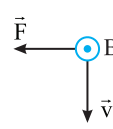
$$P_P = \frac{\varepsilon^2}{3R} \Rightarrow P_P = \frac{2\varepsilon^2}{3R} \Rightarrow P_P = \frac{2 \times 18 \times 18}{3R} \Rightarrow P_P = \frac{12 \times 18}{R}$$

بنا به فرض مسئله اختلاف توان‌ها برابر ۹W است از این رو خواهیم داشت:

$$P_P - P_1 = 9 \Rightarrow \frac{12 \times 18}{R} - \frac{9 \times 18}{R} = 9$$

$$\Rightarrow \frac{12-9}{R} \times 18 = 9 \Rightarrow (12-9) \times 2 = R \Rightarrow R = 6 \Omega$$

۳ ۹ A



با توجه به قاعده دست راست، چهار انگشت باز دست راست را در جهت V رو به پایین گرفته به صورتی که انگشت باز شست دست جهت نیرو به سمت چپ را نشان دهد در این صورت

کف دست شما رو به بیرون صفحه کاغذ بوده و جهت میدان را نشان می‌دهد یعنی میدان مغناطیسی برونسو است اما بار ذره منفی بوده (بار الکترون) پس جهت به دست آمده با قاعده دست راست را وارون کرده و جهت میدان مغناطیسی درونسو می‌شود.

۱ ۱۰ B

خط فکری: برای حل این تست باید تک‌تک گزینه‌ها بررسی شود و اگر شانس بیاوریم گزینه (۱) درست باشد و دیگر نیازی به بررسی بقیه گزینه‌ها نیست. برای بررسی هر گزینه باید یک رابطه ریاضی که در آن کمیت مورد نظر وجود دارد را به کار ببریم.

برای میدان مغناطیسی استفاده از رابطه نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی بهترین انتخاب است.

$$F = I l B \sin \theta$$

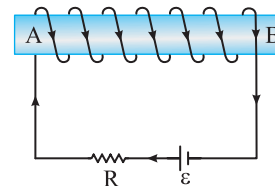
یکای فرعی نیرو kgm/s^2 ، یکای جریان آمپر (A) یکای طول (m) و نسبت‌های مثلثاتی یکا ندارند از این رو:

$$\text{kgm/s}^2 = A \cdot m[B] \Rightarrow [B] = \frac{\text{kg}}{\text{As}^2}$$

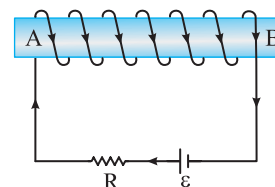
بنابراین نیازی به بررسی گزینه‌های دیگر نیست.

۲ ۱۱ A

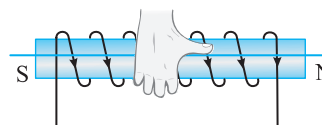
نکته: سوی جریان در مدار خارجی یک باتری از پایانه مثبت به سوی پایانه منفی است.

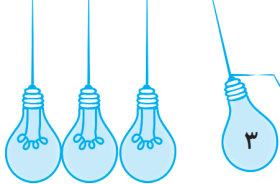


جهت جریان را مشخص می‌کنیم جریان ساعتگرد است.



با توجه قاعده دست راست جهت میدان درون سیم‌لوله را مشخص می‌کنیم، چهار انگشت دست راست را در سوی جریان سیم‌لوله می‌چرخانیم. در این حالت انگشت باز شست دست راست جهت راست را نشان می‌دهد که جهت میدان مغناطیسی است و قطب N نیز در همین سمت است.

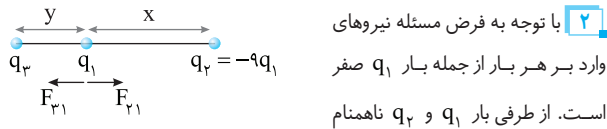




۴ ۱۵ B

۱ ابتدا دقت کنید در هر چهار گزینه، بار q_3 در سمت چپ بار q_1 قرار می‌گیرد

بنابراین طرز قرار گرفتن بارها به شکل زیر است.



۲ با توجه به فرض مسئله نیروهای وارد بر هر بار از جمله بار q_1 صفر است. از طرفی بار q_1 و q_2 ناهمنام هستند و نیروی F_{21} جاذبه است. بنابراین نیرویی که q_3 بر q_1 وارد می‌کند نیز باید جاذبه و به سمت چپ باشد یعنی q_3 نیز باید با q_1 ناهمنام باشد بنابراین q_3 منفی

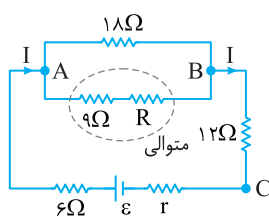
است در نتیجه گزینه‌های (۱) و (۲) حذف شده و مقدار بار $q_3 = -\frac{9}{4}q_1$ خواهد بود.

۳ با برابر قرار دادن نیروهای F_{21} و F_{31} ، مقدار y را برحسب x به دست می‌آوریم.

$$F_{21} = F_{31} \Rightarrow k \frac{|q_2||q_1|}{x^2} = k \frac{|q_3||q_1|}{y^2} \Rightarrow \frac{|q_2|}{x^2} = \frac{|q_3|}{y^2} = \frac{9q_1}{4y^2}$$

$$\Rightarrow y^2 = \frac{x^2}{4} \Rightarrow y = \frac{x}{2}$$

۲ ۱۶ B



خط فکری به فرض مسئله دقت

کنید اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت $18\Omega (V_{AB})$ با اختلاف پتانسیل دو سر

مقاومت $12\Omega (V_{BC})$ برابر است.

بنابراین باید مقاومت R_{AB} با مقاومت

R_{BC} برابر باشد. با توجه به این مطلب مسئله را حل می‌کنیم.

در گام اول مقاومت معادل بین دو نقطه AB را حساب می‌کنیم. مقاومت R و 9Ω

متوالی و معادل آن‌ها با مقاومت 18Ω موازی است. بنابراین:

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{18} + \frac{1}{R+9} \Rightarrow R_{AB} = \frac{(18)(R+9)}{27+R}$$

در گام دوم برای آن که $V_{AB} = V_{BC}$ باشد باید مقاومت R_{AB} با مقاومت R_{BC}

برابر باشد از این رو:

$$V_{AB} = V_{BC} \Rightarrow IR_{AB} = IR_{BC} \Rightarrow R_{AB} = R_{BC} = \frac{18(R+9)}{27+R} = 12 \Rightarrow \frac{3(R+9)}{27+R} = 2$$

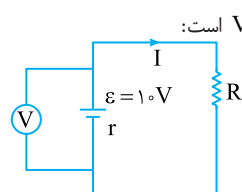
$$\Rightarrow 3R + 27 = 54 + 2R \Rightarrow R = 27\Omega$$

۳ ۱۷ B

۱ اگر تنها یکی از کلیدها بسته باشد، فقط یکی از مقاومت‌های R در مدار قرار

می‌گیرد و مدار به شکل زیر است. در این حالت ولت‌سنج ولتاژ دو سر باتری را $6V$ نشان می‌دهد و جریان مدار خواهد شد:

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \rightarrow I = \frac{10}{R+r}$$



۲ اختلاف پتانسیل دو سر باتری برابر $V = \varepsilon - rI$ است:

$$V = \varepsilon - rI \xrightarrow{r=6V} 6 = 10 - \frac{10r}{R+r}$$

$$\Rightarrow \frac{10r}{R+r} = 4 \Rightarrow 10r = 4R + 4r$$

$$\Rightarrow 6r = 4R \Rightarrow R = 1.5r$$

۳ ۱۴ B

۱ نیروهای وارد بر q_1 را حساب می‌کنیم. بار q_1 و q_2 همنام بوده و یکدیگر را

دفع می‌کنند و بارهای q_1 و q_3 ناهمنام بوده و یکدیگر را جذب می‌کنند. به کمک

قانون کولن نیروها را به دست می‌آوریم.

$$F_{21} = k \frac{|q_1||q_2|}{r_{12}^2} = k \frac{2q_1^2}{x^2}$$

$$F_{31} = k \frac{|q_1||q_3|}{r_{13}^2} = k \frac{4q_1^2}{9x^2}$$

۲ دو نیرو خلاف جهت هم‌اند و اندازه نیروی خالص وارد بر q_1 برابر تفاضل F_{21}

$$\text{و } F_{31} \text{ است: } F_1 = F_{21} - F_{31} = 2k \frac{q_1^2}{x^2} - \frac{4}{9}k \frac{q_1^2}{x^2} = \frac{14}{9}k \frac{q_1^2}{x^2}$$

۳ نیروهای وارد بر q_2 را حساب می‌کنیم. بنا به قانون سوم نیوتن نیرویی که q_3

به q_1 وارد می‌کند با نیرویی که q_1 به q_3 وارد کرده برابر است. از این رو اندازه F_{13}

$$\text{نیز برابر } \frac{4}{9}k \frac{q_1^2}{x^2} \text{ است: } F_{13} = \frac{4}{9}k \frac{q_1^2}{x^2}$$

$$F_{23} = k \times \frac{2q_1 \times 4q_1}{\frac{4}{9}x^2} = 2k \frac{q_1^2}{x^2}$$

۴ دو نیرو هم‌جهت‌اند:

$$F_r = F_{23} + F_{13} = 2k \frac{q_1^2}{x^2} + \frac{4}{9}k \frac{q_1^2}{x^2} = \frac{22}{9}k \frac{q_1^2}{x^2}$$

۵ حال نسبت F_1 به F_r را حساب می‌کنیم:

$$\frac{F_1}{F_r} = \frac{\frac{14}{9}k \frac{q_1^2}{x^2}}{\frac{22}{9}k \frac{q_1^2}{x^2}} = \frac{14}{22} = \frac{7}{11}$$

روش دیگر:

در حل این نوع مسائل می‌توانید نیرویی که دو بار الکتریکی یکسان q_1 در فاصله x بر

هم وارد می‌کنند را F فرض کنیم و با توجه به قانون کولن $F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$ ، نیروهای

دیگر را بر حسب F به دست آوریم.

۱ نیرویی که بار $q_2 = 2q_1$ بر بار q_1 در فاصله x وارد می‌کند برابر $F_{21} = 2F$ و

نیرویی که بار $q_3 = 4q_1$ در فاصله $3x$ وارد می‌کند برابر $F_{31} = \frac{4}{9}F$ و نیروی خالص

وارد بر q_1 خواهد شد:

$$F_1 = 2F - \frac{4}{9}F \Rightarrow F_1 = \frac{18F - 4F}{9} \Rightarrow F_1 = \frac{14}{9}F$$

۲ نیرویی که بار q_1 بر بار q_3 وارد می‌کند بنا به قانون سوم نیوتن هم‌اندازه نیرویی

$$F_{13} = \frac{4}{9}F \text{ است که بار } q_3 \text{ به بار } q_1 \text{ وارد می‌کند.}$$

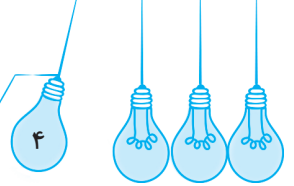
۳ نیرویی که بار $q_2 = 2q_1$ بر بار $q_3 = 4q_1$ در فاصله $2x$ وارد می‌کند

$F_{23} = 2F$ و نیروی خالص وارد بر F_r خواهد شد:

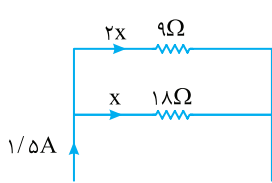
$$F_r = F + \frac{4}{9}F = \frac{13}{9}F$$

۴ نسبت F_1/F_r خواهد شد:

$$\frac{F_1}{F_r} = \frac{\frac{14}{9}F}{\frac{13}{9}F} = \frac{14}{13}$$



یادآوری: جریان در مقاومت های موازی به نسبت وارون مقدار مقاومت تقسیم می شود.



۳ جریانی عبوری از مقاومت 18Ω

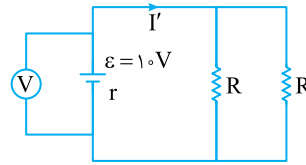
را x بگیرید، جریان مقاومت 9Ω برابر $2x$ می شود:

$$x + 2x = 1/5 \text{ A} \Rightarrow 3x = 1/5$$

$$\Rightarrow x = 1/15 \text{ A}$$

۴ توان مصرفی مقاومت 18Ω برابر است با:

$$P = RI^2 \rightarrow P = 18 \times (1/15)^2 \rightarrow P = 18 \times \frac{1}{225} = \frac{2}{25} \text{ W}$$



۳ اگر دو کلید بسته شود هر دو مقاومت R در مدار قرار می گیرند و با هم موازی اند:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} \rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{2}{R} \rightarrow R_{eq} = \frac{R}{2}$$

$$I'_{مدار} = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} \Rightarrow I'_{مدار} = \frac{10}{r + \frac{R}{2}} \rightarrow I'_{مدار} = \frac{10}{r + 0.75r}$$

$$\rightarrow I'_{مدار} = \frac{10}{1.75r}$$

۴ اختلاف پتانسیل دو سر باتری برابر $V' = \varepsilon - rI'_{مدار}$ است:

$$V' = \varepsilon - rI'_{مدار} \Rightarrow V' = 10 - r \cdot \frac{10}{1.75r} \Rightarrow V' = 10 - \frac{10}{1.75}$$

$$\Rightarrow V' = \frac{17.5 - 10}{1.75} = \frac{7.5}{1.75} \Rightarrow V' = \frac{75}{175} = \frac{3}{7} \text{ V}$$

میانبر: اختلاف پتانسیل دو سر باتری بر حسب مقاومت خارجی مدار (R_{eq})

$$V = \frac{R_{eq}}{R_{eq} + r} \varepsilon$$

از رابطه زیر به دست می آید.

با استفاده از این رابطه نیازی به محاسبه جریان نیست.

۱ آمپرسنج جریان اصلی مدار را 0.8 A نشان داده است از این رو جریان گذرنده از

سه مقاومت متوالی 9Ω و R و 4Ω برابر $I = 0.8 \text{ A}$ است.

۲ ولت سنجه به دو سر مقاومت R بسته شده و ولتاژ دو سر آن را 12 V نشان می دهدیم: مقاومت R را حساب می کنیم:

$$\begin{cases} V = 12 \text{ V} \\ I = 0.8 \text{ A} \end{cases} \Rightarrow R = \frac{V}{I} \Rightarrow R = \frac{12}{0.8} \Rightarrow R = \frac{120}{8} = 15\Omega$$

۳ مقاومت معادل خواهد شد:

$$R_{eq} = 4 + 15 + 9 \Rightarrow R_{eq} = 28\Omega$$

۴ به کمک جریان مدار نیروی محرکه باتری را به دست می آوریم.

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow 0.8 = \frac{\varepsilon}{28 + 2} \rightarrow \varepsilon = 24 \text{ V}$$

خط فکری: با توجه به اعداد روی مدار، جریان مدار $1/5 \text{ A}$ است به کمک جریان

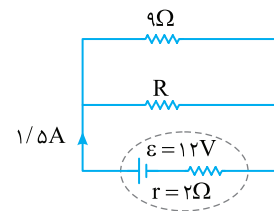
ابتدا مقاومت معادل مدار را حساب کنید. سپس به کمک مقاومت معادل به سراغ یافتن مقدار مقاومت R بروید با داشتن مقاومت R می توانید جریان R (و یا ولتاژ دو سر R) را حساب کرده و توان مصرفی آن را بیابید. البته ما جریان R را به دست آورده ایم.

۱ جریان مدار $1/5 \text{ A}$ است. با توجه به مدار $I_{مدار} = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r}$ ، مقدار R_{eq} را

به دست می آوریم:

$$1/5 = \frac{12}{R_{eq} + 2} \rightarrow 1/5 R_{eq} + 2 = 12 \rightarrow 1/5 R_{eq} = 10 \rightarrow R_{eq} = 50\Omega$$

۲ مقاومت R و 9Ω موازی اند:



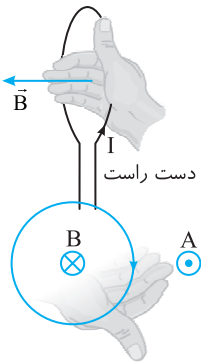
$$\frac{1}{R} + \frac{1}{9} = \frac{1}{6} \Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{1}{6} - \frac{1}{9}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{3}{18} - \frac{2}{18}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{1}{18} \Rightarrow R = 18\Omega$$

یادآوری: قاعده دست راست: انگشت شست

دست راست را مطابق شکل در جهت جریان قرار می دهیم، خم کردن چهار انگشت جهت بردار میدان را نشان می دهد.



در نقطه A میدان مغناطیسی پرونسو بوده بنابراین جریان الکتریکی حلقه ساعتگرد و میدان مغناطیسی در مرکز حلقه درونسوست.

میانبر: در نقطه ای مانند A در خارج

حلقه جهت میدان خلاف جهت میدان در مرکز

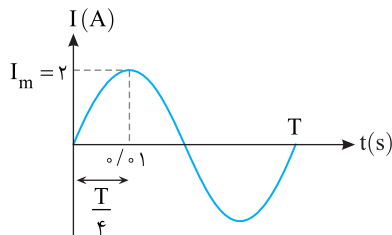
حلقه است.

با توجه به نمودار جریان بیشینه برابر 2 A بوده و دوره خواهد شد:

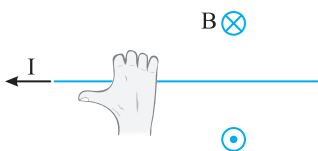
$$\frac{T}{4} = 0.01 \text{ s} \Rightarrow T = 0.04 \text{ s}$$

اکنون معادله جریان را می نویسیم:

$$I = I_m \sin \frac{2\pi}{T} t \Rightarrow I = 2 \sin \frac{2\pi}{0.04} t \Rightarrow I = 2 \sin 50\pi t$$



۱ جهت جریان سیم را



مشخص می کنیم. چرخش چهار

انگشت دست راست را مطابق

شکل در سوی چرخش خطوط

میدان مغناطیسی حاصل از سیم قرار دهید در این حالت انگشت باز شست شما به سمت چپ خواهد بود که نشان می دهد جریان سیم به سوی چپ است ($\leftarrow I$).

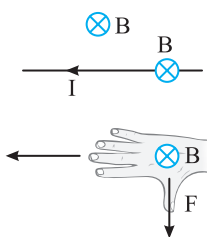
۲ چهار انگشت باز دست راست خود را در

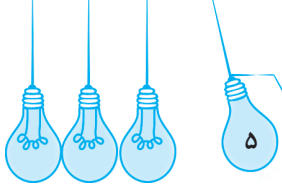
جهت جریان به گونه ای قرار دهید که کف دست

شما رو به صفحه کاغذ (درونسو) باشد. در این

حالت انگشت باز شست شما رو به پایین خواهد بود. یعنی نیروی وارد بر سیم رو به پایین است.

($F \downarrow$)





۲۵ B

۱ نیروی وارد بر الکترون را به دست می آوریم.

$$E = \frac{F}{q} \Rightarrow F = qE \xrightarrow{E = 125 \text{ N/C}, q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}}$$

$$F = 125 \times 1.6 \times 10^{-19} \Rightarrow F = 2 \times 10^{-17} \text{ N}$$

۲ شتاب حرکت الکترون را به کمک قانون دوم نیوتون حساب می کنیم.

$$F_E = ma \xrightarrow{m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}} 2 \times 10^{-17} = 9.1 \times 10^{-31} a \Rightarrow a = 2 \times 10^{13} \text{ m/s}^2$$

۳ زمان جابه جایی 10 cm را با شتاب $2 \times 10^{13} \text{ m/s}^2$ به کمک معادله حرکت با شتاب ثابت به دست می آوریم:

$$\Delta x = \frac{1}{2} a t^2 \Rightarrow 0.1 = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{13} t^2 \Rightarrow t^2 = 10^{-14} \Rightarrow t = 10^{-7} \text{ s}$$

$$t = 10^{-7} \times 10^9 \Rightarrow t = 100 \text{ ns}$$

↓
برای تبدیل به نانوثانیه

یادآوری تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی قرینه کار نیروی میدان است $\Delta U_E = -W_E$.

۴ تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی خواهد شد:

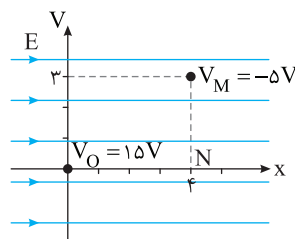
$$\Delta U_E = -(F_E d) \Rightarrow \Delta U_E = -2 \times 10^{-17} \times 0.1$$

$$\Rightarrow \Delta U_E = -2 \times 10^{-18} \text{ J} \Rightarrow \Delta U_E = -2 \times 10^{-18} \text{ J} \times \frac{1 \text{ eV}}{1.6 \times 10^{-19} \text{ J}}$$

$$\Rightarrow \Delta U_E = -12/5 \text{ eV}$$

ضریب تبدیل ژول به eV

۲۶ B



یادآوری هرگاه در جهت خطوط میدان الکتریکی جابه جا شویم پتانسیل نقاط فضا کاهش می یابد. در حرکت از مبدأ تا نقطه $M(4, 3)$ پتانسیل الکتریکی از 15 V به -5 V کاهش یافته بنابراین باید جهت میدان الکتریکی در جهت مثبت محور x باشد.

نکته نقاط واقع بر خط عمود بر میدان الکتریکی هم پتانسیل هستند.

فقط M و N روی خط MN عمود بر خطوط میدان قرار دارند و پتانسیل آنها یکی است. بنابراین:

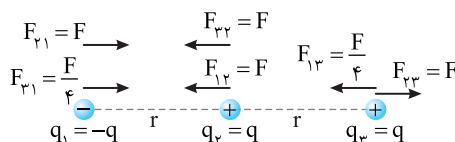
$$V_N - V_O = V_M - V_O = -5 - (15) = -20 \text{ V}$$

یادآوری اختلاف پتانسیل بین دو نقطه در میدان الکتریکی برابر $|\Delta V| = Ed$ است. بزرگی میدان الکتریکی را حساب می کنیم.

$$20 = E(d_{NO}) \Rightarrow 20 = E(0.4) \Rightarrow E = \frac{2000}{4} = 500 \text{ N/C}$$

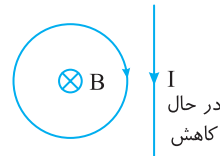
۲۷ B

خط فکری بارها را نامگذاری کنید و بردارهای نیرویی که بر هر بار توسط دو بار دیگر وارد می شود را رسم کنید تا بتوانید مشخص کنید بزرگترین و کوچکترین نیروی خالص بر کدام بارها وارد می شود. اگر نیروی بین دو بار q به فاصله r برابر F بگیریم نیروی بین دو بار $-q$ و $+q$ که در فاصله $2r$ از هم قرار دارند برابر $\frac{F}{4}$ می شود. با توجه به این نکات مسئله قابل حل است.



۲۳ B

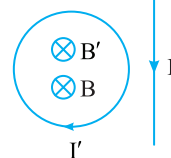
خط فکری باید جهت میدان مغناطیسی سیم راست را در محل حلقه مشخص کنید. سپس با توجه به قانون لنز و چگونگی تغییر میدان مغناطیسی جهت جریان حلقه را به دست می آوریم.



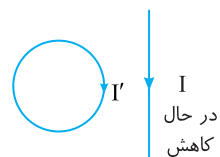
۱ در گزینه (۱) جریان سیم راست رو به پایین است و با توجه به قاعده دست راست جهت میدان مغناطیسی ناشی از جریان درون حلقه درونسو است.

۲ جریان در حال کاهش بوده و میدان B نیز

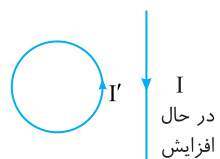
در حال کاهش است. از این رو بنا به قانون لنز جهت میدان مغناطیسی القایی (B') باید هم جهت B بوده تا با کاهش میدان مخالفت کند یعنی B' نیز درونسو است.



۳ به کمک قاعده دست راست مشخص می شود که جهت جریان حلقه باید ساعتگرد باشد و گزینه (۱) درست است. بنابراین بررسی سه گزینه دیگر لازم نیست.



میانیتر هرگاه جریان سیم راست در حال کاهش باشد جریان القایی (I') مطابق شکل روبه رو همسو با آن است و هرگاه جریان در حال افزایش باشد، جریان القایی (I') ناهمسو با آن است.



۲۴ B

۱ فاصله بارهای واقع در رأس های A و C تا نقطه M وسط AC برابر بوده و با توجه به مثبت و یکسان بودن بارها، میدان الکتریکی حاصل از بارهای q_A و q_C در نقطه M هم اندازه و خلاف جهت هم بوده و یکدیگر را خنثی می کنند. $(E_A = E_C)$. بنابراین میدان الکتریکی خالص در نقطه M همان میدان الکتریکی ناشی از بار الکتریکی واقع در نقطه B است. از اینجا به بعد باید به سراغ هندسه برویم و فاصله BM را حساب کنیم.

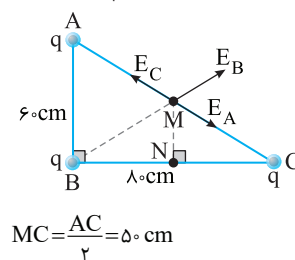
۲ طول ضلع AC را حساب

می کنیم.

$$AC^2 = AB^2 + BC^2$$

$$\Rightarrow AC^2 = 6^2 + 8^2$$

$$\Rightarrow AC = 10 \text{ cm}$$



$$MC = \frac{AC}{2} = 5 \text{ cm}$$

۳ فاصله MC را به دست می آوریم:

۴ هرگاه از وسط ضلع AC خطی به موازات ضلع AB رسم کنیم، ضلع BC را نصف

می کند. یعنی نقطه N وسط BC بوده و طول ضلع $BN = NC = \frac{8}{2} = 4 \text{ cm}$ است.

۵ در مثلث قائم الزاویه CMN ، طول MN را حساب می کنیم.

$$MC^2 = MN^2 + NC^2 \Rightarrow 5^2 = MN^2 + 4^2 \Rightarrow MN = 3 \text{ cm}$$

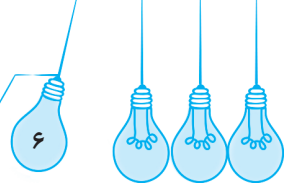
۶ در مثلث قائم الزاویه BMN ، طول ضلع BM را به دست می آوریم.

$$BM^2 = BN^2 + MN^2 \Rightarrow BM^2 = 4^2 + 3^2 \Rightarrow BM = 5 \text{ cm}$$

۷ اکنون مقدار بار q را حساب می کنیم.

$$E = k \frac{q}{r^2} \Rightarrow 9 \times 10^4 = 9 \times 10^9 \frac{q}{(0.5)^2} \Rightarrow q = 0.25 \times 10^{-5} \text{ C}$$

$$\Rightarrow q = 2.5 \times 10^{-6} \text{ C} = 2.5 \mu\text{C}$$



حالت اول: دو دست مقاومت‌های 3Ω و 6Ω در دست هم بوده و این دو مقاومت

$$R_{36} = \frac{3 \times 6}{3+6} = 2\Omega \quad \text{موازی هستند و مقاومت معادل آن‌ها خواهد شد:}$$

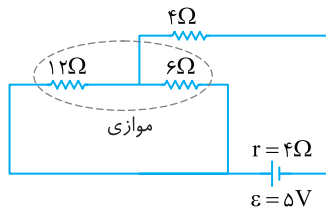
مقاومت 4Ω با مقاومت معادل ۳ و ۶ اهمی متوالی است، بنابراین مقاومت معادل مدار برابر است با:

$$R_{eq} = 2 + 4 = 6\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow I = \frac{5}{6+4} \Rightarrow I = 0.5A \quad \text{جریان مدار را حساب می‌کنیم.}$$

$$P = \varepsilon I_1 \Rightarrow P = 5 \times 0.5 = 2.5W \quad \text{توان تولیدی باتری خواهد شد:}$$

حالت دوم: با قرار دادن مقاومت 12Ω به جای 3Ω مقاومت معادل خواهد شد:



$$R'_{eq} = \frac{12 \times 6}{12+6} + 4 \Rightarrow R'_{eq} = 4 + 4 = 8\Omega$$

جریان مدار را حساب می‌کنیم

$$I' = \frac{\varepsilon}{R'_{eq} + r} = \frac{5}{8+4} \Rightarrow I' = \frac{5}{12} A$$

توان تولیدی باتری را به دست می‌آوریم.

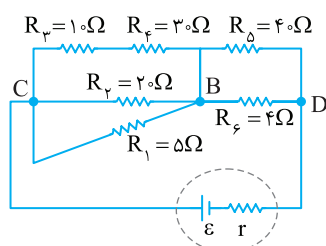
$$P' = \varepsilon I' \Rightarrow P' = 5 \times \frac{5}{12} \Rightarrow P' = \frac{25}{12} W$$

تغییر توان تولیدی باتری را حساب می‌کنیم.

$$P - P' = \frac{5}{2} - \frac{25}{12} \Rightarrow \Delta P = \frac{30-25}{12} \Rightarrow \Delta P = \frac{5}{12} W$$

۳۰ B

در یک نگاه دقیق به شکل مسئله مشخص است که جریان کل مدار در انشعاب C به سرشاخه و در انشعاب D به دو شاخه تقسیم می‌شود و سهم مقاومت $R_6 = 4\Omega$ از جریان کل مدار از بقیه مقاومت‌ها بیشتر بوده و با توجه به رابطه $P = RI^2$ توان این مقاومت از بقیه بیشتر است.



۱ ابتدا مقاومت معادل هر قسمت را حساب می‌کنیم.

$$R_{36} = 10 + 30 = 40\Omega$$

مقاومت‌های R_4 و R_6 متوالی هستند.

مقاومت‌های R_1 و R_2 و R_{36} موازی هستند.

$$\frac{1}{R_{CB}} = \frac{1}{40} + \frac{1}{20} + \frac{1}{40} = \frac{8+4+2}{40} \Rightarrow R_{CB} = \frac{40}{14}\Omega$$

مقاومت معادل بین B و D خواهد شد:

$$\frac{1}{R_{BD}} = \frac{1}{40} + \frac{1}{40} = \frac{1+1}{40} \Rightarrow R_{BD} = \frac{40}{2}\Omega$$

۲ بنابراین شکل مدار به صورت زیر است. مقاومت‌های R_{CB} و R_{BD} با هم

برابر بوده از این رو ولتاژ دو سر هر دو مقاومت یکسان است.

$$V_{CB} = V_{BD} = V$$

۱ نیروهای وارد بر $q_2 = q_1$ که در وسط دو بار دیگر است هم جهت بوده و نیروی

$$F_2 = F + F = 2F \quad \text{خالص وارد بر } q_2 \text{ برابر است با:}$$

$$F_1 = F + \frac{F}{4} = \frac{5F}{4} \quad \text{اندازه نیروی خالص وارد بر } q_1 \text{ خواهد شد:}$$

۲ نیروهای وارد بر بار q_3 در خلاف جهت هم بوده و اندازه نیروی خالص وارد بر

$$F_3 = F - \frac{F}{4} = \frac{3F}{4} \quad \text{بار } q_3 \text{ خواهد شد:}$$

۴ بنابراین بزرگ‌ترین نیرو $2F$ و کوچک‌ترین نیرو $\frac{3F}{4}$ است از این رو:

$$\frac{2F}{\frac{3F}{4}} = \frac{8}{3}$$

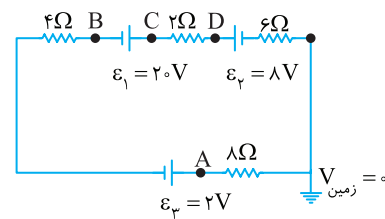
۲۸ B

به مدار نگاه کنید. نیروی محرکه $\varepsilon_1 = 20V$ از مجموع نیروهای محرکه دو باتری ε_2

و ε_3 ($\varepsilon_2 + \varepsilon_3 = 8 + 2 = 10V$) بزرگ‌تر بوده و جهت جریان ساعتگرد و اندازه جریان

الکتریکی مدار خواهد شد:

$$I = \frac{\varepsilon_1 - (\varepsilon_2 + \varepsilon_3)}{R_{eq}} \Rightarrow I = \frac{20 - 10}{4 + 2 + 6 + 8} \Rightarrow I = \frac{10}{20} = 0.5A$$



۱ یادآوری پتانسیل الکتریکی هر نقطه از مدار یعنی اختلاف پتانسیل بین آن نقطه و اتصال به زمین.

به ترتیب پتانسیل الکتریکی نقاط A, B, C و D را حساب می‌کنیم.

پتانسیل نقطه A: از A تا اتصال زمین در خلاف جهت جریان قدم می‌زنیم.

$$V_A + 8 \times 0.5 = 0 \Rightarrow V_A = -4V$$

پتانسیل نقطه B: از B در جهت جریان قدم می‌زنیم.

$$V_B + 20 - 0.5 \times 2 - 8 - 0.5 \times 6 = 0 \Rightarrow V_B = -8V$$

پتانسیل نقطه C:

$$V_C - 0.5 \times 2 - 8 - 0.5 \times 6 = 0 \Rightarrow V_C = 12V$$

پتانسیل نقطه D:

$$V_D - 8 - 0.5 \times 6 = 0 \Rightarrow V_D = 11V$$

بنابراین پتانسیل نقطه C از بقیه نقاط بیشتر است.

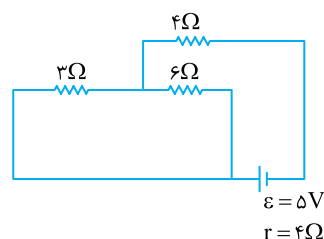
۲ می‌تواند باتری ε_1 مولد بوده و نقطه C از قطب مثبت آن کمترین فاصله را

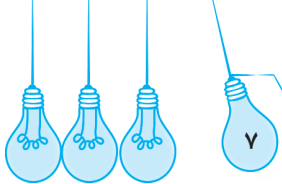
دارد بنابراین پتانسیل آن نسبت به نقاط دیگر بیشتر است.

۱۹ B

خط شگرفی برای یافتن توان تولیدی باتری ($P = \varepsilon I$) ابتدا باید مقاومت معادل را

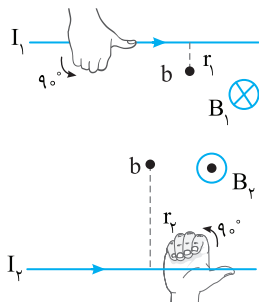
در هر حالت حساب کنید سپس جریان مدار را به دست بیاورید تا بتوانید مقدار P در آن حالت را معین کنید.





نکته: میدان مغناطیسی حاصل از سیم راست با جریان سیم رابطه مستقیم و با فاصله رابطه عکس دارد.

(پ) میدان مغناطیسی در نقطه b ناشی از سیم I_1 درونسو و ناشی از سیم I_2 برونسو است.



جریان دو سیم برابر اما نقطه b از سیم (2) دورتر است، پس $B_1 > B_2$ بوده و میدان خالص در جهت میدان قوی‌تر یعنی درونسو خواهد بود.

۳۳ B

۱ با توجه به تعریف ظرفیت خازن:

$$C = \frac{q}{V} \Rightarrow q = CV \Rightarrow \begin{cases} q_1 = CV_1 \\ q_2 = CV_2 \end{cases} \Rightarrow \Delta q = C \Delta V$$

با توجه به فرض مسئله $\Delta V = 1V$ و $C = 8\mu F$ است بنابراین: $\Delta q = 8 \times 1 = 8\mu C$
۲ تغییر تعداد الکترون‌های هر صفحه را حساب می‌کنیم:

$$\Delta q = ne \xrightarrow{e=1.6 \times 10^{-19}} 8 \times 10^{-6} = n \times 1.6 \times 10^{-19} \Rightarrow n = 5 \times 10^{13}$$

۳۴ B

خط فکری: ابتدا به کمک قضیه کار و انرژی جنبشی ($W_E = \Delta K$)، کار نیروی میدان الکتریکی وارد بر ذره باردار را حساب کنید. کار نیروی میدان الکتریکی قرینه تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی ذره است. بنابراین با توجه به تعریف اختلاف پتانسیل الکتریکی ($\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$) مسئله را حل کنید.

۱ تنها نیروی وارد بر ذره، نیروی میدان الکتریکی است و کار این نیرو، خواهد شد:

$$W_E = \Delta K \Rightarrow W_E = \frac{1}{2} m v_f^2 - \frac{1}{2} m v_i^2 \xrightarrow{m=4 \times 10^{-9} \text{ kg}, v_i=10 \text{ m/s}, v_f=20 \text{ m/s}}$$

$$W_E = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-9} (400 - 100) \Rightarrow W_E = 6 \times 10^{-7} \text{ J}$$

۲ تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی ذره برابر است با:

$$W_E = -\Delta U_E \Rightarrow \Delta U_E = -6 \times 10^{-7} \text{ J}$$

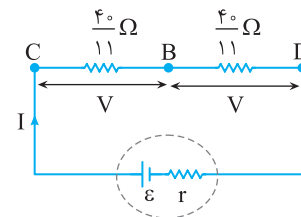
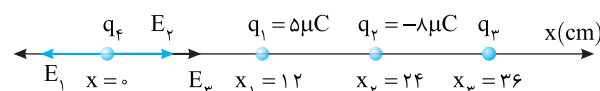
۳ اختلاف پتانسیل بین نقاط A و B را حساب می‌کنیم.

$$V_B - V_A = \frac{\Delta U}{q} \xrightarrow{q=5 \times 10^{-9} \text{ C}} V_B - V_A = \frac{-6 \times 10^{-7}}{5 \times 10^{-9}}$$

$$\Rightarrow V_B - V_A = -120 \text{ V}$$

۳۵ B

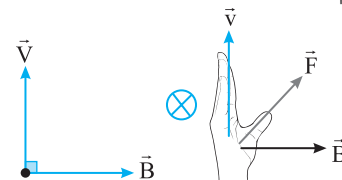
میدان الکتریکی بار q_1 در محل q_2 به سمت چپ (خلاف محور xها) و میدان الکتریکی بار q_3 در محل q_2 به سمت راست (در جهت محور xها) بوده و با آنکه $|q_2| > |q_1|$ است اما چون فاصله q_2 تا q_3 ، دو برابر فاصله q_1 تا q_2 است بنابراین میدان بار q_3 از بار q_1 ضعیف‌تر است از این رو باید میدان الکتریکی بار q_3 در جهت میدان q_2 یعنی رو به راست باشد. بنابراین بار q_3 باید منفی باشد. از این رو می‌توان نوشت:



وقتی ولتاژ دو سر مقاومت‌ها برابر است با توجه به رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ ، مقاومت کوچک‌تر دارای توان مصرفی بیشتری است. بنابراین توان مصرفی مقاومت $R_2 = 4\Omega$ از بقیه بیشتر است.

۳۱ A

یادآوری: برای به دست آوردن جهت نیروی مغناطیسی وارد بر یک ذره باردار مثبت 4 انگشت باز دست راست را در جهت 7 قرار داده به طوریکه کف دست در جهت میدان مغناطیسی باشد، در این صورت شصت دست راست جهت نیروی مغناطیسی را نشان می‌دهد، البته اگر بار ذره منفی باشد، جهت به دست آورده را قرینه می‌کنیم و یا از دست چپ استفاده می‌کنیم.

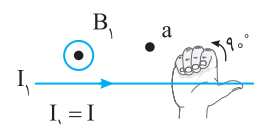


چون بار الکترون منفی است، جهت نیرو قرینه شده و برونسو است.

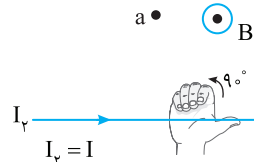
۳۲ B

یادآوری: برای به دست آوردن جهت میدان مغناطیسی ناشی از سیم حامل جریان، انگشت باز شصت دست راست را در جهت جریان قرار می‌دهیم به گونه‌ای که چهار انگشت دست راست در جهت خط واصل بین سیم و نقطه‌ای که میدان در آن خواسته شده قرار گیرد، حال اگر چهار انگشت دست راست را 90° خم کنیم، جهت میدان مغناطیسی در آن نقطه به دست می‌آید:

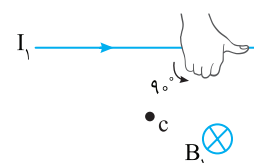
الف) میدان مغناطیسی سیم I_1 و I_2 در نقطه a:



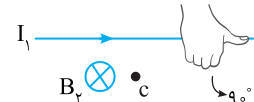
هر دو میدان برونسو بوده بنابراین میدان در نقطه a برونسو است.

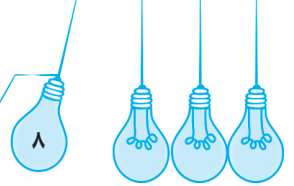


ب) میدان مغناطیسی در نقطه c ناشی از I_1 و I_2 :



هر دو میدان در نقطه c درونسو بوده بنابراین میدان در نقطه c درونسو است.





۲. مقاومت معادل مدار در این حالت خواهد شد:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{9} + \frac{1}{18} \Rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{2+1}{18} \Rightarrow R_{eq} = 6\Omega$$

۳. جریان مدار در این حالت برابر است با:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{6 + r} \quad (I)$$

۴. کلید K باز: تنها مقاومت مدار $R_1 = 9\Omega$ است که بنا به فرض مسئله جریان آن

$2.5A$ افزایش می‌یابد و برابر $I' = 2 + 0.5 = 2.5A$ می‌شود.

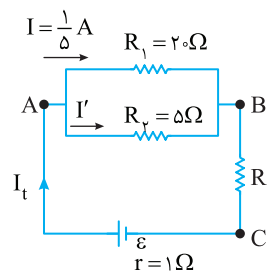
از این رو می‌توان نوشت:

$$I' = \frac{\varepsilon}{R'_{eq}} \Rightarrow 2.5 = \frac{\varepsilon}{9 + r} \quad (II)$$

۵. رابطه (I) را بر رابطه (II) تقسیم می‌کنیم.

$$\frac{3}{2.5} = \frac{6 + r}{9 + r} \Rightarrow \frac{6}{2.5} = \frac{6 + r}{3} \Rightarrow 24 + 4r = 27 + 3r \Rightarrow r = 3\Omega$$

۳۸ B



به شکل نگاه کنید.

۱. اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت

2Ω همان اختلاف پتانسیل بین نقاط A و B است از این رو:

$$V_{AB} = IR_1 \Rightarrow V_{AB} = \frac{1}{5} \times 2 = 0.4V$$

۲. ولتاژ دو سر مقاومت 5Ω نیز $0.4V$ بوده و جریان آن خواهد شد:

$$V = I'R_2 \Rightarrow 0.4 = I' \times 5 \Rightarrow I' = \frac{0.4}{5} A$$

۳. جریان مدار را حساب می‌کنیم.

$$I_t = I + I' = \frac{1}{5} + \frac{0.4}{5} \Rightarrow I_t = 0.2A$$

۴. اختلاف پتانسیل دو سر باتری خواهد شد:

$$V = V_{AB} + V_{BC} \Rightarrow V = 0.4 + 0.6 = 1V$$

۵. اکنون می‌توان نیروی محرکه باتری را به دست آورد.

$$V = \varepsilon - Ir \Rightarrow 1 = \varepsilon - 0.2 \times 1 \Rightarrow \varepsilon = 1.2V$$

۳۹ C

خط فکری با مسئله‌ای طولانی سروکار دارید. ابتدا در حالت کلید باز باید مقاومت مدار را بررسی کنید و جریان گذرنده از آمپرسنج را برحسب جریان کل مدار را به دست بیاورید. سپس در حالت کلید بسته، همین مسیر را طی کنید و مسئله را حل کنید. دقت کنید ε (نیروی محرکه باتری) پارامتری است که در محاسبات حذف خواهد شد.

یادآوری آمپرسنج آرمانی

شبهه یک سیم بدون مقاومت

فرض می‌شود.

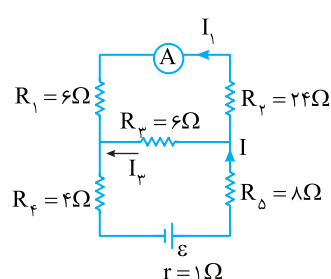
۱. کلید باز: در این حالت

مدار به شکل روبه‌رو درمی‌آید.

که در آن مقاومت‌های R_1 و

R_2 متوالی و با مقاومت R_3

موازی هستند.



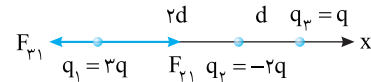
$$E_p = E_1 - E_2 \xrightarrow{E=k\frac{|q|}{r^2}} \frac{kq_1}{(36)^2} - \frac{k(\lambda)}{(12)^2} - \frac{k(\lambda)}{(24)^2}$$

$$\xrightarrow{\text{دو طرف را در } (12)^2 \text{ ضرب می‌کنیم}} \frac{q_1}{3^2} - \frac{\lambda}{1} - \frac{\lambda}{2^2} \Rightarrow \frac{q_1}{9} - \lambda - \frac{\lambda}{4} = 0 \Rightarrow |q_2| = 27$$

$$\Rightarrow q_2 = -27\mu C$$

۳۶ B

۱. نیروی وارد بر بار $q_1 = 3q$ از طرف دو بار دیگر را رسم کرده و مقدار نیروها را به دست می‌آوریم.



q_1 بار q_1 را می‌راند.

$$F_{11} = k \frac{|q_1||q_1|}{(3d)^2} \Rightarrow F_{11} = k \frac{3q \times 3q}{9d^2} = k \frac{q^2}{d^2}$$

q_2 بار q_1 را می‌ریاید.

$$F_{12} = k \frac{|q_1||q_2|}{(d)^2} \Rightarrow F_{12} = k \frac{3q \times q}{d^2} \Rightarrow F_{12} = \frac{3}{2} k \frac{q^2}{d^2}$$

۲. نیروهای F_{11} و F_{12} در خلاف جهت هم بوده اندازه آن‌ها از تفاضل آن‌ها

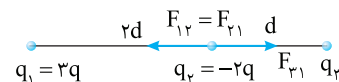
به دست می‌آید و بنا به فرض مسئله خواهیم داشت:

$$F = F_{11} - F_{12} \Rightarrow F = \frac{3}{2} k \frac{q^2}{d^2} - k \frac{q^2}{3d^2} \Rightarrow F = \frac{9-2}{6} k \frac{q^2}{d^2} \Rightarrow F = \frac{7}{6} k \frac{q^2}{d^2}$$

این نیرو در جهت مثبت محور X هاست.

۳. نیروهای وارد بر بار $q_2 = -2q$ را رسم کرده، اندازه آن‌ها را به دست آورید.

سپس برآیند آن‌ها را حساب کنید.



نیروی که q_1 بر q_2 وارد می‌کند با نیرویی که q_2 بر q_1 وارد می‌کند برابر است.

$$F_{21} = F_{12} = \frac{3}{2} k \frac{q^2}{d^2}$$

نیروی که q_2 بر q_2 وارد می‌کند خواهد داشت:

$$F_{22} = k \frac{|q_2||q_2|}{d^2} \Rightarrow F_{22} = k \frac{2q \times 2q}{d^2} = 2k \frac{q^2}{d^2}$$

۴. برآیند نیروهای وارد بر بار q_2 را به دست می‌آوریم.

$$F' = F_{21} - F_{22} = \frac{3}{2} k \frac{q^2}{d^2} - 2k \frac{q^2}{d^2} \Rightarrow F' = -\frac{1}{2} k \frac{q^2}{d^2}$$

این نیرو در جهت مثبت محور X هاست.

۵. اکنون F' را بر F تقسیم می‌کنیم.

$$\frac{F'}{F} = \frac{\frac{1}{2} k \frac{q^2}{d^2}}{\frac{7}{6} k \frac{q^2}{d^2}} = \frac{3}{7} \Rightarrow F' = \frac{3}{7} F$$

۳۷ B

۱. کلید K بسته: در این حالت مقاومت‌های

$R_1 = 9\Omega$ و $R_2 = 18\Omega$ با هم موازی

هستند و در مقاومت‌های موازی، جریان به

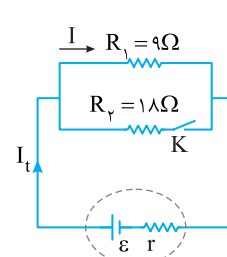
نسبت وارون مقاومت‌ها تقسیم می‌شود بنابراین

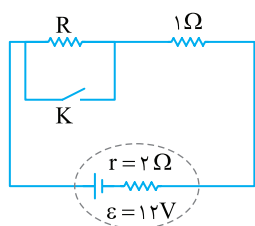
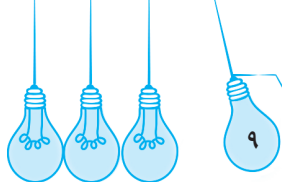
وقتی جریان مقاومت 9Ω ، $I = 2A$ است

جریان مقاومت 18Ω نصف I یعنی $1A$ بوده

و جریان کل مدار برابر خواهد شد با:

$$I_t = 2 + 1 = 3A$$





وقتی کلید باز است مقاومت کل مدار $R_1 = R + 1$ است.

وقتی کلید وصل است مقاومت R اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می‌شود در این حالت مقاومت کل مدار برابر $R_2 = 1\Omega$ است.

توان خروجی در دو حالت R_1 و R_2 (قطع و وصل کلید) برابر است، از این رو:

$$r = \sqrt{R_1 R_2} \Rightarrow 2 = \sqrt{(R+1) \times 1} \Rightarrow 4 = R+1 \Rightarrow R = 3\Omega$$

$$R_{1,2} = R_1 + R_2 = 6 + 24 \Rightarrow R_{1,2} = 30\Omega$$

$$\frac{1}{R_{1,2,3}} = \frac{1}{R_{1,2}} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow \frac{1}{R_{1,2,3}} = \frac{1}{30} + \frac{1}{6} = \frac{1+5}{30} \Rightarrow R_{1,2,3} = 5\Omega$$

مقاومت معادل $R_{1,2,3}$ با مقاومت‌های R_Δ و R_F متوالی بوده مقاومت کل مدار خواهد شد.

$$R_{eq} = R_{1,2,3} + R_F + R_\Delta \Rightarrow R_{eq} = 5 + 4 + 8 \Rightarrow R_{eq} = 17\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{17+1} \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{18}$$

در مقاومت‌های موازی جریانی به نسبت وارون مقاومت‌ها تقسیم می‌شود.

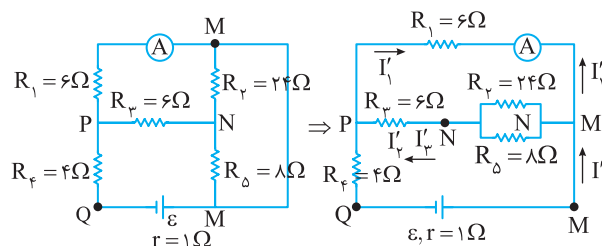
$$\frac{I_1}{I_3} = \frac{R_3}{R_{1,2}} \Rightarrow \frac{I_1}{I_3} = \frac{6}{30} \Rightarrow I_3 = 5I_1 \xrightarrow{I=I_1+I_3} \frac{\varepsilon}{18} = I_1 + 5I_1$$

$$\Rightarrow I_1 = \frac{1}{6} \left(\frac{\varepsilon}{18} \right)$$

نگران نباشید تازه در ابتدای مسیر حل مسئله هستیم.

کلید K بسته:

در این حالت با نام‌گذاری نقاط مدار را باید مجدداً رسم کنیم تا بتوانیم موازی و متوالی بودن مقاومت‌ها را تشخیص بدهیم.



باید مقاومت معادل را حساب کنیم.

$$R_{2,5} = \frac{24 \times 8}{24 + 8} \Rightarrow R_{2,5} = 6\Omega$$

R_Δ و R_F موازی هستند.

$$R_{2,3,5} = 6 + 6 \Rightarrow R_{2,3,5} = 12\Omega$$

مقاومت R_3 با $R_{2,5}$ متوالی:

مقاومت R_1 با $R_{2,3,5}$ موازی:

$$R_{1,2,3,5} = \frac{6 \times 12}{6 + 12} \Rightarrow R_{1,2,3,5} = 4\Omega$$

مقاومت معادل مدار خواهد شد:

$$R'_{eq} = R_{1,2,3,5} + R_F = 4 + 4 \Rightarrow R'_{eq} = 8\Omega$$

جریان مدار در این حالت برابر است با:

$$I' = \frac{\varepsilon}{R'_{eq}} \Rightarrow I' = \frac{\varepsilon}{8+1} \Rightarrow I' = \frac{\varepsilon}{9}$$

جریان کل مدار به نسبت ۲ به ۱ بین شاخه آمپرسنج و شاخه موازی با آن تقسیم می‌شود یعنی جریان I به سه قسمت تقسیم شده و دو قسمت آن از آمپرسنج می‌گذرد.

$$I_1 = 2 \times \frac{I}{3} \Rightarrow I_1 = \frac{2}{3} \frac{\varepsilon}{9}$$

اکنون نسبت $\frac{I_1}{I}$ را به دست می‌آوریم.

$$\frac{I_1}{I} = \frac{\frac{2}{3} \frac{\varepsilon}{9}}{\frac{1}{9} \frac{\varepsilon}{9}} \Rightarrow \frac{I_1}{I} = 8$$

۲ ۴۰ B

یادآوری: هرگاه در یک مدار توان خروجی باتری برای R_1 و R_2 یکسان باشد. بین

مقاومت درونی باتری (r) و مقاومت‌های R_1 و R_2 رابطه زیر برقرار است:

$$r = \sqrt{R_1 R_2}$$