



فهرست

آزمون جامع

۲۲..... پاسخ آزمون جامع

تست در پاسخ

۳۳..... پاسخ تست‌های در پاسخ فصل اول

۴۲..... پاسخ تست‌های در پاسخ فصل دوم

۵۳..... پاسخ تست‌های در پاسخ فصل سوم

فصل اول

۱..... آزمون دوم

۴..... پاسخ آزمون دوم

فصل دوم

۸..... آزمون دوم

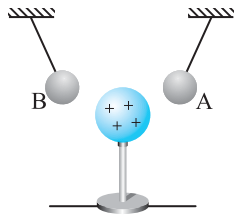
۱۱..... پاسخ آزمون دوم

فصل سوم

۱۵..... آزمون دوم

۱۸..... پاسخ آزمون دوم

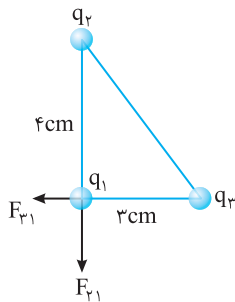
آزمون ۲



- ۱- مطابق شکل یک گوی با بار مثبت را بین دو آونگ A و B قرار داده و آونگ‌ها مطابق شکل در حال تعادل قرار می‌گیرند. اگر گوی را از بین دو آونگ خارج کنیم نیرویی که دو آونگ بر هم وارد می‌کنند چگونه است؟
 (۱) رانشی
 (۲) ربایشی
 (۳) بر یکدیگر نیرویی وارد نمی‌کنند.
 (۴) هر سه حالت ممکن است.

- ۲- نیرویی که دو بار نقطه‌ای $+q$ در فاصله r به یکدیگر وارد می‌کنند، برابر $F = ۶۴۰\text{N}$ است. اگر بار $۲\mu\text{C}$ از یکی کم کرده و همان مقدار به دیگری اضافه کنیم نیروی جدید F' ، در همان فاصله برابر ۶۰۰N می‌شود. بار q چند میکروکولن بوده است؟

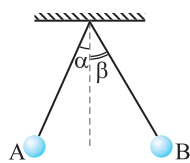
- (۱) ۱۲ (۲) ۸ (۳) ۶ (۴) ۴



- ۳- اگر در شکل روبه‌رو $\frac{q_2}{q_3} = \frac{4}{5}$ باشد، کدام گزینه در مورد نسبت $\frac{F_{21}}{F_{31}}$ درست است؟

- (۱) $\frac{9}{20}$ (۲) $\frac{16}{9}$

- (۳) $\frac{20}{9}$ (۴) به اندازه بار q_1 بستگی دارد.



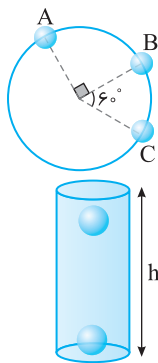
- ۴- در شکل روبه‌رو گلوله‌های باردار از دو نخ با طول مساوی آویزانند و انحراف آن‌ها از راستای قائم α و β بوده و اندازه نیروی الکتریکی وارد بر آن‌ها F_A و F_B است. اگر $q_A > q_B$ و $m_A < m_B$ باشد، کدام گزینه درست است؟

- (۱) $\alpha = \beta$ و $F_A = F_B$ (۲) $\alpha > \beta$ و $F_A = F_B$

- (۳) $\alpha > \beta$ و $F_A > F_B$ (۴) $\alpha = \beta$ و $F_A < F_B$

- ۵- سه بار الکتریکی نقطه‌ای مطابق شکل بر روی دایره‌ای به شعاع ۴ cm قرار دارند. اگر اندازه نیروی الکتریکی‌ای که بارهای A و B بر هم وارد می‌کنند ۸ N و اندازه نیروی الکتریکی‌ای که بارهای B و C بر هم وارد می‌کنند ۱۰ N باشد، حاصل $\frac{|q_A|}{|q_C|}$ چقدر است؟

قلم‌چی

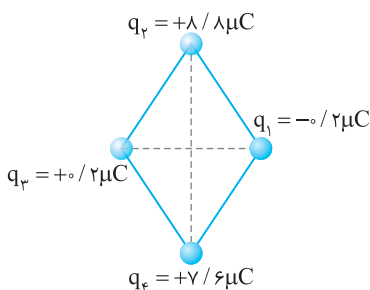


- (۱) $\frac{16}{5}$ (۲) $\frac{1}{5}$

- (۳) $\frac{5}{16}$ (۴) $\frac{5}{8}$

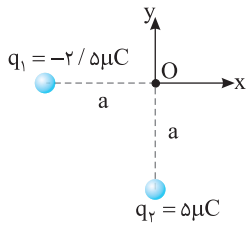
- ۶- کف لوله شیشه‌ای شکل روبه‌رو حداکثر می‌تواند نیرویی به بزرگی ۴ N را تحمل کند. اگر دو گلوله کوچک یکسان با بارهای $+۳\mu\text{C}$ را به آرامی درون لوله قرار دهیم و بعد از ایجاد تعادل، کف لوله نشکند، کمترین فاصله بین مراکز دو گلوله چند سانتی‌متر می‌تواند باشد؟
 (قلم‌چی) $k = ۹ \times ۱۰^۹ \text{ N.m}^2/\text{C}^2$ و از تمامی اصطکاک‌ها صرف‌نظر شود.

- (۱) $۳\sqrt{5}$ (۲) $۹\sqrt{5}$
 (۳) $۴/۵\sqrt{5}$ (۴) $۹\sqrt{2}$



- ۷- چهار ذره باردار را مطابق شکل در چهار رأس یک لوزی با قطرهای ۶ cm و ۴ cm قرار داده‌ایم. اندازه میدان الکتریکی خالص در مرکز لوزی چند N/C است؟

- (۱) ۲۰×۱۰^۴ (۲) ۱۵×۱۰^۷
 (۳) ۱۵×۱۰^۶ (۴) ۲۴×۱۰^۱۴

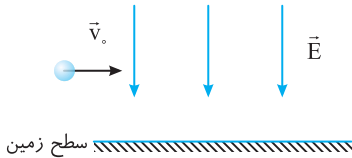


۸- در شکل روبه‌رو میدان الکتریکی ناشی از بار q_2 در نقطه O برابر $3 \times 10^4 \text{ N/C}$ است. میدان الکتریکی کل در نقطه O چند نیوتون بر کولن است؟

$$(1) (-\vec{i} + 3\vec{j}) \times 10^4 \quad (2) (3\vec{i} - \frac{3}{2}\vec{j}) \times 10^4$$

$$(3) (\vec{i} - 3\vec{j}) \times 10^4 \quad (4) (-\frac{3}{2}\vec{i} + 3\vec{j}) \times 10^4$$

۹- مطابق شکل، ذره‌ای باردار به جرم 20 g با اندازه بار الکتریکی $4 \mu\text{C}$ را با سرعت اولیه $\vec{v}_0$ در فضای میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}$ که راستای آن عمود بر سطح زمین است، پرتاب می‌کنیم. اگر این ذره بدون انحراف به مسیر خود ادامه دهد، اندازه میدان الکتریکی چند نیوتون بر کولن و علامت بار ذره کدام است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$)



$$(1) 5 \times 10^8, \text{ مثبت} \quad (2) 5 \times 10^8, \text{ منفی} \quad (3) 5 \times 10^5, \text{ منفی} \quad (4) 5 \times 10^5, \text{ مثبت}$$

۱۰- بار نقطه‌ای $q_1 = 3 \mu\text{C}$ به بار نقطه‌ای $q_2 = -4 \mu\text{C}$ نیروی کولنی $\vec{F}_1 = -12 \times 10^{-6} \vec{i} + 24 \times 10^{-6} \vec{j}$ نیوتون وارد می‌کند، بردار میدان الکتریکی بار q_2 در محل بار q_1 بر حسب واحدهای SI به کدام صورت است؟

قلم‌چی

$$(1) -4\vec{i} + 8\vec{j} \quad (2) +4\vec{i} - 8\vec{j} \quad (3) -3\vec{i} + 6\vec{j} \quad (4) +3\vec{i} - 6\vec{j}$$

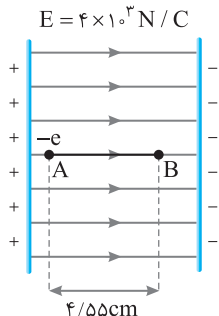
۱۱- ذره‌ای را که دارای بار مثبت است در یک نقطه درون میدان الکتریکی یکنواخت به حال سکون قرار می‌دهیم. کدام یک از گزینه‌های زیر با فرض چشم‌پوشی از اصطکاک‌ها، درست است؟

(۱) ذره در جهت میدان حرکت می‌کند و انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد.

(۲) ذره در جهت میدان حرکت می‌کند و کاهش انرژی پتانسیل آن برابر افزایش انرژی جنبشی آن می‌شود.

(۳) ذره در خلاف جهت میدان حرکت می‌کند و انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می‌یابد.

(۴) ذره در خلاف جهت میدان حرکت می‌کند و کاهش انرژی پتانسیل آن برابر افزایش انرژی جنبشی آن می‌شود.



۱۲- در میدان الکتریکی یکنواخت نشان داده شده در شکل روبه‌رو، الکترونی از نقطه A با سرعت v_0 به سمت راست پرتاب می‌شود و در نهایت در نقطه B متوقف می‌شود. اندازه v_0 چند متر بر ثانیه است؟

قلم‌چی

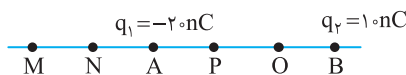
($m_e = 9/1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ و از نیروی وزن وارد بر الکترون صرف‌نظر شود.)

$$(1) 4 \times 10^6 \quad (2) 2 \times 10^6 \quad (3) 6 \times 10^6 \quad (4) 8 \times 10^6$$

۱۳- اختلاف پتانسیل بین دو نقطه، مقدار ثابت 400 V است. با صرف 2 J انرژی، چند کولن الکتریسیته را می‌توان از یک نقطه به نقطه دیگر منتقل کرد؟

$$(1) 0/5 \quad (2) 2 \times 10^4 \quad (3) 5 \times 10^{-5} \quad (4) 0/2$$

۱۴- بارهای نقطه‌ای q_1 و q_2 به ترتیب در نقاط A و B قرار دارند. کدام گزینه در مورد مقایسه پتانسیل الکتریکی در نقاط O، P، N و M درست است؟



$$(1) V_P > V_O, V_M > V_N$$

$$(2) V_P > V_O, V_M < V_N$$

$$(3) V_P < V_O, V_M > V_N$$

$$(4) V_P < V_O, V_M < V_N$$

۱۵- در یک میدان الکتریکی یکنواخت، ذره باردار به جرم 1 g ، از نقطه‌ای به پتانسیل الکتریکی 100 V ولت از حال سکون به حرکت درمی‌آید و با سرعت 10 m/s به نقطه دیگری به پتانسیل الکتریکی 100 V ولت می‌رسد. اگر در این مسیر نیروی مؤثر بر ذره فقط حاصل از میدان الکتریکی باشد، بار الکتریکی ذره چند میکروکولن است؟

خارج ریاضی - ۹۵

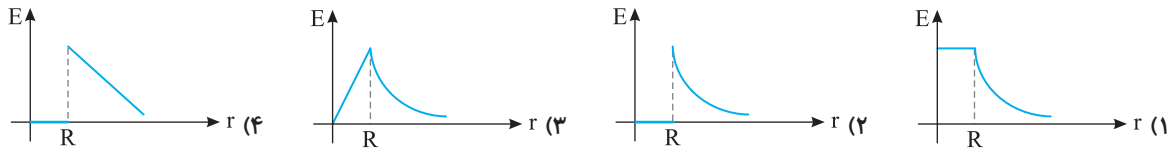
$$(1) 2/5 \quad (2) 4 \quad (3) 25 \quad (4) 40$$

۱۶- دو صفحه رسانا روی محور مختصات و موازی محور y ها قرار دارند. اگر صفحه مثبت از نقطه $x = 2\text{cm}$ و صفحه منفی از مکان $x = -2\text{cm}$ عبور کند و ذره‌ای با جرم 8mg و بار $q = +2\mu\text{C}$ از صفحه منفی با سرعت 10m/s افقی به سمت صفحه مثبت پرتاب شود، ذره هنگام رسیدن به محور y ها به طور لحظه‌ای متوقف می‌شود. اختلاف پتانسیل دو صفحه رسانا چند ولت است؟ (از اثر نیروی وزن صرف نظر شود).

آزمون مدارس برتر

- (۱) 4×10^3 (۲) 10^3 (۳) 4×10^2 (۴) 2×10^2

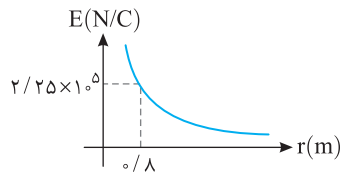
۱۷- اگر به کره رسانایی به شعاع R بار q بدهیم، نمودار میدان الکتریکی بر حسب فاصله از مرکز کره مطابق کدام یک از نمودارهای زیر است؟



۱۸- هر یک از صفحه‌های خازن تختی، مستطیلی به ابعاد $2/5$ متر در 4 متر است. فاصله بین دو صفحه با دی الکتریکی به ضخامت 1 سانتی‌متر و ثابت دی الکتریک 100 پر شده است. ولتاژ 300V به دو صفحه خازن وصل می‌کنیم. بار خازن چند میکروکولن می‌شود؟

$$(\epsilon_0 = 8 \times 10^{-12} \text{C}^2/\text{N.m}^2)$$

- (۱) 24 (۲) 240 (۳) 48 (۴) 480



خارج تجربی - ۹۸

- (۱) 0.16 (۲) 0.32 (۳) $1/6$ (۴) $3/2$

۲۰- در مدار یک فلاش عکاسی، انرژی را با ولتاژ 330V در یک خازن $660\mu\text{F}$ ذخیره می‌کند. اگر تقریباً همه انرژی ذخیره شده در این خازن

از کتاب درسی

در مدت 9ms آزاد شود، توان متوسط خروجی فلاش چند کیلووات است؟

- (۱) $39/39$ (۲) $93/93$ (۳) $39/93$ (۴) $13/31$

پاسخ آزمون ۲

تست‌های مشابه: ۱۴ تا ۱۶

۴۱ خط فکری: اگر جسم باردار M به جسم N نیروی ربایش الکتریکی وارد کند، جسم N یا دارای بار ناهمنام با M است. یا خنثی است.

کرة باردار هر دو آونگ A و B را جذب کرده است بنابراین A و B یا خنثی هستند یا دارای بار منفی می‌باشند از این رو سه حالت زیر ممکن است رخ دهد.
(۱) ممکن است آونگ A خنثی و آونگ B دارای بار منفی باشد بعد از برداشتن گوی باردار، آونگ B به آونگ خنثی A نیروی ربایش وارد می‌کند.
(۲) هر دو باردار باشند که در این صورت باید بار آنها همنام و منفی باشد، بنابراین یکدیگر را می‌رانند.
(۳) ممکن است هر دو آونگ خنثی باشند که در این صورت بر هم نیرویی وارد نمی‌کنند.

تست‌های مشابه: ۴۲ تا ۴۷

$$F = k \frac{qq}{r^2} \Rightarrow ۶۴ = k \frac{q^2}{r^2}$$

نیروی الکتریکی در حالت اول، $۶۴ = N$ است که با توجه به قانون کولن داریم:

نیروی الکتریکی در حالت دوم، $۶۰ = N$ است که از بار q، $۲\mu C$ کم شده $(q-۲)$ و به بار دیگر $۲\mu C$ اضافه شده و بار آن $q+۲$ شده است:

$$F' = k \frac{(q+۲)(q-۲)}{r^2} \Rightarrow ۶۰ = k \frac{q^2 - ۴}{r^2}$$

دو حالت به‌دست آمده را بر هم تقسیم می‌کنیم (تا k و r^2 در هر دو رابطه با هم ساده شوند)

$$\frac{F'}{F} = \frac{۶۰}{۶۴} \Rightarrow \frac{k \frac{q^2 - ۴}{r^2}}{k \frac{q^2}{r^2}} = \frac{۶۰}{۶۴} \Rightarrow \frac{q^2 - ۴}{q^2} = \frac{۱۵}{۱۶} \Rightarrow ۱۶q^2 - ۶۴ = ۱۵q^2 \Rightarrow q^2 = ۶۴ \Rightarrow q = ۸\mu C$$

تست‌های مشابه: ۷۱ تا ۷۴

۱۳ بنا بر قانون کولن نیروها را به‌دست آورده و چون نسبت آنها خواسته شده پس $F_{۲۱}$ را بر $F_{۳۱}$ تقسیم می‌کنیم:

$$\frac{F_{۲۱}}{F_{۳۱}} = \frac{k \frac{q_۲q_۱}{(۴)^2}}{k \frac{q_۳q_۱}{(۳)^2}} = \frac{q_۲}{q_۳} \times \frac{۹}{۱۶} \xrightarrow{\frac{q_۲}{q_۳} = \frac{۴}{۵}} \frac{۴}{۵} \times \frac{۹}{۱۶} \Rightarrow \frac{F_{۲۱}}{F_{۳۱}} = \frac{۹}{۲۰}$$

تست‌های مشابه: ۱۰۱ تا ۱۰۴

۲۴ طبق قانون سوم نیوتون نیروهای کنش و واکنش با هم برابرند. پس اگر جسم B به جسم A نیروی الکتریکی F_A

و جسم A به جسم B نیروی الکتریکی F_B را وارد کند، $F_A = F_B$ است و این تساوی به مقدار بارهای q_A و q_B ربطی

$$\begin{aligned} F_{T_x} = 0 &\Rightarrow T \sin \beta = F \\ F_{T_y} = 0 &\Rightarrow T \cos \beta = mg \end{aligned} \Rightarrow \tan \beta = \frac{F}{mg}$$

پس مقدار انحراف زاویه گلوله از راستای قائم وابسته به F و mg است. F که یکسان است، بنابراین جسمی که جرم بیشتری دارد، تانژانت زاویه انحراف آن کمتر و در واقع کمتر منحرف می‌شود. یعنی گلوله B کمتر از گلوله A منحرف می‌شود. پس: $\alpha > \beta$

تست‌های مشابه: ۷۴ تا ۸۱

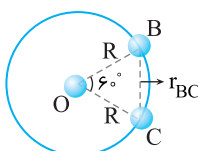
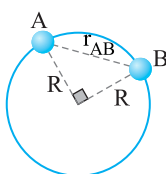
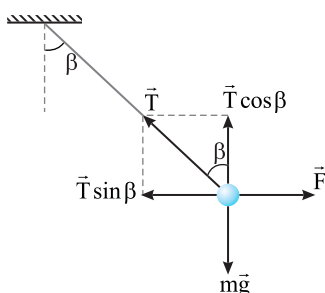
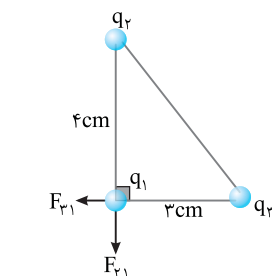
۲۵ خط فکری: برای محاسبه اندازه نیروی الکتریکی از قانون کولن $F = k \frac{|q_۱||q_۲|}{r^2}$ استفاده می‌کنیم که باید فاصله

دو بار (r) را داشته باشیم. از این رو فاصله A تا B و B تا C را حساب می‌کنیم.

$$r_{AB} = \sqrt{R^2 + R^2} \Rightarrow r_{AB} = R\sqrt{۲} \quad , \quad \text{مثلث BOC متساوی الاضلاع است} \Rightarrow r_{BC} = R$$

نیروی بین بار q_A و q_B و نیروی بین بار q_B و q_C را حساب می‌کنیم.

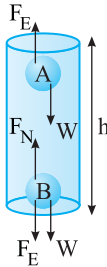
$$F_{AB} = k \frac{|q_A||q_B|}{(R\sqrt{۲})^2} = k \frac{|q_A||q_B|}{۲R^2} = ۸N \quad , \quad F_{BC} = k \frac{|q_C||q_B|}{R^2} = ۱۰N$$



$$\frac{F_{AB}}{F_{BC}} = \frac{k \frac{|q_A||q_B|}{R^2}}{k \frac{|q_C||q_B|}{R^2}} = \frac{4}{5} \xrightarrow[\text{سمت راست تساوی ساده می کنیم}]{\text{در سمت راست تساوی دور در دور، نزدیک در نزدیک انجام می دهیم}} \frac{\frac{|q_A|}{2}}{\frac{|q_C|}{1}} = \frac{4}{5} \xrightarrow{\text{در سمت راست تساوی دور در دور، نزدیک در نزدیک انجام می دهیم}} \frac{|q_A|}{2|q_C|} = \frac{4}{5} \Rightarrow \frac{|q_A|}{|q_C|} = \frac{8}{5}$$

تست های مشابه: ۹۸ تا ۱۰۰

۶ (B) **خط فکری ۱:** در حل این نوع مسائل باید نیروهای وارد بر دو گلوله را بررسی کرد برای این منظور نیروهای وارد بر هر گلوله را رسم می کنیم. نیروهای وارد بر گلوله A و گلوله B در شکل روبه رو رسم شده اند.



گلوله A: دو نیرو، یکی نیروی وزن رو به پایین و دیگری نیروی دافعه الکتریکی رو به بالا که یکدیگر را خنثی می کنند.

$$F_E = mg \quad (1)$$

گلوله B: یکی نیروی وزن رو به پایین و دیگری نیروی دافعه الکتریکی بر A. اما چرا B رو به پایین نمی رود؟ زیرا نیروی عمودی سطح (F_N) که در پایه دهم با آن آشنا شده اید بر B رو به بالا وارد می شود و برابری $F_N = F_E + mg$ را خنثی می کند.

$$F_N = F_E + mg \quad (2)$$

$$F_N = F_E + mg \xrightarrow{F_E = mg} F_N = 2F_E$$

با توجه به رابطه (۱) و (۲) خواهیم داشت:

خط فکری ۲: در صورت مسئله بیان شده «کمترین فاصله بین مراکز دو گلوله» این عبارت به این معنی است که نیروی دافعه الکتریکی بیشینه شود زیرا نیروی الکتریکی با مجذور فاصله دو بار نسبت وارون دارد. نیروی الکتریکی F_E بیشینه است از این رو F_N نیز که برابر $2F_E$ است بیشینه و برابر $F_N = 4N$ است.

$$F_N = 2F_E \Rightarrow 4 = 2F_E \Rightarrow k \frac{q^2}{r^2} = 2 \Rightarrow 9 \times 10^9 \times \frac{(3 \times 10^{-6})^2}{r^2} = 2 \Rightarrow r^2 = \frac{9 \times 10^9 \times 9 \times 10^{-12}}{2} \Rightarrow r = 9\sqrt{5} \times 10^{-2} \text{ m} \Rightarrow r = 9\sqrt{5} \text{ cm}$$

تست های مشابه: ۱۷۱ تا ۱۷۵

۷ (B) **۳:** با توجه به علامت بارها جهت میدان حاصل از بارهای q_1 ، q_2 ، q_3 و q_4 را در نقطه O مشخص می کنیم و با

استفاده از فرمول $E = \frac{k|q|}{r^2}$ میدان حاصل از تک تک بارها را در مرکز لوزی حساب می کنیم:

$$E_1 = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6}}{(2 \times 10^{-2})^2} = 9 \times 10^6 \text{ N/C}, E_2 = 9 \times 10^9 \times \frac{1 \times 10^{-6}}{(3 \times 10^{-2})^2} = 1 \times 10^6 \text{ N/C}$$

$$E_3 = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6}}{(2 \times 10^{-2})^2} = 9 \times 10^6 \text{ N/C}, E_4 = 9 \times 10^9 \times \frac{7 \times 10^{-6}}{(3 \times 10^{-2})^2} = 7 \times 10^6 \text{ N/C}$$

$$E_{1,3} = E_1 + E_3 = 9 \times 10^6 + 9 \times 10^6 = 18 \times 10^6 \quad \text{میدان های } E_1 \text{ و } E_3 \text{ با هم در یک جهت قرار دارند:}$$

$$E_{2,4} = E_2 + E_4 = 1 \times 10^6 + 7 \times 10^6 = 8 \times 10^6 \quad \text{میدان های } E_2 \text{ و } E_4 \text{ در خلاف جهت هم می باشند:}$$

$$E_{1,3} \text{ و } E_{2,4} \text{ بر هم عمودند:}$$

$$E_T = \sqrt{(18 \times 10^6)^2 + (8 \times 10^6)^2} = \sqrt{(9^2 + 1^2) \times (10^6)^2} = \sqrt{10} \times 10^6 = 10 \times 10^6 \text{ N/C}$$

تست های مشابه: ۱۷۸ تا ۱۸۰

۸ (B) **۴:** فاصله بارهای q_1 و q_2 از نقطه O برابر است، از طرفی میدان بار $q_2 = 5 \mu\text{C}$ در نقطه O برابر

$3 \times 10^4 \text{ N/C}$ است و اندازه بار $q_1 = -2/5 \mu\text{C}$ نصف اندازه بار q_2 است، بنابراین میدان q_1 در همان فاصله

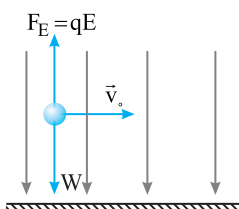
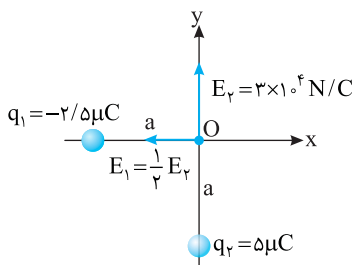
$$E_1 = \frac{1}{2} E_2 = \frac{3}{2} \times 10^4 \text{ N/C}$$

نصف میدان q_2 می شود.

با توجه به علامت و جهت میدان بارهای q_1 و q_2 در نقطه O، میدان E_1 در جهت منفی محور xها ($-\vec{i}$) و

$$\vec{E} = (-\frac{3}{2} \vec{i} + 3 \vec{j}) \times 10^4 \text{ (N/C)} \quad \text{میدان } E_2 \text{ در جهت مثبت محور yها } (+\vec{j}) \text{ قرار دارد:}$$

تست های مشابه: ۲۰۲ تا ۲۰۴



۹ (B) **۳:** نیروی وزن ذره را به پایین می کشد. برای آن که ذره منحرف نشود باید نیروی میدان الکتریکی، $\vec{F}_E$ رو

به بالا بر آن وارد شود و این نیرو باید با نیروی وزن برابر شود. میدان $\vec{E}$ رو به پایین و نیروی F_E رو به بالاست

بنابراین بار ذره منفی است. اکنون اندازه میدان را به دست می آوریم:

$$F_E = W \Rightarrow |q|E = mg \Rightarrow 0.4 \times 10^{-6} \times E = 0.2 \times 10^{-3} \Rightarrow E = 5 \times 10^5 \text{ N/C}$$

تست‌های مشابه: ۱۳۹ تا ۱۳۲

(۱۰) بار q_1 بر بار q_2 نیروی F_1 را وارد کرده است بنابر قانون سوم نیوتون بار q_2 همان نیروی F_1 را در خلاف جهت q_1 وارد می‌کند، بنابراین:

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} \Rightarrow -12 \times 10^{-6} \vec{i} + 24 \times 10^{-6} \vec{j} = -\vec{F}_{21} \Rightarrow \vec{F}_{21} = 12 \times 10^{-6} \vec{i} - 24 \times 10^{-6} \vec{j}$$

نیروی که q_2 بر q_1 وارد می‌کند ناشی از میدان الکتریکی q_2 در محل بار q_1 است و با توجه به تعریف میدان $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ ، بار q_2 را به دست می‌آوریم:

$$\vec{F}_{21} = q_1 \vec{E}_2 \Rightarrow 12 \times 10^{-6} \vec{i} - 24 \times 10^{-6} \vec{j} = 3 \times 10^{-6} \vec{E}_2 \Rightarrow \vec{E}_2 = 4 \vec{i} - 8 \vec{j}$$

تست‌های مشابه: ۲۲۰ تا ۲۲۳

(۱۱) چون ذره بار مثبت دارد نیروی وارد بر آن در جهت میدان است و ذره باردار، در جهت خطوط میدان حرکت می‌کند. نیروی میدان الکتریکی وارد بر ذره باعث ایجاد شتاب، افزایش سرعت، افزایش انرژی جنبشی و طبق قضیه پایستگی انرژی مکانیکی، کاهش انرژی پتانسیل الکتریکی ذره می‌شود. (ذره خودش جابه‌جا شده، پس $\Delta U_E < 0$ بوده و انرژی

پتانسیل به انرژی جنبشی تبدیل شده)

تست‌های مشابه: ۲۲۸ تا ۲۳۱

(۱۲) خط فکری: تنها نیروی وارد بر ذره نیروی الکتریکی است پس برای به دست آوردن v_0 باید مراحل زیر را طی کنیم:

$$|W_E| = |Edq| \xrightarrow{\text{قضیه کار و انرژی جنبشی}} W_E = \Delta K \xrightarrow{\text{رابطه انرژی جنبشی}} \Delta K = \frac{1}{2} m (v^2 - v_0^2)$$

(۱) چون ذره پس از پرتاب، تندی‌اش کاهش یافته (یعنی خودبه‌خود از A به B نرفته است) $W_E < 0$ است:

$$W_E = -Edq \Rightarrow W_E = -4 \times 10^3 \times 4 / 55 \times 10^{-2} \times 1 / 6 \times 10^{-19} \text{ J} \Rightarrow W_E = -18 / 2 \times 1 / 6 \times 10^{-18} \text{ J}$$

(۲) بنابراین با توجه به $W_E = \Delta K$ تغییرات انرژی جنبشی نیز برابر $-18 / 2 \times 1 / 6 \times 10^{-18} \text{ J}$ است.

$$\Delta K = K_f - K_i = \frac{1}{2} m (v^2 - v_0^2) \xrightarrow[\text{متوقف شده } v=0]{\text{ذره در نقطه B}} -18 / 2 \times 1 / 6 \times 10^{-18} = \frac{1}{2} \times 9 / 1 \times 10^{-31} \times (-v_0^2) \Rightarrow 4 \times 1 / 6 \times 10^{13} = v_0^2 \Rightarrow v_0^2 = 4 \times 1 / 6 \times 10^{12} \quad (3)$$

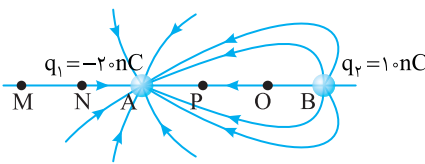
$$\Rightarrow v_0 = \sqrt{4 \times 1 / 6 \times 10^{12}} = 2 \times 4 \times 10^6 = 8 \times 10^6 \text{ m/s}$$

تست‌های مشابه: ۲۴۰ تا ۲۴۴

(۱۳) با توجه به تعریف اختلاف پتانسیل خواهیم داشت:

$$\Delta V = \frac{\Delta U_E}{q} \Rightarrow \Delta U_E = \Delta V \cdot q \Rightarrow 0.2 = 400 \cdot q \Rightarrow q = \frac{0.2}{400} = \frac{1}{2} \times 10^{-4} \Rightarrow q = 5 \times 10^{-5} \text{ C}$$

تست‌های مشابه: ۲۴۷ تا ۲۵۱



(۱۴) اگر خط‌های میدان را رسم کنیم، از O تا P در جهت خط‌های میدان حرکت می‌کنیم و پتانسیل الکتریکی

نقاط کاهش می‌یابد ($V_P < V_O$) و هرگاه از N به M برویم، خلاف جهت خط‌های میدان حرکت کرده‌ایم و

پتانسیل الکتریکی نقاط افزایش می‌یابد ($V_M > V_N$)، بنابراین گزینه (۳) درست است.

تست‌های مشابه: ۲۶۷ تا ۲۷۱

(۱۵) راه حل اول: جسم تنها تأثیر نیروی الکتریکی است پس با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

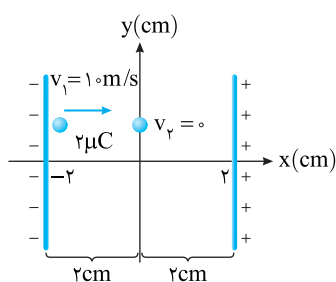
$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \xrightarrow[\text{با استفاده از طرفین وسطین داریم}]{\text{چون بار خواسته شده}} q = \frac{\Delta U}{\Delta V} \xrightarrow{W_E = \Delta K} \Delta U = -\Delta K \xrightarrow{W_E = \Delta K} \Delta U = -\Delta K \xrightarrow{\Delta U = -\Delta K} q = \frac{-\Delta K}{\Delta V} \Rightarrow q = \frac{-\frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2)}{V_f - V_i}$$

$$\xrightarrow[V_i = 100 \text{ V}, V_f = -100 \text{ V}]{V_i = 0, v_f = 10 \text{ m/s}} q = \frac{-\frac{1}{2} \times 0.1 \times 10^{-3} (100 - 0)}{-100 - 100} \Rightarrow q = 25 \times 10^{-6} \text{ C} \Rightarrow q = 25 \mu\text{C}$$

راه حل دوم: با توجه به پایستگی انرژی مکانیکی $\Delta U = -\Delta K$ است بنابراین:

$$\begin{cases} \Delta V = \frac{\Delta U}{q} \\ \Delta U = -\Delta K \end{cases} \Rightarrow \Delta V = \frac{-\Delta K}{q} \Rightarrow q = \frac{-\Delta K}{\Delta V} \Rightarrow q = \frac{-\frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2)}{V_f - V_i} \xrightarrow[V_i = 100 \text{ V}, V_f = -100 \text{ V}]{V_i = 0, v_f = 10 \text{ m/s}} q = 25 \times 10^{-6} \text{ C} \Rightarrow q = 25 \mu\text{C}$$

تست‌های مشابه: ۲۵۳ تا ۲۵۷



کافی است با توجه به صورت سؤال ابتدا شکل سؤال را رسم کنیم و به کمک قضیه کار و انرژی جنبشی، کار نیروی میدان الکتریکی را به دست آوریم و به کمک آن میدان الکتریکی بین دو صفحه را حساب کنیم.

$$W_E = \Delta K \xrightarrow{\text{بار مثبت به سمت صفحه مثبت نزدیک می شود}} -(2 \times 10^{-6}) \times E \times (2 \times 10^{-2}) = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2)$$

$$-4 \times 10^{-8} E = \frac{1}{2} \times (8 \times 10^{-6}) (0 - 10^2) \Rightarrow -E \times 4 \times 10^{-8} = 4 \times 10^{-6} (-100)$$

$$E = \frac{4 \times 10^{-6}}{4 \times 10^{-8}} = 10^2 \text{ V/m}$$

حال با استفاده از رابطه میدان الکتریکی یکنواخت بین دو صفحه موازی، اختلاف پتانسیل بین دو صفحه را به دست می آوریم:

$$E = \frac{\Delta V}{d} \Rightarrow \Delta V = Ed \Rightarrow \Delta V = 10^2 \times 2 \times 10^{-2} = 2 \times 10^2 \text{ V}$$

تست های مشابه: ۲۷۸ تا ۲۸۰

از مرکز کره رسانا تا سطح آن که جابه جا شویم $(r < R)$ ، چون درون رسانا قرار داریم، میدان الکتریکی صفر است. پس از جدا شدن از سطح کره رسانا و دور شدن از آن $(r > R)$

به دلیل تقارن موجود در کره رسانای باردار، می توانیم بار الکتریکی q را به طور متمرکز و نقطه ای در مرکز کره در نظر بگیریم و با توجه به رابطه $E = \frac{kq}{r^2}$ در مورد اندازه میدان الکتریکی

اظهار نظر کنیم. بنابراین با دور شدن از کره رسانای باردار، میدان الکتریکی متناسب با $\frac{1}{r^2}$ ضعیف می شود (نه به صورت خطی).

تست های مشابه: ۳۱۷ تا ۳۱۹

$$C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} \Rightarrow C = 100 \times 8 \times 10^{-12} \times \frac{10}{10^{-2}} = 8 \times 10^{-9} \text{ F} = 8 \mu\text{F}$$

$$Q = CV = 8 \times 300 = 2400 \mu\text{C}$$

ظرفیت خازن تخت را به دست می آوریم:

بار روی صفحات خازن خواهد شد:

تست های مشابه: ۳۲۶ تا ۳۲۸

ابتدا با استفاده از نمودار و رابطه $E = k \frac{q}{r^2}$ ، مقدار بار q را به دست می آوریم:

$$E = k \frac{q}{r^2} \Rightarrow 2/25 \times 10^5 = 9 \times 10^9 \times \frac{q}{0.06^2} \Rightarrow q = 16 \times 10^{-6} \text{ C} = 16 \mu\text{C}$$

حال نیرویی که دو بار $q = 16 \mu\text{C}$ و $q' = 9 \mu\text{C}$ در فاصله 90 cm بر هم وارد می کنند را حساب می کنیم:

$$F = k \frac{qq'}{r'^2} \Rightarrow F = 9 \times 10^9 \times \frac{16 \times 10^{-6} \times 9 \times 10^{-6}}{(0.9)^2} = 1/6 \text{ N}$$

تست های مشابه: ۳۲۹ تا ۳۳۴

خط فکری: توان متوسط خروجی یک خازن برابر آهنگ تخلیه انرژی ذخیره شده در یک خازن است. $(P = \frac{U}{t})$

توان متوسط خروجی فلاش برابر است با:

$$P = \frac{U}{t} \xrightarrow{U = \frac{1}{2} CV^2} P = \frac{\frac{1}{2} CV^2}{t} \Rightarrow P = \frac{\frac{1}{2} \times 660 \times 10^{-6} \times (330)^2}{0.001} \Rightarrow P = \frac{330 \times 10^{-6} \times 121000}{10^{-4}} \Rightarrow P = 330 \times 10^{-2} \times 12100 \Rightarrow P = 330 \times 1210 = 39930 \text{ W} = 39.93 \text{ kW}$$

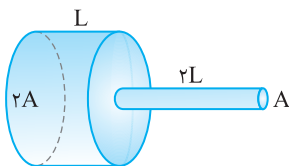


آزمون ۲



- ۱- معادله بار گذرنده برحسب زمان در SI به صورت $q = t^2 - 4t + 3$ است. جریان متوسط در کدام بازه زمانی صفر است؟
 (۱) $2/32s$ تا $1/75s$ (۲) $2/21s$ تا $1/79s$ (۳) $2/45s$ تا $1/68s$ (۴) $2/66s$ تا $1/22s$

- ۲- کدام یک از گزاره‌های زیر درست است؟
 (۱) تفاوت یک باتری نو و فرسوده در نیروی محرکه آن‌هاست.
 (۲) تفاوت یک باتری نو و فرسوده در مقدار مقاومت داخلی آن‌هاست.
 (۳) افت پتانسیل یک باتری نو و فرسوده یکسان است.
 (۴) با اتصال یک باتری نو و یک باتری فرسوده به یک مقاومت یکسان، اختلاف پتانسیل دو سر باتری‌ها با هم برابر است.



- ۳- مطابق شکل دو میله رسانا و هم جنس را به هم چسبانده‌ایم. یک میله از همان جنس با طول $3L$ ، مقاومتی برابر مقاومت معادل آن دو میله را دارد. سطح مقطع این میله چند برابر سطح مقطع میله نازک‌تر است؟
 (۱) $1/5$ (۲) 2 (۳) $2/5$ (۴) $1/2$

- ۴- اگر اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر یک رسانای فلزی را 20° درصد کاهش دهیم، جریان عبوری از آن و توان الکتریکی مصرفی در آن می‌یابد. (مقاومت الکتریکی رسانا ثابت است.)

- (۱) 20° درصد افزایش، 36° درصد کاهش
 (۲) 20° درصد افزایش، 36° درصد افزایش
 (۳) 20° درصد کاهش، 36° درصد کاهش
 (۴) 20° درصد کاهش، 36° درصد افزایش

- ۵- اگر اختلاف پتانسیل دو سر یک رسانای اهمی را در دمای ثابت سه برابر کنیم، جریان آن 2 آمپر افزایش می‌یابد. جریان اولیه در این مقاومت چند آمپر بوده است؟

- (۱) 1 (۲) 2 (۳) 3 (۴) 4

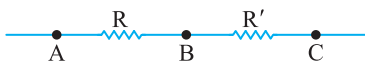
- ۶- طول سیم مسی A ، دو برابر طول سیم مسی B است و قطر مقطع سیم A ، نصف قطر مقطع سیم B است. مقاومت الکتریکی سیم A ، چند برابر مقاومت الکتریکی سیم B است؟

- (۱) $1/2$ (۲) 2 (۳) 4 (۴) 8

- ۷- اختلاف پتانسیل $17V$ به دو سر یک سیم مسی به طول 30 متر و شعاع مقطع $1mm$ اعمال می‌شود. آهنگ تولید انرژی گرمایی در سیم چند وات است؟ ($\rho = 1/7 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$, $\pi = 3$)

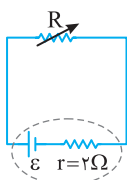
- (۱) 1700 (۲) 100 (۳) 170 (۴) 10

- ۸- در شکل زیر، اگر پتانسیل الکتریکی نقطه‌های A ، B و C به ترتیب برابر با $-10.5V$ ، $-45V$ و $-30V$ باشد، جهت جریان الکتریکی و حاصل $\frac{R}{R'}$ کدام است؟



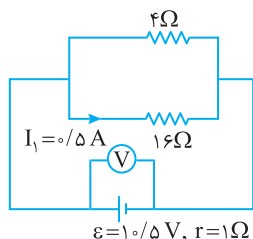
قلم‌چی

- (۱) از نقطه A به نقطه C ، 4
 (۲) از نقطه A به نقطه C ، $1/4$
 (۳) از نقطه C به نقطه A ، 4
 (۴) از نقطه C به نقطه A ، $1/4$



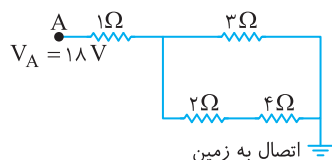
- ۹- در مدار شکل مقابل، اگر مقاومت رئوستا برابر با R باشد، ولتاژ دو سر باتری برابر 10 ولت و اگر مقاومت رئوستا 60° درصد کاهش یابد، ولتاژ دو سر باتری 8 ولت می‌شود. مقدار R چند اهم است؟

- (۱) $1/25$ (۲) 10 (۳) $3/10$ (۴) $1/3$



- ۱۰- در شکل روبه‌رو، ولت‌سنج چند ولت را نشان می‌دهد؟

- (۱) $10/5$ (۲) 8 (۳) $12/5$ (۴) 14



۱۱- در مدار شکل زیر پتانسیل نقطه A، $18V$ است، جریان عبوری از مقاومت 4Ω ، چند آمپر

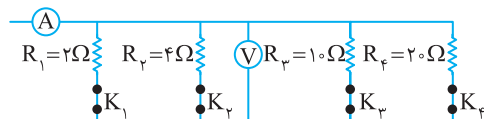
قلم چی

(۲) ۱

است؟
(۱) ۰/۵

(۴) ۳

(۳) ۲



۱۲- در شکل مقابل ولت سنج $20V$ را نشان می دهد. برای آنکه آمپرسنج $13A$ را

نشان دهد، کدام کلید را باید باز کنیم؟

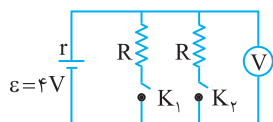
آزمون مدارس برتر

(۲) K_2

(۱) K_1

(۴) K_4

(۳) K_3



۱۳- در شکل روبه رو، هنگامی که یکی از کلیدها باز و دیگری بسته است، ولت سنج ۳ ولت را نشان

ریاضی-۸۸

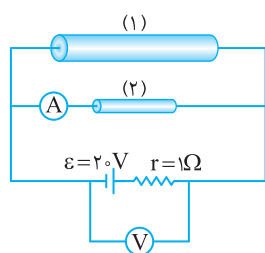
می دهد. اگر هر دو کلید بسته شود، ولت سنج چند ولت را نشان می دهد؟

(۲) ۲/۸

(۱) ۲/۴

(۴) ۳/۶

(۳) ۴/۲



۱۴- در شکل مقابل دو سیم رسانای هم جنس (۱) و (۲) که شعاع مقطع سیم (۱)، دو برابر شعاع مقطع سیم

(۲) و طول آن نیز دو برابر طول سیم (۲) می باشد، مشاهده می کنید. اگر عددی که آمپرسنج A نشان

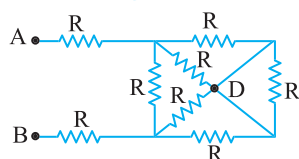
می دهد، ۳ آمپر باشد، عددی که ولت سنج نشان می دهد چند ولت است؟

(۲) ۹

(۱) ۷

(۴) ۲۹

(۳) ۱۱



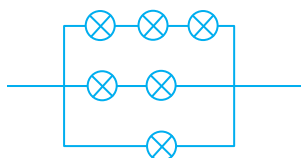
۱۵- مقاومت معادل بین دو نقطه A و B در شکل روبه رو، چند برابر R است؟

(۲) ۱/۵

(۱) ۱

(۴) ۲/۵

(۳) ۲



۱۶- ۶ لامپ رشته ای مشابه در مداری به شکل مقابل به هم بسته شده اند. اگر حداکثر توان قابل تحمل هر

لامپ $12W$ باشد، حداکثر توانی که می توان از مجموعه مقابل گرفت (به طوری که هیچ یک از لامپ ها

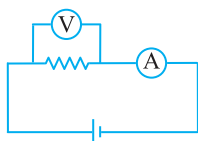
نسوزد) چند وات است؟

(۲) ۲۴

(۱) ۲۲

(۴) ۷۲

(۳) ۶۰



۱۷- در شکل زیر، اگر ولت سنج و آمپرسنج ایده آل باشند، V و I را نشان می دهند. اگر ایده آل نباشند،

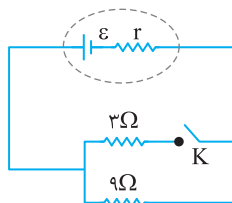
چه اعدادی را نشان می دهند؟

(۱) کمتر از V - کمتر از I

(۲) بیشتر از V - بیشتر از I

(۳) کمتر از V - بیشتر از I

(۴) هیچ کدام را نمی توان تعیین کرد.



۱۸- در مدار شکل زیر اگر توان خروجی مولد قبل و بعد از بسته شدن کلید K با هم برابر باشند، مقاومت

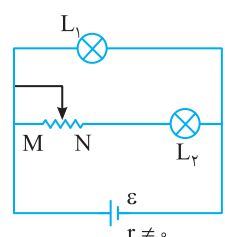
قلم چی

(۲) ۱/۵

(۱) ۴/۵

(۴) ۶

(۳) ۲/۲۵



۱۹- در شکل مقابل، اگر اتصال رسانای لغزنده ↓ از M تا N حرکت کند، نور لامپ های مدار چگونه تغییر

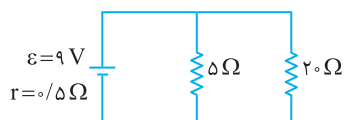
می کند؟

(۱) هر دو پر نورتر می شوند.

(۲) هر دو کم نورتر می شوند.

(۳) L_2 کم نورتر و L_1 پر نورتر می شود.

(۴) L_1 کم نورتر و L_2 پر نورتر می شود.



خارج ریاضی - ۸۸

۲۰- در مدار شکل مقابل توان مصرفی در مقاومت‌های خارجی مدار چند وات است؟

- ۱۲ (۲)
۱۸ (۴)

- ۶ (۱)
۱۶ (۳)

پاسخ آزمون ۲

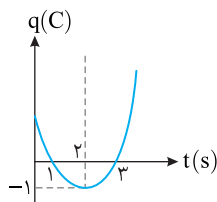


تست‌های مشابه: ۳۷۳ و ۳۷۴

۱ ۲ ۳ **۴** جریانی متوسط برابر $\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ است پس اگر بخواهد $\bar{I} = 0$ شود، باید $\Delta q = 0$ باشد. معادله q بر حسب زمان توان دوم بوده و نمودار $q-t$ سهمی است. مختصات رأس

$$t = \frac{-b}{2a} = \frac{+4}{2} = 2s$$

سهمی خواهد شد:



نمودار سهمی نسبت به خط گذرنده از رأس آن متقارن است و برای زمان‌هایی که فاصله یکسانی از رأس سهمی ($t=2s$) دارند، مقدار q یکسان بوده و در این بازه‌ها $\Delta q = q_2 - q_1$ صفر می‌شود، از این رو باید بازه‌ای که نسبت به $t=2s$ فاصله یکسانی دارد را با بررسی گزینه‌ها مشخص کنیم. با بررسی گزینه‌ها، مشخص می‌شود، گزینه (۲) درست است.

۱ ۲ ۳ ۴ **۵** در باتری‌های فرسوده مقاومت داخلی باتری افزایش می‌یابد بنابراین Ir یا افت پتانسیل در باتری افزایش می‌یابد و اختلاف پتانسیل دو سر باتری به شدت کاهش می‌یابد.

$$V = IR \Rightarrow \downarrow V = \frac{\mathcal{E}}{R+r} \uparrow R$$

تست‌های مشابه: ۵۲۵ و ۵۲۶

۱ ۲ ۳ ۴ **۵** این دو میله در حکم دو مقاومت متوالی هستند. مقاومت هر یک را به دست آورده و با هم جمع می‌کنیم، سپس برابر مقاومت میله ۳ قرار می‌دهیم:

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \rho \frac{2L}{A} + \rho \frac{L}{2A} = \rho \frac{3L}{A'} \Rightarrow \frac{4+1}{2A} = \frac{3}{A'} \Rightarrow A' = \frac{5}{6} A \Rightarrow A' = 1/2 A$$

تست‌های مشابه: ۴۶۴ تا ۴۶۹

$$R_2 = R_1 \Rightarrow \frac{V_2}{I_2} = \frac{V_1}{I_1} \xrightarrow{V_2 = V_1 \cdot \frac{2}{100} \cdot V_1} \frac{0.02 V_1}{I_2} = \frac{V_1}{I_1} \Rightarrow I_2 = 0.02 I_1$$

دقت کنید که با تغییر ولتاژ، مقدار مقاومت تغییر نمی‌کند و ثابت می‌ماند:

بنابراین جریان عبوری نیز ۲ درصد کاهش می‌یابد.

برای بررسی تغییر توان از رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ کمک می‌گیریم:

$$\begin{cases} P_1 = \frac{V_1^2}{R} \\ P_2 = \frac{V_2^2}{R} \end{cases} \xrightarrow{V_2 = 0.02 V_1} \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{0.02}{1}\right)^2 \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = 0.0004$$

$$\frac{\Delta P}{P_1} \times 100 = \frac{-0.9996 P_1}{P_1} \times 100 = -99.96\%$$

درصد تغییرات توان مصرفی برابر است با:

تست‌های مشابه: ۳۸۶ تا ۳۸۸

۱ ۲ ۳ ۴ ۵ **۶** **خط فکری:** در دمای ثابت، مقاومت الکتریکی یک رسانای اهمی ثابت است. از این رو، ولتاژ و جریان را در حالت جدید به دست می‌آوریم و مقدار $R = \frac{V_2}{I_2}$ را در دو حالت

برابر قرار می‌دهیم.

در دمای ثابت، مقاومت الکتریکی رسانا (نسبت ولتاژ دو سر رسانا به جریان آن)، مقدار ثابتی است:

$$\begin{cases} R_1 = \frac{V_1}{I_1} \\ R_2 = \frac{V_2}{I_2} \end{cases} \xrightarrow[\text{پس } R_1 = R_2]{R \text{ ثابت است}} \frac{V_1}{I_1} = \frac{V_2}{I_2} \Rightarrow \frac{V_1}{I_1} = \frac{3V_1}{I_1 + 2} \Rightarrow 3I_1 = I_1 + 2 \Rightarrow I_1 = 1A$$

تست‌های مشابه: ۳۹۷ تا ۴۰۰

۱ ۲ ۳ ۴ ۵ ۶ **۷** **خط فکری:** اگر شعاع یا قطر مقطع سیمی n برابر سیم دیگر باشد سطح مقطع آن سیم $(n)^2$ برابر سطح مقطع سیم دیگر است. نسبت دو مقاومت خواسته شده، پس باید

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{L_A}{L_B} \times \frac{A_B}{A_A} \xrightarrow[\text{هم جنس } \rho_A = \rho_B]{L_A = 2L_B, D_A = \frac{D_B}{2} \Rightarrow A_A = \frac{A_B}{4}} \frac{R_A}{R_B} = \frac{2L_B}{L_B} \times \frac{A_B}{\frac{A_B}{4}} = 8$$

را به دست آوریم.



تست‌های مشابه: ۴۵۶ تا ۴۶۰

ابتدا مقاومت سیم را حساب می‌کنیم: ۱ ۷ (A)

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow R = 1/7 \times 10^{-8} \times \frac{30}{\pi(10^{-3})^2} \Omega \xrightarrow{\pi=3} R = 17 \times 10^{-2} \Omega$$

آهنگ تولید انرژی گرمایی یعنی توان مصرفی در مقاومت، بنابراین:

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{17 \times 17}{17 \times 10^{-2}} = 1700 \text{ W}$$

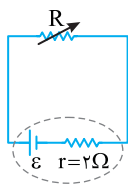
تست‌های مشابه: ۵۲۷ تا ۵۳۱

با حرکت از نقطه A تا نقطه C پتانسیل در حال افزایش می‌باشد و از طرفی می‌دانیم که جهت جریان از پتانسیل بیشتر به پتانسیل کمتر است، در این صورت جهت جریان باید از نقطه C به نقطه A باشد. حال با توجه به این که مقاومت‌های R و R' متوالی‌اند باید جریان‌های آنها با هم برابر باشد.

$$\left. \begin{aligned} I &= \frac{\Delta V_R}{R} \\ I &= \frac{\Delta V_{R'}}{R'} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{\Delta V_R}{R} = \frac{\Delta V_{R'}}{R'} \Rightarrow \frac{R}{R'} = \frac{\Delta V_R}{\Delta V_{R'}} = \frac{V_B - V_A}{V_C - V_B} = \frac{-45 - (-105)}{-30 - (-45)} = \frac{60}{15} = 4$$

تست‌های مشابه: ۴۳۹ تا ۴۴۴

با توجه به شکل ولتاژ دو سر باتری با ولتاژ دو سر مقاومت R برابر است از این‌رو: ۲ ۹ (B)



$$V_{\text{مولد}} = V_R = IR \xrightarrow{I = \frac{\varepsilon}{R+r}} V = \frac{\varepsilon}{R+r} R$$

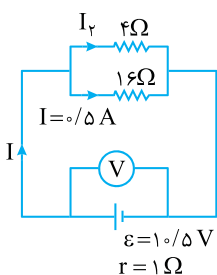
در حالت اول $V_1 = 10 \text{ V}$ و در حالت دوم $V_2 = 8 \text{ V}$ است از این‌رو:

$$V = \frac{\varepsilon}{R+r} R \quad \begin{cases} 10 = \frac{\varepsilon}{R+r} R & (1) \\ 8 = \frac{\varepsilon}{R'+r} R' & (2) \end{cases}$$

با توجه به فرض مسئله $R' = R - 0.6R = 0.4R$ مقدار R' را بر هم تقسیم کرده و به جای R' مقدار $0.4R$ را قرار می‌دهیم.

$$\frac{10}{8} = \frac{\frac{\varepsilon}{R+r} R}{\frac{\varepsilon}{0.4R+r} (0.4R)} \Rightarrow \frac{5}{4} = \frac{0.4R + r}{(R+r) \times 0.4} \xrightarrow{r=2\Omega} \frac{5}{4} = \frac{0.4R + 2}{(R+2) \times 0.4} \Rightarrow 2(0.4R) + 4 = R + 2 \Rightarrow 2 = 0.4R \Rightarrow R = 10 \Omega$$

تست‌های مشابه: ۵۴۹ تا ۵۵۴



$$V_1 = V_2 \Rightarrow 16 I_1 = 4 I_2 \Rightarrow 16 \times 0.5 = 4 I_2 \Rightarrow I_2 = 2 \text{ A}$$

$$I = I_1 + I_2 = 2 + 0.5 = 2.5 \text{ A}$$

$$V = \varepsilon - Ir = 10 - 2.5 \times 1 \Rightarrow V = 7.5 \text{ V}$$

$$V = 0.5 \times 16 = 8 \text{ V}$$

اکنون اختلاف پتانسیل دو سر باتری را به دست می‌آوریم:

توجه کنید که ولت‌سنج موازی با هر یک از مقاومت‌ها است، بنابراین می‌توان نوشت:

تست‌های مشابه: ۵۸۴ تا ۵۸۶

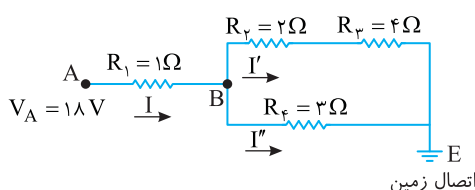
شکل مدار را به صورت ساده‌تری رسم می‌کنیم. ابتدا مقاومت معادل مدار را حساب می‌کنیم: ۳ ۱۱ (B)

$$R_{2,3} = 2 + 4 = 6 \Omega, \quad R_{2,3,4} = \frac{6 \times 3}{6 + 3} = 2 \Omega$$

$$R_{eq} = R_1 + R_{2,3,4} \Rightarrow R_{eq} = 1 + 2 = 3 \Omega$$

جریان کل مدار را به دست می‌آوریم (پتانسیل A یعنی اختلاف پتانسیل نقطه A با زمین):

$$I = \frac{V}{R_{eq}} \Rightarrow I = \frac{18}{3} = 6 \text{ A}$$



$$V_{2,3} = V_f \Rightarrow I'(R_f + R_3) = I''(R_f) \Rightarrow 6I' = 3I'' \Rightarrow I'' = 2I'$$

$$I = I' + I'' \Rightarrow 6 = 2I' + I' \Rightarrow I' = 2A$$

ولتاژ دو سر شاخه‌های موازی با هم برابر است.

از طرفی داریم:

جریان مقاومت 4Ω ، $2A$ است.

📍 تست‌های مشابه: ۵۴۱ تا ۵۴۴

(B) ۱۲ (۲) ولت‌سنج، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌هایی را نشان می‌دهد که با آن موازی بسته شده باشند. مقاومت‌های R_1 تا R_4 با هم موازی‌اند و ولت‌سنج به دو سر آن‌ها بسته شده است، بنابراین:

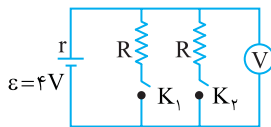
$$I_1 = \frac{V}{R_1} \Rightarrow I_1 = \frac{2}{1} = 2A, \quad I_2 = \frac{V}{R_2} \Rightarrow I_2 = \frac{2}{4} = 0.5A$$

$$I_3 = \frac{V}{R_3} \Rightarrow I_3 = \frac{2}{1} = 2A, \quad I_4 = \frac{V}{R_4} \Rightarrow I_4 = \frac{2}{2} = 1A \Rightarrow I_{\text{کل}} = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = 5.5A$$

آمپرسنج جریان کل مقاومت‌ها یا $5.5A$ را نشان می‌دهد که برای رسیدن جریان آن به $13A$ باید جریان $7.5A$ یا I_5 از مدار حذف شود، پس باید کلید K_5 باز شود تا مقاومت R_5 از مدار حذف شود.

📍 تست‌های مشابه: ۵۷۸ تا ۵۸۱

(C) ۱۳ (۱) وقتی فقط یکی از کلیدها باز است، مقاومت مدار R است و جریان مدار برابر است با:



$$I = \frac{\varepsilon}{r+R} = \frac{4}{r+R}$$

$$V = RI = \frac{4R}{r+R} = 3 \Rightarrow 4R = 3r + 3R \Rightarrow r = \frac{R}{3}$$

ولت‌سنج ولتاژ دو سر R را 3 ولت نشان می‌دهد از این‌رو:

وقتی هر دو کلید بسته شوند، دو مقاومت R با هم موازی می‌شوند و مقاومت معادل مدار برابر $R_{eq} = \frac{R}{2}$ است و جریان مدار را در این حالت خواهد شد:

$$I = \frac{\varepsilon}{r+R_{eq}} = \frac{4}{\frac{R}{3} + \frac{R}{2}} = \frac{4}{\frac{5R}{6}} = \frac{24}{5R}$$

$$V = \frac{R}{2} \times I = \frac{R}{2} \times \frac{24}{5R} = \frac{12}{5} V$$

در این حالت ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو سر مدار خارجی یعنی مقاومت $R_{eq} = \frac{R}{2}$ را نشان می‌دهد بنابراین:

📍 تست‌های مشابه: ۵۴۵ و ۵۴۶

(A) ۱۴ (۳) به کمک رابطه ساختمانی $R = \rho \frac{L}{A}$ نسبت $\frac{R_2}{R_1}$ را حساب می‌کنیم.

$$r_1 = 2r_2 \xrightarrow{A = \pi r^2} A_1 = 4\pi r_1^2 = 4A_2 \Rightarrow A_2 = \frac{A_1}{4}, \quad \frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho \frac{L_2}{A_2}}{\rho \frac{L_1}{A_1}} \xrightarrow{\text{سیم‌ها هم جنس}} \frac{R_2}{R_1} = \frac{L_2 A_1}{L_1 A_2} = \frac{\frac{1}{2} L_1 \times A_1}{L_1 \times \frac{A_1}{4}} = \frac{1}{2} \times 4 = 2 \Rightarrow R_2 = 2R_1$$

$$V_2 = V_1 \Rightarrow R_2 I_2 = R_1 I_1 \xrightarrow{R_2 = 2R_1} I_1 = 2I_2 \xrightarrow{I_2 = 3A} I_1 = 6A$$

دو سیم (۱) و (۲) با هم موازی‌اند:

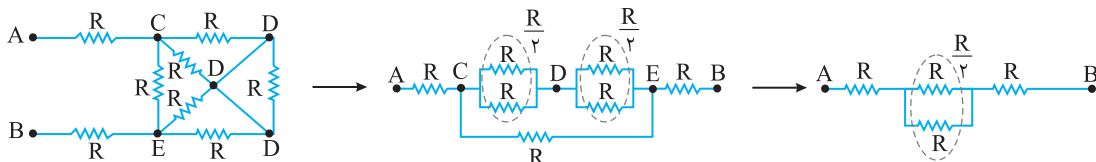
$$I_{\text{کل}} = I_1 + I_2 = 6 + 3 = 9A$$

بنابراین جریان کل مدار برابر است با:

$$V = \varepsilon - Ir = 20 - 9 \times 1 = 11V$$

📍 تست‌های مشابه: ۵۵۶ تا ۵۶۰

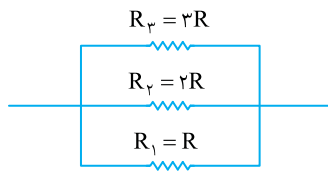
(B) ۱۵ (۴) ابتدا شکل را به کمک نقاط هم‌پتانسیل ساده می‌کنیم:



$$\Rightarrow R_{eq} = R + R + \frac{R}{2} = \frac{5}{2}R = 2.5R$$

توجه کنید که مقاومت R در سمت راست مدار، اتصال کوتاه شده و از مدار خارج می‌شود.

📍 تست‌های مشابه: ۶۷۴ تا ۶۷۷ و ۶۸۲ و ۶۸۳



اگر مقاومت رشته هر لامپ R باشد، می‌توانیم شکل زیر را به جای شکل مدار اصلی به کار ببریم. چون در مقاومت‌های موازی، ولتاژها برابر است، از این‌رو توان مصرفی مقاومت R_1 که از همه کوچک‌تر است، بیشترین مقدار است.

$$V_1 = V_2 = V_3 = V, \quad P_{\max} = P_1 = \frac{V^2}{R} = 12 \text{ W}$$

اکنون توان مصرفی R_2 و R_3 را حساب می‌کنیم:

$$P_2 = \frac{V^2}{R_2} = \frac{V^2}{2R} = \frac{1}{2} \times P_1 = \frac{1}{2} \times 12 = 6 \text{ W}, \quad P_3 = \frac{V^2}{R_3} = \frac{V^2}{3R} = \frac{1}{3} \times P_1 = \frac{1}{3} \times 12 = 4 \text{ W}$$

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 = 22 \text{ W}$$

توان کل مصرفی برابر است با:

📍 تست‌های مشابه: ۶۱۰ تا ۶۱۲

بستن ولت‌سنج واقعی به‌طور موازی باعث کاهش مقاومت مدار و بستن آمپرسنج واقعی به‌طور متوالی باعث افزایش مقاومت مدار می‌شود. با بستن هر دو نمی‌توان تعیین کرد که مقاومت مدار چگونه تغییر می‌کند، پس معلوم نیست اعدادی که وسایل اندازه‌گیری نشان می‌دهند، بیشتر از حالت ایده‌آل است یا کمتر.

📍 تست‌های مشابه: ۶۶۱ تا ۶۶۴

با بستن کلید K ، مقاومت 3Ω و 9Ω با هم موازی می‌شوند. جریان عبوری از مدار را قبل و پس از بستن کلید به‌دست می‌آوریم:

$$I_1 = \frac{\varepsilon}{R_1 + r} \xrightarrow{R_1 = 9 \Omega} I_1 = \frac{\varepsilon}{9 + r} \quad I_2 = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \xrightarrow{R_{eq} = \frac{9 \times 3}{9 + 3} = \frac{27}{12} \text{ V}} I_2 = \frac{\varepsilon}{\frac{27}{12} + r}$$

توان مفید مولد را در هر دو حالت حساب می‌کنیم:

$$P = RI^2 \Rightarrow \begin{cases} P_1 = 9 \left(\frac{\varepsilon}{9+r} \right)^2 \\ P_2 = \frac{27}{12} \left(\frac{\varepsilon}{\frac{27}{12} + r} \right)^2 \end{cases} \xrightarrow{P_1 = P_2} 9 \left(\frac{\varepsilon}{9+r} \right)^2 = \frac{27}{12} \left(\frac{\varepsilon}{\frac{27}{12} + r} \right)^2 \Rightarrow \frac{1}{9+r} = \frac{1}{2} \times \left(\frac{1}{\frac{27}{12} + r} \right) \Rightarrow \frac{9}{2} + 2r = 9 + r \Rightarrow r = 4/5 \Omega$$

📍 تست‌های مشابه: ۷۱۰ تا ۷۱۵

با حرکت لغزنده به طرف N ، مقاومت R_{MN} کم می‌شود. زیرا قسمت بیشتری از مقاومت MN اتصال کوتاه می‌شود. با کاهش مقاومت R_{MN} ، مقاومت کل کاهش و

$$R_{MN} \downarrow \Rightarrow R_{eq} \downarrow \Rightarrow I_T \uparrow$$

جریان مدار افزایش می‌یابد.

$$V_T = \varepsilon - (rI_T \uparrow) \Rightarrow V_T \downarrow$$

با افزایش جریان مدار، ولتاژ دو سر مدار (ولتاژ دو سر مولد) کاهش می‌یابد:

پس اختلاف پتانسیل دو سر L_1 کم شده، جریان گذرنده از آن نیز کاهش می‌یابد و L_1 کم‌نورتر می‌شود. اما جریان لامپ L_2 افزایش می‌یابد:

$$I_T = I_1 + I_2 \xrightarrow{I_1 \downarrow, I_2 \uparrow} I_2 \uparrow \Rightarrow L_2 \text{ پرنورتر شده}$$

📍 تست‌های مشابه: ۶۵۰ تا ۶۵۳

توان مصرفی در مقاومت‌های خارجی خواسته شده است، کافی است مقاومت معادل (R_{eq}) مدار را به‌دست

آورده سپس جریان کل مدار را حساب کرده و از رابطه $P = R_{eq} I^2$ توان را به‌دست آوریم. مقاومت‌های 5Ω و 20Ω

با هم موازی هستند و مقاومت معادل آن‌ها برابر است با:

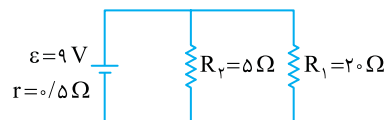
$$R_{eq} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow R_{eq} = \frac{5 \times 20}{5 + 20} = 4 \Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow I = \frac{9}{4 + 0/5} \Rightarrow I = 2 \text{ A}$$

جریان مدار را به‌دست می‌آوریم:

$$P = R_{eq} I^2 \Rightarrow P = 4 \times (2)^2 \Rightarrow P = 16 \text{ W}$$

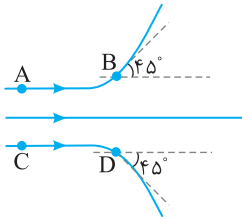
توان مصرفی در مقاومت خارجی برابر است با:



آزمون ۲

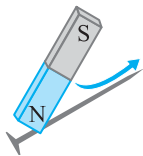


۱- در شکل مقابل میدان مغناطیسی در کدام نقطه می‌تواند در SI به صورت $\vec{B} = 0.2\vec{i} + 0.2\vec{j}$ باشد؟



- (۱) A
(۲) B
(۳) C
(۴) D

۲- مطابق شکل روبه‌رو به یک آهنربای دائمی را چندین بار و در یک جهت به یک سوزن ته‌گرد می‌کشیم و سپس سوزن را روی سطح آب شناور می‌کنیم. نوک سوزن به کدام سمت جغرافیایی قرار می‌گیرد؟



- (۱) شمال
(۲) جنوب
(۳) شرق
(۴) غرب

۳- چه تعداد گزاره‌های زیر در مورد یک ذره باردار که در یک میدان مغناطیسی حرکت می‌کند، درست است؟

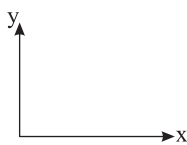
- (الف) راستای نیروی مغناطیسی وارد بر ذره بر راستای حرکت بار و خطوط میدان مغناطیسی عمود است.
(ب) در طی حرکت ذره تندى به واسطه نیروی مغناطیسی وارد بر آن تغییر نمی‌کند.
(پ) اندازه نیروی وارد بر ذره به زاویه‌ای که نیرو با خطوط میدان مغناطیسی می‌سازد، بستگی دارد.

- (۱) صفر (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳

۴- ذره‌ای با جرم ناچیز و بار $+5\mu\text{C}$ در جهت مثبت محور y با تندى 10^6 m/s در حرکت است. اگر این ذره وارد فضایی شامل میدان الکتریکی

یکنواخت $\vec{E} = 10^5 \vec{j}$ و میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B} = 0.1\vec{i}$ شود، نیروی الکترومغناطیسی وارد بر ذره در لحظه ورود به این فضا چند نیوتون است؟

- (۱) $\sqrt{2}$ (۲) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ (۳) ۱ (۴) صفر

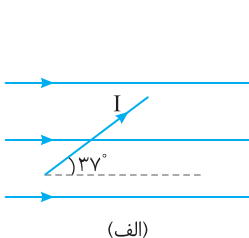


۵- یک سیم به طول 50 cm در امتداد محور y قرار دارد و از آن جریان 2 A در خلاف جهت محور y

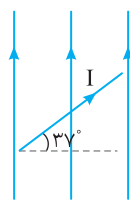
می‌گذرد. با توجه به این که سیم در میدان مغناطیسی $\vec{B} = 0.2\vec{i} + 0.3\vec{j}$ قرار دارد، اندازه جهت نیروی

وارد بر سیم را مشخص کنید؟ (یکایا در SI)

- (۱) 0.2 N ، درونسو
(۲) 0.6 N ، درونسو
(۳) 0.2 N ، برونسو
(۴) 0.6 N ، برونسو



(الف)



(ب)

۶- میدان مغناطیسی در دو شکل (الف) و (ب)، برابر است و طول سیم حامل جریان I نیز

یکسان است. اگر نیروی وارد بر سیم در شکل (الف)، F_1 و نیروی وارد بر سیم در شکل

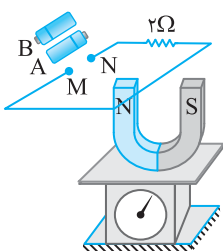
(ب)، F_2 باشد. $\frac{F_2}{F_1}$ برابر کدام گزینه است؟ ($\sin 37^\circ = 0.6$)

- (۱) $\frac{4}{3}$ (۲) $\frac{3}{4}$
(۳) $\frac{2}{3}$ (۴) $\frac{3}{2}$

۷- یک سیم رسانا به جرم 4 گرم و طول 40 سانتی‌متر به‌طور افقی در میدان مغناطیسی یکنواخت B و عمود بر میدان قرار دارد و جریان 5 A

از غرب به شرق از آن می‌گذرد و سیم در حال تعادل است. کدام گزینه در مورد میدان مغناطیسی $\vec{B}$ درست است؟

- (۱) 2 T ، شمال به جنوب
(۲) 5 T ، جنوب به شمال
(۳) 2 T ، جنوب به شمال
(۴) 5 T ، شمال به جنوب

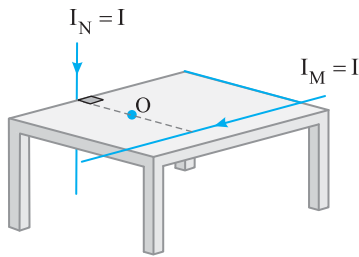


۸- در شکل روبه‌رو 20 cm از سیم یک مدار درون میدان مغناطیسی یکنواخت 100 G یک آهنربا

قرار دارد. اگر باتری با اختلاف پتانسیل در مدار قرار گیرد، عدد ترازو

$8 \times 10^{-3} \text{ N}$ کاهش می‌یابد.

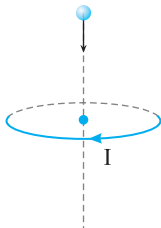
- (۱) 4 V ، A
(۲) 4 V ، B
(۳) 8 V ، B
(۴) 8 V ، A



- ۹- در شکل روبه‌رو میدان حاصل از دو سیم در نقطه O دقیقاً بین دو سیم برابر $\sqrt{5}B$ و میدان حاصل از سیم M در نقطه O برابر B است. میدان حاصل از سیم N در نقطه O چند B است؟

۱ (۱)

۲ (۲)

 $\sqrt{3}$ (۳) $\sqrt{2}$ (۴)

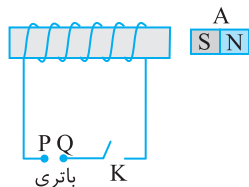
- ۱۰- در شکل روبه‌رو ذره‌ای را در راستای مرکز یک حلقه حامل جریان I رها می‌کنیم، شتاب حرکت ذره a است. کدام گزینه در مورد شتاب سقوط ذره درست است؟ (مقاومت هوا ناچیز است)

a = g (۱)

a > g (۲)

a < g (۳)

(۴) اظهارنظر قطعی نمی‌توان کرد.



- ۱۱- یک سیم‌لوله به یک باتری متصل است و با وصل کلید K سیم‌لوله آهنربای A را به سوی خود می‌کشد. کدام پایانه باتری قطب مثبت و میدان درون سیم‌لوله به کدام جهت است؟

Q (۲) →

Q (۱) ←

P (۴) →

P (۳) ←

- ۱۲- دو فلز A و B وقتی در یک میدان مغناطیسی قرار می‌گیرند، حجم حوزه‌های مغناطیسی فلز A به سختی تغییر می‌کند و پس از حذف میدان خارجی به حالت اول برنمی‌گردد اما در فلز B، حجم حوزه‌ها به سهولت تغییر می‌کند و پس از حذف میدان خارجی به حالت اول برمی‌گردد. A و B به ترتیب کدام‌اند؟

(۱) پارامغناطیسی و فرومغناطیسی سخت

(۲) فرومغناطیسی نرم و پارامغناطیسی

(۳) فرومغناطیسی سخت و فرومغناطیسی نرم

(۴) فرومغناطیسی نرم و فرومغناطیسی سخت

- ۱۳- حلقه‌ای به مساحت A در یک میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ قرار دارد. اگر زاویه بین بردار میدان مغناطیسی $\vec{B}$ با سطح حلقه 60° باشد، شار میدان مغناطیسی یکنواخت که از سطح حلقه می‌گذرد برابر است با

۲BA (۲)

 $\frac{\sqrt{3}}{2}BA$ (۱) $\sqrt{3}BA$ (۴) $\frac{1}{2}BA$ (۳)

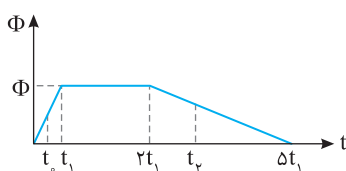
- ۱۴- پیچه‌ای شامل ۱۰۰ حلقه و مساحت هر حلقه آن 50 سانتی‌متر مربع است. این پیچه در میدان مغناطیسی متغیر و عمود بر آن قرار دارد. میدان مغناطیسی با چه آهنگی بر حسب T/s تغییر کند تا نیروی محرکه القایی متوسط در پیچه برابر $1/10$ ولت باشد؟

۵/۰ (۴)

۵۰ (۳)

۰/۲ (۲)

۲۰ (۱)



- ۱۵- نمودار شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه برحسب زمان مطابق شکل زیر است. اندازه نیروی محرکه القایی متوسط در بازه زمانی t_1 تا t_2 چند برابر اندازه نیروی محرکه القایی متوسط در بازه زمانی t_1 تا t_2 است؟ (سطح حلقه بر خط‌های میدان مغناطیسی عبوری از آن عمود است.)

۳ (۲)

۱ (۱)

۵ (۴)

 $\frac{1}{3}$ (۳)

- ۱۶- حلقه‌ای عمود بر خطوط میدان مغناطیسی که معادله آن برحسب زمان در SI به صورت $B = (t^2 - 5t - 6) \times 10^{-4}$ است، قرار دارد. در کدام بازه زمانی نیروی محرکه القایی متوسط برابر صفر می‌شود؟

۲s تا ۵s (۲)

۳s تا ۵s (۱)

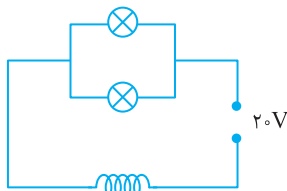
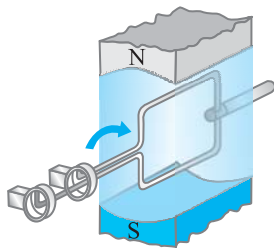
۴s تا ۳s (۴)

۳ تا ۲/۵s (۳)

ریاضی - ۹۷

کنکور دهه‌های گذشته

قلم‌چی



۱۷- شکل روبه‌رو یک مولد جریان متناوب را نشان می‌دهد، در لحظه نشان داده شده در شکل شار مغناطیسی مولد است و بزرگی نیروی محرکه آن است.

(۱) صفر - صفر

(۲) صفر - بیشینه

(۳) بیشینه - صفر

(۴) بیشینه - بیشینه

۱۸- در مدار شکل زیر، بر روی هر دو لامپ مشخصات $(20V, 80W)$ نوشته شده و در هر متر از طول سیملوله ۱۰۰۰ حلقه وجود دارد و مقاومت الکتریکی سیملوله ناچیز است. پس از گذشت مدت زمان طولانی، بزرگی میدان مغناطیسی روی محور اصلی سیملوله به دور از لبه‌های آن چند گاؤس است؟

قلم‌چی

$$(\mu_0 = 12/5 \times 10^{-7} \text{ T.m/A})$$

(۲) ۵۰

(۱) 5×10^{-13}

(۴) ۱۰۰

(۳) 10^{-2}

۱۹- از سیملوله‌ای به ضریب خودالقایی ۴٪ هانری جریان متناوبی می‌گذرد که معادله آن در SI به صورت $I = 5 \sin(50\pi t)$ است. بیشینه انرژی

خارج ریاضی - ۹۶

سیملوله چند میلی‌ژول است؟

(۲) ۵۰

(۱) ۲۰

(۴) ۵۰۰

(۳) ۲۰۰

۲۰- در شکل روبه‌رو میدان مغناطیسی ناشی از حلقه‌های (۱) و (۲) در مرکز حلقه‌ها (نقطه O) با یکدیگر

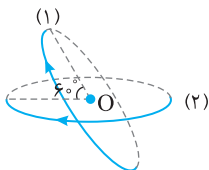
زاویه چند درجه می‌سازند؟

(۲) ۶۰

(۱) ۳۰

(۴) ۱۵۰

(۳) ۱۲۰



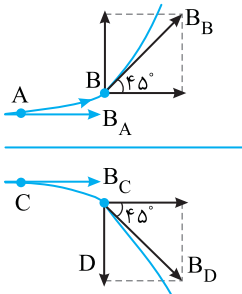


پاسخ آزمون ۲



تست‌های مشابه: ۷۳۸ تا ۷۴۱

(B) ۱ ۲ میدان مغناطیسی در هر نقطه مماس بر خطوط میدان و هم‌سو با خطوط میدان است، پس میدان مغناطیسی در نقطه B می‌تواند به صورت $\vec{B} = 0.2\vec{i} + 0.2\vec{j}$ باشد.



تست‌های مشابه: ۷۳۴ تا ۷۳۷

(A) ۲ ۲ با توجه به جهت مالش آهنربا، نوک سوزن قطب S می‌شود که جهت جنوب جغرافیایی را نشان می‌دهد.

تست‌های مشابه: ۷۵۳ تا ۷۵۵ و ۷۶۲ و ۷۶۳

(A) ۳ ۳ راستای نیروی مغناطیسی بر راستای سرعت ذره و خطوط میدان عمود است و گزاره (الف) درست است. نیروی مغناطیسی بر راستای حرکت (سرعت ذره) عمود است پس کاری روی ذره انجام نمی‌دهد و تندی ذره را تغییر نمی‌دهد، تنها باعث تغییر جهت ذره می‌شود و گزاره (ب) درست است. در رابطه $F = qvB \sin \theta$ ، زاویه بین راستای حرکت ذره و خطوط میدان است و نیرو همواره بر v و B عمود است بنابراین گزاره (پ) نادرست است.

تست‌های مشابه: ۷۷۲ تا ۷۷۴

$$F_E = qE \Rightarrow F_E = 5 \times 10^{-6} \times 10^5 \Rightarrow F_E = 0.5 \text{ N}$$

(A) ۴ ۲ میدان الکتریکی در جهت مثبت محور y ها بر این ذره نیرو وارد می‌کند:

بار الکتریکی در جهت مثبت محور y ها در حرکت است، میدان مغناطیسی در جهت مثبت محور x ها است. نیروی میدان مغناطیسی بر سرعت و میدان عمود است. بنابراین نیروی میدان

$$F_B = qvB \Rightarrow F_B = 5 \times 10^{-6} \times 10^6 \times 0.1 \Rightarrow F_B = 0.5 \text{ N}$$

مغناطیسی بر نیروی الکتریکی F_E که در امتداد محور y ها است نیز عمود می‌باشد.

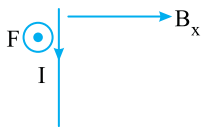
$$F = \sqrt{F_B^2 + F_E^2} = \sqrt{(0.5)^2 + (0.5)^2} = \frac{\sqrt{2}}{2} \text{ N}$$

نیروی الکترومغناطیسی وارد بر ذره خواهد شد با:

تست‌های مشابه: ۷۹۵ تا ۷۹۷

(C) ۵ ۳ نیرویی که بر سیم وارد می‌شود، در اثر مولفه B_x است و به دلیل اینکه راستای سیم در جهت محور y است، از طرف B_y بر سیم

نیرویی وارد نمی‌شود.



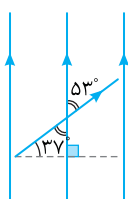
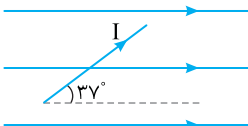
$$F = I l B_x \Rightarrow F = 2 \times 0.5 \times 0.2 \Rightarrow F = 0.2 \text{ N}$$

با توجه به قاعده دست راست و داشتن جهت جریان و میدان مغناطیسی، جهت نیرو بر ورنسو است.

تست‌های مشابه: ۷۸۷ تا ۷۹۱

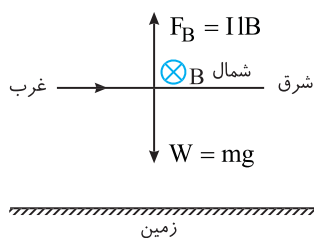
(A) ۶ ۱ در رابطه $F = I l B \sin \theta$ ، منظور از θ زاویه بین سیم حامل جریان و خطوط میدان مغناطیسی است، پس در شکل (الف)

$\theta_1 = 37^\circ$ است و در شکل (ب) $\theta_2 = 53^\circ$ است.



$$\begin{cases} F_1 = I l B \sin 37^\circ \Rightarrow F_1 = \frac{I l B \sin 53^\circ}{I l B \sin 37^\circ} = \frac{0.8}{0.6} = \frac{4}{3} \\ F_2 = I l B \sin 53^\circ \end{cases}$$

تست‌های مشابه: ۷۹۸ تا ۸۰۱



جهت رو به شمال را درونسو می‌گیریم. نیروی وزن رو به پایین است بنابراین نیروی وارد بر سیم حامل جریان باید رو به بالا و برابر نیروی وزن باشد تا سیم ساکن و در حال تعادل بماند. بنا بر قاعده دست راست برای آن که نیروی F_B رو به بالا باشد باید میدان مغناطیسی رو به شمال (درونسو) باشد. اکنون اندازه میدان را به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} F = IIB \\ W = mg \end{cases} \Rightarrow mg = IIB \Rightarrow 4 \times 10^{-3} \times 100 \times 10^{-4} / 5 \times 10^{-4} \times B \Rightarrow B = 0.2 T$$

تست‌های مشابه: ۸۰۲ و ۸۰۳

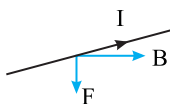
عامل تغییر عدد نشان داده شده در ترازو، نیرویی وارد بر آهنربا از طرف سیم حامل جریان است که این نیرو طبق قانون سوم نیوتون عکس‌العمل نیرویی است که آهنربا به سیم

$$F_B = 8 \times 10^{-3} N \Rightarrow IIB = 8 \times 10^{-3} \Rightarrow I \times \frac{2}{100} \times 100 \times 10^{-4} = 8 \times 10^{-3} \Rightarrow I = 4 A$$

حامل جریان وارد کرده، پس با آن هم اندازه است:

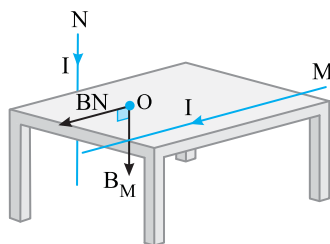
$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow 2 = \frac{V}{4} \Rightarrow V = 8 V$$

با توجه به اینکه در مدار در مقاومت 2Ω داریم:



چون عددی که ترازو نشان می‌دهد کاهش یافته، پس نیروی مغناطیسی وارد بر آهنربا، روبه بالا بوده و همان‌طور که گفته شد با توجه به قانون سوم نیوتون، نیرویی که میدان مغناطیسی آهنربا به سیم وارد می‌کند رو به پایین است و میدان مغناطیسی آهنربا در محل سیم با توجه به قطب‌های آهنربا به سمت راست است. حال با توجه به قاعده دست راست جهت جریان را به دست می‌آوریم. جهت جریان نشان می‌دهد که جریان از نقطه M خارج و به نقطه N وارد می‌شود پس باید باتری B در مدار قرار گیرد.

تست‌های مشابه: ۹۰۷ و ۹۰۸

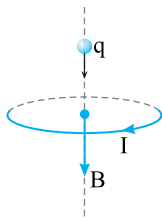


ابتدا جهت میدان‌های حاصل از دو سیم M و N را با توجه به قاعده دست راست در نقطه O به دست می‌آوریم. میدان

سیم M در نقطه O در جهت روبه پایین میز و میدان سیم N روی سطح میز خواهد بود، بنابراین دو میدان بر هم عمودند و خواهیم داشت:

$$B_O = \sqrt{B_M^2 + B_N^2} \Rightarrow \sqrt{5}B = \sqrt{B^2 + B_N^2} \Rightarrow 5B^2 = B^2 + B_N^2 \Rightarrow 4B^2 = B_N^2 \Rightarrow B_N = 2B$$

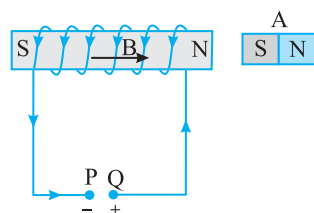
تست‌های مشابه: ۸۶۰ و ۸۶۱



خط میدان مغناطیسی در مرکز حلقه در امتداد محور حلقه و با توجه به جهت جریان حلقه رو به پایین است. ذره با بار q

در امتداد محور رها شده است و زاویه بین راستای حرکت ذره و میدان مغناطیسی حلقه صفر است، بنابراین از طرف حلقه حامل جریان بر بار q نیروی مغناطیسی وارد نمی‌شود. به همین دلیل ذره با شتاب گرانش g سقوط خواهد کرد. ($a = g$)

تست‌های مشابه: ۸۶۵ تا ۸۷۱



با وصل کلید، ربایش صورت گرفته است. بنابراین سمت راست سیم‌لوله قطب N است و میدان درون سیم‌لوله به سمت

راست است و پایانه Q مثبت است.

تست‌های مشابه: ۸۹۸ تا ۹۰۱

مواد فرومغناطیسی دارای حوزه‌های مغناطیسی هستند و اگر فلز فرومغناطیسی نرم باشد، حجم حوزه‌های مغناطیسی آن در اثر میدان خارجی به راحتی تغییر می‌کند پس فلز B فرومغناطیسی نرم است.

اگر فلز فرومغناطیسی سخت باشد حجم حوزه‌های مغناطیسی آن در اثر میدان خارجی به سختی تغییر می‌کند پس فلز A فرومغناطیسی سخت است.

تست‌های مشابه: ۹۱۵ تا ۹۱۷

$$\theta = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$$

$$\Phi = BA \cos \theta = \frac{\sqrt{3}}{2} BA$$

زاویه بین خط‌های میدان و نیم‌خط عمود بر سطح برابر است با:

با توجه به تعریف شار مغناطیسی داریم:



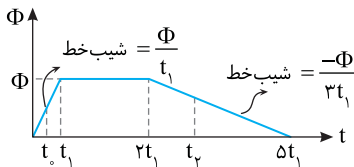
تست‌های مشابه: ۹۴۳ تا ۹۴۵

بنا بر قانون القای الکترومغناطیسی فاراده نیروی محرکه القایی با آهنگ تغییر شار متناسب است. از طرفی آهنگ تغییر میدان $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ است، پس می‌توان نوشت:

$\theta = 0 \Rightarrow$ پیچ بر میدان عمود است

$$|\varepsilon| = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -NA \frac{\Delta B}{\Delta t} \cos \theta \Rightarrow 1 = 1 \times 10^{-4} \times 10^{-2} \times \frac{\Delta B}{\Delta t} \Rightarrow \frac{\Delta B}{\Delta t} = 10^6 \text{ T/s}$$

تست‌های مشابه: ۹۹۵ تا ۹۹۷



اگر نمودار $\Phi - t$ به صورت خطی باشد شیب نمودار برابر $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ است و در رابطه نیروی محرکه القایی متوسط

$$(\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}) \text{ می‌توان به جای شیب نمودار را قرار داد. می‌دانیم برای یک خط راست، شیب ثابت است. در}$$

نمودار روبه‌رو در بازه‌های صفر تا t_0 ، t_0 تا t_1 و صفر تا t_1 شیب خط ثابت است و برای به‌دست آوردن شیب خط باید ببینیم اطلاعات کدام بازه زمانی را در اختیار داریم.

$$\begin{aligned} |\bar{\varepsilon}_{t=0 \text{ تا } t_1}| &= -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \Rightarrow |\bar{\varepsilon}_{t=0 \text{ تا } t_1}| = \frac{\Phi}{t_1} \\ |\bar{\varepsilon}_{t_1 \text{ تا } t_2}| &= -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \Rightarrow |\bar{\varepsilon}_{t_1 \text{ تا } t_2}| = \frac{-\Phi}{\Delta t_2 - \Delta t_1} \Rightarrow \frac{|\bar{\varepsilon}_{t=0 \text{ تا } t_1}|}{|\bar{\varepsilon}_{t_1 \text{ تا } t_2}|} = \frac{\Phi}{\frac{\Phi}{3}} = 3 \end{aligned}$$

تست‌های مشابه: ۹۴۰ تا ۹۴۲

با توجه به قانون القای الکترومغناطیسی فاراده:

$$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \xrightarrow{N=1} \bar{\varepsilon} = -1 \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = -A \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

برای آنکه نیروی محرکه القایی متوسط صفر شود باید $\Delta B = 0$ باشد و معادله $B = (t^2 - \Delta t - 6) \times 10^{-4}$ ، معادله درجه ۲ است و نمودار آن سهمی است و می‌دانیم سهمی نسبت به رأس متقارن است از این رو ابتدا مختصات رأس را حساب می‌کنیم.

$$t_{\text{رأس}} = \frac{-b}{2a} = \frac{6}{2} = 3 \text{ s}$$

در هر بازه‌ای که در آن ابتدا و انتهای بازه دارای فاصله یکسان از رأس سهمی باشد، B برابر است.

بنابراین گزینه (۱) که فاصله ابتدا و انتهای بازه زمانی تا رأس سهمی یکسان است دارای میدان مغناطیسی یکسانی است و ΔB آن صفر است. در این صورت $\Delta \Phi = 0$ شده و نیروی محرکه القایی متوسط صفر می‌شود.

تست‌های مشابه: ۱۰۵۹ تا ۱۰۶۱

با توجه به شکل، قاب موازی خطوط میدان مغناطیسی در داخل میدان مغناطیسی قرار گرفته است پس $\Phi = 0$ است. در یک مولد جریان متناوب معادله شار مغناطیسی - زمان تابعی سینوسی

و معادله نیروی محرکه - زمان تابعی سینوسی است، پس اگر شار مغناطیسی صفر باشد $(\cos \theta = 0)$ نیروی محرکه پیشینه است $(\sin \theta = 1)$

تست‌های مشابه: ۸۸۱ تا ۸۸۴

با توجه به مشخصات لامپ‌ها، مقاومت آن‌ها را به‌دست می‌آوریم:

$$P = I^2 R, V = 20 \text{ V}, P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow R = \frac{400}{10} = 40 \Omega$$

دو لامپ با هم موازی هستند و مقاومت آن‌ها با هم برابر و مقاومت سیم‌لوله ناچیز است بنابراین مقاومت معادل مدار خواهد شد:

$$R_{\text{eq}} = \frac{R}{n} = \frac{40}{2} = 20 \Omega$$

$$I = \frac{V}{R_{\text{eq}}} \Rightarrow I = \frac{20}{20} = 1 \text{ A}$$

حال جریان مدار را به‌دست می‌آوریم:

$$B = \mu_0 \frac{N}{l} I \Rightarrow B = 1.2 \times 10^{-7} \times \frac{1000}{1} \times 1 = 1.2 \times 10^{-4} \text{ T} \Rightarrow B = 1.2 \times 10^{-4} \text{ T} \times \frac{10^4}{1} = 1.2 \text{ G}$$

سیم‌لوله با مولد متوالی است از این‌رو جریان عبوری از سیم‌لوله نیز ۸۸۸ است:

📍 تست‌های مشابه: ۱۰۴۵ تا ۱۰۴۷

Ⓐ ۱۹ ۴ با توجه به داده‌های سؤال داریم:

$$I = I_{\max} \sin \omega t = \Delta \sin(\Delta \cdot \pi t) \Rightarrow I_{\max} = \Delta A$$

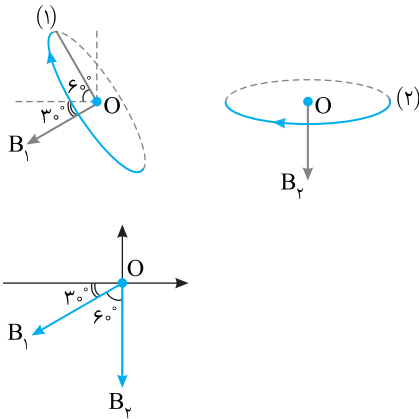
انرژی ذخیره شده در سیملوله برابر $\frac{1}{2} \Pi^2$ است و زمانی بیشینه می‌باشد که جریان عبوری از آن بیشترین مقدار باشد.

$$U = \frac{1}{2} I \omega^2 \Rightarrow U_{\max} = \frac{1}{2} I \omega_{\max}^2 = \frac{1}{2} \times 0.5 \times (\Delta)^2 = 0.5 \times 2 \times \Delta = 0.5 \Delta = 0.5 \times 1 = 0.5 \text{ mJ} = \Delta \cdot 0.5 \text{ mJ}$$

📍 تست‌های مشابه: ۸۶۲ و ۸۶۳

ابتدا به صورت جداگانه میدان حاصل از هر حلقه را در نقطه O با توجه به قاعده دست راست به دست

می آوریم۔



بنابراین زاویه بین B_1 و B_2 مطابق شکل برابر 60° می‌شود.



پاسخ آزمون ۱



تست مشابه: ۱۱۰ تا ۱۱۶

(۴ ۱ B)

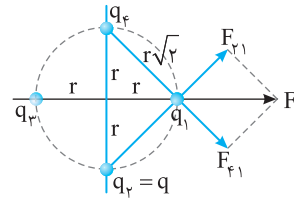
خط‌نک: برای آنکه

نیروهای وارد بر q_1 صفر شود، باید

نیروهای وارد بر آن از طرف q_2 و

q_4 هم‌اندازه باشند زیرا در این

صورت برابند نیروهای F_{21} و F_{41}



در راستای نیرویی که q_1 به q_2 وارد می‌کند قرار می‌گیرد، همچنین باید نیرویی که q_1

بر q_1 وارد می‌کند (F_{31}) خلاف جهت و هم‌اندازه برابند نیروهای F_{21} و F_{41} باشد.

بارهای q_2 و q_4 هم‌اندازه‌اند. بار آن‌ها را مثبت و q در نظر می‌گیریم:

$$F_{21} = F_{41} = k \frac{|q| \times |q_1|}{(r\sqrt{2})^2} = k \frac{q|q_1|}{2r^2}$$

یادآوری: برابند دو بردار هم‌اندازه و عمود بر هم، $\sqrt{2}$ برابر اندازه یکی از بردارها می‌شود.

$$F' = \sqrt{F_{21}^2 + F_{41}^2} = k \frac{qq_1}{2r^2} \sqrt{2} \quad \text{بر } F_{21} \text{ و } F_{41} \text{ برابر } F' \text{ است:}$$

نیروی وارد از طرف بار q_3 به بار q_1 هم‌اندازه F' و خلاف جهت آن باید باشد پس

علامت بار q_3 خلاف علامت بار q_1 است. در اینجا چون q_1 را مثبت فرض کردیم

باید q_3 منفی باشد:

$$F_{21} = F' \Rightarrow k \frac{|q_2||q_1|}{(2r)^2} = k \frac{q|q_1|}{2r^2} \sqrt{2}$$

$$|q_2| = 2\sqrt{2}q \xrightarrow{q_2 \text{ منفی است}} q_2 = -2\sqrt{2}q$$

$$\frac{q_2}{q_3} = \frac{q}{-2\sqrt{2}q} = \frac{-1}{2\sqrt{2}} \times \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = \frac{-\sqrt{2}}{4}$$

حال نسبت $\frac{q_2}{q_3}$ را به دست می‌آوریم:

تست مشابه: ۲۳۶ و ۲۳۷

(۴ ۲ B)

اندازه میدان حاصل از بارهای q_1 و q_2 و q_3 در نقطه O و جهت آن‌ها را

مشخص می‌کنیم.

$$E_2 = k \frac{|q_2|}{r_2^2} \Rightarrow E_2 = E_3 = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-6}}{(3\sqrt{2})^2} = 2 \times 10^3 \text{ N/C}$$

$$E_3 = k \frac{|q_3|}{r_3^2} = 2 \times 10^3 \text{ N/C}$$

$$E_1 = k \frac{|q_1|}{r_1^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{8 \times 10^{-6}}{(3\sqrt{2})^2} = 4 \times 10^3 \text{ N/C}$$

میدان‌های E_2 و E_3 هم‌جهت‌اند و برابند آن‌ها برابر است با:

$$E_{23} = E_2 + E_3 \Rightarrow E_{23} = 2 \times 10^3 + 2 \times 10^3 = 4 \times 10^3 \text{ N/C}$$

میدان E_{23} بر E_1 عمود است:

$$E_T = \sqrt{E_{23}^2 + E_1^2} = \sqrt{(4 \times 10^3)^2 + (4 \times 10^3)^2} = 4\sqrt{2} \times 10^3 \text{ N/C}$$

حال بار q_1 را حذف می‌کنیم، در این صورت بارهای q_2 و q_3 باقی می‌ماند که میدان

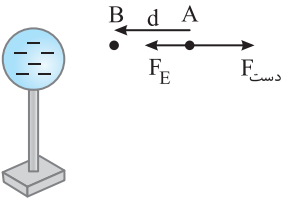
برابند آن‌ها برابر $E_{23} = 4 \times 10^3 \text{ N/C}$ است

پس برابند میدان‌ها در حالت دوم برابر $E_T' = 4 \times 10^3 \text{ N/C}$ می‌شود:

$$\frac{E_T'}{E_T} = \frac{4 \times 10^3}{4\sqrt{2} \times 10^3} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

تست مشابه: ۳۰۸ تا ۳۱۰

(۱ ۳ B)



بار منفی کره، بار مثبت را

می‌رساند در این صورت شخص باید نیرویی

در خلاف جهت حرکت ذره وارد کند تا ذره

با بار مثبت با سرعت ثابت حرکت کند. در

این صورت $F_{\text{دست}}$ به صورت شکل

$$W = F_{\text{دست}} d \cos 18^\circ = -F_{\text{دست}} d < 0 \Rightarrow W < 0. \quad \text{رو به‌رو است.}$$

کار نیروی میدان الکتریکی کره باردار خواهد شد.

$$W_E = F_E d \cos 0 = F_E d > 0 \Rightarrow W' > 0$$

از طرفی با حرکت به سمت بار منفی پتانسیل کاهش می‌یابد. بنابراین $V_B < V_A$ بوده

$$\Delta V = V_A - V_B > 0 \text{ است.}$$

تست مشابه: ۴۱۷ تا ۴۱۹

(۱ ۴ A)

با توجه به فرض مسأله می‌توان نوشت:

$$U_2 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} U_1 \Rightarrow \frac{1}{2} CV_2^2 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{2} CV_1^2\right) \Rightarrow V_2 = \sqrt{2} V_1$$

بنابراین اختلاف پتانسیل به اندازه $V_2 - V_1 = \sqrt{2} V_1 - V_1 = (\sqrt{2} - 1) V_1$ تغییر می‌کند.

یعنی 8% کاهش می‌یابد.

تست مشابه: ۳۱۹ تا ۳۲۲

(۴ ۵ B)

یادآوری: با حرکت در جهت

خطوط میدان الکتریکی، پتانسیل

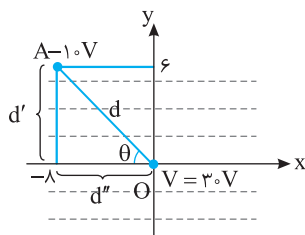
الکتریکی کاهش و با حرکت در

خلاف جهت خطوط میدان،

پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد.

از نقطه A تا نقطه O پتانسیل

الکتریکی در حال افزایش است پس از



A تا O خلاف جهت میدان الکتریکی جابه‌جایی انجام می‌شود و باید خطوط میدان به سمت

چپ یا خلاف جهت محور x باشد.

$$\begin{cases} \Delta V_{AO} = Ed \cos \theta \\ \cos \theta = \frac{d''}{d} \Rightarrow d \cos \theta = d'' \end{cases} \Rightarrow \epsilon_0 = E \times \frac{\lambda}{100} \Rightarrow E = 500 \text{ N/m}$$

تست مشابه: ۳۴۱ تا ۳۴۸

(۲ ۶ A)

مقاومت سیم‌ها را از رابطه $R = \rho \frac{l}{A}$ به دست می‌آوریم که اطلاعات

مربوط به ρ (مقاومت ویژه) و l در صورت سؤال ذکر شده است:

$$\rho_{Cu} = \frac{1}{2} \rho_{Al}, \quad l_{Cu} = l_{Al} = l$$

حال با توجه به چگالی داده شده رابطه بین A دو سیم را به دست می‌آوریم:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{A \times l} \Rightarrow \begin{cases} \rho_{Cu} = 9 = \frac{m_{Cu}}{A_{Cu} \times l} \\ \rho_{Al} = 2/3 = \frac{m_{Al}}{A_{Al} \times l} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{A_{Al} m_{Cu}}{A_{Cu} m_{Al}} \quad (1)$$

با توجه به فرض مسأله می‌توان نوشت:

$$\begin{aligned} R_{Cu} &= 2R_{Al} \Rightarrow \rho_{Cu} \times \frac{A_{Cu}}{l} = 2 \times (\rho_{Cu}) \times \frac{A_{Al}}{l} \\ \Rightarrow A_{Cu} &= 4A_{Al} \quad (2) \end{aligned}$$



تست مشابه: ۹۳۴ و ۹۳۵

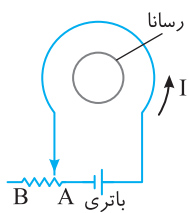
۱۴۳ ابتدا با توجه به رابطه $F = qvB \sin \theta$ نیروی وارد بر ذره را به دست می آوریم. دقت کنید که ذره در جهت عمود بر میدان مغناطیسی برآورد شده بنابراین $\sin \theta$ برابر یک می باشد:

$$F = qvB \sin \theta = qvB = 4 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^4 \times 2 \times 10^{-3} = 8 \times 10^{-4} \text{ N}$$

حال با توجه به قانون دوم نیوتون $F = ma$ شتاب ذره را به دست می آوریم:

$$F = ma \Rightarrow 8 \times 10^{-4} = 4 \times 10^{-6} \times a \Rightarrow a = 2 \text{ m/s}^2$$

تست مشابه: ۱۱۹۰ تا ۱۱۹۲



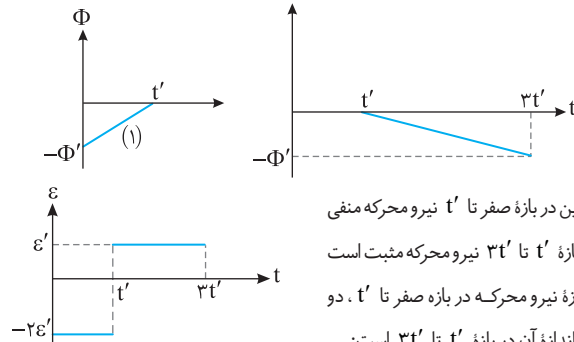
۱۵۱ با حرکت رتوستا از A به سمت B مقاومت بیشتری در مدار قرار می گیرد، بنابراین جریان عبوری I کاهش می یابد و شار در حال کاهش می باشد؛ تغییر شار سبب ایجاد جریان القایی در حلقه رسانا می شود که میدان مغناطیسی القایی باید با میدان مغناطیسی حاصل از جریان I هم جهت باشد تا با کاهش شار مخالفت کند (بنا به قانون لنز) از این رو جهت میدان مغناطیسی القایی باید برونسو باشد.

تست مشابه: ۱۲۱۹ تا ۱۲۲۱

۱۶۲ نیرو محرکه القایی از رابطه $\varepsilon_{av} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ به دست می آید:

$$\varepsilon_{av} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \Rightarrow \varepsilon_{av} = -N \frac{0 + \Phi'}{t'} = -N \frac{\Phi'}{t'}$$

$$\varepsilon_{av} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \Rightarrow \varepsilon_{av} = -N \frac{-\Phi' - 0}{3t'} = +N \frac{\Phi'}{3t'}$$



بنابراین در بازه صفر تا t' نیرو محرکه منفی و در بازه t' تا $3t'$ نیرو محرکه مثبت است و اندازه نیرو محرکه در بازه صفر تا t' دو برابر اندازه آن در بازه t' تا $3t'$ است.

تست مشابه: ۲۲۷ تا ۲۲۳

۱۷۴ با توجه به شکل، میدان حاصل از هر بار در نقطه O را مشخص می کنیم:

$$E_1 = k \frac{q_1}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6}}{(5 \times 10^{-2})^2} = 7.2 \times 10^6 \text{ N/C}, E_2 = E_1 = 7.2 \times 10^6 \text{ N/C}$$

$$E_3 = k \frac{q_3}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-6}}{(5 \times 10^{-2})^2} = 1.44 \times 10^7 \text{ N/C} = 1.44 \times 10^7 \text{ N/C}$$

بردارهای E_1 و E_2 هم جهت می باشند:

$$E_{1,2} = E_1 + E_2 = 7.2 \times 10^6 + 7.2 \times 10^6 = 1.44 \times 10^7 \text{ N/C} = 1.44 \times 10^7 \text{ N/C}$$

بردار $E_{1,2}$ بر بردار E_3 عمود می باشد:

$$\vec{E} = 1.44 \times 10^7 \vec{i} - 1.44 \times 10^7 \vec{j}$$

حال با توجه به مقاومت معادل، R را به دست می آوریم:

$$2 + 6 + R = \frac{5}{3} \Rightarrow R = \frac{5}{3} - 8 = \frac{26}{3} \Omega$$

تست مشابه: ۸۷۵ تا ۸۷۸

۱۱۱ با افزایش مقاومت متغیر R_1 ، مقاومت معادل R_1 و R_2 افزایش می یابد یعنی مقاومت معادل مدار R_{eq} افزایش می یابد و جریان مدار کاهش می یابد.

$$I_{کل} = \frac{V}{R_{eq} + r} \xrightarrow{\text{با افزایش } R_{eq}} \rightarrow \text{کاهش می یابد}$$

ولت سنج V_1 اختلاف پتانسیل دو سر مولد را نشان می دهد:

$$V_1 = \varepsilon - Ir \xrightarrow{\text{کاهش } I} \rightarrow \text{افزایش می یابد}$$

اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_2 را بررسی می کنیم:

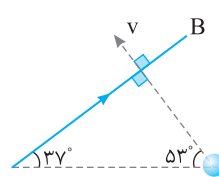
$$V_{R_2} = R_2 I \xrightarrow{\text{کاهش } I} \rightarrow \text{کاهش می یابد}$$

با توجه به این که ولتاژ کل مدار برابر مجموع ولتاژ مقاومت های R_1 و R_2 می باشد؛ داریم:

$$\uparrow V_1 = V_{R_1} + V_{R_2} \downarrow \xrightarrow{\text{افزایش } V_1, \text{ کاهش } V_{R_2}} \rightarrow \text{افزایش می یابد}$$

ولت سنج V_2 ولتاژ مقاومت R_1 را نشان می دهد، پس V_2 افزایش می یابد.

تست مشابه: ۹۲۸ تا ۹۳۲



۱۲۲ ابتدا با توجه به جهت سرعت و جهت میدان مغناطیسی زاویه بین بردار سرعت و بردار میدان مغناطیسی را به دست می آوریم.

$$\theta = 90^\circ$$

$$F = qvB \sin 90^\circ \xrightarrow{B=10^4, G=T} F = (2.5 \times 10^{-6})(2 \times 10^5)(1) = 5 \text{ N}$$



با توجه به قاعده دست راست، چهار انگشت دست راست در

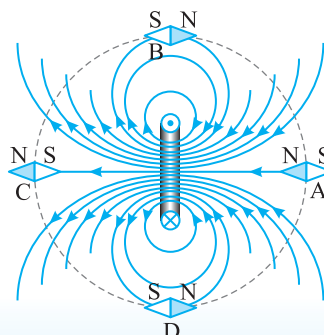
جهت v قرار می گیرد به گونه ای که با خم شدن انگشت های دست

جهت B مشخص شود، شست دست راست درونسو بوده و جهت میدان مغناطیسی را نشان می دهد.

تست مشابه: ۱۰۶۰ تا ۱۰۶۳

۱۳۴ با توجه به شکل، عقربه از نقطه A تا B 18° ، از نقطه B تا C 18° از نقطه C تا D 18° و از نقطه D تا A 18° می چرخد که جمعاً خواهد شد:

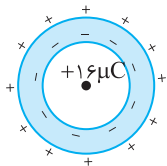
$$18^\circ + 18^\circ + 18^\circ + 18^\circ = 72^\circ$$



پاسخ آزمون ۲



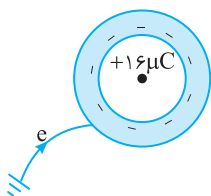
تست مشابه: ۲۲ تا ۲۴



اگر بار $+16\mu C$ را در مرکز یک کره رسانای توخالی قرار دهیم، روی سطح داخلی کره بار $-16\mu C$ و روی سطح خارجی آن، بار $+16\mu C$ قرار می‌گیرد. هنگامی که این کره توخالی را به زمین وصل می‌کنیم بار

سطح خارجی کره خنثی می‌شود. پس بار منتقل شده $+16\mu C$ است (بار روی سطح داخلی تحت تأثیر بار در مرکز پوخته می‌باشد و حرکت نمی‌کند)

$$q = \pm ne \Rightarrow 1/6 \times 10^{-6} = n \times 1/6 \times 10^{-19} \Rightarrow n = 10^{13}$$



در واقع 10^{13} الکترون از زمین به سطح خارجی پوخته منتقل شده و سطح خارجی بدون بار می‌شود.

تست مشابه: ۵۰ تا ۵۸

هنگامی که ۲۵٪ از بار q_2 را به بار q_1 می‌دهیم مجدداً مجموع دو بار ثابت

$$q_1 + q_2 = q'_1 + q'_2 \quad \text{می‌ماند؛ بنابراین:}$$

اگر دو کره را به هم تماس دهیم بار هر دو کره با هم یکسان و برابر خواهد شد:

$$q'_1 = q'_2 = \frac{q'_1 + q'_2}{2} = \frac{q'_1 + q'_2 = q_1 + q_2}{2} \rightarrow q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{15 + 5}{2} = 10 \mu C$$

نیروی بین دو کره را در دو حالت به دست می‌آوریم:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} = k \times \frac{5 \times 10^{-6} \times 15 \times 10^{-6}}{r^2} = 75 \times 10^{-12} \frac{k}{r^2}$$

$$F' = k \frac{q'_1 q'_2}{r^2} = k \times \frac{10 \times 10^{-6} \times 10 \times 10^{-6}}{r^2} = 100 \times 10^{-12} \times \frac{k}{r^2}$$

در حالت دوم نیرو به اندازه زیر افزایش می‌یابد:

$$\Delta F = \left(\frac{100 \times 10^{-12}}{r^2} - 75 \times 10^{-12} \right) k = \frac{25 \times 10^{-12}}{r^2} k$$

$$\frac{\Delta F}{F} = \frac{\frac{25 \times 10^{-12}}{r^2} k}{\frac{75 \times 10^{-12}}{r^2} k} = \frac{1}{3} = 33\%$$

در نتیجه:

بنابراین نیرو تقریباً ۳۳٪ افزایش می‌یابد.

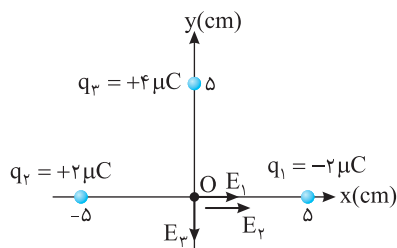
تست مشابه: ۱۱۹ تا ۱۲۲

با توجه به اینکه F_3 با خط واصل بین q_1 و q_2 موازی است و با استفاده

از قضیه خطوط موازی و مورب داریم:

$$F_{23} = F_3 \sin \alpha \Rightarrow k \frac{q_2 q_3}{r_{23}^2} = F_3 \frac{r_2}{r_3}$$

$$9 \times 10^9 \times \frac{3 \times 10^{-12}}{36 \times 10^{-4}} = F_3 \times 0/6 \Rightarrow \frac{3}{4} \times 10 = F_3 \times 0/6 \Rightarrow \frac{5}{4} = F_3 \Rightarrow F_3 = 12/5 N$$

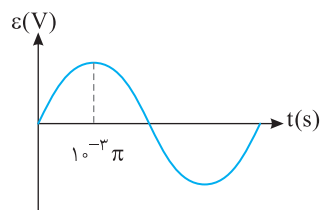


تست مشابه: ۱۲۸۸ تا ۱۲۹۰

با توجه به معادله $\Phi = \Phi_m \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$ پس: $\Phi_{\max} = 0.02 \text{ Wb}$

معادله نیرو محرکه القایی $\varepsilon = \varepsilon_{\max}(\omega t)$ است پس نمودار این معادله شبیه نمودار

$$\frac{2\pi}{T} = 500 \Rightarrow T = \frac{2\pi}{500} = 4\pi \times 10^{-3} \text{ s} \Rightarrow \frac{T}{4} = \pi \times 10^{-3} \text{ (sin) است.}$$



تست مشابه: ۱۶۸ تا ۱۷۰

(۱) ابتدا با توجه به نمودار q را به دست می‌آوریم:

$$E = k \frac{q}{r^2} \rightarrow \frac{E = 100 \times 10^3 \text{ N/C}}{r = 6 \text{ cm} = 0.06 \text{ m}} \rightarrow 100 \times 10^3 = 9 \times 10^9 \times \frac{q}{36 \times 10^{-2}} \Rightarrow q = 4 \times 10^{-6} \text{ C} = 4 \mu C$$

(۲) حال نیرویی که بار $q = 4 \mu C$ و بار $2q = 8 \mu C$ در فاصله 3 cm به هم وارد می‌کنند را حساب می‌کنیم:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \Rightarrow F = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-6} \times 8 \times 10^{-6}}{900 \times 10^{-4}} = 3/2 \text{ N}$$

تست مشابه: ۱۱۳۱ تا ۱۱۳۲

(۲) ذره آلفا دارای دو بار مثبت می‌باشد؛ بنابراین:

$$q = +ne = 2 \times 1/6 \times 10^{-19} = 3/2 \times 10^{-19} \text{ C}$$

میدان الکتریکی یکنواخت بین دو صفحه را حساب می‌کنیم:

$$E = \frac{V}{d} \Rightarrow E = \frac{200}{1 \times 10^{-2}} = 2 \times 10^4 \frac{V}{m}$$

نیروی وارد بر ذره آلفا برابر است با:

$$F = Eq = 2 \times 10^4 \times 3/2 \times 10^{-19} = 6/4 \times 10^{-15} \text{ N}$$

تست مشابه: ۳۹۸ و ۳۹۹

۲ ۷ (B) میدان بین دو صفحه موازی یکنواخت بوده و از رابطه $E = \frac{\Delta V}{d}$ به دست می‌آید. پتانسیل الکتریکی صفحه M چون به زمین وصل بوده صفر است. میدان الکتریکی بین نقطه A و صفحه M با میدان الکتریکی بین دو صفحه M و N با هم برابر است. پتانسیل صفحه M که به قطب مثبت وصل است از پتانسیل نقطه A و صفحه N بیشتر است:

$$E_{AM} = E_{NM} \Rightarrow \frac{\Delta V_{AM}}{d_{AM}} = \frac{\Delta V_{NM}}{d_{NM}} \Rightarrow \frac{0 - (-16)}{2/\delta \text{mm}} = \frac{0 - V_N}{10 \text{mm}}$$

$$V_N = -64 \text{V}$$

تست مشابه: ۴۹۷ و ۴۹۹

۳ ۸ (A) جرم جسم تغییر نمی‌کند بنابراین:

$$m_1 = m_2 \Rightarrow \frac{V_1}{\rho} = \frac{V_2}{\rho} \Rightarrow V_1 = V_2 \Rightarrow A_1 L_1 = A_2 L_2 \Rightarrow \frac{A_1}{A_2} = \frac{L_2}{L_1}$$

حال مقاومت سیم را در دو حالت به هم تقسیم می‌کنیم:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho \frac{L_2}{A_2}}{\rho \frac{L_1}{A_1}} = \frac{L_2}{L_1} \times \frac{A_1}{A_2} = \left(\frac{L_2}{L_1}\right)^2 = 9 \Rightarrow \frac{L_2}{L_1} = 3 \Rightarrow L_2 = 3 \times 12 = 36 \text{cm}$$

تست مشابه: ۴۰۲ و ۴۰۳

۳ ۹ (A) روی خازن ظرفیت آن $6 \mu\text{F}$ و بیشینه اختلاف پتانسیل قابل تحمل آن برابر 100V نوشته شده است بنابراین:

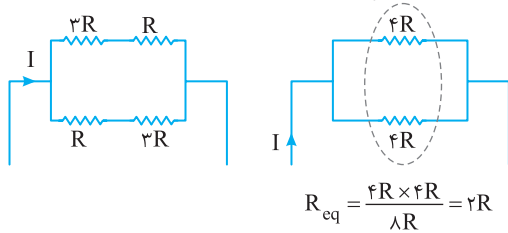
$$U = \frac{1}{2} C V^2 = \frac{1}{2} \times 6 \times 10^{-6} \times (100)^2 = 3 \times 10^{-6} \times 10^4 = 3 \times 10^{-2} \text{J} = 30 \text{mJ}$$

قدرت دی‌الکتریک، بیشینه میدان الکتریکی قابل تحمل خازن می‌باشد:

$$E_{\max} = \frac{V_{\max}}{d} = \frac{100}{2 \times 10^{-2}} = 5 \times 10^3 \frac{\text{V}}{\text{m}} \times \frac{1 \text{kV}}{10^3 \text{V}} \times \frac{1 \text{m}}{10^3 \text{mm}} = 5 \times 10^{-3} \frac{\text{kV}}{\text{mm}}$$

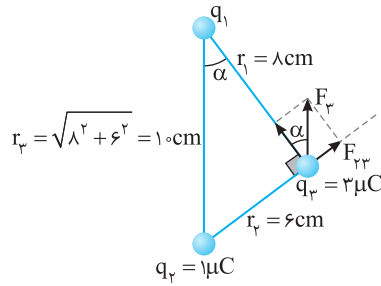
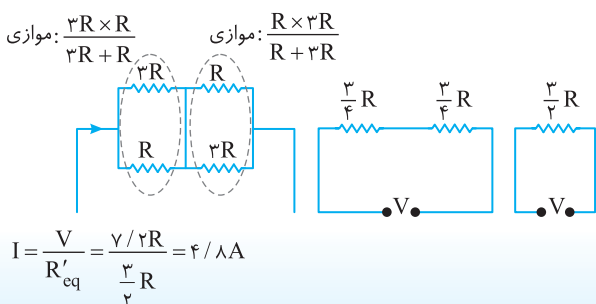
تست مشابه: ۷۲۶ و ۷۳۲

۴ ۱۰ (B) هنگام باز بودن کلید مقاومت‌های شاخه‌های بالا با هم متوالی و مقاومت شاخه‌های پایین نیز با هم متوالی‌اند:



$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r} = \frac{V}{2R} \Rightarrow 3/6 = \frac{V}{2R} \Rightarrow V = 2 \text{V}$$

با بستن کلید نحوه به هم بستن مقاومت‌ها تغییر می‌کند. ابتدا جریان کل مدار و جریان عبوری از هر مقاومت را با بستن کلید به دست می‌آوریم:



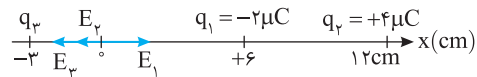
تست مشابه: ۱۹۲ تا ۱۹۵

۴ (A) بارها را روی محور X قرار می‌دهیم: با توجه به فرض مسئله E_T باید در مبدأ صفر شود. یعنی بردارهای E_2 و E_3 باید E_1 را خنثی کنند از این رو:

$$E_1 = E_2 + E_3 \Rightarrow \frac{k \times 2 \times 10^{-6}}{(6 \times 10^{-2})^2} = \frac{k \times 4 \times 10^{-6}}{(12 \times 10^{-2})^2} + \frac{k q_3}{(3 \times 10^{-2})^2}$$

$$\frac{2 \times 10^{-6}}{36 \times 10^{-4}} - \frac{4 \times 10^{-6}}{144 \times 10^{-4}} = \frac{q_3}{9 \times 10^{-4}} \Rightarrow \frac{8 \times 10^{-6} - 4 \times 10^{-6}}{144 \times 10^{-4}} = \frac{q_3}{9 \times 10^{-4}}$$

$$\frac{4 \times 10^{-6}}{144 \times 10^{-4}} = \frac{q_3}{9 \times 10^{-4}} \Rightarrow q_3 = \frac{1}{4} \times 10^{-6} = 0.25 \times 10^{-6} \text{C} = 0.25 \mu\text{C}$$



تست مشابه: ۲۹۵ تا ۲۹۷

۴ ۵ (A) اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و B برابر است با:

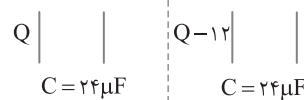
$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{(0.5 - 0.3) \times 10^{-3}}{-2 \times 10^{-6}} = -100 \text{V}$$

قد مطلق (اندازه) پتانسیل B، 80V ولت شده است از این رو $V_B = \pm 80 \text{V}$ می‌تواند باشد. در نتیجه:

$$V_B - V_A = -100 \text{V} \begin{cases} V_B = +80 \text{V} \Rightarrow 80 - V_A = -100 \Rightarrow V_A = +180 \text{V} \\ V_B = -80 \text{V} \Rightarrow -80 - V_A = -100 \Rightarrow V_A = +20 \text{V} \end{cases}$$

تست مشابه: ۴۲۱ و ۴۲۲

۲ ۶ (B) بار صفحه مثبت خازن در حالت اول Q و در حالت دوم $Q - 12 \mu\text{C}$ است. با تغییر بار ظرفیت خازن تغییر نمی‌کند.



در رابطه $U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$ اگر بار الکتریکی بر حسب میکروکولن و ظرفیت خازن بر حسب میکرو فاراد باشد انرژی بر حسب میکروژول به دست می‌آید.

$$U_1 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{Q^2}{48}$$

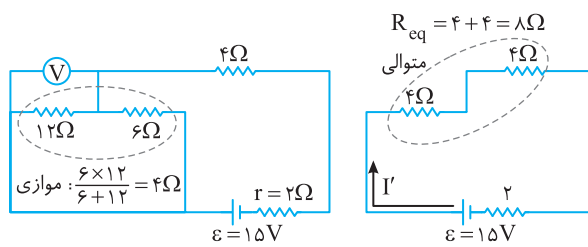
$$U_2 = \frac{1}{2} \frac{(Q-12)^2}{C} = \frac{(Q-12)^2}{48}$$

$$\frac{(Q-12)^2}{48} - \frac{Q^2}{48} = -57 \Rightarrow \frac{(Q-12)^2 - Q^2}{48} = -57$$

$$-24Q + 144 = -2736 \Rightarrow 24Q = 2880 \Rightarrow Q = 120 \mu\text{C}$$

$$C = \frac{Q}{V} \Rightarrow 24 = \frac{120}{V} \Rightarrow V = 5 \text{V}$$

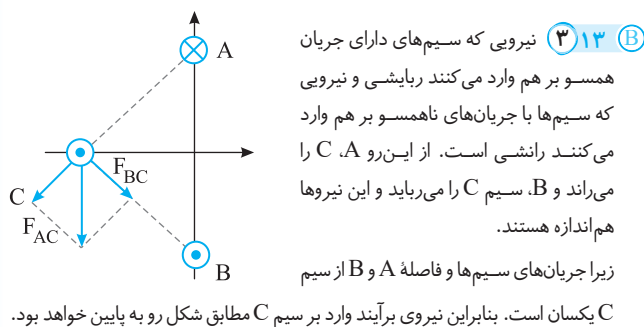
ولتاژ را به کمک رابطه $C = \frac{Q}{V}$ حساب می‌کنیم.



$$I' = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{15}{8 + 2} = 1.5 \text{ A}, \quad V' = RI' = 4 \times 1.5 = 6 \text{ V}$$

ولتاژ دو سر مقاومت 12Ω نیز برابر ولتاژ دو سر مقاومت معادل 6Ω و 12Ω یعنی مقاومت 4Ω است، پس ولتاژ دو سر مقاومت 12Ω نیز 6V است. ولتاژ دو سر رثوستا از $3/75\text{V}$ به 6V رسیده و به اندازه $2/25\text{V}$ افزایش یافته است.

تست مشابه: ۱۰۴۹ تا ۱۰۵۵



نیروی که سیم‌های دارای جریان همسو بر هم وارد می‌کنند رپایشی و نیرویی که سیم‌ها با جریان‌های ناهمسو بر هم وارد می‌کنند رانشی است. از این‌رو A، C را می‌راند و B، سیم C را می‌رباید و این نیروها هم‌اندازه هستند.

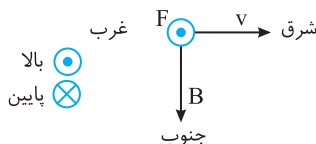
زیرا جریان‌های سیم‌ها و فاصله A و B از سیم C یکسان است. بنابراین نیروی برآیند وارد بر سیم C مطابق شکل رو به پایین خواهد بود.

تست مشابه: ۹۴۱ تا ۹۴۳

اندازه نیروی وارد بر ذره از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$F = qvB \sin \theta \xrightarrow{\theta=90^\circ} 5 \times 10^{-6} \times 10 \times 0.05 \times 0.2 = 10^{-4} \text{ N}$$

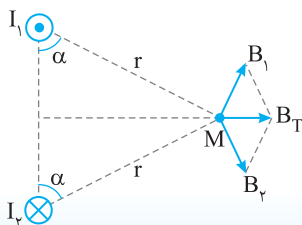
شمال



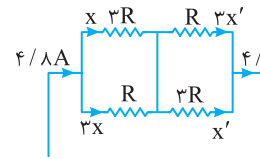
حال جهت خطوط میدان و جهت حرکت ذره که در فرض سؤال است را مشخص می‌کنیم که با توجه به قاعده دست راست جهت نیرو درون‌سو می‌باشد که چون ذره منفی است جهت نیرو برعکس آن، یعنی برون‌سو و به سمت بالا می‌باشد.

تست مشابه: ۱۰۲۷ تا ۱۰۳۰

برای به‌دست آوردن جهت میدان مغناطیسی حاصل از سیم حامل جریان، شست دست راست را در جهت جریان قرار می‌دهیم به طوری که چهار انگشت در جهت خط واصل بین سیم و نقطه M قرار گیرد، حال اگر چهار انگشت را 90° خم کنیم، چهار انگشت خم شده جهت میدان مغناطیسی را نشان می‌دهد. اندازه میدان مغناطیسی حاصل از سیم با جریان سیم رابطه مستقیم و با فاصله از آن رابطه عکس دارد، در این سؤال میدان حاصل از سیم‌های I_1 و I_2 هم‌اندازه‌اند چون جریان یکسان و فاصله یکسان تا نقطه M دارند.

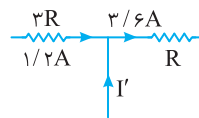


حالت اول:



جریان بین دو شاخه موازی R و $3R$ به نسبت عکس مقدار مقاومت تقسیم می‌شود:

$$x + 3x = 4/8 \Rightarrow x = 1/2 \text{ A}$$

$$x' + 3x' = 4/8 \Rightarrow x' = 1/2 \text{ A}$$


در شاخه بالا جریان $1/2 \text{ A}$ از مقاومت $3R$ می‌شود اما در ادامه از مقاومت R جریان عبور می‌کند.

$$1/2 + I' = 3/6 \Rightarrow I' = 2/4 \text{ A}$$

تست مشابه: ۸۰۸ تا ۸۱۰

۴۱۱ B

تست اگر به ازای تغییر مقاومت معادل خارجی باتری توان خروجی باتری ثابت بماند، خواهیم داشت:

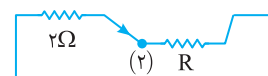
$$P_1 = P_2 \Rightarrow \begin{cases} \frac{I_1 + I_2}{2} = \frac{\varepsilon}{2r} \\ r = \sqrt{R_{eq1} R_{eq2}} \end{cases}$$

منظور از اندیس ۱: مقاومت معادل در حالت اول و جریان مدار در حالت اول است.

منظور از اندیس ۲: مقاومت معادل در حالت دوم و جریان مدار در حالت دوم است.

حالت ۱: مقاومت‌های 2Ω با هم متوالی‌اند:

حالت ۲: اگر کلید را در وضعیت (۲) قرار دهیم مقاومت 2Ω در مدار قرار نداشته و مقاومت R در مدار قرار می‌گیرد.

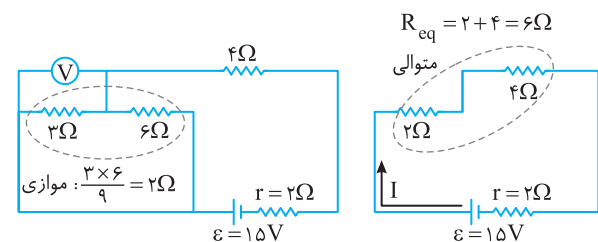


در هر دو حالت توان خروجی یکسان است:

$$r = \sqrt{R_{eq1} R_{eq2}} \Rightarrow 3\sqrt{2} = \sqrt{4(2+R)} \Rightarrow 18 = 4(2+R) \Rightarrow 2+R = 4.5 \Rightarrow R = 2.5\Omega$$

تست مشابه: ۷۰۴

تست ابتدا مقاومت رثوستا 3Ω است. دقت کنید که ولت‌سنج به دو سر مقاومت رثوستا وصل شده و اختلاف پتانسیل دو سر آن را نشان می‌دهد:



$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{15}{8} \text{ A}$$

مقاومت‌های 3Ω و 6Ω با هم موازی‌اند و اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها یکسان و برابر اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت معادل این دو یعنی مقاومت 2Ω است:

$$V = RI \Rightarrow V = 2 \times \frac{15}{8} = \frac{15}{4} = 3.75 \text{ V}$$

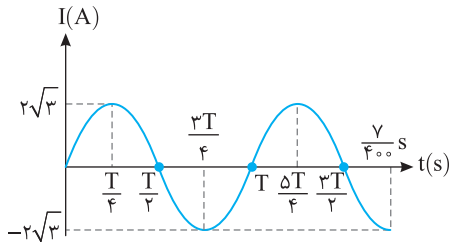
ولت‌سنج ولتاژ مقاومت 3Ω یعنی $3/75$ ولت را نشان می‌دهد.

در گام بعدی مقاومت رثوستا 12Ω است و همان مراحل بالا را این بار با 12Ω انجام می‌دهیم تا ولتاژ دو سر آن را به‌دست آوریم:



تست مشابه: ۱۲۹۳ تا ۱۲۹۵

ابتدا با توجه به نمودار، دوره را به دست می‌آوریم: $\frac{VT}{4} = \frac{V}{f_{0.0}} \Rightarrow T = \frac{1}{100} \text{ s}$ (۲۰) (B)



معادله جریان متناوب را می‌نویسیم:

$$I = I_m \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) \xrightarrow[\frac{I_m = 2\sqrt{3}}{T = \frac{1}{100}}]{} I = 2\sqrt{3} \sin\left(\frac{2\pi}{1}t\right)$$

$$\Rightarrow I = 2\sqrt{3} \sin(200\pi t)$$

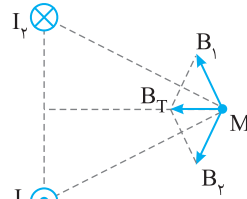
جریان در $t = \frac{1}{600} \text{ s}$ را به دست می‌آوریم

$$I = 2\sqrt{3} \sin\left(200\pi \times \frac{1}{600}\right) = 2\sqrt{3} \sin\left(\frac{\pi}{3}\right) \Rightarrow I = 2\sqrt{3} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 3 \text{ A}$$

حال انرژی ذخیره شده در این لحظه را حساب می‌کنیم:

$$U = \frac{1}{2} LI^2 \xrightarrow[\frac{L = 4 \times 10^{-3}}{I = 3 \text{ A}}]{} U = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-3} \times 3 \times 3 = 18 \times 10^{-3} \text{ J} = 18 \text{ mJ}$$

$$U = \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-3} \times 3 \times 3 = 18 \times 10^{-3} \text{ J} = 18 \text{ mJ}$$



حالت دوم:

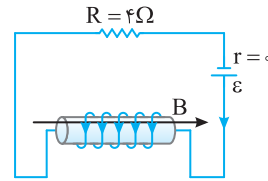
بنابراین میدان خالص 180° پاساگرد می‌چرخد.

تست مشابه: ۱۰۹۰ تا ۱۰۹۳

با توجه به توان مصرفی داده شده جریان عبوری را به دست می‌آوریم. (۱۶) (A)

$$P = RI^2 \Rightarrow 36 = 4 \times I^2 \Rightarrow I = 3 \text{ A}$$

$$B = \mu_0 n I, \quad n = \frac{N}{l} = \frac{2}{0.1} = 20 \Rightarrow B = 4\pi \times 10^{-7} \times 20 \times 3 = 24\pi \times 10^{-7} \text{ T}$$



و با توجه به جهت جریان عبوری از سیم‌لوله و قاعده دست راست جهت میدان به سمت راست است.

تست مشابه: ۱۱۰۰ تا ۱۱۱۰

مواد فرومغناطیسی شامل حوزه‌های مغناطیسی هستند که در این حوزه‌ها (۱۷) (A)

جهت‌گیری‌های مغناطیسی یکسان است. مواد فرومغناطیسی را با قرار دادن در یک میدان مغناطیسی می‌توان به آهنربا تبدیل کرد. اگر میدان ضعیف باشد حوزه‌های مغناطیسی همسو با میدان افزایش می‌یابد و حوزه‌هایی که جهت آن‌ها با میدان بیرونی یکسان نیست کوچک‌تر می‌شوند مانند شکل گزینه (۱) و اگر میدان مغناطیسی خارجی قوی باشد می‌تواند بیشتر حوزه‌ها را هم جهت با خود کرده و شکل آن مانند گزینه (۳) شود، بنابراین پاسخ گزینه (۴) است.

تست مشابه: ۱۲۲۶ تا ۱۲۲۸

نمودار شار مغناطیسی گذرنده از یک حلقه به صورت سهمی است بنابراین: (۱۸) (C)

$$\Phi = at^2 + bt + c \Rightarrow \begin{cases} t=0, \Phi=5 \Rightarrow 5 = a(0)^2 + b(0) + c \Rightarrow c=5 \\ t=3, \Phi=2 \Rightarrow 2 = a(3)^2 + b(3) + 5 \Rightarrow -4 \times (9a + 3b = -3) \\ t=4, \Phi=5 \Rightarrow 5 = a(4)^2 + b(4) + 5 \Rightarrow 3 \times (16a + 4b = 0) \end{cases}$$

$$\begin{cases} -36a - 12b = 12 \\ 48a + 12b = 0 \end{cases} \Rightarrow 12a = 12 \Rightarrow a=1, b=-4$$

بنابراین شار عبوری برابر است با: $\Phi = t^2 - 4t + 5$

نمودار شار سهمی می‌باشد پس کمترین شار عبوری برابر است با:

$$t = \frac{-b}{2a} = \frac{4}{2} = 2 \Rightarrow \Phi_{\min} = (2)^2 - 4(2) + 5 = 1 \text{ Wb}$$

حال نیرو محرکه متوسط را به دست می‌آوریم:

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -N \times \frac{\Phi(3) - \Phi(1)}{3-1} = -1 \times \frac{0}{2} = 0$$

تست مشابه: ۱۲۶۵ تا ۱۲۶۷

انرژی ذخیره شده در سیم‌لوله از رابطه $U = \frac{1}{2} LI^2$ به دست می‌آید: (۱۹) (A)

بنابراین:

$$100 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} \times L \times (I)^2 = \frac{1}{2} \times L \times 4 \Rightarrow L = 50 \times 10^{-3} = 50 \text{ mH}$$

ایجاد می‌شود. یعنی سطح (۱) دارای بار منفی و سطح (۲) دارای بار مثبت می‌شود. اگر به سطح کره سمت چپ یعنی سطح (۳) بار مثبت بدهیم بار به روی سطح خارجی رسانا (فلز) منتقل می‌شود، سطح (۳) خنثی و سطح (۴) دارای بار مثبت می‌شود.

تست مشابه: ۳۱۴ تا ۳۱۷

با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی:

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_E = \Delta K$$

حالت اول:

$$W_E = \Delta K \Rightarrow W_E = K_B - K_A \xrightarrow{\text{در نقطه B توقف داریم}} W_E = -K_A$$

با جابه‌جایی پایانه‌ها چون جهت میدان تغییر می‌کند، پس در جابه‌جایی از A تا B کار میدان برابر $-W_E$ خواهد شد:

$$W'_E = -W_E = \Delta K \xrightarrow{W_E = -K_A} K_A = K_B - K_A \Rightarrow K_B = 2K_A$$

$$\frac{v_B = v'}{v_A = v} \rightarrow \frac{1}{2}mv'^2 = 2\left(\frac{1}{2}mv^2\right) \Rightarrow v' = \sqrt{2}v \Rightarrow \frac{v'}{v} = \sqrt{2}$$

تست مشابه: ۳۰۱ تا ۳۰۴

کار میدان در مسیر AB را به دست می‌آوریم. در این مسیر بار منفی در جهت خطوط میدان به صفحه منفی نزدیک می‌شود و کار میدان منفی است:

$$W_{AB} = -E|q|d_{AB} \Rightarrow W_{AB} = -2 \times 10^5 \times 4 \times 10^{-6} \times \frac{2.5}{100} = -0.2 \text{ J}$$

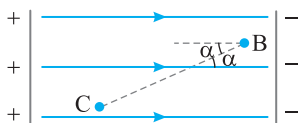


کار میدان در مسیر BC را به دست می‌آوریم. در این مسیر بار منفی خلاف جهت خطوط میدان به صفحه مثبت نزدیک می‌شود و کار میدان مثبت است:

$$W_{BC} = +E|q|d_{BC} \cos \alpha \xrightarrow{\frac{\sin \alpha = 0.6}{\cos \alpha = 0.8}} \rightarrow$$

$$W_{BC} = 2 \times 10^5 \times 4 \times 10^{-6} \times \frac{2.5}{100} \times \frac{0.8}{0.6} = 0.16 \text{ J}$$

$$W_E = W_{AB} + W_{BC} \Rightarrow W_E = -0.2 + 0.16 = -0.04 \text{ J}$$



تست مشابه: ۳۸۸ تا ۳۹۰

ظرفیت خازن از رابطه $C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d}$ به دست می‌آید، بنابراین:

$$C_1 = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d_1} \xrightarrow{\kappa=1} \rightarrow$$

$$C_1 = 1 \times 9 \times 10^{-12} \times \frac{4 \times 10^{-4}}{1 \times 10^{-3}} \Rightarrow C_1 = 3.6 \times 10^{-12} \text{ F} = 3.6 \text{ pF}$$

$$C_2 = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d_2} \xrightarrow{d_2 = d_1 - \lambda = 2 \text{ mm}} \rightarrow$$

$$C_2 = 1 \times 9 \times 10^{-12} \times \frac{4 \times 10^{-4}}{2 \times 10^{-3}} \Rightarrow C_2 = 1.8 \times 10^{-12} \text{ F} = 1.8 \text{ pF}$$

$$\Delta C = C_2 - C_1 = 1.8 - 3.6 = -1.8 \text{ pF}$$

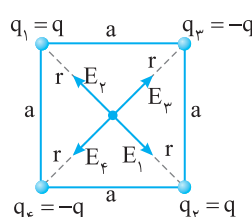
پاسخ آزمون ۳



تست مشابه: ؟ تا ؟

۳ ۱ B

خط نکته: چهار بار باید به گونه‌ای قرار گیرند که بردار میدان حاصل از هر بار قرینه بردار میدان برابری دیگر باشد. بارها هم اندازه‌اند و فاصله آن‌ها تا مرکز مربع با هم برابر است همچنین ۲ تا از بارها، مثبت و ۲ تا از آن‌ها منفی است. بنابراین برای اینکه میدان خالص در مرکز مربع صفر شود باید بارهای مشابه روبه‌روی هم قرار داشته باشند.

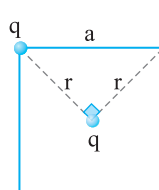


گام ۱: به طور مثال در شکل روبه‌رو میدان E_1 ، میدان E_2 را خنثی می‌کند و میدان E_3 ، میدان E_4 را خنثی خواهد کرد.

$$|\vec{E}_1| = |\vec{E}_2| = |\vec{E}_3| = |\vec{E}_4| = k \frac{|q|}{r^2}$$

$$E_T = 0$$

گام ۲: نیروی وارد از طرف بار q به بار q در مرکز مربع F است:



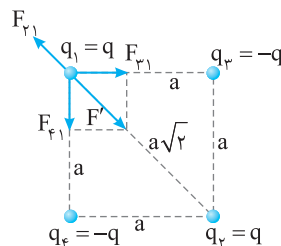
$$\sqrt{r^2 + r^2} = a \Rightarrow r\sqrt{2} = a \Rightarrow r = \frac{\sqrt{2}}{2}a$$

$$F = k \frac{qq}{r^2} = k \frac{q^2}{\left(\frac{\sqrt{2}}{2}a\right)^2} \Rightarrow F = 2k \frac{q^2}{a^2} \Rightarrow \frac{kq^2}{a^2} = \frac{F}{2}$$

گام ۳: حال برابری نیروهای وارد بر q_1 را به دست می‌آوریم.

$$F_{r1} = F_{f1} = \frac{kqq}{a^2} \xrightarrow{\frac{F=kq^2}{r^2 a^2}} F_{r1} = F_{f1} = \frac{F}{2}$$

$$F_{r1} = \frac{kqq}{ra^2} \xrightarrow{\frac{F=kq^2}{r^2 a^2}} F_{r1} = \frac{F}{4}$$



نیروهای F_{f1} و F_{r1} هم‌اندازه و عمود بر هم‌اند، پس F' که برابری این دو بردار بوده در راستای قطر است و اندازه آن برابر است با:

$$F' = \sqrt{F_{r1}^2 + F_{f1}^2} = \sqrt{\left(\frac{F}{2}\right)^2 + \left(\frac{F}{2}\right)^2} = \frac{F\sqrt{2}}{2}$$

بردارهای F' و F_{r1} هم راستا و در خلاف جهت هم‌اند:

$$F_T = F' - F_{r1} \Rightarrow F_T = \frac{F\sqrt{2}}{2} - \frac{F}{4} = \frac{2\sqrt{2}F - F}{4} \Rightarrow F_T = \left(\frac{2\sqrt{2}-1}{4}\right)F = 0.45F$$

تست مشابه: ۳۴۲ تا ۳۴۸

۲ ۲ A دو کره مجزا هستند و بر هم تأثیری ندارند، از این رو وقتی در مرکز کره سمت راست بار مثبت قرار گیرد در سطح درونی و بیرونی کره به ترتیب بار القایی منفی و مثبت



تست مشابه: ۴۳۱ تا ۴۳۱

با جدا شدن خازن از باتری، بار روی صفحات خازن ثابت می‌ماند.

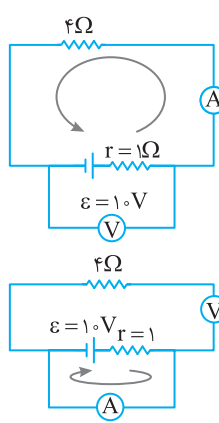
$$C = \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

$$C' = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d'} = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{\frac{d}{2}} = 2\epsilon_0 \frac{A}{d} = 2C \Rightarrow C' = 2C$$

اکنون بررسی می‌کنیم انرژی چه تغییری می‌کند.

$$U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} \xrightarrow{Q=\text{ثابت}} U' = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C'} = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{2C} = \frac{1}{2} U$$

تست مشابه: ۷۳۹ و ۷۴۰



ابتدا آمپرسنج جریان مدار را نشان می‌دهد، در واقع آمپرسنج مقاومت ناچیز و ولت‌سنج مقاومت زیادی دارد و جریان از شاخه شامل آمپرسنج عبور می‌کند.

$$I = \frac{\epsilon}{R+r} \Rightarrow I = \frac{10}{5} = 2A$$

حال جای آمپرسنج و ولت‌سنج را تغییر می‌دهیم، آمپرسنج مقاومت ناچیز دارد و ولت‌سنج مقاومت خیلی زیادی دارد پس جریان از شاخه شامل آمپرسنج عبور می‌کند:

$$I = \frac{\epsilon}{r} = \frac{10}{1} = 10A$$

بنابراین عدد آمپرسنج از ۲A به ۱۰A رسیده و به اندازه ۸A افزایش می‌یابد.

تست مشابه: ۶۳۳ و ۶۳۴

مقاومت این سیم قبل از قطعه شدن برابر $R = \rho \frac{l}{A}$ است بعد از آن

که آن را به n قسمت مساوی تقسیم می‌کنیم مقاومت هر قسمت آن می‌شود و هنگامی که به صورت موازی بسته می‌شوند، مقاومت

$$R_{eq} = \frac{1}{n} R' \Rightarrow R_{eq} = \frac{1}{n^2} \rho \frac{l}{A}$$

کل آن خواهد شد:

در نتیجه اختلاف پتانسیل دو سر مجموعه با عبور جریان I، برابر است با:

$$V = IR_{eq} \Rightarrow V = \frac{\rho I l}{n^2 A}$$

تست مشابه: ۸۲۸ و ۸۲۹

مقاومت‌های R_3 و R_4 متوالی‌اند و توان مصرفی آن‌ها یکسان و برابر P

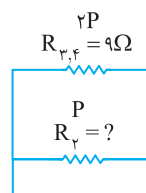
$$P_3 = P_4 \Rightarrow R_3 I_3^2 = R_4 I_4^2 \xrightarrow{I_3=I_4} R_3 = R_4 = 4/5 \Omega$$

است:

$$R_3 = 4/5 \Omega \quad R_4 = ?$$

مقاومت معادل R_3 و R_4 ، برابر $R_{34} = R_3 + R_4 = 9/5 \Omega$ است که توان ۲P را

مصرف می‌کند. مقاومت R_4 با R_{34} موازی است و توان مصرفی آن برابر توان مصرفی R_3 یعنی P است:



$$\left\{ \begin{array}{l} P_{34} = 2P = \frac{V_{34}^2}{R_{34}} \\ P_4 = P = \frac{V_4^2}{R_4} \end{array} \right. \xrightarrow{\text{دو مقاومت موازی می‌کنیم}} \frac{2P}{P} = \frac{R_4}{R_{34}} \Rightarrow 2 = \frac{R_4}{9} \Rightarrow R_4 = 18 \Omega$$

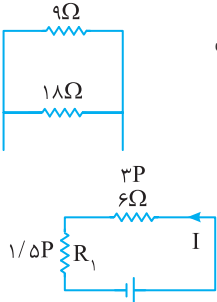
مقاومت‌های R_3 و R_4 موازی‌اند و توان مصرفی کل

$$\text{آن‌ها } 2P \text{ است: } \frac{9 \times 18}{9+18} = 6 \Omega$$

مقاومت $R_{34} = 6 \Omega$ بوده و با مقاومت R_1

متوالی است. توان مصرفی R_1 نیز ۱/۵ برابر

توان مصرفی R_4 یعنی برابر ۱/۵P است.



$$\left\{ \begin{array}{l} P_{34} = 2P = 6I^2 \\ P_1 = 1/5 P = R_1 I^2 \end{array} \right. \xrightarrow{+} 2 = \frac{6}{R_1} \Rightarrow R_1 = 3 \Omega$$

مقاومت معادل مدار برابر است با:

$$R_{eq} = R_1 + R_{34} = 3 + 6 = 9 \Omega$$

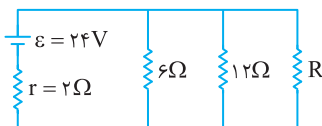
تست مشابه: ۸۰۱ و ۸۰۲

برای آنکه توان خروجی بیشینه شود، باید جریان بیشینه نشود، هنگامی که

جریان خروجی از باتری بیشینه می‌شود که مقاومت خارجی با مقاومت داخلی برابر باشد:

$$r = R_{eq} \Rightarrow R_{eq} = 2 \Omega$$

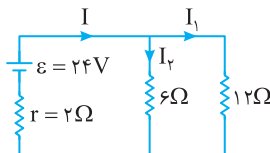
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} + \frac{1}{R} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} + \frac{1}{R} \Rightarrow R = 4 \Omega$$



در ابتدا کلید باز بوده و مقاومت R در مدار قرار ندارد:

$$\frac{1}{R'_{eq}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} \Rightarrow \frac{1}{R'_{eq}} = \frac{1}{4} \Rightarrow R'_{eq} = 4 \Omega$$

$$I = \frac{\epsilon}{R'_{eq} + r} \Rightarrow I = \frac{24}{4+2} = 4A$$



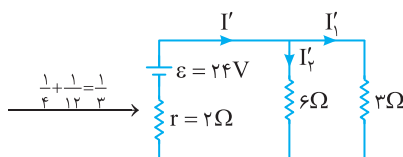
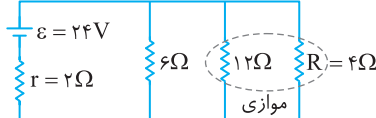
دو مقاومت ۶Ω و ۱۲Ω با هم موازی بوده و در مقاومت‌های موازی جریان به نسبت

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{12 \Omega}{6 \Omega} \Rightarrow I_2 = 2I_1$$

عکس مقاومت‌ها تقسیم می‌شود.

$$I_1 + I_2 = I \Rightarrow 3I_1 = 4 \Rightarrow I_1 = \frac{4}{3} A$$

در حالت دوم کلید بسته شده و مقاومت R در مدار قرار می‌گیرد:

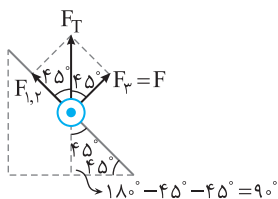


$$R_{eq} = 2 \Omega \Rightarrow I' = \frac{\epsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow I' = \frac{24}{4} = 6A$$

$$\frac{I'_2}{I'_1} = \frac{3}{6} \Rightarrow I'_2 = \frac{1}{2} I'_1, \quad I' = I'_1 + I'_2 \Rightarrow 6 = I'_1 + \frac{1}{2} I'_1 \Rightarrow I'_1 = 4A$$

$$\Delta I_1 = I'_1 - I_1 = 4 - \frac{4}{3} = \frac{8}{3} A$$

$$F_{1,2} = F_1 + F_2 \rightarrow F_{1,2} = F_2$$



بنابراین به سیم (۴) دو نیروی هم اندازه F_3 و $F_{1,2}$ وارد می‌شود که با یکدیگر زاویه 90° می‌سازند و چون این دو نیرو هم اندازه‌اند نیروی خالص وارد بر سیم (۴) دقیقاً بین $F_{1,2}$ و F_3 قرار می‌گیرد و با این دو نیرو زاویه 45° می‌سازد، بنابراین F_T با افق زاویه 90° می‌سازد.

تست مشابه: ۹۵۸ تا ۹۶۵

(۳۱۴) برای اینکه ذره تحت تأثیر نیروهای ناشی میدان مغناطیسی و میدان الکتریکی منحرف نشود، باید نیروی وارد از طرف این میدان‌ها هم اندازه و خلاف جهت هم باشند.

(الف) نیروی الکتریکی:

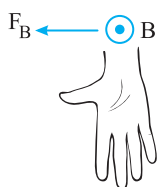
$$F_E = Eq$$

جهت: اگر بار مثبت باشد، F_E و E هم جهت‌اند، اگر بار منفی باشد، F_E و E خلاف جهت هم‌اند.

(ب) نیروی مغناطیسی:

$$F_B = qvB \sin \theta$$

جهت: اگر بار مثبت باشد، چهار انگشت دست راست را در جهت سرعت قرار داده به گونه‌ای که کف دست در جهت میدان مغناطیسی باشد در این صورت، شست دست جهت نیروی مغناطیسی را نشان می‌دهد. برای بار منفی همین کار را با دست چپ انجام می‌دهیم.



$$F_E = F_B \Rightarrow Eq = qvB \Rightarrow E = vB \Rightarrow 500 = v \times 5 \times 10^{-2} \Rightarrow v = 10^4 \text{ m/s}$$

$$\vec{v} = -10^4 \hat{j}$$

این سرعت به سمت پایین است:

تست مشابه: ۹۱۳ تا ۹۱۷

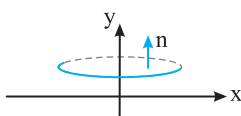
(۱۱۵) با توجه به شکل P_2 باید قطب S و P_1 قطب N باشد و P_1 قوی‌تر است که S عقربه را به سوی خود متمایل کرده است.

تست مشابه: ۱۱۳۱ تا ۱۱۳۲

(۱۱۶) با توجه به شکل، حلقه بر محور Y عمود است و نیم خط عمود بر سطح موازی محور Y می‌شود، پس زاویه بین نیم خط عمود بر سطح حلقه و مؤلفه قائم میدان صفر درجه است. از طرفی زاویه بین نیم خط عمود بر سطح حلقه و مؤلفه افقی میدان 90° است که با توجه به رابطه $\Phi = BA \cos \theta$ ، اگر $\theta = 90^\circ$ باشد شار عبوری صفر می‌شود:

$$B_y \cdot \Phi_1 = B_y A \cos 0^\circ \Rightarrow \Phi_1 = 0.12 \times (\pi \times 10^{-2}) \Rightarrow \Phi_1 = 9 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

$$B_x \cdot \Phi_2 = B_x A \cos 90^\circ \Rightarrow \Phi_2 = 0$$



تست مشابه: ۸۵۴ و ۸۵۵ و ۸۵۹

(۳۱۱) لامپ به اختلاف پتانسیل 200 V وصل است. حال سه حالت مختلف را که در آن‌ها کلید A یا کلید B یا هر دو کلید بسته باشد، بررسی می‌کنیم: اگر تنها کلید A بسته شود، مقاومت R_1 در مدار قرار می‌گیرد:

$$R = \frac{V}{I} \xrightarrow{\text{کلید A بسته است}} R_1 = \frac{V}{I_1} \Rightarrow 1000 = \frac{200}{I_1} \Rightarrow I_1 = 0.2 \text{ A}$$

جریان عبوری کمتر از 0.5 A آمپر بوده و فیوز نمی‌پرد.

اگر تنها کلید B بسته شود، مقاومت R_2 در مدار قرار می‌گیرد:

$$R = \frac{V}{I} \xrightarrow{\text{کلید B بسته است}} R_2 = \frac{V}{I_2} \Rightarrow 500 = \frac{200}{I_2} \Rightarrow I_2 = 0.4 \text{ A}$$

جریان عبوری کمتر از 0.5 A آمپر بوده و فیوز نمی‌پرد.

اگر هر دو کلید بسته شود، دو مقاومت R_1 و R_2 به صورت موازی در مدار قرار می‌گیرند:

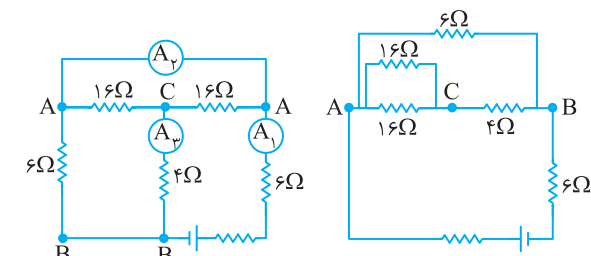
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{1000} + \frac{1}{500} = \frac{3}{1000} \Rightarrow R_{eq} = \frac{1000}{3}$$

$$R = \frac{V}{I} \xrightarrow{\text{هر دو کلید بسته‌اند}} R_{eq} = \frac{V}{I_{1,2}} \Rightarrow \frac{1000}{3} = \frac{200}{I_{1,2}} \Rightarrow I_{1,2} = 0.6 \text{ A}$$

در این حالت جریان از 0.5 A بیشتر بوده و فیوز می‌پرد.

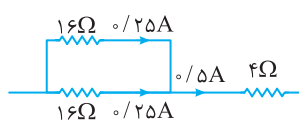
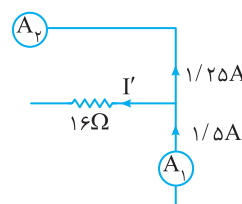
تست مشابه: ۷۳۱ و ۷۳۲

(۳۱۲) با توجه به نام گذاری‌ها شکل ساده شده مدار را رسم می‌کنیم:



با توجه به آمپرسنج‌ها می‌توان جریان عبوری از مقاومت 16Ω را به دست آورد.

$$I' = 1/5 - 1/25 = 0.25 \text{ A}$$



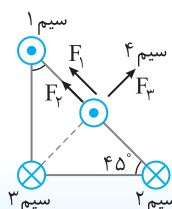
$$0.25 + 0.25 = 0.5 \text{ A}$$

حال در مدار ساده شده، جریان مقاومت 16Ω را 0.25 A می‌گذاریم تا جریان عبوری از مقاومت 4Ω که آمپرسنج A_3 به آن وصل شده به دست آید:

تست مشابه: ۱۰۵۳ تا ۱۰۵۷

(۴۱۳) دو سیم همسو یکدیگر را جذب و دو سیم ناهمسو یکدیگر را دفع می‌کنند.

با توجه به جهت نیروها، نیروی F_1 و F_2 هم جهت یکدیگرند و چون نیروهایی که سیم (۱) و (۲) وارد می‌کنند نصف نیروی سیم (۳) است، داریم:





تست مشابه: ۱۱۳۸

۱۱۷ (B) میدان درون سیملوله را به دست می‌آوریم:

$$B = \mu_0 \frac{N}{l} I \Rightarrow B = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{120}{0.8} \times 2 \Rightarrow B = 12\pi \times 10^{-5} T$$

خطوط میدان سیملوله بر سطح حلقه‌های آن عمود است و $\theta = 0^\circ$ می‌باشد. از این رو:

$$\Phi = BA \cos \theta \Rightarrow \Phi = 12\pi \times 10^{-5} \times \pi (5 \times 10^{-2})^2 \times 1 \Rightarrow \Phi = 3 \times 10^{-6} Wb$$

تست مشابه: ۱۲۰۴ تا ۱۲۰۶

۲۱۸ (B)

هنگام ورود حلقه به میدان

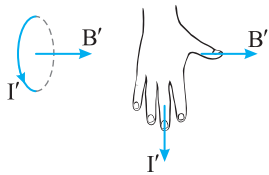
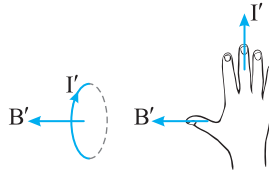
مغناطیسی، شار عبوری از حلقه در حال

افزایش است پس طبق قانون لنز در

خلاف جهت میدان B، میدان

مغناطیسی B' القا می‌شود و جهت

جریان القایی با توجه به قاعده دست راست برابر است با:



هنگام خروج حلقه از میدان مغناطیسی،

شار مغناطیسی کاهش می‌یابد و میدان

مغناطیسی القایی در جهت میدان B است:

بنابراین در ورود حلقه جهت جریان در

جهت (۱) و هنگام خروج جهت جریان

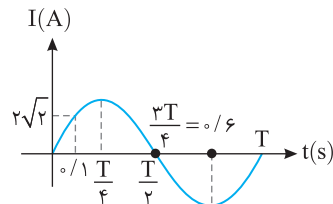
در جهت (۲) است.

تست مشابه: ۱۲۹۰ تا ۱۲۹۳

۳۱۹ (B)

ابتدا با اطلاعات داده شده ضریب القاوری سیملوله را به دست می‌آوریم:

$$L = \mu_0 \frac{AN^2}{l} \Rightarrow L = (12 \times 10^{-7}) \frac{(20 \times 10^{-4})^2 (1000)^2}{80 \times 10^{-2}} = 3 \times 10^{-3} H$$



انرژی ذخیره شده در سیملوله برابر $U = \frac{1}{2} LI^2$ بوده و زمانی انرژی ذخیره شده در

سیملوله بیشینه می‌شود که جریان مدار بیشینه باشد، حال با استفاده از نمودار $I-t$ ،

بیشینه جریان عبوری از سیملوله را به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} I = I_{\max} \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) \\ \frac{3T}{4} = 0.6 \Rightarrow T = 0.8 s \\ \Rightarrow 2\sqrt{2} = I_{\max} \sin\left(\frac{5\pi}{4}\right) \Rightarrow 2\sqrt{2} = \frac{\sqrt{2}}{2} I_{\max} \Rightarrow I_{\max} = 4 A \end{cases}$$

بنابراین: $U_{\max} = \frac{1}{2} LI_{\max}^2 \Rightarrow U_{\max} = \frac{1}{2} \times 3 \times 10^{-3} \times 16 = 0.024 J = 24 mJ$

تست مشابه: ۸۸ و ۸۷

۳۲۰ (B)

دو بار q_1 و q_2 در فاصله یکسانی از بار q_3 قرار گرفته‌اند اما بار q_1

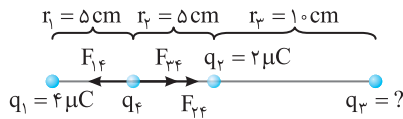
بزرگ‌تر از بار q_2 است، بنابراین نیروی خالص از طرف q_1 و q_2 بر q_3 به سمت

نیروی q_1 می‌باشد، در نتیجه نیرویی که از طرف q_3 بر q_1 وارد می‌شود باید در

راستای نیرویی باشد که q_2 بر q_3 وارد می‌کند در واقع باید q_3 با q_2 هم‌علامت

باشند. حال فرض می‌کنیم q_3 دارای بار منفی باشد در این صورت نیروهایی که از

طرف q_1 و q_2 و q_3 بر q_3 وارد می‌شود به صورت مقابل می‌باشد.



با توجه به فرض مسأله برآیند نیروهای وارد بر q_3 باید صفر باشد بنابراین:

$$\begin{aligned} F_{13} &= F_{23} + F_{22} \Rightarrow k \frac{q_1 q_3}{r_1^2} = k \frac{q_2 q_3}{r_2^2} + k \frac{q_2 q_3}{(r_2 + r_3)^2} \\ \Rightarrow k \frac{q_1 q_3}{r_1^2} &= k q_3 \left(\frac{q_2}{r_2^2} + \frac{q_2}{(r_2 + r_3)^2} \right) \Rightarrow \frac{q_1}{r_1^2} = \frac{q_2}{r_2^2} + \frac{q_2}{(r_2 + r_3)^2} \\ \frac{4 \times 10^{-6}}{(5 \times 10^{-2})^2} &= \frac{2 \times 10^{-6}}{(5 \times 10^{-2})^2} + \frac{q_3}{(15 \times 10^{-2})^2} \\ \Rightarrow \frac{4 \times 10^{-6}}{(5 \times 10^{-2})^2} - \frac{2 \times 10^{-6}}{(5 \times 10^{-2})^2} &= \frac{q_3}{(15 \times 10^{-2})^2} \\ \Rightarrow \frac{2 \times 10^{-6}}{25 \times 10^{-4}} &= \frac{q_3}{225 \times 10^{-4}} \Rightarrow q_3 = 18 \times 10^{-6} C = 18 \mu C \end{aligned}$$

فصل ۱: پاسخ تشریحی تست‌های در پاسخ



بار الکتریکی همواره مضرب صحیحی از بار پایه الکترون است ($q = \pm ne$) و تنها گزینه (۴) مضرب صحیحی از بار یک الکترون نیست.

گزینه (۱): $\frac{6/4 \times 10^{-19}}{1/6 \times 10^{-19}} = 4$ ، گزینه (۲): $\frac{8 \times 10^{-17}}{1/6 \times 10^{-19}} = 500$ ، گزینه (۳): $\frac{7/2 \times 10^{-18}}{1/6 \times 10^{-19}} = 45$ ، گزینه (۴): $\frac{3/2 \times 10^{-20}}{1/6 \times 10^{-19}} = 0/2$

کافی است مقدار $q = ne$ را حساب کنیم:

$$q = 2 \times 1/6 \times 10^{-19} = 3/2 \times 10^{-19} \text{ C} = 3/2 \times 10^{-13} \mu\text{C}$$

۱ ۳ A

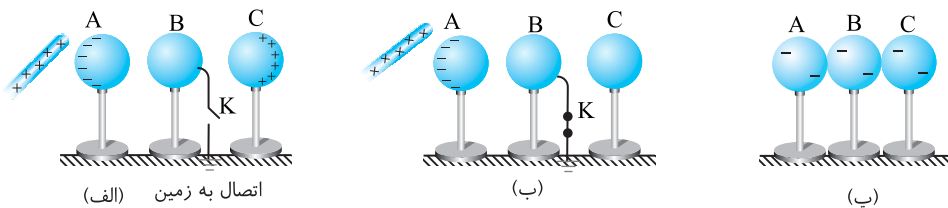
خط نکته: اگر دو جسم A و B با هم مالش داده شوند چنانچه A در جدول الکتریسیته مالشی به انتهای منفی سری نزدیک‌تر باشد، A از جسم B الکترون می‌گیرد و A دارای بار منفی و B دارای بار مثبت می‌شود.

۱ مالش سرب و پارچه کتان: پارچه کتان به انتهای منفی نزدیک‌تر است پس پارچه کتان الکترون گرفته و سرب الکترون از دست داده است.

۲ مالش نقره و پارچه کتان: نقره به انتهای منفی نزدیک‌تر است پس نقره الکترون گرفته و پارچه کتان الکترون از دست داده است.

۳ ۴ A با نزدیک کردن میله با بار مثبت، بارهای القایی منفی در نزدیک‌ترین مکان و بارهای القایی مثبت در دورترین مکان ایجاد می‌شوند (شکل (الف)).

بعد از اتصال K، بارهای همنام با میله‌ی بردار توسط اتصال به زمین خنثی می‌شود و پس از اتصال به زمین، بار کره A منفی و کره B و C خنثی خواهند بود و بعد از باز کردن کلید K و دور کردن میله، کره منفی A در تماس با کره‌های خنثی B و C است در نتیجه بار منفی القایی کره A بین سه کره تقسیم می‌شود و هر سه دارای بار منفی می‌شوند. (شکل (پ))



۱ ۵ B با توجه به قانون پایستگی بار باید مجموع بار کره‌های A و B قبل از تماس و بعد از تماس با هم برابر باشد. با توجه به صورت مسئله باید مجموع $q + 5$ برابر $2 \mu\text{C}$ شود

$$5 + q_B = 2 \Rightarrow q_B = -3 \mu\text{C}$$

از این رو:

حال اگر کره خنثی ($q_C = 0$) را با کره B با بار اولیه ($q_B = -3 \mu\text{C}$) تماس دهیم، باید بار نهایی کره‌های B و C بعد از تماس یکسان و برابر میانگین بارهای دو کره قبل از تماس شود.

$$q'_C = q'_B = \frac{-3 + 0}{2} = -1/2 \mu\text{C}$$

در واقع $-1/2 \mu\text{C}$ بار از کره B به کره C منتقل می‌شود که تعداد الکترون‌های منتقل شده را با استفاده از رابطه $q = \pm ne$ به دست می‌آوریم:

$$q = \pm ne \Rightarrow -1/2 \times 10^{-6} = -n \times 1/6 \times 10^{-19} , n = \frac{1/2}{1/6} \times 10^{13} = 0/375 \times 10^{13} = 9/375 \times 10^{12}$$

۱ ۶ B هنگامی که دو کره مشابه را به هم تماس می‌دهیم بار آن‌ها با هم یکسان و برابر میانگین بار اولیه آن‌ها خواهد شد.

مرحله ۱: بستن کلید A:

$$q_1 = 2 \mu\text{C} \quad q_2 = -3/6 \mu\text{C} \quad q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{2 + (-3/6)}{2} = -0/8 \mu\text{C}$$

مرحله ۲: باز کردن کلید A و بستن کلید B:

$$q'_1 = 0/8 \mu\text{C} \quad q_2 = 2/4 \mu\text{C} \quad q''_1 = q''_2 = \frac{q'_1 + q_2}{2} = \frac{0/8 + 2/4}{2} = 0/8 \mu\text{C}$$

مرحله ۳: باز کردن کلید B و بستن کلید C:

$$q'_1 = 0/8 \mu\text{C} \quad q'_2 = -0/8 \mu\text{C} \quad q''_1 = q''_2 = \frac{q'_1 + q'_2}{2} = 0$$



مالش میله پلاستیکی با پارچه پشمی باعث می شود میله دارای بار منفی شود. با نزدیک شدن یک جسم باردار به الکتروسکوپ بدون بار، بار ناهمنام با جسم باردار (مثبت) در کلاهک الکتروسکوپ و بار همنام با جسم باردار (منفی) در ورقه ها القا می شود. رانش بارهای همنام در ورقه ها باعث دور شدن آنها از هم می شود. بنابراین ورقه ها باز شده و کلاهک مطابق شکل دارای بار مثبت است.

۲ ۸ A

خط فکر: دو ذره مشابه هم اند پس بار هر کدام را q می گیریم و حالت تغییر بار و فاصله را در هر گزاره اعمال کرده و نیروی به دست آمده را با نیروی الکتریکی ابتدایی که برابر

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

است، مقایسه می کنیم.

گزاره الف) یکی از بارها دو برابر $(q'_1 = 2q)$ و یکی از بارها نصف $(q'_2 = \frac{q}{2})$ و فاصله دو ذره سه برابر $(a' = 3a)$ شده است:

$$F' = k \frac{q'_1 q'_2}{a'^2} \Rightarrow F' = k \times \frac{2q \times \frac{q}{2}}{(3a)^2} = k \frac{q^2}{9a^2} \Rightarrow F' = \frac{1}{9} (k \frac{q^2}{a^2}) \xrightarrow{F = k \frac{q^2}{a^2}} F' = \frac{F}{9}$$

گزاره ب) بار یکی از ذره ها $\frac{1}{4}$ برابر $(q'_1 = \frac{q}{4})$ و فاصله دو ذره $\frac{3}{2}$ برابر $(a' = \frac{3}{2}a)$ شده است:

$$F' = k \frac{q'_1 q'_2}{a'^2} \Rightarrow F' = k \times \frac{\frac{q}{4} \times q}{(\frac{3}{2}a)^2} = k \frac{q^2}{9a^2} \Rightarrow F' = \frac{1}{9} (k \frac{q^2}{a^2}) \xrightarrow{F = k \frac{q^2}{a^2}} F' = \frac{F}{9}$$

گزاره پ) بار هر دو ذره $\frac{1}{3}$ برابر $(q'_1 = q'_2 = \frac{q}{3})$ و فاصله دو ذره سه برابر $(a' = 3a)$ شده است.

$$F' = k \frac{q'_1 q'_2}{a'^2} \Rightarrow F' = k \frac{\frac{q}{3} \times \frac{q}{3}}{(3a)^2} = k \frac{q^2}{81a^2} \Rightarrow F' = \frac{1}{81} (k \frac{q^2}{a^2}) \Rightarrow F' = \frac{F}{81}$$

پس تنها با تغییرات گزاره الف) و ب) نیرویی که دو ذره به هم وارد می کنند $\frac{1}{9}$ برابر می شود.

نیروی که بار $8\mu C$ بر بار $2\mu C$ وارد می کند برابر نیرویی است که بار $2\mu C$ بر بار $8\mu C$ وارد خواهد کرد و داریم:

$$F = k \frac{(\lambda \times 10^{-6})(2 \times 10^{-6})}{r^2}$$

$$F' = 2F = k \frac{(\lambda \times 10^{-6})(2 \times 10^{-6})}{(r')^2}$$

در حالت دوم نیرویی که دوبار بر هم وارد می کنند، در فاصله r' برابر $2F$ است:

$$\frac{F'}{F} = \frac{2F}{F} \Rightarrow \frac{k(\lambda \times 10^{-6})(2 \times 10^{-6})}{(r')^2} = 2 \Rightarrow \frac{r^2}{(r')^2} = 2 \Rightarrow \frac{r}{r'} = \sqrt{2} \Rightarrow r' = \frac{r}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} r$$

مقدار باری که از بار q برداشته شده و به بار دیگر (q) منتقل شده مجهول است، اندازه آن را x می گیریم. در این صورت بار یکی از آنها $q' = q - x$ و بار دیگری $q'' = q + x$ خواهد شد.

به اندازه x بار برداشتیم

$$F = k \frac{qq}{r^2}, \quad F' = k \frac{(q')(q'')}{r'^2} \xrightarrow{\substack{q' = q - x \\ q'' = q + x}} F' = k \frac{(q-x)(q+x)}{r'^2} = k \frac{q^2 - x^2}{r'^2}$$

به اندازه x به بار دیگری اضافه کردیم

با توجه به فرض مسئله $F' = 0.84F$ است:

$$\frac{F'}{F} = \frac{k \frac{q^2 - x^2}{r'^2}}{k \frac{q^2}{r^2}} = \frac{0.84F}{F} \Rightarrow \frac{q^2 - x^2}{q^2} = \frac{0.84}{1} \Rightarrow 100 \times q^2 - 100 \times x^2 = 84q^2 \Rightarrow x^2 = \frac{16}{100} q^2 \Rightarrow x = \frac{4}{10} q = \frac{40}{100} q$$

بنابراین مقدار بار جابه جا شده بین دو ذره باردار 40% بار اولیه است.

$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{2q + (-3q)}{2} = -\frac{q}{2}$$

$$F_1 = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \Rightarrow F_1 = k \frac{(-3q)(2q)}{r^2} = -\frac{6kq^2}{r^2}$$

$$F_2 = k \frac{q'_1 q'_2}{r^2} \Rightarrow F_2 = k \frac{(-\frac{q}{2})(-\frac{q}{2})}{r^2} = \frac{1}{4} \frac{kq^2}{r^2}$$

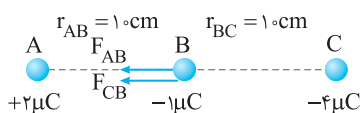
$$\left| \frac{F_2}{F_1} \right| = \frac{\frac{1}{4} k \frac{q^2}{r^2}}{\frac{6kq^2}{r^2}} = \frac{1}{24}$$

۳۱۱ (A) دو کره فلزی یکسانند، بنابراین پس از تماس، بار الکتریکی آنها یکسان می‌شود:

نیروی F_1 برابر است با:

نیروی F_2 برابر است با:

در این صورت خواهیم داشت:



۳۱۲ (B) بار ذره B منفی است پس ذره A که بار مثبت دارد آن را جذب می‌کند و بار ذره C که همانم بار ذره B (منفی) است این ذره را دفع خواهد کرد. حال اندازه نیروهایی که ذره‌های A و C بر بار B وارد می‌کنند را با توجه به قانون کولن حساب می‌کنیم.

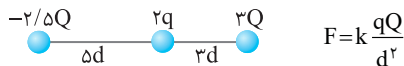
$$F_{AB} = k \frac{|q_B||q_A|}{r_{AB}^2} \Rightarrow F_{AB} = 9 \times 10^9 \times \frac{(1 \times 10^{-6}) \times (2 \times 10^{-6})}{(10 \times 10^{-2})^2} = 1/8 \text{ N}, \quad F_{CB} = k \frac{|q_B||q_C|}{r_{CB}^2} \Rightarrow F_{CB} = 9 \times 10^9 \times \frac{(1 \times 10^{-6}) \times (4 \times 10^{-6})}{(10 \times 10^{-2})^2} = 3/6 \text{ N}$$

دو نیروی F_{CB} و F_{AB} هم‌جهت یکدیگرند پس نیروی برابر مجموع دو نیرو و هم‌جهت با آنهاست:



$$F_B = F_{AB} + F_{CB} = 1/8 + 3/6 = 5/6 \text{ N}$$

۴۱۳ (A) نیرویی که بار Q بر بار q در فاصله d وارد می‌کند F است.



$$F' = k \frac{2q \times 3Q}{(3d)^2} \Rightarrow F' = \frac{2}{3} k \frac{qQ}{d^2} \Rightarrow F' = \frac{2}{3} F$$

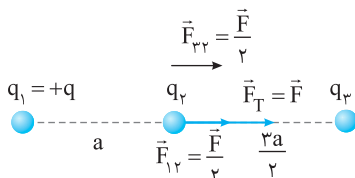
اکنون نیرویی که از طرف بار $3Q$ بر بار $2q$ در فاصله $3d$ وارد می‌شود خواهد شد:

$$F'' = k \frac{2/5 Q \times 2q}{(\delta d)^2} \Rightarrow F'' = \frac{1}{5} F$$

اکنون نیرویی که از طرف بار $-2/5 Q$ بر بار $2q$ در فاصله δd وارد می‌شود خواهد شد:

$$F = F' + F'' = \frac{2}{3} F + \frac{1}{5} F = \frac{10F + 3F}{15} = \frac{13F}{15}$$

نیروهای F' و F'' هم‌جهت هستند، بنابراین:



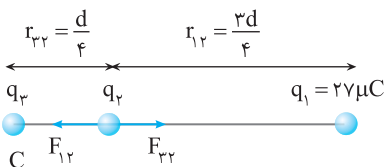
۲۱۴ (B) در ادامه حل برای رسیدن به جواب این تست مراحل زیر را نیز باید انجام بدهید.

$$\vec{F}_T = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{23} \Rightarrow \vec{F} = \frac{\vec{F}}{2} + \vec{F}_{23} \Rightarrow \vec{F}_{23} = \frac{\vec{F}}{2}$$

با توجه به اینکه بار q_1 ، بار q_2 را دفع اما بار q_3 را جذب می‌کند پس بارهای q_1 و q_2 ناهمنام هستند یعنی

بار $q_1 = +q$ و بار q_2 منفی است:

$$\vec{F}_{12} = \vec{F}_{23} \Rightarrow k \frac{|q_2||q_1|}{a^2} = k \frac{|q_2||q_3|}{\frac{9}{4}a^2} \xrightarrow{\text{را از دو طرف ساده می‌کنیم}} \frac{|q_1|}{1} = \frac{|q_3|}{\frac{9}{4}} \Rightarrow |q_3| = \frac{9}{4}|q_1| \xrightarrow{\text{بار } q_3 \text{ منفی است}} q_3 = -\frac{9}{4}q$$



۱۱۵ (A) **خط فکری:** برابری نیروهای وارد بر q_2 صفر است پس نیروهایی که q_1 به $(F_{12})q_2$ و q_3 به $(F_{32})q_2$ وارد

می‌کنند باید هم‌اندازه و خلاف جهت هم باشند. اگر بار q_2 را مثبت فرض کنیم نیروی q_1 به $(F_{12})q_2$ دافعه بوده و

به سمت چپ است پس نیرویی که q_3 به $(F_{32})q_2$ وارد می‌کند نیز باید به سمت راست و دافعه باشد. بنابراین q_3

مثبت است. البته می‌توان سریع‌تر و با توجه به نکته درسنامه که گفته شده: «اگر دو بار همانم باشند (مثل q_1 و q_3)

برایند نیروهای وارد بر باری بین آنها (مثل q_2) صفر می‌شود» به این نتیجه رسید که q_1 و q_3 همانم بوده و مثبت‌اند.

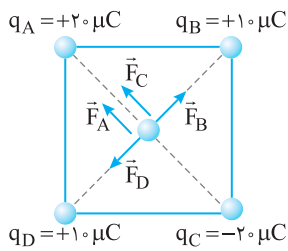
حال با توجه به قانون کولن که اندازه نیروی الکتریکی را به ما می‌دهد، حل را ادامه می‌دهیم:

$$F_{12} = F_{32} \xrightarrow{\text{از دو طرف معادله}} k \frac{|q_1||q_2|}{r_{12}^2} = k \frac{|q_3||q_2|}{r_{32}^2} \xrightarrow{\text{از دو طرف معادله}} \frac{|q_1|}{(\frac{d}{4})^2} = \frac{|q_3|}{(\frac{3d}{4})^2} \Rightarrow \frac{16}{d^2} = \frac{|q_3|}{\frac{9d^2}{16}}$$

$$\Rightarrow 9 = \frac{27}{|q_3|} \Rightarrow |q_3| = \frac{27}{9} \xrightarrow{\text{در متن بالا توضیح دادیم}} q_3 = +3 \mu\text{C}$$



تذکره: حتی اگر در خط فکری فرض می کردیم که q_2 منفی است باز بار q_3 مثبت به دست می آمد. دقت کنید که از دو طرف معادله بالا q_2 خط می خورد پس علامت و اندازه بار q_2 در حل مسئله تغییری ایجاد نمی کند. پس برای حل این تست ها درگیر به دست آوردن علامت باری که برآیند نیروها بر آن صفر است نشوید.



ابتدا نیروهای وارد بر بار در مرکز مربع را رسم می کنیم؛ نیروهای F_B و F_D هم اندازه و در خلاف جهت هم هستند و یکدیگر را خنثی می کنند. کافی است F_A و F_C را به دست آورده و با هم جمع کنیم:

$$r = \frac{1}{\sqrt{2}} \times \text{قطر مربع} = \frac{1}{\sqrt{2}} \times 30\sqrt{2} = 15\sqrt{2} \text{ cm}$$

$$F_A = F_C = \frac{kq_A q_C}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 2.0 \times 10^{-6} \times 2.0 \times 10^{-6}}{(15\sqrt{2} \times 10^{-2})^2} = 8.0 \text{ N}, \quad F_T = F_C + F_A = 16.0 \text{ N}$$

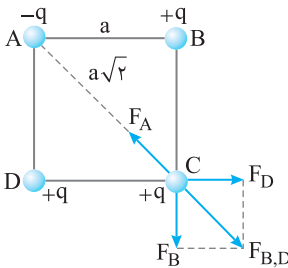
ابتدا با توجه به شکل، نیروی وارد بر بار C توسط بارهای دیگر را به دست می آوریم:

$$F_B = F_D = \frac{kq^2}{a^2} \Rightarrow F_{B,D} = \sqrt{2} F_B = \sqrt{2} \frac{kq^2}{a^2}$$

$$F_A = \frac{kq^2}{(a\sqrt{2})^2} = \frac{kq^2}{2a^2}$$

$$F_T = F_{B,D} - F_A = \left(\sqrt{2} - \frac{1}{2}\right) \frac{kq^2}{a^2}$$

فاصله AC برابر $\sqrt{2}a$ است، پس:



خط فکری:

وقتی برآیند چند بردار را به دست می آوریم، اگر اندازه هر یک از بردارها را دو برابر کنیم، اندازه برآیند آن ها نیز دو برابر می شود. در این مسئله باید ابتدا بررسی کنیم که با افزایش فاصله بین بارها، نیرویی که هر بار بر بار q_1 وارد می کند چند برابر می شود. سپس در مورد نیروی برآیند وارد بر بار q_1 اظهار نظر کنیم.

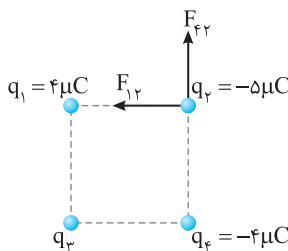
با توجه به قانون کولن $F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$ نیرو با مجذور فاصله نسبت وارون دارد و با دو برابر شدن فاصله بارها، نیروی الکتریکی بین آن ها $\frac{1}{4}$ می شود. بنابراین وقتی نیرویی که هر بار الکتریکی بر بار q_1 وارد می کند $\frac{1}{4}$ می شود، برآیند نیروهای وارد بر بار q_1 نیز $\frac{1}{4}$ می شود.

$$\begin{aligned} \vec{F}_T &= \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 \\ \vec{F}'_T &= \frac{1}{4} \vec{F}_1 + \frac{1}{4} \vec{F}_2 + \frac{1}{4} \vec{F}_3 + \frac{1}{4} \vec{F}_4 = \frac{1}{4} (\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4) \end{aligned} \Rightarrow F'_T = \frac{1}{4} F_T$$

ابتدا نیروهایی که بارهای q_1 و q_2 بر بار q_3 وارد می کنند را رسم کرده و اندازه آن ها را به دست می آوریم، البته حواسمان هست که چون بارهای q_1 و q_2 هم اندازه اند و

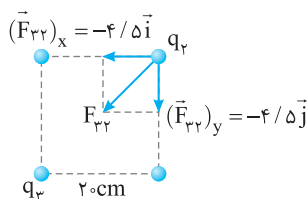
$$F_{13} = F_{23} = k \frac{|q_1||q_3|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^{-6}}{4.0 \times 10^{-4}} = 4.5 \text{ N}$$

فاصله آن ها تا بار q_3 برابر است، F_{13} با F_{23} برابر است.



برآیند نیروهای $\vec{F}_{13}$ و $\vec{F}_{23}$ را با توجه به جهت و اندازه های آن بر حسب $\vec{i}$ و $\vec{j}$ به صورت زیر می نویسیم:

$$\vec{F}_{13} + \vec{F}_{23} = -4/\delta \vec{i} + 4/\delta \vec{j}$$



با توجه به صورت مسئله نیروی خالص وارد بر q_3 برابر $-9\vec{i}$ است، بنابراین:

$$\begin{aligned} \vec{F} &= \vec{F}_{13} + \vec{F}_{23} + \vec{F}_{33} \\ \vec{F}_{13} + \vec{F}_{23} &= -4/\delta \vec{i} + 4/\delta \vec{j} \\ \vec{F} &= -9\vec{i} \\ -9\vec{i} &= -4/\delta \vec{i} + 4/\delta \vec{j} + \vec{F}_{33} \\ \Rightarrow \vec{F}_{33} &= -4/\delta \vec{i} - 4/\delta \vec{j} \end{aligned}$$

بنابراین نیرویی که q_3 به q_4 وارد می کند مطابق شکل روبه رو است.

۱. نیروی $\vec{F}_{34}$ ربایشی است پس بار q_3 و q_4 ناهم نام بوده و q_3 مثبت است.

۲. اندازه نیروی $\vec{F}_{34}$ برابر است با:

$$F_{34} = \sqrt{(F_{34})_x^2 + (F_{34})_y^2} = 4/\delta \sqrt{2} \text{ N}$$

$$F_{34} = k \frac{|q_3||q_4|}{r_{34}^2} \quad \text{فاصله } q_3 \text{ و } q_4 \text{ برابر قطر مربع}$$

$$4/\delta \sqrt{2} = 9 \times 10^9 \times \frac{q_3 \times 5 \times 10^{-6}}{8.0 \times 10^{-4}} \Rightarrow q_3 = 8\sqrt{2} \times 10^{-6} \text{ C} = 8\sqrt{2} \mu\text{C}$$

روش دیگر: البته با کمی فکر کردن نیز می توانیم بردار $\vec{F}_{34}$ را به دست آوریم.

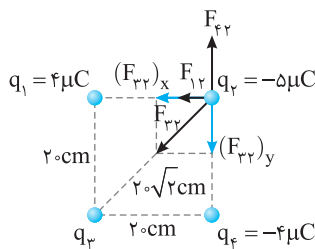
نیروی برآیند $\vec{F} = -9\vec{i}$ مؤلفه قائم ندارد، بنابراین مؤلفه قائم نیرویی که بار q_3 بر بار q_4 وارد می کند باید هم اندازه نیرویی باشد که بار q_4 بر بار q_3 وارد می کند.

$$F_{(34)y} = F_{43} = 4/\delta \text{ N}$$

نیروی که بار q_1 بر q_2 وارد می‌کند ربایشی و مقدار آن $4/\delta N$ و در خلاف جهت محور x هاست یعنی $\vec{F}_{12} = -4/\delta \vec{i}$ بنابراین مؤلفه x نیرویی که q_2 بر q_1 وارد می‌کند نیز باید برابر $\vec{F}_{(21)x} = -4/\delta \vec{i}$ باشد، در نتیجه:

$$(F_{22})_y = F_{21} \Rightarrow (F_{22})_y = 4/\delta N$$

$$(F_{22})_x + F_{12} = 9N \Rightarrow (F_{22})_x = 4/\delta N$$

$$\Rightarrow F_{22} = \sqrt{4/\delta^2 + 4/\delta^2} = 4/\delta \sqrt{2} N$$


با توجه به اینکه نیروی F_{22} نیروی ربایشی است پس q_2 و q_3 مختلف‌العلامت هستند و q_2 مثبت است.

$$F_{22} = k \frac{|q_2||q_3|}{r_{23}^2} \Rightarrow \frac{4/\delta \sqrt{2}}{r_{23}^2} = k \frac{4 \times 5}{(2\sqrt{2})^2} \Rightarrow r_{23} = \sqrt{2} \times 2 = 2\sqrt{2} \text{ cm}$$

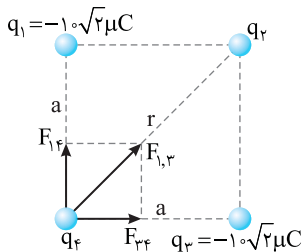
$$4/\delta \sqrt{2} = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 5 \times 10^{-6}}{(2\sqrt{2})^2} \Rightarrow q_2 = 8\sqrt{2} \times 10^{-6} C = 8\sqrt{2} \mu C$$

① ۲۰ B

خط‌نکته: برای حل این تست سه نکته را باید در نظر بگیریم.

۱ قرار است نیروی خالص وارد بر q_4 صفر باشد و چنانچه نیروهای وارد بر q_4 را رسم کرده و برابری آن‌ها را برابر صفر قرار دهیم. همان‌گونه که خواهید دید (در تست‌های قبلی نیز دیده‌اید)، مشخص می‌شود q_4 از معادلات حذف شده و علامت q_4 نقشی در حل تست ندارد. بار q_4 را مثبت فرض می‌کنیم.

۲ مقدار بارهای q_1 و q_3 یکسان و فاصله آن‌ها از q_4 یکسان است، پس نیرویی که q_1 و q_3 به q_4 وارد می‌کنند با هم برابر است. برابری دو نیروی $\vec{F}_{14}$ و $\vec{F}_{34}$ را با $\vec{F}_{24}$ نمایش می‌دهیم و این نیرو در راستای نیمساز یعنی روی قطر مربع خواهد بود.



۳ نیروی $\vec{F}_{13}$ در راستای قطر مربع است و نیرویی که q_2 بر q_4 وارد می‌کند ($\vec{F}_{24}$) نیز در امتداد قطر مربع و هم‌راستا با $\vec{F}_{13}$ است و برای آن‌که نیروی خالص وارد بر q_4 صفر شود باید $\vec{F}_{13}$ و $\vec{F}_{24}$ خلاف جهت هم و هم‌اندازه باشند. اکنون به حل مسئله می‌پردازیم، ابتدا نیروی برابری $\vec{F}_{14}$ و $\vec{F}_{34}$ یعنی $\vec{F}_{13}$ را حساب می‌کنیم.

$$F_{14} = F_{34} = k \frac{|q_1||q_4|}{a^2}$$

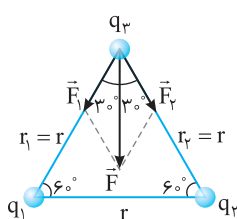
$$F_{13} = \sqrt{F_{14}^2 + F_{34}^2} \xrightarrow{F_{14} = F_{34}} F_{13} = \sqrt{F_{14}^2 + F_{14}^2} \Rightarrow F_{13} = F_{14} \sqrt{2} = k \frac{|q_1||q_4|}{a^2} \sqrt{2}$$

چون $\vec{F}_{24}$ باید خلاف جهت $\vec{F}_{13}$ باشد پس نیروی بین q_2 و q_4 دافعه بوده بنابراین q_2 و q_4 همنام هستند. بار q_4 را مثبت فرض کرده‌ایم بنابراین q_2 نیز مثبت است. با برابر قرار دادن نیروی $\vec{F}_{13}$ و $\vec{F}_{24}$ ، q_2 را به دست می‌آوریم.

$$F_{24} = F_{13} \xrightarrow{\text{فاصله } q_2 \text{ تا } q_4 \text{ برابر قطر مربع است}} k \frac{|q_2||q_4|}{(a\sqrt{2})^2} = k \frac{|q_1||q_4|}{a^2} \times \sqrt{2} \Rightarrow k \frac{|q_2||q_4|}{2a^2} = k \frac{|q_1||q_4|}{a^2} \sqrt{2}$$

$$\xrightarrow{\text{از دو طرف تساوی } |q_2| = 2|q_1|\sqrt{2} \xrightarrow{q_2 > 0} q_2 = 2\sqrt{2} \times \sqrt{2} \mu C = 4 \mu C}$$

راستی یادتونه گفتیم که علامت و مقدار q_4 مهم نیست و در دو طرف معادلات ساده می‌شه در معادله بالا همین اتفاق افتاد.



② ۲۱ A برابری نیروهای الکتریکی وارد بر بار الکتریکی q_3 از سوی بارهای الکتریکی q_1 و q_2 ، یعنی نیروی $\vec{F}$ را در راستای اضلاع مثلث تجزیه می‌کنیم. مؤلفه‌های به دست آمده نشان‌دهنده وجود نیروهای جاذبه $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ از سوی بارهای q_1 و q_2 بر بار الکتریکی q_3 می‌باشد. پس نتیجه می‌گیریم که q_1 و q_2 همنام بوده و q_3 با آن‌ها ناهمنام است. از سوی دیگر با توجه به این که مثلث متساوی‌الاضلاع است و بردار برابری $\vec{F}$ منطبق بر نیمساز زاویه بین بردارهای $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ یعنی 60° است، به این نتیجه می‌رسیم که نیروهای $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ هم‌اندازه‌اند و چون فاصله بارهای q_1 و q_2 تا بار الکتریکی q_3 یکسان است، پس بارهای الکتریکی q_1 و q_2 نیز یکسان می‌باشند.

③ ۲۲ A اگر اندازه میدان الکتریکی بار q در فاصله d از آن برابر E باشد، آن‌گاه:

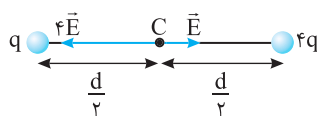
$$E_A = \frac{kq}{r_A^2} = \frac{kq}{r_B^2} = \frac{(d+3)^2}{3^2} = \frac{2}{3} \Rightarrow d+3 = \frac{2}{3} \times 3 \Rightarrow d = 1 \text{ cm}$$

① ۲۳ B اگر اندازه میدان الکتریکی بار q در فاصله d از آن برابر E باشد، آن‌گاه:

$$E = \frac{kq}{d^2} \Rightarrow E_1 = \frac{k \times 4q}{(4d)^2} = \frac{1}{4} \times \frac{kq}{d^2} = \frac{E}{4}, \quad E_2 = \frac{k \times 6q}{(3d)^2} = \frac{2}{3} \times \frac{kq}{d^2} = \frac{2}{3} E$$

میدان در نقطه O برابری E_1 و E_2 بوده و چون میدان‌ها هم‌جهت هستند با هم جمع می‌شوند:

$$E_O = E_1 + E_2 = \frac{E}{4} + \frac{2E}{3} = \frac{3E + 8E}{12} = \frac{11E}{12}$$



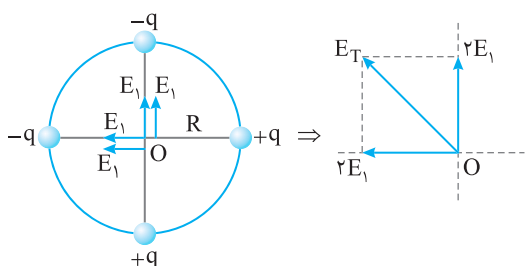
۴۲۴ (B) اگر میدان بار q در وسط خط واصل دو بار برابر E باشد، میدان بار $4q$ در همان نقطه $4E$ خواهد بود که برابری آن‌ها خواهد شد با:

$$E_T = 4E - E \Rightarrow E_T = 3E = 3 \times 10^6 \text{ N/C} \Rightarrow E = 10^6 \text{ N/C}$$

وقتی بار بزرگ‌تر را خنثی کنیم، فقط میدان بار کوچک‌تر که $E = 10^6 \text{ N/C}$ است، باقی می‌ماند.

۳۲۵ (A) در نقطه‌ای بین دو بار به فاصله 40 cm از بار $-Q$ و $100 - 40 = 60 \text{ cm}$ از بار $+Q$ ، میدان‌ها با هم برابر شده است، در این صورت:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow k \frac{Q_1}{r_1^2} = k \frac{Q_2}{r_2^2} \Rightarrow \frac{Q_1}{(40)^2} = \frac{Q_2}{(60)^2} \Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \left(\frac{60}{40}\right)^2 \Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{9}{4}$$



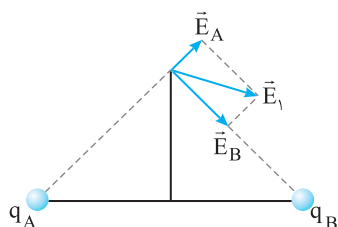
$$E_T = 2\sqrt{2}E_1$$

۱۲۶ (B) با توجه به شکل خواهیم داشت:

به کمک رابطه فیثاغورس میدان الکتریکی خالص (برایند) را در نقطه O به دست می‌آوریم.

$$E_T = \sqrt{(2E_1)^2 + (2E_2)^2} = 2\sqrt{2}E_1$$

۱۲۷ (A) بار q_B بزرگ‌تر و در نتیجه میدان آن نیز بزرگ‌تر از میدان حاصل از بار q_A است. مطابق شکل میدان برایند در نقطه M، E_1 است.



۴۲۸ (C) در حل این مسئله باید از هندسه و مثلثات کمک گرفت.

ابتدا میدان E را در امتداد پاره‌خطهای MP و NP تجزیه می‌کنیم تا میدان‌های حاصل از بار q_1 و q_2 (E_1) و $(E_2)q_2$ را در نقطه P به دست آید.

هندسه سؤال: دو مثلث PMN و PMO قائم‌الزاویه هستند. برای سادگی آن‌ها را جداگانه رسم کرده‌ایم.

$$\begin{cases} \hat{PMN} + \hat{PNM} = 90^\circ \\ \hat{OPM} + \hat{PMO} = 90^\circ \end{cases} \xrightarrow{\hat{PMN} = \hat{PMO}} \hat{PNM} = \hat{OPM} = \alpha$$

$$\text{مثلثات سؤال: مثلث MPN: } \tan \alpha = \frac{\text{ضلع روبه‌رو}}{\text{ضلع مجاور}} = \frac{MP}{NP} \Rightarrow \tan \alpha = \frac{3}{4} = \frac{3}{4} \Rightarrow \alpha = 37^\circ$$

از طرفی با توجه به مثلث PCD می‌توان $\tan \alpha$ را از رابطه زیر به دست آورد:

$$\tan \alpha = \frac{\text{ضلع روبه‌رو}}{\text{ضلع مجاور}} = \frac{E_2}{E_1} \Rightarrow \frac{3}{4} = \frac{k \frac{|q_2|}{r_2^2}}{k \frac{|q_1|}{r_1^2}} \Rightarrow \frac{3}{4} = \frac{900}{1600} \times \frac{|q_2|}{9} \Rightarrow |q_2| = 12 \mu\text{C}$$

با توجه به جهت میدان E_1 باید بار الکتریکی q_2 منفی باشد.

۱۲۹ (A) خطوط میدان الکتریکی از بار مثبت خارج و به بار منفی وارد می‌شود، با توجه به شکل، خطوط میدان الکتریکی از بار q خارج ($q > 0$) و به بار منفی وارد ($Q < 0$) است.

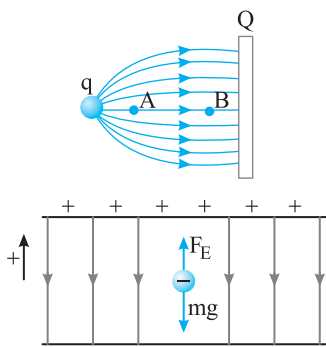
۲ در مورد مقایسه اندازه میدان الکتریکی با توجه به خطوط میدان الکتریکی می‌دانیم هر جا که تراکم خطوط بیشتر باشد میدان قوی‌تر و اندازه آن بزرگ‌تر است.

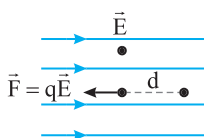
۱۳۰ (B) نیروی وزن می‌خواهد ذره را با شتاب 10 m/s^2 به طرف پایین بکشد، با توجه به این که شتاب ذره 6 m/s^2 به طرف

بالین است بنابراین باید یک نیروی رو به بالا بر ذره وارد شود و با توجه به منفی بودن بار ذره میدان الکتریکی به صورت روبه‌رو باید باشد تا نیرویی رو به بالا به آن وارد شود.

$$F_T = ma \Rightarrow F_E - mg = m \times (a) \Rightarrow E \times (1 \times 10^{-9}) - 20 \times 10^{-3} \times 10 = 20 \times 10^{-3} \times (-6)$$

$$E \times (10^{-8}) = 0.8 \Rightarrow E = 8 \times 10^8 \text{ N/C}$$





۳۱ (B) به بار منفی در خلاف جهت میدان الکتریکی نیرو وارد می‌شود. اگر بار در جهت خطوط میدان حرکت کند، جابه‌جایی و نیرو خلاف جهت هم بوده و کاری که میدان روی بار انجام می‌دهد منفی است.

$$W = Fd \cos \theta \xrightarrow{\theta = \pi} W < 0$$

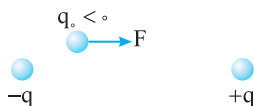
۳۲ (A) در جابه‌جایی بار در یک میدان الکتریکی، کار میدان الکتریکی به مسیر بستگی ندارد و برابر منفی تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار است. در هر سه مسیر نقاط ابتدایی و انتهایی یکسان است، از این‌رو انرژی پتانسیل ابتدایی و انتهایی بار در هر سه مسیر یکسان است و تغییرات انرژی پتانسیل $\Delta U = U_B - U_A$ در هر سه مسیر برابر است، در نتیجه کار میدان الکتریکی در هر سه مسیر یکسان است.

۳۳ (A) با حرکت در جهت میدان الکتریکی پتانسیل الکتریکی نقاط کاهش می‌یابد ($V_A > V_B$). همچنین با انتقال بار مثبت در خلاف سوی خطوط میدان، انرژی پتانسیل آن افزایش می‌یابد ($U_A > U_B$).

۳۴ (A) اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه، برابر اختلاف انرژی پتانسیل الکتریکی یکای بار مثبت بین دو نقطه است:

$$V_2 - V_1 = \frac{U_{E_2} - U_{E_1}}{q} \Rightarrow -10 - (-40) = \frac{\Delta U_E}{-2 \times 10^{-6}} \Rightarrow \Delta U_E = -6 \times 10^{-5} \text{ J}$$

انرژی پتانسیل، $J \times 10^{-5} 6 \times 10^{-5}$ کاهش می‌یابد (هرگاه بار منفی از پتانسیل کم‌تر به پتانسیل بیش‌تر برود، انرژی پتانسیل آن کاهش می‌یابد).



۳۵ (B) **راه حل اول:** مطابق شکل نیرویی که توسط میدان بین دو بار بر q وارد می‌شود، در جهت جابه‌جایی بار q بوده و کار میدان مثبت است. تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی برابر منفی کار میدان است، بنابراین $\Delta U < 0$ بوده و انرژی پتانسیل الکتریکی در حال کاهش است.

راه حل دوم: بار q در خلاف جهت خطوط میدان در حال جابه‌جایی است، بنابراین انرژی پتانسیل الکتریکی آن در حال کاهش است.

۳۶ (B) جای قطب‌های باتری را عوض کرده‌ایم، بنابراین جهت میدان از نقطه A به B است؛ پروتون در نقطه A رها شده است و بار مثبت در جهت خطوط میدان حرکت می‌کند، بنابراین W_E در مسیر A تا B مثبت است.

$$W_E = \Delta K \Rightarrow qEd = \frac{1}{2} m_p (v_B^2 - v_A^2) \xrightarrow[\text{در نقطه (A) رها شده}]{v_A = 0} \rightarrow 1/6 \times 10^{-19} \times 2 \times 10^3 \times 10 \times 10^{-2} = \frac{1}{2} \times 1/6 \times 10^{-27} \times v_B^2 \Rightarrow v_B = 2 \times 10^5 \text{ m/s}$$

۳۷ (A) بار داده شده به رسانا همواره در سطح خارجی آن پخش می‌شود. وقتی کره با پوسته تماس پیدا می‌کند، بار $+5Q$ به سطح خارجی پوسته می‌رود و کره بدون بار می‌شود و بار سطح خارجی پوسته برابر با $+3Q + (-2Q) = +5Q$ خواهد شد.

۳۸ (A) در حالت تعادل الکتروستاتیکی میدان الکتریکی درون رسانا صفر و پتانسیل الکتریکی نقاط هم یکسان است.

۳۹ (A) همواره در تمام نقاط یک رسانا در پدیده‌های الکتروستاتیکی ساکن، پتانسیل یکسان است، زیرا اگر پتانسیل یکسان نباشد، در اثر اختلاف پتانسیل باید بارهای رسانا شارش کرده و در رسانا جریان برقرار شود که چنین چیزی مشاهده نمی‌شود.

$$C = \frac{Q}{V} \Rightarrow Q = CV$$

۴۰ (A) با توجه به تعریف ظرفیت خازن خواهیم داشت:

$$Q = CV \Rightarrow 20 = 10 \times 2$$

اکنون باید دید کدام گزینه در این رابطه صدق می‌کند که گزینه (۴) پاسخ این مسأله است.

۴۱ (A) با توجه به تعریف ظرفیت خازن ($C = \frac{Q}{V}$)، یکای کولن بر ولت معادل فاراد است.

۴۲ (A) وقتی خازن به باتری $6V$ متصل می‌شود، اختلاف پتانسیل دو سر آن $6V$ است و اگر به باتری $12V$ متصل شود، اختلاف پتانسیل دو سر آن $12V$ است، در دو حالت خواهیم داشت:

$$C_1 = \frac{Q_1}{V_1} \Rightarrow C_1 = \frac{Q_1}{6}, \quad C_2 = \frac{Q_2}{V_2} \Rightarrow C_2 = \frac{Q_2}{12}$$

همان‌طور که در تست‌های قبل نیز گفتیم، ظرفیت خازن به ساختار خازن بستگی دارد و با تغییر اختلاف پتانسیل بین دو صفحه (یا بار هر صفحه) تغییری نمی‌کند، بنابراین ظرفیت را در دو حالت با هم مساوی قرار می‌دهیم:

$$C_1 = C_2 \Rightarrow \frac{Q_1}{6} = \frac{Q_2}{12} \Rightarrow \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{12}{6} = 2$$

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{\kappa \epsilon_0 \frac{A}{d_2}}{\kappa \epsilon_0 \frac{A}{d_1}} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{d_1}{d_2} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = \frac{6}{2} \Rightarrow C_2 = 150 \text{ pF}$$

۴۳ (A) ابتدا ظرفیت خازن جدید را به دست می‌آوریم:

در دو حالت ظرفیت خازن را داریم و اختلاف پتانسیل ثابت است ($V = 8V$)، بنابراین بار را در دو حالت به دست می‌آوریم:

$$Q_1 = C_1 V \Rightarrow Q_1 = 60 \times 8 = 480 \text{ pC}, \quad Q_2 = C_2 V \Rightarrow Q_2 = 150 \times 8 = 1200 \text{ pC}$$



$$\Delta Q = Q_+ - Q_- = 1200 - 480 = 720 \text{ pC}$$

بنابراین بار منتقل شده خواهد شد:

پاسخ گزینه ۳ است.

میدان الکتریکی بین صفحه‌های خازن $E = \frac{V}{d}$ و اختلاف پتانسیل آن $V = \frac{Q}{C}$ است. بنابراین:

$$E = \frac{V}{d} = \frac{\frac{Q}{C}}{d} = \frac{Q}{Cd} = \frac{Q}{\kappa \epsilon_0 A} \xrightarrow{\kappa=1} E = \frac{Q}{\epsilon_0 A}$$

اختلاف پتانسیل داده شده و ظرفیت خازن خواسته شده بنابراین از رابطه $U = \frac{1}{2} CV^2$ برای انرژی خازن استفاده می‌کنیم:

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \Rightarrow 1/8 = \frac{1}{2} \times C \times (200)^2 \Rightarrow C = 90 \mu\text{F}$$

۴۶ (B)

خط فک: ۱ دقت کنید با تغییر بار یا اختلاف پتانسیل خازن، ظرفیت خازن تغییر نمی‌کند پس در سؤالاتی که بار یا پتانسیل صفحات خازن تغییر کرده و انرژی ذخیره شده خواسته

می‌شود، باید از رابطه $U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$ یا $U = \frac{1}{2} CV^2$ استفاده کنیم.

$$V_2 = V_1 \pm \frac{x}{100} V_1$$

افزایش
کاهش

۲ وقتی مقدار کمیتی مانند اختلاف پتانسیل الکتریکی دو صفحه خازن، x درصد تغییر می‌کند داریم:

با تخلیه بار الکتریکی ظرفیت خازن ثابت می‌ماند، حال با استفاده از رابطه $U = \frac{1}{2} CV^2$ به حل مسأله می‌پردازیم:

$$V_2 = V_1 - 0.4 V_1 = 0.6 V_1$$

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{\frac{1}{2} CV_2^2}{\frac{1}{2} CV_1^2} \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{(\frac{6}{10} V_1)^2}{V_1^2} = \frac{36}{100} \Rightarrow U_2 = \frac{36}{100} U_1$$

بنابراین انرژی خازن $96\% = 100\% - 4\%$ کاهش می‌یابد.

۴۷ (B)

خط فک: وقتی کمیتی مانند انرژی ذخیره شده در خازن x درصد تغییر می‌کند، می‌توان نوشت:

$$U_2 = U_1 \pm \frac{x}{100} U_1$$

افزایش
کاهش

ظرفیت خازن مستقل از اختلاف پتانسیل دو سر صفحات خازن و بار ذخیره شده در خازن است، بنابراین با افزایش بار ذخیره شده روی صفحات خازن به اندازه $2 \mu\text{C}$ ، ظرفیت خازن ثابت

می‌ماند. با توجه به رابطه انرژی خازن $U = \frac{Q^2}{2C}$ ، انرژی را دو حالت نوشته و بر هم تقسیم می‌کنیم:

$$U = \frac{Q^2}{2C} \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{\frac{(Q+2)^2}{2C}}{\frac{Q^2}{2C}} = \frac{(Q+2)^2}{Q^2} \xrightarrow{U_2 = U_1 + \frac{21}{100} U_1} \frac{121}{100} \frac{U_1}{U_1} = \left(\frac{Q+2}{Q}\right)^2 \Rightarrow \frac{121}{100} = \left(\frac{Q+2}{Q}\right)^2 \xrightarrow{\text{از دو طرف جذر می‌گیریم}} \sqrt{\frac{121}{100}} = \sqrt{\left(\frac{Q+2}{Q}\right)^2}$$

$$\Rightarrow \frac{11}{10} = \frac{Q+2}{Q} \Rightarrow 11Q = 10Q + 20 \Rightarrow Q = 20 \mu\text{C}$$

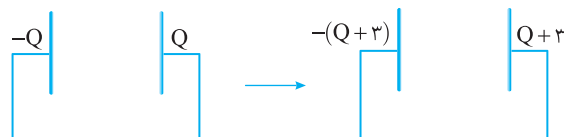
۴۸ (A)

خط فک: ۱ با تغییر بار صفحه‌ها ظرفیت خازن تغییر نمی‌کند.

۲ در روابط مربوط به خازن منظور از Q بار الکتریکی هر صفحه خازن است (بار Q را برحسب mC در نظر می‌گیریم)

۳ اگر از صفحه منفی خازن که دارای بار $(-Q)$ است، 3 mC بار گرفته شود بار صفحه منفی

$-Q - 3 = -(Q+3)$ میلی کولن می‌شود و با انتقال آن به صفحه مثبت بار صفحه مثبت $Q+3$ میلی کولن می‌شود.



برای حل مسئله از رابطه $U = \frac{Q^2}{2C}$ ، انرژی را در دو حالت به دست می آوریم.

$$U_1 = \frac{Q^2}{2C} = \frac{Q^2 \times 10^{-6}}{2 \times 30 \times 10^{-6}} = \frac{Q^2}{60}, \quad U_2 = \frac{(Q+3)^2 \times 10^{-6}}{2 \times 30 \times 10^{-6}} = \frac{(Q+3)^2}{60}$$

با توجه به صورت سؤال تغییر انرژی ذخیره شده در خازن برابر $U_2 - U_1 = 90 \times 10^{-3} \text{ J}$ است از این رو می توان نوشت:

$$\frac{(Q+3)^2}{60} - \frac{Q^2}{60} = 90 \times 10^{-3} \Rightarrow \frac{(Q+3)^2 - Q^2}{60} = 90 \times 10^{-3} \Rightarrow Q^2 + 6Q + 9 - Q^2 = 27 \Rightarrow 6Q + 9 = 27 \Rightarrow 6Q = 18 \Rightarrow Q = 3 \text{ mC}$$

حال انرژی ذخیره شده اولیه را به دست می آوریم:

$$U_1 = \frac{Q^2}{2C} \Rightarrow U_1 = \frac{9 \times 10^{-6}}{2 \times 30 \times 10^{-6}} = 0.15 \text{ J} = 150 \text{ mJ}$$

هرگاه خازن بارداری از مولد جدا شود بار روی صفحه های آن ثابت می ماند. با کاهش d ، ظرفیت خازن افزایش می یابد و اختلاف پتانسیل دو سر خازن و در نتیجه انرژی خازن

کاهش می یابد.

$$\downarrow V = \frac{Q}{C \uparrow}, \quad U \downarrow = \frac{Q^2}{2C \uparrow}$$

با قرار دادن تیغه ظرفیت خازن افزایش می یابد، اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحه خازن به دلیل اتصال به یک اختلاف پتانسیل ثابت، بدون تغییر می ماند، پس: $\uparrow Q = C \uparrow V$

وقتی یک صفحه خازن را نصف می کنیم، ظرفیت خازن جدید نصف ظرفیت خازن قدیم می شود:

$$C = \epsilon_0 \frac{A}{d} \xrightarrow{A' = \frac{1}{2}A} C' = \frac{1}{2}C$$

خازن به مولد متصل است و اختلاف پتانسیل دو سر آن مقدار ثابتی است، بنابراین بار روی صفحه های خازن برابر خواهد شد با:

$$Q = CV \xrightarrow{C' = \frac{1}{2}C} Q' = \frac{1}{2}Q$$

بار روی صفحه های خازن برابر و ناهم نام $(+Q'$ و $-Q')$ است و مقدار این بار نصف حالت اول خازن است.

با بازکردن کلید، خازن از مدار جدا می شود و بار روی صفحه های آن ثابت می ماند. با افزایش مساحت صفحه های خازن، ظرفیت خازن افزایش می یابد.

$$\frac{C'}{C} = \frac{A'}{A} \Rightarrow \frac{C'}{C} = \frac{A + 0.5A}{A} \Rightarrow C' = 1.5C$$

در این صورت انرژی خازن نسبت به حالت اول خواهد شد:

در نتیجه انرژی خازن ۲۰٪ کاهش می یابد.

$$\frac{U'}{U} = \frac{\frac{1}{2} \frac{Q^2}{C'}}{\frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}} \Rightarrow \frac{U'}{U} = \frac{C}{C'} = \frac{C}{1.5C} \Rightarrow \frac{U'}{U} = \frac{2}{3} \Rightarrow \Delta U = U' - U = \frac{2}{3}U - U = -\frac{1}{3}U = -33.3\%U$$

تغییرات ایجاد شده روی خازن در دو حالت مختلف انجام شده است:

۱ خازن متصل به باتری بوده پس اختلاف پتانسیل دو سر خازن ثابت است و با قرار دادن دی الکتریک بین صفحات خازن، ظرفیت خازن K برابر می شود. اکنون به کمک رابطه

$$\begin{cases} C_2 = KC_1 \\ V_2 = V_1 \end{cases}, \begin{cases} U = \frac{1}{2} C_1 V_1^2 \\ U' = \frac{1}{2} C_2 V_2^2 \end{cases} \Rightarrow \frac{U'}{U} = \frac{C_2}{C_1} = K \Rightarrow U' = KU$$

انرژی ذخیره شده خازن در حالت جدید را حساب می کنیم.

۲ اگر خازن را از باتری جدا کرده باشیم، بار ذخیره شده روی صفحات خازن ثابت است و با قرار دادن دی الکتریک بین صفحات خازن، ظرفیت خازن K برابر می شود. این بار از رابطه

$$U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} \text{ استفاده می کنیم.}$$

$$\begin{cases} C_2 = KC_1 \\ Q_2 = Q_1 \end{cases}, \begin{cases} U = \frac{1}{2} \frac{Q_1^2}{C_1} \\ U'' = \frac{1}{2} \frac{Q_2^2}{C_2} \end{cases} \Rightarrow \frac{U''}{U} = \frac{C_1}{C_2} = \frac{1}{K} \Rightarrow U'' = \frac{U}{K}$$

اکنون نسبت $\frac{U''}{U'}$ را به دست می آوریم.

$$\frac{U''}{U'} = \frac{\frac{U}{K}}{\frac{2}{3}U} = \frac{3}{2K}$$

باز تذکر می دهیم که در بررسی خازن، باید از سه رابطه انرژی خازن، رابطه ای را انتخاب کرد که با داده های مسئله هم خوانی داشته باشد.

۴ با جدا کردن خازن از مولد، بار روی صفحه های خازن ثابت می ماند. با زیاد شدن فاصله بین صفحه ها ظرفیت خازن به نسبت عکس فاصله کاهش می یابد. در نتیجه اختلاف پتانسیل

دو سر خازن به همان نسبت افزایش می یابد. در نتیجه میدان بین صفحات ثابت می ماند.

$$d' = nd \Rightarrow C' = \frac{1}{n}C \xrightarrow{V = \frac{Q}{C}} V' = nV \xrightarrow{E = \frac{V}{d}} E' = \frac{V'}{d'} = \frac{nV}{nd} = \frac{V}{d} \Rightarrow E' = E$$



$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta q = I \Delta t$$

جریان مستقیم (پیوسته) به شدت جریانی می‌گویند که در هر بازه زمانی دلخواه، مقدار متوسط آن ثابت بماند. در این صورت:

بار شارش شده تابع درجه اول از زمان بوده و نمودار $q-t$ خط راست مایلی است که از مبدأ می‌گذرد.

بار الکتریکی را می‌توان از رابطه $I = \frac{q}{t} \Rightarrow q = It$ به دست آورد، حال اگر I را برحسب آمپر و t برحسب ساعت در رابطه قرار دهیم q برحسب آمپر ساعت به دست می‌آید. با

$$q = It \quad \frac{I = 50 \mu A = 50 \times 10^{-6} A}{q = 1000 mA \cdot h = 1 A \cdot h} \rightarrow 1 A \cdot h = 50 \times 10^{-6} \times t \Rightarrow t = \frac{1}{50 \times 10^{-6}} = \frac{10^6}{50} \Rightarrow t = 2 \times 10^4 h$$

توجه به تعریف جریان می‌توان نوشت:

$$I = \frac{V}{R} \Rightarrow I = \frac{2}{5} = 0.4 A$$

جریان مدار را به کمک قانون اهم به دست می‌آوریم:

$$\Delta q = I \Delta t \Rightarrow \Delta q = 0.4 \times 60 \Rightarrow \Delta q = 24 C$$

بار الکتریکی گذرنده از آن برابر است با:

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow \begin{cases} R_A = \frac{2}{2} \Rightarrow \frac{R_B}{R_A} = \frac{2}{5} \\ R_B = \frac{2}{5} \end{cases}$$

با توجه به قانون اهم می‌توان نوشت:

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow R = \frac{2/5}{31/25} = 0.8 \Omega$$

ابتدا با توجه به قانون اهم، مقاومت را به دست می‌آوریم:

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad \frac{D = 0.8 mm}{A = \frac{\pi D^2}{4}} \rightarrow 0.8 = \rho \times \frac{1}{\frac{\pi D^2}{4}} \Rightarrow 0.8 = \rho \frac{4}{\pi \times 0.8^2 \times 10^{-8}} \Rightarrow \rho = 1/57 \times 10^{-8} (\Omega m)$$

حال با توجه به رابطه ساختار مقاومت داریم:

با توجه به رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ و داشتن $R = 3 \Omega$ و $L = 9/4 \text{ cm}$ داریم:

$$3 = \rho \frac{9/4}{A} \quad \frac{A = \pi r^2}{\rho = 10^{-8} \Omega \cdot m} \rightarrow 3 = 10^{-8} \times \frac{9/4}{\pi r^2} \Rightarrow r^2 = 10^{-6} m \Rightarrow r = 10^{-3} m = 0.1 \text{ cm}$$

$$D = 2r = 0.2 \text{ cm}$$

قطر مقطع برابر است با:

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow A = \frac{\rho L}{R}$$

جرم سیم خواسته شده پس ابتدا با توجه به مقاومت ویژه و L ، مساحت سطح را به دست می‌آوریم.

$$V = AL \Rightarrow V = \frac{\rho L}{R} \times L \Rightarrow V = \frac{\rho L^2}{R}$$

حجم سیم برابر AL است از این‌رو:

$$\rho' = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho' V \Rightarrow m = \rho' \frac{\rho L^2}{R} \Rightarrow m = \frac{\rho \rho' L^2}{R}$$

حال با توجه به چگالی سیم ρ' و حجم سیم V ، جرم را به دست می‌آوریم:

$$V_A = V_B \Rightarrow L_A \times A_A = L_B \times A_B \Rightarrow \frac{L_A}{L_B} = \frac{A_B}{A_A}$$

دو سیم هم‌جنس و دارای جرم یکسان هستند، پس حجم آن‌ها نیز برابر است:

$$\frac{L_A}{L_B} = \left(\frac{D_B}{D_A}\right)^2 \Rightarrow \frac{L_A}{L_B} = \left(\frac{1}{2}\right)^2 \Rightarrow \frac{L_A}{L_B} = \frac{1}{4}$$

سطح مقطع سیم با مجذور قطر متناسب است $(A = \pi \frac{D^2}{4})$ ، بنابراین:

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{L_A}{L_B} \times \left(\frac{D_B}{D_A}\right)^2 \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \left(\frac{1}{4}\right) \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{16}$$

اکنون نسبت مقاومت الکتریکی سیم A به مقاومت الکتریکی سیم B را به دست می‌آوریم:

۴ ۹ B

خط فک: در سؤالات مقاومت نیاز به A و L داریم، پس اگر چگالی و جرم سیم‌ها یا نسبت آن‌ها داده شود، باید ابتدا با توجه به نسبت جرم و چگالی داده شده، نسبت حجم A به حجم B را به کمک رابطه چگالی آن‌ها به دست آوریم (چگالی A و B را با ρ'_A و ρ'_B نمایش داده‌ایم)

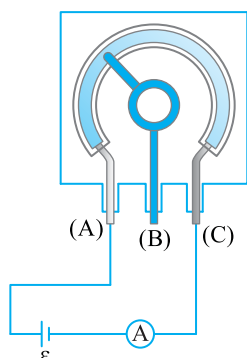
$$\rho'_B = \frac{1}{3} \rho'_A \Rightarrow \frac{m_B}{V_B} = \frac{1}{3} \times \frac{m_A}{V_A} \quad \frac{m_B = \frac{1}{3} m_A}{\rightarrow \frac{1}{3} \frac{m_A}{V_B} = \frac{1}{3} \times \frac{m_A}{V_A} \Rightarrow V_A = \frac{1}{2} V_B}$$

$$V_A = \frac{1}{2} V_B \Rightarrow A_A L_A = \frac{1}{2} A_B L_B \quad \frac{L_A = L_B}{\rightarrow A_A = \frac{A_B}{2}}$$

حجم سیم‌ها برابر $V = AL$ و طول دو مقاومت برابر است، در این صورت:

$$R_A = R_B \Rightarrow \rho_A \frac{L_A}{A_A} = \rho_B \frac{L_B}{A_B} \xrightarrow{L_A = L_B} \frac{\rho_A}{A_A} = \frac{\rho_B}{A_B} \Rightarrow \frac{\rho_B}{\rho_A} = \frac{A_B}{A_A} \xrightarrow{A_A = \frac{A_B}{2}} \frac{\rho_B}{\rho_A} = \frac{A_B}{\frac{A_B}{2}} = 2$$

مقاومت دو سیم یکسان است:



۳۱۰ (A) با توجه به شکل از خروجی B که مربوط به لغزنده می‌باشد، سیمی خارج نشده است بنابراین لغزنده در مدار قرار نمی‌گیرد و با چرخاندن آن مقاومت مدار تغییر نمی‌کند و جریان مدار ثابت می‌ماند.

۲۱۱ (A) وقتی مدار باز باشد، ولت‌سنج نیروی محرکه باتری را نشان می‌دهد، پس $\mathcal{E} = 8V$ است. وقتی مدار بسته است و در مدار جریان برقرار است، ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو

سر باتری ($V = \mathcal{E} - Ir$) را نشان می‌دهد. در این صورت وقتی $I = 2A$ است، $V = 6V$ می‌باشد، در نتیجه:

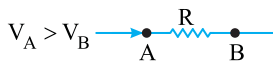
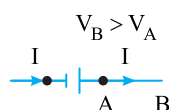
$$6 = 8 - 2r \Rightarrow r = 1\Omega$$

۱۱۲ (B) هرگاه اختلاف پتانسیل دو سر باتری برابر با نیروی محرکه آن باشد، افت پتانسیل صفر است، پس:

$$\begin{cases} V = \mathcal{E} - Ir \\ V \approx \mathcal{E} \end{cases} \Rightarrow Ir \approx 0 \Rightarrow \begin{cases} r \rightarrow 0 \\ I \rightarrow 0 \end{cases} \xrightarrow{I = \frac{\mathcal{E}}{r+R}} R \rightarrow \infty$$

پس یا باید مقاومت درونی ناچیز باشد که در گزینه‌ها نیست، یا مقاومت خارجی خیلی زیاد باشد. در این صورت گزینه (۱) درست است.

۳۱۳ (A)

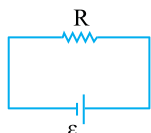


خط‌نکته: اگر در جهت جریان $\Delta V > 0$ باشد، جزء مدار، مولد است و اگر در جهت جریان $\Delta V < 0$ باشد، جزء مدار، مقاومت (مصرف کننده) است.

پتانسیل نقاط متصل به زمین صفر است پس در مدار جزء A در جهت جریان پتانسیل کاهش یافته ($\Delta V = -10V$) و از $10V$ به صفر رسیده پس جزء A مولد نیست.

در مدار جزء B پتانسیل در جهت جریان از $10V$ به صفر رسیده ($\Delta V = +10V$) و افزایش یافته پس B مولد مدار حساب می‌شود.

در مدار جزء C پتانسیل در جهت جریان از $10V$ به $+10V$ رسیده ($\Delta V = +20V$) و افزایش یافته پس C مولد مدار حساب می‌شود.



$$P = RI^2 = VI = \frac{V^2}{R}$$

۴۱۴ (A) توان مصرفی در مقاومت R برابر است با:

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow 40 = \frac{1600}{R} \Rightarrow R = \frac{1600}{40} = 40\Omega$$

V ولتاژ دو سر مقاومت، ولتاژ دو سر باتری نیز می‌باشد.

$$V = 120V, \quad P = 480W$$

$$P = VI \Rightarrow 480 = 120 \times I \Rightarrow I = 4A$$

برای به‌دست آوردن انرژی مصرفی کافی است در رابطه زیر توان را بر حسب کیلووات و زمان را بر حسب ساعت قرار دهیم: $U = Pt = 0.48(kW) \times 5(h) = 2.4kWh$

۴۱۶ (A)

خط‌نکته: اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌های A و B با هم برابر است بنابراین از روابط انرژی $U = VI t$ ، $U = RI^2 t$ و $U = \frac{V^2}{R} t$ باید $U = \frac{V^2}{R} t$ را انتخاب کرد. از

طرفی، باید با توجه به داده‌های مسئله بررسی کنیم که مقاومت B چند برابر مقاومت A است.

با توجه به شکل و رابطه ساختمانی مقاومت می‌توان نوشت:

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_B}{R_A} = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{L_B}{L_A} \times \frac{A_A}{A_B} \xrightarrow{\rho_A = \rho_B} \frac{R_B}{R_A} = \frac{L}{n} \times \frac{n A_B}{A_B} = n^2$$

$$\frac{U_B}{U_A} = \frac{\frac{V^2}{R_B} t}{\frac{V^2}{R_A} t} \Rightarrow \frac{U_B}{U_A} = \frac{R_A}{R_B} \Rightarrow \frac{U_B}{U_A} = \frac{1}{n^2}$$

ولتاژ دو سر مقاومت‌ها یکسان است بنابراین:



$$\begin{cases} P = 100 \text{ W} \\ V = 110 \text{ V} \end{cases} \xrightarrow{P = \frac{V^2}{R}} 100 = \frac{110^2}{R} \Rightarrow R = 121 \Omega$$

ابتدا مقدار مقاومت را به دست می آوریم: (۳۱۷) (A)

$$U = \frac{V^2}{R} t = \frac{110^2}{121} \times 1 = 100 \text{ J}$$

حال می توان انرژی مصرفی جدید را به دست آورد:

روش دوم:

$$P = 4 \times 100 = 400 \text{ W}$$

$$V = P \cdot t = 400 \times 1 = 400 \text{ J}$$

البته می توان با توجه به رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ ، با ثابت بودن R و دو برابر شدن ولتاژ، نتیجه گرفت توان مصرفی چهار برابر می شود، بنابراین:

توان مفید را بر توان کل تقسیم می کنیم: (۱۱۸) (A)

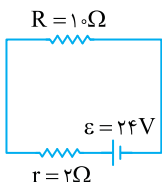
$$\begin{cases} P = \varepsilon I & \text{توان کل باتری} \\ P = RI^2 = VI & \text{توان مفید باتری} \end{cases} \Rightarrow R_a = \frac{P_{\text{مفید}}}{I} = \frac{V}{\varepsilon}$$

$$R_a = \frac{V}{\varepsilon} = \frac{1}{10} \Rightarrow \frac{1}{10} = \frac{P_{\text{کل}} - P_{\text{تلف}}}{P_{\text{کل}}} = 1 - \frac{P_{\text{تلف}}}{P_{\text{کل}}} \Rightarrow \frac{P_{\text{تلف}}}{P_{\text{کل}}} = \frac{9}{10}$$

اختلاف پتانسیل دو سر مولد از رابطه $V = \varepsilon - rI$ به دست می آید با برابر قرار دادن این رابطه و معادله داده شده می توان نیروی محرکه مولد (ε) و مقاومت داخلی مولد (r)

$$\begin{cases} V = 24 - 2I \\ V = \varepsilon - rI \end{cases} \Rightarrow \varepsilon = 24 \text{ V}, r = 2 \Omega$$

را به دست آورد:

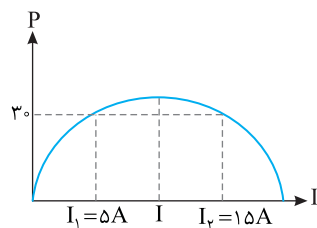


$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \Rightarrow I = \frac{24}{10 + 2} \Rightarrow I = 2 \text{ A}$$

این مولد را به مقاومت 10Ω متصل کرده ایم و جریان مدار خواهد شد:

توان خروجی برابر است با:

$$P_{\text{خروجی}} = VI \xrightarrow{V = \varepsilon - Ir} P_{\text{خروجی}} = (\varepsilon - rI)I \Rightarrow P_{\text{خروجی}} = (24 - 2I)I \xrightarrow{I = 2 \text{ A}} P_{\text{خروجی}} = (24 - 4)2 \Rightarrow P_{\text{خروجی}} = 40 \text{ W}$$



معادله توان خروجی باتری به صورت $P = -rI^2 + \varepsilon I$ است. بنابراین نمودار $P-I$ به صورت سهمی می باشد. با توجه

به تقارن سهمی جریانی که در آن توان بیشینه است را محاسبه کنیم:

$$I = \frac{I_1 + I_2}{2} = \frac{5 + 15}{2} = 10 \text{ A}$$

حال توان خروجی مربوط به جریان های I_1 و I_2 را در معادله $P = -rI^2 + \varepsilon I$ می گذاریم تا ε و r را محاسبه کنیم:

$$\begin{cases} (\varepsilon - I_1 r) I_1 = 30 & I_1 = 5 \text{ A} \\ (\varepsilon - I_2 r) I_2 = 30 & I_2 = 15 \text{ A} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \varepsilon - 5r = 6 \\ \varepsilon - 15r = 2 \end{cases} \Rightarrow \varepsilon = 18 \text{ V}, r = 2 \Omega$$

جریانی که در آن توان بیشینه است را محاسبه کردیم و مقدار آن برابر 10 A شد. با گذاشتن این جریان در معادله توان خروجی داریم:

$$P = -\frac{1}{2} I^2 + 18I \xrightarrow{I = 10 \text{ A}} P = -\frac{1}{2} (10)^2 + 18 \times 10 = 40 \text{ W}$$

(۲۲۱) (B)

نکته: توان خروجی باتری در یک مدار ساده در مقاومت خارجی مصرف می شود، پس در مدار ساده توان مصرفی مقاومت خارجی و توان خروجی از مولد با هم برابر است:

$$P = RI^2 \xrightarrow{I = \frac{\varepsilon}{R+r}} P = R \frac{\varepsilon^2}{(R+r)^2}$$

با توجه به تست به ازای مقاومت های 8Ω و 2Ω توان خروجی با هم برابر است:

$$P_1 = P_2 \xrightarrow{P = R \frac{\varepsilon^2}{(R+r)^2}} R_1 \frac{\varepsilon^2}{(R_1+r)^2} = R_2 \frac{\varepsilon^2}{(R_2+r)^2} \xrightarrow{\varepsilon^2 \text{ را از دو طرف ساده می کنیم}} \frac{1}{(8+4)^2} = \frac{R_2}{(R_2+4)^2} \Rightarrow \frac{1}{144} = \frac{R_2}{R_2^2 + 8R_2 + 16}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{18} = \frac{R_2}{R_2^2 + 8R_2 + 16} \Rightarrow 18R_2 = R_2^2 + 8R_2 + 16 \Rightarrow R_2^2 - 10R_2 + 16 = 0 \Rightarrow R_2 = 5 \pm \sqrt{25 - 16} \Rightarrow R_2 = 5 \pm 3 \Rightarrow \begin{cases} R = 8 \Omega \\ R = 2 \Omega \end{cases}$$

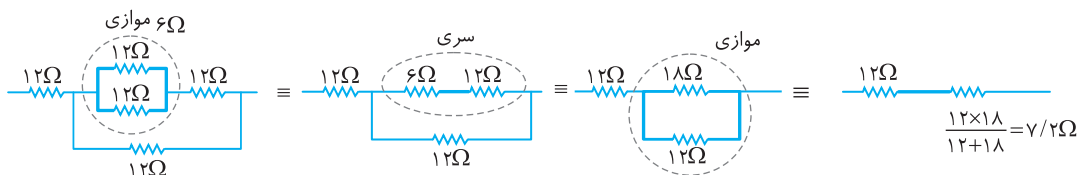
بنابراین مقاومت را از 8Ω باید به 2Ω برسانیم تا $P_1 = P_2$ شود.

$$r = \sqrt{R_1 R_2} \Rightarrow 4 = \sqrt{8 R_2} \Rightarrow R_2 = 2 \Omega$$

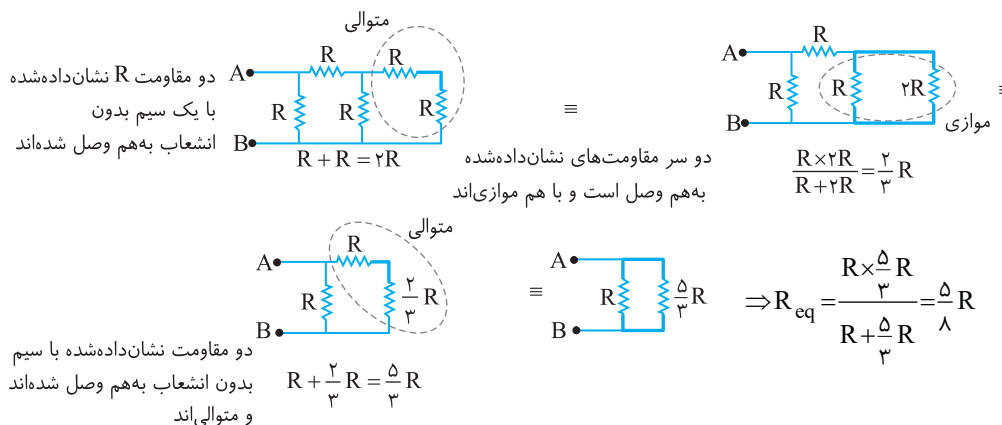
$$\Rightarrow R_{eq} = 12 + 7/2 = 19/2 \Omega$$

راستی می‌توانستیم از نتیجه تست قبل استفاده کنیم:

در شکل‌های زیر مراحل محاسبه مقاومت معادل نشان داده شده است: (۴۲۲) (A)



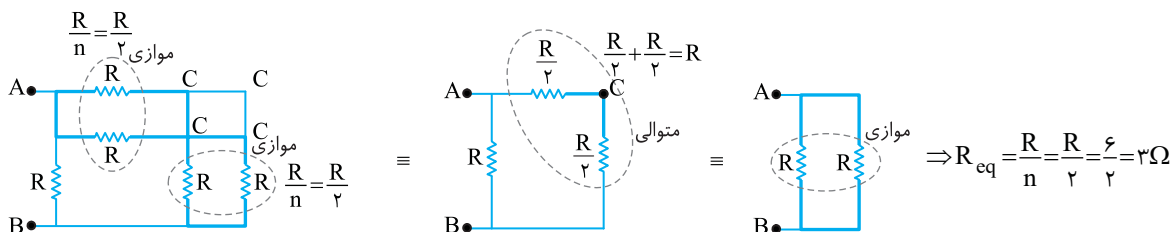
در شکل‌های زیر مراحل محاسبه مقاومت معادل نشان داده شده است: (۴۲۳) (A)



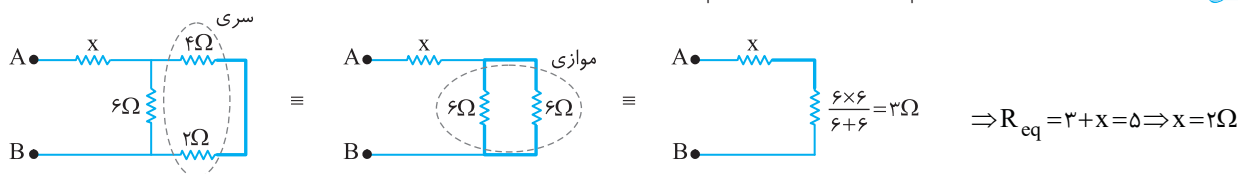
$$\begin{cases} \text{شکل (۱): } R_1 = \frac{R}{2} = 4 \Omega \\ \text{شکل (۲): } R_2 = 4 + \frac{4}{2} + 4 = 10 \Omega \end{cases} \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{10}{4} = \frac{5}{2}$$

(۴۲۴) (A)

در شکل‌های زیر مراحل به‌دست آوردن مقاومت معادل نشان داده شده است. (۴۲۵) (B)

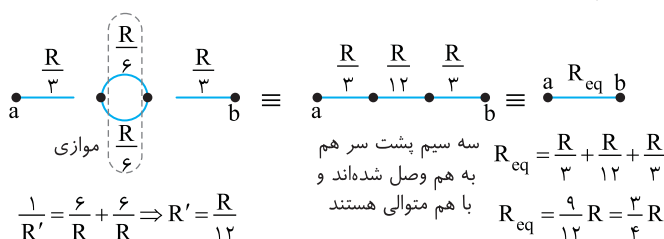


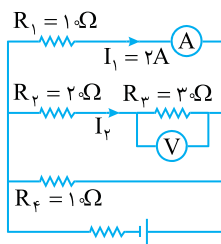
ابتدا مقاومت معادل را به‌دست می‌آوریم و برابر با 5Ω قرار می‌دهیم. (۴۲۶) (B)



مقاومت سیم برابر R است، سیم به سه قسمت تقسیم شده بنابراین مقاومت هر قسمت سیم $\frac{R}{3}$ و مقاومت هر دو قطعه سیم در سمت راست و سمت چپ دایره برابر $\frac{R}{3}$ (۴۲۷) (B)

است، مقاومت قسمت دایره‌ای شکل را بررسی می‌کنیم. مقاومت نصف محیط دایره در قسمت بالا برابر $(\frac{3}{2} = \frac{R}{6})$ و نصف محیط دایره در قسمت پایین نیز $(\frac{R}{6})$ است که با هم موازی هستند. اکنون مقاومت معادل را حساب می‌کنیم:





۴۲۸ B) مقاومت R_1 با معادل دو مقاومت R_2 و R_3 موازی است و ولتاژ این دو شاخه یکسان است.

$$R_1 I_1 = (R_2 + R_3) I_2 \Rightarrow 10 \times 2 = (20 + 30) I_2 \Rightarrow I_2 = 0.4 \text{ A}$$

ولتسنج، اختلاف پتانسیل در سر مقاومت R_3 را نشان می‌دهد:

$$V = R_3 I_2 = 30 \times 0.4 \Rightarrow V = 12 \text{ V}$$

۱ ۲۹ B)

خط فک: جنس هر دو سیم از مس بوده و مقاومت ویژه آن‌ها یکسان است ($\rho_A = \rho_B$). طول دو سیم هم برابر است ($L_A = L_B$) و قطر مقطع سیم B، $\frac{3}{4}$ برابر قطر سیم A است که با توجه به دایره‌ای بودن سطح مقطع ($A = \frac{\pi D^2}{4}$)، سطح مقطع سیم B، $\frac{9}{16}$ سطح مقطع سیم A است. در شاخه‌های موازی ولتاژها با هم برابر است:

$$V_A = V_B \Rightarrow I_A R_A = I_B R_B \Rightarrow \frac{I_B}{I_A} = \frac{R_A}{R_B} \quad (1)$$

$$R = \rho \frac{L}{A} \xrightarrow{\rho_A = \rho_B, L_A = L_B} \frac{R_A}{R_B} = \frac{A_B}{A_A} \xrightarrow{\frac{A_B}{A_A} = \frac{9}{16}} \frac{R_A}{R_B} = \frac{9}{16} \quad (2)$$

با توجه به داده‌های سؤال نسبت مقاومت‌ها برابر است با:

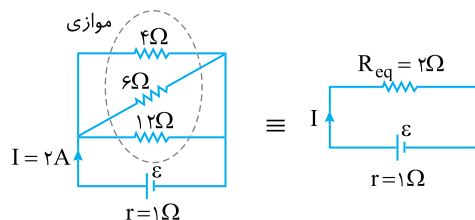
$$\frac{I_B}{I_A} = \frac{9}{16} \Rightarrow I_B = \frac{9}{16} I_A$$

از رابطه‌های (۱) و (۲) خواهیم داشت:

$$I_A + \frac{9}{16} I_A = 2/6 \Rightarrow \frac{25}{16} I_A = 2/6 \Rightarrow I_A = 0.8 \text{ A}$$

از طرفی داریم $I_A + I_B = 2/6 \text{ A}$

۱ ۳۰ A) با به‌دست آوردن مقاومت معادل مدار، مدار به شکل ساده‌تری درمی‌آید.



$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \frac{1}{12} \Rightarrow R_{eq} = 2 \Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow 2 = \frac{\varepsilon}{2 + 1} \Rightarrow \varepsilon = 6 \text{ V}$$

۴۳۱ A) چون مقاومت 2Ω با باتری متوالی است پس جریان آن با جریان کل برابر است. ابتدا جریان مدار

$$I = \frac{V}{R} \Rightarrow I = \frac{4}{2} = 2 \text{ A}$$

را به‌دست می‌آوریم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \Rightarrow 2 = \frac{\varepsilon}{(2 + \frac{6}{2}) + 1} \Rightarrow \varepsilon = 12 \text{ V}$$

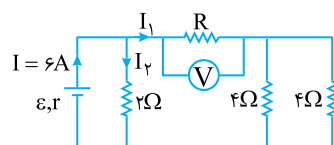
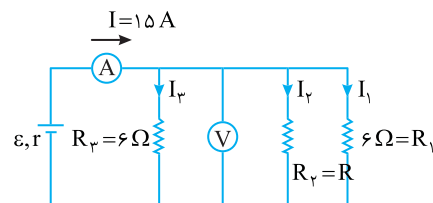
۳ ۳۲ B) در شکل روبه‌رو آمپرسنج جریان کل مدار و ولتسنج نیز ولتاژ دو سر مقاومت‌ها و دو سر باتری را

نشان می‌دهد (چون همه مقاومت‌ها با باتری موازی‌اند). در نتیجه می‌توان با توجه به مقاومت‌ها و ولتاژ، جریان

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow I_1 = I_3 = \frac{30}{6} = 5 \text{ A} \text{ را حساب کرد: } (I_3, I_1) 6 \Omega$$

مقاومت‌های R_1 و R_2 و R_3 با هم موازی‌اند: $I = I_1 + I_2 + I_3 \Rightarrow 15 = 5 + I_2 + 5 \Rightarrow I_2 = 5 \text{ A}$

جریان‌های I_1 و I_2 و I_3 با هم برابرند، پس $R_1 = R_2 = R_3 = 6 \Omega$ است.



$$\frac{4 \times 4}{4 + 4} + R = 2 + R$$

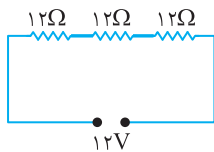
۲ ۳۳ B) دو مقاومت ۴ اهمی موازی و حاصل آن‌ها با R متوالی است:

مقاومت $2 + R$ با مقاومت ۲ اهمی موازی است. جریان بین این دو مقاومت به نسبت عکس مقاومت‌ها تقسیم می‌شود.

$$I_1 = \frac{2}{2 + (2 + R)} I = \frac{2}{4 + R} \times 6 = \frac{12}{4 + R} \Rightarrow I_1 = \frac{12}{4 + R}$$

$$V = R I_1 \Rightarrow 4 = \frac{R \times 12}{4 + R} \Rightarrow 4 + R = 3R \Rightarrow R = 2 \Omega$$

از طرفی ولتسنج عدد ۴ ولت را برای ولتاژ دو سر R نشان می‌دهد.

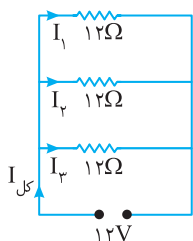


اگر سه مقاومت را با هم متوالی ببندیم، مقاومت معادل و جریان مدار خواهد شد: (A) ۳۴ ۱

$$\Rightarrow R_{eq} = 12 + 12 + 12 = 36 \Omega \Rightarrow I_{کل} = \frac{V}{R_{eq}} \Rightarrow I_{کل} = \frac{12}{36} = \frac{1}{3} A$$

چون در مقاومت‌های متوالی جریان عبوری از هر مقاومت با هم یکسان و برابر جریان کل است، بنابراین جریان هر مقاومت برابر است با:

$$I_1 = \frac{1}{3} A$$

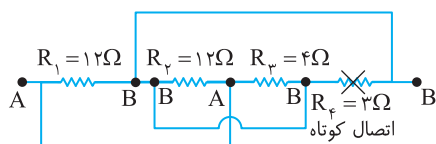


اگر سه مقاومت را با هم موازی ببندیم، مقاومت معادل و جریان مدار خواهد شد: $\Rightarrow R_{eq} = \frac{R}{n} = \frac{12}{3} = 4 \Omega \Rightarrow I_{کل} = \frac{V}{R_{eq}} \Rightarrow I_{کل} = \frac{12}{4} = 3 A$

مقاومت‌ها یکسان و موازی هستند بنابراین جریان مدار به‌طور مساوی بین آن تقسیم می‌شود و جریان مقاومت‌ها با هم برابر است از این‌رو:

$$I_{کل} = I_1 + I_2 + I_3 = 3I_1 \Rightarrow 3 = 3I_1 \Rightarrow I_1 = 1 A$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{1}{1} = 1$$

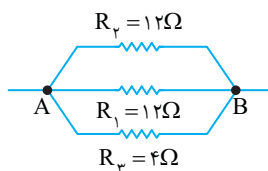


قرار ما این شد که دو سر سیم‌های بدون مقاومت را با یک حرف نام‌گذاری کنیم و سپس مدار را مجدداً

رسم کنیم. به مقاومت $R_5 = 3 \Omega$ نگاه کنید. دو سرش یک نام دارد، بنابراین R_5 از مدار حذف می‌شود. اکنون

مدار را مجدداً رسم می‌کنیم. هر سه مقاومت بین A و B بسته شده و موازی‌اند، مقاومت معادل برابر است با:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{12} + \frac{1}{12} + \frac{1}{4} = \frac{1+1+3}{12} \Rightarrow R_{eq} = \frac{12}{5} \Omega$$

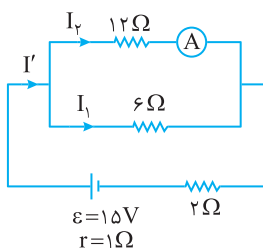


$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow 1 = \frac{\varepsilon}{12/5 + 1} \Rightarrow \varepsilon = 15 V$$

در حالتی که کلید باز است، دو مقاومت 12Ω و 2Ω در مدار بوده که با هم متوالی هستند:

$$R'_{eq} = \frac{12 \times 2}{12 + 2} + 2 \Rightarrow R'_{eq} = 6 \Omega$$

وقتی کلید K را می‌بندیم، دو مقاومت 12Ω و 6Ω موازی می‌شوند:



$$I' = \frac{\varepsilon}{R'_{eq} + r} \Rightarrow I' = \frac{15}{6 + 1} = \frac{15}{7} A$$

$$6I_1 = 12I_2 \Rightarrow I_1 = 2I_2$$

اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌های موازی 12Ω و 6Ω برابر است، از این‌رو:

$$I' = I_1 + I_2 \Rightarrow \frac{15}{7} = 2I_2 + I_2 \Rightarrow I_2 = \frac{5}{7} A$$

از طرفی داریم:

$$\text{آمپرسنج} \frac{5}{7} \text{ آمپر را نشان می‌دهد.}$$

$$R_{eq} = \frac{\varepsilon}{n} + \varepsilon \Rightarrow R_{eq} = \frac{\varepsilon + \varepsilon n}{n}$$

در حالت اول که کلید بسته است: (B) ۳۷ ۳

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}} \Rightarrow I = \frac{24}{\frac{\varepsilon + \varepsilon n}{n}} \Rightarrow I = \frac{24n}{\varepsilon(1+n)} \Rightarrow I = \frac{4n}{n+1}$$

$$R'_{eq} = \frac{\varepsilon}{n-1} + \varepsilon \Rightarrow R'_{eq} = \frac{\varepsilon n}{n-1}$$

در حالت دوم که کلید باز شده است، یک مقاومت موازی با باز شدن کلید، از مدار جدا می‌شود:

$$I' = \frac{\varepsilon}{R'_{eq}} \Rightarrow I' = \frac{24}{\frac{\varepsilon n}{n-1}} \Rightarrow I' = \frac{4(n-1)}{n}$$

با توجه به متن سؤال اختلاف جریان I و I' برابر $2A$ است.

$$I - I' = 2 \Rightarrow \frac{4n}{n+1} - \frac{4(n-1)}{n} = 2 \Rightarrow 4\left(\frac{n}{n+1} - \frac{n-1}{n}\right) = 2 \Rightarrow 4\left(\frac{n^2 - (n^2 - 1)}{n(n+1)}\right) = 2 \Rightarrow \frac{4}{n^2 + n} = 2$$

$$\Rightarrow 20 = n^2 + n \Rightarrow n^2 + n - 20 = 0 \Rightarrow (n-4)(n+5) = 0 \Rightarrow n = 4$$



۳۳۸ (B)

دو مقاومت R_1 و R_2 با هم متوالی هستند زیرا بین آن‌ها هیچ انشعابی وجود ندارد. همچنین مقاومت‌های R_3 و R_4 متوالی هستند و مدار به صورت شکل (۲) خواهد بود. اختلاف پتانسیل دو سر هر شاخه $20V$ است زیرا مقاومت درونی باتری ناچیز است.

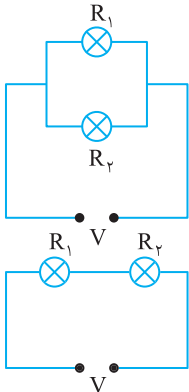
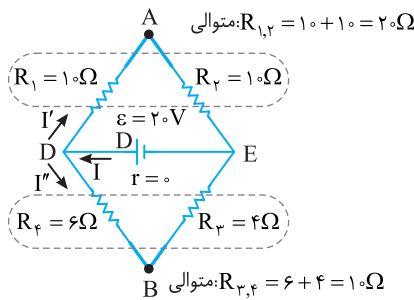
$$I' = \frac{20}{20} = 1A, \quad I'' = \frac{20}{10} = 2A$$

جریان هر شاخه را به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} V_D - V_A = I'R_1 = 1 \times 10 = 10V \\ V_D - V_B = I''R_4 = 2 \times 6 = 12V \end{cases} \xrightarrow{\text{دو رابطه را از هم کم می‌کنیم}} V_D - V_B - (V_D - V_A) = 12 - 10 \Rightarrow V_A - V_B = 2V$$

در حالت اول ولتاژ دو سر مقاومت‌ها برابر است و لامپ (۱) پرنورتر است. از این‌رو:

۳۳۹ (B)



$$\begin{cases} V_1 = V_2 \\ P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow R_1 < R_2 \\ P_1 > P_2 \end{cases}$$

مقاومت لامپ (۱) از مقاومت لامپ (۲) کم‌تر است و اگر دو لامپ به طور سری قرار بگیرند جریان‌های آن‌ها برابر بوده و طبق رابطه $P = RI^2$ ، چون لامپ (۲) مقاومتش بیشتر است، توان مصرفی‌اش از توان لامپ (۱) بیشتر است.

$$R_2 > R_1 \Rightarrow P'_2 > P'_1$$

۳۴۰ (C)

یک ولت‌سنج مناسب باید دارای مقاومت الکتریکی خیلی بزرگی باشد تا وقتی ولت‌سنج به‌طوری موازی در مدار قرار می‌گیرد، جریانی از آن نگذرد و در جریان مدار اختلالی ایجاد نشود.

در شکل (۱)، می‌توان ولت‌سنج را آرمانی در نظر گرفت، اما اگر ولت‌سنج آرمانی نباشد، مقاومت ولت‌سنج با مقاومت R موازی شده و مقاومت کل مدار در شکل (۲) کوچک‌تر از مقاومت مدار شکل (۱) خواهد بود و جریان مدار نسبت به مدار شکل (۱) افزایش می‌یابد.

$$\uparrow I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r}$$

$$\downarrow V = \varepsilon - Ir$$

افزایش جریان سبب کاهش اختلاف پتانسیل دو سر باتری می‌شود:

در این حالت ولت‌سنج که ولتاژ دو سر باتری را نشان می‌دهد عدد کمتری را نشان خواهد داد.

نکته هرگاه ولت‌سنج و آمپرسنج آرمانی نباشند، عددی که نشان می‌دهند همواره از مقدار واقعی کمتر است.

۳۴۱ (A)

ولت‌سنج V_1 با مدار خارجی متوالی بسته شده و جریان مدار صفر است. از این‌رو افت پتانسیل در باتری و تمام مقاومت‌های مدار صفر است و هر دو ولت‌سنج نیروی محرکه باتری را نشان می‌دهند.

۳۴۲ (C)

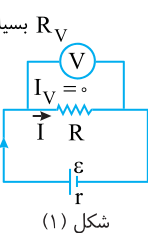
ولت‌سنج آرمانی دارای مقاومت بسیار زیاد است و اجازه عبور جریان الکتریکی از خود را نمی‌دهد و باید در مدار به صورت موازی وصل شود. اگر این وسیله به صورت متوالی در مدار وصل شود، مقاومت مدار را بسیار زیاد می‌کند و جریان مدار ناچیز می‌شود. به این ترتیب اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R صفر می‌شود، یعنی پتانسیل دو نقطه A و C برابر می‌شود. ولت‌سنج به دو نقطه A و B وصل شده و اختلاف پتانسیل این دو نقطه را نشان می‌دهد. نقطه C با A هم پتانسیل است، پس ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو نقطه B و C یعنی اختلاف پتانسیل دو سر باتری را نشان می‌دهد.

$$\begin{cases} V = \varepsilon - rI \\ I \approx 0 \end{cases} \Rightarrow V \approx \varepsilon$$

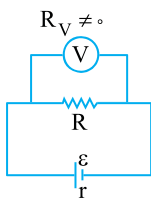
پس ولت‌سنج تقریباً نیروی محرکه باتری را نشان می‌دهد.

آمپرسنج آرمانی، آمپرسنجی است که مقاومت آن ناچیز باشد و به طور متوالی در مدار وصل می‌شود. اگر آن را به طور موازی به مقاومت مدار وصل کنیم، جریان زیادی از آن عبور می‌کند و احتمال سوختن آن زیاد می‌شود.

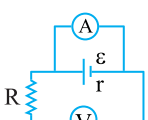
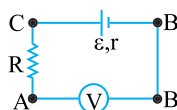
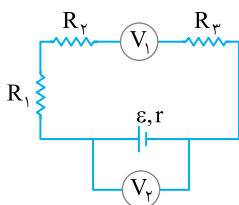
اگر در مدار، آمپرسنج به صورت موازی با باتری نباشد و مدار فقط شامل ولت‌سنجی باشد که اشتباهاً به صورت متوالی وصل شده، ولت‌سنج نیروی محرکه باتری را نشان می‌دهد.



شکل (۱)

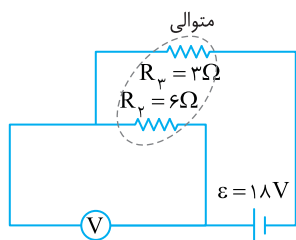


شکل (۲)



ولی در این حالت که در سؤال مطرح شده، آمپرسنج به صورت موازی به باتری وصل شده است و آمپرسنج و باتری تشکیل یک مدار می‌دهند که جریانی معادل $I = \frac{\mathcal{E}}{r} = \frac{10}{1} = 10 \text{ A}$ از آن عبور می‌کند، پس آمپرسنج 10 A را نشان می‌دهد. ولت‌سنج نیز قرار است اختلاف پتانسیل دو سر باتری را نشان دهد:

$V = \mathcal{E} - rI = 10 - 1 \times 10 = 0$. پس ولت‌سنج عدد صفر را نشان می‌دهد.



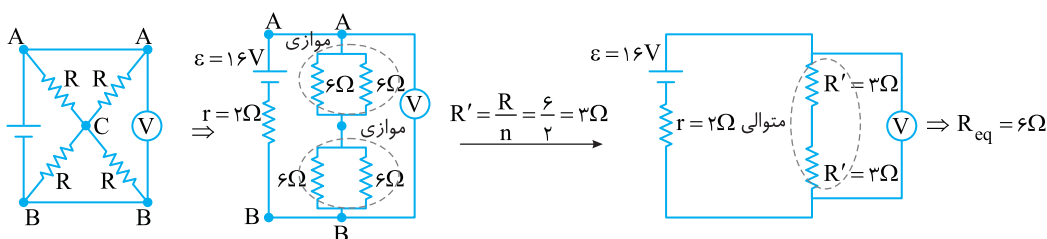
(B) ۴۳ ۱ از شاخه ولت‌سنج جریان عبور نمی‌کند و مقاومتی که با آن متوالی بسته شده از مدار حذف می‌شود، بنابراین مقاومت $R_1 = 3\Omega$ از مدار حذف شده و ولت‌سنج به دو سر مقاومت $R_2 = 6\Omega$ متصل است و ولتاژ دو سر آن را نشان می‌دهد. برای محاسبه عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد ابتدا باید جریان مدار را حساب کنیم.

$$R_{eq} = 6 + 3 = 9\Omega, \quad I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r} = \frac{18}{9} = 2 \text{ A}$$

اکنون عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد یعنی اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت 6Ω را به دست می‌آوریم:

$$V = RI \Rightarrow V = 6 \times 2 = 12 \text{ V}$$

(B) ۴۴ ۲ ولت‌سنج به دو سر کل مقاومت‌ها وصل است پس اختلاف پتانسیل دو سر مدار (کل مدار) را نشان می‌دهد. مقاومت کل مدار را به دست می‌آوریم.

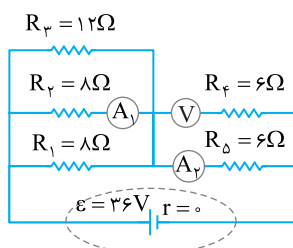


$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r} = \frac{16}{5} = 3.2 \text{ A}$$

جریان کل مدار را حساب می‌کنیم:

$$V = R_{eq} I = 12 \text{ V}$$

عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد، برابر است با:



(C) ۴۵ ۳ ولت‌سنج آرمانی اجازه عبور جریان را نمی‌دهد و مقاومت $R_2 = 6\Omega$ از مدار حذف می‌شود و در این حالت ولت‌سنج به دو سر مقاومت $R_3 = 6\Omega$ بسته شده و اختلاف پتانسیل دو سر این مقاومت را نشان می‌دهد.

با حذف مقاومت R_2 مدار به صورت روبه‌رو خواهد بود. ابتدا مقاومت معادل مدار به دست می‌آوریم:

$$\frac{1}{R_{1,2,3}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow \frac{1}{R_{1,2,3}} = \frac{1}{8} + \frac{1}{8} + \frac{1}{12} \Rightarrow R_{1,2,3} = 3\Omega$$

مقاومت معادل $R_{1,2,3}$ با مقاومت $R_3 = 6\Omega$ متوالی است و مقاومت معادل خواهد شد:

$$R_{eq} = R_{1,2,3} + R_3 = 3 + 6 = 9\Omega$$

جریان کل مدار را حساب می‌کنیم:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq}} \Rightarrow I = \frac{36}{9} = 4 \text{ A}$$

مقاومت R_3 با باتری متوالی بسته شده است و جریان آن برابر جریان کل مدار 4 A بوده بنابراین آمپرسنج A_3 عدد 4 A را نشان می‌دهد و ولت‌سنج ولتاژ دو سر R_2 را نشان می‌دهد. از این رو عدد $V = IR_3 = 4 \times 6 = 24 \text{ V}$ را نشان خواهد داد. اما اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌های R_1 ، R_2 و R_3 یکسان بوده و برابر است با:

$$\mathcal{E} = V_{1,2,3} + V_3 \Rightarrow 36 = V_{1,2,3} + 24 \Rightarrow V_{1,2,3} = 36 - 24 = 12 \text{ V}$$

بنابراین ولتاژ دو سر هر یک از مقاومت‌های R_1 و R_2 و R_3 برابر 12 V است و آمپرسنج A_1 جریان مقاومت R_2 را نشان می‌دهد و در این صورت آمپرسنج A_1 عدد مقابل را نشان می‌دهد:

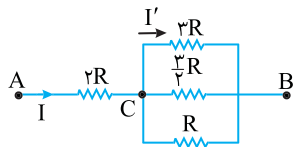
$$I_1 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{12}{8} = 1.5 \text{ A}$$



مقاومت معادل دو مقاومت متوالی برابر $R + R = 2R$ می‌شود و مقاومت معادل موازی آن $R'_{eq} = \frac{R}{2}$ است. برای مقایسه توان از رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ استفاده می‌کنیم زیرا

در دو حالت ولتاژ یکسان است.

$$\begin{cases} P_V = \frac{V^2}{R} \\ P_I = \frac{V^2}{2R} \end{cases} \Rightarrow \frac{P_V}{P_I} = \frac{\frac{V^2}{R}}{\frac{V^2}{2R}} = \frac{2}{1} \Rightarrow \frac{P_V}{P_I} = 2$$



ابتدا جریان عبوری از مقاومت $3R$ را برحسب I محاسبه می‌کنیم:

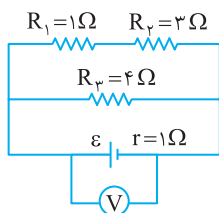
$$\frac{1}{R_{BC}} = \frac{1}{R} + \frac{2}{2R} + \frac{1}{2R} = \frac{3+2+1}{2R} \Rightarrow R_{BC} = \frac{R}{2}$$

$$V_{BC} = I(R_{BC}) = I \frac{R}{2}, \quad I' = \frac{V_{BC}}{2R} = \frac{I}{4}, \quad \frac{P_{2R}}{P_{3R}} = \frac{(2R)I'^2}{(3R)(\frac{I}{4})^2} = \frac{2}{3} \times \frac{16}{9} = \frac{32}{27}$$

۲۴۸ (B)

نکته: همان‌طور که می‌دانید در یک مدار هنگامی توان مصرفی مدار بیشینه است که $R_{eq} = r$ باشد که در این صورت $P_{max} = \frac{\varepsilon^2}{4r}$ است.

$$R_{eq} = \frac{6 \times 3}{6+3} = 2 \Omega \Rightarrow P_{max} = \frac{\varepsilon^2}{4r} = \frac{(12)^2}{4 \times 2} \Rightarrow P_{max} = 18 W$$



$$P_1 = I_1^2 R_1 \Rightarrow 4 = I_1^2 \times 1 \Rightarrow I_1 = 2 A$$

جریان شاخه بالا را به دست می‌آوریم:

جریان شاخه پایینی نیز که موازی شاخه بالایی بوده و مقاومت آن برابر مقاومت معادل شاخه بالایی است برابر $2 A$ است ($I_3 = 2 A$) و

جریان کل مدار $I = 2 + 2 = 4 A$ خواهد بود. مقاومت معادل را به دست می‌آوریم:

$$R_{1,2} = R_1 + R_2 = 1 + 3 = 4 \Omega, \quad R_{eq} = \frac{4}{2} = 2 \Omega$$

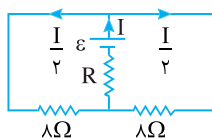
$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow 4 = \frac{\varepsilon}{2+1} \Rightarrow \varepsilon = 12 V$$

اکنون نیروی محرکه باتری را به دست می‌آوریم:

$$V = I_3 R_3 = 2 \times 4 = 8 V \quad \text{یا} \quad V = \varepsilon - Ir \Rightarrow V = 12 - 4 \times 1 = 8 V$$

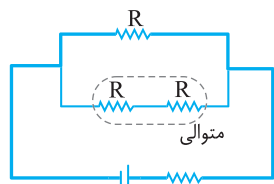
ولتاژ دو سر باتری برابر است با:

مقاومت R با باتری متوالی بسته شده و جریان عبوری از مقاومت R جریان کل مدار یعنی I است. اما جریان مدار (I) بین دو مقاومت



موازی ۸ اهمی به طور مساوی تقسیم می‌شود و جریان هر مقاومت 8Ω است.

$$P_A = P_R \xrightarrow{P=RI^2} 8 \left(\frac{I}{2}\right)^2 = RI^2 \Rightarrow 8 \times \frac{1}{4} = R \Rightarrow R = 2 \Omega$$



با توجه به شکل مقاومت R با باتری موازی بسته شده و اختلاف پتانسیل دو سر آن بیشینه و توان مصرفی

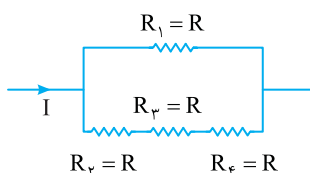
بیشینه مربوط به این مقاومت و برابر $10 W$ است. با توجه به شکل مقاومت R و مقاومت $2R$ با هم موازی‌اند و در

مقاومت‌های موازی توان و مقدار مقاومت با هم رابطه عکس دارند، پس توان مصرفی مقاومت $2R$ برابر $\frac{10}{2} = 5 W$

$$P_{کل} = 5 + 10 = 15 W$$

است.

مقاومت R_1 به تنهایی به دو سر باتری متصل می‌شود پس اختلاف پتانسیل دو سر آن بیشتر از بقیه مقاومت‌ها بوده و با



$$R_{eq} = \frac{R \times 3R}{R+3R} = \frac{3}{4} R$$

توجه به $P = \frac{V^2}{R}$ ، توان مصرفی R_1 بیشتر از مابقی مقاومت‌های مدار است.

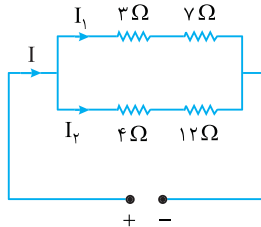
توان مصرفی مقاومت R_3 برابر $60 W$ است.

$$P_{R_1} = \frac{V^2}{R_1} \Rightarrow 60 = \frac{V^2}{R}, \quad P_{کل} = \frac{V^2}{R_{eq}} = \frac{4}{3} \frac{V^2}{R} \Rightarrow P_{کل} = 80 W$$

توان مصرفی کل برابر است با:

۲۵۳ (B) راه حل اول: یک راه حل سریع این است که در شاخه های موازی، شاخه دارای مقاومت کمتر، توان بیشتری مصرف می کند ($P = \frac{V^2}{R}$). از این رو شاخه بالایی گرمای بیشتری

تولید می کند و در این شاخه هم دو مقاومت 3Ω و 7Ω متوالی بوده و دارای جریان یکسان هستند و با توجه به رابطه $P = RI^2$ توان مصرفی مقاومت 7Ω بیشتر از مقاومت 3Ω است. در نتیجه بیشینه توان مصرفی یا گرمای تولید شده مربوط به مقاومت 7Ω است.



راه حل دوم: اختلاف پتانسیل دو سر شاخه های موازی با هم برابر است. از این رو می توان رابطه بین جریان شاخه بالایی I_1 و شاخه پایینی

$$(3+7)I_1 = (4+12)I_2 \Rightarrow I_1 = \frac{4}{5}I_2$$

I_2 را به دست آورد.

در مقاومت های متوالی مقاومت بزرگتر دارای توان و انرژی مصرفی بیشتری است. یعنی در شاخه بالایی گرمای مقاومت 7Ω از گرمای مقاومت 3Ω بیشتر است و در شاخه پایینی نیز گرمای تولید شده در مقاومت 12Ω از گرمای تولید شده در مقاومت 4Ω بیشتر است و کافی است تنها گرمای تولید شده در مقاومت 12Ω و 7Ω را با هم مقایسه کنیم.

$$U_{7\Omega} = RI_1^2 t \Rightarrow U_{7\Omega} = 7 \times \left(\frac{4}{5}I_2\right)^2 t \Rightarrow U_{7\Omega} = \frac{448}{25}I_2^2 t = 17.92I_2^2 t$$

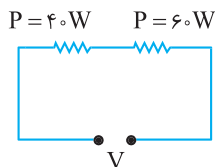
$$U_{12\Omega} = RI_2^2 t \Rightarrow U_{12\Omega} = 12I_2^2 t$$

کاملاً مشخص است که انرژی گرمایی $U_{7\Omega} = 17.92I_2^2 t$ از انرژی گرمایی تولید شده در مقاومت $U_{12\Omega}$ بزرگتر است.

$$P_m = \frac{V_m^2}{R} \Rightarrow R_1 = \frac{220^2}{40}, R_2 = \frac{220^2}{60}$$

۲۵۴ (C) به کمک توان و ولتاژ نوشته شده روی لامپ، مقاومت هر لامپ را به دست می آوریم:

چون دو لامپ به طور متوالی به برق شهر بسته شده اند، مقاومت آن ها با هم جمع می شود:



$$R_{eq} = R_1 + R_2 = \frac{220^2}{40} + \frac{220^2}{60} = 220^2 \left(\frac{1}{40} + \frac{1}{60}\right) = 220^2 \times \frac{1}{24}$$

حال جریان را به دست آورده و توان هر لامپ را حساب می کنیم:

$$I = \frac{V_T}{R_{eq}} = \frac{220}{220^2 \times \frac{1}{24}} = \frac{24}{220} A \Rightarrow \begin{cases} P_1 = R_1 I^2 = \frac{220^2}{40} \times \frac{24^2}{220^2} = 14.4 W \\ P_2 = R_2 I^2 = \frac{220^2}{60} \times \frac{24^2}{220^2} = 9.6 W \end{cases}$$

۲۵۵ (B) در حالتی که یک لامپ به برق شهر متصل است، ولتاژ دو سر آن V است و وقتی سه لامپ مشابه به طور متوالی به همان ولتاژ V متصل می شوند ولتاژ دو سر هر باتری

$$P'_1 = \frac{V'^2}{R} = \frac{\left(\frac{V}{3}\right)^2}{R} \Rightarrow P'_1 = \frac{1}{9} \left(\frac{V^2}{R}\right) \xrightarrow{P_1 = \frac{V^2}{R}} P'_1 = \frac{1}{9} P_1 = 10 W$$

می شود، در این صورت: $\frac{V}{3}$

نکته: هرگاه n لامپ که روی آن ها توان P_1 نوشته شده به طور متوالی به برق شهر متصل شوند، توان مصرفی هر لامپ برابر است با:

۴۵۶ (B) روی وسایل برقی مانند لامپ معمولاً دو عدد نوشته شده است. یکی ولتاژی که با آن وسیله برقی کار می کند که برای برق شهرهای ایران $220V$ است، دیگری توان مصرفی

دستگاه است که در صورت اتصال موازی به برق شهر توسط دستگاه مصرف می شود.

در این سؤال روی لامپ ها نوشته شده $200V$ و $100W$ یعنی هرگاه هر یک از این لامپ ها به برق $200V$ متصل شوند توان مصرفی آن ها $100W$ است و اگر به ولتاژ کمتری وصل شوند دارای توان مصرفی کمتر هستند و اگر به ولتاژ بزرگتری وصل شوند ممکن است دستگاه آسیب ببیند و یا بسوزد.

توان مصرفی لامپ P_3 که مستقیماً به ولتاژ $200V$ وصل بوده، همان $100W$ است. لامپ های L_1 و L_2 متوالی هستند و مقاومت آن ها با هم جمع می شود و توان کل مجموعه

$$P_{1,2} = \frac{V^2}{2R} \xrightarrow{\frac{V^2}{R} = 100} P_{1,2} = \frac{100}{2} = 50 W$$

L_1 و L_2 با هم، برابر است با:

بنابراین توان کل سه لامپ برابر $100 + 50 = 150 W$ است.

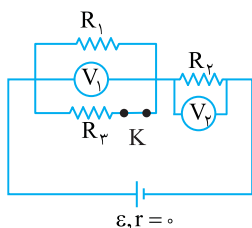
۲۵۷ (A) جریان کل مدار از فیوز عبور می کند. جریان مدار برابر $I = \frac{V}{R_{eq}}$ است که حداکثر I برابر $15A$ و اختلاف پتانسیل (V) نیز برابر $150V$ است از این رو مقاومت معادل

$$I = \frac{V}{R_{eq}} \Rightarrow R_{eq} = \frac{V}{I} \Rightarrow R_{eq} = \frac{150}{15} = 10 \Omega$$

خواهد شد:

$$R_{eq} = \frac{R}{n} \xrightarrow{\frac{R_{eq} = 10 \Omega}{R = 100 \Omega}} 10 = \frac{100}{n} \Rightarrow n = 10$$

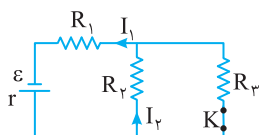
اگر n مقاومت مشابه R موازی بسته شوند، مقاومت معادل آن ها $\frac{R}{n}$ می شود بنابراین:



۵۸ (B) با وصل کلید، یک مقاومت موازی به مدار اضافه می‌شود و اضافه شدن یک مقاومت موازی به مدار باعث کاهش مقاومت معادل مدار می‌شود. پس جریان مدار افزایش می‌یابد و $V_2 = R_2 I$ نیز زیاد می‌شود. مولد مقاومت درونی ندارد و ولتاژ دو سر آن ε ثابت است، از این رو با افزایش V_2 ، V_1 کاهش می‌یابد، زیرا:

$$\varepsilon = V_1 + V_2 \Rightarrow \downarrow V_1 = \varepsilon - V_2 \uparrow$$

ثابت

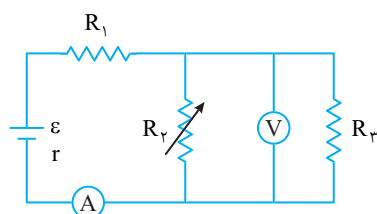


۵۹ (B) با وصل کلید K، R_3 به صورت موازی به R_2 اضافه می‌شود و مقاومت معادل مدار کاهش می‌یابد. به این ترتیب جریان اصلی مدار (I_1) زیاد می‌شود.

با افزایش جریان کل، ولتاژ دو سر باتری کاهش می‌یابد ($V_2 = \varepsilon - I_1 r$)، اما اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_1 افزایش می‌یابد

$$\downarrow V_{2,3} = \downarrow V_{\text{باتری}} - V_1 \uparrow \Rightarrow \downarrow V_{2,3} = R_2 I_2 \Rightarrow \downarrow I_2 \text{ کاهش می‌یابد}$$

ثابت



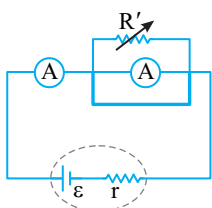
۶۰ (B) با افزایش R_3 مقاومت معادل R_2 و R_3 افزایش یافته و مقاومت کل مدار نیز زیاد می‌شود و جریان مدار که آمپر سنج نشان می‌دهد، کاهش می‌یابد:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{2,3} + R_1 + r} \Rightarrow I \downarrow$$

جریان کاهش می‌یابد و آمپر سنج عدد کمتری را نشان می‌دهد.

با کاهش جریان، ولتاژ کل افزایش ($V = \varepsilon - I r$) و ولتاژ دو سر R_1 یعنی $I R_1$ کاهش می‌یابد، بنابراین عددی که ولت سنج نشان می‌دهد افزایش می‌یابد.

بنابراین ولت سنج عدد بیشتری را نمایش می‌دهد.

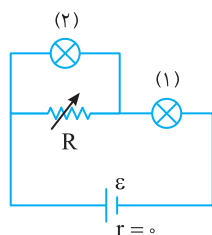


۶۱ (A) مقاومت R' اتصال کوتاه شده و در مدار قرار ندارد و هرگونه تغییر در آن، در مدار تغییری ایجاد نمی‌کند. ولت سنج متوالی بسته شده و جریان مدار صفر است، در این حالت ولت سنج نیروی محرکه باتری ε را نشان می‌دهد که در آن تغییری حاصل نمی‌شود.

۶۲ (B) با کاهش مقاومت R_2 ، مقاومت معادل کاهش و جریان کل افزایش می‌یابد. اما چون مقاومت درونی باتری $r = 0$ است، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌ها تغییر نمی‌کند.

بنابراین توان تلف شده در R_1 تغییر نکرده ($P_1 = \frac{V^2}{R_1} = \frac{\varepsilon^2}{R_1}$) و ثابت می‌ماند. اما توان تلف شده در R_2 ، طبق رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ ، چون $V = \varepsilon$ ثابت است، با کاهش R_2 ،

افزایش می‌یابد.



۶۳ (B) در مدار با مقاومت متغیر، اگر مقاومت متغیر افزایش یابد، مقاومت معادل افزایش می‌یابد و اگر مقاومت متغیر کاهش یابد، مقاومت معادل نیز کاهش می‌یابد. با کاهش مقاومت R ، مقاومت کل مدار کاهش می‌یابد.

$$2 \text{ جریان مدار } I = \frac{\varepsilon}{R}$$

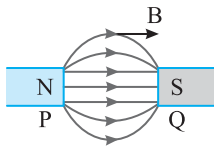
۳ ولتاژ دو سر لامپ (۱) افزایش یافته ($V_1 = I R_1$) و نور لامپ (۱) زیاد می‌شود.

۴ باتری مقاومت درونی ندارد و اختلاف پتانسیل دو سر مدار ثابت است.

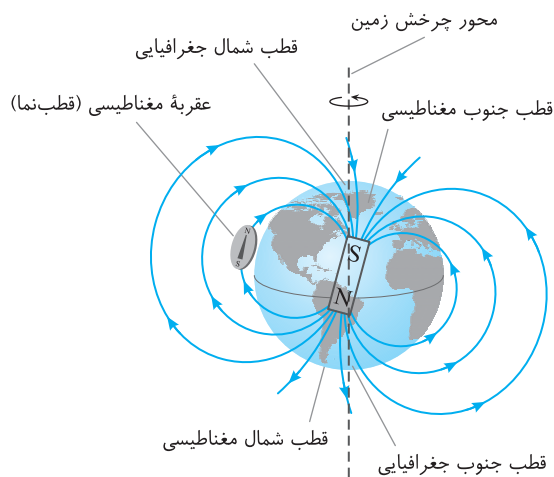
۵ با کاهش اختلاف پتانسیل دو سر لامپ، نور لامپ کاهش می‌یابد.

$$V_{\text{باتری}} = V_1 + V_2 \Rightarrow V_2 \text{ کاهش یافته}$$

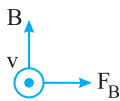
ثابت



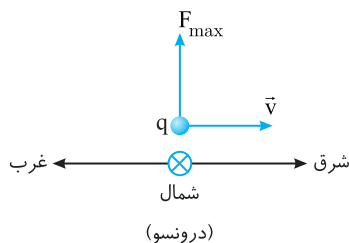
۱ ۲ A بردار میدان مغناطیسی بر خط‌های میدان مماس بوده و سوی میدان هم‌سو با سوی خطوط است. بنابراین مطابق شکل باید مکان P قطب N و مکان Q قطب S باشد.



۲ ۳ A زمین یک آهنربای بزرگ است که قطب S آن در شمال جغرافیایی و قطب N آن در جنوب جغرافیایی قرار دارد اما این قطب‌ها بر هم منطبق نبوده و قطب جنوب مغناطیسی تقریباً 180° کیلومتری قطب شمال جغرافیایی است. یعنی عقربه مغناطیسی قطب‌نما قطب شمال جغرافیایی را به درستی نمایش نمی‌دهد.



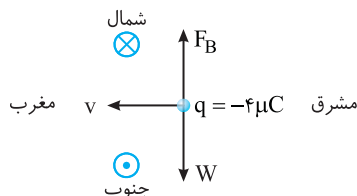
۳ ۴ A ذره به سمت شما در حرکت است. می‌توان فرض کرد که ذره از صفحه کاغذی که الان نگاه می‌کنید بیرون می‌آید و به سمت شما در حرکت است پس جهت سرعت ذره برونسو است. الکترون دارای بار منفی است. پس چهار انگشت دست چپ را که جهت سرعت بوده به سوی خودتان قرار دهید به گونه‌ای که انگشت شست که جهت نیروی وارد بر باریکه الکترون را نشان می‌دهد به سوی دست راست شما (یعنی جهت انحراف باریکه) قرار گیرد. در این حالت کف دست چپ شما به سمت بالا قرار دارد که نشان می‌دهد میدان مغناطیسی از پایین به بالا است.



۴ ۴ A با توجه به قاعده دست راست ابتدا انگشت شست را در جهت نیرو رو به بالا قرار می‌دهیم و چهار انگشت دیگر را در سوی شرق می‌گیریم در این صورت مطابق شکل میدان مغناطیسی درونسو یعنی در جهت شمال می‌باشد. وقتی نیرویی پیشینه است که بردار سرعت بر بردار میدان عمود باشد $(\theta = 90^\circ)$:

$$F = |q| v B \Rightarrow 0.15 = 3 \times 10^{-3} \times 10^3 \times B \Rightarrow B = 0.05 \text{ T}$$

۵ ۲ A نوترون از راستای خود منحرف نمی‌شود، زیرا خنثی است. پروتون دارای بار مثبت است. چهار انگشت دست راست خود را در جهت حرکت پروتون رو به راست بگیرید به گونه‌ای که کف دست شما رو به کاغذ و در جهت B باشد انگشت شست دست شما جهت انحراف را نشان می‌دهد که رو به بالا است. با همین روش اما با دست چپ همین عمل را برای الکترون تکرار کنید، انحراف الکترون رو به پایین خواهد بود.



۶ ۱ B نیرویی که از طرف میدان بر ذره وارد می‌شود، باید نیروی وزن را خنثی کند یعنی باید مطابق شکل رو به بالا باشد. در این صورت بنا به قاعده دست راست و برای بار منفی باید میدان مغناطیسی رو به شمال باشد.

$$F_T = 0 \Rightarrow F_B = W \Rightarrow qvB = mg \Rightarrow 4 \times 10^{-6} \times 200 \times B = 2 \times 10^{-4}$$

$$B = \frac{1}{4} = 0.25 \text{ T}$$

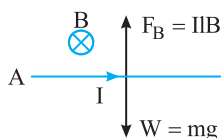
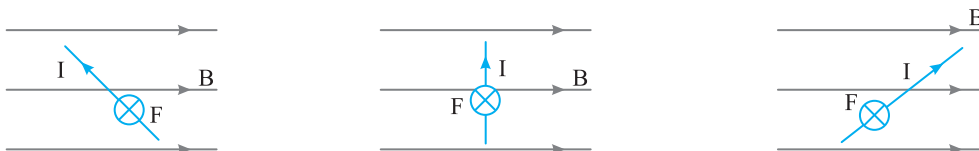
بنابراین میدان 0.25 T و رو به شمال است.

۷ ۲ A پیشینه نیروی مغناطیسی برای حالتی است که سیم بر خطوط میدان عمود شود یعنی سیم از وضعیت اولیه خود 45° ساعتگرد بچرخد.

$$F_1 = I l B \sin 45^\circ \Rightarrow F_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} I l B$$

$$F_2 = I l B \sin 90^\circ \Rightarrow F_2 = I l B$$

بنابراین در 45° چرخش اولیه سیم، نیروی وارد بر سیم افزایش می‌یابد. حال از وضعیت دوم هر چقدر بچرخیم نیروی مغناطیسی کاهش می‌یابد. با توجه به شکل‌های رسم شده می‌بینید که جهت نیروی وارد بر سیم، درونسو باقی می‌ماند.



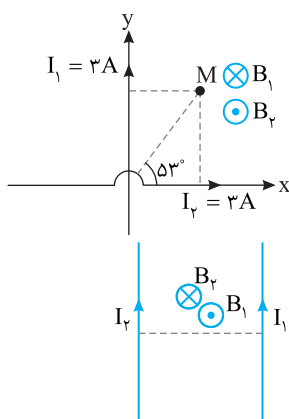
۳۸ (B) برای آن که ریسمان‌ها کشیدگی پیدا نکنند، باید نیروی وزن سیم با نیرویی که میدان مغناطیسی بر سیم وارد می‌کند، خنثی شود، بنابراین نیروی مغناطیسی باید رو به بالا و هم‌اندازه با نیروی وزن باشد:

$$F_B = W \Rightarrow IlB = mg \Rightarrow 2 \times 10^{-2} \times 5 \times B = 0.4 \times 10^{-2} \Rightarrow B = 0.4 \text{ T}$$

با توجه به قاعده دست راست باید میدان مغناطیسی رو به شمال باشد.

۲۹ (B) با توجه به شکل فاصله نقطه M از سیم I_1 بیشتر از فاصله نقطه M از سیم I_2 است. بنابراین میدان مغناطیسی

سیم I_1 از میدان مغناطیسی سیم I_2 کوچک‌تر است. با توجه به قاعده دست راست میدان مغناطیسی سیم I_1 ، درون سیم و میدان مغناطیسی سیم I_2 ، برون سیم است. بنابراین میدان مغناطیسی برآیند درون سیم خواهد بود.

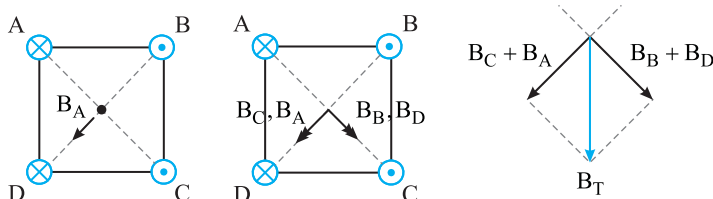


۴۱۰ (A) جریان‌ها همسو بوده و میدان مغناطیسی حاصل از آن‌ها بین دو سیم خلاف جهت هم بوده و در نقطه‌ای بین دو سیم

و نزدیک سیم با جریان کمتر میدان می‌تواند صفر شود بنابراین از کنار هر سیم شروع به حرکت شود. ابتدا به نقطه‌ای می‌رسیم که میدان کل صفر است، پس ابتدا میدان کاهش می‌یابد و از آن نقطه به بعد افزایش می‌یابد.

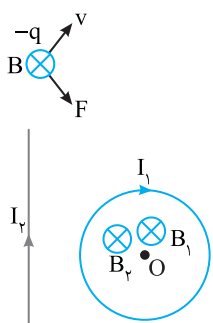
۲۱۱ (B) با استفاده از قاعده دست راست، میدان حاصل از هر سیم را در مرکز مربع بیابید. سپس به شکل‌های زیر نگاه کنید تا نحوه به دست آوردن میدان مغناطیسی خالص برای شما

مشخص شود. (اندازه هر چهار میدان با هم برابر است.)



۲۱۲ (A) ابتدا جهت میدان مغناطیسی برآیند (خالص) ناشی از دو سیم I_1 و I_2 را بین دو سیم در مسیر بار q به کمک

قاعده دست راست مشخص کنید. حق با شماست میدان هر دو سیم درون سیم است و میدان خالص نیز درون سیم است اکنون به کمک قاعده دست چپ برای بار منفی جهت نیروی وارد بر بار q را به دست می‌آوریم.



۱۱۳ (A) با توجه به قاعده دست راست جهت میدان‌های B_1 و B_2 ناشی از جریان‌های I_1 و I_2 در نقطه O درون سیم

بوده و هم‌جهت‌اند. پس دو میدان با هم جمع می‌شود، بنابراین میدان مغناطیسی برآیند (خالص) درون سیم است.

۴۱۴ (A) میدان مغناطیسی در مرکز حلقه در امتداد محور عمود بر حلقه بوده و باریکه الکترون در راستای خط میدان در حرکت است و بر آن نیروی وارد نشده و از مسیر خود منحرف نمی‌شود.

۳۱۵ (A) هر تسلا برابر 10^4 گاوس است، با توجه به رابطه میدان مغناطیسی برای سیم‌لوله داریم:

$$B = \mu_0 \frac{N}{l} I \Rightarrow B = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{2 \times 10^3}{0.2} \times 5 = 2 \times 10^{-4} \text{ T} \Rightarrow B = 2 \times 10^{-4} \text{ T}$$

$$P = RI^2 \Rightarrow 8 = 2 \times I^2 \Rightarrow I = 2 \text{ A}$$

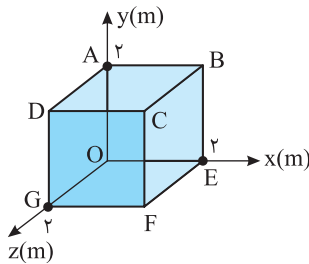
۲۱۶ (A) با استفاده از توان مصرفی مقاومت $R = 2 \Omega$ ، جریان مدار را حساب می‌کنیم.

سیم‌لوله و مقاومت به‌طور متوالی بسته شده‌اند و از سیم‌لوله نیز جریان ۲A می‌گذرد. حال با استفاده از رابطه $B = \mu_0 \frac{N}{l} I$ میدان درون سیم‌لوله را حساب

$$B = \mu_0 \frac{N}{l} I \Rightarrow B = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{3 \times 10^3}{1} \times 2 = 24 \times 10^{-4} \text{ T} = 2.4 \times 10^{-3} \text{ T}$$

می‌کنیم:

۱۱۷ (A) میدان مغناطیسی درون سیم‌لوله در امتداد محور سیم‌لوله است از طرفی جریان سیم در امتداد محور سیم‌لوله است بنابراین نیروی وارد بر سیم صفر است.



۴۱۸ (A) میدان در امتداد محور z است و وجه DGFC نیز در همین امتداد بوده و زاویه بین نیم خط عمود بر وجه DGFC

و میدان B، 90° است، بنابراین شار گذرنده از این وجه صفر است.

۴۱۹ (B) زاویه‌ای که سطح حلقه با خطوط میدان ساخته است 30° است، بنابراین زاویه بین نیم خط عمود بر سطح و میدان برابر $60^\circ = 90^\circ - 30^\circ$ است.

$$\Phi_1 = BA \cos \theta_1 \Rightarrow \Phi_1 = BA \cos 60^\circ \Rightarrow \Phi_1 = BA \times \frac{1}{2} Wb$$

$$\Phi_2 = \sqrt{r} \Phi_1 \Rightarrow BA \cos \theta_2 = \sqrt{r} BA \times \frac{1}{2} \Rightarrow \cos \theta_2 = \frac{\sqrt{r}}{2} \Rightarrow \theta_2 = 30^\circ$$

در حالت دوم شار مغناطیسی $\sqrt{3}$ برابر Φ_1 است از این رو:

بنابراین حلقه $30^\circ - 30^\circ = 0^\circ$ چرخیده است.

۴۲۰ (A) با توجه به شکل (الف) و شکل (ب)، در شکل (ب) تندی حرکت آهنربا بیشتر از شکل (الف) است و جریان القایی مؤثری که گالوانومتر نشان می‌دهد در شکل (ب) بیشتر از

شکل (الف) است در نتیجه این آزمایش نشان می‌دهد که سرعت حرکت آهنربا در جریان القایی مؤثر است.

۴۲۱ (B)

خط‌نک: π رادیان، برابر 180° درجه است، پس $\frac{\pi}{4}$ رادیان، 90° ، $\frac{3\pi}{4}$ رادیان، 135° و $\frac{\pi}{2}$ رادیان، 90° است.

$$t_1 = \frac{1}{200} s \Rightarrow \Phi_1 = 4 \times 10^{-3} \cos 10^\circ \pi \times \frac{1}{200} \Rightarrow \Phi_1 = 4 \times 10^{-3} \cos \frac{\pi}{2} \Rightarrow \Phi_1 = 0$$

$$t_2 = \frac{1}{100} s \Rightarrow \Phi_2 = 4 \times 10^{-3} \cos 10^\circ \pi \times \frac{1}{100} \Rightarrow \Phi_2 = 4 \times 10^{-3} \cos \pi \Rightarrow \Phi_2 = 4 \times 10^{-3} \cos 180^\circ = -4 \times 10^{-3} Wb$$

حال با توجه به قانون القای الکترومغناطیسی فاراده، نیروی محرکه القایی متوسط را حساب می‌کنیم:

$$|\bar{\varepsilon}| = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \xrightarrow{N=1} |\bar{\varepsilon}| = -6 \times \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{t_2 - t_1} \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = \frac{-6 \times (-4 \times 10^{-3} - 0)}{\frac{1}{100} - \frac{1}{200}} \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = 4.8 V$$

۴۲۲ (B) از ترکیب قانون القای الکترومغناطیسی فاراده و قانون اهم خواهیم داشت:

$$\begin{cases} |\bar{\varepsilon}| = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \\ I = \frac{|\bar{\varepsilon}|}{R} \end{cases} \Rightarrow I = N \left| \frac{\Delta \Phi}{R \Delta t} \right| \Rightarrow I \Delta t = \frac{N}{R} |\Delta \Phi| \xrightarrow{\Delta q = I \Delta t} \Delta q = \frac{N}{R} |\Delta \Phi| \Rightarrow \text{و بر اهم} = \text{کولن}$$

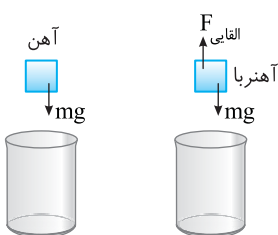
۴۲۳ (A) آهنگ تغییر میدان مغناطیسی یعنی $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ ، از این رو بنا بر قانون القای الکترومغناطیسی فاراده می‌توان نوشت:

$$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -N \frac{\Delta B}{\Delta t} A \cos \theta$$

سطح سیملوله بر میدان عمود و $\cos \theta = 1$ است.

ابتدا نیروی محرکه القایی را به کمک قانون اهم به دست می‌آوریم سپس مقدار به دست آمده را در رابطه بالا قرار می‌دهیم:

$$I = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = IR \Rightarrow \bar{\varepsilon} = 10^{-3} \times 10 \Rightarrow \bar{\varepsilon} = 10^{-2} V, \quad 10^{-2} = |-50 \times 25 \times 10^{-4} \times \frac{\Delta B}{\Delta t}| \Rightarrow \frac{\Delta B}{\Delta t} = 0.008 T/s = 8 mT/s$$



۴۲۴ (B) هر یک از لوله‌ها نقش یک حلقه را دارند که با عبور آهنربا از آن، با تولید جریان القایی به آهنربا نیرویی وارد می‌کنند که این جریان

طبق قانون لنز با عامل تغییر شار یعنی حرکت و سقوط آهنربا مخالف است. پس در طول مسیر آهنربا، نیرویی مخالف وزن به آن وارد می‌شود

که شتاب حرکت آن را کم می‌کند. ولی در مورد آهن معمولی چون پدیده القا رخ نمی‌دهد، با شتاب g سقوط می‌کند و بنابراین سرعت آهنربا

نسبت به آهن کمتر است.

۴۲۵ (A) در صورت مسأله بیان شده که میله با سرعت ثابت به سمت راست کشیده شده است و پرسیده شده که جهت نیروی وارد بر سیم از طرف شخصی که آن را حرکت می‌دهد در

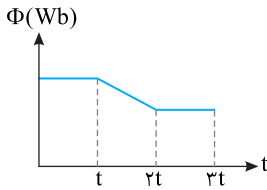
کدام جهت است که واضح است این نیرو به سمت راست می‌باشد!

$$\bar{\varepsilon} = vBI = 20 \times 0.05 \times 0.4 = 0.4 V$$

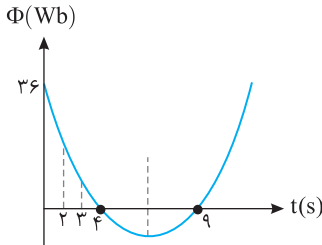
۴۲۶ (B) ابتدا نیروی محرکه القایی را به دست می‌آوریم:

با توجه به جهت حرکت سیم، مساحت افزایش و شار مغناطیسی نیز افزایش می‌یابد. طبق قانون لنز میدان مغناطیسی القایی باید خلاف میدان اولیه و برونسو باشد. طبق قانون دست

راست جهت جریان در جهت (۲) می‌باشد.



۳۲۷ (A) در بازه t تا $3t$ ، شار ثابت است و نیروی محرکه القایی صفر است. در بازه t تا $2t$ شار به طور خطی کاهش می‌یابد، پس شیب خط شار - زمان ثابت و منفی است، بنابراین نیروی محرکه القایی متوسط مثبت است و گزینه (۳) درست است.



خط فک: ابتدا باید معادله شار - زمان را به کمک نمودار بنویسیم. نمودار سهمی است و دو ریشه معادله روی محور زمان مشخص است و به کمک معادله $y = x^2 - sx + p$ که در آن s حاصل جمع دو ریشه و p حاصل ضرب دو ریشه است، معادله شار - زمان را می‌توان نوشت:

۱ ریشه‌های معادله $t = 4s$ و $t = 9s$ است که مجموع آن‌ها $s = 13$ و حاصل ضرب آن‌ها $p = 4 \times 9 = 36$ است و معادله $\Phi = t^2 - 13t + 36$ شار زمان خواهد شد:

۲ ثانیه سوم یعنی بازه زمانی بین $t = 2s$ تا $t = 3s$. اکنون شار را در لحظه $t = 2s$ و $t = 3s$ به دست می‌آوریم.

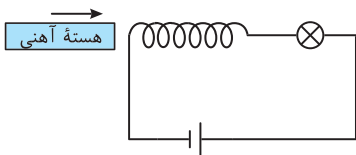
$$t_1 = 2s \Rightarrow \Phi_1 = 4 - 26 + 36 \Rightarrow \Phi_1 = 14 \text{ Wb}$$

$$t_2 = 3s \Rightarrow \Phi_2 = 9 - 39 + 36 \Rightarrow \Phi_2 = 6 \text{ Wb}$$

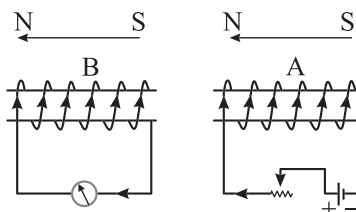
$$\Rightarrow \Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = 6 - 14 = -8 \text{ Wb}$$

$$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \xrightarrow{N=1} \bar{\varepsilon} = -\frac{-8}{3-2} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = 8 \text{ V}$$

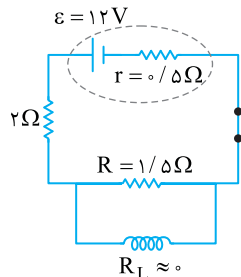
نیروی محرکه القایی متوسط در ثانیه سوم خواهد شد:



۴۲۹ (C) مدار به باتری متصل است و در آن جریان ثابتی برقرار است و میدان مغناطیسی یکنواخت و ثابتی در سیملوله وجود دارد. هنگامی که یک هسته آهنی در سیملوله قرار می‌گیرد، میدان مغناطیسی درون سیملوله افزایش می‌یابد. بنابراین در بازه زمانی‌ای که هسته آهنی وارد سیملوله می‌شود، میدان مغناطیسی زیاد شده، شار مغناطیسی گذرنده از سیملوله افزایش یافته و در آن نیروی محرکه خود - القاوری به وجود می‌آید که با تغییر شار مخالفت می‌کند. این نیروی محرکه خود - القاوری سبب کاهش جریان مدار و کاهش نور لامپ می‌شود. اما پس از استقرار کامل هسته درون سیملوله، تغییر شار از بین رفته، نیروی محرکه خود - القاوری صفر شده و جریان و نور لامپ به حالت اولیه باز می‌گردد.



۴۳۰ (B) جریان‌های روی سیملوله‌های مدار A و B هم‌جهت هستند و دو سیملوله یکدیگر را جذب می‌کنند. در صورتی این اتفاق می‌افتد که جریان مدار در حال کاهش و شار مغناطیسی در حال کاهش باشد. جریان مدار وقتی کم می‌شود که مقاومت رثوستا در حال افزایش باشد.



۳۳۱ (B) در لحظه وصل کلید، به دلیل اثر خود - القاوری در القاگر جریان گذرنده از القاگر ناچیز و تمام جریان مدار از مقاومت

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \Rightarrow I = \frac{12}{3/5 + 0/5} \Rightarrow I = 3 \text{ A}$$

می‌گذرد: $R = 1/5 \Omega$

اما باتری مولد جریان مستقیم است و پس از ثبات جریان و از بین رفتن اثر خود - القاوری، القاگر که بدون مقاومت اهمی است، شبیه اتصال کوتاه عمل کرده و تمام جریان از آن می‌گذرد و جریان مقاومت R صفر می‌شود. در این صورت:

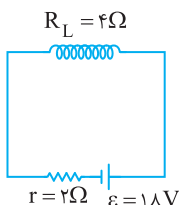
$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \Rightarrow I = \frac{12}{2 + 0/5} \Rightarrow I = 4/8 \text{ A}$$

از این رو جریان مقاومت R بلافاصله پس از وصل کلید ۳ A و سرانجام صفر می‌شود و نمودار گزینه (۳) درست است.

۱۳۲ (B)

خط فک: در این نوع مسائل چیز تازه‌ای مطرح نمی‌شود. شما باید یک‌بار قبل از بستن کلید و بار دیگر بعد از بستن کلید جریان مدار را با توجه به آنچه در الکتریسته جاری خوانده‌اید به دست آورید.

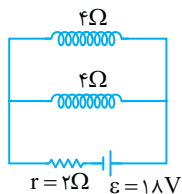
قبل از بستن کلید تنها یک القاگر با مقاومت $R_L = 4 \Omega$ در مدار است و جریان در حالت اول خواهد شد:



$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \Rightarrow I_1 = \frac{18}{4+2} \Rightarrow I_1 = 3 \text{ A}$$

$$U = \frac{1}{2} LI^2 \Rightarrow U_1 = \frac{1}{2} L(3)^2 = U_1 = \frac{1}{2} L(9)$$

انرژی ذخیره شده در القاگر برابر است با:



بعد از بستن کلید دو مقاومت موازی 4Ω در مدار وجود دارد که مقاومت معادل آنها خواهد شد:

$$R_{eq} = \frac{R}{n} \Rightarrow R_{eq} = \frac{4}{2} = 2\Omega$$

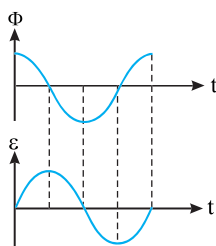
$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow I_r = \frac{18}{2+2} \Rightarrow I_r = \frac{9}{2} A$$

اکنون انرژی ذخیره شده در مجموع القاگرها را حساب می‌کنیم. مقاومت القاگرها، یکسان است پس از هر القاگر جریان $\frac{9}{2} = \frac{9}{4} A$ می‌گذرد. از این‌رو:

$$U_r = \frac{1}{2} LI^2 + \frac{1}{2} LI^2 \Rightarrow U_r = LI^2 = L\left(\frac{9}{4}\right)^2$$

$$\frac{U_1}{U_r} = \frac{\frac{1}{2} L(9)}{L\left(\frac{9}{4}\right)^2} \Rightarrow \frac{U_1}{U_r} = \frac{\frac{9}{2}}{\left(\frac{9}{4}\right)^2} = \frac{8}{9}$$

نسبت انرژی ذخیره شده در القاگر قبل از بسته شدن کلید بر حالتی که کلید بسته است برابر است با:



معادله شار - زمان در مولد جریان متناوب به صورت $\Phi = BA \cos \frac{2\pi}{T} t$ و معادله نیروی محرکه - زمان آن به صورت $\varepsilon = \varepsilon_m \sin \frac{2\pi}{T} t$ است و نمودار آنها به شکل روبه‌رو می‌باشد و در لحظه‌ای که Φ بیشینه است، ε صفر و هنگامی که $\Phi = 0$ است، نیروی محرکه بیشینه است.