



فیزیک یازدهم کنکور

تجربی و ریاضی

بہار

فیزیک ۲ (تجربی)

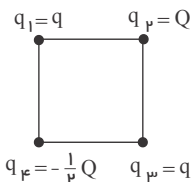
فصل اول : الکتریسیته ساکن ۱

فصل دوم : جریان الکتریکی و مدار های جریان مستقیم ۸

فصل سوم : مغناطیس و القای الکترومغناطیسی ۱۷

فصل اول : الکتریسیته ساکن

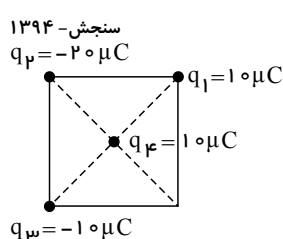
۱ چهار ذره باردار در رأس‌های یک مربع قرار دارند. برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر ذره باردار q_4 صفر است. $\frac{Q}{q}$ کدام است؟ سراسری-۱۳۹۶



۴√۲ (۲)
-۴√۲ (۴)

۲√۲ (۱)
-۲√۲ (۳)

۲ چهار بار الکتریکی نقطه‌ای مطابق شکل روبه‌رو در کنار هم ثابت شده‌اند. اگر طول ضلع مربع $\sqrt{2}$ متر باشد، برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_4 چند نیوتون است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$ سنجش-۱۳۹۴



$(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$

۱٫۸ (۱)
۹ (۲)
۱٫۸√۲ (۳)
۹√۲ (۴)

۳ دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = 4 \mu C$ و $q_2 = 16 \mu C$ در فاصله‌ی ۳۰ سانتی‌متری از هم قرار دارند و برآیند نیروهای الکتریکی که بر بار نقطه‌ای $q_3 = 2 \mu C$ وارد می‌کنند برابر صفر است. اگر q_3 را ۱۰ cm به سمت بار q_2 جابه‌جا کنیم، برآیند نیروهای الکتریکی که بارهای الکتریکی q_1 و q_2 به آن وارد می‌کنند، چند نیوتون می‌شود؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$ سنجش-۱۳۹۴

$(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$

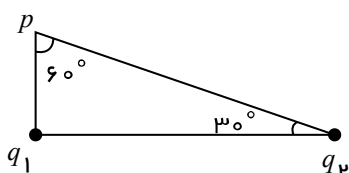
۱۸ (۱) ۲۷ (۲) ۳٫۶ (۳) ۵٫۴ (۴)

۴ در رأس یک مثلث متساوی الاضلاع که طول هر ضلع آن ۴۰ سانتی متر است، ۳ ذره که بار هر کدام برابر $2 \mu C$ است، قرار دارند. بزرگی میدان الکتریکی حاصل از این ذره‌های باردار در وسط هر یک از ضلع‌های مثلث چند نیوتون بر کولن است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$ سنجش-۱۳۹۴

$(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$

۱٫۵ × ۱۰⁴ (۱) ۱٫۵ × ۱۰⁵ (۲) ۳ × ۱۰⁴ (۳) ۳ × ۱۰⁵ (۴)

۵ در شکل روبه‌رو، بزرگی میدان‌های الکتریکی حاصل از بارهای الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 در نقطه p با هم برابرند، اندازه بار الکتریکی q_2 چند برابر اندازه بار الکتریکی q_1 است؟ سنجش-۱۳۹۴



۲ (۲)
۴ (۴)

√۲ (۱)
√۳ (۳)

۶ بارهای الکتریکی نقطه‌ای $4 \mu C$ و $-8 \mu C$ روی محور x به ترتیب در مکان‌های $x = 6 \text{ cm}$ و $x = 12 \text{ cm}$ قرار دارند. بار نقطه‌ای چند میکروکولن را باید در مکان $x = 18 \text{ cm}$ قرار داد تا میدان الکتریکی در مبدأ محور x برابر صفر شود؟ خارج از کشور-۱۳۹۴

۱۸ (۳) -۱۸ (۲) ۵۴ (۴) -۵۴ (۱)

۷ دو گلوله‌ی فلزی کوچک و مشابه که دارای بار الکتریکی می‌باشند، از فاصله‌ی ۳۰ سانتی‌متری، نیروی جاذبه‌ی ۴ نیوتون بر یکدیگر وارد می‌کنند. اگر این دو گلوله را به هم تماس دهیم، بار الکتریکی هر کدام $+3\mu C$ خواهد شد. بار اولیه گلوله‌ها بر حسب میکروکولن کدام است؟

سراسری-۱۳۹۴

$$(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$$

$$-2 \text{ و } 8 \quad (4)$$

$$-3 \text{ و } 9 \quad (3)$$

$$-4 \text{ و } 10 \quad (2)$$

$$-6 \text{ و } 12 \quad (1)$$

۸ بین دو صفحه موازی که به فاصله‌ی ۲ cm از هم قرار دارند، اختلاف پتانسیل الکتریکی ۵۰۰ ولت ایجاد کرده‌ایم. اگر یک ذره‌ی آلفا بین این دو صفحه قرار گیرد، نیروی الکتریکی وارد بر آن چند نیوتون خواهد شد؟ $(e = 1.6 \times 10^{-19} C)$ $(\alpha = {}^4_2He^{2+})$

سراسری-۱۳۹۵

$$4 \times 10^{-15} \quad (4)$$

$$4 \times 10^{-13} \quad (3)$$

$$8 \times 10^{-15} \quad (2)$$

$$8 \times 10^{-13} \quad (1)$$

۹ اگر در یک میدان الکتریکی یکنواخت بار الکتریکی منفی را در جهت میدان الکتریکی جابه‌جا کنیم، انرژی پتانسیل الکتریکی و انرژی جنبشی آن به ترتیب چگونه تغییر می‌کنند؟

سنجش-۱۳۹۴

$$(2) \text{ کاهش می‌یابد - افزایش می‌یابد.}$$

$$(1) \text{ افزایش می‌یابد - کاهش می‌یابد.}$$

$$(4) \text{ افزایش می‌یابد - ممکن است ثابت بماند.}$$

$$(3) \text{ کاهش می‌یابد - ممکن است ثابت بماند.}$$

۱۰ اگر اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر خازنی ۲۵ درصد کاهش یابد، انرژی ذخیره شده در آن چند برابر می‌شود؟

سنجش-۱۳۹۴

$$\frac{\sqrt{3}}{2} \quad (4)$$

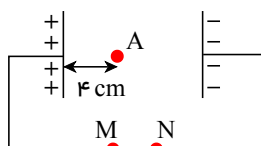
$$\frac{\sqrt{2}}{2} \quad (3)$$

$$\frac{3}{4} \quad (2)$$

$$\frac{9}{16} \quad (1)$$

۱۱ در شکل روبه‌رو، دو صفحه رسانای موازی در فاصله ۱۲ سانتی متری هم قرار دارند و نقطه A بین این دو صفحه مشخص شده است. اگر پتانسیل الکتریکی نقاط M و N به ترتیب صفر و ۶۰ ولت باشد، پتانسیل الکتریکی نقطه A چند ولت است؟

سنجش-۱۳۹۴



$$35 \quad (2)$$

$$20 \quad (1)$$

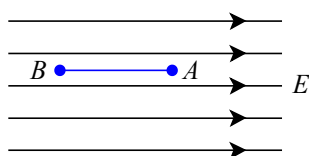
$$45 \quad (4)$$

$$40 \quad (3)$$

۱۲ شکل روبه‌رو، میدان الکتریکی یکنواختی را نشان می‌دهد که در آن بار الکتریکی $-2\mu C$ از نقطه A به نقطه B منتقل می‌شود.

$AB = 50 \text{ cm}$ است و بزرگی نیرویی که از طرف میدان بر بار الکتریکی وارد می‌شود برابر 4×10^{-5} نیوتون می‌باشد. اگر V پتانسیل الکتریکی و انرژی پتانسیل بار الکتریکی باشد، $V_B - V_A$ برابر با چند ولت و $U_B - U_A$ برابر با چند ژول است؟

سنجش-۱۳۹۴



$$-2 \times 10^{-5} \text{ و } 10 \quad (2)$$

$$2 \times 10^{-5} \text{ و } 10 \quad (1)$$

$$-2 \times 10^{-5} \text{ و } -10 \quad (4)$$

$$2 \times 10^{-5} \text{ و } -10 \quad (3)$$

۱۳ در اثر انتقال $+8\mu C$ بار الکتریکی از نقطه A به نقطه B، ۳۲۰ میکروژول انرژی آزاد می‌شود. اگر پتانسیل الکتریکی نقطه A برابر ۲۰۰ ولت باشد، پتانسیل الکتریکی نقطه B چند ولت است؟

سنجش-۱۳۹۴

$$280 \quad (4)$$

$$260 \quad (3)$$

$$160 \quad (2)$$

$$120 \quad (1)$$

۱۴ با تخلیه‌ی قسمتی از بار الکتریکی یک خازن پُر شده، اختلاف پتانسیل دو سر آن ۸۰ درصد کاهش می‌یابد. انرژی این خازن چند درصد کاهش می‌یابد؟

سراسری-۱۳۹۴

$$96 \quad (4)$$

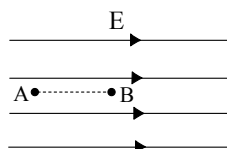
$$80 \quad (3)$$

$$64 \quad (2)$$

$$40 \quad (1)$$

۱۵ در شکل روبه‌رو، در میدان الکتریکی یکنواخت $\frac{5}{C} N$ ، ذره‌ای با بار الکتریکی $q = -5\mu C$ در نقطه B بدون سرعت اولیه رها می‌شود. وقتی این ذره در مسیر مستقیم، ۲۰ سانتی‌متر جابه‌جا شده و به نقطه A می‌رسد، انرژی جنبشی آن چند ژول می‌شود؟ (از اثر گرانش و نیروهای مقاوم در مقابل حرکت ذره صرف‌نظر شود).

خارج از کشور - ۱۳۹۴



- ۱) ۰٫۱ ۲) ۰٫۵
۳) ۰٫۰۱ ۴) ۰٫۰۵

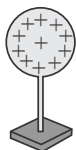
۱۶ در یک میدان الکتریکی یکنواخت، ذره‌ی بارداری به جرم ۰٫۱ گرم، از نقطه‌ای به پتانسیل الکتریکی $+100$ ولت از حال سکون به حرکت در می‌آید و با سرعت ۱۰ متر بر ثانیه به نقطه‌ی دیگری به پتانسیل الکتریکی -100 ولت می‌رسد. اگر در این مسیر نیروی موثر بر ذره فقط حاصل از میدان الکتریکی باشد، بار الکتریکی ذره چند میکروکولن است؟

خارج از کشور - ۱۳۹۵

- ۱) ۲٫۵ ۲) ۴ ۳) ۲۵ ۴) ۴۰

۱۷ در شکل زیر، کره‌ای با بار مثبت، روی پایه‌ی عایقی قرار دارد. شخصی در میدان الکتریکی حاصل از این کره، ذره‌ی باردار مثبت را با سرعت ثابت در راستای افقی از نقطه‌ی B تا A جابه‌جا می‌کند. اگر کار شخص در این میدان W و کار نیروی حاصل از میدان W' و اختلاف پتانسیل الکتریکی $V_A - V_B = \Delta V$ باشد، کدام رابطه درست است؟

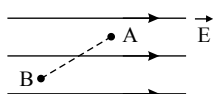
خارج از کشور - ۱۳۹۶



- ۱) $\Delta V > 0$ و $W' > 0$ و $W < 0$ ۲) $\Delta V < 0$ و $W' > 0$ و $W < 0$
۳) $\Delta V > 0$ و $W' < 0$ و $W > 0$ ۴) $\Delta V < 0$ و $W' < 0$ و $W > 0$

۱۸ در شکل زیر، بار الکتریکی $q = -50\mu C$ از نقطه‌ی A به پتانسیل الکتریکی 120 ولت به نقطه‌ی B می‌رود و انرژی پتانسیل الکتریکی آن ΔmJ تغییر می‌کند. پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی B چند ولت است؟

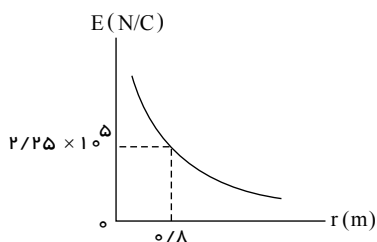
سراسری - ۱۳۹۸



- ۱) ۲۰ ۲) ۱۱۰ ۳) ۱۳۰ ۴) ۲۲۰

۱۹ نمودار تغییرات میدان الکتریکی حاصل از بار الکتریکی q بر حسب فاصله از آن به صورت شکل زیر است. اگر بار الکتریکی $q' = 9\mu C$ را در فاصله ۹۰ سانتی‌متری بار q قرار دهیم، نیرویی که دو ذره‌ی باردار بر یکدیگر وارد می‌کنند، چند نیوتون است؟

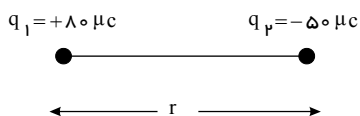
خارج از کشور - ۱۳۹۸



- ۱) ۰٫۱۶ ۲) ۰٫۳۲ ۳) ۱٫۶ ۴) ۳٫۲

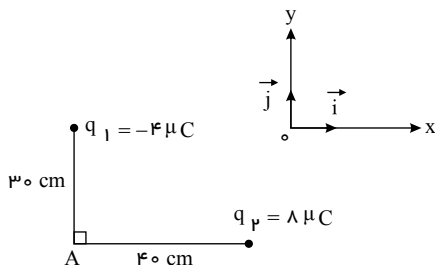
۲۰ مطابق شکل زیر، دو بار الکتریکی در فاصله r ، نیروی جاذبه F بر یکدیگر وارد می‌کنند. اگر با ثابت بودن فاصله، ۲۵ درصد از بار q_1 را به q_2 انتقال دهیم، نیروی جاذبه بین دو بار چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟

خارج از کشور - ۱۳۹۸



- ۱) ۲۵، کاهش ۲) ۲۵، افزایش ۳) ۵۵، کاهش ۴) ۵۵، افزایش

خارج از کشور- ۱۳۹۸

۲۱ در شکل زیر، میدان الکتریکی خالص در نقطه A در SI، کدام است؟ ($k = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$)

$$\vec{E} = 9 \times 10^3 \vec{i} - 8 \times 10^3 \vec{j} \quad (1)$$

$$\vec{E} = -9 \times 10^3 \vec{i} + 8 \times 10^3 \vec{j} \quad (2)$$

$$\vec{E} = 4.5 \times 10^5 \vec{i} - 4 \times 10^5 \vec{j} \quad (3)$$

$$\vec{E} = -4.5 \times 10^5 \vec{i} + 4 \times 10^5 \vec{j} \quad (4)$$

۲۲ فاصله بین صفحات خازنی ۵ mm، مساحت هر یک از صفحه‌های آن ۴۰ cm² و بین صفحات آن هوا است. اگر فاصله بین صفحات خازن

خارج از کشور- ۱۳۹۸

۴ mm کاهش یابد، ظرفیت خازن چند پیکوفاراد افزایش می‌یابد؟

$$(\epsilon_0 = 9 \times 10^{-12} \text{ C}^2 / \text{N} \cdot \text{m}^2)$$

۳۶ (۴)

۲۸٫۸ (۳)

۲۴ (۲)

۷٫۲ (۱)

۲۳ اگر اندازه میدان الکتریکی حاصل از یک بار الکتریکی نقطه‌ای در ۳۰ سانتی‌متری آن، $1.6 \times 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ کمتر از اندازه میدان الکتریکی در ۱۰

سراسری- ۱۳۹۹

سانتی‌متری آن باشد، اندازه میدان الکتریکی در فاصله یک متری آن ذره باردار چند نیوتن بر کولن است؟

۲۴۰ (۴)

۱۸۰ (۳)

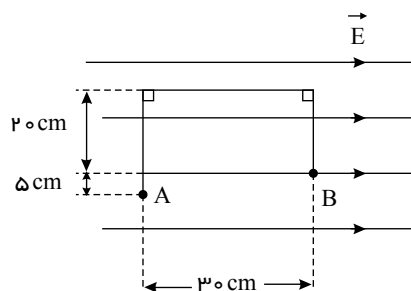
۱۲۰ (۲)

۹۰ (۱)

۲۴ در شکل زیر، در میدان الکتریکی یکنواخت $E = 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ ، بار نقطه‌ای $q = -5 \mu\text{C}$ از طریق مسیر نشان داده شده از نقطه A به نقطه B

سراسری- ۱۳۹۹

منتقل شده است. در این انتقال، انرژی پتانسیل الکتریکی این ذره باردار چند ژول تغییر می‌کند؟



$$+0.15 \quad (1)$$

$$-0.15 \quad (2)$$

$$+0.10 \quad (3)$$

$$-0.10 \quad (4)$$

۲۵ ظرفیت خازنی $12 \mu\text{F}$ و اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحه آن V_1 است. اگر $6 \mu\text{C}$ بار الکتریکی را از صفحه منفی آن به صفحه مثبت

سراسری- ۱۳۹۹

آن انتقال دهیم، انرژی ذخیره شده در آن $28.5 \mu\text{J}$ کاهش می‌یابد. V_1 چند ولت است؟

۲۰ (۴)

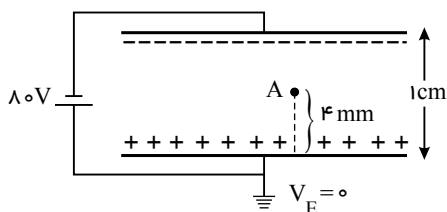
۱۵ (۳)

۱۰ (۲)

۵ (۱)

۲۶ دو صفحه رسانای موازی با ابعاد بزرگ را مطابق شکل زیر به یک باتری وصل کرده‌ایم، پتانسیل نقطه A چند ولت است؟

سراسری- ۱۳۹۹



$$-48 \quad (1)$$

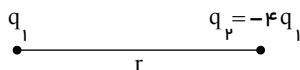
$$-32 \quad (2)$$

$$+32 \quad (3)$$

$$+48 \quad (4)$$

۲۷ در شکل زیر، میدان الکتریکی حاصل از بار q_1 در محل بار q_2 ، E_1 است و میدان الکتریکی حاصل از بار q_2 در محل بار q_1 ، E_2 است. کدام رابطه بین $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$ برقرار است؟

سراسری - ۱۳۹۹



$$\vec{E}_2 = 4\vec{E}_1 \quad (۲)$$

$$\vec{E}_2 = -4\vec{E}_1 \quad (۴)$$

$$\vec{E}_2 = \vec{E}_1 \quad (۱)$$

$$\vec{E}_2 = -\vec{E}_1 \quad (۳)$$

۲۸ یک خازن تخت به یک باتری بسته شده است. پس از مدتی، در حالی که خازن همچنان به باتری متصل است، فاصله بین صفحه‌های خازن را دو برابر می‌کنیم. کدام موارد زیر درست است؟

سراسری - ۱۳۹۹

الف - میدان الکتریکی میان صفحه‌ها نصف می‌شود.

ب - اختلاف پتانسیل میان صفحه‌ها نصف می‌شود.

پ - ظرفیت خازن دو برابر می‌شود.

ت - بار روی صفحه‌ها نصف می‌شود.

(۴) پ و ت

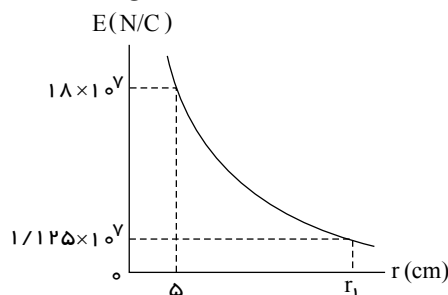
(۳) ب و ت

(۲) الف و ت

(۱) الف و ب

۲۹ نمودار تغییرات میدان الکتریکی حاصل از بار نقطه‌ای q بر حسب فاصله از آن به صورت شکل زیر است. اندازه q چند میکرو کولن و r_1 چند

خارج از کشور - ۱۳۹۹



$$\text{سانتی متر است؟ } (k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$$

(۱) ۱۰،۵۰

(۲) ۲۰،۵۰

(۳) ۱۰،۲۵

(۴) ۲۰،۲۵

۳۰ اختلاف پتانسیل بین دو صفحه خازن را ۱٫۵ برابر می‌کنیم، در نتیجه $20 \mu C$ بر بار ذخیره شده در آن اضافه می‌شود و انرژی آن نیز $200 \mu J$ افزایش می‌یابد. ظرفیت خازن چند میکرو فاراد است؟

خارج از کشور - ۱۳۹۹

(۴) ۲۰

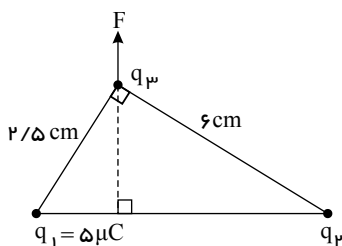
(۳) ۱۵

(۲) ۱۰

(۱) ۵

۳۱ دو ذره باردار q_1 و q_2 مطابق شکل زیر قرار دارند. نیروی الکتریکی خالص (برایند) ناشی از دو ذره به ذره باردار q_3 برابر $\vec{F}$ است. q_2 چند میکرو کولن است؟

خارج از کشور - ۱۳۹۹



(۱) ۱۰۸

(۲) ۲۴

(۳) ۱۲

(۴) ۶

۳۲ ظرفیت خازنی $2 \mu F$ است. اختلاف پتانسیل بین دو صفحه آن را یک ولت افزایش می‌دهیم، انرژی آن $5 \times 10^{-6} J$ افزایش می‌یابد. اختلاف پتانسیل اولیه این خازن چند ولت بوده است؟

خارج از کشور - ۱۳۹۹

(۴) ۲

(۳) ۳

(۲) ۴

(۱) ۵

۳۳ دو بار نقطه‌ای q_1 و $q_2 = 4q_1$ در فاصله r از هم واقع‌اند. میدان الکتریکی ناشی از دو بار در فاصله d_1 از بار q_1 برابر صفر است. اگر فاصله دو بار از هم $2r$ برابر شود، میدان الکتریکی برآیند در فاصله d_2 از بار q_2 برابر صفر می‌شود. d_2 چند برابر d_1 است؟
سراسری-۱۳۹۴

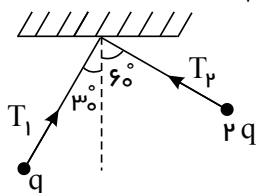
۴ (۴)

۲ (۳)

$\frac{3}{2}$ (۲)

$\frac{4}{3}$ (۱)

۳۴ در شکل زیر، دو آونگ الکتریکی باردار و هم طول، در حالت تعادل قرار دارند. کشش نخ T_1 چند برابر کشش نخ T_2 است؟
سراسری-۱۳۹۵



$\frac{\sqrt{3}}{3}$ (۲)

۲ (۴)

$\frac{1}{2}$ (۱)

$\sqrt{3}$ (۳)

۳۵ دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و $q_2 = 2q_1$ در فاصله r از هم قرار دارند و به هم نیروی دافعه وارد می‌کنند. چند درصد از بار q_2 را به q_1 منتقل کنیم تا در همان فاصله، نیروی دافعه‌ی بین بارهای الکتریکی بیشینه شود؟
خارج از کشور-۱۳۹۵

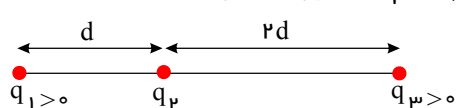
۵۰ (۴)

۴۰ (۳)

۲۵ (۲)

۱۵ (۱)

۳۶ سه بار نقطه‌ای مطابق شکل زیر ثابت شده‌اند. اگر برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_1 هم اندازه برآیند نیروهای خارج از کشور-۱۳۹۵



$q_2 = -q_1$

الکتریکی وارد بر بار q_2 باشد، $\frac{q_3}{q_1}$ کدام است؟

$\frac{13}{8}$ (۲)

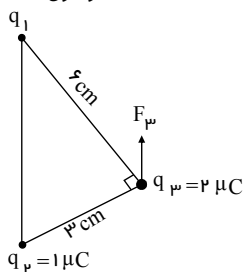
$\frac{72}{13}$ (۴)

$\frac{8}{13}$ (۱)

$\frac{13}{72}$ (۳)

۳۷ در شکل زیر، سه بار نقطه‌ای در سه رأس مثلث قائم‌الزاویه‌ای ثابت شده‌اند. اگر F_3 برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3 موازی خط

سراسری-۱۳۹۶



واصل q_1 و q_2 باشد، F_3 چند نیوتون است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2})$

$8\sqrt{5}$ (۱)

$12\sqrt{5}$ (۲)

$16\sqrt{5}$ (۳)

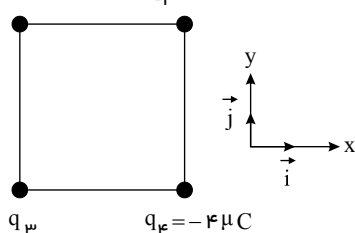
$20\sqrt{5}$ (۴)

۳۸ چهار ذره باردار مطابق شکل زیر در رأس‌های یک مربع به ضلع 20 cm قرار دارند. اگر نیروی الکتریکی خالص وارد بر q_2 در SI به صورت

سراسری-۱۳۹۸

$q_1 = 4\text{ microC}$

$q_2 = -5\text{ microC}$



q_3

$q_4 = -4\text{ microC}$

$\vec{F} = -9\vec{i}$ باشد، q_3 چند میکروکولن است؟ $(k = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2)$

$-8\sqrt{2}$ (۱)

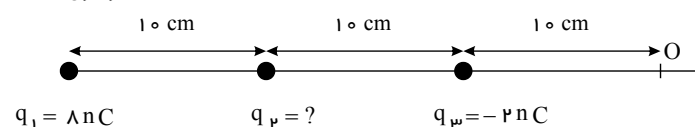
-4 (۲)

4 (۳)

$8\sqrt{2}$ (۴)

۳۹ سه بار نقطه‌ای مطابق شکل زیر ثابت شده‌اند. میدان الکتریکی برآیند حاصل از سه بار در نقطه O برابر $100 N/C$ است. بار q_3 چند نانو

سراسری-۱۳۹۸



$$k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2} \text{ ؟ می‌تواند باشد؟}$$

۱) ۴+

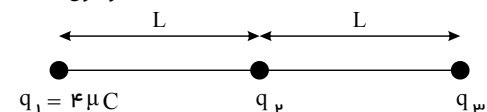
۲) ۲+

۳) ۲-

۴) ۴-

۴۰ در شکل زیر، سه بار نقطه‌ای قرار دارند. برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3 هم‌اندازه نیروی الکتریکی است که بار q_1 بر q_3 وارد می‌کند.

سراسری-۱۳۹۸



۲) ۲

۴) -۸

۱) ۸

۳) -۲

۴۱ بار خازنی به ظرفیت $5 \mu F$ ، ۲۵ درصد افزایش می‌یابد و در اثر آن، به انرژی ذخیره‌شده در خازن افزوده می‌شود. ولتاژ اولیه دو سر

سراسری-۱۳۹۸

خازن چند ولت بوده است؟

۴) ۲۵

۳) ۲۰

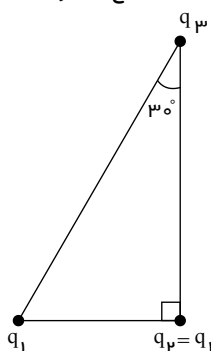
۲) ۱۲٫۵

۱) ۸

۴۲ سه ذره باردار در سه رأس یک مثلث قائم‌الزاویه قرار دارند. بزرگی نیروی الکتریکی که بار q_1 بر q_2 وارد می‌کند، F_1 و بزرگی نیروی

الکتریکی که q_2 به q_3 وارد می‌کند، F_2 است. در صورتی که $F_1 = F_2$ باشد، بزرگی نیرویی که q_1 به q_3 وارد می‌کند، چند برابر F_1 است؟

خارج از کشور-۱۳۹۸



۲) ۱

۴) ۳/۲

۱) ۳/۴

۳) ۴/۳

۴۳ سه ذره باردار $q_1 = 12 \mu C$ ، $q_2 = 3 \mu C$ و q_3 در صفحه $x-y$ به ترتیب در مختصات

$(x_1 = 4 cm, y_1 = 3 cm)$ ، $(x_2 = -8 cm, y_2 = 12 cm)$ و (x_3, y_3) قرار دارند، اگر برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر هر ذره صفر

خارج از کشور-۱۳۹۸

باشد، q_3 چند میکروکولن است؟

۴) $-\frac{16}{3}$

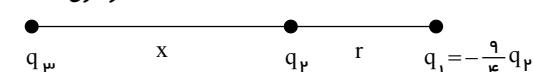
۳) $-\frac{4}{3}$

۲) $\frac{4}{3}$

۱) $\frac{16}{3}$

۴۴ در شکل زیر، برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر هریک از بارهای الکتریکی صفر است. نسبت‌های $\frac{x}{r}$ و $\frac{q_3}{q_2}$ به ترتیب از راست به چپ

سراسری-۱۳۹۹



۴) ۲، -۹

۳) ۲، ۹

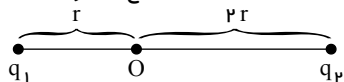
۲) $-\frac{3}{2}$ ، -۹

۱) $\frac{3}{2}$ ، ۹

۴۵ مطابق شکل زیر، دو ذره باردار $q_1 = -2q$ و $q_2 = 6q$ در فاصله $3r$ از هم قرار دارند و بزرگی میدان الکتریکی خالص (برایند) ناشی از دو ذره در نقطه O برابر E_1 است. اگر 50% درصد از بار q_2 به q_1 منتقل شود، بزرگی میدان الکتریکی خالص (برایند) در نقطه O برابر E_2 می‌شود.

$\frac{E_2}{E_1}$ کدام است؟

خارج از کشور - ۱۳۹۹



$\frac{1}{6}$ (۲)

$\frac{1}{14}$ (۱)

$\frac{1}{2}$ (۴)

$\frac{1}{4}$ (۳)

۴۶ دو کره فلزی خیلی کوچک و مشابه دارای بار الکتریکی ناهمنام $q_1 > 0$ و $|q_2| > q_1$ هستند و در فاصله 60 سانتی‌متری هم قرار دارند و برهم نیروی الکتریکی $9 \times 10^{-9} N$ وارد می‌کنند. اگر کره‌ها را بهم تماس دهیم و دوباره به همان فاصله قبلی از هم دور کنیم، نیروی الکتریکی $1/6$

خارج از کشور - ۱۳۹۹

نیوتن به هم وارد می‌کنند. q_1 چند میکروکولن است؟ ($k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$)

۲۰ (۴)

۱۰ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

فصل دوم: جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم

۴۷ نیروی محرکه مولدی $\mathcal{E}$ و مقاومت درونی آن r است. ولت سنج ایده آلی را با یک مقاومت $R = r$ متوالی بسته و مجموعه را به دو سر مولد می‌بندیم. ولت سنج چه عددی را نشان می‌دهد؟

سنجش - ۱۳۹۴

۰ (۴)

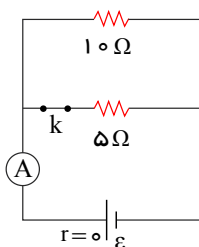
$\frac{2\mathcal{E}}{3}$ (۳)

$\frac{\mathcal{E}}{2}$ (۲)

$\mathcal{E}$ (۱)

۴۸ در شکل روبه رو، آمپرسنج ایده آل $2A$ را نشان می‌دهد. اگر کلید K را باز کنیم. آمپرسنج چند آمپر را نشان می‌دهد؟

سنجش - ۱۳۹۴



0.4 (۲)

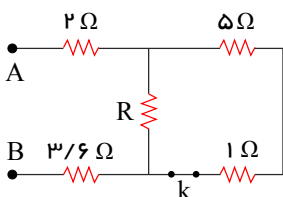
۱ (۱)

1.6 (۴)

0.8 (۳)

۴۹ در شکل روبه رو، اگر کلید K باز شود، مقاومت معادل بین دو نقطه A و B ، 1.2 برابر می‌شود. R چند اهم است؟

سنجش - ۱۳۹۴



۸ (۴)

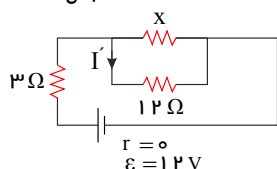
۶ (۳)

۴ (۲)

۲ (۱)

۵۰ در شکل روبه رو، اگر I' برابر با 0.5 آمپر باشد، x چند اهم است؟

سنجش - ۱۳۹۴



۳ (۲)

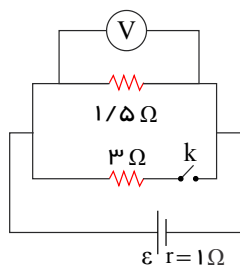
۴ (۱)

۸ (۴)

۶ (۳)

۵۱ در مدار روبه رو، اگر کلید را وصل کنیم، مقداری که ولت سنج ایده آل نشان می دهد چند برابر مقداری است که ولت سنج در حالت قطع بودن کلید نشان می دهد؟

سنجش- ۱۳۹۴



$$\frac{1}{2} \quad (4)$$

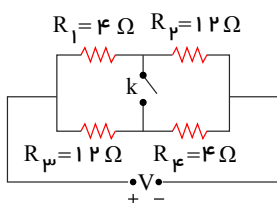
$$\frac{3}{5} \quad (3)$$

$$\frac{5}{6} \quad (2)$$

$$\frac{6}{7} \quad (1)$$

۵۲ در شکل روبه رو، اگر کلید را ببندیم، مقاومت معادل مدار، چند برابر می شود؟

سنجش- ۱۳۹۴



$$\frac{2}{3} \quad (2)$$

$$\frac{1}{2} \quad (1)$$

$$1 \quad (4)$$

$$\frac{3}{4} \quad (3)$$

۵۳ دو مقاومت ۶ اهمی به صورت متوالی به دو سر یک مولد به نیروی محرکه $\varepsilon = 12V$ و مقاومت درونی $r = 3\Omega$ بسته شده است. حال اگر این دو مقاومت را به صورت موازی به هم ببندیم و مجموعه را به دو سر همان مولد ببندیم، افت پتانسیل الکتریکی در مولد، نسبت به حالت اول، چند برابر می شود؟

سنجش- ۱۳۹۴

$$\frac{5}{2} \quad (4)$$

$$\frac{3}{2} \quad (3)$$

$$\frac{2}{3} \quad (2)$$

$$\frac{2}{5} \quad (1)$$

۵۴ ۳ مقاومت الکتریکی مشابه را به صورت متوالی به دو سر اختلاف پتانسیل الکتریکی ثابتی می بندیم و توان مصرفی مجموعه ۶۰ وات می شود. اگر این ۳ مقاومت را به صورت موازی به همان اختلاف پتانسیل وصل کنیم، در این صورت توان مصرفی چند وات خواهد شد؟ (اندازه مقاومت ها ثابت فرض شود.)

سنجش- ۱۳۹۴

$$540 \quad (4)$$

$$180 \quad (3)$$

$$20 \quad (2)$$

$$10 \quad (1)$$

۵۵ از سیمی به طول ۲٫۵ متر و سطح مقطع یک میلی متر مربع شدت جریان ۴ آمپر می گذرد. اگر در این سیم در هر ثانیه ۵ ژول انرژی الکتریکی مصرف شود، مقاومت ویژهی این سیم چند $\Omega \cdot m$ است؟

سنجش- ۱۳۹۴

$$2.50 \times 10^{-4} \quad (4)$$

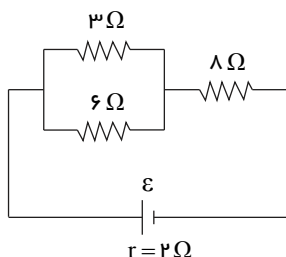
$$2.50 \times 10^{-7} \quad (3)$$

$$1.25 \times 10^{-7} \quad (2)$$

$$1.25 \times 10^{-4} \quad (1)$$

۵۶ اگر در شکل روبه رو، توان مصرفی مقاومت ۶ اهمی برابر ۱٫۵ وات باشد، افت پتانسیل در مولد، برابر با چند ولت است؟

سنجش- ۱۳۹۴



$$1 \quad (1)$$

$$2 \quad (2)$$

$$3 \quad (3)$$

$$4 \quad (4)$$

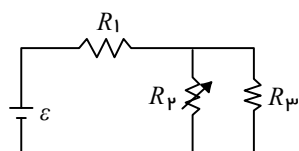
۵۷ مقاومت‌های $R_1 = 12\Omega$, $R_2 = 6\Omega$, $R_3 = 4\Omega$ را به یک باتری با نیروی محرکه $\mathcal{E} = 24V$ و مقاومت درونی $r = 2\Omega$ ، بار اول به طور متوالی و بار دوم به طور موازی می‌بندیم. اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۱۲ اهمی در حالت اول چند برابر اختلاف پتانسیل دو سر این مقاومت در حالت دوم است؟

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) $\frac{1}{3}$

۵۸ سیم فلزی را از دستگاه خاصی عبور داده ایم تا تحت فشار وارده، بدون تغییر حجم، شعاع مقطع سیم از r_1 به r_2 کاهش پیدا کند. با این عمل، مقاومت الکتریکی سیم $\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^n$ برابر می‌شود. n کدام است؟

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

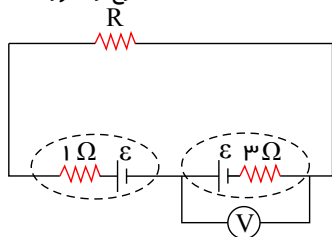
۵۹ در مدار روبه‌رو، مقاومت R_2 را به تدریج افزایش می‌دهیم، ولتاژ دو سر آن چگونه تغییر می‌کند؟



- ۱ ثابت می‌ماند.
۲ افزایش می‌یابد.
۳ کاهش می‌یابد.
۴ بسته به مقاومت درونی مولد، ممکن است افزایش یا کاهش یابد.

خارج از کشور - ۱۳۹۴

۶۰ در مدار روبه‌رو، ولت‌سنج عدد صفر را نشان می‌دهد. مقاومت R چند اهم است؟



- ۱ صفر
۲ ۱
۳ ۲
۴ ۳

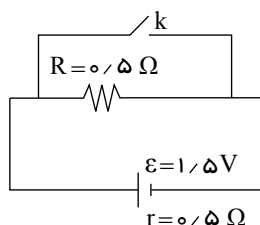
۶۱ سیم‌های فلزی C ، B و A قطر یکسان دارند و به ترتیب از راست به چپ مقاومت ویژه و طول آن‌ها (L, ρ) ، (L, ρ) ، $(2L, 1/5\rho)$ می‌باشد. کدام رابطه بین مقاومت سیم‌ها (R) درست است؟

- ۱ $R_A = 3R_C$, $R_C = 2R_B$ ۲ $R_A = 3R_C$, $R_B = 6R_A$ ۳ $R_A = 3R_C$, $R_B = 2R_C$ ۴ $R_A = 6R_B$, $R_C = 3R_A$

۶۲ حداقل چند مقاومت ۴۰ اهمی را باید به هم وصل کنیم، تا از یک منبع برق ۱۲۰ ولتی، شدت جریان الکتریکی ۱۵ آمپر بگیریم؟

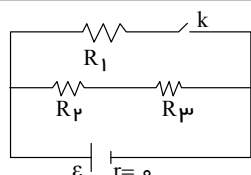
- ۱ ۳ ۲ ۴ ۳ ۵ ۴ ۶

۶۳ در مدار روبه‌رو، ابتدا کلید باز است. در صورتی که کلید بسته شود، اختلاف پتانسیل دو سر مولد چند ولت کاهش می‌یابد؟



خارج از کشور - ۱۳۹۴

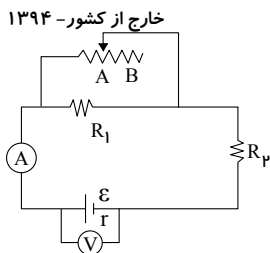
- ۱ صفر
۲ ۰٫۵
۳ ۰٫۷۵
۴ ۱٫۵



۶۴ در شکل روبه‌رو، مقاومت‌ها مشابه‌اند. اگر کلید بسته شود، توان مصرفی مدار چند برابر می‌شود؟

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

۶۵ در مدار روبه‌رو وقتی لغزنده رئوس‌تاً در موقعیت A است، آمپرسنج و ولت‌سنج اعداد I و V را نشان می‌دهند و هنگامی که لغزنده در موقعیت B است، اعداد I' و V' را نشان می‌دهند، کدام یک از موارد زیر درست است؟



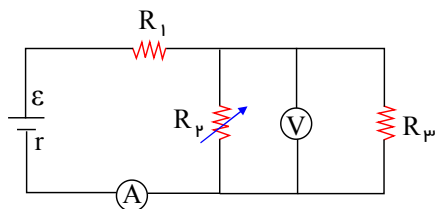
۱ $V' < V, I' > I$

۲ $V' > V, I' < I$

۳ $V' < V, I' < I$

۴ $V' > V, I' > I$

۶۶ در مدار زیر، با افزایش مقاومت R_p ، شدت جریانی که آمپرسنج A نشان می‌دهد و اختلاف پتانسیلی که ولت‌سنج V نشان می‌دهد چگونه تغییر می‌کنند؟ (به ترتیب از راست به چپ)



۱ کاهش - کاهش

۲ کاهش - افزایش

۳ افزایش - افزایش

۴ افزایش - کاهش

۶۷ دو سیم فلزی A و B دارای طول و مقاومت الکتریکی مساوی‌اند. اگر جرم سیم B ، $\frac{2}{3}$ جرم سیم A بوده و چگالی آن $\frac{1}{3}$ چگالی سیم A باشد، مقاومت ویژه‌ی سیم B چند برابر مقاومت ویژه‌ی سیم A است؟

سراسری - ۱۳۹۵

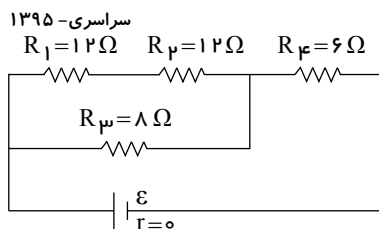
۲ (۴)

۳ (۳)

$\frac{1}{2}$ (۲)

$\frac{1}{3}$ (۱)

۶۸ در مدار زیر، توان مصرفی مقاومت R_p چند برابر توان مصرفی مقاومت R_1 است؟



۲ (۱)

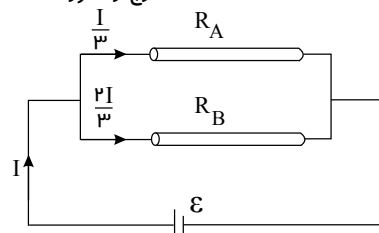
۴ (۲)

۶ (۳)

۸ (۴)

۶۹ مطابق شکل زیر، دو سیم فلزی توپر A و B به طول‌های مساوی به یک مولد متصل‌اند. اگر مقاومت ویژه‌ی سیم A ، ۳ برابر مقاومت ویژه‌ی سیم B باشد، سطح مقطع سیم A چند برابر سطح مقطع سیم B است؟

خارج از کشور - ۱۳۹۵



$\frac{4}{3}$ (۲)

۶ (۴)

$\frac{3}{2}$ (۱)

۲ (۳)

۷۰ روی یک لامپ اعداد ۱۰۰ وات و ۲۰۰ ولت نوشته شده است و با همان ولتاژ روشن است. اگر به علت افت ولتاژ، توان مصرفی لامپ ۱۹ درصد کاهش پیدا کند، افت ولتاژ چند ولت خواهد بود؟

سراسری - ۱۳۹۶

۸۸ (۴)

۲۰ (۳)

۱۹ (۲)

۱۲ (۱)

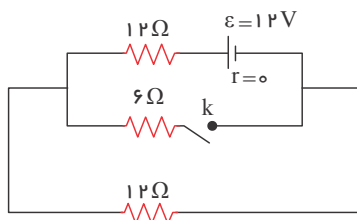
۷۱ اختلاف پتانسیل $17V$ به دو سر یک سیم مسی به طول 30 متر و شعاع مقطع $1mm$ اعمال می‌شود. آهنگ تولید انرژی گرمایی در سیم چند وات است؟ ($\rho = 1.7 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$, $\pi = 3$)
خارج از کشور - ۱۳۹۶

۱۰ (۴)

۱۷۰ (۳)

۱۰۰ (۲)

۱۷۰۰ (۱)



خارج از کشور - ۱۳۹۷

۷۲ در مدار روبه‌رو، با بستن کلید، توان مصرفی مدار چگونه تغییر می‌کند؟

۱ ۳ وات کم می‌شود.

۲ ۶ وات کم می‌شود.

۳ ۳ وات زیاد می‌شود.

۴ ۶ وات زیاد می‌شود.

سراسری - ۱۳۹۸

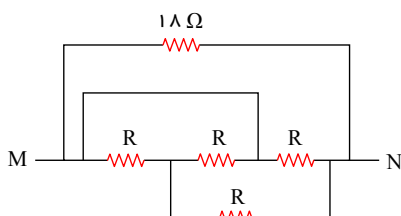
۷۳ در مدار زیر، مقاومت معادل بین دو نقطه M و N برابر $\frac{R}{2}$ است. R چند اهم است؟

۱۸ (۱)

۱۲ (۲)

۶ (۳)

۳ (۴)



۷۴ در مدار زیر، اگر به جای مقاومت 3 اهمی، مقاومت 6 اهمی قرار دهیم، اعدادی که آمپرسنج و ولت‌سنج نشان می‌دهند، به ترتیب چه تغییری می‌کنند؟

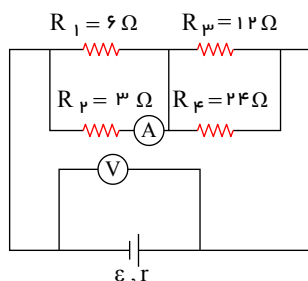
سراسری - ۱۳۹۸

۱ افزایش - کاهش

۲ کاهش - افزایش

۳ کاهش - کاهش

۴ افزایش - افزایش



۷۵ ولت‌سنجی آرمانی، اختلاف پتانسیل دو سر یک باتری را که به مداری وصل نیست، 12 ولت نشان می‌دهد. حال اگر یک مقاومت 8 اهمی را به دو سر آن ببندیم، ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو سر باتری را 9.6 ولت نشان می‌دهد. مقاومت درونی باتری چند اهم است؟
خارج از کشور - ۱۳۹۸

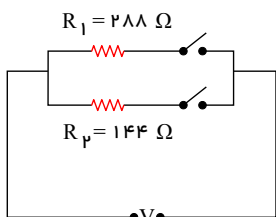
۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۷۶ در مدار زیر، با بستن هر دو کلید یا یکی از آن‌ها می‌توان سه توان مصرفی در مدار ایجاد کرد. نسبت بیشترین توان مصرفی مدار به کمترین توان مصرفی کدام است؟
خارج از کشور - ۱۳۹۸



۲ (۲)

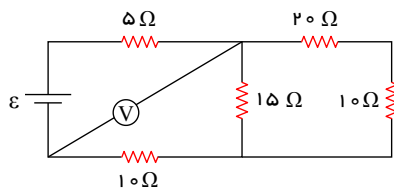
۴ (۴)

۱/۵ (۱)

۳ (۳)

۷۷ در مدار زیر، ولت‌سنج آرمانی ۶ ولت را نشان می‌دهد. ولتاژ دو سر مولد چند ولت است؟

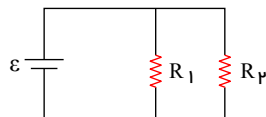
خارج از کشور - ۱۳۹۸



- ۱) ۳٫۰
۲) ۴٫۵
۳) ۵٫۰
۴) ۷٫۵

۷۸ در مدار زیر، یک باتری آرمانی با $\varepsilon = 20V$ و $R_1 = 100k\Omega$ و $R_p = 2M\Omega$ قرار دارند. جریانی که از باتری می‌گذرد، چند میلی‌آمپر است؟

خارج از کشور - ۱۳۹۸



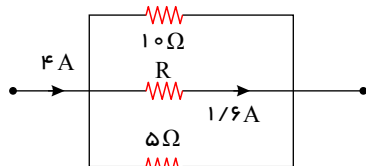
- ۱) ۰٫۲۱
۲) ۲٫۱
۳) ۲۱
۴) ۲۱۰

۷۹ روی یک لامپ عددهای ۲۲۰V و ۱۰۰W ثبت شده است. اگر این لامپ به اختلاف پتانسیل ۲۰۰V وصل شود، با فرض ثابت ماندن مقاومت لامپ، در مدت ۱۱ ساعت چند کیلووات ساعت انرژی مصرف می‌کند؟

خارج از کشور - ۱۳۹۸

- ۱) $\frac{10}{121}$
۲) $\frac{10}{11}$
۳) ۱۰
۴) ۱۱

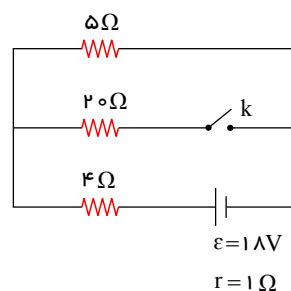
۸۰ شکل زیر، قسمتی از یک مدار الکتریکی است. انرژی که در مدت ۲۵ دقیقه در مقاومت R مصرف می‌شود، چند کیلوژول است؟ سراسری - ۱۳۹۹



- ۱) ۴٫۸
۲) ۹٫۶
۳) ۱۹٫۲
۴) ۲۷٫۴

۸۱ در مدار زیر، با بستن کلید، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۵ اهمی چگونه تغییر می‌کند؟

سراسری - ۱۳۹۹



- ۱) ۸ ولت کاهش می‌یابد.
۲) ۸ ولت افزایش می‌یابد.
۳) یک ولت کاهش می‌یابد.
۴) یک ولت افزایش می‌یابد.

۸۲ مقاومت الکتریکی سیمی ۶Ω است. $\frac{3}{4}$ سیم را بریده و کنار می‌گذاریم و $\frac{1}{4}$ باقی‌مانده را از دستگاهی عبور می‌دهیم تا آن را یکنواخت نازک کرده و طولش را به طول سیم اولیه برساند. با ثابت ماندن دما، مقاومت سیم جدید چند اهم می‌شود؟ سراسری - ۱۳۹۹

- ۱) ۹
۲) ۱۲
۳) ۱۸
۴) ۲۴

۸۳ یک ولت‌سنج به مقاومت $60k\Omega$ را به دوسر یک باتری با نیروی محرکه ۶ ولت و مقاومت درونی ۳Ω می‌بندیم. مرتبه بزرگی تعداد الکترون‌هایی که در هر دقیقه از این ولت‌سنج می‌گذرند، چقدر است؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19} C$) سراسری - ۱۳۹۹

- ۱) 10^{16}
۲) 10^{17}
۳) 10^{18}
۴) 10^{19}

۸۴ یک مقاومت ۲۵ اهمی را به یک باتری می‌بندیم، جریان $2A$ از آن عبور می‌کند. اگر یک مقاومت ۱۰۰ اهمی را با مقاومت ۲۵ اهمی موازی ببندیم، جریانی که در این حالت از مقاومت ۲۵ اهمی عبور می‌کند، $1,92A$ می‌شود. توان خروجی باتری در مدار دوم چند وات بیشتر از توان خروجی باتری در مدار اول است؟

سراسری - ۱۳۹۹

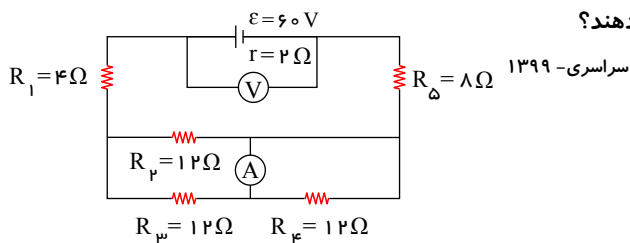
۲۴ (۴)

۱۵,۲ (۳)

۴,۸ (۲)

۲ (۱)

۸۵ در مدار زیر، ولت‌سنج آرمانی و آمپرسنج آرمانی چه اعدادی را نشان می‌دهند؟



سراسری - ۱۳۹۹

۱,۵A, ۵۴V (۱)

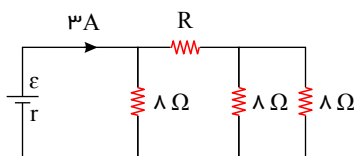
۱,۵A, ۵۵V (۲)

۳A, ۵۴V (۳)

۳A, ۵۵V (۴)

سراسری - ۱۳۹۹

۸۶ در شکل روبه‌رو، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R ، ۱۲ ولت‌سنج است، R چند اهم است؟



۶ (۲)

۱۲ (۴)

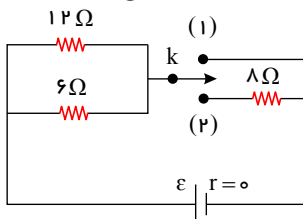
۴ (۱)

۸ (۳)

۸۷ در مدار شکل زیر، ابتدا کلید در حالت (۱) قرار دارد و توان خروجی باتری P_1 است. اگر کلید در حالت (۲) قرار گیرد، توان خروجی باتری

خارج از کشور - ۱۳۹۹

P_2 می‌شود. $\frac{P_2}{P_1}$ چقدر است؟

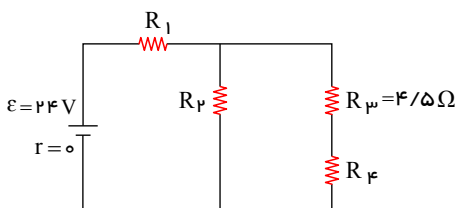
 $\frac{2}{3}$ (۲) $\frac{1}{3}$ (۴)

۲ (۱)

 $\frac{1}{2}$ (۳)

خارج از کشور - ۱۳۹۹

۸۸ در مدار زیر، توان مصرفی هریک از مقاومت‌ها یکسان است. جریان عبوری از مقاومت R_2 چند آمپر است؟



۱ (۱)

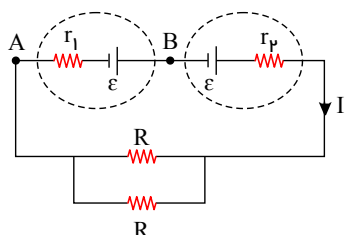
۲ (۲)

۳ (۳)

۴ (۴)

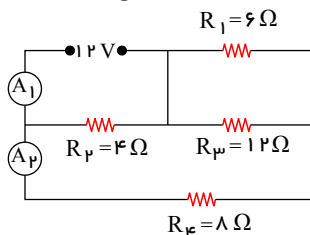
خارج از کشور - ۱۳۹۹

۸۹ در مدار زیر، اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و B برابر صفر است. کدام مورد درست است؟

 $R = 2r_1 = 2r_2$ (۱) $R = 2(r_1 - r_2)$ (۲) $R = r_1 = r_2$ (۳) $R = r_1 - r_2$ (۴)

۹۰ در مدار زیر، آمپرسنج‌های آرمانی A_1 و A_2 به ترتیب چند آمپر را نشان می‌دهند؟

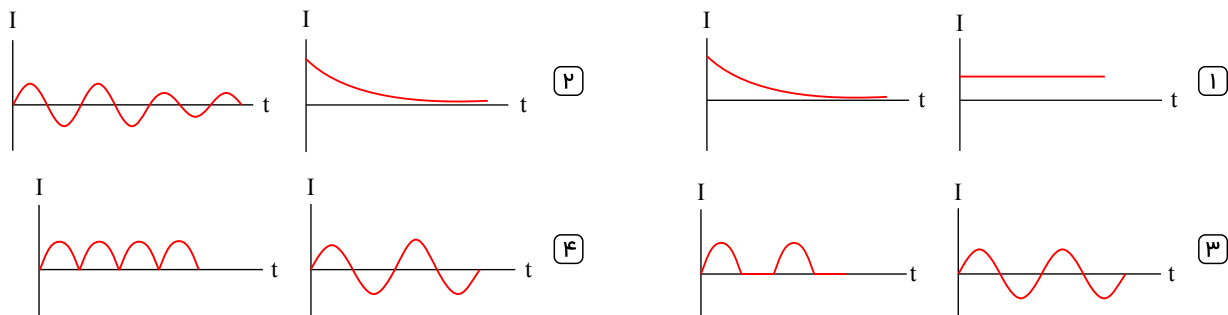
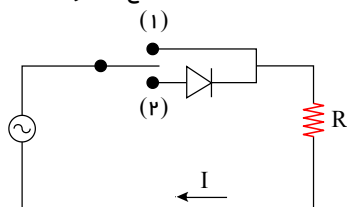
خارج از کشور - ۱۳۹۹



- ۱) ۱ و ۳
۲) ۱٫۵ و ۳
۳) ۱ و ۴
۴) ۱٫۵ و ۴

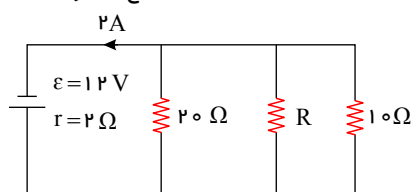
۹۱ در شکل زیر، ابتدا کلید در حالت (۱) قرار می‌گیرد و سپس در حالت (۲) قرار می‌گیرد. نمودار جریان الکتریکی به ترتیب به کدام صورت خواهد بود؟

خارج از کشور - ۱۳۹۹



۹۲ در شکل زیر، در مقاومت R در هر دقیقه چند ژول انرژی مصرف می‌شود؟

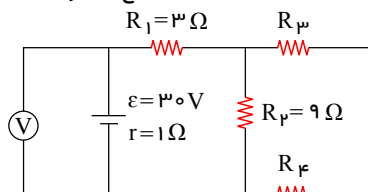
خارج از کشور - ۱۳۹۹



- ۱) ۶۴۸
۲) ۵۲۶
۳) ۴۷۲
۴) ۳۸۴

۹۳ در مدار زیر، اگر ولت‌سنج آرمانی ۲۷ ولت را نشان دهد و توان مصرفی مقاومت R_4 برابر ۶ وات باشد، اندازه مقاومت R_3 چند اهم است؟

خارج از کشور - ۱۳۹۹



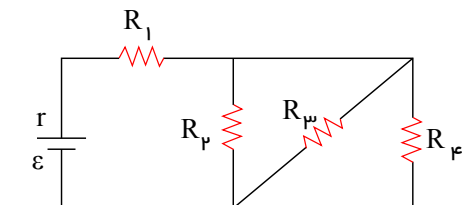
- ۱) ۶
۲) ۹
۳) ۱۲
۴) ۱۸

۹۴ نیروی محرکه مولدی ۲۴ ولت و بیش‌ترین توان خروجی ممکن برای آن ۳۶ وات است. اگر مقاومت $R = 8\Omega$ را به دو سر این مولد ببندیم. اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر مولد چند ولت خواهد شد؟

سنجش - ۱۳۹۴

- ۱) ۱۸
۲) ۱۶
۳) ۱۲
۴) ۲

۹۵ در مدار روبه‌رو، شدت جریان گذرنده از مقاومت R_p ، ۲۰ درصد شدت جریان گذرنده از مقاومت R_1 است و شدت جریان عبوری از مقاومت‌های R_p و R_f با هم برابر است. اگر P توان مصرفی در مقاومت‌ها باشد، کدام مورد الزاماً درست است؟



$$P_1 > P_3 > P_f \quad (1)$$

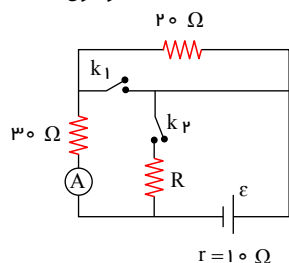
$$P_p = P_f < P_1 \quad (2)$$

$$P_p = P_f > P_1 \quad (3)$$

$$P_1 < P_p < P_f \quad (4)$$

۹۶ در شکل روبه‌رو، وقتی هر دو کلید باز هستند، یا هر دو کلید بسته هستند، آمپرسنج ایده‌آل $2A$ را نشان می‌دهد. مقاومت R چند اهم است؟

سراسری-۱۳۹۴



$$60 \quad (1)$$

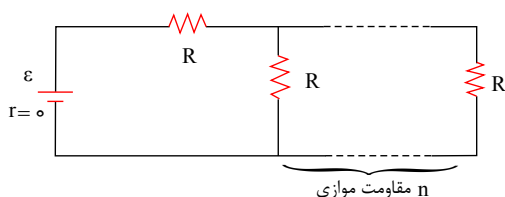
$$40 \quad (2)$$

$$15 \quad (3)$$

$$10 \quad (4)$$

۹۷ در مدار روبه‌رو، اگر n به $n+1$ تبدیل شود، شدت جریان عبوری از باتری $\frac{16}{15}$ برابر می‌شود. n کدام است؟

سراسری-۱۳۹۶



$$5 \quad (1)$$

$$4 \quad (2)$$

$$3 \quad (3)$$

$$2 \quad (4)$$

۹۸ از سیمی به طول ۲۵ متر که اختلاف پتانسیل ۳ ولت در دو سر آن برقرار است، جریان 1.2 آمپر عبور می‌کند، اگر مقاومت ویژه سیم $1.8 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ و چگالی آن $8 \frac{g}{cm^3}$ باشد، جرم سیم چند گرم است؟

خارج از کشور-۱۳۹۶

$$72 \quad (4)$$

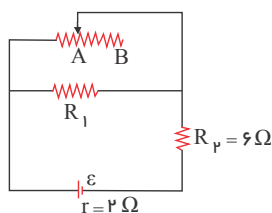
$$54 \quad (3)$$

$$36 \quad (2)$$

$$18 \quad (1)$$

۹۹ در مدار روبه‌رو، وقتی لغزنده‌ی رئوس‌تاز نقطه‌ی A به نقطه‌ی B برده شود، توان مصرفی مقاومت R_1 و توان خروجی مولد به ترتیب چه تغییری می‌کنند؟

سراسری-۱۳۹۶



$$\text{کاهش - افزایش} \quad (1)$$

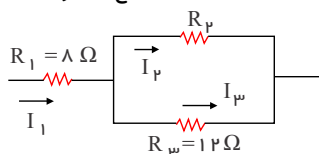
$$\text{کاهش - کاهش} \quad (2)$$

$$\text{افزایش - کاهش} \quad (3)$$

$$\text{افزایش - افزایش} \quad (4)$$

۱۰۰ در مدار زیر، اگر انرژی مصرفی در مقاومت R_1 در یک مدت معین، ۳ برابر انرژی مصرفی در مقاومت R_p در همان مدت باشد، R_p چند اهم می‌تواند باشد؟

خارج از کشور-۱۳۹۶



$$12 \quad (2)$$

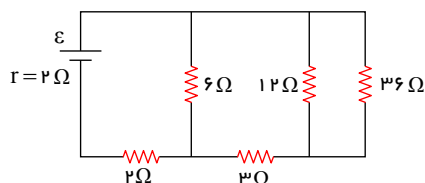
$$9 \quad (1)$$

$$24 \quad (4)$$

$$15 \quad (3)$$

۱۳۹۸ - سراسری

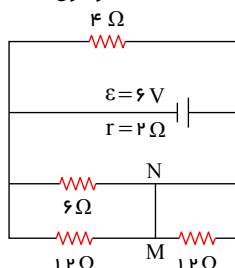
۱۰۱ در مدار زیر، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومتی که بیشترین توان در آن تلف می‌شود، ۱۲ ولت است. $\mathcal{E}$ چند ولت است؟



- ۱۲ (۱)
۱۸ (۲)
۲۰ (۳)
۲۴ (۴)

۱۳۹۸ - سراسری

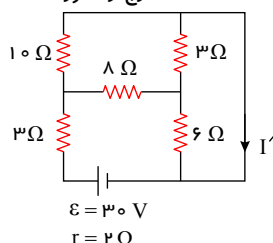
۱۰۲ در مدار زیر، جریان الکتریکی که از سیم رابط MN می‌گذرد، چند آمپر است؟



- ۰٫۲۵ (۱)
۰٫۵۰ (۲)
۰٫۷۵ (۳)
۱٫۵ (۴)

۱۳۹۸ - خارج از کشور

۱۰۳ در مدار روبه‌رو، جریان I' چند آمپر است؟

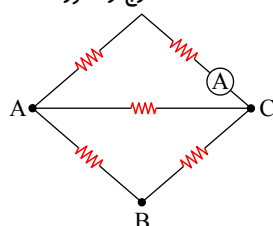


- ۱ (۱)
۱٫۵ (۲)
۲٫۵ (۳)
۳ (۴)

۱۰۴ در شکل زیر، هریک از مقاومت‌ها، ۶ اهمی‌اند. یک باتری آرمانی یک بار بین دو نقطه A و B و بار دوم بین دو نقطه A و C بسته می‌شود.

۱۳۹۹ - خارج از کشور

جریانی که آمپرسنج آرمانی نشان می‌دهد، در حالت دوم چند برابر حالت اول است؟



- $\frac{1}{3}$ (۱)
 $\frac{5}{3}$ (۳)
 $\frac{5}{2}$ (۲)
۳ (۴)

فصل سوم : مغناطیس و القای الکترومغناطیسی

۱۰۵ دو سر سیمی به طول ۶۰ سانتی‌متر را به هم بسته‌ایم و با آن یک قاب مستطیل شکل تک دور درست کرده‌ایم، به طوری که طول آن دو برابر

عرض آن است. اگر قاب حاصل در یک میدان مغناطیسی یکنواخت با بزرگی $0.2T$ عمود بر راستای میدان قرار گیرد و در مدت $0.1s$ بچرخد

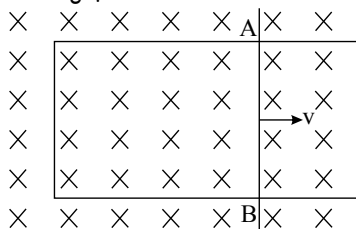
سنجش - ۱۳۹۴

تا سطح آن موازی خطوط میدان گردد، اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی متوسط ایجاد شده در قاب، چند ولت خواهد بود؟

- ۰٫۰۲ (۱)
۰٫۰۴ (۲)
۰٫۰۶ (۳)
۰٫۰۸ (۴)

۱۰۶ در شکل روبه رو میدان مغناطیسی ۰.۰۲ تسلا و درون سو است. اگر طول AB از میله رسانای مستقیم برابر ۴۰ cm و میله با سرعت $۵\frac{m}{s}$ روی رسانای U شکل در جهت نشان داده شده، در حرکت باشد، جریان القایی در آن در کدام جهت و نیروی محرکه القایی چند ولت است؟

سنجش - ۱۳۹۴

۲ از A به B ، ۰.۰۴ ۴ از A به B ، ۰.۰۲ ۱ از A به B ، ۰.۰۴ ۳ از B به A ، ۰.۰۲

۱۰۷ درون سیملوله‌ای که دارای ۵۰۰ حلقه است، میدان مغناطیسی با آهنگ ۰.۲ تسلا بر ثانیه کاهش می‌یابد. اگر نیروی محرکه القایی در سیملوله ۱ ولت باشد، مساحت هر حلقه چند سانتی‌متر مربع است؟

سنجش - ۱۳۹۴

۴ ۲۵

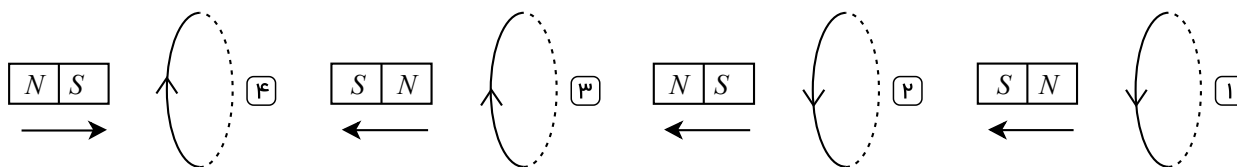
۳ ۲۰

۲ ۱۰

۱ ۵

سنجش - ۱۳۹۴

۱۰۸ کدام شکل، جهت جریان القایی در حلقه را درست نشان می‌دهد؟



۱۰۹ پیچ‌های شامل ۲۰۰ حلقه است. وقتی شار مغناطیسی داخل آن بطور منظم ۰.۰۲ وبر کاهش یابد، بار الکتریکی القایی ۰.۵ کولن در آن شارش پیدا می‌کند. مقاومت الکتریکی این پیچ چند اهم است؟

سنجش - ۱۳۹۴

۴ ۴

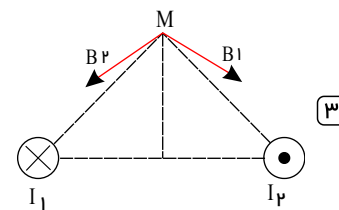
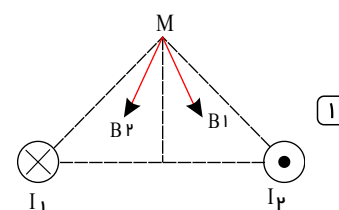
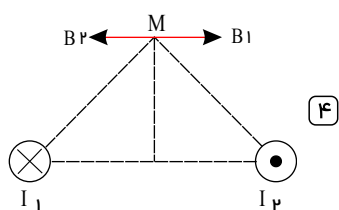
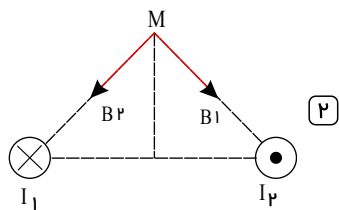
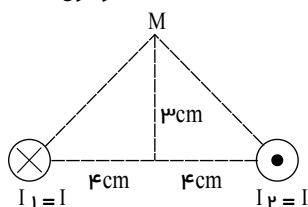
۳ ۲

۲ ۸

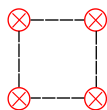
۱ ۱۶

۱۱۰ دو سیم موازی بسیار بلند، حامل جریان I ، مطابق شکل زیر عمود بر صفحه قرار دارند. بردار میدان مغناطیسی هر یک از دو سیم در نقطه M در کدام شکل درست است؟

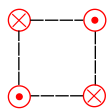
سراسری - ۱۳۹۴



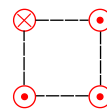
۱۱۱ شکل‌های زیر، چهار آرایش را نشان می‌دهد که در آن سیم‌های موازی حامل جریان I در گوشه‌های مربع‌های مشابه قرار گرفته‌اند و سیم‌ها بلند و همگی عمود بر صفحه‌اند. در کدام شکل بزرگی میدان مغناطیسی برآیند در مرکز مربع بیش‌ترین مقدار را دارد؟



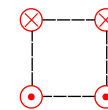
(۴)



(۳)



(۲)



(۱)

۱۱۲ حلقه‌ای به قطر 20 cm در یک میدان مغناطیسی یکنواخت طوری قرار دارد که خطوط میدان بر سطح حلقه عمود است. اگر مقاومت الکتریکی حلقه 3Ω باشد، میدان مغناطیسی با آهنگ چند تسلا بر ثانیه تغییر کند، تا جریان 2 A در حلقه القا شود؟ ($\pi = 3$)

سراسری-۱۳۹۴

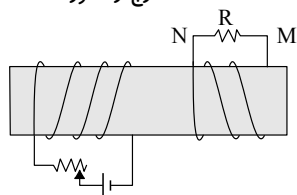
(۴) ۸

(۳) ۲

(۲) ۰٫۸

(۱) ۰٫۲

۱۱۳ در شکل زیر دو سیم‌لوله روی یک هسته آهنی و جدا از هم پیچیده شده‌اند. لغزنده رئوس را از نقطه‌ای که ثابت مانده بود، در مدت Δt به سمت چپ حرکت می‌دهیم. اگر جریان القایی عبوری از مقاومت R قبل از حرکت لغزنده، I_1 و ضمن حرکت لغزنده، I_2 باشد، I_1 و I_2 به ترتیب چگونه‌اند؟

(۱) $I_1 = 0$ و I_2 در جهت N به M (۲) $I_1 = 0$ و I_2 در جهت M به N (۳) I_1 مقدار ثابت و در جهت M به N و I_2 هم جهت با I_1 و بیشتر از آن(۴) I_1 مقدار ثابت و در جهت N به M و I_2 خلاف جهت I_1 و کمتر از آن

۱۱۴ از سیم‌لوله‌ای به ضریب خودالقایی 0.4 هانری جریان متناوبی می‌گذرد که معادله‌ی آن در SI به صورت $I = 5 \sin(50\pi t)$ است. بیشینه‌ی انرژی سیم‌لوله چند میلی‌ژول است؟

خارج از کشور-۱۳۹۶

(۴) ۵۰۰

(۳) ۲۰۰

(۲) ۵۰

(۱) ۲۰

۱۱۵ یک آهنربای میله‌ای مطابق شکل زیر، روی یک میز قرار دارد. یک عقربه مغناطیسی که آزادانه می‌تواند حول محور قائم بچرخد، به آرامی روی مسیر دایره‌ای شکل به دور آهنربا یک دور می‌چرخد. در این مسیر عقربه چند درجه دوران می‌کند؟

سراسری-۱۳۹۶



(۴) ۷۲۰

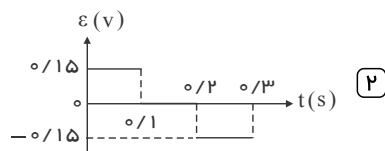
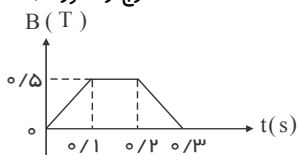
(۳) ۳۶۰

(۲) ۲۷۰

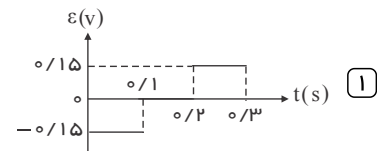
(۱) ۱۸۰

۱۱۶ یک حلقه به شعاع 10 سانتی‌متر و مقاومت 5Ω به‌طور عمود بر یک میدان مغناطیسی قرار دارد و میدان مغناطیسی مطابق شکل زیر تغییر می‌کند. نمودار نیروی محرکه‌ی القا شده در حلقه، کدام است؟ ($\pi = 3$)

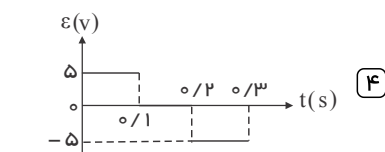
خارج از کشور-۱۳۹۶



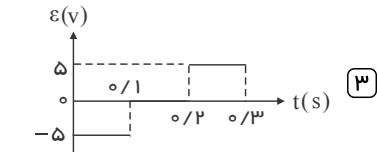
(۲)



(۱)



(۴)



(۳)

۱۱۷ پروتونی تحت زاویه‌ی 90° نسبت به یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی $20mT$ حرکت می‌کند و نیروی مغناطیسی $1.6 \times 10^{-16} N$ به آن وارد می‌شود. انرژی جنبشی پروتون چند الکترون ولت است؟

سراسری-۱۳۹۵

$$(m_p = 1.7 \times 10^{-27} kg, e = 1.6 \times 10^{-19} C)$$

۱۷ [۴]

۸٫۵ [۳]

۵ [۲]

۲٫۵ [۱]

۱۱۸ معادله شار مغناطیسی عبوری از یک پیچه که شامل ۶۰ حلقه است، در SI به صورت $\Phi = 4 \times 10^{-3} \cos 100\pi t$ است. اندازه نیروی

سراسری-۱۳۹۸

محركه القایی متوسط در پیچه در بازه زمانی $t_1 = \frac{1}{200} s$ تا $t_2 = \frac{1}{100} s$ چند ولت است؟

۴۸ [۴]

۲۴ [۳]

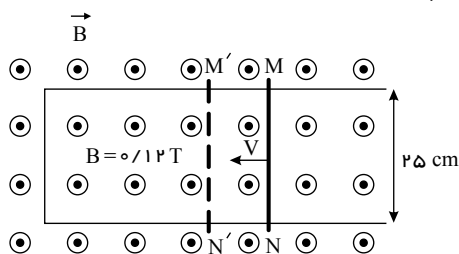
۴٫۸ [۲]

۲٫۴ [۱]

۱۱۹ میله فلزی MN را روی رسانای U شکل با سرعت ثابت v در مدت Δt از وضع MN به وضع $M'N'$ در می‌آوریم. اگر نیروی محركه القاء

سراسری-۱۳۹۸

شده 0.15 ولت باشد، سرعت حرکت میله چند متر بر ثانیه و جهت جریان القا شده در میله، کدام است؟

۵ و از N به طرف M [۱]۵ و از M به طرف N [۲]۷٫۵ و از N به طرف M [۳]۷٫۵ و از M به طرف N [۴]

۱۲۰ سطح حلقه‌های پیچه‌ای که دارای ۱۰۰۰ حلقه است، عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی که اندازه آن $0.4T$ است، قرار دارد. میدان

مغناطیسی در مدت $0.1s$ در خلاف جهت اولیه می‌رسد. اگر مساحت هر حلقه پیچه $50cm^2$ باشد، بزرگی نیروی محركه القایی متوسط در

سراسری-۱۳۹۸

پیچه، چند ولت است؟

۴۰ [۴]

۴ [۳]

۰٫۴ [۲]

صفر [۱]

۱۲۱ ذره‌ای به جرم 5 گرم که دارای بار $-50\mu C$ است، در یک میدان مغناطیسی یکنواخت، با سرعت $10^3 m/s$ در راستای افقی از

جنوب به شمال پرتاب می‌شود. جهت و اندازه میدان، کدام یک از موارد زیر می‌تواند باشد تا نیروی مغناطیسی نیروی وزن را خنثی کند و ذره در

خارج از کشور-۱۳۹۸

مسیر مستقیم به حرکت خود ادامه دهد؟

۰٫۴ تسلا در راستای افقی از غرب به شرق [۲]

۰٫۴ تسلا در راستای افقی از شرق به غرب [۱]

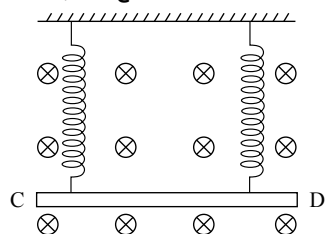
۴۰ تسلا در راستای افقی از غرب به شرق [۴]

۴۰ تسلا در راستای افقی از شرق به غرب [۳]

۱۲۲ مطابق شکل زیر، میله CD به جرم 160 گرم و طول 80 سانتی‌متر به دو فنر مشابه آویخته شده و در یک میدان مغناطیسی یکنواخت که

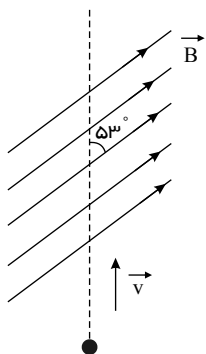
اندازه آن 0.4 تسلا است، به صورت افقی قرار دارد. از میله جریان چند آمپر و در چه جهتی عبور کند تا از طرف میله بر فنرها نیرویی وارد

خارج از کشور-۱۳۹۸

نشود؟ ($g = 10 m/s^2$)۵ و از C به طرف D [۱]۵ و از D به طرف C [۲]۲ و از C به طرف D [۳]۲ و از D به طرف C [۴]

۱۲۳ بار الکتریکی $q = 25 \mu C$ با سرعت $2 \times 10^5 \frac{m}{s}$ مطابق شکل زیر وارد یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی $B = 10^4 G$ می شود. در لحظه ورود به میدان، جهت نیروی مغناطیسی وارد بر ذره چند نیوتون و در کدام جهت است؟ ($\sin 53^\circ = 0.8$)

خارج از کشور - ۱۳۹۸



۱ و ۲۵۰

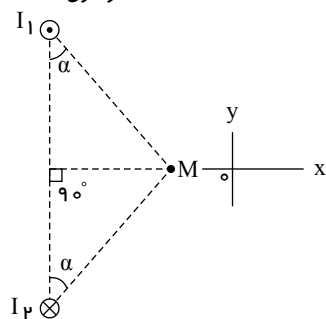
۱ و ۲۵۰

۴ و ۴

۳ و ۴

۱۲۴ شکل زیر، مقطع دو سیم بلند و موازی را نشان می دهد که بر صفحه کاغذ عمودند و از آن ها جریان های برابر و در جهت های نشان داده شده عبور می کند، میدان مغناطیسی خالص (برایند) در نقطه M در کدام جهت است؟

سراسری - ۱۳۹۹



۴ خلاف جهت محور y

۳ خلاف جهت محور x

۲ در جهت محور y

۱ در جهت محور x

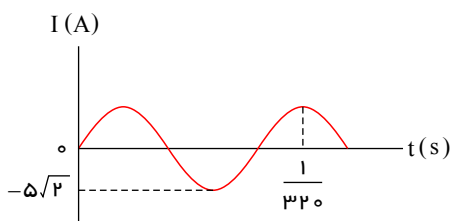
۱۲۵ حلقه ای به مساحت 200 cm^2 درون میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $B = 0.04 T$ قرار دارد و خطوط میدان با سطح حلقه زاویه 60° درجه می سازند. شار مغناطیسی که از حلقه می گذرد، چند وبر است؟

سراسری - ۱۳۹۹

۴ $\sqrt{3} \times 10^{-5}$ ۳ $\sqrt{3} \times 10^{-3}$ ۲ 4×10^{-5} ۱ 2×10^{-3}

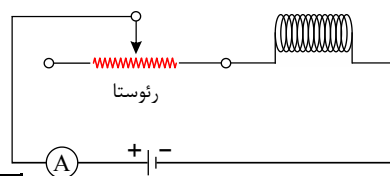
۱۲۶ نمودار تغییرات یک جریان متناوب سینوسی به صورت شکل زیر است، اندازه جریان در لحظه $\frac{1}{3200}$ ثانیه چند آمپر است؟

سراسری - ۱۳۹۹

۲ $2.5\sqrt{2}$ ۱ 2.5 ۴ $5\sqrt{2}$ ۳ 5

۱۲۷ در شکل زیر، ضریب القاوری (خود القایی) سیملوله $0.5 H$ است و انرژی ذخیره شده در آن $4 J$ است. اگر سیملوله دارای ۱۰۰ حلقه و طولش 8 cm باشد، میدان مغناطیسی داخل آن چند گاوس است؟ ($\mu_0 = 12 \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$)

سراسری - ۱۳۹۹



۲ ۹۰

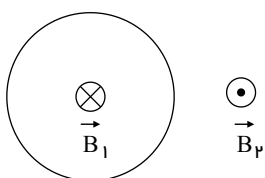
۱ ۶۰

۴ ۱۸۰

۳ ۱۲۰

۱۳۰ شکل زیر، یک حلقه حامل جریان الکتریکی را نشان می‌دهد که $\vec{B}_1$ و $\vec{B}_2$ بردارهای میدان مغناطیسی داخل و بیرون حلقه‌اند. کدام مورد درباره جهت جریان الکتریکی حلقه و اندازه بردارهای میدان درست است؟

خارج از کشور - ۱۳۹۹



۴ پادساعتگرد، $B_1 > B_2$

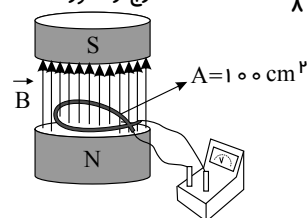
۳ پادساعتگرد، $B_1 = B_2$

۲ ساعتگرد، $B_1 > B_2$

۱ ساعتگرد، $B_1 = B_2$

۱۳۱ در شکل زیر، میدان مغناطیسی بین قطب‌های یک آهنربای الکتریکی که بر سطح حلقه عمود است، با زمان تغییر می‌کند و در مدت $0.25s$ از 1 تسلا روبه بالا به 0.1 تسلا روبه پایین می‌رسد. بزرگی نیروی محرکه القایی متوسط در حلقه در این مدت چند میلی ولت است؟

خارج از کشور - ۱۳۹۹



۴ ۸

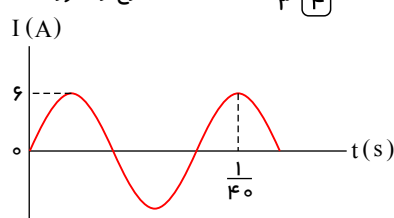
۳ ۴

۲ ۲

۱ صفر

۱۳۲ از یک سیم‌لوله آرمانی، جریان متناوب سینوسی که نمودار تغییرات آن بر حسب زمان به صورت شکل زیر است، عبور می‌کند. اگر انرژی ذخیره شده در سیم‌لوله در لحظه $\frac{1}{400}$ ثانیه برابر 72 میلی ژول باشد، ضریب القاوری (خود القایی) سیم‌لوله چند میلی هانری است؟

خارج از کشور - ۱۳۹۹



۴ ۳

۳ ۴

۲ ۶

۱ ۸

۱۳۳ در مکانی، میدان مغناطیسی، یکنواخت و افقی و جهت آن به سمت شمال جغرافیایی است. اگر در این مکان یک ذره آلفا با سرعت v در راستای افقی به سمت شمال شرقی در حرکت باشد، نیروی مغناطیسی وارد بر ذره در آن لحظه به کدام جهت است؟

خارج از کشور - ۱۳۹۹

۴ افقی به سمت جنوب شرقی

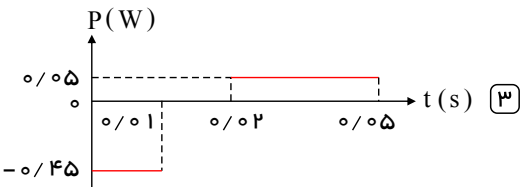
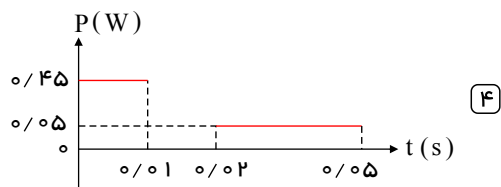
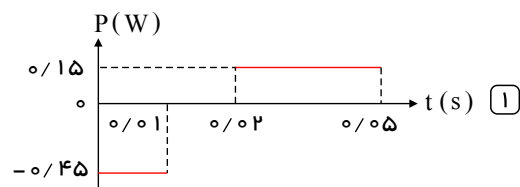
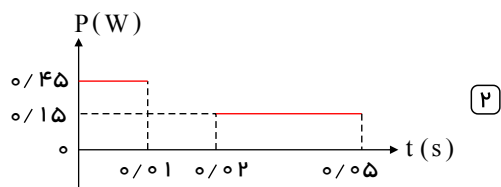
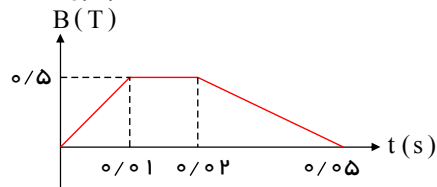
۳ راستای قائم به سمت پایین

۲ افقی به سمت شمال غربی

۱ راستای قائم به سمت بالا

۱۳۵ نمودار تغییرات میدان مغناطیسی بر حسب زمان، که بر یک حلقه‌ی دایره‌ای به شعاع 10 cm و مقاومت 5Ω ، عمود است، مطابق شکل زیر است. نمودار آهنگ تولید انرژی گرمایی بر حسب زمان در این حلقه کدام است؟ ($\pi \simeq 3$)

سراسری-۱۳۹۵



۱۳۶ الکترونی با سرعت $\vec{v} = 10^5 \vec{i} + \sqrt{3} \times 10^5 \vec{j}$ وارد میدان مغناطیسی یکنواختی به صورت $\vec{B} = \frac{\sqrt{3}}{2} \vec{i} - \frac{1}{2} \vec{j}$ می‌گردد، اندازه نیرویی

که میدان مغناطیسی بر الکترون وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ و اندازه‌ها در SI می‌باشد).

خارج از کشور-۱۳۹۶

$$3.2\sqrt{3} \times 10^{-14} \quad (4)$$

$$3.2 \times 10^{-14} \quad (3)$$

$$1.6 \times 10^{-14} \quad (2)$$

$$\text{صفر} \quad (1)$$

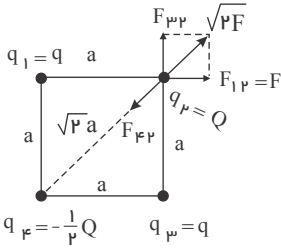
پاسخنامه تشریحی

۱ گزینه ۲

اگر فرض کنیم $Q > 0$ آنگاه:

$$q_2 = Q > 0$$

$$q_3 = -\frac{1}{2}Q < 0$$



$$q_3 > 0, q_1 > 0 \Rightarrow q > 0$$

و برای خنثی شدن نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_2 می‌بایستی:

$$\begin{cases} \vec{F}_{12} + \vec{F}_{13} + \vec{F}_{23} = \vec{0} \\ |\vec{F}_{12}| = |\vec{F}_{23}| = F \end{cases} \Rightarrow \vec{F}_{12} = -(\vec{F}_{13} + \vec{F}_{23}) \Rightarrow |\vec{F}_{12}| = |-(\vec{F}_{13} + \vec{F}_{23})| \Rightarrow \frac{k|q_1|q_2}{(\sqrt{2}a)^2} = \sqrt{2}F = \sqrt{2}\left(\frac{kqq_2}{a^2}\right) \Rightarrow \frac{k\frac{Q}{2}Q}{2a^2} = \frac{\sqrt{2}(kqq_2)}{a^2}$$

$$\rightarrow \frac{Q}{2} = \sqrt{2}q \Rightarrow \frac{Q}{q} = 2\sqrt{2}$$

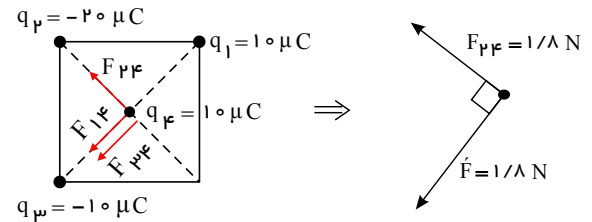
۲ گزینه ۳ اگر ضلع مربع $a = \sqrt{2}m$ باشد، فاصله q_2 از هر کدام از بارها، نصف قطر مربع یعنی برابر با $\frac{1}{2}\sqrt{2}a$ خواهد شد. پس این فاصله برابر با $1m$ خواهد بود. $r = (\frac{1}{2}\sqrt{2} \times \sqrt{2})m = 1m$

شد. حال تک تک نیروها را حساب می‌کنیم:

$$F_{12} = F_{22} = \frac{k|q_1q_2|}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 10^{-6} \times 10^{-6}}{1^2} = 0.9N$$

$$F' = F_{12} + F_{22} = 0.9 + 0.9 = 1.8N$$

$$F_{23} = k \frac{|q_2q_3|}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 20 \times 10^{-6} \times 10^{-6}}{1^2} = 1.8N$$



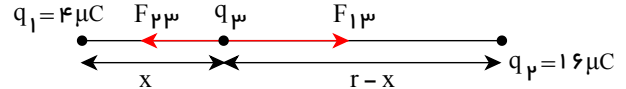
$$F_T = \sqrt{F'^2 + F_{23}^2} = \sqrt{(1.8)^2 + (1.8)^2} = 1.8\sqrt{2}N$$

۳ گزینه ۲ نکته: برای دو بار هم نام q_1 و q_2 بار سوم q_3 تنها می‌تواند روی خط واصل دو بار در بین آن‌ها و نزدیک به بار کوچک‌تر قرار بگیرد تا برآیند نیروهای وارد بر آن صفر شود. همانطور که در شکل پیداست در این نقطه نیروها خلاف جهت هستند و از طرفی هم باید برابر باشند، پس:

$$q_1 = 4\mu C, q_2 = 16\mu C$$

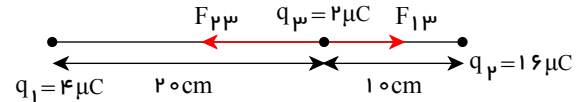
$$F_{12} = F_{22} \Rightarrow \frac{kq_1q_2}{x^2} = \frac{kq_2q_3}{(r-x)^2} \Rightarrow \frac{4}{x^2} = \frac{16}{(r-x)^2}$$

$$\Rightarrow x = \frac{r}{3} = \frac{30}{3} = 10cm$$

حال اگر بار q_3 جابجا شود فاصله‌اش تا q_1 برابر $20cm$ و تا q_2 برابر $10cm$ می‌شود در این حالت داریم:

$$F_{12} = \frac{kq_1q_2}{r_{12}^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{(0.2)^2} = 1.8N$$

$$F_{23} = \frac{kq_2q_3}{r_{23}^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 16 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{(0.1)^2} = 28.8N$$

 $\vec{F}_{12}$ و $\vec{F}_{23}$ در خلاف جهت هم اثر می‌کنند، پس بزرگی نیروی برآیند آن‌ها برابر است با:

$$F_T = (28.8 - 1.8) = 27N$$

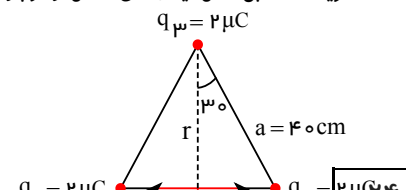
۴ گزینه ۲ مطابق شکل میدان‌های حاصل از دو بار q_1 و q_2 یکدیگر را خنثی می‌کنند (چون مساوی هستند و خلاف جهت). پس فقط می‌ماند میدان حاصل از بار q_3 .

$$\cos 30^\circ = \frac{r}{a} \Rightarrow r = 40 \times \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$= 20\sqrt{3}cm = 0.2\sqrt{3}m$$

$$E_{net} = \frac{kq_3}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6}}{(0.2\sqrt{3})^2} = \frac{18 \times 10^3}{0.36} = 5 \times 10^4 N/C$$

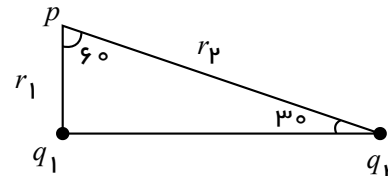
forum.konkur.in



گزینه ۴ ۵

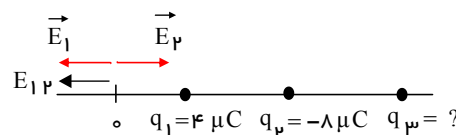
$$\sin 30^\circ = \frac{r_1}{r_2} \Rightarrow r_2 = \frac{r_1}{\sin 30^\circ} = 2r_1$$

$$E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{kq_1}{r_1^2} = \frac{kq_2}{r_2^2} \Rightarrow \frac{q_1}{r_1^2} = \frac{q_2}{(2r_1)^2} \Rightarrow q_2 = 4q_1$$



گزینه ۲ ۶

$$E = \frac{kq_1}{r^2} \Rightarrow \begin{cases} E_1 = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-6}}{36 \times 10^{-4}} = 10^5 \frac{N}{C} \\ E_2 = \frac{9 \times 10^9 \times 8 \times 10^{-6}}{144 \times 10^{-4}} = \frac{1}{2} \times 10^5 \frac{N}{C} \end{cases}$$



$$\Rightarrow E_{12} = E_1 - E_2 = \frac{1}{2} \times 10^5$$

بنابراین اگر بخواهیم میدان برآیند در نقطه $x = 0$ صفر شود باید E_2 خلاف جهت و برآیند برابر E_1 باشد، پس q_2 نیز منفی است و اندازه آن از رابطه زیر به دست می آید:

$$E_{12} = E_2 \Rightarrow \frac{1}{2} \times 10^5 = \frac{kq}{r^2} \Rightarrow \frac{1}{2} \times 10^5 = \frac{9 \times 10^9 \times q}{324 \times 10^{-4}}$$

$$\Rightarrow q_2 = 18 \times 10^{-6} = 18 \mu C \xrightarrow{\text{با توجه به توضیحات بالا}} q_2 = -18 \mu C$$

گزینه ۲ ۷

روش اول:

$$F = \frac{k|q_1||q_2|}{r^2} \rightarrow 4 = \frac{(9 \times 10^9) \times |q_1| \times |q_2| \times 10^{-12}}{(0.3)^2} \rightarrow |q_1||q_2| = 40$$

که فقط در گزینه ی (۲) حاصل ضرب اندازه ی بارها برابر ۴۰ می باشد.

روش دوم:

$$F = \frac{kq_1q_2}{r^2} \Rightarrow 4 = \frac{9 \times 10^9 \times |q_1q_2| \times 10^{-12}}{9 \times 10^{-2}} \Rightarrow |q_1q_2| = 40 \quad (1)$$

$$\text{بعد از تماس: } q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = 3 \Rightarrow q_1 + q_2 = 6 \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1), (2)} \begin{cases} q_1q_2 = 40 \\ q_1 + q_2 = 6 \end{cases} \Rightarrow q_1(q_1 - 6) = 40 \Rightarrow q_1^2 - 6q_1 - 40 = 0$$

ریشه یا جواب این معادله برابر $10 \mu C$ و $-4 \mu C$ است.

گزینه ۲ ۸

گزینه ۲ با ایجاد اختلاف پتانسیل در فضای بین دو صفحه ی رسانا میدان الکتریکی یکنواختی به شدت $E = \frac{V}{d}$ ایجاد می شود. نیروی الکتریکی وارد بر ذره ی α در این میدان برابر است با: (دقت کنید $\alpha = {}^4_2\text{He}^{2+}$)

$$F = Eq_\alpha = \frac{V}{d} q_\alpha \xrightarrow{q_\alpha = 2e} F = \frac{V}{d} \times 2e = \frac{500}{0.02} \times 2 \times 1.6 \times 10^{-19} = 8 \times 10^{-15}$$

$$\rightarrow F = 8 \times 10^{-15} \text{ N}$$

گزینه ۴ ۹

گزینه ۴ در مورد انرژی پتانسیل می توان راحت تر تحلیل کرد. چون حرکت بار منفی در جهت میدان (حرکت به سمت منفی ها) اجباری است پس انرژی پتانسیل زیاد می شود. در این جابجایی کار نیروی میدان الکتریکی، روی الکترون منفی است. پس انرژی پتانسیل الکتریکی الکترون افزایش می یابد ولی بسته به این که الکترون با سرعت ثابت جابه جا شود و یا برآیند نیروهای خارجی وارد بر آن صفر نباشد، ممکن است سرعت آن هر گونه تغییراتی داشته باشد.

گزینه ۱ ۱۰

اختلاف پتانسیل دو سر خازن ۲۵٪ کاهش یافته پس به ۷۵٪ مقدار اولیه رسیده است. پس:

$$V_2 = \frac{75}{100} V_1 \Rightarrow V_2 = \frac{3}{4} V_1$$

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^2 = \left(\frac{3}{4} \right)^2 = \frac{9}{16}$$

گزینه ۳ راه حل اول: بین این دو صفحه میدان الکتریکی یکنواخت تشکیل می شود که جهت میدان در جهت کاهش پتانسیل الکتریکی است. بین این دو صفحه از صفحه مثبت تا صفحه منفی، پتانسیل از ۶۰ ولت تا صفر کاهش می یابد. حال اگر اختلاف پتانسیل بین دو صفحه را به فاصله دو صفحه تقسیم کنیم داریم: $\frac{60}{12} \frac{V}{cm} = 5 \frac{V}{cm}$ یعنی در هر سانتی متر پتانسیل به اندازه ی ۵V کاهش می یابد، پس به ازای ۴ سانتی متر، پتانسیل ۲۰ ولت کاهش می یابد. بنابراین پتانسیل نقطه A برابر با $40V = (60 - 20)V$ خواهد شد.

$$E = \frac{V}{d} = \frac{60}{12 \times 10^{-2}} = 500 \frac{N}{C}$$

$$V_A = Ed \Rightarrow V_A = 500 \times (8 \times 10^{-2}) = 40V$$

با در نظر گرفتن فاصله نقطه A تا صفحه منفی، پتانسیل نقطه A برابر است با:

۱۲ گزینه ۲

ابتدا از رابطه $F = Eq$ بزرگی میدان الکتریکی (E) را حساب می‌کنیم.

$$E = \frac{F}{q} = \frac{4 \times 10^{-5} N}{2 \times 10^{-6} C} = 20 \frac{N}{C}$$

حال چون میدان یکنواخت است داریم:

$$\Delta V = Ed \cos \theta \rightarrow V_B - V_A = -E \cdot d \cdot \cos \theta = (-20 \times 0.5 \cos 180^\circ) = 10$$

از طرفی طبق رابطه $\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$ داریم:

$$\Delta U = \Delta V \rightarrow U_B - U_A = (V_B - V_A)q = 10 \times (-2 \times 10^{-6}) = -2 \times 10^{-5}$$

۱۳ گزینه ۲ چون انرژی آزاد شده، یعنی انرژی پتانسیل (ذخیره شده) کم می‌شود. پس $\Delta U < 0$ است.

$$\Delta U = -32 \mu J$$

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow \Delta V = \frac{-320}{8} = -40 \text{ ولت}$$

$$\Rightarrow V_B - V_A = -40 \Rightarrow V_B - 200 = -40 \Rightarrow V_B = 160 \text{ ولت}$$

۱۴ گزینه ۴ پس از کاهش ۸۰ درصدی، اختلاف پتانسیل دو سر خازن برابر است با:

$$V_2 = V_1 - 0.8V_1 = 0.2V_1$$

اکنون با استفاده از رابطه $U = \frac{1}{2}CV^2$ می‌توان نوشت:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{C_2}{C_1} \times \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = 1 \times \left(\frac{0.2V_1}{V_1}\right)^2 = 0.04 \Rightarrow U_2 = 0.04U_1$$

بنابراین انرژی خازن $96\% - 4\% = 92\%$ کاهش می‌یابد.

۱۵ گزینه ۱ نکته: طبق اصل پایستگی انرژی مکانیکی که در سال دهم خوانده ایم اگر اتلاف انرژی نباشد تغییرات انرژی مکانیکی مجموع انرژی پتانسیل و جنبشی صفر است:

$$\Delta E = 0 \rightarrow \Delta K + \Delta U = 0 \rightarrow \Delta U = -\Delta K$$

بنابراین داریم:

$$|\Delta K| = |\Delta U| = |Eqd \cos \theta| \xrightarrow{\theta=0} |\Delta K| = |10^5 \times 5 \times 10^{-6} \times 0.2| = 0.1 J$$

۱۶ گزینه ۳

چون ذره‌ی باردار از حال سکون رها می‌شود، میدان الکتریکی بر روی آن کار انجام می‌دهد و آن را از پتانسیل V_1 به نقطه‌ای با پتانسیل V_2 منتقل می‌کند. به این ترتیب انرژی جنبشی بار افزایش می‌یابد.

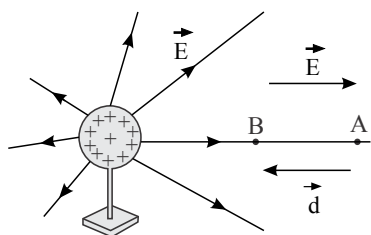
$$\Delta U = -\Delta K = -(K_2 - K_1) = -0.005 J$$

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 0.1 \times 10^{-3} \times 10^2 = 0.005 J$$

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow V_2 - V_1 = \frac{-\Delta U}{q} \Rightarrow -100 - 100 = \frac{-0.005}{q} \Rightarrow q = \frac{5 \times 10^{-3}}{200}$$

$$\Rightarrow q = 2.5 \times 10^{-5} C = 25 \mu C$$

۱۷ گزینه ۲ بار کره مثبت است، پس خطوط میدان الکتریکی از آن خارج می‌شود. با این حساب جهت خطوط میدان از B به A است. چون بار ذره باردار مثبت است، با جابه‌جایی در جهت خطوط میدان، کار شخص منفی ($W < 0$)، کار میدان مثبت ($W' > 0$) و اختلاف پتانسیل هم منفی ($\Delta V < 0$) خواهد بود.



۱۸ گزینه ۴ در حرکت خود به خودی بار الکتریکی، انرژی پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد و بار منفی به سمت مکان‌هایی با پتانسیل الکتریکی بیشتر می‌رود.

$$V_B - V_A = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow V_B - 120 = \frac{-5 \times 10^{-3}}{-50 \times 10^{-6}} \Rightarrow V_B = 220 V$$

گزینه ۳ ۱۹

$$E = \frac{kq}{r^2} \rightarrow (2.25 \times 10^5) = \frac{k(q)}{(0.8)^2} \rightarrow \boxed{kq = 1.44 \times 10^5}$$

$$\begin{array}{c} \bullet \text{---} r = 90 \text{ cm} \text{---} \bullet \\ q \qquad \qquad q' = 9 \mu\text{C} \end{array} \rightarrow F = \frac{kqq'}{r^2} = \frac{(1.44 \times 10^5)(9 \times 10^{-6})}{(0.9)^2} = 1.6 \text{ N}$$

$$\rightarrow \boxed{F = 1.6 \text{ N}}$$

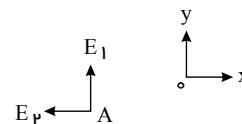
گزینه ۳ ۲۰

$$0.25 q_1 = 20 \mu\text{C} \rightarrow \begin{cases} q'_1 = 10 - 20 = -10 \mu\text{C} \\ q'_2 = (-50) + 20 = -30 \mu\text{C} \end{cases}$$

$$\frac{F'}{F} = \frac{q'_1 |q'_2|}{q_1 |q_2|} = \frac{10 \times 30}{50 \times 50} = \frac{18}{50} = \frac{9}{25} \rightarrow \frac{\Delta F}{F} = -\frac{11}{25} = -44\% \text{ کاهش}$$

گزینه ۴ ۲۱

$$\begin{cases} E_1 = \frac{k|q_1|}{r^2} = \frac{(9 \times 10^9)(4 \times 10^{-6})}{(0.3)^2} = 4 \times 10^5 \text{ N/C} \\ E_2 = \frac{k|q_2|}{r^2} = \frac{(9 \times 10^9)(8 \times 10^{-6})}{(0.4)^2} = 4.5 \times 10^5 \text{ N/C} \end{cases}$$



$$\rightarrow \vec{E}_A = -4.5 \times 10^5 \vec{i} + 4 \times 10^5 \vec{j}$$

گزینه ۳ ۲۲

$$C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} \xrightarrow{\kappa=1, d_1=5 \text{ mm}, d_2=1 \text{ mm}} \Delta C = \epsilon_0 A \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{5} \right)$$

$$\rightarrow \Delta C = (9 \times 10^{-12})(40 \times 10^{-6}) \left(1 - \frac{1}{5} \right)$$

$$\frac{4}{5} = \frac{400}{5} = 80$$

$$\rightarrow \Delta C = (9 \times 4 \times 8)(10^{-18})$$

$$\rightarrow \Delta C = 288 \times 10^{-18} \text{ F} \rightarrow \Delta C = 288 \times 10^{-12} \text{ F} = 288 \text{ pF}$$

گزینه ۳ ۲۳

$$E = \frac{kq}{r} \begin{cases} r_1 = 30 \text{ cm} = 0.3 \text{ m} \Rightarrow E = E_1 \\ r_2 = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m} \Rightarrow E = E_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} E_1 = E_2 - 1.6 \times 10^5 \Rightarrow E_2 - E_1 = k|q| \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right) \Rightarrow 1.6 \times 10^5 = k|q| \left(\frac{1}{0.1} - \frac{1}{0.3} \right) \end{cases}$$

$$\begin{cases} E = \frac{k|q|}{r^2} \Rightarrow k|q| = \frac{1.6 \times 10^5}{\left(\frac{1}{0.3}\right)} = \frac{160 \times 9}{1} = 1440 \end{cases}$$

$$\begin{cases} E_2 = \frac{k|q|}{r^2} \Rightarrow E_2 = 1440 \frac{\text{N}}{\text{C}} \\ r_2 = 1 \text{ m} \end{cases}$$

گزینه ۱ ۲۴

$$\begin{cases} \Delta U = q\Delta V = q(V_B - V_A) = q(-Ed) = (-5 \times 10^{-6})(-10^5 \times \frac{3}{10}) \end{cases}$$

$$q < 0 \text{ (بار در جهت میدان جابجا شده است)} \Rightarrow U \uparrow \Delta U > 0 \Rightarrow \Delta U = +15 \times 10^{-2} \Rightarrow \Delta U = +0.15 \text{ J}$$

۱۵J افزایش می‌یابد.

۲۵ گزینه ۱

$$\begin{cases} C = 2\mu F \\ \text{بار خازن} = Q \\ \text{اختلاف پتانسیل} = V_1 = \frac{Q}{C} = \frac{Q}{12\mu F} \end{cases}$$

هنگامی که بار $6\mu C$ از صفحه منفی جدا شود و به صفحه مثبت اضافه شود، بار $[-Q - (-6) = -(Q - 6)]$ به $[+Q + (-6) = Q - 6]$ تغییر می‌کند. یعنی در کل بار خازن از Q به $(Q - 6)$ تغییر می‌کند:

$$\Delta U = U_f - U_i = \frac{(Q - 6)^2}{2C} - \frac{Q^2}{2C} = -28.5\mu C \Rightarrow Q^2 - 12Q + 36 - Q^2 = -2(12)(28.5) \Rightarrow 36 - 12Q = -684 \Rightarrow 12Q = 720 \Rightarrow Q = 60\mu C$$

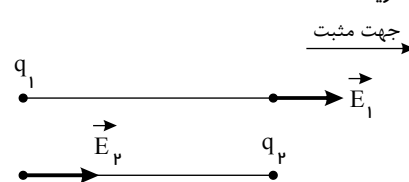
$$\Rightarrow V_1 = \frac{Q}{C} = \frac{60\mu C}{12\mu F} = 5\mu F$$

۲۶ گزینه ۲ میدان الکتریکی بین صفحات خازن همه جا باهم برابر است:

$$\begin{cases} E = \frac{V_+ - V_-}{10mm} = \frac{V_+ - V_A}{4mm} \Rightarrow \frac{0 - V_-}{5} = \frac{0 - V_A}{2} \Rightarrow \frac{0}{5} = \frac{-V_A}{2} \Rightarrow V_A = -32V \\ \text{اختلاف پتانسیل صفحات خازن} = 80V = V_+ - V_- = 0 - V_- \end{cases}$$

۲۷ گزینه ۲

$$\text{if } : q_1 > 0 \Rightarrow q_r = -q_1 \begin{cases} E = \frac{k|q|}{r^2} \Rightarrow \vec{E}_r = \frac{kq_1}{r^2} \vec{r} \\ q_r < 0 \end{cases}$$



۲۸ گزینه ۲ خازن پیوسته به باتری وصل است. بنابراین اختلاف پتانسیل صفحات خازن ثابت می‌ماند:

 $\Delta V = \text{ثابت}$

فاصله صفحات خازن را دو برابر می‌کنیم، بنابراین طبق رابطه $C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d}$ با دو برابر شدن d ، ظرفیت خازن نصف می‌شود.
در مورد میدان الکتریکی:

$$\text{بزرگی میدان الکتریکی بین صفحات خازن} \quad E = \frac{\Delta V}{d} \xrightarrow{d \times 2} E \times \frac{1}{2}$$

در مورد بار الکتریکی:

$$Q = \underbrace{C}_{\text{نصف}} \underbrace{\Delta V}_{\text{ثابت}} \Rightarrow Q \times \frac{1}{2}$$

بنابراین (الف) و (ت) صحیح می‌باشند.

۲۹

گزینه ۲ توجه: بزرگی میدان الکتریکی حاصل از یک بار نقطه‌ای q در فاصله r از آن از رابطه $E = \frac{k|q|}{r^2}$ محاسبه می‌شود. در این رابطه $|q|$ بر حسب کولن (C)، r بر حسب متر (m) و E بر حسب نیوتن بر کولن ($\frac{N}{C}$) یا ولت بر متر ($\frac{V}{m}$) است.

توجه: شاید تنها نکته قابل توجه دقت در نام‌گذاری‌هاست. در شکل $r_1 < r_2$ و $E_1 > E_2$ است.

$$\begin{cases} r = r_1 \\ E_1 = 1.125 \times 10^6 \frac{N}{C} \end{cases} \Rightarrow E_1 = \frac{k|q|}{r_1^2} \Rightarrow 1.125 \times 10^6 = \frac{(9 \times 10^9)(|q|)}{r_1^2} \Rightarrow r_1^2 = 800|q| \quad (1)$$

$$\begin{cases} r = r_2 = 5cm = \frac{5}{100}m = \frac{1}{20}m \\ E = E_2 = 18 \times 10^6 \frac{N}{C} \end{cases} \Rightarrow E_2 = \frac{k|q|}{r_2^2} \Rightarrow 18 \times 10^6 = \frac{(9 \times 10^9)(|q|)}{(\frac{1}{20})^2} = 36 \times 10^{11}|q| \Rightarrow |q| = \frac{1}{2} \times 10^{-7}C \quad (2)$$

$$(1) \text{ و } (2) \Rightarrow r_1^2 = 800 \times \frac{1}{2} \times 10^{-7} = 400 \times 10^{-7} \Rightarrow r_1 = 20 \times 10^{-2}m \Rightarrow r_1 = 20cm \text{ و } |q| = 0.5 \times 10^{-7}C = 50\mu C$$

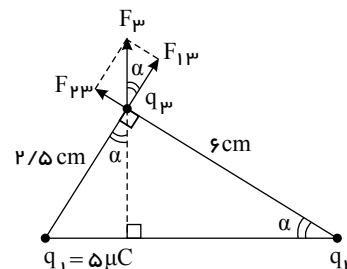
۳۰ گزینه ۱

$$\begin{cases} C = \frac{q}{\Delta V} \Rightarrow \frac{q_1}{\Delta V_1} = \frac{q_1 + 20\mu C}{1.5\Delta V_1} \Rightarrow 1.5q_1 = q_1 + 20\mu C \Rightarrow q_1 = 40\mu C \\ U = \frac{1}{2}C\Delta V^2 \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \left(\frac{\Delta V_2}{\Delta V_1}\right)^2 = (1.5)^2 = \left(\frac{9}{4}\right) \Rightarrow \frac{200\mu J + U_1}{U_1} = \frac{9}{4} \Rightarrow 4U_1 = 800\mu J + 4U_1 \Rightarrow 5U_1 = 800\mu J \Rightarrow U_1 = 160\mu J = \frac{q_1^2}{2C} \end{cases}$$

$$= \frac{(4 \times 10^{-6} C)^2}{2C} \Rightarrow C = 5 \mu F$$

۳۱ گزینه ۳

$$\left\{ \begin{aligned} \tan \alpha &= \frac{F_{2r}}{F_{1r}} = \frac{\frac{k |q_2| |q_3|}{r_{2r}^2}}{\frac{k |q_1| |q_3|}{r_{1r}^2}} = \left(\frac{q_2}{q_1}\right) \left(\frac{r_{1r}}{r_{2r}}\right)^2 \Rightarrow \begin{cases} \tan \alpha = \frac{2/5}{6} = \frac{5}{12} \\ \tan \alpha = \left(\frac{q_2}{5}\right) \left(\frac{2/5}{6}\right)^2 = \frac{q_2}{5} \times \left(\frac{5}{12}\right)^2 \Rightarrow \frac{5}{12} \end{cases} \\ q_1 > 0 \Rightarrow q_2 > 0 \Rightarrow q_3 > 0 \\ &= \frac{q_2}{5} \times \left(\frac{5}{12}\right)^2 \Rightarrow q_2 = 12 \mu C \end{aligned} \right.$$



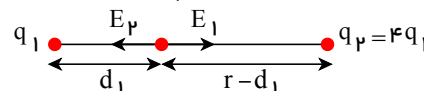
۳۲ گزینه ۴ به C (V اختلاف پتانسیل صفحات خازن است.) بستگی ندارد.

$$U = \frac{1}{2} C V^2 \Rightarrow \Delta U = \frac{1}{2} C (V_2^2 - V_1^2) \Rightarrow \begin{cases} U_2 = U_1 + 5 \times 10^{-6} J \Rightarrow \Delta U = 5 \mu J \\ C = 2 \mu F \\ \Delta U = \frac{1}{2} C (V_2^2 - V_1^2) \Rightarrow 5 \mu J = \frac{1}{2} (2 \mu F) ((V_1 + 1)^2 - V_1^2) \Rightarrow 5 = 2V_1 + 1 \Rightarrow V_1 = 2V \\ V_2 = V_1 + 1 \end{cases}$$

۳۳ گزینه ۴ چون دو بار q_1 و q_2 هم علامت‌اند، نقطه‌ای که میدان الکتریکی ناشی از دو بار در آن صفر است، روی خط واصل دو بار و بین دو بار قرار دارد:

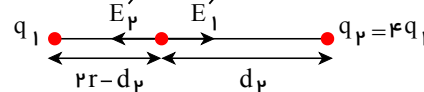
در حالت اول، باتوجه به شکل، داریم:

$$E_1 = E_2 \rightarrow \frac{kq_1}{d_1^2} = \frac{kq_2}{(r-d_1)^2} \rightarrow \frac{kq_1}{d_1^2} = \frac{k(4q_1)}{(r-d_1)^2} \rightarrow \frac{1}{d_1} = \frac{2}{r-d_1} \rightarrow 2d_1 = r-d_1 \rightarrow d_1 = \frac{r}{3}$$



در حالت دوم که فاصله بارها ۲ برابر می‌شود، می‌توان نوشت:

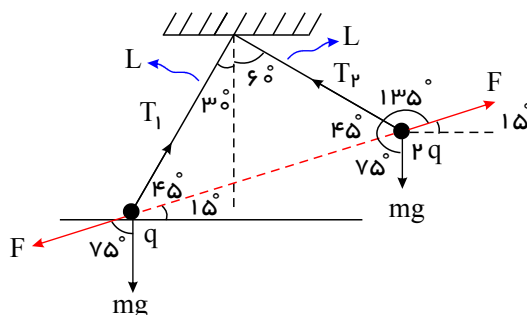
$$E'_1 = E'_2 \rightarrow \frac{kq_1}{(2r-d_2)^2} = \frac{kq_2}{d_2^2} \rightarrow \frac{kq_1}{(2r-d_2)^2} = \frac{k(4q_1)}{d_2^2} \rightarrow d_2 = 2r - 2d_2 \rightarrow d_2 = \frac{2r}{3}$$



سؤال نسبت این دو مقدار را خواسته است:

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{\frac{2r}{3}}{\frac{r}{3}} \rightarrow \frac{d_2}{d_1} = 2$$

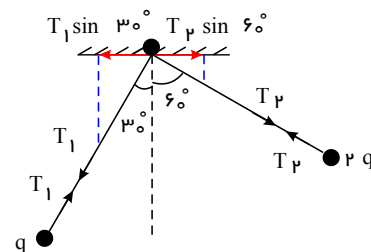
۳۴ گزینه ۳ راه حل اول: با رسم نیروهای وارد بر هر یک از آونگ‌های باردار و با توجه به این که هر دو آونگ هم طول و در حال تعادل قرار دارند، با استفاده از قضیه سینوس‌ها داریم:



$$\left\{ \begin{aligned} \frac{T_1}{\sin 75^\circ} &= \frac{F}{\sin 15^\circ} \\ \frac{T_2}{\sin 105^\circ} &= \frac{F}{\sin 15^\circ} \end{aligned} \right. \xrightarrow{\sin 105^\circ = \sin 75^\circ} \frac{T_1}{T_2} = \frac{\sin 12^\circ}{\sin 3^\circ} = \frac{\sin 6^\circ}{\sin 3^\circ} = \frac{\sqrt{3}}{1} = \sqrt{3}$$

راه حل دوم: راه سریع‌تر استفاده از این نکته است که برایند نیروها در نقطه‌ی O محل اتصال نخ‌ها به سقف باید صفر باشد. در نتیجه داریم:

$$T_1 \sin 30^\circ = T_2 \sin 60^\circ \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{3}$$



۳۵ گزینه ۲ هرگاه مجموع دو کمیت ثابت باشد، حاصل ضرب آن‌ها زمانی بیشینه خواهد بود که دو مقدار باهم برابر باشند (این جا طبق پایستگی بار مجموع دو بار همواره ثابت است)

بنابراین نیروی کولنی بین دو بار باتوجه به رابطه‌ی $F = k \frac{q'_1 q'_2}{r^2}$ زمانی بیشینه است که $q'_1 = q'_2$ باشد، یعنی بار کل $q_1 + q_2 = q_1 + 2q_1 = 3q_1$ به یک اندازه بین بارها تقسیم شود.

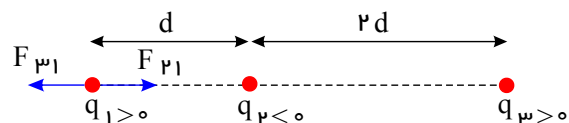
$$q'_1 = q'_2 = \frac{3q_1}{2}$$

به عبارت دیگر بار جسم اول از q_1 به $\frac{3}{2}q_1$ افزایش یابد و به همین ترتیب بار جسم دوم از $2q_1$ به $\frac{3}{2}q_1$ کاهش یابد.

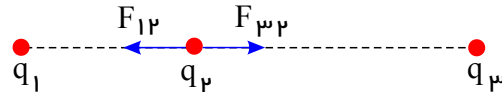
$$\text{درصد تغییرات بار جسم اول} \frac{\Delta q}{q_1} \times 100 = \frac{\frac{3}{2}q_1 - q_1}{q_1} \times 100 = 50\%$$

$$\text{درصد تغییرات بار جسم دوم} \frac{\Delta q}{q_2} \times 100 = \frac{\frac{3}{2}q_1 - 2q_1}{2q_1} \times 100 = -\frac{1}{4} \times 100 = -25\%$$

۳۶ گزینه ۴ اندازه برآیند نیروهای وارد بر q_1 برابر است با:



برآیند نیروهای وارد بر q_2 برابر است با:

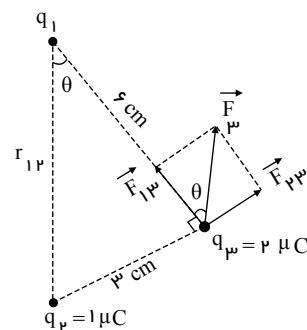


اندازه این نیروهای برآیند با یکدیگر برابر است، بنابراین داریم:

$$|\sum F_r| = |\sum F_l| \Rightarrow \frac{kq_1}{d^2} (q_1 - \frac{q_r}{9}) = \frac{kq_1}{d^2} (\frac{q_r}{4} - q_1) \Rightarrow q_1 - \frac{q_r}{9} = \frac{q_r}{4} - q_1 \Rightarrow 2q_1 - \frac{q_r}{4} = \frac{q_r}{9} \Rightarrow 2q_1 = \frac{13q_r}{36} \Rightarrow \frac{q_r}{q_1} = \frac{72}{13}$$

۳۷ گزینه ۴ اگر نیروی $\vec{F}_{13}$ (برآیند نیروهای وارد بر بار q_3) را مطابق شکل تجزیه کنیم، می‌توان نتیجه گرفت که بارهای q_1 و q_2 ناهم‌نام‌اند (چون هردو q_r را دفع کرده‌اند) و از قاعده جمع برداری می‌توان نوشت:

$$\left. \begin{aligned} F_{13} &= F_r \sin \theta \\ F_{23} &= \frac{kq_2 q_r}{r_{23}^2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{kq_2 q_r}{r_{23}^2} = F_r \sin \theta \quad (1)$$

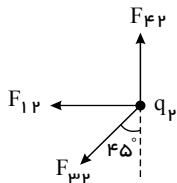


$$r_{12} = \sqrt{3^2 + 6^2} = \sqrt{45} = 3\sqrt{5} \text{ داریم:}$$

$$\Rightarrow \frac{9 \times 10^9 \times 1 \times 2 \times 10^{-12}}{(3 \times 10^{-2})^2} = F_r \times \frac{3}{3\sqrt{5}} \Rightarrow 20 = F_r \times \frac{1}{\sqrt{5}} \Rightarrow F_r = 20\sqrt{5} \text{ N}$$

۳۸ گزینه ۴

با توجه به شکل، بار q_p بار q_r را جذب کرده، پس علامت آن مثبت است. چون نیروی خالص وارد بر q_r در راستای محور x است، مؤلفه‌های قائم نیروها باید یکدیگر را خنثی کنند.



$$F_{pr} \cos 45^\circ = F_{rp} \Rightarrow \frac{\cancel{q_r} \cancel{q_r}}{(a\sqrt{2})^2} \times \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{\cancel{q_r} \cancel{q_r}}{a^2} \Rightarrow \frac{q_r}{2 \cdot 10^{-2} \times 2} \times \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{4}{2 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow q_r = +8\sqrt{2} \mu C$$

۳۹ گزینه ۱

$$O \text{ در } q_1 : E_1 = \frac{kq_1}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 8 \times 10^{-9}}{900 \times 10^{-4}} = 800 \text{ N/C}$$

$$O \text{ در } q_p : E_p = \frac{k|q_p|}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-9}}{100 \times 10^{-4}} = 1800 \text{ N/C}$$

پس بار q_p باید مثبت باشد که میدان آن هم جهت با میدان بار q_1 در O باشد.

$$E_p - (E_1 + E_r) = 100 \Rightarrow 1800 - (800 + E_r) = 100 \Rightarrow E_r = 900 \text{ N/C} \rightarrow E_r = \frac{k|q_r|}{r^2} \Rightarrow 900 = \frac{9 \times 10^9 q_r}{400 \times 10^{-4}} \Rightarrow q_r = 4 \times 10^{-9} \text{ C} = 4 \text{ nC}$$

۴۰ گزینه ۳

$$F_{1r} = \frac{q_1 q_r}{4L^2} \rightarrow \frac{q_r q_r}{L^2} - \frac{q_1 q_r}{4L^2} = \frac{q_1 q_r}{4L^2}$$

$$\frac{q_r \cancel{q_r}}{L^2} = 2 \frac{q_1 \cancel{q_r}}{4L^2} \rightarrow q_r = \frac{q_1}{2} = \frac{4 \mu C}{2} = 2 \mu C$$

اما $q_p < 0$ است بنابراین $q_p = -2 \mu C$

۴۱ گزینه ۱

$$\frac{(1.25Q)^2}{2 \times 5} - \frac{Q^2}{2 \times 5} = 90$$

$$\frac{0.5625Q^2}{10} = 90 \Rightarrow Q = 40 \mu C$$

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

$$V = \frac{40}{5} = 8V$$

۴۲ گزینه ۱

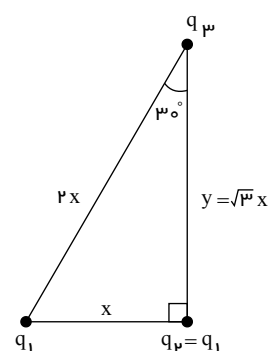
$$F_{1r} = F_{rr} \rightarrow \cancel{q_1} \frac{|q_1|}{r_{1r}^2} = \cancel{q_r} \frac{|q_r|}{r_{rr}^2} \rightarrow \frac{|q_1|}{x^2} = \frac{|q_r|}{3x^2}$$

$$\rightarrow |q_r| = 3|q_1| = 3|q_r|(q_1 = q_r)$$

$$\frac{F_{1r}}{F_{1r}} = \left(\frac{|q_1| \times |q_r|}{|q_1| \times |q_r|} \right) \left(\frac{r_{1r}}{r_{1r}} \right)^2 = (3) \left(\frac{x}{3x} \right)^2 = \frac{3}{9}$$

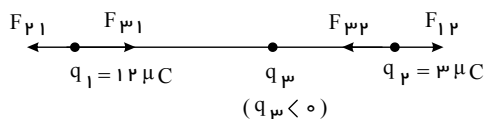
$$\tan 30^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{x}{y} \rightarrow y = \sqrt{3}x$$

$$r_{1r} = \sqrt{x^2 + y^2} = 2x$$



۴۳ گزینه ۳ چون برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر هر ذره صفر است. حتماً این سه ذره بر روی یک خط واقع‌اند.

چون q_1 و q_p هم علامت‌اند بار q_p حتماً بین این دو بار و نزدیکتر به بار q_p ($q_p < q_1$) است.



چون برآیند نیروهای وارد بر هر ذره صفر است، (مثلاً بار q_1 را در نظر بگیریم) باید بار q_3 مخالف علامت دوبار دیگر باشد یعنی: $q_3 < 0$

$$r_{12} = \sqrt{(3 - (-1))^2 + (3 - 12)^2} = \sqrt{16 + 81} = 15$$

$$r_{13} = x, r_{12} = 15 \text{ cm}, r_{23} = (15 - x) \text{ cm}$$

$$\begin{cases} F_{21} = F_{12} \rightarrow \frac{kq_1|q_2|}{r_{12}^2} = \frac{kq_1q_3}{r_{13}^2} \quad (1) \\ F_{32} = F_{23} \rightarrow \frac{k|q_3|q_2}{r_{23}^2} = \frac{kq_1q_3}{r_{13}^2} \quad (2) \end{cases}$$

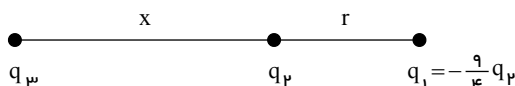
$$(1), (2) \rightarrow \frac{kq_1|q_2|}{r_{12}^2} = \frac{k|q_3|q_2}{r_{23}^2} \rightarrow \frac{12}{x^2} = \frac{3}{(15-x)^2} \rightarrow \left(\frac{15-x}{x}\right)^2 = \frac{1}{4}$$

$$\rightarrow \frac{15-x}{x} = \frac{1}{2} \rightarrow 30 - 2x = x \rightarrow 3x = 30 \rightarrow \boxed{x = 10 \text{ cm}}$$

$$(1) \rightarrow \frac{|q_2|}{r_{12}^2} = \frac{q_3}{r_{13}^2} \rightarrow |q_3| = \left(\frac{r_{13}}{r_{12}}\right)^2 q_2 = \left(\frac{10}{15}\right)^2 \times 3 \mu\text{C} = \frac{4}{3} \mu\text{C}$$

$$q_3 < 0 \rightarrow \boxed{q_3 = -\frac{4}{3} \mu\text{C}}$$

۴۴ گزینه ۴



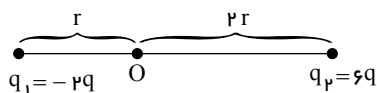
(باید q_1 و q_3 هم علامت و مخالف علامت بار q_2 باشند). $q_3 < 0$ و $q_1 < 0 \Rightarrow q_2 > 0$ if

$$q_2 : \Rightarrow F_{23} = F_{12} \Rightarrow \frac{k|q_2||q_3|}{x^2} = \frac{k|q_1||q_2|}{r^2} \Rightarrow \frac{|q_3|}{x^2} = \frac{|q_1|}{r^2} \Rightarrow \frac{x}{r} = \sqrt{\frac{|q_3|}{|q_1|}} \quad (1)$$

$$q_3 : \Rightarrow F_{13} = F_{23} \Rightarrow \frac{k|q_1||q_3|}{r^2} = \frac{k|q_2||q_3|}{(r+x)^2} \Rightarrow \frac{|q_1|}{r^2} = \frac{|q_2|}{(r+x)^2} \Rightarrow \frac{|q_1|}{|q_2|} = \left(\frac{r+x}{r}\right)^2 \Rightarrow \frac{9}{4} = \left(\frac{r+x}{x}\right)^2 \Rightarrow \frac{r+x}{x} = \frac{3}{2} \Rightarrow \frac{r}{x} + 1 = \frac{3}{2} \Rightarrow \frac{r}{x} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{x}{r} = 2$$

$$(1) \rightarrow \frac{9}{4} = \frac{|q_3|}{|q_1|} = \frac{|q_3|}{\frac{9}{4}|q_2|} \Rightarrow |q_3| = 9 \times \frac{9}{4} = 9 \Rightarrow \frac{q_3}{q_2} = -9$$

۴۵ گزینه ۱



گام اول: میدان برآیند را در نقطه O مشخص می‌کنیم:

$$E = \frac{k|q|}{r^2} : \xrightarrow[r_{q_2=q_1}]{|q_2|=2|q_1|} (E_2)_O = \frac{2}{4}(E_1)_O \xrightarrow{(E_2)_O < (E_1)_O} E_T = E_1 = (E_1)_O + (E_2)_O = \frac{3}{4}(E_1)_O$$

$(E_1)_O$: بزرگی میدان الکتریکی حاصل از بار q_1 در نقطه O است.

$(E_2)_O$: بزرگی میدان الکتریکی حاصل از بار q_2 در نقطه O است.

q هر علامتی داشته باشد q_1 و q_2 مختلف‌العلامتند پس میدان آنها در O هم جهت است.

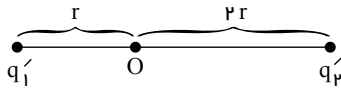
$$E_1 = \frac{2}{4} \frac{k|q_1|}{r_1^2} = \frac{2}{4} \frac{k|q|}{r^2}$$

گام دوم:

۵۰ درصد بار q_2 را به بار q_1 منتقل می‌کنیم. یعنی:

$$\begin{cases} q'_1 = q_1 + 3q = (-2q) + 3q = q \\ q'_2 = q_2 - 3q = 6q - 3q = 3q \end{cases}$$

حال میدان حاصل از این بارها (q'_1 و q'_2) را در نقطه O محاسبه می‌کنیم:



q هر علامتی داشته باشد q_1' و q_2' هم علامت بوده و میدان الکتریکی حاصل از آنها در نقطه O در خلاف جهت یکدیگر است.

$$\begin{cases} q_2' = 3q_1' \Rightarrow (E_O)_2 = \frac{3}{4}(E_O)_1 \\ r_2 = 2r_1 \end{cases}$$

$$E_T = E_2 = (E_O)_1 - (E_O)_2 = \frac{1}{4}(E_O)_1 \Rightarrow E_2 = \frac{1}{4} \left(\frac{k|q_1|}{r^2} \right)$$

گام سوم: محاسبه $\frac{E_2}{E_1}$

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{\frac{1}{4} \frac{k|q_1|}{r^2}}{\frac{1}{2} \frac{k|q_1|}{r^2}} = \frac{1}{14}$$

۴۶ گزینه ۲ نکته: اگر بار الکتریکی دو کره رسانای مشابه قبل از تماس با یکدیگر برابر با q_1 و q_2 باشد، پس از تماس باهم بار هریک برابر است با:

$$q_1' = q_2' = \frac{q_1 + q_2}{2}$$

گام (۱): بار کره‌های رسانای مشابه قبل از تماس باهم:

$$\begin{cases} q_1 > 0 \text{ و } q_2 > q_1 \\ q_2 < 0 \Rightarrow q_2 = -|q_2| \end{cases}$$

$$F_{21} = F_{12} = \frac{kq_1|q_2|}{r^2} \Rightarrow 0.9 = \frac{(9 \times 10^9)(q_1)|q_2|}{(0.6)^2} \Rightarrow q_1|q_2| = 36 \times 10^{-12}$$

گام (۲): پس از تماس باهم:

$$q_1' = q_2' = \frac{q_1 + (-|q_2|)}{2} = \frac{q_1 - |q_2|}{2} \Rightarrow F_{12}' = F_{21}' = \frac{kq_1'q_2'}{r^2} = 1.6 \Rightarrow \frac{(9 \times 10^9)(q_1 - |q_2|)^2}{4 \times 36 \times 10^{-2}} = 1.6 \Rightarrow (q_1 - |q_2|)^2 = \frac{1.6 \times 16 \times 10^{-12}}{10^9}$$

$$\Rightarrow (q_1 - |q_2|)^2 = 16^2 \times 10^{-12} \Rightarrow \begin{cases} q_1 - |q_2| = -16 \times 10^{-6} C = -16 \mu C \\ q_1 < |q_2| \end{cases} \Rightarrow q_1 - |q_2| = -16 \mu C$$

$$\begin{cases} q_1|q_2| = 36 \times 10^{-12} C = (6 \mu C) \Rightarrow (q_1 + |q_2|) = (q_1 - |q_2|)^2 + 4q_1|q_2| \Rightarrow (q_1 + |q_2|)^2 = (16 \mu C)^2 + 4(6 \mu C)^2 = 256 + 144 = 400 (\mu C)^2 \\ q_1 - |q_2| = -16 \mu C \quad (*) \end{cases}$$

$$\Rightarrow q_1 + |q_2| = 20 > 0 \quad (**)$$

یک مطلب ریاضی ساده ولی مهم: فرض کنیم a و b معلوم هستند.

$$\begin{cases} xy = a \\ x - y = b \end{cases} \Rightarrow x = ? \text{ و } y = ? \begin{cases} (x+y)^2 = x^2 + y^2 + 2xy \\ (x-y)^2 = x^2 + y^2 - 2xy \end{cases} \Rightarrow (x+y)^2 - (x-y)^2 = 4xy \Rightarrow (x+y)^2 = (x-y)^2 + 4xy \Rightarrow x+y = \text{محاسبه می‌شود}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} x+y = \text{معلوم} \\ x-y = b \end{cases} \Rightarrow x \text{ و } y = \text{محاسبه می‌شود}$$

$$(*) \text{ و } (**) \Rightarrow \begin{cases} q_1 - |q_2| = -16 \mu C \\ q_1 + |q_2| = 20 \mu C \end{cases} \Rightarrow q_1 = 2 \mu C$$

۴۷ گزینه ۱ ولت سنج اختلاف پتانسیل دو سر مولد را نشان می‌دهد اما چون ولت سنج ایده آل است و با مقاومت متوالی بسته شده است پس شدت جریان الکتریکی در مدار صفر است. در این صورت داریم:

$$V = \varepsilon - Ir \xrightarrow{I=0} V = \varepsilon$$

۴۸ گزینه ۲ در حالت اول مقاومت معادل مدار $R = \frac{5 \times 10}{5 + 10} \Omega = \frac{10}{3} \Omega$ است. پس $R = \frac{5 \times 10}{5 + 10} \Omega = \frac{10}{3} \Omega$ است. پس $\varepsilon = IR = 1.2 \times \frac{10}{3} V = 4 V$ می‌باشد. اگر کلید را باز کنیم مقاومت مدار 10Ω خواهد شد. پس:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{4}{10 + 0} = 0.4 A$$

۴۹ گزینه ۲ اگر کلید بسته باشد، R با 6Ω موازی است و معادل آن با 2Ω و 3.6Ω متوالی است. بنابراین مقاومت معادل در این حالت برابر خواهد شد با:

$$R_1 = 0.6 + \frac{R \times 6}{R + 6}$$

و اگر کلید باز باشد، ۳ مقاومت 2Ω و R و 3.6Ω متوالی خواهند شد. پس:

$$R_2 = 0.6 + R$$

$$R_2 = 1.2 R_1 \Rightarrow 0.6 + R = 1.2 \left(0.6 + \frac{6R}{6 + R} \right) \Rightarrow R = 4 \Omega$$

تذکر: حل این معادله درجه ۲ وقت گیر است. در چنین مواردی کنترل گزینه ها شاید وقت کمتری بگیرد.

۵۰ گزینه ۱ اختلاف پتانسیل دو سر مجموعه x و مقاومت ۱۲ اهمی برابر با $۶V = ۱۲V \times ۰٫۵ = ۱۲ \times I'$ است. بنابراین اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۳ اهمی هم باید ۶ ولت باشد، پس I کل برابر با $۲A$ است. در نتیجه، از مقاومت، جریان $۱٫۵A$ می گذرد. پس:

$$۱٫۵ \times x = ۰٫۵ \times ۱۲ \Rightarrow x = ۴\Omega$$

۵۱ گزینه ۲ در حالتی که کلید باز است، مقاومت ۳ اهمی در مدار نیست. پس:

$$I = \frac{\varepsilon}{۱٫۵ + r} \Rightarrow I_1 = \frac{\varepsilon}{۱٫۵ + ۱} = \frac{\varepsilon}{۲٫۵}$$

$$V_1 = RI_1 = ۱٫۵ \left(\frac{\varepsilon}{۲٫۵} \right) = \frac{۱۵}{۲۵} \varepsilon = \frac{۳}{۵} \varepsilon$$

در حالتی که کلید بسته باشد، معادل ۳Ω و $۱٫۵\Omega$ برابر با ۱Ω می شود. پس:

$$I_2 = \frac{\varepsilon}{۱ + ۱} = \frac{\varepsilon}{۲} \Rightarrow V_2 = RI_2 = ۱ \times \left(\frac{\varepsilon}{۲} \right) = \frac{\varepsilon}{۲}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{\frac{\varepsilon}{۲}}{\frac{۳}{۵} \varepsilon} = \frac{۵}{۶}$$

۵۲ گزینه ۳ در حالتی که کلید باز است، مقاومت های شاخه بالا با هم متوالی هستند و معادل آن ها $۱۶\Omega = (۴ + ۱۲)\Omega$ است و شاخه پایین نیز به همین ترتیب. و این دو مقاومت ۱۶ اهمی با هم موازی هستند که معادل آن ها برابر با ۸Ω خواهد شد. حال اگر کلید بسته شود، R_1 و R_2 با هم موازی می شوند و معادل آن ها $۳\Omega = \frac{۴ \times ۱۲}{۴ + ۱۲}$ خواهد شد و معادل R_3 نیز به همان ترتیب برابر $۳\Omega = R''$ می شود که این دو مقاومت R' و R'' با هم متوالی می شوند و معادل آنها ۶Ω می شود. نسبت مقاومت معادل بعد و قبل از بسته شدن کلید برابر خواهد شد با $\frac{۶}{۸}$ که آن هم برابر با $\frac{۳}{۴}$ است.

۵۳ گزینه ۴ افت پتانسیل حالت اول را حساب می کنیم. در حالت متوالی $R_1 = (۶ + ۶)\Omega = ۱۲\Omega$ می شود. پس:

$$I_1 = \frac{\varepsilon}{R_1 + r} = \frac{۱۲}{۱۲ + ۳} A = \frac{۱۲}{۱۵} A = \frac{۴}{۵} A$$

$$\Rightarrow \text{افت پتانسیل مولد} = I_1 r = \frac{۴}{۵} \times ۳ = \frac{۱۲}{۵} V$$

در حالت دوم، R_2 برابر با $۳\Omega = \frac{۶ \times ۶}{۶ + ۶}$ خواهد شد و افت پتانسیل مولد در این حالت به صورت زیر حساب می شود.

$$I_2 = \frac{\varepsilon}{R_2 + r} = \frac{۱۲}{۳ + ۳} A = ۲A$$

$$\text{افت پتانسیل مولد} = I_2 r = (۳ \times ۲) = ۶V$$

نسبت این دو، برابر خواهد شد با:

$$\frac{\frac{۶}{۵}}{\frac{۱۲}{۵}} = \frac{۶ \times ۵}{۱۲} = \frac{۵}{۲}$$

۵۴ گزینه ۴ راه حل اول: اگر مقاومت هر کدام R باشد، در حالت متوالی مقاومت معادل برابر با $۳R$ می شود.

$$P_1 = \frac{V^2}{R_1} \Rightarrow ۶۰ = \frac{V^2}{۳R} \Rightarrow V^2 = ۶۰(۳R) = ۱۸۰R$$

در حالت دوم مقاومت معادل $\frac{R}{۳}$ می شود. پس:

$$P_2 = \frac{V^2}{R_2} \Rightarrow P_2 = \frac{V^2}{\frac{R}{۳}} \xrightarrow{V^2=180R} P_2 = \frac{۱۸۰R}{\frac{R}{۳}} = (۱۸۰ \times ۳) \text{ وات} = ۵۴۰ \text{ وات}$$

راه حل دوم: چنانچه n مقاومت مشابه را یک بار به صورت متوالی و بار دیگر به صورت موازی به هم بسته و مجموعه را به اختلاف پتانسیل V وصل کنیم. نسبت توان الکتریکی مصرفی در حالت

$$\frac{P_2}{P_1} = n^2 \text{ موازی } (P_2) \text{ به حالت متوالی } (P_1) \text{ برابر است با:}$$

در این تست داریم:

$$\frac{P_2}{P_1} = n^2 = ۳^2 = ۹ \Rightarrow \frac{P_2}{۶۰} = ۹ \Rightarrow P_2 = ۵۴۰W$$

۵۵ گزینه ۲ مقاومت الکتریکی سیم را حساب می کنیم.

$$U = RI^2 t \Rightarrow \Delta = R(\Delta)^2 \times 1 \Rightarrow R = \frac{\Delta}{16} \Omega$$

$$\left. \begin{aligned} R &= \rho \frac{L}{A} \\ A &= 1 \text{ mm}^2 = 10^{-6} \text{ m}^2 \end{aligned} \right\} \frac{\Delta}{16} = \rho \frac{2.5}{10^{-6}} = \rho (2.5 \times 16) = \Delta \times 10^{-6}$$

$$40 \rho = \Delta \times 10^{-6} \Rightarrow \rho = \frac{\Delta}{4} \times 10^{-6} = 1.25 \times 10^{-6} \Omega \text{ m}$$

۵۶ گزینه ۳ شدت جریان مقاومت ۶ اهمی را حساب می‌کنیم.

$$P = RI^2 \Rightarrow 1.5 = 6I^2 = I^2 = \frac{1.5}{6} = \frac{1}{4} \Rightarrow I = \frac{1}{2} A$$

مقاومت ۳ اهمی موازی با ۶ اهمی است. پس جریان عبوری از آن $2 \times \frac{1}{2} A = 1 A$ خواهد شد. جریان عبوری از این دو مقاومت (۶ اهمی و ۳ اهمی) برابر با جریان کل است.

پس:

$$I_{\text{کل}} = (1 + \frac{1}{2}) A = \frac{3}{2} A$$

$$\text{ولت افت پتانسیل در باتری} = Ir = \frac{3}{2} \times 2 = 3$$

۵۷ گزینه ۱ در حالت متوالی، $R_T = (12 + 6 + 4) \Omega = 22 \Omega$ است.

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{24}{22 + 2} A = \frac{24}{24} A = 1 A$$

از تک تک مقاومتها در این حالت ۱ آمپر شدت جریان می‌گذرد. پس اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۱۲ اهمی در این حالت برابر خواهد شد با:

$$V_1 = RI = (12 \times 1) = 12 \text{ ولت}$$

چون در حالت دوم مقاومت‌ها با هم موازی می‌باشند، پس:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{12} + \frac{1}{6} + \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{1}{R_T} = \frac{1 + 2 + 3}{12} \Rightarrow R_T = \frac{12}{6} \Omega = 2 \Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_T + r} = \frac{24}{2 + 2} A = 6 A$$

در حالت موازی اختلاف پتانسیل ۱۲ اهمی با اختلاف پتانسیل دو سر مدار برابر است. پس:

$$V_r = R_T I = (2 \times 6) V = 12 V \Rightarrow \frac{V_1}{V_r} = \frac{12 V}{12 V} = 1$$

۵۸ گزینه ۴

با توجه به رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ می‌توان نوشت:

$$\frac{R_r}{R_1} = \frac{\rho \frac{L_r}{A_r}}{\rho \frac{L_1}{A_1}} \Rightarrow \frac{R_r}{R_1} = \frac{L_r A_1}{L_1 A_r}$$

از طرفی می‌دانیم که حجم سیم تغییر نکرده، پس:

$$V_r = V_1 \Rightarrow L_r A_r = L_1 A_1 \Rightarrow \frac{L_r}{L_1} = \frac{A_1}{A_r} \Rightarrow \frac{R_r}{R_1} = \left(\frac{A_1}{A_r} \right)^2$$

اما سطح دایره با مربع شعاع آن متناسب است. پس:

$$\Rightarrow \frac{R_r}{R_1} = \left[\left(\frac{r_1}{r_r} \right)^2 \right]^2 = \left(\frac{r_1}{r_r} \right)^4$$

۵۹ گزینه ۲ روش اول: با افزایش مقاومت R_p ، مقاومت معادل مدار نیز افزایش می‌یابد و به همین دلیل، شدت جریان کل (شدت جریان گذرنده از مولد) مدار کم می‌شود. با کاهش جریان، ولتاژ

دو سر مولد با توجه به رابطه $V = \varepsilon - rI$ افزایش می‌یابد.

و می‌توان نتیجه گرفت که $V_{p,r}$ افزایش یافته است. به دلیل موازی بودن دو مقاومت R_p و R_r این ولتاژ $(V_{p,r})$ ولتاژ دو سر هر یک از مقاومت‌های R_p و R_r نیز هست.

روش دوم: اگر R_p زیاد شود، مقاومت معادل مدار (R_T) نیز افزایش می‌یابد و بنابراین رابطه $I = \frac{\varepsilon}{R_T + r}$ مقدار I کم می‌شود. حال اگر R_1 را که با مولد متوالی است به مقاومت درونی

مولد اضافه کنیم، ولتاژ دو سر R_p و R_r برابر با ولتاژ دو سر مولد خواهد شد و در مورد ولتاژ دو سر مولد نیز می‌توان گفت:

$$\uparrow V_{\text{مولد}} = \varepsilon - rI \downarrow$$

۶۰ گزینه ۳ ولت‌سنج عدد صفر را نشان می‌دهد، بنابراین:

$$\varepsilon - 3I = 0 \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{3}$$

$$I = \frac{2\varepsilon}{R + 1 + 3} \quad (2)$$

همچنین با توجه به رابطه $I = \frac{\sum \varepsilon}{R_T + \sum r}$ برای کل مدار داریم:

$$\frac{\varepsilon}{3} = \frac{2\varepsilon}{R + 4} \Rightarrow R = 2 \Omega$$

از (۱) و (۲) داریم:

۶۱ گزینه ۱ بنا به رابطه‌ی $R = \rho \frac{L}{A}$ برای هر سه مقاومت داریم:

$$\begin{cases} R_A = (1,5\rho) \frac{(2L)}{A} = 3\rho \frac{L}{A} \\ R_B = (0,5\rho) \frac{L}{A} = 0,5\rho \frac{L}{A} \\ R_C = \rho \frac{L}{A} = \rho \frac{L}{A} \end{cases} \Rightarrow R_A = 3R_C, R_C = 2R_B$$

۶۲ گزینه ۳

$$V_T = R_T I \rightarrow 120 = R_T \times 15 \rightarrow R_T = 8\Omega$$

ابتدا مقاومت معادل را به دست می‌آوریم:

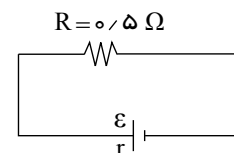
چون این مقاومت، کوچکتر از اندازه‌ی هر مقاومت (یعنی ۴۰ اهم) است، مقاومت‌ها را موازی بسته‌ایم:

$$R_T = \frac{R}{n} \rightarrow 8 = \frac{40}{n} \rightarrow n = 5$$

۶۳ گزینه ۳ ابتدا اختلاف پتانسیل مولد را در حالت کلید باز محاسبه می‌کنیم:

$$\Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R+r} \Rightarrow I = \frac{1,5}{0,5+0,5} \Rightarrow I = 1,5 A$$

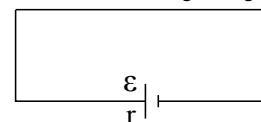
$$V = \varepsilon - Ir \Rightarrow V = 1,5 - 1,5 \times 0,5 \Rightarrow V_1 = 0,75 V$$



پس از بستن کلید، مقاومت R اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می‌گردد، داریم:

$$I = \frac{\varepsilon}{r} \Rightarrow I = \frac{1,5}{0,5} = 3 A$$

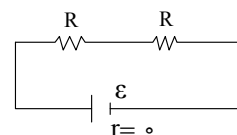
$$V = \varepsilon - Ir \Rightarrow V = 1,5 - 3 \times 0,5 \Rightarrow V_2 = 0$$



بنابراین می‌توان نتیجه گرفت، با بستن کلید، ولتاژ دو سر مولد $0,75 V$ کاهش می‌یابد.

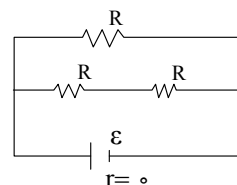
۶۴ گزینه ۴ قبل از بستن کلید k ، داریم:

$$\begin{cases} R_T = 2R \\ P_T = \frac{V_2^2}{R_T} \Rightarrow P_T = \frac{\varepsilon^2}{2R} \Rightarrow P_T = \frac{1}{2} \frac{\varepsilon^2}{R} \end{cases}$$



و پس از بستن کلید k ، داریم:

$$\begin{cases} R'_T = \frac{2R \times R}{2R + R} = \frac{2}{3} R \\ P'_T = \frac{V_2^2}{R'_T} \Rightarrow P'_T = \frac{\varepsilon^2}{\frac{2}{3} R} \Rightarrow P'_T = \frac{3}{2} \frac{\varepsilon^2}{R} \end{cases}$$



بنابراین می‌توان نتیجه گرفت:

$$\frac{P'_T}{P_T} = \frac{\frac{3}{2} \frac{\varepsilon^2}{R}}{\frac{1}{2} \frac{\varepsilon^2}{R}} \Rightarrow \frac{P'_T}{P_T} = 3$$

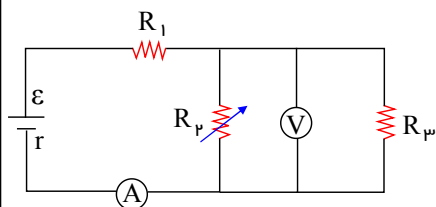
۶۵ گزینه ۲ با حرکت رئوس A به B ، مقاومت رئوس افزایش می‌یابد و در نتیجه مقاومت معادل مدار نیز افزایش می‌یابد، بنابراین باتوجه به روابط زیر داریم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_T + r} \xrightarrow{R_T \uparrow} I \downarrow \Rightarrow I' < I$$

$$V = \varepsilon - Ir \xrightarrow{I \downarrow} V \uparrow \Rightarrow V' > V$$

۶۶ گزینه ۲ در مدار شکل زیر با افزایش مقاومت R_p مقاومت مدار (R_T) افزایش می‌یابد. در نتیجه طبق رابطه‌ی $I = \frac{\varepsilon}{R_T + r}$ شدت جریان کلی مدار یا جریانی که از شاخه‌ی اصلی

مدار عبور می‌کند کاهش می‌یابد. بنابراین آمپرسنج عدد کم‌تری را نشان می‌دهد. از طرفی طبق رابطه‌ی $V_{\text{مولد}} = \varepsilon - Ir$ با کاهش شدت جریان مدار، افت پتانسیل در مولد کاهش و اختلاف پتانسیل دو سر مولد افزایش می‌یابد. با توجه به آن که $V_{R_1} + V_{R_p} = V_{\text{مولد}} \Rightarrow V_{R_1} \downarrow$ می‌باشد و با کاهش جریان $I R_1 \downarrow$ کاهش می‌یابد. پس $V_{R_p} = V_{R_p}$ باید افزایش پیدا کند و ولت‌سنج عدد بیشتری را نشان می‌دهد.



۶۷ گزینه ۴

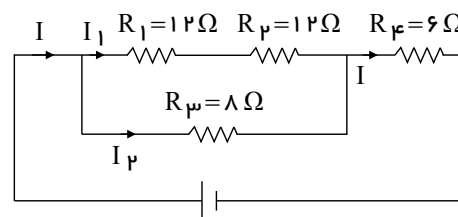
$$\begin{cases} m_B = \frac{r}{3} m_A \Rightarrow \rho_B V_B = \frac{r}{3} \rho_A V_A \xrightarrow{V=AL} \frac{\rho_B}{3} A_B L_B = \frac{r}{3} \rho_A A_A L_A \xrightarrow{L_B=L_A} A_B = r A_A \\ m = \rho V \end{cases}$$

اکنون باتوجه به رابطه‌ی $R = \rho \frac{l}{A}$ داریم:

$$R = \rho \frac{l}{A} \Rightarrow \frac{R_B}{R_A} = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{L_B}{L_A} \times \frac{A_A}{A_B} \xrightarrow{L_A=L_B} 1 = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times 1 \times \frac{A_A}{A_B} \\ \Rightarrow \frac{\rho_B}{\rho_A} = \frac{A_B}{A_A} \xrightarrow{A_B=rA_A} \frac{\rho_B}{\rho_A} = r$$

۶۸ گزینه ۴ اگر جریانی را که از مولد می‌گذرد I در نظر بگیریم، باتوجه به اینکه جریان بین مقاومت‌های موازی ($R_p = 8, R_{12} = 24$) به نسبت عکس مقاومت‌ها تقسیم می‌شود. داریم:

$$I_p = \frac{3}{4} I, I_1 = \frac{1}{4} I \\ \frac{P_{R_p}}{P_{R_1}} = \frac{R_p I_p^2}{R_1 (I_1)^2} = \frac{6 I^2}{12 \times \frac{I^2}{16}} = 8$$

۶۹ گزینه ۱ باتوجه به تقسیم I بین شاخه‌های A و B و رابطه عکس بین R و I در مقاومت‌های موازی می‌توان نتیجه گرفت:

$$R_A = 2 R_B$$

همچنین باتوجه به رابطه مقاومت با شرایط ساختمانی آن می‌توان گفت:

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{L_A}{L_B} \times \frac{A_B}{A_A} \Rightarrow 2 = 3 \times 1 \times \frac{A_B}{A_A} \Rightarrow \frac{A_A}{A_B} = \frac{3}{2}$$

۷۰ گزینه ۳ چون در این سؤال مقاومت لامپ ثابت فرض شده است، پس با استفاده از فرم مقایسه‌ای رابطه‌ی $P = \frac{V^2}{R}$ می‌توان نوشت:

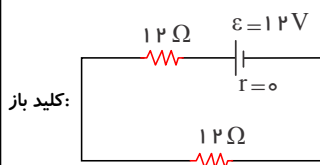
$$P_p = P_1 - 0.19 P_1 = 0.81 P_1 \\ P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow \frac{P_p}{P_1} = \left(\frac{V_p}{V_1} \right)^2 \Rightarrow \frac{0.81 P_1}{P_1} = \left(\frac{V_p}{V_1} \right)^2 \Rightarrow \frac{V_p}{V_1} = 0.9 \Rightarrow V_p = 0.9 \times 200 = 180 V \\ \Delta V = V_p - V_1 = 180 - 200 = -20 V$$

۷۱ گزینه ۱ طبق رابطه‌ی $\frac{U}{t} = P$ آهنگ تولید انرژی گرمایی در سیم همان توان مصرفی سیم می‌باشد. برای استفاده از رابطه‌ی $P = \frac{V^2}{R}$ ابتدا مقاومت الکتریکی سیم را به دست می‌آوریم:

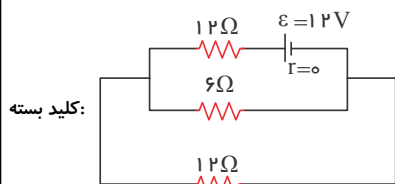
$$R = \rho \frac{L}{A} = 1.7 \times 10^{-8} \times \frac{30}{3 \times (10^{-3})^2} = 0.17$$

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{(17)^2}{0.17} = 1700 W$$

۷۲ گزینه ۳

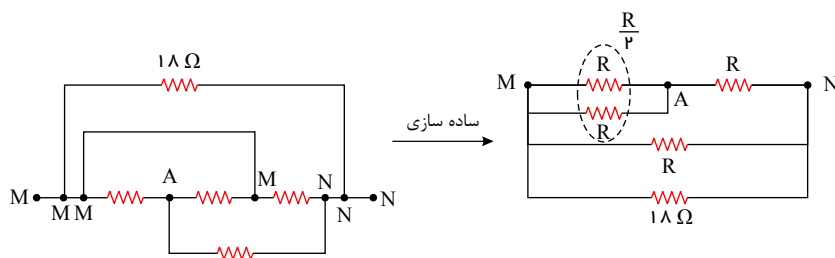


$$I_{T_1} = \frac{\varepsilon}{R_{T_1} + r} = \frac{12}{24} = 0.5 A \rightarrow P_1 = \varepsilon I_1 = 12 \times \frac{1}{2} = 6 W$$



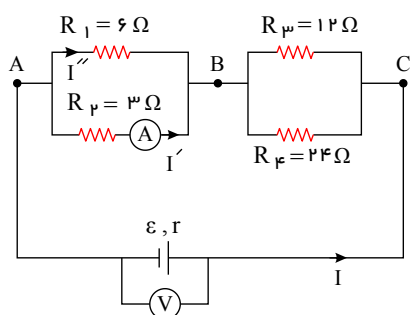
$$I_{T_r} = \frac{\varepsilon}{R_{T_r} + r} = \frac{12}{16} = 0.75A \rightarrow P_r = \varepsilon I_r = 12 \times \frac{3}{4} = 9W$$

گزینه ۳ ۷۳



$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{\frac{R}{r} + R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{18} \Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{1}{\frac{R}{r}} + \frac{1}{R} + \frac{1}{18} \Rightarrow R = 6\Omega$$

گزینه ۲ ۷۴



R_p افزایش یابد، R_{eq} افزایش می‌یابد. بنابراین $I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}}$ کل کاهش می‌یابد.

$$\begin{cases} V = \varepsilon - rI \xrightarrow{I \downarrow} V_{AC} \uparrow \\ V_{BC} = R_{p,r} I \xrightarrow{I \downarrow} V_{BC} \downarrow \end{cases} \xrightarrow{(V_{AC}=V_{AB}+V_{BC})} V_{AB} \uparrow \Rightarrow V_1 = V_{AB} \uparrow = R_1 I'' \rightarrow I'' \uparrow$$

$$I = I' + I'' \xrightarrow{I' \downarrow, I'' \uparrow} \text{عدد آمپر سنج } I' \downarrow$$

گزینه ۳ ۷۵

$$\begin{cases} \varepsilon = 12V \\ V = 9.6V_1 \rightarrow V = \varepsilon - rI = \varepsilon - r\left(\frac{\varepsilon}{r+R}\right) = \frac{\varepsilon R}{r+R} \rightarrow 9.6 = \frac{12 \times 8}{r+8} \\ R = 8\Omega \end{cases}$$

$$\rightarrow 9.6r + 8 \times 9.6 = 8 \times 12 \rightarrow 9.6r = 8(12 - 9.6) \rightarrow \boxed{r = 2\Omega}$$

گزینه ۳ اگر کلید بالایی بسته شود: ۷۶

$$P_1 = \frac{V^2}{R_1} = \frac{V^2}{288} \quad (1)$$

اگر کلید پایینی فقط بسته شود:

$$P_r = \frac{V^2}{R_r} = \frac{V^2}{144} \quad (2)$$

اگر هر دو کلید بسته شوند:

$$\begin{cases} P_r = \frac{V^2}{R_{eq}} = \frac{V^2}{96} \quad (3) \\ R_{eq} = \frac{288 \times 144}{288 + 144} = \frac{2 \times 144 \times 144}{2 \times 144 + 144} = \frac{2 \times 144 \times \cancel{144}}{3 \times \cancel{144}} = 96 \end{cases}$$

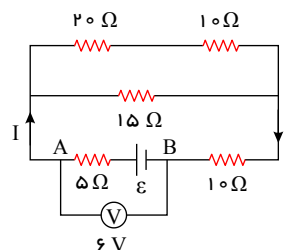
$$(1), (2), (3) \rightarrow P_1 < P_r < P_2 \rightarrow \frac{P_r}{P_1} = \frac{\frac{V^2}{96}}{\frac{V^2}{288}} = \frac{288}{96} = 3$$

۷۷ گزینه ۴ روش اول: مدار معادل به شکل زیر است:

$$R_{eq} = \frac{30 \times 15}{30 + 15} = \frac{450}{45} = 10$$

$$\rightarrow I = \frac{\varepsilon}{15 + 10} \rightarrow V_{AB} = \varepsilon - 5I$$

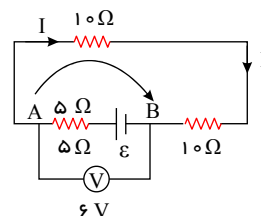
$$\rightarrow 6 = \varepsilon - 5\left(\frac{\varepsilon}{25}\right) = \varepsilon - \frac{\varepsilon}{5} = \frac{4}{5}\varepsilon \rightarrow \varepsilon = \frac{30}{4} = 7.5V$$



روش دوم:

$$V_A = -10I - 10I = V_B \rightarrow V_{AB} = 20I \rightarrow 6 = 20I \rightarrow I = 0.3A$$

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} \rightarrow \frac{3}{10} = \frac{\varepsilon}{25} \rightarrow \varepsilon = \frac{75}{10} = 7.5V$$

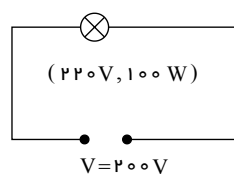


۷۸ گزینه ۱

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{(10^5)(2 \times 10^6)}{10^5 + (2 \times 10^6)} = \frac{2 \times 10^{11}}{10^5(21)} = \frac{2 \times 10^6}{21}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} = \frac{20}{10 + \frac{2 \times 10^6}{21}} = 21 \times 10^{-8} A = 0.21 mA$$

۷۹ گزینه ۲

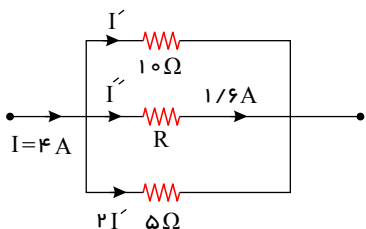


مقاومت ثابت فرض شده است:

$$P = \frac{V^2}{R} \rightarrow \frac{P}{R} = \left(\frac{V}{R}\right)^2 \rightarrow \frac{P}{100} = \left(\frac{200}{220}\right)^2 \rightarrow P = 100 \times \left(\frac{200}{220}\right)^2$$

$$\rightarrow P = 100 \times \frac{100}{121} \rightarrow W = Pt = \frac{10^4}{121} \times 11h = \frac{10}{121} kW \times 11h = \frac{10}{11} (kW \cdot h)$$

گزینه ۳ ۸۰

بدیهی است جریان عبوری از مقاومت 10Ω نصف جریان عبوری از مقاومت 5Ω است:

$$I = 4A = 3I' + 1/6 \Rightarrow 3I' = 2/6A \Rightarrow I' = 0.8A$$

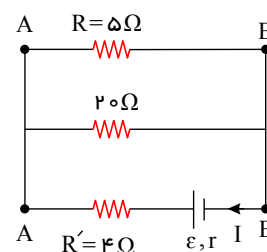
$$V_R = V_{R=10\Omega} = 10\Omega \times 0.8A = 8V \Rightarrow P = V_R \times I'' = 8 \times 1/6 \Rightarrow U = Pt = 12.8 \times 25 \times 60 = 19200J = 19.2kJ \Rightarrow U = 19.2kJ$$

دیدیم نیازی به محاسبه R نبود. (هرچند به سهولت قابل محاسبه بود!)

گزینه ۳ ۸۱

$$\text{کلید} \Rightarrow R_{eq} = 4 + 5 = 9\Omega \Rightarrow I_{\text{اصلی}} = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} = \frac{18}{1 + 9} = 1.8A$$

$$\Delta V_{(R=5\Omega)} = 5 \times 1.8 = 9V \quad (1)$$



$$\text{با بستن کلید} \Rightarrow R_{eq} = 4 + \frac{20 \times 5}{20 + 5} = 4 + \frac{100}{25} = 8\Omega \Rightarrow I'_{\text{اصلی}} = \frac{18}{1 + 8} = \frac{18}{9} = 2A$$

$$\Delta V'_{(R=5\Omega)} = \Delta V_{AB} = \varepsilon - (r + R')I' = 18 - (1 + 4)(2) \Rightarrow \Delta V' = 8V \quad (2)$$

(۱) و (۲) تغییر می‌یابد به $9V \rightarrow 8V \Rightarrow$ ولت کاهش یافته است.

گزینه ۴ ۸۲

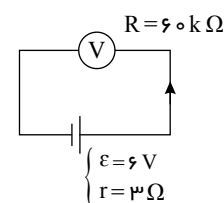
$$\begin{cases} R_1 = 6\Omega = \rho \frac{L_1}{A} \\ R = \rho \frac{L_r}{A} \xrightarrow{L_r = L_1 \frac{1}{4}} R_r = \frac{1}{4} R_1 = 1.5\Omega \Rightarrow \rho \frac{L_r}{A} = 1.5\Omega \end{cases}$$

در گام بعدی طول سیم را افزایش می‌دهیم تا به L_1 برسد:

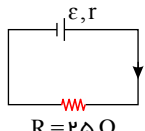
$$\begin{cases} \frac{R_r}{R_r} = \left(\frac{L_r}{L_r}\right)^2 \xrightarrow{\text{چون حجم ثابت است}} A_r L_r = A_r L_r \Rightarrow \frac{L_r}{L_r} = \left(\frac{A_r}{A_r}\right) \Rightarrow \frac{R_r}{R_r} = \left(\frac{L_r}{L_r}\right) \left(\frac{A_r}{A_r}\right) = \left(\frac{L_r}{L_r}\right) \\ L_r = L_1 \text{ و } L_r = \frac{1}{4} L_1 \Rightarrow (L_r = \frac{1}{4} L_r) \Rightarrow \frac{R_r}{R_r} = 16 \Rightarrow R_r = 16 R_r = 16 \times 1.5 \Rightarrow R_r = 24\Omega \end{cases}$$

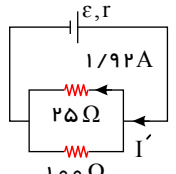
گزینه ۲ ۸۳

$$I = \frac{q}{t} = \frac{ne}{t} \rightarrow \begin{cases} n = \frac{It}{e} = \frac{6 \times 60}{60003 \times 1.6 \times 10^{-19}} \\ I = \frac{\varepsilon}{r + R} = \frac{6}{3 + 6000} = \frac{6}{60003} \end{cases}$$



$$\begin{cases} 1 \leq X < 5 \Rightarrow X = 10 = 1 \\ 5 \leq X < 10 \Rightarrow X = 10 = 10 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 6 \sim 10 \\ 60 = 6 \times 10 \sim 10^2 \\ 60003 = 60003 \times 10^4 = 10^1 \times 10^4 = 10^5 \end{cases} \Rightarrow n \sim \frac{10 \times 10^2}{10^5 \times 1 \times 10^{-19}} = 10^{17}$$

حالت اول $\Rightarrow$  $I = 2A \Rightarrow$ توان خروجی باتری $\Rightarrow P_1 = \frac{P_{Req}}{P} = RI^2 = 25 \times 2^2 = 100W \Rightarrow P_1 = 100W$ (۱)

حالت دوم $\Rightarrow$  $\Rightarrow 1.92 = (\frac{100}{125})I' \Rightarrow I' = \frac{5}{4} \times 1.92 \Rightarrow I' = 2.4A$

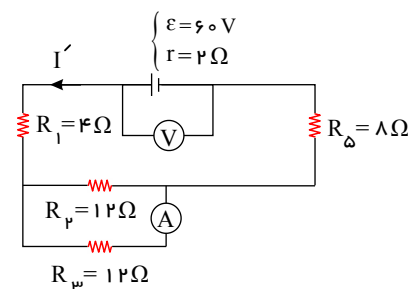
$$\begin{cases} \text{توان مصرفی } Req = \frac{P_r}{P_r} = (2.4)^2 = 115.2 \Rightarrow P_r = 115.2W \quad (2) \\ R_{eq} = \frac{25 \times 100}{25 + 100} = \frac{25 \times 100}{125} = \frac{100}{5} = 20\Omega \end{cases}$$

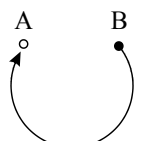
(۱) و (۲) $\Rightarrow \Delta P = 115.2 - 100 = 15.2W \Rightarrow \Delta P = 15.2W$

۸۵ گزینه ۱ چون مقاومت آمپرسنج ایده آل ناچیز است، مقاومت R_f اتصال کوتاه شده و حذف می‌گردد:

$$\Rightarrow I' = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} = \frac{60}{2 + (\frac{12}{2} + 8)} \Rightarrow I' = 3A \rightarrow \text{عدد آمپرسنج} = 1.5A$$

عدد ولتسنج $= \varepsilon - rI = 60 - 2 \times 3 = 54V$

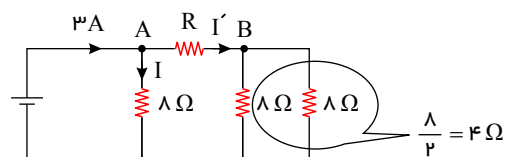


 $\Rightarrow V_B - 4I' + 8I = V_A \Rightarrow V_A - V_B = V_{AB} = 12 = 8I - 4I'$

$$\Rightarrow 2I - I' = 3 \xrightarrow[\text{از طرفی}]{I + I' = 3A} \begin{cases} I + I' = 3A \\ 2I - I' = 3A \end{cases}$$

$3I = 6A \Rightarrow I = 2A$ و $I' = 1A$

$V_{AB} = RI' \Rightarrow 12 = R \times 1 \Rightarrow R = 12\Omega$



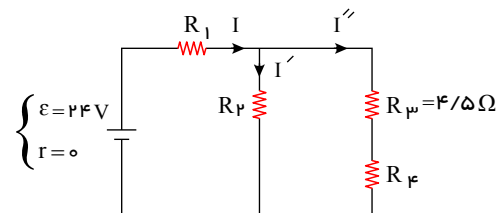
۸۷ گزینه ۴ می‌دانیم توان خروجی باتری از رابطه: $P = \varepsilon I - rI^2$ محاسبه می‌شود که برابر با توان مصرفی مقاومت‌های خارجی مدار یعنی: $P_{Req} = R_{eq}I^2$ است. (در صورتی که یک باتری داشته باشیم.)

$$V = \varepsilon \begin{cases} P_1 = \frac{V^2}{R_{eq}} = \frac{\varepsilon^2}{4} \text{ و } R_{eq} = \frac{6 \times 12}{6 + 12} = 4\Omega \\ P_r = \frac{V^2}{R'_{eq}} = \frac{\varepsilon^2}{12} \text{ و } R'_{eq} = 12\Omega \end{cases}$$

$$\frac{P_r}{P_1} = \frac{\frac{\varepsilon^2}{12}}{\frac{\varepsilon^2}{4}} = \frac{4}{12} = \frac{1}{3} \Rightarrow \frac{P_r}{P_1} = \frac{1}{3}$$

گزینه ۱ ۸۸

$$P_{R_p} = P_{R_f} \Rightarrow R_p I''^2 = R_f I''^2 \Rightarrow R_p = R_f = 4/5 \Omega \quad (1)$$



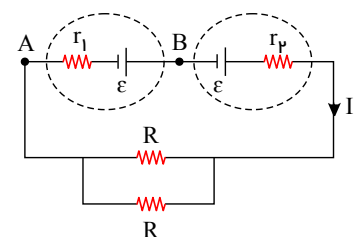
$$\begin{cases} P_{R_p} = P_{R_f} \Rightarrow \frac{V_{R_p}^2}{R_p} = \frac{V_{R_f}^2}{R_f} \xrightarrow{(*)} \frac{4}{R_p} = \frac{1}{4/5} \Rightarrow R_p = 1 \Omega \quad (2) \\ V_{R_p} = V_{R_f} + V_{R_f} = 2V_{R_f} \quad (*) \end{cases}$$

$$R_p = 2R_{f,4} \Rightarrow \begin{cases} I'' = 2I' \Rightarrow P_{R_1} = P_{R_p} \Rightarrow R_1 I^2 = R_p (I'')^2 \\ I = I' + I'' = \frac{3}{2} I'' \end{cases} \Rightarrow R_1 \left(\frac{3}{2} I''\right)^2 = 4/5 I''^2 \Rightarrow \frac{9}{4} R_1 = 4/5 \Rightarrow R_1 = 2 \Omega \quad (3)$$

$$(1) \text{ و } (2) \text{ و } (3) \Rightarrow R_{eq} = 2 + \frac{9 \times 1 \Omega}{9 + 1 \Omega} = 2 + \frac{9 \times 1 \Omega}{10} = 2.9 \Omega \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} = \frac{24}{0 + 2.9} = 8.27 A \Rightarrow I' = \left(\frac{R_{f,4}}{R_{f,4} + R_p}\right) I = \left(\frac{9}{9 + 1 \Omega}\right) \times 8.27 = 1 A$$

گزینه ۲ ۸۹

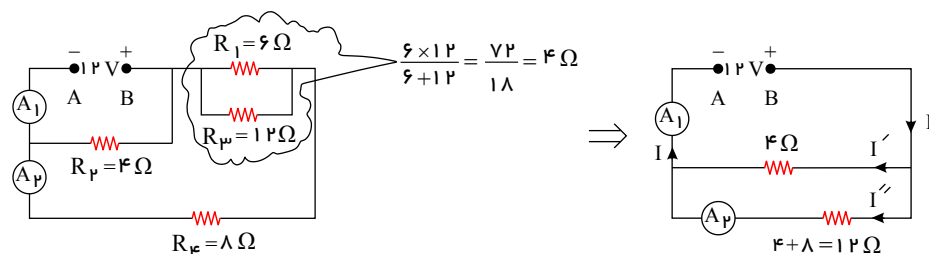
$$V_A - r_1 I + \varepsilon = V_B \Rightarrow V_B - V_A = 0 = \varepsilon - r_1 I \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{r_1}$$



از طرفی: $I = \frac{2\varepsilon}{\sum r + R_{eq}}$

$$I = \frac{2\varepsilon}{(r_1 + r_2) + \frac{R}{2}} = \frac{\varepsilon}{r_1} \Rightarrow r_1 + r_2 + \frac{R}{2} = 2r_1 \Rightarrow r_1 - r_2 = \frac{R}{2} \Rightarrow R = 2(r_1 - r_2)$$

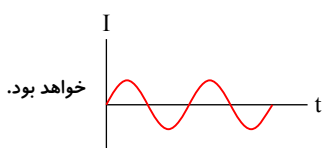
گزینه ۳ کافی است کمی مقاومت R_p را جابه‌جا کنیم: ۹۰



$$I = \frac{V_{AB}}{R_{eq}} = \frac{12}{\frac{4 \times 12}{4 + 12}} = \frac{12}{3} = 4 A$$

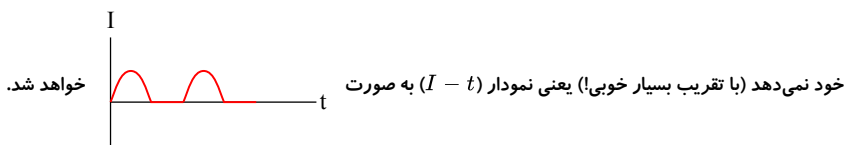
$$I'' = \left(\frac{4}{4 + 12}\right) \times 4 = 1 A$$

۹۱

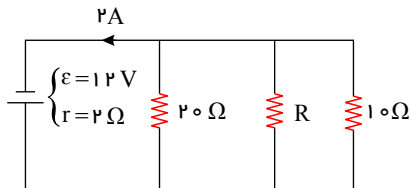


گزینه ۳ در مدار یک مولد جریان متناوب قرار دارد. هنگام اتصال کلید m در حالت (۱) دیود نقشی در مدار نداشته و نمودار $(I - t)$ به شکل خواهد بود.

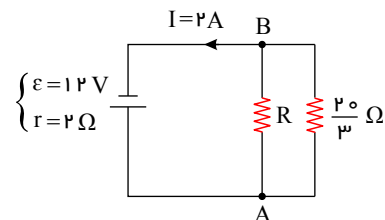
ولی هنگامی که کلید در وضعیت (۲) قرار دارد، دیود فقط در جهت ساعتگرد اجازه عبور جریان را از خود می‌دهد، و در مواقعی که مولد جهت جریان را وارونه می‌کند، دیود اجازه عبور جریان را از



گزینه ۴ ۹۲

معادل ۲ مقاومت ۱۰Ω و ۲۰Ω را R' می‌نامیم. بنابراین داریم:

$$R' = \frac{20 \times 10}{20 + 10} = \frac{200}{30} = \frac{20}{3}\Omega$$



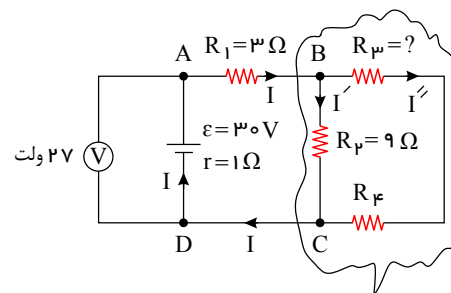
$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} \Rightarrow 2 = \frac{12}{2 + R_{eq}} \Rightarrow R_{eq} = 4\Omega \Rightarrow R_{eq} = 2 = \frac{R \times \frac{20}{3}}{R + \frac{20}{3}} \Rightarrow 2R + \frac{40}{3} = \frac{20}{3}R \Rightarrow \frac{20}{3}R - 2R = \frac{40}{3} \Rightarrow \frac{14}{3}R = \frac{40}{3} \Rightarrow R = 10\Omega$$

$$V_{AB} = \Delta V_{\text{بتری}} = \varepsilon - rI = 12 - 2 \times 2 = 8V \Rightarrow P_R = \frac{V_{AB}^2}{R} = \frac{8^2}{10} = 6.4W$$

$$U_R = P_R \times \Delta t = 6.4 \times 60 = 384J \Rightarrow U_R = 384J$$

گزینه ۳ ۹۳

$$V = \varepsilon - rI \Rightarrow 2V = 30 - 1 \times I \Rightarrow I = 28A \Rightarrow \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} = 2 \Rightarrow \frac{30}{1 + R_{eq}} = 2 \Rightarrow R_{eq} = 14\Omega$$



$$R_{eq} = R_1 + R' \rightarrow 14 = 2 + R' \rightarrow R' = 12\Omega$$

$$V_{BC} = \left(\frac{R'}{R_1 + R'} \right) \times 2V = \left(\frac{12}{2 + 12} \right) \times 2V = 1.8V \rightarrow I' = \frac{V_{BC}}{R_2} = \frac{1.8}{9} = 0.2A$$

$$I'' = I - I' = 28 - 0.2 = 27.8A \Rightarrow P_{R_4} = R_4 I''^2 \Rightarrow 6 = R_4 \times 27.8^2 \Rightarrow R_4 = 6\Omega$$

$$\begin{cases} R' = 6\Omega \\ R' = \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4} \Rightarrow 6 = \frac{9 R_4}{9 + R_4} \Rightarrow R_4 = 18\Omega = R_3 + R_4 = R_3 + 6 \Rightarrow R_3 = 12\Omega \end{cases}$$

۹۴

گزینه ۲ نکته: بیشینه توان مفید مولد (توان خروجی) در حالتی است که $R = r$ باشد. در این صورت به ازای جریان $I = \frac{\varepsilon}{2r}$ بیشترین توان خروجی برابر $P_{\max} = \frac{\varepsilon^2}{4r}$ خواهد شد.

$$P = \varepsilon I - rI^2 \xrightarrow{I = \frac{\varepsilon}{2r}} P_{\max} = \frac{\varepsilon^2}{4r}$$

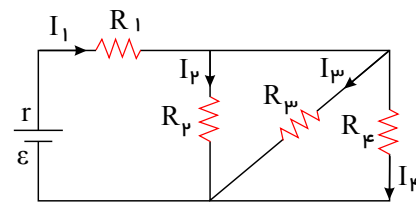
$$P_{\max} = \frac{\varepsilon^2}{4r} \Rightarrow 36 = \frac{24^2}{4r} \Rightarrow r = 4\Omega$$

$$V = IR \Rightarrow V = \frac{\varepsilon R}{R+r} = \frac{24 \times 8}{8+4} = 16V$$

حال اگر مقاومت $R = 8\Omega$ را به دو سر مولد ببندیم داریم:

۹۵ گزینه ۳

$$\left. \begin{aligned} I_r &= \frac{r_0}{100} I_1 \\ I_1 &= I_r + I_{r,f} \end{aligned} \right\} \rightarrow I_{r,f} = \frac{80}{100} I_1$$



چون $R_p = R_f$ است، این جریان بین R_p و R_f به طور مساوی تقسیم می شود: (با توجه به رابطه $P = RI^2$)

$$I_r = \frac{40}{100} I_1, \quad I_f = \frac{40}{100} I_1 \rightarrow P_r = P_f$$

P_r یا P_f را می توانیم با P_p مقایسه کنیم:

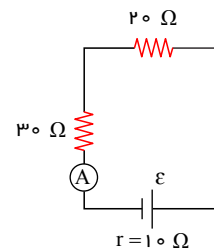
R_p و R_f موازی هستند؛ بنابراین اختلاف پتانسیل هر سه را V فرض می کنیم:

$$\left. \begin{aligned} P_r &= VI_r = V \times \frac{r_0}{100} I_1 \\ P_f &= VI_f = V \times \frac{r_0}{100} I_1 \end{aligned} \right\} \rightarrow P_r = P_f > P_p$$

توجه: P_r و P_f را نمی توانیم با P_1 مقایسه کنیم.

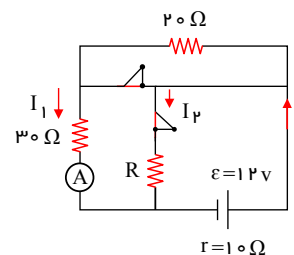
۹۶ گزینه ۳ وقتی هر دو کلید باز هستند، می توان مدار را به صورت زیر در نظر گرفت و جریان مدار را محاسبه کرد:

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \rightarrow 0.2 = \frac{\varepsilon}{50+10} \rightarrow \varepsilon = 12V$$



وقتی هر دو کلید بسته اند، مدار به شکل زیر است و چنان که می بینید، مقاومت 20Ω اهمی اتصال کوتاه شده است و دو مقاومت دیگر هم موازی اند. ولتاژ دو سر مقاومت 30Ω اهمی را می توان به صورت زیر به دست آورد.

$$V_1 = R_1 I_1 \rightarrow V_1 = 30 \times 0.2 = 6 \text{ ولت}$$



$$V = \varepsilon - rI \rightarrow 6 = 12 - 10I \rightarrow I = 0.6A$$

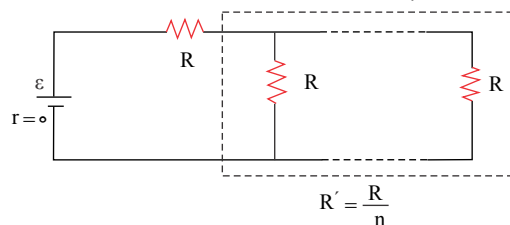
ولتاژ دو سر مولد نیز همین مقدار است:

به این ترتیب، جریان دو مقاومت R برابر $0.4 = 0.2 - 0.6 = 0.2$ آمپر است و چون ولتاژ دو سر آن هم ۶ ولت است، می توان نوشت:

$$V_r = RI_r \rightarrow 6 = R \times 0.4 \rightarrow R = 15\Omega$$

۹۷ گزینه ۳ باتوجه به شکل مدار، ابتدا مقاومت معادل مدار را در دو حالت حساب می کنیم:

$$R_{T1} = R + \frac{R}{n}, \quad R_{T2} = R + \frac{R}{(n+1)}$$



حال با استفاده از رابطه ی جریان در یک مدار تک حلقه می توان نوشت:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_T + r} \xrightarrow{r=0} I = \frac{\varepsilon}{R_T}$$

$$\frac{I_r}{I_1} = \frac{R_{T_1}}{R_{T_r}} \Rightarrow \frac{16}{15} = \frac{R + \frac{R}{n}}{R + \frac{R}{n+1}} = \frac{(n+1)^2}{n(n+2)} \Rightarrow 16(n^2 + 2n) = 15(n+1)^2$$

$$\Rightarrow n^2 + 2n - 15 = 0 \Rightarrow (n-3)(n+5) = 0 \Rightarrow n = 3$$

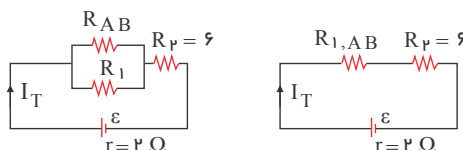
۹۸ گزینه ۲ با استفاده از رابطه $R = \rho \frac{\ell}{A}$ و $\rho = \frac{m}{V}$ داریم:

$$\left\{ \begin{array}{l} R = \rho \frac{\ell}{A} \text{ مقاومت ویژه} \\ \rho_{\text{چگالی}} = \frac{m}{V} \xrightarrow{V=A \cdot L} \rho_{\text{چگالی}} = \frac{m}{A \cdot L} \Rightarrow A = \frac{m}{\rho \cdot L} \Rightarrow R = \rho \frac{\ell}{\frac{m}{\rho \cdot L}} = \frac{\rho^2 \ell^2}{m} \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} R = \rho_{\text{چگالی}} \frac{\ell^2}{m} \\ R = \frac{V}{I} \end{array} \right. \Rightarrow \frac{V}{I} = \rho_{\text{چگالی}} \frac{\ell^2}{m} \Rightarrow m = \rho_{\text{چگالی}} \frac{\ell^2 I}{V}$$

$$\Rightarrow \frac{3}{1.2} = \frac{1.8 \times 10^{-8} \times 8000 \times (25)^2}{m} \Rightarrow m = 0.036 \text{ kg} \Rightarrow m = 36 \text{ g}$$

۹۹ گزینه ۳



با حرکت لغزنده از A به B مقاومت R_{AB} افزایش می‌یابد و در نتیجه مقاومت کل مدار نیز افزایش می‌یابد. ($R_T \uparrow$) و طبق رابطه $I_T = \frac{\varepsilon}{R_T + r}$ با افزایش I_T کاهش می‌یابد.

و طبق رابطه اختلاف پتانسیل دو سر مولد یعنی $\uparrow V = \varepsilon - r I_T \downarrow$

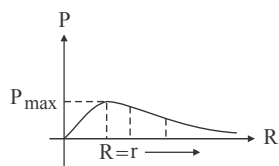
با کاهش I_T دو سر مولد افزایش می‌یابد.

با کاهش I_T اختلاف پتانسیل دو سر $R_p = R_p I_T$ طبق رابطه $\downarrow V_p = R_p I_T$ کاهش می‌یابد و با توجه به اینکه V مولد افزایش می‌یابد الزاماً دو سر مقاومت $R_{1,AB}$ نیز افزایش می‌یابد. یعنی V_1 دو سر R_1 نیز افزایش می‌یابد.

$$\uparrow V_{\text{کل}} \Rightarrow V_{1,AB} + V_p \downarrow \Rightarrow V_{1,AB} \uparrow$$

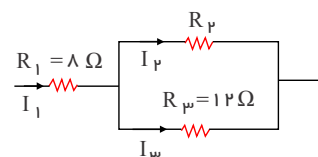
همچنین با توجه به رابطه $P_1 = \frac{V_1^2}{R_1}$ با افزایش V_1 ، P_1 افزایش می‌یابد.

برای تشخیص تغییرات توان خروجی، نمودار توان خروجی بر حسب مقاومت مدار مطابق شکل زیر است و چون $\begin{cases} R_T = R_{1,AB} + R_p > 6 \\ R_T > r = 2 \end{cases}$ و R_T در حال افزایش است. سمت راست نمودار را پوشش می‌دهد که با افزایش مقاومت مدار توان خروجی کاهش می‌یابد.



۱۰۰ گزینه ۴ می‌دانیم اگر دو مقاومت به صورت سری (متوالی) به هم بسته شده باشند، جریان عبوری از آن‌ها یکسان بوده و برای مقایسه‌ی توان مصرفی آن‌ها از فرم مقایسه‌ای رابطه‌ی $P = RI^2$ استفاده می‌کنیم و چنانچه دو مقاومت به صورت موازی به هم بسته شده باشند، اختلاف پتانسیل یکسانی دارند و برای مقایسه‌ی توان مصرفی آن‌ها از فرم مقایسه‌ای رابطه‌ی $P = \frac{V^2}{R}$ استفاده می‌کنیم. اکنون مطابق فرض مسئله داریم:

$$P = RI^2 \Rightarrow \frac{P_1}{P_{2,3}} = \frac{R_1}{R_{2,3}} = \frac{\lambda}{R_{2,3}} \Rightarrow P_1 = \frac{\lambda}{R_{2,3}} P_{2,3} \quad (1)$$



برای دو مقاومت R_p و R_1 می‌توان نوشت:

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow \frac{P_p}{P_r} = \frac{R_r}{R_p} = \frac{R_p}{12} \Rightarrow P_p = \frac{R_p}{12} P_r \quad (2)$$

$$(1), (2) \rightarrow P_1 = \frac{\lambda}{R_{r,3}} (P_r + \frac{R_r}{12} P_r) \xrightarrow{\text{فرض مسئله: } U_1 = 3 U_r \Rightarrow P_1 = 3 P_r} 3 = \frac{\lambda}{R_{r,3}} \left(\frac{12 + R_r}{12} \right)$$

$$\Rightarrow 36 \left(\frac{12 R_r}{12 + R_r} \right) = \lambda (12 + R_r) \Rightarrow 54 R_r = (12 + R_r)^2 \Rightarrow R_r^2 - 30 R_r + 144 = 0$$

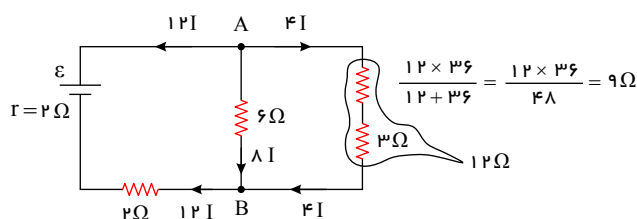
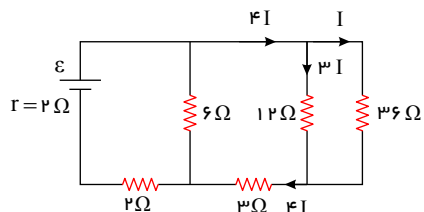
$$\Rightarrow (R_r - 6)(R_r - 24) = 0 \Rightarrow R_r = 6 \Omega, R_r = 24 \Omega$$

بنابراین باتوجه به گزینه‌ها تنها گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح می‌باشد.

۱۰۱ گزینه ۴

جریان عبوری از مقاومت 36Ω را I می‌نامیم.

جریان عبوری از هر شاخه با مقاومت آن شاخه رابطه عکس دارد (نسبت به شاخه‌های موازی با آن شاخه).



توان هر مقاومت را از $P = RI^2$ محاسبه و با هم مقایسه می‌کنیم:

$$2 \Omega \rightarrow 2 \times (12I)^2 = 288I^2$$

$$6 \Omega \rightarrow 6 \times (4I)^2 = 96I^2 \rightarrow \text{بالاترین توان}$$

$$12 \Omega \rightarrow 12 \times (3I)^2 = 108I^2$$

$$36 \Omega \rightarrow 36 \times (I)^2 = 36I^2$$

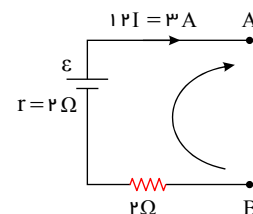
$$3 \Omega \rightarrow 3 \times (4I)^2 = 48I^2$$

طبق فرض مسئله ولتاژ مقاومت 6Ω می‌بایستی برابر 12 ولت باشد.

$$V = RI' \rightarrow 12 = 6I' \rightarrow I' = 2A \rightarrow 4I = 2 \rightarrow I = \frac{1}{2} = 0.5A$$

$$V_B - 2 \times 3 - 2 \times 3 + \mathcal{E} = V_A \rightarrow V_A - V_B = \mathcal{E} - 12 = 12V$$

$$\rightarrow \mathcal{E} = 24V$$



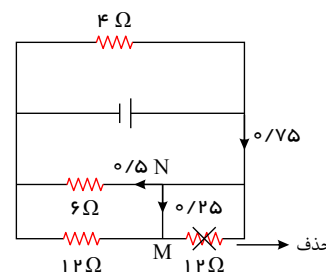
۱۰۲ گزینه ۱

$$R_T = (6 || 12) || 4 + 2 = 4$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_T} \Rightarrow I = \frac{6}{4} = 1.5$$

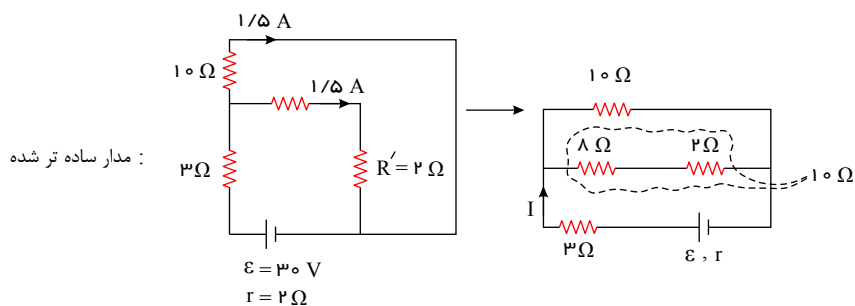
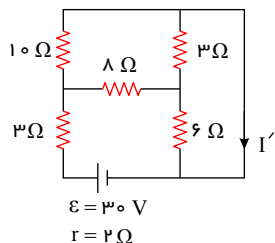
$$1.5 \div 2 = 0.75$$

$$0.75 \times \frac{6}{18} = 0.25A$$



۱۰۳ گزینه ۳

مقاومت 3Ω با مقاومت 6Ω موازی است: $R' = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2\Omega$

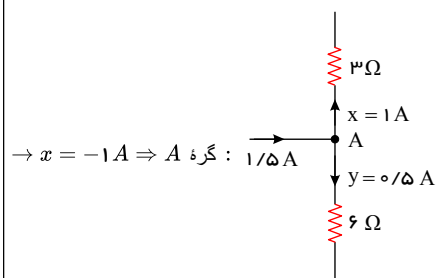


$$I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_{eq}} = \frac{30}{2 + 8} = 3A$$

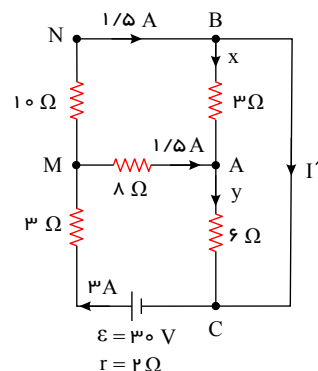
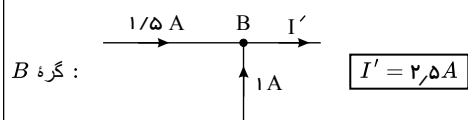
$$V_{AB} = V_{AC} \rightarrow 3I_1 = 6I_2 \rightarrow \begin{cases} I_1 = 2I_2 \\ I_2 = x, I_1 = 2x \end{cases}$$

حلقه $AMNBA$: $V_A + 8 \times 1.5 - 10 \times 1.5 - 3x = V_A$

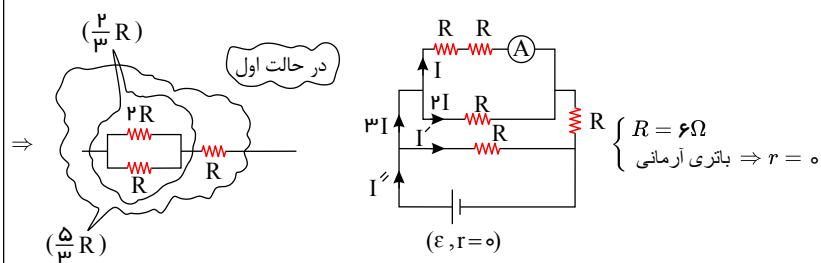
$$\rightarrow 12 - 15 - 3x = 0$$

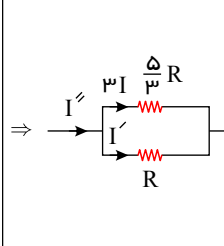


$$\rightarrow x = -1A \Rightarrow A \text{ گره: } 1.5A$$



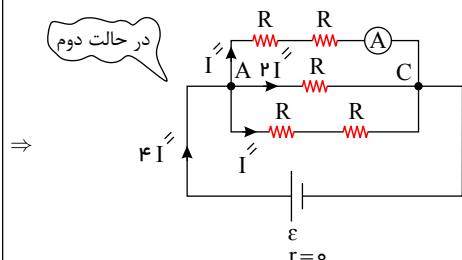
۱۰۴ گزینه ۲ در حالت اول:





$$\left\{ \begin{aligned} \mathfrak{I}I &= \left(\frac{R}{R + \frac{\Delta R}{3}} \right) I'' = \left(\frac{\mathfrak{I}}{\mathfrak{A}} \right) \left(\frac{\mathfrak{A}}{\Delta} \frac{\varepsilon}{R} \right) = \frac{\mathfrak{I}}{\Delta} \frac{\varepsilon}{R} \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{\mathfrak{I} \Delta} \\ R_{eq} &= \frac{\frac{\Delta R}{3} \times R}{\frac{\Delta R}{3} + R} = \frac{\frac{\Delta R^2}{3}}{\frac{\mathfrak{A}}{3} R} = \frac{\Delta R}{\mathfrak{A}} \Rightarrow I'' = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} = \frac{\varepsilon}{\frac{\Delta R}{\mathfrak{A}}} = \frac{\mathfrak{A} \varepsilon}{\Delta R} \end{aligned} \right.$$

در حالت دوم:



$$\left\{ \begin{aligned} \mathfrak{I}I'' &= \frac{\varepsilon}{r + R'_{eq}} = \frac{\varepsilon}{R'_{eq}} = \frac{\mathfrak{I} \varepsilon}{R} = \frac{\varepsilon}{\mathfrak{I} R} \\ R'_{eq} &= \frac{R}{\mathfrak{I}} \end{aligned} \right.$$

$$\mathfrak{I}I'' = \frac{\varepsilon}{\mathfrak{I}} \Rightarrow I'' = \frac{\varepsilon}{\mathfrak{I} \mathfrak{I}} \Rightarrow \frac{I''}{I} = \frac{\frac{\varepsilon}{\mathfrak{I} \mathfrak{I}}}{\frac{\varepsilon}{\mathfrak{I}}} = \frac{\mathfrak{I} \Delta}{\mathfrak{I} \mathfrak{I}} = \frac{\Delta}{\mathfrak{I}}$$

۱۰۵ گزینه ۲ محیط مستطیل ۶۰ سانتی متر است. پس مجموع طول و عرض آن ۳۰ سانتی متر خواهد شد و طول ۲ برابر عرض است. پس طول و عرض مستطیل به ترتیب ۲۰ cm و ۱۰ cm است.

$$A = (10 \times 20) \text{ cm}^2 = 200 \text{ cm}^2 = 0.02 \text{ m}^2$$

$$\Rightarrow \Phi_1 = A \cdot B = (0.02 \times 0.2) = 4 \times 10^{-3} \text{ Wb}$$

$$\Phi_2 = 0 \Rightarrow \Delta \Phi = -4 \times 10^{-3} \text{ Wb}$$

$$\bar{\varepsilon} = \frac{-\Delta \Phi}{\Delta t} = \left(-\frac{4 \times 10^{-3}}{0.1} \right) = 4 \times 10^{-2} \text{ V}$$

۱۰۶ گزینه ۱

$$\varepsilon = BLV = (0.02 \times 5 \times 0.4) = 0.04 \text{ V}$$

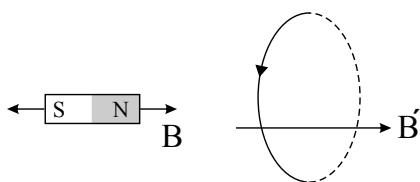
اگر طبق قاعده‌ی دست راست، چهار انگشت دست را در جهت V بگیریم به طوری که کف دست راست در جهت میدان مغناطیسی $B \otimes$ باشد آنگاه انگشت شست جهت جریان القا‌یی را نشان می‌دهد.

۱۰۷ گزینه ۲

$$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -N \frac{A \cdot \Delta B}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} = -0.2 \Rightarrow \bar{\varepsilon} = -NA(-0.2) \Rightarrow 0.1 = 0.2 \times 500 A \Rightarrow A = 10^{-3} \text{ m}^2 \Rightarrow A = 10 \text{ cm}^2$$

۱۰۸ گزینه ۱ باتوجه به قانون لنز، می‌توان نتیجه گرفت که گزینه ۱ درست است.



۱۰۹ گزینه ۲

$$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -200 \left(\frac{-0.02}{\Delta t} \right) = \frac{4}{\Delta t}$$

$$\bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} \Rightarrow \bar{I} = \frac{4}{R \cdot \Delta t}$$

$$\Delta q = \bar{I} \cdot \Delta t \Rightarrow 0.5 = \frac{4}{R \cdot \Delta t} \times \Delta t \Rightarrow 0.5 = \frac{4}{R} \Rightarrow R = 8 \Omega$$

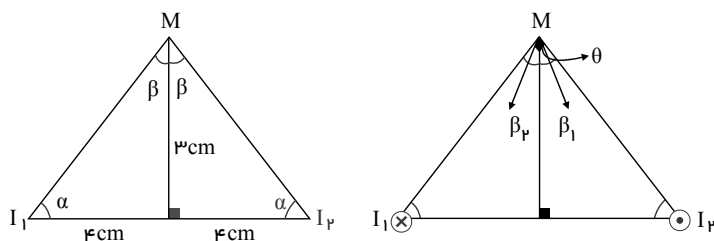
۱۱۰ گزینه ۱ باید به دونکته توجه داشته باشید:

(الف) خط میدان ناشی از هر سیم در یک نقطه، دایره‌ای به مرکز آن سیم در همان نقطه است و بردار میدان مغناطیسی در آن نقطه مماس بر این دایره و در نتیجه عمود بر شعاع است.

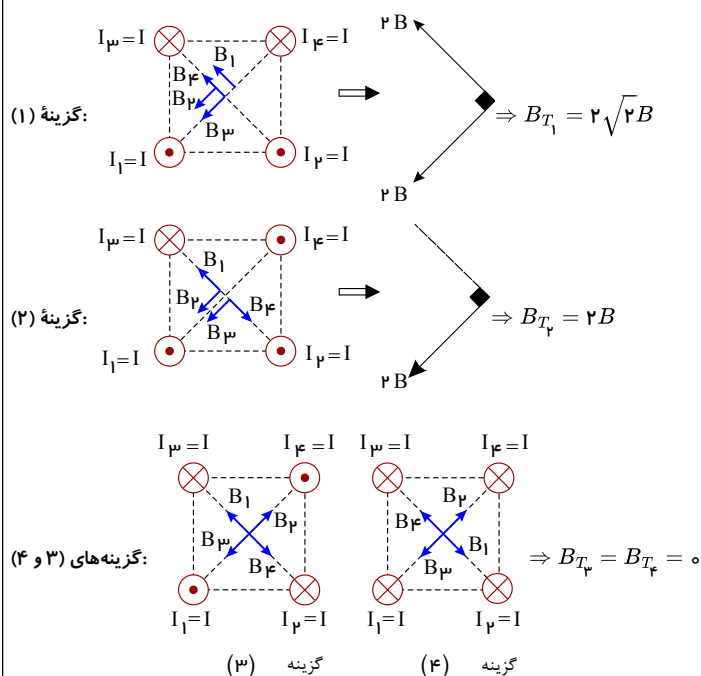
(ب) برای تعیین جهت این میدان باید انگشت شست دست راست را در جهت جریان نگه دارید و به نحوه‌ی جمع شدن چهار انگشت در همان نقطه نگاه کنید.

$$\tan \alpha = \frac{3}{4} \rightarrow \alpha = 37^\circ \rightarrow \beta = 53^\circ \rightarrow 2\beta = 106^\circ \quad 2\beta = 90^\circ + \theta$$

$\vec{B}_1$ و به همین ترتیب $\vec{B}_2$ در داخل مثلث قرار می گیرند یعنی گزینه های ۲ و ۳ و ۴ صحیح نیستند.

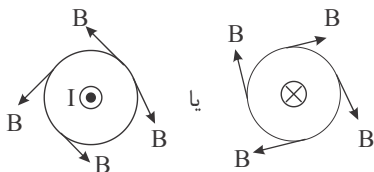


۱۱۱ گزینه ۱ اگر میدان مغناطیسی ناشی از هر سیم در مرکز مربع را B فرض کنیم، میدان مغناطیسی در هر گزینه به صورت زیر است:



بنابراین بیشترین میدان مغناطیسی برآیند در مرکز مربع گزینه (۱) به وجود می آید.

*دقت کنید: جهت میدان مغناطیسی ناشی از سیم راست، در هر نقطه به کمک قاعده دست راست به دست می آید.

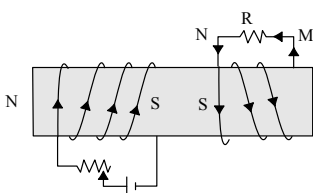


۱۱۲ گزینه ۳ نیروی محرکه القایی را می توان به صورت زیر به دست آورد:

$$\left\{ \begin{aligned} I &= \frac{\varepsilon}{R} \\ |\varepsilon| &= N \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| \Rightarrow I = \frac{N}{R} \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| \rightarrow I = \frac{N}{R} \left| \frac{A \cos \theta \Delta B}{\Delta t} \right| \end{aligned} \right.$$

$$\cos \theta = \cos 0 = 1 \rightarrow I = \frac{N}{R} A \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| \xrightarrow{A = \pi r^2} 0.2 = \frac{1}{0.3} \pi r^2 \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| \Rightarrow 0.2 = \frac{1}{0.3} \times 3 \times (0.1)^2 \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| \Rightarrow \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| = 2 T/s$$

۱۱۳ گزینه ۲



در حالت اول قبل از حرکت رئوس، تغییر شار نداریم، بنابراین جریانی القا نمی شود، پس $I_1 = 0$ است.

اما در حالت دوم با حرکت لغزنده رئوس به سمت چپ، مقاومت آن کم می شود و جریان در سیم ولوله سمت چپ افزایش می یابد و بنابراین شار تولیدی آن روی سیم ولوله سمت راست هم تغییر می کند و موجب ایجاد جریان القایی روی سیم ولوله سمت راست می شود که جهت آن طبق قانون لنز، به گونه ای است که با تغییر شار مخالفت کند.

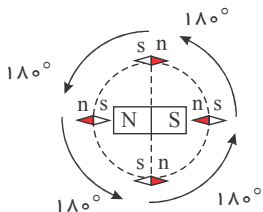
۱۱۴ گزینه ۴ انرژی ذخیره شده در القاگر (یا سیم ولوله) از رابطه ی $U = \frac{1}{2} L I^2$ به دست می آید.

برای محاسبه‌ی بیش‌ترین انرژی ذخیره شده در القاگر باید بیش‌ترین مقدار جریان $I_{\max}$ را به دست آوریم:

$$I = \Delta \sin(\Delta \omega \pi t) \xrightarrow{\sin \Delta \omega \pi t = 1} I_{\max} = \Delta$$

$$U_{\max} = \frac{1}{2} L I_{\max}^2 \Rightarrow U_{\max} = \frac{1}{2} \times 0.4 \times (\Delta)^2 - 0.5 J = 0.05 mJ$$

۱۱۵ گزینه ۴ در هر ربع دایره عقربه 180° درجه می‌چرخد، پس در کل مسیر دایره، عقربه $720^\circ = 180^\circ \times 4$ می‌چرخد.



۱۱۶ گزینه ۱ می‌دانیم که نیروی محرکه‌ی القایی از رابطه‌ی $\varepsilon = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ به دست می‌آید.

و با توجه به نمودار تغییرات میدان می‌توانیم رابطه‌ی بالا به صورت زیر می‌نویسیم.

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \Rightarrow \varepsilon = -N \frac{\Delta B A \cos \theta}{\Delta t}$$

اگر مقدار نیروی محرکه‌ی القایی را در بازه‌ی $(0.1 \text{ تا } 0.4)$ به دست آوریم می‌توانیم گزینه‌ی درست را پیدا کنیم.

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta B A \cos \theta}{\Delta t} \xrightarrow{A = \pi r^2} \varepsilon = -1 \frac{0.4}{0.1} \times \pi \times (0.1)^2 \times \cos 0 = -0.15 V$$

فقط گزینه‌ی ۱ این ویژگی را دارد.

۱۱۷ گزینه ۳ برای محاسبه‌ی انرژی جنبشی طبق رابطه $K = \frac{1}{2} m v^2$ باید سرعت ذره را بدانیم، پس به کمک رابطه‌ی نیروی مغناطیسی سرعت ذره را به دست می‌آوریم:

$$F = qvB \sin \alpha \xrightarrow{\sin 90 = 1} v = \frac{F}{qB} = \frac{1.28 \times 10^{-16}}{1.6 \times 10^{-19} \times 20 \times 10^{-3}} = 4 \times 10^4 \frac{m}{s}$$

حال انرژی جنبشی محاسبه می‌شود:

$$K = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \times 1.7 \times 10^{-27} \times (4 \times 10^4)^2 = 0.85 \times 16 \times 10^{-19} J$$

$$K_{eV} = \frac{0.85 \times 16 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 8.5 eV$$

* نکته: برای تبدیل ژول به الکترون ولت داریم:

$$1 eV = 1.6 \times 10^{-19} J$$

۱۱۸ گزینه ۴

$$\Phi_1 = 4 \times 10^{-3} \cos(100\pi \times \frac{1}{200}) = 4 \times 10^{-3} \times \underbrace{\cos \frac{\pi}{2}}_0 = 0$$

$$\Phi_2 = 4 \times 10^{-3} \cos(100\pi \times \frac{1}{100}) = 4 \times 10^{-3} \times \underbrace{\cos \pi}_{-1} = -4 \times 10^{-3} Wb$$

$$|\bar{\varepsilon}| = \left| -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = 60 \times \frac{4 \times 10^{-3}}{\frac{1}{100} - \frac{1}{200}} = 48 V$$

۱۱۹ گزینه ۱

$$\bar{\varepsilon} = Blv \rightarrow v = \frac{0.15}{0.25 \times 0.12} = 5 m/s$$

با حرکت میله به طرف چپ، مساحت و شار عبوری کاهش می‌یابد. طبق قانون لنز باید میدان القایی هم جهت با میدان اصلی باشد. طبق قاعده دست راست، جریان القایی در قاب پادساعتگرد و از N به M است.

۱۲۰ گزینه ۴

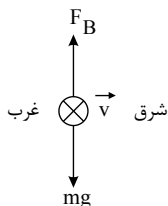
$$\varepsilon = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$$

$$\Delta \phi = \phi_2 - \phi_1 = (AB_2 \cos \theta - AB_1 \cos \theta) = -0.08 \times 5 \times 10^{-3} Wb$$

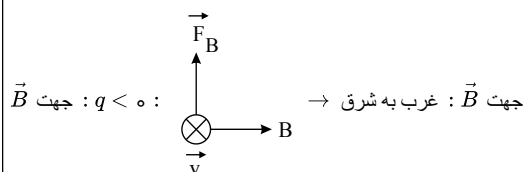
$$\Rightarrow \mathcal{E} = \frac{-1000 \times \frac{-\lambda}{100} \times 50 \times 10^{-4}}{\frac{1}{100}} = 40$$

۱۲۱ گزینه ۴

$$m = 5gr \quad , \quad v = 2.5 \times 10^3 \text{ m/s} \quad , \quad q = -50 \mu C$$



اگر رو به شمال قرار گیریم ذره در امتداد عمود بر صفحه کاغذ و درون سو (جنوب به شمال)، پرتاب شده است:



$$\vec{B} \text{ اندازه } \rightarrow F_B = mg \rightarrow |q|vB \sin 90^\circ = mg$$

ذره جنوب به شمال پرتاب شده است.

با نگاهی به گزینه‌ها (هرچند در متن سؤال اشاره‌ای نشده است)، درمی‌یابیم که $\vec{v}$ و $\vec{B}$ بر هم عمودند.

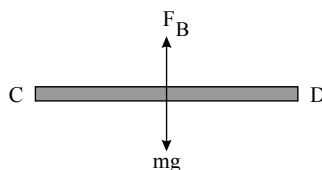
$$\rightarrow (50 \times 10^{-6})(2.5 \times 10^3)(B)(1) = (5 \times 10^{-3})(10)$$

$$\rightarrow B = \frac{5 \times 10^{-2}}{125 \times 10^{-3}} = 0.4 T$$

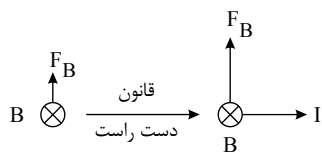
۱۲۲ گزینه ۱

$$m = 160g = 16 \times 10^{-2} kg \quad , \quad L = 80cm = 0.8m \quad , \quad B = 0.4T$$

برای این که از طرف میله به فنرها نیرویی وارد نشود باید تمام وزن میله توسط نیروی مغناطیسی خنثی شود.



$$F_B = mg \rightarrow ILB \sin 90^\circ = mg \rightarrow I \times \frac{\lambda}{10} \times \frac{4}{10} \times 1 = (16 \times 10^{-2})(10) \rightarrow I = \frac{160}{32} = 5A$$

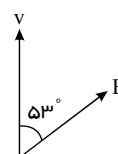


از I از C به D است بنابراین جواب نهایی: ۵A از C به D است.

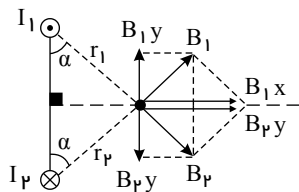
۱۲۳ گزینه ۴ طبق قاعده دست راست نیرو درون سو است.

بزرگی نیروی مغناطیسی:

$$F = |q|vB \sin \alpha = (25 \times 10^{-6})(2 \times 10^5)(1)(0.8) \rightarrow \boxed{F = 4N}$$



گزینه ۱ ۱۲۴



چون $I_1 = I_2$ و $r_1 = r_2$ (تقارن در شکل) در می یابیم: $B_1 = B_2$ و $B_{1y} = B_{2y}$ پس $B_{1x} + B_{2x} = B_T$

گزینه ۴ ۱۲۵

$$\left\{ \begin{aligned} \varphi &= AB \cos \theta = (r_{oo} \times 10^{-r})(r \times 10^{-r})(\cos 30^\circ) \\ &\quad \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \varphi = r\sqrt{3} \times 10^{-5} Wb \\ \theta &= 30^\circ \text{ (چرا؟)} \end{aligned} \right.$$

گزینه ۳ ۱۲۶

$$\begin{aligned} \frac{1}{320} &= \Delta \frac{T}{r} \Rightarrow T = \frac{1}{r_{oo}} s \\ \left\{ \begin{aligned} I &= I_m \sin(\omega t) = \Delta \sqrt{r} \sin(100\pi t) \\ \omega &= \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{\left(\frac{1}{r_{oo}}\right)} = 100\pi \frac{rad}{s} \end{aligned} \right. \\ t &= \frac{1}{320} s \Rightarrow I = \Delta \sqrt{r} \sin\left(100\pi \times \frac{1}{320}\right) = \Delta \sqrt{r} \times \frac{\sqrt{r}}{2} = \Delta A \Rightarrow I = \Delta A \end{aligned}$$

گزینه ۱ ۱۲۷

$$\left\{ \begin{aligned} L &= 0.5 H \rightarrow U = \frac{1}{r} LI^r \rightarrow 0.5 = \frac{1}{r} \times 0.5 \times I^r \xrightarrow{\times 100} I^r = \frac{r_{oo} \times r}{\Delta} = 16 I = 4 A \\ U &= 0.5 J \\ N &= 100 \\ L &= 1 cm = 1 \times 10^{-r} m \Rightarrow B = \frac{\mu_o NI}{L} = \frac{(12 \times 10^{-y})(100)(r)}{(1 \times 10^{-r})} \Rightarrow B = 6 \times 10^{-r} T = 60 G \\ I &= 4 A \end{aligned} \right.$$

گزینه ۲ شیب $(B - t)$ ثابت است. بنابراین:

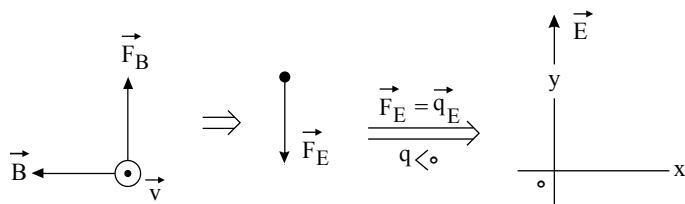
$$\left(\frac{\Delta B}{\Delta t} \right)_{0-rms} = \left(\frac{\Delta B}{\Delta t} \right)_{0-rms} = \frac{0 - 0.5}{r_{oo} - 0} = -\frac{0.5}{r_{oo}} \left(\frac{T}{ms} \right) = -\frac{1}{\Delta_o} \frac{T}{ms} \Rightarrow \varepsilon = -N \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = -NA \frac{\Delta B}{\Delta t} = -(500)(r_{oo} \times 10^{-r}) \left(-\frac{1}{\Delta_o \times 10^{-r}} \right)$$

$$\Rightarrow \varepsilon = r_{oo} V$$

گزینه ۴ گام اول: از وزن الکترون صرف نظر شده است. پس شرط این که الکترون بدون انحراف به مسیر خود ادامه دهد این است:

$$F_B = F_E \Rightarrow |q| v B \sin 90 = |q| E \Rightarrow E = vB = (2 \times 10^5)(r_{oo} \times 10^{-r}) \Rightarrow E = 100 \frac{N}{C}$$

گام دوم:

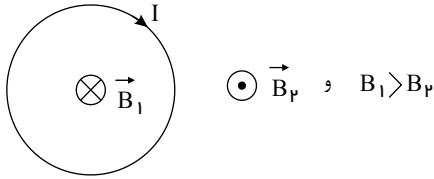


گام سوم:

$$\vec{E} = 100 \hat{j}$$

۱۳۰ گزینه ۲

به تراکم خطوط میدان مغناطیسی درون حلقه و بیرون آن در شکل کتاب درسی توجه فرمائید.



۱۳۱ گزینه ۴

$$A = 100 \text{ cm}^2 = 100 \times 10^{-4} \text{ m}^2 = 10^{-2} \text{ m}^2 \text{ و } \Delta t = 0.25 \text{ s}$$

جهت نیم خط عمود بر سطح را رو به بالا در نظر می گیریم.

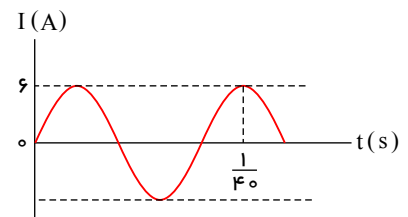
حالت اول: $\Rightarrow \theta_1 = 0 \Rightarrow \varphi_1 = AB_1 \cos 0 = AB_1 = 10^{-2} \times 10^{-1} = 10^{-3} \text{ Wb}$

حالت دوم: $\Rightarrow \theta_2 = 180^\circ \Rightarrow \varphi_2 = AB_2 \cos 180^\circ = -AB_2 = -10^{-2} \times 10^{-1} = -10^{-3} \text{ Wb}$

$$\Rightarrow \begin{cases} |\bar{\varepsilon}| = -N \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = -(1) \left(\frac{-10^{-3} - (10^{-3})}{0.25 \text{ s}} \right) = 4 \times 2 \times 10^{-3} = 0.008 \text{ V} \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = 8 \text{ mV} \\ \Delta t = 0.25 \text{ s} = \frac{1}{4} \text{ s} \end{cases}$$

۱۳۲ گزینه ۱

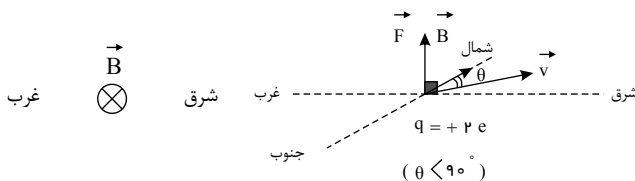
$$\begin{cases} I = I_m \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) = 6 \sin(100\pi t) \\ \frac{1}{40} \text{ s} = \frac{T}{4} \Rightarrow T = \frac{1}{10} \text{ s} \Rightarrow \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{(1/10)} = 100\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} \end{cases}$$



$$t = \frac{1}{400} \text{ s} \Rightarrow I = 6 \sin\left(100\pi \times \frac{1}{400}\right) = 6 \times \frac{\sqrt{2}}{2} = 3\sqrt{2} \text{ A}$$

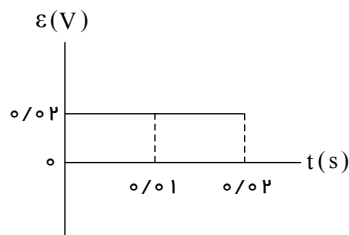
$$U = \frac{1}{2} LI^2 \Rightarrow 72 \text{ mJ} = \frac{1}{2} L \times (3\sqrt{2})^2 = 9L \Rightarrow L = 8 \text{ mH}$$

۱۳۳ گزینه ۱ فرض کنید شمال جغرافیایی در مقابل ما قرار دارد.

ذره α ، هسته اتم هلیوم بوده و بار الکتریکی آن: $q = +2e$ می باشد. طبق قانون دست راست جهت نیروی مغناطیسی وارد بر ذره α در امتداد قائم رو به بالا است.۱۳۴ گزینه ۲ چون نمودار $(\phi - t)$ به صورت یک خط مایل با شیب ثابت است بنابراین $\frac{\Delta \phi}{\Delta t}$ در هر بازه زمانی در این نمودار داده شده ثابت است. برای سهولت و تسریع در حل بازه زمانی $t = 0$ تا $t = 0.1 \text{ s}$ را انتخاب می کنیم:

$$\varepsilon = \bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = -(1) \left(\frac{0 - 2 \times 10^{-3}}{0.1 - 0} \right) = 0.2 \text{ V}$$

و ثابت است. بنابراین:



۱۳۵ گزینه ۴ آهنگ تولید انرژی گرمایی (توان) هیچ وقت نمی تواند منفی شود. پس گزینه های ۱ و ۳ صحیح نیستند. از طرفی در گزینه های ۲ و ۴ در بازه های (۰ تا ۰/۰۱ s) و (۰/۰۱ s تا ۰/۰۲ s) آهنگ تولید انرژی گرمایی مقادیر مشابهی دارد. بنابراین اگر مقدار P را در بازه های (۰/۰۱ s تا ۰/۰۲ s) تعیین کنیم می توان گزینه ی درست را مشخص نمود. البته باید توجه داشت اگر در بازه ای تغییرات میدان مغناطیسی بر حسب زمان خطی باشد، در آن بازه شار مغناطیسی به طور خطی تغییر می کند.

$$\varepsilon = \bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -N A \cos \theta \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

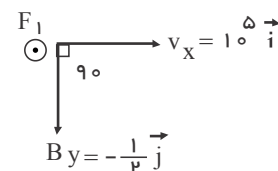
$$\Rightarrow \varepsilon = -1 \times (3 \times 10^{-2} \times 10^{-4}) (\cos 0) \times \left(\frac{0 - 0.5}{0.05 - 0.02} \right) = 0.5 V \Rightarrow |\varepsilon| = 0.5 V$$

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{|\varepsilon|^2}{R} = \frac{(0.5)^2}{5} = 0.05 W$$

۱۳۶ گزینه ۳ روش اول:

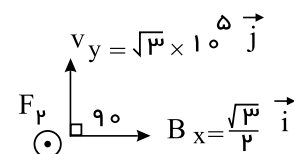
وقتی ذره باردار در راستای محور x ها با سرعت $v_x = 10^5 \vec{i}$ حرکت می کند، تحت تأثیر مؤلفه $B_y = -\frac{1}{2} \vec{j}$ به آن نیروی $\odot (F_1)$ وارد می شود.

$$F_1 = q B_y v_x \sin 90^\circ = 1.6 \times 10^{-19} \times \frac{1}{2} \times 10^5 \times 1 = 0.8 \times 10^{-14} (N)$$



وقتی ذره باردار در راستای مثبت محور y ها با سرعت $v_y = \sqrt{3} \times 10^5 \vec{j}$ حرکت می کند، تحت تأثیر مؤلفه $B_x = \frac{\sqrt{3}}{2} \vec{i}$ به آن نیروی $\odot (F_2)$ وارد می شود.

$$F_2 = q B_x v_y \sin 90^\circ = 1.6 \times 10^{-19} \times \frac{\sqrt{3}}{2} \times \sqrt{3} \times 10^5 \times 1 = 2.4 \times 10^{-14}$$



و سپس در آخر برآیند نیروهای وارد بر ذره باردار را محاسبه می کنیم.

$$F_T = F_1 + F_2 = 0.8 \times 10^{-14} + 2.4 \times 10^{-14} = 3.2 \times 10^{-14}$$

روش دوم:

برای محاسبه نیروی وارد بر ذره باردار در میدان مغناطیسی از رابطه $\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B}$ استفاده می کنیم. برای این منظور باید $(\vec{v} \times \vec{B})$ ضرب خارجی بردار سرعت در بردار میدان مغناطیسی محاسبه شود.

$$F = q |\vec{v} \times \vec{B}| = 1.6 \times 10^{-19} \left| \underbrace{\left(\frac{-1}{2} \times 10^5 - \frac{3}{2} \times 10^5 \right)}_{2 \times 10^5} \right| = 3.2 \times 10^{-14}$$

پاسخنامه کلیدی

۱	۲	۲۱	۴	۴۱	۱	۶۱	۱	۸۱	۳	۱۰۱	۴	۱۲۱	۴
۲	۳	۲۲	۳	۴۲	۱	۶۲	۳	۸۲	۴	۱۰۲	۱	۱۲۲	۱
۳	۲	۲۳	۳	۴۳	۳	۶۳	۳	۸۳	۲	۱۰۳	۳	۱۲۳	۴
۴	۲	۲۴	۱	۴۴	۴	۶۴	۴	۸۴	۳	۱۰۴	۲	۱۲۴	۱
۵	۴	۲۵	۱	۴۵	۱	۶۵	۲	۸۵	۱	۱۰۵	۲	۱۲۵	۴
۶	۲	۲۶	۲	۴۶	۲	۶۶	۲	۸۶	۴	۱۰۶	۱	۱۲۶	۳
۷	۲	۲۷	۲	۴۷	۱	۶۷	۴	۸۷	۴	۱۰۷	۲	۱۲۷	۱
۸	۲	۲۸	۲	۴۸	۲	۶۸	۴	۸۸	۱	۱۰۸	۱	۱۲۸	۲
۹	۴	۲۹	۲	۴۹	۲	۶۹	۱	۸۹	۲	۱۰۹	۲	۱۲۹	۴
۱۰	۱	۳۰	۱	۵۰	۱	۷۰	۳	۹۰	۳	۱۱۰	۱	۱۳۰	۲
۱۱	۳	۳۱	۳	۵۱	۲	۷۱	۱	۹۱	۳	۱۱۱	۱	۱۳۱	۴
۱۲	۲	۳۲	۴	۵۲	۳	۷۲	۳	۹۲	۴	۱۱۲	۳	۱۳۲	۱
۱۳	۲	۳۳	۴	۵۳	۴	۷۳	۳	۹۳	۳	۱۱۳	۲	۱۳۳	۱
۱۴	۴	۳۴	۳	۵۴	۴	۷۴	۲	۹۴	۲	۱۱۴	۴	۱۳۴	۲
۱۵	۱	۳۵	۲	۵۵	۲	۷۵	۲	۹۵	۳	۱۱۵	۴	۱۳۵	۴
۱۶	۳	۳۶	۴	۵۶	۳	۷۶	۳	۹۶	۳	۱۱۶	۱	۱۳۶	۳
۱۷	۲	۳۷	۴	۵۷	۱	۷۷	۴	۹۷	۳	۱۱۷	۳		
۱۸	۴	۳۸	۴	۵۸	۴	۷۸	۱	۹۸	۲	۱۱۸	۴		
۱۹	۳	۳۹	۱	۵۹	۲	۷۹	۲	۹۹	۳	۱۱۹	۱		
۲۰	۳	۴۰	۳	۶۰	۳	۸۰	۳	۱۰۰	۴	۱۲۰	۴		