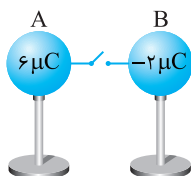


زمان پیشنهادی	مبحث آزمون
۳۷	جامع فیزیک ۲



۱- مطابق شکل روبه‌رو کره فلزی مشابه A و B بر روی پایه‌های عایقی قرار دارند. اگر سیم رابط دو کره را ببندیم، از کره به کره منتقل می‌شود. ($e = 1/6 \times 10^{-19}$)

(۱) الکترون، A، B

(۲) پروتون، A، B

(۳) $2/5 \times 10^{13}$ الکترون، A، B

(۴) $1/25 \times 10^{13}$ پروتون، A، B

۲- در شکل مقابل برایان میدان الکتریکی حاصل از بارهای q_1 و q_2 در نقطه M برابر E است.



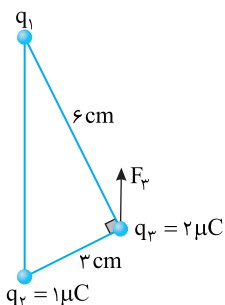
اگر بار q_1 را به اندازه d از M دورتر کنیم و مقدار بار q_2 را نیز دو برابر کنیم، میدان در نقطه M برابر $E/2$ می‌شود. نسبت q_1/q_2 کدام است؟

(۴) -۳

(۳) ۳

(۲) $-\frac{3}{2}$

(۱) $\frac{3}{2}$



۳- در شکل زیر، سه بار نقطه‌ای در سه رأس مثلث قائم الزاویه‌ای ثابت شده‌اند. اگر F_3 برایان نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3 موازی خط واصل q_1 و q_2 باشد، F_3 چند نیوتون است؟

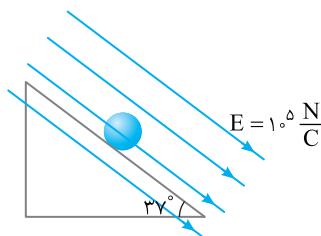
($k = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$)

(۱) $8\sqrt{5}$

(۲) $12\sqrt{5}$

(۳) $16\sqrt{5}$

(۴) $20\sqrt{5}$



۴- در شکل روبه‌رو جسمی باردار به جرم 50 g روی سطح شیبدار بدون اصطکاکی در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی 10^5 N/C موازی سطح ساکن است. بار جسم چند میکرو کولن

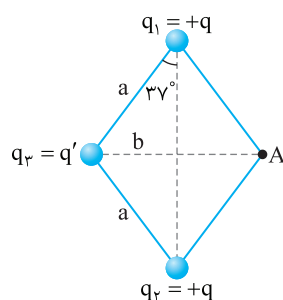
است؟ ($g = 10 \text{ N/kg}$, $\sin 37^\circ = 0/6$)

(۲) -۳۰

(۱) ۳۰

(۴) -۵۰

(۳) ۵۰



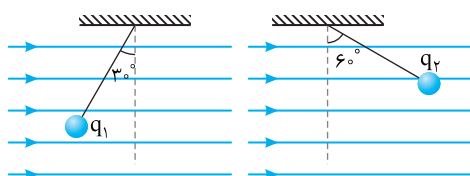
۵- در شکل روبه‌رو میدان الکتریکی ناشی از سه بار الکتریکی در رأس چهارم لوزی (نقطه A) صفر است. نسبت q'/q کدام گزینه است؟

(۲) $-\frac{216}{125}$

(۱) $\frac{216}{125}$

(۴) $-\frac{36}{25}$

(۳) $\frac{36}{25}$



۶- مطابق شکل‌های روبه‌رو دو گلوله با جرم‌های برابر و بارهای الکتریکی q_1 و q_2 در دو میدان الکتریکی با بزرگی یکسان قرار گرفته‌اند. کدام است؟

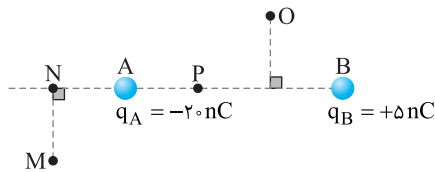
$\frac{q_2}{q_1}$

(۲) $-\frac{1}{3}$

(۱) $\frac{1}{3}$

(۴) -۳

(۳) ۳



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

(۲) $V_P > V_O$, $V_M > V_N$

(۱) $V_P > V_O$, $V_M = V_N$

(۴) $V_P < V_O$, $V_M > V_N$

(۳) $V_P < V_O$, $V_M = V_N$

۸- درون یک میدان الکتریکی یکنواخت، پتانسیل الکتریکی دو نقطه $A(2, 2)$ و $B(1, 0)$ در صفحه XOY یکسان است. پتانسیل کدام یک از

نقاط زیر در صفحه XOY نیز با آن‌ها یکسان است؟

(۴) (۳, ۴)

(۳) (۳, ۳)

(۲) (۳, ۲)

(۱) (۳, ۱)

۹- چه تعداد از جملات زیر در مورد خازنی که بین صفحات آن دی الکتریکی قرار می‌دهیم درست است؟
الف) الزاماً میدان الکتریکی درون خازن کاهش می‌یابد؛ ب) الزاماً ولتاژ پایین می‌آید؛ پ) میدان می‌تواند ثابت بماند؛ ت) بار صفحات می‌تواند ثابت بماند.

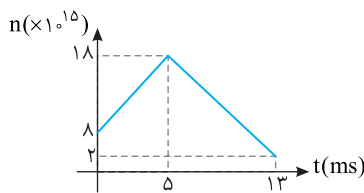
(۴) ۴

(۳) ۳

(۲) ۲

(۱) ۱

۱۰- در گزینه‌های زیر میدان الکتریکی بین صفحه‌های یک خازن در حالت‌های مختلف رسم شده است. در کدام حالت اختلاف پتانسیل بین صفحه‌های خازن به بیشینه ولتاژ قابل تحمل خازن نزدیک‌تر است؟



۱۱- نمودار تعداد الکترون‌های گذرنده از یک رسانای حامل جریان الکتریکی بر حسب زمان به صورت روبه‌رو است. جریان متوسط در دو ثانیه سوم حرکت برابر چند آمپر می‌باشد؟

(۱) $(e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C})$

(۲) ۱/۲۸

(۱) صفر

(۴) ۵/۱۲

(۳) ۲/۵۶

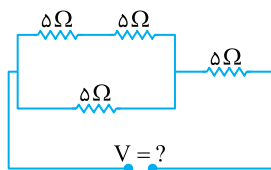
۱۲- دو سیم هم‌طول مسی و آلومینیومی، در یک دمای معین، دارای مقاومت الکتریکی یکسان‌اند. اگر چگالی مس و آلومینیوم به ترتیب 9 g/cm^3 و 2.7 g/cm^3 و مقاومت ویژه‌ی مس $\frac{1}{3}$ برابر مقاومت ویژه‌ی آلومینیوم باشد، جرم سیم آلومینیومی چند برابر جرم سیم مسی است؟

(۴) $\frac{5}{3}$

(۳) $\frac{5}{4}$

(۲) $\frac{4}{5}$

(۱) $\frac{3}{5}$



۱۳- در مدار روبه‌رو مقاومت‌ها مشابه هستند و بیشینه توان قابل تحمل هر مقاومت 20 W است. بیشینه اختلاف پتانسیل دو سر مدار چند ولت باشد تا هیچ‌یک از مقاومت‌ها آسیب نبیند؟

(۲) ۳۰

(۱) ۵۰

(۴) ۴۰

(۳) $\frac{50}{3}$

۱۴- از یک مقاومت 5 ohm اهمی جریان الکتریکی ثابتی عبور کرده و با عبور 200 C کولن الکتریسیته، 4000 J گرما تولید شده است. زمان عبور این مقدار الکتریسیته چند ثانیه است؟

(۴) ۵۰

(۳) ۴۰

(۲) ۲۵

(۱) ۲۰

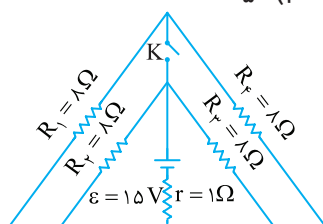
۱۵- در مدار مقابل با باز شدن کلید، جریان عبوری از مقاومت R_1 چند آمپر کاهش می‌یابد؟

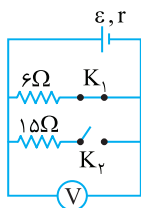
(۲) ۱/۲۵

(۱) ۲/۵

(۴) ۱۰/۷۵

(۳) صفر





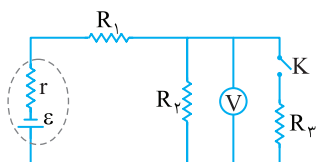
۱۶- در مدار شکل روبه‌رو، کلید K_1 بسته است و ولت‌سنج ۱۲ ولت را نشان می‌دهد. اگر کلید K_1 را باز کنیم و کلید K_2 را ببندیم، ولت‌سنج ۱۵ ولت را نشان می‌دهد. نیروی محرکهٔ باتری (ε) چند ولت است؟

(۲) ۱۸

(۱) ۱۵

(۴) ۲۴

(۳) ۲۱



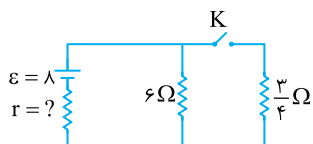
۱۷- در مدار شکل مقابل با بستن کلید K ، توان مصرفی مقاومت R_1 و توان خروجی باتری به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟

(۱) افزایش - کاهش

(۲) افزایش - قابل بررسی نیست.

(۳) کاهش - کاهش

(۴) کاهش - افزایش



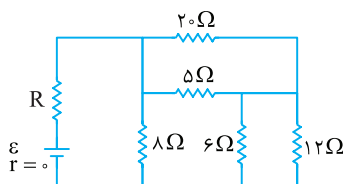
۱۸- در مدار روبه‌رو اگر کلید K را ببندیم توان خروجی باتری ثابت می‌ماند. مقاومت درونی باتری چند اهم است؟

(۲) ۰/۵

(۱) ۱/۵

(۴) ۲

(۳) ۱



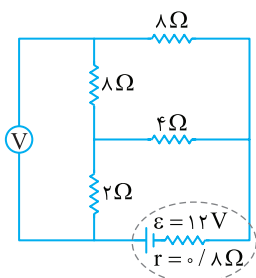
۱۹- در مدار شکل روبه‌رو، مقاومت R چند اهم باشد تا توان مصرفی در آن بیشینه شود؟

(۲) ۸

(۱) ۱۲

(۴) ۲

(۳) ۴



۲۰- در شکل روبه‌رو ولت‌سنج آرمانی چند ولت را نشان می‌دهد؟

(۱) ۳/۶

(۲) ۷/۲

(۳) ۵/۴

(۴) ۲/۷

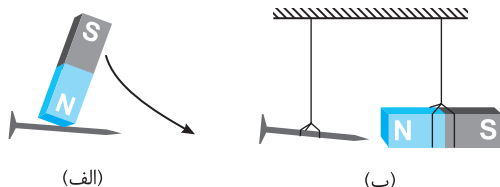
۲۱- مطابق شکل (الف) چندین بار یک آهنربای میله‌ای را در یک جهت روی یک سوزن ته‌گرد می‌کشیم و سپس سوزن و آهنربا را مطابق شکل در کنار هم از دو نخ آویزان می‌کنیم. جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سوزن و آهنربا به ترتیب از راست به چپ به کدام صورت می‌باشد؟

(۱) ← و ←

(۲) → و ←

(۳) ← و →

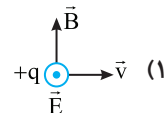
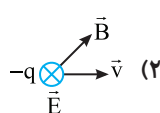
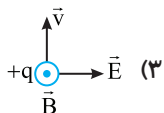
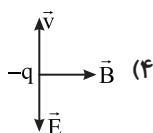
(۴) → و →



(الف)

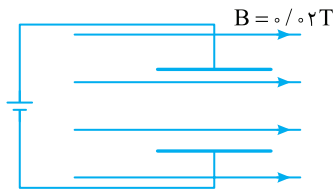
(ب)

۲۲- در ناحیه‌ای از فضا یک میدان الکتریکی (E) و یک میدان مغناطیسی (B) وجود دارد. در کدام شکل بار در گذر از این ناحیه ممکن است بدون انحراف بگذرد؟



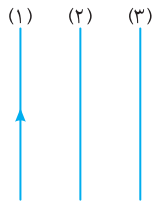
۲۳- سیمی به طول یک متر را یک بار به شکل مربع در آورده و درون میدان مغناطیسی قرار می دهیم و از آن جریان I می گذاریم. برآیند نیروهای وارد بر آن را با $\vec{F}_1$ نشان می دهیم. حال سیم را به شکل پنج ضلعی منتظم در آورده و با همان جریان و در همان میدان قرار می دهیم. برآیند نیروهای وارد بر آن را با $\vec{F}_2$ نشان می دهیم و در نهایت سیم را به شکل هشت ضلعی منتظم در آورده و در همان میدان مغناطیسی قرار می دهیم. در این حالت برآیند نیروهای وارد بر سیم $\vec{F}_3$ می شود. کدام گزینه در مورد مقایسه نیروها درست است؟

$$\vec{F}_3 = \vec{F}_2 = \vec{F}_1 \quad (۴) \quad \vec{F}_3 > \vec{F}_2 > \vec{F}_1 \quad (۳) \quad \vec{F}_3 < \vec{F}_2 < \vec{F}_1 \quad (۲) \quad \vec{F}_3 = \vec{F}_2 = \vec{F}_1 \neq 0 \quad (۱)$$



۲۴- در شکل روبه‌رو خازنی که فاصله صفحات آن 20 mm است به یک منبع ولتاژ متصل و خازن درون یک میدان مغناطیسی یکنواخت 0.2 T قرار دارد. ذره‌ای با بار $+5 \mu\text{C}$ و جرم 1 mg با سرعت 10^3 m/s بین صفحات خازن شلیک می شود و بدون انحراف از بین صفحات می گذرد. اگر نیروی میدان مغناطیسی بیشینه باشد، جهت شلیک ذره و مقدار ولتاژ منبع کدام است؟

- (۱) درونسو - 0.36 V
(۲) برونسو - 0.36 V
(۳) درونسو - 18 V
(۴) برونسو - 18 V

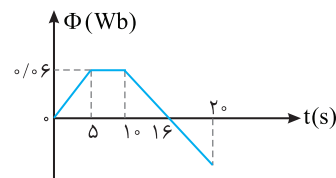


۲۵- در شکل روبه‌رو سه سیم حامل جریان که راست و طویل و موازی هستند، رسم شده است. اگر نیروی خالص وارد بر هر سیم از سوی دو سیم دیگر صفر شود، سوی جریان سیم‌های (۲) و (۳) به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

- (۱) بالا - بالا
(۲) پایین - بالا
(۳) بالا - پایین
(۴) پایین - پایین

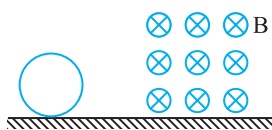
۲۶- سیم‌لوله‌ای به طول 20 سانتی‌متر دارای 100 حلقه با شعاع 2 cm است. وقتی جریان 5 A از سیم‌لوله می گذرد، شار مغناطیسی گذرنده از آن، چند وبر است؟ ($\pi^2 \approx 10$ و $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m/A}$ است.)

$$24 \times 10^{-7} \quad (۴) \quad 12 \times 10^{-5} \quad (۳) \quad 4 \times 10^{-7} \quad (۲) \quad 8 \times 10^{-7} \quad (۱)$$



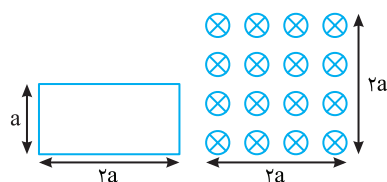
۲۷- نمودار تغییرات شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه بر حسب زمان مطابق شکل روبه‌رو است. بزرگی نیروی محرکه القایی متوسط در حلقه در بازه زمانی 10 تا 20 ثانیه چند میلی‌ولت است؟

- (۱) 0.1 mV
(۲) 0.2 mV
(۳) 20 mV
(۴) 10 mV

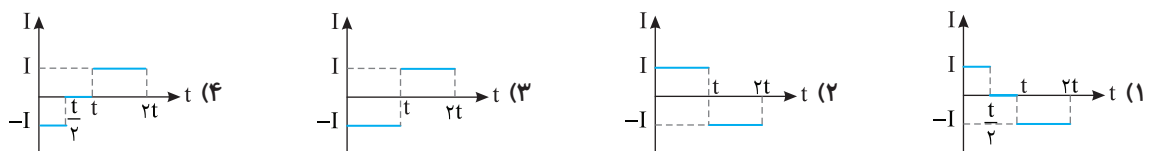


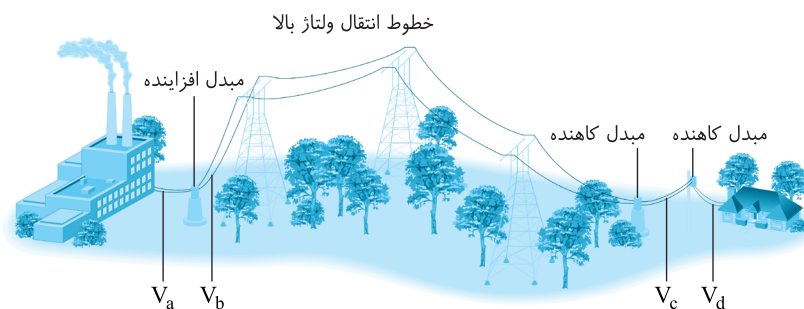
۲۸- یک حلقه مسی روی سطح افقی مطابق شکل از چپ به راست می لغزد. در ضمن این حرکت حلقه از میان دهانه یک آهنربای C شکل که میدان مغناطیسی آن مطابق شکل درونسو است، گذر می کند. به هنگام گذر از میان دهانه آهنربا، سرعت حلقه

- (۱) کم می شود.
(۲) زیاد می شود.
(۳) تغییر نمی کند.
(۴) ابتدا کم و سپس زیاد می شود.



۲۹- مطابق شکل قاب مستطیلی رسانایی که طول آن $2a$ و عرض آن a است، با تندی ثابت v وارد میدان مغناطیسی یکنواختی می شود که در فضایی به شکل یک مربع با طول $2a$ ، ایجاد شده است. کدام شکل نمودار $I-t$ القایی در قاب مستطیلی را به درستی نشان می دهد؟ (جهت مثلثاتی، جهت جریان مثبت و $t=0$ لحظه رسیدن قاب به ابتدای میدان می باشد.)





۳۰- در شکل روبه‌رو ولتاژهای V_c ، V_b ، V_a

و V_d به ترتیب از راست به چپ کدام

می‌تواند باشد؟

۱) $300V - 400kV - 8kV - 12kV$

۲) $12kV - 8kV - 400kV - 300V$

۳) $300V - 8kV - 400kV - 12kV$

۴) $300V - 8kV - 12kV - 400kV$

پاسخ آزمون ۶۸

۱- گزینه ۳ با وصل کلید، دو کره در تماس با هم هستند و با توجه به اینکه کره‌ها با هم مشابهند، بار کره‌ها با هم برابر می‌شود:

$$q'_A = q'_B = \frac{q_A + q_B}{2} = \frac{6 - 2}{2} = 2 \mu C$$

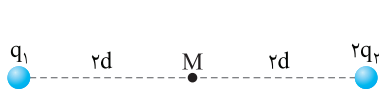
چون عامل شارش بار در فلزات الکترون می‌باشد، باید $-4 \mu C$ بار از کره B به کره A منتقل شود که تعداد آن برابر است با:

$$-4 \mu C = -4 \times 10^{-6} = -n \times 1.6 \times 10^{-19} \Rightarrow n = \frac{4}{1.6} \times 10^{13} = 2.5 \times 10^{13}$$



$$\vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \vec{E} \quad (1)$$

۲- گزینه ۲ با توجه به حالت اول داریم:



$$\begin{aligned} \vec{E}'_1 &= \frac{\vec{E}_1}{4} \Rightarrow \frac{\vec{E}_1}{4} + 2\vec{E}_2 = \frac{\vec{E}}{2} \\ E'_2 &= 2\vec{E}_2 \end{aligned} \quad (2)$$

برای حالت دوم می‌توان نوشت:

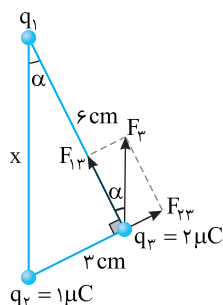
$$(1), (2) \Rightarrow \begin{cases} (\vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \vec{E}) \times (-2) \\ \frac{\vec{E}_1}{4} + 2\vec{E}_2 = \frac{\vec{E}}{2} \end{cases} \xrightarrow{+} \begin{cases} -\frac{\vec{E}_1}{2} \\ \frac{-\vec{E}_1}{4} = \frac{-3\vec{E}}{2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \vec{E}_1 = \frac{3}{2}\vec{E} \\ \vec{E}_2 = \frac{1}{4}\vec{E} \end{cases}$$

از دو معادله (۱) و (۲) داریم:

میدان‌های $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$ در یک جهت هستند پس q_1 و q_2 ناهمنام‌اند و نسبت $\frac{q_1}{q_2}$ منفی می‌شود:

$$\frac{|\vec{E}_1|}{|\vec{E}_2|} = \frac{k \frac{|q_1|}{d^2}}{k \frac{|q_2|}{4d^2}} = \frac{\frac{3}{2}E}{\frac{1}{4}E} = 6 \Rightarrow \frac{|q_1|}{|q_2|} = \frac{3}{2} \Rightarrow \frac{q_1}{q_2} = -\frac{3}{2}$$

مدارس برتر ۹۶



۳- گزینه ۴ نیروی F_3 مطابق شکل برآیند دو نیروی F_{13} و F_{23} است. نیروی بین q_1 و q_3 را

$$F_{23} = k \frac{q_2 q_3}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-12}}{9 \times 10^{-4}} \Rightarrow F_{23} = 20 N$$

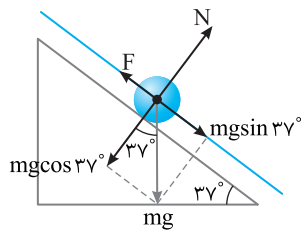
حساب می‌کنیم.

$$x = \sqrt{3^2 + 6^2} = 3\sqrt{5} \text{ cm}$$

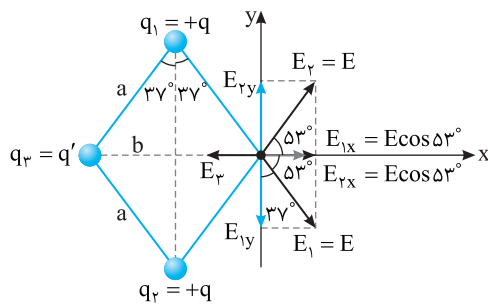
با توجه به شکل می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} \sin \alpha = \frac{3}{3\sqrt{5}} = \frac{\sqrt{5}}{5} \\ \sin \alpha = \frac{F_{23}}{F_3} \end{cases} \Rightarrow \frac{\sqrt{5}}{5} = \frac{20}{F_3} \Rightarrow F_3 = 20\sqrt{5} N$$

سراسری تجربی - ۹۶



- ۴- گزینه ۲ نیروهای وارد بر جسم را رسم می‌کنیم.
- ۱- نیروی وزن توسط کره زمین بر جسم وارد می‌شود. $W=mg$
- ۲- نیروی عمودی تکیه‌گاه (N) توسط سطح بر جسم وارد می‌شود.
- ۳- نیروی میدان الکتریکی $F=qE$ به موازات سطح و روبه بالای سطح بر جسم وارد می‌شود. بنابراین بار الکتریکی جسم باید منفی باشد تا در خلاف جهت میدان بر آن نیرو وارد شود.
- نیروی وزن را در دو امتداد موازی و عمود بر سطح تجزیه می‌کنیم (به کتاب ریاضیات پایه هشتم رجوع کنید).
- $$F=mg \sin 37^\circ \Rightarrow |q|E=mg \sin 37^\circ \Rightarrow |q| \times 10^5 = 0.5 \times 10 \times 0.6 \Rightarrow |q| = 3 \times 10^{-6} \text{ C} = 3 \mu\text{C}$$
- که باید بار منفی باشد: $q = -3 \mu\text{C}$



- ۵- گزینه ۲ میدان الکتریکی بارهای q_1 و q_2 در رأس A هم‌اندازه است.

$$E_1 = E_2 = k \frac{q}{a^2}$$

با توجه به آنچه در ریاضیات پایه هشتم خوانده‌اید، میدان‌های E_1 و E_2 را بر محور xها و yها تجزیه می‌کنیم. مولفه‌های E_{1y} و E_{2y} یکدیگر را خنثی می‌کنند و برابند

$$E_{1y} = E_{2y} \Rightarrow E_{1x} + E_{2x} = 2E \cos 53^\circ \Rightarrow E_{1x} = \frac{6}{5} k \frac{q}{a^2}$$

و E_2 خواهد شد:

برای صفر شدن میدان خالص در نقطه A، میدان ناشی از بار q' در رأس A باید هم‌اندازه E_{1x} و در خلاف جهت آن باشد، پس بارهای q' و q ناهم‌نام‌اند.

برای محاسبه میدان q' ابتدا فاصله q' تا نقطه A را به دست می‌آوریم.

$$\sin 37^\circ = \frac{b}{a} \Rightarrow \frac{0.6}{a} = \frac{b}{a} \Rightarrow b = \frac{3}{5} a, \quad E_2 = k \frac{|q'|}{(2b)^2} = k \frac{|q'|}{(\frac{6}{5}a)^2} \Rightarrow E_2 = k \frac{|q'|}{\frac{36}{25}a^2}$$

$$E_2 = E_{1x} \Rightarrow k \frac{|q'|}{\frac{36}{25}a^2} = \frac{6}{5} k \frac{|q|}{a^2} \Rightarrow \frac{25}{36} |q'| = \frac{6}{5} |q| \Rightarrow \frac{|q'|}{|q|} = \frac{216}{125} \Rightarrow \frac{q'}{q} = -\frac{216}{125}$$

اکنون می‌توان نوشت:

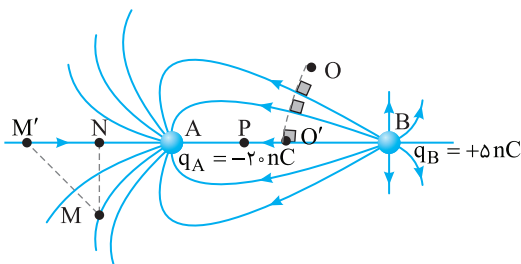
- ۶- گزینه ۴ با توجه به اینکه نیروی وارد بر بار q_1 در خلاف جهت خطوط میدان

است پس بار q_1 منفی است و همچنین چون نیروی وارد بر بار q_2 در جهت خطوط میدان است پس q_2 مثبت است. با توجه به شکل داریم:

$$\left. \begin{aligned} \text{برای } q_2: \tan 6^\circ &= \frac{E|q_2|}{mg} = \sqrt{3} \\ \text{برای } q_1: \tan 3^\circ &= \frac{E|q_1|}{mg} = \frac{\sqrt{3}}{3} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{E|q_2|}{mg} = \frac{|q_2|}{|q_1|} = 3$$

و چون q_1 و q_2 ناهم‌نام‌اند پس $\frac{q_2}{q_1} = -3$ می‌شود.

مدارس برتر ۹۶

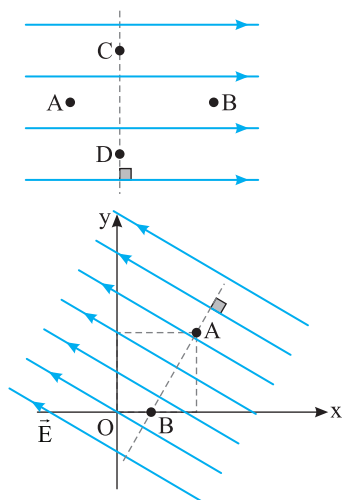


- ۷- گزینه ۴ ابتدا خطوط میدان را رسم می‌کنیم.

مشخص است نقاط M' و M و نقاط O' و O هم‌پتانسیل‌اند.

از M' تا N در جهت خطوط میدان حرکت کرده‌ایم پس $V_M > V_N$.

از O' تا P در جهت خطوط میدان حرکت کرده‌ایم پس $V_O > V_P$.



۸- گزینه ۴ به شکل مقابل دقت کنید. اگر نقطه‌های A و B در امتداد خط‌های میدان باشند پتانسیل الکتریکی نقاط A و B یکسان نخواهد بود و این دو نقطه دارای اختلاف پتانسیل هستند، اما اگر این دو نقطه بر خط عمود بر خطوط میدان الکتریکی قرار داشته باشند (مانند نقاط C و D)، هم‌پتانسیل خواهند بود. بنابراین باید دو نقطه A(۲,۲) و B(۱,۰) در صفحه xoy روی خطی عمود بر میدان قرار داشته باشند. معادله خط گذرنده از دو نقطه A و B به صورت زیر است:

$$\frac{y-y_A}{y_B-y_A} = \frac{x-x_A}{x_B-x_A} \Rightarrow \frac{y-2}{0-2} = \frac{x-2}{1-2} \Rightarrow y-2=2x-4 \Rightarrow y=2x-2$$

در این صورت هر نقطه واقع بر این خط با دو نقطه A و B هم‌پتانسیل است که تنها مختصات نقطه گزینه (۴) در معادله این خط صدق می‌کند.

۹- گزینه ۲ اگر خازن را به مولد وصل کنیم و پس از باردار شدن از مولد جدا کنیم، بار روی صفحات آن ثابت می‌ماند. در این حالت اگر یک دی‌الکتریک

بین صفحات آن قرار دهیم، ظرفیت خازن افزایش می‌یابد و ولتاژ دو سر خازن کاهش می‌یابد ($V \downarrow = \frac{Q_{\text{ثابت}}}{C \uparrow}$) بنابراین میدان بین صفحه‌های خازن نیز کاهش

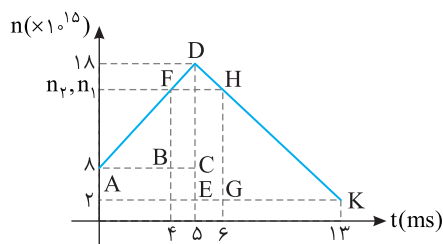
می‌یابد ($E \downarrow = \frac{V \downarrow}{d_{\text{ثابت}}}$). اگر خازن به مولد وصل باشد و در این حالت بین صفحات آن دی‌الکتریک قرار دهیم، اختلاف پتانسیل دو سر آن ثابت می‌ماند، در

نتیجه میدان الکتریکی بین صفحات آن نیز ثابت می‌ماند. در این صورت جملات (الف) و (ب) نادرست است.

در مورد جمله‌های (پ) و (ت) می‌توان گفت که هر دو درست هستند، زیرا اگر خازن از مولد جدا شود، بار ثابت می‌ماند و اگر خازن به مولد وصل باشد، میدان ثابت می‌ماند.

۱۰- گزینه ۳ در بیشینه ولتاژ قابل تحمل خازن، میدان الکتریکی بین صفحات خازن ($E \uparrow = \frac{V \uparrow}{d}$) بیشینه است و در شکل گزینه (۳) تراکم خطوط میدان

از بقیه شکل‌ها بیشتر است و میدان الکتریکی بین صفحات قوی‌تر است، پس اختلاف پتانسیل بین صفحات خازن به ولتاژ بیشینه نزدیک‌تر است.



۱۱- گزینه ۱ راه‌حل اول: دو ثانیه سوم یعنی بازه زمانی بین $t=4s$ و $t=6s$ اکنون به کمک

تشابه مثلث در لحظه $t=4s$ و $t=6s$ تعداد الکترون‌های گذرنده را به دست می‌آوریم:

$$\Delta ABF \sim \Delta ACD \Rightarrow \frac{DC}{FB} = \frac{CA}{BA} \Rightarrow \frac{18-8}{FB} = \frac{5}{4} \Rightarrow FB=8 \Rightarrow n_1 = (8+8) \times 10^{15} = 16 \times 10^{15}$$

$$\Delta DEK \sim \Delta HGK \Rightarrow \frac{DE}{HG} = \frac{EK}{GK} = \frac{18-2}{13-6} = \frac{13-5}{13-6}$$

$$\Rightarrow HG=14 \Rightarrow n_2 = (2+14) \times 10^{15} = 16 \times 10^{15}$$

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{n_2 e - n_1 e}{\Delta t} = 0$$

در این صورت:

راه‌حل دوم: با توجه به یکسان بودن شیب خط‌های نمودار و اینکه زمان‌های ۴s و ۶s به یک فاصله از $t=5s$ می‌باشد می‌توان فهمید که n در زمان‌های ۴s و ۶s یکسان می‌باشد.

سراسری ریاضی - ۹۶

۱۲- گزینه ۱ مقاومت الکتریکی دو سیم با هم برابر است از این رو:

$$R_{Al} = R_{Cu} \Rightarrow \rho_{Al} \frac{l_{Al}}{A_{Al}} = \rho_{Cu} \frac{l_{Cu}}{A_{Cu}} \Rightarrow \frac{\rho_{Cu} = \frac{1}{2} \rho_{Al}}{l_{Al} = l_{Cu}} \rightarrow \frac{\rho_{Al}}{A_{Al}} = \frac{1}{2} \rho_{Al} \times \frac{1}{A_{Cu}} \Rightarrow A_{Al} = 2A_{Cu} \xrightarrow{\frac{l_{Al} = l_{Cu}}{V = Al}} V_{Al} = 2V_{Cu}$$

اکنون نسبت جرم‌ها را به دست می‌آوریم:

$$\frac{m_{Al}}{m_{Cu}} = \frac{\rho_{Al} V_{Al}}{\rho_{Cu} V_{Cu}} \Rightarrow \frac{m_{Al}}{m_{Cu}} = \frac{2/2 \times 2V_{Cu}}{9V_{Cu}} = \frac{6}{10} = \frac{3}{5}$$

۱۳- گزینه ۳ ابتدا بیشینه ولتاژ قابل تحمل هر مقاومت را به دست می آوریم:

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow 20 = \frac{V^2}{5} \Rightarrow V = 10V$$

در مقاومت های متوالی، مقاومت بزرگتر دارای ولتاژ بیشتری است پس مقاومت R_1 می تواند ولتاژ $10V$

$$I = \frac{V}{R_1} = \frac{10}{5} = 2A$$

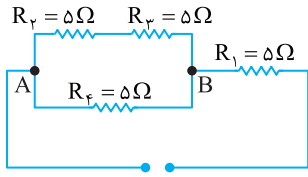
داشته باشد و جریان برابر خواهد شد با:

$$R_{2,3,4} = \frac{1 \times 5}{1+5} = \frac{5}{6} \Omega, \quad V_{AB} = 2 \times \frac{5}{6} = \frac{5}{3} V$$

مقاومت معادل R_2 و R_3 و R_4 برابر است با:

$$V = 10 + \frac{5}{3} = \frac{35}{3} V$$

ولتاژ کل مدار برابر است با:



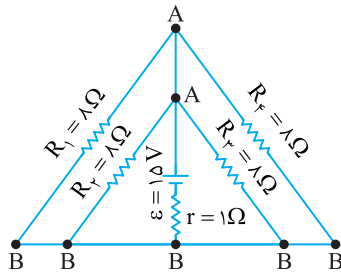
سراسری خارج از کشور تجربی - ۸۵

$$U = Vq \Rightarrow 4000 = V \times 2000 \Rightarrow V = 20V, \quad I = \frac{V}{R} \Rightarrow I = \frac{20}{5} = 4A$$

$$q = It \Rightarrow 2000 = 4t \Rightarrow t = 500s$$

۱۴- گزینه ۴ ابتدا جریان را به دست می آوریم:

در این صورت:



۱۵- گزینه ۲ هنگامی که کلید بسته است هر چهار مقاومت با هم موازی می باشد:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{8} + \frac{1}{8} + \frac{1}{8} + \frac{1}{8} = \frac{1}{2} \Rightarrow R_{eq} = 2\Omega, \quad I = \frac{\epsilon}{R_{eq} + r} = \frac{15}{2+1} = 5A$$

اندازه مقاومت ها با هم برابر است پس جریان عبوری از مقاومت ها با هم برابر می باشد:

$$I_1 = I_2 = I_3 = I_4$$

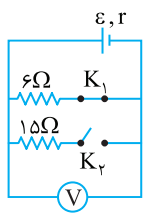
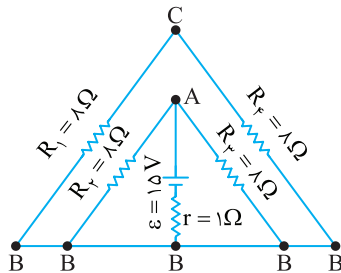
$$I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = 5A \Rightarrow I_1 = I_2 = I_3 = I_4 = \frac{5}{4} = 1.25A$$

با باز شدن کلید K یک سر مقاومت های R_1 و R_4 دیگر به باتری وصل نیست بنابراین این دو مقاومت در

مدار حضور ندارند و جریان آن ها صفر است.

$$I'_1 = I'_4 = 0$$

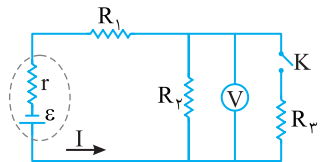
پس جریان عبوری از R_1 ، 1.25 آمپر کاهش می یابد.



۱۶- گزینه ۲ ولت سنج اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت و دو سر باتری ها را نمایش می دهد.

$$V = IR \Rightarrow V = \frac{\epsilon}{R+r} R \Rightarrow \begin{cases} 12 = \frac{\epsilon}{6+r} \times 6 \Rightarrow 2 = \frac{\epsilon}{6+r} \Rightarrow 12 + 2r = \epsilon \\ 15 = \frac{\epsilon}{15+r} \times 15 \Rightarrow 1 = \frac{\epsilon}{15+r} \Rightarrow 15 + r = \epsilon \end{cases} \Rightarrow \epsilon = 18V$$

سراسری ریاضی - ۸۶

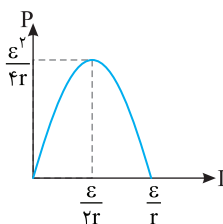


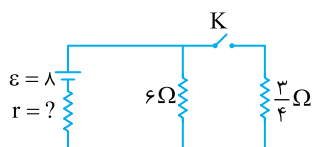
۱۷- گزینه ۲ با بستن کلید K مقاومت R_3 با مقاومت R_2 موازی شده و مقاومت مدار کاهش می یابد، با

کاهش مقاومت معادل مدار جریان مدار افزایش می یابد و این سبب افزایش توان مصرفی در مقاومت R_1 ($P = R_1 I^2$) می شود. توان خروجی باتری $P = R_{eq} I^2$ است که در آن R_{eq} کم و I زیاد شده است،

بنابراین تغییر P قابل بررسی نیست.

توضیح: توان خروجی باتری $P = \epsilon I - r I^2$ است که نمودار آن بر حسب I یک سهمی است و تغییر I می تواند سبب کاهش یا افزایش P شود.





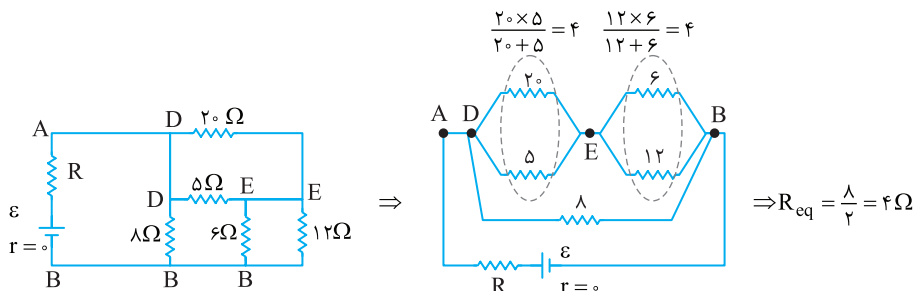
۱۸- گزینه ۴ توان خروجی باتری توان مصرفی در مقاومت خارجی مولد $P = R_{eq} I^2$ است. وقتی کلید باز

است تنها مقاومت 6Ω در مدار وجود دارد.

$$I = \frac{\mathcal{E}}{6+r}, P = R_{eq} I^2 \Rightarrow P = 6 \times \left(\frac{\mathcal{E}}{6+r}\right)^2$$

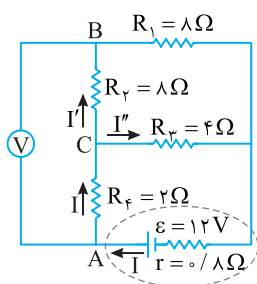
وقتی کلید بسته است مقاومت معادل خواهد شد: $P' = R_{eq} I'^2 \Rightarrow P' = \frac{2}{3} \times \left(\frac{24}{2+3r}\right)^2$

۱۹- گزینه ۳ چون جریان عبوری از مقاومت R برابر I_T می باشد، ابتدا I_T را محاسبه می کنیم. برای این منظور مقاومت معادل مدار را محاسبه می کنیم:



می توانیم مقاومت R را به عنوان مقاومت درونی مولد در نظر بگیریم. از طرفی می دانیم که توان مفید وقتی بیشینه است که مقاومت درونی مولد با مقاومت خارجی برابر باشد. پس نتیجه می گیریم R نیز باید 4Ω باشد.

سرassری خارج از کشور ریاضی- ۹۳



۲۰- گزینه ۲ از ولت سنج آرمانی جریانی نمی گذرد. مقاومت معادل را به دست می آوریم.

مقاومت های R_1 و R_2 متوالی و با مقاومت R_3 موازی است.

$$R_{1,2} = R_1 + R_2 = 8 + 8 = 16\Omega, R_{1,2,3} = \frac{16 \times 4}{16 + 4} = \frac{64}{20} = 3.2\Omega$$

$$R_{eq} = R_{1,2,3} + R_4 = 3.2 + 2 = 5.2\Omega$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} \Rightarrow I = \frac{12}{5.2 + 0.8} \Rightarrow I = 2A$$

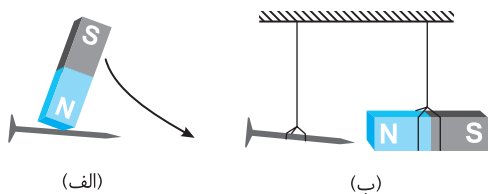
جریان مدار را به دست می آوریم:

ولتاژ دو سر مقاومت معادل $R_{1,2}$ با ولتاژ دو سر مقاومت R_3 برابر است از این رو:

$$I' R_3 = I'' (R_1 + R_2) \Rightarrow 4 I'' = 16 I' \Rightarrow I'' = 4 I' \xrightarrow{I' + I'' = 2A} I' + 4 I' = 2A \Rightarrow I' = 0.4A, I'' = 1.6A$$

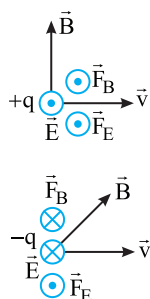
اکنون می توان با جمع اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت های R_4 و R_3 عددی که ولت سنج نشان می دهد را به دست آورد.

$$V_{AB} = V_4 + V_3 = I R_4 + I' R_3 = 2 \times 2 + 0.4 \times 8 = 7.2V$$



۲۱- گزینه ۳ با حرکت آهنربا مطابق شکل (الف) روی سوزن، نوک سوزن قطب S و ته

گرد سوزن قطب N می شود و وقتی دو آهنربا را مطابق شکل (ب) کنار هم قرار می دهیم، قطب های ناهم نام در کنار هم قرار می گیرند و یکدیگر را می ربایند، پس نیرو بر آهنربا به سمت چپ و بر سوزن به سمت راست وارد می شود.

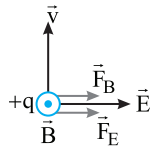


۲۲- گزینه ۲ در گزینه (۱) بر بار مثبت از سوی میدان در جهت میدان نیرو وارد می شود. بنابراین F_E

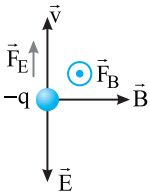
برونسو است.

با توجه به قاعده دست راست نیروی که میدان مغناطیسی بر بار $+q$ وارد می کند، نیز برونسو است و هر دو نیرو با هم جمع می شوند و سبب انحراف بار می شوند و گزینه (۱) نادرست است.

در گزینه (۲) میدان الکتریکی درونسو بوده و بر بار منفی نیروی برونسو وارد می کند. میدان مغناطیسی با توجه به قاعده دست راست نیروی درونسو بر بار $-q$ وارد می کند، پس $\vec{F}_B$ و $\vec{F}_E$ در خلاف جهت هم هستند و چون ممکن است این نیروها با هم هم اندازه باشند، پس ممکن است که بار بتواند بدون انحراف بگذرد و گزینه (۲) می تواند درست باشد.



در گزینه (۳) میدان الکتریکی E بر بار $+q$ نیرویی به سمت راست وارد می‌کند. نیروی میدان مغناطیسی نیز به سمت راست است و بر ایند این نیروها نمی‌تواند صفر شود و سبب انحراف ذره می‌شوند، پس گزینه (۳) نادرست است.



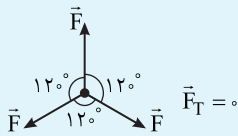
در گزینه (۴) نیز مطابق شکل F_B و F_E بر هم عمودند و بر ایند آن‌ها صفر نیست و گزینه (۴) نادرست است.

۲۳- گزینه ۴

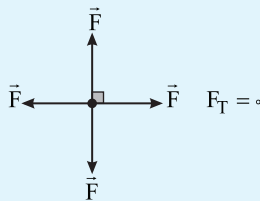
نیم‌نگاه



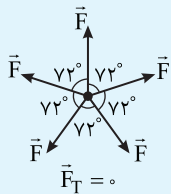
بر ایند دو نیروی هم‌اندازه و در خلاف جهت هم که با هم زاویه 180° می‌سازند صفر است.



بر ایند سه نیروی هم‌اندازه که دوه‌دو با هم در یک صفحه هستند و زاویه 120° می‌سازند، صفر است.



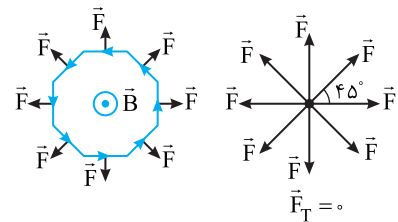
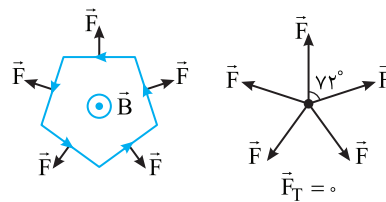
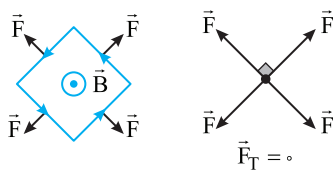
بر ایند چهار نیروی هم‌اندازه که دو به دو با هم در یک صفحه هستند و زاویه 90° می‌سازند، صفر است.



به همین ترتیب بر ایند n بردار هم‌اندازه که در یک صفحه قرار دارند و با هم زاویه $\frac{360^\circ}{n}$ می‌سازند صفر است.

$$\frac{360^\circ}{5} = 72^\circ, \vec{F}_T = 0$$

یک میدان مغناطیسی یکنواخت برونسو در نظر می‌گیریم و نیروهای وارد بر هر چندضلعی را رسم می‌کنیم.



بنابراین $\vec{F}_3 = \vec{F}_4 = \vec{F}_1 = 0$ است.

۲۴- گزینه ۲

نیرویی که میدان الکتریکی خازن بر بار $q = +5\mu C$ وارد می‌کند رو به پایین است. از این رو نیرویی که میدان مغناطیسی بر ذره باردار وارد می‌کند باید روبه بالا باشد تا نیروی F_E را خنثی کند. در

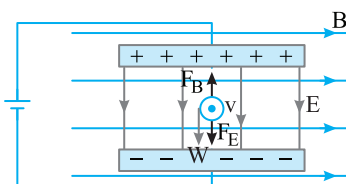
این صورت ذره باید بین صفحات خازن به صورت برونسو شلیک شود (به شکل دقت کنید).

$$W + F_E = F_B \Rightarrow mg + qE = qvB \sin \theta \Rightarrow 1 \times 10^{-6} \times 10 + 5 \times 10^{-6} E = 5 \times 10^{-6} \times 10^3 \times 2 \times 10^{-2} \times \sin 90^\circ$$

$$\Rightarrow 10^{-5} + 5 \times 10^{-6} E = 10^{-4} \Rightarrow 5 \times 10^{-6} E = 9 \times 10^{-5} \Rightarrow E = \frac{9 \times 10^{-5}}{5 \times 10^{-6}} = \frac{9}{5} = 1.8 \text{ V/m}$$

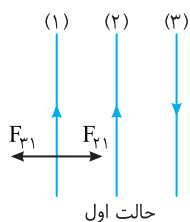
$$E = \frac{V}{d} \Rightarrow 1.8 = \frac{V}{2 \times 10^{-2}} \Rightarrow V = 0.36 \text{ V}$$

اکنون ولتاژ دو سر باتری را حساب می‌کنیم.

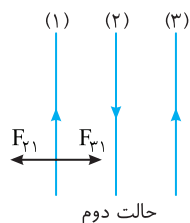


۲۵- گزینه ۲

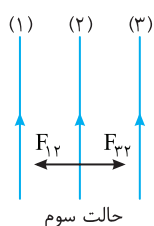
نیروی وارد بر سیم (۱) صفر است، از این رو باید نیرویی وارد از طرف سیم‌های (۲) و (۳) بر سیم (۱) در خلاف جهت هم و مساوی هم باشند. اگر سیم (۲) سیم (۱) را برآید، پس جریان آن با سیم (۱) همسو است، در این صورت جریان سیم (۳) باید پایین‌سو باشد تا سیم (۱) را براند.



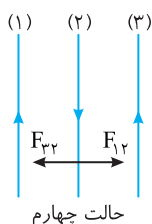
اگر سیم (۲) سیم (۱) را براند، جریان سیم (۲) با جریان سیم (۱) ناهمسو و پایین‌سو است، در این صورت جریان سیم (۳) باید بالاسو باشد.



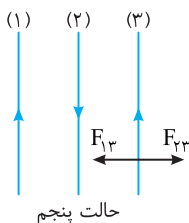
اکنون به بررسی نیروهای وارد بر سیم (۲) می‌پردازیم. اگر سیم (۱)، سیم (۲) را برآید جریان سیم (۲) با جریان سیم (۱) همسو و بالاسو است، در این صورت باید سیم (۳) نیز سیم (۲) را برآید تا نیروی خالص وارد بر سیم (۲) صفر شود، بنابراین جریان سیم (۳) نیز بالاسو است.



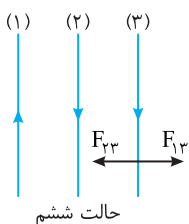
اگر سیم (۱)، سیم (۲) را براند جریان سیم (۲) باید با جریان سیم (۱) ناهمسو و پایین‌سو باشد. در این صورت جریان سیم (۳) نیز باید با سیم (۲) ناهمسو باشد تا سیم (۲) را براند تا نیروی خالص وارد بر سیم (۲) صفر شود، یعنی جریان سیم (۳) باید بالاسو باشد.



به بررسی نیروهای وارد بر سیم (۳) می‌پردازیم. اگر سیم (۳) توسط سیم (۱) جذب شود باید سیم (۳) جریان همسو با سیم (۱) داشته باشد و جریان سیم (۳) بالاسو باشد. در این حالت سیم (۲) باید سیم (۳) را براند تا برآیند نیروی وارد بر سیم (۳) صفر شود. در این صورت سیم (۲) جریان پایین‌سو خواهد داشت.



اگر سیم (۳) توسط سیم (۱) دفع شود باید سیم (۳) جریان ناهمسو با سیم (۱) داشته باشد و جریان (۳) پایین‌سو باشد. در این صورت برای صفر شدن نیروی خالص وارد بر سیم (۳) باید سیم (۲)، سیم (۳) را برآید و جریان سیم (۲) همسو با جریان سیم (۳) و پایین‌سو باشد.



با توجه به حالت‌های دوم، چهارم و پنجم مشخص می‌شود که اگر جریان I_1 پایین‌سو و جریان I_3 بالاسو باشد، شرایطی وجود دارد که می‌تواند نیروی خالص وارد بر هر سیم صفر شود.

۲۶- گزینه ۲

میدان مغناطیسی درون سیملوله را حساب می‌کنیم:

سراسری خارج از کشور ریاضی - ۹۲ با تغییر

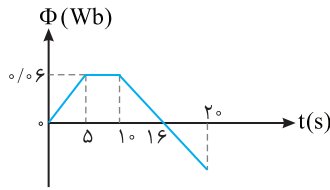
$$B = \mu_0 \frac{NI}{l} \Rightarrow B = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{100}{0.2} \times \frac{5}{2} = 4\pi \times 10^{-5} \times \frac{5}{2} = \pi \times 10^{-4} \text{ T}$$

$$\Phi = BA \cos \theta$$

شار گذرنده از سیملوله برابر است با:

خطوط میدان درون سیملوله در امتداد محور سیملوله و عمود بر سطح حلقه‌های آن است ($\theta = 0^\circ, \cos \theta = 1$)، در این صورت:

$$\Phi = BA \Rightarrow \Phi = \pi \times 10^{-4} \times \pi \times (2 \times 10^{-2})^2 \Rightarrow \Phi = 4\pi^2 \times 10^{-8} \xrightarrow{\pi^2 \approx 10} \Phi = 4 \times 10^{-7} \text{ Wb}$$



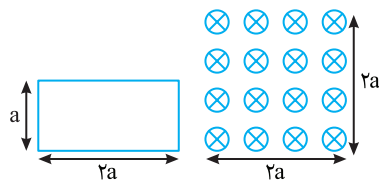
۲۷- گزینه ۴ نیروی محرکه القایی منفی شیب نمودار شار-زمان است. کافی است شیب را در بازه ۱۰ تا ۱۶ ثانیه به دست آوریم:

$$\bar{\varepsilon} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow \varepsilon = -\frac{0-0.06}{16-10} \Rightarrow \varepsilon = 10^{-2} \text{ V} = 10 \text{ mV}$$

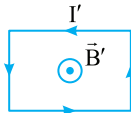
نیروی محرکه القایی در بازه ۱۰s تا ۲۰s نیز برابر ۱۰mV است. (شیب نمودار تغییر نکرده است).

سراسری خارج از کشور ریاضی - ۸۸

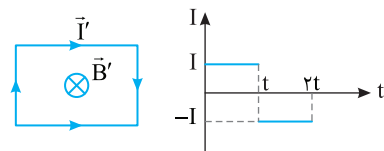
۲۸- گزینه ۱ با ورود حلقه به درون میدان مغناطیسی در اثر تغییر شار گذرنده از حلقه درون آن نیروی محرکه و جریان القایی به وجود می آید که بنا به قانون لنز با عامل به وجود آورنده اش که حرکت حلقه است مخالفت می کند و سرعت حلقه کم می شود.



۲۹- گزینه ۲ با توجه به طول مستطیل و طول ضلع مربع که هر دو ۲a می باشد، قاب پس از t ثانیه به طور کامل در میدان قرار می گیرد اما بلافاصله شروع به بیرون رفتن از میدان کرده و در بازه t تا ۲t از میدان خارج می شود. در این صورت ابتدا از صفر تا t شار مغناطیسی به طور یکنواخت در حال افزایش و سپس از t تا ۲t شار مغناطیسی به طور یکنواخت در حال کاهش است. از این رو نیروی محرکه القایی در دو بازه زمانی صفر تا t و t تا ۲t ثابت، اما در این دو بازه علامت نیروی محرکه ها مخالف است. جریان متوسط عبوری از قاب از رابطه $\bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R}$ به دست می آید و چون نیروی محرکه متوسط ثابت است پس جریان عبوری نیز ثابت می باشد.



حال برای مشخص شدن جهت جریان: (۱) در ابتدا قاب در حال ورود به میدان می باشد پس شار در حال افزایش و طبق قانون لنز باید میدان مغناطیسی القایی با این تغییر مخالفت کند پس میدان مغناطیسی القایی برونسو ایجاد می شود و طبق قاعده دست راست جهت جریان القایی در جهت دایره مثلثاتی بوده و جریان مثبت است.



هنگام خروج نیز شار مغناطیسی در حال کاهش می باشد و میدان القایی با این کاهش مخالفت می کند پس میدان القایی همسو با میدان خارجی درونسو می باشد، پس طبق قاعده دست راست جهت جریان القایی در خلاف جهت دایره مثلثاتی می باشد و جریان منفی است.

۳۰- گزینه ۳ مبدل بین V_a و V_b افزایشده است از این رو باید $V_b > V_a$ باشد. مبدل بین V_c و V_d کاهشده است در این صورت باید $V_d < V_c$ باشد.

باشد. در گزینه (۳) این شرایط برقرار است.