نام و نام خانوادگی:

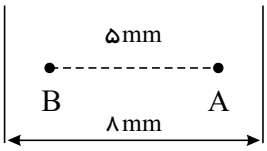
زمان برگزاری: ۳۵ دقیقه

نام آزمون: فیزیک یازدهم آزمون جامع (تستی)

تاریخ آزمون:

سید بهروز پرتوی

۱ ذره‌ای با بار الکتریکی $-۲pC$ و جرم ۰٫۲ میکروگرم در میدان الکتریکی یکنواخت بین صفحات یک خازن تخت شارژ شده، از حال سکون و از نقطهٔ A رها شده و با تندی $۰٫۱m/s$ از نقطهٔ B عبور می‌کند. اگر ظرفیت خازن برابر با $۲nF$ باشد، بار الکتریکی ذخیره شده روی صفحات خازن چند میکروکولن است؟ (از نیروی وزن صرف نظر کنید.)



۱) ۱٫۶
۲) ۴
۳) ۸
۴) ۳٫۲

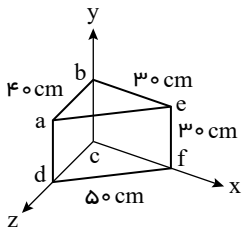
۲ اگر بخواهیم مقاومت یک سیم مسی به طول L و شعاع سطح مقطع r را ۷۵ درصد کاهش دهیم، در این صورت می‌توانیم طول آن را ..... برابر کنیم و استوانه‌ای به شعاع ..... را از داخل سیم خالی کنیم. (دما ثابت فرض شود.)

۱) $\frac{۱}{۶}$ و $\frac{\sqrt{۳}}{۲}r$
۲) $\frac{۱}{۶}$ و $\frac{\sqrt{۲}}{۲}r$
۳) $\frac{۱}{۸}$ و $\frac{\sqrt{۳}}{۲}r$
۴) $\frac{۱}{۸}$ و $\frac{\sqrt{۲}}{۲}r$

۳ اگر بتوانیم در هر ثانیه یک میلیون الکترون از جسمی بگیریم، تقریباً چند سال طول می‌کشد تا بار جسم $+۱C$ شود؟ (یک سال را تقریباً ۳×۱۰^{۷} ثانیه در نظر بگیرید و $e = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹}C$)

۱) $۶٫۲۵ \times ۱۰^{۱۳}$
۲) $۶٫۲۵ \times ۱۰^{۱۲}$
۳) ۲×۱۰^{۵}
۴) ۲×۱۰^{۶}

۴ مطابق شکل زیر، یک منشور فلزی به‌گونه‌ای در محورهای مختصات قرار گرفته است که رأس c آن منطبق بر مبدأ مختصات است. یک میدان مغناطیسی یکنواخت در جهت محور xها در این فضا وجود دارد. بزرگی شار مغناطیسی گذرنده از وجه $aefd$ چند برابر شار مغناطیسی گذرنده از وجه $abcd$ است؟

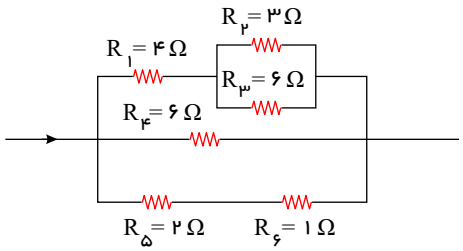


۱) ۱
۲) $\frac{۳}{۴}$
۳) $\frac{۵}{۴}$
۴) $\frac{۵}{۳}$

۵ اگر میدان مغناطیسی زمین را افقی و به سمت شمال فرض نماییم جریان الکتریکی دریک سیم راست در چه جهتی باشد تا بزرگی نیروی مغناطیسی وارد بر آن از طرف میدان مغناطیسی زمین بیشینه و در راستای قائم رو به بالا باشد؟

۱) شرق
۲) غرب
۳) جنوب
۴) شمال

۶ در شکل داده شده، تفاضل بیشترین و کمترین جریان عبوری از مقاومت‌های الکتریکی، ۱۰ آمپر است. کمترین توان تلف شده در مقاومت‌های الکتریکی شکل رسم شده، چند وات است؟

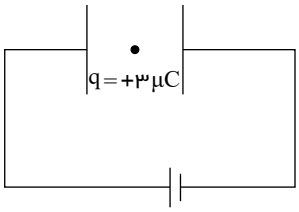


۱) ۱۲
۲) ۲۴
۳) ۴۸
۴) ۱۴۴

۷ پیچه‌ای شامل ۲۰۰ دور بوده و مساحت هر حلقهٔ آن $40\ cm^2$ است و میدان‌های مغناطیسی بر سطح پیچه‌ها عمود می‌باشد. اگر در مدت زمان $0/1\ s$ میدان مغناطیسی به اندازهٔ ΔB تغییر کند و نیروی محرکهٔ القایی در آن برابر $80\ V$ باشد، ΔB چند تسلا است؟

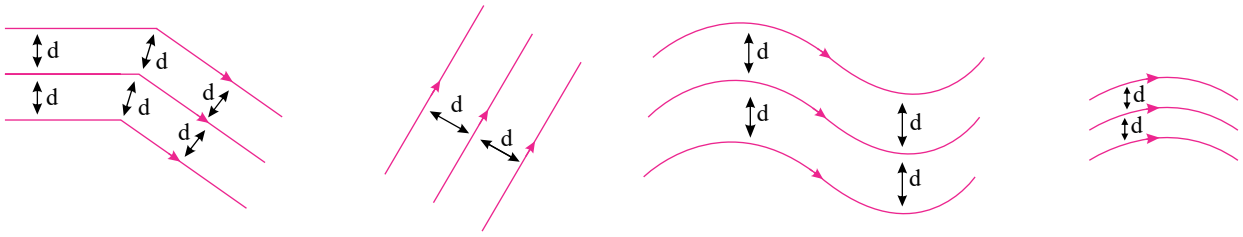
۱) ۱۰ ۲) -10 ۳) ۲۰ ۴) -20

۸ مطابق شکل زیر، صفحات خازنی که فاصلهٔ بین آن‌ها $3cm$ است، به اختلاف پتانسیل ۳۰۰ ولت متصل شده است. ذره‌ای به جرم $4g$ و بار $+3\mu C$ را در فضای بین دو صفحه‌ای این خازن رها می‌کنیم. بزرگی شتاب این ذره چند متر بر مجذور ثانیه است؟ $(g = 10\frac{m}{s^2})$



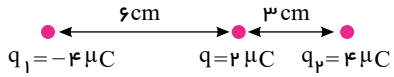
۱) ۲
۲) ۶/۵
۳) ۱۲/۵
۴) ۲۶

۹ چند میدان الکتریکی از میدان‌های رسم شده، یکنواخت هستند؟



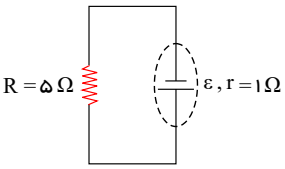
۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

۱۰ در شکل زیر برایند نیروهای وارد بر بار الکتریکی نقطه‌ای $q = 2\mu C$ برابر چند نیوتون است؟ $(\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \times 10^9\ SI)$



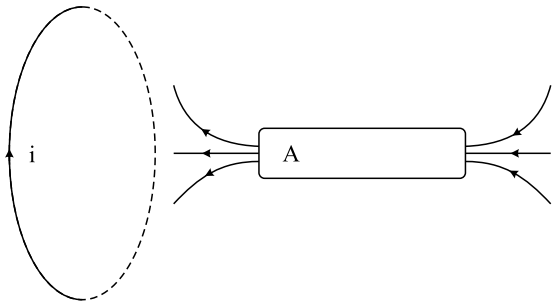
۱) ۶۰ ۲) ۶
۳) ۱۰۰ ۴) ۱۰

۱۱ اگر در مدار شکل زیر، جریان عبوری از باتری ۲ آمپر باشد، باتری با انجام ۱۸ میلی‌ژول کار، چند میکروکولن بار را می‌تواند در مدار به حرکت درآورد؟



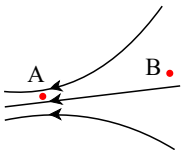
۱) ۱/۸ ۲) ۱/۵
۳) ۱۸۰۰ ۴) ۱۵۰۰

۱۲ مطابق شکل، آهنربای میله‌ای روی محور حلقهٔ رسانا حرکت می‌کند و در حلقه جریان القایی ایجاد می‌کند. قطب A کدام است و جهت حرکت آهنربا به کدام سمت است؟



۱) N و ←
۲) N و →
۳) S و ←
۴) S و →

۱۳ در شکل داده شده کدام گزینه درست است؟ (V پتانسیل الکتریکی در هر نقطه و E میدان الکتریکی در هر ناحیه است.)



۱) $V_B > V_A$ ۲) $E_A > E_B$
۳) $V_A > V_B$ ۴) گزینه‌های ۱ و ۲ درست است.

۱۴ روی لامپی اعداد $220V$ و $60W$ نوشته شده است. اگر این لامپ را به ولتاژ $55V$ وصل کنیم، در مدت یک دقیقه چند ژول انرژی الکتریکی مصرف می‌کند؟ (مقاومت لامپ ثابت شود.)

۱) ۱۷۵ ۲) ۱۸۰
۳) ۲۲۵ ۴) ۲۴۰

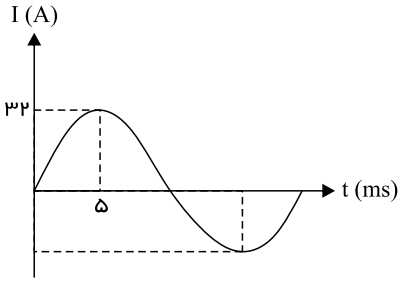
۱۵ در مبدل‌های ac برای انتقال توان الکتریکی در فاصله‌های دور، از ولتاژهای ..... و جریان‌های ..... استفاده می‌کنند.

۱) بالا، پایین ۲) پایین، بالا ۳) پایین، پایین ۴) بالا، بالا

۱۶ یکای میدان الکتریکی در SI مطابق کدام گزینه است؟

۱) $\frac{N}{kg}$ ۲) فقط $\frac{N}{C}$ ۳) $\frac{V}{m}$ ، $\frac{N}{C}$ ۴) $\frac{V}{m}$ ، $\frac{N}{kg}$

۱۷ نمودار جریان بر حسب زمان برای یک جریان متناوب مطابق شکل زیر است. جریان در لحظهٔ $t = ۲/۵ms$ چند آمپر است؟

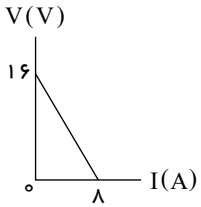


۱) ۳۲
۲) ۱۶
۳) $۱۶\sqrt{۲}$
۴) صفر

۱۸ سیم راستی به طول $۵۰cm$ که حامل جریان $۴A$ می‌باشد، عمودبر خط‌های میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $۲۰۰G$ قرار دارد. اگر جهت میدان مغناطیسی روبه شمال و جهت جریان رو به شرق باشد، نیروی وارد بر سیم چند نیوتن و درچه جهتی است؟

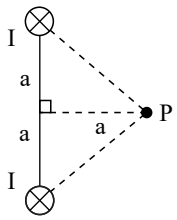
۱) ۴، بالا ۲) ۰٫۰۴، بالا ۳) ۴، پایین ۴) ۰٫۰۴، پایین

۱۹ شکل زیر، نمودار اختلاف پتانسیل دو سر یک باتری را برحسب جریان گذرنده از آن نشان می‌دهد. اگر این باتری را به یک مقاومت ۶ اهمی متصل کنیم، توان خروجی باتری چند ولت می‌شود؟



۱) ۸
۲) ۱۶
۳) ۲۴
۴) ۳۲

۲۰ مطابق شکل زیر، از دو سیم بلند و موازی جریان‌های هم‌اندازه عبور می‌کند جهت میدان مغناطیسی برایند در نقطهٔ P کدام است؟

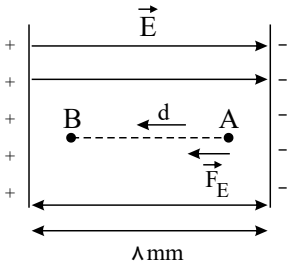


۱) ↑
۲) ↓
۳) ←
۴) →

پاسخ‌نامه تشریحی

۱ ۱ ۲ ۳ ۴

بارهای منفی به‌طور آزادانه در خلاف جهت خطوط میدان الکتریکی حرکت می‌کنند. پس جهت جابه‌جایی ذره در خلاف جهت خط‌های میدان است. با استفاده از قضیهٔ کار - انرژی جنبشی داریم:



$$W_t = K_B - K_A \Rightarrow W_t = \frac{۱}{۲}m(v_B^۲ - v_A^۲)$$

$$W_t = \frac{۱}{۲}(۰/۲ \times ۱۰^{-۶} \times (۰/۱^۲ - ۰)) \Rightarrow W_t = ۱۰^{-۹}J$$

تنها نیروی مؤثر، نیروی میدان الکتریکی است. بنابراین:

$$\Rightarrow W_E = ۱۰^{-۹}J$$

با استفاده از تعریف انرژی پتانسیل الکتریکی داریم:

$$\Delta U = -W_E \Rightarrow \Delta U = -۱۰^{-۹}J$$

$$\Delta V_{AB} = \frac{\Delta U}{q} = \frac{-۱۰^{-۹}}{-۲ \times ۱۰^{-۱۲}} = ۵۰۰V$$

از آن‌جا که AB در راستای میدان است؛ پس می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} \Delta V_{AB} = E \times d_{AB} \\ \Delta V = E \times d \end{cases} \Rightarrow \frac{\Delta V}{\Delta V_{AB}} = \frac{d}{d_{AB}} \Rightarrow \frac{\Delta V}{۵۰۰} = \frac{۸}{۵} \xrightarrow{\Delta V = V_{\text{خازن}}} V = ۸۰۰V$$

بنابراین:

$$C = \frac{Q}{V} \Rightarrow Q = CV = ۲ \times ۸۰۰ = ۱۶۰۰nC = ۱/۶\mu C$$

۲ ۱ ۲ ۳ ۴

اگر بخواهیم مقاومت سیم ۷۵ درصد کاهش یابد پس مقاومت سیم $\frac{۱}{۴}$ مقاومت حالت اول است.

$$R_۲ = \frac{۱}{۴}R_۱ \Rightarrow \rho\frac{L_۲}{A_۲} = \frac{۱}{۴}\rho\frac{L}{\pi r^۲} \Rightarrow \frac{L_۲}{A_۲} = \frac{L}{۴\pi r^۲}$$

از طرفی چون باید از داخل سیم یک استوانه با شعاع x خالی کنیم، پس سطح مقطع در حالت جدید برابر است با:

$$A_۲ = \pi(r^۲ - x^۲)$$

$$\frac{L_۲}{\pi(r^۲ - x^۲)} = \frac{L}{۴\pi r^۲} \Rightarrow \frac{L_۲}{L} = \frac{r^۲ - x^۲}{۴r^۲}$$

حال فرض کنیم طول ثانویهٔ سیم $L_۲ = nL$ شود، داریم:

$$\frac{r^۲ - x^۲}{۴r^۲} = n \Rightarrow r^۲ - x^۲ = ۴r^۲n \Rightarrow x^۲ = r^۲(۱ - ۴n) \Rightarrow x = r\sqrt{۱ - ۴n} \Rightarrow n \le \frac{۱}{۴}$$

حال اگر $n = \frac{L_۲}{L} = \frac{۱}{۸}$ باشد، در این صورت داریم:

$$x = r\sqrt{۱ - ۴ \times \frac{۱}{۸}} = r\sqrt{۱ - \frac{۱}{۲}} = \frac{\sqrt{۲}}{۲}r$$

هنگامی که طول آن $\frac{۱}{۸}$ برابر می‌شود شعاع استوانه‌ای که خالی می‌کنیم باید برابر $\frac{\sqrt{۲}}{۲}r$ باشد.

اگر $n = \frac{L_۲}{L} = \frac{۱}{۶}$ باشد، داریم:

$$x = r\sqrt{۱ - ۴ \times \frac{۱}{۶}} \Rightarrow x = \frac{\sqrt{۳}}{۳}r$$

۳ ۱ ۲ ۳ ۴

اگر تعداد n الکترون از جسم بگیریم، بار الکتریکی آن (q) از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید.

$$q = ne \Rightarrow ۱ = n \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} \Rightarrow n = ۶/۲۵ \times ۱۰^{۱۸} \text{ الکترون}$$

اگر در هر ثانیه یک میلیون الکترون از جسم گرفته شود، زمان لازم برای گرفتن این تعداد الکترون برحسب ثانیه برابر است با:

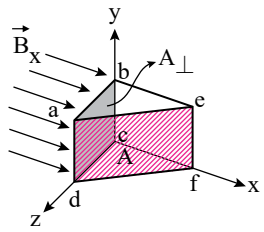
$$\text{زمان} = \frac{۶٫۲۵ \times ۱۰^{۱۸}}{۱۰^{۶}} = ۶٫۲۵ \times ۱۰^{۱۲} s$$

زمان تقریبی لازم برحسب سال:

$$t = \frac{۶٫۲۵ \times ۱۰^{۱۲}}{۳ \times ۱۰^{۷}} \simeq ۲ \times ۱۰^{۵} \text{ سال}$$

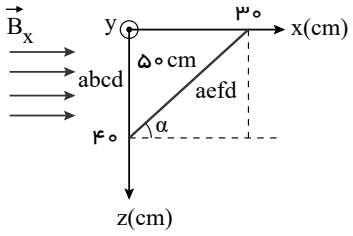
۷ ۱ ۲ ۳ ۴ **۴**

روش اول: در شکل زیر خطوط میدان مغناطیسی که در جهت محور xها قرار دارند نشان داده است. همان‌طور که در شکل زیر می‌بینید تصویر صفحهٔ $aefd$ عمود بر خطوط میدان صفحهٔ $abcd$ می‌شود. بنابراین شار عبوری از این دو صفحهٔ یکسان است.



$$\Phi_{abcd} = BA\cos\theta = BA\cos(۰) = B(ab \times bc) = B(۰٫۱۲) = ۰٫۱۲B$$

روش دوم: شکل موردنظر را از بالا نگاه کنید. آیا می‌توانید شکل زیر را ببینید. همان‌طور که در شکل مقابل می‌بینید زاویهٔ صفحهٔ $aefd$ با خطوط میدان برابر α است و داریم:



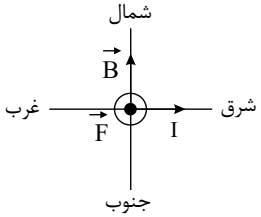
در این مسئله θ زاویهٔ بین میدان و نیم‌خط عمود بر سطح و α زاویهٔ بین میدان و سطح حلقه است که این دو، زاویه متمم یکدیگرند.

$$\Phi_{aefd} = BA\cos\theta = BA\sin\alpha = B(ae \times ef)\sin\alpha = B(۰٫۱۵) \times \frac{۴}{۵} = ۰٫۱۲B$$

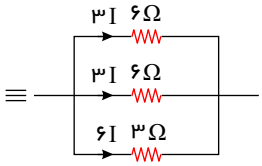
۵ ۱ ۲ ۳ ۴ **۵**

چون در صورت سؤال آمده است که بزرگی نیروی مغناطیسی وارد بر سیم بیشینه باشد، با توجه به رابطهٔ $F = I\ell B\sin\alpha$ نتیجه می‌گیریم سیم عمود بر خطوط میدان قرار دارد.

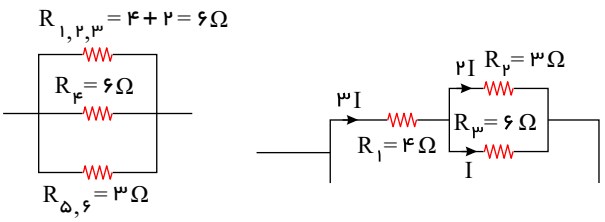
با توجه به شکل زیر و قاعدهٔ دست راست باید امتداد سیم (غرب – شرق) و جهت جریان به سمت شرق باشد.



۶ ۱ **۲** ۳ ۴ **۶**



قسمت اول: با بررسی مقاومت‌های الکتریکی در هر شاخه، ابتدا جریان الکتریکی در مقاومت‌های الکتریکی را با هم مقایسه می‌کنیم:



قسمت دوم: بنابراین جریان عبوری از مقاومت‌های الکتریکی مدار، به صورت زیر است:

$$\Delta I = ۶I - I = ۵I = ۱۰ \rightarrow I = ۲A \; I_۱ = I_۴ = ۳I, I_۵ = I_۶ = ۶I, I_۲ = ۲I, I_۳ = I \rightarrow \begin{cases} I_{max} = ۶I \\ I_{min} = I \end{cases}$$

توان مصرفی در هر مقاومت را می‌یابیم تا کمترین توان مصرفی را به دست بیاوریم.

$= (۴)(۶)^۲ = ۱۴۴W \; R_۱ : P_۱ = R_۱ I_۱^۲$

$R_۲ : P_۲ = R_۲ I_۲^۲ = (۳)(۴)^۲ = ۴۸W$

$R_۳ : P_۳ = R_۳ I_۳^۲ = (۶)(۲)^۲ = ۲۴W$

$R_۴ : P_۴ = R_۴ I_۴^۲ = (۶)(۶)^۲ = ۲۱۶W$

$R_۵ : P_۵ = R_۵ I_۵^۲ = (۳)(۱۲)^۲ = ۴۳۲W$

$R_۶ : P_۶ = R_۶ I_۶^۲ = (۱)(۱۲)^۲ = ۱۴۴W$

۷ ۱ ۲ ۳ ۴ می‌دانیم زمانی که شار عبوری از پیچه تغییر کند در آن نیروی محرکه القا می‌شود که از رابطهٔ $\varepsilon = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ به دست می‌آید.

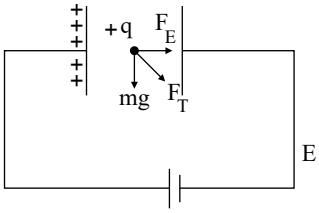
$\phi_۱ = B_۱ A \cos\theta = B_۱(۴۰ \times ۱۰^{-۴})\cos(۰^\circ) = ۴۰ \times ۱۰^{-۴} B_۱$

$\phi_۲ = B_۲ A \cos\theta = B_۲(۴۰ \times ۱۰^{-۴})\cos(۰^\circ) = ۴۰ \times ۱۰^{-۴} B_۲$

$$\varepsilon = -N\frac{\Delta\phi}{\Delta t} \rightarrow ۸۰ = -۲۰۰ \times \frac{۴۰ \times ۱۰^{-۴}(B_۲ - B_۱)}{۰/۱} \rightarrow \Delta B = -۱۰\,T$$

۸ ۱ ۲ ۳ ۴

گام اول: ابتدا میدان الکتریکی را به‌دست می‌آوریم:



$$E = \frac{V}{d} = \frac{۳۰۰}{۳ \times ۱۰^{-۲}} = ۱۰^۴$$

گام دوم: نیروی الکتریکی را که در جهت میدان الکتریکی (F_E) می‌باشد را می‌یابیم:

$$F_E = q \cdot E = ۳ \times ۱۰^{-۶} \times ۱۰^۴ = ۳ \times ۱۰^{-۲} N$$

حال برآیند نیروهای وارد بر این ذره را به دست می‌آوریم:

$$F_T = \sqrt{(F_E)^۲ + (mg)^۲} = \sqrt{(۳ \times ۱۰^{-۲})^۲ + (۴ \times ۱۰^{-۳} \times ۱۰)^۲} \rightarrow F_T = \sqrt{(۹ + ۱۶) \times ۱۰^{-۴}} = ۵ \times ۱۰^{-۲} N$$

در نهایت داریم:

$$F = ma \rightarrow ۵ \times ۱۰^{-۲} = ۴ \times ۱۰^{-۳} \times a \rightarrow a = \frac{۵ \times ۱۰^{-۲}}{۴ \times ۱۰^{-۳}} = ۱/۲۵ \times ۱۰ = ۱۲/۵ \frac{m}{s^۲}$$

۹ ۱ ۲ ۳ ۴ بردار میدان (یعنی جهت آن) نباید تغییر کند. پس فقط شکل ۳ میدان یکنواخت است.

۱۰ ۱ ۲ ۳ ۴ با توجه به جهت نیروها و رابطهٔ نیروی الکتریکی داریم:

$$F_۱ + F_۲ = \frac{kq_۱ q}{r_۱^۲} + \frac{kq_۲ q}{r_۲^۲} = \frac{۹ \times ۱۰^۹ \times ۴ \times ۲ \times ۱۰^{-۱۲}}{۳۶ \times ۱۰^{-۴}} + \frac{۹ \times ۱۰^۹ \times ۴ \times ۲ \times ۱۰^{-۱۲}}{۹ \times ۱۰^{-۴}} = ۱۰۰N$$

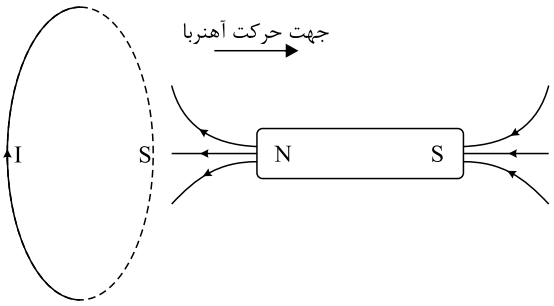
۱۱ ۱ ۲ ۳ ۴ ابتدا با توجه به جریان مدار، نیروی محرکهٔ باتری را محاسبه می‌کنیم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \xrightarrow[r=۱\Omega]{I=۲A\,,\,R=۵\Omega} ۲ = \frac{\varepsilon}{۵ + ۱} \Rightarrow \varepsilon = ۶ \times ۲ = ۱۲V$$

حال با توجه به تعریف نیروی محرکهٔ باتری، مقدار باری را که باتری می‌تواند به‌ازای انجام مقدار معینی کار در مدار به حرکت دربیاورد، حساب می‌کنیم:

$$\varepsilon = \frac{\Delta W}{\Delta q} \Rightarrow \Delta q = \frac{\Delta W}{\varepsilon} = \frac{۱۸ \times ۱۰^{-۳}}{۱۲} \Rightarrow \Delta q = ۱/۵ \times ۱۰^{-۳} C = ۱۵۰۰\mu C$$

۱۲ ۱ ۲ ۳ ۴ با توجه به جهت جریان القایی، سمت راست حلقه قطب S القایی به وجود آمده و در این صورت قطب A، قطب N آهنربا است (با توجه به خط‌های میدان آهنربا) و در حال دور شدن از حلقه است.



۱۳ ۱ ۲ ۳ ۴

با حرکت در جهت میدان الکتریکی، پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد. از طرفی در یک میدان الکتریکی غیریکنواخت تراکم خطوط در هر ناحیه بیانگر قوی بودن میدان در آن ناحیه است

بنابراین: $E_A > E_B \quad , \quad V_B > V_A$

۱۴ ۱ ۲ **۳** ۴ از آن‌جایی که ساختمان لامپ (مقاومت) تغییری نکرده در هر ۲ حالت مقاومت لامپ ثابت است.

$$P = \frac{V^2}{R}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = (\frac{V_2}{V_1})^2 \Rightarrow \frac{P_2}{60} = (\frac{55}{220})^2 \Rightarrow \frac{P_2}{60} = \frac{1}{16} \Rightarrow P_2 = \frac{60}{16}W$$

$$U = P \cdot t \Rightarrow U = \frac{60}{16} \times 60 = 225J$$

۱۵ **۱** ۲ ۳ ۴ در مبدل‌های ac برای انتقال توان الکتریکی در فاصله‌های دور از ولتاژهای بالا و جریان‌های پایین استفاده می‌کنند.

۱۶ ۱ ۲ **۳** ۴ واحد میدان الکتریکی طبق رابطهٔ $E = \frac{E}{q}$ برابر است با: $(\frac{N}{C})$ و طبق رابطهٔ $E = \frac{\Delta V}{d}$ برابر است با: $(\frac{V}{m})$

۱۷ ۱ ۲ **۳** ۴ در ابتدا معادلهٔ شدت جریان را می‌نویسیم.

$$I_{max} = 32A \ , \ \frac{T}{4} = 5 \Rightarrow T = 20ms$$

$$I = I_{max} \sin \frac{2\pi}{T}t \xrightarrow[I_{max}=32A]{T=20ms} I = 32 \sin \frac{2\pi}{T}t$$

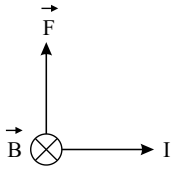
و برای پیدا کردن جریان در لحظهٔ $t = 2/5ms$ داریم:

$$I = 32 \sin \frac{2\pi}{T}t \xrightarrow{t=2/5ms} I = 32 \sin \frac{2\pi}{20} \times 2/5$$

$$\Rightarrow I = 32 \sin \frac{\pi}{4} \Rightarrow I = 16\sqrt{2}A$$

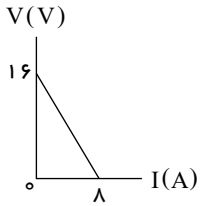
۱۸ ۱ **۲** ۳ ۴

$$\vec{F} = I\ell B = 4 \times 0/5 \times 200 \times 10^{-4} = 0/04N$$



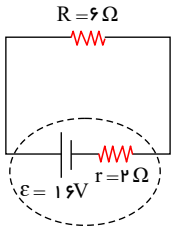
۱۹ ۱ ۲ **۳** ۴ می‌دانیم که رابطهٔ ولتاژ دو سر باتری $V = \varepsilon - rI$ می‌باشد، در این صورت با استفاده از اطلاعات روی شکل داریم:

$$V = \varepsilon - rI \Rightarrow \begin{cases} I = 0 \Rightarrow V = \varepsilon = 16V \\ I = 8A \Rightarrow \varepsilon - 8r = 0 \Rightarrow r = 2\Omega \end{cases}$$



اگر این باتری را به مقاومت ۶ اهمی ببندیم، جریان عبوری از مدار برابر می‌شود با:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \xrightarrow[R=6\Omega, r=2\Omega]{\varepsilon=16V} I = \frac{16}{6 + 2} = 2A$$

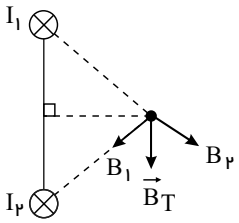


در نتیجه توان خروجی از باتری برابر است با:

$$P_{\text{خروجی مولد}} = P_{\text{مصرفی مقاومت}} = \varepsilon I - rI^2 = RI^2$$

$$\Rightarrow \begin{cases} P_{\text{خروجی مولد}} = 6 \times 2^2 = 24W \\ P_{\text{خروجی مولد}} = 16 \times 2 - 2 \times 2^2 = 24W \end{cases}$$

۲۰ ۱ ۲ **۳** ۴ به کمک قاعدهٔ دست راست، میدان خالص در نقطهٔ P، به طرف پایین است.


I۱
I۲
B۱
B۲
BT

پاسخ‌نامه کلیدی

۱	۱	۶	۲	۱۱	۴	۱۶	۳
۲	۴	۷	۲	۱۲	۲	۱۷	۳
۳	۳	۸	۳	۱۳	۴	۱۸	۲
۴	۱	۹	۱	۱۴	۳	۱۹	۳
۵	۱	۱۰	۳	۱۵	۱	۲۰	۲