نام و نام خانوادگی:

نام آزمون: فیزیک ۲ رشته ریاضی تکالیف عید

دبیرستان سپهر دانش

فصل اول : الکتریسیته ساکن

بار الکتریکی - پایستگی و کوانتیده بودن بار الکتریکی

۱ - جسم رسانایی در ابتدا دارای بار الکتریکی مثبت است. اگر تعداد ۵×۱۰^{۳} الکترون به جسم بدهیم، بار آن منفی شده و اندازهٔ بار جدید جسم ۲۵ درصد اندازهٔ بار اولیهٔ جسم می‌شود. بار اولیهٔ جسم چند نانوکولن بوده است؟ $(e = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} C)$

① $۶٫۴ \times ۱۰^{-۱۶}$ ② $۱۰٫۶ \times ۱۰^{-۱۶}$ ③ $۱۰٫۶ \times ۱۰^{-۷}$ ④ $۶٫۴ \times ۱۰^{-۷}$

۲ - سه کرهٔ رسانای مشابه A، B و C دارای بار مثبت‌اند. وقتی کرهٔ A را به B تماس می‌دهیم، ۲۰% از بار الکتریکی کرهٔ A کم می‌شود. در ادامه اگر کرهٔ A را به C تماس دهیم، کرهٔ A ۵% از بارش را از دست می‌دهد، در این صورت نسبت بار اولیه کرهٔ رسانای B به بار اولیه کرهٔ رسانای C «$\frac{q_B}{q_C}$» کدام است؟

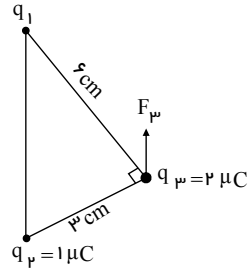
① $\frac{۵}{۶}$ ② $\frac{۶}{۵}$ ③ $\frac{۵}{۸}$ ④ $\frac{۸}{۵}$

۳ - جسمی دارای بار الکتریکی $+۴\mu C$ است. اگر به این جسم n الکترون بدهیم، بار آن $q_۱$ و اگر از این جسم n الکترون بگیریم، بار آن $q_۲$ می‌شود. اگر نسبت $q_۱$ به $q_۲$ برابر $-\frac{۳}{۱۳}$ باشد، در این صورت n کدام است؟ $(e = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} C)$

① ۲×۱۰^{۱۳} ② ۴×۱۰^{۱۳} ③ ۶×۱۰^{۱۳} ④ ۸×۱۰^{۱۳}

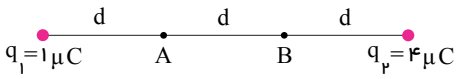
قانون کولن - بر هم نهی نیرو های الکتروستاتیکی

۴ - در شکل زیر، سه بار نقطه‌ای در سه رأس مثلث قائم‌الزاویه‌ای ثابت شده‌اند. اگر $F_۳$ برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار $q_۳$ موازی خط واصل $q_۱$ و $q_۲$ باشد، $F_۳$ چند نیوتون است؟ $(k = ۹ \times ۱۰^{۹} \frac{N \cdot m^۲}{C^۲})$



① $۸\sqrt{۵}$ ② $۱۲\sqrt{۵}$ ③ $۱۶\sqrt{۵}$ ④ $۲۰\sqrt{۵}$

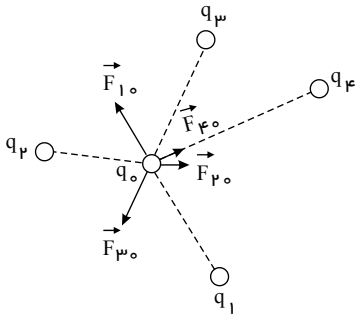
۵ - ذرهٔ باردار $+q$ را مطابق شکل روی خط رسم شده بین دو بار $q_۱$ و $q_۲$ از A به B جابه‌جا می‌کنیم. نیروی وارد بر بار $+q$ در این جابه‌جایی چگونه تغییر می‌کند؟



① افزایش، کاهش ② کاهش، افزایش

③ کاهش ④ افزایش

۶ - مطابق شکل زیر، ۵ بار الکتریکی نقطه‌ای در یک صفحه قرار دارند. اگر برایند نیروهای الکتریکی وارد بر $q_۰$ برابر با صفر باشد، کدام گزینه درست است؟ $(F_{۱۰}=۱۰N\ ,\ F_{۲۰}=۱/۶N\ ,\ F_{۳۰}=۱۰/۸N\ ,\ F_{۴۰}=۲N)$



① $\left|\vec{F}_{۱۰}+\vec{F}_{۲۰}\right|=۸/۴N$

② $\vec{F}_{۱۰}+\vec{F}_{۲۰}+\vec{F}_{۳۰}=\vec{F}_{۴۰}$

③ $\vec{F}_{۱۰}+\vec{F}_{۳۰}+\vec{F}_{۴۰}=-\vec{F}_{۲۰}$

④ $\left|\vec{F}_{۴۰}\right|+\left|\vec{F}_{۳۰}\right|+\left|\vec{F}_{۲۰}\right|+\left|\vec{F}_{۱۰}\right|=۰$

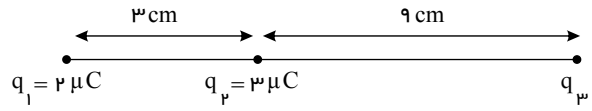
۷ - اندازهٔ نیروی الکتریکی بین دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_۱$ و $q_۲$ برهم در فاصلهٔ r سانتی‌متری از هم F است. چنانچه به r در حالت اول $۱cm$ اضافه کنیم اندازهٔ نیروی الکتریکی بین دو بار الکتریکی $F_۱$ می‌شود. همچنین اگر در حالت دوم از مقدار اولیهٔ r مقدار $۱cm$ را کم کنیم اندازهٔ نیروی الکتریکی بین دو بار $F_۲$ می‌شود. اگر $F_۱=\frac{۹}{۱۶}F$ و $F_۲-F=۲۵N$ باشد، اندازهٔ F چند نیوتون است؟

① ۲۰ ② ۳۲/۱۴ ③ ۴۵ ④ ۵۷/۱۴

۸ - دو بار الکتریکی $q_۱$ و $q_۲$ به فاصلهٔ r از هم واقع شده‌اند. اگر ۲۵% از بار $q_۲$ را برداشته و به $q_۱$ اضافه کنیم، نیروی بین دو بار تغییری نمی‌کند، مقادیر $q_۱$ و $q_۲$ کدام‌یک از گزینه‌ها می‌تواند باشد؟

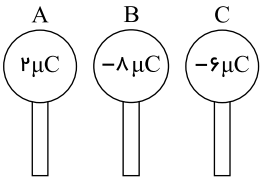
① ۸ و ۶ ② ۲ و ۴ ③ ۸ و ۴ ④ ۶ و ۴

۹ - مطابق شکل زیر، سه بار الکتریکی نقطه‌ای در جای خود ثابت شده‌اند و اندازهٔ برایند نیروهای وارد بر بار $q_۲$ از طرف دوبار دیگر برابر با $۸۰N$ است. اگر علامت بار $q_۳$ بدون تغییر اندازهٔ بار، قرینه شود، اندازهٔ برایند نیروهای وارد بر بار $q_۲$ از طرف دو بار دیگر برابر با ۲۰۰ نیوتن می‌شود. بار $q_۳$ چند میکروکولن بوده است؟ $(k=۹\times۱۰^۹\frac{N\cdot m^۲}{C^۲})$



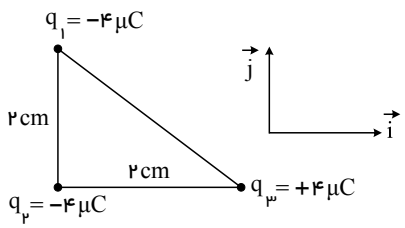
① ۴۲ ② −۴۲ ③ ۶ ④ −۶

۱۰ - مطابق شکل زیر، سه کرهٔ رسانای مشابه با بارهای الکتریکی $-۸\mu C, ۲\mu C$ و $-۶\mu C$ با فاصله‌های یکسان بر روی پایه‌های عایق، کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند. اگر هر سه را همزمان با یک سیم رسانا به هم تماس دهیم تا هم‌پتانسیل شوند و در همان فاصله‌های قبلی قرار دهیم، اندازهٔ نیروی الکتریکی وارد بر کرهٔ A چند برابر حالت اول می‌شود؟ (اندازهٔ کره‌ها را بسیار کوچک فرض کنید.)



① $\frac{۲۰}{۱۹}$ ② $\frac{۱۹}{۲۰}$ ③ $\frac{۲۰}{۱۷}$ ④ $\frac{۱۷}{۲۰}$

۱۱ - مطابق شکل زیر، سه بار نقطه‌ای $q_۱=-۴\mu C, q_۲=-۴\mu C$ و $q_۳=+۴\mu C$ بر روی رئوس یک مثلث قائم‌الزاویه متساوی‌الساقین قرار گرفته‌اند. برآیند نیروهای وارد بر بار $q_۲$ برابر F است. چه نیرویی در SI به بار $q_۲$ وارد شود تا در حالت تعادل قرار گیرد؟ $(k=۹\times۱۰^۹\frac{N\cdot m^۲}{C^۲})$



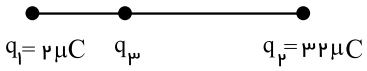
① $-۳۶۰\vec{i}+۳۶۰\vec{j}$

② $۷۲۰\vec{i}-۷۲۰\vec{j}$

③ $۳۶۰\vec{i}-۳۶۰\vec{j}$

④ $-۷۲۰\vec{i}+۷۲۰\vec{j}$

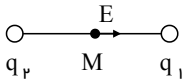
۱۲ - مطابق شکل سه بار الکتریکی در یک راستا قرار دارند و برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_3 صفر است. اگر مکان q_2 و q_3 را عوض کنیم، آنگاه برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_1 صفر می‌شود، q_3 چند میکروکولن است؟



۱) ۷۲ ۲) -۷۲ ۳) ۸۰۰ ۴) -۸۰۰

میدان الکتریکی - بر هم نهی میدان های الکتریکی - خطوط میدان الکتریکی - میدان الکتریکی یکنواخت

۱۳ - میدان الکتریکی حاصل از بارهای الکتریکی q_1 و q_2 در نقطه‌ی M روی خط واصل بارها، مطابق شکل مقابل است. نوع بار الکتریکی آنها به ترتیب کدام‌اند؟



۱) منفی - منفی
۲) منفی - مثبت
۳) مثبت - مثبت
۴) بسته به شرایط، هر کدام از گزینه‌های دیگر می تواند درست باشد.

۱۴ - بارهای الکتریکی نقطه‌ای $q_A = ۱۰\mu C$ و $q_B = ۵\mu C$ به‌ترتیب در نقاط $A\left|\begin{matrix}\sqrt{۳}m\\ ۰\end{matrix}\right.$ و $B\left|\begin{matrix}۰\\ ۱m\end{matrix}\right.$ از دستگاه مختصات قرار دارند. بردار برایند میدان‌های الکتریکی ناشی از این دو بار در مبدأ مختصات و در SI، مطابق با کدام‌یک از گزینه‌های زیر است؟ $(k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{N \cdot m^۲}{C^۲})$

۱) $(-۳\vec{i} - ۴/۵\vec{j}) \times ۱۰^۴$ ۲) $(۳\vec{i} + ۴/۵\vec{j}) \times ۱۰^۴$ ۳) $(۴/۵\vec{i} + ۳\vec{j}) \times ۱۰^۴$ ۴) $(-۴/۵\vec{i} - ۳\vec{j}) \times ۱۰^۴$

۱۵ - یک ذره به جرم ۱۰ گرم و بار الکتریکی $۱۰۰\mu C$ در یک میدان الکتریکی قائم ساکن است. اگر جهت میدان از بالا به طرف پایین باشد، اندازهٔ میدان و چند $\frac{N}{C}$ و نوع بار الکتریکی ذره کدام است؟

۱) $۱۰^۳$ و منفی ۲) $۱۰^۳$ و مثبت ۳) $۱۰^۴$ و منفی ۴) $۱۰^۴$ و مثبت

۱۶ - در نقطهٔ A از یک میدان الکتریکی یکنواخت بر ذرهٔ باردار $q = -۴\mu C$ نیروی الکتریکی $F = ۰/۰۹(N)$ به‌سمت شرق وارد می‌شود. اگر به‌جای بار q بار $q' = ۸\mu C$ قرار دهیم، کدام گزینه صحیح است؟

۱) بزرگی میدان الکتریکی در نقطهٔ A دو برابر می‌شود.
۲) نیروی الکتریکی وارد بر بار q' همان $\vec{F} = ۰/۰۹N$ است.
۳) نیروی الکتریکی وارد بر بار q' معادل $F' = ۰/۱۸N$ و در جهت میدان است.
۴) بزرگی میدان الکتریکی در نقطهٔ A تغییر نمی‌کند ولی جهت میدان برعکس می‌شود.

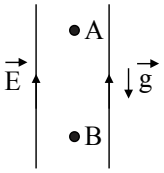
انرژی پتانسیل الکتریکی

۱۷ - در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $۳۰۰ \frac{N}{C}$ رو به پایین ذره‌ای به جرم $۱۰mg$ و بار الکتریکی $۴\mu C$ را از فاصلهٔ $۴۰m$ سطح زمین رها می‌کنیم. انرژی جنبشی این ذره را هنگامی که به زمین برخورد می‌کند، چند ژول است؟ $(g = ۱۰ \frac{N}{kg})$ و از اتلاف صرف‌نظر شود.)

۱) $۴/۵ \times ۱۰^{-۳}$ ۲) $۵/۲ \times ۱۰^{-۲}$ ۳) $۲/۵ \times ۱۰^{-۲}$ ۴) $۵/۲ \times ۱۰^{-۶}$

پتانسیل الکتریکی - رابطه ی اختلاف پتانسیل دو نقطه و اندازه ی میدان یکنواخت - کار نیروی خارجی

۱۸ - مطابق شکل مقابل، بار الکتریکی نقطه ای $q > 0$ به جرم $20mg$ را در یک میدان الکتریکی یکنواخت قائم از نقطه ی A رها می‌کنیم و بار سرعت $3\frac{m}{s}$ از نقطه ی B عبور می‌کند. اگر طی این جابه جایی، کار نیروی وزن $\frac{1}{5}$ کار نیروی الکتریکی باشد، کار نیروی الکتریکی چند میکروژول است؟ (از اتلاف انرژی صرف نظر شود.)



① ۷۵ ② ۱۱۲٫۵ ③ ۴۵ ④ ۶۰

۱۹ - با صرف $16kJ$ انرژی، حداکثر چه تعداد الکترون را می‌توان از پایانهٔ مثبت یک باتری به پتانسیل ثابت $+10V$ به زمین منتقل کرد؟ $(e = 1{,}6 \times 10^{-19}C)$

① 10^{19} ② 10^{22} ③ $1{,}6 \times 10^{20}$ ④ $1{,}6 \times 10^{23}$

۲۰ - دو باتری ۱۲ ولتی در اختیار داریم. پایانه‌ی مثبت یکی را به زمین وصل می‌کنیم و پتانسیل پایانه‌ی منفی آن را V_1 می‌نامیم. پایانه‌ی منفی باتری دیگر را به جایی وصل می‌کنیم که پتانسیل آن (۱۲−) ولت است و پتانسیل پایانه‌ی مثبت آن را V_2 می‌نامیم. حاصل $\frac{V_1 + V_2}{V_1 - V_2}$ کدام است؟

① ۱ ② ۲ ③ ۳ ④ ۴

میدان الکتریکی در داخل رسانا ها - رسانای خنثی در میدان الکتریکی - چگالی سطحی بار الکتریکی

۲۱ - قفس فارادی نشان می‌دهد که میدان الکتریکی در داخل رسانا ..... است.

① صفر ② بی‌نهایت ③ همواره عمود بر سطح رسانا ④ همواره مماس بر سطح رسانا

خازن - خازن با دی الکتریک - انرژی خازن

۲۲ - ذره‌ای به جرم $1g$ با بار $-100\mu C$ در میان صفحات باردار خازن مسطحی در تعادل است. چگالی سطحی بار صفحات کدام است؟ $(\varepsilon_0 = 8 \times 10^{-12})$ (, fdk صفحات خازن هواست)

① $10^{-10}C/m^2$ ② $10^{10}C/m^2$ ③ $8 \times 10^{-10}N/C$ ④ $8 \times 10^{-10}C/m^2$

۲۳ - دو سر خازن تختی با دی‌الکتریک هوا به اختلاف پتانسیل ۲۰۰ ولت متصل است و در آن $1{,}8J$ انرژی الکتریکی ذخیره شده است. اگر در این حالت فضای بین صفحات خازن را به‌طور کامل با عایقی با ثابت دی‌الکتریک $\kappa = 2$ پُر کنیم، بار الکتریکی ذخیره شده در خازن چند میلی‌کولن می‌شود؟

① ۳۶ ② ۷۲ ③ ۳۶۰ ④ ۷۲۰

۲۴ - فضای بین صفحه‌های یک خازن تخت از هوا پُر شده است. اگر چگالی سطحی بار الکتریکی صفحه‌های خازن $9 \times 10^{-6}C/m^2$ باشد، بزرگی میدان الکتریکی یکنواخت بین صفحات این خازن چند N/C می‌باشد؟ $(\varepsilon_0 = 9 \times 10^{-12}F/m)$

① 8×10^{10} ② 10^{6} ③ 10^{4} ④ 8×10^{3}

۲۵ - خازن تختی با ثابت دی‌الکتریک $\kappa = 4$ را با ولتاژ V شارژ کرده و سپس از مولد جدا می‌کنیم. اگر مساحت مشترک صفحات خازن را نصف کنیم و دی‌الکتریک میان صفحات را برداریم. ظرفیت خازن، بزرگی میدان الکتریکی یکنواخت بین صفحات خازن و انرژی خازن به ترتیب از راست به چپ چند برابر می‌شوند؟

① ۸،۸،۸ ② $\frac{1}{8}$،$\frac{1}{8}$،$\frac{1}{8}$ ③ ۸،۸،$\frac{1}{8}$ ④ ۸،$\frac{1}{8}$،۸

فصل دوم : جریان الکتریکی و مدار های جریان مستقیم

عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی، انواع مقاومت ها و کدگذاری

۲۶ - در دمای $150^\circ C$ مقاومت الکتریکی عنصری به اندازه ۰٫۸ مقاومت آن در دمای $-50^\circ C$ است. ضریب دمایی مقاومت ویژه این عنصر چند K^{-1} است؟ (دمای اولیه را $-50^\circ C$ در نظر بگیرید).

① -10^{-3} ② -5×10^{-4} ③ 10^{3} ④ 5×10^{-4}

۲۷ - روی باتری یک خودرو عدد $7/2Ah$ نوشته شده است. اگر این باتری به‌طور متوسط جریان $600mA$ را ایجاد کند، چند دقیقه طول می‌کشد تا به‌طور کامل و ایمن خالی شود؟

① ۱۲ ② ۷۲۰ ③ ۷۲ ④ ۱٫۲

۲۸ - دو سر یک سیم فلزی به طول ۵ متر و سطح مقطع ۰٫۵ میلی‌مترمربع را به اختلاف پتانسیل ۱۰ولت وصل می‌کنیم. اگر جریان الکتریکی عبوری از این سیم $20A$ باشد، مقاومت ویژهٔ سیم چند $\Omega\cdot m$ است؟

① 2×10^{-7} ② 5×10^{-7} ③ 5×10^{-8} ④ 2×10^{-8}

۲۹ - ظرفیت باتری خودرویی $80Ah$ است. اگر از باتری این خودرو در ۵ ساعت اول جریان ثابت خروجی $6A$ و در ۱۰ ساعت بعد جریان ثابت خروجی $3A$ گرفته شود، در پایان، بارالکتریکی باقی مانده در باتری چند کولن است؟

① ۲۰ ② $7/2\times10^{4}$ ③ ۶۰ ④ $1/08\times10^{5}$

۳۰ - دمای یک سیم رسانا را از θ_1 به θ_2 می‌رسانیم و در اثر این تغییر دما، مقاومت الکتریکی آن ۱٫۵ برابر می‌شود. به ترتیب از راست به چپ θ_1 و θ_2 برحسب درجهٔ سلسیوس کدام می‌توانند باشند؟ $(\alpha_{\text{سیم}}=4\times10^{-3}K^{-1})$

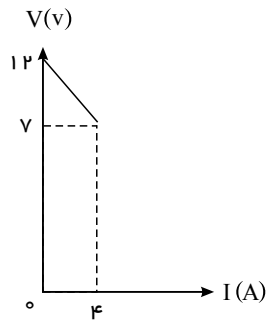
① ۲۵ و ۱۵۰ ② ۴۰ و ۶۰ ③ ۲۵ و ۱۲۵ ④ ۴۰ و ۱۴۰

۳۱ - در دمای $10^\circ C$، مقاومت الکتریکی یک سیم فلزی برابر با 100Ω است. در چه دمایی برحسب درجهٔ سلسیوس، مقاومت الکتریکی این سیم برابر با 120Ω می‌شود؟ $(\alpha_{\text{سیم}}=4\times10^{-3}\frac{1}{K}$، دمای ۱۰ درجهٔ سلسیوس را به‌عنوان دمای مرجع در نظر بگیرید.)

① ۵۰ ② ۶۰ ③ ۸۰ ④ ۳۰

نیروی محرکه الکتریکی و مدار ها – قاعده حلقه، مدار تک حلقه ای و افت پتانسیل در مقاومت

۳۲ - نمودار تغییرات ولتاژ دو سر مولد برحسب جریانی که از آن می‌گذرد مطابق شکل است. نیروی محرکهٔ مولد و مقاومت درونی آن به‌ترتیب برابر است با:



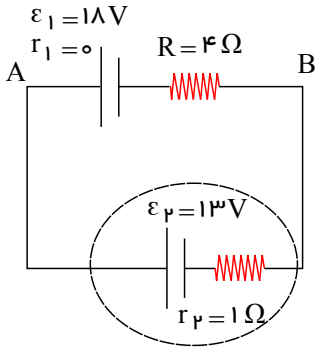
① $0/75\Omega, 7V$

② $\frac{1}{3}\Omega, 7V$

③ $0/3\Omega, 12V$

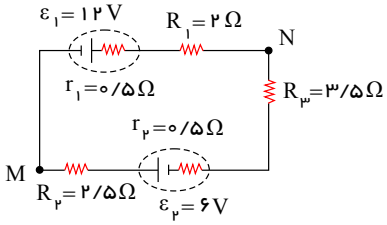
④ $1/25\Omega, 12V$

۳۳ - در مدار شکل مقابل، انرژی پتانسیل الکتریکی بار $q = -2\mu C$ هنگام عبور از نقطه‌ی A تا نقطه‌ی B چند میکروژول تغییر می‌کند؟



۱) -28
۲) 28
۳) 20
۴) -20

۳۴ - در مدار شکل زیر، انرژی پتانسیل الکتریکی بار $q = 4\mu C$ هنگام جابه‌جایی از نقطه‌ی M تا نقطه‌ی N، چند میکروژول تغییر می‌کند؟



۱) 68
۲) 28
۳) -68
۴) -28

۳۵ - وقتی که تنها مقاومت خارجی مدار 1Ω باشد، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری‌ای که درون مدار قرار دارد، $1/5V$ است و زمانی که این مقاومت 2Ω می‌شود، این اختلاف پتانسیل به $2V$ افزایش می‌یابد. به‌ترتیب نیروی محرکهٔ باتری و مقاومت درونی آن برحسب واحدهای SI کدام است؟

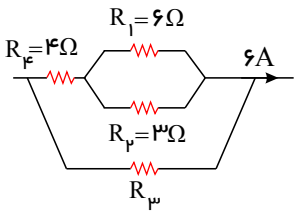
۱) ۱ و ۳/۵
۲) ۱/۵ و ۳
۳) ۱/۵ و ۳/۵
۴) ۱ و ۳

۳۶ - از یک باتری جریان ۲ آمپر در جهت نیروی محرکهٔ مولد از آن می‌گذرد و ولت‌سنج که به دو سر باتری وصل شده است، عدد ۲ ولت را نشان می‌دهد. اگر جریان را ۵۰ درصد افزایش دهیم ولت‌سنج مقدار نشان داده شده را ۲۵ درصد کمتر از مقدار اولیه‌اش نمایش می‌دهد. نیروی محرکهٔ مولد چند ولت است؟

۱) ۶
۲) ۲
۳) ۱/۵
۴) ۳

توان و انرژی

۳۷ - در شکل زیر اگر توان مصرفی مقاومت R_1 برابر با ۶وات باشد، توان مصرفی در مقاومت R_3 چند وات است؟

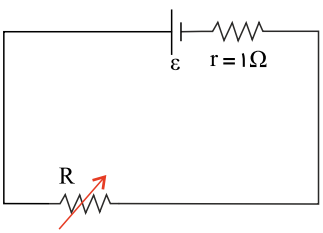


۱) ۱۸
۲) ۲۷
۳) ۳۶
۴) ۵۴

۳۸ - شدت جریان عبوری از یک مقاومت ۶ اهمی را ۲ آمپر افزایش می‌دهیم. اگر توان مصرفی این مقاومت $96W$ تغییر کند، در حالت دوم جریان عبوری از مقاومت چند آمپر است؟

۱) ۳
۲) ۴
۳) ۵
۴) ۶

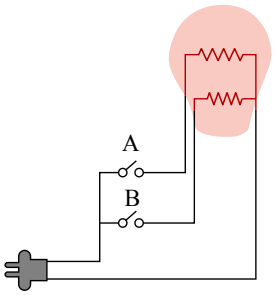
۳۹ - در مدار شکل روبه‌رو، اگر مقاومت متغیر R را از 2Ω به 3Ω افزایش دهیم، توان خروجی مولد چگونه تغییر می‌کند؟



۱) کاهش می‌یابد.
۲) افزایش می‌یابد.
۳) ابتدا افزایش سپس کاهش می‌یابد.
۴) ثابت می‌ماند.

قاعدهٔ انشعاب، ترکیب مقاومت ها - به هم بستن متوالی، موازی یا ترکیبی

۴۰ - یک لامپ سه راهه $۲۲۰V$ که دو رشته دارد برای کار در سه توان مختلف ساخته شده است. کمترین و بیشترین توان مصرفی این لامپ به‌ترتیب $۵۰/۰W$ و $۱۵۰/۰W$ است. کدام جمله صحیح نیست؟الف) بیشترین توان مربوط به وقتی است که کلیدهای a و b هر دو بسته‌اند.



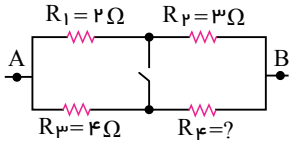
ب) کمترین توان وقتی است که کلید مربوط به رشتهٔ با مقاومت کمتر بسته شده است.

ج) بیشترین توان مربوط به کمترین مقاومت و کمترین توان مربوط به بیشترین مقاومت است.

د) بیشترین توان مربوط به وقتی است که یکی از کلیدها بسته باشد.

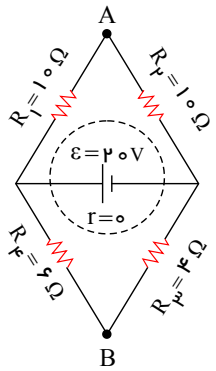
(۱) الف و ب
(۲) فقط ب
(۳) ب و د
(۴) فقط د

۴۱ - مقاومت معادل بین نقاط A و B در حالتی که کلید باز و بسته است یکسان است. مقاومت $R_۴$ کدام است؟



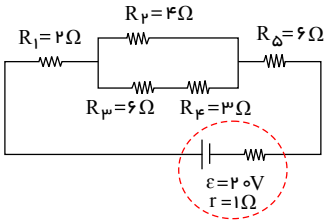
(۱) ۴
(۲) ۶
(۳) ۱۲
(۴) ۲۴

۴۲ - در مدار شکل زیر، $V_A - V_B$ چند ولت است؟



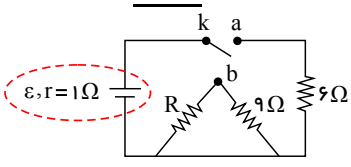
(۱) ۰
(۲) ۱
(۳) ۲
(۴) ۴

۴۳ - باتوجه به مدار شکل زیر، $\frac{V_۲}{V_۴}$ کدام است؟ ($V_۲$ و $V_۴$ به‌ترتیب اختلاف پتانسیل‌های دو سر مقاومت‌های $R_۲$ و $R_۴$ هستند.)



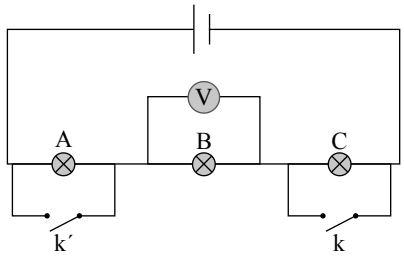
(۱) ۳
(۲) $\frac{۴}{۳}$
(۳) $\frac{۳}{۴}$
(۴) $\frac{۱}{۳}$

۴۴ - در مدار شکل زیر، اگر کلید k در وضعیت‌های a یا b قرار گیرد، توان خروجی باتری در هر دو حالت برابر می‌شود. مقاومت R چند اهم می‌تواند باشد؟



(۱) ۳
(۲) ۹
(۳) ۳/۶
(۴) ۱۸

۴۵ - در مدار شکل زیر که شامل سه لامپ مشابه A، B و C است، کلیدهای k و k' ابتدا باز هستند و ولت‌سنج ایده‌آل مقدار V را نشان می‌دهد. اگر ابتدا کلید k و سپس کلید k' را ببندیم، ولت‌سنج به ترتیب مقدارهای V' و V'' را نشان می‌دهد. کدام مقایسه در مورد V، V' و V'' صحیح است؟



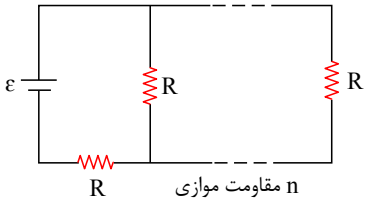
۱) $\frac{V}{۳}=\frac{V'}{۲}=V''$

۲) $\frac{V''}{۶}=\frac{V'}{۳}=\frac{V}{۲}$

۳) $\frac{V''}{۲}=۲V'=۳V$

۴) $۳V''=۶V'=۱۲V$

۴۶ - در شکل زیر، آرایه‌ای شامل n مقاومت موازی و یک مقاومت متوالی به یک باتری با مقاومت درونی صفر، بسته شده‌اند، اندازهٔ همهٔ مقاومت‌ها یکسان است. اگر مقاومت یکسانی به طور موازی به انتهای این آرایه افزوده شود، جریان عبوری از باتری به اندازهٔ ۱٫۲۵ درصد تغییر می‌کند. n کدام است؟



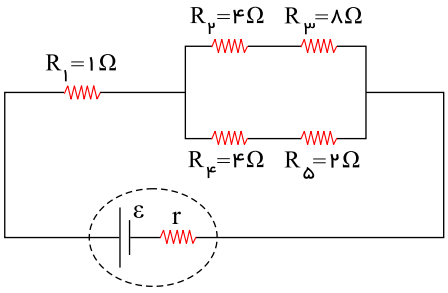
۱) ۱۰

۲) ۳۲

۳) ۸

۴) ۴

۴۷ - در مدار شکل زیر، توان مصرف‌شده در مقاومت $R_۱$ چند برابر توان مصرف‌شده در مقاومت $R_۳$ است؟



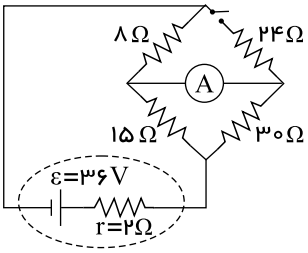
۱) $\frac{۹}{۸}$

۲) $\frac{۴}{۵}$

۳) $\frac{۳}{۸}$

۴) $\frac{۳}{۴}$

۴۸ - در مدار زیر، با بستن کلید، عددی که آمپرسنج آرمانی نشان می‌دهد، چند آمپر تغییر می‌کند؟



۱) $\frac{۱}{۱۰}$

۲) $\frac{۱}{۶}$

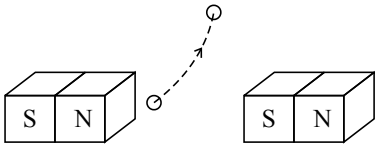
۳) $\frac{۷}{۱۵}$

۴) $\frac{۱۳}{۳۰}$

فصل سوم : مغناطیس

مغناطیس و قطب های مغناطیسی - میدان مغناطیسی - میدان مغناطیسی زمین - میدان مغناطیسی یکنواخت

۴۹ - مطابق شکل زیر، یک عقربهٔ مغناطیسی را در مسیر خط نشان داده شده جابه‌جا می‌کنیم. دو آهنربا مشابه هستند و خط نشان داده شده در انتها بر عمودمنصف خط واصل دو آهنربا مماس می‌شود. عقربهٔ مغناطیسی چگونه منحرف می‌شود؟



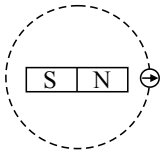
(۱) ابتدا اندکی در جهت ساعت‌گرد منحرف می‌شود و سپس به حالت اولیه باز می‌گردد.

(۲) ابتدا اندکی در جهت پادساعت‌گرد منحرف می‌شود و سپس به حالت اولیه باز می‌گردد.

(۳) در جهت پادساعت‌گرد منحرف می‌شود و در انتها ۹۰ درجه از حالت اولیه منحرف می‌شود.

(۴) در این جابه‌جایی هیچ‌گاه منحرف نمی‌شود.

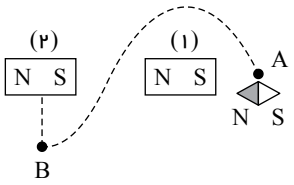
۵۰ - یک آهنربای میله‌ای مطابق شکل زیر، روی یک میز قرار دارد. یک عقربهٔ مغناطیسی که می‌تواند آزادانه حول محور قائم بچرخد، روی مسیر دایره‌ای شکل به دور آهنربا $\frac{۳}{۴}$ دور می‌چرخد. در این مسیر عقربه چند درجه دوران می‌کند؟



(۱) ۱۸۰ (۲) ۲۷۰

(۳) ۳۶۰ (۴) ۵۴۰

۵۱ - با حرکت یک عقربهٔ مغناطیسی روی مسیر مشخص شده از نقطهٔ A تا نقطهٔ B، عقربهٔ مغناطیسی در نقطهٔ B نسبت به نقطهٔ A چند درجه دوران کرده است؟ (قدرت آهنربای ۱ = قدرت آهنربای ۲)



(۱) ۹۰ (۲) ۱۸۰

(۳) ۲۷۰ (۴) ۳۶۰

نیروی مغناطیسی وارد بر ذره ی باردار متحرک در میدان مغناطیسی

۵۲ - تسلا معادل کدام گزینه است؟

(۱) $\frac{\text{ثانیه . نیوتن}}{\text{متر . کولن}}$ (۲) $\frac{\text{نیوتن}}{\text{متر . کولن}}$

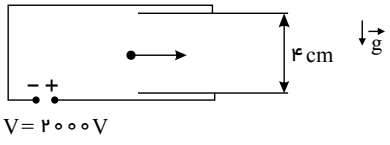
(۳) $\frac{\text{نیوتن}}{\text{کولن . ثانیه}}$ (۴) $\frac{\text{ثانیه . نیوتن}}{\text{کولن}}$

۵۳ - ذرهٔ A با بار $۱۰\mu C$ و با تندی ۲۰ متر بر ثانیه در جهتی حرکت می‌کند که بردار سرعت آن با میدان مغناطیسی یکنواخت زاویهٔ ۶۰ درجه می‌سازد. ذرهٔ B با بار $۵nC$ عمود بر راستای حرکت ذرهٔ A و با تندی ۱۰ متر بر ثانیه به گونه‌ای حرکت می‌کند که بردار سرعت آن موازی بردار نیروی مغناطیسی وارد بر ذرهٔ A است. بزرگی نیروی مغناطیسی وارد بر ذرهٔ A چند برابر بزرگی نیروی مغناطیسی وارد بر ذرهٔ B است؟

(۱) $۶۰۰۰\sqrt{۳}$ (۲) $۶\sqrt{۳}$

(۳) $۲۰۰۰\sqrt{۳}$ (۴) $۲\sqrt{۳}$

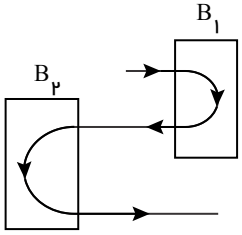
۵۴ - مطابق شکل زیر، ذرهٔ بارداری به جرم $۵mg$ و بار $-۱nC$ با تندی $۱۰^{۶}\frac{m}{s}$ در راستای افق فضای بین دو صفحهٔ باردار پرتاب می‌شود. کمینهٔ بزرگی میدان مغناطیسی یکنواخت چند گاوس و در کدام جهت باشد تا ذرهٔ باردار بدون انحراف از فضای بین صفحات عبور کند؟ ($g = ۱۰\frac{N}{kg}$)



(۱) ۰٫۱، درون‌سو (۲) $۱۰^{۳}$، درون‌سو

(۳) ۰٫۱، برون‌سو (۴) $۱۰^{۳}$، برون‌سو

۵۵ - مطابق شکل زیر یک الکترون از دو ناحیه فضا که فقط شامل میدان‌های مغناطیسی B_1 و B_2 هستند، عبور می‌کند. کدام گزینه در مورد این دو میدان مغناطیسی درست است؟



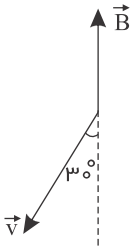
۱) $B_1 > B_2$ و B_1 درون‌سو است.

۲) $B_1 < B_2$ و B_1 درون‌سو است.

۳) $B_1 > B_2$ و B_1 برون‌سو است.

۴) $B_1 < B_2$ و B_1 برون‌سو است.

۵۶ - الکترونی با تندی $v = ۵ \times ۱۰^{۴} \frac{m}{s}$ در میدان مغناطیسی یکنواخت $B = ۲۰۰۰G$ مطابق شکل زیر در حرکت است. در این لحظه، نیروی مغناطیسی وارد بر الکترون چند نیوتون و در کدام جهت است؟ $(e = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} C)$



۱) $\odot, ۸\sqrt{۳} \times ۱۰^{-۱۲}$

۲) $\otimes, ۸\sqrt{۳} \times ۱۰^{-۱۲}$

۳) $\otimes, ۸ \times ۱۰^{-۱۶}$

۴) $\odot, ۸ \times ۱۰^{-۱۶}$

نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان

۵۷ - نیروی وارد از طرف میدان مغناطیسی بر سیم حامل جریان .....

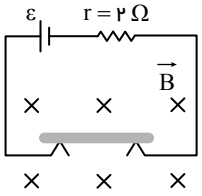
۱) در راستای جریان بوده و بر راستای میدان مغناطیسی عمود است.

۲) هم بر راستای جریان و هم بر راستای میدان مغناطیسی عمود است.

۳) بر راستای جریان عمود و در راستای میدان مغناطیسی است.

۴) همواره صفر است.

۵۸ - مطابق شکل زیر یک میله رسانا به طول $۵۰cm$ و جرم $۷۵۰g$ برروی دوپایه رسانا به‌صورت آزاد دریک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی $۰٫۵T$ قرار گرفته است. اگر مقاومت الکتریکی این میله رسانا ۲۰Ω باشد، بیش‌ترین نیروی محرکه‌ای که باتری می‌تواند بدون قطع شدن جریان داشته باشد، چند ولت است؟ $(g = ۱۰ \frac{N}{kg})$



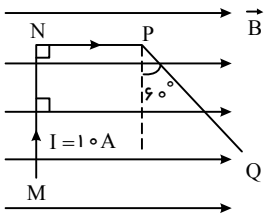
۱) ۶۰۰

۲) ۳۰۰

۳) ۶۶۰

۴) ۳۴۰

۵۹ - مطابق شکل زیر، قطعه سیم $MNPQ$ را در میدان یکنواخت $\vec{B}$ به بزرگی $۲T$ قرار می‌دهیم. اگر برایند نیروهایی که بر این قطعه سیم وارد می‌شود، صفر باشد، کدام یک از گزینه‌های زیر به ترتیب از راست به چپ می‌تواند اندازهٔ قطعه‌های MN، NP، و PQ را بر حسب متر به درستی بیان کند؟ (قطعه سیم $MNPQ$ یک جسم همگن و یکنواخت است.)



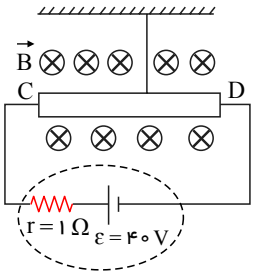
۱) ۵, ۳, ۴

۲) ۶, ۴, ۳

۳) ۲, ۵, ۲

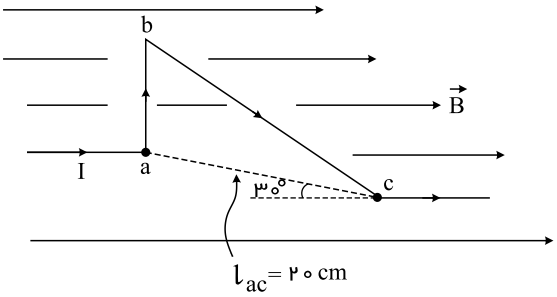
۴) ۵, ۳, ۲

۶۰ - مطابق شکل زیر، میلهٔ رسانای CD به طول $20cm$ به‌طور کامل در میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ به بزرگی $0/02T$ از نخ سبکی آویخته شده و در حال تعادل قرار دارد و نیروی کشش نخ T است. اگر بدون تغییر در اندازهٔ میدان، جهت آن برعکس شود، اندازهٔ نیروی کشش نخ چگونه تغییر می‌کند؟ (مقاومت الکتریکی میلهٔ 3Ω است.)



(۱) 8×10^{-2} نیوتن افزایش می‌یابد.
(۲) تغییر نمی‌کند.
(۳) 8×10^{-2} نیوتن کاهش می‌یابد.
(۴) 8×10^{-1} نیوتن افزایش می‌یابد.

۶۱ - نیروی خالص وارد بر سیم خمیدهٔ حامل جریان ۲۰ آمپری abc از طرف میدان مغناطیسی یکنواخت ۵۰۰ گاوس شکل زیر چند نیوتون و در کدام جهت است؟



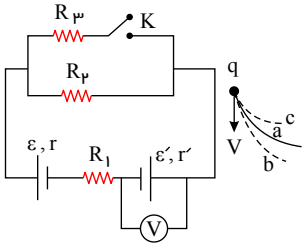
(۱) صفر
(۲) ۰/۱ و ↗
(۳) ۰/۱ و ⊙
(۴) $0/1\sqrt{3}$ و ↗

۶۲ - سیم رسانای حامل جریان به طول $50cm$ و جرم $40g$ را در میدان مغناطیسی افقی و یکنواختی به بزرگی $0/04T$، عمود بر خطوط میدان قرار می‌دهیم. اگر جهت جریان در سیم از جنوب به شمال باشد، برای این که سیم در حال تعادل باشد، باید چه جریانی برحسب آمپر از سیم بگذرد و جهت میدان مغناطیسی کدام باشد؟ $(g = 10\frac{N}{kg})$

(۱) ۲۰، شرق به غرب (۲) ۴۰، غرب به شرق (۳) ۴۰، شرق به غرب (۴) ۲۰، غرب به شرق

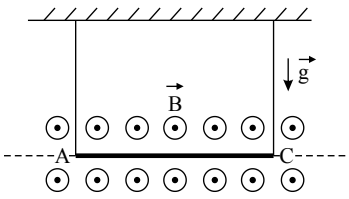
میدان مغناطیسی اطراف سیم راست حامل جریان

۶۳ - مطابق شکل داده شده بار الکتریکی $q < 0$ در مجاورت سیم رسانا (که قسمتی از یک مدار الکتریکی است) تحت تأثیر میدان حاصل از سیم مسیر مشخص شده در شکل (a) را طی می‌کند. اگر کلید K بسته می‌بود و بار q با همان سرعت در همان مکان و در همان جهت مجدداً حرکت داده می‌شد، مسیر حرکت ذرهٔ باردار به شکل مسیر ..... بوده و عدد ولت‌سنج ایده‌آل مشخص شده نسبت به حالت اول ..... می‌یافت (از وزن ذره صرف‌نظر شود.)



(۱) c، کاهش
(۲) b، کاهش
(۳) b، افزایش
(۴) c، افزایش

۶۴ - مطابق شکل زیر، سیمی به طول $8cm$ و جرم ۸ گرم توسط یک جفت نخ در میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $0/8T$ آویزان است. اندازهٔ جریان الکتریکی عبوری از سیم چند آمپر و جهت آن به کدام سمت باشد تا سیم در حالت تعادل بماند و نیروی وارد بر سیم از طرف نخ‌های نگه‌دارنده برابر با صفر شود؟ $(g = 10m/s^2)$



(۱) ۱۲/۵، از A به C
(۲) ۱/۲۵، از C به A
(۳) ۱/۲۵، از A به C
(۴) ۱۲/۵، از C به A

میدان ناشی از حلقه و سیملوله

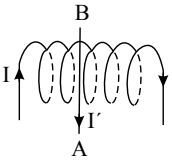
۶۵ - سیمی با طول مشخص را یک‌بار به‌صورت پیچه‌ای مسطح به شعاع R و بار دیگر به‌صورت پیچه‌ای مسطح به شعاع $\frac{R}{۴}$ در می‌آوریم و در هر دوحالت جریان یکسانی از آن‌ها عبور می‌دهیم. بزرگی میدان مغناطیسی در مرکز پیچه با شعاع R چند برابر بزرگی میدان مغناطیسی در مرکز پیچه به شعاع $\frac{R}{۴}$ است؟

① $\frac{۱}{۱۶}$ ② $\frac{۱}{۴}$ ③ $\frac{۱}{۸}$ ④ $\frac{۱}{۲}$

۶۶ - معمولاً از چه موادی به عنوان هسته‌ی سیملوله‌ها استفاده می‌شود؟

① فرومغناطیس نرم ② فرومغناطیس سخت ③ فرومغناطیس نرم یا سخت ④ پارامغناطیس

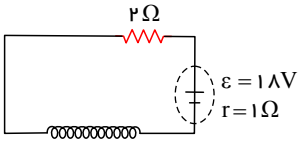
۶۷ - در شکل روبه‌رو، سیم AB از درون سیملوله می‌گذرد و بر محور آن عمود است. اگر از سیملوله جریان I و از سیم AB جریان I' در جهت‌های نشان داده شده بگذرد، بر سیم AB در چه جهتی نیرو وارد می‌شود؟



① عمود بر صفحهٔ کاغذ به طرف داخل ② عمود بر صفحهٔ کاغذ به طرف خارج

③ به سمت چپ ④ به سمت راست

۶۸ - در مدار الکتریکی شکل زیر، توان الکتریکی مصرفی در مقاومت ۲ اهمی پس از ثابت شدن جریان الکتریکی، ۳۲ وات است. اگر سیملولهٔ آرمانی مدار در هر نیم متر دارای ۳۰ حلقه باشد، بزرگی نیروی مغناطیسی وارد بر ذرهٔ با بار $q = ۲\mu C$ که با تندی $۲۰۰m/s$ از داخل سیملوله و عمودبر محور آن عبور می‌کند، چند پیکونیوتن است؟ $(\mu_۰ = ۴\pi \times ۱۰^{-۷}\frac{T \cdot m}{A}, \pi = ۳)$



① $۱/۱۵۲ \times ۱۰^{-۷}$ ② صفر

③ $۵/۷۶ \times ۱۰^{۴}$ ④ $۱/۱۵۲ \times ۱۰^{۵}$

۶۹ - سیم روپوش‌دار سیملوله‌ای حامل جریان را باز کرده و با آن سیملولهٔ دیگری را می‌سازیم که شعاع حلقه‌های آن دو برابر شعاع حلقه‌های قبلی است. اگر همان جریان از سیم‌لولهٔ جدید عبور کند، میدان مغناطیسی درون آن چند برابر می‌شود؟ (در هر دو حالت حلقه‌ها به هم چسبیده‌اند.)

① تغییر نمی‌کند. ② ۲ برابر ③ $\frac{۱}{۲}$ برابر ④ $\frac{۱}{۴}$ برابر

ویژگی های مغناطیسی مواد

۷۰ - کدام مقایسه درباره‌ی خواص مغناطیسی آهن خالص و فولاد درست است؟

① در فولاد حجم حوزه‌های مغناطیسی به سهولت تغییر می‌کند، ولی در آهن خالص به سختی تغییر می‌کند.

② آهن خالص مناسب ساخت آهنربای دائمی و فولاد مناسب ساخت آهنربای غیردائمی است.

③ فولاد فرومغناطیس سخت و آهن خالص فرومغناطیس نرم است.

④ آهن و فولاد هر دو پارامغناطیس هستند.

۷۱ - چه تعداد از موارد زیر نادرست است؟

الف) کوچک‌ترین ذره‌های تشکیل‌دهندهٔ مواد مغناطیسی، مانند دو قطبی مغناطیسی رفتار می‌کنند.

ب) اتم‌های تشکیل‌دهندهٔ موادر پارامغناطیسی، خاصیت مغناطیسی دارند.

پ) اورانیوم یک مادهٔ پارامغناطیسی و نقره یک مادهٔ دیامغناطیسی است.

ت) در مواد دیامغناطیسی، حضور میدان مغناطیسی خارجی می‌تواند سبب القای دوقطبی‌های مغناطیسی در جهت میدان مغناطیسی خارجی می‌شود.

ث) در ساخت هستهٔ سیملوله از مواد فرومغناطیسی نرم استفاده می‌شود.

① صفر ② یک ③ دو ④ سه

۷۲ – چه تعداد از موارد زیر غلط است؟

الف) مواد پارامغناطیسی، دارای حوزه‌های مغناطیسی هستند.

ب) همهٔ فلزات، فرومغناطیس هستند.

پ) از آلومینیوم می‌توان به عنوان هستهٔ سیملوله استفاده کرد.

ت) فولاد، نیکل و کبالت جزو مواد فرومغناطیسی نرم هستند.

ث) کوچک‌ترین ذرات سازندهٔ مواد مغناطیسی، اتم‌ها یا مولکول‌ها، مانند دوقطبی‌های مغناطیسی رفتار می‌کنند.

① ۴ ② ۳ ③ ۱ ④ همهٔ موارد

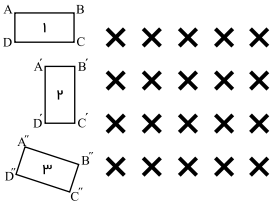
فصل چهارم : القای الکترومغناطیسی و جریان متناوب

القای الکترومغناطیس

۷۳ – در پیچه‌ای وقتی شار عبوری از $0/2Wb$ به $0/4Wb$ می‌رسد، بار القایی در آن $1/8mC$ می‌گردد. اگر شار عبوری از پیچه از $0/4Wb$ به $1/2Wb$ برسد، بار القایی در آن چند میلی‌کولن خواهد گردید؟

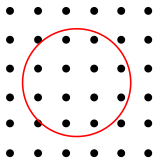
① ۷٫۲ ② ۱٫۸ ③ ۳٫۶ ④ ۰٫۴۵

۷۴ – قابی به شکل مستطیل در سه حالت با سرعت یکسان و ثابت وارد میدان مغناطیسی درون‌سو می‌گردد. در کدام حالت در قاب نیروی محرکهٔ القایی متوسط در طول مدت ورود کامل آن به میدان بیشتر است؟



① ۱ ② ۲ ③ ۳ ④ در هر سه یکی است.

۷۵ – در شکل مقابل در مدت $0/1s$ با کشیدن حلقه شعاع حلقه از $10cm$ به $12cm$ می‌رسد. اگر شدت میدان $\frac{20}{\pi}T$ باشد، نیروی محرکهٔ القایی متوسط در حلقه چند ولت می‌گردد؟

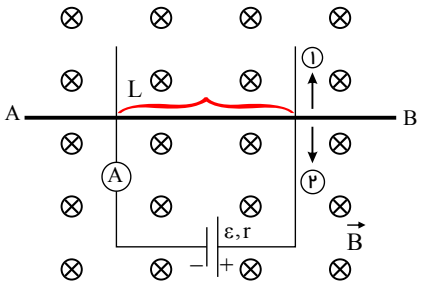


① $0/88V$ ② $0/088V$ ③ $0/44V$ ④ $0/044V$

۷۶ – پیچه‌ای شامل ۱۰۰ دور می‌باشد که مساحت هر حلقهٔ آن $30\,cm^2$ می‌باشد و خط‌های میدان مغناطیسی بر سطح پیچه عمود است. اگر اندازهٔ میدان در بازهٔ زمانی $0/5\,s$ از $5T$ به $10T$ تغییر کند، نیروی محرکهٔ ایجادشده در پیچه چند ولت است؟

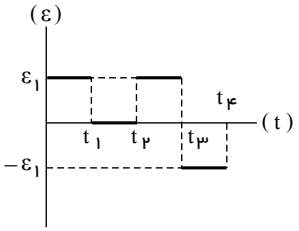
① ۰ ② $+3$ ③ -3 ④ $-1/5$

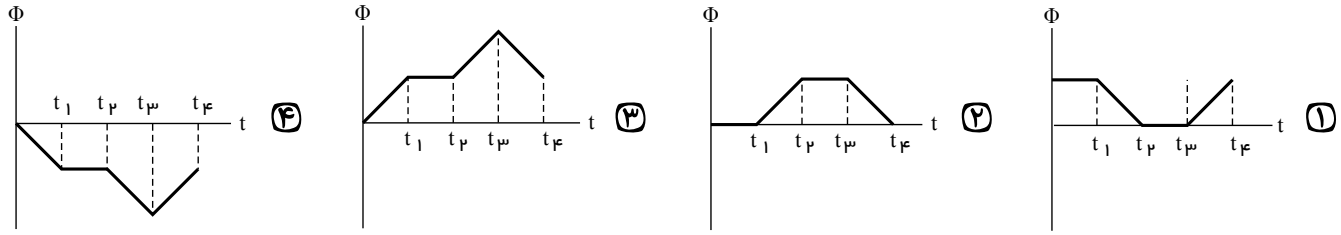
۷۷ – در شکل داده‌شده، سطح قاب مستطیل شکل به‌طور افقی و عمود بر میدان مغناطیسی یکنواخت $4T$ قرار دارد. در مدت ۰٫۲ ثانیه حداکثر جابه‌جایی میلهٔ رسانای لغزندهٔ AB چند متر و در چه جهتی باشد تا آمپرسنج $5A$ را نشان دهد؟ (مقاومت اُهمی سیم رسانای AB برابر ۲ اُهم و $\varepsilon = 12V$ و $r = 1\Omega$ و $L = 1m$ و باقی سیم‌های رابط مدار بدون مقاومت فرض شده‌اند و سیم رسانای AB به موازات امتداد طول خود و روی سیم رسانای U شکل حرکت خواهد کرد.)



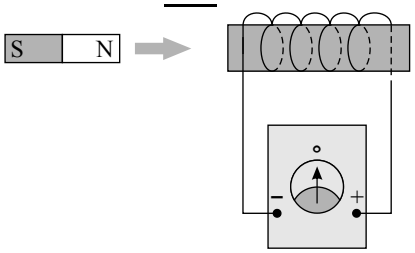
① ۱٫۳۵، در جهت ۱
② ۰٫۱۵، در جهت ۱
③ ۱٫۳۵، در جهت ۲
④ ۰٫۱۵، در جهت ۲

۷۸ - اگر نمودار نیروی محرکهٔ القایی در یک حلقه بر حسب زمان، مطابق شکل مقابل باشد، کدام گزینه نمودار تغییرات شار مغناطیسی عبوری از حلقه را بر حسب زمان، به‌درستی نشان می‌دهد؟





۷۹ - مطابق شکل زیر، آهنربایی را وارد یک سیملوله می‌کنیم. کدام‌یک از عوامل زیر در اندازهٔ نیروی محرکهٔ القایی متوسط در سیملوله مؤثر نیست؟



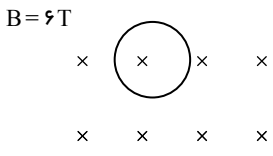
۱) سرعت حرکت آهنربا

۲) مساحت هر حلقهٔ سیملوله

۳) تعداد دورهای سیملوله

۴) جنس سیم حلقه‌ها

۸۰ - مطابق شکل زیر، یک حلقهٔ برنجی به شعاع $۱۰cm$ در یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی $۶T$ قرار گرفته است. اگر در مدت ۱۰ ثانیه دمای این حلقه را $۱۰۰^{\circ}C$ افزایش دهیم، بزرگی نیروی محرکهٔ القایی متوسط در این حلقه چند میکروولت می‌شود؟



$(\frac{۱}{K}$ ضریب انبساط طولی برنج $\simeq ۲ \times ۱۰^{-۵}$, $\pi = ۳)$

۱) ۷٫۲

۲) ۷۲

۳) ۱٫۲

۴) ۱۲

۸۱ - سیمی به طول ۲۰۰ متر را به صورت پیچه‌ای مسطح با ۱۰۰ دور درآورده‌ایم. مقاومت الکتریکی این سیم $۲٫۵\Omega$ است و آن را به‌طوری درون میدان مغناطیسی یکنواختی قرار می‌دهیم که سطح پیچه با خط‌های میدان زاویهٔ ۳۰ درجه بسازد. اگر میدان مغناطیسی با آهنگ $۰٫۷۵T/s$ تغییر کند، اندازهٔ جریان القایی ایجاد شده در سیم چند آمپر می‌شود؟ $(\pi = ۳)$

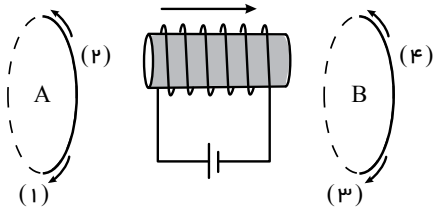
۱) $۲۵\sqrt{۳}$

۲) $۵\sqrt{۳}$

۳) ۲۵

۴) ۵

۸۲ - مطابق شکل زیر، یک سیملوله متصل به مولد در وسط دو حلقهٔ عمود بر صفحهٔ کاغذ قرار دارد. اگر سیملوله به طرف راست حرکت کند، جهت جریان القایی در حلقه‌های A و B به‌ترتیب از راست به چپ کدام است؟



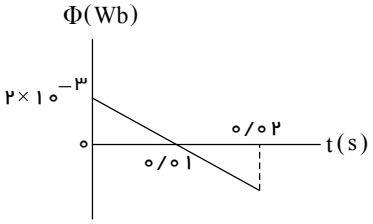
۱) ۳ ،۱

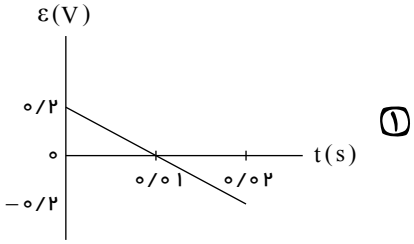
۲) ۴ ،۱

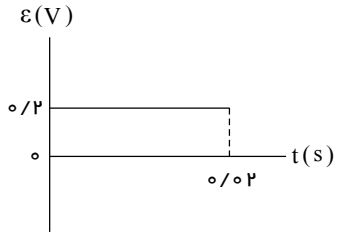
۳) ۳ ،۲

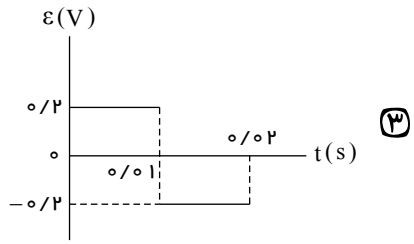
۴) ۴ ،۲

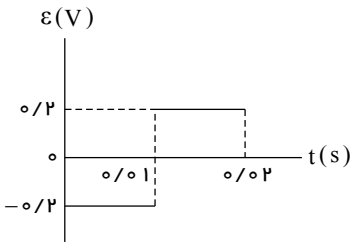
۸۳ - نمودار شار مغناطیسی‌ای که از یک حلقه می‌گذرد، در شکل زیر، نشان داده شده است. نمودار نیروی محرکهٔ القایی در این مدت کدام است؟



۱) 

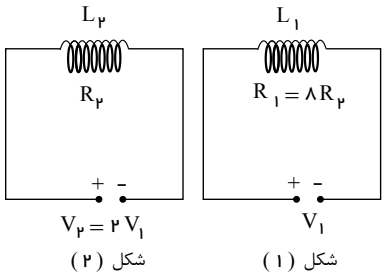
۲) 

۳) 

۴) 

القاگر ها - خود القاوری - ضریب القاوری - القای متقابل - انرژی ذخیره شده در القاگر

۸۴ - اگر نسبت انرژی مغناطیسی ذخیره شده در سیملوله‌ی مدار شکل (۱) به سیملوله‌ی مدار شکل (۲) برابر $\frac{۳}{۲}$ باشد، نسبت ضریب القاوری سیم‌لوله در شکل (۱) به شکل (۲) کدام است؟



۱) $\frac{۳۲}{۳}$

۲) $\frac{۳}{۳۲}$

۳) ۳۸۴

۴) $\frac{۱}{۳۸۴}$

۸۵ - ضریب القاوری یک القاگر چقدر باشد تا بتواند $۲kJ$ انرژی الکتریکی در پیچهٔ حامل جریان $۴۰۰A$ ذخیره کند؟

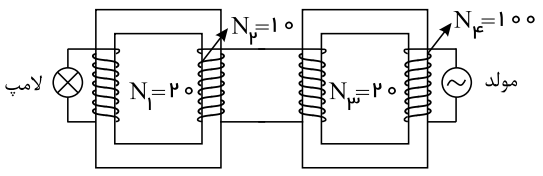
۱) $۲۰mH$

۲) $۲۵mH$

۳) $۳۰mH$

۴) $۳۵mH$

۸۶ - در مجموعهٔ مبدل‌های آرمانی نشان داده شده در شکل زیر، اگر معادلهٔ ولتاژ مولد متناوب در SI به صورت $\varepsilon = ۲۰۰\sin\frac{\pi}{۴}t$ باشد، بیشینهٔ توان مصرفی در لامپ ۱۰ اهمی چند وات است؟



۱) ۱۶۰

۲) ۱۰۰۰

۳) ۶۴۰

۴) ۴۰

۸۷ - سیم رسانایی به طول $۳۰m$ را به‌صورت سیملولهٔ بدون هسته‌ای به طول $۰/۵m$ و شعاع مقطع $۵cm$ درآورده‌ایم اگر ضریب القاوری سیملوله ۰/۱۸ میلی‌هانری و بزرگی میدان مغناطیسی روی محور اصلی سیملوله $۹/۶G$ باشد. انرژی ذخیره‌شده در سیملوله چند میلی‌ژول می‌شود؟ ($\mu_۰ = ۴\times۱۰^{-۷}\frac{T\cdot m}{A}$)

۱) ۱/۴۴

۲) ۱۴۴

۳) ۰/۷۲

۴) ۷۲

۸۸ - سیملوله‌ای ۴۰۰ حلقه دارد و در مدت $0/001s$ جریان در آن از $2A$ به $2/05A$ می‌رسد در همین مدت شار مغناطیسی در پیچه از $4000\mu Wb$ به $4100\mu Wb$ می‌رسد ضریب القاوری چقدر است؟

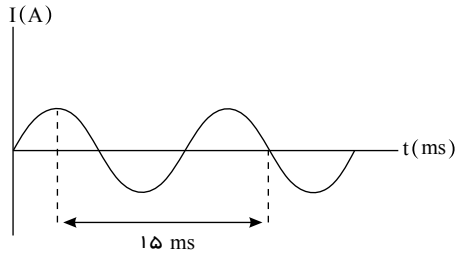
① ۰/۴ ② ۰/۰۴ ③ ۰/۸ ④ ۰/۰۸

۸۹ - دو القاگر بدون هسته a و b را در نظر بگیرید. اگر تعداد حلقه‌های a سه برابر تعداد حلقه‌های b و طول آن $\frac{1}{4}$ طول b باشد، شعاع مقطع a چند برابر شعاع مقطع b باشد تا ضریب القاوری آن‌ها برابر شود؟

① ۱۲ ② ۶ ③ $\frac{1}{6}$ ④ $\frac{1}{12}$

جریان متناوب - مبدل ها

۹۰ - شکل زیر، نمودار جریان متناوبی را نشان می‌دهد که از یک رسانای ۴ اهمی عبور می‌کند. اگر در لحظهٔ $t = 15ms$ نیروی محرکهٔ القایی در این رسانا ۱۶ ولت باشد، بیشینهٔ جریان در این رسانا به ترتیب از راست به چپ برای اولین‌بار در چه لحظه‌ای بر حسب میلی ثانیه رخ می‌دهد و چند آمپر است؟



① ۴ - ۳
② ۳ - ۳
③ ۴ - ۴
④ ۳ - ۴

۹۱ - قاب مربع شکل مسطحی به ضلع $20cm$ که از ۱۰۰ دور سیم نازک درست شده است. در میدان مغناطیسی یکنواختی حول یکی از قطرهایش که عمود بر خط‌های میدان است، به‌طور یکنواخت در حال چرخیدن است. اگر مقاومت الکتریکی سیمی که قاب از آن درست شده است $0/1\frac{\Omega}{m}$ باشد، در هر لحظه نسبت جریان القا شده در پیچه به نیروی محرکهٔ القایی آن، چند واحد SI است؟

① ۰/۱ ② $\frac{1}{8}$ ③ ۱۰ ④ ۸

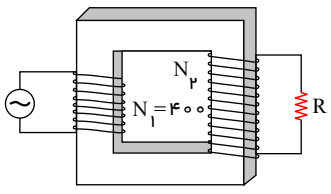
۹۲ - معادلهٔ شار مغناطیسی عبوری از حلقه‌های رسانا به‌صورت $\phi = \phi_m \cos(\frac{2\pi}{T})t$ است. در بازهٔ زمانی‌ای که شار مغناطیسی از $(-\phi_m)$ به صفر می‌رسد، جریان القایی در حلقهٔ رسانا چگونه تغییر می‌کند؟

① از I_m به صفر می‌رسد. ② از $(-I_m)$ به صفر می‌رسد. ③ از صفر به I_m می‌رسد. ④ از صفر به $(-I_m)$ می‌رسد.

۹۳ - معادلهٔ شار مغناطیسی گذرنده از سطح یک حلقه در SI به‌صورت $\Phi = 0/05\cos(40\pi t)$ است. دومین بار در چه لحظه‌ای برحسب ثانیه مقدار جریان به بیشترین مقدار خود می‌رسد و در هر دقیقه چند بار جهت جریان عوض می‌شود؟

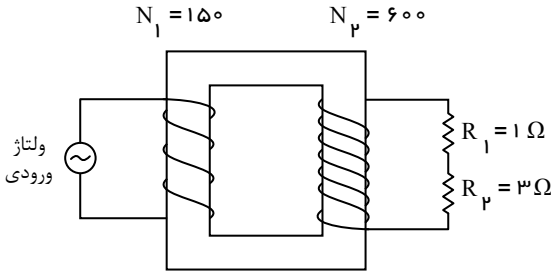
① $\frac{1}{6}$ و ۱۲۰۰ ② $\frac{3}{80}$ و ۱۲۰۰ ③ $\frac{1}{6}$ و ۲۴۰۰ ④ $\frac{3}{80}$ و ۲۴۰۰

۹۴ - در مبدل آرمانی زیر، بیشینهٔ توان مصرفی مقاومت $R = 5\Omega$ برابر با $20W$ است. اگر معادلهٔ نیروی محرکهٔ ورودی در SI به‌صورت $\varepsilon = 5\sin 100t$ باشد، تعداد دورهای پیچهٔ ثانویه چند دور است؟



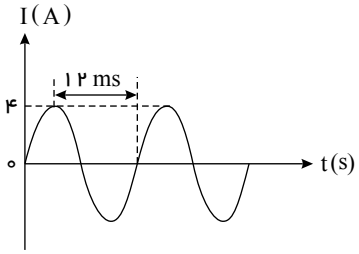
① ۸۰۰۰ ② ۲۰۰ ③ ۴۰۰ ④ ۸۰۰

۹۵ - در مبدل شکل زیر، بیشینهٔ ولتاژ ورودی برابر $۱۰۰V$ است. بیشینهٔ توان مصرف‌شده در مقاومت $R_۲$ چند کیلووات است؟



۱) ۱۰
۲) ۳۰
۳) ۲٫۵
۴) ۱۲

۹۶ - شکل زیر، نمودار جریان متناوبی را نشان می‌دهد که از یک رسانای ۵ اهمی می‌گذرد. در لحظهٔ $t = ۱۲ms$، اندازهٔ نیروی محرکهٔ القایی چند ولت است و در چه لحظه‌ای برحسب میلی‌ثانیه، جریان برای اولین‌بار در رسانا بیشینه می‌شود؟



۱) صفر، ۳
۲) صفر، ۴
۳) ۳، ۲۰
۴) ۴، ۲۰

۹۷ - جریان متناوبی که بیشینهٔ آن $۲A$ و دورهٔ آن $۰٫۰۲s$ است، از یک رسانای ۵ اهمی می‌گذرد. معادلهٔ جریان متناوب در SI کدام است؟

۱) $I = ۲\sin ۴۰۰\pi t$
۲) $I = ۲\sin ۱۰۰\pi t$
۳) $I = ۱۰\sin ۴۰۰\pi t$
۴) $I = ۱۰\sin ۱۰۰\pi t$

پاسخنامه تشریحی

۱ - گزینه ۴

$$\Delta q = \pm ne \xrightarrow[\text{بار جسم منفی می‌شود}]{|q'|=\%۲۵q} -\frac{۲۵}{۱۰۰}q - q = -۵ \times ۱۰^{۳} \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}$$

$$-\frac{۵}{۴}q = -۵ \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۶} \Rightarrow q = ۶/۴ \times ۱۰^{-۱۶} C \xrightarrow{\times ۱۰^{۹}} q = ۶/۴ \times ۱۰^{-۷} nC$$

۲ - گزینه ۱ وقتی کرهٔ رسانای A با بار q_A را به کرهٔ رسانای B با بار q_B تماس می‌دهیم، طبق اصل پایستگی بار الکتریکی خواهیم داشت:

$$q'_A = q'_B = \frac{q_A + q_B}{۲} \xrightarrow{q'_A = q_A - \frac{۲۰}{۱۰۰}q_A = \frac{۸}{۱۰}q_A} \frac{۸}{۱۰}q_A = \frac{q_A + q_B}{۲} \Rightarrow q_B = ۰/۶ q_A$$

اگر در ادامه کرهٔ رسانای A را با کرهٔ C تماس دهیم ۵% دیگر نیز از بار آن کم می‌شود.

$$q''_A = q''_C = \frac{q'_A + q_C}{۲} \xrightarrow{q''_A = q'_A - \frac{۵}{۱۰۰}q'_A = \frac{۹۵}{۱۰۰} \times \frac{۸}{۱۰}q_A = \frac{۱۹}{۲۵}q_A} \frac{۱۹}{۲۵}q_A = \frac{\frac{۸}{۱۰}q_A + q_C}{۲} \Rightarrow q_C = ۰/۷۲ q_A$$

$$\frac{q_B}{q_C} = \frac{\frac{۶۰}{۱۰۰}}{\frac{۷۲}{۱۰۰}} \Rightarrow \frac{q_B}{q_C} = \frac{۶۰}{۷۲} = \frac{۵}{۶}$$

۳ - گزینه ۲ می‌دانیم تغییرات بار در اثر از دست دادن یا گرفتن الکترون از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$\Delta q = \pm ne$$

با در نظر گرفتن بار اولیهٔ جسم، بار نهایی آن به‌صورت زیر قابل محاسبه است:

$$q - q_{۰} = \pm ne \Rightarrow q = \pm ne + q_{۰} \Rightarrow q = \pm ne + (۴ \times ۱۰^{-۶})$$

در حالت اول جسم الکترون دریافت کرده است، یعنی:

$$q_{۱} = -۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} n + ۴ \times ۱۰^{-۶}$$

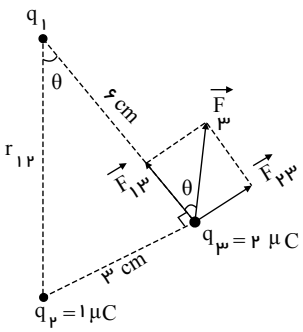
در حالت دوم جسم الکترون از دست داده است، بنابراین:

$$q_{۲} = +۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} n + ۴ \times ۱۰^{-۶}$$

با توجه به اینکه $\frac{q_{۱}}{q_{۲}} = -\frac{۳}{۱۳}$ است داریم:

$$\frac{-۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} n + ۴ \times ۱۰^{-۶}}{+۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} n + ۴ \times ۱۰^{-۶}} = -\frac{۳}{۱۳} \Rightarrow n = ۴ \times ۱۰^{۱۳}$$ الکترون

۴ - گزینه ۴ اگر نیروی $\vec{F}_{۳}$ (برایند نیروهای وارد بر بار $q_{۳}$) را مطابق شکل تجزیه کنیم، می‌توان نتیجه گرفت که بارهای $q_{۱}$ و $q_{۲}$ ناهمنام‌اند (چون هردو $q_{۳}$ را دفع کرده‌اند). از قاعدهٔ جمع برداری می‌توان نوشت:

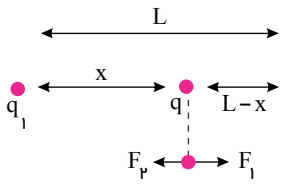


$$\left.\begin{aligned} F_{۲۳} &= F_{۳}\sin\theta \\ F_{۲۳} &= \frac{kq_{۲}q_{۳}}{r^{۲}_{۲۳}} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{kq_{۲}q_{۳}}{r^{۲}_{۲۳}} = F_{۳}\sin\theta \quad (۱)$$

با محاسبه‌ی $r_{۱۲}$ داریم: $r_{۱۲} = \sqrt{۳^{۲} + ۶^{۲}} = \sqrt{۴۵} = ۳\sqrt{۵}$

$$\xrightarrow{(۱)} \frac{۹ \times ۱۰^{۹} \times ۱ \times ۲ \times ۱۰^{-۱۲}}{(۳ \times ۱۰^{-۲})^{۲}} = F_{۳} \times \frac{۳}{۳\sqrt{۵}} \Rightarrow ۲۰ = F_{۳} \times \frac{۱}{\sqrt{۵}} \Rightarrow F_{۳} = ۲۰\sqrt{۵} N$$

۵ - گزینه ۴



$$F_T = F_1 - F_2 = \frac{kqq_1}{x^2} - \frac{kqq_2}{(L-x)^2} = \frac{kq \times 1}{x^2} - \frac{kq \times 4}{(L-x)^2} = kq \times [\frac{1}{x^2} - \frac{4}{(L-x)^2}]$$

$$\left.\begin{matrix} L = 3d \\ x = d \end{matrix}\right\} \Rightarrow F_{T_A} = 0 \qquad \left.\begin{matrix} L = 3d \\ x = 2d \end{matrix}\right\} \Rightarrow F_{T_B} = \frac{-15}{4}\frac{kq}{d^2}$$

بنابراین اندازهٔ F_T افزایش می‌یابد.

۶ - گزینه ۳ طبق اصل برهم‌نهی نیروهای الکتریکی تعادل بار q_0:

$$\vec{F}_{10} + \vec{F}_{20} + \vec{F}_{30} + \vec{F}_{40} = 0 \Rightarrow \vec{F}_{10} + \vec{F}_{30} + \vec{F}_{40} = -\vec{F}_{20}$$

دقت کنید رابطهٔ بالا برداری است و جمع بردارها لزوماً برابر جمع بزرگی بردارها نیست. (به جز بردارهای هم‌راستا و هم‌جهت)

۷ - گزینه ۱

$$F = \frac{kq_1q_2}{r^2} \quad , \quad F_1 = \frac{kq_1q_2}{(r+1)^2} \quad , \quad F_2 = \frac{kq_1q_2}{(r-1)^2}$$

$$\frac{F_1}{F} = (\frac{r}{r+1})^2 \xrightarrow{F_1 = \frac{9}{16}F} \frac{9}{16} = (\frac{r}{r+1})^2 \xrightarrow{\text{جذر}} \frac{3}{4} = \frac{r}{r+1} \Rightarrow r = 3cm \quad (I)$$

$$F_2 - F = 25 \Rightarrow kq_1q_2(\frac{1}{(3-1)^2} - \frac{1}{3^2}) = 25 \Rightarrow kq_1q_2 = 180 \quad (II)$$

$$F = \frac{kq_1q_2}{r^2} \xrightarrow{(I),(II)} F = \frac{180}{3^2} = 20N$$

۸ - گزینه ۱

رابطهٔ نیروی الکتریکی را برای دو حالت نوشته و باهم مساوی قرار می‌دهیم.

$$F = F'$$

اگر 25% بار q_2 به q_1 اضافه شود، خواهیم داشت:

$$\frac{\cancel{k}\, q_1q_2}{\cancel{r^2}} = \frac{\cancel{k}\,(q_1 + 0/25q_2)(q_2 - 0/25q_2)}{\cancel{r^2}} \rightarrow q_1q_2 = (q_1 + \frac{1}{4}q_2)(q_2 - \frac{1}{4}q_2)$$

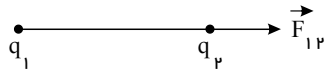
$$\cancel{q_1q_2} = \cancel{q_1q_2} - \frac{1}{4}q_1q_2 + \frac{1}{4}q_2^2 - \frac{1}{16}q_2^2 \rightarrow \frac{1}{4}q_1q_2 = \frac{3}{16}q_2^2 \rightarrow q_1 = \frac{3}{4}q_2$$

گزینهٔ «۱» در رابطهٔ فوق صدق می‌کند.

۹ - گزینه ۱ ابتدا با استفاده از قانون کولن، نیروی الکتریکی بین دو ذرهٔ باردار q_1 و q_2 را محاسبه می‌کنیم:

$$F_{12} = k\frac{|q_1||q_2|}{r_{12}^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-4}} = 60N$$

جهت نیروی $\vec{F}_{12}$ هم به صورت زیر است:



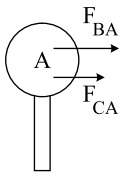
با توجه به اینکه اندازهٔ برایند نیروهای وارد بر بار q_2، برابر با ۸۰ نیوتن است، نیروی وارد از طرف بار q_3 به q_2 می‌تواند ۲۰ نیوتن و هم‌جهت با $\vec{F}_{12}$ باشد و یا اینکه برابر ۱۴۰ نیوتن و خلاف جهت $\vec{F}_{12}$ باشد. از آنجایی که با قرینه شدن علامت بار q_3، اندازهٔ برایند نیروهای وارد بر بار q_2 برابر با ۲۰۰ نیوتن شده است، می‌توان نتیجه گرفت که نیروی وارده از طرف q_3 به q_2 برابر با ۱۴۰ نیوتن و خلاف جهت $\vec{F}_{12}$ بوده است. پس علامت q_3، مثبت بوده و اندازهٔ آن با استفاده از قانون کولن به صورت زیر به دست می‌آید:

$$F_{32} = k\frac{|q_2||q_3|}{r_{23}^2} \Rightarrow 140 = 9 \times 10^9 \times \frac{3 \times 10^{-6} \times |q_3|}{81 \times 10^{-4}} \Rightarrow q_3 = +42\mu C$$

۱۰ - گزینه ۱ ابتدا بار کره‌ها را بعد از تماس به دست می‌آوریم. چون کره‌ها مشابه هستند بعد از تماس، بار آن‌ها میانگین بار اولیهٔ کره‌ها می‌شود. داریم:

$$q'_A = q'_B = q'_C = \frac{2 + (-8) + (-6)}{3} = -4\mu C$$

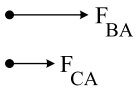
حالت اول: اگر فاصلهٔ کره‌های A و C تا کرهٔ B را d فرض کنیم، داریم:



$$F_{BA}=\frac{k|q_A||q_B|}{d^2}=\frac{k\times 2\times 8}{d^2}=16\frac{k}{d^2}$$

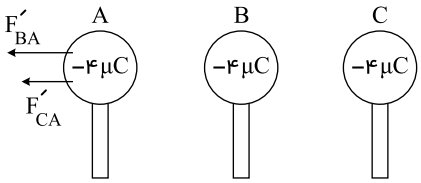
$$F_{CA}=\frac{k|q_C||q_A|}{(2d)^2}=\frac{k\times 6\times 2}{(2d)^2}=12\frac{k}{4d^2}=3\frac{k}{d^2}$$

حال نیروی برآیند وارد بر کرهٔ A را در حالت اول و دوم به دست می‌آوریم.



$$F_{\text{برآیند}}=16\frac{k}{d^2}+3\frac{k}{d^2}=19\frac{k}{d^2}$$

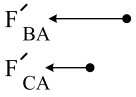
حالت دوم:



$$F'_{BA}=\frac{k|q'_A||q'_B|}{r^2}=\frac{k\times(-4)\times(-4)}{d^2}=16\frac{k}{d^2}$$

$$F'_{CA}=\frac{k|q'_A||q'_C|}{r^2}=\frac{k\times(-4)\times(-4)}{(2d)^2}=4\frac{k}{d^2}$$

$$F'_{\text{برآیند}}=20\frac{k}{d^2}$$



و در نهایت داریم:

$$\frac{F'_{\text{برآیند}}}{F_{\text{برآیند}}}=\frac{20\frac{k}{d^2}}{19\frac{k}{d^2}}=\frac{20}{19}$$

۱۱ - گزینه ۱ ابتدا نیروهایی که هر یک از بارهای q_1 و q_3 به بار q_2 وارد می‌کند را به دست می‌آوریم:

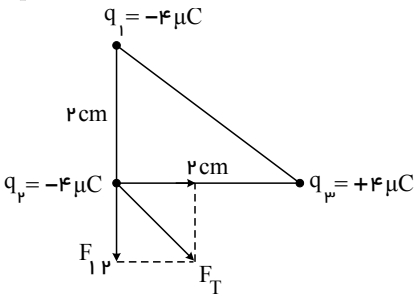
$$F_{12}=\frac{k|q_1||q_2|}{r^2}=\frac{9\times 10^9\times 4\times 10^{-6}\times 4\times 10^{-6}}{4\times 10^{-4}}=360N$$

$$F_{32}=\frac{k|q_2||q_3|}{r^2}=\frac{9\times 10^9\times 4\times 10^{-6}\times 4\times 10^{-6}}{4\times 10^{-4}}=360N$$

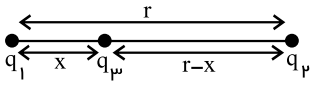
$$\Rightarrow \vec{F}_T=F_{32}\vec{i}-F_{12}\vec{j}\Rightarrow F_T=360\vec{i}-360\vec{j}$$

نیرویی هم‌اندازه F_T ولی در خلاف جهت آن، باید به بار q_2 وارد شود تا در تعادل باشد:

$$F'_T=-360\vec{i}+360\vec{j}$$

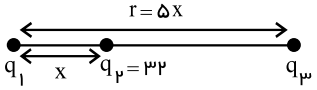


۱۲ - گزینه ۴ ابتدا فاصلهٔ بارهای q_2 و q_3 را از بار q_1 می‌یابیم.



$$F_{13}=F_{23}$$

$$\frac{|q_1|}{x^2}=\frac{|q_2|}{(r-x)^2}\Rightarrow\frac{2}{x^2}=\frac{32}{(r-x)^2}\rightarrow 4x=r-x\Rightarrow 5x=r$$

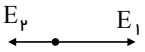


q_1 خارج فاصله q_2 تا q_3 در تعادل است، پس q_2 و q_3 ناهمنام هستند. $\Rightarrow \frac{|q_2|}{x^2} = \frac{|q_3|}{r^2} \Rightarrow \frac{32}{x^2} = \frac{|q_3|}{(5x)^2} \Rightarrow |q_3| = 800\mu C$

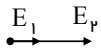
$q_2 = \underset{\text{مثبت}}{32} > 0 \Rightarrow q_3 < 0 \Rightarrow q_3 = -800\mu C$

۱۳ - گزینه ۴

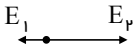
گزینه (۱) می‌تواند صحیح باشد اگر: $q_1 > q_2 \ , \ q_2 < 0 \ , \ E_1 > E_2, q_1$



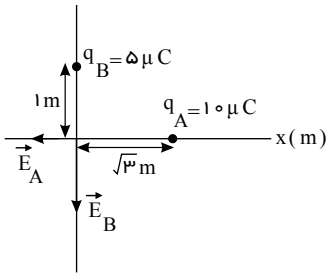
گزینه (۲) می‌تواند صحیح باشد اگر: $q_1 < 0 \ , \ q_2 > 0$



گزینه (۳) می‌تواند صحیح باشد اگر: $q_1, q_2 > 0 \ , \ q_2 > q_1$



۱۴ - گزینه ۱ با توجه به علامت بارهای q_A و q_B، جهت میدان الکتریکی ناشی از آن‌ها در مبدأ مختصات مطابق شکل خواهد بود:



اندازهٔ میدان الکتریکی ناشی از هر بار، برابر است با:

$$E_A = k\frac{|q_A|}{r_A^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{10 \times 10^{-6}}{(\sqrt{3})^2} = 3 \times 10^4 \frac{N}{C} \Rightarrow \vec{E}_A = -3 \times 10^4 \vec{i}$$

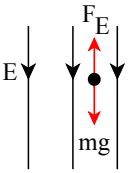
$$E_B = k\frac{|q_B|}{r_B^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{5 \times 10^{-6}}{1^2} = 4{,}5 \times 10^4 \frac{N}{C} \Rightarrow \vec{E}_B = -4{,}5 \times 10^4 \vec{j}$$

بنابراین:

$$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B \Rightarrow \vec{E} = (-3\vec{i} - 4{,}5\vec{j}) \times 10^4 \frac{N}{C}$$

۱۵ - گزینه ۱ برای آنکه ذره در حال سکون بماند، باید نیروی وزن و نیروی میدان الکتریکی یکدیگر را خنثی کنند.

شرط تعادل(سکون) $\begin{cases} mg = Eq \Rightarrow \frac{10}{1000} \times 10 = E \times 100 \times 10^{-6} \Rightarrow E = 10^3 N/C \\ mg \text{ خلاف } F_E \end{cases}$



چون در خلاف جهت میدان به بار الکتریکی نیرو وارد شده است پس بار ذره منفی است.

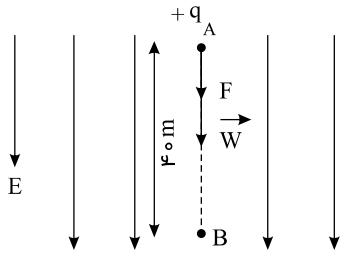
۱۶ - گزینه ۳ از آنجا که میدان الکتریکی یکنواخت است، اندازه و جهت میدان الکتریکی در همهٔ نقاط میدان یکسان است و به بار موجود در میدان بستگی ندارد.

از طرفی، بزرگی نیروی وارد بر بار الکتریکی در میدان الکتریکی یکنواخت، با اندازهٔ بار متناسب است، یعنی در اینجا که q' دو برابر q است، بزرگی نیروی وارد بر آن نیز دو برابر F بوده ولی چون q' و q هم‌علامت نیستند، نیروهای وارد بر آنها نیز غیرهمسو خواهد بود، پس

$$\vec{F'} = -2\vec{F} \xrightarrow{|F|=0{,}9N} |F'| = 0{,}18N$$

و در خلاف جهت F. پس در اینجا چون $q' > 0$ است، F' و E همسو هستند.

۱۷ - گزینه ۲ بر ذرهٔ باردار دو نیروی گرانشی زمین W_{mg} و نیروی الکتریکی $F_E = qE$ وارد می‌شود. نیروی گرانشی روبه پایین است و چون بار q مثبت است نیروی الکتریکی در جهت میدان الکتریکی، روبه پایین وارد خواهد شد. پس با توجه به قضیهٔ کار-انرژی به‌صورت زیر، انرژی جنبشی ذره را در لحظه‌ای که به زمین برخورد می‌کند، به‌دست می‌آوریم:



$$\Delta K = W_{mg} + W_E \rightarrow \begin{cases} W_{mg} = +mgd \\ W_E = F_E d\cos\theta \end{cases} \rightarrow K_۲ - K_۱ = mgd + F_E d\cos\theta \rightarrow \begin{cases} \theta = ۰ \\ F_E = Eq \\ m = ۱۰ \times ۱۰^{-۳} g = ۱۰ \times ۱۰^{-۶} kg \\ q = ۴ \times ۱۰^{-۶} C \end{cases}$$

$$K_۲ - ۰ = mgd + F_E d\cos(۰) \rightarrow K_۲ = ۱۰ \times ۱۰^{-۶} \times ۱۰ \times ۴۰ + ۳۰۰ \times ۴ \times ۱۰^{-۶} \times ۴۰ \times ۱$$

$$\rightarrow K_۲ = ۴۰ \times ۱۰^{-۴} + ۴۸۰ \times ۱۰^{-۴} = ۵۲۰ \times ۱۰^{-۴} = ۵/۲ \times ۱۰^{-۲} J$$

۱۸ - گزینه ۱ با استفاده از قضیه‌ی کار و انرژی (سال دهم)، می‌توان نوشت :

مجموع کارهای انجام شده = تغییرات انرژی جنبشی

$$\Delta K = W_t \Rightarrow \frac{۱}{۲}mv_B^۲ - \frac{۱}{۲}mv_A^۲ = W_E + W_{mg} \Rightarrow \frac{۱}{۲}m(v_B^۲ - v_A)^۲ = W_E + W_{mg}$$

با توجه به جهت میدان الکتریکی و علامت بار، کار نیروی الکتریکی طی جابه‌جایی از نقطه‌ی A تا نقطه‌ی B مثبت است(چرا؟؟)، داریم :

$$\frac{۱}{۲} \times ۲۰ \times ۱۰^{-۶} \times (۳^۲ - ۰) = W_E + \frac{۱}{۵}W_E$$

$$\Rightarrow \frac{۶}{۵}W_E = ۹۰ \times ۱۰^{-۶} \Rightarrow W_E = ۷۵ \times ۱۰^{-۶} = ۷۵\mu J$$

راستی چرا کار میدان مثبت بود؟ چون نیروی میدان بر بار منفی خلاف جهت میدان (پس رو به پایین) و جابه‌جایی هم رو به پایین بنابراین کار مثبت.

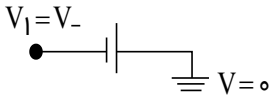
۱۹ - گزینه ۲ باتوجه به تعریف اختلاف پتانسیل الکتریکی و رابطهٔ آن با تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی، می‌توان تعداد الکترون‌ها را به دست آورد. دقت کنید پتانسیل زمین را پتانسیل مرجع $(V = ۰)$ در نظر می‌گیریم:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow q = \frac{\Delta U}{\Delta V} = \frac{+۱۶۰۰۰}{۰ - ۱۰} = -۱۶۰۰C$$

$$|q| = ne \Rightarrow n = \frac{|q|}{e} = \frac{۱۶۰۰C}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}C} = ۱۰^{۲۲}$$

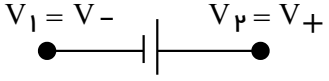
۲۰ - گزینه ۱ وقتی گفته می‌شود باتری ۱۲ ولتی یعنی $(V_+ - V_- = ۱۲V)$ در این تست داریم.

باتری اول :



$$V_+ - V_- = ۱۲ \rightarrow ۰ - V_۱ = ۱۲ \Rightarrow V_۱ = -۱۲$$

باتری دوم :

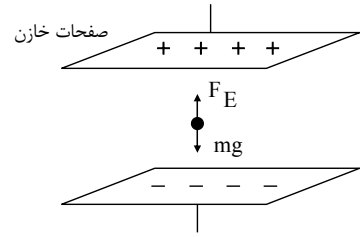


$$V_+ - V_- = ۱۲ \rightarrow V_۲ - (-۱۲) = ۱۲ \Rightarrow V_۲ = ۰$$

$$\frac{V_۱ + V_۲}{V_۱ - V_۲} \Rightarrow \frac{-۱۲ + ۰}{-۱۲ - ۰} = ۱$$

۲۱ - گزینه ۱

۲۲ - گزینه ۴ چون بار در حال تعادل است، نیروهای وارد بر آن، یکدیگر را خنثی می‌کنند. می‌دانیم به این ذره یک نیروی گرانش (وزن) به‌سمت پایین وارد می‌شود و یک نیروی الکتریکی از طرف میدان صفحات خازن که باید به‌سمت بالا و برابر با نیروی وزن باشد آن را خنثی کند. بنابراین طبق قانون دوم نیوتون داریم:



تعادل $\Sigma F = ۰ \rightarrow F_E - mg = ۰ \rightarrow Eq - mg = ۰ \rightarrow Eq = mg$

$$\rightarrow E \times ۱۰۰ \times ۱۰^{-۶} = ۱ \times ۱۰^{-۳} \times ۱۰ \rightarrow E = ۱۰۰(\frac{N}{C})$$

حالا با داشتن میدان می‌توانیم چگالی سطحی را از رابطهٔ زیر به‌دست بیاوریم:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_۰} \Rightarrow ۱۰۰ = \frac{\sigma}{۸ \times ۱۰^{-۱۲}} \rightarrow \sigma = ۸ \times ۱۰^{-۱۰}(\frac{C}{m^۲})$$

۲۳ - گزینه ۱ چون دو سر خازن به یک اختلاف پتانسیل ثابت وصل است (V ثابت) طبق رابطهٔ $U = \frac{۱}{۲}CV^۲$ داریم: $U \propto C \Rightarrow \frac{U_۲}{U_۱} = \frac{C_۲}{C_۱}$

از طرفی هم طبق رابطهٔ $C = \frac{\varepsilon_۰ \kappa A}{d}$، با گذاشتن دی‌الکتریک با ضریب $\kappa = ۲$ ظرفیت خازن دو برابر می‌شود، پس $C_۲ = ۲C_۱$ در نتیجه:

$$\frac{U_۲}{U_۱} = \frac{C_۲}{C_۱} \rightarrow \frac{U_۲}{۱/۸} = \frac{۲C_۱}{C_۱} \rightarrow U_۲ = ۳/۶J$$

هم طبق رابطهٔ $U = \frac{۱}{۲}qV$ می‌توانیم بار خازن را محاسبه کنیم:

$$U=\frac{۱}{۲}qV\rightarrow ۳٫۶=\frac{۱}{۲}\times q\times ۲۰۰\Rightarrow q=۰٫۰۳۶C=۳۶mC$$

۲۴ - گزینه ۲ ابتدا رابطهٔ بین میدان الکتریکی و چگالی سطحی بار الکتریکی را با استفاده از رابطه‌های $Q=CV$، $\sigma=\frac{Q}{A}$ و $C=\varepsilon_{۰}\frac{A}{d}$ و $E=\frac{V}{d}$ به‌دست می‌آوریم:

$$E=\frac{V}{d}\xrightarrow{V=\frac{Q}{C}}E=\frac{Q}{Cd}\xrightarrow[Q=\sigma A]{C=\varepsilon_{۰}\frac{A}{d}}E=\frac{\sigma A}{\varepsilon_{۰}\frac{A}{d}\times d}$$

$$\Rightarrow E=\frac{\sigma}{\varepsilon_{۰}}\xrightarrow[\varepsilon_{۰}=۹\times ۱۰^{-۱۲}F/m]{\sigma=۹\times ۱۰^{-۶}C/m^{۲}}E=\frac{۹\times ۱۰^{-۶}}{۹\times ۱۰^{-۱۲}}\Rightarrow E=۱۰^{۶}N/C$$

۲۵ - گزینه ۳

$$\frac{C_{۲}}{C_{۱}}=\frac{\kappa_{۲}}{\kappa_{۱}}\times\frac{A_{۲}}{A_{۱}}=\frac{۱}{۲}\times\frac{\frac{۱}{۲}}{۱}=\frac{۱}{۸}$$

$$q=CV\Rightarrow\frac{q_{۲}}{q_{۱}}=\frac{C_{۲}}{C_{۱}}\times\frac{V_{۲}}{V_{۱}}\Rightarrow ۱=\frac{۱}{۸}\times\frac{V_{۲}}{V_{۱}}\Rightarrow\frac{V_{۲}}{V_{۱}}=۸$$

$$E=\frac{V}{d}\Rightarrow\frac{E_{۲}}{E_{۱}}=\frac{V_{۲}}{V_{۱}}\times\frac{d_{۲}}{d_{۱}}\Rightarrow\frac{E_{۲}}{E_{۱}}=۸\times ۱=۸$$

$$U=\frac{۱}{۲}\frac{q^{۲}}{C}\Rightarrow\frac{U_{۲}}{U_{۱}}=(\frac{q_{۲}}{q_{۱}})^{۲}\times\frac{C_{۱}}{C_{۲}}=۱\times\frac{۸}{۱}=۸$$

۲۶ - گزینه ۱ چون مقاومت در دمای $۱۵۰^{\circ}C$ کم‌تر از مقاومت در دمای $-۵۰^{\circ}C$ است، ضریب دمایی مقاومت ویژه باید منفی باشد.

$$R_{۲}=۰٫۸R_{۱}\quad,\quad\Delta\theta=۱۵۰-(-۵۰)=۲۰۰^{\circ}C$$

$$R_{۲}=R_{۱}(۱+\alpha\Delta\theta)\Rightarrow ۰٫۸R_{۱}=R_{۱}(۱+\alpha\times ۲۰۰)$$

$$\Rightarrow ۰٫۸-۱=۲۰۰\alpha\Rightarrow -۰٫۲=۲۰۰\alpha\Rightarrow\alpha=-۱۰^{-۳}\frac{۱}{^{\circ}c}$$

۲۷ - گزینه ۲ اگر در رابطهٔ $I=\frac{\Delta q}{\Delta t}$, I برحسب آمپر و Δq برحسب آمپر ساعت باشد، Δt نیز برحسب ساعت خواهد بود.

$$I=\frac{\Delta q}{\Delta t}\Rightarrow ۶۰۰\times ۱۰^{-۳}=\frac{۷٫۲}{\Delta t}\Rightarrow\Delta t=۱۲h\Rightarrow\Delta t=۱۲\times ۶۰=۷۲۰\min$$

۲۸ - گزینه ۳

ابتدا با استفاده از قانون اهم، مقاومت سیم را حساب می‌کنیم:

$$R=\frac{V}{I}\xrightarrow[I=۲۰A]{V=۱۰V}R=\frac{۱۰}{۲۰}=۰٫۵\Omega$$

اکنون مقاومت ویژهٔ سیم را به‌دست می‌آوریم:

$$R=\rho\frac{L}{A}\xrightarrow[L=۵m\ ,\ R=۰٫۵\Omega]{A=۰٫۵mm^{۲}=۰٫۵\times ۱۰^{-۶}m^{۲}}۰٫۵=\rho\times\frac{۵}{۰٫۵\times ۱۰^{-۶}}\Rightarrow\rho=۵\times ۱۰^{-۸}\Omega\cdot m$$

۲۹ - گزینه ۲

حالت اول: $I_{۱}=\frac{\Delta q_{۱}}{\Delta t_{۱}}\Rightarrow ۶=\frac{\Delta q_{۱}}{۵}\Rightarrow\Delta q_{۱}=۳۰Ah$

حالت دوم: $I_{۲}=\frac{\Delta q_{۲}}{\Delta t_{۲}}\Rightarrow ۳=\frac{\Delta q_{۲}}{۱۰}\Rightarrow\Delta q_{۲}=۳۰Ah$

بار الکتریکی باقی‌مانده: $q=۸۰-(۳۰+۳۰)=۲۰Ah\xrightarrow{\times ۳۶۰۰}q=۷٫۲\times ۱۰^{۴}C$

۳۰ - گزینه ۱

$$R_{۲}=R_{۱}(۱+\alpha\Delta\theta)\Rightarrow ۱٫۵\cancel{R_{۱}}=\cancel{R_{۱}}(۱+۴\times ۱۰^{-۳}\Delta\theta)$$

$$\Rightarrow ۰٫۵=۴\times ۱۰^{-۳}\Delta\theta\Rightarrow\Delta\theta=۱۲۵^{\circ}C$$

تنها مقدارهای گزینهٔ (۱)، اختلاف‌شان ۱۲۵ می‌شود.

۳۱ - گزینه ۲

$$R=R_{۰}(۱+\alpha\Delta\theta)\Rightarrow ۱۲۰=۱۰۰(۱+۴\times ۱۰^{-۳}\times\Delta\theta)\Rightarrow ۱٫۲=۱+۴\times ۱۰^{-۳}\Delta\theta$$

$$\Rightarrow\Delta\theta=\frac{۰٫۲}{۴\times ۱۰^{-۳}}=۵۰^{\circ}C\Rightarrow\theta_{۲}=\theta_{۱}+\Delta\theta=۱۰+۵۰=۶۰^{\circ}C$$

۳۲ - گزینه ۴ اختلاف پتانسیل دو سر این مولد به صورت زیر است:

$$V=\varepsilon-rI\Rightarrow\begin{cases}۱۲=\varepsilon-r\times ۰\Rightarrow\varepsilon=۱۲V\\ ۷=۱۲-r\times ۴\Rightarrow ۴r=۵\Rightarrow r=۱٫۲۵\Omega\end{cases}$$

۳۳ - گزینه ۲ ابتدا شدت جریان و سپس اختلاف پتانسیل دو نقطه‌ی A و B را محاسبه می‌کنیم:

$$I=\frac{\varepsilon_{۱}-\varepsilon_{۲}}{R+r_{۱}+r_{۲}}=\frac{۱۸-۱۳}{۴+۰+۱}=۱A$$

جهت جریان پادساعتگرد است. از نقطه‌ی B از طرف شاخه‌ی بالا به نقطه‌ی A می‌رویم و تغییر پتانسیل الکتریکی هر جزء را می‌نویسیم:

$$V_B - IR + \varepsilon_۱ - Ir_۱ = V_A \Rightarrow V_B - ۱ \times ۴ + ۱۸ = V_A \Rightarrow V_B - V_A = -۱۴V$$

$$V_B - V_A = \frac{\Delta U_{AB}}{q}$$

$$-۱۴ = \frac{\Delta U_{AB}}{-۲ \times ۱۰^{-۶}} \Rightarrow \Delta U_{AB} = +۲۸ \times ۱۰^{-۶} J = +۲۸\mu J$$

۳۴ - گزینه ۲

$$I = \frac{\sum \varepsilon}{\sum R + r} = \frac{۱۲ + ۶}{۲ + ۲/۵ + ۳/۵ + ۰/۵ + ۰/۵} \Rightarrow I = ۲A$$

$$V_M + \varepsilon_۱ - r_۱ I - R_۱ I = V_N$$

$$\Rightarrow V_N - V_M = \Delta V = ۱۲ - ۰/۵ \times ۲ - ۲ \times ۲$$

$$\Rightarrow \Delta V = ۲V$$

$$\Delta U = q\Delta V \Rightarrow \Delta U = (+۴) \times ۷ = +۲۸\mu J$$

۳۵ - گزینه ۴

$$V = RI \Rightarrow V = R\frac{\varepsilon}{r + R} \Rightarrow \begin{cases} \frac{۱ \times \varepsilon}{r + ۱} = ۱/۵ \Rightarrow \varepsilon = ۱/۵r + ۱/۵ \\ \frac{۲ \times \varepsilon}{r + ۲} = ۲ \Rightarrow ۲\varepsilon = ۲r + ۴ \end{cases} \Rightarrow r = ۱\Omega \ , \ \varepsilon = ۳V$$

۳۶ - گزینه ۴

$$V = \varepsilon - rI$$

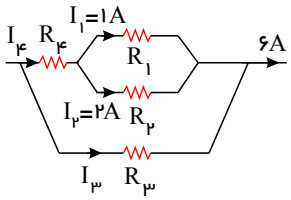
$$\left.\begin{matrix} ۲ = \varepsilon - ۲r \\ ۱/۵ = \varepsilon - ۳r \end{matrix}\right\} \Rightarrow r = ۰/۵\Omega \text{ و } \varepsilon = ۳V$$

۳۷ - گزینه ۴

ابتدا جریان عبوری از مقاومت $R_۱$ رامحاسبه می‌کنیم.

$$P_۱ = R_۱ I_۱^۲ \Rightarrow ۶ = ۶I_۱^۲ \Rightarrow I_۱^۲ = ۱ \Rightarrow I_۱ = ۱A$$

باتوجه به این‌که $R_۲$ و $R_۱$ موازی هستند و در مقاومت‌های موازی جریان به نسبت عکس مقاومت‌ها توزیع می‌شود جریان عبوری از $R_۲$ را محاسبه می‌کنیم.



$$V = RI \xrightarrow{V_۱ = V_۲} \frac{I_۲}{I_۱} = \frac{R_۱}{R_۲} \Rightarrow \frac{I_۲}{۱} = \frac{۶}{۳} \Rightarrow I_۲ = ۲A$$

پس جریان عبوری از $R_۴$ برابر $۳A$ است.

$$I_۴ = I_۱ + I_۲ = ۳A$$

باتوجه به این‌که جریان کل برابر $۶A$ است، بنابراین جریان عبوری از $R_۳$ نیز باید برابر $۳A$ باشد.

$$I_۳ + I_۴ = ۶A$$

$$I_۳ + ۳ = ۶ \Rightarrow I_۳ = ۳A$$

باتوجه به برابری جریان در شاخه‌های بالا و پایین می‌توان گفت که مقاومت $R_۳$ برابر مقاومت معادل $R_{۱۲۴}$ است.

$$R_۳ = R_{۱۲۴} \ , \ R_{۱۲} = \frac{۶ \times ۳}{۶ + ۳} = ۲\Omega$$

$$\Rightarrow R_{۱۲۴} = ۴ + ۲ = ۶\Omega \Rightarrow R_۳ = ۶\Omega$$

بنابراین توان مصرفی در مقاومت $R_۳$ برابر است با:

$$P_۳ = R_۳ I_۳^۲ = ۶ \times ۳^۲ = ۵۴W$$

۳۸ - گزینه ۳

جریان در حالت اول $\leftarrow I_۱$

جریان در حالت دوم $\leftarrow I_۲$

$$I_۲ - I_۱ = ۲A \quad (۱)$$

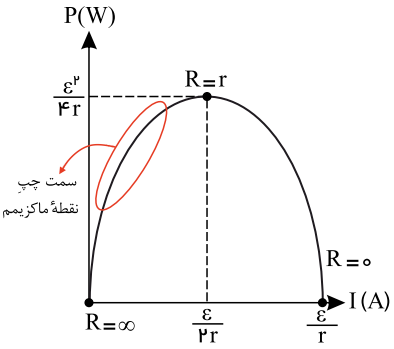
$$\begin{cases} P_۱ = RI_۱^۲ \\ P_۲ = RI_۲^۲ \end{cases} \Rightarrow P_۲ - P_۱ = R(I_۲^۲ - I_۱^۲) = R(I_۲ - I_۱)(I_۲ + I_۱)$$

$$\Rightarrow ۹۶ = ۶ \times ۲ \times (I_۲ + I_۱) \Rightarrow I_۲ + I_۱ = ۸A \quad (۲)$$

$$(۱),(۲) \Rightarrow \begin{cases} I_۲ - I_۱ = ۲ \\ I_۲ + I_۱ = ۸ \end{cases} \Rightarrow I_۲ = ۵A$$

۳۹ - گزینه ۱

نمودار تابع $P = \varepsilon I - rI^۲$ برحسب I مطابق شکل روبه‌رو است.



با توجه به نمودار درمی‌یابیم اگر $R > r$ باشد، در سمت چپ نقطهٔ ماکزیمم قرار داریم و با افزایش R و کاهش I واضح است توان خروجی کاهش می‌یابد.

۴۰ - گزینه ۳ توان الکتریکی مصرفی از رابطه $P = \frac{V^۲}{R}$ به‌دست می‌آید. پس مورد «ج» درست است.

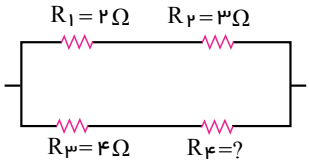
وقتی کلیدهای a و b هر دو بسته‌اند، مدار دارای کمترین مقاومت معادل بوده و توان مصرفی مدار به بیشترین مقدار خود می‌رسد. پس مورد «الف» درست است.

۴۱ - گزینه ۲ نکته: اگر در هر دو حالت کلید باز و کلید بسته، مقاومت معادل یکسان باشد، آنگاه رابطه‌ای به صورت مقابل بین مقاومتها برقرار است.

$$R_۱R_۴ = R_۲R_۳ \Rightarrow ۲R_۴ = ۳ \times ۴$$

$$\Rightarrow R_۴ = ۶\Omega$$

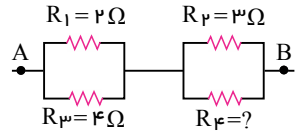
باز :



$$\Rightarrow R_{eq_۱} = \frac{R_{۱,۲}R_{۳,۴}}{R_{۱,۲} + R_{۳,۴}}$$

$$= \frac{(۲+۳)(۴+R_۴)}{۲+۳+۴+R_۴} = \frac{۵(۴+R_۴)}{۹+R_۴}$$

بسته :



$$\Rightarrow R_{eq_۲} = R_{۱,۳} + R_{۲,۴} = \frac{۲ \times ۴}{۲+۴} + \frac{۳ \times R_۴}{۳+R_۴} = \frac{۸(۳+R_۴) + ۱۸R_۴}{۶(۳+R_۴)}$$

$$\Rightarrow R_{eq_۱} = R_{eq_۲} \Rightarrow \frac{۲۰+۵R_۴}{۹+R_۴} = \frac{۲۶R_۴ + ۲۴}{۶R_۴ + ۱۸} = \frac{۱۳R_۴ + ۱۲}{۳R_۴ + ۹}$$

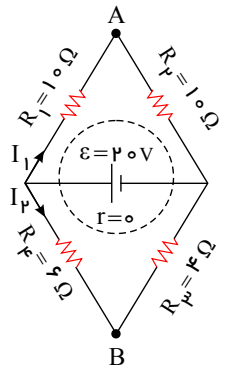
$$\Rightarrow ۱۵R_۴^۲ + ۴۵R_۴ + ۶۰R_۴ + ۱۸۰ = ۱۳R_۴^۲ + ۱۱۷R_۴ + ۱۲R_۴ + ۱۰۸$$

$$\Rightarrow ۲R_۴^۲ - ۲۴R_۴ + ۷۲ = ۰ \Rightarrow R_۴^۲ - ۱۲R_۴ + ۳۶ = ۰$$

$$R_۴ = ۶\Omega$$

۴۲ - گزینه ۳ ابتدا جریان عبوری از هر یک از شاخه‌های بالایی و پایین را به دست می‌اوریم. باتوجه به شکل داریم:

$$I_۱ = \frac{\varepsilon}{R_۱ + R_۲} = \frac{۲۰}{۲۰} = ۱A$$
$$I_۲ = \frac{\varepsilon}{R_۳ + R_۴} = \frac{۲۰}{۱۰} = ۲A$$



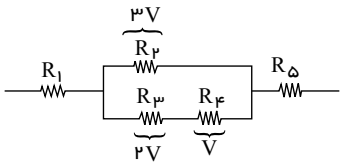
با حرکت از نقطه‌ی A به سمت نقطه‌ی B به طور ساعت گرد، اختلاف پتانسیل دو سر اجزاء مدار را با هم جمع جبری می‌کنیم. داریم:

$$V_A - R_۲I_۱ + R_۳I_۲ = V_B \Rightarrow V_A - ۱۰(۱) + ۴(۲) = V_B \Rightarrow V_A - V_B = ۲V$$

۴۳ - گزینه ۱ روش اول:

در مقاومت‌های موازی Vها برابر است، اما در مقاومت‌های متوالی به نسبت Rها تقسیم می‌شود.

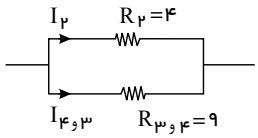
اگر $V_۴ = V$ فرض شود، چون $R_۳ = ۲R_۴$ است، پس، $V_۳ = ۲V$ خواهد بود و ولتاژ کل این شاخه برابر است با $V + ۲V = ۳V$ که همان ولتاژ شاخه بالا نیز هست.



$$\Rightarrow \frac{V_۲}{V_۴} = \frac{۳V}{V} = ۳$$

روش دوم:

می‌دانیم برای هر مقاومت داریم $V = RI$، پس کافیست نسبت جریان هر شاخه را پیدا کنیم، می‌دانیم جریان مقاومت‌های سری $R_۳$ و $R_۴$ یکسان است، پس آن‌ها را معادل کرده و داریم:



$\frac{I_۲}{I_{۴,۳}} = \frac{R_{۳,۴}}{R_۲} = \frac{۹}{۴}$ جریان به نسبت عکس مقاومت تقسیم می‌شود ← مقاومت موازی

چون $R_۳$ و $R_۴$ متوالی‌اند پس $I_۳ = I_۴ = I_{۳,۴}$

حال نسبت $\frac{V_۲}{V_۴}$ را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{V_۲}{V_۴} = \frac{R_۲}{R_۴} \times \frac{I_۲}{I_۴} = \frac{۴}{۳} \times \frac{۹}{۴} = ۳$$

۴۴ - گزینه ۴ معادل R و ۹Ω را x در نظر می‌گیریم.

a وضعیت: $P_{\text{خروجی}} = R_{eq}I^۲ = (۶)(\frac{\varepsilon}{V})^۲$

b وضعیت: $P_{\text{خروجی}} = R'_{eq}I'^۲ = x(\frac{\varepsilon}{x+۱})^۲$

$$\Rightarrow (۶)(\frac{\varepsilon}{V})^۲ = x(\frac{\varepsilon}{x+۱})^۲$$
$$\Rightarrow \frac{۶}{۴۹} = \frac{x}{(x+۱)^۲} \Rightarrow x = ۶ \Rightarrow ۶ = \frac{۹R}{۹+R} \Rightarrow R = ۱۸\Omega$$

۴۵ - گزینه ۲

هر دو کلید باز : $I' = \frac{\varepsilon}{R_A + R_B + R_C} = \frac{\varepsilon}{۳R} \Rightarrow V = RI = R \times \frac{\varepsilon}{۳R} = \frac{\varepsilon}{۳}$

کلید K بسته : $I' = \frac{\varepsilon}{R_A + R_B} = \frac{\varepsilon}{۲R} \Rightarrow V' = RI' = R \times \frac{\varepsilon}{۲R} = \frac{\varepsilon}{۲}$

کلید K و K' بسته : $I'' = \frac{\varepsilon}{R_B} = \frac{\varepsilon}{R} \Rightarrow V'' = RI' = R \times \frac{\varepsilon}{R} = \varepsilon$

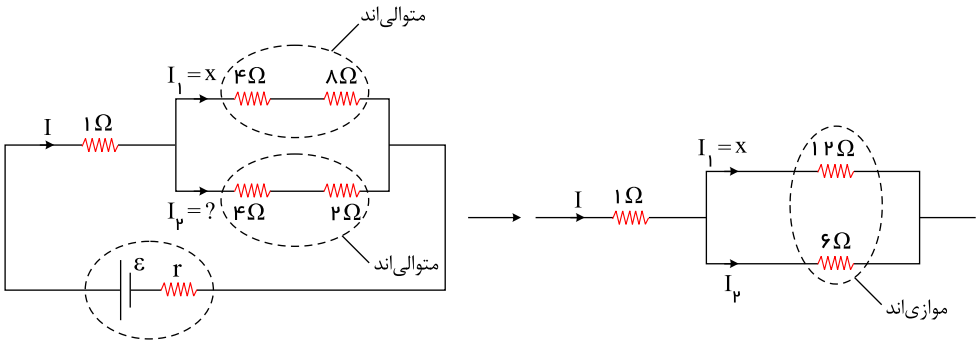
۴۶ - گزینه ۳

$$\frac{I'}{I}=\frac{\frac{\varepsilon}{R'}}{\frac{\varepsilon}{R}}\Rightarrow\frac{۱۰۱/۲۵}{۱۰۰}=\frac{R}{R'}\Rightarrow\frac{۱۰۱/۲۵}{۱۰۰}=\frac{\frac{R}{n}+R}{\frac{R}{n+۱}+R}\Rightarrow\frac{۱۰۱/۲۵}{۱۰۰}=\frac{\frac{۱}{n}+۱}{\frac{۱}{n+۱}+۱}\Rightarrow\frac{۱۰۱+\frac{۱}{۴}}{۱۰۰}=\frac{\frac{n+۱}{n}}{\frac{n+۲}{n+۱}}\Rightarrow\frac{۴۰۵}{۴۰۰}=\frac{(n+۱)^۲}{n(n+۲)}$$

با امتحان گزینه‌ها، به گزینهٔ «۳» می‌رسیم.

۴۷ - گزینه ۱

جریان در شاخه‌ای که مقاومت ۸Ω در آن قرار دارد را x فرض می‌کنیم و جریان شاخه‌ای که مقاومت ۲Ω در آن قرار دارد را به دست می‌آوریم و از مجموع آن‌ها جریان مقاومت ۱Ω را به دست می‌آوریم:



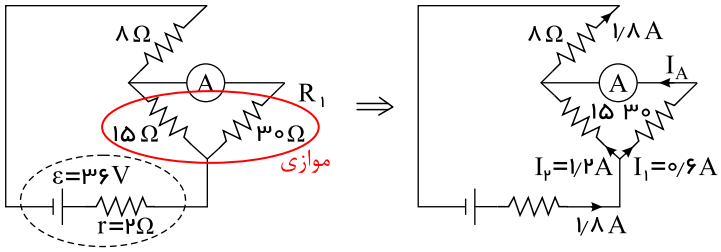
$$V_{۱۲\Omega}=V_{۶\Omega}\rightarrow ۱۲x=۶I_۲\Rightarrow I_۲=۲x$$

جریان مقاومت ۱Ω را می‌یابیم و نسبت توان مصرفی در مقاومت ۱Ω و ۸Ω را به دست می‌آوریم:

$$I=I_۱+I_۲\xrightarrow[I_۲=۲x]{I_۱=x}I=x+۲x=۳x$$

$$\frac{P_{۱\Omega}}{P_{۸\Omega}}=\frac{۱\times I^۲}{۸\times I_۱^۲}\Rightarrow\frac{P_{۱\Omega}}{P_{۸\Omega}}=\frac{۹x^۲}{۸x^۲}=\frac{۹}{۸}$$

۴۸ - گزینه ۴ در ابتدا که کلید باز است، جریان عبوری از آمپرسنج را به دست می‌آوریم:



$$R_۱=\frac{۳۰\times ۱۵}{۴۵}=۱۰\Omega$$

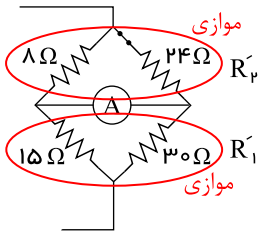
$$R_{eq}=۸+۱۰=۱۸\Omega$$

$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}=\frac{۳۶}{۱۸+۲}=۱/۸A$$

$$\begin{cases}۳۰I_۱=۱۵I_۲\\ I_۱+I_۲=۱/۸A\end{cases}\Rightarrow I_۱=۰/۶A, I_۲=۱/۲A$$

$$\Rightarrow I_A=I_۱=۰/۶A$$

یعنی در این حالت، عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد، $۰/۶A$ است. در حالت دوم که کلید بسته است، داریم:



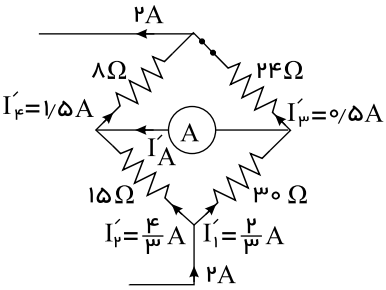
$$R'_۲=\frac{۲۴\times ۸}{۳۲}=۶\Omega$$

$$R'_۱=\frac{۳۰\times ۱۵}{۴۵}=۱۰\Omega$$

$$R'_{eq}=R'_۱+R'_۲=۱۶\Omega$$

$$I'=\frac{\varepsilon}{R'_{eq}+r}=\frac{۳۶}{۱۶+۲}\Rightarrow I'=۲A$$

حال با توزیع جریان داریم:



$$\begin{cases} ۳۰I_۱' = ۱۵I_۲' \\ I_۱' + I_۲' = ۲A \end{cases} \Rightarrow I_۱' = \frac{۲}{۳}A, I_۲' = \frac{۴}{۳}A$$

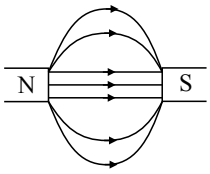
$$\begin{cases} ۲۴I_۳' = ۸I_۴' \\ I_۳' + I_۴' = ۲A \end{cases} \Rightarrow I_۳' = ۰/۵A, I_۴' = ۱/۵A$$

$$\Rightarrow \begin{cases} I_A' = \frac{۲}{۳} - ۰/۵ = \frac{۱}{۶} \\ \text{یا} \\ I_A' = ۱/۵ - \frac{۴}{۳} = \frac{۱}{۶}A \end{cases}$$

و در آخر داریم:

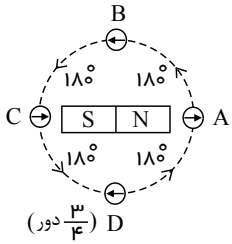
$$\Delta I_A = I_A - I_A' = ۰/۶ - \frac{۱}{۶} \Rightarrow \Delta I_A = \frac{۱۳}{۳۰}A$$

۴۹ - گزینه ۲



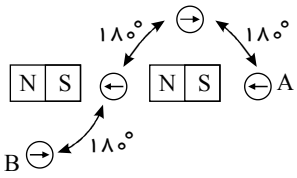
عقربهٔ مغناطیسی همواره در جهت خطوط میدان قرار می‌گیرد. همچنین، خطوط میدان مغناطیسی در خارج از آهنربا از قطب N خارج و وارد قطب S می‌شوند و با توجه به یکسان بودن آهنرباها، خطوط میدان دارای تقارن نسبت به دو آهنربا می‌باشد. با ترسیم خطوط میدان مشخص می‌شود که عقربهٔ مغناطیسی ابتدا قدری در جهت پادساعت‌گرد منحرف می‌شود و در انتها در همان جهت اولیه قرار می‌گیرد.

۵۰ - گزینه ۴



با توجّه به شکل زیر در جابه‌جایی از A تا B، عقربه ۱۸۰° و از B تا C نیز ۱۸۰° درجه و به همین ترتیب هر ربع دایره، ۱۸۰° می‌چرخد. پس در $\frac{۳}{۴}$ دور، عقربه به اندازهٔ $۱۸۰^\circ \times ۳$ یعنی ۵۴۰° می‌چرخد.

۵۱ - گزینه ۲



عقربه کلاً ۵۴۰ درجه می‌چرخد.

ولی نسبت به وضعیت A، ۱۸۰ درجه دوران کرده است.

۵۲ - گزینه ۱ برای یافتن معادل واحدهای مختلف کافیست فرمولی را پیدا کنیم که کمیت موردنظر در آن باشد و به‌جای سایر کمیت‌ها، یکا (واحد) آنها را قرار دهیم.

در این تست تسلا واحد کمیت مغناطیسی است که طبق فرمول $F = qvB\sin\theta$ داریم:

$$F = qvB\sin\theta$$

واحد ↓

$$N = C \times \frac{m}{s} \times T \Rightarrow T = \frac{N \cdot s}{cm} = \frac{\text{نیوتن} \times \text{ثانیه}}{\text{متر} \times \text{کولن}}$$

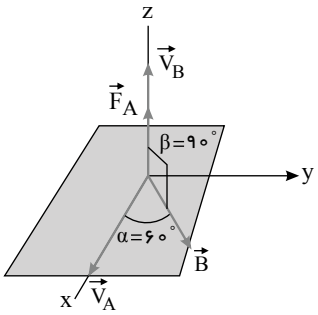
تذکر: مثلاً می‌توانستیم از رابطهٔ $F = BIL\sin\theta$ هم استفاده کنیم:

$$N = T \times A \times m \Rightarrow T = \frac{N}{m \cdot A}$$

پس تسلا معادل $\frac{\text{نیوتن}}{\text{متر} \times \text{آمپر}}$ نیز می‌باشد ولی در گزینه‌های این تست نیست!(طبق رابطهٔ $I = \frac{q}{t}$ می‌توان به جای آمپر نوشت $A = \frac{C}{s}$ که در این‌صورت به گزینهٔ ۱ می‌رسیم.)

۵۳ - گزینه ۳

زاویه‌ای که راستای حرکت A با بردار میدان می‌سازد را α می‌نامیم که برابر با ۶۰ درجه است. با توجه به فرض مسئله مطابق شکل زیر زاویه‌ای که راستای حرکت B با بردار میدان می‌سازد برابر با ۹۰ درجه است؛ این زاویه را β می‌نامیم.



برای مقایسهٔ نیروی مغناطیسی وارد بر دو ذره داریم:

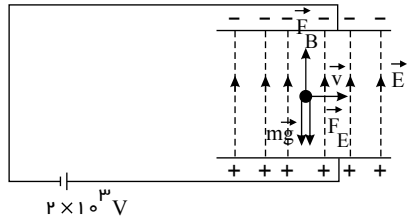
$$F = |q|\,vB\sin\theta \Rightarrow \frac{F_A}{F_B} = \left|\frac{q_A}{q_B}\right| \times \frac{v_A}{v_B} \times \frac{B_A}{B_B} \times \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}\ ,\ \ B_A = B_B = B$$

با جایگذاری مقادیر داده شده داریم: (مقدار B در هر دو یکسان است.)

$$\frac{F_A}{F_B} = \left|\frac{۱۰ \times ۱۰^{-۶}}{۵ \times ۱۰^{-۹}}\right| \times \frac{۲۰}{۱۰} \times \frac{\frac{\sqrt{۳}}{۲}}{۱} = ۲ \times ۱۰^{۳} \times ۲ \times \frac{\sqrt{۳}}{۲} = ۲۰۰۰\sqrt{۳}$$

۵۴ - گزینه ۴

با توجه به جهت میدان الکتریکی و بار منفی ذره،
نیروی الکتریکی وارد بر ذره به سمت پایین و هم‌جهت با نیروی وزن وارد بر ذره خواهد بود.



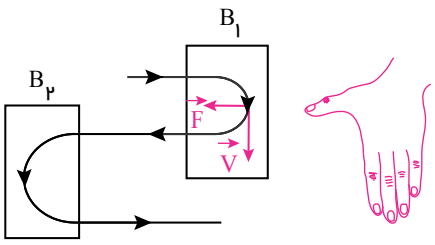
بنابراین برای این که ذره بدون انحراف به مسیر افقی خود ادامه دهد، باید نیروی مغناطیسی به سمت بالا بر ذره وارد شود و با توجه به این که کمینهٔ بزرگی میدان مغناطیسی مورد سؤال است. طبق قاعدهٔ دست راست، جهت میدان مغناطیسی وارد بر این بار منفی باید برون‌سو باشد. برای محاسبهٔ اندازهٔ میدان مغناطیسی داریم:

$$F_B = W + F_E \Rightarrow |q|vB\sin\theta = mg + |q|E \xrightarrow[\theta=۹۰^\circ \to \sin\theta=۱]{E=\frac{|\Delta V|}{d}} |q|vB = mg + |q|\frac{|\Delta V|}{d}$$

$$\Rightarrow ۱۰^{-۹} \times ۱۰^{۶} \times B = ۵ \times ۱۰^{-۶} \times ۱۰ + ۱۰^{-۹} \times \frac{۲ \times ۱۰^{۳}}{۴ \times ۱۰^{-۲}} \Rightarrow B = ۰/۱T = ۱۰^{۳}G$$

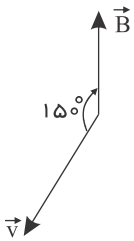
۵۵ - گزینه ۱

طبق رابطهٔ $r = \frac{mv}{|q|\,B}$ شعاع حرکت ذرات باردار در میدان مغناطیسی با بزرگی میدان رابطه عکس دارد. چون شعاع حرکت در منطقهٔ $B_۲$ بیش‌تر است، درنتیجه $B_۲ < B_۱$ می‌باشد. از طرف دیگر همان‌طور که در شکل زیر می‌بینید باتوجه به جهت انحراف و نیروی وارد شده به ذرهٔ باردار و قاعدهٔ دست راست جهت میدان مغناطیسی $B_۱$ باید درون‌سو باشد. (دقت کنید که چون بار الکتریکی منفی است، جهت پیدا شده توسط دست راست را برعکس می‌کنیم)



۵۶ - گزینه ۴

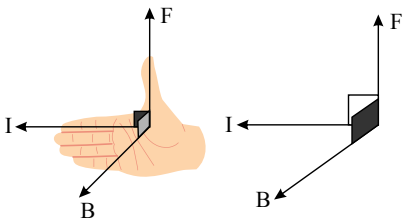
قبل از هر چیز، دقت کنید که بار الکتریکی منفی است (الکترون است) پس اگر از قاعدهٔ دست راست استفاده کردیم، باید جهت نهایی یافته شده را عکس کنیم یا از همان اول از قاعدهٔ دست چپ استفاده کنیم که در این صورت نیروی وارد بر الکترون برون‌سو خواهد بود. (چهارانگشت دست چپ را روی V قرار داده و به گونه‌ای ببندید که چهار انگشت در امتداد B قرار گیرد، در اینصورت نیروی وارد بر ذره، هم‌سو با انگشت شست، یعنی در اینجا برون‌سو خواهد بود.)



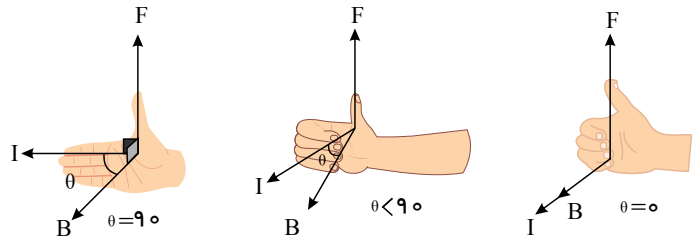
$$F = qVB\sin\theta = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} \times \times ۱۰^{۴} \times ۲۰۰ \times ۱۰^{-۴} \times \frac{۱}{۲} \to F = ۸ \times ۱۰^{-۱۶}N\odot$$

۵۷ - گزینه ۲

طبق قاعدهٔ دست راست، همواره شست بر سایر انگشتان عمود قرار می‌گیرد، پس همواره نیرو بر میدان مغناطیسی و راستای سیم حامل جریان عمود است.

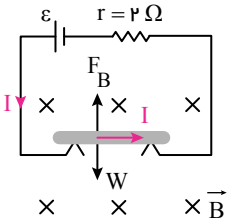


زاویهٔ بین راستای سیم و میدان (B) می‌تواند هر مقداری داشته باشد.



۵۸ - گزینه ۳

مطابق شکل زیر نیروی وزن و نیروی مغناطیسی به سیم موردنظر وارد می‌شود تا زمانی که نیروی F_B کوچک‌تر یا هم‌اندازه با W باشد، میله روی پایه‌ها باقی می‌ماند و جریان در مدار برقرار می‌باشد اما اگر F_B بزرگ‌تر از W باشد میله از روی پایه‌ها بلند می‌شود و مدار قطع می‌گردد.



F_B را برابر W قرار می‌دهیم تا بیش‌ترین جریانی را که می‌تواند از مدار عبور کند، بدون این‌که میله از روی پایه‌ها بلند شود را به‌دست می‌آوریم:

$$F_B = W \Rightarrow BIl\sin\theta = mg \Rightarrow ۰/۵(I)۰/۵ \times ۱ = ۷۵۰ \times ۱۰^{-۳} \times ۱۰ \Rightarrow I = ۳۰A$$

حالا می توانیم ε را به‌دست آوریم:

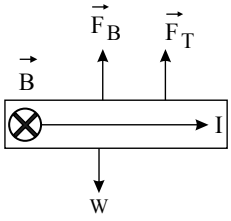
$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}+r} \Rightarrow ۳۰ = \frac{\varepsilon}{۲۰+۲} \Rightarrow \varepsilon = ۶۶۰V$$

۵۹ - گزینه ۲ F_{NP} صفر است چون سیم در راستای خط‌های میدان قرار دارد. فقط در گزینهٔ «۲» این شرط دیده می‌شود.

$$F_{MN} = F_{PQ} \Rightarrow MN \times \sin ۹۰^\circ = PQ \times \sin ۳۰^\circ \Rightarrow PQ = ۲MN$$

۶۰ - گزینه ۱

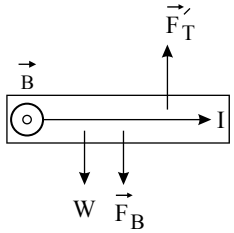
حالت اول :



$$I = \frac{\epsilon}{r+R_{eq}} = \frac{۴۰}{۱+۳} = ۱۰A \qquad F_B = I\ell B = ۱۰ \times ۰/۲ \times ۰/۰۲ = ۰/۰۴N$$

$$\Rightarrow \begin{matrix} F_T = W - F_B \\ F'_T = W - F_B \end{matrix}$$

حالت دوم :

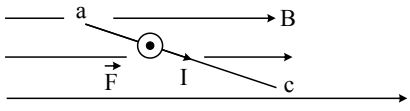


$$\Rightarrow F'_T - F_T = ۲F_B = ۲ \times ۰/۰۴ = ۸ \times ۱۰^{-۲}N$$

۶۱ - گزینه ۳ نیروی وارد بر سیم خمیدهٔ abc از طرف میدان مغناطیسی یکنواخت داده‌شده، معادل با نیروی وارد بر سیمی است که بین دو نقطهٔ a و c بسته شده، یعنی:

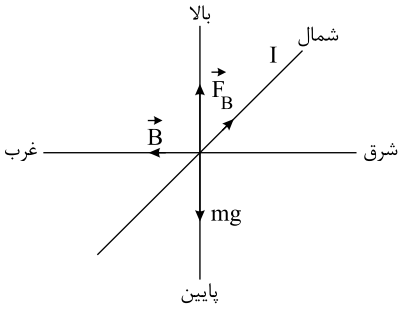
$$F_{abc} = F_{ac} = I\ell_{ac}B\sin\theta = (۲۰)(۲۰ \times ۱۰^{-۲})(۵۰۰ \times ۱۰^{-۴})(\sin ۳۰^\circ) \rightarrow F_{abc} = F_{ac} = ۰/۱N$$

و با توجه به قاعدهٔ دست راست، اگر چهار انگشت در جهت جریان از a به c قرار گیرد، به گونه‌ای که بردار میدان مغناطیسی از کف دست خارج شود، نیروی وارد بر سیم عمود بر صفحه و به طرف بیرون صفحه است. یعنی برون‌سو.



۶۲ - گزینه ۱

نیروی وزن همواره به سمت پایین وارد می‌شود، لذا اگر بخواهیم سیم در حال تعادل باشد، باید نیروی مغناطیسی وارد بر آن به سمت بالا باشد. پس طبق قاعده دست راست، جهت میدان مغناطیسی از شرق به غرب خواهد بود. از طرفی باید اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر سیم با اندازه نیروی وزن آن برابر باشد، پس داریم:



$$F_B = W \rightarrow ILB\sin\alpha = mg \xrightarrow{\theta=۹۰} I = \frac{mg}{BL} \Rightarrow I = \frac{۴۰ \times ۱۰^{-۳} \times ۱۰}{۰/۰۴ \times ۵۰ \times ۱۰^{-۲}} = ۲۰A$$

۶۳ - گزینه ۴

اول) جهت حرکت ذرهٔ باردار در یک میدان مغناطیسی، جهت $\vec{v}$ و جهت انحراف آن، جهت $\vec{F}$ را مشخص می‌کند:

دوم) مقدار F علاوه بر مقدار q و vV به مقدار میدان مغناطیسی حاصل از سیم در محل بار الکتریکی نیز بستگی دارد $(F = |q|VB\sin\alpha)$. بدیهی است مقدار میدان مغناطیسی در محل بار q نیز (یعنی B) به بزرگی شدت جریان الکتریکی گذرنده از سیم بستگی دارد. با بستن کلید K، مقاومت معادل مدار کاهش یافته و شدت جریان عبوری از سیم (I) افزایش می‌یابد. بنابراین B و در نتیجه نیروی وارد بر بار افزایش می‌یابد. بنابراین ذرهٔ بار دار به جای مسیر a مسیر c (با شعاع انحنای کمتر) را طی می‌نماید.

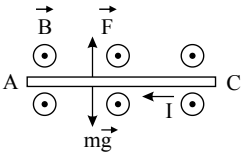
سوم) با توجه به جهت v (سرعت) و F و قانون دست راست (برای $q < ۰$) در می‌یابیم که میدان مغناطیسی در محل سیم برون‌سو است یعنی جریان در مدار ساعتگرد و در نتیجه $\varepsilon > \varepsilon'$ است.

بنابراین با بستن کلید K :

$$V = \varepsilon' + r'I \uparrow \Rightarrow V \uparrow$$

۶۴ - گزینه ۲ چون نیروی گرانش به طرف پایین بر سیم وارد می‌شود، نیروی مغناطیسی $\vec{F}$ باید رو به بالا بر سیم وارد شود. در این حالت برای صفر بودن نیروی نخ‌های نگه‌دارنده باید $F = mg$ باشد. بنابراین می‌توان نوشت:

$$F = mg \xrightarrow{F=BI\ell\sin ۹۰^\circ}$$



$$IIB = mg \xrightarrow[B=۰/۸T\ ,\ g=۱۰N/kg]{m=۸\times۱۰^{-۳}kg\ ,\ \ell=۸\times۱۰^{-۲}m} I \times ۸ \times ۱۰^{-۲} \times ۰/۸ = ۸ \times ۱۰^{-۳} \times ۱۰ \Rightarrow I = ۱/۲۵A$$

چون جهت $\vec{B}$ عمود بر صفحهٔ کاغذ و رو به بیرون (برون‌سو) و جهت $\vec{F}$ رو به بالا است، با استفاده از قاعدهٔ دست راست، جهت جریان از C به طرف A می‌باشد.

۶۵ - گزینه ۱ باتوجه به رابطه‌ی میدان مغناطیسی در مرکز یک پیچه‌ی مسطح داریم:

$$B = \frac{\mu_۰ NI}{۲R} \xrightarrow{I_۱=I_۲} \frac{B_۱}{B_۲} = \frac{R_۲}{R_۱} \times \frac{N_۱}{N_۲} \quad (۱)$$

از طرفی هم می‌دانیم طول سیمی که از آن سیم‌لوله ساخته شده برابر با حاصلضرب محیط حلقه‌ها $(L = N \times ۲\pi R)$ پس:

$$L_۱ = L_۲ \xrightarrow{L=N\times۲\pi R} N_۱ \times ۲\pi R_۱ = N_۲ \times ۲\pi R_۲$$

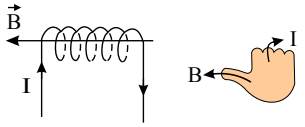
$$\Rightarrow \frac{N_۱}{N_۲} = \frac{R_۲}{R_۱} \xrightarrow{R_۲=\frac{R_۱}{۴}} \frac{N_۱}{N_۲} = \frac{۱}{۴}$$

$$(۱) \xrightarrow[\frac{N_۱}{N_۲}=\frac{۱}{۴}]{\frac{R_۲}{R_۱}=\frac{۱}{۴}} \frac{B_۱}{B_۲} = \frac{۱}{۱۶}$$

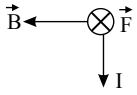
۶۶ - گزینه ۱ هسته‌ی سیملوله‌ها از مواد فرومغناطیس نرم ساخته می‌شوند تا با قطع جریان سیملوله، خاصیت مغناطیسی هسته‌ی سیملوله نیز سریع از بین برود. در صورتی که بخواهیم آهن‌ربای دائمی داشته باشیم، از مواد فرومغناطیس سخت استفاده می‌کنیم.

۶۷ - گزینه ۱

ابتدا با توجه به جهت جریان در حلقه‌های سیملوله، مشخص می‌شود که جهت میدان مغناطیسی در محور سیملوله به‌سمت چپ است.



حال با قانون دست راست برای نیروی وارد بر سیم، جهت نیروی وارد به آن به‌صورت درون‌سو (یعنی عمود بر صفحهٔ کاغذ و به سمت داخل) خواهد بود:



۶۸ - گزینه ۴

$$P = RI^{۲} \Rightarrow ۳۲ = ۲I^{۲} \Rightarrow I^{۲} = ۱۶ \Rightarrow I = ۴A$$

$$B\frac{\mu_{۰} NI}{L} = \frac{۴\pi \times ۱۰^{-۷} \times ۳۰ \times ۴}{۰/۵} = ۹۶\pi \times ۱۰^{-۶} T$$

$$F = |q|VB = ۲ \times ۱۰^{-۶} \times ۲۰۰ \times ۹۶\pi \times ۱۰^{-۶} \xrightarrow{\pi=۳} F = ۱۱۵۲ \times ۱۰^{-۱۰} N = ۱/۱۵۲ \times ۱۰^{۵} PN$$

۶۹ - گزینه ۱ طول سیم را ℓ' در نظر می‌گیریم، قطر سیم اگر D باشد، آنگاه داریم: (که در آن N تعداد حلقه‌هاست)

$$ND = \ell$$

$$\frac{B_{۲}}{B_{۱}} = \frac{\mu_{۰}\frac{N_{۲}}{\ell_{۲}}I}{\mu_{۰}\frac{N_{۱}}{\ell_{۱}}I} = \frac{N_{۲}}{N_{۱}} \times \frac{\ell_{۱}}{\ell_{۲}} = \frac{N_{۲}}{N_{۱}} \times \frac{N_{۱}D}{N_{۲}D} = ۱$$

۷۰ - گزینه ۳ گزینه‌ی (۱) و (۴) نادرست هستند – زیرا آهن و فولاد هر دو فرومغناطیس هستند. با این تفاوت که فولاد فرومغناطیس سخت می‌باشد که حجم حوزه‌های مغناطیسی آن به سختی تغییر می‌کند. اما آهن خالص فرومغناطیس نرم است و حجم حوزه‌های مغناطیسی آن به سهولت تغییر می‌کند.

گزینه‌ی (۲) نادرست است – زیرا برای ساخت آهنربای دائمی و غیردائمی به ترتیب باید از یک ماده‌ی فرومغناطیس سخت (فولاد) و یک ماده‌ی فرومغناطیس نرم (آهن خالص)، استفاده شود.

گزینه‌ی (۳) درست است – طبق توضیحات فوق

۷۱ - گزینه ۲ مورد «ت» نادرست است زیرا در مواد دیامغناطیسی ، دو قطبی‌های مغناطیسی در خلاف جهت میدان مغناطیسی خارجی القا می‌شوند.

۷۲ - گزینه ۱ همهٔ عبارت‌ها به جز (ث) نادرست هستند.

۷۳ - گزینه ۱ مانند زیر اثبات می‌شود که رابطهٔ تغییر شار با بار عبوری از پیچه به‌صورت $\Delta q = \left|\frac{N}{R}\Delta\Phi\right|$ می‌باشد و رابطهٔ مقایسه‌ای آن در دو حالت به‌صورت زیر خواهد شد:

$$|\bar{\varepsilon}| = \bar{I}R = \left|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| \Rightarrow \bar{I}\Delta t = \left|-\frac{N\Delta\Phi}{R}\right| \Rightarrow \Delta q = \left|-N\frac{\Delta\Phi}{R}\right| \xrightarrow[R \text{ ثابت است}]{N=۱}$$

$$\frac{\Delta q_{۲}}{\Delta q_{۱}} = \left|\frac{\Delta\Phi_{۲}}{\Delta\Phi_{۱}}\right| \Rightarrow \frac{\Delta q_{۲}}{۱/۸} = \frac{|۱/۲ - ۰/۴|}{|۰/۴ - ۰/۲|} \Rightarrow \Delta q_{۲} = ۷/۲\ mC$$

۷۴ - گزینه ۲ در طول مدت ورود قاب به داخل میدان، تغییر شار در هر سه حالت یکسان است، طبق رابطهٔ $\varepsilon = BLv$ (که در آن L مؤلفه‌ای از ضلع قاب است که عمود بر سرعت است)، هرچه طول ضلع قائم واردشونده به میدان بزرگ‌تر باشد، نیروی محرکهٔ القایی بزرگ‌تری القا می‌شود.

۷۵ - گزینه ۱ با استفاده از قانون القای فاراده و توجه به اینکه مساحت حلقه در حال تغییر است خواهیم داشت:

$$A_{۱} = \pi \times (۰/۱)^{۲}$$

$$A_{۲} = \pi \times (۰/۱۲)^{۲}$$

$$|\bar{\varepsilon}| = NB\cos\alpha\frac{\Delta A}{\Delta t} = ۱ \times \frac{۲۰}{\pi} \times ۱ \times \frac{\pi(۱۴۴ \times ۱۰^{-۴} - ۱۰۰ \times ۱۰^{-۴})}{۰/۱} = ۰/۸۸V$$

۷۶ - گزینه ۳ می‌دانیم که اگر شار عبوری از یک پیچه تغییر کند نیروی محرکه‌ای در آن القا می‌شود که مقدار این نیروی محرکهٔ القایی از رابطهٔ $\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ به دست می‌آید.

$$\phi_{۱} = B_{۱}A\cos\theta = ۵ \times (۳۰ \times ۱۰^{-۴}m^{۲}) \times \cos(۰^{\circ}) = ۱۵ \times ۱۰^{-۳}(Wb)$$

$$\phi_{۲} = B_{۲}A\cos\theta = ۱۰ \times (۳۰ \times ۱۰^{-۴}m^{۲}) \times \cos(۰^{\circ}) = ۳۰ \times ۱۰^{-۳}(Wb)$$

$$\varepsilon = -N\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -۱۰۰ \times \frac{(۳۰ \times ۱۰^{-۳} - ۱۵ \times ۱۰^{-۳})}{۰/۵} = -۳V$$

۷۷ - گزینه ۳ در حالتی که سیم AB حرکتی نداشته باشد، جریان عبوری از آمپرسنج برابر است با: $I = \frac{\varepsilon}{r+R} = \frac{۱۲}{۲+۱} = ۴A$

می‌خواهیم آمپرسنج $۵A$ را نشان دهد. ۲ راه در پیش داریم. جهت حرکت سیم AB به‌گونه‌ای باشد که نیروی محرکهٔ القایی ایجادشده حاصل از حرکت آن به ε کمک کرده و هم‌سو باشد یا در خلاف جهت آن: $I = ۵A = \frac{|\varepsilon \pm \varepsilon'|}{R+r} = \frac{|۱۲ \pm \varepsilon'|}{۳}$

(ε' نیروی محرکهٔ القایی ایجاد شده است.)

$$\rightarrow |۱۲ \pm \varepsilon'| = ۱۵ \Rightarrow \begin{cases} ۱۲ + \varepsilon' = ۱۵ \rightarrow \varepsilon' = ۳(V) \rightarrow \text{اگر هم‌سو با } \varepsilon \text{ باشد} \\ \varepsilon' - ۱۲ = ۱۵ \rightarrow \varepsilon = ۲۷(V) \rightarrow \text{اگر در خلاف جهت } \varepsilon \text{ باشد} \end{cases}$$

می‌دانیم نیروی محرکهٔ القایی ایجادشده در دو سر سیم لغزندهٔ AB از رابطهٔ $|\varepsilon'| = BLv\sin\alpha$ به دست می‌آید که در آن (α زاویهٔ سطح قاب با خطوط میدان و v سرعت حرکت میلهٔ AB است.) اگر بخواهیم میلهٔ AB در مدت ۰٫۲ ثانیه حداکثر جابه‌جایی را داشته باشد باید v بیشترین مقدار و در نتیجه ε' بیشترین مقدار را داشته باشد. یعنی:

$$\varepsilon' = ۲۷(V) = BLv\sin ۹۰^\circ \Rightarrow ۲۷ = ۴ \times ۱ \times V_m \Rightarrow V_{\max} = ۶٫۷۵ m/s \rightarrow \boxed{\Delta x = v_{\max}\Delta t = ۶٫۷۵ \times ۰٫۲ = ۱٫۳۵ m}$$

قدم چهارم: و اکنون باید بررسی کنیم که سیم لغزندهٔ AB در کدام جهت بایستی حرکت داده شود. جریان اصلی در قاب در جهت پادساعتگرد است. بنابراین جهت جریان القایی حاصل از ε' (القایی) بایستی ساعتگرد باشد (چون نتیجه گرفتیم که ε' باید خلاف جهت ε باشد). در این صورت میدان القایی حاصل از این جریان القایی ساعتگرد به شکل درون‌سو یعنی در جهت B اصلی خواهد بود. و این به مفهوم این است که بایستی شار مغناطیسی ϕ در حال کاهش بوده باشد یعنی میلهٔ AB در جهت (۲) حرکت داده شده است.

۷۸ - گزینه ۴ می‌دانیم: (تغییر شار) - = مساحت زیر نمودار $\varepsilon - t$

در بازهٔ t_1 تا t_2، مساحت زیر نمودار صفر است پس تغییر شار نداریم (φ ثابت) (رد گزینه‌های ۱ و ۲)

و بازهٔ ۰ تا t_1، مساحت زیرنمودار مثبت (بالای نمودار) پس تغییرات شار منفی است. (رد گزینهٔ ۳)

۷۹ - گزینه ۴

$$\varepsilon = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -N\frac{\Delta BA\cos\theta}{\Delta t}$$

افزایش سرعت حرکت آهنربا، Δt را کاهش می‌دهد؛ در نتیجه در اندازهٔ نیروی محرکه القایی متوسط مؤثر است. همچنین مقدار نیروی محرکه القایی با مساحت هر حلقهٔ سیملوله و تعداد دورهای سیملوله رابطهٔ مستقیم دارد.

۸۰ - گزینه ۲ ابتدا به سراغ فصل گرما می‌رویم و به کمک رابطهٔ انبساط سطحی، افزایش مساحت حلقه را به دست می‌آوریم:

$$\Delta A = A_1(۲\alpha)\Delta\theta = \pi r_1^۲(۲\alpha)\Delta\theta = ۳(۰٫۱)^۲ \times ۲(۲ \times ۱۰^{-۵}) \times ۱۰۰ = ۱۲ \times ۱۰^{-۵} m^۲$$

با افزایش مساحت حلقه، شار عبوری از آن تغییر می‌کند و طبق قانون فاراده در این حلقه نیروی محرکه‌ای القا می‌شود که اندازهٔ آن به‌صورت زیر به دست می‌آید:

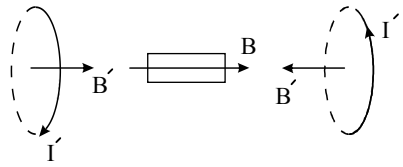
$$|\varepsilon| = |-\cancel{N}^{۱} B\cancel{\cos\theta}^{۱}\frac{\Delta A}{\Delta t}| = ۶ \times \frac{۱۲ \times ۱۰^{-۵}}{۱۰} = ۷٫۲ \times ۱۰^{-۵} V = ۷۲ MV$$

۸۱ - گزینه ۴

$$N = \frac{L}{۲\pi r} \Rightarrow ۱۰۰ = \frac{۲۰۰}{۶r} \Rightarrow r = \frac{۱}{۳}$$

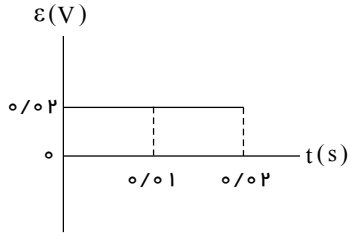
$$|\bar{I}| = \frac{N}{R}\cdot\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = \frac{N}{R}\cdot\frac{A\Delta B\cos\theta}{\Delta t} = \frac{۱۰۰}{۲٫۵} \times \pi(\frac{۱}{۳})^۲ \times \cos ۶۰^\circ \times ۰٫۷۵ \xrightarrow{\pi=۳} I = ۴۰ \times \frac{۱}{۳} \times \frac{۱}{۲} \times \frac{۳}{۴} = ۵A$$

۸۲ - گزینه ۲ با حرکت سیملوله به طرف راست، شار عبوری از حلقهٔ سمت راست افزایش و شار عبوری در حلقهٔ سمت چپ کاهش می‌یابد. طبق قانون لنز در هر یک از حلقه‌ها میدانی ایجاد می‌شود که با تغییر شار مخالفت کند. طبق قاعدهٔ دست راست در حلقهٔ سمت راست جریان در جهت (۴) و در حلقهٔ سمت چپ میدان در جهت (۱) ایجاد می‌شود.



۸۳ - گزینه ۲ چون نمودار ($\phi - t$) به‌صورت یک خط مایل با شیب ثابت است بنابراین $\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ در هر بازهٔ زمانی در این نمودار داده‌شده ثابت است. برای سهولت و تسریع در حل بازهٔ زمانی $t = ۰$ تا $t = ۰٫۰۱ s$ را انتخاب می‌کنیم:

$$\varepsilon = \bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -(۱)(\frac{۰ - ۲ \times ۱۰^{-۳}}{۰٫۰۱ - ۰}) = ۰٫۲V$$



۸۴ - گزینه ۳ انرژی مغناطیسی ذخیره شده در سیملوله برابر است با:

$$U = \frac{۱}{۲}LI^۲ \xrightarrow{I=\frac{V}{R}} U = \frac{۱}{۲}L(\frac{V}{R})^۲ \Rightarrow \frac{U_۱}{U_۲} = \frac{L_۱}{L_۲} \times (\frac{V_۱}{V_۲})^۲ \times (\frac{R_۲}{R_۱})^۲$$

$$\frac{۳}{۲} = \frac{L_۱}{L_۲} \times (\frac{V_۱}{۲V_۱})^۲ \times (\frac{R_۲}{۸R_۲})^۲ \Rightarrow \frac{۳}{۲} = \frac{L_۱}{L_۲} \times \frac{۱}{۴} \times \frac{۱}{۶۴} \Rightarrow \frac{۳}{۲} = \frac{L_۱}{L_۲} \times \frac{۱}{۲۵۶} \Rightarrow \frac{L_۱}{L_۲} = ۳۸۴$$

۸۵ - گزینه ۲ می‌دانیم انرژی ذخیره شده در یک القاگر حامل جریان از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$U = \frac{۱}{۲}LI^۲ \rightarrow ۲ \times ۱۰^{-۳} J = \frac{۱}{۲} \times L \times (۴۰۰)^۲ \rightarrow L = ۲۵ \times ۱۰^{-۳} H = ۲۵ mH$$

۸۶ - گزینه ۳

با توجه به معادلهٔ ولتاژ مولد، ولتاژ بیشینهٔ مولد $۲۰۰V$ است. در نتیجه برای مبدل آرمانی داریم:

$$\frac{V_۴}{V_۳}=\frac{N_۴}{N_۳}\Rightarrow\frac{۲۰۰}{V_۳}=\frac{۱۰۰}{۲۰}\Rightarrow V_۳=۴۰V$$

با توجه به این که ولتاژ گذرنده از پیچهٔ $N_۲$ با پیچهٔ $N_۳$ برابر است، داریم:

$$V_۲=V_۳=۴۰V$$

برای القای متقابل مبدل‌های $N_۱$ و $N_۲$ داریم:

$$\frac{V_۱}{V_۲}=\frac{N_۱}{N_۲}\Rightarrow\frac{V_۱}{۴۰}=\frac{۲۰}{۱۰}\Rightarrow V_۱=۸۰V$$

بنابراین بیشینهٔ توان مصرفی در لامپ ۱۰ اهمی برابر است با:

$$P=\frac{V_۱^۲}{R}=\frac{(۸۰)^۲}{۱۰}=۶۴۰W$$

۸۷ - گزینه ۱

$$B=\frac{\mu\cdot NI}{\ell}\Rightarrow ۹/۶\times۱۰^{-۴}=\frac{۴\pi\times۱۰^{-۷}\times\frac{۳۰}{۲\pi\times(۵\times۱۰^{-۲})\times I}}{۰/۵}\Rightarrow I=۴A\Rightarrow I=۴A$$

$$U=\frac{۱}{۲}LI^۲=\frac{۱}{۲}\times۰/۱۸\times۴^۲=۱/۴۴mJ$$

۸۸ - گزینه ۳

با استفاده از رابطهٔ میدان مغناطیسی درون سیملوله و با توجه به این نکته که میدان در داخل سیملوله عمود بر سطح سیملوله می‌باشد (در محاسبهٔ شار $\theta=۰$ می‌شود) داریم:

سیم‌لوله $B=\frac{\mu_۰NI}{\ell}$

$$\Phi=AB\cancel{\cos^{۰}\theta}=\frac{A\mu_۰NI}{\ell}\Rightarrow\Delta\Phi=\frac{\mu_۰AN}{\ell}\Delta I$$

$$\Delta\Phi=\frac{A\mu_۰N}{\ell}\times۰/۰۵$$

$$۱۰۰\times۱۰^{-۶}=\frac{A\mu_۰N}{\ell}\times۰/۰۵$$

$$۱۰^{-۴}=\frac{A\mu_۰N}{\ell}\times۵\times۱۰^{-۲}$$

$$\frac{A\mu_۰N}{\ell}=۰/۰۰۲\rightarrow L=\frac{\mu_۰N^۲A}{\ell}=۰/۰۰۲\times۴۰۰=۰/۸H$$

۸۹ - گزینه ۳

با استفاده از رابطهٔ مربوط به ضریب القاوری، داریم:

$$L_a=L_b\rightarrow\mu_۰\frac{N_a^۲}{\ell_a}A_a=\mu_۰\frac{N_b^۲}{\ell_b}A_b\xrightarrow[\ell_a=\frac{۱}{۴}\ell_b]{N_a=۳N_b}\frac{(۳N_b)^۲}{\frac{۱}{۴}\ell_b}\pi r_a^۲=\frac{N_b^۲}{\ell_b}\pi r_b^۲\rightarrow ۳۶r_a^۲=r_b^۲\rightarrow ۶r_a=r_b\rightarrow r_a=\frac{۱}{۶}r_b$$

۹۰ - گزینه ۱

با توجه به نمودار : $\frac{۵T}{۴}=۱۵\Rightarrow T=۱۲ms$

بیشینهٔ جریان : $I_m=\frac{\varepsilon_m}{R}=\frac{۱۶}{۴}=۴A$

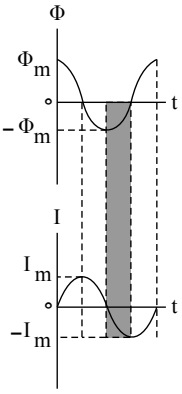
اولین لحظه‌ای که جریان بیشینه می‌شود : $t=\frac{T}{۴}=\frac{۱۲}{۴}=۳ms$

۹۱ - گزینه ۲ مقاومت الکتریکی کل قاب برابر است با:

$$R=۰/۱\times۱۰۰\times۴\times۰/۲=۸\Omega$$

$$\left.\begin{array}{l}I=I_m\sin(\frac{۲\pi}{T}t)\\ \varepsilon=\varepsilon_m\sin(\frac{۲\pi}{T}t)\end{array}\right\}\Rightarrow\frac{I}{\varepsilon}=\frac{I_m}{\varepsilon_m}=\frac{۱}{R}=\frac{۱}{۸}$$

۹۲ - گزینه ۴



اگر نمودارهای شار مغناطیسی عبوری از حلقه برحسب زمان و جریان القایی عبوری از حلقه را در یک دوره رسم کنیم، پاسخ مشخص خواهد شد.

۹۳ - گزینه ۴ با توجه به معادلهٔ جریان $I = I_{\max}\sin\frac{۲\pi}{T}t$ می‌توان گفت که در لحظاتی که $|\sin\frac{۲\pi}{T}t| = ۱$ شود، شدت جریان در حلقه بیشینه مقدار خود را دارد.

$$\frac{۲\pi}{T}t = (۲m-۱)\frac{\pi}{۲} \Rightarrow t = (۲m-۱)\frac{\pi}{۴} \qquad m = ۱,۲,۳,۴\ldots$$

و در دومین بار داریم:

$$m = ۲ \Rightarrow t = ۳\frac{T}{۴}$$

با مقایسهٔ $\Phi = ۰/۰۵\cos ۴۰\pi t$ و معادلهٔ $\Phi = \Phi_{\max}\cos\frac{۲\pi}{T}t$ خواهیم داشت:

$$\frac{۲\pi}{T} = ۴۰\pi$$

بنابراین دورهٔ تغییرات جریان برابر خواهد بود با:

$$\frac{۲\pi}{T} = ۴۰\pi \Rightarrow T = \frac{۱}{۲۰}s$$
$$m = ۲ \Rightarrow t = \frac{۳}{۴}\times\frac{۱}{۲۰} = \frac{۳}{۸۰}s$$

با توجه به این‌که در هر دوره دو بار جهت جریان عوض می‌شود، می‌توان نتیجه گرفت که در مدت یک دقیقه به اندازهٔ $n = \frac{t}{T} = \frac{۶۰}{\frac{۱}{۲۰}} = ۱۲۰۰$ دوره طی شده و بنابراین به تعداد $۱۲۰۰ \times ۲ = ۲۴۰۰$ بار جهت جریان عوض می‌شود.

۹۴ - گزینه ۴ به کمک رابطهٔ $P = \frac{V_۲^۲}{R}$، ولتاژ بیشینهٔ دو سر پیچهٔ ثانویه قابل محاسبه است:

$$۲۰ = \frac{V_۲^۲}{۵} \Rightarrow V_۲ = ۱۰V$$

با توجه به رابطهٔ نیروی محرکه پیچهٔ اولیه (ورودی)، $V_۱ = ۵V$ است. در مبدل‌های آرمانی داریم:

$$\frac{N_۲}{N_۱} = \frac{V_۲}{V_۱} \Rightarrow \frac{N_۲}{۴۰۰} = \frac{۱۰}{۵} \Rightarrow N_۲ = ۸۰۰ \text{ دور}$$

۹۵ - گزینه ۲ ابتدا به کمک رابطهٔ مبدل‌ها، $V_۲$ را به دست می‌آوریم:

$$\frac{V_۲}{V_۱} = \frac{N_۲}{N_۱} \Rightarrow \frac{V_۲}{۱۰۰} = \frac{۶۰۰}{۱۵۰} \Rightarrow V_۲ = ۴۰۰V$$

بیشینهٔ اختلاف پتانسیل دو سر مجموعهٔ مقاومت‌های $R_۱$ و $R_۲$ برابر $۴۰۰V$ است و چون این دو مقاومت متوالی هستند، جریان عبوری از هریک از آنها برابر بوده و برابر با جریان عبوری از مجموعهٔ دو سر آنها می‌باشد. داریم:

$$R_{۱,۲} = R_۱ + R_۲ = ۴\Omega$$

$$I_۲ = I_{۱,۲} = \frac{V_{۱,۲}}{R_{۱,۲}} = \frac{۴۰۰}{۴} = ۱۰۰A$$

پلهٔ سوم:

$$P_۲ = R_۲I_۲^۲ = ۳\times(۱۰۰)^۲ = ۳\times۱۰^۴W = ۳۰kW$$

۹۶ - گزینه ۴

طبق نمودار : $I_m = ۴A\,,\ \frac{۳T}{۴} = ۱۲\times۱۰^{-۳} \Rightarrow T = ۱۶\times۱۰^{-۳}s = ۱۶ms$

اولین لحظه‌ای که جریان بیشینه می‌شود در $t = \frac{T}{۴}$ است که برابر ۴ میلی‌ثانیه خواهد بود.

$$I = ۴\sin(\frac{۲\pi}{۱۶ \times ۱۰^{-۳}}t) \xrightarrow{t=۱۲\times۱۰^{-۳}s} I = ۴\sin(\frac{۳\pi}{۲}) = -۴A$$

$$\varepsilon = RI = ۵ \times (-۴) = -۲۰V \Rightarrow |\varepsilon| = ۲۰V$$

۹۷ - گزینه ۲ می‌دانیم که معادلهٔ جریان متناوب در SI به صورت زیر است، بنابراین داریم:

$$I = I_{\max}\sin\frac{۲\pi}{T}t \xrightarrow[T=۰/۰۲s]{I_{\max}=۲A} I = ۲\sin\frac{۲\pi}{۰/۰۲}t \to I = ۲\sin ۱۰۰\pi t$$

پاسخنامه کلیدی

۱ - ۴
۲ - ۱
۳ - ۲
۴ - ۴
۵ - ۴
۶ - ۳
۷ - ۱
۸ - ۱
۹ - ۱
۱۰ - ۱
۱۱ - ۱
۱۲ - ۴
۱۳ - ۴
۱۴ - ۱
۱۵ - ۱
۱۶ - ۳
۱۷ - ۲
۱۸ - ۱
۱۹ - ۲
۲۰ - ۱
۲۱ - ۱
۲۲ - ۴
۲۳ - ۱
۲۴ - ۲
۲۵ - ۳
۲۶ - ۱
۲۷ - ۲
۲۸ - ۳
۲۹ - ۲
۳۰ - ۱
۳۱ - ۲
۳۲ - ۴
۳۳ - ۲
۳۴ - ۲
۳۵ - ۴
۳۶ - ۴
۳۷ - ۴
۳۸ - ۳
۳۹ - ۱
۴۰ - ۳
۴۱ - ۲
۴۲ - ۳
۴۳ - ۱
۴۴ - ۴
۴۵ - ۲
۴۶ - ۳
۴۷ - ۱
۴۸ - ۴
۴۹ - ۲
۵۰ - ۴
۵۱ - ۲
۵۲ - ۱
۵۳ - ۳
۵۴ - ۴
۵۵ - ۱
۵۶ - ۴
۵۷ - ۲
۵۸ - ۳
۵۹ - ۲
۶۰ - ۱
۶۱ - ۳
۶۲ - ۱
۶۳ - ۴
۶۴ - ۲
۶۵ - ۱
۶۶ - ۱
۶۷ - ۱
۶۸ - ۴
۶۹ - ۱
۷۰ - ۳
۷۱ - ۲
۷۲ - ۱
۷۳ - ۱
۷۴ - ۲
۷۵ - ۱
۷۶ - ۳
۷۷ - ۳
۷۸ - ۴
۷۹ - ۴
۸۰ - ۲
۸۱ - ۴
۸۲ - ۲
۸۳ - ۲
۸۴ - ۳
۸۵ - ۲
۸۶ - ۳
۸۷ - ۱
۸۸ - ۳
۸۹ - ۳
۹۰ - ۱
۹۱ - ۲
۹۲ - ۴
۹۳ - ۴
۹۴ - ۴
۹۵ - ۲
۹۶ - ۴
۹۷ - ۲