تاریخ : وقت : دقیقه

نام و نام خانوادگی : تعداد سوالات: ۱۰۸

فیزیک ۳ فصل ۱ : ترمودینامیک

دبیرستان سلام تجریش

۱. کدام‌یک از گزینه‌های زیر درست است؟

۱) برای مقدار معینی گاز کامل، نسبت $\frac{PV}{T}$ به نوع و مقدار گاز بستگی دارد.

۲) برای مقدار معینی گاز کامل، نسبت $\frac{PV}{T}$ تنها به مقدار گاز بستگی دارد.

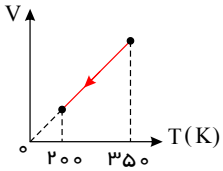
۳) برای مقدار معینی گاز کامل، نسبت $\frac{PV}{T}$ تنها به نوع گاز بستگی دارد.

۴) برای همه‌ی گازهای کامل، نسبت $\frac{PV}{T}$ یک عدد ثابت معین است.

۲. یک مول گاز کامل درون مخزنی استوانه‌ای به سطح قاعده‌ی $۴m^۲$ و ارتفاع $۸۰cm$ قرار دارد. اگر دمای گاز $۲۷^\circ C$ باشد، فشار گاز چند پاسکال است؟ $\left(R = ۸\frac{J}{mol\cdot K}\right)$

۱) ۷۵۰ ۲) ۶/۷۵ ۳) ۷۵ ۴) ۶۷/۵

۳. نمودار $V-T$ فرآیندی که دو مول گاز کامل دو اتمی طی می‌کند، مطابق شکل زیر است. کار انجام شده توسط محیط بر روی گاز در این فرآیند چند ژول است؟ $(R = ۸\frac{J}{mol\cdot K})$



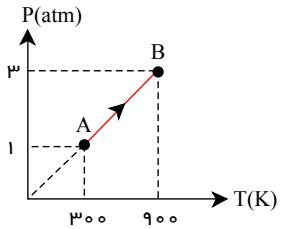
۱) -۲۴۰۰ ۲) ۲۴۰۰

۳) ۳۶۰۰ ۴) -۳۶۰۰

۴. یک ماشین گرمایی درون‌سوز در هر چرخه $۸۰۰۰J$ گرما از سوزاندن سوخت دریافت می‌کند و $۶۰۰۰J$ گرما تلف می‌کند. با فرض آرمانی بودن ماشین، بازده این ماشین چند درصد است؟

۱) ۵۰ ۲) ۲۰ ۳) ۷۵ ۴) ۲۵

۵. پنج مول گاز کامل تک‌اتمی فرآیند AB نشان داده شده شکل مقابل را طی می‌کند. در مورد کار انجام شده روی گاز و گرمای داده شده به آن در این فرآیند کدام درست است؟



$(CP = \frac{۵}{۲}R\ ,\ CV = \frac{۳}{۲}R\ ,\ R = ۸\frac{J}{mol\cdot K})$

۱) $W = ۲۴\ kJ$

۲) $W = ۱۲kJ$

۳) $Q = ۳۶kJ$

۴) $Q = ۶۰kJ$

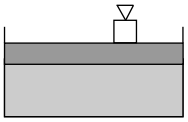
۶. در حجم ثابت، دمای چند مول گاز کامل تک‌اتمی را $۸۰^\circ C$ کاهش دهیم تا انرژی درونی آن $۲۴۰۰\ J$ کم شود؟ $(CV = ۱۲\frac{J}{mol\cdot K})$

۱) ۱/۲۵ ۲) ۱/۷۵ ۳) ۲/۵ ۴) ۲

۷. اگر در فشار ثابت، مقداری گاز کامل تک‌اتمی ۳۰۰ ژول کار انجام دهد، انرژی درونی آن ..... ژول ..... می‌شود. $(CV = \frac{۳}{۲}R)$

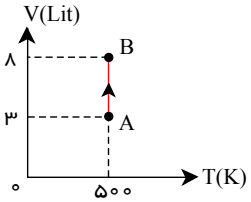
۱) ۴۵۰، زیاد ۲) ۴۵۰، کم ۳) ۷۵۰، زیاد ۴) ۷۵۰، کم

۸. دمای مقدار معینی گاز کامل که در زیر پیستون و در فشار ثابت $2atm$ قرار دارد را $50K$ کاهش می‌دهیم. سپس بر روی پیستون وزنه‌ای قرار داده و فشار آن‌را به $6atm$ می‌رسانیم. پس از به تعادل رسیدن مجموعه، طی یک فرایند فشار ثابت، دمای گاز را $50K$ کاهش می‌دهیم. نسبت کار انجام شده در فرایند هم‌فشار دوم به فرایند هم‌فشار اول کدام است؟



۱) بزرگ‌تر از یک
۲) کوچک‌تر از یک
۳) برابر با یک
۴) باید تعداد مول‌های گاز معلوم باشد.

۹. در فرآیند AB شکل مقابل، به گاز کامل ۱۰۰۰ ژول گرما داده شده و فشار آن ۱٫۵ اتمسفر تغییر کرده است. گاز چند ژول کار انجام داده و فشار اولیه‌ی گاز (P_A) چند اتمسفر بوده است؟



۱) ۱۰۰۰ ژول و ۲٫۴ اتمسفر
۲) ۱۰۰۰ ژول و ۱٫۲ اتمسفر
۳) ۱۵۰۰ ژول و ۲٫۴ اتمسفر
۴) ۱۵۰۰ ژول و ۱٫۲ اتمسفر

۱۰. در یک فرایند هم‌فشار، انرژی درونی مقدار معینی گاز کامل تک‌اتمی به اندازه‌ی $300\ J$ تغییر کرده است. قدرمطلق گرمای مبادله شده، چند ژول است؟ $\left(C_P=\frac{5}{2}R\ ,\ C_V=\frac{3}{2}R\right)$

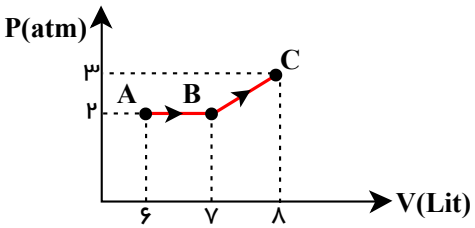
۱) ۲۰۰ ۲) ۳۰۰ ۳) ۴۰۰ ۴) ۵۰۰

۱۱. اگر به صورت بی‌دررو، حجم گاز کاملی کم شود:
۱) دمای گاز کم می‌شود.
۲) انرژی درونی گاز ثابت می‌ماند.
۳) متوسط انرژی جنبشی ذرات گاز زیاد می‌شود.
۴) فشار گاز کم می‌شود.

۱۲. طی یک فرایند آرمانی بی‌دررو، دمای نیم مول گاز کامل تک‌اتمی از $400K$ به $200K$ رسیده است. کار انجام شده بر روی گاز طی این فرایند چند ژول است؟ $\left(C_V=\frac{3}{2}R\ ,\ R=8\frac{J}{mol\cdot K}\right)$

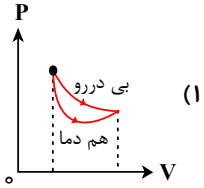
۱) ۱۲۰۰ ۲) -1200 ۳) ۸۰۰ ۴) -800

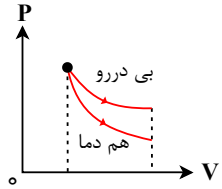
۱۳. مقداری گاز کامل تک‌اتمی $\left(C_V=\frac{3}{2}R\right)$ فرآیند ABC شکل مقابل را انجام می‌دهد. در کل این فرآیند چند ژول گرما به گاز داده شده است؟ $\left(R=8\frac{J}{mol\cdot K}\right)$

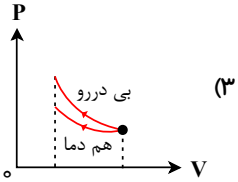


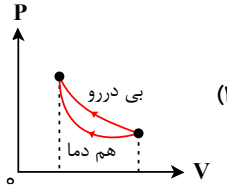
۱) ۱۳۵۰
۲) ۲۲۵۰
۳) ۱۸۰۰
۴) ۲۷۰۰

۱۴. کدام‌یک از شکل‌های زیر، مقایسه‌ی بین نمودارهای $P-V$ی فرایندهای بی‌دررو و هم‌دما را برای مقدار معینی گاز کامل در یک تغییر حجم معین، به درستی نشان می‌دهد؟

۱) 

۲) 

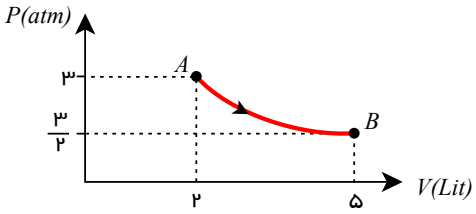
۳) 

۴) 

۱۵. مقدار معینی گاز کامل در یک انبساط بی دررو $200\ J$ کار بر روی محیط انجام می‌دهد. تغییرات انرژی درونی گاز چند ژول است؟

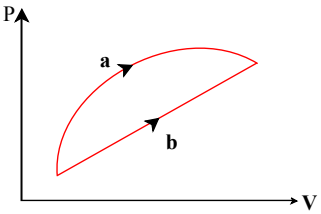
۱) -200 ۲) ۲۰۰ ۳) ۱۰۰ ۴) -100

۱۶. در فرآیند AB شکل مقابل، گاز کامل:



۱) کار و گرما دریافت کرده است.
۲) کار انجام داده و گرما دریافت کرده است.
۳) کار دریافت کرده و گرما از دست داده است.
۴) کار انجام داده و گرما از دست داده است.

۱۷. اگر مقداری گاز کامل فرآیندهای a و b را به صورت جداگانه انجام دهد، کدام‌یک از موارد زیر درست است؟ (W: کار انجام شده روی گاز و Q: گرمای داده شده به گاز)



۱) $|W_a| < |W_b|\ ,\ |Q_a| > |Q_b|$
۲) $|W_a| < |W_b|\ ,\ |Q_a| < |Q_b|$
۳) $|W_a| > |W_b|\ ,\ |Q_a| > |Q_b|$
۴) $|W_a| > |W_b|\ ,\ |Q_a| < |Q_b|$

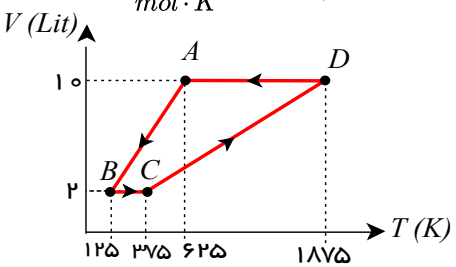
۱۸. با توجه به علامت‌های جبری $\Delta U, W, Q$، برای مقدار معینی گاز کامل، در کدام گزینه الزاماً قانون اول ترمودینامیک نقض شده است؟

۱) $\Delta U > ۰, Q > ۰, W > ۰$
۲) $\Delta U > ۰, Q < ۰, W > ۰$
۳) $\Delta U < ۰, Q > ۰, W < ۰$
۴) $\Delta U > ۰, Q < ۰, W < ۰$

۱۹. در یک فرآیند ترمودینامیکی کدام کمیت به مسیر فرآیند بستگی ندارد؟

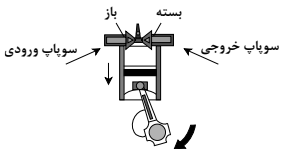
۱) کار انجام شده
۲) گرمای مبادله شده
۳) تغییرات انرژی درونی
۴) اندازه همه کمیت‌های مطرح شده به مسیر فرآیند بستگی دارد.

۲۰. چرخه‌ی شکل مقابل مربوط به ۰٫۲ مول گاز کامل است. گاز در هر چرخه چند ژول کار انجام می‌دهد؟ $(R \simeq ۸ \frac{J}{mol \cdot K})$



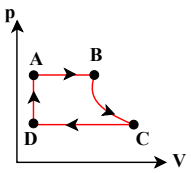
۱) ۱۸۰۰
۲) ۸۰۰
۳) ۱۴۰۰
۴) ۱۶۰۰

۲۱. در شکل زیر اجزای موتور یک ماشین بنزینی نشان داده شده است. در این شکل موتور ماشین در چه مرحله‌ای است و مرحله‌ی بعدی کدام است؟



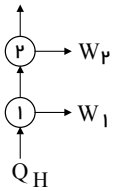
۱) تخلیه – مکش
۲) مکش – تراکم
۳) تراکم – مکش
۴) انجام کار – تخلیه

۲۲. شکل مقابل، چرخه‌ای را نشان می‌دهد که آب و بخار آب در ماشین بخار طی می‌کنند. کدام‌یک از بیان‌های زیر در مورد این چرخه، نادرست است؟



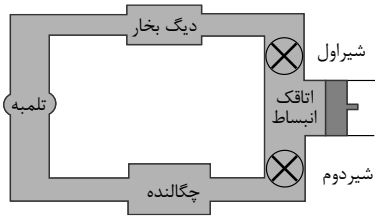
۱) آب در فرایند AB در فشار ثابت می‌جوشد و بخار می‌شود.
۲) افزایش حجم در فرایند AB به علت تبدیل آب به بخار آب است.
۳) در فرایند DA، تلمبه فشار آب را با یک فرایند هم‌حجم به فشار اولیه‌ی دیگ بخار می‌رساند.
۴) در فرایند CD و در چگالنده به علت تراکم بخار آب در فشار ثابت، دمای آن افزایش می‌یابد.

۲۳. در طرح‌واره‌ی شکل مقابل، بازده‌ی ماشین گرمایی (۱) برابر با ۴۰٪ و بازده‌ی ماشین گرمایی (۲) برابر با ۵۰٪ است. حاصل $\frac{|W_1|}{|W_2|}$ کدام است؟



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

۲۴. در شکل زیر، طرح یک ماشین بخار دیده می‌شود. وقتی پیستون به سمت چپ می‌رود، شیر اول و شیر دوم به ترتیب، از راست به چپ چه وضعی دارند؟



۱) باز – باز ۲) باز – بسته
۳) بسته – باز ۴) بسته – بسته

۲۵. اختلاف دمای چشمه‌ی سرد و گرم یک ماشین گرمایی ۳۰۰ درجه‌ی سلسیوس و بازده آن ۳۰ درصد است. اگر چرخه‌ی این ماشین، چرخه‌ی کارنو باشد، دمای چشمه‌ی سرد آن چند درجه‌ی سلسیوس است؟

۱) ۶۷۳ ۲) ۲۲۷ ۳) ۳۷۳ ۴) ۴۲۷

۲۶. در یک ماشین کارنو، دمای چشمه‌ی سرد $۷۷^\circ C$ و دمای چشمه‌ی گرم $۲۲۷^\circ C$ است. این ماشین برای انجام ۱۵۰۰۰ ژول کار، چند کیلوژول گرما به چشمه‌ی سرد می‌دهد؟

۱) ۳۵ ۲) ۲۵ ۳) ۵۰ ۴) ۴۵

۲۷. یک یخچال برای آن که دمای ۱۰ کیلوگرم آب را بدون تغییر حالت، $۲۰^\circ C$ پایین بیاورد، به هوای محیط $۱۰^۶$ ژول گرما می‌دهد. اگر گرمای ویژه‌ی آب $۴\frac{J}{g\cdot K}$ باشد، ضریب عملکرد یخچال کدام است؟

۱) ۶ ۲) ۵ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۸. با توجه به جدول زیر، کدام وسیله نشان دهنده‌ی یخچالی است که در آن قانون دوم ترمودینامیک نقض می‌شود؟

وسیله	$Q_H(J)$	$Q_C(J)$	$W(J)$
A	۱۰۰	−۶۰	−۴۰
B	−۵۰	۵۰	۰
C	−۱۰۰	۶۰	۴۰
D	۵۰	۰	−۵۰

۱) A ۲) B
۳) C ۴) D

۲۹. اگر اندازه‌ی گرمایی که یک یخچال به محیط بیرون می‌دهد، $\frac{۶}{۵}$ برابر اندازه‌ی گرمایی باشد که از مواد داخل یخچال می‌گیرد، ضریب عملکرد این یخچال کدام است؟

۱) ۴ ۲) ۵ ۳) ۶ ۴) ۷

۳۰. در یک انبساط هم‌دمای مقدار معینی گاز کامل، تمام گرمای دریافتی توسط گاز به کار تبدیل می‌شود. باتوجه به این جمله، قانون اول ترمودینامیک ..... و قانون دوم ترمودینامیک .....

۱) نقض می‌شود – نقض نمی‌شود. ۲) نقض نمی‌شود – نقض می‌شود.
۳) نقض نمی‌شود – نیز نقض نمی‌شود. ۴) نقض می‌شود – نیز نقض می‌شود.

۳۱. چگالی ۲۴ گرم گاز کامل اکسیژن، در فشار ۰٫۷ اتمسفر و دمای $۷^\circ C$، چند کیلوگرم بر متر مکعب است؟

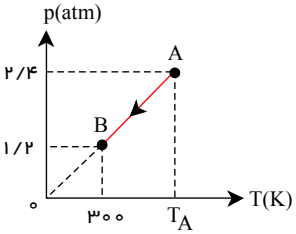
$$(R = ۸\frac{J}{mol\cdot K}\ ,\ M_{O۲} = ۳۲\frac{g}{mol})$$

۱) ۱ ۲) ۰٫۵ ۳) $۱۰^{-۳}$ ۴) ۵×۱۰^{-۴}

۳۲. دو ظرف، اولی به حجم ۳ لیتر حاوی گاز کامل اکسیژن با فشار $3atm$ و دومی به حجم ۷ لیتر حاوی گاز کامل ازت با فشار $5atm$ را که دمای یکسان دارند، به هم وصل می‌کنیم. اگر دما ثابت بماند، فشار مخلوط دو گاز پس از برقراری تعادل چند اتمسفر می‌شود؟

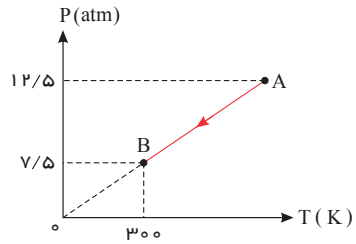
۱) ۴٫۴ ۲) ۱۰٫۱ ۳) ۳٫۴ ۴) ۲٫۶

۳۳. در شکل مقابل، نمودار $P-T$ی مقدار معینی گاز کامل رسم شده است. به ترتیب از راست به چپ، کار انجام شده توسط محیط بر روی گاز در فرآیند AB چند ژول و دمای گاز در حالت A چند کلوین است؟



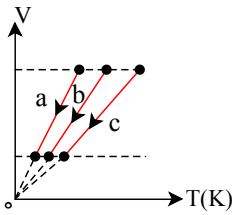
۱) ۰ ، ۹۰۰
۲) ۵۴۰ ، ۹۰۰
۳) ۵۴۰ ، ۶۰۰
۴) ۰ ، ۶۰۰

۳۴. مطابق نمودار شکل زیر، m گرم گاز کامل دو اتمی طی فرایند آرمانی AB به اندازه‌ی $16٫8kJ$ گرما با محیط پیرامون خود مبادله می‌کند. اگر جرم مولکولی این گاز $32\frac{g}{mol}$ باشد، m چند گرم است؟ $(CP=28\frac{J}{mol\cdot K}\ ,\ CV=20\frac{J}{mol\cdot K})$



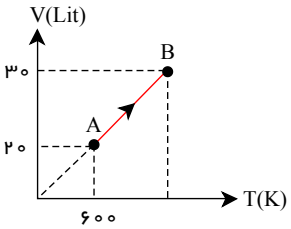
۱) ۶۴
۲) ۶۷٫۲
۳) ۹۶۰
۴) ۱۳۴٫۴

۳۵. مقدار معینی از یک گاز کامل تک‌اتمی سه فرایند a، b و c را انجام داده است. کار انجام شده بر روی گاز در کدام فرایند بیش‌تر است؟



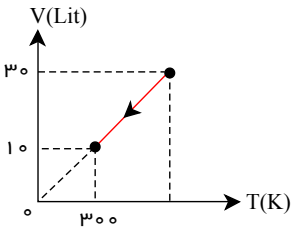
۱) a
۲) b
۳) c
۴) کار انجام شده در هر سه فرایند با هم مساوی است.

۳۶. در فرآیند AB شکل مقابل، ۰٫۵ مول گاز کامل تک اتمی چند ژول کار انجام می دهد؟ $(R\simeq 8\frac{J}{mol\cdot K})$



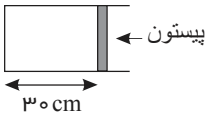
۱) ۱۲۰۰
۲) ۱۸۰۰
۳) ۳۰۰۰
۴) ۲۵۰۰

۳۷. در شکل زیر، نمودار $V-T$ برای نیم‌مول گاز کامل دو اتمی رسم شده است. در این فرایند گاز به اندازه‌ی ..... ژول گرما ..... است. $(CP=\frac{7}{2}R\ ,\ R=8\frac{J}{mol\cdot K})$



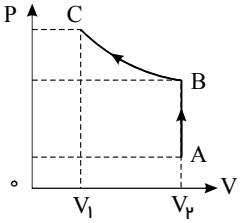
۱) ۱۰۵۰، گرفته
۲) ۱۰۵۰، داده
۳) ۸۴۰۰، گرفته
۴) ۸۴۰۰، داده

۳۸. مطابق شکل زیر، مقداری گاز کامل درون یک ظرف استوانه‌ای شکل محبوس است و پیستون دارای وزن ۲۰۰ نیوتون و سطح مقطع $100cm^2$ می‌باشد. اگر ظرف را به حالت قائم درآوریم طوری‌که پیستون بالا قرار گیرد، پیستون چند سانتی‌متر جابه‌جا می شود؟ (فشار هوای محیط $10^5 Pa$، دما ثابت و اصطکاک ناچیز است.)



۱) ۵
۲) ۰٫۰۵
۳) ۲٫۵
۴) ۱۰

۳۹. مطابق شکل زیر، مقدار معینی گاز کامل تک اتمی، طی دو فرآیند هم‌حجم AB و هم‌دمای BC از حالت A به حالت C می‌رود. اگر تغییر انرژی درونی گاز در فرآیند هم‌حجم برابر $200J$ و کار انجام شده توسط محیط بر روی گاز در فرآیند هم‌دما برابر با $300J$ باشد، کل گرمای مبادله شده توسط گاز در فرآیند ABC چند ژول است؟

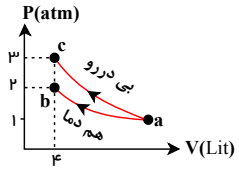


۱) ۱۰۰
۲) ۵۰۰
۳) -500
۴) -100

۴۰. در یک فرایند بی‌دررو، وقتی دمای مطلق مقدار معینی گاز کامل از T به $2T$ افزایش می‌یابد، اندازه‌ی کار انجام شده به وسیله‌ی گاز W می‌باشد. وقتی دمای مطلق از $2T$ به $3T$ افزایش می‌یابد، اندازه‌ی کار انجام شده توسط گاز چگونه است؟

۱) بیش‌تر از W است.
۲) کم‌تر از W است.
۳) برابر با W است.
۴) بسته به مقدار T، هر سه گزینه‌ی «۱» و «۲» و «۳» می‌توانند درست باشند.

۴۱. نمودار دو تحول برای مقدار معینی از یک گاز کامل تک‌اتمی در شکل مقابل دیده می‌شود. در فرایند بی‌دررو چند ژول کار روی گاز انجام شده است؟ $(C_{MV}=\frac{3}{2}R)$

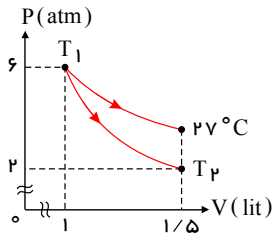


۱) ۳۰۰
۲) ۵۰۰
۳) ۶۰۰
۴) ۱۰۰۰

۴۲. اگر مقداری گاز کامل از حالت (P_1,V_1,T_1) به صورت بی‌دررو تا حالت (P_2,V_2,T_2) منبسط شوند به‌طوری‌که $V_2=2V_1$ باشد، کدام یک از موارد زیر درست است؟

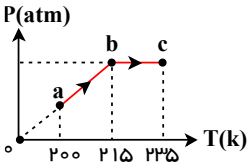
۱) $T_2<T_1, P_1>P_2>\frac{1}{2}P_1$
۲) $T_2<T_1, P_2<\frac{1}{2}P_1$
۳) $T_2>T_1, P_1>P_2>\frac{1}{2}P_1$
۴) $T_2>T_1, P_2<\frac{1}{2}P_1$

۴۳. در شکل زیر نمودار $P-V$ی مقدار معینی گاز کامل برای دو فرآیند مجزای هم‌دما و بی‌دررو رسم شده است. T_2 چند کلوین است؟



۱) ۱۳٫۵
۲) ۱۰۰
۳) ۱۲۷
۴) ۱۵۰

۴۴. مطابق شکل زیر، نیم مول گاز تک‌اتمی طی فرآیندهایی از حالت a به حالت c می‌رود. اندازه‌ی کل گرمای مبادله شده بین گاز و محیط طی این فرآیند چند ژول است؟ ($CV=\frac{۳}{۲}R$, $R=۸\frac{J}{mol\cdot K}$, $CP=\frac{۵}{۲}R$)

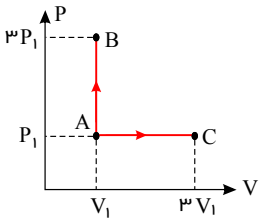


۱) ۹۰
۲) ۳۰۰
۳) ۲۱۰
۴) ۲۹۰

۴۵. مقدار معینی گاز کامل تک‌اتمی در فشار $P_۱$، حجم $V_۱$ و دمای $T_۱$ قرار دارد. ابتدا طی فرایندی هم‌فشار، حجم گاز را به $V_۲=۵V_۱$ می‌رسانیم و گاز گرمای $Q_۱$ را دریافت می‌کند، سپس طی فرایندی هم‌حجم، فشار گاز را به $P_۲=۳P_۱$ می‌رسانیم و گاز گرمای $Q_۲$ را دریافت می‌کند. حاصل $\frac{Q_۲}{Q_۱}$ کدام است؟ ($CP=\frac{۵}{۲}R$, $CV=\frac{۳}{۲}R$)

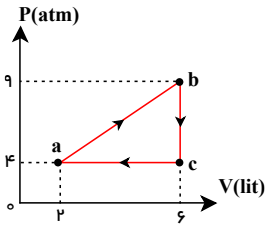
۱) $\frac{۳}{۱۰}$
۲) $\frac{۲}{۳}$
۳) $\frac{۱۰}{۳}$
۴) $\frac{۳}{۲}$

۴۶. در مورد مقایسه دو فرآیند AB و AC در شکل مقابل، کدام درست است؟



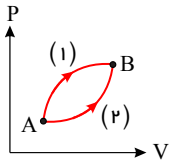
۱) $|Q_{AB}|>|Q_{AC}|$
۲) $|Q_{AB}|=|Q_{AC}|$
۳) $|\Delta U_{AB}|=|\Delta U_{AC}|$
۴) $|\Delta U_{AB}|>|\Delta U_{AC}|$

۴۷. مقدار معینی گاز کامل تک‌اتمی، چرخه‌ای مطابق شکل زیر را می‌پیماید، تغییر انرژی درونی گاز طی فرایند ab چند ژول است؟ ($CP=\frac{۵}{۲}R$, $CV=\frac{۳}{۲}R$)



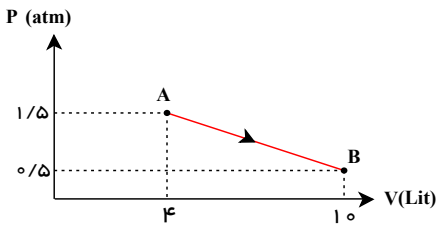
۱) ۶۹۰۰
۲) ۶۹
۳) ۴۶۰۰
۴) ۴۶

۴۸. مطابق شکل زیر، مقدار معینی گاز کامل، طی دو مسیر متفاوت از حالت A به حالت B می‌رود. کدام یک از گزینه‌های زیر در رابطه با مقایسه گرمای مبادله شده طی دو مسیر، صحیح است؟



۱) $Q_۱>Q_۲$
۲) $Q_۱<Q_۲$
۳) $Q_۱=Q_۲$
۴) بسته به دمای اولیه گاز، هر سه گزینه می‌تواند درست باشد.

۴۹. به مقداری گاز کامل تک‌اتمی در فرآیند شکل مقابل، چند ژول گرما داده شده است؟ ($CV=\frac{۳}{۲}R$, $R=۸\frac{J}{mol\cdot K}$)



۱) ۴۵۰
۲) ۳۰۰
۳) ۶۰۰
۴) ۴۰۰

۵۰. کدام‌یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟

۱) وجود برفک روی بدنه‌ی داخلی محفظه‌ی یخ‌ساز یخچال، ضریب عملکرد یخچال را کاهش می‌دهد.
۲) در انبساط هم‌فشار مقدار معینی گاز کامل، باید به آن گرما داد.
۳) در انبساط بی‌دررو مقدار معینی گاز کامل، دمای گاز افزایش می‌یابد.
۴) اگر در چرخه‌ی یک ماشین گرمایی، تمام گرمای گرفته شده از منبع گرم به کار تبدیل شود، قانون اول ترمودینامیک نقض نمی‌شود.

۵۱. کدام گزینه، قانون اول ترمودینامیک در چرخه‌ی یک ماشین گرمایی فرضی را نقض می‌کند؟

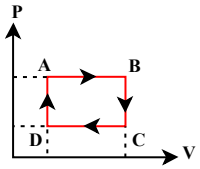
۱) $Q_H = ۱۰۰J$ ، $W = ۰$ ، $Q_C = -۱۰۰J$

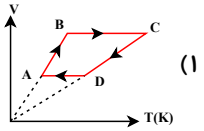
۲) $Q_H = ۲۵۰J$ ، $W = -۲۵۰J$ ، $Q_C = ۰$

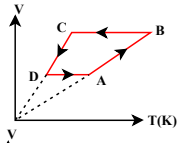
۳) $Q_H = ۶۷۰J$ ، $W = -۳۲۸J$ ، $Q_C = -۳۴۲J$

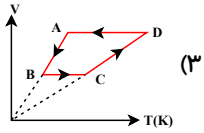
۴) $Q_H = ۷۴۰J$ ، $W = -۴۶۳J$ ، $Q_C = -۲۸۷J$

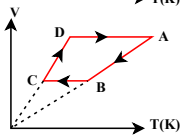
۵۲. مقدار معینی گاز کامل، چرخه‌ای مطابق شکل مقابل را طی می‌کند. نمودار این چرخه در دستگاه مختصات $V-T$ مطابق کدام گزینه است؟



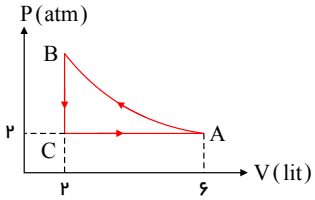
۱)


۲)


۳)


۴)


۵۳. در شکل زیر، نمودار $P-V$ی چرخه‌ای که مقدار معینی گاز کامل تک‌اتمی طی می‌کند، نشان داده شده است. اگر تغییر انرژی درونی گاز طی فرایند بی‌دررووی AB برابر با $۱۲۰۰J$ باشد، اندازه‌ی گرمای مبادله شده بین گاز و محیط طی یک چرخه برابر با چند ژول است؟



۱) ۸۰۰

۲) ۶۰۰

۳) ۴۰۰

۴) ۱۲۰۰

۵۴. توان و بازده‌ی یک ماشین گرمایی به ترتیب $۲۰kW$ و ۱۰ درصد است. اگر این ماشین در هر چهار دقیقه ۴۸۰ چرخه را طی کند، اندازه‌ی گرمایی که در هر چرخه به چشمه‌ی سرد می‌دهد برابر با چند کیلوژول است؟

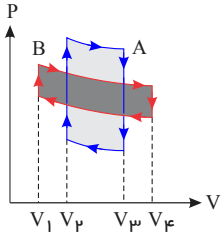
۱) ۹۴٫۵

۲) ۸۰

۳) ۹۰

۴) ۱۰۰

۵۵. شکل مقابل، چرخه‌ی دو ماشین درون‌سوز بنزینی A و B را نشان می‌دهد. کدام‌یک از گزینه‌های زیر در رابطه با مقایسه‌ی بازده‌ی این دو ماشین صحیح است؟



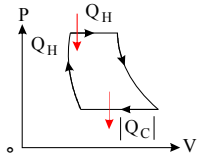
۱) $\eta_A > \eta_B$

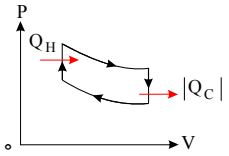
۲) $\eta_A = \eta_B$

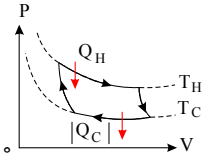
۳) $\eta_A < \eta_B$

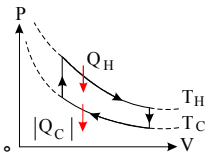
۴) اظهارنظر قطعی ممکن نیست.

۵۶. با فرض ایده‌آل بودن شرایط، ماشین استرلینگ، کدام یک از چرخه‌های زیر را طی می‌کند؟

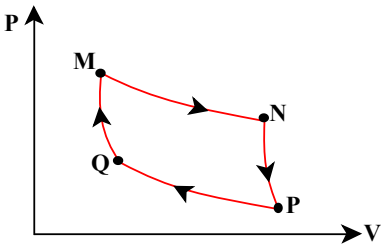
۱)


۲)


۳)


۴)


۵۷. دمای چشمه‌ی سرد و گرم یک ماشین کارنو (چرخه‌ی کارنوی شکل مقابل) به ترتیب $۱۲۷^\circ C$ و $۷۲۷^\circ C$ است. اگر اندازه‌ی گرمای مبادله شده در فرآیند PQ برابر ۱۰۰۰ ژول باشد، ماشین در هر چرخه چند ژول کار انجام می‌دهد؟

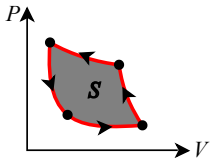


۱) ۲۵۰۰ ۲) ۱۵۰۰
۳) ۱۲۰۰ ۴) ۴۰۰۰

۵۸. در چرخه‌ی کارنو، نسبت کار انجام شده در انبساط بی دررو به کار انجام شده در تراکم بی‌دررو، کدام است؟

۱) -۱ ۲) بین ۱ و صفر ۳) بین -۱ و -۲ ۴) ۱

۵۹. شکل مقابل، نمودار $P-V$ی چرخه‌ای را که دستگاه در یک یخچال فرضی طی می‌کند، نشان می‌دهد. اگر ضریب عملکرد این یخچال برابر با ۴ و مساحت داخل چرخه معادل $۴٫۲\ kJ$ باشد، این یخچال باید حداقل چند چرخه‌ی کامل را طی کند تا گرمای خروجی از آن بتواند دمای $۵\ kg$ آب را به اندازه‌ی $۳۰^\circ C$ افزایش دهد؟ $(c_{\text{آب}}=۴٫۲\frac{kJ}{kg\cdot K})$



۱) ۱۰ ۲) ۱۵
۳) ۳۰ ۴) ۵

۶۰. یخچالی که ضریب عملکرد آن برابر با ۴ است، در هر دقیقه $۴۵۰\ kJ$ گرما به چشمه‌ی گرم می‌دهد. توان مصرفی این یخچال چند وات است؟

۱) ۲٫۵ ۲) ۱۵۰۰ ۳) ۱٫۵ ۴) ۲۵۰۰

۶۱. یخچالی با ضریب عملکرد ۴، در ازای تبدیل $۱kg$ آب $۳۰^\circ C$ به آب $۱۰^\circ C$، چند کیلوژول گرما به محیط بیرون منتقل می‌کند؟ $(c_{\text{آب}}=۴۲۰۰\frac{J}{kg\cdot^\circ C})$ و فرض کنید تمام انرژی الکتریکی مصرفی توسط موتور یخچال به کار تبدیل می‌شود.)

۱) ۲۱۰۰۰ ۲) ۱۰۵۰۰۰ ۳) ۱۰۵ ۴) ۲۱

۶۲. بازده‌ی یک ماشین گرمایی ۲۵ درصد است. اگر چرخه‌ی این ماشین گرمایی برعکس شده و تبدیل به یک یخچال گردد، ضریب عملکرد این یخچال کدام است؟

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۵

۶۳. کمیت‌های Q_H ، Q_C و W که در چرخه‌ی یک ماشین گرمایی یا یخچال فرضی مبادله می‌شود، برای سه وسیله‌ی (a)، (b) و (c) به صورت زیر داده شده است:

$$(a)\quad Q_C=۰,\ W=-۱۰۰J,\ Q_H=۱۰۰J$$
$$(b)\quad Q_C=۱۰۰J,\ W=۰,\ Q_H=-۱۰۰J$$
$$(c)\quad Q_C=-۵۰j,\ W=-۶۰J,\ Q_H=۱۰۰J$$

باتوجه به این داده‌ها:

۱) وسیله‌های (a) و (c) یخچال و وسیله‌ی (b) ماشین گرمایی است.

۲) قانون دوم ترمودینامیک تنها در وسیله‌ی (b) نقض می‌شود.

۳) قانون اول ترمودینامیک تنها در وسیله‌ی (c) نقض می‌شود.

۴) در هر سه وسیله‌ی (a)، (b) و (c)، قانون‌های اول و دوم برقرار است.

۶۴. باتوجه به جدول زیر، کدام وسیله نشان‌دهنده‌ی یخچالی است که در آن قانون دوم ترمودینامیک نقض می‌شود؟

W	Q_C	Q_H	وسیله
-۴۰	-۶۰	۱۰۰	A
۰	۵۰	-۵۰	B
۴۰	۶۰	-۱۰۰	C
۵۰	۰	۵۰	D

۱) A ۲) B ۳) C ۴) D

۶۵. کدام‌یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

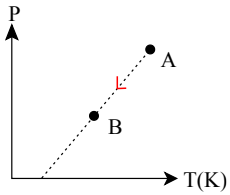
۱) در انواع چرخه‌های ترمودینامیکی الزاماً باید گرمایی که میان دستگاه و منبع سرد (Q_C) مبادله می‌شود مخالف صفر باشد.

۲) در صورتی‌که خودبه‌خود از دمای یخی که در تماس با مقداری آب است، چند درجه‌ی سلسیوس کاسته شود و به دمای آب افزوده شود، قانون دوم ترمودینامیک نقض می‌شود.

۳) بازده‌ی ماشین گرمایی فرضی کارنو از بازده‌ی تمام ماشین‌های گرمایی دیگر بیش‌تر است.

۴) با نقض قانون دوم ترمودینامیک، قانون اول ترمودینامیک نیز نقض می‌شود.

۶۶. نمودار $P-T$ی فرایند انجام شده بر روی مقدار معینی گاز کامل به صورت شکل زیر است. کدام‌یک از گزینه‌های زیر در مورد کار انجام شده توسط محیط بر روی گاز طی فرایند AB درست است؟



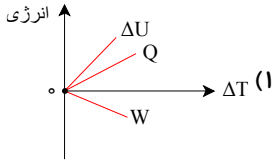
۱) مثبت است.

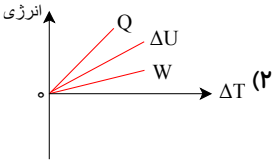
۲) منفی است.

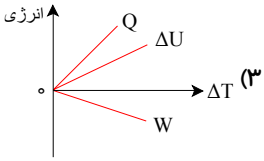
۳) صفر است.

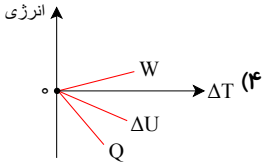
۴) بسته به شرایط اولیه، هر سه گزینه می‌تواند درست باشد.

۶۷. کدام‌یک از نمودارهای زیر، کار انجام شده بر روی گاز توسط محیط، گرمای گرفته شده توسط گاز و تغییرات انرژی درونی گاز نسبت به تغییرات دمای مطلق آن را طی یک فرایند هم‌فشار بر روی مقدار معینی گاز کامل به درستی نشان می‌دهد؟

۱)


۲)


۳)


۴)


۶۸. مقدار معینی گاز کامل را طی یک فرایند بی‌دررو متراکم می‌کنیم. اگر طی این فرایند حجم گاز نصف شود، فشار گاز چه تغییری می‌کند؟

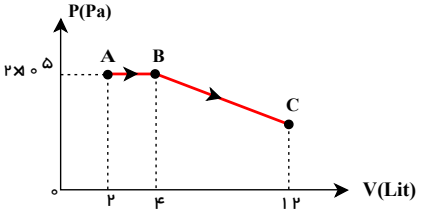
۱) دو برابر می‌شود.

۲) بیش‌تر از دو برابر می‌شود.

۳) کم‌تر از دو برابر می‌شود.

۴) تغییری نمی‌کند.

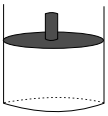
۶۹. نمودار مقابل دو فرایندی را که مقدار معینی گاز کامل طی می‌کند، نشان می‌دهد. اگر اندازه‌ی کار انجام شده در فرایند AB، $\frac{۱}{۴}$ اندازه‌ی کل کار انجام شده در فرایندهای AB و BC باشد، فشار گاز در حالت C چند اتمسفر است؟



۱) $\frac{۳}{۲}$ ۲) ۱

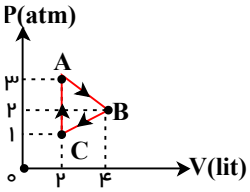
۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) $\frac{۱}{۴}$

۷۰. در شکل زیر، وقتی به آرامی به گاز کامل درون سیلندر ۷۵۰ ژول گرما می‌دهیم، انرژی درونی گاز ۶۰۰ ژول افزایش می‌یابد. اگر در این فرایند، پیستون بالای گاز $۱۵\ cm$ بالا رود، جرم پیستون چند کیلوگرم است؟ (از فشار هوا و اصطکاک بین پیستون و سیلندر صرف‌نظر کنید و $g = ۱۰\ \frac{N}{kg}$)



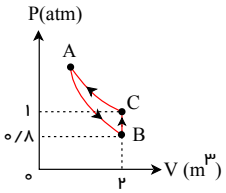
۱) ۵۰
۲) ۱۰۰
۳) ۷۵
۴) ۲۵

۷۱. یک مول گاز کامل تک اتمی چرخه‌ای مطابق شکل مقابل را طی می‌کند. گرمایی که گاز در مسیر ABC با محیط مبادله می‌کند، چند ژول است؟ ($C_V = \frac{۳}{۲}R$)



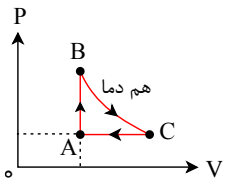
۱) ۲۰۰
۲) ۴۰۰
۳) -۲۰۰
۴) -۴۰۰

۷۲. در چرخه‌ی شکل مقابل که مربوط به مقدار معینی گاز کامل تک‌اتمی است، گاز سه فرایند هم‌دما، هم‌حجم و بی‌دررو را طی می‌کند. کار انجام شده توسط محیط بر روی گاز در فرایند بی‌دررو برابر با چند ژول است؟ ($C_V = \frac{۳}{۲}R$)



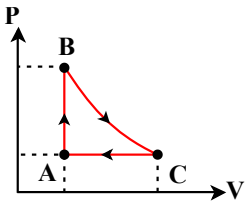
۱) ۶×۱۰^{۴}
۲) ۴×۱۰^{۴}
۳) -۶×۱۰^{۴}
۴) -۴×۱۰^{۴}

۷۳. شکل مقابل چرخه‌ی طی شده توسط مقدار معینی گاز کامل تک‌اتمی را نشان می‌دهد. اگر اندازه‌ی تغییرات انرژی درونی گاز در فرایند AB برابر با $۹۰۰\ J$ باشد، اندازه‌ی گرمای مبادله شده بین گاز و محیط در فرایند CA چند ژول است؟ ($C_P = \frac{۵}{۲}R\ ,\ C_V = \frac{۳}{۲}R$)



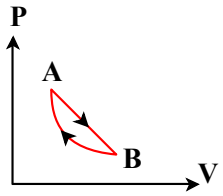
۱) ۳۰۰
۲) ۶۰۰
۳) ۷۵۰
۴) ۱۵۰۰

۷۴. در چرخه‌ی $P-V$ ی شکل مقابل که مربوط به دو مول گاز کامل تک‌اتمی است، اگر اندازه‌ی گرمای مبادله شده بین گاز و محیط در فرایند AB برابر با $۳۰۰۰J$ باشد، کار انجام شده توسط محیط برروی گاز در فرآیند هم‌فشار CA چند ژول است؟ (فرآیند BC هم‌دما است، $C_V = \frac{۳}{۲}R$ و $C_P = \frac{۵}{۲}R$)



۱) ۲۰۰۰
۲) -۲۰۰۰
۳) ۳۰۰۰
۴) -۳۰۰۰

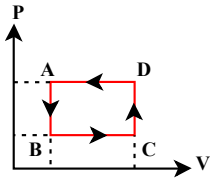
۷۵. در شکل مقابل، چرخه‌ی $P-V$ی یک ماشین گرمایی فرضی نشان داده شده است. اگر فرآیند $B \to A$ بی‌دررو باشد، کدام‌یک از گزینه‌های زیر در مورد فرایند $A \to B$ صحیح است؟



۱) در این فرایند گرمایی مبادله نشده است.
۲) در این فرایند ماشین هم گرما از دست داده، هم گرما گرفته و هم برروی محیط کار انجام داده است.
۳) در این فرایند دستگاه فقط گرما گرفته و برروی محیط کار انجام داده است.
۴) در این فرایند دستگاه فقط گرما از دست داده و بر روی محیط کار انجام داده است.

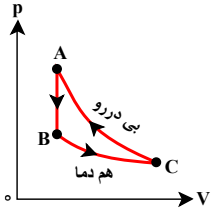
۷۶. در شکل مقابل، چرخه‌ی $P-V$ی مقدار معینی گاز کامل تک‌اتمی نشان داده شده است. اگر اندازه‌ی تغییرات انرژی درونی طی فرایند $CDAB$ برابر با ۳۰۰۰ ژول باشد، کار انجام شده توسط محیط بر روی گاز طی فرایند BC چند ژول است؟

$(CP=\frac{۵}{۲}R\ ,\ CV=\frac{۳}{۲}R)$



۱) ۳۰۰۰
۲) -۲۰۰۰
۳) ۲۰۰۰
۴) -۳۰۰۰

۷۷. مقدار معینی گاز کامل، چرخه‌ای را مطابق شکل مقابل طی می‌کند. اگر در فرایند هم‌دما گاز J ۱۵۰ گرما بگیرد و در فرایند هم‌حجم، به اندازه‌ی $\frac{۵}{۳}$ گرمای گرفته شده در فرایند هم‌دما، گرما مبادله شود، کار مبادله شده در چرخه چند ژول است؟



۱) ۴۰۰
۲) ۳۰۰
۳) ۲۰۰
۴) ۱۰۰

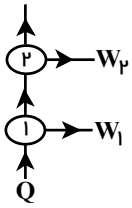
۷۸. بازده‌ی یک ماشین بخار ۴۰% است، اگر بخواهیم با ثابت ماندن گرمای دریافت شده از منبع گرم در هر چرخه، بازده‌ی ماشین ۲۰% افزایش یابد، باید گرمای داده شده به چشمه‌ی سرد در هر چرخه چند برابر شود؟

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

۷۹. دو ماشین گرمایی که بازده‌ی هر کدام برابر با ۴۰ درصد است، طوری به هم متصل هستند که گرمای خروجی از ماشین اول، گرمای ورودی به ماشین دوم است. با ورود ۳۰۰۰ ژول گرما در هر چرخه به ماشین اول، چند ژول گرما از ماشین دوم در هر چرخه خارج می‌شود؟

۱) ۱۲۰۰
۲) ۱۸۰۰
۳) ۷۲۰
۴) ۱۰۸۰

۸۰. شکل مقابل، دو ماشین گرمایی مرتبط به هم را نشان می‌دهد. اگر بازده‌ی ماشین (۱) برابر با ۳۰% و بازده‌ی ماشین (۲) برابر با ۴۰% باشد، حاصل $\frac{W_۱}{W_۲}$ کدام است؟



۱) $\frac{۳}{۴}$
۲) $\frac{۱۵}{۱۴}$
۳) $\frac{۴}{۳}$
۴) $\frac{۱۴}{۱۵}$

۸۱. بازده‌ی یک ماشین گرمایی فرضی که چرخه‌ی کارنو را طی می‌کند و دمای چشمه‌ی سرد آن $۲۰۰K$ است، برابر با ۵۰% است. اگر دمای چشمه‌ی سرد ثابت باشد، چند درجه باید به دمای چشمه‌ی گرم اضافه کنیم تا بازده‌ی این ماشین به ۶۰% برسد؟

۱) ۵۰۰
۲) ۴۰۰
۳) ۱۰۰
۴) ۸۰

۸۲. در یک ماشین گرمایی که با چرخه‌ی آرمانی کارنو کار می‌کند، دمای چشمه سرد $۲۷^\circ C$ است. اگر با ثابت ماندن دمای چشمه‌ی گرم، دمای چشمه سرد را به $۱۵^\circ C$ برسانیم، بازده‌ی ماشین ۰٫۰۲ افزایش می‌یابد. دمای چشمه‌ی گرم چند کلوین است؟

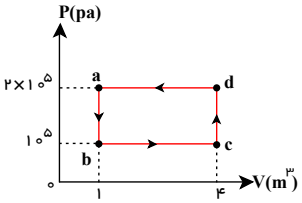
۱) ۶۰۰
۲) ۷۵۰
۳) ۱۳۵
۴) ۹۰۰

۸۳. یخچالی با توان مفید $۳۰۰W$ در مدت ۴ دقیقه مقدار $۲۰۰g$ آب $۳۰^\circ C$ را به یخ $-۲۰^\circ C$ تبدیل می‌کند. با صرف‌نظر کردن از اتلاف انرژی، ضریب عملکرد این یخچال کدام است؟ $(L_F=۳۳۶\frac{kJ}{kg}\ ,\ c_{\text{یخ}}=۲٫۱\frac{kJ}{kg^\circ\cdot C}\ ,\ c_{\text{آب}}=۴٫۲\frac{kJ}{kg^\circ\cdot C})$

۱) ۱٫۵۴
۲) ۱٫۲۵
۳) ۱٫۳
۴) ۱٫۴

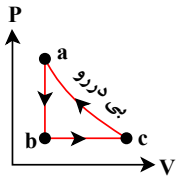
۸۴. ۲ مول گاز کامل تک‌اتمی چرخه‌ی یک یخچال را مطابق شکل زیر طی می‌کند، ضریب عملکرد این یخچال کدام است؟

$(C_{MP}=\frac{۵}{۲}R, C_{MV}=\frac{۳}{۲}R)$



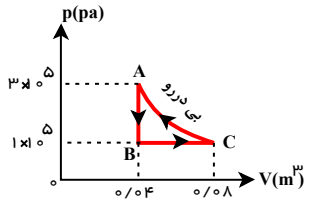
۱) ۴ ۲) ۳٫۵
۳) ۳ ۴) ۴٫۵

۸۵. نمودار $P-V$ی مقابل، مربوط به چرخه‌ای است که مقداری گاز کامل تک‌اتمی در یک یخچال فرضی طی می‌کند. در این صورت کدام‌یک از عبارت‌های زیر صحیح است؟



۱) گاز در فرایند bc، گرمای Q_H را از چشمه‌ی گرم می‌گیرد و دمای آن بالا می‌رود.
۲) گاز در فرایند ab، گرمای Q_C را به چشمه‌ی سرد می‌دهد و دمای آن کاهش می‌یابد.
۳) اندازه‌ی تغییرات انرژی درونی گاز در فرایند ab، بزرگ‌تر از فرایند bc است.
۴) هر سه گزینه‌ی «۱» و «۲» و «۳» صحیح هستند.

۸۶. شکل مقابل نمودار $P-V$ی یک یخچال فرضی را که با یک مول گاز کامل تک‌اتمی کار می‌کند، نشان می‌دهد. ضریب عملکرد این یخچال کدام است؟ $(C_{MP}=\frac{۵}{۲}R \ , \ C_{MV}=\frac{۳}{۲}R)$



۱) ۱٫۲۵ ۲) ۲٫۵
۳) ۵ ۴) ۴

۸۷. در انبساط هم‌دمای مقدار معینی گاز کامل، تمام گرمای دریافت شده توسط گاز به کار تبدیل می‌شود. با توجه به این شرایط، کدام مورد درست بیان شده است؟

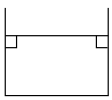
۱) قانون‌های اول و دوم ترمودینامیک نقض نمی‌شوند.
۲) قانون اول ترمودینامیک نقض شده ولی قانون دوم نقض نمی‌شود.
۳) قانون دوم ترمودینامیک نقض شده ولی قانون اول نقض نمی‌شود.
۴) قانون‌های اول و دوم ترمودینامیک نقض می‌شوند.

۸۸. طی یک فرایند آرمانی هم‌فشار، دمای مقدار معینی گاز کامل را افزایش می‌دهیم. طی این فرایند تغییر انرژی درونی گاز چند برابر اندازه‌ی کار انجام شده بر روی گاز است؟

۱) $\frac{C_P}{R}$ ۲) $\frac{C_V}{R}$ ۳) $\frac{C_P}{R}-۱$ ۴) $۱-\frac{C_P}{R}$

۸۹. مطابق شکل زیر، پیستونی به جرم $۲kg$ ومساحت $۲۰cm^۲$ بر روی دو مانع قرار دارد. در زیر پیستون ۰٫۰۲ مول گاز کامل با دمای $۲۷^\circ C$ و حجم $۰٫۸lit$ قراردارد. اگر فشار هوای بیرون یک آتمسفر باشد، چند ژول گرما باید توسط گاز دریافت شود تا پیستون در آستانه‌ی حرکت قرار گیرد؟

$(g=۱۰\frac{N}{kg}, R=۸\frac{J}{mol.K}, C_P=\frac{۵}{۲}R, C_V=\frac{۳}{۲}R, ۱atm=۱۰^۵Pa$ و از تمامی اصطکاک ها صرف نظر شود.)

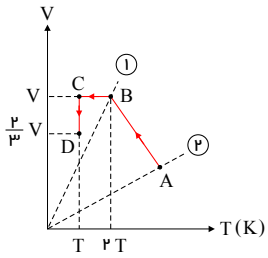


۱) ۵۰ ۲) ۸۰
۳) ۱۰۰ ۴) ۶۰

۹۰. در یک فرآیند آرمانی بی‌دررو، دمای نیم مول گاز کامل تک‌اتمی از $۴۰۰K$ به $۲۰۰K$ رسیده است. کار انجام شده بر روی گاز طی این فرایند چند ژول است؟ $(R=۸\frac{J}{mol\cdot K}$ و $C_V=\frac{۳}{۲}R)$

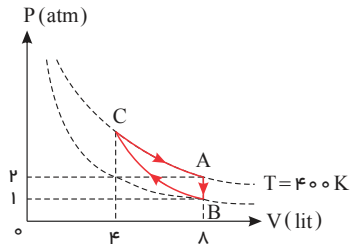
۱) ۱۲۰۰ ۲) -۱۲۰۰
۳) ۸۰۰ ۴) -۸۰۰

۹۱. نمودار $V-T$ ی فرایندهایی که مقدار معینی گاز کامل طی میکند، مطابق شکل زیر است. فشار گاز در حالت A چند برابر فشار گاز درحالت D است؟(شیب خط (۱) سه برابر شیب خط (۲) است.)



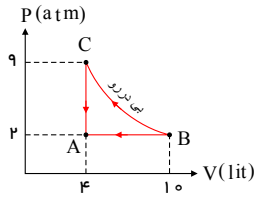
۱) ۱
۲) ۴
۳) $\frac{۱}{۲}$
۴) $\frac{۱}{۴}$

۹۲. مقدار معینی گاز کامل تک‌اتمی چرخه‌ای مطابق شکل زیر را طی می‌کند. اگر دو منحنی خط‌چین هم‌دما باشند، تغییر انرژی درونی گاز طی فرایند آرمانی BC چند ژول است؟ ($CV=\frac{۳}{۲}R$ و $R=۸\frac{J}{mol\cdot K}$)



۱) ۲۰۰۰
۲) ۱۵۰
۳) صفر
۴) ۱۲۰۰

۹۳. نمودار $P-V$ فرایندهایی که مقدار معینی گاز کامل تک اتمی در چرخه‌ی یک یخچال طی می‌کند. مطابق شکل مقابل می‌باشد. ضریب عملکرد یخچال کدام است؟ ($R=۸\frac{J}{mol.K}$, $CP=\frac{۵}{۲}R$, $CV=\frac{۳}{۲}R$)

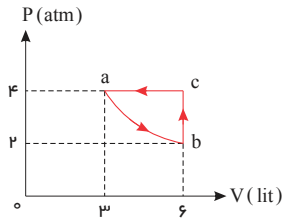


۱) ۲
۲) ۳
۳) ۲٫۵
۴) ۳٫۵

۹۴. بازده‌ی یک ماشین گرمایی فرضی که با چرخه کارنو کار می‌کند، ۲۰٪ است. اگر یخچالی فرضی داشته باشیم که چرخه ی آن کاملاً عکس چرخه‌ی این ماشین باشد، ضریب عملکرد یخچال کدام است؟

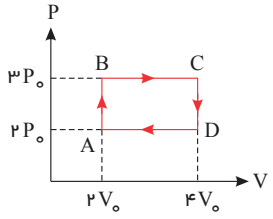
۱) ۱
۲) ۲
۳) ۴
۴) ۸

۹۵. مقدار معینی گاز کامل تک‌اتمی چرخه‌ای مطابق شکل مقابل را می‌پیماید. اگر $|Wab|=۸۵۰J$ باشد اندازه‌ی گرمای مبادله شده بین گاز و محیط طی این چرخه برابر با چند ژول است؟



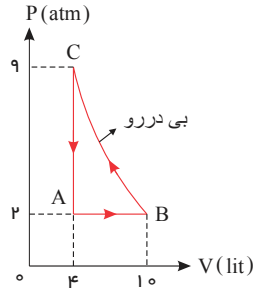
۱) ۳۵۰
۲) ۸۵۰
۳) ۱۲۰۰
۴) ۶۰۰

۹۶. نمودار $P-V$ی مقدار معینی گاز کامل تک‌اتمی در یک ماشین گرمایی مطابق شکل مقابل است. بازده‌ی این ماشین کدام است؟ ($CP=\frac{۵}{۲}R$ و $CV=\frac{۳}{۲}R$)



۱) $\frac{۱}{۹}$
۲) $\frac{۱}{۶}$
۳) $\frac{۲}{۱۵}$
۴) $\frac{۲}{۳}$

۹۷. مقدار معینی گاز کامل تک‌اتمی چرخه‌ی یک یخچال را مطابق شکل مقابل می‌پیماید. ضریب عملکرد این یخچال کدام است؟ ($CV=\frac{۳}{۲}R$ و $CP=\frac{۵}{۲}R$)



۱) ۲
۲) ۳
۳) ۲٫۵
۴) ۳٫۵

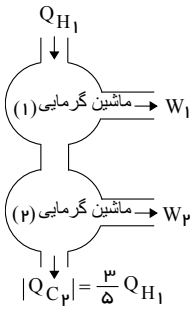
۹۸. دمای داخلی یک یخچال فرضی که با عکس چرخه‌ی کارنو کار می‌کند برابر با $۳^\circ C$ است. اگر دمای محیط بیرون یخچال $۳۳^\circ C$ باشد و در هر چرخه که $۱۰s$ طول می‌کشد، یخچال به اندازه‌ی ۱۵٫۳ کیلوژول گرما به محیط اطراف بدهد، توان آن چند وات است؟

۱) ۱۶۶٫۳
۲) ۱۵۰
۳) ۱۳۸
۴) ۱۳۶

۹۹. اگر W' کار دستگاه روی محیط باشد، در کدام یک از فرآیندهای ترمودینامیکی زیر، همواره $\Delta U \times W' < ۰$ می‌باشد؟ (ΔU تغییر انرژی درونی گاز کامل است.)

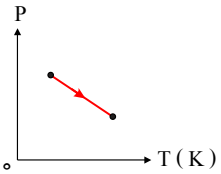
۱) هم‌حجم
۲) هم‌فشار
۳) هم‌دما
۴) بی‌دررو

۱۰۰. در طرح‌واره‌ی شکل مقابل، تمام انرژی گرمایی تلف شده در ماشین گرمایی (۱) توسط ماشین گرمایی (۲) دریافت می‌شود. اگر بازده‌ی ماشین گرمایی (۲) برابر با ۲۵ درصد باشد، بازده‌ی ماشین گرمایی (۱) چند درصد است؟



۱) ۱۵
۲) ۲۵
۳) ۳۰
۴) ۲۰

۱۰۱. نمودار $P-T$ی فرآیندی که مقدار معینی گاز کامل طی می‌کند، مطابق شکل زیر است. طی این فرآیند به ترتیب از راست به چپ، گاز گرما ..... است و حجم گاز ..... می‌یابد.



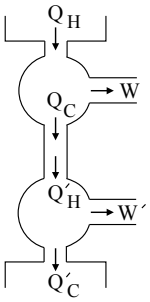
۱) داده – افزایش
۲) گرفته – کاهش
۳) داده – کاهش
۴) گرفته – افزایش

۱۰۲. یخچالی با ضریب عملکرد ۵ را در یک اتاق در بسته به ابعاد $۶m \times ۲m \times ۳m$ که دما و فشار اولیه‌ی آن به ترتیب برابر با $۲۷^\circ c$ و $۱atm$ است، روشن می‌کنیم. اگر این یخچال در هر چرخه $۱۰۰۰J$ گرما از محیط داخل خود بگیرد، پس از طی چند چرخه دمای اتاق به $۳۱^\circ c$ می‌رسد؟

($R=۸\frac{J}{mol\cdot K}$ ، $CV=\frac{۵}{۲}R$ ، $CP=\frac{۷}{۲}R$، هوا را گاز کامل دو اتمی فرض کنید و از حجم یخچال صرف‌نظر کنید.)

۱) ۲۵
۲) ۵۰
۳) ۱۰۰
۴) ۲۰۰

۱۰۳. در طرح‌واره شکل زیر، ماشین گرمایی دوم، انرژی گرمایی خود را از انرژی تلف شده در ماشین گرمایی اول دریافت می‌کند. در صورتی که بازده ماشین اول ۲۰ درصد و $|W'| = \frac{۱}{۵} Q_H$ باشد، بازده ماشین دوم چند درصد خواهد بود؟

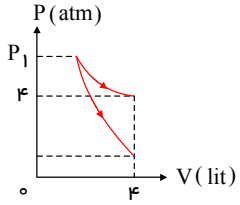


۱) ۵ ۲) ۲۰
۳) ۲۵ ۴) ۴۵

۱۰۴. توان موتور و ضریب عملکرد یک فریزر به ترتیب ۲ و ۳ برابر توان موتور و ضریب عملکرد یک یخچال معمولی است. اگر مقداری آب با دمای $۳۰^\circ C$ درون یخچال در مدت ۲۵ دقیقه به آب $۵^\circ C$ تبدیل شود، همان مقدار آب با دمای $۳۰^\circ C$ درون فریزر در مدت چند دقیقه به آب صفر درجه سلسیوس تبدیل می‌شود؟

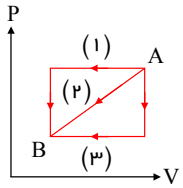
۱) ۵ ۲) ۴٫۲ ۳) ۰٫۵ ۴) ۴۵

۱۰۵. مطابق شکل زیر، مقدار معینی گاز کامل تک‌اتمی را به‌طور جداگانه طی دو فرایند هم‌دما و بی‌دررو از یک حالت ترمودینامیکی منسبط می‌کنیم. اگر طی فرایند بی‌دررو گاز ۳۰۰ ژول کار بر روی محیط انجام دهد، فشار گاز در پایان فرایند بی‌دررو چند آتمسفر است؟



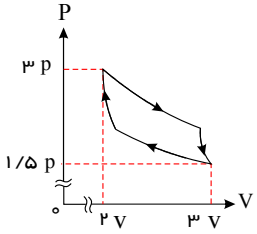
۱) ۲٫۲۵ ۲) ۳
۳) ۳٫۵ ۴) ۳٫۷

۱۰۶. مقدار معینی از یک گاز کامل، طی سه فرایند نشان داده شده در شکل زیر، از حالت ترمودینامیکی A به حالت ترمودینامیکی B می‌رسد. اگر اندازه‌ی گرمای مبادله شده در فرایندهای (۱) و (۳) به ترتیب برابر با ۸۵ و ۱۵۵ ژول باشد، اندازه‌ی گرمای مبادله شده در فرایند (۲) چند ژول خواهد بود؟



۱) ۱۴۰ ۲) ۲۴۰
۳) ۷۰ ۴) ۱۲۰

۱۰۷. در شکل زیر، نمودار $P-V$ی مربوط به یک ماشین گرمایی فرضی که با چرخه‌ی کارنو کار می‌کند، نشان داده شده است. بازده‌ی این ماشین گرمایی کدام است؟



۱) $\frac{۲}{۳}$ ۲) $\frac{۱}{۴}$
۳) $\frac{۱}{۶}$ ۴) $\frac{۵}{۶}$

۱۰۸. برای تبدیل $۴kg$ آب $۵۰^\circ C$ به $۴kg$ یخ $-۲۵^\circ C$ از یخچالی با توان $۲kW$ استفاده می‌کنیم که در هر ۱۱ ثانیه یک چرخه را طی می‌کند. اگر یخچال با ۲۰ چرخه این کار را انجام دهد، ضریب عملکرد یخچال چقدر است؟ ($C_{\text{آب}} = ۴ \frac{J}{g^o C}, C_{\text{یخ}} = ۲ \frac{J}{g^o C}, L_F = ۳۰۰ \frac{J}{g}$ و از اتلاف گرما صرف نظر شود.)

۱) ۳٫۵ ۲) ۴ ۳) ۴٫۵ ۴) ۵

تاریخ : وقت : دقیقه

نام و نام خانوادگی : تعداد سوالات: ۱۰۸

فیزیک ۳ فصل ۱ : ترمودینامیک

دبیرستان سلام تجریش

۱.گزینه ۲ طبق معادله‌ی حالت گازهای کامل یعنی $\frac{PV}{T}=nR$، نسبت $\frac{PV}{T}$ تنها به مقدار گاز (n، تعداد مول‌ها) بستگی دارد و مستقل از نوع گاز است.

۲.گزینه ۱ با استفاده از معادله‌ی حالت گازهای کامل داریم:

$$PV=nRT \Rightarrow P\times ۴\times ۸\times ۱۰^{-۱}=۱\times ۸\times (۲۷+۲۷۳)$$

$$\Rightarrow P=\frac{۸\times ۳۰۰}{۳۲\times ۱۰^{-۱}}=۷۵۰Pa$$

۳.گزینه ۲ چون نمودار $V-T$ خطی راست و گذرنده از مبدأ است، فرآیند هم‌فشار است. برای محاسبه‌ی کار انجام شده توسط محیط بر روی گاز، در فرآیند هم‌فشار داریم:

$$W=-P\Delta V=-nR\Delta T=-۲\times ۸\times (۲۰۰-۳۵۰)=+۲۴۰۰J$$

۴.گزینه ۴ چون Q_H و Q_C معلوم‌اند، بازده از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید.

$$\eta=\frac{|W|}{Q_H}=۱-\frac{|Q_C|}{Q_H}=۱-\frac{۶۰۰۰}{۸۰۰۰}=\frac{۱}{۴}=\%۲۵$$

۵.گزینه ۳ با توجه به خطی بودن نمودار فرآیند و این که $\frac{P_A}{T_A}=\frac{P_B}{T_B}$ (امتداد خط از مبدأ می‌گذرد) می‌توان نتیجه گرفت که این یک فرآیند، هم‌حجم است. $(W=۰)$

$$Q=nC_V\Delta T=\frac{۳}{۲}nR\Delta T \Rightarrow Q=\frac{۳}{۲}\times ۵\times ۸\times (۹۰۰-۳۰۰)=۳۶۰۰۰\ J=۳۶\ kJ$$

۶.گزینه ۳ می‌دانیم در فرایند هم‌حجم است. بنابراین طبق قانون اول ترمودینامیک می‌توان نوشت:

$$Q_{\text{هم‌حجم}}=W_{\text{هم‌حجم}}+Q_{\text{هم‌حجم}} \xrightarrow{W_{\text{هم‌حجم}}=۰\ ,\ \Delta U_{\text{هم‌حجم}}=-۲۴۰۰\ J} -۲۴۰۰=Q_{\text{هم‌حجم}}+۰ \Rightarrow Q_{\text{هم‌حجم}}=-۲۴۰۰\ J$$

از طرف دیگر برای گرمای مبادله شده در فرآیند هم‌حجم داریم:

$$Q=nC_V\Delta T \xrightarrow{\Delta T=-۸۰\ K\ ,\ C_V=۱۲\frac{J}{mol\cdot K}} -۲۴۰۰=n\times ۱۲\times (-۸۰) \Rightarrow n=۲/۵\ mol$$

۷.گزینه ۱

$$C_P=R+C_V=\frac{۵}{۲}R$$

در فرآیند هم‌فشار گاز تک‌اتمی $\Rightarrow \begin{cases} W=-P\cdot\Delta V=-nR\Delta T \\ Q=nC_P\Delta T=\frac{۵}{۲}nR\Delta T=\frac{۵}{۲}P\cdot\Delta V \end{cases}$

$$\Rightarrow Q=-\frac{۵}{۲}W \Rightarrow \Delta U=W+Q=-\frac{۳}{۲}W$$

$$W=-۳۰۰ \Rightarrow \Delta U=-\frac{۳}{۲}\times (-۳۰۰)=۴۵۰J>۰ \Rightarrow$$ انرژی درونی گاز افزایش می‌یابد.

۸.گزینه ۳ کار انجام شده در فرایند هم‌فشار از رابطه‌ی $W_P=-P\Delta V=-nR\Delta T$ به دست می‌آید. از آن‌جایی که نوع گاز (R)، مقدار گاز (n) و تغییرات دما (ΔT) در هر دو فرایند یکسان است در نتیجه کار انجام شده در هر دو فرایند نیز یکسان خواهد بود.

۹.گزینه ۱

این فرآیند هم‌دما است. **گاز ۱۰۰۰ ژول کار انجام داده است** $\Delta U = ۰ \Rightarrow W = -Q \Rightarrow W = -۱۰۰۰\ J$

$$P_A V_A = P_B V_B \Rightarrow ۳P_A = ۸P_B \xrightarrow{P_A - P_B = ۱/۵\ atm} ۳P_A = ۸(P_A - ۱/۵) \Rightarrow P_A = ۲/۴\ atm$$

۱۰.گزینه ۴ در فرایند هم‌فشار، تغییر انرژی درونی و گرمای مبادله شده‌ی مقدار معینی گاز کامل تک‌اتمی از رابطه‌های زیر به دست می‌آیند.

$$|Q| = |n\, C_P \Delta T| \Rightarrow |Q| = \frac{۵}{۲}\ |n\, R \Delta T|$$

$$|\Delta U| = \frac{۳}{۲}\ |n\, R \Delta T| \Rightarrow |Q| = \frac{۵}{۳}\ |\Delta U| = \frac{۵}{۳} \times ۳۰۰ = ۵۰۰\ J$$

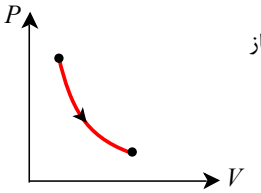
۱۱.گزینه ۳ در فرآیند بی‌دررو: $Q = ۰\ ,\ \Delta U = W$

وقتی گاز منبسط می‌شود، کار انجام می‌دهد $(W < ۰)$ **و وقتی منقبض می‌شود، روی گاز کار انجام می‌شود** $(W > ۰)$

انرژی درونی گاز کامل تنها به دمای مطلق آن بستگی دارد. یعنی هر گاه دما زیادتر شود، انرژی درونی گاز کامل هم زیاد می‌شود و هر گاه دما کم شود، انرژی درونی گاز کامل هم کم می‌شود.

***دمای مطلق گاز با متوسط انرژی جنبشی ذرات آن متناسب است.**

در این آزمایش:



انقباض گاز $\Rightarrow W > ۰ \xrightarrow[\Delta U = W]{\text{بی دررو}} \Delta U > ۰ \Rightarrow$ دما و انرژی درونی زیاد شده است.

***در فرآیند بی‌دررو با کاهش حجم فشار گاز زیاد می‌شود.**

۱۲.گزینه ۲ باتوجه به این‌که در فرایند بی دررو $(Q = ۰)$ **است. طبق قانون اول ترمودینامیک داریم:**

$$\Delta u = Q + W \xrightarrow{Q_{\text{بی‌دررو}} = ۰} \Delta u = W_{\text{بی‌دررو}}$$

$$W_{\text{بی‌دررو}} = \Delta u = n C_V \Delta T = ۰/۵ \times \frac{۳}{۲} \times ۸ \times (۲۰۰ - ۴۰۰) = -۱۲۰۰ j \Rightarrow W_{\text{بی‌دررو}} = -۱۲۰۰ j$$

*** نکته: باتوجه به این‌که در فرایند بی‌دردو** $(Q = ۰)$ **و در فرایند هم‌حجم** $(W = ۰)$ **است. پس می‌توان نتیجه گرفت که کار انجام شده در فرایند بی‌دررو یک گاز کامل برابر گرمای مبادله شده در فراین هم‌حجم همان گاز است.**

۱۳.گزینه ۲

$$\Delta U = n C_V \Delta T = \frac{۳}{۲} n R \Delta T = \frac{۳}{۲} \Delta (PV)$$

$$\Delta U = \frac{۳}{۲}(P_C V_C - P_A V_A) = \frac{۳}{۲}(۳ \times ۸ - ۶ \times ۲) \times ۱۰^{۵} \times ۱۰^{-۳} = ۱۸۰۰\ J$$

$$|W| = S$$

$$|W| = (۱ \times ۲ + \frac{۲+۳}{۲} \times ۱) \times ۱۰^{۵} \times ۱۰^{-۳} = ۴۵۰\ J \xrightarrow[W<۰]{\text{انبساط}} W = -۴۵۰\ J$$

$$\Delta U = W + Q \Rightarrow +۱۸۰۰ = Q + (-۴۵۰) \Rightarrow Q = ۲۲۵۰\ J$$

۱۴.گزینه ۳ در مقایسه‌ی نمودارهای $P-V$ **ی فرایندهای بی‌دررو و هم‌دما برای مقدار معینی گاز کامل در یک تغییر حجم معین، همواره اندازه‌ی تغییر فشار فرایند بی‌دررو بیش‌تر از اندازه‌ی تغییر فشار فرایند هم‌دما است.**

۱۵.گزینه ۱ چون فرایند بی‌دررو است، پس $Q = ۰$ **و** W' **یعنی کاری که گاز برروی محیط انجام می‌دهد ۲۰۰** J **است، بنابراین** W **یعنی کاری که محیط بر روی گاز انجام می‌دهد** $(-۲۰۰) J$ **خواهد شد.** $(W = -W')$ **بنابراین طبق قانون اول ترمودینامیک می‌توان نوشت:**

$$\Delta U = Q + W \Rightarrow \Delta U = ۰ + (-۲۰۰) \Rightarrow \Delta U = -۲۰۰ J$$

۱۶.گزینه ۲ این فرآیند، انبساط است یعنی گاز کار انجام داده است. $(W < ۰)$

$$P_B V_B > P_A V_A \Rightarrow T_B > T_A \Rightarrow \Delta U > ۰$$

گاز گرما دریافت کرده است. $\Delta U = W + Q > ۰ \ , \ W < ۰ \Rightarrow Q > ۰ \Rightarrow$

۱۷.گزینه ۳ $|W|$ مساحت زیر نمودار $P-V$ است. هر دو فرآیند انبساط است، پس W منفی است.

حاصل‌ضرب $P \cdot V$ در هر دو فرآیند زیاد می‌شود، پس دما زیاد می‌شود $(PV = nRT)$؛ یعنی انرژی درونی گاز زیاد می‌شود.

$$\Delta U > ۰ \Rightarrow W + Q > ۰ \qquad \text{و} \qquad W < ۰ \Rightarrow Q > ۰$$

$$S_a > S_b \Rightarrow |W_a| > |W_b| \xrightarrow{W<۰} W_a < W_b \xrightarrow[\Delta U_a = \Delta U_b]{W+Q=\Delta U} Q_a > Q_b > ۰ \Rightarrow |Q_a| > |Q_b|$$

۱۸.گزینه ۴ در گزینه‌ی ۴ علامت W , ΔU منفی است، بنابراین امکان ندارد علامت ΔU، مثبت باشد زیرا طبق قانون اول ترمودینامیک $\Delta U = W + Q$ است.

۱۹.گزینه ۳ کار انجام شده روی دستگاه و هم‌چنین گرمای مبادله شده، به مسیر فرآیند بستگی دارند اما جمع جبری آن‌ها یعنی تغییرات انرژی درونی به مسیر فرآیند بستگی ندارد و فقط به دو نقطه‌ی ابتدایی و انتهایی وابسته است.

۲۰.گزینه ۴ فرآیندهای DA و BC هم‌حجم هستند $(W = ۰)$ و AB و CD هم‌فشار هستند.

$$W = -nR\Delta T$$
$$W_{AB} = -۰/۲ \times ۸ \times (۱۲۵ - ۶۲۵) = -۰/۲ \times ۸ \times (-۵۰۰) = ۸۰۰ \ J$$
$$W_{CD} = -۰/۲ \times ۸ \times (۱۸۷۵ - ۳۷۵) = -۰/۲ \times ۸ \times ۱۵۰۰ = -۲۴۰۰ \ J$$

گاز در هر چرخه ۱۶۰۰ ژول کار انجام می‌دهد $\Rightarrow$ کل $W = ۸۰۰ - ۲۴۰۰ = -۱۶۰۰ \ J$

۲۱.گزینه ۲ در این مرحله، سوپاپ ورودی باز بوده و پیستون در حال حرکت رو به پایین است و مخلوط بنزین و هوا از طریق سوپاپ ورودی وارد استوانه می‌شود، پس این مرحله مکش است و مرحله‌ی بعد از آن تراکم می‌باشد.

۲۲.گزینه ۴ در چگالنده در فشار ثابت با سرد کردن بخار آب حجم آن کاهش می‌یابد، بنابراین دمای آن هم کاهش می‌یابد.

۲۳.گزینه ۴ باتوجه به شکل، ماشین گرمایی (۱)، گرمای Q_H را گرفته و گرمای $Q_{C_۱}$ را پس می‌دهد. داریم:

$$\eta_۱ = \frac{|W_۱|}{Q_H} \Rightarrow ۰/۴ = \frac{|W_۱|}{Q_H} \Rightarrow |W_۱| = ۰/۴ Q_H \ (۱)$$
$$Q_H = |W_۱| + |Q_{C_۱}| \xrightarrow{(۱)} |Q_{C_۱}| = Q_H - ۰/۴ Q_H \Rightarrow |Q_{C_۱}| = ۰/۶ Q_H$$

گرمای خروجی از ماشین اول وارد ماشین گرمایی دوم می‌شود، بنابراین داریم:

$$Q_{H_۲} = |Q_{C_۱}| \Rightarrow Q_{H_۲} = ۰/۶ Q_H$$
$$\eta_۲ = \frac{|W_۲|}{Q_{H_۲}} \Rightarrow ۰/۵ = \frac{|W_۲|}{۰/۶ Q_H} \Rightarrow |W_۲| = ۰/۳ Q_H \ (۲)$$

بااستفاده از (۱) و (۲)، داریم:

$$\frac{|W_۱|}{|W_۲|} = \frac{۰/۴ Q_H}{۰/۳ Q_H} \Rightarrow \frac{|W_۱|}{|W_۲|} = \frac{۴}{۳}$$

۲۴.گزینه ۳ وقتی پیستون به سمت چپ می‌رود شیر اول (ورودی) بسته و شیر دوم (خروجی) باز است تا بخار وارد چگالنده شود.

۲۵.گزینه ۴

$$\eta = ۱ - \frac{T_C}{T_H} = \frac{T_H - T_C}{T_H} = \frac{۳۰۰}{T_H} = \frac{۳۰}{۱۰۰} \Rightarrow T_H = ۱۰۰۰ \ K$$
$$\Rightarrow T_C = ۷۰۰ \ K = (۷۰۰ - ۲۷۳)^\circ C = ۴۲۷^\circ C$$

۲۶.گزینه ۱

$$\eta = ۱ - \frac{T_C}{T_H} = \frac{T_H - T_C}{T_H} = \frac{۲۲۷ - ۷۷}{۲۷۳ + ۲۲۷} = \frac{۱۵۰}{۵۰۰} = ۰/۳$$
$$\eta = \frac{|W|}{Q_H} = \frac{|W|}{|W| + |Q_C|} \Rightarrow \frac{۳}{۱۰} = \frac{۱۵۰۰۰}{۱۵۰۰۰ + |Q_C|} \Rightarrow |Q_C| = ۳۵۰۰۰ J = ۳۵ kJ$$

۲۷.گزینه ۴

$Q = mc\Delta\theta = ۱۰ \times ۴۰۰۰ \times (-۲۰) = -۸ \times ۱۰^۵ J$ از آب $(۸ \times ۱۰^۵ J)$ گرما گرفته شده است.

$$Q_C = ۸ \times ۱۰^۵ J \ , \ Q_H = -۱۰^۶ J$$
$$|Q_H| = Q_C + W \Rightarrow W = ۱۰^۶ - ۸ \times ۱۰^۵ = ۲ \times ۱۰^۵ J \quad \Rightarrow K = \frac{Q_C}{W} = \frac{۸ \times ۱۰^۵}{۲ \times ۱۰^۵} = ۴$$

۲۸.گزینه ۲ نکته: یخچال وسیله‌ای است که با دریافت کار، گرما را از جسم سرد به جسم گرم منتقل می‌کنند. یعنی یک یخچال Q_C و W را می‌گیرد و گرمای Q_H را به محیط بیرون می‌دهد. بنابراین علامت‌های Q_C و W مثبت و علامت Q_H منفی است.
مطابق جدول این تست وسیله‌های B و C می‌توانند یخچال باشند. اما با توجه به بیان یخچالی قانون دوم ترمودینامیک، امکان ندارد در یخچال، بدون انجام کار ($W=0$) گرما از جسم سرد گرفته به جسم گرم منتقل شود. در نتیجه وسیله B یخچالی است که قانون دوم ترمودینامیک را نقض می‌کند.

۲۹.گزینه ۲ در یک یخچال با انجام کار W، گرمای Q_C از مواد داخل یخچال (چشمه‌ی سرد) گرفته شده و گرمای $|Q_H|$ به محیط بیرون (چشمه‌ی گرم) داده می‌شود، بنابراین در این یخچال داریم:

$$|Q_H| = \frac{۶}{۵}Q_c$$

با استفاده از تعریف ضریب عملکرد یخچال و قانون اول ترمودینامیک در مورد یخچال‌ها، داریم:

$$K = \frac{Q_C}{W} \xrightarrow{|Q_H|=W+Q_C} K = \frac{Q_C}{|Q_H|-Q_C} \Rightarrow K = \frac{Q_C}{\frac{۶}{۵}Q_C - Q_C} \Rightarrow K = ۵$$

۳۰.گزینه ۳ در فرایند هم‌دما چون $\Delta T = 0$ است پس $\Delta u = 0$ و در نتیجه داریم:

$$\Delta u_{\text{هم‌دما}} = Q_{\text{هم‌دما}} + W_{\text{هم‌دما}} \Rightarrow 0 = Q_{\text{هم‌دما}} + W_{\text{هم‌دما}} \Rightarrow Q_{\text{هم‌دما}} = -W_{\text{هم‌دما}}$$

یعنی تمام گرمای دریافتی به کارتبدیل می‌شود. بنابراین در این حالت قانون اول ترمودینامیک که همان قانون پایستگی انرژی است، <u>نقض نمی‌شود</u>. اما بنابه قانون دوم نیوتن هیچ دستگاهی نمیتواند تمام گرمای دریافتی رابه کار تبدیل کند و به حالت ترمودینامیکی اولیه ی خود بازگردد. در انبساط هم‌دما تمام گرمای دریافت شده به کارتبدیل می‌شود ولی حالت ترمودینامیک نهایی گاز بر حالت ترمودینامیکی اولیه‌ی آن نیست. پس قانون دوم ترمودینامیک نیز <u>نقض نمی‌شود</u>.

۳۱.گزینه ۱ با ترکیب معادله‌ی حالت گازهای کامل و رابطه‌ی چگالی می‌توان نوشت:

$$PV = nRT \xrightarrow{n=\frac{m}{M}} PV = \frac{m}{M}RT \Rightarrow \frac{m}{V} = \frac{PM}{RT}$$

$$\xrightarrow{\rho=\frac{m}{V}} \rho = \frac{PM}{RT} \Rightarrow \rho = \frac{۰/۷ \times ۱۰^{۵} \times ۳۲ \times ۱۰^{-۳}}{۸ \times (۲۷۳+۷)} = ۱ \ \frac{kg}{m^{۳}}$$

۳۲.گزینه ۱ با استفاده از رابطه‌ی زیر فشار مخلوط دو گاز را حساب می‌کنیم. دقت کنید، این رابطه با استفاده از رابطه‌ی $PV=nRT$ و $nT = n_۱ + n_۲$ به دست آمده است.

$$\frac{P_T(V_۱+V_۲)}{T_T} = \frac{P_۱V_۱}{T_۱} + \frac{P_۲V_۲}{T_۲}$$

$$\xrightarrow[V_۱=۳lit\ ,\ V_۲=۷lit\ ,\ P_۲=۵atm]{T_۱=T_۲=T_T\ ,\ P_۱=۳atm} P_T(۳+۷) = ۳\times۳ + ۵\times۷ \Rightarrow P_T = ۴/۴atm$$

۳۳.گزینه ۴ چون در نمودار $P-T$ امتداد نمودار AB از مبدأ مختصات می‌گذرد، فرایند AB یک فرایند هم‌حجم است. بنابراین کار انجام شده در این فرایند برابر با صفر است و دمای گاز در حالت A برابر است با:

$$PV = nRT \xrightarrow{V=\text{ثابت}} \frac{P_A}{P_B} = \frac{T_A}{T_B} \xrightarrow[T_B=۳۰۰\ k]{P_A=۲/۴\ atm\ ,\ P_B=۱/۲\ atm} \frac{۲/۴}{۱/۲} = \frac{T_A}{۳۰۰} \Rightarrow T_A = ۶۰۰K$$

۳۴.گزینه ۴ از آن‌جایی‌که در نمودار $P-T$، امتداد فرایند AB از مبدأ مختصات می‌گذرد، لذا فرایند AB هم‌حجم است. برای تعیین دمای نقطه‌ی A داریم:

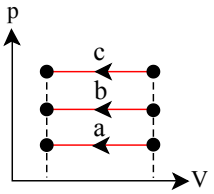
$$\frac{P_A}{T_A} = \frac{P_B}{T_B} \Rightarrow \frac{۱۲/۵}{T_A} = \frac{۷/۵}{۳۰۰} \Rightarrow T_A = ۵۰۰\text{K}$$

اندازه‌ی گرمای مبادله شده در فرایند هم‌حجم AB برابر است با:

$$Q_V = nC_V\Delta T \Rightarrow |Q_{V_{AB}}| = \frac{m}{M}C_V|T_B - T_A|$$

$$\Rightarrow ۱۶/۸ \times ۱۰^{۳} = \frac{m}{۳۲} \times ۲۰ \times (۲۰۰) \Rightarrow m = ۱۳۴/۴g$$

۳۵.گزینه ۳ در نمودار $V-T$، اگر نمودار خط راست باشد و امتداد آن از مبدأ مختصات عبور کند، فرآیند هم فشار است. همچنین چون به ازای یک دمای معین $V_a > V_b > V_c$ خواهد بود، لذا بنابر معادله‌ی حالت گازهای کامل $P_c > P_b > P_a$ خواهد بود و نمودار $P-V$ی سه فرایند به صورت مقابل است.



با توجه به این نمودار، چون سطح زیر نمودار برای فرایند c بیش از فرایندهای a , b است، کار انجام شده بر روی گاز در فرایند c بزرگ‌تر از کار انجام شده در فرایندهای a , b است.

۳۶.گزینه ۱ باتوجه به این که نمودار $V-T$ از مبدا می گذرد، این یک فرآیند هم فشار است.

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{T_۲}\xrightarrow{P_۱=P_۲}\frac{V_۱}{T_۱}=\frac{V_۲}{T_۲}\Rightarrow\frac{۲۰}{۶۰۰}=\frac{۳۰}{T_۲}\Rightarrow T_۲=۹۰۰K$$

$$W=-P\Delta V=-nR\Delta T=-۰/۵\times۸\times۳۰۰=-۱۲۰۰J$$

۳۷.گزینه ۴ در نمودار $V-T$، اگر نمودار خط راست باشد و امتداد آن از مبدأ مختصات عبور کند، فرایند هم‌فشار است. در این فرایند دما کم شده است، پس گاز گرما داده است و با استفاده از قانون گازها می‌توان نوشت:

$$P=\text{ثابت}\Rightarrow\frac{V_۲}{V_۱}=\frac{T_۲}{T_۱}\Rightarrow\frac{۱۰}{۳۰}=\frac{۳۰۰}{T_۱}\Rightarrow T_۱=۹۰۰\ K$$

گاز دو اتمی است و گرمایی که گاز با محیط مبادله می‌کند، برابر است با:

$$Q_P=nC_MP(T_۲-T_۱)=n\frac{۷}{۲}R(T_۲-T_۱)\Rightarrow Q_P=۰/۵\times\frac{۷}{۲}\times۸\times(۳۰۰-۹۰۰)=-۸۴۰۰\ J$$

* علامت منفی نشان می‌دهد که گاز به محیط گرما داده است.

۳۸.گزینه ۱

$$P_۱=P_۰=۱۰^۵Pa\ ,\ P_۲=P_۰+\frac{W}{A}=۱۰^۵+\frac{۲۰۰}{۱۰^{-۲}}=۱/۲\times۱۰^۵Pa$$

با استفاده از معادله‌ی حالت گازهای کامل و فرض ثابت بودن دما، داریم:

$$P_۱V_۱=P_۲V_۲\Rightarrow۱۰^۵\times(A\times۳۰)=۱/۲\times۱۰^۵\times(A\times h_۲)\Rightarrow h_۲=\frac{۳۰}{۱/۲}=۲۵cm$$

جابه‌جایی پیستون برابر است با:

$$|\Delta h|=۳۰-۲۵=۵cm$$

۳۹.گزینه ۴ می‌دانیم در فرآیند هم‌حجم $W_{AB}=۰$ و در فرآیند هم‌دما $\Delta U_{BC}=۰$ است. بنابراین، می توان نوشت:

$$\Delta U_{AB}=Q_{AB}+W_{AB}\xrightarrow[W_{AB}=۰]{\Delta U_{AB}=+۲۰۰J}۲۰۰=Q_{AB}+۰$$

$$\Rightarrow Q_{AB}=۲۰۰J$$

$$\Delta U_{BC}=Q_{BC}+W_{BC}\xrightarrow[\Delta U_{BC}=۰]{W_{BC}=+۳۰۰J}۰=Q_{BC}+۳۰۰$$

$$\Rightarrow Q_{BC}=-۳۰۰J$$

$$Q_{ABC}=Q_{AB}+Q_{BC}\xrightarrow[Q_{BC}=-۳۰۰J]{Q_{AB}=۲۰۰J}Q_{ABC}=۲۰۰-۳۰۰$$

$$\Rightarrow Q_{ABC}=-۱۰۰J$$

دقت کنید، در فرآیند هم‌حجم که $P_B>P_A$ است، $Q>۰$ و در فرآیند هم‌دما که $V_C<V_B$ است. $W>۰$ می‌باشد.

۴۰.گزینه ۳ گرمای مبادله شده بین محیط و دستگاه در فرایند بی‌دررو برابر با صفر است، بنابراین طبق قانون اول ترمودینامیک، $W=\Delta U_{\text{بی دررو}}$ می‌باشد و از طرفی تغییرات انرژی درونی مقدار معینی گاز کامل فقط به تغییرات دمای مطلق گاز بستگی دارد. چون تغییرات دمای گاز در دو مرحله یکسان است. پس تغییرات انرژی درونی گاز نیز یکسان است و در نتیجه اندازه‌ی کار انجام شده توسط گاز نیز در دو مرحله یکسان است.

۴۱.گزینه ۳

برای فرایند هم‌دما می‌توان نوشت:

$$T_a=T_b\ \Rightarrow\ P_aV_a=P_bV_b$$

اگر قانون اول ترمودینامیک را برای فرایند بی‌دررو بنویسیم، داریم:

$$\Delta U=Q+W\xrightarrow{Q=۰}\Delta U=W$$

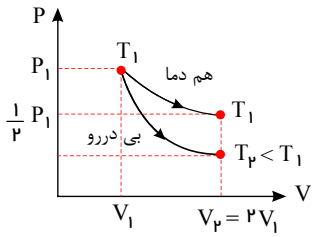
$$\Delta U = n\,C_V \Delta T = \frac{۳}{۲}\,n\,R\Delta T = \frac{۳}{۲}(P_cV_c - P_aV_a)$$

$$\Rightarrow \Delta U = \frac{۳}{۲}(P_cV_c - P_bV_b) \xrightarrow{\Delta U = W} W = \frac{۳}{۲}(P_cV_c - P_bV_b)$$

$$\Rightarrow W = \frac{۳}{۲}(۳\times ۱۰^{۵}\times ۴\times ۱۰^{-۳} - ۲\times ۱۰^{۵}\times ۴\times ۱۰^{-۳}) = ۶۰۰\ J$$

۴۲.گزینه ۲ در فرآیند بی‌دررو $Q = ۰$ و در انبساط $W < ۰$ است؛ پس در این‌جا $W < ۰$ و $Q = ۰$ یعنی $\Delta U < ۰$، بنابراین انرژی درونی کم می‌شود و دمای گاز هم کاهش می‌یابد.

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{T_۲} \Rightarrow \frac{P_۱V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲\times ۲V_۱}{T_۲} \Rightarrow P_۲ = \frac{T_۲}{T_۱}\times \frac{۱}{۲}P_۱$$



چون $\frac{T_۲}{T_۱} < ۱$ است، پس $P_۲ < \frac{۱}{۲}P_۱$ می‌شود. باتوجه به شکل زیر به راحتی گزینه صحیح مشخص می‌شود.

۴۳.گزینه ۴ در شکل نمودار، قسمت بالایی آن هم‌دما و قسمت پایینی آن که اندازه‌ی تغییرات فشارش بیشتر است بی‌دررو است و دمای $T_۱ = ۲۷ + ۲۷۳ = ۳۰۰K$ می‌باشد و برای $T_۲$ داریم:

$$\frac{P_۱V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{T_۲} \Rightarrow \frac{۶\times ۱}{۳۰۰} = \frac{۲\times ۱/۵}{T_۲} \Rightarrow T_۲ = ۱۵۰K$$

۴۴.گزینه ۴ مطابق شکل فرآیند ab یک فرآیند هم حجم و فرآیند bc فرآیند هم فشار است. اندازه‌ی کل گرمای مبادله شده بین گاز و محیط برابر است با:

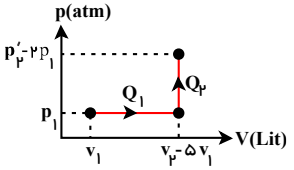
$$Q_T = Q_{ab} + Q_{bc}$$

$$Q_T = nC_V\Delta T_{ab} + nC_P\Delta T_{bc} = \frac{۳}{۲}nR(T_b - T_a) - \frac{۵}{۲}nR(T_c - T_b)$$

$$\Rightarrow Q_T = \frac{۳}{۲}\times ۰/۵\times ۸(۲۱۵ - ۲۰۰) + \frac{۵}{۲}\times ۰/۵\times ۸(۲۳۵ - ۲۱۵)$$

$$\Rightarrow Q_T = ۹۰ + ۲۰۰ = ۲۹۰j$$

۴۵.گزینه ۴ برای فرایند هم‌فشار داریم:



$$Q_۱ = Q_P = n\,C_P\,\Delta T \xrightarrow{P=\text{ثابت}} Q_۱ = \frac{C_P}{R}\,P\Delta V$$

$$\Rightarrow\ Q_۱ = \frac{۵}{۲}P_۱(۵V_۱ - V_۱) \Rightarrow Q_۱ = ۱۰\,P_۱V_۱\ \ (۱)$$

و برای فرایند هم‌حجم داریم:

$$Q_۲ = Q_V = n\,C_V\Delta T \xrightarrow{V=\text{ثابت}} Q_۲ = \frac{C_V}{R}\,V\Delta P$$

$$\Rightarrow Q_۲ = \frac{۳}{۲}\times ۵V_۱(۳P_۱ - P_۱) \Rightarrow Q_۲ = ۱۵\,P_۱V_۱\ \ (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)}\ \frac{Q_۲}{Q_۱} = \frac{۱۵\,P_۱V_۱}{۱۰\,P_۱V_۱} \Rightarrow \frac{Q_۲}{Q_۱} = \frac{۳}{۲}$$

۴۶.گزینه ۳

$$P_BV_B = P_CV_C \Rightarrow T_B = T_C \Rightarrow \Delta T_{AB} = \Delta T_{AC} \Longrightarrow \Delta U_{AB} = \Delta U_{AC}$$
$$\left.\begin{matrix} Q_{AB} = nC_V\Delta T \\ Q_{AC} = nC_P\Delta T \end{matrix}\right\} \xrightarrow{C_P > C_V} Q_{AC} > Q_{AB}$$

باتوجه به این‌که Q و ΔU هر دو فرآیند مثبت هستند (چرا؟)، منظور از Qو ΔU همان $|Q|$ و $|\Delta U|$ هستند که در گزینه‌ها ذکر شده است.

۴۷.گزینه ۱ تغییرات انرژی درونی مقدار معینی گاز کامل طی یک فرایند دلخواه از رابطه‌ی $\Delta U = nC_V\Delta T$ به دست می‌آید. با استفاده از معادله‌ی حالت گازهای کامل، می‌توان نوشت:

$$\Delta U = nC_V\Delta T \xrightarrow[C_V = \frac{۳}{۲}R]{T = \frac{PV}{nR}} \Delta U = \frac{۳}{۲}nR(\frac{P_bV_b}{nR} - \frac{P_aV_a}{nR})$$
$$\Rightarrow \Delta U = \frac{۳}{۲}(P_bV_b - P_aV_a) = \frac{۳}{۲} \times (۹ \times ۶ - ۴ \times ۲) \times ۱۰^{۵} \times ۱۰^{-۳} \Rightarrow \Delta U = ۶۹۰۰J$$

۴۸.گزینه ۱

برای مقدار معینی گاز کامل، تغییر انرژی درونی گاز فقط به دمای مطلق ابتدا و انتهای مسیر بستگی دارد و از مسیر فرآیند مستقل است. بنابراین باتوجه به این که دما افزایش یافته است، داریم:

$$\Delta U_۱ = \Delta U_۲ > ۰ \quad (۱)$$

در هر دو فرآیند، حجم گاز افزایش یافته است و بنابراین کار محیط روی گاز در هر دو فرآیند منفی است، ولی چون سطح زیر نمودار (۱) بیش‌تر از سطح زیر نمودار (۲) است، می‌توان نوشت:

$$|W_۱| > |W_۲| \xrightarrow{W<۰} W_۱ < W_۲ < ۰ \quad (۲)$$

با استفاده از قانون اول ترمودینامیک می‌توان نوشت:

$$\Delta U = W + Q \overset{(۱)}{\Rightarrow} W_۱ + Q_۱ = W_۲ + Q_۲ \xrightarrow{(۲)} Q_۱ > Q_۲$$

۴۹.گزینه ۱

$$\Delta U = nC_V\Delta T = \frac{۳}{۲}nR\Delta T = \frac{۳}{۲}\Delta(PV)$$
$$= \frac{۳}{۲}(۱۰ \times ۱۰^{-۳} \times ۰/۵ \times ۱۰^{۵} - ۴ \times ۱۰^{-۳} \times ۱/۵ \times ۱۰^{۵}) = \frac{۳}{۲} \times (-۱۰۰) = -۱۵۰\ J$$
$$W = -S = -\frac{۰/۵ + ۱/۵}{۲} \times ۱۰^{۵} \times (۱۰ - ۴) \times ۱۰^{-۳} = -۶۰۰\ J$$
$$\Delta U = Q + W \Rightarrow -۱۵۰ = Q + (-۶۰۰) \Rightarrow Q = ۴۵۰\ J$$

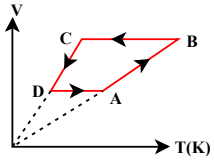
۵۰.گزینه ۳ طبق محاسبه‌ی زیر در انبساط بی‌دررو‌ی مقدار معینی گاز کامل، دمای گاز کاهش می‌یابد.

$$\Delta U_{\text{بی‌دررو}} = W_{\text{بی‌دررو}} + Q_{\text{بی‌دررو}} \xrightarrow{Q_{\text{بی‌دررو}} = ۰} \Delta U_{\text{بی‌دررو}} = W_{\text{بی‌دررو}}$$

$$\xrightarrow{\text{انبساط: } V_۲ > V_۱ \Rightarrow W_{\text{بی‌دررو}} < ۰} \Delta U_{\text{بی‌دررو}} < ۰ \xrightarrow{\Delta U \propto \Delta T} \Delta T < ۰ \Rightarrow T_۲ < T_۱$$

۵۱.گزینه ۴ قانون اول ترمودینامیک همان قانون پایستگی انرژی است و بنابراین در چرخه‌ی یک ماشین گرمایی که گاز گرمایی Q_H را از منبع گرم می‌گیرد و بعد از انجام کار W، گرمای Q_C را به منبع سرد می‌دهد، به صورت $Q_H = |W| + |Q_C|$ خواهد بود. با این توضیحات، مقادیر داده شده در گزینه‌ی (۴)، قانون اول ترمودینامیک در چرخه‌ی یک ماشین گرمایی را نقض می کنند.

۵۲.گزینه ۲ به سادگی می‌توان اثبات کرد جهت چرخش در چرخه‌ی $V-T$ عکس چرخه‌ی $P-V$ است، بنابراین گزینه‌های «۱» و «۴» نادرست‌اند. از طرف دیگر چون در دستگاه مختصات $V-T$، نمودار هم‌فشار به صورت خط راستی است که امتداد آن از مبدأ مختصات می‌گذرد بنا به رابطه‌ی $V=\frac{nR}{P}T$، شیب این خط با معکوس فشار متناسب می‌باشد. بنابراین باید نموداری را انتخاب کنیم که شیب خط AB در مقایسه با شیب خط CD کم‌تر باشد زیرا $P_{AB}>P_{CD}$ است. این مورد در نمودار گزینه‌ی «۲» رعایت شده است.



۵۳.گزینه ۳ در فرآیند بی‌دررو $Q_{AB}=۰$ است در نتیجه:

$$\Delta u_{AB}=Q_{AB}+W_{AB}\Rightarrow ۱۲۰۰=۰+W_{AB}\Rightarrow W_{AB}=۱۲۰۰j$$

از طرفی فرآیند BC یک فرآیند هم هجم است و در فرآیند هم حجم $W_{BC}=۰$ است.

از طرفی فرآیند BC یک فرآیند هم حجم است و در فرآیند هم حجم $W_{BC}=۰$ است.

با محاسبه‌ی کار انجام شده در فرآیند هم فشار CA داریم:

$$W_{CA}=-P(V_A-V_C)\Rightarrow W_{CA}=-۲\times ۱۰^{۵}(۶-۲)\times ۱۰^{-۳}=-۸۰۰j$$

$$W_{\text{چرخه}}=W_{CA}+W_{AB}+W_{BC}=-۸۰۰+۱۲۰۰+۰=+۴۰۰j$$

اکنون با استفاده از قانون اول ترمودینامیک و باتوجه به این‌که در هر چرخه $\Delta u=۰$ است می‌توان نوشت:

$$\Delta u=Q_{\text{چرخه}}+W_{\text{چرخه}}\Rightarrow ۰=Q_{\text{چرخه}}+۴۰۰\Rightarrow Q_{\text{چرخه}}=-۴۰۰j$$

$$|Q_{\text{چرخه}}|=۴۰۰j$$

۵۴.گزینه ۳

با توجه به رابطه‌ی مربوط به توان ماشین گرمایی، خواهیم داشت:

$$P=\frac{|W|}{t}\xrightarrow[t=۴\times ۶۰=۲۴۰s]{P=۲\times ۱۰^{۴}W}۲\times ۱۰^{۴}=\frac{|W|}{۲۴۰}\Rightarrow |W|=۴۸\times ۱۰^{۵}J$$

برای هر چرخه داریم:

$$|W_{\text{چرخه}}|=\frac{۴۸\times ۱۰^{۵}}{۴۸۰}=۱۰^{۴}J=۱۰kJ$$

از طرف دیگر، با توجه به رابطه‌ی مربوط به بازده‌ی ماشین گرمایی خواهیم داشت:

$$\eta=\frac{|W|}{Q_H}\xrightarrow[\eta=۰/۱]{|W_{\text{چرخه}}|=۱۰^{۴}J}۰/۱=\frac{۱۰^{۴}}{Q_H}\Rightarrow Q_H=۱۰^{۵}J=۱۰۰kJ$$

برای محاسبه‌ی گرمای داده شده به چشمه‌ی سرد، با استفاده از قانون اول ترمودینامیک در چرخه‌ی یک ماشین گرمایی، داریم:

$$|Q_C|=Q_H-|W_{\text{چرخه}}|=۱۰۰-۱۰\Rightarrow |Q_C|=۹۰kJ$$

۵۵.گزینه ۳ هرچه نسبت تراکم در یک ماشین درون‌سوز بنزینی بیش‌تر باشد، بازده‌ی آن بالاتراست. باتوجه به نمودار $P-V$ی این دو ماشین گرمایی، چون نسبت تراکم ماشین درون‌سوز B $(r_B=\frac{V_۴}{V_۱})$ از نسبت تراکم ماشین درون‌سوز A $(r_A=\frac{V_۳}{V_۲})$ بیش تر است، بنابراین بازده‌ی ماشین درون‌سوز B بیش‌تر از بازده‌ی ماشین درون‌سوز A خواهد بود.

$$\eta_B>\eta_A$$

۵۶.گزینه ۴ گزینه‌ی (۱)، بیانگر چرخه‌ای است که ماشین بخار آن را طی می‌کند. این چرخه به نام چرخه‌ی رانکین معروف است. گزینه‌ی (۲)، بیانگر چرخه‌ای است که یک ماشین درون‌سوز بنزینی طی می‌کند. این چرخه به نام چرخه‌ی اتو معروف است. گزینه‌ی (۳)، بیانگر چرخه‌ی فرضی کارنو است که اگر ماشین گرمایی آن را طی کند، دارای بیشترین بازده خواهد بود. گزینه‌ی (۴)، بیانگر چرخه‌ای است که ماشین استرلینگ طی می‌کند و از دو فرآیند هم‌حجم و دو فرآیند هم‌دما تشکیل شده است.

۵۷.گزینه ۲

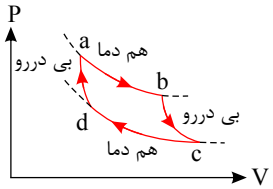
فرآیند PQ، فرآیند هم‌دمای مربوط به چشمه‌ی سرد است. $|Q_C|=۱۰۰۰\ J$

در چرخه‌ی کارنو:

$$\frac{|Q_C|}{Q_H}=\frac{T_C}{T_H}\Rightarrow \frac{۱۰۰۰}{Q_H}=\frac{۱۲۷+۲۷۳}{۷۲۷+۲۷۳}\Rightarrow \frac{۱۰۰۰}{Q_H}=\frac{۴۰۰}{۱۰۰۰}\Rightarrow Q_H=۲۵۰۰\ J$$

$$|Q_C|+|W|=Q_H\Rightarrow |W|=۲۵۰۰-۱۰۰۰=۱۵۰۰\ J$$

۵۸.گزینه ۱



با توجه به اینکه چرخه کارنو از دو فرایند بی دررو و فرایند هم دما تشکیل شده است و تغییر انرژی درونی مقدار معینی گاز کامل در یک چرخه و همچنین در فرایندهای هم دما صفر است. لذا با توجه به شکل زیر داریم:

$$\Delta U_{\text{چرخه}} = \Delta U_{ab} + \Delta U_{bc} + \Delta U_{cd} + \Delta U_{da}$$

چون در فرایندهای هم دما $(\Delta T = ۰)$ **است پس** $\Delta U_{ab} = \Delta U_{cd} = ۰$ **است درنتیجه می‌توان نوشت:**

$$\Delta U_{\text{چرخه}} = \Delta U_{bc} + \Delta U_{da} = ۰ \rightarrow \Delta U_{bc} = -\Delta U_{da}$$

$$\Rightarrow Q_{bc} + W_{bc} = -(Q_{da} + W_{da}) \xrightarrow{Q_{\text{بی در رو}} = ۰} W_{bc} = -W_{da} \Rightarrow \frac{W_{bc}}{W_{da}} = ۱$$

۵۹.گزینه ۳ **ابتدا با توجه به این که مساحت داخل چرخه در فرایند** $P-V$ **برابر با قدرمطلق کار انجام شده بر روی گاز است، گرمایی را که یخچال در هر چرخه به چشمه‌ی گرم می‌دهد، حساب می‌کنیم:**

$$K = \frac{Q_c}{W} \xrightarrow[K=۴]{W=۴٫۲\ kJ} ۴ = \frac{Q_c}{۴٫۲} \Rightarrow Q_c = ۱۶٫۸ kJ$$

$$|Q_H| = Q_C + W \Rightarrow |Q_H| = ۱۶٫۸ + ۴٫۲ = ۲۱\ kJ$$

گرمایی است که یخچال در هر چرخه به آب می‌دهد، اما گرمایی که آب لازم دارد تا دمایش به اندازه‌ی $۳۰^\circ C$ **افزایش یابد، برابر است با:** $|Q_H|$

$$Q = mc\ \Delta\theta \Rightarrow Q = ۵ \times ۴٫۲ \times ۳۰ = ۶۳۰\ kJ$$

بنابراین حداقل تعداد چرخه‌های کاملی که یخچال باید طی کند (n) برابر است با:

$$n = \frac{Q}{Q_H} = \frac{۶۳۰}{۲۱} = ۳۰ \quad \text{چرخه}$$

۶۰.گزینه ۲ **با استفاده از تعریف ضریب عملکرد یخچال، داریم:**

$$K = \frac{Q_C}{W} \xrightarrow{QC=|QH|-W} K = \frac{|Q_H| - W}{W} \xrightarrow[|Q_H|=۴۵۰\ kJ]{K=۴} ۴ = \frac{۴۵۰ - W}{W} \Rightarrow W = ۹۰\ kJ$$

W **مقدار کار داده شده به یخچال در مدت زمان یک دقیقه است. در نتیجه توان مصرفی یخچال برابر است با:**

$$P = \frac{|W|}{t} = \frac{۹۰}{۶۰} = ۱٫۵\ kW = ۱۵۰۰\ W$$

۶۱.گزینه ۳ **یخچال با انجام کار** W**، گرمای** Q_C **را از محیط داخل یخچال گرفته و گرمای** $|Q_H| = W + Q_C$ **را به محیط بیرون می‌دهد. داریم:**

$$Q_C = mc\Delta\theta = ۱ \times ۴۲۰۰ \times ۱(|۱۰ - ۳۰|) \Rightarrow Q_C = ۸۴۰۰۰ J = ۸۴ kJ$$

$$K = \frac{Q_C}{W} \Rightarrow ۴ = \frac{۸۴}{W} \Rightarrow W = ۲۱ kJ$$

$$|Q_H| = Q_C + W = ۸۴ + ۲۱ = ۱۰۵ kJ$$

۶۲.گزینه ۳ **اگر فقط اندازه ی گرماهای مبادله شده بین محیط و دستگاه را در هر مرحله در نظر بگیریم، با استفاده از تعریف ضریب عملکرد یک یخچال و بازده ی یک ماشین گرمایی، داریم:**

$$\left.\begin{aligned} K &= \frac{Q_c}{W} = \frac{Q_H - W}{W} = \frac{Q_H}{W} - ۱ \\ \eta &= \frac{W}{Q_H} \Rightarrow \frac{۱}{\eta} = \frac{Q_H}{W} \end{aligned}\right\} \Rightarrow K = \frac{۱}{\eta} - ۱ \Rightarrow K = \frac{۱}{۰٫۲۵} - ۱ \Rightarrow K = ۳$$

۶۳.گزینه ۳ **گزینه ۱) نادرست: در ماشین گرمایی رابطه‌ی** $|W| = Q_H - |Q_C|$ **و در یخچال رابطه‌ی** $|Q_H| = Q_C + W$ **برقرار است، در نتیجه:**

برای وسیله a**:** $|W| = Q_H - |Q_C| \Rightarrow ۱۰۰ = ۱۰۰ + ۰$ **ماشین گرمایی**

برای وسیله b**:** $|Q_H| = Q_C + W \Rightarrow ۱۰۰ = ۱۰۰ + ۰$ **یخچال**

برای وسیله c**:** $|W| = Q_H - |Q_C| \Rightarrow ۶۰ = ۱۰۰ - ۵۰$ **ماشین گرمایی**

گزینه ۲) نادرست: بنابه قانون دوم ترمودینامیک به بیان یخچالی چون در وسیله‌ی (b) **،** $W = ۰$ **است پس تنها قانون دوم به بیان یخچالی نقض می‌شود.**

گزینه ۳) درست: زیرا برای برقراری قانون اول لازم است $Q_H + Q_C + W = ۰$ **باشد بنابراین تنها در وسیله‌ی** (c) **این گونه نیست.**

گزینه ۴) نادرست: در وسیله (a) , (b) قانون اول برقرار است و قانون دوم نقض می‌شود و در وسیله (c) هم قانون اول و هم قانون دوم نقض می‌شود.

۶۴.گزینه ۲ می‌دانیم علامت Q_H، W و Q_C در یخچال به ترتیب منفی، مثبت و مثبت است. بنابراین وسیله‌های B و C از نظر علامت این کمیت‌ها می‌توانند یخچال باشند. اما با توجه به بیان یخچالی قانون دوم ترمودینامیک، امکان ندارد یخچالی بدون انجام کار، گرما را از جسم سرد بگیرد و به جسم گرم منتقل کند. به عبارت ساده‌تر امکان ندارد در یخچال $W = ۰$ باشد. به این ترتیب وسیله‌ی B یخچالی است که قانون دوم ترمودینامیک را نقض می‌کند.

۶۵.گزینه ۲ با توجه به قانون دوم ترمودینامیک، در ماشین‌های گرمایی باید $Q_C \neq ۰$ باشد اما در یخچال‌ها الزاماً باید $W \neq ۰$ باشد و لزومی بر $Q_C \neq ۰$ نیست.

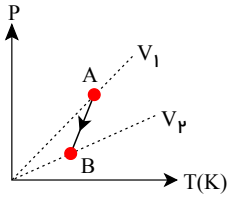
در صورت وقوع گزینه‌ی (۲)، گرما از منبع سرد خودبه‌خود به منبع گرم منتقل شده است و بنابراین قانون دوم ترمودینامیک نقض می شود.

بازده‌ی ماشین گرمایی فرضی کارنو از بازده‌ی ماشین گرمایی که منبع گرم و سرد آن با ماشین فرضی کارنو یکسان باشد، بیش‌تر است.

ارتباط خاصی میان دو قانون اول و دوم ترمودینامیک وجود ندارد.

۶۶.گزینه ۲

می‌دانیم نمودار $P-T$ی فرایند هم‌حجم مقدار معینی گاز کامل، خط راستی است که امتداد آن از مبدأ می‌گذرد و هر چه شیب نمودار بیش‌تر باشد حجم گاز کم‌تر است. $(V_۱ < V_۲)$



بنابراین حجم گاز در فرایند AB افزایش یافته است و در نتیجه کار انجام شده توسط محیط بر روی گاز منفی است.

۶۷.گزینه ۳ در فرایند هم‌فشار، کار انجام شده توسط محیط بر روی گاز، گرمای دریافت شده توسط گاز و تغییرات انرژی درونی مقدار معینی گاز کامل برحسب تغییر دما از رابطه‌های زیر به دست می‌آیند:

$$W = -P\Delta V \xrightarrow{P\Delta V = nR\Delta T} W = -nR\Delta T \ , \ Q = nC_P\Delta T \ , \ \Delta U = nC_V\Delta T$$

این روابط دو ویژگی را نشان می‌دهند. اول آن که Q و ΔU هم‌علامت هستند و علامت آن‌ها با W متفاوت است و دوم آن که از روی مقایسه‌ی ضریب ΔT، چون برای یک نوع گاز کامل معین، $C_P > C_V > R$ است، پس به ازای تغییر دمای یکسان، $|Q| > |\Delta U| > |W|$ خواهد بود. در نتیجه گزینه‌ی «۳» صحیح است.

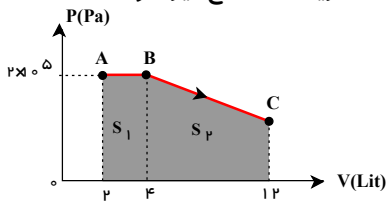
۶۸.گزینه ۲ طی یک فرایند تراکمی بی‌دررو، انرژی درونی گاز کامل افزایش می‌یابد و از آن‌جا که انرژی درونی مقدار معینی گاز کامل تنها تابع دمای مطلق گاز است، در نتیجه دمای گاز نیز طی این فرایند افزایش خواهد یافت. داریم:

$$\Delta U = Q + W \xrightarrow[W_{\text{بی دررو}} > ۰]{Q_{\text{بی دررو}} = ۰} \Delta U > ۰ \Rightarrow \Delta T > ۰ \Rightarrow T_۲ > T_۱ \quad (۱)$$

$$PV = nRT \Rightarrow T = \frac{PV}{nR} \xrightarrow{(۱)} \frac{P_۲V_۲}{nR} > \frac{P_۱V_۱}{nR} \xrightarrow{V_۲ = \frac{۱}{۲}V_۱} P_۲(\frac{۱}{۲}V_۱) > P_۱V_۱ \Rightarrow P_۲ > ۲P_۱$$

۶۹.گزینه ۲ سطح زیر نمودار $P-V$ نشان‌دهنده‌ی اندازه‌ی کار انجام شده می‌باشد. با توجه به نمودار می‌توان گفت:

$$\begin{cases} |W_{AB}| = S_۱ = (۲ \times ۱۰^۵ \times ۲ \times ۱۰^{-۳}) = ۴ \times ۱۰^۲ \ J \\ |W_{BC}| = S_۲ = (\frac{۲ \times ۱۰^۵ + P_C}{۲}) \times ۸ \times ۱۰^{-۳} (J) \end{cases}$$



$$|W_{AB}| = \frac{۱}{۴}(|W_{AB}| + |W_{BC}|) \Rightarrow \frac{۳}{۴}|W_{AB}| = \frac{۱}{۴}|W_{BC}| \Rightarrow ۳|W_{AB}| = |W_{BC}|$$

$$\Rightarrow ۳ \times (۴ \times ۱۰^۲) = (\frac{۲ \times ۱۰^۵ + P_C}{۲}) \times ۸ \times ۱۰^{-۳} \Rightarrow P_C = ۱۰^۵ Pa = ۱ \ atm$$

۷۰.گزینه ۲ ابتدا با استفاده از قانون اول ترمودینامیک کار انجام شده توسط گاز برروی محیط را به دست می‌آوریم:

$$\Delta U = Q + W \Rightarrow ۶۰۰ = ۷۵۰ + W \Rightarrow W = -۱۵۰ j$$

کار دستگاه روی محیط: $W' = -W = ۱۵۰ j$

$$W' = F' d \cos ۰ \Rightarrow ۱۵۰ = F' \times ۱۵ \times ۱۰^{-۲} \times ۱ \Rightarrow F' = ۱۰^{۳} N$$

$$P = \frac{mg}{A} \Rightarrow PA = mg \xrightarrow{PA = F'} F' = mg \Rightarrow ۱۰^{۳} = m \times ۱۰ \Rightarrow m = ۱۰۰ Kg$$

لازم به توضیح است، گاز نمی‌تواند فرایندی بی‌دررو طی کرده باشد، زیرا در فرایند بی‌دررو، وقتی حجم گاز افزایش می‌یابد، دمای گاز و در نتیجه انرژی درونی آن کاهش می‌یابند.

۷۱.گزینه ۴ ابتدا مساحت داخل چرخه را که برابر با کار انجام شده بر روی گاز است، حساب می‌کنیم. دقت کنید چون چرخه ساعت‌گرد است $W < ۰$ می‌باشد.

$$W_{\text{چرخه}} = -\left(\frac{۲ \times ۱۰^{-۳} \times ۲ \times ۱۰^{۵}}{۲}\right) \Rightarrow W_{\text{چرخه}} = -۲۰۰ J$$

اکنون گرمای مبادله شده در فرآیند هم‌حجم CA را به دست می‌آوریم و سپس از قانون اول ترمودینامیک استفاده می‌کنیم.

$$Q_{CA} = \frac{۳}{۲} V \Delta P = \frac{۳}{۲} \times ۲ \times ۱۰^{-۳} \times (۳ - ۱) \times ۱۰^{۵} \Rightarrow Q_{CA} = ۶۰۰ J$$

$$\Delta U_{\text{چرخه}} = Q_{\text{چرخه}} + W_{\text{چرخه}} \xrightarrow[W_{\text{چرخه}} = -۲۰۰ J]{\Delta U_{\text{چرخه}} = ۰} ۰ = Q_{\text{چرخه}} - ۲۰۰ \Rightarrow Q_{\text{چرخه}} = ۲۰۰ J$$

$$Q_{\text{چرخه}} = Q_{CA} + Q_{ABC} \xrightarrow[Q_{CA} = ۶۰۰ J]{Q_{\text{چرخه}} = ۲۰۰ J} ۲۰۰ = ۶۰۰ + Q_{ABC} \Rightarrow Q_{ABC} = -۴۰۰ J$$

۷۲.گزینه ۳ چون به ازای یک اندازه‌ی تغییر حجم معین، اندازه‌ی تغییرات فشار در فرایند AB بیشتر از فرایند CA است. بنابراین فرایند AB فرایندی بی‌دررو و فرایند CA فرایندی هم‌دما است. از طرفی در فرآیند بی‌دررو چون $Q = ۰$ است، طبق قانون اول ترمودینامیک $\Delta U = W$ می‌باشد. به علاوه برای گاز کامل تک‌اتمی $\Delta U = \frac{۳}{۲}(P_۲ V_۲ - P_۱ V_۱)$ است، بنابراین در فرآیند بی‌دررو می‌توان کاری را که محیط روی گاز انجام می‌دهد، به صورت زیر به دست آورد:

$$W_{AB} = \Delta U_{AB} = \frac{۳}{۲}(P_B V_B - P_A V_A)$$

$$\xrightarrow{P_A V_A = P_C V_C} W_{AB} = \frac{۳}{۲}(۱٫۶ \times ۱۰^{۵} - ۲ \times ۱۰^{۵}) \Rightarrow W_{AB} = -۶ \times ۱۰^{۴} J$$

۷۳.گزینه ۴ تغییرات انرژی درونی مقدار معینی گاز کامل طی یک چرخه‌ی کامل برابر با صفر است، هم‌چنین با توجه به این که فرایند BC یک فرایند هم‌دما است، تغییرات انرژی درونی گاز طی فرایند BC نیز برابر با صفر است و در نتیجه داریم:

$$\xrightarrow[\Delta U_{AB} = ۹۰۰ J]{\Delta U_{BC} = ۰} ۹۰۰ + ۰ + \Delta U_{CA} = ۰ \Rightarrow \Delta U_{CA} = -۹۰۰ J$$

$$\Delta U_{\text{چرخه}} = \Delta U_{AB} + \Delta U_{BC} + \Delta U_{CA} = ۰$$

از طرفی با استفاده از قانون اول ترمودینامیک در فرایند هم‌فشار CA داریم:

$$\Delta U_{CA} = Q_{CA} + W_{CA} \xrightarrow{W_{CA} = -\frac{۲}{۵} Q_{CA}} \Delta U_{CA} = Q_{CA} - \frac{۲}{۵} Q_{CA} = \frac{۳}{۵} Q_{CA} \Rightarrow -۹۰۰ = \frac{۳}{۵} Q_{CA}$$

$$\Rightarrow Q_{CA} = -۱۵۰۰ J \Rightarrow |Q_{CA}| = ۱۵۰۰ J$$

۷۴.گزینه ۱ می‌دانیم تغییر انرژی درونی در یک چرخه برابر با مجموع تغییر انرژی درونی فرایندهای آن چرخه است. از طرف دیگر می‌دانیم در چرخه و فرآیند هم دما، $\Delta U = ۰$ و در فرایند هم حجم، $W = ۰$ است. بنابراین باتوجه به این که در فرایند هم فشار برای مقدار معینی گاز کامل تک‌اتمی $Q = -\frac{۵}{۲} W$ است، می‌توان نوشت:

$$\Delta U_{\text{چرخه}} = \Delta U_{AB} + \Delta U_{BC} + \Delta U_{CA}$$
$$\xrightarrow[\Delta U = Q + W]{\Delta U_{\text{چرخه}} = \Delta U_{BC} = ۰} ۰ = W_{AB} + Q_{AB} + ۰ + Q_{CA} + W_{CA}$$
$$\xrightarrow{W_{AB} = ۰ ,\, Q_{CA} = -\frac{۵}{۲} W_{CA}} ۰ = ۰ + Q_{AB} - \frac{۵}{۲} W_{CA} + W_{CA}$$
$$\xrightarrow{Q_{AB} = ۳۰۰۰ J} \frac{۳}{۲} W_{CA} = ۳۰۰۰ \Rightarrow W_{CA} = ۲۰۰۰ J$$

۷۵.گزینه ۲ باتوجه به این‌که چرخه مربوط به یک ماشین گرمایی است و باتوجه به قانون دوم ترمودینامیک به بیان ماشین گرمایی که بازده‌ی هیچ ماشین گرمایی صددرصد نیست، طی این چرخه، ماشین گرما گرفته، گرما از دست داده و برروی محیط نیز کار انجام می‌دهد و چون در فرایند بی‌دررو هیچ گرمایی مبادله نمی‌شود، بنابراین در فرایند AB ماشین هم گرما گرفته، هم گرما از دست داده و چون این فرایند انبساطی است، دستگاه برروی محیط کار انجام می‌دهد.

۷۶.گزینه ۲ می‌دانیم $\Delta U_{\text{چرخه}} = \Delta U_{CDAB} + \Delta U_{BC}$, $\Delta U_{\text{چرخه}} = ۰$ است. با توجه به این که $T_C > T_B$ است، بنابراین $\Delta U_{CDAB} = -۳۰۰۰\ J$ است و می‌توان نوشت:

$$۰ = -۳۰۰۰ + \Delta U_{BC} \Rightarrow \Delta U_{BC} = ۳۰۰۰\ J$$

از طرف دیگر، برای فرایند هم‌فشار BC می‌توان نوشت:

$$\Delta U_{BC} = Q_{BC} + W_{BC}$$
$$\xrightarrow{Q_{BC} = -\frac{۵}{۲} W_{BC}} ۳۰۰۰ = -\frac{۵}{۲} W_{BC} + W_{BC} \Rightarrow ۳۰۰۰ = -\frac{۳}{۲} W_{BC} \Rightarrow W_{BC} = -۲۰۰۰\ J$$

دقت کنید در فرایند هم‌فشار چون $W = -P\Delta V$, $Q = \frac{۵}{۲} P\Delta V$ است، لذا بین W, Q رابطه‌ی $Q = \frac{-CP}{R} W$ برقرار است.

۷۷.گزینه ۴ می‌دانیم تغییرات انرژی درونی برای مقدار معینی گاز کامل در یک چرخه برابر با صفر است. از طرفی طبق قانون اول ترمودینامیک، $\Delta U = Q + W$ می‌باشد، پس:

$$\Delta U_{\text{چرخه}} = ۰ \Rightarrow Q_{\text{چرخه}} + W_{\text{چرخه}} = ۰ \Rightarrow (Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CA}) + W_{\text{چرخه}} = ۰$$

طبق شکل، در طی فرایند هم‌حجم AB، گاز گرما از دست می‌دهد، پس Q_{AB} مقداری منفی است. از طرفی فرایند CA یک فرآیند بی‌دررو است. پس $Q_{CA} = ۰$ می‌باشد. بنابراین داریم:

$$(-\frac{۵}{۳} Q_{BC} + Q_{BC} + ۰) + W_{\text{چرخه}} = ۰ \Rightarrow W_{\text{چرخه}} = \frac{۲}{۳} Q_{BC} = \frac{۲}{۳} \times ۱۵۰ = ۱۰۰\ J$$

۷۸.گزینه ۳

با استفاده از رابطه‌ی بازده‌ی یک ماشین گرمایی می‌توان نوشت:

$$\eta = \frac{|W|}{Q_H} = \frac{Q_H - |Q_C|}{Q_H}$$

چون بازده‌ی ماشین از ۰٫۴ به ۰٫۶ افزایش یافته و Q_H ثابت مانده است. داریم:

$$\begin{cases} ۰٫۴ = \dfrac{Q_H - |Q_C|}{Q_H} \Rightarrow |Q_C| = ۰٫۶\, Q_H \\ ۰٫۶ = \dfrac{Q_H - |Q'_C|}{Q_H} \Rightarrow |Q'_C| = ۰٫۴\, Q_H \end{cases} \Rightarrow \frac{|Q'_C|}{|Q_C|} = \frac{۰٫۴\, Q_H}{۰٫۶\, Q_H} = \frac{۲}{۳}$$

۷۹.گزینه ۴

ابتدا از رابطه‌ی بازده، گرمای خروجی از ماشین اول را حساب می‌کنیم:

$$\eta = \frac{|W|}{Q_H} \Rightarrow ۰٫۴ = \frac{|W|}{۳۰۰۰} \Rightarrow |W| = ۱۲۰۰ J$$
$$|Q_C| = Q_H - |W| = ۳۰۰۰ - ۱۲۰۰ = ۱۸۰۰ J$$

گرمای خروجی از ماشین اول، همان گرمای ورودی به ماشین دوم است، بنابراین:

$$Q'_H = |Q_C| = ۱۸۰۰ J$$
$$\eta' = \frac{|W'|}{Q'_H} \Rightarrow ۰٫۴ = \frac{|W'|}{۱۸۰۰} \Rightarrow |W'| = ۷۲۰ J$$

بنابراین گرمای خروجی از ماشین گرمایی دوم برابر است با:

$$|Q'_C| = Q'_H - |W'| = ۱۸۰۰ - ۷۲۰ = ۱۰۸۰ J$$

۸۰.گزینه ۲

طبق رابطه‌ی بازده داریم:

$$\eta = \frac{|W|}{Q_H} \Rightarrow ۰/۳ = \frac{|W|}{Q_H} \Rightarrow |W| = ۰/۳Q_H$$

اگر قانون اول ترمودینامیک را در چرخه‌ی ماشین گرمایی (۱) بنویسیم. داریم:

$$\left|Q_{C_۱}\right| = Q_H - |W_۱| = Q_H - ۰/۳Q_H \Rightarrow \left|Q_{C_۱}\right| = ۰/۷Q_H$$

برای ماشین گرمایی (۲)، $Q_{H_۲} = \left|Q_{C_۱}\right|$ است، بنابراین داریم:

$$\eta_۲ = \frac{|W_۲|}{Q_{H_۲}} = \frac{|W_۲|}{\left|Q_{C_۱}\right|} \Rightarrow ۰/۴ = \frac{|W_۲|}{۰/۷Q_H} \Rightarrow |W_۲| = ۰/۲۸Q_H \quad (۲)$$

$$\xrightarrow{(۱),(۲)} \frac{|W_۱|}{|W_۲|} = \frac{۰/۳Q_H}{۰/۲۸Q_H} = \frac{۳۰}{۲۸} \Rightarrow \frac{|W_۱|}{|W_۲|} = \frac{۱۵}{۱۴}$$

۸۱.گزینه ۳ باتوجه به رابطه‌ی بازده در یک ماشین گرمایی فرضی که با چرخه‌ی کارنو کار می‌کند، خواهیم داشت:

$$\eta_{\max} = ۱ - \frac{TC}{TH} \Rightarrow \frac{TC}{TH} = ۱ - \eta_{\max}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{۲۰۰}{T_H} = ۱ - ۰/۵ \Rightarrow T_H = ۴۰۰K \\ \frac{۲۰۰}{T'_H} = ۱ - ۰/۶ \Rightarrow T_{H'} = ۵۰۰K \end{cases} \qquad \Delta T_H = ۵۰۰ - ۴۰۰ = ۱۰۰K \Rightarrow \Delta\theta_H = ۱۰۰^\circ C$$

۸۲.گزینه ۱ ابتدا رابطه‌ی بازده‌ی ماشین گرمایی کارنو را یک‌بار با دمای چشمه‌ی سرد $T_{C_۱} = ۲۷ + ۲۷۳ = ۳۰۰K$ و یک بار نیز با دمای چشمه‌ی سرد $T_{C_۲} = ۱۵ + ۲۷۳ = ۲۸۸K$ می نویسیم:

$$\eta_{\max} = ۱ - \frac{TC}{TH} \begin{cases} T_{C_۱} = ۳۰۰K \xrightarrow{} \eta_{\max\,۲} = ۱ - \frac{۲۸۸}{T_H} \\ T_{C_۲} = ۲۸۸K \xrightarrow{} \eta_{\max\,۱} = ۱ - \frac{۳۰۰}{T_H} \end{cases}$$

می‌دانیم با کاهش دمای چشمه‌ی سرد از $T_{C_۱}$ به $T_{C_۲}$، بازده‌ی ماشین ۰/۰۲ افزایش یافته است، بنابراین:

$$\eta_{\max\,۲} - \eta_{\max\,۱} = ۰/۰۲ \Rightarrow \frac{۳۰۰}{T_H} - \frac{۲۸۸}{T_H} = \frac{۲}{۱۰۰} \Rightarrow \frac{۱۲}{T_H} = \frac{۲}{۱۰۰} \Rightarrow T_H = ۶۰۰K$$

۸۳.گزینه ۴ ابتدا اندازه‌ی گرمایی را که از آب $۳۰^\circ C$ گرفته می‌شود تا به یخ $-۲۰^\circ C$ تبدیل شود، محاسبه می‌کنیم، داریم:

$$Q_C = |mc_{\text{آب}}\Delta T| + |mL_F| + \left|mc_{\text{یخ}}\Delta T'\right|$$

$$\Rightarrow Q_c = ۰/۲ \times ۴۲۰۰ \times (۳۰) + (۰/۲ \times ۳۳۶ \times ۱۰^۳) + (۰/۲ \times ۲۱۰۰ \times ۲۰) \Rightarrow \; Q_c = ۱۰۰۸۰۰\,J$$

کاری که یخچال برای این عمل طی مدت ۴ دقیقه انجام می‌دهد، برابر است با: $W = P \cdot t = ۳۰۰ \times (۴ \times ۶۰) = ۷۲۰۰۰\,J$

طبق تعریف ضریب عملکرد یک یخچال، داریم:

$$K = \frac{Q_c}{W} = \frac{۱۰۰۸۰۰}{۷۲۰۰۰} = ۱/۴$$

۸۴.گزینه ۴ ابتدا کار انجام شده توسط محیط بر روی گاز (انرژی الکتریکی مصرف شده) را که اندازه آن برابر با مساحت داخل چرخه است، به‌دست می‌آوریم:

$$W = \text{مساحت مستطیل} = ۳ \times ۱۰^۵ J$$

اکنون Q_C را که برابر Q های مثبت $(Q_{bc} + Q_{cd})$ چرخه است، به‌دست می‌آوریم و سپس ضریب عملکرد را حساب می‌کنیم.

$$Q_C = Q_{bc} + Q_{cd} \Rightarrow Q_C = \frac{۵}{۲} P_{bc}\Delta V_{bc} + \frac{۳}{۲} V_{cd}\Delta P_{cd}$$

$$\Rightarrow Q_C = \frac{۵}{۲} \times ۱۰^۵ \times ۳ + \frac{۳}{۲} \times ۴ \times ۱۰^۵ \Rightarrow Q_C = ۱۳/۵ \times ۱۰^۵ J$$

$$K = \frac{Q_C}{W} = \frac{۱۳/۵ \times ۱۰^۵}{۳ \times ۱۰^۵} \Rightarrow K = ۴/۵$$

۸۵.گزینه ۳ گاز در فرایند هم‌فشار bc، گرمای Q_C را از چشمه‌ی سرد می‌گیرد و دمای آن بالا می‌رود. از طرف دیگر گاز در فرایند هم‌حجم ab، گرمای Q_H را به چشمه‌ی گرم می‌دهد و دمای آن کاهش می‌یابد. هم‌چنین می‌دانیم در تراکم بی‌دررو، انرژی درونی گاز افزایش می‌یابد. لذا انرژی درونی حالت a بزرگ‌تر از انرژی درونی حالت c است و بنابراین اندازه‌ی تغییر انرژی درونی در فرایند ab بزرگ‌تر از اندازه‌ی تغییر انرژی درونی در فرایند bc است.

۸۶.گزینه ۳ گاز در فرایند BC گرما می‌گیرد و در فرایند AB گرما از دست می‌دهد. بنابراین می‌توان نوشت:

$$Q_C = Q_{BC} = \frac{C_{MP}}{R} P\Delta V = \frac{۵}{۲} \times (۱ \times ۱۰^{۵})(۰/۰۸ - ۰/۰۴) \Rightarrow Q_C = ۱۰۰۰۰\ J$$

$$Q_H = Q_{AB} = \frac{C_{MV}}{R} V\Delta P \Rightarrow Q_H = \frac{۳}{۲} \times ۰/۰۴ \times (۱ - ۳) \times ۱۰^{۵} = -۱۲۰۰۰\ J$$

$$K = \frac{Q_C}{W} = \frac{Q_C}{|Q_H| - Q_C} = \frac{۱۰۰۰۰}{۱۲۰۰۰ - ۱۰۰۰۰} = \frac{۱۰}{۲} = ۵$$

۸۷.گزینه ۳ در فرایند هم‌دمای مقدار معینی گاز کامل، تغییر انرژی درونی گاز برابر با صفر است. بنابراین با استفاده از قانون اول ترمودینامیک می‌توان نوشت:

$$\Delta U_{\text{هم‌دما}} = ۰ \Rightarrow Q_{\text{هم‌دما}} + W_{\text{هم‌دما}} = ۰ \Rightarrow Q_{\text{هم‌دما}} = -W_{\text{هم‌دما}}$$

یعنی تمام گرمای دریافتی در یک انبساط هم‌دما به کار تبدیل می‌شود و بنابراین قانون اول ترمودینامیک که همان قانون پایستگی انرژی است، نقض نمی‌شود. با توجه به قانون دوم ترمودینامیک هیچ دستگاهی نمی‌تواند تمام گرمای دریافتی را به کار تبدیل کند و به حالت ترمودینامیکی اولیه‌ی خود باز گردد. در انبساط هم‌دما، اگرچه تمام گرمای دریافت شده به کار تبدیل می‌شود، ولی حالت نهایی گاز منطبق بر حالت ترمودینامیکی اولیه‌ی آن نخواهد شد، لذا قانون دوم ترمودینامیک نیز نقض نمی‌شود.

۸۸.گزینه ۳ می‌دانیم در فرایند آرمانی هم‌فشار، $W = -nR\Delta T$ و $\Delta U = nC_V\Delta T$ است. بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{\Delta U}{|W|} = \frac{nC_V\Delta T}{nR\Delta T} \Rightarrow \frac{\Delta U}{|W|} = \frac{C_V}{R} \xrightarrow{C_V = C_P - R} \frac{\Delta U}{|W|} = \frac{C_P - R}{R} \Rightarrow \frac{\Delta U}{|W|} = \frac{C_P}{R} - ۱$$

۸۹.گزینه ۴ هنگامی که به گاز داخل سیلندر گرما می‌دهیم تا زمانی که پیستون در آستانه‌ی حرکت قرار بگیرد. چون حجم سیلندر ثابت است گاز یک فرایند هم حجم را طی می‌کند که طی آن دما و فشارش افزایش می‌یابد. زمانی پیستون در آستانه‌ی حرکت قرار می‌گیرد که فشار گاز داخل سیلندر برابر با مجموع فشار ناشی از وزن پیستون و فشار هوای بیرون باشد.

$$P_۲ = \frac{m_{\text{پیستون}} \times g}{A} + P_{atm} \Rightarrow P_۲ = \frac{۲۰}{۲۰ \times ۱۰^{-۴}} + ۱۰^{۵} = ۱/۱ \times ۱۰^{۵} Pa$$

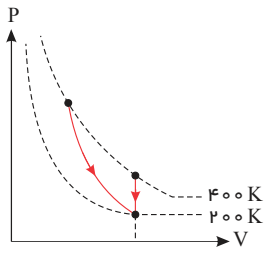
$$T_۲ = \frac{P_۲V_۲}{nR} = \frac{۱/۱ \times ۱۰^{۵} \times ۰/۸ \times ۱۰^{-۳}}{۰/۰۲ \times ۸} = \frac{۱۱۰۰}{۲} = ۵۵۰K$$

$$Q = nC_V\Delta T \Rightarrow Q = \frac{۳}{۲} nR\Delta T$$

$$\Rightarrow Q = \frac{۳}{۲} \times ۰/۰۲ \times ۸ \times (۵۵۰ - (۲۷۳ + ۲۷)) = ۳ \times ۸ \times ۲/۵$$

$$\Rightarrow Q = ۳ \times ۲۰ = ۶۰J$$

۹۰.گزینه ۲ تغییرات انرژی درونی مقدار معینی گاز کامل فقط تابع تغییرات دمای مطلق آن است و به نوع فرایند آرمانی طی شده بین این دو حالت، بستگی ندارد. بنابراین مطابق نمودار زیر، داریم:



$$\Delta U_{\text{هم‌حجم}} = \Delta U_{\text{بی‌دررو}} \Rightarrow W_{\text{هم‌حجم}} + Q_{\text{هم‌حجم}} = W_{\text{بی‌دررو}} + Q_{\text{بی‌دررو}}$$

$$\xrightarrow[W_{\text{هم‌حجم}} = ۰]{Q_{\text{بی‌دررو}} = ۰} W_{\text{بی‌دررو}} = Q_{\text{هم‌حجم}}$$

$$\Rightarrow W_{\text{بی‌دررو}} = nC_V\Delta T = ۰/۵ \times \frac{۳}{۲} \times ۸ \times (۲۰۰ - ۴۰۰) \Rightarrow W_{\text{بی‌دررو}} = -۱۲۰۰J$$

۹۱.گزینه ۲ طبق رابطه‌ی $V=\frac{nR}{P}T$ شیب خطی که در نمودار $V-T$ از مبدا مختصات عبور می کند با فشار رابطه‌ی عکس دارد بنابراین می‌توان گفت $P_A=۳P_B$ است. به کمک رابطه‌ی $\frac{P_BV_B}{T_B}=\frac{P_DV_D}{T_D}$ میان حالت های B و D به $P_B=\frac{۴}{۳}P_D$ می‌رسیم. در نتیجه $P_A=۴P_D$ خواهد بود.

۹۲.گزینه ۴ برای محاسبه‌ی تغییر انرژی درونی در فرایند آرمانی BC باید از رابطه‌ی $\Delta U=nC_V\Delta T$ استفاده کنیم. بنابراین کافی است دمای نقطه‌های B و C را به‌دست آوریم:

چون فرایند AC هم‌دما است، $T_C=T_A=۴۰۰\text{K}$ می‌باشد. اکنون تعداد مول‌های گاز کامل و دمای T_B را حساب می‌کنیم و سپس ΔU را به‌دست می‌آوریم.

چون فرایند AB هم‌حجم است، می‌توان نوشت:

$$\frac{P_A}{P_B}=\frac{T_A}{T_B}\xrightarrow[P_B=۱atm\ ,\ P_A=۲atm]{T_A=۴۰۰K}\frac{۲}{۱}=\frac{۴۰۰}{T_B}\Rightarrow T_B=۲۰۰K$$

همچنین داریم:

$$P_AV_A=nRT_A\xrightarrow[T_A=۴۰۰K]{P_A=۲\times۱۰^{۵}Pa\ ,\ V_A=۸\times۱۰^{-۳}m^۳}$$

$$۲\times۱۰^{۵}\times۸\times۱۰^{-۳}=n\times۸\times۴۰۰\Rightarrow n=۰/۵mol$$

$$\Delta U=nC_V\left(T_C-T_B\right)\xrightarrow[C_V=\frac{۳}{۲}R]{T_C=۴۰۰K\ ,\ T_B=۲۰۰K}$$

$$\Delta U=۰/۵\times\frac{۳}{۲}\times۸\times(۴۰۰-۲۰۰)\Rightarrow\Delta U=۱۲۰۰J$$

۹۳.گزینه ۳ فرایند BC فرایندی بی‌دررو است و گرمایی طی آن مبادله نمی‌شود. گاز در فرایند CA گرما از دست میدهد و در فرایند AB گرما می‌گیرد.

$$Q_{CA}=nC_V\Delta T=\frac{۳}{۲}nR\Delta T=\frac{۳}{۲}V\Delta P$$

$$\Rightarrow Q_{CA}=\frac{۳}{۲}\times۴\times۱۰^{-۳}\times(۲-۹)\times۱۰^{۵}=-۴۲۰۰J$$

این گرمایی است که یخچال به محیط گرم می دهد بنابراین $Q_H=-۴۲۰۰J$ در فرایند هم فشار AB داریم:

$$Q_{AB}=nC_P\Delta T=\frac{۵}{۲}nR\Delta T=\frac{۵}{۲}P\Delta V$$

$$\Rightarrow Q_{AB}=\frac{۵}{۲}\times۲\times۱۰^{۵}\times(۱۰-۴)\times۱۰^{-۳}=۳۰۰۰J$$

این گرمایی است که از محیط سرد داخل یخچال گرفته می شود بنابراین:

$$Q_C=۳۰۰۰J$$

با استفاده از قانون اول ترمودینامیک در چرخه‌ی یک یخچال داریم:

$$Q_C+W=|Q_H|\Rightarrow W=|Q_H|-Q_C$$

$$\Rightarrow W=۴۲۰۰-۳۰۰۰=۱۲۰۰J$$

در نهایت با استفاده از تعریف ضریب عملکرد یک یخچال داریم:

$$K=\frac{Q_C}{W}=\frac{۳۰۰۰}{۱۲۰۰}=۲/۵$$

۹۴.گزینه ۳ با استفاده از تعریف بازده‌ی یک ماشین گرمایی و تعریف ضریب عملکرد یک یخچال، داریم:

$$\eta=\frac{W}{Q_H}=\frac{W}{W+Q_C}\Rightarrow(۱-\eta)W=\eta Q_C$$

$$\Rightarrow\frac{Q_C}{W}=\frac{۱-\eta}{\eta}\Rightarrow K=\frac{۱-\eta}{\eta}\Rightarrow K=\frac{۱-۰/۲}{۰/۲}=۴$$

دقت کنید در محاسبات بالا فقط اندازه‌ی گرماها و کار مبادله شده را در نظر گرفته‌ایم.

۹۵.گزینه ۱ می‌دانیم در نمودار $P-V$، مساحت داخل چرخه برابر با اندازه‌ی کار انجام شده در چرخه است، پس:

$$\left|W_{\text{چرخه}}\right| = \text{مساحت داخل چرخه} = \text{مساحت زیر فرایند } bca - \text{مساحت زیر فرایند } ab$$

$$= (۶-۳)\times ۱۰^{-۳}\times ۴\times ۱۰^{۵} - ۸۵۰ = ۱۲۰۰ - ۸۵۰ = ۳۵۰J$$

چون چرخه پادساعت‌گرد است $W_{\text{چرخه}} > ۰$ است، پس: $W_{\text{چرخه}} = ۳۵۰J$

در هر چرخه $\Delta U_{\text{چرخه}} = ۰$ است، پس طبق قانون اول ترمودینامیک، داریم:

$$\Delta U_{\text{چرخه}} = ۰ \Rightarrow W_{\text{چرخه}} + Q_{\text{چرخه}} = ۰$$

$$\Rightarrow Q_{\text{چرخه}} = -W_{\text{چرخه}} = -۳۵۰J \Rightarrow \left|Q_{\text{چرخه}}\right| = ۳۵۰J$$

۹۶.گزینه ۱ گاز در فرایندهای آرمانی AB و BC از محیط گرما می‌گیرد. بنابراین می‌توان کل گرمای دریافتی ماشین گرمایی را به‌دست آورد.

$$Q_H = Q_{AB} + Q_{BC} = \frac{۳}{۲}V(\Delta P) + \frac{۵}{۲}P(\Delta V)$$

$$= \frac{۳}{۲}(۲V_۰)(۳P_۰ - ۲P_۰) + \frac{۵}{۲}(۳P_۰)(۴V_۰ - ۲V_۰)$$

$$= \frac{۳}{۲}\times ۲P_۰V_۰ + \frac{۵}{۲}\times ۳\times ۲P_۰V_۰ = ۱۸P_۰V_۰$$

از طرفی اندازه‌ی کاری که ماشین در هر چرخه روی محیط انجام می‌دهد برابر مساحت داخل چرخه است.

$$|W| = S = P_۰(۴V_۰ - ۲V_۰) = ۲P_۰V_۰$$

بنابراین با توجه به تعریف بازده ی ماشین گرمایی خواهیم داشت:

$$\eta = \frac{|W|}{Q_H} = \frac{۲P_۰V_۰}{۱۸P_۰V_۰} = \frac{۱}{۹}$$

۹۷.گزینه ۳ فرایندن BC بی‌دررو است و گرمایی طی آن مبادله نمی‌شود. در فرایند هم‌حجم CA، گاز گرما از دست می‌دهد و در فرایند هم‌فشار AB گرما می‌گیرد.

$$Q_H = Q_{CA} = nC_V\Delta T = \frac{۳}{۲}nR\Delta T = \frac{۳}{۲}V\Delta P$$

$$= \frac{۳}{۲}\times ۴\times ۱۰^{-۳}\times (۲-۹)\times ۱۰^{۵} = -۴۲۰۰J \Rightarrow Q_H = -۴۲۰۰J$$

در فرایند هم‌فشار AB گاز گرما می‌گیرد و بنابراین داریم:

$$Q_C = Q_{AB} = nC_P\Delta T = \frac{۵}{۲}nR\Delta T = \frac{۵}{۲}P\Delta V$$

$$= \frac{۵}{۲}\times ۲\times ۱۰^{۵}\times (۱۰-۴)\times ۱۰^{-۳} = -۳۰۰۰J \Rightarrow Q_C = ۳۰۰۰J$$

با استفاده از بیان قانون اول ترمودینامیک در چرخه‌ی یک یخچال و تعریف ضریب عملکرد یخچال، داریم:

$$W = |Q_H| - Q_C = ۴۲۰۰ - ۳۰۰۰ = ۱۲۰۰J$$

$$K = \frac{Q_C}{W} = \frac{۳۰۰۰}{۱۲۰۰} = ۲/۵$$

۹۸.گزینه ۲ چون یخچال فرضی چرخه‌ی کارنو را طی می‌کند، داریم:

$$K = \frac{Q_C}{W} = \frac{Q_C}{|Q_H| - Q_C} = \frac{T_C}{T_H - T_C} = \frac{۲۷۳+۳}{۳۰۶-۲۷۶} = ۹/۲$$

$$|Q_H| = Q_C + W \xrightarrow{Q_C = KW} |Q_H| = (K+۱)W$$

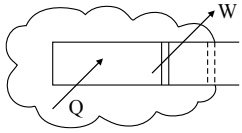
$$\xrightarrow{W=Pt} |Q_H| = (K+1)\,Pt \Rightarrow P = \frac{|Q_H|}{(K+1)\,t} \Rightarrow P = \frac{۱۵۳۰۰}{(۹٫۲+۱)\times ۱۰} = ۱۵۰W$$

۹۹.گزینه ۴ فرایند هم حجم: در فرایند هم حجم $W = W' = ۰$ است. بنابراین در این فرایند $\Delta u \times W' = ۰$ است.

فرایند هم فشار: در فرایند هم فشار از آنجا که $|Q_P| > |W_P|$ می‌باشد، پس علامت Δu همواره هم علامت با Q_P است. بنابراین داریم:

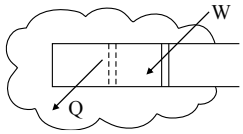
اگر گاز گرما بگیرد (فرایند انبساطی): در اینصورت $\Delta u > ۰$ و حجم گاز کامل افزایش می‌یابد.

$$\begin{cases} \Delta u > ۰ \\ W < ۰ \to W' > ۰ \end{cases} \Rightarrow \Delta u \times W' > ۰$$



اگر گاز گرما از دست بدهد (فرایند تراکمی): در اینصورت $\Delta u < ۰$ و حجم گاز کامل افزایش می‌یابد.

$$\begin{cases} \Delta u < ۰ \\ W > ۰ \to W' < ۰ \end{cases} \Rightarrow \Delta u \times W' > ۰$$

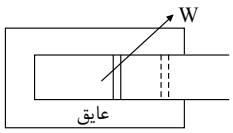


فرایند هم دما: در این فرایند $\Delta u = ۰$ است. بنابراین $\Delta u \times W' = ۰$ خواهد بود.

فرایند بی درو: در این فرایند همواره $Q = ۰$ است. در نتیجه $\Delta u = W$ می‌باشد. بنابراین:

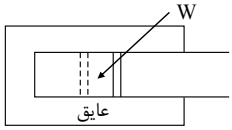
در فرایند بی دروی انبساطی: حجم گاز افزایش می‌یابد و $\Delta u = W < ۰$

$$\begin{cases} W < ۰ \to \Delta u = W < ۰ \\ W' > ۰ \end{cases} \Rightarrow \Delta u \times W' < ۰$$



در فرایند بی دروی تراکمی: حجم گاز کاهش می‌یابد و $\Delta u = W > ۰$

$$\begin{cases} W > ۰ \to \Delta u = W > ۰ \\ W' < ۰ \end{cases} \Rightarrow \Delta u \times W' < ۰$$



۱۰۰.گزینه ۴ گرمای تلف شده ماشین گرمایی شماره (۱) توسط ماشین گرمایی شماره (۲) دریافت می‌شود، بنابراین:

$$Q_{C_۱} = Q_{H_۲}\ (I)$$

و همچنین بازده گرمایی شماره (۲) برابر ۲۵ درصد است:

$$\eta_۲ = ۱ - \frac{Q_{C_۲}}{Q_{H_۲}} \Rightarrow \frac{۲۵}{۱۰۰} = ۱ - \frac{Q_{C_۲}}{Q_{H_۲}} \Rightarrow \frac{۳}{۴} = \frac{Q_{C_۲}}{Q_{H_۲}} \Rightarrow Q_{H_۲} = \frac{۴}{۳} Q_{C_۲} (II)$$

و طبق اطلاعات سوال روی شکل داریم:

$$Q_{C_۲} = \frac{۳}{۵} Q_{H_۱}\ (III)$$

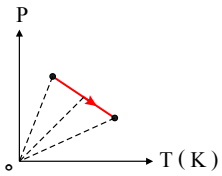
از روابط (I)و (II) و (III) می‌توان نتیجه گرفت:

$$Q_{H_۲} = \frac{۴}{۳}(\frac{۳}{۵} Q_{H_۱}) = \frac{۴}{۵} Q_{H_۱} \xrightarrow{(I)} Q_{C_۱} = \frac{۴}{۵} Q_{H_۱}$$

$$\eta_۱ = ۱ - \frac{Q_{C_۱}}{Q_{H_۱}} = ۱ - \frac{\frac{۴}{۵} Q_{H_۱}}{Q_{H_۱}} \Rightarrow \eta_۱ = ۱ - \frac{۴}{۵} = \frac{۱}{۵} \xrightarrow{\times ۱۰۰} \eta_۱ = ۲۰$$

۱۰۱.گزینه ۴ طبق معادله حالت گازهای کامل، در نمودار $P - T$، شیب خطی که از مبدأ مختصات می گذرد، طبق رابطه‌ی $P = \frac{nR}{V} T$ برابر با $\frac{nR}{V}$ است.

بنابراین شیب خط با حجم گاز رابطه عکس دارد. باتوجه به این که طی این فرآیند شیب خط کاهش می‌یابد، بنابراین حجم گاز افزایش می‌یابد و در نتیجه کار محیط روی گاز منفی است $(W < ۰)$. از طرفی چون دمای مطلق گاز افزایش یافته است، پس انرژی درونی گاز نیز افزایش می‌یابد. لذا طبق قانون اول ترمودینامیک داریم:



$$\Delta U = Q + W \xrightarrow[W<0]{\Delta U>0} Q > 0$$

بنابراین طبق این فرآیند گاز گرما گرفته است.

۱۰۲.گزینه ۳ هوای اتاق را گاز کامل دو اتمی فرض می‌کنیم که طی یک فرایند هم حجم با گرفتن گرما از یخچال (NQ_H) از دمای $۲۷^\circ C$ به دمای $۳۱^\circ C$ رسیده است:

$$PV = nRT \Rightarrow ۱ \times ۱۰^۵ \times (۶ \times ۲ \times ۳) = n \times ۸ \times (۲۷۳ + ۲۷) \Rightarrow n = ۱۵۰۰ mol$$

بنابراین گرمایی که هوای اتاق در این مدت دریافت کرده است، برابر است با:

$$Q = nC_V \Delta T \Rightarrow Q = ۱۵۰۰ \times \frac{۵}{۲} R \times (۳۱ - ۲۷) = ۱۲۰۰۰۰ = ۱۲۰ kJ$$

همچنین طبق محاسبات یخچال در هر چرخه داریم:

$$K = \frac{Q_C}{W} = \frac{Q_C}{Q_H - Q_C} = \frac{۱۰۰۰}{Q_H - ۱۰۰۰} \Rightarrow ۵ = \frac{۱۰۰۰}{Q_H - ۱۰۰۰} \Rightarrow Q_H = ۱۲۰۰ J$$

پس تعداد چرخه‌های طی شده برابر است با:

$$N = \frac{Q_{\text{اتاق}}}{Q_H} = \frac{۱۲۰ \times ۱۰^۳}{۱۲۰۰} = ۱۰۰$$

۱۰۳.گزینه ۳ با استفاده از تعریف بازده یک ماشین گرمایی و قانون اول ترمودینامیک در چرخه یک ماشین گرمایی، داریم:

$$\eta_۱ = \frac{|W|}{Q_H} \Rightarrow \frac{۲۰}{۱۰۰} = \frac{|W|}{Q_H} \Rightarrow |W| = \frac{۱}{۵} Q_H \quad (۱)$$

$$Q_H = |W| + |Q_c| \xrightarrow{(۱)} |Q_c| = \frac{۴}{۵} Q_H$$

برای ماشین گرمایی دوم، می‌توان نوشت:

$$Q'_H = |Q_C| = \frac{۴}{۵} Q_H$$

$$\eta_۲ = \frac{|W'|}{Q'_H} = \frac{\frac{۱}{۵} Q_H}{\frac{۴}{۵} Q_H} = \frac{۱}{۴} = ۲۵\%$$

۱۰۴.گزینه ۱ با استفاده از تعریف ضریب عملکرد یخچال، داریم:

$$K = \frac{Q_C}{W} = \frac{mc\Delta\theta}{P \cdot t} \Rightarrow mc\Delta\theta = KP \cdot t$$

$$\Rightarrow \frac{m_f}{m_r} \times \frac{c_{\text{آب}}}{c_{\text{آب}}} \times \frac{\Delta\theta_f}{\Delta\theta_r} = \frac{K_f}{K_r} \times \frac{P_f}{P_r} \times \frac{t_f}{t_r}$$

$$\Rightarrow ۱ \times ۱ \times \frac{۰ - ۳۰}{۵ - ۳۰} = ۳ \times ۲ \times \frac{t_f}{۲۵} \Rightarrow t_f = ۵ \min$$

۱۰۵.گزینه ۳ نکته ۱: اگر گازی که در حجم $V_۱$ وفشار $P_۱$ درحال تعادل است یک‌بار به صورت بی‌دررو و بار دیگر به صورت هم دما منبسط کنیم، چون:

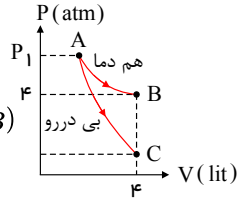
در فرایند هم‌دما دستگاه در حین انبساط از محیط گرما می‌گیرد ولی در فرایند بی‌دررو تبادل گرمایی با محیط وجود ندارد پس کاهش فشار گاز در فرایند بی‌دررو بیش‌تراز فرایند هم‌دما است.

نکته۲: تغییر انرژی درونی در هر فرایندی از رابطه‌ی $\Delta u = \frac{۳}{۲} \Delta(PV)$ به‌دست می‌آید.

اکنون در این سؤال داریم:

$$\begin{cases} \Delta u = Q + W \\ \text{بی‌دررو}: Q = ۰ \end{cases} \Rightarrow \Delta u = W \Rightarrow W = \frac{۳}{۲} \Delta(PV)$$

$$W_{AC} = \frac{۳}{۲}(P_C V_C - P_A V_A) \xrightarrow{\text{فرایند هم‌دما: } P_A V_A = P_B V_B} W_{AC} = \frac{۳}{۲}(P_C V_C - P_B V_B)$$



از آن‌جایی که طی فرایند بی‌دررو گاز $۳۰۰J$ کار بر روی محیط انجام می‌دهد پس $W_{AC}=-۳۰۰J$ است. بنابراین داریم:

$$W_{AC}=\frac{۳}{۲}(P_CV_C-P_BV_B)\Rightarrow -۳۰۰=\frac{۳}{۲}(P_C\times ۴\times ۱۰^{-۳}-۱۶\times ۱۰^{۲})$$

$$\Rightarrow -۲۰۰=۴\times ۱۰^{-۳}P_C-۱۶۰۰\Rightarrow P_C=۳/۵\times ۱۰^{۵}Pa=۳/۵atm$$

۱۰۶.گزینه ۴ می‌دانیم که سطح زیرنمودار $P-V$ی هر فرایند، برابر با اندازه‌ی کار انجام شده بر روی گاز طی آن فرایند است. باتوجه به نمودار این شکل سطح زیر نمودار (۲) برابر با میانگین سطح زیر نمودارهای (۱) و (۳) است. باتوجه به این‌که در هر سه فرایند گاز متراکم شده است پس علامت کار در هر سه فرایند، مثبت است بنابراین داریم:

$$W_۲=\frac{W_۱+W_۳}{۲}$$

ازطرفی چون تغیرات انرژی درونی یک گاز در یک فرایند تنها به دمای نقاط ابتدا و انتهای آن فرایند بستگی دارد، می‌توانیم بنویسیم:

$$\Delta u_۱=\Delta u_۲=\Delta u_۳\Rightarrow \Delta u_۲=\frac{\Delta u_۱+\Delta u_۳}{۲}$$

$$Q_۲+W_۲=\frac{Q_۱+W_۱+Q_۳+W_۳}{۲}\Rightarrow Q_۲+W_۲=\frac{Q_۱+Q_۳}{۲}+\frac{W_۱+W_۳}{۲}$$

$$\Rightarrow Q_۲=\frac{Q_۱+Q_۳}{۲}$$

چون در هر سه فرایند دستگاه گرما می‌دهد پس: $Q<۰$

$$Q_۲=\frac{-۸۵-۱۵۵}{۲}=-۱۲J\Rightarrow |Q_۲|=۱۲۰J$$

۱۰۷.گزینه ۲ چرخه‌ی کارنو از دو فرآیند آرمانی هم‌دما و دو فرآیند آرمانی بی‌دررو تشکیل شده است، که فرآیند هم‌دمای بالاتر دارای دمای T_H و فرآیند هم‌دمای پایین‌تر دارای دمای T_C می‌باشد. به کمک معادله‌ی حالت گاز کامل داریم:

$$\begin{cases}P_AV_A=nRT_A\\P_BV_B=nRT_B\end{cases}\xrightarrow[P_B=۱/۵\,P\,,\,V_B=۳V]{P_A=۳P\,,\,V_A=۲V}\frac{nRT_B}{nRT_A}=\frac{۱/۵P(۳V)}{۳P(۲V)}$$

$$\Rightarrow \frac{T_B}{T_A}=\frac{۴/۵}{۶}=\frac{۳}{۴}$$

با استفاده از تعریف بازده‌ی یک ماشین گرمایی فرضی که چرخه‌ی کارنو را طی می‌کند، داریم:

$$\eta=۱-\frac{T_C}{T_H}\xrightarrow[T_A=T_H]{T_B=T_C}\eta=۱-\frac{۳}{۴}=\frac{۱}{۴}$$

۱۰۸.گزینه ۴ ابتدا مقدار Q_c (گرمایی را که دستگاه از منبع سرد یعنی محتویات داخل یخچال می‌گیرد) را بدست می‌آوریم:

$$m_{آب}\,۵۰^\circ c\xrightarrow{Q_۱}m_{آب}\,۰^\circ c\xrightarrow{Q_۲}m_{یخ}\,۰^\circ c\xrightarrow{Q_۳}m_{یخ}(-۲۵^\circ c)$$

$$Q_c=|Q_۱|+|Q_۲|+|Q_۳|\Rightarrow Q_c=\left|mc_{آب}\Delta\theta\right|+|mL_F|+\left|mc_{یخ}\Delta\theta\right|$$

$$=|۴۰۰۰\times ۴\times(۰-۵۰)|+|-۴۰۰۰\times ۳۰۰|+|۴۰۰۰\times ۲\times(-۲۵-۰)|$$

$$=۸\times ۱۰^{۵}+۱۲\times ۱۰^{۵}+۲\times ۱۰^{۵}\Rightarrow Q_c=۲۲\times ۱۰^{۵}J$$

t = زمان هر چرخه × تعداد چرخه‌ها $\Rightarrow t=۲۰\times ۱۱=۲۲۰s$

با استفاده از رابطه توان $P=\frac{W}{t}$ داریم:

$$P=\frac{W}{t}\rightarrow W=Pt=۲\times ۱۰^{۳}\times ۲۲۰=۴۴\times ۱۰^{۴}J$$

$$K=\frac{Q_c}{W}=\frac{۲۲\times ۱۰^{۵}}{۴۴\times ۱۰^{۴}}=۵$$

پاسخنامه کلیدی آزمون با کد: ۵۹۶۶۵

۱- ۲	۲- ۱	۳- ۲	۴- ۴	۵- ۳
۶- ۳	۷- ۱	۸- ۳	۹- ۱	۱۰- ۴
۱۱- ۳	۱۲- ۲	۱۳- ۲	۱۴- ۳	۱۵- ۱
۱۶- ۲	۱۷- ۳	۱۸- ۴	۱۹- ۳	۲۰- ۴
۲۱- ۲	۲۲- ۴	۲۳- ۴	۲۴- ۳	۲۵- ۴
۲۶- ۱	۲۷- ۴	۲۸- ۲	۲۹- ۲	۳۰- ۳
۳۱- ۱	۳۲- ۱	۳۳- ۴	۳۴- ۴	۳۵- ۳
۳۶- ۱	۳۷- ۴	۳۸- ۱	۳۹- ۴	۴۰- ۳
۴۱- ۳	۴۲- ۲	۴۳- ۴	۴۴- ۴	۴۵- ۴
۴۶- ۳	۴۷- ۱	۴۸- ۱	۴۹- ۱	۵۰- ۳
۵۱- ۴	۵۲- ۲	۵۳- ۳	۵۴- ۳	۵۵- ۳
۵۶- ۴	۵۷- ۲	۵۸- ۱	۵۹- ۳	۶۰- ۲
۶۱- ۳	۶۲- ۳	۶۳- ۳	۶۴- ۲	۶۵- ۲
۶۶- ۲	۶۷- ۳	۶۸- ۲	۶۹- ۲	۷۰- ۲
۷۱- ۴	۷۲- ۳	۷۳- ۴	۷۴- ۱	۷۵- ۲
۷۶- ۲	۷۷- ۴	۷۸- ۳	۷۹- ۴	۸۰- ۲
۸۱- ۳	۸۲- ۱	۸۳- ۴	۸۴- ۴	۸۵- ۳
۸۶- ۳	۸۷- ۳	۸۸- ۳	۸۹- ۴	۹۰- ۲
۹۱- ۲	۹۲- ۴	۹۳- ۳	۹۴- ۳	۹۵- ۱
۹۶- ۱	۹۷- ۳	۹۸- ۲	۹۹- ۴	۱۰۰-۴
۱۰۱-۴	۱۰۲-۳	۱۰۳-۳	۱۰۴-۱	۱۰۵-۳
۱۰۶-۴	۱۰۷-۲	۱۰۸-۴		

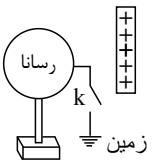
تاریخ : وقت : دقیقه

نام و نام خانوادگی : تعداد سوالات: ۱۲۰

فیزیک ۳ فصل ۲: الکتریسیته ساکن

دبیرستان سلام تجریش

۱. در شکل مقابل، اگر کلید k بسته شود، بارهای ..... از ..... منتقل می‌شوند.



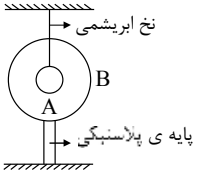
۱) مثبت – جسم به زمین

۲) مثبت- زمین به جسم

۳) منفی- جسم به زمین

۴) منفی- زمین به جسم

۲. دو پوسته‌ی رسانای کروی A و B به ترتیب دارای بارهای الکتریکی $q_A = +۱۰\mu c$ و $q_B = -۶\mu c$ می‌باشند. اگر آن‌ها را مطابق شکل مقابل در حالت تعادل قرار دهیم، بار ایجاد شده در سطح داخلی و خارجی کره‌ی رسانای B به ترتیب از راست به چپ چند میکروکولن می‌شود؟



۱) -۴ و $+۴$

۲) صفر و $+۴$

۳) -۱۰ و $+۴$

۴) -۴ و -۶

۳. یک الکتروسکوپ دارای بار منفی است و تیغه‌های آن باز هستند. وقتی یک جسم فلزی که دسته‌ی عایق دارد را به آرامی به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک می‌کنیم، انحراف تیغه‌ها کم می‌شود و تیغه‌ها بسته می‌شوند. بار جسم و بار کلاهک الکتروسکوپ در انتهای این آزمایش (وقتی تیغه‌ها بسته هستند) به ترتیب کدام است؟

۱) مثبت – خنثی ۲) خنثی – مثبت ۳) مثبت – منفی ۴) منفی – منفی

۴. با نزدیک کردن جسم رسانای A به یک الکتروسکوپ باردار، ورقه‌های الکتروسکوپ به‌هم نزدیک می‌شوند. در این صورت کدام یک از جمله‌های زیر راجع به جسم A، <u>الزاماً</u> درست است؟

۱) بدون بار است.

۲) باری موافق بار الکتروسکوپ دارد.

۳) باری مخالف بار الکتروسکوپ دارد.

۴) یا بدون بار است یا باری مخالف بار الکتروسکوپ دارد.

۵. الکتروسکوپی با بار منفی در اختیار داریم. میله‌ای رسانا را به کلاهک آن نزدیک می‌کنیم ورقه‌های الکتروسکوپ به هم نزدیک می شوند. نوع بار میله چیست؟

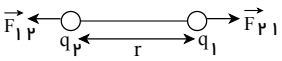
۱) فقط منفی

۲) مثبت یا خنثی

۳) فقط مثبت

۴) منفی یا خنثی

۶. مطابق شکل زیر، دو بار الکتریکی هم‌نام و هم‌اندازه، q_1 و q_2 بر هم نیروهای $\vec{F}_{12}$ و $\vec{F}_{21}$ وارد می‌کنند. اگر ۵۰% از بار q_1 را برداریم و به بار q_2 اضافه کنیم، $\left|\frac{\vec{F}_{12}}{\vec{F}_{21}}\right|$ چند برابر می‌شود؟



۱) $\frac{۱}{۴}$

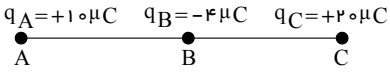
۲) $\frac{۱}{۲}$

۳) $\frac{۳}{۴}$

۴) تغییر نمی‌کند.

۷. در شکل زیر، $\overline{AB}=\overline{BC}=۳cm$ است. برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_A چند نیوتون و به کدام سمت است؟

$(k=۹\times ۱۰^{۹}\frac{N\cdot m^{۲}}{C^{۲}})$

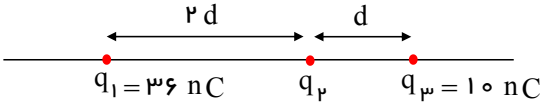


۱) ۱۰۰ ، چپ
۲) ۱۰۰ ، راست
۳) ۹۰۰ ، چپ
۴) ۹۰۰ ، راست

۸. دو بار الکتریکی نقطه‌ای $-۲۷\mu C$ و $+۳\mu C$ در فاصله‌ی $۳۰cm$ از یک‌دیگر ثابت شده‌اند، بار نقطه‌ای $۵\mu C$ را در چند سانتی‌متری از بار $-۲۷\mu C$ و روی امتداد خط واصل دو بار الکتریکی قرار دهیم تا در حالت تعادل بماند؟

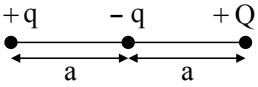
۱) ۷٫۵ ۲) ۳۷٫۵ ۳) ۱۵ ۴) ۴۵

۹. در شکل مقابل، برآیند نیروهای وارد بر بار $q_۳$ صفر است. $q_۲$ چند نانوکولن است؟



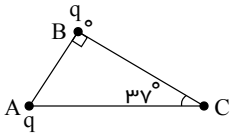
۱) -۱۲
۲) ۱۲
۳) -۴
۴) ۴

۱۰. مطابق شکل زیر، سه بار الکتریکی نقطه‌ای $-q$، $+q$ و $+Q$ به‌ترتیب در فاصله‌ی a از یک‌دیگر ثابت شده‌اند. حاصل $\frac{Q}{q}$ چه‌مقدار باشد تا اندازه‌ی برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار $+q$ برابر با اندازه‌ی برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار $-q$ باشد؟



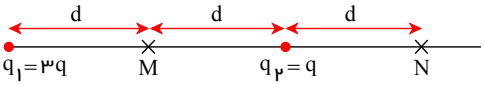
۱) $\frac{۵}{۸}$ ۲) $\frac{۸}{۵}$ ۳) $\frac{۳}{۸}$ ۴) $\frac{۸}{۳}$

۱۱. در شکل زیر، اندازه‌ی نیروی الکتریکی‌ای که بار نقطه‌ای q به بار نقطه‌ای $q_۰$ وارد می‌کند، برابر با F است. چنان‌چه بار نقطه‌ای q از نقطه‌ی A به نقطه‌ی C منتقل شود. اندازه‌ی نیروی الکتریکی‌ای که بر بار $q_۰$ وارد می‌کند، چند برابر F می‌شود؟ ($\sin ۳۷^\circ = ۰٫۶$)



۱) $\frac{۳}{۴}$ ۲) $\frac{۹}{۱۶}$ ۳) $\frac{۳}{۵}$ ۴) $\frac{۹}{۲۵}$

۱۲. در شکل مقابل، اندازه‌ی میدان الکتریکی حاصل از $q_۱$ و $q_۲$ در نقطه‌ی M چند برابر نقطه‌ی N است؟

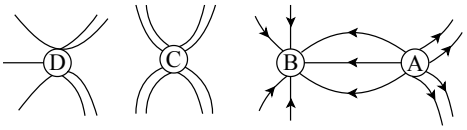


۱) $\frac{۴}{۳}$ ۲) $\frac{۳}{۲}$ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۳. دو بار الکتریکی نقطه‌ای هم‌نام نامساوی در اختیار داریم. اگر روی خط واصل دوبار، به‌سمت بار با مقدار کم‌تر حرکت کنیم، مقدار میدان الکتریکی برآیند، .....

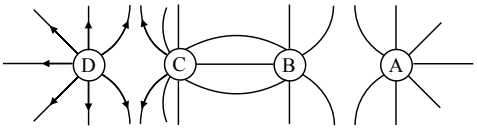
۱) ابتدا زیاد و سپس کم می‌شود.
۲) ابتدا کم و سپس زیاد می‌شود.
۳) همواره زیاد می‌شود.
۴) همواره ثابت است.

۱۴. با توجه به خط‌های میدان الکتریکی رسم شده در مجموعه‌ی زیر، علامت بارهای الکتریکی نقطه‌ای D,C,B,A به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟



۱) منفی – مثبت- مثبت – مثبت
۲) مثبت – منفی – منفی- مثبت
۳) مثبت – منفی – مثبت – مثبت
۴) مثبت – منفی – منفی – منفی

۱۵. باتوجه به خطوط میدان الکتریکی نشان داده شده در شکل زیر، کدام گزینه علامت بارهای نقطه‌ای A، B و C را به ترتیب از راست به چپ درست نشان می‌دهد؟



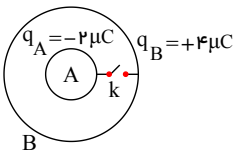
۱) مثبت - منفی - مثبت
۲) منفی - مثبت - منفی
۳) منفی - منفی - مثبت
۴) مثبت - مثبت - منفی

۱۶. کدام یک از گزینه‌های زیر از خصوصیات میدان الکتریکی در الکتریسیته ساکن نیست؟
۱) میدان الکتریکی در داخل یک جسم رسانا صفر است.
۲) خطوط میدان الکتریکی یک‌دیگر را قطع می‌کنند.
۳) خطوط میدان الکتریکی بر سطح رسانا عمودند.
۴) هرچه تراکم خطوط میدان در یک ناحیه بیش‌تر باشد، میدان در آن ناحیه قوی‌تر است.

۱۷. در فضای میدان الکتریکی یکنواختی به بزرگی $۶\times ۱۰^{۴}\frac{N}{C}$ که جهت آن قائم و رو به بالا است، ذره‌ی بارداری به جرم $۳g$ به صورت معلق و در حال سکون قرار دارد. اندازه‌ی بار الکتریکی ذره چند میکروکولن است و نوع بار آن کدام است؟ $(g=۱۰\frac{N}{kg})$

۱) ۰٫۵، منفی ۲) ۰٫۵، مثبت ۳) ۰٫۰۵، منفی ۴) ۰٫۰۵، مثبت

۱۸. در شکل زیر با بستن کلید K و پس از ایجاد تعادل، بار الکتریکی ذخیره شده روی پوسته‌های رسانای A و B به ترتیب از راست به چپ چند میکروکولن می‌شود؟

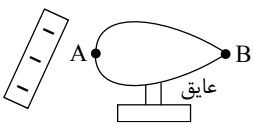


۱) ۲,۰ ۲) ۱,۱
۳) ۰,۲ ۴) ۲,۱

۱۹. از کره‌ای رسانا و خنثی به قطر $۲cm$ ، تعداد ۱۵×۱۰^{۱۳} الکترون می‌گیریم. بعد از ایجاد تعادل، چگالی سطحی بار الکتریکی کره چند کولن بر متر مربع است؟ ($\pi=۳$, $e=۱٫۶\times ۱۰^{-۱۹}C\mu$)

۱) ۲×۱۰^{۴} ۲) ۲×۱۰^{-۲} ۳) ۸×۱۰^{۴} ۴) ۸×۱۰^{-۲}

۲۰. مطابق شکل زیر، میله‌ای نارسانا با بار الکتریکی منفی را به جسم رسانای نا متقارنی نزدیک کرده و نگه می‌داریم.در این صورت پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی A ..... پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی B ، اندازه‌ی چگالی سطحی بار در نقطه‌ی A ..... اندازه ی چگالی سطحی بار در نقطه ی B و میدان الکتریکی درون رسانا ..... است.



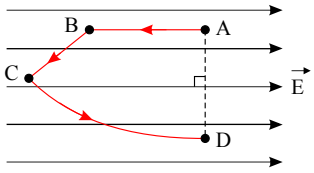
۱) برابر با - کم‌تر از- مخالف صفر
۲) بیشتر از- برابر با- مخالف صفر
۳) برابر با- کم‌تر از- صفر
۴) کم‌تر از- کم‌تر از- صفر

۲۱. پس از توزیع بار الکتریکی روی یک رسانا، .....
۱) نقاط مختلف داخل آن ممکن است هم پتانسیل نباشد.
۲) درون آن یک میدان الکتریکی برقرار می‌شود.
۳) چگالی بار در تمام نقاط یک رسانا برابر است.
۴) خطوط میدان الکتریکی بر سطح رسانا عمود است.

۲۲. اگر یک بار الکتریکی -۲ میکروکولنی را با سرعت ثابت، ۵۰ سانتی‌متر در جهت خط‌های میدان الکتریکی یکنواختی به بزرگی $E = ۱۰^{۳}\frac{N}{C}$ جابه‌جا کنیم، انرژی پتانسیل الکتریکی آن چگونه تغییر می‌کند؟

۱) ۱ میلی‌ژول کاهش می‌یابد.
۲) ۱ میلی‌ژول افزایش می‌یابد.
۳) ۰٫۱ میلی‌ژول کاهش می‌یابد.
۴) ۰٫۱ میلی‌ژول افزایش می‌یابد.

۲۳. در شکل زیر، ذره‌ی باردار q روی مسیر نشان داده شده در میدان الکتریکی یکواخت $\vec{E}$ از A تا D جابه‌جا می‌شود. انرژی پتانسیل الکتریکی آن در این جابه‌جایی چگونه تغییر کرده است؟

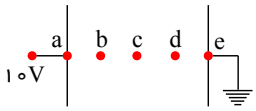


۱) اگر بار مثبت باشد انرژی پتانسیل آن افزایش یافته است.
۲) اگر بار منفی باشد انرژی پتانسیل آن افزایش یافته است.
۳) تغییر نکرده است.
۴) چون مسیر CD منحنی است نمی‌توان تعیین نمود.

۲۴. در میدان الکتریکی یکنواختی به بزرگی $E = ۳ \times ۱۰^{۳}\frac{N}{C}$ که در جهت محور x می‌باشد، پروتونی از مکان $x = -۵cm$ از حال سکون رها می‌شود. تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی پروتون وقتی به مکان $x = ۲cm$ می‌رسد چند ژول است؟ (بار پروتون $۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹}$ کولن می‌باشد.)

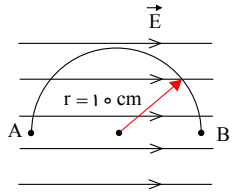
۱) $۱٫۴۴ \times ۱۰^{-۱۷}$
۲) $-۳٫۳۶ \times ۱۰^{-۱۷}$
۳) $-۱٫۴۴ \times ۱۰^{-۱۷}$
۴) $۳٫۳۶ \times ۱۰^{-۱۷}$

۲۵. در شکل مقابل، دو صفحه ی فلزی طوری مقابل هم قرار دارند که میدان الکتریکی یکنواختی بین آن ها تشکیل شده است. اگر فاصله ی نقاط یکسان باشد، $Vd - Vb$ کدام است؟



۱) $+۵V$
۲) $-۵V$
۳) $-۲٫۵V$
۴) $+۲٫۵V$

۲۶. مطابق شکل زیر، در میدان الکتریکی یکنواختی به بزرگی $۵ \times ۱۰^{۳}\frac{N}{C}$، طی یک مسیر نیم‌دایره‌ای به شعاع $۱۰cm$، از نقطه‌ی A به نقطه‌ی B می‌رویم. اندازه‌ی تغییرات پتانسیل الکتریکی بین این دو نقطه چند ولت است؟ $(\pi = ۳)$

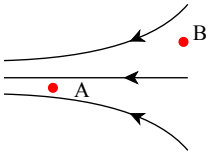


۱) صفر
۲) ۳×۱۰^{۳}
۳) $۱٫۵ \times ۱۰^{۳}$
۴) $۱۰^{۳}$

۲۷. اگر بار الکتریکی مثبت در جهت خط‌های یک میدان الکتریکی یک‌نواخت حرکت کند، انرژی پتانسیل الکتریکی آن ..... و اگر بار الکتریکی منفی در خلاف جهت خط‌های یک میدان الکتریکی یک‌نواخت حرکت کند، پتانسیل الکتریکی نقطه‌های میدان ..... می‌یابد.

۱) افزایش- افزایش
۲) افزایش-کاهش
۳) کاهش-افزایش
۴) کاهش-کاهش

۲۸. در شکل زیر، بار الکتریکی مثبت از نقطه‌ی A تا نقطه‌ی B جابه‌جا می‌شود. کدام گزینه رابطه‌ی پتانسیل الکتریکی نقاط، اندازه‌ی میدان الکتریکی و انرژی پتانسیل الکتریکی بار در نقاط B,A را به درستی نشان می‌دهد؟

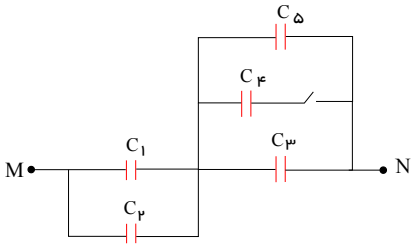


۱) $V_A > V_B \ , \ E_A > E_B \ , U_A > U_B$
۲) $V_A > V_B \ , \ E_A = E_B \ , U_A > U_B$
۳) $V_A < V_B \ , \ E_A = E_B \ , U_A < U_B$
۴) $V_A < V_B \ , \ E_A > E_B \ , U_A < U_B$

۲۹. اختلاف پتانسیل $۴۰V$ را بین دو الکترود به فاصله‌ی $۱۰mm$ از یکدیگر برقرار می‌کنیم و میدان یکنواختی ایجاد می‌شود. الکترونی از حال سکون از کنار صفحه‌ی منفی به سمت صفحه‌ی مثبت شروع به حرکت می‌کند. انرژی جنبشی الکترون هنگام رسیدن به صفحه‌ی مثبت چند الکترون ولت است؟ (از تغییر انرژی پتانسیل گرانشی صرف‌نظر می‌شود.)

۱) ۴۰ ۲) ۴ ۳) $۶/۴\times ۱۰^{-۱۸}$ ۴) $۶/۴\times ۱۰^{-۱۹}$

۳۰. در شکل مقابل خازن‌ها مشابه هستند. اگر کلید بسته شود، ظرفیت معادل بین M و N چند برابر می‌شود؟



۱) $\frac{۳}{۲}$
۲) $\frac{۵}{۴}$
۳) $\frac{۶}{۵}$
۴) $\frac{۴}{۳}$

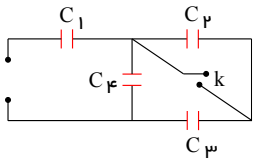
۳۱. فاصله‌ی بین دو صفحه‌ی رسانای خازن تختی برابر با $۲mm$ و ظرفیت آن $۵\mu F$ است. اگر بار ذخیره شده در این خازن $۲۰\mu C$ باشد، اندازه‌ی میدان الکتریکی در فضای بین دو صفحه و به دور از لبه‌های آن چند $\frac{V}{m}$ است؟

۱) $۱۰^{۳}$ ۲) ۲×۱۰^{۳} ۳) ۴×۱۰^{۳} ۴) ۸×۱۰^{۳}

۳۲. اگر فاصله‌ی میان دو صفحه‌ی یک خازن را نصف و اختلاف پتانسیل بین دو صفحه‌ی آن را سه برابر نماییم، انرژی ذخیره شده در خازن (U) و اندازه‌ی میدان الکتریکی بین دو صفحه‌ی (E) چند برابر می‌شود؟

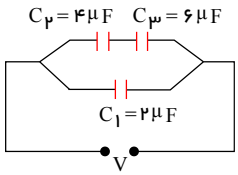
۱) $E'=۳E\ ,\ U'=۱۸U$ ۲) $E'=۶E\ ,\ U'=۱۸U$
۳) $E'=۶E\ ,\ U'=۶U$ ۴) $E'=۳E\ ,\ U'=۶U$

۳۳. در شکل مقابل، خازن‌ها مشابهند. اگر کلید را ببندیم، ظرفیت معادل مجموعه چند برابر می‌شود؟



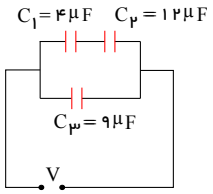
۱) $\frac{۹}{۷۵}$ ۲) $\frac{۸}{۷}$
۳) $\frac{۱۲}{۹}$ ۴) $\frac{۱۰}{۹}$

۳۴. در مدار شکل زیر، اگر بار خازن $C_۲$ برابر با $۱۲۰\mu C$ باشد، بار خازن $C_۱$ چند میکروکولن است؟



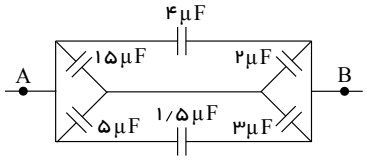
۱) ۱۲۰
۲) ۲۴۰
۳) ۱۰۰
۴) ۸۰

۳۵. در مدار شکل زیر، نسبت بار الکتریکی ذخیره شده در خازن (۲) به بار الکتریکی ذخیره شده در خازن (۳) کدام است؟



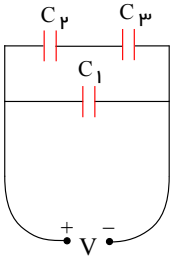
۱) $\frac{۱}{۳}$ ۲) ۳
۳) ۱ ۴) $\frac{۱}{۹}$

۳۶. ظرفیت معادل بین دو نقطه‌ی A و B چند میکروفاراد است؟



۱) ۶/۵ ۲) ۷/۵
۳) ۹/۵ ۴) ۱۰/۵

۳۷. در مدار روبه‌رو، خازن‌ها مشابه‌اند و مجموعه به اختلاف پتانسیل ثابت V وصل است. اگر فاصله‌ی صفحات خازن C_1 را نصف کنیم، بار الکتریکی ذخیره شده روی صفحات خازن‌های C_2 و C_3 به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کند؟



۱) کم می‌شود- زیاد می‌شود
۲) زیاد می‌شود – ثابت می‌ماند
۳) ثابت می‌ماند- زیاد می‌شود
۴) ثابت می‌ماند – ثابت می‌ماند.

۳۸. دو خازن تخت C_1 و C_2 را به ترتیب با اختلاف پتانسیل‌های $25V$ و $75V$ شارژ می‌کنیم و پس از جدا کردن آنها از باتری، سرهای همنام انها را به هم می‌بندیم. ولتاژ دو سر خازن ها در این حالت $50V$ می‌شود. کدام گزینه درست است؟

۱) $C_1 = C_2$
۲) $C_1 > C_2$
۳) $C_1 < C_2$
۴) هر یک از گزینه‌ها ممکن است.

۳۹. خازن‌های $C_1 = 30\ \mu F$ و $C_2 = 20\ \mu F$ را سری بسته و مجموعه را به اختلاف پتانسیل ۱۵ ولت متصل نموده‌ایم. اگر آن‌ها را از باتری جدا کرده و سرهای هم‌نام آن‌ها را به هم وصل کنیم، اختلاف پتانسیل دو سر C_1 چند ولت می‌شود؟

۱) ۶
۲) ۹
۳) ۴٫۸
۴) ۷٫۲

۴۰. خازن $C_1 = 3\mu F$ را با ولتاژ $15V$ پُر می‌کنیم و سپس آن‌را از مولد جدا نموده و به خازن خالی C_2 وصل می‌کنیم. اگر در این حالت ولتاژ خازن C_1 به اندازه‌ی ۵ ولت کم شود، انرژی الکتریکی ذخیره شده در خازن C_2 چند میکروژول می‌شود؟

۱) ۳۷٫۵
۲) ۷۵
۳) ۱۵۰
۴) ۲۲۵

۴۱. تیغه‌های یک الکتروسکوپ(برق‌نما) باز هستند. وقتی یک میله‌ی دارای بارمنفی را به کلاهک دستگاه نزدیک می کنیم، تیغه‌ها به تدریج بسته می‌شوند(وضعیت ۱) و وقتی میله را نزدیک‌تر می‌بریم تیغه‌ها دوباره باز می‌شوند (وضعیت ۲). درهر یک از این دو وضعیت بار تیغه‌ها کدام است؟

۱) (۱): خنثی و (۲): مثبت
۲) (۱): منفی و (۲): مثبت
۳) (۱): خنثی و (۲): منفی
۴) (۱)مثبت و (۲): منفی

۴۲. اگر بتوانیم در هر ثانیه یک میلیون الکترون از جسمی بگیریم، تقریباً چند سال طول می‌کشد تا بار جسم $+1C$ شود؟ (یک سال را تقریباً 3×10^7 ثانیه در نظر بگیرید و $e = 1{,}6 \times 10^{-19} C$)

۱) $6{,}25 \times 10^{13}$
۲) $6{,}25 \times 10^{12}$
۳) 2×10^5
۴) 2×10^6

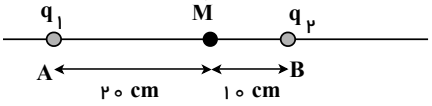
۴۳. یک میله‌ی پلاستیکی باردار با بار زیاد و منفی را به کلاهک یک الکتروسکوپ با بار مثبت نزدیک می‌کنیم (اندازه‌ی بار میله از بار الکتروسکوپ بسیار بزرگتر است). کدام یک درست است؟

۱) ورقه‌ها بسته می‌شوند.
۲) ورقه‌ها باز می‌شوند.
۳) ورقه‌ها ابتدا بسته و سپس باز می‌شوند.
۴) ورقه‌ها ابتدا باز و سپس بسته می‌شوند.

۴۴. الکتروسکوپی دارای بار منفی است. اگر جسم A را به کلاهک آن نزدیک کنیم، ورقه‌های آن بیش‌تر از هم دور می‌شوند و اگر جسم رسانای B را به آن نزدیک کنیم، ورقه‌های آن به هم نزدیک می‌شوند. به ترتیب از راست به چپ کدام گزینه در مورد بار اجسام A و Bدرست است؟

۱) منفی – مثبت
۲) مثبت – منفی یا خنثی
۳)) منفی – مثبت یا خنثی
۴) مثبت – منفی

۴۵. در شکل مقابل، میدان الکتریکی در نقطه‌ی M برابر E است. اگر بدون تغییر q_1، بار q_2 را دو برابر کنیم، میدان در نقطه‌ی M برابر $\frac{3E}{2}$ در همان جهت قبل می‌شود. نسبت $\frac{q_2}{q_1}$ چقدر است؟



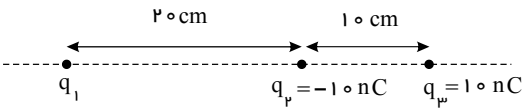
۱) $-\frac{1}{4}$

۲) $-\frac{1}{9}$

۳) $\frac{1}{4}$

۴) $\frac{1}{9}$

۴۶. در شکل روبرو برآیند نیروهای وارد بر بار q_3 صفر است. اگر بدون تغییر q_2 و q_3 بار q_1 را دو برابر نماییم. اندازه‌ی بر آیند نیروهای وارد بر q_3 چند نیوتن و به کدام طرف می شود؟ ($k = ۹ \times ۱۰^{۹} \frac{N \cdot m^2}{C^2}$)



۱) ۹×۱۰^{-۵} و $\rightarrow$

۲) ۹×۱۰^{-۵} و $\leftarrow$

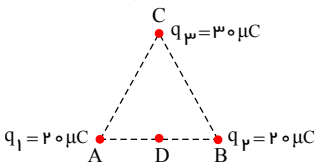
۳) ۱۸×۱۰^{-۵} و $\leftarrow$

۴) ۱۸×۱۰^{-۵} و $\rightarrow$

۴۷. دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و $q_2 = -۹\mu C$ به ترتیب در مختصات $A\left|\begin{matrix}۰\\ ۲cm\end{matrix}\right.$ و $B\left|\begin{matrix}۰\\ ۶cm\end{matrix}\right.$ واقع شده‌اند. q_1 چند میکروکولن باشد تا اگر بار q_3 را در مبدأ مختصات قرار دهیم، برایند نیروهای وارد بر آن صفر باشد؟

۱) $+۱$ ۲) -۱ ۳) $+۳$ ۴) -۳

۴۸. در شکل مقابل، مثلث ABC متساوی الاضلاع و نقطه ی D وسط ضلع AB است. در نقطه‌ی D چه باری قرار دهیم تا برآیند نیروهای وارد بر q_3 صفر شود؟



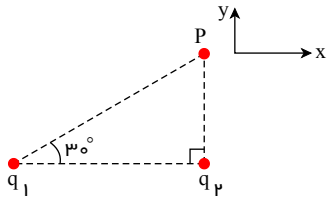
۱) $۳۰\mu C$

۲) $۱۵\sqrt{۳}\mu C$

۳) $-۳۰\mu C$

۴) $-۱۵\sqrt{۳}\mu C$

۴۹. در شکل زیر $q_1 = -q_2$ و بزرگی میدان الکتریکی بار مثبت q_1 در نقطه‌ی P برابر با E است. بردار میدان الکتریکی برایند در نقطه‌ی P بر حسب بردارهای یکه، در SI کدام است؟



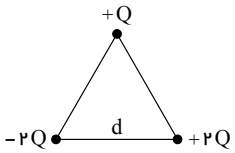
۱) $\vec{E} = \frac{E}{۲}(\sqrt{۳}\vec{i} - ۷\vec{j})$

۲) $\vec{E} = \frac{E}{۲}(-\sqrt{۳}\vec{i} + ۹\vec{j})$

۳) $\vec{E} = \frac{E}{۲}(\sqrt{۳}\vec{i} - ۹\vec{j})$

۴) $\vec{E} = \frac{E}{۲}(-\sqrt{۳}\vec{i} - ۷\vec{j})$

۵۰. سه بار الکتریکی نقطه‌ای مطابق شکل در رئوس یک مثلث متساوی‌الاضلاع به ضلع d قرار دارند. نیروی الکتریکی برآیند وارد بر بار $+Q$ برابر با کدام گزینه است؟



۱) $\frac{۴kQ^۲}{d^۲}$

۲) $\frac{۲kQ^۲}{d^۲}$

۳) $\frac{۲\sqrt{۳}kQ^۲}{d^۲}$

۴) $\frac{kQ^۲}{d^۲}$

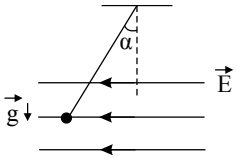
۵۱. دو کره‌ی فلزی مشابه، دارای بار الکتریکی $۱۰^{-۴}C$ ، $-۱۰^{-۵}C$ هستند. دو کره را با هم تماس داده و سپس در فاصله‌ی r از یکدیگر قرار می‌دهیم. اگر در این حالت دو کره نیرویی الکتریکی به بزرگی $۲/۰۲۵\ N$ بر یکدیگر وارد کنند. فاصله‌ی r چند متر است؟ $(k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{N \cdot m^۲}{C^۲})$

۱) ۲ ۲) ۱ ۳) ۴ ۴) ۳

۵۲. دو کره‌ی کوچک رسانای مشابه دارای بار الکتریکی $q_۱ = -۴\mu C$ و $q_۲ + ۲۰\mu C$، در فاصله‌ی ۱ متری، نیروی الکتریکی‌ای به اندازه‌ی F را به یک‌دیگر وارد می‌کنند. هرگاه این دو کره را با هم تماس داده و سپس در فاصله‌ی ۲ متری از هم قرار دهیم، نیروی الکتریکی‌ای به اندازه‌ی F' را به هم وارد می‌کنند. حاصل $\frac{F}{F'}$ کدام است؟

۱) ۵ ۲) $\frac{۱}{۵}$ ۳) $\frac{۹}{۲۰}$ ۴) $\frac{۲۰}{۹}$

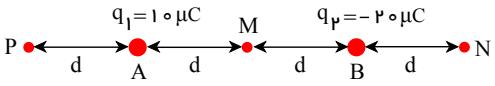
۵۳. مطابق شکل زیر، آونگی به جرم m درون یک میدان الکتریکی یکنواخت افقی قرار گرفته است. اگر گلوله‌ی این آونگ دارای بار $q_۱$ باشد، $\alpha = ۳۷^\circ$ و اگر دارای بار $q_۲$ باشد، $\alpha = ۵۳^\circ$ خواهد بود. حاصل $\left|\frac{q_۲}{q_۱}\right|$ کدام است؟ $(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶)$



۱) $\frac{۳}{۴}$ ۲) $\frac{۴}{۳}$

۳) $\frac{۱۶}{۹}$ ۴) $\frac{۹}{۱۶}$

۵۴. در مورد اندازه‌ی برآیند میدان الکتریکی حاصل از $q_۱$ و $q_۲$ در نقاط M، N و P درست است؟



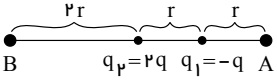
۱) $E_M < E_P < E_N$

۲) $E_P < E_M < E_N$

۳) $E_P < E_N < E_M$

۴) $E_N < E_P < E_M$

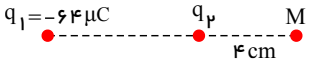
۵۵. در شکل زیر، بزرگی میدان الکتریکی برایند حاصل از دو بار الکتریکی نقطه‌ای در نقطه‌ی B چند برابر بزرگی میدان برایند ناشی از همان دوبار در نقطه‌ی A است؟



۱) $\frac{۱۱}{۲۷}$ ۲) $\frac{۲۷}{۱۱}$

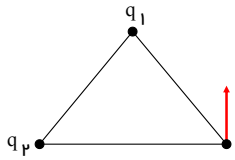
۳) $\frac{۹}{۷}$ ۴) $\frac{۷}{۹}$

۵۶. در شکل زیر، بارهای الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = -۶۴\ \mu C$ و q_2 در فاصله‌ی ۱۲ cm از یکدیگر ثابت شده‌اند. اگر برایند میدان‌های الکتریکی حاصل از این دو بار در نقطه‌ی M صفر باشد، بار q_2 چند میکروکولن است؟



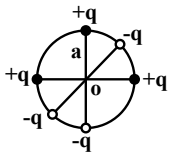
۱) -۴
۲) -۱۶
۳) $+۱۶$
۴) $+۴$

۵۷. اگر میدان الکتریکی ناشی از دو بار واقع بر دو رأس یک مثلث متساوی الاضلاع مطابق شکل باشد، در مورد بارها کدام یک درست است؟



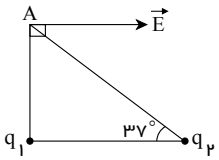
۱) $|q_1| > |q_2|$ و $q_1 > ۰$ و $q_2 < ۰$
۲) $|q_1| < |q_2|$ و $q_1 > ۰$ و $q_2 < ۰$
۳) $|q_1| > |q_2|$ و $q_1 < ۰$ و $q_2 > ۰$
۴) $|q_1| < |q_2|$ و $q_1 < ۰$ و $q_2 > ۰$

۵۸. در شکل زیر، اندازه و جهت برایند میدان‌های الکتریکی حاصل از بارهای نقطه‌ای واقع بر محیط دایره‌ای به شعاع a، در مرکز آن کدام است؟ (k ثابت کولن است.)



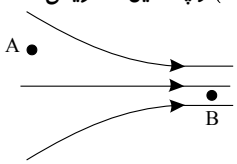
۱) $\leftarrow\ ,\ \sqrt{۲}\,k\,\frac{q}{a^۲}$
۲) $\rightarrow\ ,\ ۲k\,\frac{q}{a^۲}$
۳) $\downarrow\ ,\ k\frac{q}{a^۲}$
۴) $\downarrow\ ,\ ۲k\frac{q}{a^۲}$

۵۹. در شکل زیر، میدان الکتریکی برآیند حاصل از بارهای الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 در نقطه‌ی A برابر با $\vec{E}$ است. حاصل $\frac{q_1}{q_2}$ کدام است؟ ($\sin ۳۷^o = ۰/۶$)



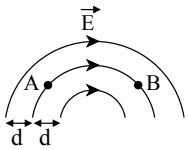
۱) $-\frac{۳}{۵}$
۲) $-\frac{۵}{۳}$
۳) $-\frac{۲۷}{۱۲۵}$
۴) $-\frac{۱۲۵}{۲۷}$

۶۰. مطابق شکل زیر، بار الکتریکی نقطه‌ای $-۶\mu C$ را در یک میدان الکتریکی از نقطه A به نقطه B منتقل می‌کنیم. در دو نقطه A و B، کدام گزینه، مقایسه بین کمیت‌های بزرگی میدان الکتریکی (E)، بزرگی نیروی الکتریکی وارد بر بار (F) و پتانسیل الکتریکی نقاط (V)را به درستی نشان می‌دهد؟



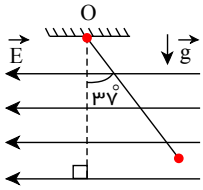
۱) $E_B > E_A$ و $F_B > F_A$ و $V_B > V_A$
۲) $E_B < E_A$ و $F_B < F_A$ و $V_B < V_A$
۳) $E_B = E_A$ و $F_B = F_A$ و $V_B = V_A$
۴) $E_B > E_A$ و $F_B > F_A$ و $V_B < V_A$

۶۱. در شکل زیر، خطوط میدان الکتریکی در فاصله‌ی مساوی از هم قرار دارند. این میدان الکتریکی ..... بوده و پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی A ..... پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی B است.



۱) غیر یکنواخت – بیش‌تر از
۲) غیر یکنواخت – کم‌تر از
۳) یکنواخت – بیش‌تر از
۴) یکنواخت – کم‌تر از

۶۲. مطابق شکل مقابل، گلوله‌ی فلزی کوچکی به جرم $12g$ توسط نخی از نقطه‌ی O آویزان شده و در میدان الکتریکی افقی و یکنواختی به بزرگی $۱۰^{۴}\frac{N}{C}$ ۲ × در حالت تعادل قرار دارد. بار الکتریکی گلوله چند میکروکولن است؟ ($g = ۱۰\frac{N}{kg}$ و $\sin ۳۷^\circ = ۰/۶$)

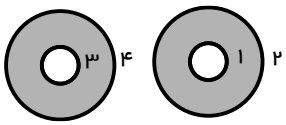


۱) ۸
۲) ۴/۵
۳) -۸
۴) $-۴/۵$

۶۳. ذره‌ای به جرم $2g$ و بار الکتریکی $2\mu C$ را در یک میدان الکتریکی خارجی به بزرگی $۱۰^{۴}\frac{N}{C}$ ۴ × قرار می‌دهیم. اندازه‌ی شتاب حاصل از نیروی الکتریکی وارد بر این ذره چند متر بر مجذور ثانیه است؟

۱) ۰/۰۴ ۲) ۰/۴ ۳) ۴ ۴) ۴۰

۶۴. مطابق شکل مقابل، دو کره‌ی فلزی مجزا و توخالی مشابه و خنثی، داریم. در مرکز کره‌ی سمت راست بار مثبت و هم‌چنین بر سطح شماره‌ی (۳) از کره‌ی سمت چپ بار مثبت قرار می‌دهیم. پس از ایجاد تعادل، بار هر یک از سطوح (۱)، (۲)، (۳) و (۴) به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

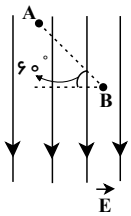


۱) مثبت – منفی – مثبت – مثبت
۲) مثبت – مثبت – خنثی – مثبت
۳) منفی – مثبت – خنثی – مثبت
۴) منفی – خنثی – مثبت – منفی

۶۵. اگر ۸ قطره‌ی کروی رسانای باردار با بارها و شعاع‌های یکسان با هم تشکیل یک قطره‌ی کروی بزرگ‌تر بدهند، چگالی سطحی بار الکتریکی قطره‌ی بزرگ‌تر، چند برابر قطره‌ی کوچک‌تر است؟

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) ۲ ۳) ۸ ۴) $\frac{۱}{۸}$

۶۶. در شکل مقابل، بار الکتریکی نقطه‌ای $q = -۲\ \mu C$ در میدان الکتریکی یکنواختی به بزرگی $\frac{N}{C}$ ۱۰۰۰ از نقطه‌ی A تا نقطه‌ی B جابجا می‌شود. انرژی پتانسیل الکتریکی بار چند میکروژول تغییر می‌کند؟ ($\overline{AB} = ۲cm$)

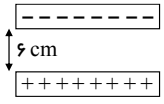


۱) $+۲۰$ ۲) -۲۰
۳) $+۲۰\sqrt{۳}$ ۴) $-۲۰\sqrt{۳}$

۶۷. ذره‌ای با بار منفی را در محلی که میدان‌الکتریکی یکنواخت وثابت وجود دارد، از حال سکون رها می‌کنیم. اگر تنها نیروی موثر بر ذره نیروی میدان‌الکتریکی باشد، کدام یک از موارد زیر درمورد آن درست است؟

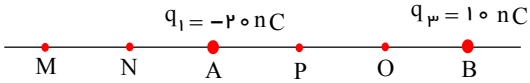
۱) هم‌سو با میدان الکتریکی حرکت می کند.
۲) به طرف نقاط با پتانسیل الکتریکی بیشتر حرکت می‌کند.
۳) انرژی پتانسیل الکتریکی آن زیاد می‌شود.
۴) عمود بر خطوط میدان الکتریکی حرکت می‌کند.

۶۸. مطابق شکل زیر، ذره‌ای با بار الکتریکی $۰/۱\mu C$ و جرم $۱۰^{-۸}g$ در میدان الکتریکی یکنواختی به بزرگی $۱/۲ \times ۱۰^{۵}\frac{N}{C}$ بین دو صفحه‌ی افقی موازی، قرار گرفته است. اگر این ذره در ابتدا ساکن و در مجاورت صفحه‌ی پایینی قرار داشته باشد، چه مدت زمانی بر حسب میکروثانیه طول می‌کشد تا به صفحه‌ی بالایی برسد؟ (از اتلاف انرژی و وزن ذره صرف‌نظر شود.)



۱) $۱۰^{-۶}$ ۲) $۱۰^{-۵}$
۳) ۱۰ ۴) ۱

۶۹. بارهای نقطه‌ای $q_۱$ و $q_۲$ به ترتیب در نقاط A و B قرار دارند. در مورد مقایسه‌ی الکتریکی در نقاط O، P، N و M کدام درست است؟



۱) $V_P > V_O\ ,\ V_M > V_N$

۲) $V_P > V_O\ ,\ V_M < V_N$

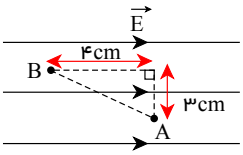
۳) $V_P < V_O\ ,\ V_M > V_N$

۴) $V_P < V_O\ ,\ V_M < V_N$

۷۰. دو باتری ۱۲ ولتی در اختیار داریم. پایانه‌ی مثبت یکی را به زمین وصل می‌کنیم و پتانسیل پایانه‌ی منفی آن را $V_۱$ می‌نامیم. پایانه‌ی منفی باتری دیگر را به جایی وصل می‌کنیم که پتانسیل آن (-۱۲) ولت است و پتانسیل پایانه‌ی مثبت آن را $V_۲$ می‌نامیم. حاصل $\frac{V_۱ + V_۲}{V_۱ - V_۲}$ کدام است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷۱. ذره‌ای با بار الکتریکی $-۲\mu C$ درون میدان یکنواختی به بزرگی $۵\frac{N}{C}$ از نقطه A تا نقطه B جابه‌جا می‌شود. اختلاف پتانسیل بین این دو نقطه $(V_B - V_A)$ چند ولت است؟



۱) $-۰/۲۵$ ۲) $۰/۲$

۳) $۰/۲۵$ ۴) $-۰/۲$

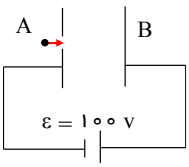
۷۲. اختلاف پتانسیل $۵۰V$ را بین دو صفحه‌ی رسانا به فاصله‌ی $۲۰mm$ از یکدیگر برقرار می‌کنیم و میدان الکتریکی یکنواختی بین دو صفحه ایجاد می‌شود. الکترونی از حال سکون از کنار صفحه‌ی منفی رها می‌شود. انرژی جنبشی الکترون در لحظه‌ی رسیدن به صفحه‌ی مثبت چند الکترون ولت است؟ (از تغییر انرژی پتانسیل گرانشی صرف نظر می‌شود، اتلاف انرژی ناچیز است و $e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} C$)

۱) ۸×۱۰^{-۱۸} ۲) ۵۰ ۳) ۲۵ ۴) $۰/۶۲۸ \times ۱۰^{-۱۸}$

۷۳. ذره‌ای به جرم $۱g$ با بار الکتریکی $۰/۵\mu C$ را در یک میدان الکتریکی و افقی از حال سکون از نقطه‌ی A رها می‌کنیم. اگر ذره با سرعت $۱\frac{m}{s}$ از نقطه‌ی B بگذرد، $V_A - V_B$ کدام است؟ (تنها نیروی الکتریکی باعث حرکت بار می‌شود)

۱) $۱۰۰۰V$ ۲) $۲۰۰۰V$ ۳) $-۱۰۰۰V$ ۴) $-۲۰۰۰V$

۷۴. ذره‌ای با جرم ناچیز و بار $q = +۳/۲ \times ۱۰^{-۱۹}$ را از روزنه‌ای در صفحه‌ی A با انرژی جنبشی اولیه‌ی $۴ \times ۱۰^{-۱۷} J$ به سمت صفحه‌ی B پرتاب می‌کنیم. انرژی جنبشی ذره در هنگام برخورد با صفحه‌ی B چند ژول است؟



۱) ۸×۱۰^{-۱۸}

۲) ۸×۱۰^{-۱۷}

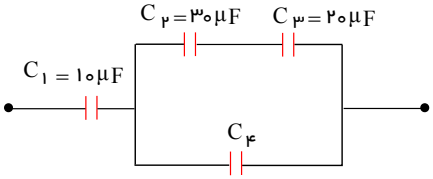
۳) ۸×۱۰^{-۱۶}

۴) ذره به صفحه‌ی B برخورد نمی‌کند.

۷۵. یک میدان الکتریکی یکنواخت، بارالکتریکی نقطه‌ای $q = -۴۰nC$ از نقطه‌ی A تا نقطه‌ی B جابه‌جا می‌شود. اگر انرژی پتانسیل الکتریکی آن در نقطه‌های A و B به‌ترتیبت از راست به چپ برابر با $-۴ \times ۱۰^{-۶} J$ و $۸ \times ۱۰^{-۶} J$ باشد، اختلاف پتانسیل الکتریکی میان دو نقطه $(V_A - V_B)$ چند ولت است؟

۱) ۳۰۰ ۲) -۳۰۰ ۳) ۱۰۰ ۴) -۱۰۰

۷۶. اگر اختلاف پتانسیل بین دو صفحه‌ی خازن C_1 پنج برابر اختلاف پتانسیل دو سر خازن C_2 باشد، ظرفیت خازن C_4 چند میکروفاراد است؟



۱) ۱۰
۲) ۲۰
۳) ۱۸
۴) ۸

۷۷. دو صفحه‌ی مربع شکل فلزی به ضلع ۶۰ cm موازی یکدیگر و در فاصله‌ی ۵ mm از هم قرار دارند. اگر به یکی از آن‌ها بار -۲۰ نانوکولن و به دیگری بار $+۲۰$ نانوکولن بدهیم و فاصله‌ی بین آن‌ها خالی باشد، اندازه‌ی میدان الکتریکی بین دو صفحه چند نیوتن بر کولن می‌شود؟ ($\pi = ۳$ ، $k = ۹ \times ۱۰^{۹} \frac{N \cdot m^۲}{C^۲}$ و میدان بین صفحات را یکنواخت در نظر بگیرید.)

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

۷۸. قدرت (استقامت) دی‌الکتریک از جنس کدام یک از کمیت‌های زیر است؟

۱) ولتاژ
۲) توان
۳) میدان الکتریکی
۴) بار الکتریکی

۷۹. حداکثر ولتاژی که می‌توان به دوسر یک خازن تخت که فاصله‌ی بین صفحات آن به‌طور کامل با یک دی‌الکتریک با ضخامت $۱/۲mm$ پُر شده است، اعمال کرده تا فروریزش الکتریکی رخ ندهد برابر با $۶۰۰۰V$ می‌باشد. بیشینه‌ی بار الکتریکی ذخیره شده در خازن تختی به ظرفیت $۵۰\mu F$ که از همان دی‌اکتریک با ضخامت $۳/۶mm$ پُر شده است چند کولن باشد تا دی‌الکتریک نسوزد؟

۱) $۰/۹$
۲) ۹×۱۰^{-۲}
۳) ۳×۱۰^{-۶}
۴) $۰/۰۳$

۸۰. خازن تختی به ظرفیت $۴\mu F$ به اختلاف پتانسیل الکتریکی $۱۰۰V$ متصل است، هرگاه یکی از صفحه‌های خازن را به موازات صفحه‌ی دیگر جابه‌جا کنیم تا نصف سطح صفحه‌ها مقابل هم قرار گیرند، انرژی الکتریکی خازن، ..... میلی‌ژول ..... می‌یابد.

۱) ۱۰، افزایش
۲) ۱۰، کاهش
۳) ۲۰، افزایش
۴) ۲۰، کاهش

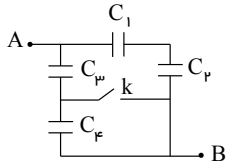
۸۱. خازنی را به دوسر یک مولد متصل می‌کنیم. پس از پر شدن خازن، آن‌را از مولد جدا کرده و فاصله‌ی بین دو صفحه‌ی خازن را دو برابر می‌کنیم. به ترتیب از راست به چپ، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سرخازن و انرژی الکتریکی ذخیره شده در آن، چند برابر می‌شود؟

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

۸۲. یک خازن را پس از شارژ شدن از باتری جدا کرده‌ایم. اگر فاصله‌ی میان صفحات آن را ۲ برابر کرده، فضای بین دو صفحه را که قبلاً خالی بوده با عایقی به ثابت دی الکتریک $\kappa = ۲$ پر کنیم:

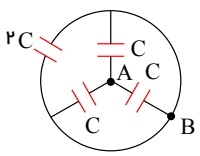
۱) انرژی ذخیره شده ۲ برابر می‌شود.
۲) انرژی ذخیره شده در خازن نصف می‌شود.
۳) اندازه‌ی میدان الکتریکی بین دو صفحه ۲ برابر می‌شود.
۴) اندازه‌ی میدان الکتریکی بین دو صفحه نصف می‌شود.

۸۳. درشکل مقابل، خازن‌ها مشابه هستند. اگر کلید k را ببندیم، ظرفیت معادل بین A و B چند برابر می شود؟



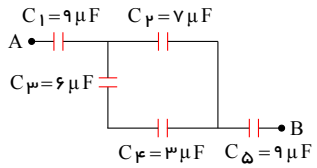
۱) $\frac{۳}{۲}$
۲) $\frac{۲}{۳}$
۳) $\frac{۳}{۴}$
۴) $\frac{۴}{۳}$

۸۴. در شکل مقابل، ظرفیت خازن معادل بین دو نقطه‌ی A و B کدام است؟



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

۸۵. در شکل زیر، ظرفیت خازن معادل بین دو نقطه‌ی A و B، چند میکروفاراد است؟

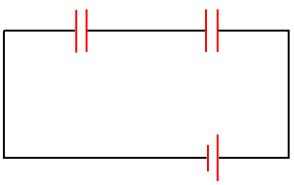


۱) ۱٫۵
۲) ۳
۳) ۲۷
۴) ۹

۸۶. خازن $C_1 = ۳۰\mu F$ و C_2 را به هم بسته، دو سر مجموعه را به اختلاف پتانسیل ۲۰ ولت متصل میکنیم. اگر در این حالت بار C_1 برابر ۲۴۰ میکرو کولن شود، ظرفیت C_2 چند میکرو فاراد است؟

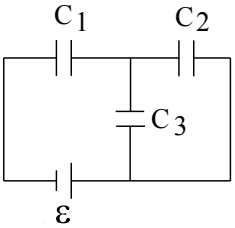
۱) ۱۰
۲) ۱۵
۳) ۲۰
۴) ۳۰

۸۷. در شکل مقابل، فاصله‌ی میان صفحات خازن‌ها هوا است. اگر فاصله‌ی میان صفحات C_1 را با عایقی به ثابت دی‌الکتریک $k = ۴$ پر کنیم، بار C_2 چند برابر می‌شود؟



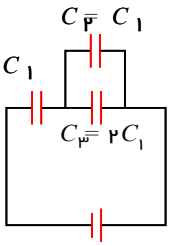
۱) $\frac{۳}{۲}$
۲) ۲
۳) ۳
۴) $\frac{۵}{۲}$

۸۸. در شکل مقابل، $C_1 = C_2$ و اختلاف پتانسیل دو سر C_1 چهار برابر اختلاف پتانسیل دو سر C_3 است. ظرفیت C_3 چند برابر ظرفیت C_2 است؟



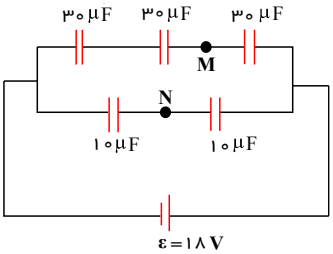
۱) $\frac{۳}{۲}$
۲) ۲
۳) ۳
۴) $\frac{۴}{۳}$

۸۹. در مورد انرژی ذخیره شده در خازن‌ها (U) و بار ذخیره شده در آن‌ها (q) کدام گزینه درست است؟



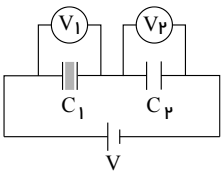
۱) $q_1 = \frac{۳}{۲}q_3$
۲) $U_1 = ۳U_3$
۳) $U_1 = \frac{۳}{۲}U_3$
۴) $q_1 = ۳q_3$

۹۰. اختلاف پتانسیل میان M و N چند ولت است؟



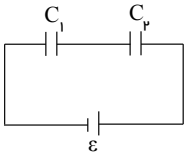
۱) ۳
۲) ۶
۳) ۹
۴) ۱۲

۹۱. در شکل زیر، دی‌الکتریک را از بین صفحه‌های خازن C_1 بر می‌داریم. V_1 و V_2 به‌ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کنند؟



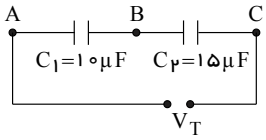
۱) افزایش – افزایش
۲) افزایش – کاهش
۳) کاهش – کاهش
۴) کاهش – افزایش

۹۲. درشکل مقابل فاصله‌ی میان صفحات خازن‌ها خالی است و ظرفیت خازن‌ها برابر است. اگر فضای بین دو صفحه‌ی C_1 را با عایقی به ثابت دی الکتریک $K=5$ پر کنیم اختلاف پتانسیل دو سر C_2 چندبرابر میشود؟



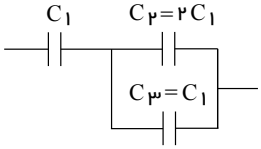
۱) $\frac{5}{2}$
۲) $\frac{4}{5}$
۳) $\frac{4}{3}$
۴) $\frac{5}{3}$

۹۳. در مدار شکل زیر، تفاوت اختلاف پتانسیل‌های دو سر خازن‌ها برابر $4V$ است. حاصل $\frac{VAB}{VT}$ کدام است؟



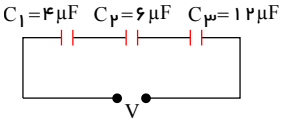
۱) ۰٫۲
۲) ۰٫۶
۳) ۰٫۴
۴) ۰٫۸

۹۴. در شکل مقابل، اگر انرژی ذخیره شده در خازن C_1 برابر $30\mu J$ باشد، انرژی ذخیره شده در کل خازن‌ها چند میکروژول است؟



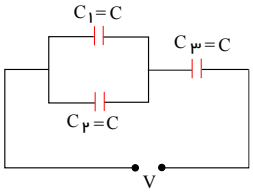
۱) ۴۰
۲) ۶۰
۳) ۹۰
۴) ۱۲۰

۹۵. در مدار شکل زیر، اگر بیش‌ترین اختلاف پتانسیلی که مولد می‌تواند داشته باشد برای آن‌که هیچ کدام از خازن‌ها آسیب <u>نبینند</u> برابر با $24V$ باشد، حداکثر اختلاف پتانسیل، مربوط به کدام خازن و چند ولت است؟



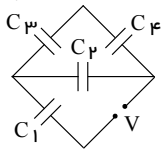
۱) ۴, C_3
۲) ۴, C_1
۳) ۱۲, C_3
۴) ۱۲, C_1

۹۶. در مدار روبه‌رو، خازن‌ها تخت و مشابه هستند و فضای بین آن‌ها با دی‌الکتریکی به قدرت $0/3\frac{kV}{mm}$ پُر شده است. اگر فاصله‌ی بین صفحات در خازن‌ها $0/2mm$ باشد، حداکثر اختلاف پتانسیل دو سر مجموعه چند ولت باشد تا هیچ کدام از خازن‌ها دچار فروریزش الکتریکی <u>نشوند</u>؟



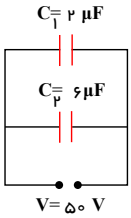
۱) ۹۰
۲) ۱۲۰
۳) ۱۰۰
۴) ۱۸۰

۹۷. مطابق شکل زیر، چهار خازن مشابه به اختلاف پتانسیل الکتریکی V وصل شده‌اند. اگر اختلاف پتانسیل الکتریکی را افزایش دهیم، اولین خازنی که در آن پدیده‌ی فروریزش الکتریکی رخ می‌دهد، کدام است؟



۱) C_1
۲) C_2
۳) C_3
۴) C_4

۹۸. در مدار شکل مقابل، اگر دو خازن C_1 , C_2 را از مولد جدا کرده و قطب‌های ناهم‌نام آن‌ها را به هم ببندیم، پس از ایجاد تعادل، اندازه‌ی تفاضل بار الکتریکی آن‌ها از هم چند میکروکولن خواهد شد؟

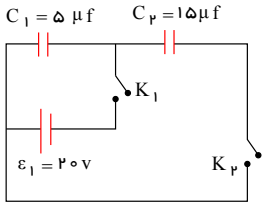


۱) ۵۰
۲) ۱۰۰
۳) ۲۰۰
۴) ۱۵۰

۹۹. در خازن $C_1 = ۲\mu F$، پس از پُر شدن، ۱۰۰ μJ انرژی الکتریکی ذخیره می‌شود. اگر این خازن را از مولد جدا و به خازن خالی C_2 وصل کنیم، پس از ایجاد تعادل، ۲۴ μJ انرژی الکتریکی در خازن C_2 ذخیره می‌شود. ظرفیت خازن C_2 چند میکروفاراد می‌تواند باشد؟

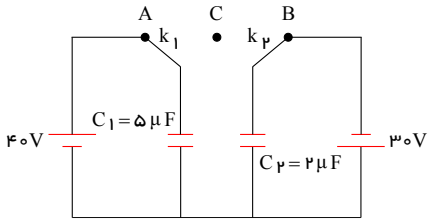
۱) ۶ ۲) ۵ ۳) ۴ ۴) ۳

۱۰۰. درمدار شکل زیر، دو خازن C_1 و C_2 درابتدا خالی هستند. ابتدا کلید K_1 را می‌بندیم و سپس آن را باز می کنیم و بعد کلید K_2 را می بندیم . در این حالت اختلاف پتانسیل دو سر خازن C_1 چند ولت است؟



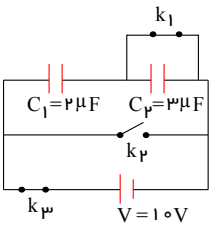
۱) ۴۰ ۲) ۲۰
۳) ۱۰ ۴) ۵

۱۰۱. در مدار شکل زیر، خازن‌ها ابتدا بدون بار هستند. اگر ابتدا کلیدهای k_1 و k_2 به نقطه‌های A و B متصل باشند و پس از شارژ خازن‌ها، کلیدها را به نقطه‌ی C متصل کنیم، پس از برقراری تعادل، ولتاژ دو سر مجموعه خازن‌ها چند ولت می گردد؟



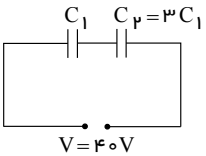
۱) صفر ۲) ۱۰
۳) ۲۰ ۴) $\frac{۲۶۰}{۷}$

۱۰۲. در مدار شکل زیر، ابتدا کلیدهای k_3 و k_1 بسته و کلید k_2 باز است. اگر کلیدهای k_1 و k_3 را باز کنیم و کلید k_2 را ببندیم، بار الکتریکی ذخیره شده در خازن C_2 چند میکروکولن می‌شود؟



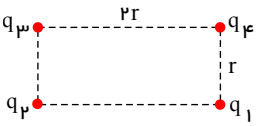
۱) صفر ۲) ۱۸
۳) ۱۲ ۴) ۲۴

۱۰۳. در مدار شکل مقابل، پس از پُر شدن خازن‌های C_1 و C_2 آن‌ها را از مولد جدا کرده و سپس صفحه‌های هم‌نام آن‌ها را به‌هم وصل می‌کنیم. اختلاف پتانسیل دو سر خازن‌ها در این حالت چند ولت می‌شود؟



۱) ۱۵ ۲) ۷٫۵
۳) ۳۰ ۴) ۲۲٫۵

۱۰۴. در شکل مقابل، q_4 در تعادل است. نسبت $\frac{q_2}{q_1}$ کدام است؟ (در سه راس مستطیل ثابت شده‌اند)



۱) $۲\sqrt{۲}$ ۲) $-۵\sqrt{۵}$
۳) $-۲\sqrt{۲}$ ۴) $۵\sqrt{۵}$

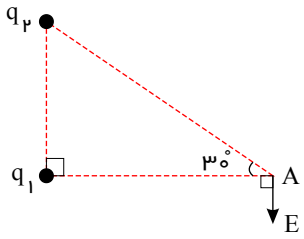
۱۰۵. دو کره‌ی فلزی مشابه دارای بارهای الکتریکی $q_1 = -۵nC$ و $q_2 = +۱۵nC$ در فاصله‌ی ۳ متری یکدیگر قرار دارند. این دو کره را به یکدیگر تماس داده و در فاصله‌ی ۵ متری از هم قرار می‌دهیم. در این صورت نیروی بین دو بار نسبت به حالت قبل چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟

۱) ۱۲ ٪ افزایش ۲) ۱۲ ٪ کاهش ۳) ۸۸ ٪ افزایش ۴) ۸۸ ٪ کاهش

۱۰۶. سه بار نقطه‌ای هم اندازه روی یک دایره و در فواصل مساوی از هم قرار گرفته‌اند. اگر یکی از آن‌ها ناهمنام بقیه باشد، میدان الکتریکی برآیند در مرکز دایره، E است. در این حالت اگر بار ناهمنام با بقیه را دو برابر کنیم، میدان برآیند در مرکز دایره چند برابر E خواهد شد؟

۱) ۰٫۵ ۲) ۱٫۵ ۳) ۲ ۴) ۲٫۵

۱۰۷. میدان حاصل از دو بار q_1 و q_2 در نقطه‌ی A به شکل زیر است. نسبت $\frac{q_1}{q_2}$ کدام است؟



۱) $\frac{۳}{۴}$

۲) $-\frac{۳\sqrt{۳}}{۸}$

۳) $-\frac{۳}{۴}$

۴) $\frac{\sqrt{۳}}{۲}$

۱۰۸. روی عمود منصف یک دوقطبی الکتریکی به سمت خط واصل حرکت می‌کنیم. میدان الکتریکی برآیند ..... می‌یابد.

۱) همواره افزایش ۲) همواره کاهش

۳) ابتدا افزایش و سپس کاهش ۴) ابتدا کاهش و سپس افزایش

۱۰۹. کدام گزینه الزاماً درست است؟

۱) اگر در میدان الکتریکی حرکت کنیم، پتانسیل الکتریکی عوض می‌شود.

۲) اگر در میدان الکتریکی حرکت کنیم، انرژی پتانسیل الکتریکی عوض می‌شود.

۳) اگر بار الکتریکی را در میدان الکتریکی حرکت دهیم، انرژی پتانسیل الکتریکی آن عوض می‌شود.

۴) هیچ کدام

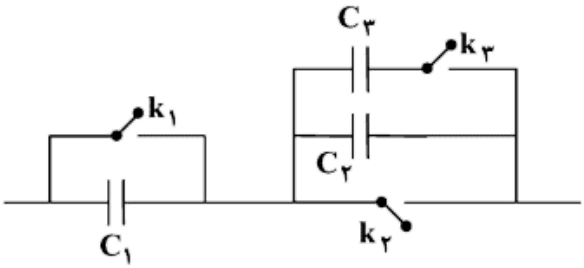
۱۱۰. در شکل مقابل $C_2 + C_3 < C_1$ است. در کدام حالت، ظرفیت معادل بیشتر می‌شود؟

۱) k_1 و k_2 بسته و k_3 باز

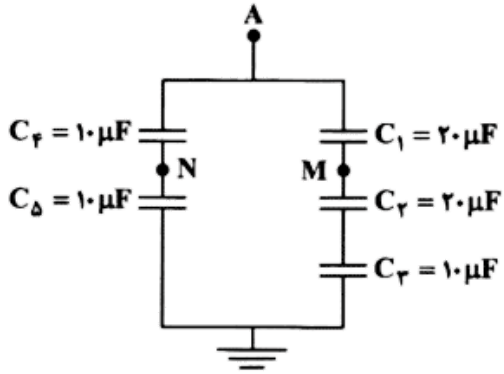
۲) k_1 و k_2 باز و k_3 بسته

۳) k_1 و k_2 و k_3 باز

۴) k_1 و k_3 بسته و k_2 باز



۱۱۱. اگر پتانسیل نقطه ی A برابر ۶۰ ولت باشد، اختلاف پتانسیل میان M و N چند ولت است؟



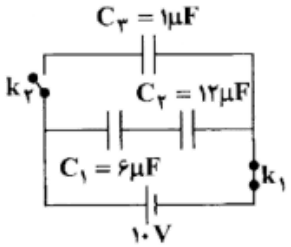
۱) ۱۰

۲) ۲۰

۳) ۱۵

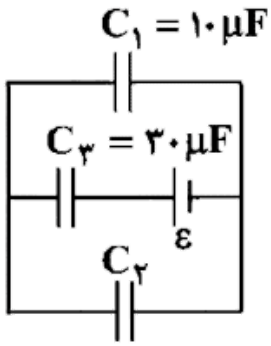
۴) ۲۵

۱۱۲. تغییر بار ذخیره شده روی خازن C_1 پس از بازکردن کلید k_1 و بستن کلید k_2 چند میکروکولن است؟



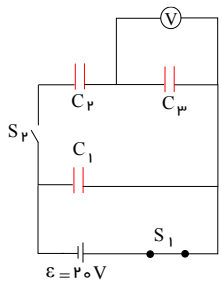
۱) ۴۰
۲) ۳۲
۳) ۱۲
۴) ۸

۱۱۳. اگر انرژی ذخیره شده در خازن C_3 برابر ۱۳۵ میکروژول و بار ذخیره شده در خازن C_2 برابر ۳۰ میکروکولن باشد، ظرفیت خازن C_2 چند میکروفاراد است؟



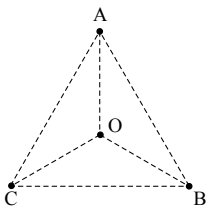
۱) ۳
۲) ۵
۳) ۶
۴) ۴

۱۱۴. در شکل مقابل $C_1 = C_2 = C_3$، ابتدا کلید S_1 بسته و کلید S_2 باز است و خازن‌های C_2 و C_3 خالی هستند. اگر کلید S_1 را باز کرده، سپس کلید S_2 را ببندیم، ولت‌متر عدد چند ولت را نشان می‌دهد؟



۱) ۱۰
۲) $\frac{۲۰}{۳}$
۳) ۱۵
۴) $\frac{۴۰}{۳}$

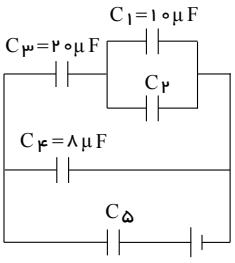
۱۱۵. درشکل مقابل، $BC = AB = AC = ۳m$ و $OA = OB = OC$. اگر در نقاط A، B و C بارهای ذره ای $۲۰\mu C, ۲۰\mu C, -۱۰\mu C$ قرار دهیم. اندازه‌ی میدان‌الکتریکی درنقطه‌ی O چندنیوتن بر کولن می شود؟



$(k = ۹ \times ۱۰^۹ \frac{N \cdot m^۲}{C^۲})$

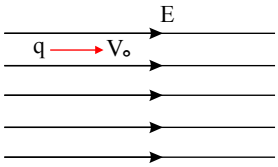
۱) ۹×۱۰^۴
۲) ۱۲×۱۰^۴
۳) ۶×۱۰^۴
۴) صفر

۱۱۶. اگر بار ذخیره شده در خازن C_4 دو برابر بار ذخیره شده در خازن C_1 باشد، ظرفیت خازن C_2 چند میکروفاراد است؟



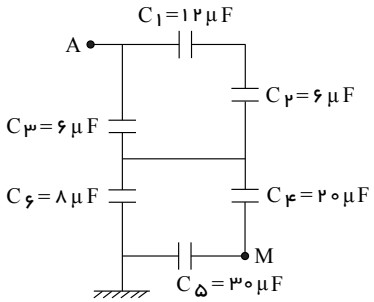
۱) ۱۰
۲) ۲۰
۳) ۳۰
۴) ۴۰

۱۱۷. در شکل مقابل، اندازه میدان الکتریکی $E = ۱۰^{۴}\frac{N}{C}$ است. اگر ذره‌ای با بار -۴۰ نانوکولن و جرم ۰٫۲ گرم با سرعت اولیه ۴ متر بر ثانیه به طرف راست $(\rightarrow)$ پرتاب شود، با طی مسافت چند متر، جهت حرکت آن تغییر می‌کند؟ (از نیروی گرانش صرف‌نظر کنید.)



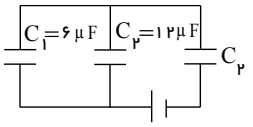
۱) ۱۰
۲) ۲
۳) ۵
۴) ۴

۱۱۸. در شکل مقابل، اگر پتانسیل نقطه‌ی M برابر ۱۰ ولت باشد، پتانسیل نقطه‌ی A چند ولت است؟



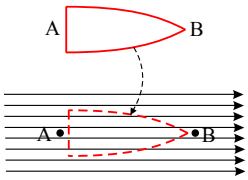
۱) ۲۲٫۵
۲) ۲۵
۳) ۶۷٫۵
۴) ۷۵

۱۱۹. اگر انرژی ذخیره شده در خازن $C۳$، سه برابر انرژی ذخیره شده در خازن $C۲$ باشد. ظرفیت $C۳$ چندمیکروفاراد است؟



۱) ۳۶
۲) ۹
۳) ۱۸
۴) ۶

۱۲۰. جسم فلزی مطابق شکل را در یک میدان یکنواخت الکتریکی قرار می‌دهیم. در مورد دو نقطه‌ی A و B، نزدیک جسم در میدان، پس از برقراری تعادل الکترواستاتیکی چه می‌توان گفت؟ (V و E به ترتیب بیانگر پتانسیل و میدان الکتریکی هستند.)



۱) $E_A = E_B\ ,\ V_A = V_B$
۲) $E_A < E_B, V_A = V_B$
۳) $E_A = E_B,\ V_A > V_B$
۴) $E_A < E_B,\ V_A > V_B$

تاریخ : وقت : دقیقه

نام و نام خانوادگی : تعداد سوالات: ۱۲۰

فیزیک ۳ فصل ۲: الکتریسیته ساکن

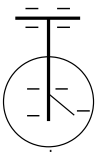
دبیرستان سلام تجریش

۱.گزینه ۴ بار مثبت نمی‌تواند حرکت کند، بنابراین با بستن کلید k ، الکترون‌ها از زمین به سمت جسم کشیده شده و بارهای مثبت جسم را خنثی می‌کنند.

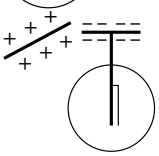
۲.گزینه ۳ کره‌ی A چون دارای بار مثبت است پس روی سطح داخلی و خارجی B به ترتیب بارهای $-۱۰\mu c$ و $+۱۰\mu c$ القا می کند و از آن‌جایی که کره B ازقبل $-۶\mu c$ بارالکتریکی داشته، اکنون بار در سطح خارجی کره B برابر با $(+۱۰-۶\mu c=۴\mu c)$ و بار در سطح داخلی کره‌ی B به دلیل حظور کره A همچنان $-۱۰\mu c$ خواهد بود.

۳.گزینه ۳

۱) وضعیت الکتروسکوپ قبل از نزدیک شدن میله‌ی باردار



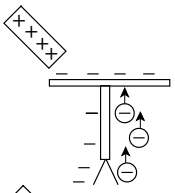
۲) وضعیت الکتروسکوپ وقتی میله‌ی باردار به آن نزدیک شده است.



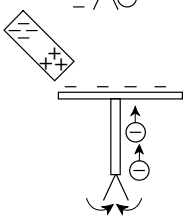
۴.گزینه ۴ وقتی ورقه‌های یک الکتروسکوپ باردار به هم نزدیک می‌شوند یعنی بین الکتروسکوپ و جسم رسانای A جاذبه برقرار شده است. پس جسم A یا باری مخالف بار الکتروسکوپ دارد یا خنثی است و بر اثر القا بارهای الکتروسکوپ را جذب کرده است.

۵.گزینه ۲ نوع بار میله می‌تواند مثبت یا خنثی باشد زیرا:

- اگر بار میله مثبت باشد، با نزدیک کردن آن به کلاهک الکتروسکوپ قسمتی از بارهای منفی روی ورقه‌ها به طرف کلاهک مهاجرت می کنند. در نتیجه تراکم بار روی ورقه‌ها کاهش یافته، ورقه‌ها به هم نزدیک می‌شوند.

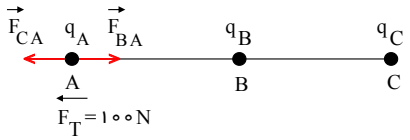


- اگر میله خنثی باشد با نزدیک کردن به کلاهک الکتروسکوپ بارهای میله تفکیک شده و بارهای مثبت میله در مجاور کلاهک قرار می گیرند که در نتیجه باز هم باعث می‌شود تا مقداری از بار ورقه‌ها به سمت کلاهک مهاجرت کنند پس در این حالت نیز با ورقه‌ها کاسته شده و ورقه‌ها به هم نزدیک می‌شوند.



۶.گزینه ۴ باتوجه به اینکه $F_{۱۲}=F_{۲۱}\propto q_۱q_۲$ است و همچنین نیروهای کولنی عمل و عکس‌العمل یکدیگرند در نتیجه همواره $\left|\frac{F_{۱۲}}{F_{۲۱}}\right|=۱$ است.

۷.گزینه ۱ ابتدا نیروهای وارد بر بار q_A از طرف دو بار q_B , q_C را رسم کرده سپس با استفاده از قانون کولن اندازه آنها را بدست می‌آوریم:



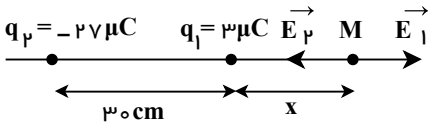
$$F_{BA}=K\frac{q_A q_B}{r^2}\Rightarrow F_{BA}=\frac{9\times10^9\times(4\times10^{-6})(10\times10^{-6})}{(3\times10^{-2})^2}=400N$$

$$F_{CA}=K\frac{q_C q_A}{r^2}\Rightarrow F_{CA}=\frac{9\times10^9\times(20\times10^{-6})(10\times10^{-6})}{(6\times10^{-2})^2}=500N$$

$$F_T=F_{CA}-F_{BA}=500-400=100N$$

باتوجه به اینکه $|F_{CA}|>|F_{BA}|$ است. در نتیجه برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_A به سمت چپ است.

۸.گزینه ۴ چون دو بار غیر هم‌نام هستند، نقطه‌ی مورد نظر M, خارج از فاصله‌ی بین دو بار، روی امتداد خط واصل و نزدیک به بار با اندازه‌ی کوچکتر $(3\mu C)$ می‌باشد، بنابراین داریم:



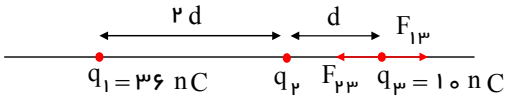
$$E_1=E_2\Rightarrow\frac{q_1}{x^2}=\frac{q_2}{(r+x)^2}\Rightarrow\frac{3}{x^2}=\frac{27}{(30+x)^2}\Rightarrow\frac{1}{x}=\frac{3}{30+x}\Rightarrow x=15cm$$

فاصله از بار $-27\mu C$ خواسته شده است، پس:

$$r_2=15+30=45cm$$

۹.گزینه ۳ $\vec{F}_{13}$ به طرف راست است؛ پس $\vec{F}_{23}$ باید به سمت چپ باشد. یعنی q_2 باید q_3 را جذب کند، پس q_2 منفی است.

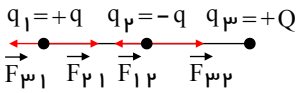
$$F_{13}=F_{23}\Rightarrow\frac{k|q_1 q_3|}{(3d)^2}=\frac{k|q_2 q_3|}{d^2}\Rightarrow\left|\frac{q_1}{9}\right|=|q_2|\Rightarrow|q_2|=\frac{36}{9}=4nC$$



چون q_2 منفی است، باید گفت $q_2=-4nC$

۱۰.گزینه ۲

ابتدا نیروهای وارد بربار $+q$ و $-q$ را رسم کرده و سپس برآیند نیروهای وارد بر هریک از بارها را به‌دست می‌آوریم:



برآیند نیروهای وارد بر بار $-q$

$$F_T=F_{32}-F_{12}=k\frac{qQ}{a^2}-k\frac{q^2}{a^2}=k\frac{q}{a^2}(Q-q)$$

برآیند نیروهای وارد بر بار $+q$

$$F'_T=F_{21}-F_{31}=k\frac{q^2}{a^2}-k\frac{qQ}{(2a)^2}=k\frac{q}{a^2}(q-\frac{Q}{4})$$

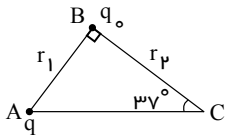
برای این‌که اندازه برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بارهای $+q$ و $-q$ باهم برابر باشند داریم:

$$F'_T=F_T\Rightarrow k\frac{q}{a^2}(q-\frac{Q}{4})=k\frac{q}{a^2}(Q-q)\Rightarrow q-\frac{Q}{4}=Q-q\Rightarrow 29=Q+\frac{Q}{4}$$

$$\Rightarrow 2q=\frac{5}{4}Q\Rightarrow\frac{Q}{q}=\frac{8}{5}$$

۱۱.گزینه ۲

چون اندازه‌ی بارها ثابت و فقط فاصله‌ی بین بارها تغییر می‌کند. با استفاده از رابطه‌ی مقایسه‌ای قانون کولن می‌توان نوشت:

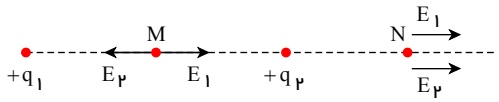


$$F = \frac{kq_1 q_2}{r^2} \xrightarrow{F \propto \frac{1}{r^2}} \rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

$$\tan 37^\circ = \frac{r_1}{r_2} \rightarrow \frac{3}{4} = \frac{r_1}{r_2}$$

$$\frac{F_2}{F_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = \left(\frac{3}{4}\right)^2 \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{9}{16}$$

۱۲.گزینه ۲



$$EM = E_1 - E_2 = \frac{3kq}{d^2} - \frac{kq}{d^2} = \frac{2kq}{d^2}$$

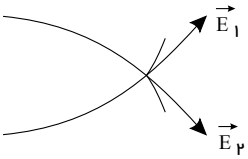
$$EN = E_1 + E_2 = \frac{3kq}{(3d)^2} + \frac{kq}{d^2} = \frac{kq}{3d^2} + \frac{kq}{d^2} = \frac{4kq}{3d^2} \Rightarrow \frac{EM}{EN} = \frac{\frac{2}{4}}{\frac{3}{3}} = \frac{3}{2}$$

۱۳.گزینه ۲ بزرگی میدان الکتریکی برآیند روی خط واصل دوبار نقطه‌ای هم‌نام و در نقطه‌ای در نزدیکی بار کوچک‌تر که میدان آن‌ها برابر و خلاف جهت یکدیگر است، صفر خواهد شد. بنابراین باتوجه به این‌که به سمت بار با مقدار کم‌تر حرکت کرده‌ایم، ابتدا به این نقطه نزدیک و سپس از آن دور می‌شویم؛ پس میدان الکتریکی ابتدا کم می‌شود و سپس افزایش می‌یابد.

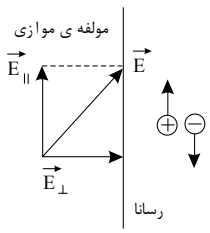
۱۴.گزینه ۴ باتوجه به این که خط‌های میدان الکتریکی از بار A خارج و به بار B وارد شده است می‌توان نتیجه گرفت که علامت بار A مثبت بوده و علامت بار B منفی می‌باشد، همچنین از آن‌جا که خط‌های میدان الکتریکی ناشی از بار C خط‌های میدان الکتریکی بارهای B و D را منحرف کرده است، پس هر سه بار B، C و D هم‌نام بوده و در نتیجه هر سه منفی‌اند.

۱۵.گزینه ۳ خطوط میدان الکتریکی همواره از بار مثبت خارج به بار منفی وارد می‌شوند: در این شکل چون خطوط میدان الکتریکی از D خارج شده‌اند، پس D بار مثبت دارد، از طرفی خطوط میدان الکتریکی C و D از یکدیگر دور شده‌اند یعنی C و D یکدیگر را می‌رانند، پس C و D با یکدیگر همنام و دارای بار مثبت‌اند. و همچنین چون C و B تشکیل دو قطبی داده‌اند یعنی یکدیگر را می ربایند پس دارای بارهای ناهم‌نامند یعنی B بار منفی دارد و از آن‌جا که خطوط میدان B و A از یکدیگر دور می‌شوند پس B با A نیز دارای بار منفی است.

۱۶.گزینه ۲

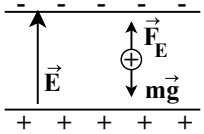


در الکتریسیته ساکن بار داده شده به یک رسانا در سطح خارجی آن توزیع می‌شود. بنابراین در داخل رسانا بار وجود ندارد. در نتیجه میدان داخل رسانا صفر است.



خطوط میدان الکتریکی یکدیگر را قطع نمی‌کنند. در الکتریسیته ساکن، میدان الکتریکی همواره بر سطح رسانا عمود است. اگر فرض کنیم میدان الکتریکی بر سطح رسانا عمود نباشد، مؤلفه موازی سطح رسانا باعث شارش بار در رسانا می‌شود که این خلاف فرض الکتریسیته ساکن است.

۱۷.گزینه ۲ چون نیروی وزن رو به پایین بر ذره وارد می‌شود، نیروی الکتریکی باید رو به بالا بر آن وارد شود تا اثر نیروی وزن را خنثی کند و ذره به حال تعادل بماند، بنابراین با توجه به این که میدان الکتریکی رو به بالا است، باید بار ذره مثبت باشد تا نیروی الکتریکی در جهت میدان الکتریکی و رو به بالا به آن وارد شود.



$$F_E = mg \Rightarrow E|q| = mg$$
$$\Rightarrow |q| = \frac{mg}{E} = \frac{۳ \times ۱۰^{-۳} \times ۱۰}{۶ \times ۱۰^{۴}} = ۰/۵ \times ۱۰^{-۶} C \Rightarrow |q| = ۰/۵\ \mu C \Rightarrow q = +۰/۵\ \mu C$$

۱۸.گزینه ۱ با بستن کلید K، بار رسانای A از طریق سیم به سطح خارجی رسانای B منتقل می‌شود. بنابراین بار الکتریکی رسانای A صفر می‌شود و بار الکتریکی رسانای B برابر با $۲\ \mu C$ با $۴ + (-۲) = ۲$ خواهد شد.

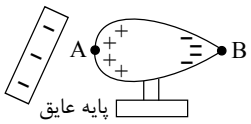
۱۹.گزینه ۲ ابتدا با استفاده از رابطه‌ی $q = ne$ بار الکتریکی کره‌ی رسانا را بدست می‌آوریم:

$$q = ne = ۱۵ \times ۱۰^{۱۳} \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۳} = ۲۴\mu c$$

با استفاده از رابطه‌ی چگالی سطحی بار الکتریکی می‌توان نوشت:

$$\sigma = \frac{q}{A} = \frac{q}{\pi d^{۲}} = \frac{۲۴}{۳ \times (۲ \times ۱۰^{-۲})^{۲}} = ۲۰۰۰۰ \frac{\mu C}{m^{۲}} = ۰/۰۲ \frac{C}{m^{۲}}$$

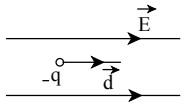
۲۰.گزینه ۳



با نزدیک کردن میله باردار منفی به جسم، توزیع بارهای الکتریکی جسم تغییر می کند به‌طوری که بارهای مثبت در نقطه‌ی A و بارهای منفی در نقطه‌ی B القا می‌شود. هنگامی که جسم به تعادل الکتروستاتیکی می‌رسد (بارها ساکن هستند.)، پتانسیل الکتریکی همه نقاط خارج و داخل رسانا با هم برابر می‌شود. پس $(V_A = V_B)$ از طرفی چون اندازه بار الکتریکی در اثر القا در نقاط A و B برابر است ولی شعاع انحنای قسمت B کم‌تر از شعاع انحنای قسمت A است پس طبق رابطه‌ی $\delta = \frac{q}{۴\pi r^{۲}}$ چگالی سطحی بار در قسمت B بیشتر از چگالی سطحی بار در قسمت A است $(\delta B > \delta A)$ و همچنین می‌دانیم پس از تعادل در داخل جسم رسانا باری وجود ندارد، پس میدان الکتریکی در داخل جسم رسانا صفر است.

۲۱.گزینه ۴ پس از توزیع بار الکتریکی روی یک رسانا، چگالی سطحی بار در نقاط نوک تیز بیش‌تر است و خطوط میدان الکتریکی برسطح رسانا عمود است و پتانسیل تمام نقاط آن یکسان است.

۲۲.گزینه ۲ با استفاده از رابطه‌ی $\Delta u = -Eqd\cos\alpha$ تغییر انرژی پتانسیل بار الکتریکی را به دست می‌آوریم. دقت کنید با توجه به اینکه بار الکتریکی در جهت میدان جابجا شده است پس زاویه بین بردار میدان الکتریکی $(\vec{E})$ و بردار جابجایی $(\vec{d})$ صفر است. یعنی $\alpha = ۰$



$$\Delta u = -Eqd\cos\alpha \xrightarrow[q=-۲\mu c]{\alpha=۰} \Delta u = -۱۰^{۳} \times (-۲ \times ۱۰^{-۶}) \times ۰/۵ \times ۱$$
$$\Rightarrow \Delta u = ۱۰^{-۳} j = ۱ mj$$

چون $\Delta u > ۰$ است، انرژی پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد.

۲۳.گزینه ۳ همان‌طور که می‌دانیم تمام نقاطی که روی یک سطح عمود بر خطوط میدان الکتریکی هستند، هم‌پتانسیل می‌باشند. بنابراین نقاط A و D نیز هم‌پتانسیل هستند، بنابراین طبق رابطه‌ی $\Delta U = q\Delta V$ ، انرژی پتانسیل ذره‌ی باردار در جابه‌جایی بین نقاط A و D تغییری نکرده است.

۲۴.گزینه ۲ تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی از رابطه $\Delta u = -Eqd\cos\alpha$ بدست می‌آید.

چون پروتون در جهت میدان حرکت می‌کند پس $\alpha = ۰$ و در نتیجه داریم:

$$d = x_{۲} - x_{۱} = ۲ - (-۵) = ۷$$
$$\Delta u = -Eqd\cos\alpha \Rightarrow \Delta u = -۳ \times ۱۰^{۳} \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} \times ۷ \times ۱۰^{-۲} \times \cos\alpha = -۳/۳۶ \times ۱۰^{-۱۷} J$$

۲۵.گزینه ۲ میدان یکنواخت است. پس در فواصل مساوی اختلاف پتانسیل یکسان خواهد بود. بنابراین اختلاف پتانسیل هر دو نقطه ی متوالی $\frac{۱۰}{۴} = ۲/۵V$ خواهد بود. همچنین می‌دانیم پتانسیل در نقطه a ، $+۱۰V$ و در نقطه e ،صفر است.

$$V_d - V_b = -۲ \times ۲/۵ = -۵V$$

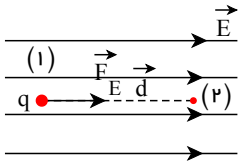
۲۶.گزینه ۴ نکته: تغییرات پتانسیل بین دو نقطه از میدان الکتریکی، به بار جابه‌جا شده (q) و مسیر طی شده ربطی ندارد و فقط تابع اندازه‌ی میدان و مقدار جابه‌جایی در راستای خطوط میدان است.

$$\Delta V = Ed\ \cos\alpha \Rightarrow \Delta V = ۵ \times ۱۰^{۳} \times (۲r) \times ۱ = ۱۰^{۳} (V)$$

نکته: اگر جابه‌جایی عمود بر راستای میدان باشد، تغییرات پتانسیل (ΔV) و تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی (ΔU) برابر صفر است.

۲۷.گزینه ۳ با حرکت بار الکتریکی مثبت در جهت خط‌های میدان الکتریکی، انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد. زیرا تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی یک بار در یک میدان الکتریکی، برابر منفی کار نیروی میدان برروی این بار می‌باشد.

$$\Delta U = -W_{\text{میدان}} = -FEd\cos ۰^\circ = -Eqd < ۰$$
$$\Rightarrow \Delta U < ۰ \Rightarrow U_۲ < U_۱$$



اما باید دقت کنید که تغییرات پتانسیل الکتریکی بستگی به نوع بار جابه‌جا شده در میدان الکتریکی نخواهد داشت. به‌طور کلی هرگاه در جهت خط‌های میدان الکتریکی حرکت کنیم، پتانسیل الکتریکی کاهش یافته و هرگاه در خلاف جهت خط‌های میدان الکتریکی حرکت کنیم، پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد.

۲۸.گزینه ۴ می‌دانیم همواره در جهت خط‌های میدان الکتریکی، پتانسیل الکتریکی نقاط کاهش می‌یابد، بنابراین $V_A < V_B$ است. هرجا تراکم خط‌های میدان الکتریکی بیش‌تر باشد، اندازه‌ی میدان نیز بیش‌تر است $(E_A > E_B)$. برای جابه‌جایی بار اگر ما کار مثبت انجام دهیم انرژی پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد. در این‌جا بار مثبت تمایل دارد در جهت میدان الکتریکی حرکت کند ولی ما با انجام کار مثبت برروی آن باعث جابه‌جایی بار از نقطه‌ی A به نقطه‌ی B می‌شویم، بنابراین انرژی پتانسیل الکتریکی بار افزایش می‌یابد. $(U_A < U_B)$

۲۹.گزینه ۱

$$\Delta U = q\Delta V = ۴۰ \times (-e) = -۴۰eV$$
$$W_{\text{میدان}} = -\Delta U = ۴۰eV$$

قضیه کار و انرژی جنبشی : $\sum W_T = \Delta K \Rightarrow W_{\text{میدان}} = \Delta K \Rightarrow ۴۰ = K_۲ - \cancel{K_۱}^{\,۰} \Rightarrow K_۲ = ۴۰eV$

۳۰.گزینه ۳

کلید باز: $C_{eq} = (C_۱ \text{ موازی } C_۲) \text{ سری } (C_۳ \text{ موازی } C_۵) = ۲C_۱ \text{ سری } ۲C_۱ = C_۱$

کلید بسته: $C'_{eq} = (C_۱ \text{ موازی } C_۲) \text{ سری } (C_۳ \text{ موازی } C_۴ \text{ موازی } C_۵) = ۲C_۱ \text{ سری } ۳C_۱ = \frac{۶}{۵}C_۱$

$$\Rightarrow \frac{C'_{eq}}{C_{eq}} = \frac{۶}{۵}$$

۳۱.گزینه ۲ اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحه‌ی خازن برابر است با:

$$V = \frac{q}{C} = \frac{۲۰}{۵} = ۴V$$

بنابراین بزرگی میدان الکتریکی یکنواخت بین صفحه‌های خازن برابر است با:

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

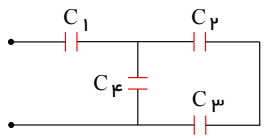
۳۲.گزینه ۲

$$C = \frac{k\varepsilon_۰ A}{d} \xrightarrow{d' = \frac{۱}{۲}d} C' = ۲C \quad , \quad U = \frac{۱}{۲}CV^۲ \xrightarrow[V'=۳V]{C'=۲C} U' = ۱۸U \quad , \quad E = \frac{V}{d} \xrightarrow[d' = \frac{۱}{۲}d]{V'=۳V} E' = ۶E$$

۳۳.گزینه ۴

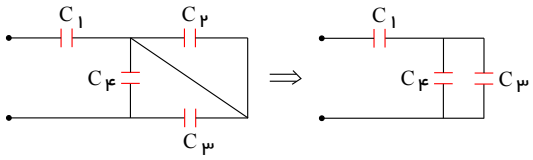
چون خازن‌ها مشابه‌اند پس ظرفیت هریک از آن‌ها را $C_۱$ می‌نامیم در اینصورت داریم:

حالت اول:



$$[(C_۳ \text{ سری } C_۲) \text{ موازی } C_۴] \text{ سری } C_۱ = C_{T_۱}$$
$$C_{۲,۳} = \frac{C_۱}{۲} \quad , \quad C_{۲,۳,۴} = C_۱ + \frac{C_۱}{۲} = \frac{۳}{۲}C_۱$$
$$C_{T_۱} = \frac{C_۱ \times \frac{۳}{۲}C_۱}{C_۱ + \frac{۳}{۲}C_۱} = \frac{\frac{۳}{۲}C_۱}{\frac{۵}{۲}} = \frac{۳}{۵}C_۱$$

حالت دوم : با اتصال کلید k خازن $C_۲$ اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می‌شود در نتیجه داریم:



C_1 سری (C_4 موازی C_3)

$$C_{3,4} = 2C_1$$

$$C_{T2} = \frac{C_1 \times 2C_1}{C_1 + 2C_1} = \frac{2}{3}C_1$$

$$\frac{C_{T2}}{C_{T1}} = \frac{\frac{2}{3}C_1}{\frac{3}{5}C_1} = \frac{10}{9}$$

۳۴.گزینه ۳ ظرفیت معادل خازن‌های متوالی C_2 و C_3 برابر است با:

$$C_{2,3} = \frac{4\times6}{4+6} = 2/4\mu F$$

با توجه به این‌که خازن‌های C_2 و C_3 متوالی هستند، داریم:

$$q_2 = q_3 = q_{2,3} \Rightarrow V_{2,3} = \frac{q_{2,3}}{C_{2,3}} = \frac{120}{2/4} = 50V$$

خازن C_1 با خازن معادل $C_{2,3}$ موازی است، بنابراین:

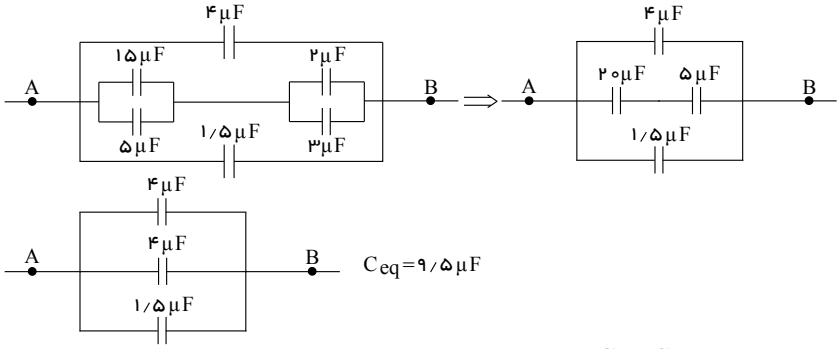
$$V_1 = V_{2,3} = 50V \Rightarrow q_1 = C_1 V_1 = 2 \times 50 = 100\ \mu C$$

۳۵.گزینه ۱ دو خازن C_1 و C_2 با هم متوالی‌اند و بار ذخیره شده در آنها با هم برابر است. در نتیجه داریم:

$$C_{1,2} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{12\times4}{12+4} = 3\mu F$$

$$\left.\begin{array}{l} q_{1,2} = C_{1,2}V = 3V = q_1 = q_2 \\ q_3 = C_3 V = 9V \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{q_2}{q_3} = \frac{3V}{9V} = \frac{1}{3}$$

۳۶.گزینه ۳



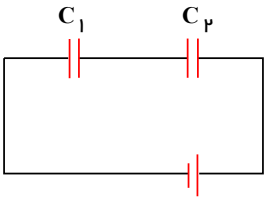
۳۷.گزینه ۴ با توجه به آنکه دو سر خازن معادل C_2 و C_3 به اختلاف پتانسیل ثابت V وصل است و خازن‌ها مشابه‌اند. پس اختلاف پتانسیل دو سر خازن‌های C_2 و C_3 برابر است با: $V_2 = V_3 = \frac{V}{2}$ ، در نتیجه تغییر در ظرفیت خازن C_1 تأثیری در اختلاف پتانسیل دو سر خازن‌های C_2 و C_3 و بار الکتریکی ذخیره شده در آن‌ها ندارد.

۳۸.گزینه ۱

$$V_{\text{جدید}} = \frac{C_1 V_1 + C_2 V_2}{C_1 + C_2} = \frac{25C_1 + 75C_2}{C_1 + C_2} = 50 \Rightarrow 2C_1 + 2C_2 = C_1 + 3C_2 \Rightarrow C_1 = C_2$$

۳۹.گزینه ۴

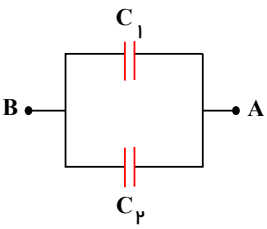
حالت اول:



$$C_T = \frac{۲۰ \times ۳۰}{۲۰ + ۳۰} = ۱۲\ \mu F$$
$$q_۱ = q_۲ = C_T V_T = ۱۲ \times ۱۵ = ۱۸۰\ \mu C$$

در این حالت دو خازن موازی هستند و اختلاف پتانسیل بین A , B همان اختلاف پتانسیل دو سر مجموعه است.

حالت دوم:



$$q_T = q_۱ + q_۲ = ۱۸۰ + ۱۸۰ = ۳۶۰ \mu C$$
$$V_T = \frac{q_T}{C_T} = \frac{۳۶۰}{۲۰ + ۳۰} = ۷٫۲\ V$$

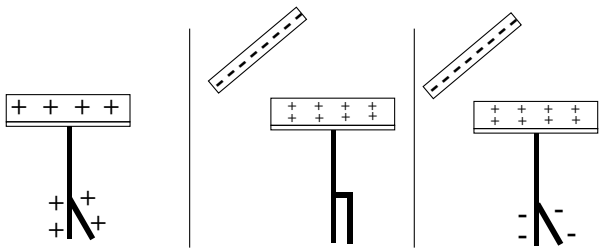
۴۰.گزینه ۲ پس از اتصال، دو خازن باهم موازی می‌شوند و اختلاف پتانسیل مشترک آن‌ها برابر $V_{\text{مشترک}} = ۱۵ - ۵ = ۱۰ V$ خواهد شد. بنابراین داریم:

$$V_{\text{مشترک}} = \frac{q_۱ + q_۲}{C_۱ + C_۲} \Rightarrow V_{\text{مشترک}} = \frac{C_۱ V_۱ + ۰}{C_۱ + C_۲} \Rightarrow ۱۰ = \frac{۳ \times ۱۵ + ۰}{۳ + C_۲} \Rightarrow C_۲ = ۱٫۵ \mu F$$

اکنون با استفاده از رابطه‌ی $U = \frac{۱}{۲} C V^۲$ انرژی الکتریکی ذخیره شده در خازن به دست می‌آید:

$$U_۲ = \frac{۱}{۲} C_۲ U^۲_{\text{مشترک}} \Rightarrow V_۲ = \frac{۱}{۲} \times ۱٫۵ \times (۱۰)^۲ = ۷۵ \mu J$$

۴۱.گزینه ۳



۴۲.گزینه ۳ اگر تعداد n الکترون از جسم بگیریم، بار الکتریکی آن (q) از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید.

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

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

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

زمان تقریبی لازم برحسب سال:

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

۴۳.گزینه ۳ از آن جایی که نوع بار میله مخالف نوع بار الکتروسکوپ است، ابتدا بارهای روی ورقه‌ها به کلاهک می‌آیند و ورقه‌ها بسته می‌شوند، ولی چون بارمیله زیاد است سپس میله، بار القا کرده و ورقه‌ها باز می شوند. در این صورت بارورقه‌ها با بار میله همنام است.

۴۴.گزینه ۳ همواره با نزدیک کردن جسم بارداری به کلاهک یک الکتروسکوپ باردار، اگر بار جسم و کلاهک یکسان باشد، ورقه ها بیش‌تر باز می‌شوند، بنابراین بار جسم A همانند بارالکتروسکوپ <u>منفی</u> است.

اگر جسم باری مخالف بار الکتروسکوپ داشته باشد، ورقه‌ها به هم نزدیک‌تر می‌شوند. اما اگر جسم بدون باری را که رسانا است به کلاهک الکتروسکوپ باردار نزدیک کنیم، به علت القای بار در رسانا نیز ورقه‌ها به هم نزدیک‌تر می‌شوند، بنابراین بار جسم B <u>مثبت و یا خنثی</u> است.

۴۵.گزینه ۱

$$\begin{cases} \bar{E}_1 + \bar{E}_2 = \bar{E} \\ \vec{E}_1 + 2\bar{E}_2 = \frac{3}{2}\bar{E} \end{cases} \Rightarrow \bar{E}_1 = \bar{E}_2$$

میدان‌های E_1 , E_2 هم‌اندازه و هم‌جهت هستند.

$$E = \frac{kq}{r^2} \Rightarrow \left|\frac{E_2}{E_1}\right| = \left|\frac{q_2}{q_1}\right| \cdot \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

$$\Rightarrow 1 = \left|\frac{q_2}{q_1}\right| \times \left(\frac{20}{10}\right)^2 \Rightarrow \left|\frac{q_2}{q_1}\right| = \frac{1}{4}$$

چون در نقطه‌ای بین A ، B میدان‌های E_1 , E_2 هم‌سو هستند، q_1 , q_2 ناهمنامند.

$$\Rightarrow \frac{q_2}{q_1} = -\frac{1}{4}$$

۴۶.گزینه ۱ برآیند نیروهای وارد بر q_3 صفر است، یعنی $\vec{F}_{13} = -\vec{F}_{23}$ وقتی q_1 دو برابر شود. $\vec{F}_{13}$ هم دو برابر می‌شود، یعنی برایند نیروهای وارد بر q_3 به ترتیب مقابل می‌شود.

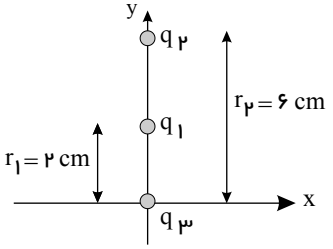
$$\Sigma F = -2\vec{F}_{23} + \vec{F}_{23} = -\vec{F}_{23}$$

$$F_{23} = \frac{k|q_2 q_3|}{r^2} = \frac{9\times10^9 \times 100 \times 10^{-18}}{10^{-2}} = 9\times10^{-5} N$$

$\vec{F}_{23}$ جاذبه است، یعنی جهت $-\vec{F}_{23}$ به طرف راست(دافعه) می‌باشد.

۴۷.گزینه ۱ ابتدا مختصات بارها را برروی محور مختصات رسم می کنیم.

باتوجه به این که بار q_3 در خارج از خط واصل بارهای q_1 و q_2 قرار دارد، در نتیجه این ۲ بار غیر هم‌نامند، پس بار q_1 حتماً مثبت است. حال داریم:



$$F_1 = F_2 \Rightarrow k\frac{|q_1||q_2|}{r_1^2} = k\frac{|q_2||q_3|}{r_2^2}$$

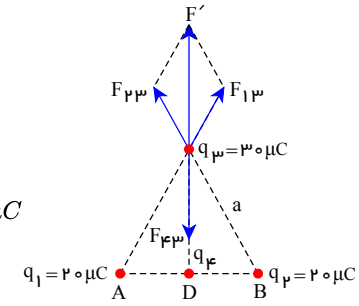
$$\Rightarrow \frac{|q_1|}{r_1^2} = \frac{|q_2|}{r_2^2} \Rightarrow \frac{|q_1|}{4} = \frac{9}{36} \Rightarrow |q_1| = 1\mu C \xrightarrow{q_1>0} q_1 = 1\mu C$$

۴۸.گزینه ۴ باید برآیند میدان الکتریکی حاصل از q_4 , q_2 , q_1 در نقطه‌ی C صفر شود. باتوجه به شکل مقابل می بایست بار q_4 منفی باشد.

$$E_۱ = E_۲ = \frac{k|q_۱|}{a^۲} \Rightarrow E_{۱,۲} = ۲E_۱ \cos\frac{۶۰^\circ}{۲} = E_۱\sqrt{۳} = \frac{kq_۱}{a^۲}\sqrt{۳}$$

$$E_۴ = \frac{k|q_۴|}{(a\frac{\sqrt{۳}}{۲})^۲} = \frac{۴kq_۴}{۳a^۲}$$

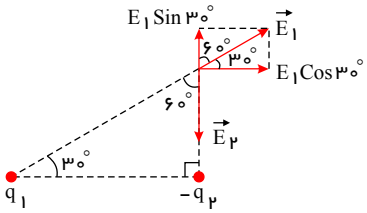
$$\frac{۴k|q_۴|}{۳a^۲} = \frac{k|q_۱|\sqrt{۳}}{a^۲} \Rightarrow |q_۴| = \frac{۳q_۱\sqrt{۳}}{۴} = ۱۵\sqrt{۳}\mu C \Rightarrow q_۴ = -۱۵\sqrt{۳}\mu C$$



۴۹.گزینه ۱ بنا به رابطه‌ی $E = \frac{kq}{r^۲}$، میدان ناشی از بار q در نقطه p با اندازه بار q رابطه مستقیم و با مجذور فاصله بار q تا نقطه p ($r^۲$) رابطه عکس دارد، بنابراین چون $|q_۱| = |q_۲|$ و فاصله‌ی بار $q_۲$ از نقطه‌ی P نصف فاصله‌ی بار $q_۱$ از نقطه‌ی P است،(ضلع مقابل به زاویه‌ی ۳۰° نصف وتر است)، بنابراین بزرگی میدان‌الکتریکی بار $q_۲$ در نقطه‌ی P چهار برابر بزرگی میدان الکتریکی بار $q_۱$ در همان نقطه است.

$$\frac{E_۲}{E_۱} = \left|\frac{|q_۲|}{q_۱}\right| \times (\frac{r_۱}{r_۲})^۲ \xrightarrow[r_۲ = \frac{۱}{۲}r_۱]{E_۱ = E} \frac{E_۲}{E} = ۱ \times (\frac{r_۱}{\frac{۱}{۲}r_۱})^۲ \Rightarrow E_۲ = ۴E$$

اکنون مطابق شکل زیر میدان‌های الکتریکی $\vec{E}_۱$ و $\vec{E}_۲$ را رسم و $\vec{E}_۱$ را تجزیه می‌کنیم و سپس هر یک از میدان‌های الکتریکی را بر حسب بردارهای یکه می‌نویسیم و در آخر برایندشان را به‌دست می‌آوریم.



$$\overrightarrow{E_۱} = (E_۱\cos ۳۰^\circ)\vec{i} + (E_۱\sin ۳۰^\circ)\vec{j} \xrightarrow{E_۱ = E} \vec{E} = \frac{\sqrt{۳}}{۲}E\vec{i} + \frac{۱}{۲}E\vec{j}$$

$$\vec{E}_۲ = -۴E\vec{j}$$

$$\vec{E} = \vec{E}_۱ + \vec{E}_۲$$

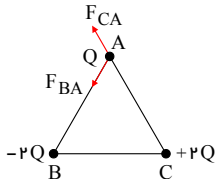
$$\Rightarrow \vec{E} = (\frac{\sqrt{۳}}{۲}E\vec{i} + \frac{۱}{۲}E\vec{j}) + (-۴E\vec{j})$$

$$\Rightarrow \vec{E} = \frac{\sqrt{۳}}{۲}E\vec{i} - \frac{۷}{۲}E\vec{j} \Rightarrow \vec{E} = \frac{E}{۲}(\sqrt{۳}\vec{i} - ۷\vec{j})$$

۵۰.گزینه ۲ اندازه‌ی دو نیروی $\vec{F}BA$ و $\vec{F}CA$ با هم برابر و زاویه‌ی بین آن‌ها ۱۲۰ درجه می‌باشد. بنابراین:

$$F_{BA} = F_{CA} = \frac{k|۲Q||Q|}{d^۲} \Rightarrow F_{CA} = F_{BA} = \frac{۲kQ^۲}{d^۲}$$

$$F_T = ۲F_{BA}\cos\frac{۱۲۰^\circ}{۲} = F_{BA} \Rightarrow F_T = \frac{۲kQ^۲}{d^۲}$$



۵۱.گزینه ۴ با توجه به این که کره‌ها مشابه‌اند، پس از تماس، بار به نسبت مساوی بین آن‌ها توزیع می‌شود. بار هر کره را پس از تماس با یکدیگر به دست می‌آوریم:

$$q'_۱ = q'_۲ = \frac{q_۱ + q_۲}{۲} = \frac{۱۰^{-۴} + (-۱۰^{-۵})}{۲} = ۴/۵ \times ۱۰^{-۵}C$$

اکنون با استفاده از رابطه‌ی قانون کولن می‌توان نوشت:

$$F = k\frac{q'_۱ q'_۲}{r^۲} \Rightarrow ۲/۰۲۵ = ۹ \times ۱۰^۹ \times \frac{۴/۵ \times ۱۰^{-۵} \times ۴/۵ \times ۱۰^{-۵}}{r^۲} \Rightarrow r = ۳m$$

۵۲.گزینه ۱ ابتدا اندازه‌ی بار هر کره پس از تماس را به‌دست آورده و سپس با استفاده از قانون کولن، حاصل $\frac{F}{F'}$ را محاسبه می‌کنیم.

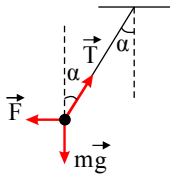
$$q'_۱ = q'_۲ = \frac{q_۱ + q_۲}{۲} = \frac{-۴ + ۲۰}{۲} = ۸\mu C$$

و با استفاده از قانون کولن، می‌توان نوشت:

$$F = k\frac{q_۱ q_۲}{r^۲} \Rightarrow \frac{F}{F'} = \frac{q_۱ q_۲}{q'_۱ q'_۲} \times (\frac{r'}{r})^۲ \Rightarrow \frac{F}{F'} = \frac{۲۰ \times ۴}{۸ \times ۸} \times (\frac{۲}{۱})^۲ \Rightarrow \frac{F}{F'} = ۵$$

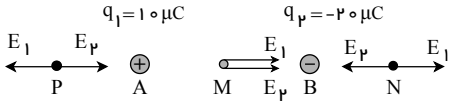
۵۳.گزینه ۳ در مسائلی که آونگی مطابق شکل به اندازه‌ی α منحرف شده است با استفاده از رسم و تجزیه نیروها داریم:

$$\left.\begin{array}{l} T\sin\alpha = F \\ T\cos\alpha = mg \end{array}\right\} \Rightarrow \tan\alpha = \frac{F}{mg} = \frac{E|q|}{mg}$$



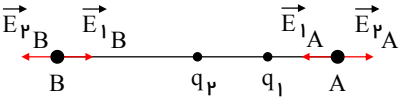
$$\Rightarrow \frac{\tan\alpha_۲}{\tan\alpha_۱} = \frac{|q_۲|}{|q_۱|} \xrightarrow[\alpha_۱ = ۳۷^\circ]{\alpha_۲ = ۵۳^\circ} \frac{\frac{۴}{۳}}{\frac{۳}{۴}} = \left|\frac{q_۲}{q_۱}\right| \Rightarrow \left|\frac{q_۲}{q_۱}\right| = \frac{۱۶}{۹}$$

۵۴.گزینه ۳



$$\left.\begin{array}{l} EM = \frac{k}{d^۲}(۱۰ \times ۱۰^{-۶} + ۲۰ \times ۱۰^{-۶}) = \frac{k}{d^۲} \times ۳۰ \times ۱۰^{-۶} \\ EN = \frac{k}{d^۲}\left(۲۰ \times ۱۰^{-۶} - \frac{۱۰ \times ۱۰^{-۶}}{۳^۲}\right) = \frac{k}{d^۲} \times \frac{۱۷۰}{۹} \times ۱۰^{-۶} \\ EP = \frac{k}{d^۲}\left(۱۰ \times ۱۰^{-۶} - \frac{۲۰ \times ۱۰^{-۶}}{۳^۲}\right) = \frac{k}{d^۲} \times \frac{۷۰}{۹} \times ۱۰^{-۶} \end{array}\right\} \Rightarrow EP < EN < EM$$

۵۵.گزینه ۴ ابتدا میدان های ناشی از دو بار را در نقاط A , B به‌دست می‌آوریم:



$$E_{۱A} = \frac{kq}{r^۲}$$

$$E_{۱B} = \frac{kq}{۹r^۲}$$

$$E_{۲A} = \frac{k۲q}{۴r^۲} = \frac{kq}{۲r^۲}$$

$$E_{۲B} = \frac{k۲q}{۴r^۲} = \frac{kq}{۲r^۲}$$

اکنون باتوجه به جهت میدان‌ها در هر نقطه میدان برایند را محاسبه می‌کنیم:

$$E_A = |E_{۱A} - E_{۲A}| = |\frac{kq}{r^۲} - \frac{kq}{۲r^۲}| = \frac{kq}{۲r^۲}$$

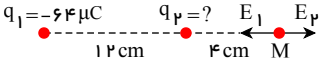
$$E_B = |E_{۱B} - E_{۲B}| = |\frac{kq}{۹r^۲} - \frac{kq}{۲r^۲}| = \frac{۷kq}{۱۸r^۲}$$

بنابراین می‌توان گفت:

$$\frac{E_B}{E_A} = \frac{\frac{۷kq}{۱۸r^۲}}{\frac{kq}{۲r^۲}} = \frac{۱۴}{۱۸} = \frac{۷}{۹}$$

۵۶.گزینه ۴ چون در نقطه‌ی M میدان الکتریکی برایند صفر است، باید در این نقطه $E_۱ = E_۲$ باشد. بنابراین می‌توان نوشت:

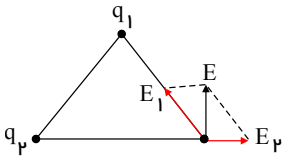
$$E_۱ = E_۲ \Rightarrow k\frac{|q_۱|}{r_۱^۲} = k\frac{|q_۲|}{r_۲^۲} \xrightarrow[|q_۱| = ۶۴\,\mu C]{r_۱ = ۱۶\,cm\,,\, r_۲ = ۴cm} \frac{۶۴}{۱۶^۲} = \frac{|q_۲|}{۴^۲} \Rightarrow |q_۲| = ۴\,\mu C$$



چون میدان الکتریکی برایند خارج از فاصله‌ی بین دو بار صفر شده است، بنابراین بارها ناهم‌نام هستند و در نتیجه $q_۲ = +۴\ \mu C$ است.

۵۷.گزینه ۳

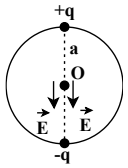
میدان های $E_۱$ و$E_۲$ در راستای اضلاع مثلث است، لذا میدان E را در آن راستا تجزیه می‌کنیم. با توجه به این که فواصل برابر است، بردار بزرگتر نشانه‌ی حضور بار بیشتر است.



به عبارت دیگر چون بردار میدان برایند به طرف بار $q_۱$ متمایل شده پس اندازه‌ی بار $q_۱$ بزرگتر از اندازه‌ی بار $q_۲$ است.

۵۸.گزینه ۴ برایند میدان‌های الکتریکی هر یک از دو بار مشابه که مقابل یکدیگر قرار دارند، در مرکز دایره برابر با صفر است و برایند میدان الکتریکی حاصل از بارهای $+q$, $-q$ که در بالا و پایین دایره قرار دارند، برابر است با:

$$\left|\vec{E}_T\right| = ۲\left|\vec{E}\right| = ۲k\frac{q}{a^۲}$$



با توجه به علامت بارهای بالا و پایین میدان برآیند در مرکز دایره روبه پایین است.

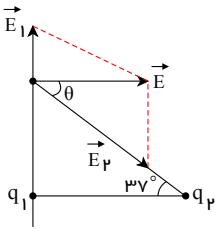
۵۹.گزینه ۳ باتوجه به جهت میدان برآیند در رأس مثلث می‌توان نتیجه گرفت جهت میدان‌های $\overrightarrow{E_۱}$ و $\overrightarrow{E_۲}$ در آن نقطه مطابق شکل است.

بنابراین: $q_۱ > ۰$ و $q_۲ < ۰$

در مورد اندازه‌ی میدان‌های $\overrightarrow{E_۱}$ و $\overrightarrow{E_۲}$ و در نتیجه اندازه بارهای $q_۱$ و $q_۲$ نیز داریم:

$$\sin\theta = \frac{\overrightarrow{E_۱}}{\overrightarrow{E_۲}} = \frac{\frac{k|q_۱|}{r_۱^۲}}{\frac{k|q_۲|}{r_۲^۲}} \Rightarrow ۰/۶ = \frac{|q_۱|}{|q_۲|} \times \left(\frac{r_۲}{r_۱}\right)^۲$$

$$\xrightarrow{\sin ۳۷^\circ = \frac{r_۱}{r_۲}} \frac{۳}{۵} = \frac{|q_۱|}{|q_۲|} \times \left(\frac{۱}{۰/۶}\right)^۲ \Rightarrow \frac{۳}{۵} = \frac{|q_۱|}{|q_۲|} \times \left(\frac{۲۵}{۹}\right) \Rightarrow \frac{|q_۱|}{|q_۲|} = \frac{۲۷}{۱۲۵} \Rightarrow \frac{q_۱}{q_۲} = \frac{-۲۷}{۱۲۵}$$



۶۰.گزینه ۴ باتوجه به تراکم خطوط میدان هرچه خطوط در یک نقطه متراکم‌تر باشند، میدان الکتریکی در آن نقطه قوی‌تر و در نتیجه اندازه نیروی الکتریکی وارد بر بار نیز بیش‌تر است.

از طرفی می‌دانیم پتانسیل الکتریکی نقاط نیز برای هر باری درجهت خطوط میدان که پیش برویم، کاهش می‌یابد.

۶۱.گزینه ۱ نکته: خطوط میدان الکتریکی یکنواخت موازی، مستقیم و با فاصله‌ی یکسان از یکدیگر هستند.

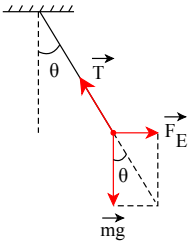
نکته: در یک میدان الکتریکی یکنواخت یا غیریکنواخت اگر در جهت خطوط میدان پیش‌روی کنیم، پتانسیل الکتریکی نقاط کاهش می یابد.

با توجه به نکات بالا گزینه ۱ درست است.

۶۲.گزینه ۴ با توجه به شکل چون جهت انحراف گلوله باردار خلاف جهت میدان است، می‌توان نتیجه گرفت نیروی الکتریکی وارد بر بار q ($\vec{F_E}$) خلاف جهت میدان الکتریکی است، پس علامت بار q منفی است و بنابر هندسه به وجود آمده در وضع تعادل داریم:

$$\tan\theta = \frac{FE}{mg} \Rightarrow \tan ۳۷^\circ = \frac{E|q|}{mg} \Rightarrow \frac{۳}{۴} = \frac{۲\times ۱۰^{۴}\times|q|}{۱۲\times ۱۰^{-۳}\times ۱۰}$$

$$\Rightarrow |q| = ۴/۵\times ۱۰^{-۶} \Rightarrow |q| = ۴/۵\mu C$$



بنابراین با توجه به توضیحات بالا بار الکتریکی گلوله $q = -۴/۵\mu C$ است.

۶۳.گزینه ۴

با استفاده از قانون دوم نیوتون، داریم:

$$F = ma \Rightarrow Eq = ma \Rightarrow a = \frac{Eq}{m} = \frac{۴\times ۱۰^{۴}\times ۲\times ۱۰^{-۶}}{۲\times ۱۰^{-۳}} \Rightarrow a = ۴۰\frac{m}{s^۲}$$

۶۴.گزینه ۳ با قرار دادن بار مثبت در مرکز کره‌ی سمت راست، بارهای منفی به سمت آن حرکت می‌کنند و بر روی سطح (۱) تجمع می‌کنند، سطح (۲) نیز که الکترون از دست داده دارای بار مثبت می‌شود.
وقتی روی سطح (۳) بار مثبت قرار می‌گیرد، بار روی سطح خارجی (یعنی سطح (۴)) می‌رود و سطح (۳) بدون بار می‌ماند.

۶۵.گزینه ۲ چون قطره بزرگ‌تر از به هم پیوستن ۸ قطره کوچک‌تر تشکیل شده است، پس حجم قطره بزرگ‌تر ۸ برابر حجم قطره کوچک‌تر است. و بار قطره بزرگتر نیز ۸ برابر بار قطره کوچک‌تر است. بنابراین داریم:

$$\frac{V_۲}{V_۱}=\frac{\frac{۴}{۳}\pi r_۲^۳}{\frac{۴}{۳}\pi r_۱^۳}\Rightarrow ۸=\left(\frac{r_۲}{r_۱}\right)^۳\Rightarrow ۲=\frac{r_۲}{r_۱}\Rightarrow r_۲=۲r_۱$$

طبق تعریف چگالی سطح بار الکتریکی $\delta=\frac{q}{A}$ می‌توان نوشت:

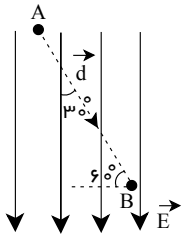
$$\frac{\delta_۲}{\delta_۱}=\frac{q_۲}{q_۱}\times\frac{A_۱}{A_۲}\Rightarrow\frac{\delta_۲}{\delta_۱}=\frac{q_۲}{q_۱}\times\frac{۴\pi r_۱^۲}{۴\pi r_۲^۲}\Rightarrow\frac{\delta_۲}{\delta_۱}=\frac{۸q}{q}\times\left(\frac{r_۱}{۲r_۱}\right)^۲=۲$$

۶۶.گزینه ۳ با توجه به این که بار منفی در جهت خط‌های میدان الکتریکی حرکت کرده است می‌توان نتیجه گرفت که انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش یافته است. برای محاسبه‌ی اندازه‌ی آن داریم:

$$\Delta u=-E\,q\,d\cos\alpha$$

$$\Delta u=-۱۰^۳\times(-۲\times۱۰^{-۶})\times ۰/۰۲\times\cos ۳۰$$

$$\Delta u=۲۰\sqrt{۳}\times۱۰^{-۶}J=۲۰\sqrt{۳}\mu J$$



۶۷.گزینه ۲ *بر یک ذره‌ی باردار منفی نیروی‌الکتریکی در خلاف جهت میدان‌الکتریکی وارد میشود و آن را در خلاف جهت میدان الکتریکی به حرکت در می‌آورد(گزینه‌های ۱ و ۴ نادرست هستند)
*وقتی یک ذره تنها تحت تاثیر نیروی‌الکتریکی حرکت می‌کند(هم‌سو با نیروی میدان‌الکتریکی)کار میدان مثبت است و انرژی پتانسیل الکتریکی کم می‌شود($\Delta U<۰$ و $W_{\text{میدان}}>۰$)با توجه به رابطه‌ی $\Delta U=q\Delta V$ و این که q منفی است. پس می‌توان گفت ΔV مثبت است یعنی پتانسیل الکتریکی زیاد میشود.
*وقتی درخلاف جهت میدان‌الکتریکی حرکت کنیم پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد.

۶۸.گزینه ۳ تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q در این جابه‌جایی برابر است با:

$$\Delta U=-Eqd\cos ۰=-۱/۲\times۱۰^۵\times۱۰^{-۷}\times۶\times۱۰^{-۲}\times۱=-۷/۲\times۱۰^{-۴}J$$

بنابه قانون پایستگی انرژی داریم:

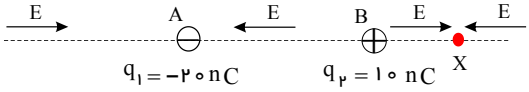
$$\Delta U=-\Delta K\Rightarrow\Delta U=-\frac{۱}{۲}m(V^۲-V_۰^۲)\Rightarrow-۷/۲\times۱۰^{-۴}=-\frac{۱}{۲}\times۱۰^{-۸}\times۱۰^{-۳}\times(V^۲-۰)$$

$$۱۴۴=۱۰^{-۶}V^۲\Rightarrow V^۲=۱۴۴\times۱۰^۶\Rightarrow V=۱۲\times۱۰^۳\frac{m}{s}$$

حال با استفاده از رابطه‌ی مستقل از شتاب در حرکت با شتاب ثابت در مسیری مستقیم داریم:

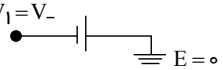
$$\Delta x=\frac{V+V_۰}{۲}\Delta t\Rightarrow۶\times۱۰^{-۲}=\frac{۱۲\times۱۰^۳+۰}{۲}\times\Delta t\Rightarrow\Delta t=۱۰^{-۵}s=۱۰\mu s$$

۶۹.گزینه ۳

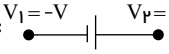


جهت میدان الکتریکی حاصل از $q_۱$ و $q_۲$ به ترتیب شکل روبه‌رو است. (در نقطه‌ی x میدان صفر می‌شود) هرگاه در جهت خطوط میدان حرکت کنیم پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد.

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

باتری اول : 

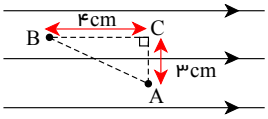
$$V_+-V_-=۱۲\rightarrow ۰-V_۱=۱۲\Rightarrow V_۱=-۱۲$$

باتری دوم : 

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

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

۷۱.گزینه ۲ اختلاف پتانسیل بین دو نقطه از یک میدان الکتریکی یکنواخت، مستقل از بار الکتریکی جابجا شده است و از رابطه $\Delta V=-Ed\cos\alpha$ بدست می‌آید.



در فاصله عمودی : $\Delta V_{Ac}=-Ed\ \cos ۹۰=۰$

در فاصله افقی : $\Delta V_{CB}=-Ed\ \cancel{\cos ۱۸۰^{-۱}}=۵\times ۰/۰۴=۰/۲V$

$$\Delta V_{AB}=\Delta V_{AC}+\Delta V_{CB}=۰/۲\Rightarrow\Delta V_{AB}=۰/۲$$
$$\Rightarrow V_B-V_A=۰/۲$$

۷۲.گزینه ۲

در یک میدان الکتریکی یکنواخت طبق قانون پایستگی انرژی $\Delta U+\Delta k=۰\Rightarrow\Delta U=-\Delta k$ یعنی کاهش انرژی پتانسیل برابر افزایش انرژی جنبشی بار است و برعکس.

$$|\Delta K|=|\Delta U|=|q\Delta V|=۱\times ۵۰=۵۰eV$$

۷۳.گزینه ۳

$$|\Delta k|=|\Delta U|=|q\Delta V|$$
$$\Delta K=\frac{۱}{۲}m\left(V_B^{۲}-V_A^{۲}\right)=q\Delta V$$
$$\frac{۱}{۲}\times ۱۰^{-۳}(۱)=۰/۵\times ۱۰^{-۶}\times\Delta V\Rightarrow\Delta V=۱۰۰۰V\Rightarrow V_B-V_A=۱۰۰۰V\Rightarrow V_A-V_B=-۱۰۰۰$$

۷۴.گزینه ۱ چون صفحه‌ی B به قطب مثبت باتری و صفحه‌ی A به قطب منفی باتری وصل شده، بنابراین $V_B>V_A$ است و چون $\varepsilon=۱۰۰V$ است، بنابراین $V_B-V_A=۱۰۰V$ خواهد بود. تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی ذره در جابه‌جایی از صفحه‌ی A تا صفحه‌ی B برابر است با:

$$\Delta U=q\Delta V=q(V_B-V_A)=۳/۲\times ۱۰^{-۱۹}\times ۱۰۰=۳/۲\times ۱۰^{-۱۷}J$$

طبق اصل بایستگی انرژی، با افزایش انرژی الکتریکی ذره، انرژی جنبشی آن به همان مقدار کاهش می‌یابد. می‌توان نوشت:

$$\Delta K=-\Delta U\Rightarrow K_B=K_A-\Delta U$$
$$\Rightarrow K_B=۴\times ۱۰^{-۱۷}-۳/۲\times ۱۰^{-۱۷}=۸\times ۱۰^{-۱۸}J$$

۷۵.گزینه ۱

$$\Delta V=\frac{\Delta U}{q}\Rightarrow V_B-V_A=\frac{U_B-U_A}{q}$$
$$\Rightarrow V_B-V_A=\frac{۸\times ۱۰^{-۶}-(-۴\times ۱۰^{-۶})}{-۴۰\times ۱۰^{-۹}}=\frac{۱۲\times ۱۰^{-۶}}{-۴\times ۱۰^{-۸}}=-۳۰۰$$
$$\Rightarrow V_A-V_B=۳۰۰V$$

۷۶.گزینه ۴ در خازن‌های متوالی بارها یکسان هستند.

$$q_۲=q_۳\Rightarrow C_۲V_۲=C_۳V_۳\Rightarrow ۳V_۲=۲V_۳\Rightarrow V_۳=\frac{۳}{۲}V_۲$$
$$V_{۴,۲,۳}=V_۲+V_۳=\frac{۵}{۲}V_۲\xrightarrow{۵V_۲=V_۱}\frac{۱}{۲}V_۱$$
$$C_۱V_۱=C_{۴,۲,۳}V_{۴,۲,۳}\Rightarrow ۱۰V_۱=C_{۴,۲,۳}\times\frac{۱}{۲}V_۱\Rightarrow C_{۲,۳,۴}=۲۰\mu F\ ,\ C_{۲,۳}=\frac{C_۲C_۳}{C_۲+C_۳}=\frac{۳۰\times ۲۰}{۳۰+۲۰}=۱۲\mu F$$

$C_۴=۲۰\mu F\Rightarrow$ موازی ۱۲ $\quad C_۴=۲۰\Rightarrow C_۴=۸\mu F$ موازی (۳۰ سری ۲۰)

۷۷.گزینه ۱

$$E=\frac{V}{d}\ ,\ V=\frac{q}{C}\ ,\ C=\frac{k\varepsilon_۰A}{d}\ ,\ k=۱\quad\text{(خلأ یا هوا)}$$
$$\Rightarrow E=\frac{q}{\varepsilon_۰A}\xrightarrow{\varepsilon_۰=\frac{۱}{۴\pi k}}E=\frac{۴k\pi q}{A}=\frac{۴\times ۹\times ۱۰^{۹}\times ۳\times ۲۰\times ۱۰^{-۹}}{(۰/۶)^{۲}}=\frac{۴\times ۹\times ۳\times ۲۰}{۳۶\times ۱۰^{-۲}}=۶\times ۱۰^{۳}\frac{N}{C}$$

۷۸.گزینه ۳ قدرت دی‌الکتریک مقدار بیشینه‌ی میدان الکتریکی است که یک دی‌الکتریک می‌تواند بدون فرو ریزش تحمل کند.

۷۹.گزینه ۱ ابتدا قدرت دی‌الکتریک را به دست می‌آوریم:

$$E_{\text{فروریزش}}=\frac{V_{\text{فروریزش}}}{d}\Rightarrow E_{\text{فروریزش}}=\frac{۶۰۰۰}{۱٫۲}=۵۰۰۰\,\frac{V}{mm}=۵\,\frac{kV}{mm}$$

بیشینه‌ی بار الکتریکی ذخیره شده برابر است با:

$$q=CV\xrightarrow{V=Ed}q=cEd$$
$$q_{\text{بیشینه}}=۵۰\times۱۰^{-۶}\times۵۰۰۰\times۳٫۶=۰٫۹\,c$$

۸۰.گزینه ۲ طبق رابطه‌ی $C=k\varepsilon_۰\frac{A}{d}$، با نصف شدن سطح مشترک صفحه‌های خازن، ظرفیت خازن نصف خواهد شد و باتوجه به ثابت بودن اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر آن، برای انرژی الکتریکی ذخیره شده در خازن می‌توان نوشت:

$$U=\frac{۱}{۲}CV^{۲}\xrightarrow{V=\text{ثابت}}U_۲-U_۱=\frac{۱}{۲}(C_۲-C_۱)V^{۲}\xrightarrow[C_۲=\frac{۱}{۲}C_۱=۲\mu F]{C_۱=۴\mu F}\Delta U=\frac{۱}{۲}\times(۲-۴)\times۱۰^{-۶}\times۱۰۰^{۲}$$
$$\Rightarrow\Delta U=-۰٫۰۱J=-۱۰mJ$$

علامت منفی نشان می‌دهد که انرژی خازن کاهش یافته است.

۸۱.گزینه ۴ وقتی خازن پرشده‌ای از مولد جدا شود، هنگام تغییر ظرفیتش، بار آن هیچ تغییری نمی‌کند، زیرا الکترون‌های جمع شده در صفحات خازن راه به جایی ندارند. با استفاده از رابطه‌ی ظرفیت یک خازن تخت، می‌توان نوشت:

$$C=\kappa\frac{\varepsilon_۰A}{d}\Rightarrow\frac{C'}{C}=\frac{d}{d'}=\frac{d}{۲d}\Rightarrow\frac{C'}{C}=\frac{۱}{۲}$$

برای اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحه‌ی خازن داریم:

$$V=\frac{q}{C}\xrightarrow{q=\text{ثابت}}\frac{V'}{V}=\frac{C}{C'}=۲$$

و برای انرژی الکتریکی ذخیره شده در خازن داریم:

$$U=\frac{۱}{۲}\frac{q^{۲}}{C}\xrightarrow{q=\text{ثابت}}\frac{U'}{U}=\frac{C}{C'}=۲$$

۸۲.گزینه ۴ نکته: اگر خازنی از باتری جدا شود بار ذخیره شده در آن ثابت می‌ماند.

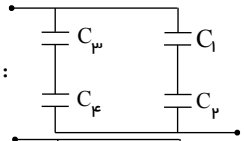
$$C=\frac{\kappa\varepsilon_۰A}{d}\Rightarrow\frac{C_۲}{C_۱}=\frac{\kappa_۲}{\kappa_۱}\times\frac{A_۲}{A_۱}\times\frac{d_۱}{d_۲}\Rightarrow\frac{C_۲}{C_۱}=\frac{۲}{۱}\times\frac{d_۱}{۲d_۱}=۱\Rightarrow C_۲=C_۱$$

در نتیجه:

$$V=\frac{q\to\text{ثابت}}{C}\xrightarrow{C_۲=C_۱}V_۲=V_۱$$
$$U=\frac{۱}{۲}\frac{q^{۲}\to\text{ثابت}}{C}\xrightarrow{C_۲=C_۱}U_۲=U_۱$$
$$E=\frac{V}{d}\xrightarrow[d_۲=۲d_۱]{V_۲=V_۱}E_۲=\frac{۱}{۲}E_۱$$

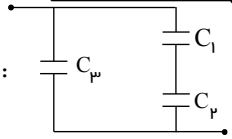
۸۳.گزینه ۱

حالت اول :



$$C_{eq}=C_{۱,۲}+C_{۳,۴}=\frac{C_۱}{۲}+\frac{C_۱}{۲}=C_۱$$

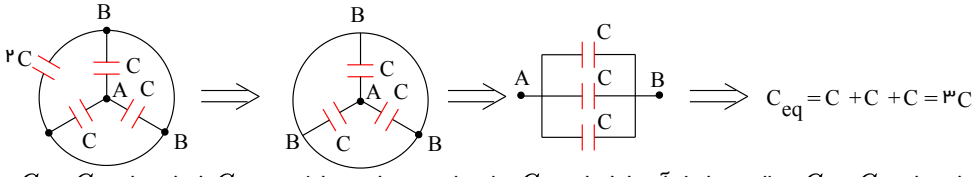
حالت دوم :



$$C'_{eq}=C_{۱,۲}+C_۳=\frac{C_۱}{۲}+C_۱=\frac{۳}{۲}C_۱$$

$$\frac{C'_{eq}}{C_{eq}}=\frac{۳}{۲}$$

۸۴.گزینه ۱ اگر مطابق شکل زیر نقاط با پتانسیل یکسان را نام‌گذاری کنیم، به علت این که دو سر خازن $۲C$ به یک پتانسیل متصل هستند، هیچ‌گونه اختلاف پتانسیلی به دو سر خازن $۲C$ اعمال نمی‌شود و به این ترتیب باردار نخواهد شد. به عبارتی دیگر خازن $۲C$ اتصال کوتاه می‌شود و از مدار حذف می‌شود.



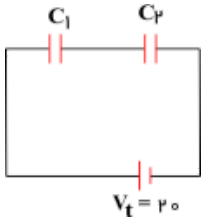
۸۵.گزینه ۲ خازن‌های $C_۳$ و $C_۴$ متوالی و حاصل آن‌ها با خازن $C_۲$ موازی است و خازن معادل $C_{۲,۳,۴}$ با خازن‌های $C_۱$ و $C_۵$ متوالی است و می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} C_{۳,۴}=\dfrac{C_۳C_۴}{C_۳+C_۴}=\dfrac{۶\times ۳}{۶+۳}=۲\mu F \\ C_{۲,۳,۴}=C_۲+C_{۳,۴}=۲+۷=۹\mu F \end{cases} \xrightarrow{C_۱=C_{۲,۳,۴}=C_۵} C_T=\frac{۹}{۳}=۳\mu F$$

۸۶.گزینه ۳

$$q_۱=C_۱V_۱ \Rightarrow ۲۴۰=۳۰V_۱ \Rightarrow V_۱=۸V$$

ولتاژ دو سر مجموعه ۲۰ ولت و ولتاژ دو سر $C_۱$ برابر ۸ ولت است. پس دو خازن موازی نیستند. بنابراین سری هستند.



$$V_۱+V_۲=V_T \Rightarrow V_۲=۱۲V$$
$$q_۱=q_۲ \xrightarrow{q=CV} C_۱V_۱=C_۲V_۲ \Rightarrow ۳۰\times ۸=C_۲\times ۱۲ \Rightarrow C_۲=۲۰\mu F$$

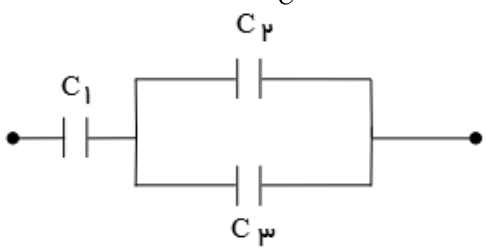
۸۷.گزینه ۲ در هر دو حالت خازن‌ها سری هستند، پس $q_۲$ همان q_T است. $q_T=C_TV_T$ و V_T هم ثابت است. پس کافی است پیدا کنیم که C_T چند برابر می‌شود.

حالت اول: $C_T=۱۵$ سری $۳۰=\dfrac{۱۵\times ۳۰}{۴۵}=۱۰\ \mu F$

حالت دوم: $C'_۱=۱۵\times ۴=۶۰ \Rightarrow C'_T=۶۰$ سری $۳۰=\dfrac{۶۰\times ۳۰}{۹۰}=۲۰\ \mu F$

$$\frac{q'_T}{q_T}=\frac{C'_T}{C_T}=\frac{۲۰}{۱۰}=۲$$

۸۸.گزینه ۳ در خازن های سری بارها برابر و اختلاف پتانسیل به نسبت عکس ظرفیت است $(V=\dfrac{q}{C})$



$$\frac{V_۱}{V_{۲,۳}}=\frac{C_{۲,۳}}{C_۱} \Rightarrow ۴=\frac{C_{۲,۳}}{C_۱} \Rightarrow C_{۲,۳}=۴C_۱$$
$$\Rightarrow C_۲+C_۳=۴C_۱ \xrightarrow{C_۲=C_۱} C_۳=۳C_۱=۳C_۲$$

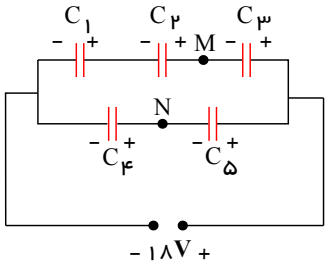
۸۹.گزینه ۱

$$\begin{cases} q=CV \\ V_۲=V_۳ \end{cases} \Rightarrow \frac{q_۲}{q_۳}=\frac{C_۲}{C_۳}=\frac{C_۱}{۲C_۱}=\frac{۱}{۲} \Rightarrow q_۲=\frac{۱}{۲}q_۳$$
$$q_۱=q_۲+q_۳=\frac{۱}{۲}q_۳+q_۳=\frac{۳}{۲}q_۳$$

در مورد انرژی ذخیره شده در خازن‌ها داریم:

$$U=\frac{q^۲}{۲C} \Rightarrow \frac{U_۱}{U_۳}=(\frac{q_۱}{q_۳})^۲\times\frac{C_۳}{C_۱}=(\frac{\frac{۳}{۲}q_۳}{q_۳})^۲\times\frac{۲C_۱}{C_۱}=\frac{۹}{۲} \Rightarrow U_۱=\frac{۹}{۲}U_۳$$

۹۰.گزینه ۱



$$V_۱ = V_۲ = V_۳ = \frac{VT}{۳} = ۶V$$
$$V_۴ = V_۵ = \frac{VT}{۲} = ۹V$$
$$V_M + V_۳ - V_۵ = V_N$$
$$V_M - V_N = V_۵ - V_۳ = ۹ - ۶ = ۳V$$

۹۱.گزینه ۲ وقتی دی‌الکتریک را از بین صفحه‌های خازن $C_۱$ خارج می‌کنیم، ظرفیت آن کم شده و با کاهش ظرفیت خازن $C_۱$ ظرفیت معادل مدار نیز کاهش می‌یابد.

با کاهش ظرفیت معادل و ثابت ماندن اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر مدار، طبق رابطه‌ی $q_T = C_T V_T$، بار کل ذخیره شده در مدار و بار هر کدام از خازن‌های متوالی $C_۱$, $C_۲$ کم می‌شود. باتوجه به ثابت بودن ظرفیت خازن $C_۲$ و کاهش بار ذخیره شده در آن، طبق رابطه‌ی $q_۲ = C_۲ V_۲$، اختلاف پتانسیل دو سر آن $(V_۲)$ کاهش می‌یابد.

از طرفی اختلاف پتانسیل کل مدار برابر با مجموع اختلاف پتانسیل‌های دو سر هر کدام از خازن‌ها است. بنابراین با کاهش $V_۲$، اختلاف پتانسیل دو سر خازن $C_۱$ افزایش می‌یابد.

۹۲.گزینه ۴

حالت اول : $C_۱ = C_۲ \ , \ q_۱ = q_۲ \Rightarrow V_۱ = V_۲ \xrightarrow{V_۱ + V_۲ = \varepsilon} V_۱ = V_۲ = \frac{\varepsilon}{۲}$

حالت دوم : $C = \frac{k\varepsilon_۰ A}{d} \Rightarrow C_۱' = ۵C_۱ = ۵C_۲$

$$q_۱' = q_۲' \ , \ C_۱' = ۵C_۲ \xrightarrow{q=CV} V_۲' = ۵V_۱' \xrightarrow{V_۱' + V_۲' = \varepsilon} V_۲' = \frac{۵}{۶}\varepsilon$$

$$\frac{V_۲'}{V_۲} = \frac{\frac{۵}{۶}}{\frac{۱}{۲}} = \frac{۵}{۳}$$

۹۳.گزینه ۲ در خازن‌های متوالی بار تک‌تک خازن‌ها با بار کل مدار یکسان است.

$$q_T = q_۱ = q_۲$$

طبق رابطه $V = \frac{q}{C}$، اختلاف پتانسیل خازن‌ها به نسبت عکس ظرفیت بین خازن‌ها تقسیم می‌شود. بنابراین $V_۱ > V_۲$ خواهد بود.

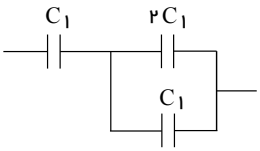
$$V_۱ - V_۲ = ۴ \Rightarrow \frac{q_T}{C_۱} - \frac{q_T}{C_۲} = ۴ \Rightarrow q_T(\frac{۱}{C_۱} - \frac{۱}{C_۲}) = ۴$$
$$\Rightarrow q_T(\frac{۱}{۱۰} - \frac{۱}{۱۵}) = ۴ \Rightarrow q_T(\frac{۳-۲}{۳۰}) = ۴ \Rightarrow q_T = ۱۲۰\mu C$$

$$C_T = \frac{C_۱ C_۲}{C_۱ + C_۲} = \frac{۱۰ \times ۱۵}{۱۰ + ۱۵} = \frac{۱۵۰}{۲۵} = ۶\mu F$$

$$\begin{cases} V_T = \frac{q_T}{C_T} = \frac{۱۲۰}{۶} = ۲۰V \\ V_{AB} = V_۱ = \frac{q_T}{C_۱} = \frac{۱۲۰}{۱۰} = ۱۲V \end{cases} \Rightarrow \frac{V_{AB}}{V_T} = \frac{۱۲}{۲۰} = ۰/۶$$

۹۴.گزینه ۱

می‌دانیم در خازن‌های سری، انرژی به نسبت عکس ظرفیت‌ها تقسیم می‌شود (چرا؟)

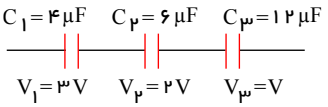


پس انرژی خازن C' ، $(C' = ۲C_۱ + C_۱ = ۳C_۱)$ یک سوم انرژی خازن $C_۱$ است؛ یعنی

$$\frac{۳۰}{۳} = ۱۰\mu J$$

بنابراین انرژی کل $۳۰ + ۱۰ = ۴۰\mu J$ است.

۹۵.گزینه ۴ در خازن‌های متوالی ولتاژ دو سر هر خازن با ظرفیت خازن نسبت وارون دارد، بنابراین کمترین ولتاژ به خازنی می‌رسد که بیشترین ظرفیت را دارا است، پس:



$$\frac{C_۱}{C_۳} = \frac{V_۳}{V_۱} \Rightarrow \frac{۴}{۱۲} = \frac{V}{V_۱} \Rightarrow V_۱ = ۳V$$
$$\frac{C_۲}{C_۳} = \frac{V_۳}{V_۲} \Rightarrow \frac{۶}{۱۲} = \frac{V}{V_۲} \Rightarrow V_۲ = ۲V$$

بنابراین ولتاژ کل مدار برابر است با:

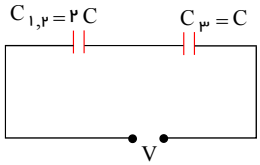
$$V_T = V_۱ + V_۲ + V_۳ = ۳V + ۲V + V \Rightarrow ۲۴ = ۶V \Rightarrow V = ۴(V)$$

پس بیشترین ولتاژ به $C_۱$ (کمترین ظرفیت) می‌رسد و مقدار آن برابر است با:

$$V_۱ = ۳V = ۳ \times ۴ = ۱۲(V)$$

۹۶.گزینه ۱

ابتدا پتانسیل فروریزش (یا بیش‌ترین ولتاژ قابل تحمل) هر خازن را به‌دست می‌آوریم:



$$E_{max} = \frac{V_{max}}{d} \Rightarrow ۰/۳ = \frac{V_{max}}{۰/۲} \Rightarrow V_{max} = ۰/۰۶KV = ۶۰V$$

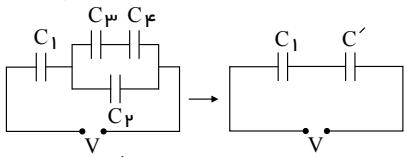
چون خازن $C_۳$ با خازن معادل $C_۱$ و $C_۲$ متوالی است: اولاً $C_۳$ بیش‌ترین ولتاژ قابل تحمل را دارد، ثانیاً بار آن‌ها مساوی است. در نتیجه داریم:

$$q_{۱,۲} = q_۳ \Rightarrow C_{۱,۲}V_{۱,۲} = C_۳V_۳ \Rightarrow ۲C \times V_{۱,۲} = C \times ۶۰ \Rightarrow V_{۱,۲} = ۳۰V$$

بنابراین حداکثر اختلاف پتانسیل در دو سر مجموعه خازن‌ها برابر است با:

$$V = V_{۱,۲} + V_۳ = ۳۰ + ۶۰ = ۹۰V$$

۹۷.گزینه ۱ ظرفیت تمام خازن‌ها باهم برابر و مساوی C فرض می‌کنیم. اگر مدار را مطابق شکل زیر ساده کنیم، داریم:



$$C_{۳,۴} = \frac{C}{۲}$$
$$C' = \frac{C}{۲} + C = \frac{۳}{۲}C$$

از آن‌جایی که خازن $C_۱$ با خازن C' متوالی است و در خازن‌های متوالی بار ذخیره شده در همه‌ی خازن‌ها یکسان است، می‌توان نوشت:

$$q_۱ = q' \Rightarrow C_۱V_۱ = C'V' \Rightarrow \frac{V_۱}{V'} = \frac{C'}{C_۱} = \frac{۳}{۲} \Rightarrow V_۱ = \frac{۳}{۲}V'$$

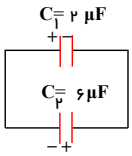
پس چون $V_۱ > V'$ است، اختلاف پتانسیل دو سر خازن $C_۱$ از بقیه‌ی خازن‌ها بیش‌تر بوده و پدیده‌ی فروریزش ابتدا در این خازن رخ خواهد داد.

۹۸.گزینه ۲

قبل از جدا کردن خازن‌ها از مولد بار آن‌ها برابر است با:

$$q_۱ = C_۱V = ۲ \times ۵۰ = ۱۰۰\ \mu C$$
$$q_۲ = C_۲V = ۶ \times ۵۰ = ۳۰۰\mu C$$

پس از اتصال مجدد آن‌ها با قطب‌های ناهم‌نام، بار هر کدام از روی ولتاژ مشترک آن‌ها به دست می‌آید.



$$V' = \frac{|q_۲ - q_۱|}{C_۱ + C_۲} \Rightarrow V' = \frac{۳۰۰ - ۱۰۰}{۲ + ۶} = ۲۵\,V$$

$$\begin{cases} q'_۱ = C_۱ V' \Rightarrow q'_۱ = ۲ \times ۲۵ = ۵۰\,\mu C \\ q'_۲ = C_۲ V' \Rightarrow q'_۲ = ۶ \times ۲۵ = ۱۵۰\,\mu C \end{cases}$$

$\Rightarrow$ تفاضل بارها : $|q'_۲ - q'_۱| = ۱۵۰ - ۵۰ = ۱۰۰\,\mu C$

۹۹.گزینه ۴ طبق اصل پایستگی بار الکتریکی، مجموع بار قبل و بعد از اتصال خازن‌ها مقدار ثابتی است. ابتدا بار خازن $C_۱$ را قبل از اتصال به خازن $C_۲$ حساب می‌کنیم و با توجه به آن، اختلاف پتانسیل مشترک خازن‌ها را بعد از اتصال به دست می‌آوریم:

$$U_۱ = \frac{q_۱^۲}{۲C_۱} \xrightarrow{U_۱ = ۱۰۰\,\mu J\,,\, C_۱ = ۲\,\mu F} ۱۰۰ = \frac{q_۱^۲}{۲ \times ۲} \Rightarrow q_۱ = ۲۰\,\mu C$$

$$V_{\text{مشترک}} = \frac{q_۱ + q_۲}{C_۱ + C_۲} \Rightarrow V_{\text{مشترک}} = \frac{۲۰ + ۰}{۲ + C_۲} \Rightarrow V_{\text{مشترک}} = \frac{۲۰}{۲ + C_۲}\ (V)$$

اکنون با استفاده از رابطه‌ی انرژی الکتریکی ذخیره شده در خازن $C_۲$، ظرفیت آن را حساب می‌کنیم:

$$U_۲ = \frac{۱}{۲} C_۲ V^۲_{\text{مشترک}} \xrightarrow{U_۲ = ۲۴\,\mu J} ۲۴ = \frac{۱}{۲} C_۲ \times (\frac{۲۰}{۲ + C_۲})^۲ \Rightarrow C_۲ = ۳\,\mu F\,,\, C_۲ = \frac{۴}{۳}\,\mu F$$

۱۰۰.گزینه ۴ وقتی کلید $K_۱$ بسته و کلید $K_۲$ باز است خازن $C_۱$ شارژ شده و داریم:

$$q_۱ = C_۱ V_۱ \rightarrow q_۱ = ۵ \times ۲۰ = ۱۰۰ \mu C$$

با قطع کلید $K_۱$، مولد از مدار خارج می شود وبا وصل کلید $K_۲$ خازن های $C_۱$ و $C_۲$ با یکدیگر موازی می شوند، بنابراین ولتاژ دوسرآنها با هم برابر میشود و برای این محاسبه این ولتاژ داریم:

$$V'_۱ = V'_۲ = Vf = \frac{q_۱ \pm q_۲}{C_۱ + C_۲} \Rightarrow Vf = \frac{۱۰۰ \pm ۰}{۵ + ۱۵} = ۵\,(V)$$

۱۰۱.گزینه ۳ در حالت اول که کلیدها به نقاط A و B متصل هستند، خازن $C_۱$ با ولتاژ $۴۰V$ و خازن $C_۲$ با ولتاژ $۳۰V$ شارژ می‌شود. وقتی کلیدها را به نقطه‌ی C متصل می‌کنیم، دو خازن با صفحات ناهمنام به هم وصل می‌شوند و به علت اختلاف پتانسیل بین آن‌ها، تبادل بار صورت می‌پذیرد تا وقتی که هر دو به یک ولتاژ مشترک برسند که اندازه‌ی آن برابر است با:

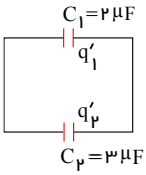
قانون پایستگی بار : $|q_۱ - q_۲| = q'_۱ + q'_۲$

ولتاژ مشترک مجموعه : $V' = \frac{q'}{C_۱ + C_۲} = \frac{q'_۱ + q'_۲}{C_۱ + C_۲} = \frac{|C_۱ V_۱ - C_۲ V_۲|}{C_۱ + C_۲}$

$$\Rightarrow \frac{|۵ \times ۴۰ - ۲ \times ۳۰|}{۵ + ۲} = ۲۰V$$

۱۰۲.گزینه ۳ هنگامی که کلید $K_۱$ بسته است خازن $C_۲$ اتصال کوتاه شده در نتیجه باری در آن ذخیره نمی‌شود و تنها خازن $C_۱$ باردار می‌شود. حال اگر کلیدهای $K_۱$ و $K_۳$ را باز کنیم و کلید $K_۲$ را ببندیم در این حالت دو خازن داریم که با هم موازیند و پس از برقراری تعادل هر دو به یک ولتاژ متشرک می‌رسند که برابر است با:

$$V' = \frac{q_۱ + q_۲}{C_۱ + C_۲} = \frac{C_۱ V_۱ + ۰}{C_۱ + C_۲} = \frac{۲ \times ۱۰ + ۰}{۲ + ۳} = ۴V$$



بار الکتریکی خازن‌ها پس از برقراری تعادل به‌صورت زیر به دست می‌آیند:

$$q'_۱ = C_۱ V' = ۲ \times ۴ = ۸\mu C$$
$$q'_۲ = C_۲ V' = ۳ \times ۴ = ۱۲\mu C$$

۱۰۳.گزینه ۱ قبل از جدا کردن خازن‌ها از مدار چون خازن‌ها به صورت متوالی به یکدیگر متصل شده‌اند بار الکتریکی آن‌ها باهم مساوی و برابر با بار کل مدار است.

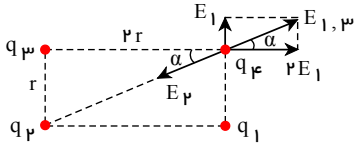
$$C_T = \frac{C_۱ C_۲}{C_۱ + C_۲} = \frac{C_۱ \times ۳C_۱}{C_۱ + ۳C_۱} = \frac{۳}{۴} C_۱$$

$$q_۲ = q_T = \frac{۳}{۴} C_۱ \times ۴۰ = ۳۰C_۱$$

بعد از جدا کردن خازن‌ها از مدار و اتصال صفحه‌های هم‌نام به‌هم بنابر اصل پایستگی بار الکتریکی اختلاف پتانسیل مشترک دو سرخازن‌ها از رابطه‌ی $V' = \frac{q_۱ + q_۲}{C_۱ + C_۲}$ به‌دست می‌آید.

$$V' = \frac{q_۱ + q_۲}{C_۱ + C_۲} = \frac{۳۰C_۱ + ۳۰C_۱}{C_۱ + ۳C_۱} = \frac{۶۰C_۱}{۴C_۱} = ۱۵V$$

۱۰۴.گزینه ۲ برای آنکه بار $q_۴$ در حال تعادل باشد، لازم است تا برایند میدان‌های حاصل از بارهای $q_۳, q_۲, q_۱$ در محل بار $q_۴$ صفر باشد. در این‌صورت داریم:



$$\tan\alpha = \frac{E_۱}{E_۳} = \frac{r}{۲r} \Rightarrow E_۳ = ۲E_۱$$

$$E_{۱,۳} = \sqrt{E_۱^۲ + E_۳^۲} = \sqrt{E_۱^۲ + (۲E_۱)^۲} = \sqrt{۵}E_۱$$

شرط تعادل بار $q_۴$: $E_۲ = E_{۱,۳} \Rightarrow E_۲ = \sqrt{۵}E_۱ \Rightarrow \frac{E_۲}{E_۱} = \sqrt{۵}$

$$\frac{E_۲}{E_۱} = \left|\frac{q_۲}{q_۱}\right| \times (\frac{r_۱}{r_۲})^۲ \Rightarrow \sqrt{۵} = \left|\frac{q_۲}{q_۱}\right| \times (\frac{r}{\sqrt{۵}r})^۲ \Rightarrow \left|\frac{q_۲}{q_۱}\right| = ۵\sqrt{۵} \xrightarrow{\text{چون بارها مخالف هم هستند}} \frac{q_۲}{q_۱} = -۵\sqrt{۵}$$

۱۰۵.گزینه ۴

$$q'_۱ = q'_۲ = \frac{q_۱ + q_۲}{۲} = \frac{-۵ + ۱۵}{۲} = ۵nC$$

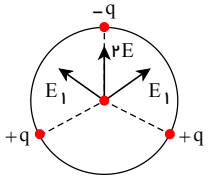
$$F = \frac{kq_۱ q_۲}{r^۲} \Rightarrow \frac{F'}{F} = \left|\frac{q'_۱ q'_۲}{q_۱ q_۲}\right| \cdot (\frac{r}{r'})^۲ = \frac{۵ \times ۵}{۱۵ \times ۵} \times (\frac{۳}{۵})^۲ = \frac{۳}{۲۵} = ۰/۱۲$$

نیرو ۸۸ ٪ کاهش یافته است. $\Rightarrow$ درصد تغییر نیرو $= (\frac{F'}{F} - ۱) \times ۱۰۰ = (۰/۱۲ - ۱) \times ۱۰۰ = -\%۸۸$

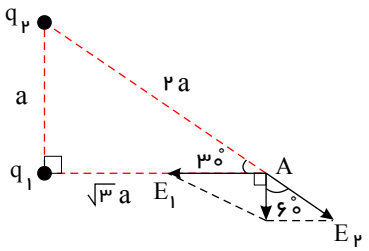
۱۰۶.گزینه ۲ می‌دانیم برآیند دو بردار مقدار مساوی که با یکدیگر زاویه‌ی ۱۲۰ می‌سازند. با هریک برابر است. بنابراین برآیند کل $۲E_۱$ خواهد شد، یعنی $E_T = ۲E_۱ \cos ۶۰^\circ + E_۱ = ۲E_۱$.

حال اگر بار ناهمنام (با فرض بار منفی) را دو برابر کنیم، $E_۱$ به آن اضافه می‌شود و خواهیم داشت:

$$E' = ۳E_۱ \Rightarrow \frac{۳E_۱}{۲E_۱} = ۱/۵$$



۱۰۷.گزینه ۲ باتوجه به مثلث قائم الزاویه با زاویه ی ۶۰° خواهیم داشت:

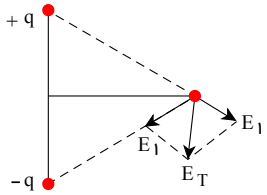


$$\frac{E_۱}{E_۲} = \frac{\sqrt{۳}}{۲}$$

$$\frac{E_۱}{E_۲} = \frac{\frac{k|q_۱|}{۳a^۲}}{\frac{k|q_۲|}{۴a^۲}} \Rightarrow \frac{\sqrt{۳}}{۲} = \frac{۴|q_۱|}{۳|q_۲|} \Rightarrow \frac{|q_۱|}{|q_۲|} = \frac{۳\sqrt{۳}}{۸}$$

از آن جایی که میدان $E_۲$ دافعه و میدان $E_۱$ جاذبه است، علامت بارها با هم مخالف است.

۱۰۸.گزینه ۱



با توجه به شکل، هرچه بار آزمون به خط واصل نزدیک‌تر می‌شود $E_۱$ افزایش می‌یابد، زیرا فاصله کم می‌شود و ضمناً زاویه‌ی دو بردار $E_۱$ نیز کاهش می‌یابد. پس $E_T = ۲E_۱\cos\frac{\alpha}{۲}$ افزایش می‌یابد.

۱۰۹.گزینه ۴ تمام گزینه‌ها در صورتی که در راستای عمود بر میدان حرکت کنیم، نادرست هستند.

۱۱۰.گزینه ۴ در حالت به هم بستن موازی خازن‌ها، ظرفیت کل افزایش و در حال به هم بستن متوالی خازن‌ها ظرفیت کل کاهش می‌یابد. پس در این سؤال باید کلیدها به گونه‌ای باشند که خازن‌های موازی حداکثر و خازن‌های سری حداقل باشند.

۱۱۱.گزینه ۳ $C_۴$, $C_۵$ متوالی هستند و اختلاف پتانسیل دو سر مجموعه آن ها ۶۰ ولت است.

$$q_۴ = q_۵ \Rightarrow C_۴V_۴ = C_۵V_۵ \Rightarrow \begin{cases} V_۴ = V_۵ \\ V_۴ + V_۵ = ۶۰ \end{cases} \Rightarrow V_۴ = V_۵ = ۳۰V$$

$C_۱$, $C_۲$, $C_۳$ متوالی هستند و اختلاف پتانسیل دو سر آن ها ۶۰ ولت است.

$$q_۲ = q_۳ \Rightarrow ۲۰V_۱ = ۲۰V_۲ = ۱۰V_۳ \Rightarrow ۲V_۱ = ۲V_۲ = V_۳ \xrightarrow{V_۱+V_۲+V_۳=۶۰V} V_۱ = V_۲ = ۱۵V \ , \ V_۳ = ۳۰V$$

$$\left.\begin{aligned} V_N &= V_۵ = ۳۰V \\ V_M &= V_۲ + V_۳ = ۴۵V \end{aligned}\right\} \Rightarrow V_M - V_N = ۱۵V$$

۱۱۲.گزینه ۴ ابتدا دو خازن $C_۱$ و $C_۲$ سری و به پیل متصل هستند. پس بار آنها با هم برابر است و داریم:

$$C_{۱,۲} = \frac{C_۱C_۲}{C_۱ + C_۲} = \frac{۶\times ۱۲}{۱۸} = ۴\mu c$$
$$q_{۱,۲} = C_{۱,۲}V \Rightarrow q = ۴\times ۱۰ = ۴۰\mu c \Rightarrow q_۱ = ۴۰\mu c$$

پس از باز کردن کلید $k_۱$ و بستن کلید $k_۲$ دو سر آنها به خازن خالی $C_۳$ متصل می‌شود، داریم:

$$V'_{۱,۲} = V'_۳ = \frac{q_{۱,۲}}{C_T} = \frac{q_{۱,۲}}{C_{۱,۲}+C_۳} \Rightarrow V'_۳ = \frac{۴۰\mu c}{(۴+۱)\,\mu F} = ۸V$$

پس بار خازن $C_۱$ در این حالت برابر است با:
$$q'_۱ = q'_{۱,۲} = C_{۱,۲}V'_۳ = ۴\times ۸ = ۳۲\mu c$$
$$\Rightarrow \text{تغییر بار خازن } C_۱ : \Delta q = ۴۰ - ۳۲ = ۸\mu c$$

۱۱۳.گزینه ۲ خازن های $C_۱$ و $C_۲$ موازی هستند و خازن $C_۳$ با خازن $C_{۱,۲}$ متوالی است.

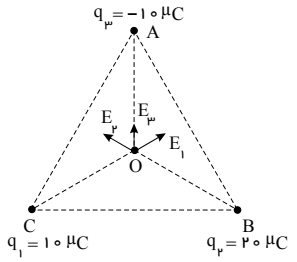
$$U_۳ = \frac{۱}{۲}\frac{q_۳^۲}{C_۳} \Rightarrow ۱۳۵\times ۱۰^{-۶} = \frac{۱}{۲}\times\frac{q_۳^۲}{۳۰\times ۱۰^{-۶}}$$
$$\Rightarrow ۸۱۰۰\times ۱۰^{-۱۲} = q_۳^۲ \Rightarrow q_۳ = ۹۰\times ۱۰^{-۶}C = ۹۰\mu C$$
$$q_۳ = q_{۱,۲} = q_۱ + q_۲ \Rightarrow ۹۰ = ۳۰ + q_۱ \Rightarrow q_۱ = ۶۰\mu C$$
$$V_۱ = V_۲ \Rightarrow \frac{q_۱}{C_۱} = \frac{q_۲}{C_۲} \Rightarrow \frac{۶۰}{۱۰} = \frac{۳۰}{C_۲} \Rightarrow C_۲ = ۵\mu F$$

۱۱۴.گزینه ۲ در حالت اول فقط خازن $C_۱$ شارژ می‌شود و در حالت دوم خازن شارژ شده‌ی $C_۱$ باعث شارژ شدن دو خازن $C_۲$ و $C_۳$ می‌شود.

$$V_t = \frac{C_۱V_۱ + C_{۲,۳}V_{۲,۳}}{C_۱ + C_{۲,۳}} = \frac{۲۰C_۱ + ۰}{C_۱ + \frac{C_۱}{۲}} = \frac{۴۰}{۳}V$$

$$V_۳ = \frac{۱}{۲}V_{۲,۳} = \frac{۱}{۲}\times\frac{۴۰}{۳} = \frac{۲۰}{۳}V$$

۱۱۵.گزینه ۱



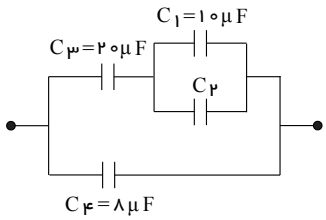
$$OA = OB = OC = \frac{\sqrt{۳}}{۳} AB = \sqrt{۳} m$$

$$E = \frac{k|q|}{r^۲} \Rightarrow E_۳ = \frac{۹ \times ۱۰^۹ \times ۱۰^{-۵}}{۳} = ۳ \times ۱۰^۴ \frac{N}{C}$$

$$E_۲ = E_۱ = ۲E_۳ = ۶ \times ۱۰^۴ \frac{N}{C} \ , \ E_{۱,۲} = \left|\overline{E_۱} + \overline{E_۲}\right| = E_۱ = ۶ \times ۱۰^۴ \frac{N}{C}$$

$$E = E_{۱,۲} + E_۳ = ۹ \times ۱۰^۴ \frac{N}{C}$$

۱۱۶.گزینه ۲



$$V_۴ = V_{۱,۲,۳} \Rightarrow V_۴ = V_۳ + V_۱ \Rightarrow \frac{q_۴}{C_۴} = \frac{q_۱ + q_۲}{C_۳} + \frac{q_۱}{C_۱}$$

$$\Rightarrow \frac{۲q_۱}{۸} = \frac{q_۱ + q_۲}{۲۰} + \frac{q_۱}{۱۰} \Rightarrow \frac{q_۱}{۴} = \frac{۳q_۱ + q_۲}{۲۰}$$

$$\Rightarrow \frac{q_۱}{۱۰} = \frac{q_۲}{۲۰} \Rightarrow q_۲ = ۲q_۱$$

$$V_۱ = V_۲ \Rightarrow \frac{q_۱}{C_۱} = \frac{q_۲}{C_۲} \Rightarrow C_۲ = ۲C_۱ \Rightarrow C_۲ = ۲۰\mu f$$

۱۱۷.گزینه ۴ راه‌حل اول:

$$F = qE = ۴۰ \times ۱۰^{-۹} \times ۱۰^۴ = ۴ \times ۱۰^{-۴} N$$

$$F = ma \Rightarrow ۴ \times ۱۰^{-۴} = ۰/۲ \times ۱۰^{-۳} a \Rightarrow a = ۲ \frac{m}{s^۲}$$

برای تغییر جهت حرکت لازم است سرعت ذره یک لحظه صفر شود.

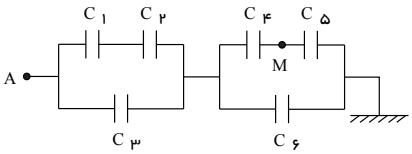
$$V^۲ - V_۰^۲ = ۲a\Delta x \Rightarrow ۰ - ۱۶ = ۲ \times (-۲)\Delta x \Rightarrow \Delta x = ۴m$$

راه‌حل دوم:

$$W = \Delta K \Rightarrow ۰ - \frac{۱}{۲} m V_۰^۲ = W_{\text{میدان}} = qEd \cos\alpha$$

$$-۴۰ \times ۱۰^{-۹} \times ۱۰^۴ \times d = -\frac{۱}{۲} \times ۰/۲ \times ۱۰^{-۳} \times ۱۶ \Rightarrow d = \frac{۱۶ \times ۱۰^{-۴}}{۴ \times ۱۰^{-۴}} = ۴m$$

۱۱۸.گزینه ۴



$$V_M = V_۵ = ۱۰V$$

$$C_۴V_۴ = C_۵V_۵ \Rightarrow ۳۰ \times ۱۰ = ۲۰V_۴ \Rightarrow V_۴ = ۱۵V$$

$$V_{۴,۵,۶} = V_{۴,۵} = V_۴ + V_۵ = ۱۵ + ۱۰ = ۲۵V$$

$$C_{۴,۵,۶}V_{۴,۵,۶} = V_{۱,۲,۳}C_{۱,۲,۳} \Rightarrow ۲۰ \times ۲۵ = ۱۰V_{۱,۲,۳} \Rightarrow V_{۱,۲,۳} = ۵۰V$$

$$V_{\text{کل}} = V_{۱,۲,۳} + V_{۴,۵,۶} = ۲۵ + ۵۰ = ۷۵V \Rightarrow V_A = ۷۵V$$

۱۱۹.گزینه ۲

$C_۲, C_۱ : V_۱ = V_۲$ **موازی هستند** , $U = \frac{۱}{۲} C V^۲$, $C_۲ = ۲C_۱ \Rightarrow U_۲ = ۲U_۱$

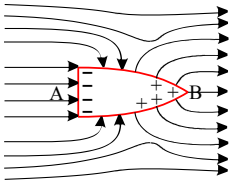
$$\Rightarrow U_{۱,۲} = U_۱ + U_۲ = \frac{۳}{۲} U_۲$$

$$U_۳ = ۳U_۲ = ۲U_{۱,۲}$$

$C_۳ : q_۳ = q_{۱,۲}$, $U = \frac{۱}{۲} \frac{q^۲}{C} \Rightarrow \frac{U_{۱,۲}}{U_۳} = \frac{C_۳}{C_{۱,۲}} \Rightarrow \frac{۱}{۲} = \frac{C_۳}{C_{۱,۲}}$ **با** $C_{۱,۲}$ **متوالی است.**

$$\Rightarrow C_۳ = \frac{۱}{۲} C_{۱,۲} = \frac{۱}{۲}(۶ + ۱۲) = ۹\mu F$$

۱۲۰.گزینه ۴



می‌دانیم در شرایطی تعادل الکتروستاتیک، میدان الکتریکی بر سطح رسانا عمود است. بنابراین خطوط میدان الکتریکی مطابق شکل تغییر می‌کنند. ضمناً چگالی بار الکتریکی در نقاط نوک تیز بیشتر است. بنابراین خطوط میدان در قسمت نوک‌تیز تراکم بیشتری دارند؛ پس میدان الکتریکی در نقطه‌ی B بیشتر از A است. از آنجایی که پتانسیل الکتریکی همواره در جهت میدان کاهش می‌یابد، پتانسیل A بیشتر از B خواهد بود.

پاسخنامه کلیدی آزمون با کد: ۵۹۶۷۱

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

تاریخ : وقت : دقیقه

نام و نام خانوادگی : تعداد سوالات: ۱۲۰

فیزیک ۳ فصل ۳ : جریان الکتریکی

دبیرستان سلام تجریش

۱. کدام یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟

۱) جریان الکتریکی ناشی از شارش بارهای متحرک است، ولی هر بار متحرکی جریان ایجاد نمی‌کند.

۲) حرکت کاتوره‌ای الکترون‌های آزاد در یک سیم مسی با سرعتی از مرتبه‌ی $۱۰^{۶}\frac{m}{s}$ انجام می‌شود.

۳) چنان‌چه میدان الکتریکی به یک قطعه‌ی فلزی اعمال کنیم، حرکت کاتوره‌ای الکترون‌ها متوقف شده و الکترون‌ها با سرعت سوق حرکت می‌کنند که موجب جریان الکتریکی در رسانا می‌شود.

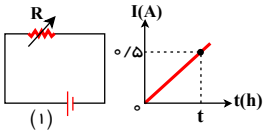
۴) سرعت سوق الکترون‌ها در یک رسانای فلزی، در خلاف جهت میدان و معمولاً کمتر از $۱\frac{mm}{s}$ می‌باشد.

۲. شدت جریان الکتریکی متوسط گذرنده از یک رسانا برابر $۱۲A$ در مدت ۱ دقیقه از مقطع این رسانا چند الکترون عبور می‌کند؟ $(e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}C)$

۱) $۴/۵ \times ۱۰^{۲۰}$ ۲) $۴/۵ \times ۱۰^{۲۱}$

۳) $۱/۵ \times ۱۰^{۲۰}$ ۴) $۱/۵ \times ۱۰^{۲۱}$

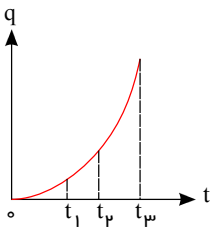
۳. نمودار شدت جریان الکتریکی برحسب زمان مدار ساده‌ی (۱) مطابق شکل زیر است. اگر بار الکتریکی‌ای که مولد در مدار جاری ساخته است برابر با ۲۵۰۰ میلی‌آمپر ساعت باشد، t برحسب ساعت کدام است؟



۱) ۱۰ ۲) ۰/۱

۳) ۵۰ ۴) ۰/۵

۴. نمودار بار الکتریکی شارش شده از یک رسانا برحسب زمان مطابق شکل زیر است. شدت جریان متوسط عبوری از رسانا در کدام بازه‌ی زمانی بیش‌تر است؟



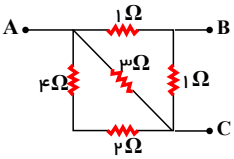
۱) ۰ تا $t_۱$

۲) $t_۱$ تا $t_۲$

۳) $t_۲$ تا $t_۳$

۴) ۰ تا $t_۳$

۵. شکل زیر، قسمتی از یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد. مقاومت معادل بین دو نقطه‌ی A , B چند برابر مقاومت معادل بین دو نقطه‌ی A , C است؟



۱) $\frac{۱}{۳}$ ۲) ۳

۳) $\frac{۴}{۳}$ ۴) $\frac{۳}{۴}$

۶. دو مقاومت $R_۱ = ۳\Omega$ و $R_۲ = ۶\Omega$ را یک بار به صورت موازی و بار دیگر به صورت متوالی به یکدیگر می‌بندیم. نسبت مقاومت معادل در حالتی که موازی بسته شده‌اند به حالتی که به صورت سری بسته شده‌اند، چه‌قدر است؟

۱) $\frac{۱}{۱۸}$ ۲) $\frac{۹}{۲}$ ۳) $\frac{۴}{۹}$ ۴) $\frac{۲}{۹}$

۷. کارآیی دماسنج‌های مقاومتی در مقایسه با دماسنج‌های معمولی مطابق کدام گزینه است؟

۱) اندازه‌گیری دماهای بسیار بالا

۲) اندازه‌گیری دماهای بسیار پایین

۳) اندازه‌گیری دما بر مبنای تغییر طول

۴) گزینه‌های «۱» و «۲» صحیح می‌باشند.

۸. طول سیمی از نیکروم (آلیاژی از نیکل، کروم) برابر $۱m$ و سطح مقطع آن $۱mm^۲$ است. هرگاه اختلاف پتانسیل اعمال شده بین دو سر آن $۲/۵V$ باشد، جریان $۵A$ از آن می‌گذرد. مقاومت ویژه‌ی این سیم چند $\Omega \cdot m$ است؟

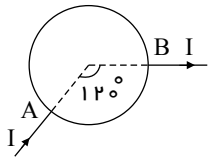
۱) $۰/۵ \times ۱۰^{-۶}$ ۲) $۰/۵ \times ۱۰^{-۷}$

۳) ۵×۱۰^{-۴} ۴) ۲×۱۰^{-۶}

۹. اگر رسانای میله‌ای شکلی به طول L و سطح مقطع A را در دمای ثابت آن‌قدر بکشیم تا طولش دو برابر شود، آن‌گاه آن را نصف کنیم، مقاومت هر قسمت آن چند برابر میله‌ی اولیه می‌شود؟

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

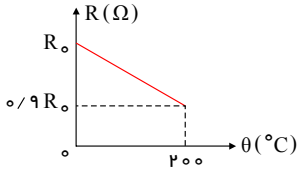
۱۰. مطابق شکل، سیم راست رسانایی به مقاومت الکتریکی ۱۸۰Ω را به شکل دایره‌ای در آورده‌ایم، به‌طوری‌که جریان از نقطه‌ی A وارد دایره شده و از B خارج می‌شود. مقاومت معادل بین دو نقطه‌ی A و B چند اهم است؟



۱) ۴۰Ω ۲) ۶۰Ω

۳) ۹۰Ω ۴) ۱۲۰Ω

۱۱. در شکل زیر، نمودار مقاومت الکتریکی یک جسم بر حسب دمای آن رسم شده است. ضریب دمایی مقاومت این جسم چند $\left(K^{-۱}\right)$ است؟



۱) ۴۵×۱۰^{-۵}

۲) ۵×۱۰^{-۴}

۳) -۵×۱۰^{-۴}

۴) -۴۵×۱۰^{-۵}

۱۲. مقاومت الکتریکی یک متر از سیمی در دمای $۱۲۰^{\circ}C$ برابر ۲۰Ω است. مقاومت ۵ متر از همان سیم در دمای $۲۰^{\circ}C$ چند اهم است؟ (ضریب دمای مقاومت سیم $۴ \times ۱۰^{-۴} \frac{۱}{^{\circ}C}$ است.)

۱) ۹۸ ۲) ۱۰۴ ۳) ۱۰۰ ۴) ۹۶

۱۳. روی لامپی اعداد $۱۰۰W$ و $۲۲۰V$ نوشته شده است. اگر مقاومت الکتریکی لامپ در دمای $۱۰^{\circ}C$ برابر با ۴۴ اهم باشد، دمای رشته‌ی داخلی لامپ در حالت روشن، چند درجه‌ی سلسیوس است؟ ($\alpha = ۵ \times ۱۰^{-۳} \frac{۱}{K}$ و از انبساط سیم صرف نظر شود.)

۱) ۵۱۰ ۲) ۱۰۱۰ ۳) ۱۵۱۰ ۴) ۲۰۱۰

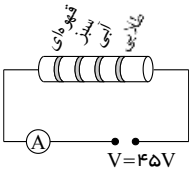
۱۴. دو سر سیم رسانایی به مقاومت الکتریکی ۵Ω را به اختلاف پتانسیل الکتریکی $۰/۴V$ وصل می‌کنیم. در مدت ۵ دقیقه، چه تعداد الکترون از هر مقطع سیم می‌گذرد؟ $(e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} C)$

۱) ۲۵×۱۰^{۲۰} ۲) $۱/۵ \times ۱۰^{۲۰}$ ۳) ۱۲×۱۰^{۲۰} ۴) ۳×۱۰^{۲۱}

۱۵. سیمی به مقاومت ۱۰Ω حداکثر می‌تواند جریان $۲mA$ را تحمل نماید . اگر بخواهیم این سیم را بین دو نقطه با اختلاف پتانسیل $۵V$ ببندیم ، حداقل چه مقاومتی را باید با آن به‌صورت متوالی متصل کنیم تا آسیب نبیند؟

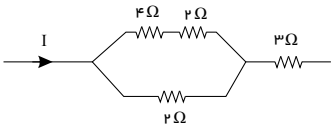
۱) ۲۰۰۰Ω ۲) ۱۹۹۰Ω ۳) ۲۵۰۰Ω ۴) ۲۴۹۰Ω

۱۶. در مقاومت‌های کربنی، اگر رنگ‌های قهوه‌ای، سبز و آبی به ترتیب بیانگر اعداد ۱، ۵ و ۶ باشند، آمپرسنج ایده‌آل در مدار شکل زیر چند میلی‌آمپر را نشان می‌دهد؟ (از خطای اندازه‌گیری صرف‌نظر شود.)



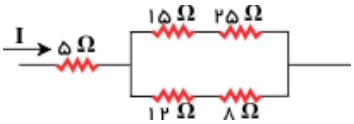
۱) ۰٫۰۰۳
۲) ۰٫۰۲
۳) ۰٫۰۰۲
۴) ۰٫۰۳

۱۷. در شکل زیر، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۴ اهمی چند برابر اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۳ اهمی است؟



۱) $\frac{۳}{۲}$
۲) $\frac{۲}{۳}$
۳) $\frac{۱}{۳}$
۴) $\frac{۹}{۸}$

۱۸. در شکل مقابل، توان مصرفی در مقاومت ۸ اهمی چند برابر توان مصرفی در مقاومت ۲۵ اهمی است؟



۱) $\frac{۹}{۵}$
۲) $\frac{۳۶}{۲۵}$
۳) $\frac{۸}{۵}$
۴) $\frac{۳۲}{۲۵}$

۱۹. دو سر یک مقاومت استوانه‌ای مسی به طول $۲۰cm$ و شعاع $۰٫۲mm$ را به اختلاف پتانسیل $۱٫۴V$ متصل می‌کنیم. توان مصرفی مقاومت چند وات می‌شود؟ ($\pi = ۳$ ، $۱٫۶۸ \times ۱۰^{-۸}\Omega \cdot m =$ مقاومت ویژه‌ی مس)

۱) ۷۰
۲) ۳۵
۳) ۱۰۰
۴) ۷۰۰

۲۰. بر روی یک بخاری برقی رقم‌های $۲۲۰V$ و $۱۵۰۰W$ ثبت شده است. این بخاری هنگامی که به ولتاژ $۲۲۰V$ وصل است، در هر دقیقه چند کیلووات ساعت، انرژی الکتریکی مصرف می‌کند؟

۱) ۹×۱۰^{۴}
۲) $۳۲٫۴ \times ۱۰^{۱۰}$
۳) ۰٫۴۱
۴) ۰٫۰۲۵

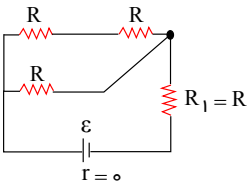
۲۱. یک باتری $۱۰Ah$، چند ساعت می‌تواند لامپ با مشخصات $۲۲۰V$،$۱۱۰W$ را روشن نماید؟

۱) ۵
۲) ۱۰
۳) ۲۰
۴) ۴۰

۲۲. بر روی یک بخاری برقی، رقم‌های $۲۲۰\ V$, $۱۵۰۰\ W$ ثبت شده است. اگر این بخاری را به ولتاژ $۲۲۰\ V$ متصل کنیم، در هر دقیقه چند کیلووات ساعت انرژی الکتریکی مصرف می‌کند؟

۱) $\frac{۱}{۶۰}$
۲) $\frac{۱}{۴۰}$
۳) $\frac{۱}{۲۰}$
۴) $\frac{۱}{۳۰}$

۲۳. اگر توان کل مصرفی در شکل مقابل، $۱۶۰W$ باشد، توان مصرفی مقاومت $R_۱$ چند وات است؟



۱) ۴۸
۲) ۹۶
۳) ۳۶
۴) ۱۲۰

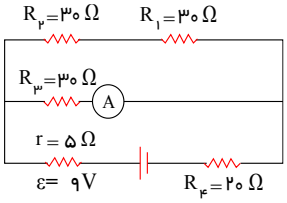
۲۴. افت پتانسیل در داخل یک مولد، $\frac{۱}{۷}$ اختلاف پتانسیل دو سر آن است. توان تولیدی باتری چند برابر توان تلف شده در باتری است؟

۱) ۶
۲) ۷
۳) ۸
۴) ۱۰

۲۵. حداکثر بار ذخیره شده در یک باتری ۱۰ ولتی با مقاومت درونی ناچیز، ۸۴ آمپر ساعت است. یک لامپ ۲۰ واتی و ۱۰ ولتی با این باتری چند ساعت روشن می‌ماند؟

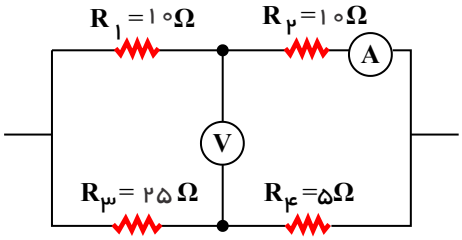
۱) ۱۲
۲) ۲۴
۳) ۴۲
۴) ۸۴

۲۶. در مدار شکل مقابل، آمپرسنج چند آمپر را نشان می‌دهد؟



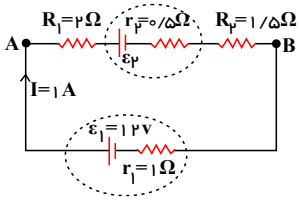
۱) $\frac{۱}{۱۵}$
۲) $\frac{۲}{۱۰}$
۳) $\frac{۲}{۱۵}$
۴) $\frac{۱}{۱۰}$

۲۷. اگر آمپرسنج مقدار ۰٫۶ آمپر را نشان دهد، ولت‌سنج چه عددی را نشان می‌دهد؟



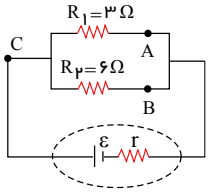
۱) ۱۰ ولت
۲) ۲ ولت
۳) ۵ ولت
۴) ۴ ولت

۲۸. در مدار شکل زیر، شدت جریان در جهت نشان داده شده برابر با $۱\ A$ است. نیروی محرکه‌ی مولد $\varepsilon_۲$ چند ولت است؟



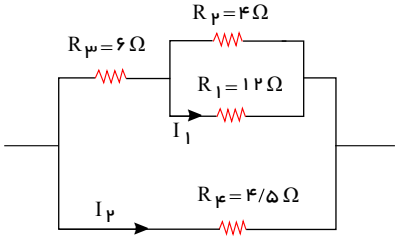
۱) ۵
۲) ۷
۳) ۱۷
۴) ۲۰

۲۹. در مدار شکل زیر، تعداد الکترون‌هایی که در هر دقیقه از مقطع A می‌گذرند، چند برابر تعداد الکترون‌هایی است که در همان مدت از مقطع B می‌گذرند؟



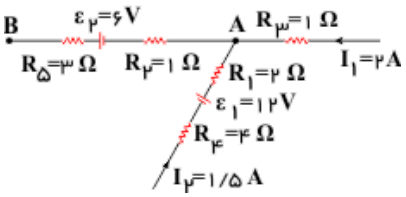
۱) ۱
۲) ۲
۳) $\frac{۱}{۲}$
۴) $\frac{۱}{۴}$

۳۰. در مدار شکل روبرو $I_۲$ چند برابر $I_۱$ است؟



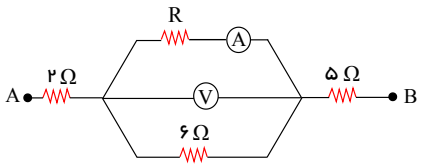
۱) ۲
۲) ۸
۳) ۶
۴) $\frac{۳}{۲}$

۳۱. شکل زیر قسمتی از یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد. $(V_A - V_B)$ برابر با چند ولت است؟



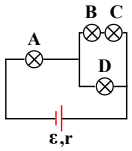
۱) ۸
۲) -۸
۳) ۲۰
۴) -۲۰

۳۲. در شکل زیر آمپرسنج ایده‌آل و ولت‌سنج ایده‌آل به ترتیب اعداد $۲A$ و $۶V$ را نشان می‌دهند. اختلاف پتانسیل بین دو نقطه‌ی A و B چند برابر اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۲ اهمی است؟



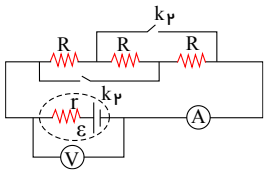
۱) ۳٫۵
۲) ۴٫۵
۳) ۵
۴) ۷

۳۳. در مدار شکل زیر، همه‌ی لامپ‌ها مشابه هستند، در نتیجه لامپ ..... بیش‌ترین نور را دارد و چنانچه لامپ ..... بسوزد، در خاموش شدن لامپ‌های دیگر مؤثر نیست.



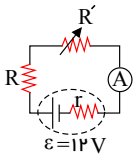
۱) D , A
۲) B , A
۳) B , D
۴) A , D

۳۴. در مدار شکل زیر، کلیدها ابتدا باز هستند. اگر کلیدها را ببندیم، اعدادی که آمپرسنج ایده‌آل و ولت‌سنج ایده‌آل نشان می‌دهند به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کنند؟



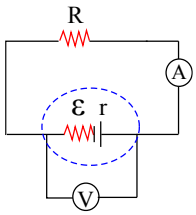
۱) افزایش می‌یابد- افزایش می‌یابد.
۲) کاهش می‌یابد- افزایش می‌یابد.
۳) کاهش می‌یابد- کاهش می‌یابد.
۴) افزایش می‌یابد- کاهش می‌یابد.

۳۵. در مدار شکل زیر، در لحظه‌ای که آمپرسنج ایده‌آل عدد $۴A$ را نشان می‌دهد، توان خروجی مولد به بیشینه مقدار خود می‌رسد، در این لحظه اختلاف پتانسیل دو سر مولد چند ولت است؟



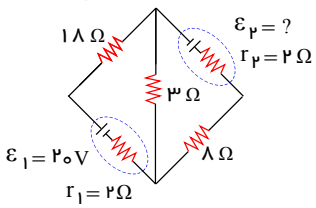
۱) ۱۰
۲) ۸
۳) ۶
۴) ۱۲

۳۶. در مدار شکل زیر با افزایش مقاومت درونی مولد، به ترتیب از راست به چپ اعدادی که ولت سنج ایده‌آل و آمپرسنج ایده‌آل نشان می‌دهند چه تغییری می‌کند؟



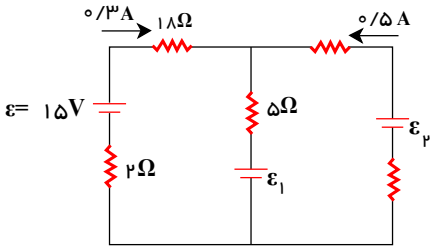
۱) افزایش - افزایش
۲) ثابت - افزایش
۳) کاهش - کاهش
۴) افزایش - کاهش

۳۷. در مدار شکل زیر، اگر از مقاومت ۳ اهمی جریانی عبور نکند، $\varepsilon_۲$ چند ولت است؟



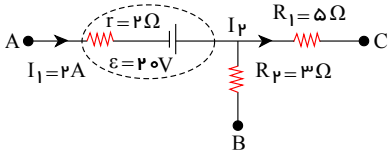
۱) ۱۰
۲) ۱۵
۳) ۲۵
۴) ۲۰

۳۸. در مدار شکل مقابل، نیروی محرکه‌ی $\varepsilon_۱$ چند ولت است؟



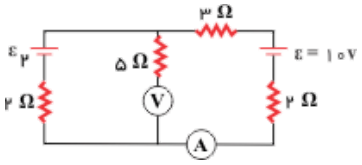
۱) ۶
۲) ۹
۳) ۱۳
۴) ۵

۳۹. شکل زیر، قسمتی از یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد اگر $VA - VC = ۱۴V$ باشد، $VA - VB$ چند ولت است؟



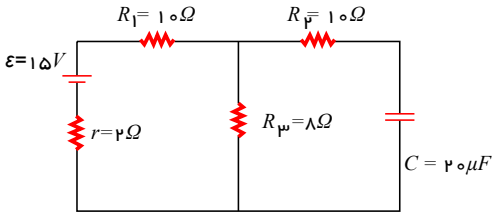
۱) -۴
۲) -۱۰
۳) -۲۸
۴) ۲

۴۰. در شکل مقابل اگر ولت متر ۱۲٫۵ ولت را نشان دهد، نیروی محرکه‌ی $\varepsilon_۲$ چند ولت است؟



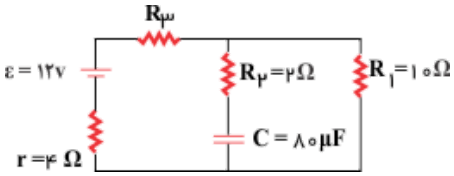
۱) ۱۳٫۵
۲) ۱۲
۳) ۱۲٫۵
۴) ۱۴

۴۱. بار ذخیره شده در خازن چند میکروکولن است؟



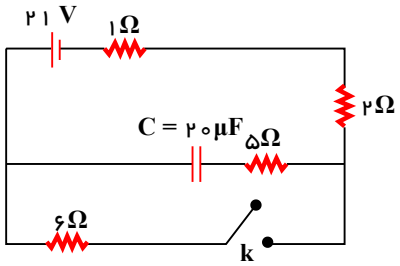
۱) ۱۲۰
۲) ۲۴۰
۳) ۳۰۰
۴) ۱۵۰

۴۲. اگر انرژی ذخیره شده در خازن، ۱ میلی ژول باشد، $R۳$ چند اهم است؟



۱) ۶
۲) ۱۰
۳) ۸
۴) ۱۲

۴۳. با بستن کلید k، بار خازن چند برابر می‌شود؟



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

۴۴. دو کره‌ی رسانای مشابه A و B روی پایه‌های عایق قرار داشته و به ترتیب دارای بار الکتریکی $+۱۲mC$ و $-۸mC$ هستند. اگر توسط سیم رسانا آن‌ها را با هم تماس دهیم، در مدت $۰٫۰۱s$ به تعادل الکتریکی می‌رسند. شدت جریان متوسط عبوری از سیم در این مدت چند آمپر است؟

۱) ۲
۲) ۱
۳) ۴
۴) ۳

۴۵. از مقطع سیمی در مدت زمان $\Delta t = ۲۰\mu s$ تعداد ۵×۱۰^{۱۳} الکترون عبور می‌کند. جریان الکتریکی متوسط عبوری از این سیم در مدت زمان Δt چند میلی آمپر است؟ $(e = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} C)$

۱) ۴×۱۰^{۲}
۲) ۴×۱۰^{۳}
۳) ۴×۱۰^{-۱}
۴) ۴×۱۰^{-۳}

۴۶. کدام گزینه صحیح نیست؟

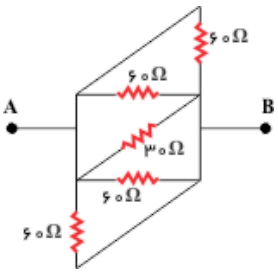
۱) جریان الکتریکی در یک رسانا ناشی از شارش بارهای متحرک آن است ولی هر بار متحرکی جریان ایجاد نمی‌کند.

۲) بزرگی سرعت حرکت کاتوره‌ای الکترون‌های آزاد در یک سیم مسی از مرتبه‌ی $۱۰^{۶}\frac{m}{s}$ است.

۳) چنان‌چه میدان الکتریکی به یک قطعه‌ی فلزی اعمال کنیم، حرکت کاتوره‌ای الکترون‌ها متوقف شده و الکترون‌ها با سرعت سوق حرکت می‌کنند که موجب جریان الکتریکی در رسانا می‌شود.

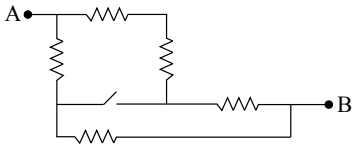
۴) سرعت سوق الکترون‌ها در یک رسانای فلزی، خلاف جهت میدان الکتریکی ایجاد شده است و مقدار آن معمولاً کم‌تر از $۱\frac{mm}{s}$ می‌باشد.

۴۷. در شکل مقابل مقاومت معادل بین دو نقطه‌ی A و B چند اهم است؟



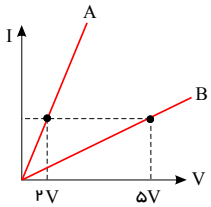
۱) ۱۰
۲) ۱۵
۳) ۵
۴) ۴

۴۸. در شکل مقابل، همه‌ی مقاومت‌ها مشابه هستند و مقاومت معادل بین نقاط B, A برابر ۷۲ اهم است. اگر کلید را ببندیم، مقاومت معادل بین نقاط B, A چند اهم می‌شود؟



۱) ۵۰
۲) ۷۰
۳) ۶۰
۴) ۶۴

۴۹. دو سیم رسانای A و B هم‌طول هستند و قطر A نصف قطر B است. باتوجه به نمودار مقابل، مقاومت ویژه‌ی A چند برابر B است؟



۱) $\frac{۱}{۱۰}$
۲) $\frac{۲}{۱۰}$
۳) $\frac{۸}{۵}$
۴) $\frac{۴}{۵}$

۵۰. مکعب مستطیل رسانا و همگنی را به ابعاد $۶cm \times ۴cm \times ۲cm$ در نظر بگیرید. این مکعب مستطیل را می‌توان از هر یک از دو وجه موازی در مدار قرار داد. نسبت بزرگ‌ترین مقاومت الکتریکی به کوچک‌ترین مقاومت آن، کدام است؟

۱) ۳۶
۲) ۱۸
۳) ۹
۴) ۱۴

۵۱. دو سیم هم‌جنس و هم جرم A و B مفروض است. اگر قطر سیم A نصف قطر سیم B و مقاومت الکتریکی سیم A برابر با ۳۲Ω باشد، مقاومت الکتریکی سیم B برابر با چند اهم است؟

۱) ۲
۲) ۴
۳) ۸
۴) ۱۶

۵۲. اگر دمای قطعه سیمی را $۲۰^{\circ}C$ افزایش دهیم، مقاومت الکتریکی آن برابر با $۱۰۸۰\ \Omega$ و اگر $۱۰۰^{\circ}C$ افزایش دهیم، مقاومتش برابر با ۱۴۰۰Ω می‌شود. ضریب دمایی مقاومت این سیم در SI کدام است؟

۱) ۴×۱۰^{-۳}
۲) ۴×۱۰^{-۴}
۳) ۲×۱۰^{-۴}
۴) ۲×۱۰^{-۳}

۵۳. دو سر یک جسم رسانا به اختلاف پتانسیل ثابتی متصل است. اگر دمای جسم را ۵۰ درجه ی سلسیوس افزایش دهیم، جریان عبوری ازآن چند برابر می‌شود؟ (ضریب دمایی مقاومت رسانا برابر $\frac{۱}{۲۵۰}K^{-۱}$ است.)

۱) $\frac{۵}{۶}$
۲) $\frac{۱}{۵}$
۳) $\frac{۶}{۵}$
۴) ۵

۵۴. چند عبارت از عبارت‌های زیر درباره‌ی انواع مقاومت‌های الکتریکی صحیح است؟

الف) در دماسنج‌های مقاومتی از برنج استفاده می‌شود، زیرا دچار خوردگی نمی‌شود و نقطه‌ی ذوب بالایی دارد.

ب) در ساختمان مقاومت‌های ترکیبی فقط از فلزات (فیلم‌های نازک آن‌ها) استفاده می‌شود که داخل پوششی پلاستیکی قرار می‌گیرند.

پ) مقاومت‌های پیچه‌ای از قدیمی‌ترین نوع مقاومت‌ها هستند و برای تولید مقاومت‌های پایین بسیار دقیق ساخته می‌شوند.

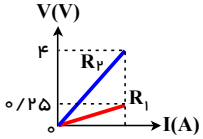
ت) در استانداردهای مهندسی، سیم‌ها را بر حسب طول و مساحت مقطع آن‌ها نمره‌بندی می‌کنند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵۵. حلقه‌های ۱، ۲، ۳ در مقاومت کربنی R_1 آرایشی از رنگ‌های بنفش، قهوه‌ای و قرمز در مقاومت کربنی R_2 آرایشی از رنگ‌های خاکستری، آبی و قرمز می‌باشد. اگر $R_2 = 4R_1$ باشد، رنگ حلقه‌ی شماره‌ی (2) در مقاومت‌های R_1 R_2 به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟ (۶=آبی، ۸= خاکستری، ۲= قرمز، ۱= قهوه‌ای، ۷= بنفش)

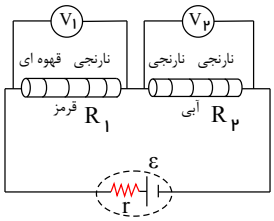
۱) قهوه ای – آبی ۲) بنفش – قرمز ۳) بنفش –خاکستری ۴) قرمز – آبی

۵۶. در شکل زیر، نمودار تغییرات ولتاژ برحسب جریان عبوری از دو سیم رسانای هم‌جنس و هم‌طول با مقاومت‌های R_1 , R_2 و قطرهای به ترتیب D_1 , D_2 نشان داده شده است. حاصل $\frac{D_2}{D_1}$ کدام است؟ (دما ثابت فرض شود.)



۱) $\frac{1}{4}$ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) ۲ ۴) ۴

۵۷. در مدار شکل زیر، مقاومت‌های R_1 و R_2 کربنی می‌باشند. حاصل $\frac{V_2}{V_1}$ کدام است؟ (ولت‌سنج‌های V_1 و V_2 ایده‌آل هستند و قهوه‌ای $= 1$ ، قرمز $= 2$ ، نارنجی $= 3$ و آبی $= 6$ است.)



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

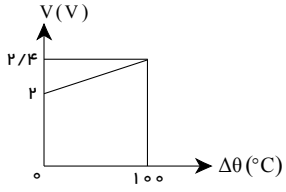
۵۸. دو سر سیم رسانایی به طول L، سطح مقطع A و مقاومت R را به منبع ولتاژ V می‌بندیم. اختلاف پتانسیل دو سر قطعه‌ای از سیم به طول l کدام است؟ (ρ مقاومت ویژه سیم است.)

۱) $\frac{\rho l V}{RA}$ ۲) $\frac{\rho l V}{RA}$ ۳) $\frac{RA}{\rho l V}$ ۴) $\frac{RA}{\rho l V}$

۵۹. به دو سر یک سیم مسی اختلاف پتانسیل ثابتی برقرار می‌کنیم و جریان یک میلی‌آمپر از آن می‌گذرد. در همین حالت در اثر کشش قطر سیم را نصف می‌کنیم. جریان عبوری از سیم چند آمپر می‌گردد؟

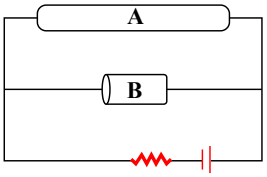
۱) ۲ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) $\frac{1}{4}$ ۴) $\frac{1}{16}$

۶۰. نمودار اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر یک مقاومت اهمی برحسب تغییرات دمای آن مطابق شکل زیر است. اگر جریان عبوری از مقاومت مقدار ثابتی باشد، ضریب دمایی مقاومت ویژه آن در SI کدام است؟



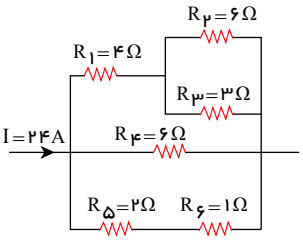
۱) 2×10^{-3} ۲) 4×10^{-2} ۳) 4×10^{-3} ۴) 2×10^{-4}

۶۱. از یک نوع فلز، دو سیم A و B را ساخته‌ایم. جرم A دو برابر جرم B و طول A سه برابر طول B است. اگر دو سیم را به صورت مقابل در مدار قرار دهیم در مدت زمان مساوی گرمای تولید شده در A چند برابر B است؟



۱) $\frac{۲}{۳}$
۲) $\frac{۲}{۹}$
۳) $\frac{۱}{۶}$
۴) $\frac{۱}{۹}$

۶۲. در شکل مقابل، جریان الکتریکی عبوری از مقاومتی که در آن کم‌ترین توان مصرف می‌شود، چند آمپر است؟



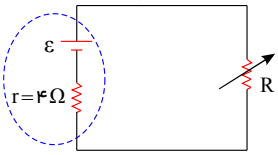
۱) ۲
۲) ۴
۳) ۶
۴) ۱۲

۶۳. قرائت کنتور برق یک منزل مسکونی در ابتدای یک ماه و در آخر همان ماه در شکل زیر نشان داده شده است. در هر مورد، رقم اول سمت راست، صدم kWh، رقم دوم سمت راست، دهم kWh و بقیه ارقام برحسب kWh هستند. اگر متوسط بهای هر ژول انرژی الکتریکی مصرفی ۲×۱۰^{-۵} تومان باشد، هزینه برق این منزل در این ماه چند ریال است؟

ابتدای ماه	۴	۷	۵	۰	۷	۱	۱	۸
انتهای ماه	۴	۷	۵	۷	۹	۱	۱	۸

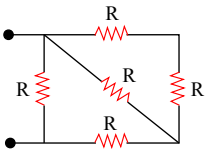
۱) ۱۴۴۰
۲) ۵۱۸۴۰۰
۳) ۱۴۴۰۰
۴) ۵۱۸۴۰

۶۴. اگر مقاومت رئوستا را روی ۶Ω تنظیم کرده باشیم و توان مصرفی آن P باشد، حداقل چند اهم آن را تغییر دهیم تا توان مصرفی آن $\frac{۲}{۳}P$ شود؟



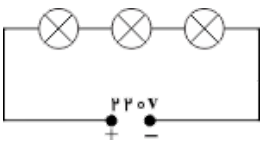
۱) ۱
۲) ۵
۳) ۱۰
۴) ۱۶

۶۵. در شکل زیر، اگر حداکثر توان قابل تحمل هر یک از مقاومت‌های یکسان برابر با $۱۲۰W$ باشد، حداکثر توانی را که می‌توان در این مدار مصرف کرد تا هیچ یک از مقاومت‌ها آسیب نبینند، چند وات است؟



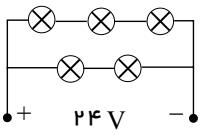
۱) ۷۵
۲) ۱۵۰
۳) ۱۹۲
۴) ۳۲۰

۶۶. در شکل مقابل، لامپ‌ها مشابه‌اند (مشخصات اسمی همه‌ی لامپ‌ها $۲۲۰V$ و ۱۲۰ وات است). توان مصرفی در مجموعه چند وات است؟



۱) ۳۶۰
۲) ۴۰
۳) ۱۲۰
۴) ۶۰

۶۷. لامپ‌های شکل زیر مشابه هستند. اگر اختلاف پتانسیل بین دو سر هر یک ۱۲ ولت باشد، توان ۶ وات مصرف می‌کند. در شکل زیر، توان مصرفی در مجموعه چند وات است؟ (مقاومت الکتریکی لامپ‌ها را ثابت در نظر بگیرید.)

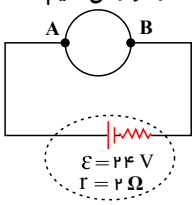


۱) ۱۸
۲) ۲۰
۳) ۳۰
۴) ۲۷

۶۸. لامپی با مشخصات $۲۲۰V$ و $۱۰۰W$ مفروض است. جریان عبوری از این لامپ در حالتی که توان مصرفی آن ۸۱ وات باشد، چند آمپر است؟ (دمای لامپ ثابت فرض شود.)

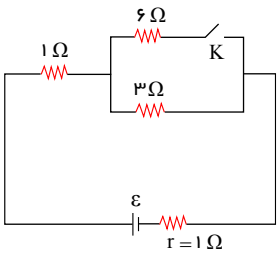
۱) $\frac{۹}{۲۲}$ ۲) $\frac{۵}{۱۱}$ ۳) $\frac{۸۱}{۲۲۰}$ ۴) $\frac{۵}{۹}$

۶۹. مطابق شکل زیر، سیم یک‌نواختی به مقاومت الکتریکی ۴۰ اهم را به صورت دایره‌ای در آورده و طوری در مدار قرار می‌دهیم که AB قطر دایره باشد. در این حالت توان مفید مولد چند وات خواهد شد؟



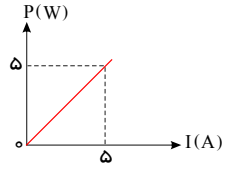
۱) ۱۰
۲) ۲۰
۳) ۳۰
۴) ۴۰

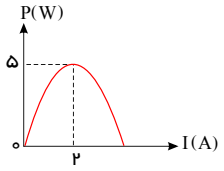
۷۰. در مدار شکل زیر، بابستن کلید K، توان مفید مولد نسبت به حالت اول چند برابر خواهد شد؟

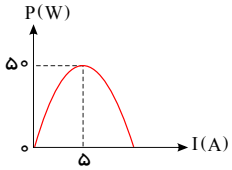


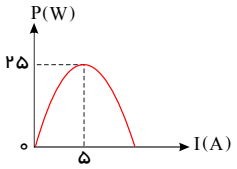
۱) $\frac{۲۵}{۱۶}$
۲) $\frac{۷۵}{۶۴}$
۳) $\frac{۵۵}{۱۶}$
۴) $\frac{۶۵}{۶۴}$

۷۱. مولدی با نیروی محرکه‌ی $\varepsilon = ۱۰V$ و مقاومت درونی $r = ۱\Omega$ را در یک مدار قرار می‌دهیم. اگر این مولد تنها مولد مدار باشد، نمودار توان خروجی مولد برحسب جریان گرفته شده از آن، مطابق کدام گزینه است؟

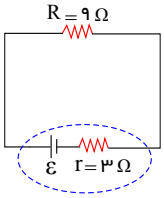
۱)


۲)


۳)


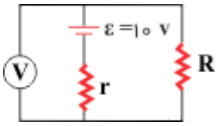
۴)


۷۲. در مدار شکل مقابل، توان خروجی مولد چند برابر توان تلف شده در آن است؟



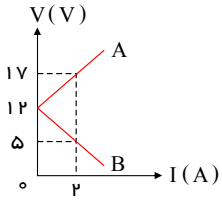
۱) ۱
۲) $\frac{۱}{۳}$
۳) $\frac{۱}{۳\sqrt{۳}}$
۴) ۳

۷۳. در شکل مقابل اگر ولت متر مقدار ۸ ولت را نشان دهد، چه کسری از توان کل باتری در مقاومت درونی آن تلف می‌شود؟



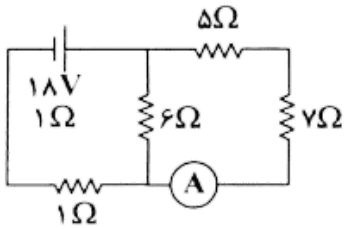
۱) $\frac{۱}{۱۰}$
۲) $\frac{۱}{۵}$
۳) $\frac{۲}{۵}$
۴) $\frac{۱}{۲۰}$

۷۴. در شکل مقابل، نمودار اندازه‌ی اختلاف پتانسیل دو سرمولدهای A و B بر حسب شدت جریان التریکی عبوری از آن ها در دمای ثابت رسم شده است. مقاومت درونی مولد A چند برابر مقاومت دورنی مولد B است؟



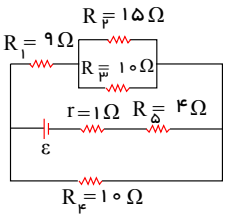
۱) ۱
۲) $\frac{۷}{۵}$
۳) $\frac{۵}{۷}$
۴) $\frac{۳}{۵}$

۷۵. در مدار شکل مقابل، آمپرسنج ایده‌آل چند آمپر را نشان می‌دهد؟



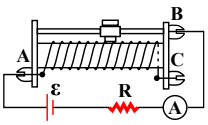
۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

۷۶. اگر شدت جریان گذرنده از $R_۱$ برابر ۰٫۴ آمپر باشد، نیروی محرکه‌ی باتری چند ولت است؟



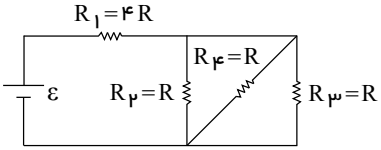
۱) ۹
۲) ۱۱
۳) ۱۵
۴) ۱۲

۷۷. اگر در مدار شکل زیر، لغزنده به سمت نقطه‌ی B حرکت کند، شدت جریانی که آمپرسنج ایده‌آل نشان می‌دهد، چگونه تغییر می‌کند؟



۱) ثابت می‌ماند.
۲) کاهش می‌یابد.
۳) افزایش می‌یابد.
۴) بسته به مقدار R، ممکن است کاهش یا افزایش یابد.

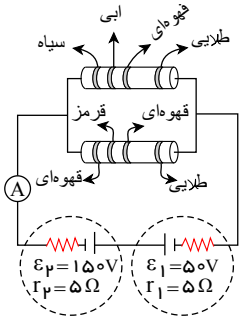
۷۸. در مدار شکل زیر، نسبت توان مصرفی در مقاومت $R_۱$ به توان مصرفی در مقاومت $R_۴$ کدام است؟



۱) ۱۲
۲) $\frac{۴}{۳}$
۳) ۳۶
۴) $\frac{۳}{۴}$

۷۹. در مدار شکل زیر که دارای دو مقاومت کربنی می‌باشد، عددی که آمپرسنج ایده‌آل نشان می‌دهد، برابر با چند آمپر است؟

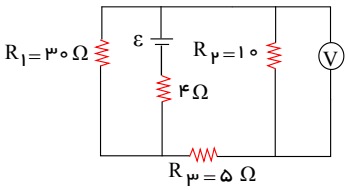
۱) ۲
۲) ۳
۳) ۴
۴) ۰٫۵



جدول اعداد مربوط به رنگ ها			
سیاه	قهوه‌ای	قرمز	آبی
۰	۱	۲	۶

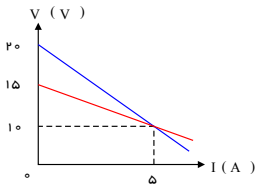
۸۰. در شکل مقابل اگر ولت‌سنج ایده‌آل مقدار ۵ ولت را نشان دهد، نیروی محرکه‌ی باتری ε چند ولت است؟

۱) ۵٫۵
۲) ۱۰٫۵
۳) ۱۸
۴) ۲۰



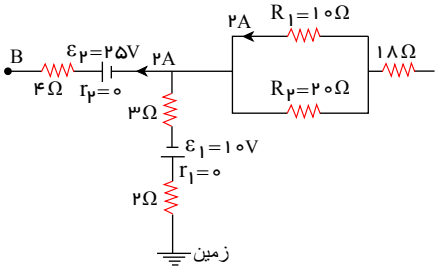
۸۱. نمودار تغییرات اختلاف پتانسیل بر حسب شدت جریان عبوری از دو مولد مطابق شکل زیر می‌باشد. اگر از هر مولد، یک پایانه‌ی ناهم‌نام را به‌هم وصل نموده و دو سر مجموعه را به یک مقاومت ۴ اهمی ببندیم، شدت جریان عبوری از مقاومت چند آمپر می‌شود؟

۱) ۲
۲) ۳
۳) ۵
۴) ۸



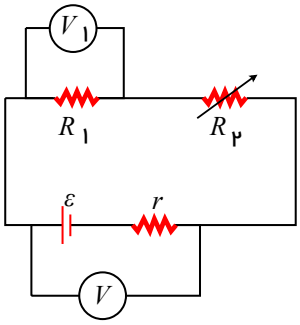
۸۲. در شکل زیر پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی B برابر با چند ولت است؟

۱) ۸
۲) ۱۲
۳) -۸
۴) -۱۲

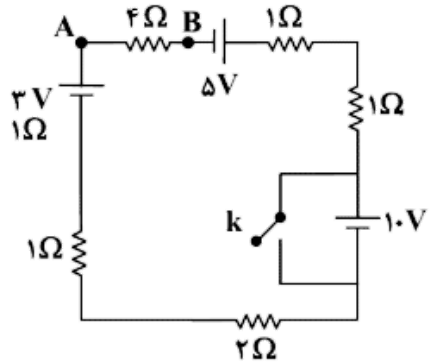


۸۳. در شکل مقابل اگر مقدار $R_۲$ کم شود، مقادیری که ولت‌مترها نشان می‌دهند چگونه تغییر می‌کند؟

۱) هر دو کم می‌شوند.
۲) $V_۱$ کم و V زیاد می‌شود.
۳) $V_۱$ زیاد و V کم می‌شود.
۴) هر دو زیاد می‌شوند.

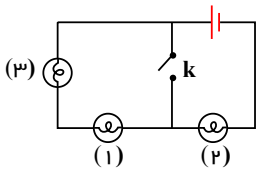


۸۴. در شکل مقابل، با وصل کلید k، اختلاف پتانسیل دو نقطه‌ی A و B چند ولت تغییر می‌کند؟



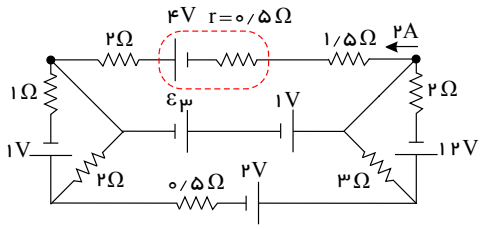
۱) صفر
۲) ۱٫۲
۳) ۲٫۴
۴) ۴

۸۵. اگر در مدار شکل زیر کلید k وصل شود، نور لامپ‌ها چگونه تغییر می‌کند؟



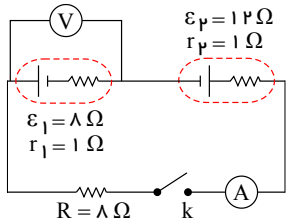
۱) هر سه لامپ پر نورتر می‌شوند.
۲) هر سه لامپ کم‌نورتر می‌شوند.
۳) لامپ‌های (۱) و (۳) خاموش و لامپ (۲) پر نورتر می‌شوند.
۴) لامپ (۲) خاموش و لامپ‌های (۱) و (۳) پر نورتر می‌شوند.

۸۶. در مدار شکل مقابل، نیروی محرکه‌ی مولد ε_3 چند ولت است؟



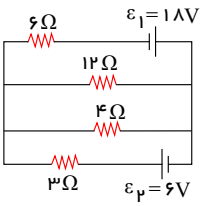
۱) ۱
۲) ۴
۳) ۳
۴) ۲

۸۷. در مدار شکل زیر، با بستن کلید k، اعدادی که آمپرسنج ایده‌آل و ولت‌سنج ایده‌آل نشان می‌دهند، به ترتیب از راست به چپ بر حسب واحدهای SI کدام است؟



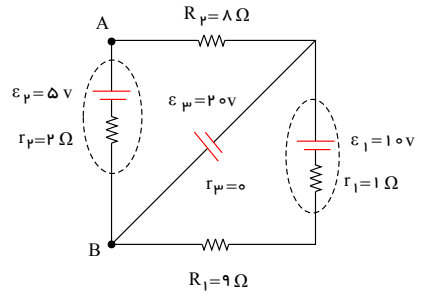
۱) ۸٫۴ , ۰٫۴
۲) ۷٫۶ , ۰٫۴
۳) ۱۰ , ۲
۴) ۶ , ۲

۸۸. در مدار شکل زیر، جریان عبوری از مقاومت 4Ω چند آمپر است؟



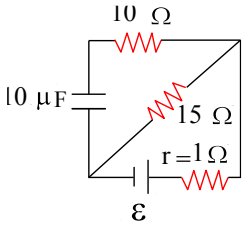
۱) ۰٫۴
۲) ۰٫۳
۳) ۰٫۲
۴) ۰٫۱

۸۹. در مدار شکل زیر، اندازه‌ی اختلاف پتانسیل بین دو نقطه‌ی A و B چند ولت است؟



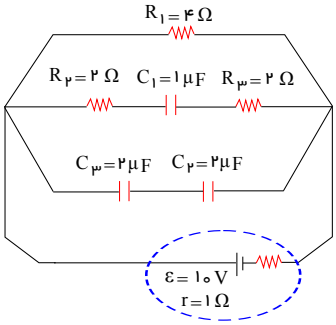
۱) صفر
۲) ۵
۳) ۱۰
۴) ۱۵

۹۰. اگر بار خازن، $q = ۳۰۰\mu C$ باشد، نیروی محرکه ی باتری چند ولت است؟



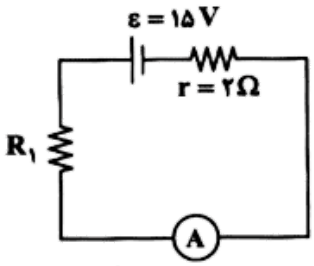
۱) ۳۰
۲) ۳۲
۳) ۳۳
۴) ۲۷

۹۱. در مدار شکل زیر، بارالکتریکی ذخیره شده در خازن $C_۱$ چند برابر بار الکتریکی ذخیره شده در خازن $C_۲$ می‌باشد؟



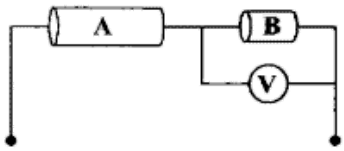
۱) ۱
۲) $\frac{۱}{۲}$
۳) $\frac{۱}{۴}$
۴) ۴

۹۲. در شکل مقابل، در دمای صفر درجه ی سلسیوس جریان مدار ۶۰۰ میلی آمپر است. اگر دمای باتری ثابت باشد و دمای رسانای $R_۱$ برابر $۱۰۰۰^{\circ}C$ شود. جریان مدار نسبت به حالت قبل ۱۰۰ میلی آمپر تغییر می کند. ضریب دمایی مقاومت ویژه ی این رسانا چند $K^{-۱}$ است؟



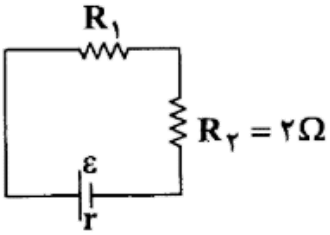
۱) $\frac{۱}{۹۲۰۰}$
۲) $\frac{۱}{۶۴۰۰}$
۳) $\frac{۱}{۳۲۰۰}$
۴) $\frac{۱}{۴۶۰۰}$

۹۳. در شکل مقابل، دو رسانای A و B هم جنس و هم دما هستند و قطر آنها به ترتیب ۶ میلیمتر و ۴ میلی متر و طول های آنها به ترتیب ۱۵ سانتیمتر و ۵ سانتیمتر است. اگر اختلاف پتانسیل دو سر مجموعه ۳۵ ولت باشد، ولت متر چند ولت را نشان می دهد؟



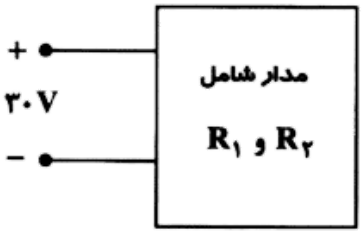
۱) ۱۵
۲) ۱۴
۳) ۲۱
۴) ۲۰

۹۴. در مدار مقابل،مقاومت R_1 را به تدریج از 0Ω ۱۰ به 2Ω کاهش می‌دهیم. در این مدت توان مصرفی در مقاومت‌های مدار، ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد. مقاومت r، کدام‌یک از گزینه‌های زیر نمی‌تواند باشد؟



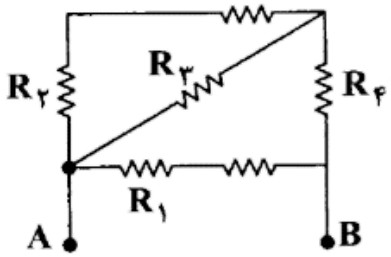
۱) ۱۱
۲) ۱۰
۳) ۵
۴) ۴

۹۵. اگر $R_1 = 20\Omega$ و توان مصرفی در مدل شکل مقابل که از اتصال R_1 و R_2 به یکدیگر تشکیل شده است، برابر ۶۰ وات باشد، جریان گذرنده از R_2 چند آمپر است؟



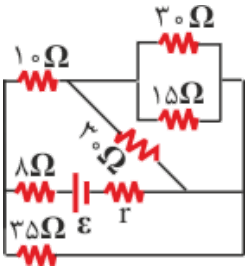
۱) $\frac{1}{2}$
۲) ۲
۳) $\frac{3}{2}$
۴) $\frac{5}{2}$

۹۶. در شکل مقابل، مقاومتها مشابه‌اند. با افزایش ولتاژ دو سر مدار $(V_A - V_B)$، کدام‌یک از مقاومت‌ها زودتر از بقیه آسیب می‌بینند؟



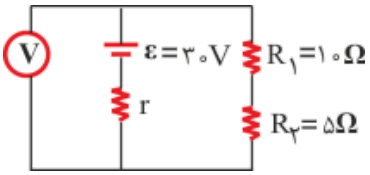
۱) R_1
۲) R_2
۳) R_3
۴) R_4

۹۷. در شکل مقابل، اگر شدت جریان گذرنده از مقاومت ۱۵ اهمی برابر ۰٫۲ آمپر باشد، شدت جریان گذرنده از باتری چند آمپر است؟



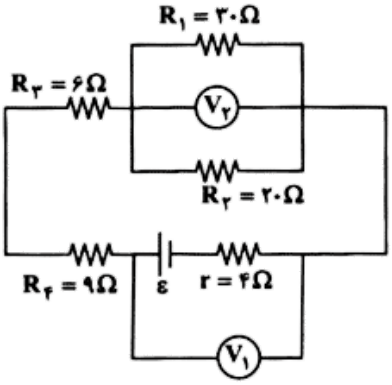
۱) ۰٫۴
۲) ۰٫۸
۳) ۰٫۶
۴) ۱

۹۸. اگر توان مصرفی در R_2 سه برابر توان مصرفی در مقاومت درونی مولد (توان تلف شده در مقاومت درونی) باشد، ولت متر چند ولت را نشان می دهد؟ (از ولت سنج جریانی نمی گذرد.)



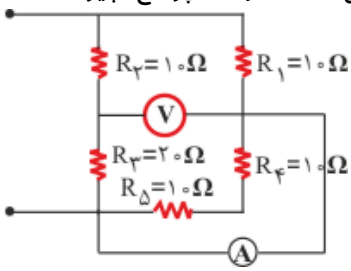
۱) ۱۸
۲) ۲۲
۳) ۲۷
۴) ۲۵

۹۹. اگر ولت سنج V_1 مقدار ۳۶ ولت را نشان دهد، ولت سنج V_2 چند ولت نشان می دهد؟ (هر دو ولت سنج ایده آل هستند.)



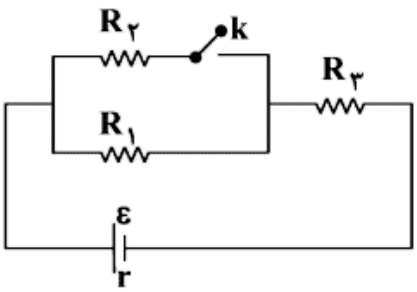
۱) ۱۲
۲) ۱۸
۳) ۲۴
۴) ۱۶

۱۰۰. اگر آمپرسنج شدت جریان ۰٫۶ آمپر را نشان دهد، ولت متر چند ولت را نشان می دهد؟ (مقاومت آمپرسنج ناچیز است.)



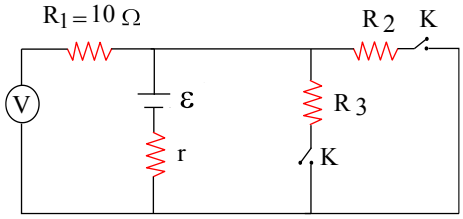
۱) ۶
۲) ۲
۳) ۸
۴) ۴

۱۰۱. در مدار مقابل، با وصل کردن کلید k، توان مصرفی مقاومت‌های R_3 و R_1 به ترتیب از راست به چپ:



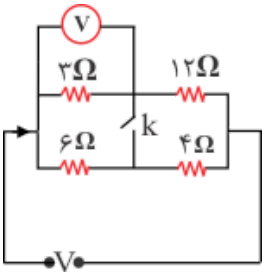
۱) افزایش می‌یابد – کاهش می‌یابد
۲) کاهش می‌یابد – افزایش می‌یابد
۳) افزایش می‌یابد – افزایش می‌یابد
۴) کاهش می‌یابد – کاهش می‌یابد

۱۰۲. در شکل مقابل، $R_2 = R_3$ است. وقتی هر دو کلید باز هستند، ولت متر ایده آل عدد ۱۲ ولت را نشان می دهد و وقتی یکی از کلیدها بسته و دیگری باز است، ولت متر عدد ۱۰ ولت را نشان می دهد. اگر هر دو کلید بسته شوند، ولت متر چند ولت را نشان می دهد؟



۱) ۲
۲) ۳
۳) $\frac{۶۰}{۷}$
۴) $\frac{۲۰}{۳}$

۱۰۳. در شکل مقابل، باتری بدون مقاومت درونی است. نسبت اعدادی که ولت متر نشان می دهد، قبل از وصل کلید به بعد از وصل کلید کدام است؟



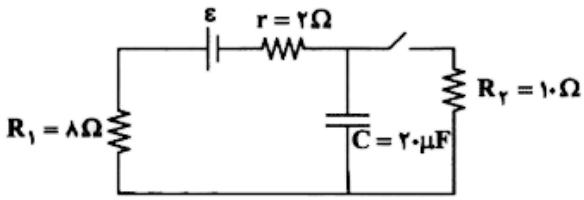
۱) $\frac{۳}{۱۵}$

۲) $\frac{۳}{۲}$

۳) ۲

۴) $\frac{۱}{۲}$

۱۰۴. در مدار شکل مقابل با بستن کلید، بار خازن ۱۵۰ میکرو کولن تغییر می کند. نیروی محرکه ی باتری (ε) چند ولت است؟



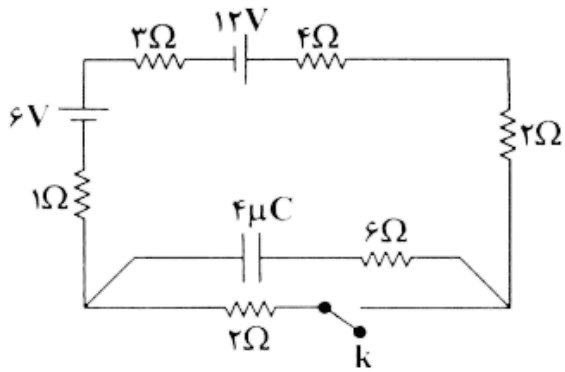
۱) ۱۰

۲) ۲۰

۳) ۱۵

۴) ۲۵

۱۰۵. در شکل مقابل، اگر کلید k را ببندیم، بار ذخیره شده روی خازن، چند میکروکولن و چگونه تغییر می‌کند؟



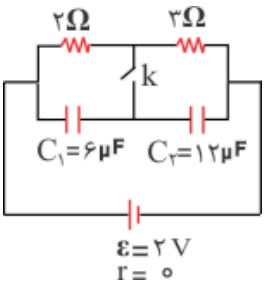
۱) ۶۰, کاهش

۲) ۶۰, افزایش

۳) ۰

۴) ۱۲, کاهش

۱۰۶. در شکل مقابل، با وصل کلید، بار ذخیره شده در خازن $C_۲$ چند میکروکولن تغییر می کند؟



۱) صفر

۲) $۶/۴\mu C$

۳) $۸\mu C$

۴) $۹/۶\mu C$

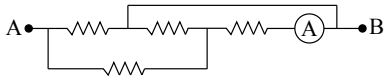
۱۰۷. سه مقاومت $R_۱ = R_۲ = ۳۰\Omega$ و $R_۳$ را به یکدیگر متصل کرده، دو سر مجموعه را به اختلاف پتانسیل ۱۲ ولت متصل می نماییم و از مجموعه‌ی شدت جریان $\frac{۱}{۲}$ آمپر عبور می کند. اگر توان مصرفی در $R_۱$ و $R_۲$ برابر نباشد، $R_۳$ چند اهم است؟

۱) ۹۰ ۲) ۱۲۰ ۳) ۱۵۰ ۴) ۶۰

۱۰۸. استوانه‌های رسانای A و B هم‌جنس هستند و جرم A دو برابر جرم B و طول A شش برابر طول B است. اگر اختلاف پتانسیل دو سر استوانه‌ها مساوی باشد، شدت جریان گذرنده از B چند برابر A است؟

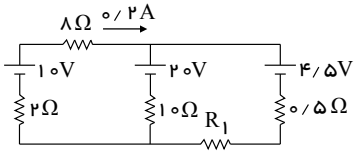
۱) ۳۶ ۲) ۱۲ ۳) ۹ ۴) ۱۸

۱۰۹. در شکل مقابل، همه‌ی مقاومت‌ها ۳۰ اهم هستند. اگر آمپرسنج ۰٫۴ آمپر را نشان دهد، اختلاف پتانسیل بین دو سر مدار (نقاط B, A) چند ولت است؟



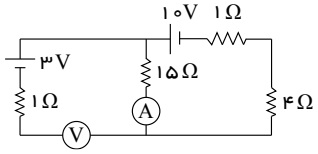
۱) ۱۶
۲) ۲۴
۳) ۳۲
۴) ۳۶

۱۱۰. در مدار شکل مقابل، مقدار مقاومت R_1 چند اهم است؟



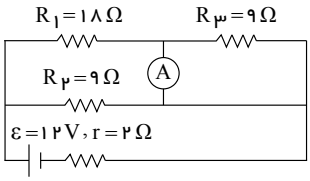
۱) ۲٫۵
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۱٫۵

۱۱۱. در شکل مقابل، ولت‌سنج و آمپرسنج ایده‌آل چه اعدادی را نشان می‌دهند؟



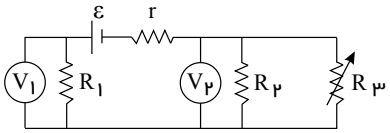
۱) $V = ۱۰٫۵V \ , \ I = ۱A$
۲) $V = ۴٫۵V \ , \ I = ۱A$
۳) $V = ۴٫۵V \ , \ I = ۰٫۵A$
۴) $V = ۱۰٫۵V \ , \ I = ۰٫۵A$

۱۱۲. در شکل مقابل، آمپرسنج ایده‌آل چند آمپر را نشان می‌دهد؟



۱) ۱
۲) ۱٫۵
۳) ۰٫۵
۴) ۰٫۷۵

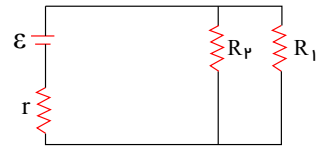
۱۱۳. در شکل مقابل، اگر مقدار مقاومت R_3 افزایش یابد، مقادیری که ولت‌سنج‌های V_1 و V_2 نشان می‌دهند؛ چه تغییری می‌کند؟



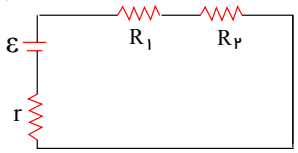
۱) V_1 و V_2 زیاد می‌شوند.
۲) V_1 زیاد و V_2 کم می‌شود.
۳) V_1 و V_2 کم می‌شوند.
۴) V_1 کم و V_2 زیاد می‌شود.

۱۱۴. مقاومت‌های R_1 و R_2 هر کدام ۱۰ اهم هستند. اگر توان مصرفی در مقاومت R_1 در دو شکل برابر باشد، مقاومت درونی باتری چند اهم است؟

(الف)

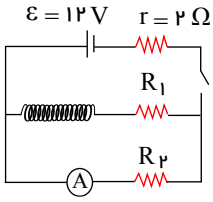


(ب)



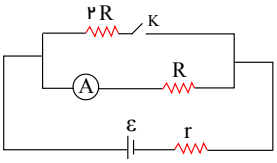
۱) ۱۰
۲) ۲
۳) $\frac{۵}{۲}$
۴) ۵

۱۱۵. در شکل مقابل، مقاومت سیم‌لوله ناچیز و $R_1 = R_2 = ۱۰\Omega$ است. اگر کلید بسته شود، شدت جریان گذرنده از آمپرسنج آرمانی بلافاصله بعد از بستن کلید، I_1 و مدت طولانی پس از آن، I_2 می‌شود. I_1 و I_2 چند آمپر هستند؟



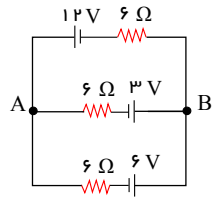
۱) $I_1 = ۱A$ و $I_2 = ۱A$
۲) $I_1 = \frac{۶}{۷}A$ و $I_2 = \frac{۶}{۷}A$
۳) $I_1 = \frac{۶}{۷}A$ و $I_2 = ۱A$
۴) $I_1 = ۱A$ و $I_2 = \frac{۶}{۷}A$

۱۱۶. در شکل مقابل اگر پس از بستن کلید K، جریان آمپرسنج ۲۰ درصد کاهش یابد، جریان عبوری از مولد چند درصد افزایش می‌یابد؟



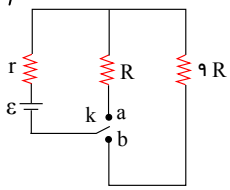
۱) ۲۰
۲) ۴۰
۳) ۶۰
۴) ۸۰

۱۱۷. در مدار شکل مقابل، اختلاف پتانسیل دو نقطه‌ی A و B چند ولت است؟



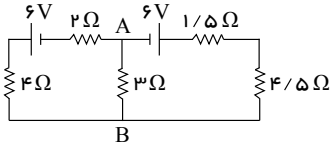
۱) ۱
۲) ۲
۳) ۵
۴) ۳

۱۱۸. در مدار مقابل، اگر کلید K را در هر یک از موقعیت‌های a وb قرار دهیم، در توان مفید باتری تغییری ایجاد نمی‌شود. نسبت $\frac{R}{r}$ کدام است؟



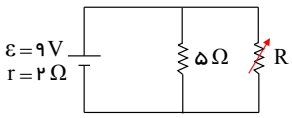
۱) $\frac{۱}{۳}$
۲) $\frac{۱}{۹}$
۳) ۳
۴) ۹

۱۱۹. در مدار شکل مقابل، اختلاف پتانسیل نقاط A و B چند ولت است؟



۱) ۱۲
۲) ۶
۳) ۴٫۵
۴) ۳

۱۲۰. در مدار مقابل، با کاهش مقاومت R از ۲۰Ω به ۱Ω، توان مفید باتری (خروجی) .....



۱) همواره زیاد می‌شود.
۲) ابتدا کم و سپس زیاد می‌شود.
۳) همواره کم می‌شود.
۴) ابتدا زیاد و سپس کم می‌شود.

تاریخ : وقت : دقیقه

نام و نام خانوادگی : تعداد سوالات: ۱۲۰

فیزیک ۳ فصل ۳ : جریان الکتریکی

دبیرستان سلام تجریش

۱.گزینه ۳ باتوجه به متن کتاب درسی، چنان‌چه میدان الکتریکی به یک قطعه‌ی فلزی اعمال کنیم. حرکت کاتوره‌ای الکترون‌ها قدری تغییر می‌کند و با سرعتی موسوم به سرعت سوق در خلاف جهت میدان درون رسانا حرکت می‌کنند.

۲.گزینه ۲

$$\bar{I}=\frac{\Delta q}{\Delta t}\Rightarrow\frac{\Delta q}{۶۰}\Rightarrow\Delta q=۷۲۰(c)$$

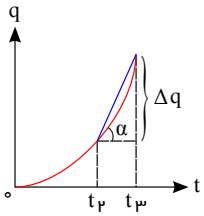
نکته: بار الکتریکی کمیتی کوآنتومی (گسسته) است، یعنی همواره مضربی از بار یک الکترون ($۱/۶\times۱۰^{-۱۹}(c)$) است.

$$\Delta q=n|e^{-}|\Rightarrow ۷۲۰=n\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹}(c)\Rightarrow n=\frac{۷۲۰}{۱/۶\times۱۰^{-۱۹}}\Rightarrow n=۴/۵\times۱۰^{+۲۱}$$

۳.گزینه ۱ مساحت بین نمودار شدت جریان با محور زمان، برابر با بار الکتریکی گذرنده از هر مقطع مدار است و می‌توان نوشت:

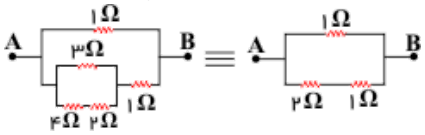
$$\begin{cases} q=۲۵۰۰\ mAh \\ q=S \xrightarrow{I=۰/۵\times۱۰۰۰=۵۰۰mA} \end{cases} ۲۵۰۰=\frac{۵۰۰\times t}{۲}\Rightarrow t=۱۰\ h$$

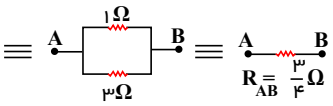
۴.گزینه ۳

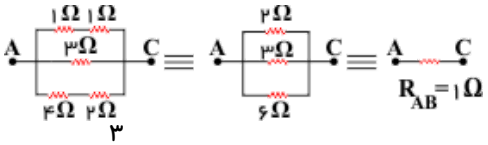


طبق رابطه‌ی $\bar{I}=\frac{\Delta q}{\Delta t}$ ، شدت جریان متوسط برابر شیب نمودار $q-t$ است و هرچه شیب خط واصل بین دو نقطه ی روی نمودار $q-t$ بیش‌تر باشد، شدت جریان متوسط عبوری نیز بیش‌تر است. در نمودار رسم شده بیش‌ترین شیب مربوط به خط واصل بین $t_۲$ تا $t_۳$ است.

۵.گزینه ۴ مطابق شکل‌های زیر، با توجه به متوالی یا موازی بودن مقاومت‌ها، مدار را در چند مرحله ساده‌تر می‌کنیم:



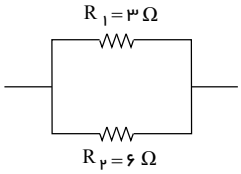




بنابراین داریم:

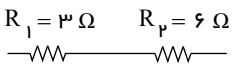
$$\frac{R_{AB}}{R_{AC}}=\frac{\frac{۳}{۴}}{۱}=\frac{۳}{۴}$$

۶.گزینه ۴ موازی:



$$\Longrightarrow \quad R_{۱,۲}=\frac{R_۱\times R_۲}{R_۱+R_۲}=\frac{۳\times ۶}{۳+۶}=۲\Omega$$

سری:



$$\Rightarrow R'_{۱,۲}=R_۱+R_۲=۹\Omega$$

$$\Rightarrow \frac{R_{(۱,۲)}}{R'_{(۱,۲)}}=\frac{۲}{۹}$$

۷.گزینه ۴ دماسنج‌های مقاومتی می‌توانند در دماهای بسیار بالا و بسیار پایین و با دقت بالا دما را اندازه بگیرند.

۸.گزینه ۱

$$R=\frac{V}{I}\Rightarrow R=\frac{۲/۵}{۵}\Rightarrow R=۰/۵\Omega$$

$$R=\rho\frac{l}{A}\Rightarrow \rho=\frac{RA}{l}=\frac{۰/۵\times ۱\times ۱۰^{-۶}}{۱}=۰/۵\times ۱۰^{-۶}\Omega\cdot m$$

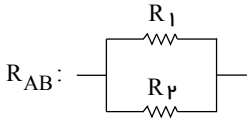
۹.گزینه ۴ نکته: اگر طول یک سیم رسانا (میله) که جرم یا حجم آن ثابت است را n برابر کنیم، سطح مقطع آن $\frac{۱}{n}$ برابر می‌شود.

باتوجه به نکته بالا کشیدن میله به حدی که طول آن دو برابر شود، سطح مقطع میله نصف می‌شود، پس اگر در این حالت میله را نصف کنیم، می‌توان گفت در واقع طول آن تغییر نکرده است و فقط سطح مقطع میله نصف شده است و بنابر رابطه $R=\rho\frac{۱}{A}$ نتیجه می گیریم که مقاومت آن، دو برابر می‌شود.

۱۰.گزینه ۱ می‌دانیم $R=\frac{\rho L}{A}$ است، پس مقاومت با طول سیم رابطه‌ی مستقیم دارد.

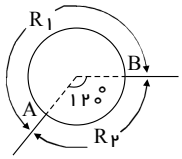
$$\frac{R_۲}{R_{کل}}=\frac{۱۲۰^\circ}{۳۶۰^\circ}\Rightarrow \frac{R_۲}{۱۸۰\Omega}=\frac{۱}{۳}\Rightarrow R_۲=۶۰\Omega$$

$$R_۱=R_{کل}-R_۲=۱۸۰-۶۰=۱۲۰\Omega$$



بنابراین مقاومت معادل مدار برابر است با:

$$R_t=\frac{۱۲۰\times ۶۰}{۱۲۰+۶۰}=۴۰\Omega$$



۱۱.گزینه ۳ با توجه به نمودار، مشخص است که با افزایش دما، مقاومت جسم کاهش یافته است. این نشان می‌دهد ضریب دمایی مقاومت ویژه‌ی این جسم که می‌تواند نیمرسانا باشد، یک عدد منفی است. بنابراین با استفاده از رابطه‌ی مقاومت با دما، می‌توان نوشت:

$$R_۲=R_۱(۱+\alpha\Delta\theta)\rightarrow$$

$$۰/۹R_۰=R_۰(۱+\alpha\times ۲۰۰)\Rightarrow ۰/۹=۱+۲۰۰\alpha\Rightarrow \alpha=-۵\times ۱۰^{-۴}K^{-۱}$$

۱۲.گزینه ۴ ابتدا مقاومت یک متر از سیم را در دمای ۲۰ درجه‌ی سلسیوس حساب می‌کنیم، سپس مقاومت ۵ متر از آن را در همان دما به‌دست می‌آوریم:

$$R_۲=R_۱(۱+\alpha\Delta\theta)$$

$$\xrightarrow[\alpha=۴\times ۱۰^{-۴}\frac{۱}{^\circ C}]{R_۱=۲۰\Omega\,,\,\Delta\theta=۲۰-۱۲۰=-۱۰۰^\circ C} R_۲=۲۰\times[۱+۴\times ۱۰^{-۴}\times(-۱۰۰)]\Rightarrow R_۲=۱۹/۲\Omega$$

مقاومت یک متر از سیم در دمای $۲۰^\circ C$ برابر با $۱۹/۲\Omega$ است، بنابراین طبق رابطه‌ی $R=\frac{\rho l}{A}$ مقاومت ۵ متر از آن در دمای $۲۰^\circ C$ برابر

$۱۹/۲\times ۵=۹۶\Omega$ است.

۱۳.گزینه ۴ اعدادی که روی لامپ نوشته شده‌اند، مربوط به توان اسمی و ولتاژ اسمی آن بوده و به کمک آن ها می‌توانیم مقاومت لامپ را در حالت روشن به‌دست آوریم:

$$P=\frac{V^{۲}}{R}\Rightarrow ۱۰۰=\frac{۲۲۰^{۲}}{R}\Rightarrow R=۴۸۴\Omega$$

حال به کمک رابطه‌ی $R=R_{۰}(۱+\alpha\Delta T)$ داریم:

$$R=R_{۰}(۱+\alpha\Delta T)\Rightarrow ۴۸۴=۴۴(۱+۵\times ۱۰^{-۳}\times\Delta T)$$
$$\frac{۴۸۴}{۴۴}-۱=۵\times ۱۰^{-۳}\times\Delta T\Rightarrow\Delta T=۲۰۰۰^{\circ}K$$

چون $\Delta T=\Delta\theta$ پس داریم:

$$\Delta\theta=\theta_{۲}-\theta_{۱}\Rightarrow ۲۰۰۰=\theta_{۲}-۱۰\Rightarrow\theta_{۲}=۲۰۱۰^{\circ}C$$

۱۴.گزینه ۲

ابتدا با استفاده از قانون اهم، جریان عبوری از سیم را به دست می‌آوریم:

$$I=\frac{V}{R}\Rightarrow I=\frac{۰/۴}{۵}=۰/۰۸\,A$$

حال با استفاده از رابطه‌های $q=It$, $q=n|e^{-}|$ داریم:

$$It=n|e^{-}|\Rightarrow n=\frac{It}{|e^{-}|}=\frac{۰/۰۸\times۵\times۶۰}{۱/۶\times ۱۰^{-۱۹}}\Rightarrow n=۱/۵\times ۱۰^{۲۰}$$

۱۵.گزینه ۴

$$V=(R_{۱}+R_{۲})I$$
$$۵=(۱۰+R_{۲})\frac{۲}{۱۰۰۰}\Rightarrow ۲۵۰۰=۱۰+R_{۲}=R_{۲}=۲۴۹۰\Omega$$

۱۶.گزینه ۱ با استفاده از تعریف مقاومت کربنی ابتدا اندازه این مقاومت را بدست می‌آوریم:

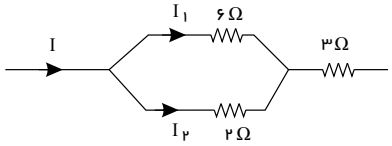
$$R=\overline{ab}\times ۱۰^{n}\xrightarrow[n=۶]{a=۱,\,b=۵}R=۱۵\times ۱۰^{۶}\Omega$$

مطابق قانون اهم داریم:

$$I=\frac{V}{R}=\frac{۴۵}{۱۵\times ۱۰^{۶}}=۳\times!۰^{-۶}A=۳\times ۱۰^{-۳}mA$$

۱۷.گزینه ۳

باتوجه به اینکه ولتاژ دو سر مقاومت‌های موازی با هم برابر است، داریم:



$$V_{۱}=V_{۲}\Rightarrow I_{۱}\times۶=I_{۲}\times۲\Rightarrow I_{۲}=۳I_{۱}$$
$$\begin{cases}I_{۲}=۳I_{۱}\\ I_{۱}+I_{۲}=I\end{cases}\Rightarrow I_{۱}=\frac{I}{۴}\ ,\ I_{۲}=\frac{۳}{۴}I$$

چون در شاخه‌ی بالایی مقاومت ۲Ω و ۴Ω متوالی هستند، بنابراین جریان عبوری از آن‌ها برابر و مساوی $\frac{I}{۴}$ است و داریم:

$$\frac{V_{۴}}{V_{۳}}=\frac{R_{۴}I_{۱}}{R_{۳}I}=\frac{۴\times\frac{I}{۴}}{۳\times I}=\frac{۱}{۳}$$

۱۸.گزینه ۴

$$(۱۵+۲۵)I_{۱}=(۱۲+۸)I_{۲}\Rightarrow I_{۲}=۲I_{۱}$$
$$\begin{cases}P_{۸}=۸I_{۲}^{۲}=۸(۲I_{۱})^{۲}=۳۲I_{۱}^{۲}\\ P_{۲۵}=۲۵I_{۱}^{۲}\end{cases}\Rightarrow\frac{P_{۸}}{P_{۲۵}}=\frac{۳۲}{۲۵}$$

۱۹.گزینه ۱ ابتدا با استفاده از رابطه‌ی $R=\rho\frac{L}{A}$، اندازه‌ی مقاومت را حساب می‌کنیم:

$$R=\rho\frac{L}{A}\xrightarrow{A=\pi r^{۲}}R=۱/۶۸\times ۱۰^{-۸}\times\frac{۰/۲}{۳(۰/۲\times ۱۰^{-۳})^{۲}}\Rightarrow R=۲۸\times ۱۰^{-۳}\Omega$$

اکنون توان مصرفی مقاومت مسی برابر است با:

$$P=\frac{V^{۲}}{R}=\frac{(۱/۴)^{۲}}{۲۸\times ۱۰^{-۳}}=۷۰W$$

۲۰.گزینه ۴ انرژی الکتریکی مصرف شده از رابطه $U=pt$ بدست می‌آید.

$$P=۱۵۰۰W=۱/۵KW \quad , \quad ۱\min=\frac{۱}{۶۰}h$$

$$U=pt=۱/۵\times\frac{۱}{۶۰}=\%۲۵KWh$$

۲۱.گزینه ۳

$$P=VI\Rightarrow ۱۱۰=۲۲۰\times I\Rightarrow I=۰/۵A$$
$$q=It\Rightarrow ۱۰Ah=۰/۵\times t\Rightarrow t=۲۰h$$

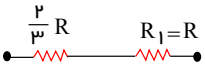
۲۲.گزینه ۲ چون بخاری به اختلاف پتانسیل اسمی خود وصل شده است، پس توان اسمی خود را مصرف می‌کند. با استفاده از رابطه‌ی $U=Pt$، داریم:

$$U=۱۵۰۰\times ۱۰^{-۳}=۱/۵\ kW$$

حال با توجه به این که هر ساعت شامل ۶۰ دقیقه است، برای محاسبه‌ی انرژی الکتریکی مصرف شده در هر دقیقه (U') می‌توان نوشت:

$$U'=\frac{۱/۵}{۶۰}=\frac{۱}{۴۰}\ kWh$$

۲۳.گزینه ۲ در اتصال متوالی مقاومت‌ها، جریان الکتریکی ثابت است. بنابراین با توجه به رابطه‌ی $P=RI^{۲}$ می‌توان نوشت:



$$I_{\text{کل}}=I_{۱}\Rightarrow\frac{P_{\text{کل}}}{R_{\text{کل}}}=\frac{P_{۱}}{R_{۱}}\Rightarrow\frac{۱۶۰}{\frac{۵}{۳}R}=\frac{P_{۱}}{R}\Rightarrow P_{۱}=\frac{۳}{۵}\times ۱۶۰=۹۶W$$

۲۴.گزینه ۳ افت پتانسیل در مولد برابر Ir و اختلاف پتانسیل دو سر آن برابر با $\varepsilon-rI$ است.

داریم:

$$\varepsilon-rI=۷rI\Rightarrow\varepsilon=۸rI\ \ (۱)$$

$$\frac{\text{توان تولیدی باتری}}{\text{توان تلف شده در باتری}}=\frac{\varepsilon I}{rI^{۲}}=\frac{\varepsilon}{rI}\xrightarrow{(۱)}\frac{۸rI}{rI}=۸$$

۲۵.گزینه ۳ ابتدا مقاومت لامپ را حساب می‌کنیم.

$$P=\frac{V^{۲}}{R}\Rightarrow R=\frac{V^{۲}}{P}=\frac{۱۰۰}{۲۰}=۵\Omega$$

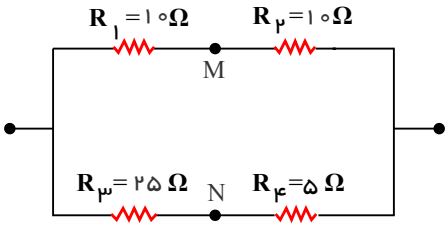
سپس جریان مدار را به دست می‌آوریم:

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}=\frac{۱۰}{۵+۰}=۲A$$
$$q=It\Rightarrow ۸۴Ah=۲A\times t\Rightarrow t=۴۲h$$

۲۶.گزینه ۳

$$RT=R_{۴}+(R_{۳}||(R_{۱}+R_{۲}))=۲۰+\frac{۳۰\times ۶۰}{۹۰}=۴۰\Omega$$
$$I_{t}=\frac{\varepsilon}{r+RT}=\frac{۹}{۵+۴۰}=\frac{۲}{۱۰}A$$
$$R_{۳}=\frac{۱}{۲}R_{۱,۲} \ , \ V_{۳}=V_{۱,۲}\Rightarrow I_{۳}=۲I_{۱,۲}=\frac{۲}{۳}IT=\frac{۴}{۳۰}A=\frac{۲}{۱۵}A$$

۲۷.گزینه ۴



$$(R_۱ + R_۲)I_۱ = (R_۳ + R_۴)I_۲$$

$$\Rightarrow ۲۰ \times ۰/۶ = ۳۰ I_۲ \Rightarrow I_۲ = ۰/۴\ A$$

$$V_M + R_۱ I_۱ - R_۳ I_۲ = V_N$$

$$\Rightarrow V_M + (۱۰ \times ۰/۶) - (۲۵ \times ۰/۴) = V_N$$

$$V_M + ۶ - ۱۰ = V_N \Rightarrow V_M - V_N = ۴V$$

۲۸.گزینه ۲ از نقطه‌ی A و در جهت جریان پیش می‌رویم و اختلاف پتانسیل دو سر اجزای مدار را جمع جبری می‌کنیم:

$$V_A - IR_۱ - \varepsilon_۲ - Ir_۲ - IR_۲ - Ir_۱ + \varepsilon_۱ = V_A$$

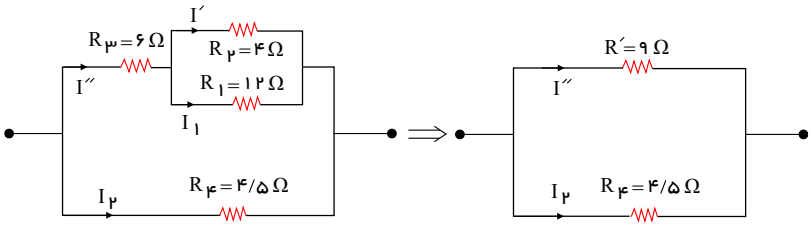
$$\Rightarrow -۱ \times ۲ - \varepsilon_۲ - ۱ \times ۰/۵ - ۱ \times ۱/۵ - ۱ \times ۱ + ۱۲ = ۰ \Rightarrow \varepsilon_۲ = ۷\ V$$

۲۹.گزینه ۲ چون $R_۱$ نصف $R_۲$ است در نتیجه $I_۱$، ۲ برابر $I_۲$ است.

$$\begin{cases} q = ne \\ q = It \end{cases} \Rightarrow ne = It \Rightarrow I = \frac{ne}{t} \xrightarrow{tA=tB} \frac{nA}{nB} = \frac{IA}{IB} = ۲$$

۳۰.گزینه ۲ با ساده کردن مدار داریم:

$$R' = R_۳ + \frac{R_۱ R_۲}{R_۱ + R_۲} = ۶ + \frac{۱۲ \times ۴}{۱۲ + ۴} = ۹\ \Omega$$



در مقاومت‌های موازی جریان به نسبت عکس مقاومت‌ها توزیع می‌شود چون $R_۲ = \frac{۱}{۳} R_۱$ است پس جریان عبوری از $R_۲$ سه برابر جریان عبوری از $R_۱$ است، یعنی $I' = ۳I_۱$ در نتیجه:

$$I'' = I' + I_۱ = ۳I_۱ + I_۱ = ۴I_۱$$

اکنون با توجه به این‌که مقاومت معادل شاخه‌ی بالا R' موازی با $R_۴$ است داریم:

$$V_۱ = V_۲ \Rightarrow I'' R' = I_۲ R_۴ \Rightarrow ۴I_۱ \times ۹ = I_۲ \times ۴/۵ \Rightarrow I_۲ = ۸I_۱$$

۳۱.گزینه ۱ ابتدا جریان عبوری از شاخه‌ی AB را به دست می‌آوریم. با توجه به قانون شدت جریان‌ها برای گره‌ی A، داریم:

$$\sum I_A = ۰ \Rightarrow I_۱ + I_۲ - I = ۰ \Rightarrow ۲ + ۱/۵ - I = ۰ \Rightarrow I = ۳/۵A$$

حال اگر از نقطه‌ی A به طرف نقطه‌ی B حرکت کنیم و اختلاف پتانسیل دو سر اجزای مدار را با هم جمع جبری کنیم، خواهیم داشت:

$$V_A - IR_۲ + \varepsilon_۲ - IR_۵ = V_B$$

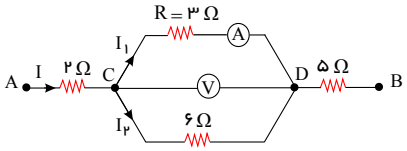
$$\Rightarrow V_A - V_B = ۳/۵ \times ۱ - ۶ + ۳/۵ \times ۳ \Rightarrow V_A - V_B = ۸V$$

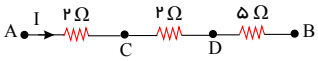
۳۲.گزینه ۲

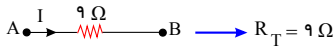
ولت‌سنج ایده‌آل، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R و آمپرسنج ایده‌آل، جریان عبوری از آن‌را نشان می‌دهد. بنابراین با استفاده از قانون اهم داریم:

$$V = IR \Rightarrow ۶ = ۲R \Rightarrow R = ۳\Omega$$

حال مطابق شکل‌های زیر، مقاومت معادل بین دو نقطه‌ی A و B را تعیین می‌کنیم.







در نهایت با استفاده از قانون اهم می‌توان نوشت:

$$\frac{V_{AB}}{V_{AC}} = \frac{IR_T}{IR_{AC}} = \frac{۹}{۲} = ۴٫۵$$

۳۳.گزینه ۱ با توجه به این که لامپ‌ها کاملاً مشابه هستند، لذا از هر لامپی که جریان بیش‌تری عبور نماید، نورش بیش‌تر خواهد بود. با توجه به مدار، چون لامپ A به صورت متوالی در شاخه‌ی اصلی بسته شده است، از آن جریان بیش‌تری عبور می‌کند و پُر نورتر است و چنانچه لامپ D بسوزد و از مدار خارج شود، به علت موازی قرار گرفتن در مدار، در خاموش شدن لامپ‌های دیگر تأثیری ندارد. اگر هر یک از لامپ‌های دیگر را از مدار خارج نماییم (بسوزند)، به علت متوالی بودن با لامپ‌های دیگر، سبب خاموش شدن حداقل یکی از آن‌ها می‌شوند.

۳۴.گزینه ۴ با بستن کیدها سه مقاومت که ابتدا متوالی هستند، اکنون به صورت موازی در می‌آیند. به عبارتی مقاومت معادل آن‌ها که در حالت باز بودن کلیدها $R_{T_۱} = ۳R$ بوده با بستن کلیدها برابر $R_{T_۲} = \frac{R}{۳}$ خواهد شد. یعنی مقاومت معادل مدار کاهش می یابد. در نتیجه طبق رابطه $I = \frac{\varepsilon}{R_T + r}$ شدت جریان عبوری از مدار افزایش می‌یابد و از آن جایی که آمپرسنج ایده‌آل در شاخه اصلی مدار قرار دارد، جریان بیشتری را نشان می‌دهد. اما ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو سر مولد را نشان می‌دهد $(V = \varepsilon - Ir)$ که با افزایش جریان عدد کم‌تری را نشان خواهد داد.

۳۵.گزینه ۳ نکته: هنگامی توان مفید مولد (توان خروجی مولد) بیشینه است که $R_T = r$ باشد.

در این مسئله ابتدا مقاومت درونی مولد (r) را بدست می‌آوریم.

$$I = \frac{\varepsilon}{R_T + r} \xrightarrow{R_T = r} I = \frac{\varepsilon}{۲r} \Rightarrow ۴ = \frac{۱۲}{۲r} \Rightarrow r = ۱٫۵\Omega$$

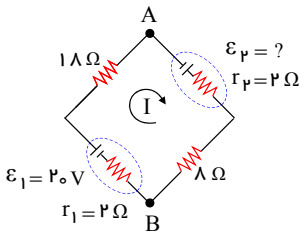
اکنون با استفاده از رابطه $V = \varepsilon - Ir$ اختلاف پتانسیل دو سر مولد را حساب می‌کنیم:

$$V = \varepsilon - Ir \Rightarrow V = ۱۲ - ۴ \times ۱٫۵ = ۶V$$

۳۶.گزینه ۳ با افزایش قدرت درونی مولد طبق رابطه‌ی $I = \frac{E}{R + r\uparrow} \downarrow$ شدت جریان مدار کاهش می‌یابد. پس آمپرسنج عدد کمتری را نشان می‌دهد. اما ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو سر مولد را نشان می‌دهد که طبق رابطه‌ی $V = \varepsilon - Ir = IR$ که با کاهش شدت جریان ولتاژ نیز کاهش می‌یابد پس ولت‌سنج نیز عدد کمتر را نشان می‌دهد.

۳۷.گزینه ۱

با توجه به این که از مقاومت ۳ اهمی جریانی عبور نمی‌کند. پس دو نقطه A و B هم پتانسیل هستند و می‌توانیم مقاومت ۳ اهمی را مطابق شکل از مدار حذف کنیم. بنابراین با توجه به این که اختلاف پتانسیل بین دو نقطه‌ی A و B صفر است. داریم:

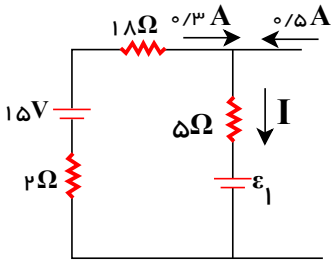


$$V_B - ۲I + ۲۰ - ۱۸I = V_A \Rightarrow ۲۰I = ۲۰ \Rightarrow I = ۱A$$

اکنون با داشتن جریان عبوری از مدار و با استفاده از قانون اختلاف پتانسیل‌ها می‌توان نوشت:

$$V_A + \varepsilon_۲ - ۲ \times ۱ - ۸ \times ۱ = V_B \Rightarrow \varepsilon_۲ - ۱۰ = ۰ \Rightarrow \varepsilon_۲ = ۱۰V$$

۳۸.گزینه ۴

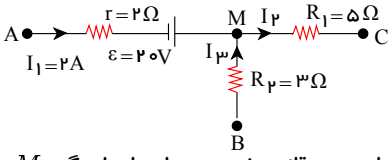


قانون جریان‌های کیر شهف : $I = ۰/۳ + ۰/۵ = ۰/۸$

$$-۲ \times ۰/۳ + ۱۵ - ۱۸ \times ۰/۳ - ۵ \times ۰/۸ - \varepsilon_۱ = ۰$$
$$-۰/۶ + ۱۵ - ۵/۴ - ۴ - \varepsilon_۱ = ۰ \Rightarrow \varepsilon_۱ = ۵\,V$$

۳۹.گزینه ۳ ابتدا با استفاده از قانون اختلاف پتانسیل‌ها جریان $I_۲$ را بدست می‌آوریم:

$$V_A - I_۱ r + \varepsilon - I_۲ R_۱ = V_C \Rightarrow V_A - V_C = I_۱ r - \varepsilon + I_۲ R_۱$$
$$\Rightarrow ۱۴ = ۲ \times ۲ - ۲۰ + I_۲ \times ۵ \Rightarrow I_۲ = ۶A$$



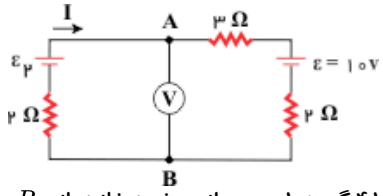
باتوجه به قانون شدت جریان‌ها برای گره M داریم:

$$I_۱ + I_۳ = I_۲ \Rightarrow ۲ + I_۳ = ۶ \Rightarrow I_۳ = ۴A$$
$$V_A - I_۱ r + \varepsilon + I_۳ R_۲ = V_B \Rightarrow V_A - ۲ \times ۲ + ۲۰ + ۴ \times ۳ = V_B \Rightarrow V_A - V_B = -۲۸V$$

۴۰.گزینه ۱

از ولت متر جریانی عبور نمی‌کند.

$$V_A - ۳I - ۱۰ - ۲I = V_B$$
$$\Rightarrow V_A - V_B = ۵I + ۱۰ \Rightarrow ۱۲/۵ = ۵I + ۱۰ \Rightarrow I = ۰/۵A$$
$$V_A - \varepsilon_۲ + ۲I = V_B \Rightarrow ۱۲/۵ = \varepsilon_۲ - ۲ \times ۰/۵ \Rightarrow \varepsilon_۲ = ۱۳/۵V$$



۴۱.گزینه ۱ پس از پر شدن خازن، از $R_۲$ جریانی نمی‌گذرد و جریان گذرنده از $R_۱$, $R_۳$ برابر است.

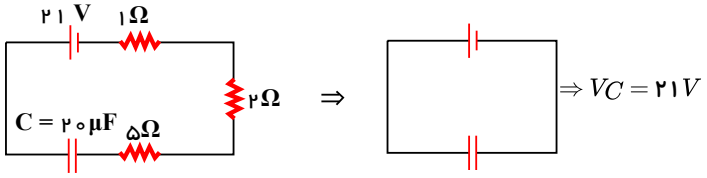
$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_۱ + R_۳} = \frac{۱۵}{۲ + ۱۰ + ۸} = \frac{۳}{۴}A$$
$$V_C = R_۳ I = \frac{۳}{۴} \times ۸ = ۶V \Rightarrow q = CV = ۶ \times ۲۰ = ۱۲۰\ \mu C$$

۴۲.گزینه ۲

$$U = \frac{۱}{۲} C V^۲ \Rightarrow ۱۰^{-۳} = \frac{۱}{۲} \times ۸۰ \times ۱۰^{-۶} V_C^۲ \Rightarrow V_C^۲ = ۲۵ \Rightarrow V_C = ۵V$$
$$V_C = R_۱ I_۱ \Rightarrow ۵ = ۱۰ I_۱ = I_۱ = ۰/۵A$$
$$I_۱ = I_۳ = \frac{\varepsilon}{r + R_۱ + R_۳} \Rightarrow ۰/۵ = \frac{۱۲}{۴ + ۱۰ + R_۳} \Rightarrow R_۳ = ۱۰\Omega$$

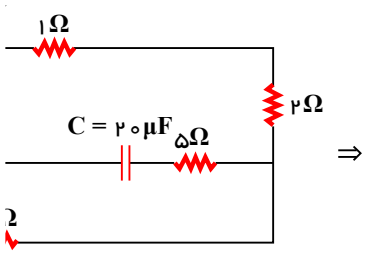
۴۳.گزینه ۲

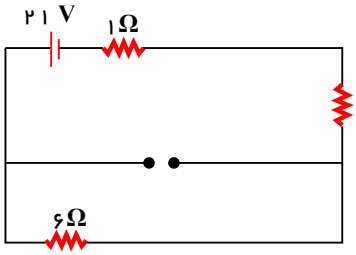
وقتی کلید باز است.



$$\Rightarrow VC = ۲۱V$$

وقتی کلید بسته می‌شود داریم:





$$\Rightarrow V'C = ۶I = ۶ \times \frac{۲۱}{۱+۲+۶} = ۱۴V$$

$$\Rightarrow \frac{q'}{q} = \frac{V'C}{VC} = \frac{۱۴}{۲۱} = \frac{۲}{۳}$$

۴۴.گزینه ۲ در تماس کره‌ها بار الکتریکی آن‌ها یکسان شده و به تعادل الکتریکی می‌رسند.

$$q'_۱ = q'_۲ = \frac{q_۱ + q_۲}{۲} = \frac{۱۲ + (-۸)}{۲} = ۲mC$$

بار الکتریکی کره‌ی B از $-۸mC$ به $۲mC$ می‌رسد، یعنی:

بار انتقال یافته : $\Delta q = ۱۰mC$

مطابق رابطه‌ی شدت جریان متوسط داریم:

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{۱۰ \times ۱۰^{-۳}}{۰/۰۱} \Rightarrow \bar{I} = ۱A$$

۴۵.گزینه ۱ ابتدا بار الکتریکی عبوری از هر مقطع سیم را حساب می‌کنیم، داریم:

$$\Delta q = -ne \Rightarrow |\Delta q| = ۵ \times ۱۰^{۱۳} \times (۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}) = ۸ \times ۱۰^{-۶}C$$

جریان عبوری از سیم برابر است با:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{۸ \times ۱۰^{-۶}}{۲۰ \times ۱۰^{-۶}} \Rightarrow I = ۴ \times ۱۰^{-۱}A = ۴ \times ۱۰^{۲}mA$$

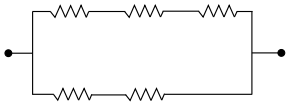
۴۶.گزینه ۳ باتوجه به متن کتاب درسی، چنان‌چه میدان الکتریکی به یک قطعه‌ی فلزی اعمال کنیم، حرکت کاتوره‌ای الکترون‌ها با سرعتی موسوم به سرعت سوق در خلاف جهت میدان درون رسانا حرکت می‌کند یعنی حرکت کاتوره‌ای الکترون‌ها متوقف نمی‌شود.

۴۷.گزینه ۱

تمام مقاومتهای شکل با هم موازی هستند.

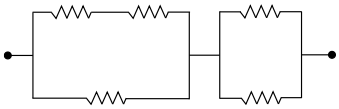
$$\frac{۱}{RT} = \frac{۱}{۶۰} + \frac{۱}{۶۰} + \frac{۱}{۳۰} + \frac{۱}{۶۰} + \frac{۱}{۶۰} = \frac{۶}{۶۰} \Rightarrow RT = \frac{۶۰}{۶} = ۱۰\Omega$$

۴۸.گزینه ۲ در حالت اول کلید باز است و شکل مدار به صورت زیر است، بنابراین داریم:



$$Rt = ۳R_۱ \text{ موازی } ۲R_۱ = \frac{۳R_۱ \times ۲R_۱}{۵R_۱} = \frac{۶}{۵}R_۱ = ۷۲ \Rightarrow R_۱ = ۶۰\Omega$$

در حالت دوم با بستن کلید مشکل مدار به صورت زیر در می‌آید و مقاومت معادل برابر است با:



$$Rt = (۲R_۱ \text{ موازی } R_۱) \text{ سری } (R_۱ \text{ موازی } R_۱) = \frac{۲}{۳}R_۱ + \frac{R_۱}{۲} = ۴۰ + ۳۰ = ۷۰\Omega$$

نکته: کلید باز با سیم اطرافش از هر دو طرف تا رسیدن به گره حذف می‌شود و کلید بسته به سیم تبدیل می‌شود.

۴۹.گزینه ۱ سطح مقطع سیم باتوجه به رابطه‌ی $A = \frac{\pi}{۴}D^{۲}$ با مجذور قطر سیم متناسب است.

$$I=\frac{V}{R}\Rightarrow \frac{۲}{R_A}=\frac{۵}{R_B}\Rightarrow \frac{R_A}{R_B}=\frac{۲}{۵}$$

$$R=\frac{\rho l}{A}\Rightarrow \frac{R_A}{R_B}=\frac{\rho_A}{\rho_B}\cdot\frac{\ell_A}{\ell_B}\cdot\frac{A_B}{A_A}\Rightarrow \frac{۲}{۵}=\frac{\rho_A}{\rho_B}\times ۱\times ۴\Rightarrow \frac{\rho_A}{\rho_B}=\frac{۱}{۱۰}$$

۵۰.گزینه ۳ طبق رابطه‌ی $R=\rho\frac{L}{A}$، بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین مقاومت متناسب با بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین نسبت $\frac{L}{A}$ می‌باشد، بنابراین داریم:

$$\frac{R_{\max}}{R_{\min}}=\frac{\rho\frac{L_{\max}}{A_{\min}}}{\rho\frac{L_{\min}}{A_{\max}}}\Rightarrow \frac{R_{\max}}{R_{\min}}=\frac{L_{max}}{L_{min}}\times\frac{A_{max}}{A_{min}}\xrightarrow[A_{\max}=۲۴cm^۲\ ,\ A_{\min}=۸cm^۲]{L_{\max}=۶cm\ ,\ L_{\min}=۲cm}\frac{R_{\max}}{R_{\min}}=\frac{۶}{۲}\times\frac{۲۴}{۸}=۹$$

۵۱.گزینه ۱ چون جرم دو سیم یکسان است. داریم:

$$m_A=m_B\Rightarrow \rho_A V_A=\rho_B V_B\xrightarrow{\rho_A=\rho_B\ \text{هم جنس‌اند}}V_A=V_B\Rightarrow A_AL_A=A_BL_B\Rightarrow\frac{L_A}{L_B}=\frac{A_B}{A_A}\ (۱)$$

سطح مقطع سیم از رابطه $A=\frac{\pi D^۲}{۴}$ بدست می‌آید یعنی $(A\times D^۲)$ است بنابراین می‌توان نوشت:

$$D_A=\frac{۱}{۲}D_B\Rightarrow A_A=\frac{۱}{۴}A_B(۱)\ ,\ L_A=۴L_B(۲)$$

اکنون با استفاده از رابطه مقاومت الکتریکی یک رسانا داریم:

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

$$\begin{matrix}(۱)\\(۲)\end{matrix}\Rightarrow\frac{R_A}{R_B}=\frac{۴L_B}{L_B}\times\frac{A_B}{\frac{۱}{۴}A_B}=۱۶\Rightarrow R_B=\frac{R_A}{۱۶}=\frac{۳۲}{۱۶}=۲\Omega$$

۵۲.گزینه ۱

با استفاده از رابطه‌ی $R_۲=R_۱(۱+\alpha\Delta T)$ داریم:

$$\begin{cases}۱۰۸۰=R_۱(۱+\alpha\times ۲۰)\\ ۱۴۰۰=R_۱(۱+\alpha\times ۱۰۰)\end{cases}\Rightarrow\frac{۱۰۸۰}{۱۴۰۰}=\frac{۱+۲۰\,\alpha}{۱+۱۰۰\,\alpha}\Rightarrow\alpha=۴\times ۱۰^{-۳}\,\frac{۱}{K}$$

۵۳.گزینه ۱ ابتدا باید مشخص کنیم با افزایش دما مقاومت رسانا چند برابر می‌شود. داریم:

$$R_۲=R_۱(۱+\alpha\Delta\theta)$$

$$\Rightarrow R_۲=R_۱\left(۱+\frac{۱}{۲۵۰}\times ۵۰\right)\Rightarrow R_۲=\frac{۶}{۵}R_۱$$

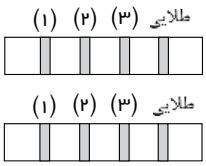
از طرف دیگر چون V ثابت است با استفاده از رابطه ی $I=\frac{V}{R}$ می توان نوشت:

$$\frac{I_۲}{I_۱}=\frac{R_۱}{R_۲}\xrightarrow{R_۲=\frac{۶}{۵}R_۱}\frac{I_۲}{I_۱}=\frac{R_۱}{\frac{۶}{۵}R_۱}\Rightarrow\frac{I_۲}{I_۱}=\frac{۵}{۶}$$

۵۴.گزینه ۱ در دماسنج‌های مقاومتی، از <u>پلاتین</u> استفاده می‌شود. در مقاومت‌های ترکیبی از <u>کربن، نیمرساناها و فیلم‌های نازک فلزات</u> استفاده می‌شود. در استانداردهای مهندسی، سیم‌ها را بر حسب <u>قطر</u> و مساحت مقطع آن‌ها نمره‌بندی می‌کنند. بنابراین عبارت های الف و ب و ت غلط هستند و فقط عبارت پ صحیح است.

۵۵.گزینه ۳ در مقاومت‌های کربنی، مقدار مقاومت از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید :

$$R=\overline{ab}\times ۱۰^n$$



که در آن a و b به‌ترتیب عدد مربوط به رنگ حلقه‌های ۱ و ۲ می‌باشد و n عدد مربوط به رنگ حلقه‌ی سوم است. با توجه به رنگ حلقه‌ها در مقاومت‌های $R_۲,R_۱$ که درصورت سؤال ذکر شده است، رنگ حلقه‌ی سوم در هر دو مقاومت قرمز است. از آنجا که $R_۲=۴R_۱$ است، داریم:

$$R_۲=۶۸\times ۱۰^۲\Omega\ \ ,\ \ R_۱=۱۷\times ۱۰^۲\Omega$$

بنابراین رنگ حلقه‌ی شماره‌ی (۲) در مقاومت‌های $R_۲,R_۱$ به‌ترتیب <u>بنفش</u> و <u>خاکستری</u> می‌باشد.

۵۶.گزینه ۱ با توجه به رابطه‌های $V=RI$, $R=\rho\frac{L}{A}$ می‌توان نوشت:

$$V=IR \xrightarrow{I_1=I_2} \frac{V_2}{V_1}=\frac{R_2}{R_1}\Rightarrow \frac{4}{0/25}=\frac{R_2}{R_1}\Rightarrow \frac{R_2}{R_1}=16$$

$$R=\rho\frac{L}{A} \xrightarrow[L_1=L_2]{A=\frac{\pi D^2}{4}} \frac{R_2}{R_1}=\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 \Rightarrow \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2=16\Rightarrow \frac{D_1}{D_2}=4\Rightarrow \frac{D_2}{D_1}=\frac{1}{4}$$

۵۷.گزینه ۴ ابتدا اندازه‌ی هر مقاومت کربنی را تعیین می‌کنیم. داریم:

$$R=\overline{ab}\times 10^n \Rightarrow R_1=12\times 10^3\Omega\ ,\ R_2=36\times 10^3\Omega$$

در مدار تک حلقه، از مقاومت‌های R_1 و R_2 جریان یکسانی می‌گذرد. بنابرین طبق قانون اهم داریم:

$$V=IR\Rightarrow \frac{V_2}{V_1}=\frac{IR_2}{IR_1}=\frac{R_2}{R_1}=\frac{36\times 0^3}{12\times 10^3}=3$$

۵۸.گزینه ۱ اگر اختلاف پتانسیل دو سر قطعه سیم به طول l را با V' نمایش دهیم، باتوجه به این که شدت جریان گذرنده از این قطعه و کل سیم یکسان است، خواهیم داشت:

$$I=\frac{V}{R}=\frac{V'}{R'}\Rightarrow V=\frac{R'}{R}V=\frac{\rho\frac{l}{A}}{R}V\Rightarrow V'=\frac{\rho lV}{RA}$$

۵۹.گزینه ۴ چون جرم سیم و در نتیجه حجم آن ثابت می‌ماند، داریم:

$$V_1=V_2\Rightarrow A_1L_1=A_2L_2\Rightarrow \frac{L_2}{L_1}=\frac{A_1}{A_2}$$

$$R=\frac{\rho L}{A}\Rightarrow \frac{R_2}{R_1}=\frac{L_2}{L_1}\times\frac{A_1}{A_2}=\left(\frac{L_2}{L_1}\right)^2=\left(\frac{A_1}{A_2}\right)^2=\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^4$$

چون ولتاژ ثابت است داریم:

$$V_1=V_2\Rightarrow R_1I_1=R_2I_2$$

$$\frac{I_2}{I_1}=\frac{R_1}{R_2}=\left(\frac{D_2}{D_1}\right)^4\Rightarrow \frac{I_2}{1}=\left(\frac{\frac{1}{2}D_1}{D_1}\right)^4=\frac{1}{16}\Rightarrow I_2=\frac{1}{16}mA$$

۶۰.گزینه ۱ با استفاده از قانون اهم و رابطه بین مقاومت یک رسانای فلزی و تغییر دمای آن داریم:

$$\begin{cases} V=IR \\ R=R_0\ (1+\alpha\Delta\theta)\end{cases}\ \Rightarrow\ V=IR_0(1+\alpha\Delta\theta)$$

از آن‌جایی که تغییر دمای رسانا از $\Delta\theta_1=0$ به $\Delta\theta_2=100$ رسیده است. در نتیجه می‌توان نوشت:

$$\frac{V_2}{V_1}=\frac{IR_0(1+\alpha\Delta\theta_2)}{IR_0(1+\alpha\Delta\theta_1)}\Rightarrow \frac{2/4}{2}=\frac{1+\alpha\times 100}{1}\Rightarrow 2/4=2+200\alpha$$

$$\Rightarrow 0/4=200\alpha\Rightarrow \alpha=2\times 10^{-3}\left(\frac{1}{K}\right)$$

۶۱.گزینه ۲ چون سیم‌ها هم‌جنس هستند نسبت جرم آن‌ها برابر نسبت حجم آن‌ها است.

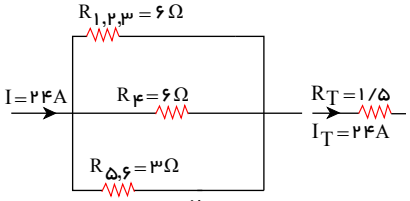
$$m_A=2m_B\Rightarrow L_A\cdot A_A=2L_B\cdot A_B \xrightarrow{L_A=3L_B} A_A=\frac{2}{3}A_B$$

$$R=\frac{\rho L}{A}\Rightarrow \frac{R_A}{R_B}=\frac{L_A}{L_B}\cdot\frac{A_B}{A_A}=3\times\frac{3}{2}=\frac{9}{2}$$

در مقاومت‌های موازی : $V_A=V_B$, $P=\frac{V^2}{R}\Rightarrow \frac{U_A}{U_B}=\frac{P_A}{P_B}=\frac{R_B}{R_A}=\frac{2}{9}$

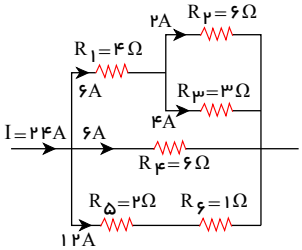
۶۲.گزینه ۱

$$\begin{cases} V_{۱,۲,۳}=V_۴=V_{۵,۶}=VT=RTIT=۳۶ \\ V_{۱,۲,۳}=R_{۱,۲,۳}I_{۱,۲,۳}\Rightarrow ۳۶=۶I_{۱,۲,۳}\Rightarrow I_{۱,۲,۳}=۶ \\ V_۴=R_۴I_۴\Rightarrow ۳۶=۶I_۴\Rightarrow I_۴=۶ \\ V_{۵,۶}=R_{۵,۶}I_{۵,۶}\Rightarrow ۳۶=۳I_{۵,۶}\Rightarrow I_{۵,۶}=۱۲ \end{cases}$$



اکنون به کمک رابطه‌ی $P=RI^۲$ می‌توانیم توان مصرفی در هریک از مقاومت‌ها را حساب کنیم که با مقایسه‌ی توان مصرفی مقاومت‌ها مشخص می‌شود که مقاومت $R_۲$ کمترین میزان مصرف انرژی الکتریکی را دارد.

$$\begin{cases} PR_۱=۴\times(۶)^۲=۴\times ۳۶W \\ PR_۲=۴\times(۲)^۲=۶\times ۴W \\ PR_۳=۳\times(۴)^۲=۳\times ۱۶W \\ PR_۴=۶\times(۶)^۲=۶\times ۳۶W \\ PR_۵=۲\times(۱۲)^۲=۲\times ۱۴۴W \end{cases}$$



جریان عبوری از مقاومت $R_۲$ برابر ۲ آمپر است.

۶۳.گزینه ۲ نکته: kWh یکای تجاری انرژی الکتریکی مصرفی است به طوریکه:

$$۱kWh=۳۶\times ۱۰^۵j$$

با استفاده از اعدادی که کنتور نشان می‌دهد، انرژی الکتریکی مصرفی این منزل در یک ماه برابر است با:

انرژی الکتریکی مصرفی : $E=(۴۷۵۷۹۱/۱۸-۴۷۵۰۷۱/۱۸)\times ۳۶\times ۱۰^۵=۷۲۰\times ۳۶\times ۱۰^۵$

$$\Rightarrow E=(۷۲\times ۳۶\times ۱۰^۶)j$$

اکنون بهای انرژی الکتریکی مصرفی این منزل برابر است با:

بهای انرژی الکتریکی مصرفی $=۷۲\times ۳۶\times ۱۰^۶\times ۲\times ۱۰^{-۵}=۵۱۸۴۰$ تومان $=۵۱۸۴۰۰$ ریال

۶۴.گزینه ۲ حالت اول:

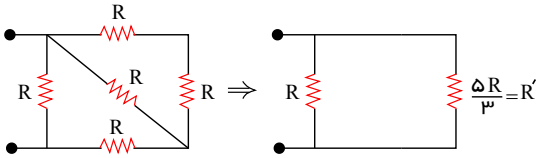
$$I_۱=\frac{\varepsilon}{R_۱+r}=\frac{\varepsilon}{۶+۴}=\frac{\varepsilon}{۱۰},PR_۱=I_۱^۲R_۱=(\frac{\varepsilon}{۱۰})^۲(۶)\qquad(۱)$$

حالت دوم:

$$I_۲=\frac{\varepsilon}{R_۲+r}=\frac{\varepsilon}{R_۲+۴},\ PR_۲=I_۲^۲R_۲=\frac{\varepsilon^۲}{(R_۲+۴)^۲}R_۲=\frac{۲}{۳}PR_۱\qquad(۲)$$

$$\xrightarrow{(۱)\text{ به }(۲)\text{ تقسیم}}\frac{۲}{۳}=\frac{R_۲}{(۴+R_۲)^۲}\times\frac{۱۰۰}{۶}\Rightarrow\begin{cases}R_۲=۱۶\Omega\\ R'_۲=۱\Omega\end{cases}\xrightarrow{\text{کمترین تغییر}}|۶-۱|=۵\Omega$$

۶۵.گزینه ۳ بیشترین توان مصرفی مربوط به شاخه‌ای از مدار یا مقاومتی است که بیشترین جریان از آن می‌گذرد. یعنی $PR=۱۲۰W$ اکنون با ساده کردن مدار داریم:



با توجه به اینکه اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌های موازی با هم برابر است می‌توان نوشت:

$$P=\frac{V^۲}{R}\Rightarrow\frac{P}{P'}=\frac{R'}{R}\Rightarrow\frac{۱۲۰}{P'}=\frac{\frac{۵R}{۳}}{R}\Rightarrow P'=۷۲W$$

$$PT=P+P'=۱۲۰+۷۲=۱۹۲W$$

۶۶.گزینه ۲

چون لامپ‌ها سری و مشابه هستند، اختلاف پتانسیل دو سر هر کدام $\frac{۱}{۳}VT$ است.

$$V_۱ = V_۲ = V_۳ = \frac{۱}{۳} \times ۲۲۰V$$

$$P = \frac{V^۲}{R} \Rightarrow \frac{P}{۱۲۰} = \left(\frac{\frac{۱}{۳} \times ۲۲۰}{۲۲۰} \right)^۲ \Rightarrow P = \frac{۱}{۹} \times ۱۲۰ = P_۱ = P_۲ = P_۳$$

$$PT = P_۱ + P_۲ + P_۳ = ۳P_۱ = ۴۰W$$

۶۷.گزینه ۲

$$V_۱ = V_۲ = V_۳ = \frac{۲۴}{۳} = ۸V$$

$$P = \frac{V^۲}{R} \Rightarrow \frac{P_۱}{۶} = (\frac{۸}{۱۲})^۲ \Rightarrow P_۱ = \frac{۴}{۹} \times ۶ = \frac{۸}{۳} \Rightarrow P_۱ = P_۲ = P_۳ = \frac{۸}{۳}W$$

$$V_۴ = V_۵ = \frac{۲۴}{۲} = ۱۲V \Rightarrow P_۴ = P_۵ = ۶W$$

$$P_{کل} = P_۱ + P_۲ + P_۳ + P_۴ + P_۵ = ۳ \times \frac{۸}{۳} + ۲ \times ۶ = ۸ + ۱۲ = ۲۰W$$

۶۸.گزینه ۱ شدت جریان عبوری از لامپ هنگامی که به ولتاژ $۲۲۰V$ وصل است برابر است با:

$$P = VI \Rightarrow ۱۰۰ = ۲۲۰I_۱ \Rightarrow I_۱ = \frac{۱۰}{۲۲}A$$

باتوجه به اینکه در دمای ثابت مقاومت الکتریکی لامپ ثابت است و توان مصرفی لامپ کم‌تر از توان اسمی است، داریم:

$$P = RI^۲ \xrightarrow{R=\text{ثابت}} \frac{P_۲}{P_۱} = (\frac{I_۲}{I_۱})^۲ \Rightarrow \frac{۸۱}{۱۰۰} = (\frac{I_۲}{\frac{۱۰}{۲۲}})^۲$$

$$\Rightarrow \frac{۹}{۱۰} = \frac{I_۲}{\frac{۱۰}{۲۲}} \Rightarrow I_۲ = \frac{۹}{۲۲}A$$

۶۹.گزینه ۴ چون مقاومت الکتریکی سیم ۴۰ اهم است، بنابراین طبق رابطه‌ی $R = \rho\frac{L}{A}$، مقاومت الکتریکی نیمی از آن برابر با ۲۰Ω می‌شود.

$$R_۱ = R_۲ = \frac{R}{۲} = \frac{۴۰}{۲} = ۲۰\Omega$$

چون دو نیمه‌ی سیم با هم موازی هستند، مقاومت خارجی کل مدار برابر است با:

$$RT = \frac{R_۱}{۲} = \frac{۲۰}{۲} \Rightarrow RT = ۱۰\Omega$$

حال با استفاده از رابطه‌ی شدت جریان در مدارهای تک حلقه برای محاسبه‌ی جریان مدار می‌توان نوشت:

$$I = \frac{\varepsilon}{RT + r} \Rightarrow I = \frac{۲۴}{۱۰ + ۲} \Rightarrow I = ۲A$$

و توان مفید مولد برابر است با:

$$P_{مفید} = RTI^۲ = ۱۰ \times ۲^۲ \Rightarrow P_{مفید} = ۴۰W$$

۷۰.گزینه ۲ درحالتی که کلید K باز است:

$$RT = ۱ + ۳ = ۴\Omega$$

$$P_{خروجی} = \varepsilon I - I^۲r = RTI^۲ = ۴(\frac{\varepsilon}{۴ + ۱})^۲ = \frac{۴\varepsilon^۲}{۲۵}$$

هنگامی که کلید بسته می‌شود مقاومت ۶ اهمی هم وارد مدار خواهد شد و در نتیجه داریم:

$$RT = ۱ + \frac{۶ \times ۳}{۶ + ۳} = ۳\Omega$$

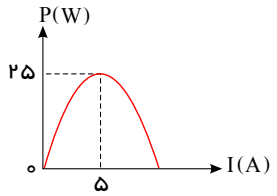
$$P'_{\text{خروجی}} = \varepsilon I' - I'^{۲} r = R'_I I'^{۲} = ۳\left(\frac{\varepsilon}{۳+۱}\right)^{۲} = \frac{۳\varepsilon^{۲}}{۱۶}$$

$$\frac{P'_{\text{خروجی}}}{P_{\text{خروجی}}} = \frac{\frac{۳\varepsilon^{۲}}{۱۶}}{\frac{۴\varepsilon^{۲}}{۲۵}} = \frac{۷۵}{۴۸}$$

۷۱.گزینه ۴ * نکته: معادله‌ی توان خروجی (توان مفید) یک مولد بر حسب جریان گرفته شده از آن به صورت $P = \varepsilon I - I^{۲} r$ می‌باشد که نمودار آن به صورت یک سهمی است. بیشینه‌ی توان خروجی مولد زمانی ایجاد می‌شود که مقاومت معادل خارجی مدار با مقاومت درونی مولد برابر باشد $(RT = r)$ در این حالت جریان عبوری از مدار $I = \frac{\varepsilon}{۲r}$ و بیشینه‌ی توان خروجی مولد برابر $P_{\max} = \frac{\varepsilon^{۲}}{۴r}$ خواهد بود. بنابراین در این مسئله داریم:

$$I = \frac{\varepsilon}{۲r} = \frac{۱۰}{۲\times ۱} = ۵A$$

$$P_{\max} = \frac{\varepsilon^{۲}}{۴r} = \frac{۱۰۰}{۴\times ۱} = ۲۵W$$



۷۲.گزینه ۴ مطابق رابطه‌های توان خروجی و توان تلف شده در مولد داریم:

توان مفید یا خروجی مولد : $P_{\text{خروجی}} = \varepsilon I - I^{۲} r = RI^{۲}$

توان تلف شده‌ی مولد : $P_{\text{تلف شده}} = RI^{۲}$

$$\rightarrow \frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{تلف شده}}} = \frac{RI^{۲}}{rI^{۲}} = \frac{۹}{۳} = ۳$$

۷۳.گزینه ۲

$$\begin{cases} \text{توان کل باتری } P = \varepsilon I \\ \text{توان مفید باتری } P = \mathrm{R\,I}^{۲} = \mathrm{V\,I} \end{cases} \Rightarrow R_a = \frac{p_{\text{مفید}}}{p_{\text{کل}}} = \frac{V}{\varepsilon}$$

$$R_a = \frac{V}{\varepsilon} = \frac{۸}{۱۰} \Rightarrow ۰/۸ = \frac{P_{\text{کل}} - P_{\text{تلف}}}{P_{\text{کل}}} = ۱ - \frac{P_{\text{تلف}}}{P_{\text{کل}}} \Rightarrow \frac{P_{\text{تلف}}}{P_{\text{کل}}} = ۰/۲$$

۷۴.گزینه ۳ با توجه به نمودار، با افزایش شدت جریان الکتریکی اندازه‌ی ولتاژ دو سر مولد A، افزایش و ولتاژ دو سر مولد B، کاهش می‌یابد. بنابراین :

$$V_B = \varepsilon_B - r_B I \ , \ V_A = \varepsilon_A + r_A I$$

با توجه به داده‌های روی نمودار می‌توان نوشت :

$$I = ۰ \Rightarrow \begin{cases} V_A = ۱۲V \\ V_B = ۱۲V \end{cases} , \begin{cases} V_A = \varepsilon_A + r_A I \\ V_B = \varepsilon_B - r_B I \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} ۱۲ = \varepsilon_A + ۰ \Rightarrow \varepsilon_A = ۱۲V \\ ۱۲ = \varepsilon_B - ۰ \Rightarrow \varepsilon_B = ۱۲V \end{cases}$$

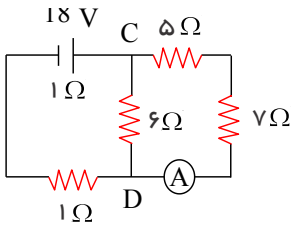
$$I = ۲A \Rightarrow \begin{cases} V_A = ۱۷V \\ V_B = ۵V \end{cases} , \begin{cases} V_A = \varepsilon_A + r_A I \\ V_B = \varepsilon_B - r_B I \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} ۱۷ = ۱۲ + ۲r_A \Rightarrow r_A = ۲/۵\Omega \\ ۵ = ۱۲ - ۲r_B \Rightarrow r_B = ۳/۵\Omega \end{cases}$$

در نتیجه:

$$\frac{r_A}{r_B} = \frac{۲/۵}{۳/۵} = \frac{۵}{۷}$$

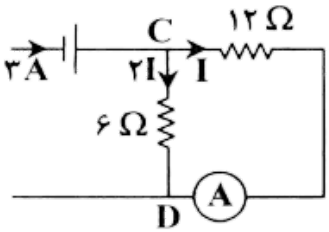
۷۵.گزینه ۱ ابتدا مقاومت معادل CD را به دست می‌آوریم:



$$R_{CD}=(۵+۷)\parallel ۶=۱۲\parallel ۶=\frac{۱۲\times ۶}{۱۲+۶}=۴\Omega\Rightarrow R=۴+۱=۵\Omega$$

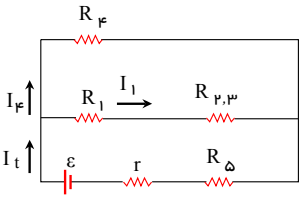
$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}=\frac{۱۸}{۵+۱}=۳A$$

جریان مقاومت‌های موازی به نسبت عکس آن‌هاست.



$$۳I=۳A\Rightarrow I=۱A$$

۷۶.گزینه ۲



$$R_{۲,۳}=\frac{۱۵\times ۱۰}{۱۵+۱۰}=۶\,\Omega$$

$$R_{۱,۲,۳}=۹+۶=۱۵\,\Omega$$

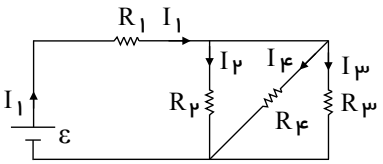
$$I_۱R_{۱,۲,۳}=R_۴I_۲\Rightarrow ۱۵\times ۰/۴=۱۰\,I_۲\Rightarrow I_۲=۰/۶\,A$$

$$\Rightarrow I=I_۲+I_۱=۰/۴+۰/۶=۱\,A$$

$$I=\frac{\varepsilon}{r+R_۵+R_{۱,۲,۳,۴}}=\frac{\varepsilon}{۱+۴+\frac{۱۵\times ۱۰}{۱۵+۱۰}}=\frac{\varepsilon}{۱۱}=۱\Rightarrow\varepsilon=۱۱\,V$$

۷۷.گزینه ۲ وقتی لغزنده به سمت نقطه‌ی B حرکت می‌کند، طول بیش‌تری از سیم رئوستا در مدار قرار می‌گیرد، در نتیجه مقاومت معادل مدار، یعنی RT افزایش می‌یابد. بنابراین طبق رابطه‌ی $I=\frac{\varepsilon}{RT+r}$، با افزایش RT، جریان اصلی مدار که از آمپرسنج ایده‌ال می‌گذرد، کاهش می‌یابد.

۷۸.گزینه ۳ اگر جریان عبوری از مولد را $I_۱$ در نظر بگیریم در مورد جریان عبوری از دیگر مقاومت‌ها می‌توان گفت:



$$R_۲=R_۳=R_۴\Rightarrow I_۲=I_۴=I_۳=\frac{I_۱}{۳}$$

$$P=RI^۲\Rightarrow\frac{P_۱}{P_۴}=(\frac{R_۱}{R_۴})(\frac{I_۱}{I_۴})^۲=\frac{۴R}{R}\times(\frac{I_۱}{\frac{I_۱}{۳}})^۲\Rightarrow\frac{P_۱}{P_۴}=۳۶$$

۷۹.گزینه ۱ ابتدا مقدار هر مقاومت کربنی را به کمک رابطه‌ی $R=\overline{ab}\times ۱۰^n$ و کدهای رنگی مربوط به حلقه‌های روی آن را محاسبه می‌کنیم:

$$R=\overline{ab}\times ۱۰^n\Rightarrow\begin{cases}R_{\text{بالا}}=۰۶\times ۱۰^۱=۶۰\Omega\\ R_{\text{پایین}}=۱۲\times ۱۰^۱=۱۲۰\Omega\end{cases}$$

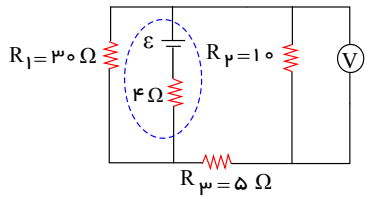
که مقاومت معادل آن با توجه به اینکه موازی هستند برابر است با:

$$R'=\frac{R_{\text{بالا}}\times R_{\text{پایین}}}{R_{\text{بالا}}+R_{\text{پایین}}}=\frac{۶۰\times ۱۲۰}{۶۰+۱۲۰}=۴۰\Omega$$

و حال برای محاسبه‌ی شدت جریان مدار زیر داریم:

$$I=\frac{\varepsilon_۲-\varepsilon_۱}{۴۰+۵+۵}=\frac{۱۵۰-۵۰}{۵۰}=\frac{۱۰۰}{۵۰}=۲A$$

۸۰.گزینه ۲ $R_۳$ و $R_۲$ متوالی و مجموعه‌ی آن‌ها با $R_۱$ موازی است.



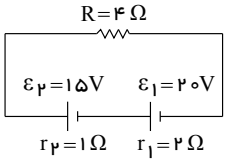
$$VMN = V_۲ = R_۲ I_۲ \Rightarrow I_۲ = ۰/۵A$$
$$\Rightarrow I_۳ = ۰/۵A \Rightarrow V_۳ = R_۳ I_۳ = ۲/۵V$$
$$V_{۲,۳} = V_۱ \Rightarrow V_۲ + V_۳ = V_۱$$
$$\Rightarrow R_۱ I_۱ = ۲/۵ + ۵ = ۷/۵ \Rightarrow I_۱ = ۰/۲۵A$$
$$I = I_۱ + I_{۲,۳} = ۰/۷۵A$$
$$\Rightarrow \varepsilon = rI + I_۱ R_۱ = ۴ \times ۰/۷۵ + ۳۰ \times ۰/۲۵ = ۳ + ۷/۵ = ۱۰/۵V$$

۸۱.گزینه ۳ می‌دانیم که عرض از مبدأ نمودار اختلاف پتانسیل دو سر مولد بر حسب جریان گذرا از آن برابر نیروی محرکه‌ی مولد است. پس در این نمودار $\varepsilon_۱ = ۲۰V$ و $\varepsilon_۲ = ۱۵V$ است. اکنون با استفاده از رابطه‌ی اختلاف پتانسیل دوسر مولد محرکه داریم:

مولد اول: $V_۱ = \varepsilon_۱ - I_۱ r_۱ \Rightarrow ۱۰ = ۲۰ - ۵r_۱ \Rightarrow r_۱ = ۲\Omega$

مولد دوم: $V_۲ = \varepsilon_۲ - I_۲ r_۲ \Rightarrow ۱۰ = ۱۵ - ۵r_۲ \Rightarrow r_۲ = ۱\Omega$

چون از هر مولد یک پایانه‌ی ناهم نام را به‌هم وصل کرده‌ایم، مدار مطابق شکل زیر خواهد بود:

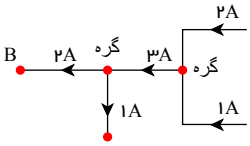


$$I = \frac{\Sigma E}{\Sigma R + \Sigma r} \Rightarrow I = \frac{\varepsilon_۱ + \varepsilon_۲}{R + r_۱ + r_۲} = \frac{۲۰ + ۱۵}{۴ + ۲ + ۱} = ۵A$$

۸۲.گزینه ۲ ابتدا با توجه به اینکه مقاومت‌های $R_۱$ و $R_۲$ موازی‌اند، پس اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها باهم برابر است. لذا جریان در مقاومت $R_۲$ برابر است با:

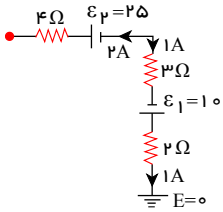
$$V_۱ = V_۲ \Rightarrow R_۱ I_۱ = R_۲ I_۲ \Rightarrow ۱۰ \times ۲ = ۲۰ I_۲ \Rightarrow I_۲ = ۱A$$

سپس با استفاده از قانون گره‌ها (مجموع جریان‌های ورودی به گره، برابر مجموع جریان‌های خروجی از گره است.) داریم:



حال با استفاده از قانون اختلاف پتانسیل از نقطه B حرکت می‌کنیم به سمت زمین می‌رویم.

$$V_B + ۴ \times ۲ - ۲۵ - ۳ \times ۱ + ۱۰ - ۲ \times ۱ = ۰$$
$$V_B = ۱۲V$$



۸۳.گزینه ۳

$$\uparrow I = \frac{\varepsilon}{r + R_۱ + R_۲ \downarrow} \xrightarrow{R_۲ \text{ کم می شود}} I \text{ زیاد می‌شود}$$
$$\uparrow V_۱ = R_۱ I \uparrow \Rightarrow V_۱ \text{ زیاد می‌شود}$$
$$\downarrow V = \varepsilon - rI \uparrow \Rightarrow \text{V کم می‌شود}$$

۸۴.گزینه ۴

وقتی کلید قطع است:

$$I = \frac{۱۰ - ۵ - ۳}{۱۰} = ۰/۲A \quad \text{در خلاف جهت عقربه‌های ساعت}$$
$$V_B - V_A = ۰/۲ \times ۴ = ۰/۸V$$

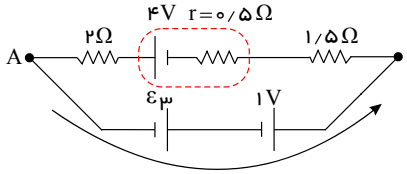
وقتی کلید وصل است، پیل $۱۰V$ از مدار حذف می‌شود و داریم:

$$I = \frac{۵ + ۳}{۱۰} = ۰/۸A \quad \text{در جهت عقربه‌های ساعت}$$
$$V_B - V_A = ۴ \times (-۰/۸) = -۳/۲A \Rightarrow \Delta V = |-۳/۲ - ۰/۸| = ۴V$$

۸۵.گزینه ۳ با بسته شدن کلید k، دو سر مجموعه‌ی لامپ‌های (۱) و (۳) اتصال کوتاه شده و بنابراین هر دو لامپ خاموش می‌شوند با حذف لامپ‌های (۱) و (۳)، مقاومت معادل کل مدار کاهش می‌یابد و لذا جریان عبوری از مدار (یعنی جریان عبوری از لامپ (۲)) افزایش می‌یابد و باعث افزایش توان مصرفی لامپ (۲) و در نتیجه افزایش روشنایی آن می‌شود.

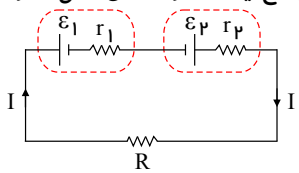
۸۶.گزینه ۳ کافی است در بخش کوچکی از مدار، قانون ولتاژها را بنویسیم:

$$\cancel{V_A} + \varepsilon_۳ + ۱ - ۱/۵ \times ۲ + ۴ - ۲ \times ۲ = \cancel{V_A} \Rightarrow \varepsilon_۳ + ۱ - ۴ = ۰ \Rightarrow \varepsilon_۳ = ۳V$$



۸۷.گزینه ۱ چون $\varepsilon_۲ > \varepsilon_۱$ است، جهت جریان را مولد $\varepsilon_۲$ تعیین می‌کند. بنابراین با بستن کلید k، جریانی ساعت‌گرد در مدار برقرار می‌شود. آمپرسنج ایده‌آل در شاخه‌ی اصلی مدار قرار دارد و بنابراین جریان اصلی مدار را نشان می‌دهد. داریم:

$$I = \frac{\varepsilon_۲ - \varepsilon_۱}{R + r_۱ + r_۲} = \frac{۱۲ - ۸}{۸ + ۱ + ۱} = ۰/۴A$$

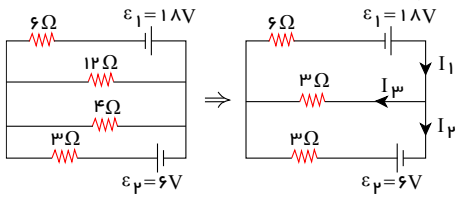


با توجه به جهت جریان مدار، مولد $\varepsilon_۱$ ضد محرکه است و در نتیجه اختلاف پتانسیل دو سر آن برابر است با:

$$V = \varepsilon_۱ + Ir_۱ = ۸ + ۰/۴(۱) = ۸/۴V$$

۸۸.گزینه ۲ دو مقاومت ۱۲ و ۴ اهمی با هم موازیند، مقاومت معادل آن‌ها را بدست آورده سپس مدار را مطابق شکل زیر ساده می کنیم.

$$R_{۴,۱۲} = \frac{۱۲ \times ۴}{۱۲ + ۴} = ۳\Omega$$



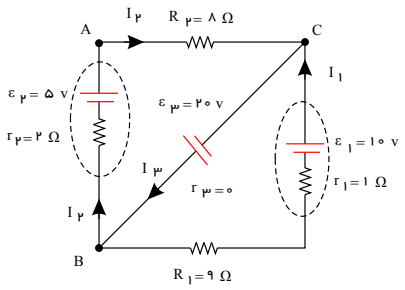
اکنون با استفاده از قانون اختلاف پتانسیل‌ها داریم:

$$\begin{cases} ۱۸ - ۶I_۱ - ۳I_۳ = ۰ \\ ۶ - ۳I_۲ + ۳I_۳ = ۰ \\ I_۱ = I_۲ + I_۳ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_۳ = ۰/۴A \\ I_۱ = ۲/۸A \\ I_۲ = ۲/۴A \end{cases}$$

اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت معادل ۳Ω همان اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۴Ω است.

$$V = RI_۳ \xrightarrow[I_۳ = ۰/۴A]{R=۳} V = ۱/۲V$$
$$V = IR \Rightarrow ۱/۲ = ۴I \Rightarrow I = ۰/۳A$$

۸۹.گزینه ۱



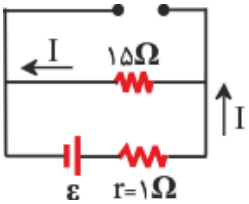
$ACBA$ قاعده حلقه برای حلقه‌ی : $V_A - R_۲ I_۲ + \varepsilon_۳ - r_۲ I_۲ + \varepsilon_۲ = V_A$

$\Rightarrow -۸I_۲ + ۲۰ - ۲I_۲ + ۵ = ۰ \Rightarrow I_۲ = ۲/۵A$

$V_B - r_۲ I_۲ + \varepsilon_۲ = V_A \Rightarrow V_B - ۲ \times ۲/۵ + ۵ = V_A$

$\Rightarrow V_B - V_A = ۰$

۹۰.گزینه ۲ از خازن شارژ شده جریانی نمی گذرد، پس مدار به صورت مقابل است:



$$VC = \frac{q}{C} = \frac{۳۰۰}{۱۰} = ۳۰V$$
$$VC = ۱۵I \Rightarrow ۳۰ = ۱۵I \Rightarrow I = ۲A$$
$$I = \frac{\varepsilon}{r+R} \Rightarrow ۲ = \frac{\varepsilon}{۱۵+۱} \Rightarrow \varepsilon = ۳۲V$$

۹۱.گزینه ۱ باتوجه به این‌که از شاخه‌هایی که خازن شارژ شده وجود دارد جریان مستقیم عبور نمی‌کند. ابتدا جریان عبوری از مدار را محاسبه می کنیم:

$$I = \frac{\varepsilon}{RT + r} = \frac{۱۰}{۴+۱} = ۲A$$

چون هر سه شاخه باهم موازی‌اند پس اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها با هم برابر و مساوی اختلاف پتانسیل دو سر مولد است. و داریم:

$$V_{\text{مولد}} = \varepsilon - Ir = ۱۰ - ۲ \times ۱ = ۸V$$

اکنون با داشتن اختلاف پتانسیل دو سر مولد، ولتاژ دو سر هر یک از خازن‌ها برابر است با:

$$V_۱ = V_{\text{مولد}} = ۸V$$
$$V_۲ = \frac{V_{\text{مولد}}}{۲} = \frac{۸}{۲} = ۴V$$
$$\frac{q_۱}{q_۲} = \frac{C_۱ V_۱}{C_۲ V_۲} \Rightarrow \frac{q_۱}{q_۲} = \frac{۱ \times ۸}{۲ \times ۴} = ۱$$

۹۲.گزینه ۴

حالت اول:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_۱ + r} \Rightarrow ۰/۶ = \frac{۱۵}{۲ + R_۱} \Rightarrow R_۱ = ۲۳\Omega$$

چون دما افزایش می یابد مقاومت $R_۱$ زیاد می شود و جریان مدار کم می شود، یعنی $I = ۶۰۰ - ۱۰۰ = ۵۰۰mA$

حالت دوم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R'_۱ + r} \Rightarrow ۰/۵ = \frac{۱۵}{۲ + R'_۱} \Rightarrow R'_۱ = ۲۸\Omega$$
$$\Delta R = R_۱ \alpha \Delta\theta \Rightarrow (۲۸ - ۲۳) = ۲۳\alpha \times ۱۰۰۰ \Rightarrow \alpha = \frac{۵}{۲۳۰۰۰} = \frac{۱}{۴۶۰۰}\frac{۱}{K}$$

۹۳.گزینه ۱

سطح مقطع رسانا $A = \frac{\pi D^۲}{۴}$ است با توجه به رابطه‌ی $R = \rho\frac{L}{A}$ داریم:

$$R = \rho\frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \cdot \frac{L_A}{L_B} \cdot \frac{A_B}{A_A} = ۱ \times \frac{۱۵}{۵} \times (\frac{۴}{۶})^۲ = ۳ \times \frac{۴}{۹} = \frac{۴}{۳}$$

در اتصال متوالی مقاومت ها شدت جریان برابر است و ولتاژ به نسبت مقاومت است.

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{۴}{۳} \Rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \frac{۴}{۳} \xrightarrow{V_A + V_B = ۳۵} V_B = \frac{۳}{۴+۳} \times ۳۵ = ۱۵V$$

۹۴.گزینه ۴ توان مصرفی در مقاومت‌های مدار وقتی حداکثر است که مقاومت درونی و بیرونی مداربا هم مساوی باشند.تغییرات مقاومت بیرونی از ۱۲ تا ۴ اهم است. پس باید مقاومت درونی در این بازه باشد که گزینه‌ی ۴ در این بازه نیست.

۹۵.گزینه ۱

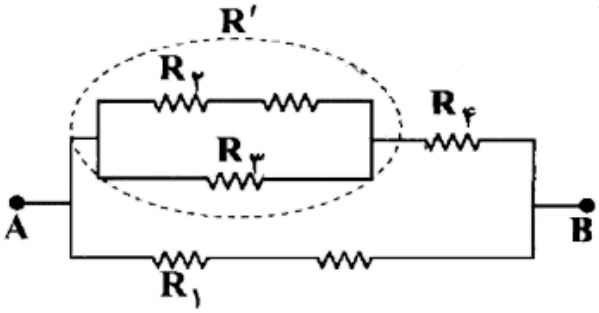
$$P=\frac{V^{۲}}{RT}\Rightarrow ۶۰=\frac{۳۰\times ۳۰}{RT}\Rightarrow RT=۱۵\Omega$$

مقاومت معادل دو مقاومت ۲۰Ω با $R_۲$ برابر ۱۵Ω شده است، چون $RT<R_۱$ است پس $R_۱$ و $R_۲$ موازی هستند.

$$R_{۱,۲}=\frac{R_۱R_۲}{R_۱+R_۲}\Rightarrow ۱۵=\frac{۲۰R_۲}{۲۰+R_۲}\Rightarrow ۱۵\times ۲۰+۱۵R_۲=۲۰R_۲\Rightarrow ۵R_۲=۱۵\times ۲۰\Rightarrow R_۲=۶۰\Omega$$

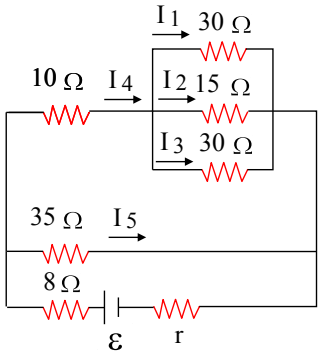
$$I_۲=\frac{V_۲}{R_۲}=\frac{۳۰}{۶۰}=۰/۵A$$

۹۶.گزینه ۴



با توجه به شکل، مقاومت معادل در شاخه‌ی بالایی از R' و $R_۴$ تشکیل شده است. [$R'<R$ (در مقاومت های موازی مقاومت معادل از هر یک از مقاومت‌ها، کمتر است)] ولی شاخه‌ی پایینی $۲R$ است. پس جریان عبوری از شاخه‌ی بالایی بزرگتراست که همه‌ی آن از مقاومت $R_۴$ می‌گذرد. پس $R_۴$ زودتر از بقیه آسیب می‌بیند.

۹۷.گزینه ۳



$$۱۵I_۲=۳۰I_۱=۳۰I_۳\Rightarrow ۱۵\times ۰/۲=۳۰I_۱=۳۰I_۳\Rightarrow I_۱=I_۳=۰/۱A$$

$$I_۴=I_۱+I_۲+I_۳=۰/۴A$$

$$R'=۱۰+\frac{۱۵}{۲}=۱۷/۵\Omega$$

$$V'=V_{۳۵\Omega}\Rightarrow ۱۷/۵\times ۰/۴=۳۵I_۵\Rightarrow I_۵=۰/۲A$$

$$I_T=۰/۲+۰/۴=۰/۶A$$

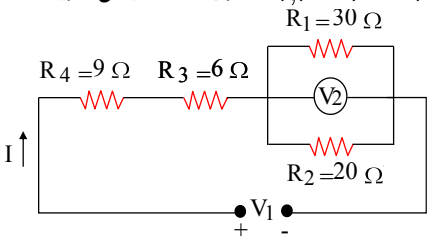
۹۸.گزینه ۳

$$P=RI^{۲}\Rightarrow PR_۲=۳Pr\Rightarrow R_۲I^{۲}=۳rI^{۲}\Rightarrow ۵=۳r\Rightarrow r=\frac{۵}{۳}\Omega$$

$$V=RTI=RT\cdot\frac{\varepsilon}{r+RT}=\frac{۱۵\varepsilon}{۱۵+\frac{۵}{۳}}=\frac{۱۵\times ۳۰}{۱۵+\frac{۵}{۳}}=۲۷\ V$$

۹۹.گزینه ۴

$R_۳$ ، $R_۴$ ، $R_{۱,۲}$ سری هستند، یعنی جریان همه ی آن ها برابر است.

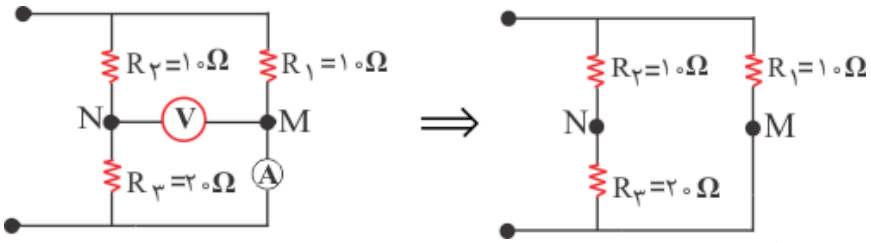


$$RT=۹+۶+\frac{۳۰\times ۲۰}{۳۰+۲۰}=۱۵+۱۲=۲۷\Omega$$

$$I=\frac{V_T}{RT}=\frac{V_{۱,۲}}{R_{۱,۲}}\Rightarrow \frac{۳۶}{۲۷}=\frac{V_۲}{\frac{۳۰\times ۲۰}{۵۰}}$$

$$\Rightarrow \frac{۳۶}{۲۷}=\frac{V_۲}{۱۲}\Rightarrow V_۲=\frac{۱۲\times ۳۶}{۲۷}=۱۶V$$

۱۰۰.گزینه ۴ آمپرسنج مثل یک سیم مقاومت بسیار کمی دارد. در اینجا $R_{۴,۵}$ توسط آمپرسنج اتصال کوتاه می شود. از ولت متر جریانی عبور نمی کند. آمپرسنج شدت جریان $R_۱$ را نشان می دهد و ولت سنج اختلاف پتانسیل M و N را نشان می‌دهد.



$I_۱ = ۰/۶\ ,\ R_۱ I_۱ = R_{۲,۳} I_{۲,۳} \Rightarrow ۱۰ \times ۰/۶ = ۳۰ \times I_{۲,۳} \Rightarrow I_{۲,۳} = ۰/۲A$

$V_{NM} = V_۳ = R_۳ I_۳ = ۲۰ \times ۰/۲ = ۴V$

۱۰۱.گزینه ۱ با وصل کلید، مقاومت معادل کاهش می‌یابد(مقاومتی با مدار موازی شده است) پس جریان کل مدار افزایش می‌یابد:

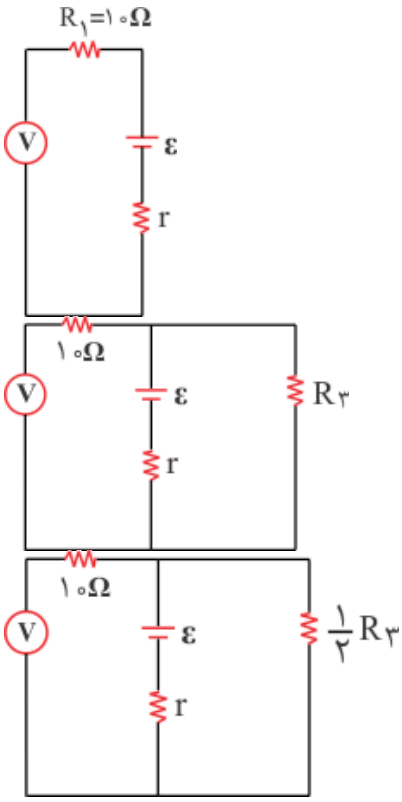
$\uparrow I = \frac{\varepsilon}{\text{کل}R\downarrow}$

در نتیجه $P_۳$ افزایش می‌یابد. ولتاژ کل مدار کاهش می‌یابد $(\downarrow V = \varepsilon - rI \uparrow)$ و ولتاژ $V_۳$ افزایش، بنابراین ولتاژ $V_۱$ کاهش (دو سر $R_۱$) می‌یابد، پس توان $R_۱$ کاهش می‌یابد.

۱۰۲.گزینه ۳

وقتی هر دو کلید باز است از مدار جریانی نمی گذرد و ولت متر مقدار ε را نشان می دهد.

$V = \varepsilon = ۱۲V$



وقتی یک کلید بسته است.

$V = R_۳ I = R_۳ \frac{\varepsilon}{R_۳ + r} = ۱۰V$

$\Rightarrow ۱۲R_۳ = ۱۰R_۳ + ۱۰r \Rightarrow R_۳ = ۵r$

وقتی هر دو کلید بسته است.

$V = (\frac{۱}{۲}R_۳) \cdot I = (\frac{۱}{۲}R_۳)\frac{\varepsilon}{r + \frac{۱}{۲}R_۳}$

$\Rightarrow V = \frac{\frac{۵}{۲}r\varepsilon}{r + \frac{۵}{۲}r} = \frac{۵}{۷}\varepsilon = \frac{۶۰}{۷}V$

۱۰۳.گزینه ۴

قبل از وصل کلید، با تقسیم ولتاژ روی مقاومت های بالایی داریم:

$V_۱ = \frac{۳}{۳+۱۲}V$

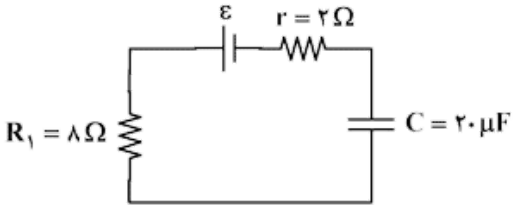
$(۳\|۶) = ۲\Omega \quad (۱۲\|۴) = ۳\Omega$

بعد از اتصال کلید، دو مقاومت خواهیم داشت، پس $V_۲ = \frac{۲}{۳+۲}V$ خواهد بود و بنابراین می توان نوشت:

$\frac{V_۱}{V_۲} = \frac{\frac{۳}{۱۵}V}{\frac{۲}{۵}V} = \frac{۱}{۲}$

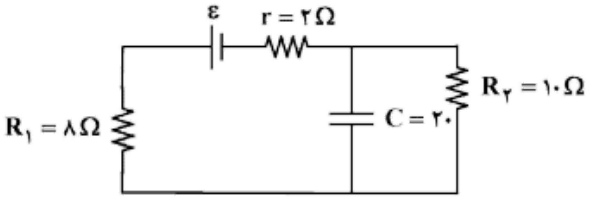
۱۰۴.گزینه ۳

وقتی کلید باز است، از مدار جریانی نمی گذرد زیرا در آن یک خازن شارژ شده به صورت متوالی قرار دارد.



$$V_C = \varepsilon \Rightarrow q_1 = CV = ۲۰\varepsilon$$

وقتی کلید بسته است:



$$V_C = R_2 I = R_2 \cdot \frac{\varepsilon}{r + R_1 + R_2} = \frac{۱۰\varepsilon}{۱۰ + ۸ + ۲} = \frac{\varepsilon}{۲}$$

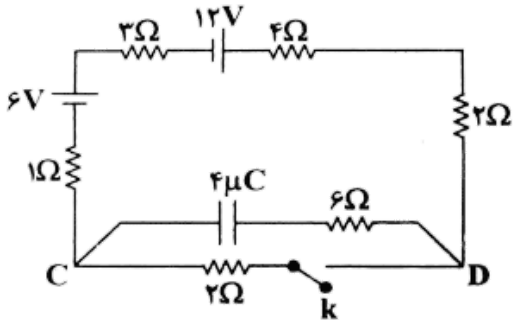
$$\Rightarrow q = ۲۰ \times \frac{\varepsilon}{۲} = ۱۰\varepsilon$$

$$|\Delta q| = q_2 - q_1 = ۱۰\varepsilon \Rightarrow ۱۵۰ = ۱۰\varepsilon \Rightarrow \varepsilon = ۱۵V$$

۱۰۵.گزینه ۱ وقتی کلید باز باشد، جریان مدار صفر است، پس بار ذخیره شده روی خازن به صورت زیر به دست می‌آید:

$$V_{CD} = ۶ + ۱۲ = ۱۸V \Rightarrow q = ۴ \times ۱۸ = ۷۲\mu C$$

وقتی کلید بسته باشد، از خازن جریانی نمی‌گذرد و جریان به صورت زیر تعیین می‌شود:



$$I = \frac{۱۲ + ۶}{۱ + ۳ + ۴ + ۲ + ۲} = \frac{۱۸}{۱۲} = ۱/۵A$$

خازن با مقاومت ۲ اهمی موازی است. پس برای ولتاژ دو سر خازن داریم:

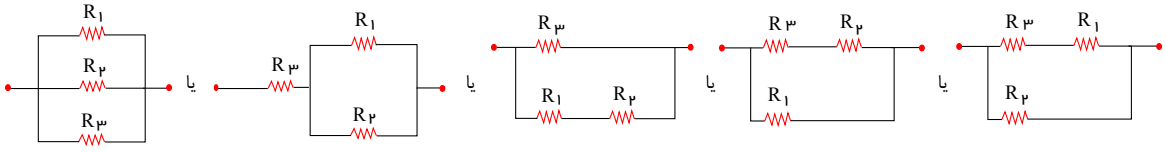
$$V = RI = ۲ \times ۱/۵ = ۳V \Rightarrow q' = ۳ \times ۴ = ۱۲\mu C$$

$$\Delta q = q' - q = ۱۲ - ۷۲ = -۶۰\mu C$$

۱۰۶.گزینه ۲ قبل از وصل کلید، خازن ها با یکدیگر متوالی هستند و یک خازن با ظرفیت $C = ۴\mu F$ داریم. پس بار آن $q_2 = q = ۴ \times ۲ = ۸\mu C$ خواهد بود. پس از وصل کلید، خازن C_2 با مقاومت ۳Ω موازی شده. پس ولتاژ آن $V_2 = \frac{۳}{۵}\varepsilon = \frac{۳}{۵} \times ۲ = ۱/۲V$ است و بار ذخیره شده روی آن $q_2 = ۱/۲ \times ۱۲ = ۱۴/۴\mu C$ می شود، بنابراین:

$$\Delta q = ۱۴/۴\mu C - ۸\mu C = ۶/۴\mu C$$

۱۰۷.گزینه ۱ مقاومت معادل مجموعه‌ی سه مقاومت $V = IR \Rightarrow ۱۲ = R \times \frac{۱}{۲} \Rightarrow R = ۲۴\Omega$ یعنی چون R_1 و R_2 برابر ۳۰ اهم هستند $(۳۰\Omega > ۲۴\Omega)$ فقط یکی از شکل‌هایی قابل قبول است که R_1 یا R_2 با کل بقیه سری نباشد؛



و چون گفته شده که P_1 و P_2 نابرابر هستند، فقط یک شکل قابل قبول است.

توجه کنید که R_1 و R_2 برابر هستند و از تعویض جای R_1 و R_2 حالت جدید به‌دست نمی‌آید.

$$\frac{۱}{۳۰}+\frac{۱}{R_{۱,۳}}=\frac{۱}{۲۴}\Rightarrow\frac{۱}{R_{۱,۳}}=\frac{۱}{۲۴}-\frac{۱}{۳۰}=\frac{۱}{۱۲۰}\Rightarrow R_۱+R_۳=۱۲۰\Rightarrow R_۳=۹۰\Omega$$

۱۰۸.گزینه ۴ با توجه به مشخصات ساختمانی استوانه‌ها نسبت مقاومت آن‌ها را محاسبه می‌کنیم:

$$m_A=۲m_B\xrightarrow{\text{چگالی یکسان}}V_A=۲V_B\Rightarrow A_AL_A=۲A_BL_B\xrightarrow{L_A=۶L_B}A_A=\frac{۱}{۳}A_B$$

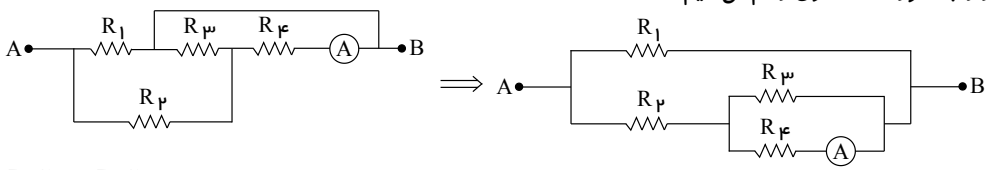
$$R=\rho\frac{L}{A}\rightarrow\frac{R_A}{R_B}=\frac{L_A}{L_B}\times\frac{A_B}{A_A}=۶\times۳\Rightarrow\frac{R_A}{R_B}=۱۸$$

اکنون با توجه به قانون اهم می‌توان گفت:

$$V=IR\xrightarrow{V_A=V_B}I_AR_A=I_BR_B\Rightarrow\frac{I_B}{I_A}=\frac{R_A}{R_B}\Rightarrow\frac{I_B}{I_A}=۱۸$$

۱۰۹.گزینه ۴

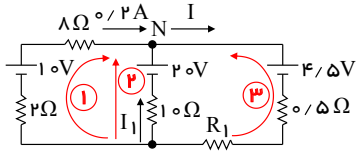
ابتدا شکل مدار را به صورت ساده‌تری رسم می‌کنیم:



$$R_۴I_۴=R_۳I_۳$$
$$\Rightarrow I_۳=I_۴=۰/۴A$$
$$\Rightarrow I_۲=I_{۳,۴}=I_۳+I_۴=۰/۸A$$
$$V_{AB}=(R_۲+R_{۳,۴})I_۲=(۳۰+\frac{۳۰}{۲})\times۰/۸=۴۵\times۰/۸=۳۶V$$

۱۱۰.گزینه ۲ ابتدا با گذشتن از مسیر شماره (۱) V_N-V_M را به دست می‌آوریم:

$$V_M-۲\times۰/۲+۱۰-۸\times۰/۲=V_N\Rightarrow V_N-V_M=۱۰-۲=۸V$$



اکنون V_N-V_M را از مسیر شماره ۲ محاسبه می‌کنیم و در نتیجه $I_۱$ به دست می‌آید:

$$V_M-۱۰I_۱+۲۰=V_N\Rightarrow V_N-V_M=۲۰-۱۰I_۱\Rightarrow۲۰-۱۰I_۱=۸\Rightarrow I_۱=۱/۲A$$

بنابر نتایج بالا و طبق قانون کیرشهف در گره N می‌توان گفت:

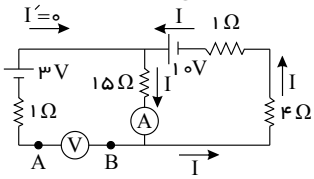
$$۰/۲+I_۱=I\Rightarrow۰/۲+۱/۲=I\Rightarrow I=۱/۴(A)$$

حال با داشتن I، V_N-V_M را از مسیر شماره (۳) می‌نویسیم و در نتیجه $R_۱$ به دست می‌آید:

$$V_N-۴/۵-(۰/۵+R_۱)\times۱/۴=V_M\rightarrow۸=۴/۵+(۰/۵+R_۱)\times۱/۴\rightarrow R'_۱=۲\Omega$$

۱۱۱.گزینه ۳ مقاومت درونی آمپرسنج ایده‌آل بسیار کم (صفر) است و مقاومت درونی ولت‌سنج ایده‌آل بسیار زیاد (بی‌نهایت) است. یعنی از ولت‌سنج ایده‌آل جریانی نمی‌گذرد.

$$I=\frac{\varepsilon}{\sum R+\sum r}\Rightarrow I=\frac{۱۰}{۱+۴+۱۵}=۰/۵(A)$$



عددی که ولت‌سنج نمایش می‌دهد برابر اختلاف پتانسیل دو سر آن است، بنابراین می‌توان گفت:

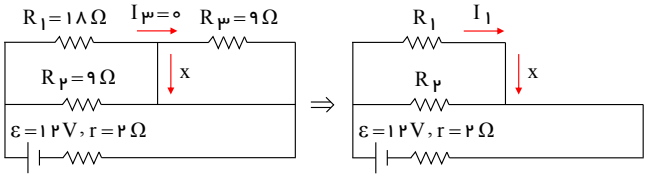
$$V_A-۰\times۱+۳-۰/۵\times۱۵=V_B\Rightarrow V_A-V_B=۴/۵(V)$$

۱۱۲.گزینه ۳ مقاومت درونی آمپرسنج بسیار کم است و در حالت ایده‌آل صفر فرض می‌شود. پس مقاومت $R_۳$ اتصال کوتاه شده و از آن جریانی نمی‌گذرد.

$x = I_۱$

$R_{eq} = R_۱$ موازی $R_۲ = \frac{۱۸\times۹}{۲۷} = ۶\Omega$

$I_{\text{کل}} = \frac{\varepsilon}{r+R_{eq}} = \frac{۱۲}{۲+۶} = ۱/۵A$



$$\begin{cases} V_۱ = V_۲ \Rightarrow R_۱I_۱ = R_۲I_۲ \Rightarrow ۱۸I_۱ = ۹I_۲ \rightarrow I_۲ = ۲I_۱ \\ I_۱ + I_۲ = IT \xrightarrow{I_۲=۲I_۱} ۳I_۱ = ۱/۵ \Rightarrow I_۱ = ۰/۵A \end{cases}$$

۱۱۳.گزینه ۴ با افزایش مقاومت رئوستا در مدار ($R_۳$) مقاومت کل مقدار افزایش یافته و باعث کاهش جریان I (جریان گذرنده از باتری و $R_۱$) می‌شود.

$$I = \frac{\varepsilon}{r+R_۱+R_{۱,۲}\uparrow} \Rightarrow I:\downarrow$$

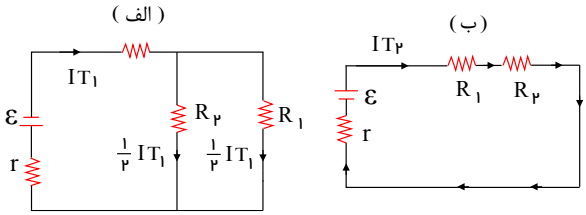
ولت‌سنج $V_۱$ به دو سر مقاومت $R_۱$ متصل است بنابراین عددی که نشان می‌دهد کاهش می‌یابد.

$$V_۱ = R_۱I\downarrow \Rightarrow V_۱:\downarrow$$

ولتاژ تولیدی مولد (ε) برابر مجموع افت پتانسیل در مقاومت‌ها است، بنابراین کاهش $V_۱$ و rI می‌توان نتیجه گرفت $V_۲$ افزایش می‌یابد:

$$\varepsilon = rI + V_۱ + V_۲ \xrightarrow[\text{کاهش } V_۱, rI]{\varepsilon \text{ ثابت}} V_۲:\uparrow$$

۱۱۴.گزینه ۱



در شکل (الف) جریان عبوری از مقاومت $R_۱$ نصف جریان کل مدار و در شکل (ب) جریان عبوری مقاومت ($P_۱$) کل جریان کل مدار (ب) می‌باشد.

$$P_۱ = P_۱ \Rightarrow R_۱(\frac{۱}{۲}IT_۱)^۲ = R_۱I_{T_۲}^۲$$

$$\Rightarrow (\frac{۱}{۲}IT_۱)^۲ = I_{T_۲}^۲ \Rightarrow (\frac{۱}{۲}IT_۱ = IT_۲) \Rightarrow \frac{۱}{۲}(\frac{\varepsilon}{\frac{۱۰}{۲}+r}) = \frac{\varepsilon}{۲۰+r} \Rightarrow ۱۰+۲r = ۲۰+r \Rightarrow r = ۱۰$$

۱۱۵.گزینه ۴

$$I_۱ = \frac{\varepsilon}{r+R_۲} = \frac{۱۲}{۱۲} = ۱A$$

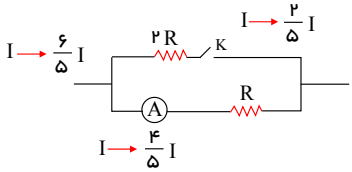
در ابتدا جریانی از سیم‌لوله نمی‌گذرد.

بعد از گذشتن مدت طولانی، سیم‌لوله مثل یک سیم می‌شود؛ یعنی مقاومت‌های $R_۱$ و $R_۲$ موازی می‌شوند.

$$I_۲ = \frac{۱}{۲} \times \frac{\varepsilon}{r+(R_۱ \text{ موازی } R_۲)} = \frac{۱}{۲} \times \frac{۱۲}{۲+۵} = \frac{۶}{۷}A$$

۱۱۶.گزینه ۱

فرض کنیم ابتدا جریان عبور کرده از آمپرسنج، I بوده است. پس جریان عبوری از مولد نیز I است.



با وصل کلید، وقتی جریان آمپرسنج به $\frac{۴}{۵}I$ می‌رسد، جریان عبوری از $۲R$ (که باید نصف این جریان باشد) به $\frac{۲}{۵}I$ می‌رسد، پس جریان مولد به $\frac{۲}{۵}I + \frac{۴}{۵}I = \frac{۶}{۵}I$ خواهد رسید ، یعنی ۲۰ درصد افزایش می‌یابد.

۱۱۷.گزینه ۱ ابتدا ۳ جریان $I_۱$, $I_۲$, $I_۳$ را در ۳ شاخه مدار مطابق شکل فرض می‌کنیم و سپس به کمک قوانین کیرشهف در حلقه‌های بالایی و پایینی و گره A معادلات زیر را می‌نویسیم:

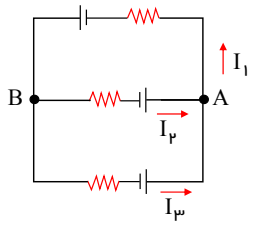
قانون ولتاژها در حلقه‌ی بالایی: $V_A - ۶I_۲ + ۳ - ۶I_۱ + ۱۲ = V_A \quad (۱)$

قانون ولتاژها در حلقه‌ی پایینی: $V_A - ۶I_۳ + ۶ - ۶I_۱ + ۱۲ = V_A \quad (۲)$

قانون جریان‌ها در گره‌ی A: $I_۱ = I_۲ + I_۳ \quad (۳)$

$$(۲)+(۳) \Rightarrow -۶(I_۲ + I_۳) + ۹ - ۱۲I_۱ + ۲۴ = ۰ \Rightarrow ۱۸I_۱ = ۳۳ \Rightarrow I_۱ = \frac{۱۱}{۶}A$$

با توجه به محاسبات بالا، اختلاف پتانسیل بین نقاط A و B برابر است با:



$$V_B - ۶ \times \frac{۱۱}{۶} + ۱۲ = V_A \Rightarrow V_A - V_B = ۱V$$

۱۱۸.گزینه ۱ می‌توان توان مفید مولد را به‌صورت زیر تعیین کرد:

$$P_{\text{مفید}}: RI^۲ = R\left(\frac{\varepsilon}{R+r}\right)^۲ = \frac{R\varepsilon^۲}{(R+r)}$$

$$\left.\begin{array}{l} a_{\text{موقعیت}}: P_a = \dfrac{R_۱\varepsilon^۲}{(R_۱+r)^۲} \\ b_{\text{موقعیت}}: P_b = \dfrac{R_۲\varepsilon^۲}{(R_۲+r)^۲} \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{R_۱}{(R_۱+r)^۲} = \frac{R_۲}{(R_۲+r)^۲}$$

$$\Rightarrow R_۱(R_۲^۲ + r^۲ + ۲R_۲r) = R_۲(R_۱^۲ + r^۲ ۲R_۱r) \Rightarrow R_۱R_۲ + R_۱r^۲ + ۲R_۱R_۲r = R_۲R_۱^۲ + R_۲r^۲ + ۲R_۲R_۱r$$

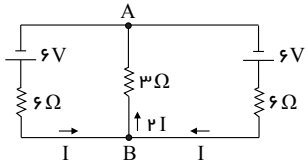
$$\Rightarrow R_۱R_۲^۲ - R_۲R_۱^۲ = r^۲(R_۲ - R_۱) \Rightarrow R_۱R_۲(R_۲ - R_۱) = r^۲(R_۲ - R_۱) \Rightarrow r^۲ = R_۱R_۲ \Rightarrow r = \sqrt{R_۱R_۲}$$

بنابراین اگر توان خروجی ثابت بماند : $r = \sqrt{R_۱R_۲}$ خواهد بود، پس خواهیم داشت :

$$r = \sqrt{۹R \times R} = ۳R \Rightarrow \frac{R}{r} = \frac{۱}{۳}$$

۱۱۹.گزینه ۴ همان‌طور که مشاهده می‌شود دو پیل مشابه با مقاومت شاخه‌ی مساوی‌اند، پس جریان عبوری از شاخه‌های کناری با یکدیگر برابر است و می‌توان نوشت:

$$V_A + ۶ - ۶I - ۳ \times ۲I = V_A \Rightarrow I = ۰/۵A$$

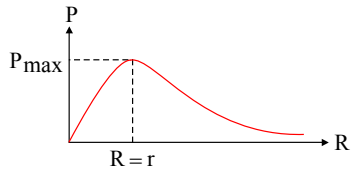


پس اختلاف پتانسیل نقاط A و B برابر است با:

$$V_{AB} = ۳ \times ۲I = ۳V$$

۱۲۰.گزینه ۴

نمودار توان مفید مولد برحسب مقاومت خارجی مدار به‌صورت زیر است:



توان مفید وقتی حداکثر است که مقاومت کل مدار و مقاومت درونی باتری یکسان باشد ابتدا مقاومت بیرونی $۲۰ \text{ و } ۱۱۵ = ۴\Omega$ است. به تدریج با کم کردن مقاومت ۲۰ اهمی، مقاومت بیرونی کاهش می‌یابد تا با مقاومت درونی هم‌اندازه شود و در این حال توان حداکثر است. با کاهش بیش تر مقاومت بیرونی مقاومت مدار کم‌تر از مقاومت درونی شده و توان کاهش می‌یابد.

پاسخنامه کلیدی آزمون با کد: ۵۹۶۸۲

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

تاریخ : وقت : دقیقه

نام و نام خانوادگی : تعداد سوالات: ۹۴

فیزیک ۳ فصل ۴ : مغناطیس

دبیرستان سلام تجریش

۱. کدام یک نادرست است؟

۱) در یک حوزه ی مغناطیسی دوقطبی ها هم جهت هستند.

۲) مواد پارامغناطیس در میدان های بسیار قوی به طور موقت تا حدی خاصیت مغناطیسی پیدا می کنند.

۳) جهت میدان مغناطیسی همواره از قطب N به سمت قطب S است.

۴) هر گاوس 10^{-4} تسلا است.

۲. کدام‌یک از موارد زیر در مواد فرومغناطیس و پارامغناطیس مشترک است؟

۱) داشتن دوقطبی‌های مغناطیسی

۲) داشتن حوزه‌های مغناطیسی

۳) آهن‌ربا شدن تحت‌تأثیر میدان مغناطیسی خارجی با هر شدت دلخواه

۴) همه‌ی موارد فوق

۳. کدام‌یک از گزینه‌های زیر درست است؟

۱) مواد پارامغناطیسی هرگز خاصیت مغناطیسی از خود نشان نمی‌دهند.

۲) در مواد فرومغناطیس، حوزه‌های مغناطیسی در حالت عادی بایک‌دیگر هم جهت‌اند.

۳) مواد فرومغناطیس نرم، به سختی خاصیت آهنربایی خود را از دست می‌دهند.

۴) خاصیت مغناطیسی مواد مغناطیسی از مولکول‌های سازنده‌ی آن‌ها نشأت می‌گیرد.

۴. کدام گزینه در مورد مواد پارامغناطیس و فرومغناطیس، درست نیست؟

۱) در مواد پارامغناطیس، در حالت عادی دو قطبی‌های مغناطیسی، دارای سمت‌گیری مشخص و منظم نیستند.

۲) مواد پارامغناطیس، در میدان‌های قوی، خاصیت مغناطیسی پیدا می‌کنند.

۳) خاصیت مغناطیسی در مواد فرومغناطیس، در اثر جابه‌جایی مرزهای حوزه‌های مغناطیسی ایجاد می‌شود.

۴) در مواد فرومغناطیس سخت، سمت‌گیری دوقطبی‌های مغناطیسی حوزه‌ها پس از حذف میدان مغناطیسی خارجی، به‌سهولت تغییر می‌کند.

۵. کدام گزینه در مورد مواد پارامغناطیسی نادرست است؟

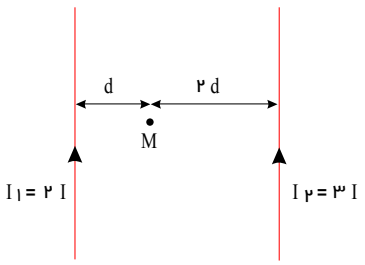
۱) دو قطبی مغناطیسی دارند اما حوزه‌ی مغناطیسی ندارند.

۲) جهت‌گیری دو قطبی‌ها در این مواد کاملا منظم است.

۳) در یک میدان مغناطیسی خارجی، خاصیت مغناطیسی پیدا می‌کنند.

۴) با حذف میدان مغناطیسی خارجی، خاصیت مغناطیسی در آن‌ها محو می‌شود.

۶. اگر بدون تغییر I_2، جریان I_1 را ۲ برابر نماییم، برآیند میدان مغناطیسی حاصل از دو سیم در نقطه‌ی M:



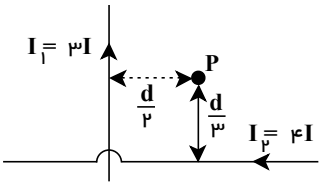
۱) ۵ برابر می‌شود و جهت آن عوض می‌شود.

۲) $\frac{۳}{۲}$ برابر می‌شود و جهت آن عوض می‌شود.

۳) $\frac{۳}{۲}$ برابر می‌شود و جهت آن عوض نمی‌شود.

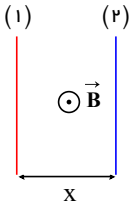
۴) ۵ برابر می‌شود و جهت آن عوض نمی‌شود.

۷. اگر از یک سیم راست نازک و بلند، جریان الکتریکی I عبور کند، در فاصله‌ی d از آن اندازه‌ی میدان مغناطیسی B می‌شود. در شکل مقابل، اندازه و جهت میدان مغناطیسی برآیند در نقطه‌ی P کدام است؟



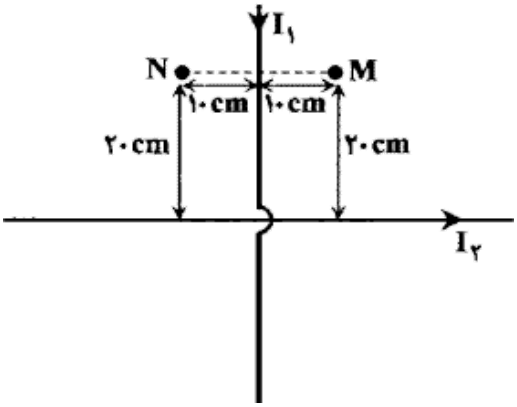
۱) $18B$ ⊗
۲) $6B$ ⊗
۳) $18B$ ⊙
۴) $6B$ ⊙

۸. مطابق شکل زیر، از دو سیم راست، موازی، نازک و بلند که در صفحه‌ی کاغذ قرار دارند، جریان‌هایی با بزرگی یکسان می‌گذرد. اگر در نقطه‌ی وسط این دو سیم، برایند میدان‌های مغناطیسی برون‌سو باشد، سوی جریان الکتریکی در سیم‌های (۱) و (۲) به ترتیب از راست به چپ کدام است؟



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

۹. از دو سیم راست طویل و نازک مطابق شکل، جریان‌های $I_1 = 3A$ و I_2عبور می‌کند. میدان مغناطیسی در کدام یک از نقاط M و N می‌تواند صفر باشد؟ برای این که میدان مغناطیسی در این نقطه صفر باشد، شدت جریان I_2 باید چند آمپر باشد؟



۱) -6 – M
۲) -12 – M
۳) -12 – N
۴) -6 – N

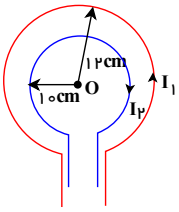
۱۰. یک سیم به طول ۵ متر را به صورت سیم پیچ تخت به قطر ۲۰ سانتی‌متر در می‌آوریم. اگر از این سیم پیچ تخت شدت جریان ۰٫۵ آمپر عبور کند، اندازه‌ی میدان مغناطیسی در مرکز آن چند گاوس می‌شود؟ $(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A})$

۱) ۰٫۱
۲) ۰٫۲
۳) ۰٫۲۵
۴) ۰٫۱۲۵

۱۱. از یک سیم به طول ۲ متر پیچه مسطح به قطر ۱۰ سانتی‌متر ساخته‌ایم. اگر از این پیچه جریان الکتریکی ۲٫۵ آمپر عبور کند، اندازه‌ی میدان مغناطیسی در مرکز آن چند گاوس است؟ $(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A})$

۱) ۱۰
۲) ۲
۳) ۵
۴) ۴

۱۲. مطابق شکل زیر، جریان‌های I_1 , I_2 در خلاف جهت یکدیگر از دو حلقه‌ی مسطح هم‌مرکز عبور می‌کنند. اگر جریان در حلقه‌ی بزرگ‌تر برابر با A ۱۰ باشد، چه جریانی برحسب آمپر از حلقه‌ی کوچک‌تر عبور کند تا برایند میدان‌های مغناطیسی در مرکز مشترک آن‌ها، برابر با صفر شود؟



۱) $\frac{100}{3}$
۲) $\frac{25}{3}$
۳) ۱۲
۴) ۸

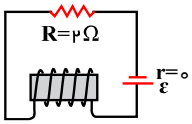
۱۳. سیمی به طول m ۲ را به شکل سیم‌لوله (بدون هسته‌ی آهنی) به قطر cm ۵ و طول cm ۵۰ در می‌آوریم و از آن شدت جریان ۰٫۵ آمپر عبور می‌دهیم. اندازه‌ی میدان مغناطیسی در داخل سیم‌لوله چند گاوس است؟ $(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A})$

۱) ۰٫۰۸
۲) ۰٫۱۶
۳) ۰٫۲۴
۴) ۰٫۴

۱۴. دو سیملوله‌ی هم‌محور و هم‌طول B, A، دارای تعداد دورهای $NA = ۲۰۰$, $NB = ۳۰۰$ می‌باشند. اگر جریان ۲ آمپر از سیملوله‌ی B بگذرد، از سیم‌لوله‌ی A چه جریانی برحسب آمپر عبور کند تا برایند میدان‌های مغناطیسی ناشی از جریان دو سیملوله روی محور مشترک آن‌ها برابر با صفر شود؟

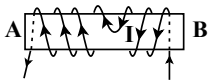
۱) ۱ ۲) ۳ ۳) $\frac{۴}{۳}$ ۴) ۲

۱۵. در شکل زیر، توان الکتریکی مصرفی مقاومت R برابر با ۸ وات است. اگر سیملوله در هر متر ۳۰ دور حلقه داشته باشد، بزرگی میدان مغناطیسی داخل سیملوله و روی محور آن، چند تسلا است؟ $(\mu_۰ = ۴\pi \times ۱۰^{-۷}\frac{T \cdot m}{A})$



۱) $۲/۴\pi \times ۱۰^{+۵}$ ۲) $۲/۴\pi \times ۱۰^{-۵}$
۳) $۹/۶\pi \times ۱۰^{-۵}$ ۴) $۹/۶\pi \times ۱۰^{+۵}$

۱۶. مطابق شکل زیر، از سیم‌پیچی که دارای هسته‌ای آهنی است، جریان I می‌گذرد. دو قطب B, A به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟

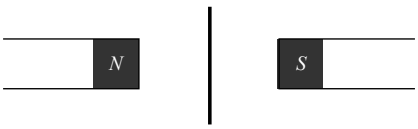


۱) $S - N$ ۲) $N - S$
۳) $N - N$ ۴) $S - S$

۱۷. به سیمی به طول $۸۰cm$ و حامل جریان $۲۰A$ که در میدان مغناطیسی $۴۰۰G$ قرار دارد و راستای سیم با میدان زاویه‌ی ۳۰° می‌سازد، چند نیوتن نیرو وارد می شود؟

۱) ۰/۳۲ ۲) ۳/۲ ۳) ۰/۶۴ ۴) ۶/۴

۱۸. در شکل مقابل وقتی شدت جریان ۰/۵ آمپر از سیم عبور کند، بر بخشی از آن به طول ۸۰ cm که در میدان مغناطیسی یکنواخت آهن‌ربا قرار دارد، نیروی ۰/۱۶ نیوتن به طرف داخل صفحه‌ی کاغذ $(\otimes)$ وارد می‌شود. جهت جریان سیم و اندازه‌ی میدان مغناطیسی یکنواخت کدام است؟

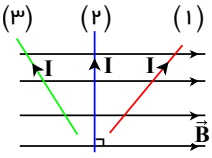


۱) $۰/۲۵T -\uparrow$
۲) $۲/۵T -\downarrow$
۳) $۰/۴T -\downarrow$
۴) $۰/۴T -\uparrow$

۱۹. سیم قائمی در میدان مغناطیسی زمین (که رو به شمال است) قرار دارد و جریانی از پایین به بالا از این سیم عبور می‌کند، جهت نیروی الکترومغناطیسی وارد بر این سیم به کدام سمت است؟

۱) شرق ۲) غرب ۳) بالا ۴) جنوب

۲۰. در شکل زیر، سیم راست و حامل جریان I در میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ در حالت‌های (۱)، (۲) و (۳) قرار گرفته است. در کدام‌یک از این حالت‌ها نیروی الکترومغناطیسی وارد بر سیم، عمود بر صفحه و درون‌سو می‌باشد؟

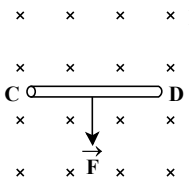


۱) فقط (۱)
۲) فقط (۲)
۳) فقط (۳)
۴) هر سه حالت

۲۱. بزرگی نیرویی که در یک میدان مغناطیسی یکنواخت بر یک سیم حامل جریان وارد می‌شود، برابر با ۷۰ درصد اندازه‌ی بیشینه نیرویی است که میدان مغناطیسی می‌تواند بر این سیم وارد کند، زاویه‌ای که سیم حامل جریان با خط‌های میدان مغناطیسی می‌سازد، تقریباً چند درجه است؟ $(\sqrt{۲} \simeq ۱/۴)$

۱) ۴۵ ۲) ۳۰ ۳) ۶۰ ۴) ۵۳

۲۲. مطابق شکل مقابل، m ۲ از سیم رسانای CD عمود بر خط‌های میدان مغناطیسی یکنواخت درون‌سویی به بزرگی T ۰٫۵ قرار گرفته است. اگر بزرگی نیروی الکترومغناطیسی وارد بر سیم برابر با N ۱ و در جهت نشان داده شده باشد، اندازه‌ی جریان عبوری از سیم چند آمپر و جهت آن کدام است؟

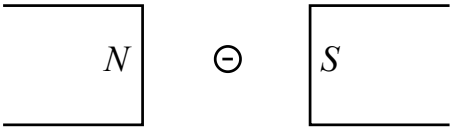


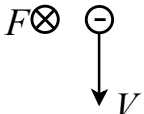
۱) ۱، از C به D
۲) ۱، از D به C
۳) ۲، از C به D
۴) ۲، از D به C

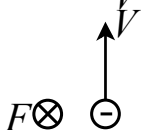
۲۳. از دو سیم طویل که موازی یکدیگر و در فاصله‌ی m۱ از هم قرار دارند، شدت جریان‌های $I_1 = I_2 = 12A$ عبور می‌کند و هر سیم بر هر m۱ از سیم دیگر نیروی جاذبه‌ی F وارد می‌کند. اگر جریان سیم (۱) را $3A$ افزایش دهیم و فاصله‌ی دو سیم را $25cm$ کم کنیم، جریان سیم دیگر را چه تغییری دهیم تا نیروی جاذبه‌ی بین دو سیم تغییر نکند؟

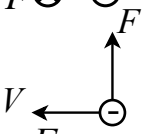
۱) ۴٫۸ آمپر زیاد کنیم. ۲) ۴٫۸ آمپر کم کنیم. ۳) ۳ آمپر کم کنیم. ۴) ۳ آمپر زیاد کنیم.

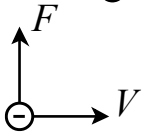
۲۴. اگر ذره‌ای با بار منفی در بین دو قطب آهن‌ربای نشان داده شده در شکل، با سرعت V پرتاب شود، بر آن نیروی F وارد می‌شود. کدام شکل وضعیت $\vec{V}$, $\vec{F}$ را درست نشان می‌دهد؟



۱)


۲)


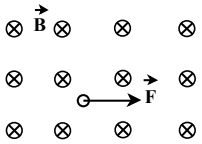
۳)


۴)


۲۵. الکترونی با سرعت $2 \times 10^6 \frac{m}{s}$، تحت زاویه‌ی 53° نسبت به خط‌های میدان مغناطیسی یک نواختی به بزرگی ۰٫۵ تسلا در حال حرکت است. بزرگی نیروی الکترومغناطیسی وارد بر این الکترون، چند نیوتون است؟ $(e = 1{,}6 \times 10^{-19} C, \sin 53^\circ = 0{,}8)$

۱) $1{,}6 \times 10^{-13}$ ۲) $1{,}6 \times 10^{-14}$ ۳) $1{,}28 \times 10^{-13}$ ۴) $1{,}28 \times 10^{-14}$

۲۶. در شکل زیر، الکترونی با سرعت V در مسیری عمود بر خط‌های میدان مغناطیسی در حرکت است. نیروی الکترومغناطیسی وارد بر الکترون در یک لحظه نشان داده شده است. در آن لحظه، قسمتی از مسیر حرکت الکترون در میدان کدام است؟



۱)

۲)

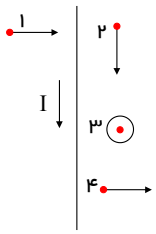
۳)

۴)

۲۷. اندازه‌ی میدان مغناطیسی در مرکز یک پیچه‌ی مسطح به شعاع cm ۲۰ که دارای ۳۰ دور سیم و حامل جریان ۰٫۱ آمپر است، با اندازه‌ی میدان مغناطیسی در فاصله‌ی cm ۵ از یک سیم راست طویل جریان I برابر است. I چند آمپر است؟ $(\pi = 3)$

۱) $\frac{9}{4}$ ۲) $\frac{9}{2}$ ۳) $\frac{3}{2}$ ۴) $\frac{3}{4}$

۲۸. مطابق شکل زیر، چهار ذره‌ی باردار در اطراف سیم راست، بلند و حامل جریان I در جهت‌های نشان داده شده در حال حرکت هستند. نیروی مغناطیسی وارد بر کدام ذره در لحظه‌ی نشان داده شده در شکل، صفر است؟ (ذرات و سیم همگی در یک صفحه قرار دارند)

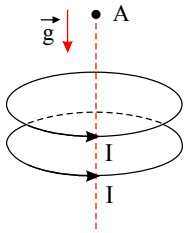


۱) ۴
۲) ۳
۳) ۲
۴) ۱

۲۹. دو میدان الکتریکی و مغناطیسی به ترتیب با بزرگی‌های $۱/۶\frac{kV}{m}$ ، $۰/۴T$ برهم عمود بوده و به گونه‌ای بر یک الکترون متحرک که راستای حرکت آن عمود بر راستای میدان مغناطیسی و هم‌راستا با بردار میدان الکتریکی است، اثر می‌کنند که برایند نیروهای وارد بر آن صفر می‌شود. سرعت الکترون چند $\frac{m}{s}$ است؟ (از نیروی وزن وارد بر الکترون صرف‌نظر می‌شود.)

۱) ۴۰۰ ۲) ۴۰۰۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۱۰۰۰

۳۰. مطابق شکل زیر، از دو حلقه‌ی مشابه که به‌طور موازی روبه‌روی یکدیگر قرار دارند جریان‌های I را در یک جهت عبور می‌دهیم. اگر یک ذره‌ی باردار با بار منفی از نقطه‌ای روی محور حلقه‌ها (A) بدون سرعت اولیه رها شود اندازه‌ی شتاب آن .....

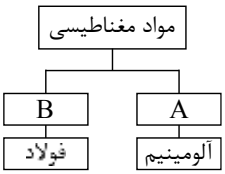


۱) ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.
۲) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.
۳) ثابت و برابر g است.
۴) ثابت است ولی با g برابر نیست.

۳۱. خط‌های میدان مغناطیسی مسیرهای ..... را تشکیل می‌دهند و جهت آن‌ها در ..... آهن‌ربا از قطب ..... می‌باشد.

۱) بازی - بیرون - N به قطب S
۲) بسته‌ای - درون - S به قطب N
۳) بسته‌ای - درون - Nبه قطب S
۴) بازی - درون - N به قطب S

۳۲. در نقشه‌ی مفهومی زیر، خانه‌های خالی B, A به ترتیب از راست به چپ کدام است؟



۱) فرومغناطیس نرم - فرومغناطیس سخت
۲) پارامغناطیس - فرومغناطیس سخت
۳) پارامغناطیس - فرومغناطیس نرم
۴) فرومغناطیس نرم - پارامغناطیس

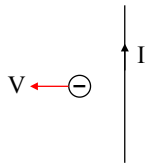
۳۳. از سیمی به طول ۱۰ متر، سیم‌پیچ تختی به قطر ۳۰ سانتی‌متر درست کرده‌ایم. اگر از این سیم‌پیچ شدت جریان ۳ آمپر عبور کند، اندازه‌ی میدان مغناطیسی در مرکز آن چند گاوس می‌شود؟ ($\frac{Tm}{A}$ $\mu_۰ = ۴\pi \times ۱۰^{-۷}$)

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

۳۴. ذره‌ای به جرم m و بار q، عمود بر خطوط میدان مغناطیسی یکنواختی، با سرعت $\vec{V}$ وارد میدان می‌شود. اگر تنها نیروی مؤثر بر ذره، نیروی مغناطیسی ناشی از میدان مغناطیسی باشد، بزرگی $\vec{V}$ چگونه تغییر می‌کند؟

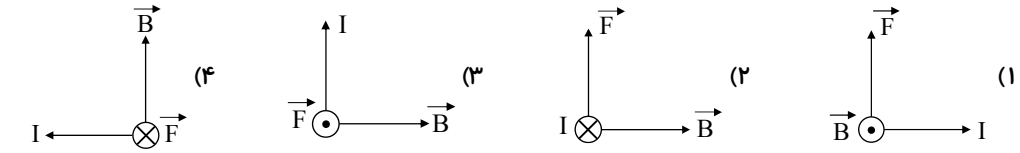
۱) زیاد می‌شود.
۲) کم می‌شود.
۳) تغییر نمی‌کند.
۴) بسته به نوع ذره، هر سه گزینه ممکن است.

۳۵. در شکل مقابل، سیم طویل حامل جریان و بردار سرعت اولیه‌ی ذره‌ی باردار منفی در یک صفحه هستند. جهت نیروی وارد بر ذره ی باردار کدام است؟

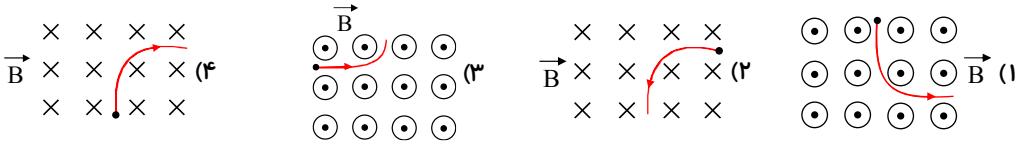


۱) $\otimes$
۲) $\odot$
۳) $\uparrow$
۴) $\downarrow$

۳۶. در کدام یک از نمودارهای زیر، جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی درست شده است؟



۳۷. کدام یک از شکل‌های زیر مسیر حرکت یک الکترون را که با سرعت اولیه‌ی V_0 وارد یک میدان مغناطیسی می‌شود، <u>نادرست</u> نشان می‌دهد؟



۳۸. منظور از میل مغناطیسی کدام است؟

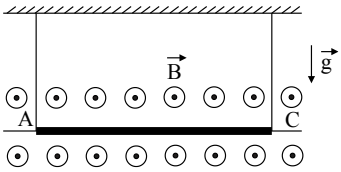
۱) انحراف عقربه‌ی مغناطیسی در نزدیکی مقادیر بزرگی از فلزات.

۲) زاویه‌ی میدان مغناطیسی زمین نسبت به خط افق.

۳) انحراف عقربه‌ی مغناطیسی نسبت به محور چرخش زمین.

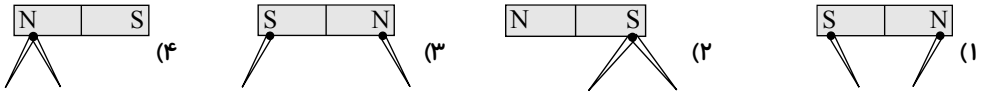
۴) زاویه‌ی عقربه‌ی مغناطیسی نسبت به شمال مغناطیسی زمین.

۳۹. مطابق شکل زیر، سیم AC به طول $6cm$ و جرم ۶ گرم توسط دو نخ که به دو انتهای آن بسته شده‌اند، در میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $0/4T$ که عمود بر صفحه و برون‌سو می‌باشد، آویزان است. اندازه جریان الکتریکی عبوری از سیم چند آمپر و جهت آن به کدام سمت باشد تا نیروی کشش نخ‌های نگه‌دارنده صفر شود؟ ($g = 10\frac{N}{kg}$ و از جرم بقیه سیم صرف‌نظر شود.)



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

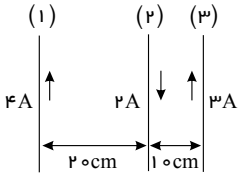
۴۰. در کدام شکل زیر نحوه‌ی قرار گرفتن سوزن‌های آویزان از آهنربا <u>نادرست</u> نشان داده شده است؟



۴۱. اگر یک ماده‌ی فرومغناطیس نرم در یک میدان مغناطیسی خارجی بسیار قوی قرار گیرد، ..... پیدا می‌کند که این حالت در صورت حذف میدان خارجی، ..... است.

۱) خاصیت آهنربایی ضعیفی - موقتی
۲) خاصیت آهنربایی ضعیفی - دائمی
۳) خاصیت آهنربایی بیشینه‌ای - موقتی
۴) خاصیت آهنربایی بیشینه‌ای - دائمی

۴۲. در شکل مقابل، نیروی خالص وارده بر ۳ متر از طول سیم (۱) چند نیوتن است؟ (سیم‌ها نازک و بلند هستند و $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\frac{T \cdot m}{A}$)



۱) 30×10^{-6}
۲) 2×10^{-6}
۳) 5×10^{-6}
۴) صفر

۴۳. کدام‌یک از موارد زیر، در مورد خطوط میدان مغناطیسی صحیح نیست؟

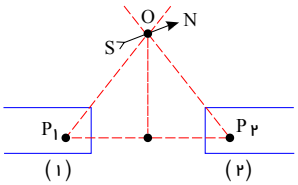
۱) خطوط میدان مغناطیسی یکدیگر را قطع نمی‌کنند.

۲) تراکم خطوط در یک نقطه با بزرگی این میدان در آن نقطه رابطه‌ی مستقیم دارد.

۳) مانند میدان‌های الکتریکی از نقطه‌ای شروع و به نقطه‌ای دیگر ختم می‌شود.

۴) راستای میدان مغناطیسی در هر نقطه مماس بر خط این میدان در آن نقطه است.

۴۴. در شکل زیر P_1 و P_2 دو قطب دو آهنربای میله‌ای هستند. باتوجه به جهت عقربه‌ی مغناطیسی در نقطه‌ی O روی عمود منصف پاره خط P_1P_2 که به حالت تعادل در آمده است، می‌توان دریافت P_1، قطب ..... آهنربای (۱) بوده و آهنربای ..... قوی‌تر است.



۱) N ، (۱)

۲) N ، (۲)

۳) S ، (۱)

۴) S ، (۲)

۴۵. اگر انتهای میله‌ی مغناطیسی A، انتهای میله‌ی مغناطیسی B را جذب و انتهای میله‌ی مغناطیسی C را دفع کند، کدام‌یک از گزینه‌های زیر در مورد میله‌های مغناطیسی درست است؟

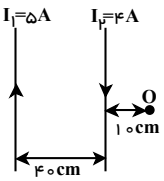
۱) میله‌ی B حتماً آهن‌ربا است.

۲) میله‌ی C آهن‌ربا نیست.

۳) میله‌ی B ممکن است آهن‌ربا باشد.

۴) میله‌ی A آهن‌ربا نیست.

۴۶. در شکل زیر، از دو سیم راست، موازی و بلند که منطبق بر صفحه‌ی کاغذ می‌باشند، جریان‌های $I_1 = ۵\ A$ ، $I_2 = ۴\ A$ می‌گذرد. اندازه‌ی برایند میدان‌های مغناطیسی حاصل از دو سیم در نقطه‌ی O، چند تسلا است؟ $(\mu_0 = ۴\pi \times ۱۰^{-۷} \frac{T \cdot m}{A})$



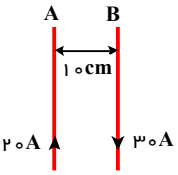
۱) ۵×۱۰^{-۶}

۲) ۶×۱۰^{-۶}

۳) $۱۰^{-۵}$

۴) ۸×۱۰^{-۶}

۴۷. در شکل مقابل، سیم‌های مستقیم، موازی و بلند حامل جریان‌های B, A ثابت نگه داشته شده‌اند. سیم سوم حامل جریان $۶۰\ A$ در چه مکانی و موازی سیم‌ها قرار داده شود تا به حال تعادل باقی بماند؟ (هر سه سیم C, B, A در صفحه‌ی کاغذ قرار دارند.)



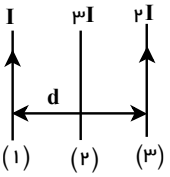
۱) در ۴ سانتی‌متری از سیم B و بین دو سیم

۲) در ۴ سانتی‌متری از سیم A و خارج از فاصله‌ی دو سیم

۳) در ۶ سانتی‌متری از سیم B و بین دو سیم

۴) در ۲۰ سانتی‌متری از سیم A و خارج از فاصله‌ی دو سیم

۴۸. مطابق شکل زیر، سه سیم راست و طویل در یک صفحه قرار دارند و از آن‌ها جریان الکتریکی عبور می‌کند. اگر برایند نیروهای الکترومغناطیسی وارد بر سیم (۲) از طرف دو سیم دیگر برابر با صفر باشد، فاصله‌ی سیم (۲) از سیم (۱) کدام است؟



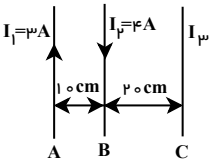
۱) $\frac{۲d}{۳}$

۲) $\frac{d}{۳}$

۳) $\frac{d}{۴}$

۴) $\frac{d}{۲}$

۴۹. در شکل زیر، سه سیم راست، موازی و طویل که در یک صفحه قرار دارند، نشان داده شده است. شدت جریان I_3 چند آمپر و جهت آن به کدام طرف باشد تا برآیند نیروهای الکترومغناطیسی وارد بر سیم B برابر با صفر باشد؟



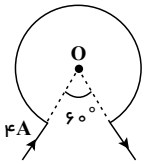
۱) ۶، پایین

۲) ۱٫۵، بالا

۳) ۶، بالا

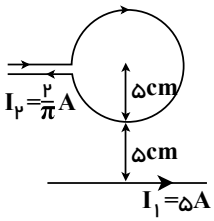
۴) ۱٫۵، پایین

۵۰. مطابق شکل مقابل، از حلقه‌ی ناقصی به شعاع $۱/۵۷\,cm$، جریان الکتریکی $۴\,A$ می‌گذرد. بزرگی میدان مغناطیسی در نقطه‌ی O (مرکز حلقه‌ی ناقص)، چند تسلا است؟ $(\pi = ۳/۱۴\ ,\ \mu_۰ = ۴\pi \times ۱۰^{-۷}\frac{T\cdot m}{A})$



۱) ۱۶×۱۰^{-۵}
۲) $\frac{۴}{۳} \times ۱۰^{-۴}$
۳) $\frac{۳}{۴} \times ۱۰^{-۴}$
۴) $۱/۶ \times ۱۰^{-۵}$

۵۱. در شکل زیر، سیم راست حامل جریان و پیچه‌ی مسطح حامل جریان در یک صفحه قرار دارند. اگر پیچه شامل ۱۰ دور حلقه باشد، اندازه‌ی برایند میدان‌های مغناطیسی ناشی از جریان پیچه و جریان سیم راست در مرکز پیچه چند گاوس و به کدام سمت است؟ $(\mu_۰ = ۴\pi \times ۱۰^{-۷}\frac{T\cdot m}{A})$



۱) ۰/۹، برون‌سو
۲) ۰/۷، درون‌سو
۳) ۰/۹، درون‌سو
۴) ۰/۷، برون‌سو

۵۲. با سیمی به طول $۷۲\,m$، سیملوله‌ای به طول $۶۰\,cm$ که شعاع هر حلقه‌ی آن $۲\,cm$ است، می‌سازیم و دو سر سیملوله را به یک مولد با نیروی محرکه‌ی ۱۲ ولت و مقاومتی درونی $۱\,\Omega$ وصل می‌کنیم. اگر مقاومت الکتریکی سیملوله $۳\,\Omega$ باشد، بزرگی میدان مغناطیسی یکنواخت درون سیملوله، چند میلی تسلا است؟ $(\mu_۰ = ۱۲ \times ۱۰^{-۷}\frac{T\cdot m}{A},\ \pi = ۳)$

۱) ۷/۲
۲) ۱۴/۴
۳) ۳/۶
۴) ۱/۲

۵۳. اگر جریان الکتریکی گذرنده از یک سیملوله $۵\,A$ افزایش یابد، بزرگی میدان مغناطیسی یکنواخت داخل آن ۲۰ درصد تغییر می‌کند. جریان الکتریکی اولیه‌ی عبوری از سیملوله چند آمپر بوده است؟

۱) ۵
۲) ۱۰
۳) ۱۵
۴) ۲۵

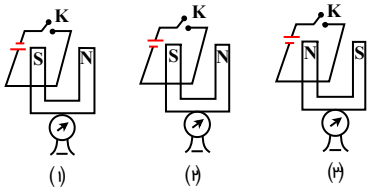
۵۴. سیمی به طول $۶۰\,m$ را که مقاومت هر متر آن برابر با $۲\,\Omega$ است، به صورت سیملوله‌ای به شعاع $۲\,cm$ و طول $۱۰\,cm$ در آورده و دو سر آن را به اختلاف پتانسیل $۶۰\,V$ وصل می‌کنیم، بزرگی میدان مغناطیسی درون سیملوله چند گاؤس می‌شود؟ $(\pi = ۳\ ,\ \mu_۰ = ۴\pi \times ۱۰^{-۷}\frac{T\cdot m}{A})$

۱) ۳×۱۰^{-۳}
۲) ۳۰
۳) ۳×۱۰^{-۵}
۴) ۰/۳

۵۵. یک سیم‌لوله از سیم روکش‌داری به قطر $۱\,mm$ در یک لایه کنار هم پیچیده شده است و جریان $۲\,A$ از آن می‌گذرد. بزرگی میدان مغناطیسی یکنواخت در داخل این سیم‌لوله چند گاوس است؟ $(\mu_۰ = ۴\pi \times ۱۰^{-۷}\frac{T\cdot m}{A})$

۱) $۴\pi \times ۱۰^{-۴}$
۲) $۸\pi \times ۱۰^{-۴}$
۳) ۴π
۴) ۸π

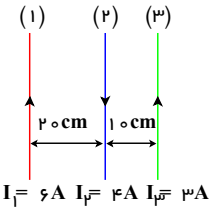
۵۶. در کدام‌یک از شکل‌های زیر با بسته‌شدن کلید K، عددی که نیروسنج نشان می‌دهد، کاهش می‌یابد؟



۱) فقط ۱
۲) فقط ۲
۳) فقط ۳
۴) ۱ و ۳

۵۷. در شکل زیر، سیم‌های حامل جریان (۱)، (۲) و (۳)، موازی، بلند و در یک صفحه هستند. بزرگی نیروی الکترومغناطیسی برایند وارد بر ۱۰ cm از سیم (۳) از طرف میدان‌های مغناطیسی ناشی از جریان سیم‌های (۱) و (۲)، چند نیوتون و در چه جهتی است؟

$(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A})$



۱) $3/6 \times 10^{-6}$ و به طرف راست

۲) $1/2 \times 10^{-6}$ و به طرف راست

۳) $1/2 \times 10^{-6}$ و به طرف چپ

۴) $3/6 \times 10^{-6}$ و به طرف چپ

۵۸. ذره‌ای با بار الکتریکی $+2\ \mu C$ و جرم ۰/۰۱ گرم با سرعت $2 \times 10^{4} \frac{m}{s}$ وارد میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی ۰/۰۲ تسلا می‌شود. در صورتی که در لحظه‌ی ورود، راستای حرکت ذره با خط‌های میدان مغناطیسی زاویه‌ی ۳۰ درجه بسازد، بزرگی شتاب حاصل از نیروی الکترومغناطیسی وارد بر ذره در لحظه‌ی ورود آن به میدان، چند متر بر مجذور ثانیه می‌شود؟

۱) ۴۰ ۲) ۰/۰۴ ۳) ۸۰ ۴) ۰/۰۸

۵۹. پروتونی عمود بر خط‌های یک میدان مغناطیسی افقی یک‌نواخت به بزرگی $4 \times 10^{-3} T$ که جهت آن از جنوب به شمال است، وارد فضای میدان می‌شود اگر پروتون از مسیر خود منحرف نشود، اندازه‌ی سرعت پروتون چند متر بر ثانیه و جهت آن کدام است؟

$(g = 10 \frac{N}{kg},\ m_p = 1/6 \times 10^{-27} kg,\ |e| = 1/6 \times 10^{-19} C)$ و از میدان مغناطیسی زمین صرف‌نظر شود.)

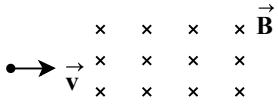
۱) $2/5 \times 10^{-5}$ ، غرب به شرق

۲) $0/4 \times 10^{-4}$ ، شرق به غرب

۳) $2/5 \times 10^{-5}$ ، شرق به غرب

۴) $0/4 \times 10^{-4}$ ، غرب به شرق

۶۰. مطابق شکل زیر، ذره‌ای باردار در یک میدان مغناطیسی یکنواخت درون‌سو، با سرعت $\vec{V}$ پرتاب می‌شود. اگر از نیروی وزن صرف‌نظر شود، انرژی جنبشی ذره، پس از ورود به میدان مغناطیسی چگونه تغییر خواهد کرد؟



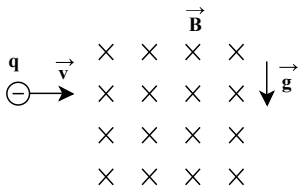
۱) افزایش می‌یابد.

۲) تغییر نمی‌کند.

۳) کاهش می‌یابد.

۴) بستگی به نوع بار الکتریکی ذره دارد.

۶۱. مطابق شکل زیر، ذره‌ای به جرم ۲ گرم و بار $-2mC$ با سرعت $3 \times 10^{3} \frac{m}{s}$ به طور افقی وارد میدان مغناطیسی یکنواخت و درون‌سویی به بزرگی ۰/۱ تسلا می‌شود. اندازه‌ی میدان الکتریکی چند $\frac{N}{C}$ و جهت آن به کدام طرف باشد تا ذره از مسیر خود منحرف نشود؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$)



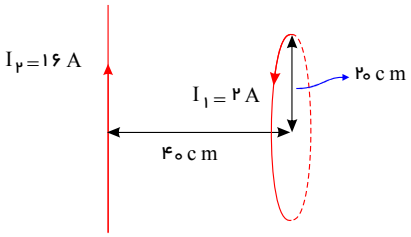
۱) ۱۱۰، بالا

۲) ۱۰۰، پایین

۳) ۱۰۰، بالا

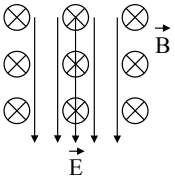
۴) ۱۱۰، پایین

۶۲. مطابق شکل زیر، از حلقه‌ای به شعاع $۲۰cm$، جریان $۲A$ می‌گذرد. مرکز حلقه در فاصله‌ی $۴۰cm$ از سیم راست، بلند و حامل جریان $۱۶A$ قرار گرفته است. اندازه‌ی میدان مغناطیسی برایند در مرکز حلقه چند تسلا است؟ ($\pi = ۳$ ، $\mu_۰ = ۴\pi \times ۱۰^{-۷} \frac{T \cdot m}{A}$ و سطح حلقه عمود بر صفحه‌ی کاغذ و سیم حامل جریان منطبق بر صفحه‌ی کاغذ است.)



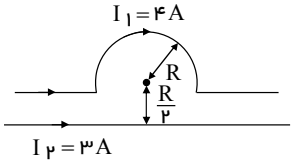
۱) $۱۰^{-۲}$
۲) $۱۰^{-۶}$
۳) $۱۰^{-۵}$
۴) $۱۰^{-۴}$

۶۳. در شکل زیر و در قسمتی از فضا، دو میدان الکتریکی $\vec{E}$ و مغناطیسی $\vec{B}$ عمود بر هم وجود دارند. یک ذره با بار منفی را که جرمش ناچیز است، در چه جهتی شلیک کنیم تا در لحظه‌ی ورود به فضای دو میدان، تحت‌تأثیر بیش‌ترین نیروی ممکن قرار گیرد؟



۱) به سمت بالای صفحه‌ی کاغذ
۲) به سمت پایین صفحه‌ی کاغذ
۳) به سمت راست
۴) به سمت چپ

۶۴. درشکل زیر، برایند میدان‌های مغناطیسی حاصل ازجریان‌های سیم راست ونیم‌حلقه در مرکزنیم حلقه به شعاع R چند تسلااست؟ ($\pi = ۳$ ، $\mu_۰ = ۴\pi \times ۱۰^{-۷} \frac{T \cdot m}{A}$ و سیم راست و نیم‌حلقه در صفحه‌ی کاغذ قرار دارند.)



۱) اطلاعات کافی نیست.
۲) صفر
۳) ۱۲×۱۰^{-۷}
۴) ۳۶×۱۰^{-۷}

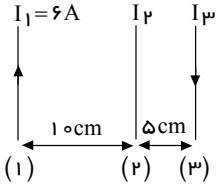
۶۵. از سیمی به طول $۶۲۸m$ پیچه‌ای مسطح به شعاع $۱۰cm$ ساخته‌ایم. ۲۰۰ حلقه از این پیچه در جهت عکس حلقه‌های دیگر پیچیده شده است. اگر جریان $۰/۵A$ از این پیچه عبور کند، بزرگی میدان مغناطیسی برایند در مرکز حلقه چند گاوس است؟ ($\mu_۰ = ۴\pi \times ۱۰^{-۷} \frac{T \cdot m}{A}$)

۱) $۸\pi \times ۱۰^{-۴}$
۲) $۶\pi \times ۱۰^{-۴}$
۳) ۸π
۴) ۶π

۶۶. از سیم رسانایی به قطر ۳ میلی‌متر سیم‌لوله‌ای درست کرده‌ایم که حلقه‌های آن به‌هم چسبیده‌اند و بین حلقه‌ها فاصله‌ی وجود ندارد. اگر از سیم‌لوله جریان $۵A$ عبور دهیم، بزرگی میدان مغناطیسی درون سیم‌لوله چند گاوس می‌شود؟ ($\mu_۰ = ۱۲ \times ۱۰^{-۷} \frac{T \cdot m}{A}$)

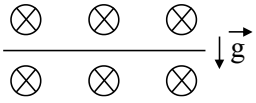
۱) ۲×۱۰^{-۳}
۲) ۲۰
۳) ۰/۲
۴) داده ها کافی نیستند.

۶۷. ازسیم‌هایی راست و موازی که در صفحه‌ی کاغذ قرار دارند، جریان‌هایی مطابق شکل زیرعبور می‌کند. جریان سیم (۲) چند آمپر و در چه جهتی باشد تا سیم (۳) به حال تعادل باقی بماند؟



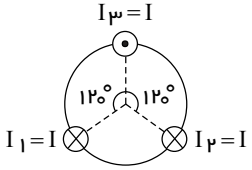
۱) ۲ – پایین
۲) ۲ – بالا
۳) ۳ – پایین
۴) ۳ – بالا

۶۸. مطابق شکل مقابل، $۵۰cm$ از سیم رسانایی افقی با سطح مقطع $۲cm^۲$ و چگالی $۹ \frac{g}{cm^۳}$ در یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی $۱۰T$ قرار گرفته است. چه جریانی بر حسب آمپر و در چه جهتی از سیم رسانا عبور کند تا سیم در حالت تعادل قرار گیرد ؟($g = ۱۰ \frac{N}{kg}$)



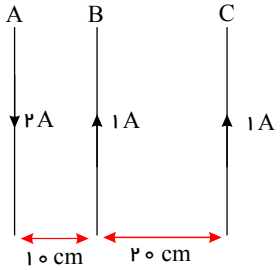
۱) ۳/۶ – راست
۲) ۱/۸ – راست
۳) ۳/۶ – چپ
۴) ۱/۸ – چپ

۶۹. مطابق شکل مقابل، سه سیم بسیار طویل روی محیط دایره ای به صورت عمود بر صفحه‌ی کاغذ قرار دارند. در صورتی که اندازه‌ی میدان مغناطیسی ناشی از هر یک از سیم‌های حامل جریان I در مرکز دایره‌ی B باشد، اندزه‌ی میدان مغناطیسی برایند حاصل از جریان این سه سیم در مرکز دایره چند B خواهد بود؟



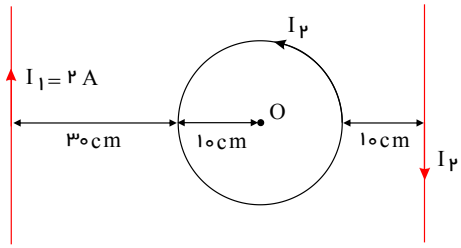
۱) صفر
۲) ۱
۳) ۲
۴) $\sqrt{۳}+۱$

۷۰. در شکل مقابل، سه سیم حامل جریان راست، بلند و موازی A، B و C در صفحه‌ی کاغذ قرار دارند. برایند نیرویی که به ۱ متر از سیم B وارد می‌شود، چند نیوتون و در چه جهتی است؟ $\left(\mu_{۰}=۴\pi\times۱۰^{-۷}\frac{T\cdot m}{A}\right)$



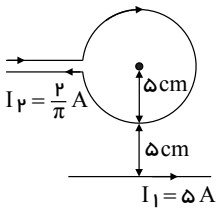
۱) $۱۰^{-۶}\times۵$، راست
۲) $۱۰^{-۶}\times۵$، چپ
۳) $۱۰^{-۶}\times۳$، راست
۴) $۱۰^{-۶}\times۳$، چپ

۷۱. در شکل زیر سیم‌ها و حلقه‌ها در صفحه‌ی کاغذ قرار دارند و جریان عبوری از حلقه و سیم سمت راست یکسان است. اندازه‌ی جریان $I_۲$ چند آمپر باشد تا میدان مغناطیسی برایند در نقطه‌ی O (مرکز پیچه) برابر صفر شود؟ $(\pi=۳)$



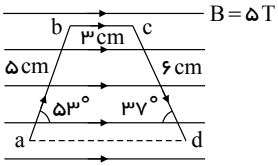
۱) ۰٫۵
۲) ۲
۳) ۱
۴) ۰٫۲

۷۲. در شکل زیر، سیم راست حامل جریان و پیچه مسطح حامل جریان در یک صفحه قرار دارند. اگر پیچه شامل ۱۰ دور حلقه باشد، اندازه برآیند میدان‌های مغناطیسی ناشی از جریان پیچه و جریان سیم راست در مرکز پیچه چند گاوس و به کدام سمت است؟
$(\mu_{۰}=۴\pi\times۱۰^{-۷}\frac{T\cdot m}{A})$



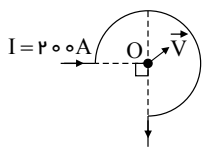
۱) ۰٫۹، برون‌سو
۲) ۰٫۷، درون‌سو
۳) ۰٫۹، درون‌سو
۴) ۰٫۷، برون‌سو

۷۳. مطابق شکل زیر، قطعه سیم $abcd$ که حامل جریان $۱۰A$ است در میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $۵T$ قرار دارد. کدام گزینه به ترتیب بزرگی برایند نیروهای وارد بر قطعه سیم برحسب نیوتون و جهت آن‌را به درستی نشان می‌دهد؟



۱) ۸٫۳، برون‌سو
۲) ۸٫۳، درون‌سو
۳) ۰٫۲، برون‌سو
۴) ۰٫۲، درون‌سو

۷۴. مطابق شکل زیر، حلقه‌ی رسانای ناقصی به شعاع $۱۰cm$، حامل جریان $۲۰۰A$ می‌باشد. اگر ذره‌ای با بار الکتریکی $+۲۰\mu C$ با سرعت $۴۰۰\frac{m}{s}$ از نقطه‌ی O مرکز حلقه در جهت نشان داده شده عبور کند، اندازه‌ی نیروی مغناطیسی وارد بر ذره در هنگام عبور از این نقطه چند نیوتون و در کدام جهت است؟ $\left(\mu_{۰}=۱۲\times۱۰^{-۷}\frac{T\cdot m}{A}\right)$



۱) $۷/۲ \times ۱۰^{-۶}$, ↖

۲) $۷/۲ \times ۱۰^{-۶}$, ↘

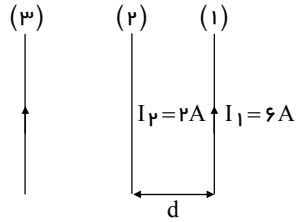
۳) $۲/۴ \times ۱۰^{-۶}$, ↖

۴) $۲/۴ \times ۱۰^{-۶}$, ↘

۷۵. سیمی به طول L را یک‌بار به‌صورت حلقه‌ای در آورده و جریان I را از آن عبور می‌دهیم که در این حالت بزرگی میدان مغناطیسی در مرکز حلقه برابر با $۰/۲T$ می‌شود. بار دیگر سیم را به‌صورت پیچه‌ی مسطحی با ۴ دور سیم در آورده و جریان $۲I$ از آن عبور می‌دهیم. بزرگی میدان مغناطیسی در مرکز پیچه در این حالت چند تسلا می‌شود؟

۱) ۶/۴ ۲) ۱/۶ ۳) ۳/۲ ۴) ۴/۸

۷۶. مطابق شکل زیر، سه سیم راست و بلند حامل جریان به موازات یک‌دیگر در صفحه‌ی کاغذ قرار دارند. اگر برایند نیروهای الکترومغناطیسی وارد بر سیم (۳) از طرف دو سیم دیگر برابر با صفر باشد، به ترتیب جهت جریان $I_۲$ و فاصله‌ی سیم (۱) از سیم (۳) کدام است؟



۱) به طرف بالا، $۲d$

۲) به طرف پایین، $۲d$

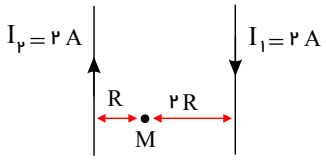
۳) به طرف بالا، $\frac{۳d}{۲}$

۴) به طرف پایین، $\frac{۳d}{۲}$

۷۷. 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؟

۱) $\frac{۱}{۱۶}$ ۲) $\frac{۱}{۴}$ ۳) $\frac{۱}{۸}$ ۴) $\frac{۱}{۲}$

۷۸. در شکل زیر، اگر با ثابت بودن جریان $I_۲$، جریان $I_۱$ را بدون تغییر جهت آن ۲ برابر کنیم، برایند میدان‌های مغناطیسی حاصل از جریان این دو سیم در نقطه‌ی M چگونه تغییر می‌کند؟



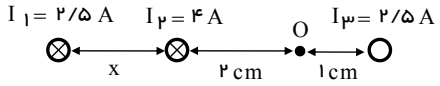
۱) صفر می‌شود.

۲) $\frac{۲}{۳}$ برابر می‌شود و جهت میدان عوض می‌شود.

۳) $\frac{۸}{۳}$ برابر می‌شود و جهت میدان عوض نمی‌شود.

۴) $\frac{۴}{۳}$ برابر می‌شود و جهت میدان عوض نمی‌شود.

۷۹. در شکل مقابل و برآیند میدان های مغناطیسی ناشی از سیم های راست نازک و موازی حامل جریان در نقطه ی O صفر است. جهت جریان $I_۳$ کدام سمت است و x چقدر است؟



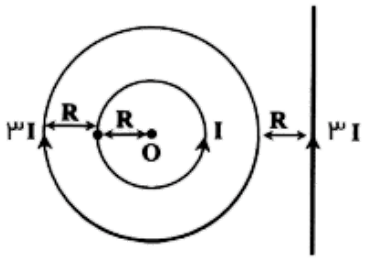
۱) درون سو- $۱cm$

۲) درون سو- $۳cm$

۳) برون‌سو- $۱cm$

۴) برون‌سو- $۳cm$

۸۰. در شکل مقابل سیم راست نازک طویل و دو حلقه‌ی حامل جریان، در یک صفحه‌اند. جهت میدان مغناطیسی در مرکز حلقه‌ها (نقطه‌ی O) کدام است؟



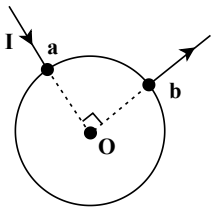
۱) $\rightarrow$

۲) $\leftarrow$

۳) $\odot$

۴) $\otimes$

۸۱. در شکل زیر، جریان I از نقطه‌ی a وارد حلقه‌ی فلزی همگنی به شعاع r شده و از نقطه‌ی b خارج می‌شود. میدان مغناطیسی برایند در نقطه‌ی O (مرکز حلقه) کدام است؟



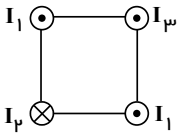
۱) $\frac{\mu_۰ I}{۳r}$

۲) $\frac{۲\mu_۰ I}{۳r}$

۳) $\frac{\mu_۰ I}{۶r}$

۴) ۰

۸۲. مطابق شکل زیر، چهار سیم موازی و طویل در رأس‌های یک مربع به ضلع a قرار دارند و از آن‌ها جریان‌های ثابت، عبور می‌کند.



حاصل $\frac{I_۱}{I_۲}$ چه مقدار باشد تا برایند نیروهای الکترومغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان $I_۳$ برابر با صفر شود؟

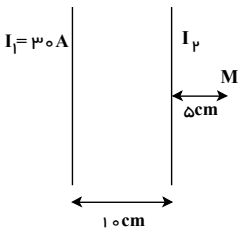
۱) $\frac{۱}{۲}$

۲) ۲

۳) $\frac{\sqrt{۲}}{۲}$

۴) $\sqrt{۲}$

۸۳. در شکل زیر، برایند میدان‌های مغناطیسی حاصل از جریان‌های الکتریکی عبوری از سیم‌های موازی، مستقیم و بلند، در نقطه‌ی M صفر است. اندازه‌ی نیرویی که بر هر متر از سیم حامل جریان $I_۲$ از طرف سیم حامل جریان $I_۱$ وارد می‌شود برابر با چند نیوتون و چگونه است؟ $(\mu_۰ = ۴\pi \times ۱۰^{-۷} \frac{T \cdot m}{A})$ و سیم‌های حامل جریان و نقطه‌ی M در صفحه‌ی کاغذ قرار دارند.)



۱) ۶×۱۰^{-۴} ، ربایشی

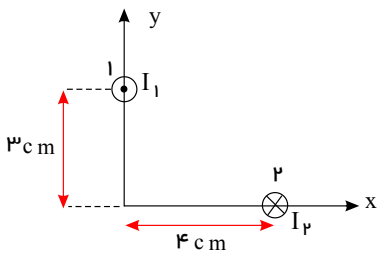
۲) ۶×۱۰^{-۴} ، رانشی

۳) $۴/۵ \times ۱۰^{-۳}$ ، ربایشی

۴) $۴/۵ \times ۱۰^{-۳}$ ، رانشی

۸۴. شکل زیر، دو سیم با جریان‌های $I_۱ = ۲A$ و $I_۲ = ۵A$ را نشان می‌دهد. هر دو سیم موازی با یکدیگر و عمود بر صفحه‌ی کاغذ هستند. مؤلفه‌ی x نیروی مغناطیسی ناشی از جریان سیم (۱) بر یکای طول سیم (۲) چند نیوتون است؟

$\left(\mu_۰ = ۴\pi \times ۱۰^{-۷} \frac{T \cdot m}{A}\right)$



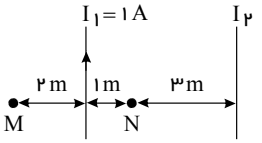
۱) $۲/۴ \times ۱۰^{-۵}$

۲) $۶/۴ \times ۱۰^{-۶}$

۳) $۳/۲ \times ۱۰^{-۵}$

۴) اطلاعات مسئله کافی نیست.

۸۵. مطابق شکل زیر از دو سیم راست، بلند و موازی جریان‌های $I_۱$ و $I_۲$ عبور می‌کند، اگر بردار میدان مغناطیسی برایند در نقاط M , N با یکدیگر برابر باشند، $I_۲$ چند آمپر است؟ $(\mu_۰ = ۴\pi \times ۱۰^{-۷}\frac{T \cdot m}{A})$



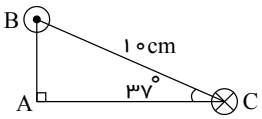
۱) ۳

۲) ۹

۳) ۶

۴) ۱۲

۸۶. مطابق شکل مقابل، سیم طویل C حامل جریان $۴A$ و سیم طویل B حامل جریان $۶A$ به صورت عمود بر صفحه از رأس‌های B , C مثلث ABC می‌گذرند. اندازه‌ی میدان مغناطیسی برایند در نقطه‌ی A، چند گاوس است؟ $(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶,\ \mu_۰ = ۴\pi \times ۱۰^{-۷}\frac{T \cdot m}{A})$



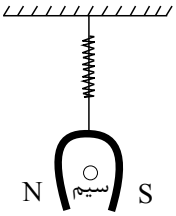
۱) ۰/۱

۲) $\frac{\sqrt{۵}}{۲}$

۳) $\frac{\sqrt{۵}}{۱۰}$

۴) ۰/۳

۸۷. یک آهن‌ربا مطابق شکل توسط فنری به ثابت ۵۰ نیوتن بر متر از سقف آویخته شده است و یک سیم رسانا به طول ۲۰ سانتی‌متر بین دو قطب آهن‌ربا در میدان مغناطیسی یکنواخت آن قرار دارد. وقتی جریان الکتریکی از سیم نمی‌گذرد. طول فنر ۵۵۰ میلی‌متر و وقتی جریان ۱۰۰ آمپر از سیم می‌گذرد. طول فنر ۵۴۹/۶ میلی‌متر می‌شود. اندازه‌ی میدان مغناطیسی آهن‌ربا و جهت جریان گذرنده از سیم کدام است؟



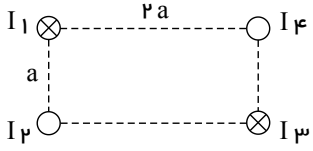
۱) $I\odot\ ,\ B = ۱۰^{-۳}T$

۲) $I\otimes\ ,\ B = ۱۰^{-۳}T$

۳) $I\otimes\ ,\ B = ۲ \times ۱۰^{-۴}T$

۴) $I\odot\ ,\ B = ۲ \times ۱۰^{-۴}T$

۸۸. چهار سیم طویل موازی مطابق شکل، از چهار رأس مستطیل می‌گذرند و بر صفحه‌ی کاغذ عمود هستند. اگر برآیند نیروهای وارد برسیم حامل جریان $I_۴$ صفر باشد، شدت جریان $I_۲$ چند برابر $I_۱$ و جهت آن کدام است؟



۱) $\odot, I_۲ = \frac{۵}{۴}I_۱$

۲) $\otimes, I_۲ = \frac{۵}{۴}I_۱$

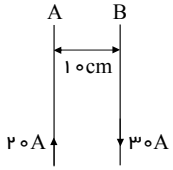
۳) $\odot, I_۲ = \frac{۵}{۲}I_۱$

۴) $\otimes, I_۲ = \frac{۵}{۲}I_۱$

۸۹. سیمی را به دور استوانه‌ای توخالی به گونه‌ای می‌پیچیم که حلقه‌ها در کنار هم و چسبیده به هم باشند. اگر شدت جریانی که از سیم می‌گذرد $۰/۱A$ باشد و میدان مغناطیسی روی محور استوانه و به دور از لبه‌ها برابر $\pi \times ۱۰^{-۲}$ گاوس شود، قطر سیم انتخابی چند میلی‌متر است؟ $\left(\mu_۰ = ۴\pi \times ۱۰^{-۷}\frac{T \cdot m}{A}\right)$

۱) ۲۰ ۲) ۴۰ ۳) ۵۰ ۴) ۸۰

۹۰. در شکل زیر، سیم‌های مستقیم، موازی و بلند حامل جریان A و B در صفحه‌ی کاغذ ثابت شده‌اند. سیم C که حامل جریان $60A$ است، در چه مکانی و موازی سیم‌ها قرار داده شود تا به حال تعادل باقی بماند؟



۱) در ۴ سانتی‌متری از سیم B و در فاصله بین دو سیم

۲) در ۴ سانتی‌متری از سیم A و خارج از فاصله دو سیم

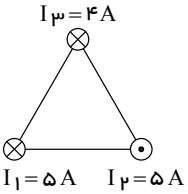
۳) در ۶ سانتی‌متری از سیم B و در فاصله بین دو سیم

۴) در ۲۰ سانتی‌متری از سیم A و خارج از فاصله دو سیم

۹۱. از سیملوله‌ای که حلقه‌های آن به یک‌دیگر چسبیده‌اند، جریان الکتریکی $5A$ را عبور می‌دهیم. اگر شعاع سطح مقطع سیم این سیملوله برابر با $2mm$ باشد، بزرگی میدان مغناطیسی روی محور اصلی این سیملوله چند تسلا است؟ $(\mu_0 = 12\times10^{-7}\frac{T\cdot m}{A})$

۱) 15×10^{-3} ۲) ۱۵ ۳) ۳۰ ۴) $1/5\times10^{-3}$

۹۲. مطابق شکل مقابل، سه سیم راست، بلند، موازی و حامل جریان الکتریکی در سه رأس یک مثلث متساوی‌الاضلاع به ضلع $4cm$ و به طور عمود بر صفحه‌ی کاغذ قرار گرفته‌اند. اندازه‌ی برآیند نیروهای مغناطیسی وارد بر $20cm$ از سیم حامل جریان I_3 از طرف سیم های دیگر چند نیوتون است؟ $(\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}\frac{T\cdot m}{A})$



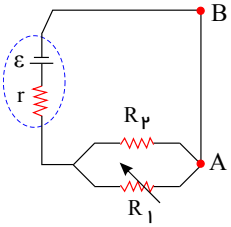
۱) 2×10^{-6}

۲) 2×10^{-5}

۳) $2\sqrt{3}\times10^{-6}$

۴) $2\sqrt{3}\times10^{-5}$

۹۳. در مدار شکل زیر، اگر اندازه‌ی مقاومت متغیر R_1 را به تدریج زیاد کنیم، اندازه‌ی میدان مغناطیسی ناشی از سیم بلند AB در اطراف آن چگونه تغییر می‌کند؟



۱) زیاد می‌شود.

۲) کم می‌شود.

۳) تغییری نمی‌کند.

۴) بستگی به‌اندازه‌ی r دارد.

۹۴. یک حلقه ی فلزی در یک میدان مغناطیسی به بزرگ $0/5T$ که بر سطح حلقه عمود است، قرار دارد. اگر شعاع حلقه با آهنگ $40cm\cdot s^{-1}$ کاهش یابد، در لحظه ای که شعاع حلقه ۲۰ سانتی متر است، بزرگی نیروی محرکه القایی در حلقه چند ولت می باشد؟

۱) ۰/۰۴ ۲) ۰/۰۸ ۳) $0/04\pi$ ۴) $0/08\pi$

تاریخ : وقت : دقیقه

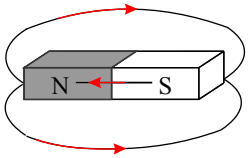
نام و نام خانوادگی : تعداد سوالات: ۹۴

فیزیک ۳ فصل ۴ : مغناطیس

دبیرستان سلام تجریش

۱.گزینه ۳

جهت میدان مغناطیسی داخل مولد میدان مغناطیسی (آهن ربا) ، از S به N است.



۲.گزینه ۱

۳.گزینه ۴ بررسی گزینه‌ها:

گزینه (۱): مواد پارامغناطیس در میدان‌های مغناطیسی خیلی قوی از خود خاصیت مغناطیسی نشان می‌دهند.

گزینه (۲): در حالت عادی، در مواد فرومغناطیس، همه‌ی حوزه‌های مغناطیسی هم‌جهت نیستند.

گزینه (۳): مواد فرومغناطیس نرم، در غیاب میدان، به سهولت خاصیت مغناطیسی خود را از دست می‌دهند.

گزینه (۴): خاصیت مغناطیسی مواد از مولکول‌های آن‌ها نشأت می‌گیرد که خود دارای دو قطبی‌های مغناطیسی هستند.

۴.گزینه ۴ در مواد فرومغناطیسی سخت، خاصیت مغناطیسی دائمی (بسیار طولانی) است، در صورتی که در مواد فرومغناطیسی نرم، موقت می‌باشد و پس از حذف میدان مغناطیسی خارجی، سمت‌گیری دو قطبی‌های مغناطیسی حوزه‌ها به سهولت تغییر می‌یابد.

۵.گزینه ۲ جهت گیری دو قطبی‌ها در یک ماده‌ی پارامغناطیس کاملاً تصادفی و نامنظم (کاتوره‌ای) است. بنابراین نمی‌توانند حوزه‌ی مغناطیسی تشکیل دهند و در نتیجه این مواد حوزه‌ی مغناطیسی ندارند. دقت کنید حوزه‌ی مغناطیسی بخش‌های کوچکی از مواد فرومغناطیسی هستند که دوقطبی‌های مغناطیسی درون آن‌ها به‌طور کامل هم جهت هستند.

۶.گزینه ۴

حالت اول:

$$\left.\begin{array}{l} B_1 = \dfrac{\mu_o}{2\pi} \times \dfrac{2I}{d} \otimes \\ B_2 = \dfrac{\mu_o}{2\pi} \times \dfrac{3I}{2d} \odot \end{array}\right\} \Rightarrow B_T = \dfrac{\mu_o}{2\pi}\dfrac{I}{2d} \ \otimes$$

حالت دوم:

$$\left.\begin{array}{l} B_1 = \dfrac{\mu_o}{2\pi} \times \dfrac{4I}{d} \otimes \\ B_2 = \dfrac{\mu_o}{2\pi} \times \dfrac{3I}{2d} \odot \end{array}\right\} \Rightarrow B_T = \dfrac{\mu_o}{2\pi}\dfrac{5I}{2d} \ \otimes$$

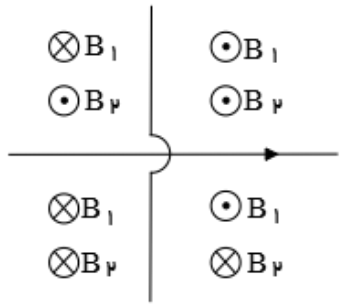
۷.گزینه ۱

$$B = \frac{\mu_o}{2\pi}\frac{I}{d}$$

$$\left.\begin{array}{l} I_1 = 3I \ , \ d_1 = \dfrac{1}{2}d \Rightarrow B_1 = \dfrac{3}{\frac{1}{2}}B = 6B \otimes \\ I_2 = 4I \ , \ d_2 = \dfrac{1}{3}d \Rightarrow B_2 = \dfrac{4}{\frac{1}{3}}B = 12B \otimes \end{array}\right\} \Rightarrow B_T = 18B \otimes$$

۸.گزینه ۲ جریان‌های دو سیم نمی‌توانند هم‌سو باشند، زیرا در این صورت با توجه به مساوی بودن جریان‌های عبوری از دو سیم، برایند میدان‌های مغناطیسی حاصل از دو سیم در وسط فاصله‌ی بین دو سیم برابر با صفر می‌شد، بنابراین جریان‌ها ناهم‌سو می‌باشند. از طرف دیگر، بنابر قاعده‌ی دست راست، می‌توان نتیجه گرفت جریان سیم (۱) باید رو به پایین و جریان سیم (۲) باید رو به بالا باشد تا برایند میدان‌های مغناطیسی حاصل از دو سیم در نقطه‌ی موردنظر برون‌سو باشد.

۹.گزینه ۴ اولاً باتوجه به قانون دست راست، جهت B_1 و B_2 در نواحی مختلف صفحه به شکل مقابل است: پس در نقطه‌ی N میدان می تواند صفر شود.



$$B=\frac{\mu_{\circ} I}{۲\pi d}$$

$$B_{۱}=B_{۲}\Rightarrow \frac{I_{۱}}{I_{۲}}=\frac{d_{۱}}{d_{۲}}\Rightarrow \frac{I_{۱}}{I_{۲}}=\frac{۱۰}{۲۰}\Rightarrow I_{۲}=۶A$$

۱۰.گزینه ۳

$$N=\frac{\text{طول سیم}}{\text{محیط هر دور}}=\frac{۵}{۲\pi\times ۰/۱}=\frac{۲۵}{\pi}$$

$$B=\frac{\mu_{\circ}}{۲}\frac{NI}{R}=۲\pi\times ۱۰^{-۷}\times\frac{۲۵}{\pi}\times\frac{۰/۵}{۰/۱}=۲۵\times ۱۰^{-۶}T=۰/۲۵G$$

۱۱.گزینه ۲

ابتدا تعداد حلقه‌های پیچه را بدست می‌آوریم.

$$N=\frac{\text{طول سیم}}{\text{محیط دایره}}=\frac{۲}{\pi\times ۰/۱}=\frac{۲۰}{\pi}$$

میدان مغناطیسی ناشی از جریان الکتریکی در مرکز پیچه برابر است با:

$$B=\frac{\mu_{\circ}}{۲}\frac{NI}{R}=\frac{۴\pi\times ۱۰^{-۷}\times ۲۰\times ۲/۵}{\pi\times ۰/۱}=۲\times ۱۰^{-۴}T=۲G$$

۱۲.گزینه ۲ با استفاده از قاعده‌ی دست راست، جهت میدان مغناطیسی حاصل از جریان هر یک از حلقه‌ها در خلاف جهت یکدیگر خواهد بود و با توجه به این که برایند میدان‌های مغناطیسی در مرکز آن‌ها برابر با صفر است، می‌توان نوشت:

$$\left|\vec{B}_{۱}\right|=\left|\vec{B}_{۲}\right|\Rightarrow\frac{\mu_{\circ} I_{۱}}{۲R_{۱}}=\frac{\mu_{\circ} I_{۲}}{۲R_{۲}}\Rightarrow\frac{I_{۱}}{R_{۱}}=\frac{I_{۲}}{R_{۲}}\Rightarrow\ \frac{۱۰}{۱۲}=\frac{I_{۲}}{۱۰}\Rightarrow I_{۲}=\frac{۱۰۰}{۱۲}\ A=\frac{۲۵}{۳}A$$

۱۳.گزینه ۲

$$N=\frac{\text{طول سیم}}{\text{محیط هر دور}}=\frac{۲۰۰}{۵\pi}=\frac{۴۰}{\pi}$$

$$B=\mu_{o}\frac{NI}{l}=۴\pi\times ۱۰^{-۷}\times\frac{۴۰}{\pi}\times\frac{۰/۵}{۰/۵}=۱۶۰\times ۱۰^{-۷}T=۱۶۰\times ۱۰^{-۳}G=۰/۱۶G$$

۱۴.گزینه ۲

چون اندازه‌ی برایند میدان‌های مغناطیسی روی محور دو سیملوله برابر صفر است، داریم:

$$\left|\vec{B}_{A}\right|=\left|\vec{B}_{B}\right|\Rightarrow\frac{\mu_{\circ} N_{A}I_{A}}{l_{A}}=\frac{\mu_{\circ} N_{B}I_{B}}{l_{B}}$$

$$\xrightarrow{l_{A}=l_{B}}\ N_{A}I_{A}=N_{B}I_{B}\Rightarrow ۲۰۰\times I_{A}=۳۰۰\times ۲\Rightarrow I_{A}=۳A$$

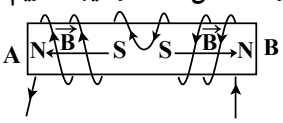
۱۵.گزینه ۲ جریان عبوری از سیملوله و مقاومت R، یکسان است و داریم:

$$P=RI^{۲}\Rightarrow ۸=۲\times I^{۲}\Rightarrow I=۲\ (A)$$

اکنون می‌توان با داشتن I، میدان تولیدی در داخل سیملوله را محاسبه کرد، داریم:

$$B=\frac{\mu_{\circ} NI}{l}\rightarrow B=۴\pi\times ۱۰^{-۷}\times\frac{۳۰\times ۲}{۱}=۲/۴\pi\times ۱۰^{-۵}T$$

۱۶.گزینه ۳ مطابق قاعده دست راست برای تعیین جهت میدان مغناطیسی سیملوله، اگر هسته سیملوله را طوری در دست راست بگیریم که چهار انگشت دست در جهت جریان خم شود، آنگاه انگشت شست جهت میدان یا قطب N را نشان می‌دهد. در نتیجه داریم:

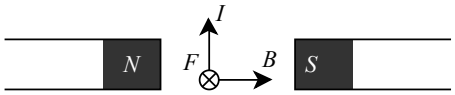


۱۷.گزینه ۱

$$F=BIL\sin\alpha=۴۰۰\times ۱۰^{-۴}\times ۰/۸\times ۲۰\times\frac{۱}{۲}\Rightarrow F=۰/۳۲N$$

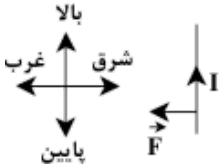
۱۸.گزینه ۴

$$F = BIL\sin\alpha \Rightarrow ۰/۱۶ = B \times ۰/۵ \times ۰/۸ \sin ۹۰^\circ \Rightarrow B = ۰/۴T$$



جهت خطوط میدان مغناطیسی از قطب N به S و جهت نیرو مطابق قانون دست راست به شکل مقابل است.

۱۹.گزینه ۲



مطابق شکل رو به رو، اگر چهار انگشت دست راست در جهت جریان سیم و رو به بالا باشد و کف دست در جهت $\otimes$ میدان مغناطیسی زمین و به طرف شمال (عمود بر صفحه‌ی کاغذ و درون‌سو)، آنگاه جهت نیروی الکترومغناطیسی $\vec{B}$ وارد بر سیم حامل جریان به سمت غرب خواهد بود.

۲۰.گزینه ۴ با استفاده از قاعده‌ی دست راست اگر چهار انگشت دست راست در جهت جریان و کف دست در جهت میدان مغناطیسی باشد، انگشت شست جهت نیروی الکترومغناطیسی را نشان می‌دهد که در هر سه حالت، نیروی الکترومغناطیسی وارد بر سیم، درون‌سو و عمود بر صفحه می‌باشد.

۲۱.گزینه ۱ با استفاده از رابطه‌ی نیروی الکترومغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان الکتریکی، می‌توان نوشت:

$$F = BIL\sin\alpha \xrightarrow{\alpha=۹۰^\circ} F_{\max} = BIL$$

$$F = ۰/۷\,F_{\max} \Rightarrow BIL\sin\alpha = ۰/۷\,BIL \Rightarrow \sin\alpha = ۰/۷ = \frac{۱/۴}{۲} = \frac{\sqrt{۲}}{۲} \Rightarrow \alpha = ۴۵^\circ$$

۲۲.گزینه ۲ با استفاده از قاعده‌ی دست راست، اگر انگشت شست در جهت نیروی الکترومغناطیسی و کف دست در جهت خط‌های میدان مغناطیسی باشد، چهار انگشت دست راست، جهت جریان عبوری از سیم را نشان می‌دهد که از D به C است. با استفاده از رابطه‌ی بزرگی نیروی الکترومغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان، داریم:

$$F = BIL\sin\alpha \xrightarrow[\mathbf{B}=۰/۵T\ ,\ \alpha=۹۰^\circ]{F=۱\ N\ ,\ L=۲m} ۱ = ۰/۵ \times I \times ۲ \times ۱ \Rightarrow I = ۱\ A$$

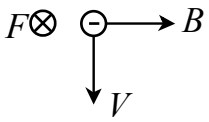
۲۳.گزینه ۲ اندازه‌ی نیرویی که بر هر متر از هر سیم وارد می‌شود، از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$F = \frac{\mu_o}{۲\pi}\frac{I_۱ I_۲}{d}L = ۲ \times ۱۰^{-۷}\frac{I_۱ I_۲}{d}$$

$$F_۱ = \frac{۲ \times ۱۰^{-۷} \times ۱۲ \times ۱۲}{۱}\ ,\ F' = \frac{۲ \times ۱۰^{-۷} \times ۱۵I_۲}{۰/۷۵} \xrightarrow{F=F'} ۱۲ \times ۱۲ = \frac{۱۵I_۲}{۰/۷۵} \Rightarrow I_۲ = ۷/۲A$$

یعنی ۴/۸ آمپر کم شود: $۱۲ - ۷/۲ = ۴/۸\ A$

۲۴.گزینه ۱



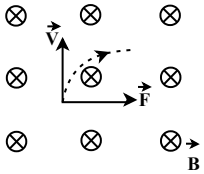
با توجه به منفی بودن بار ذره‌ی باردار، از قانون دست راست برای تعیین جهت نیروی وارد بر بار استفاده می‌کنیم.

نکته: جهت میدان از قطب N به سمت قطب S آهنربا است.

۲۵.گزینه ۳ با استفاده از رابطه‌ی بزرگی نیروی الکترومغناطیسی وارد بر یک ذره‌ی باردار متحرک در میدان مغناطیسی، می‌توان نوشت:

$$F = qVB\sin\theta \xrightarrow[\sin ۵۳^\circ = ۰/۸]{\theta=۵۳^\circ} F = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} \times ۲ \times ۱۰^{۶} \times ۰/۵ \times ۰/۸ \Rightarrow F = ۱/۲۸ \times ۱۰^{-۱۳}N$$

۲۶.گزینه ۲



با استفاده از قاعده‌ی دست راست برای بار منفی، جهت حرکت الکترون در لحظه‌ی نشان داده شده به طرف بالا است.
همچنین تحت اثر نیروی $\vec{F}$، الکترون مسیری منحنی به طرف نیروی $\vec{F}$ را طی می‌کند، بنابراین مسیر حرکت ذره مطابق شکل رسم شده در گزینه‌ی «۲» است.

۲۷.گزینه ۱

$$B_{\text{سیم}} = B_{\text{پیچه}} \Rightarrow \frac{\mu_o}{۲\pi} \times \frac{I}{d} = \frac{\mu_o}{۲}\frac{NI'}{R} \Rightarrow I = \frac{\pi NI'd}{R} = \frac{۳ \times ۳۰ \times ۰/۱ \times ۰/۰۵}{۰/۲} = \frac{۴۵}{۲۰} = \frac{۹}{۴}A$$

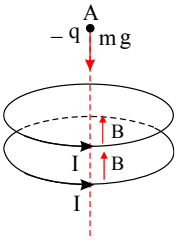
۲۸.گزینه ۲ بردار میدان مغناطیسی حاصل از جریان سیم بلند در محل ذره‌ی باردار شماره‌ی ۳ هم‌جهت با بردار سرعت این ذره است؛ به عبارت دیگر زاویه‌ی بین بردار سرعت ذره‌ی ۳ و بردار میدان مغناطیسی صفر است و طبق رابطه‌ی $F=qVB\sin\theta$، نیروی وارد بر این ذره در این لحظه صفر است. با قاعده‌ی دست راست می‌توان نشان داد که بردار میدان مغناطیسی ناشی از جریان سیم بر بردار سرعت سه ذره‌ی دیگر عمود است؛ یعنی بر آن‌ها نیرو وارد می‌شود.

۲۹.گزینه ۲ در میدان الکتریکی و مغناطیسی متعامد وقتی برایند نیروهای وارد بر الکترون متحرک صفر است، یعنی اندازه‌ی نیروی الکتریکی و مغناطیسی وارد بر الکترون یکسان است. بنابراین داریم:

$$|F_e|=|F_B|\Rightarrow qE=qVB\sin\theta \xrightarrow{\theta=۹۰^\circ\Rightarrow\sin\theta=۱} E=VB\Rightarrow V=\frac{E}{B}$$

$$V=\frac{۱/۶\times ۱۰^{۳}}{۰/۴}=۴۰۰۰\,\frac{m}{s}$$

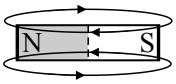
۳۰.گزینه ۳



باتوجه به شکل چون راستای حرکت ذره‌ی باردار در طول مسیر حرکت خود با راستای خطوط میدان مغناطیسی ناشی از حلقه‌های حامل جریان یکسان است پس میدان مغناطیسی بر آن نیرویی وارد نمی‌کند و تنها نیروی وارد بر ذره، نیروی وزن است. یعنی ذره با همان شتاب g سقوط می‌کند.

$$F=qVB\sin\theta \xrightarrow{\sin\theta=۰} F=۰$$

۳۱.گزینه ۲



خط‌های میدان مغناطیسی مسیرهای بسته‌ای را تشکیل می‌دهند که در خارج از آهن‌ربا از قطب N آهن‌ربا خارج شده و به قطب S آن وارد می‌شوند و به دلیل بسته بودن خط‌های میدان، در داخل آهن‌ربا، جهت خط‌های میدان از قطب S به قطب N می‌باشد.

۳۲.گزینه ۲ طبق متن کتاب درسی، مواد مغناطیسی به دو دسته‌ی فرومغناطیس و پارامغناطیس تقسیم می‌شود که مواد فرومغناطیس خود دارای دو دسته‌ی فرومغناطیس نرم و فرومغناطیس سخت هستند. باتوجه به نوع ماده‌ی هر شاخه، شاخه‌ی A بیانگر مواد پارامغناطیس و شاخه‌ی B بیانگر مواد فرومغناطیس سخت است.

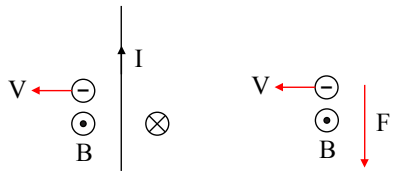
۳۳.گزینه ۴

$$N=\frac{\text{طول سیم}}{\text{محیط هر دور}}=\frac{۱۰}{\pi\times ۰/۳}=\frac{۱۰۰}{۳\pi}$$

$$B=\frac{\mu_۰}{۲}\cdot\frac{NI}{R}=۲\pi\times ۱۰^{-۷}\times\frac{۱۰۰}{۳\pi}\times\frac{۳}{۰/۱۵}=\frac{۲\times ۱۰^{-۵}}{۰/۱۵}=\frac{۲\times ۱۰^{-۳}}{۱۵}=\frac{۴}{۳}\times ۱۰^{-۴}T=\frac{۴}{۳}G$$

۳۴.گزینه ۳ چون تنها نیروی وارد بر ذره، نیروی ناشی از میدان مغناطیسی است که در هر لحظه بر بردار $\vec{V}$ عمود می‌باشد، در نتیجه ذره حرکت دایره‌ای یکنواخت خواهد داشت و بزرگی سرعتش تغییر نمی‌کند.

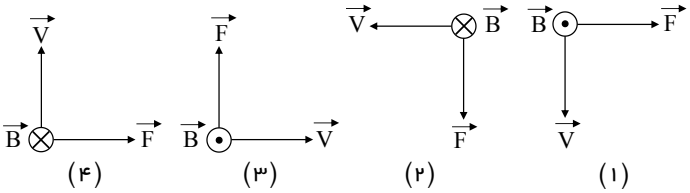
۳۵.گزینه ۴



جهت نیروی وارد بر ذره‌ی باردار از قانون دست راست تعیین می‌شود. فقط توجه داشته باشید که بار این ذره منفی است. و بار الکتریکی در میدان سیم راست قرار گرفته است.

۳۶.گزینه ۴ باتوجه به قاعده‌ی دست راست، تنها گزینه‌ی (۴) صحیح است.

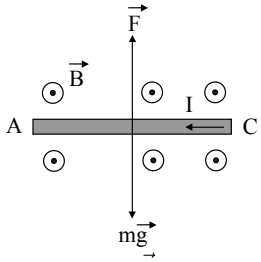
۳۷.گزینه ۲ گزینه‌ی (۲) در صورتی از قاعده‌ی دست راست پیروی می‌کند که بار الکتریکی مثبت باشد.



۳۸.گزینه ۳ منظور از میل مغناطیسی انحراف عقربه‌ی مغناطیسی نسبت به محور چرخش زمین است به عبارت دیگر زاویه‌ی بین راستای مغناطیسی و راستای جغرافیایی زمین را زاویه‌ی میل مغناطیسی می گویند.

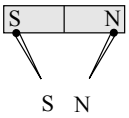
۳۹.گزینه ۲ چون نیروی گرانش به طرف پایین برسیم وارد می‌شود، بنابراین نیروی مغناطیسی $\vec{F}$ باید رو به بالا بر سیم وارد شود. در این حالت برای خنثی کردن نیروی کشش نخ‌های نگه‌دارنده باید $F=mg$ باشد. بنابراین می‌توان نوشت:

$$F=mg \xrightarrow{F=BIL\sin 90^\circ} BIL=mg \xrightarrow[B=0/4T]{m=6\times10^{-3}kg,I=6\times10^{-2}m} I\times6\times10^{-2}\times0/4=6\times10^{-3}\times10\Rightarrow I=2/5A$$



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

۴۰.گزینه ۳



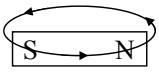
دراثرخاصیت القای مغناطیسی، سوزن‌ها با قطب مخالف جذب آهنربا می‌شوند. پس طرف دیگر سوزن‌ها هم‌نام با قطبی که به آن چسبیده‌اند می‌شوند. پس گزینه‌ی (۳) غلط است. زیرا سر دیگر سوزن‌ها دارای قطب ناهم‌نام بوده و باید جذب یک دیگر شوند.

۴۱.گزینه ۳ ماده فرومغناطیس در یک میدان مغناطیسی خارجی بسیار قوی، خاصیت آهنربایی بیشینه‌ای پیدا می‌کند که اگر ماده فرومغناطیسی نرم باشد، در صورت حذف میدان خارجی، این خاصیت موقتی است و اگر ماده فرومغناطیسی سخت باشد، خاصیت دائمی است.

۴۲.گزینه ۴ نیروی بین دو سیم از رابطه‌ی $F=\mu_0\frac{II'}{2\pi r}L$ به‌دست می‌آید و سیم‌های هم‌جهت یکدیگر را جذب و خلاف جهت یکدیگر را دفع می‌کنند.

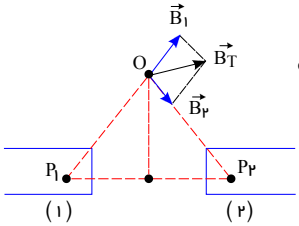
باتوجه به شکل، نیروی وارده از طرف سیم‌های (۲) و (۳) بر سیم (۱) خلاف جهت یکدیگر خواهد بود و نسبت جریان سیم‌های (۲) و (۳) بر فاصله‌ی آن‌ها از سیم (۱) برابر است، پس نیروی برآیند وارد بر سیم (۱) صفر خواهد بود.

۴۳.گزینه ۳



خطوط میدان مغناطیسی برخلاف خطوط میدان الکتریکی از نقطه‌ای شروع و به نقطه‌ای دیگر ختم نمی‌شوند، بلکه همواره مسیر بسته‌ای را تشکیل می‌دهند، مانند شکل زیر:

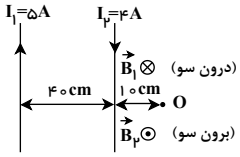
۴۴.گزینه ۱



در نقطه‌ی مورد نظر عقربه‌ی مغناطیسی در جهت برایند میدان مغناطیسی آهن‌ربا قرار می‌گیرد. بنابراین قطب P_1 ، قطب N خواهد بود. از طرفی چون زاویه‌ی بین برایند میدان‌های مغناطیسی با میدان مغناطیسی ناشی از آهنربای (۱) کوچک‌تر است و یا به عبارت دیگر BT به سمت B_1 متمایل شده است. پس آهنربای (۱) قوی‌تر خواهد بود.

۴۵.گزینه ۳ چون میله‌ی مغناطیسی A، میله‌ی مغناطیسی C را دفع می کند، بنابراین هر دوی این میله‌ها آهن‌ربا هستند ولی نیروی جاذبه ممکن است در اثر القای خاصیت مغناطیسی در یک میله‌ی آهنی ایجاد شود، بنابراین ممکن است میله‌ی B آهن‌ربا باشد و نظر قطعی نمی‌توان داد.

۴۶.گزینه ۲ ابتدا جهت میدان مغناطیسی حاصل از هر یک از سیم‌ها را به کمک قاعده‌ی دست راست در نقطه‌ی O مشخص کرده، سپس اندازه‌ی میدان مغناطیسی هر یک را در آن نقطه به دست می‌آوریم و در نهایت اندازه‌ی برایند آن‌ها را حساب می‌کنیم.



$$B_۱=\frac{\mu_۰ I_۱}{۲\pi r_۱}\Rightarrow B_۱=\frac{۴\pi\times ۱۰^{-۷}}{۲\pi}\times\frac{۵}{(۴۰+۱۰)\times ۱۰^{-۲}}=۲\times ۱۰^{-۶}T$$

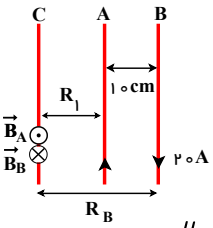
$$B_۲=\frac{\mu_۰ I_۲}{۲\pi r_۲}\Rightarrow B_۲=\frac{۴\pi\times ۱۰^{-۷}}{۲\pi}\times\frac{۴}{۱۰^{-۱}}=۸\times ۱۰^{-۶}T$$

چون دو میدان مغناطیسی در خلاف جهت هم هستند، بنابراین برایند میدان‌های مغناطیسی آن‌ها برابر است با:

$$B_T=|B_۲-B_۱|\Rightarrow B_T=\left|۸\times ۱۰^{-۶}-۲\times ۱۰^{-۶}\right|=۶\times ۱۰^{-۶}T$$

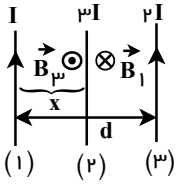
۴۷.گزینه ۴ شرط آن که سیم سوم به حال تعادل باقی بماند آن است که برآیند نیروهای وارد بر آن صفر باشد ($\vec{F}_T=۰$). با توجه به رابطه‌ی $F_T=B_T I L\sin ۹۰^\circ$ ، باید برآیند میدان‌های مغناطیسی حاصل از جریان سیم‌های B, A در آن محل صفر باشد ($\vec{B}_T=۰$)

مطابق شکل این مکان در خارج از فاصله‌ی دو سیم و نزدیک به سیمی است که جریان آن کم‌تر است (سیم A)، بنابراین داریم:



$$B_A=B_B\xrightarrow{B=\frac{\mu_۰}{۲\pi}\times\frac{I}{d}}\frac{I_A}{d_A}=\frac{I_B}{d_B}\Rightarrow\frac{۲۰}{d_A}=\frac{۳۰}{d_A+۱۰}\Rightarrow ۳d_A=۲d_A+۲۰\Rightarrow d_A=۲۰\ cm$$

۴۸.گزینه ۲ باتوجه به‌اینکه برایند نیروهای الکترومغناطیسی وارد بر سیم (۲) از طرف میدان حاصل جریان‌های دو سیم دیگر برابر با صفر است، بنابراین برایند میدان‌های مغناطیسی دو سیم (۱) و (۳) در مکان سیم (۲) برابر با صفر است و داریم:



$$|B_۱|=|B_۲|\Rightarrow\frac{\mu_۰ I}{۲\pi x}=\frac{\mu_۰(۲I)}{۲\pi(d-x)}\Rightarrow x=\frac{d}{۳}$$

نکته: وقتی جریان‌های عبوری از دو سیم موازی غیرهم‌سو باشند، میدان در محلی خارج از فاصله بین دو سیم و نزدیک به سیمی که جریان کمتری دارد، صفر می‌شود و اگر جریان‌ها هم‌سو باشند، میدان در محلی در فاصله بین دو سیم و نزدیک به سیم با جریان کمتر صفر می‌شود.

۴۹.گزینه ۳ اگر سیم B در محلی قرار بگیرد که میدان حاصل از دو سیم دیگر (C, A) صفر شود، بر سیم B نیرویی وارد نمی‌شود و چون این اتفاق (صفر شدن میدان ناشی از سیم C, A) در محلی بین دو سیم رخ داده است می‌توان نتیجه گرفت جریان عبوری از دو سیم B, A هم‌سو است و این مطلب به جهت و اندازه جریان سیم B بستگی ندارد و در مکان سیم B داریم:

$$|\vec{B}_A|=|\vec{B}_C|\Rightarrow\frac{\mu_۰}{۲\pi}\times\frac{I_۱}{d_۱}=\frac{\mu_۰}{۲\pi}\times\frac{I_۳}{d_۳}\Rightarrow\frac{I_۱}{I_۳}=\frac{d_۱}{d_۳}\Rightarrow\frac{۳}{I_۳}=\frac{۱۰}{۲۰}\Rightarrow I_۳=۶A$$

۵۰.گزینه ۲ برای محاسبه‌ی میدان مغناطیسی در مرکز یک حلقه‌ی کامل داریم:

$$B=\frac{\mu_۰ I}{۲R}=\frac{۴\pi\times ۱۰^{-۷}\times ۴}{۲\times ۱/۵۷\times ۱۰^{-۲}}\xrightarrow{\pi=۳/۱۴}B=۱۶\times ۱۰^{-۵}T$$

ولی دقت کنید که حلقه ناقص است و فقط $\frac{۵}{۶}$ از حلقه، میدان مغناطیسی را ایجاد می‌کند، بنابراین داریم:

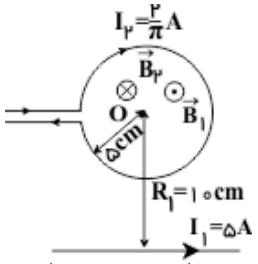
$$B_O=\frac{۵}{۶}B=\frac{۵}{۶}\times ۱۶\times ۱۰^{-۵}=\frac{۴}{۳}\times ۱۰^{-۴}T$$

۵۱.گزینه ۲ با توجه به قاعده‌ی دست راست، جهت میدان مغناطیسی ناشی از جریان سیم راست $(\vec{B}_۱)$ در نقطه‌ی O (مرکز پیچه) عمود بر صفحه و برون‌سو و جهت میدان مغناطیسی ناشی از جریان پیچه در مرکز آن عمود بر صفحه و درون‌سو است $(\vec{B}_۲)$.

حال با توجه به رابطه‌ی اندازه‌ی میدان ناشی از جریان سیم راست و پیچه‌ی مسطح، می‌توان نوشت:

$$B_۱=\frac{\mu_۰ I_۱}{۲\pi d}\xrightarrow{d=۱۰\,cm=۰/۱\,m} B_۱=\frac{۴\pi\times ۱۰^{-۷}\times ۵}{۲\pi\times ۰/۱}=۱۰^{-۵}T=۰/۱\,G$$

$$B_۲=\frac{\mu_۰ N I_۲}{۲R}=\frac{۴\pi\times ۱۰^{-۷}\times ۱۰\times \frac{۲}{\pi}}{۲\times ۰/۰۵}=۸\times ۱۰^{-۵}T=۰/۸\,G$$



چون $\vec{B}_۲$ درون‌سو و $\vec{B}_۱$ برون‌سو و در خلاف جهت یکدیگرند، داریم:

$$\vec{B}T=\vec{B}_۱+\vec{B}_۲\Rightarrow BT=B_۲-B_۱=۰/۸-۰/۱=۰/۷G$$

جهت برآیند میدان‌ها در جهت میدان مغناطیسی $\vec{B}_۲$ یعنی درون‌سو است.

۵۲.گزینه ۳ ابتدا تعداد دورهای سیملوله را به دست می‌آوریم:

$$N=\frac{L}{۲\pi r}\xrightarrow{L=۷۲m,r=۰/۰۲m} N=\frac{۷۲}{۲\times ۳\times ۰/۰۲}\Rightarrow N=۶۰۰\ \text{دور}$$

اکنون شدت جریان عبوری از سیملوله را حساب می‌کنیم:

$$I=\frac{\varepsilon}{R+r}=\frac{۱۲}{۳+۱}=۳A$$

و در نهایت بزرگی میدان مغناطیسی درون سیملوله برابر است با:

$$B=\frac{\mu_۰ NI}{l}\Rightarrow B=\frac{۱۲\times ۱۰^{-۷}\times ۶۰۰\times ۳}{۰/۶}=۳۶\times ۱۰^{-۴}T\Rightarrow B=۳/۶mT$$

۵۳.گزینه ۴ با استفاده از رابطه‌ی بزرگی میدان مغناطیسی یکنواخت داخل یک سیملوله، داریم:

$$B=\mu_۰\frac{NI}{l}\Rightarrow\frac{B_۲}{B_۱}=\frac{I_۲}{I_۱}\Rightarrow\frac{۱/۲B_۱}{B_۱}=\frac{I_۱+۵}{I_۱}=۲۵A$$

۵۴.گزینه ۲

$$N=\frac{L}{۲\pi r}=\frac{۶۰}{۲\times ۳\times ۰/۰۲}=۵۰۰\ \text{دور}$$

دقت کنید، چون یک متر از سیم مقاومتی برابر با ۲Ω دارد، بنابراین مقاومت ۶۰ متر آن برابر با $R=۶۰\times ۲=۱۲۰\Omega$ است.

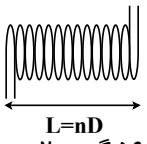
$$I=\frac{V}{R}\to I=\frac{۶۰}{۱۲۰}\Rightarrow I=۰/۵A$$

$$B=\mu_۰\frac{NI}{l}\xrightarrow[N=۵۰۰\ \text{دور}]{l=۰/۱m\,,\,I=۰/۵۸} B=۴\times ۳\times ۱۰^{-۷}\times\frac{۵۰۰}{۰/۱}\times ۰/۵\Rightarrow B=۳\times ۱۰^{-۳}T=۳۰G$$

۵۵.گزینه ۴ اگر فرض کنیم سیم‌لوله‌ای به طول l از N حلقه سیم روکش‌دار به قطر D تشکیل شده است. $l=ND$ است و با استفاده از رابطه‌ی میدان مغناطیسی ناشی از سیم‌لوله در داخل آن می‌توان نوشت:

$$B=\mu_۰\frac{NI}{l}\xrightarrow{l=ND} B=\mu_۰\frac{I}{D}\Rightarrow B=۴\pi\times ۱۰^{-۷}\times\frac{۲}{۰/۰۰۱}$$

$$\Rightarrow B=۸\pi\times ۱۰^{-۴}T\xrightarrow{۱\,T=۱۰^{۴}G} B=۸\pi\,G$$



۵۶.گزینه ۲ در حالتی که کلید بسته شود، در شکل (۲) با استفاده از قاعده‌ی دست راست می‌توان دریافت که از طرف آهن‌ربا نیرویی به طرف پایین بر سیم وارد می‌شود. طبق قانون سوم نیوتون، واکنش این نیرو از طرف سیم بر آهن‌ربا به‌طرف بالا وارد می‌شود. بنابراین عددی که نیروسنج نشان می‌دهد، کم‌تر می‌شود.

۵۷.گزینه ۲ از دو سیم موازی و بلند اگر جریان هم‌سو عبور کند، بین آنها نیروی جاذبه و اگر جریان‌ها غیرهم‌سو باشند نیروی دافعه ایجاد می‌شود و مقدار این نیرو از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$F=\frac{\mu_۰}{۲\pi}\times\frac{I_۱ I_۲}{d}\times L\Rightarrow\begin{cases}F_{۱۳}=\frac{۴\pi\times ۱۰^{-۷}}{۲\pi}\times\frac{۶\times ۳}{۰/۳}\times ۰/۱=۱/۲\times ۱۰^{-۶}N & \text{(جاذبه (به سمت چپ}\\ F_{۲۳}=\frac{۴\pi\times ۱۰^{-۷}}{۲\pi}\times\frac{۴\times ۳}{۰/۱}\times ۰/۱=۲/۴\times ۱۰^{-۶}N & \text{(دافعه (به سمت راست}\end{cases}$$

بنابراین نیروی برآیند وارد بر سیم شماره (۳) برابر است با:

$$FT=|F_{۲۳}-F_{۱۳}|=۱/۲\times ۱۰^{-۶}\quad\text{(سمت راست)}$$

۵۸.گزینه ۱ ابتدا اندازه‌ی نیروی الکترومغناطیسی وارد بر ذره‌ی باردار را محاسبه می‌کنیم:

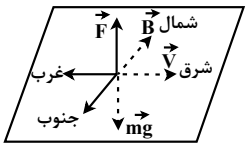
$$F = qVB\sin ۳۰^\circ = ۲\times ۱۰^{-۶}\times ۲\times ۱۰^{۴}\times ۲\times ۱۰^{-۲}\times \frac{۱}{۲} \Rightarrow F = ۴\times ۱۰^{-۴}N$$

$$m = ۰/۰۱\ g = ۱۰^{-۵}kg$$

حال از رابطه‌ی قانون دوم نیوتن، شتاب حرکت ذره را به دست می‌آوریم:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{۴\times ۱۰^{-۴}}{۱۰^{-۵}} = ۴۰\ \frac{m}{s^۲}$$

۵۹.گزینه ۱ چون پروتون بدون انحراف به مسیر خود ادامه می‌دهد، باید نیروی گرانشی که بر پروتون وارد می‌شود، با نیروی الکترومغناطیسی وارد بر آن خنثی گردد. بنابراین جهت نیروی الکترومغناطیسی رو به بالا خواهد بود. در این صورت، بنابر قاعده‌ی دست راست، جهت بردار سرعت $(\vec{V})$ از غرب به شرق خواهد شد.



$$\begin{cases} F = mg \\ F = qVB\sin\theta \end{cases} \Rightarrow mg = qVB\sin\theta$$

$$\Rightarrow ۱/۶\times ۱۰^{-۲۷}\times ۱۰ = ۱/۶\times ۱۰^{-۱۹}\times V\times ۴\times ۱۰^{-۳}\times ۱ \Rightarrow V = ۲/۵\times ۱۰^{-۵}\ \frac{m}{s}$$

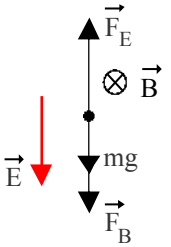
۶۰.گزینه ۲ ازآنجایی که نیروی الکترومغناطیسی همواره بر بردار سرعت عمود است، مؤلفه ای در راستای سرعت ذره نداشته و اندازه‌ی سرعت را تغییر نمی‌دهد، بنابراین انرژی جنبشی ثابت خواهد ماند.

۶۱.گزینه ۴ طبق قاعده‌ی دست راست، نیروی مغناطیسی وارد بر بار منفی رو به پایین است. با توجه به این‌که نیروی وزن نیز رو به پایین بر ذره وارد می‌شود، باید نیروی الکتریکی رو به بالا باشد تا برآیند نیروهای وزن و نیروی مغناطیسی را خنثی کند. از طرفی چون بر بار منفی در خلاف جهت میدان الکتریکی نیرو وارد می‌شود، بنابراین باید جهت میدان الکتریکی رو به پایین باشد.

$$F_E = F_B + mg \xrightarrow[F_B = |q|VB\sin ۹۰^\circ]{F_E = E|q|} E|q| = |q|VB + mg$$

$$E\times ۲\times ۱۰^{-۳} = ۲\times ۱۰^{-۳}\times ۱۰^{۳}\times ۰/۱ + ۲\times ۱۰^{-۳}\times ۱۰$$

$$\Rightarrow E\times ۲\times ۱۰^{-۳} = ۲۲\times ۱۰^{-۲} \Rightarrow E = ۱۱۰\ \frac{N}{C}$$



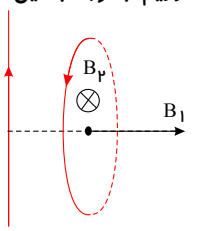
۶۲.گزینه ۳ ابتدا بزرگی میدان مغناطیسی ناشی از جریان سیم راست را در مرکز حلقه و نیز بزرگی میدان مغناطیسی ناشی از جریان حلقه را در مرکز آن به‌دست می‌آوریم:

$$B_۱ = \frac{\mu_۰ NI_۱}{۲r} = \frac{۴\pi\times ۱۰^{-۷}\times ۲}{۲\times ۲۰\times ۱۰^{-۲}} = ۶\times ۱۰^{-۶}T$$: میدان مغناطیسی حلقه

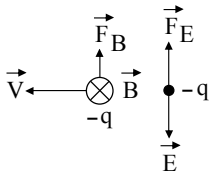
$$B_۲ = \frac{\mu_۰ I_۲}{۲\pi R} = \frac{۴\pi\times ۱۰^{-۷}\times ۱۶}{۲\pi\times ۴۰\times ۱۰^{-۲}} = ۸\times ۱۰^{-۶}T$$: میدان مغناطیسی سیم

اکنون به کمک قاعده دست راست جهت میدان‌های $B_۱$ و $B_۲$ را در مرکز حلقه تعیین کرده و سپس برایند آن‌ها را به‌دست می آوریم. باتوجه به این‌که دو بردار عمود برهم هستند، داریم:

$$B_T = \sqrt{B_۱^۲ + B_۲^۲} = \sqrt{(۶\times ۱۰^{-۶})^۲ + (۸\times ۱۰^{-۶})^۲} = ۱۰\times ۱۰^{-۶} = ۱۰^{-۵}T$$



۶۳.گزینه ۴

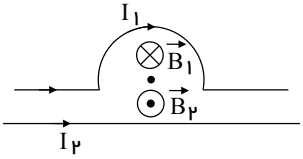


می‌دانیم نیرویی که میدان الکتریکی به بار منفی وارد می کند، خلاف جهت خطوط میدان است، در شکل زیر، این نیرو به سمت بالای صفحه‌ی کاغذ است. برای این‌که بیش‌ترین نیرو به ذره وارد شود باید میدان مغناطیسی نیرویی هم‌جهت با نیروی میدان الکتریکی به ذره وارد سازد، یعنی به طرف بالا. بنابراین طبق قاعده‌ی دست راست باید ذره به سمت راست حرکت کند که چون بار منفی است خلاف جهت آن یعنی سمت چپ را انتخاب می‌کنیم.

۶۴.گزینه ۲

$$\frac{B_{\text{۱ نیم حلقه}}}{B_{\text{۲ سیم}}} = \frac{۲\pi \times ۱۰^{-۷} \times \frac{NI_۱}{R}}{۲ \times ۱۰^{-۷} \times \frac{I_۲}{\frac{R}{۲}}} = \frac{۳ \times \frac{۱}{۲} \times ۴}{۲ \times ۳} = ۱$$

جهت میدان مغناطیسی حاصل از جریان نیم‌حلقه و سیم راست مخالف جهت یکدیگر هستند، بنابراین برایند آن‌ها صفر است.



۶۵.گزینه ۴ ابتدا تعداد حلقه‌ها را محاسبه می‌کنیم:

$$N = \frac{L}{۲\pi r} = \frac{۶۲۸}{۲ \times ۳/۱۴ \times ۱۰^{-۱}} = ۱۰۰۰ \text{ حلقه}$$

باتوجه به این‌که ۲۰۰ حلقه در جهت عکس پیچیده شده است پس میدان مغناطیسی حاصل از این ۲۰۰ حلقه مخالف با میدان مغناطیسی ۲۰۰ حلقه از حلقه‌های موافق یکدیگر را خنثی می‌کنند. در نتیجه بزرگی میدان مغناطیسی برایند در مرکز پیچه ناشی از حلقه $N = ۱۰۰۰ - (۲ \times ۲۰۰) = ۶۰۰$ خواهد بود.

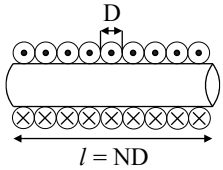
$$B = \frac{\mu_۰ NI}{۲R} = \frac{۴\pi \times ۱۰^{-۷} \times ۰/۵ \times ۶۰۰}{۲ \times ۱۰^{-۱}} = ۶\pi \times ۱۰^{-۴} T = ۶\pi G$$

۶۶.گزینه ۲ باتوجه به آن‌که حلقه‌های سیم‌لوله به‌هم چسبیده‌اند و بین حلقه‌ها فاصله‌ای وجود ندارد. می‌توان نتیجه گرفت که طول سیم‌لوله برابر حاصل‌ضرب تعداد حلقه‌ها در قطر سیم است و داریم:

(D قطر سیم است.)

$$B = \mu_۰ \frac{NI}{l} \xrightarrow{l=ND} B = \mu_۰ \frac{I}{D}$$

$$B = ۱۲ \times ۱۰^{-۷} \times \frac{۵}{۳ \times ۱۰^{-۳}} = ۲۰ \times ۱۰^{-۴} T = ۲۰ G$$



۶۷.گزینه ۱ چون جریان‌های $I_۳, I_۱$ درخلاف جهت هم هستند، یکدیگر را دفع می‌کنند.
اگر بخواهیم سیم (۳) به حال تعادل درآید باید جریان $I_۲$ و $I_۳$ هم‌جهت شود تا دو سیم همدیگر را جذب کنند. اگر این دو نیرو برابر و خلاف جهت هم باشند، سیم (۳) به حال تعادل باقی می‌ماند.

$$|F_{۱۳}| = |F_{۲۳}|$$

$$\frac{\mu_۰}{۲\pi} \times \frac{I_۱ I_۳ L}{r_۱} = \frac{\mu_۰}{۲\pi} \times \frac{I_۲ I_۳ L}{r_۲} \rightarrow \frac{۶}{۱۵} = \frac{I_۲}{۵} \rightarrow I_۲ = ۲A \quad \text{رو به پایین}$$

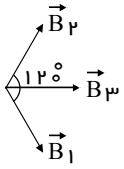
۶۸.گزینه ۲ طبق قانون اول نیوتون، در حالت تعادل برایند نیروهای وارد بر سیم برابر با صفر است. نیروی وزن به سمت پایین بر سیم وارد می‌شود، بنابراین نیروی مغناطیسی باید به طرف بالا برسیم وارد شود و طبق قانون دست راست، جریان در سیم به طرف راست خواهد بود، داریم :

$$F = BI\ell \Rightarrow mg = BI\ell \Rightarrow \rho V g = BI\ell$$

$$\Rightarrow I = \frac{\rho V g}{B\ell} \xrightarrow{V=A\ell} I = \frac{\rho A g}{B} \Rightarrow I = \frac{۹ \times ۱۰^{۳} \times ۲ \times ۱۰^{-۴} \times ۱۰}{۱۰} = ۱/۸A$$

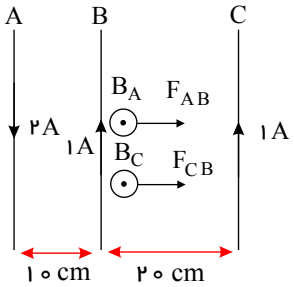
۶۹.گزینه ۳

اندازه‌ی میدان‌های مغناطیسی ناشی از جریان هر سه سیم هم اندازه (B) و بردارهای آن‌ها به‌صورت مقابل است. بزرگی برایند $\vec{B}_۱$, $\vec{B}_۲$ برابر با B و هم‌جهت با بردار $\vec{B}_۳$ می‌باشد. پس اندازه‌ی میدان مغناطیسی برایند $۲B$ خواهد شد.



۷۰.گزینه ۱

با استفاده از قاعده‌ی دست راست جهت میدان مغناطیسی حاصل از سیم‌های A و C در محل سیم B را به‌دست می‌آوریم (BA , BC هردو برونسو هستند.) اکنون باتوجه به جهت جریان سیم B و قاعده‌ی دست راست جهت نیروهای وارد بر سیم B و در نتیجه نیروی برایند به سمت راست خواهد بود. اکنون با استفاده از رابطه‌ی $F=\mu_{۰}\frac{I_{۱}I_{۲}}{۲\pi d}\ell$ داریم:



$$F_{AB}=۴\pi\times۱۰^{-۷}\times\frac{I_AI_B}{۲\pi\times d}\times۱=۲\times۱۰^{-۷}\times\frac{۱\times۲}{۰/۱}=۴\times۱۰^{-۶}N$$

$$F_{BC}=۴\pi\times۱۰^{-۷}\times\frac{I_BI_C}{۲\pi d}\times۱=۲\times۱۰^{-۷}\times\frac{۱\times۱}{۰/۲}=۱۰^{-۶}N$$

$$F_T=F_{AB}+F_{BC}=۵\times۱۰^{-۶}$$

۷۱.گزینه ۴ اگر میدان سیم سمت چپ، پیچه و سیم سمت راست را به ترتیب $\vec{B}_{۱}$، $\vec{B}_{۲}$ و $\vec{B}_{۳}$ بنامیم باتوجه به قاعده‌ی دست راست می‌توان نتیجه گرفت در نقطه‌ی O مطابق شکل $\vec{B}_{۱}$ و $\vec{B}_{۳}$ درون‌سو و $\vec{B}_{۲}$ برون‌سو است و از آن‌جا که برایند این سه میدان در نقطه‌ی O برابر صفر است داریم:

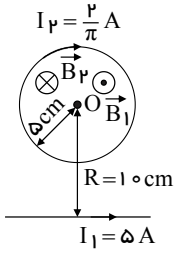
$$B_{۱}+B_{۳}=B_{۲}\Rightarrow\frac{\mu_{۰}I_{۱}}{۲\pi r_{۱}}+\frac{\mu_{۰}I_{۲}}{۲\pi r_{۲}}=\frac{\mu_{۰}NI_{۲}}{۲R}$$

$$\frac{۲}{۶\times۰/۴}+\frac{I_{۲}}{۶\times۰/۲}=\frac{I_{۲}}{۲\times۰/۱}\Rightarrow\frac{۱}{۱/۲}+\frac{I_{۲}}{۱/۲}=\frac{I_{۲}}{۰/۲}$$

$$\Rightarrow I_{۲}+۱=۶I_{۲}\Rightarrow I_{۲}=۰/۲A$$

۷۲.گزینه ۲ باتوجه به قاعده دست راست، جهت میدان مغناطیسی سیم راست $(\vec{B}_{۱})$ در نقطه O (مرکز پیچه) عمود بر صفحه و برون‌سو و جهت میدان مغناطیسی پیچه در مرکز آن عمود بر صفحه و درون‌سو است $(\vec{B}_{۲})$.

حال باتوجه به رابطه‌ی اندازه‌ی میدان ناشی از جریان سیم راست و پیچه مسطح، می‌توان نوشت:



$$B_{۱}=\frac{\mu_{۰}I}{۲\pi R}\Rightarrow B_{۱}=\frac{۴\pi\times۱۰^{-۷}\times۵}{۲\pi\times۰/۱}=۱۰^{-۵}T=۰/۱G$$

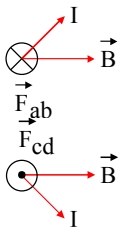
$$B_{۲}=\frac{\mu_{۰}NI}{۲R}=\frac{۴\pi\times۱۰^{-۷}\times۱۰\times\frac{۲}{\pi}}{۲\times۰/۰۵}=۸\times۱۰^{-۵}T=۰/۸G$$

چون $\overrightarrow{B_{۲}}$ درون‌سو و $\overrightarrow{B_{۱}}$ برون‌سو و در خلاف جهت یک‌دیگرند، داریم:

$$\vec{B}T=\vec{B}_{۱}+\vec{B}_{۲}\Rightarrow BT=B_{۲}-B_{۱}=۰/۸-۰/۱=۰/۷G$$

جهت برآیند میدان‌ها در جهت میدان مغناطیسی $\overrightarrow{B_{۲}}$ یعنی درون‌سو است.

۷۳.گزینه ۴



قطعه‌ی ab: $F = BIl\sin\alpha$ و $\alpha = ۵۳^\circ$

$F = ۵ \times ۱۰ \times \frac{۵}{۱۰۰} \times \frac{۸}{۱۰} = ۲N$ درون‌سو

قطعه‌ی bc: : $\alpha = ۰ \Rightarrow F = BIl\sin\alpha = ۰$

قطعه‌ی cd: $\alpha = ۳۷^\circ \Rightarrow F = BIl\sin\alpha = ۵ \times ۱۰ \times \frac{۶}{۱۰۰} \times \frac{۶}{۱۰} = ۱/۸N$ برون سو

$\vec{F}T = \vec{F}ab + \vec{F}cd \Rightarrow FT = ۲ - ۱/۸ = ۰/۲N$ درون‌سو

۷۴.گزینه ۱ چون حلقه‌ی رسانا ناقص است داریم:

$$N = ۱ - \frac{۱}{۴} = \frac{۳}{۴}$$

$$B = \frac{\mu_۰ NI}{۲R} = \frac{۱۲ \times ۱۰^{-۷} \times \frac{۳}{۴} \times ۲۰۰}{۲ \times ۰/۱} = ۹ \times ۱۰^{-۴}T$$

اندازه‌ی نیروی مغناطیسی وارد بر ذره برابر است با:

$$F = qVB\sin\alpha = ۲۰ \times ۱۰^{-۶} \times ۴۰۰ \times ۹ \times ۱۰^{-۴} \times \sin ۹۰ = ۷/۲ \times ۱۰^{-۶}N$$

مطابق قانون دست راست اگر حلقه را طوری در دست راست خود بگیریم که انگشت شست در جهت جریان باشد آن‌گاه جهت خم شدن چهار انگشت دیگر جهت میدان مغناطیسی را نشان می‌دهد که در این‌جا میدان مغناطیسی حلقه‌ی ناقص درون‌سو است. اکنون با داشتن جهت میدان مغناطیسی و جهت سرعت ذره (V)، مجدداً مطابق قانون دست راست جهت نیروی مغناطیسی وارد بر ذره در جهت ↖ خواهد بود.

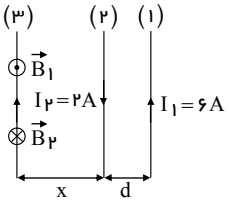
۷۵.گزینه ۱ ابتدا باید ببینیم که شعاع پیچه چند برابر شعاع حلقه‌ی اولیه است.

$$N = \frac{L}{۲\pi r} \Rightarrow \frac{N_۱}{N_۲} = \frac{L_۱}{L_۲} \times \frac{r_۲}{r_۱} \xrightarrow{L_۱ = L_۲} \frac{۱}{۴} = \frac{r_۲}{r_۱} \Rightarrow r_۱ = ۴r_۲ \quad \text{یا} \quad r_۲ = \frac{۱}{۴}r_۱$$

اکنون باتوجه به رابطه‌ی میدان مغناطیسی در مرکز پیچه‌ی مسطح $\left(B = \frac{\mu_۰ NI}{۲r}\right)$ داریم:

$$B = \frac{\mu_۰ NI}{۲r} \Rightarrow \frac{B_۲}{B_۱} = \frac{N_۲}{N_۱} \times \frac{I_۲}{I_۱} \times \frac{r_۱}{r_۲} \Rightarrow \frac{B_۲}{۰/۲} = \frac{۴}{۱} \times \frac{۲I}{I} \times \frac{۴r_۲}{r_۲} \Rightarrow B = ۶/۴T$$

۷۶.گزینه ۴ چون برایند نیروهای مغناطیسی وارد بر سیم (۳) از طرف میدان‌های دو سیم (۱) و (۲) برابر با صفراست. بنابراین برایند میدان‌های مغناطیسی حاصل از جریان‌های دو سیم (۱) و (۲) در محل سیم (۳) برابر با صفر است و بنابراین جهت جریان در سیم (۲) باید به طرف پایین باشد و داریم:



$$\left|\vec{B}_۱\right| = \left|\vec{B}_۲\right| \Rightarrow \frac{\mu_۰ I_۱}{۲\pi r_۱} = \frac{\mu_۰ I_۲}{۲\pi r_۲}$$

$$\Rightarrow \frac{I_۱}{d+x} = \frac{I_۲}{x} \Rightarrow \frac{۶}{d+x} = \frac{۲}{x}$$

$$\Rightarrow ۶x = ۲d + ۲x \Rightarrow x = \frac{d}{۲}$$

بنابراین فاصله‌ی سیم (۱) از سیم (۳)برابر است با:

$$x + d = \frac{d}{۲} + d = \frac{۳d}{۲}$$

۷۷.گزینه ۱ باتوجه به رابطه‌ی میدان مغناطیسی در مرکز یک پیچه‌ی مسطح داریم:

$$B=\frac{\mu_{\circ} NI}{۲R} \xrightarrow{I_۱=I_۲} \frac{B_۱}{B_۲}=\frac{R_۲}{R_۱}\times\frac{N_۱}{N_۲} \quad (۱)$$
$$L_۱=L_۲ \xrightarrow{L=N\times ۲\pi R} N_۱\times ۲\pi R_۱=N_۲\times ۲\pi R_۲$$
$$\Rightarrow \frac{N_۱}{N_۲}=\frac{R_۲}{R_۱} \xrightarrow{R_۲=\frac{R_۱}{۴}} \frac{N_۱}{N_۲}=\frac{۱}{۴}$$

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

۷۸.گزینه ۴ ابتدا میدان مغناطیسی برایند را در نقطه‌ی M در دو حالت به دست آورده سپس نسبت آنها را محاسبه می‌کنیم.

حالت اول
$$\begin{cases} B_۱=\frac{\mu_{\circ}}{۲\pi}\times\frac{۲}{۲R}\otimes \text{درونسو} \\ B_۲=\frac{\mu_{\circ}}{۲\pi}\times\frac{۲}{R}\otimes \text{درونسو} \end{cases} \rightarrow BT=\frac{\mu_{\circ}}{۲\pi R}(۱+۲)=\frac{۳}{۲}\frac{\mu_{\circ}}{\pi R}\otimes \text{درونسو}$$

حالت دوم
$$\begin{cases} B'_۱=\frac{\mu_{\circ}}{۲\pi}\times\frac{۴}{۲R}\otimes \text{درونسو} \\ B_۲=\frac{\mu_{\circ}}{۲\pi}\times\frac{۲}{R}\otimes \text{درونسو} \end{cases} \rightarrow B'T=B'_۱+B_۲=\frac{\mu_{\circ}}{۲\pi R}(۲+۲)=\frac{۴\mu_{\circ}}{۲\pi R}\otimes \text{درونسو}$$

$$\rightarrow \frac{B'T}{BT}=\frac{۴}{۳}$$

با توجه به جهت میدان برآیند در هر دو حالت، میدان برایند درونسو است و جهت میدان عوض نمی‌شود.

۷۹.گزینه ۲ باتوجه به جهت جریان در سیم‌های سمت چپ و بنابر قانون دست راست جهت میدان در نقطه‌ی O به سمت پایین است. پس باید میدان مغناطیسی سیم ۳ به طرف بالا و در نتیجه جهت جریان در $I_۳$ درون سو باشد.

$$\left.\begin{matrix} {}_۱+B_۲=B_۳ \\ {}_=\frac{\mu_{\circ}}{۲\pi}\times\frac{I}{d}\Rightarrow B\propto\frac{I}{d} \end{matrix}\right\} \Rightarrow \frac{I_۱}{d_۱}+\frac{I_۲}{d_۲}=\frac{I_۳}{d_۳} \Rightarrow \frac{۲/۵}{x+۲}+\frac{۴}{۲}=\frac{۲/۵}{۱} \Rightarrow \frac{۲/۵}{x+۲}=۰/۵ \Rightarrow x+۲=۵ \Rightarrow x=۳cm$$

۸۰.گزینه ۴

حلقه $B=\frac{\mu_{\circ}}{۲}\frac{I}{R}$ سیم $B=\frac{\mu_{\circ}}{۲\pi}\frac{I}{d}$

میدان حاصل از سیم و حلقه‌ی کوچک $\odot$ و میدان حاصل از حلقه‌ی بزرگ $\otimes$ است.

$$\left.\begin{matrix} \text{حلقه بزرگ}: B_۱=\frac{\mu_{\circ}}{۲}\frac{۳I}{۲R} & \otimes \\ \text{حلقه کوچک}: B_۲=\frac{\mu_{\circ}}{۲}\frac{I}{R} & \odot \\ \text{سیم راست}: B_۳=\frac{\mu_{\circ}}{۲\pi}\frac{۳I}{۳R} & \odot \end{matrix}\right\} \Rightarrow B_۲+B_۳=\frac{\mu_{\circ}}{۲}\frac{I}{R}(۱+\frac{۱}{\pi}) \quad \odot$$

اندازه برآیند میدان‌های $\odot$ و میدان $\otimes$ را با یکدیگر مقایسه می‌کنیم:

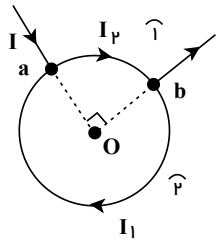
$$(۱+\frac{۱}{\pi}\simeq ۱/۳<\frac{۳}{۲}) \Rightarrow B_۱>B_۲+B_۳$$

پس جواب $\otimes$ است.

۸۱.گزینه ۴ جریان ورودی به a از دو حلقه‌ی ناقص که به طور موازی قرار گرفته‌اند، عبور می‌کند از کمان $\hat{۱}$ جریان $I_۱$ و از کمان $\hat{۲}$ جریان $I_۲$ عبور می‌کند. باتوجه به این که طول کمان $\hat{۲}$، سه برابر طول کمان $\hat{۱}$ می‌باشد، لذا مقاومت الکتریکی کمان $\hat{۲}$ نیز، سه برابر مقاومت الکتریکی کمان $\hat{۱}$ می‌باشد: $R_۲=۳R_۱$

از طرفی در دو شاخه‌ی موازی برای تقسیم جریان داریم:

$$\begin{cases} R_۱ I_۱ = R_۲ I_۲ \\ I_۱ + I_۲ = I \end{cases}$$

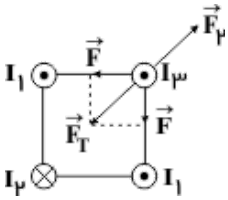


با حل معادله‌ی بالا خواهیم داشت:

$$\begin{cases} I_۱ = \frac{۳I}{۴} \\ I_۲ = \frac{I}{۴} \end{cases} , \begin{cases} N_۱ = \frac{۱}{۴} \\ N_۲ = \frac{۳}{۴} \end{cases} \Rightarrow \begin{matrix} B_۱ = \frac{\mu_۰}{۲} \times \frac{N_۱ I_۱}{R} = \frac{۳}{۱۶} \frac{\mu_۰ I}{۲r} \\ B_۲ = \frac{\mu_۰}{۲} \times \frac{N_۲ I_۲}{R} = \frac{۳}{۱۶} \frac{\mu_۰ I}{۲r} \end{matrix}$$

باتوجه به این که میدان‌های $B_۱$ (ناشی از $I_۱$) و $B_۲$ (ناشی از $I_۲$) در خلاف جهت یک‌دیگر و هم‌اندازه هستند، لذا میدان برایند در مرکز حلقه صفر می‌شود. دقت شود که به ازای هر زاویه‌ی دلخواه بین جریان ورودی و خروجی که امتداد آن‌ها از مرکز حلقه بگذرد، همواره میدان در مرکز حلقه صفر می‌شود.

۸۲.گزینه ۱ با توجه به این که نیروی الکترومغناطیسی بین دو سیم موازی با جریان‌های هم‌سو، ربایشی است بنابراین سیم‌های حامل جریان $I_۱$، سیم حامل جریان $I_۳$ را جذب می‌کنند و نیروهای وارد بر سیم حامل جریان $I_۳$ از طرف سیم‌های حامل جریان $I_۱$ با هم برابر است.



$$F = \frac{\mu_۰}{۲\pi} \times \frac{I_۱ I_۳}{a} \times L \ , \ FT = \sqrt{F^۲ + F^۲} = FT = \sqrt{۲}F$$

از طرف سیم حامل جریان $I_۲$، نیروی دافعه‌ی $\vec{F}_۲$ بر سیم حامل جریان $I_۳$ وارد می‌شود.

$$F_۲ = \frac{\mu_۰}{۲\pi} \times \frac{I_۲ I_۳}{\sqrt{۲}a} \times L$$

برای اینکه برآیند نیروهای وارد بر $I_۳$ صفر شود، داریم:

$$FT = F_۲ \Rightarrow \sqrt{۲} \times \frac{\mu_۰}{۲\pi} \times \frac{I_۱ I_۳}{a} \times L = \frac{\mu_۰}{۲\pi} \times \frac{I_۲ I_۳}{\sqrt{۲}a} \times L \Rightarrow \sqrt{۲} I_۱ = \frac{I_۲}{\sqrt{۲}} \Rightarrow \frac{I_۱}{I_۲} = \frac{۱}{۲}$$

۸۳.گزینه ۱ میدان در نقطه M خارج از فاصله بین دو سیم صفر شده است، بنابراین ۲ سیم غیر هم سو هستند و اندازه میدان های تولید شده $B_۱$, $B_۲$ در نقطه M با یکدیگر برابر است، بنابراین داریم:

$$B_۱ = B_۲ \Rightarrow \frac{\mu_۰}{۲\pi} \times \frac{I_۱}{d_۱} = \frac{\mu_۰}{۲\pi} \times \frac{I_۲}{d_۲} \Rightarrow \frac{۳۰}{۱۵} = \frac{I_۲}{۵} \Rightarrow I_۲ = ۱۰(A)$$

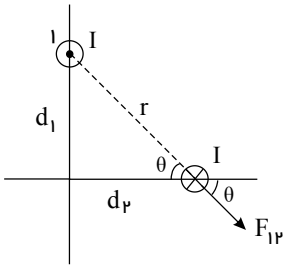
در مورد نیروی بین دو سیم نیز می توان گفت، نیرویی که $I_۱$ به $I_۲$ وارد می کند با نیرویی که $I_۲$ به $I_۱$ وارد می کند برابر است (قانون سوم نیوتن) و چون دو سیم غیرهم سو هستند، این نیرو از نوع ربایشی (جاذبه) است و اندازه آن از رابطه زیر بدست می آید:

$$F_{۲۱} = F_{۱۲} = \frac{\mu_۰}{۲\pi} \times \frac{I_۱ I_۲}{d} \times L \Rightarrow F = \frac{۴\pi \times ۱۰^{-۷}}{۲\pi} \times \frac{۳۰ \times ۱۰}{۰/۱} \times ۱ \Rightarrow F = ۶ \times ۱۰^{-۴}(N)$$

۸۴.گزینه ۳ نیرویی که از طرف میدان مغناطیسی حاصل از سیم (۱) بر سیم (۲) وارد می‌شود برابر است با:

$$F_{۱۲}=B_۱ I_۲ L\sin\theta \xrightarrow{\theta=۹۰^\circ} F_{۱۲}=B_۱ I_۲ L$$

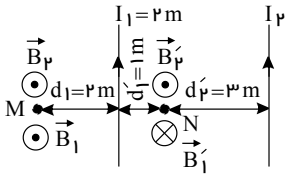
از طرفی میدان مغناطیسی حاصل از سیم (۱) برابر $B_۱=\dfrac{\mu_۰ I_۱}{۲\pi r}$ است. پس:



$$F_{۱۲}=\frac{\mu_۰ I_۱}{۲\pi r} I_۲ L=\frac{\mu_۰ I_۱ I_۲ L}{۲\pi r}$$
$$(F_{۱۲})_x=F_{۱۲}\cos\theta$$
$$\Rightarrow (F_{۱۲})_x=\frac{\mu_۰ I_۱ I_۲ L}{۲\pi r}\cos\theta\ ,\ \cos\theta=\frac{d_۲}{r}=\frac{۴}{۵}$$
$$\Rightarrow (F_{۱۲})_x=\frac{\mu_۰ I_۱ I_۲}{۲\pi r}\cos\theta=\frac{۴\pi\times ۱۰^{-۷}\times ۲\times ۵}{۲\pi\times\sqrt{۰/۰۳^۲+۰/۰۴^۲}}\times\frac{۴}{۵}$$
$$(F_{۱۲})_x=\frac{۱۶\times ۱۰^{-۷}}{۵\times ۱۰^{-۲}}\Rightarrow (F_{۱۲})_x=۳/۲\times ۱۰^{-۵}N$$

۸۵.گزینه ۲ میدان مغناطیسی برایند در نقاط M , N برون‌سو می‌باشد. (چرا؟)

از آن‌جا که میدان مغناطیسی ناشی از سیم حامل جریان $I_۱$ در نقطه‌ی N درون‌سو است، بنابراین باید جریان $I_۲$ به سمت بالا باشد تا میدان حاصل از آن در نقطه‌ی N برون‌سو گردد. با توجه به رابطه‌ی میدان مغناطیسی حاصل در سیم حامل جریان داریم:

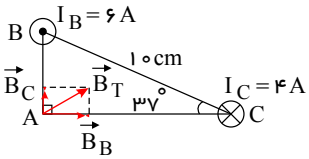


$$\left.\begin{matrix} B_M=B_۱+B_۲ \\ B_N=B'_۲-B'_۱ \end{matrix}\right\}\xrightarrow{B_M=B_N} B_۱+B_۲=B'_۲-B'_۱$$
$$\xrightarrow{B=۲\times ۱۰^{-۷}\frac{I}{a}} ۲\times ۱۰^{-۷}\times\frac{۱}{۲}+۲\times ۱۰^{-۷}\times\frac{I_۲}{۶}=۲\times ۱۰^{-۷}\times\frac{I_۲}{۳}-۲\times ۱۰^{-۷}\times\frac{۱}{۱}$$
$$\frac{۳}{۲}=\frac{I_۲}{۶}\rightarrow I_۲=۹A$$

۸۶.گزینه ۳

$$\overline{AB}=۱۰\sin ۳۷^\circ=۶cm$$
$$\overline{AC}=۱۰\cos ۳۷^\circ=۸cm$$

با استفاده از رابطه‌ی بزرگی میدان مغناطیسی یک سیم راست و طویل در اطراف آن، داریم:

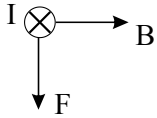


$$B_C=\frac{\mu_۰ I_C}{۲\pi R_C}=۲\times ۱۰^{-۷}\times\frac{۴}{۸\times ۱۰^{-۲}}=۱۰^{-۵}T=۰/۱G$$
$$B_B=\frac{\mu_۰ I_B}{۲\pi R_B}=۲\times ۱۰^{-۷}\times\frac{۶}{۶\times ۱۰^{-۲}}=۲\times ۱۰^{-۵}T=۰/۲G$$

باتوجه به قاعده‌ی دست راست، جهت میدان‌های مغناطیسی مطابق شکل خواهد بود و بنابراین اندازه‌ی برایند آن‌ها برابر است با:

$$B_T=\sqrt{B_B^۲+B_C^۲}=\sqrt{۰/۲^۲+۰/۱^۲}\rightarrow B_T=\frac{\sqrt{۵}}{۱۰}G$$

۸۷.گزینه ۲



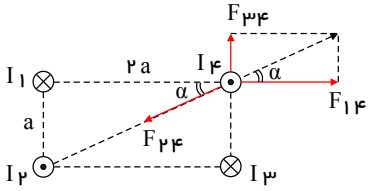
$$F=k\cdot\Delta L\Rightarrow F=۵۰\times ۴\times ۱۰^{-۴}=۲\times ۱۰^{-۲}N$$
$$F=BIL\Rightarrow ۲\times ۱۰^{-۲}=B\times ۱۰۰\times ۲۰\times ۱۰^{-۲}\Rightarrow B=۱۰^{-۳}T$$

آهن‌ربا به طرف بالا کشیده شده است، پس نیروی وارد بر سیم رو به پایین است.

۸۸.گزینه ۱ نیروی وارد بر واحد طول هر یک از دو سیم موازی $\left(F=\dfrac{\mu_\circ II'}{۲\pi d}\right)$ است. سیم‌های موازی حامل جریان هم‌سو یکدیگر را جذب و سیم‌های موازی حامل جریان مختلف‌الجهت یکدیگر را دفع می‌کنند. جهت جریان $I_۴$ در نتیجه‌ی نهایی تأثیری ندارد. فرض کنید $I_۴$ برون‌سو باشد، پس $I_۲$ باید ⊙ باشد تا وضعیت نیروها به شکل مقابل باشد.

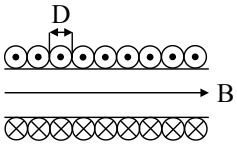
$$\Sigma FX = ۰ \Rightarrow F_{۲۴}\cos\alpha = F_{۱۴} \Rightarrow \frac{I_۲ I_۴ \cos\alpha}{\sqrt{a^۲ + (۲a)^۲}} = \frac{I_۱ I_۴}{۲a}$$

$$\frac{I_۲}{\sqrt{۵}}\cos\alpha = \frac{I_۱}{۲} \xrightarrow{\cos\alpha = \frac{۲}{\sqrt{۵}}} \frac{۲I_۲}{\sqrt{۵}} \times \frac{۲}{\sqrt{۵}} = I_۱ \Rightarrow I_۲ = \frac{۵}{۴} I_۱$$



۸۹.گزینه ۲ از آن‌جایی که سیم به دور استوانه طوری پیچیده شده که حلقه‌ها در کنار هم و چسبیده به‌هم هستند. پس اگر مطابق شکل زیر قطر سیم را D و تعداد حلقه‌های سیملوله را N بنامیم، داریم:

طول سیملوله $\ell = ND$



میدان مغناطیسی سیملوله $B = \mu_۰ \frac{NI}{\ell} = \mu_۰ \frac{N}{ND} I = \mu_۰ \frac{I}{D}$

$$B = \mu_۰ \frac{I}{D} \Rightarrow ۱۰^{-۲}\pi \times ۱۰^{-۴} = ۴\pi \times ۱۰^{-۷} \times \frac{۰/۱}{D} \Rightarrow D = ۴ \times ۱۰^{-۲} m = ۴۰\ mm$$

توجه: در شکل بالا حلقه‌ها هم‌اندازه به‌هم چسبیده و تعدادشان در بالا و پایین یکی باشد.

۹۰.گزینه ۴ شرط آن که سیم سوم به حال تعادل باقی بماند آن است که برایند نیروهای وارد بر آن صفر باشد $(\vec{F}T = ۰)$. به عبارت دیگر طبق رابطه‌ی $FT = BTIl\sin ۹۰^\circ$، باید برایند میدان‌های مغناطیسی حاصل از جریان سیم‌های A و B در آن محل صفر باشد $(\vec{B}T = ۰)$.

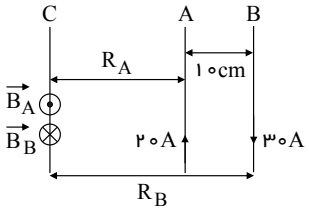
مطابق شکل باتوجه به جهت جریان‌ها و با استفاده از قاعده دست راست، این مکان در خارج از فاصله دو سیم و نزدیک به سیمی است که جریان آن کم‌تر است (سیم A)، بنابراین داریم:

$$\vec{B}T = \vec{B}A + \vec{B}B = ۰ \Rightarrow BA = BB$$

$$B = \frac{\mu_۰ I}{۲\pi R} \Rightarrow \frac{IA}{RA} = \frac{IB}{RB} \Rightarrow \frac{۲۰}{RA} = \frac{۳۰}{RA + ۱۰}$$

$$\Rightarrow ۳RA = ۲RA + ۲۰$$

$$\Rightarrow RA = ۲۰cm$$



۹۱.گزینه ۴ چون حلقه‌های تشکیل‌دهنده‌ی این سیملوله به یک‌دیگر چسبیده‌اند. بنابراین طول این سیملوله (ℓ) برابر با حاصل ضرب تعداد حلقه‌های سیملوله (N) در قطر سیم تشکیل‌دهنده این سیملوله (d) است $(\ell = Nd)$. با استفاده از رابطه‌ی بزرگی میدان مغناطیسی روی محور اصلی یک سیملوله، داریم:

$$B = \mu_۰ \frac{N}{\ell} I \xrightarrow{\ell = Nd} B = \frac{\mu_۰ I}{d}$$

$$\Rightarrow B = \frac{۱۲ \times ۱۰^{-۷} \times ۵}{۲ \times ۲ \times ۱۰^{-۳}} \Rightarrow B = ۱/۵ \times ۱۰^{-۳} T$$

۹۲.گزینه ۲ می‌دانیم نیروی مغناطیسی بین دو سیم راست بلند، موازی و حامل جریان که دارای جریان‌های هم‌جهت می‌باشند، به صورت جاذبه و بین دو سیم حامل جریان‌های ناهم‌جهت، به صورت دافعه است. بنابراین مطابق شکل، ابتدا نیروی وارد بر $۲۰cm$ از سیم حامل جریان $I_۳$ را از طرف هر یک از جریان‌های $I_۱$ و $I_۲$ حساب می‌کنیم و سپس برآیند آن‌ها را محاسبه می‌کنیم.

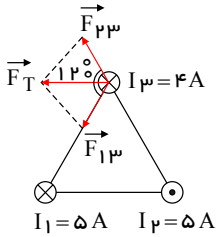
$$I_۱ = ۵A$$

$$F_{۱۳} = F_{۲۳} = \frac{\mu_۰}{۲\pi} \frac{I_۱ I_۳}{d_{۱۳}} I = ۲ \times ۱۰^{-۷} \times \frac{۵ \times ۴}{۰/۰۴} \times ۰/۲$$

$$\Rightarrow F_{۱۳} = F_{۲۳} = ۲ \times ۱۰^{-۵} N$$

$$FT = ۲F_{۱۳}\cos\frac{\theta}{۲} = ۲ \times ۲ \times ۱۰^{-۵} \times \cos ۶۰^\circ$$

$$\Rightarrow FT = ۲ \times ۱۰^{-۵} N$$



۹۳.گزینه ۲ با افزایش مقاومت متغیر R_1، مقاومت معادل مدار افزایش می‌یابد و طبق رابطه‌ی $I \downarrow = \frac{\varepsilon}{\uparrow RT + r}$، با افزایش RT، جریان مدار کم می‌شود.

اندازه‌ی میدان مغناطیسی در فاصله‌ی d از یک سیم مستقیم و بسیار بلند از رابطه‌ی $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}$ محاسبه می‌شود و در نتیجه با کاهش جریان، اندازه‌ی میدان در اطراف سیم کم می‌شود.

۹۴.گزینه ۴

$$\varphi = A \cdot B \cdot \cos\alpha$$
$$\phi = (\pi r^2) \times 0/5 \times 1 = 0/5\pi r^2$$
$$\frac{d\varphi}{dt} = \frac{d\varphi}{dr} \cdot \frac{dr}{dt} = (0/5\pi \times 2r)(-0/4) = -0/4\pi r$$
$$\varepsilon = -\frac{d\varphi}{dt} = 0/4\pi r \xrightarrow{r=0/2m} \varepsilon = 0/08\pi$$

پاسخنامه کلیدی آزمون با کد: ۵۹۶۸۵

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

تاریخ : وقت : دقیقه

نام و نام خانوادگی : تعداد سوالات: ۱۰۰

فیزیک ۳ فصل ۵ : القاء الکترو مغناطیسی

دبیرستان سلام تجریش

۱. یک سیم لوله‌ی بدون هسته به طول $۸۰\ cm$ و قطر $۱۰\ cm$ از ۱۲۰ دور سیم تشکیل شده است. اگر شدت جریان ۲ آمپر از این سیم لوله عبور کند، شار مغناطیسی گذرنده از سیم‌لوله چند وبر است؟ $(\pi^۲ = ۱۰\ ,\ \mu_۰ = ۴\pi \times ۱۰^{-۷}\frac{T \cdot m}{A})$

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

۲. حلقه‌ای به قطر $۵۰cm$ در یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی $۴۰۰G$ قرار دارد، به طوری که بردار میدان مغناطیسی با سطح حلقه زاویه‌ی ۵۳° می‌سازد. اندازه‌ی شار مغنازطیسی عبوری از سطح حلقه چند میلی‌وبر است؟ $(\cos ۵۳^\circ = ۰/۶)$

۱) $۱/۵\pi$ ۲) ۲π ۳) ۶π ۴) ۴π

۳. در محلی، میدان مغناطیسی یکنواخت $B = ۰/۴T$ وجود دارد. سطح یک قاب مربع شکل رسانا به مساحت ۲۵۰ سانتی‌متر مربع، موازی خط‌های میدان مغناطیسی است. اگر قاب در مدت ۰/۵ ثانیه ۳۰° بگردد، اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در قاب در این مدت چند میلی‌ولت می‌شود؟

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) $۱۵\sqrt{۳}$ ۴) $۱۵(\sqrt{۳}-۱)$

۴. پیچه‌ای مسطح شامل ۴۰۰ دور سیم با مساحت مقطع $۴cm^۲$ در میدان مغناطیسی یکنواختی و عمود بر خطوط میدان قرار گرفته است، اگر بزرگی میدان مغناطیسی در مدت زمان ۵ میلی‌ثانیه و بدون تغییر جهت از $۰/۲T$ به $۰/۴T$ برسد، اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی متوسط چند ولت است؟

۱) ۳/۲ ۲) ۳۲ ۳) ۶/۴ ۴) ۱/۶

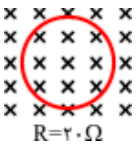
۵. معادله‌ی شار عبوری از پیچه‌ای به مقاومت ۵Ω در SI به صورت $\Phi = -۴t^۲ + ۱۴t$ می‌باشد. جریان القایی حاصل در آن در $t = ۴s$ برابر است با:

۱) $۳/۶\ A$ ۲) $۵\ A$ ۳) $۲۰\ A$ ۴) $۵۰\ A$

۶. در حلقه‌ای به مساحت $۲۰cm^۲$ و مقاومت ۴۰Ω شار گذرنده از ۲ وبر به ۴ وبر می رسد اگر جریان القایی در مقاومت $۰/۲A$ شود، زمان تغییرات شار چقدر بوده است؟

۱) $\frac{۱}{۲}s$ ۲) $\frac{۱}{۳}s$ ۳) $\frac{۱}{۴}s$ ۴) $\frac{۱}{۶}s$

۷. شدت میدان مغناطیسی در حلقه ی داده شده در مدت $۰/۲s$ از $۴T$ به صفر می رسد اگر مساحت حلقه $۲۰cm^۲$ باشد جریان القایی متوسط در آن چند آمپر و در چه جهتی است؟



۱) $۱۰mA$ ساعتگرد ۲) $۲mA$ ساعتگرد

۳) $۲mA$ پادساعتگرد ۴) $۱۰mA$ پادساعتگرد

۸. یک حلقه‌ی فلزی در یک میدان مغناطیسی قرار دارد و خطوط میدان عمود بر سطح حلقه است. حلقه را در مدت Δt به اندازه‌ی ۹۰° حول یکی از قطرهایش می‌چرخانیم. کدام کمیت‌ها به کوچک یا بزرگ بودن Δt بستگی ندارد؟

۱) نیروی محرکه‌ی القایی و تغییر شار مغناطیسی

۲) نیروی محرکه‌ی القایی و بار الکتریکی شارش شده

۳) تغییر شار مغناطیسی و بار الکتریکی شارش شده

۴) تغییر شار مغناطیسی، جریان القایی و بار الکتریکی شارش شده

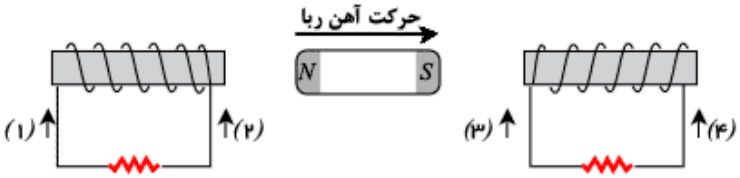
۹. شدت میدان مغناطیسی عمود بر سطح حلقه‌ای به مساحت $۴۰۰cm^۲$ و مقاومت ۱۰Ω از $۲۰T$ به ۰ می رسد چند کولن بار القاء می گردد؟

۱) $۱۰^{-۲}$ ۲) ۸×۱۰^{-۲} ۳) ۲×۱۰^{-۲} ۴) ۶×۱۰^{-۲}

۱۰. شار مغناطیسی‌ای که از یک حلقه‌ی بسته می‌گذرد، در بازه‌ی زمانی Δt به اندازه‌ی $۰/۸Wb$ تغییر می‌کند. اگر مقاومت حلقه ۲ اهم باشد، در اثر نیروی محرکه‌ی القا شده چند کولن بار الکتریکی در بازه‌ی زمانی Δt درحلقه جریان می‌یابد؟

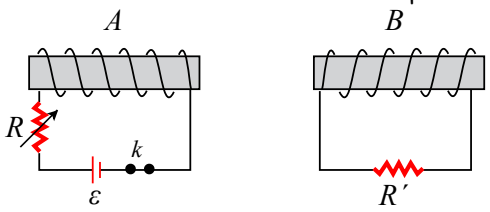
۱) ۲ ۲) ۰/۲ ۳) ۴ ۴) ۰/۴

۱۱. اگر آهن‌ربا در جهت نشان داده شده حرکت کند، جهت جریان‌های القایی کدام خواهد بود؟



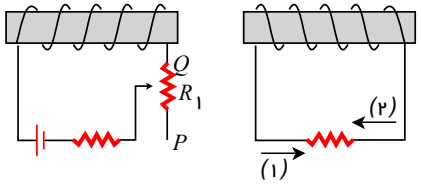
۱) (۱) و (۴)
۲) (۲) و (۴)
۳) (۱) و (۳)
۴) (۲) و (۳)

۱۲. جهت جریان القایی در R' در هنگام قطع کلید k مانند جهت جریان القایی در هنگام ..... است.



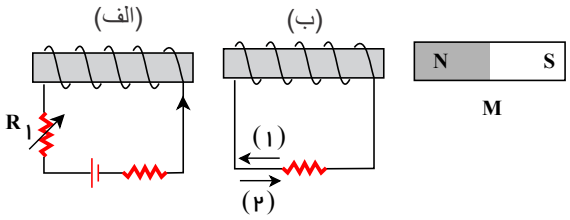
۱) کاهش R
۲) حرکت دادن سیم‌لوله‌ی A به طرف راست
۳) حرکت دادن سیم‌لوله‌ی B به طرف راست
۴) وصل کلید k

۱۳. در شکل مقابل اگر اتصال لغزنده در مدار سمت چپ به طرف نقطه‌ی Q حرکت کند، جهت جریان القایی در سیم‌لوله سمت راست کدام جهت می‌شود و دو سیم‌لوله یکدیگر را جذب می‌کنند یا دفع؟



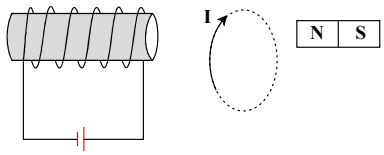
۱) (۱)، جذب
۲) (۲)، جذب
۳) (۱)، دفع
۴) (۲)، دفع

۱۴. در شکل مقابل، آهن‌ربای دائمی M در محل خود ثابت است. اگر مقاومت $R_۱$ در مدار «الف» کاهش یابد، جهت جریان القایی در مدار «ب» کدام می‌شود و آهن‌ربای الکتریکی «ب» بر آهن‌ربای دائمی M در چه جهتی نیرو وارد می‌کند؟



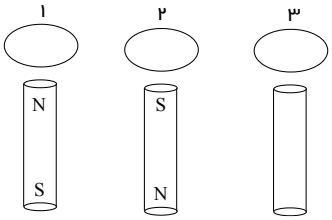
۱) $\ell_۲=۳\ell_۱$ ، $\ell_۱$
۲) $\rightarrow$ ، (۲)
۳) $\leftarrow$ ، (۱)
۴) $\leftarrow$ ، (۲)

۱۵. در شکل زیر و به ترتیب از راست به چپ، نیروی الکترومغناطیسی بین آهنربا و حلقه‌ی حامل جریان ..... و نیروی الکترومغناطیسی بین حلقه‌ی حامل جریان و سیملوله ..... می‌باشد.



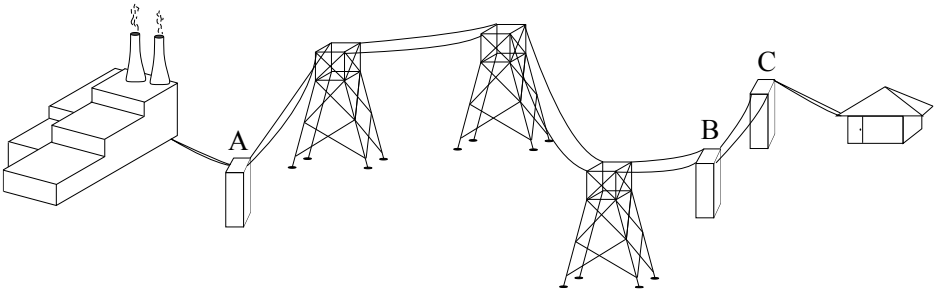
۱) ربایشی- رانشی
۲) رانشی- ربایشی
۳) ربایشی- نیز ربایشی
۴) رانشی-نیز رانشی

۱۶. مطابق شکل مقابل، طی سه آزمایش مجزا، سه حلقه‌ی آهنی مشابه از ارتفاع معین رها می‌شوند که از میان حلقه‌های ۱ و ۲ آهن رباهای میله‌ای مشابه و از میان حلقه‌ی ۳ میله‌ی آهنی می‌گذرند. کدام رابطه مقایسه‌ی درستی از زمان سقوط حلقه‌ها است؟



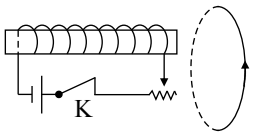
۱) $t_1 < t_2 < t_3$
۲) $t_1 > t_2 > t_3$
۳) $t_1 = t_2 < t_3$
۴) $t_1 = t_2 > t_3$

۱۷. شکل زیر انتقال توان الکتریکی را از نیروگاه تا محل مصرف نشان می‌دهد. مبدل‌های A، B و C به ترتیب از راست به چپ از چه نوعی می‌باشند؟



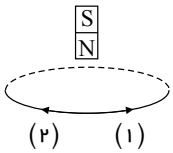
۱) افزاینده – کاهنده – افزاینده
۲) افزاینده – کاهنده – کاهنده
۳) کاهنده – افزاینده – کاهنده
۴) کاهنده – افزاینده – افزاینده

۱۸. باتوجه به شکل زیر، با انجام کدام‌یک از اعمال زیر <u>نمی‌توان</u> جریان القایی در جهت نشان داده شده در حلقه ایجاد کرد؟



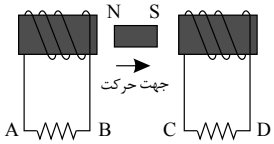
۱) باز کردن کلید K
۲) کاهش مساحت حلقه (با کشیدن آن از دو طرف)
۳) دور کردن حلقه از سیملوله
۴) کاهش مقاومت رئوستا

۱۹. مطابق شکل مقابل، آهن‌ربایی میله‌ای در حال سقوط درون یک حلقه‌ی رسانا است. به ترتیب از راست به چپ هنگام ورود و خروج آهن‌ربا از درون حلقه، جهت جریان القایی در حلقه مطابق با کدام‌یک از جهت‌های نشان داده شده خواهد بود؟



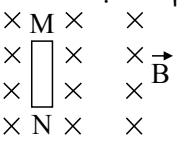
۱) ۱ ، ۱
۲) ۱ ، ۲
۳) ۲ ، ۱
۴) ۲ ، ۲

۲۰. در شکل زیر، آهنربا را به سمت راست حرکت می دهیم جهت جریان القایی درمقاومت های AB و CD به ترتیب از راست به چپ چگونه است؟



۱) از A به B، از C به D
۲) از A به B، از D به C
۳) از B به A ، از C به D
۴) از B به A، از D به C

۲۱. مطابق شکل زیر، سیم MN در میدان مغناطیسی یکنواخت و درون‌سوی $\vec{B}$ در حال سکون قرار دارد. اگر سیم MN به سمت راست شروع به حرکت کند، در مورد پتانسیل الکتریکی نقاط M و N کدام گزینه درست است؟



۱) پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی M بیش‌تر است.
۲) پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی N بیش‌تر است.
۳) پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی M و N یکسان هستند.
۴) نمی‌توان اظهارنظر کرد.

۲۲. طول، قطر سطح مقطع و ضریب خودالقایی سیملوله‌ی A، چهار برابر طول، قطر سطح مقطع و ضریب خودالقایی سیملوله‌ی B است. تعداد حلقه‌های سیملوله‌ی A چند برابر تعداد حلقه‌های سیملوله‌ی B است؟ (سیملوله‌ها فاقد هسته‌ی آهنی هستند.)

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

۲۳. معادله‌ی بار عبوری از یک سیم لوله، در SI به صورت $q = ۲t^۲ - ۴t$ است. اگر ضریب خودالقایی آن $۰/۲H$ باشد، انرژی ذخیره شده در سیم لوله در لحظه‌ی $t = ۲s$ چند ژول است؟

۱) ۴ ۲) ۰/۴ ۳) ۱۶ ۴) ۱/۶

۲۴. معادله ی بار عبوری از یک سیم لوله در SI به صورت $q(t) = ۴t - ۲$ است. اگر ضریب خودالقایی آن $۰/۲H$ باشد. انرژی ذخیره شده در آن چند ژول است؟

۱) ۰/۸ ۲) ۱/۶ ۳) ۰/۴ ۴) ۰/۱

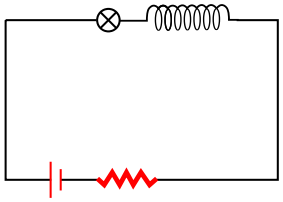
۲۵. سیملوله‌ای با ضریب خودالقایی $۰/۴H$ و مقاومت الکتریکی ۱۰۰Ω را به مولدی با نیروی محرکه‌ی $۶V$ و مقاومت داخلی صفر وصل می‌کنیم. انرژی الکترومغناطیسی ذخیره شده در سیملوله چند میکروژول است؟

۱) $۷/۲ \times ۱۰^{-۴}$ ۲) ۷۲۰ ۳) ۱۲×۱۰^{-۳} ۴) ۱۲۰۰۰

۲۶. جریان عبوری از یک سیم‌لوله به ضریب خودالقایی ۰/۰۴ هانری در SI به صورت $I = t^۲ - ۲t - ۴$ است. در لحظه‌ی $t = ۶s$ انرژی ذخیره شده در سیم‌لوله چند ژول و اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی آن چند ولت است؟

۱) $۰/۸V$, $۴ J$ ۲) $۴/۸ J$, $۰/۸V$ ۳) $۴/۸ J$, $۰/۴V$ ۴) $۸ J$, $۰/۴V$

۲۷. در شکل مقابل، سیم‌لوله دارای هسته‌ی آهنی است و مدار مدت طولانی بسته بوده است. اگر هسته‌ی آهنی را خارج کنیم، نور لامپ .....



۱) کم می‌شود.
۲) زیاد می‌شود.
۳) کم می‌شود و سپس به مقدار قبلی بر می‌گردد.
۴) زیاد می‌شود و سپس به مقدار قبلی بر می‌گردد.

۲۸. از القاگری با ضریب خودالقایی $۲۰۰mH$ جریانی با معادله‌ی $I = ۲\sin(۱۰t)$ در SI عبور می‌کند. بیش‌ترین انرژی ذخیره شده در القاگر چند ژول است؟

۱) ۴۰۰ ۲) ۴ ۳) ۲ ۴) ۰/۴

۲۹. معادله‌ی بار الکتریکی گذرنده از یک سیملوله به ضریب خودالقایی $۰/۱H$ به صورت $q = \frac{۴}{۳}t^۳ + t^۲$ می‌باشد. اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی در سیملوله در لحظه‌ی $t = ۱s$ چند ولت است؟

۱) ۰/۴ ۲) ۰/۶ ۳) ۰/۸ ۴) ۱

۳۰. بیشینه‌ی جریان متناوبی $۵A$ و دوره‌ی آن ۰/۰۴ ثانیه است. در لحظه‌ی $t = \frac{۱}{۲۰۰}s$ بزرگی جریان چند آمپر است؟

۱) $۲/۵\sqrt{۲}$ ۲) ۵ ۳) $۵\sqrt{۲}$ ۴) ۲/۵

۳۱. حلقه‌ای به شعاع $۱۰cm$ در دستگاه مختصات xoy طوری قرار دارد که مرکز آن روی مبدأ مختصات است و بردار نیم‌خط عمود بر سطح آن در جهت محور x می‌باشد. شار مغناطیسی گذرنده از حلقه توسط دو میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}_۱ = -۰/۵\vec{i}$ و $\vec{B}_۲ = \vec{j}$ (در SI) برابر با چند وبر است؟ $(\pi = ۳)$

۱) صفر ۲) ۰/۰۱۵ ۳) $-۰/۰۴۵$ ۴) $-۰/۰۱۵$

۳۲. معادله‌ی نیم‌خط عمود بر قابی مستطیلی شکل به ابعاد $۲۰cm \times ۳۰\ cm$ که در میدان مغناطیسی یکنواخت قرار دارد، به صورت $۴y - ۳x + ۱۲ = ۰$ است. اگر بردار میدان مغناطیسی در جهت مثبت محور y و مقدار آن برابر با $۰/۰۵T$ باشد، بزرگی شار عبوری از قاب چند وبر می‌باشد؟ $(\sin ۳۷^\circ = ۰/۶)$

۱) ۹×۱۰^{-۳} ۲) ۳×۱۰^{-۲} ۳) $۱/۸ \times ۱۰^{-۳}$ ۴) $۲/۴ \times ۱۰^{-۳}$

۳۳. میدان مغناطیسی، در محل حلقه‌ای با ۵۰ دور، در مدت $۰/۰۱s$، از $۲G$ درون‌سو به $۴G$ برون‌سو تغییر کرده است. مقدار نیروی محرکه‌ی القایی متوسط تولید شده در این حلقه چند ولت است؟

۱) ۱ ۲) ۳ ۳) $۱۰^۴$ ۴) ۳×۱۰^۴

۳۴. یک قاب مربع شکل فلزی به مساحت ۶۰۰ سانتی‌متر مربع دارای ۵۰ دور سیم است. سطح قاب بر خطوط میدان مغناطیسی B عمود است و $B = ۰/۵t^۲ + t - ۰/۲$. در لحظه‌ی $t = ۲s$ اندازه‌ی اختلاف پتانسیل دو سر قاب چند ولت است؟

۱) ۹ ۲) ۱/۵ ۳) ۳ ۴) ۶

۳۵. به دو فنر مشابه و افقی، جرم‌های m و $۴m$ را متصل می‌کنیم و آن‌ها را با دامنه‌های یکسان A به نوسان وامی‌داریم. به ترتیب از راست به چپ انرژی جنبشی بیشینه و سرعت بیشینه‌ی نوسانگر با جرم $۴m$ چند برابر نوسانگر با جرم m است؟

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

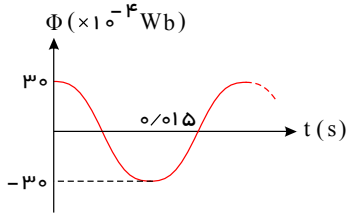
۳۶. حلقه‌ای به مساحت $۲۰cm^۲$ در میدان مغناطیسی $۴۰G$ در هر ثانیه ۵۰ دور می‌زند. اگر مقاومت هر دور سیم آن $۰/۵\Omega$ و حلقه از N دور تشکیل شده باشد، حداکثر شدت جریان القایی در آن چند آمپر است؟

۱) $۱/۶\pi \times ۱۰^{-۲}$ ۲) $۱/۶\pi \times ۱۰^{-۳}$ ۳) ۱۶π ۴) معلومات کافی نیست.

۳۷. میدان مغناطیسی یکنواخت B بر سطح یک سیم‌پیچ تخت با ۲۰۰ دور سیم عمود، شعاع سیم‌پیچ ۱۰ سانتی‌متر و میدان مغناطیسی در SI به صورت $B = ۵ \times ۱۰^{-۳} \cos(۱۰\pi t + \frac{\pi}{۶})$ است. اگر مقاومت الکتریکی سیم‌پیچ ۵ اهم باشد و دو سر آن به دو سر یک مقاومت $۲۰\ \Omega$ متصل باشد، در لحظه‌ی $t = ۰/۳\ s$ اندازه‌ی جریان گذرنده از مدار چند میلی‌آمپر می‌شود؟ $(\pi^۲ = ۱۰)$

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) $۱۰\sqrt{۳}$ ۴) $۲۰\sqrt{۳}$

۳۸. پیچه‌ای با مساحت مقطع $۷۰cm^۲$ دارای ۴۰۰ حلقه است و حول قطری از آن عمود بر خطوط میدان مغناطیسی یکنواختی است، دوران می‌کند. اگر نمودار تغییرات شار بر حسب زمان برای هریک از حلقه‌های پیچه، یک منحنی کسینوسی مطابق شکل مقابل بوده و مقاومت کل پیچه ۶۰Ω باشد، بیشینه‌ی جریان القایی در این پیچه چند آمپر است؟ $(\pi = ۳)$

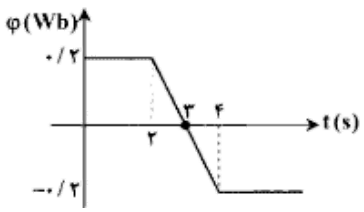


۱) ۴/۲
۲) ۶
۳) ۸/۴
۴) برای محاسبه به بزرگی میدان مغناطیسی یکنواخت نیازداریم.

۳۹. از سیمی به طول $۳۱۴cm$ و مقاومت الکتریکی ۲Ω پیچه‌ی مسطحی به شعاع $۵cm$ ساخته‌ایم. اگر معادله‌ی شار عبوری از این پیچه در SI برابر $\Phi = t^۳ - ۲t^۲ - ۴$ باشد، جریان عبوری از پیچه در $t = ۲s$ چقدر است؟ $(\pi \simeq ۳/۱۴)$

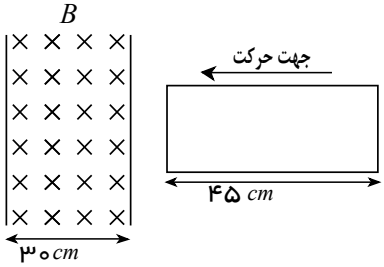
۱) $۱۰A$ ۲) $۲۰A$ ۳) $۱A$ ۴) $۲A$

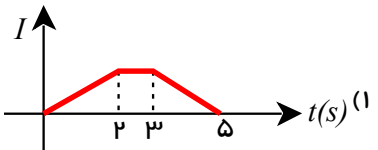
۴۰. یک پیچه‌ی مسطح دارای ۲۰۰ دور سیم است و شار مغناطیسی گذرنده از آن مطابق نمودار مقابل تغییر می‌کند. اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی بین دو سر سیم پیچ در لحظه‌ی ..... برابر ..... است.

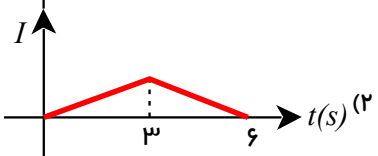


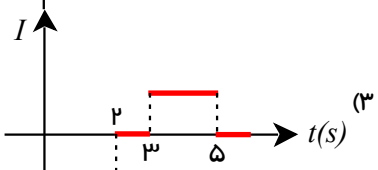
۱) $۴۰, t = ۱s$ ولت
۲) $۴۰, t = ۳s$ ولت
۳) $۲۰, t = ۳s$ ولت
۴) $۲۰, t = ۱s$ ولت

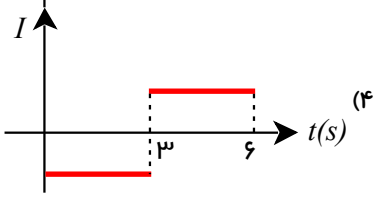
۴۱. میدان مغناطیسی یکنواخت B در ناحیه‌ای از صفحه برقرار است. یک قاب مستطیل شکل فلزی را مطابق شکل از سمت راست با سرعت $۱۵\frac{cm}{s}$ به طرف چپ حرکت می‌دهیم. نمودار شدت جریان القایی گذرنده از قاب برحسب زمان کدام می‌تواند باشد؟



۱)


۲)


۳)


۴)


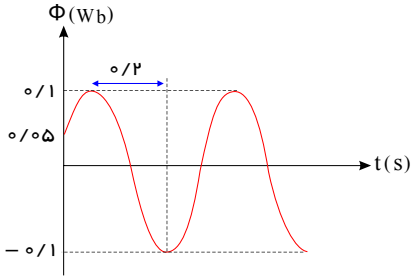
۴۲. شار عبوری از یک حلقه، بار اول در مدت t ثانیه و بار دوم در مدت $\frac{t}{۲}$ ثانیه، از صفر تا Φ تغییر می‌کند، مقدار بار الکتریکی شارش شده در حلقه در حالت اول، چند برابر حالت دوم است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) $\frac{۱}{۲}$

۴۳. از القاگری به ضریب خودالقایی $۰/۰۲H$ جریان $۶mA$ عبور می‌کند. این جریان در چند میلی‌ثانیه به $۱/۵mA$ برسد تا نیروی محرکه‌ی القایی متوسط به $۲۰۰\mu C$ بار الکتریکی موجود در سیم، به اندازه‌ی $۱/۵\mu J$ انرژی بدهد؟

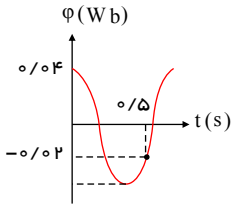
۱) ۶ ۲) ۸ ۳) ۹ ۴) ۱۲

۴۴. شار مغناطیسی گذرنده از یک سیم‌پیچ دارای ۲۰۰ دور سیم، مطابق نمودار مقابل، با زمان تغییر می‌کند. بیشینه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی بین دو سر سیم‌پیچ چند ولت است؟



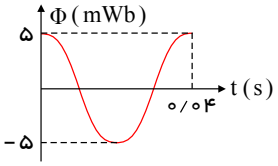
۱) ۵۰π
۲) ۵۰
۳) ۱۰۰π
۴) ۱۰۰

۴۵. نمودار تغییرات شار مغناطیسی که از سطح یک مدار بسته می گذرد، به صورت شکل مقابل است. در کدام لحظه بر حسب ثانیه، بزرگی نیروی محرکه‌ی القایی برای دومین بار صفر می گردد؟



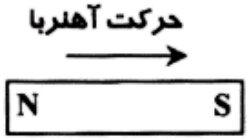
۱) $\frac{۳}{۵}$
۲) $\frac{۷}{۱۰}$
۳) $\frac{۳}{۸}$
۴) $\frac{۵}{۸}$

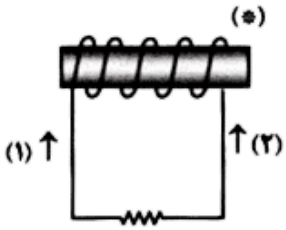
۴۶. شکل زیر، نمودار تغییرات شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه را نشان می‌دهد. نیروی محرکه القایی در حلقه در لحظه‌ی $t = ۰/۰۳s$ چند واحد SI است؟



۱) ۰/۲۵
۲) $۰/۲۵\pi$
۳) $۰/۵\pi$
۴) ۰/۵

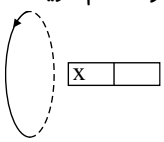
۴۷. اگر آهنربا در جهت نشان داده شده حرکت کند، جهت جریان القایی در سیم پیچ کدام است و انتهای سمت راست آهنربای الکتریکی $(*)$ قطب N می شود یا قطب S؟





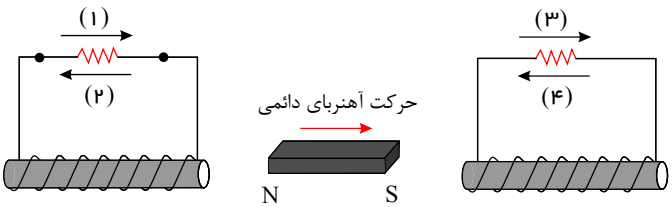
۱) $N, (۱)$
۲) $S, (۱)$
۳) $S, (۲)$
۴) $N, (۲)$

۴۸. در شکل زیر آهن‌ربا در کنار حلقه‌ی رسانا حرکت می‌کند و در حلقه‌ی جریانی در جهت نشان داده شده القا می‌شود. کدام گزینه درباره‌ی قطب x آهن‌ربا و جهت حرکت آن درست است؟



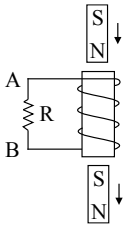
۱) $\rightarrow, N$
۲) $\rightarrow, S$
۳) $\leftarrow, N$
۴) بسته به شرایط گزینه‌های ۲ و ۳ می‌تواند درست باشد.

۴۹. اگر آهن‌ربای دائمی در جهت نشان داده شده حرکت کند، جهت جریان‌های القایی که از دو مدار می گذرد، کدام خواهد بود؟



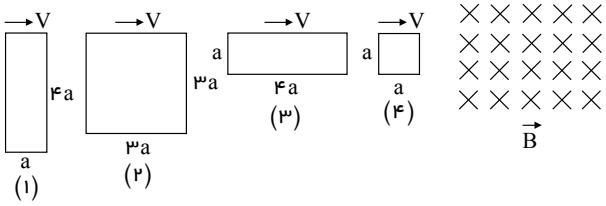
۱) ۳ و ۱
۲) ۴ و ۲
۳) ۳ و ۲
۴) ۴ و ۱

۵۰. مطابق شکل مقابل، یک آهنربای میله‌ای از بالای یک سیملوله در راستای قائم رها شده و بعد از عبور از داخل سیملوله از آن خارج می‌شود. جهت جریان القایی در مقاومت الکتریکی R به ترتیب از راست به چپ هنگام ورود آهنربا ..... و هنگام خروج از آن ..... است.



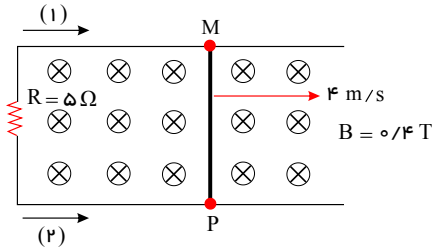
۱) از A به B، از B به A
۲) از B به A، از A به B
۳) از A به B، از A به B
۴) از B به A، از B به A

۵۱. مطابق شکل زیر، چهار حلقه سیم با سرعت ثابت و یکسان به ترتیب وارد یک میدان مغناطیسی درون‌سو می‌شوند. نیروی محرکه‌ی القایی در کدام حلقه بیش‌تر است؟



۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

۵۲. میله‌ی فلزی MP به طول ۵۰ سانتی‌متر با سرعت $۴\frac{m}{s}$ به طرف راست کشیده می‌شود. اندازه و جهت جریان القایی کدام است؟ (از مقاومت میله و سیم‌های صرف‌نظر کنید.)

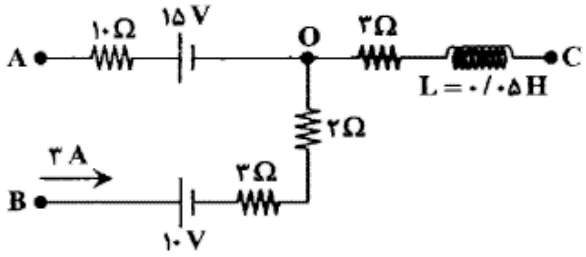


۱) $۰/۰۸A$ و (۱)
۲) $۰/۰۸A$ و (۲)
۳) $۰/۱۶A$ و (۱)
۴) $۰/۱۶A$ و (۲)

۵۳. از دو سیم با طول‌های $x_۱$ و $x_۲ = ۵x_۱$ دو سیم‌لوله با طول‌های $\ell_۱$ ، $\ell_۲ = ۳\ell_۱$ با هسته‌ی هم‌جنس ساخته‌ایم که قطر اولی نصف قطر دومی است. ضریب خودالقایی سیم‌لوله‌ی دوم چند برابر ضریب خودالقایی سیم‌لوله‌ی اول است؟

۱) $\frac{۱۲}{۵}$ ۲) $\frac{۲۵}{۱۲}$ ۳) $\frac{۲۵}{۳}$ ۴) $\frac{۳}{۵}$

۵۴. اگر $V_A - V_O = ۵V$ باشد، انرژی ذخیره شده در سیملوله چند ژول است؟



۱) ۰/۱
۲) ۰/۲
۳) ۰/۱۵
۴) ۰/۲۵

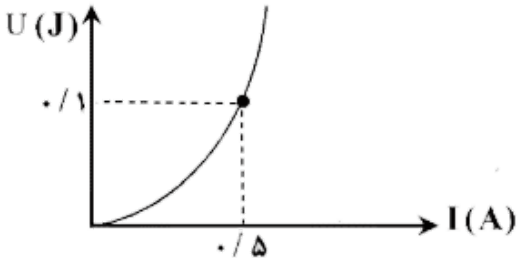
۵۵. شدت جریان گذرنده از یک سیم‌لوله در SI به صورت $I = t^۲ - ۲t + ۰/۵$ است. اگر در لحظه‌ی $t = \frac{۱}{۲}s$ انرژی ذخیره شده در سیم لوله $\frac{۱}{۳۲۰}$ ژول باشد، در لحظه‌ی $t = ۱/۵s$ اندازه‌ی نیروی محرکه القایی در سیم‌لوله چند ولت است؟

۱) $\frac{۱}{۱۰}$ ۲) $\frac{۳}{۲۰}$ ۳) $\frac{۲}{۱۵}$ ۴) $\frac{۲}{۱۰}$

۵۶. وقتی از یک سیم لوله شدت جریان $I = ۰/۰۲\sin(۱۰۰t)$ (t بر حسب ثانیه و I برحسب آمپر) عبور می‌کند، بیشینه‌ی اختلاف پتانسیل القایی بین دو سر سیملوله ۰/۸ ولت می‌شود. اگر از این سیم لوله شدت جریان ۰/۱ آمپر عبور کند، انرژی ذخیره شده در آن چند میلی ژول است؟

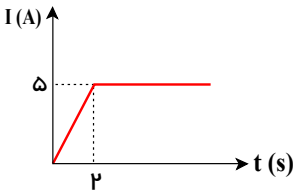
۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۲ ۴) ۱

۵۷. اگر نمودار انرژی سیملوله برحسب شدت جریان آن به شکل مقابل باشد، شدت جریان گذرنده از سیملوله با آهنگ چند آمپر بر ثانیه تغییر کند تا اختلاف پتانسیل دو سر سیملوله ۲ ولت شود؟



۱) ۱
۲) ۲
۳) ۱٫۵
۴) ۲٫۵

۵۸. شدت جریان الکتریکی گذرنده از یک سیم‌لوله به ضریب خودالقایی ۰٫۱ هانری مطابق نمودار مقابل تغییر می‌کند. در لحظه‌ی ..... اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی در سیم‌لوله ..... و انرژی ذخیره شده در سیم‌لوله ..... است.



۱) $U=\frac{۵}{۴}J \ , \ |\varepsilon|=۰ \ , \ t=۱\,s$
۲) $U=\frac{۵}{۱۶}J \ , \ |\varepsilon|=۰٫۲۵V \ , \ t=۱\,s$
۳) $U=\frac{۵}{۴}J \ , \ |\varepsilon|=۰٫۵V \ , \ t=۳\,s$
۴) $U=\frac{۵}{۱۶}J \ , \ |\varepsilon|=۰ \ , \ t=۳\,s$

۵۹. سیم رسانایی به طول $۳۰m$ را به‌صورت سیملوله‌ی بدون هسته‌ای به طول $۰٫۵\ m$ و شعاع مقطع $۵cm$ درآورده و از آن جریان ۲ آمپر عبور می‌دهیم. انرژی ذخیره شده در سیملوله چند میلی‌ژول می‌شود؟

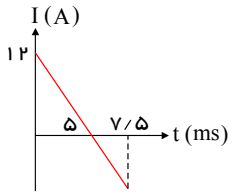
$\left(\mu_۰=۴\pi\times۱۰^{-۷}\frac{T\cdot m}{A}\right)$

۱) ۳۶×۱۰^{-۵} ۲) ۱۸×۱۰^{-۵} ۳) ۳۶×۱۰^{-۲} ۴) ۱۸×۱۰^{-۲}

۶۰. وقتی جریان عبوری از القاگری برابر با $۵A$ است، انرژی ذخیره شده در آن برابر با $۲mJ$ است. بزرگی نیروی محرکه‌ی خودالقایی در این القاگر وقتی که جریان عبوری از آن با آهنگ $۲\times۱۰^{۳}\frac{A}{s}$ تغییر کند، چند ولت است؟

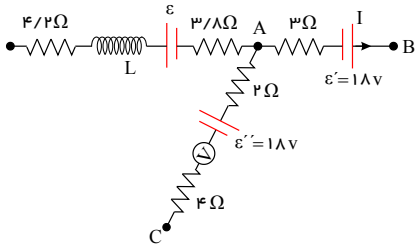
۱) ۸۰۰ ۲) ۳۲۰ ۳) ۰٫۳۲ ۴) ۰٫۸

۶۱. مطابق شکل زیر، نمودار جریان عبوری از القاگری به ضریب خودالقایی $۸mH$، بر حسب زمان رسم شده است. اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی خود القایی در القاگر در لحظه‌ی $۷٫۵ms$ چند ولت است؟



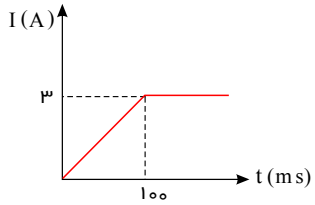
۱) ۱۸
۲) ۱۹٫۲
۳) ۲۱٫۶
۴) ۲۴

۶۲. در شکل مقابل ، پتانسیل الکتریکی نقاط A و B به ترتیب برابر با $۱۸V$ و $۶V$ است. اگر ضریب خود القایی سیملوله $۲mH$ باشد، انرژی ذخیره شده در سیملوله چند میلی ژول است؟(ولت سنج ایده آل است.)



۱) ۳۶
۲) ۱۶
۳) ۱۸
۴) اطلاعات مساله کافی نیست

۶۳. شدت جریان گذرنده از یک سیم‌لوله به صورت نمودار مقابل با زمان تغییر می‌کند. اگر اندازه‌ی اختلاف پتانسیل دو سر سیم‌لوله در $t = ۵۰ms$ برابر ۶ ولت باشد، در $t = ۱۵۰ms$ انرژی ذخیره شده در سیم‌لوله چند ژول است؟



۱) ۱٫۸
۲) ۰٫۹
۳) ۰٫۶
۴) صفر

۶۴. اگر از یک سیم‌لوله شدت جریان $I = ۰٫۵\sin(۱۰۰t)$ عبور کند (I برحسب آمپر و t برحسب ثانیه)، بیشینه اختلاف پتانسیل دو سر سیم لوله ۱۰ ولت می‌شود. بیشترین انرژی ذخیره شده در سیم لوله چند میلی‌ژول است؟

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۵

۶۵. از یک سیم‌لوله با ضریب خودالقایی ۵۰ میلی‌هانری جریان $I = ۰٫۲\sin(۱۰۰t)$ (در SI) می‌گذرد. بیشینه‌ی انرژی ذخیره شده در سیم‌لوله (U_{max}) چند ژول و بیشینه‌ی اختلاف پتانسیل دو سر آن (ε_{max}) چند ولت است؟

۱) $\varepsilon_{max} = ۱V \ , \ U_{max} = ۵ \times ۱۰^{-۳} J$
۲) $\varepsilon_{max} = ۱V \ , \ U_{max} = ۱۰^{-۳} J$
۳) $\varepsilon_{max} = ۲V \ , \ U_{max} = ۵ \times ۱۰^{-۳} J$
۴) $\varepsilon_{max} = ۲V \ , \ U_{max} = ۱۰^{-۳} J$

۶۶. در یک مبدل آرمانی، بیشینه‌ی جریان در مدار ثانویه، بیش‌تر از بیشینه‌ی جریان در مدار اولیه است. این مبدل از نوع ..... بوده و تعداد حلقه‌های مدار ثانویه از مدار اولیه ..... است.

۱) افزاینده - بیش‌تر ۲) افزاینده - کمتر ۳) کاهنده - بیش‌تر ۴) کاهنده - کمتر

۶۷. جریانی با معادله‌ی $I = ۳t^۲ + ۶$ در دستگاه SI از داخل سیملوله‌ای عبور می‌کند. اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی خودالقایی در چه لحظه‌ای برحسب ثانیه با نیروی محرکه‌ی خودالقایی متوسط در سیملوله بین لحظات $t_۱ = ۳s$ تا $t_۲ = ۵s$ برابر است؟

۱) ۱۵ ۲) ۸ ۳) ۴ ۴) ۲٫۵

۶۸. معادله‌ی بار الکتریکی گذرنده از مقطع یک سیملوله به ضریب خودالقایی $۰٫۲H$ در SI به صورت $q = ۲t^۳ + ۶t$ می‌باشد. اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی خودالقایی ایجاد شده در سیملوله در لحظه‌ی $t = ۲s$، چند ولت خواهد بود؟

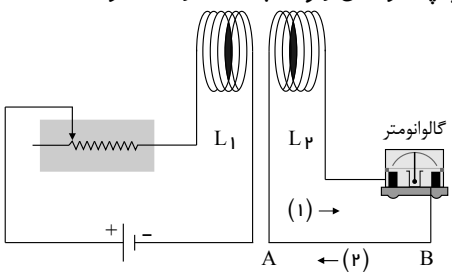
۱) ۲۴ ۲) ۴٫۸ ۳) ۲٫۴ ۴) ۴۸

۶۹. با سیم روکش‌داری به طول یک متر و قطر مقطع $۱mm$، سیملوله‌ای ساخته‌ایم که مساحت هر حلقه‌ی آن $\pi \times ۱۰^{-۴} m^۲$ می‌باشد و حلقه‌ها در یک لایه کنارهم پیچیده شده‌اند. ضریب خودالقایی این سیملوله چند هانری است؟

$$\left(\mu_۰ = ۴\pi \times ۱۰^{-۷} \frac{T \cdot m}{A}\right)$$

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

۷۰. شکل زیر نشان‌دهنده‌ی فرایند ..... می‌باشد و چنان‌چه در مدار سمت چپ لغزنده‌ی رئوستا به سمت راست حرکت کند، جریان در مدار سمت راست در سیم AB در جهت ..... برقرار می‌گردد.



۱) گسیل القایی - ۱
۲) القای متقابل - ۱
۳) گسیل القایی - ۲
۴) القای متقابل - ۲

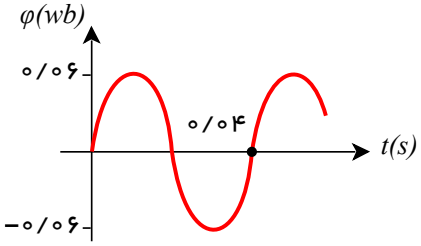
۷۱. معادله‌ی بار شارش شده در یک سیملوله به ضریب خود القایی ۰٫۱ هانری بر حسب زمان در SI به صورت $q = t^۲ + t$ است. در لحظه‌ی $t = ۱s$ بزرگی انرژی ذخیره شده در سیملوله چند واحد SI می‌باشد؟

۱) ۰٫۹ ۲) ۴٫۵ ۳) ۰٫۴۵ ۴) ۰٫۲

۷۲. جریان القایی عبوری از پیچه‌ی ۱۰۰۰ حلقه‌ای و با مقاومت الکتریکی ۲۰Ω، در SI به صورت $I = ۳\sin(۱۰۰\pi t)$ است. بیشینه ی شار عبور کرده از این پیچه چند وبر است؟ $(\pi \simeq ۳)$

۱) ۵×۱۰^{-۴} ۲) ۵×۱۰^{-۵} ۳) ۲×۱۰^{-۴} ۴) ۲×۱۰^{-۵}

۷۳. در یک مولد جریان متناوب، سیم‌پیچ دارای ۲۰۰ دور سیم و نمودار شار – زمان به شکل مقابل است. در لحظه‌ای که سطح قاب (سیم‌پیچ) با خطوط میدان مغناطیسی زاویه‌ی ۳۰° می‌سازد، اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی چند ولت است؟ $(\pi = ۳)$



۱) ۹۰۰
۲) ۶۰۰
۳) $۹۰۰\sqrt{۳}$
۴) $۶۰۰\sqrt{۳}$

۷۴. پیچه‌ی مسطحی از سیمی به طول ۶ متر طوری ساخته شده است که شعاع حلقه‌های آن $۱۰cm$ است. این پیچه حول محوری گذرا از مرکز پیچه، واقع در سطح آن و عمود بر خط‌های میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $۲۰۰G$ در هر دقیقه ۳۰۰ دور می‌چرخد. بیشینه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی در این پیچه چند ولت است؟ $(\pi = ۳)$

۱) ۰/۱۸ ۲) ۱/۸ ۳) ۱۸ ۴) ۱۸۰

۷۵. شار مغناطیسی گذرا از پیچه‌ای که ۱۰۰ حلقه دارد، در SI به صورت $\Phi = ۰/۱\cos(۵۰t - \frac{\pi}{۸})$ با زمان تغییر می‌کند. اگر مقاومت الکتریکی این پیچه برابر با $۲۰۰\,\Omega$ باشد، بیشینه جریان القا شده در آن چند آمپر است؟

۱) ۰/۲۵ ۲) ۲/۵ ۳) ۰/۰۵ ۴) ۵۰

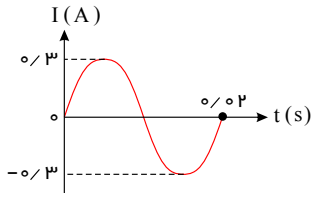
۷۶. پیچه‌ای دارای ۵۰ حلقه با مقاومت الکتریکی کل ۲۵π اهم، با سرعت زاویه‌ای ۳۰۰۰ دور در دقیقه، حول قطری از آن که بر خط‌های میدان مغناطیسی یک‌نواختی به بزرگی $۰/۵T$ عمود است، می‌چرخد. اگر مساحت هر حلقه‌ی این پیچه $۲۰۰cm^۲$ باشد، بیشینه‌ی شدت جریان در پیچه چند آمپر است؟

۱) ۱ ۲) ۱/۲۵ ۳) ۱/۵ ۴) ۲

۷۷. در یک مبدل، تعداد دورهای پیچه‌ی اول، ۵۰۰ و تعداد دورهای پیچه‌ی دوم ۱۰ است. نسبت بیشینه‌ی ولتاژ دو سر پیچه‌ی دوم به بیشینه‌ی ولتاژ دو سر پیچه‌ی اول برابر با کدام گزینه است؟

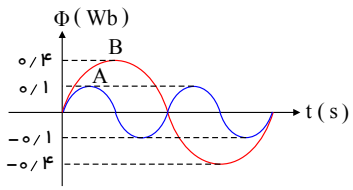
۱) ۰/۰۲ ۲) ۰/۲ ۳) ۵ ۴) ۵۰

۷۸. در شکل زیر، نمودار شدت جریان عبوری از یک سیملوله که ۲۰۰ حلقه دارد، بر حسب زمان نشان داده شده است. اگر مقاومت سیملوله $۱۰۰\,\Omega$ باشد، بیشینه‌ی شار مغناطیسی عبوری از هر حلقه‌ی سیملوله چند وبر است؟ $(\pi = ۳)$



۱) ۵×۱۰^{-۳} ۲) ۲×۱۰^{-۳}
۳) ۲×۱۰^{-۴} ۴) ۵×۱۰^{-۴}

۷۹. نمودار شار عبوری – زمان، برای دو پیچه با تعداد حلقه های یکسان، مطابق شکل مقابل است. بیشینه ی نیروی محرکه ی القایی در پیچه ی B چند برابر بیشینه ی نیروی محرکه ی القایی در پیچه ی A است؟



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

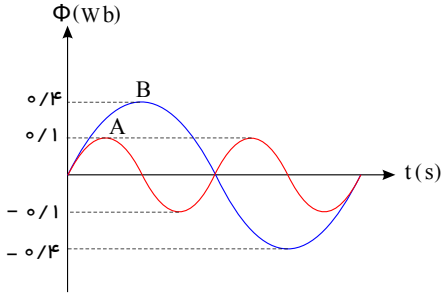
۸۰. یک قاب مستطیل شکل دارای ۴۰۰ دور سیم است و در میدان مغناطیسی یکنواخت $B = ۲۰G$ با سرعت زاویه‌ای ثابت حول محوری که از وسط دو ضلع روبه‌روی هم مستطیل می‌گذرد. اگر بیشینه نیروی محرکه القایی بین دو سر قاب ۱۲۰ ولت و مساحت قاب ۳۰ مربع باشد دوره چرخش قاب چند ثانیه است؟ (محور دوران قاب بر خطوط میدان مغناطیسی عمود است و $\pi = ۳$)

۱) $\frac{۶}{۱۰}$ ۲) $\frac{۶}{۵}$ ۳) $\frac{۳}{۱۰}$ ۴) $\frac{۳}{۲۰}$

۸۱. از سیم نازکی به طول $۳۰m$ پیچه‌ای به شعاع $۱۰cm$ ساخته‌ایم. این پیچه حول محوری عمود بر میدان مغناطیسی یکنواخت $۰/۵T$ می‌چرخد و در هر ۱۰ دقیقه ۳۰ دور می‌زند. بیشینه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی ایجاد شده در پیچه، چند میلی‌ولت است؟

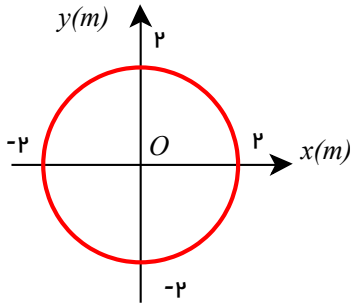
۱) ۷۵π ۲) ۷۵ ۳) ۱۵π ۴) ۱۵

۸۲. نمودار شار- زمان عبوری برای دو پیچه‌ی مسطح با تعداد حلقه‌های یکسان، مطابق شکل زیر است. بیشینه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی در پیچه‌ی B چند برابر بیشینه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی در پیچه‌ی A است؟



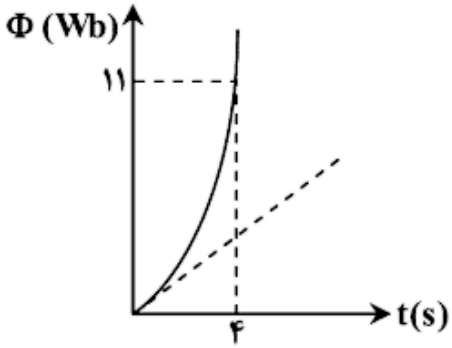
۱) ۲
۲) ۴
۳) $\frac{۱}{۲}$
۴) $\frac{۱}{۴}$

۸۳. مطابق شکل یک پیچه‌ی مسطح به شعاع ۲ متر با ۱۰۰ دور سیم در صفحه‌ی xoy قرار دارد و میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}=(۳\vec{j}-۳\vec{k})\times ۱۰^{-۲}\sin(۱۰\pi t)$(برحسب تسلا) در این محل برقرار است. اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی در دو سر پیچه در لحظه‌ی $t=\frac{۳}{۴۰}s$ چند ولت است؟ $(\pi^۲=۱۰)$



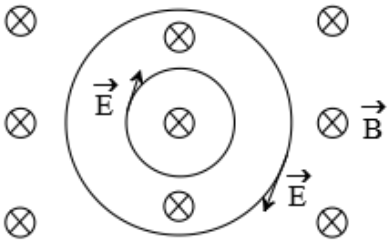
۱) ۱۲۰۰ ۲) $۶۰۰\sqrt{۲}$
۳) $۱۲۰۰\sqrt{۲}$ ۴) ۶۰۰

۸۴. نمودار شار مغناطیسی گذرنده از یک حلقه به صورت سهمی نشان داده شده در شکل است. اگر شیب خط مماس بر نمودار در لحظه‌ی $t=۰$ برابر $\frac{۳}{۴}$ و مقاومت الکتریکی حلقه ۲Ω باشد، شدت جریان عبوری از آن در لحظه $t=۱s$ چند آمپر است؟



۱) ۲
۲) $\frac{۱}{۲}$
۳) $\frac{۵}{۸}$
۴) $\frac{۷}{۸}$

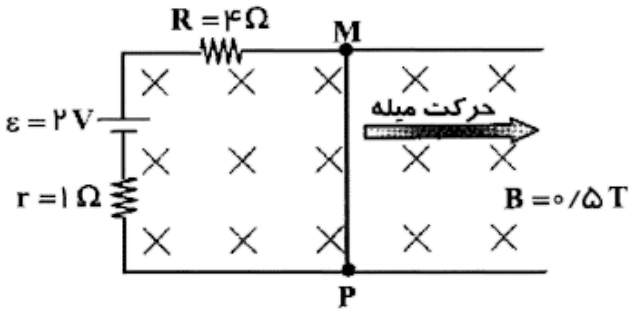
۸۵. در شکل مقابل، میدان‌های مغناطیسی درون سو هستند. میدان الکتریکی القایی در اثر تغییر شار مطابق شکل است. در این صورت میدان مغناطیسی:



۱) کاهش یافته است.
۲) افزایش یافته است.
۳) ثابت مانده است.
۴) ابتدا افزایش و سپس کاهش یافته است.

۸۶. مقاومت میله ی فلزی MP و قاب فلزی ناچیز است. اگر میله ی MP به طول ۸۰ سانتی متر را با سرعت ۲٫۵ متر بر ثانیه به طرف راست حرکت دهیم، شدت جریان گذرنده از باتری چند آمپر می شود؟

۱) ۰٫۶
۲) ۰٫۲
۳) ۰٫۳
۴) ۰٫۴

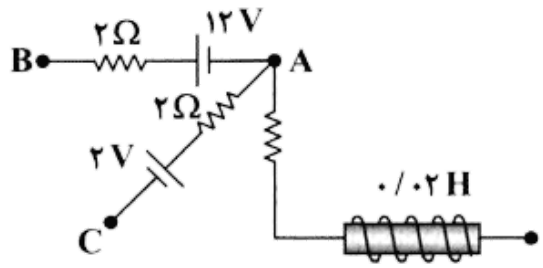


۸۷. با سیم روکش‌داری به طول یک متر و قطر مقطع $2mm$، سیم‌لوله‌ای ساخته‌ایم که مساحت هر حلقه‌ی آن $4\pi \times 10^{-4} m^2$ می‌باشد و حلقه‌ها در یک لایه و کنار یکدیگر به صورت فشرده پیچیده شده‌اند. ضریب خودالقایی این سیم‌لوله چند هانری است؟ ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$)

۱) $3\pi \times 10^{-6}$ ۲) $2\pi \times 10^{-6}$ ۳) $3\pi \times 10^{-8}$ ۴) $2\pi \times 10^{-8}$

۸۸. شکل مقابل، قسمتی از یک مدار الکتریکی است. اگر $V_B - V_A = 20V$ و $V_C - V_A = -6V$ باشد، انرژی ذخیره شده در سیم لوله چند ژول است؟

۱) ۰٫۰۲
۲) ۰٫۰۴
۳) ۰٫۰۸
۴) ۰٫۶۴



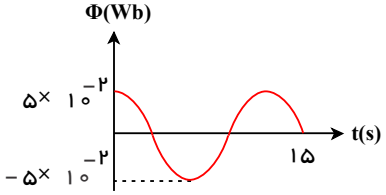
۸۹. در سیملوله‌ای که به اختلاف پتانسیل الکتریکی ثابت V وصل است، با ثابت ماندن تعداد حلقه‌های سیملوله در واحد طول، طول سیملوله را دو برابر می‌کنیم. انرژی ذخیره شده در میدان مغناطیسی سیملوله چند برابر می‌شود؟

۱) ۱۶ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) $\frac{1}{8}$ ۴) ۱

۹۰. اگر در مدت $t = 0$ تا $t = 2\ s$ شدت جریان گذرنده از یک سیم‌لوله‌ی دارای ۲۰۰ دور سیم، به طور یکنواخت از ۰ تا ۵ آمپر تغییر کند، اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی بین دو سر آن ۲ ولت می‌شود. در لحظه‌ی $t = 1\ s$ شار گذرنده از سیم‌لوله چند وبر است؟

۱) ۰٫۰۱ ۲) ۰٫۰۲ ۳) ۰٫۱۵ ۴) ۰٫۲۵

۹۱. نمودار شار مغناطیسی عبوری از یک پیچه با مساحت ثابت در میدان مغناطیسی با اندازه‌ی ثابت، بر حسب زمان مطابق شکل مقابل است. اگر پیچه از ۱۲ حلقه تشکیل شده باشد و مقاومت الکتریکی آن برابر با π اهم باشد، جریان القایی در این پیچه در لحظه‌ی $t = 1s$ چند آمپر است؟



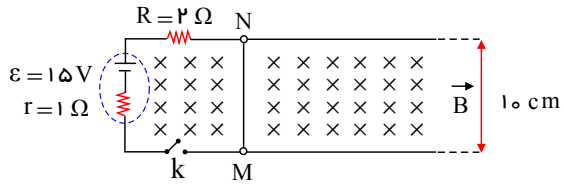
۱) $۰/۲\sqrt{۳}$

۲) $۰/۰۵$

۳) $\frac{۰/۳}{\pi}$

۴) $\frac{۰/۳\sqrt{۳}}{\pi}$

۹۲. در شکل زیر، میدان مغناطیسی، درون‌سو و یکنواخت و بزرگی آن $۰/۲T$ است و جرم میله‌ی فلزی و قائم MN که بدون مقاومت الکتریکی است برابر $۲۰g$ می‌باشد. کلید K را می‌بندیم. در لحظه‌ای که شتاب حرکت میله برابر $۲\frac{m}{s^۲}$ است، $V_M - V_N$ برابر چند ولت است؟(اصطکاک میله با قاب ناچیز است.)



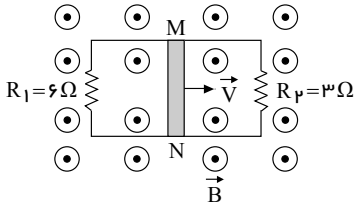
۱) -۲۱

۲) ۹

۳) -۹

۴) ۲۱

۹۳. در شکل مقابل میله‌ی MN به طول $۰/۵$ متر با سرعت $۱۰\frac{m}{s}$ درجهت نشان داده شده روی حلقه‌ی رسانای مستطیل شکل به طرف راست در حرکت است. اگر میدان مغناطیسی یکنواخت برون‌سو به بزرگی $۲T$ عمود بر سطح حلقه وجود داشته باشد، جریان در سیم MN چند آمپر و به کدام جهت است؟



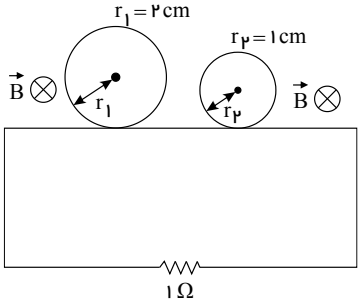
۱) ۵، از N به M

۲) ۵، از M به N

۳) $\frac{۱۰}{۹}$، از N به M

۴) $\frac{۱۰}{۹}$، از M به N

۹۴. در مدار شکل زیر، میدان مغناطیسی درون‌سو از داخل حلقه‌ها عبور می‌کند و آهنگ تغییر این میدان ۱۰ تسلا بر ثانیه است. جریان عبوری از مقاومت یک اهمی چند میلی‌آمپر می‌شود؟ ($\pi = ۳$ و مقاومت حلقه‌ها ناچیز است.)



۱) ۳

۲) ۹

۳) ۱۲

۴) ۱۵

۹۵. ضریب خودالقایی در سیملوله‌ای به طول ℓ با N حلقه به شعاع R برابر با ۲ هانری می‌باشد. اگر سیم‌های این سیم‌لوله را باز کرده و از آن سیم‌لوله‌ی دیگری به شعاع $۲R$ بسازیم، ضریب خودالقایی آن چند هانری می‌شود؟ (حلقه‌های سیم‌لوله در هر دو حالت به هم چسبیده هستند.)

۱) ۱

۲) ۲

۳) ۴

۴) ۱۶

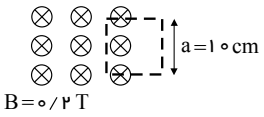
۹۶. پیچه‌ای مسطح دارای ۵۰۰ دور سیم است و در میدان مغناطیسی یکنواخت $B = ۰/۰۲T$ با سرعت زاویه‌ای ثابت ۲۰ رادیان بر ثانیه حول یکی از قطرهایش که عمود بر خطوط میدان مغناطیسی است، می‌چرخد و دو سرآن به مداری با مقاومت ۱۵۰ اهم متصل است. اگر مساحت هر حلقه‌ی پیچه ۱۰۰ سانتی‌متر مربع و مقاومت الکتریکی هر حلقه‌ی آن $۰/۱$ اهم باشد، بیشینه‌ی شدت جریان مدار چند میلی‌آمپر است؟

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۵۰ ۴) ۴۰

۹۷. در یک مبدل آرمانی، دو سیم به دور یک هسته‌ی آهنی طوری پیچیده شده اند که تعداد دور سیم پیچ‌ها در واحد طول در هر دو طرف اولیه و ثانویه‌ی آن یکسان است. پیچه‌ی اولیه به جریان متناوبی با بیشینه ولتاژ ۲۰۰ ولت بسته شده که در ثانویه بیشینه ولتاژ ۲۵ ولت را تأمین می‌کند. در صورتی که ضریب القای متقابل آن ها $M = ۰/۴$ هانری باشد، $L_۱$, $L_۲$ ضرایب خود القایی سیم لوله ها به ترتیب از راست به چپ چند هانری می‌باشد؟

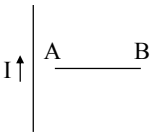
۱) $\frac{۴\sqrt{۲}}{۵}, \frac{\sqrt{۲}}{۱۰}$ ۲) $\frac{\sqrt{۲}}{۱۰}, \frac{۴\sqrt{۲}}{۵}$ ۳) ۰/۸, ۰/۲ ۴) ۰/۲, ۰/۸

۹۸. مطابق شکل زیر، نیمی از یک حلقه‌ی فلزی مربع شکل به طول ضلع $۱۰cm$ در داخل یک میدان مغناطیسی یکنواخت با بزرگی $۰/۲T$ قرار دارد. اگر این حلقه را با سرعت $۱\frac{cm}{s}$ عمود بر خط‌های میدان از میدان مغناطیسی بیرون بکشیم، شار گذرنده از حلقه در هر ثانیه چند وبر کاهش می‌یابد؟



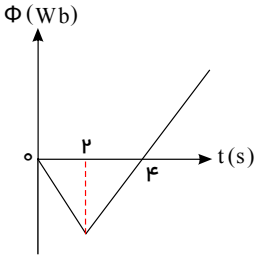
۱) $۱۰^{-۴}$ ۲) ۲×۱۰^{-۴}
۳) ۰/۰۰۲ ۴) ۰/۰۱

۹۹. در شکل مقابل، میله‌ی فلزی AB را در میدان مغناطیسی ناشی از سیم راست به کدام سمت حرکت دهیم تا پتانسیل نقطه‌ی B از A بیش‌تر شود؟



۱) بالا ۲) پایین
۳) چپ ۴) راست

۱۰۰. نمودار شار عبوری از یک حلقه برحسب زمان مطابق شکل زیر است. اگر بزرگی نیروی محرکه‌ی القائی متوسط بین لحظات $t_۱ = ۱s$ تا $t_۲ = ۶s$ در حلقه برابر با ۲×۱۰^{-۳} ولت باشد، بزرگی نیروی محرکه‌ی القائی در حلقه در لحظه‌ی $t = ۳s$ چند ولت است؟



۱) $\frac{۲}{۳}\times۱۰^{-۳}$ ۲) $۱۰^{-۲}$
۳) $۱۰^{-۳}$ ۴) $\frac{۱}{۳}\times۱۰^{-۲}$

تاریخ : وقت : دقیقه

نام و نام خانوادگی : تعداد سوالات: ۱۰۰

فیزیک ۳ فصل ۵ : القاء الکترو مغناطیسی

دبیرستان سلام تجریش

۱.گزینه ۱

$$\left.\begin{matrix}\Phi = BA = \pi r^{۲} \times B \\ B = \dfrac{\mu_{۰} NI}{\ell}\end{matrix}\right\} \Rightarrow \Phi = ۴\pi \times ۱۰^{-۷} \times \frac{NI}{\ell} \times \pi r^{۲}$$

$$\Phi = ۴\pi \times ۱۰^{-۷} \times \frac{۱۲۰ \times ۲}{۰/۸} \times \pi \times (۵ \times ۱۰^{-۲})^{۲} = ۴\pi \times ۳۰۰ \times \pi \times ۲۵ \times ۱۰^{-۱۱}$$

$$= ۳\pi^{۲} \times ۱۰^{-۷} Wb = ۳ \times ۱۰^{-۶} Wb$$

۲.گزینه ۲ به دلیل آنکه زاویه‌ی بردار میدان مغناطیسی با سطح حلقه، ۵۳° است، لذا زاویه‌ی بین خطوط میدان مغناطیسی با بردار عمود بر سطح (θ) برابر با $۹۰^{\circ} - ۵۳^{\circ} = ۳۷^{\circ}$ می باشد.

$$\Phi = BA\cos\theta \xrightarrow[A=\pi R^{۲}\ ,\ R=\frac{D}{۲}=۰/۲۵m]{B=۴\times ۱۰^{-۲}T\ ,\ \theta=۳۷^{\circ}} \Phi = ۴ \times ۱۰^{-۲} \times \pi \times (۰/۲۵)^{۲} \cos ۳۷^{\circ}$$

$$\rightarrow \Phi = ۴ \times ۱۰^{-۲} \times \pi \times ۶۲۵ \times ۱۰^{-۴} \times ۰/۸ = ۲\pi \quad mWb$$

۳.گزینه ۱

برای محاسبه‌ی نیروی محرکه القایی به کمک قانون فارادی ابتدا تغییرات شار را محاسبه می کنیم:

$$\varphi = BA\cos\theta$$

$$= BA(\cos\theta_{۲} - \cos\theta_{۱}) = ۰/۴ \times ۲۵۰ \times ۱۰^{-۴} \times (\cos ۶۰^{\circ} - \cos ۹۰^{\circ}) = ۴ \times ۲۵۰ \times ۱۰^{-۴} \times \frac{۱}{۲} = ۵ \times ۱۰^{-۳} Wb$$

$$|\bar{\varepsilon}| = \left|-\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}\right| = \left|\frac{-۵ \times ۱۰^{-۳}}{۰/۵}\right| = ۱۰^{-۲} V = ۱۰\ mV$$

دقت داشته باشید که θ در رابطه‌ی $\varphi = BA\cos\theta$، زاویه‌ی بین نیم خط عمود بر صفحه و خطوط میدان است، بنابراین در حالت اول که صفحه (قاب) موازی خطوط میدان است، $\theta = ۹۰^{\circ}$ است و شاری از قاب عبور نمی کند و در حالت دوم که صفحه ۳۰° می‌چرخد، زاویه‌ی قاب با خطوط میدان ۳۰° می‌شود و بنابراین زاویه‌ی نیم خط عمود بر صفحه با خطوط میدان (θ) برابر ۶۰° است.

۴.گزینه ۳ با توجه به رابطه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی داریم:

$$\bar{\varepsilon} = \left|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| \xrightarrow[\cos\theta=۱]{\Phi=AB\cos\theta} \bar{\varepsilon} = \left|-NA\frac{B_{۲} - B_{۱}}{\Delta t}\right|$$

$$\Rightarrow \bar{\varepsilon} = \left|-۴۰۰ \times ۴ \times ۱۰^{-۴} \times \frac{(۰/۴ - ۰/۲)}{۵ \times ۱۰^{-۳}}\right|$$

$$\rightarrow \bar{\varepsilon} = \left|\frac{۱۶ \times ۲}{۵}\right| = ۶/۴V$$

۵.گزینه ۱ جریان القایی از رابطه‌ی $I = \dfrac{\varepsilon}{R}$ به دست می‌آید که در آن ε، نیروی محرکه‌ی لحظه‌ای برابر است با:

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -(-۸t + ۱۴) = IR \Rightarrow +۸ \times ۴ - ۱۴ = I \times ۵ \Rightarrow I = ۳/۶$$

۶.گزینه ۳

$$\left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = IR \Rightarrow \frac{۴ - ۲}{\Delta t} = ۰/۲ \times ۴۰ \Rightarrow \Delta t = \frac{۱}{۴}$$

۷.گزینه ۲

$$IR=\left|-NA\frac{\Delta B}{\Delta t}\right|$$

$$I\times ۲۰=\left|۲۰\times ۱۰^{-۴}\times\frac{۰-۴}{۰/۲}\right|\Rightarrow I=۲\times ۱۰^{-۳}A=۲mA$$

۸.گزینه ۳

$\Delta\Phi=\Delta\left(BA\cos\alpha\right)\Rightarrow$ **تغییر شار که به بازه‌ی زمانی آن ربطی ندارد.**

الکتریکی شارش شده نیز به بازه‌ی زمانی مربوط نیست.

$$\bar{I}=\frac{\Delta q}{\Delta t}\Rightarrow\Delta q=\bar{I}\,\Delta t=-\frac{N}{R}\cdot\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\cdot\Delta t\Rightarrow\Delta q=-\frac{N}{R}\Delta\Phi\Rightarrow$$

$|\bar{\varepsilon}|=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}, I=\frac{\varepsilon}{R}$ **نیروی محرکه‌ی القایی و جریان القایی به بازه‌ی زمانی بستگی دارد.**

۹.گزینه ۲

$$\Delta q=-\frac{N}{R}\Delta\Phi\xrightarrow{N=۱}|\Delta\Phi|=|-R\Delta q|$$

$$NA\Delta B\cos\alpha=R\Delta q\Rightarrow|۱\times ۴۰۰\times ۱۰^{-۴}\times ۱\times(۰-۲۰)|=۱۰\Delta q$$

$$\Delta q=۸\times ۱۰^{-۲}$$

۱۰.گزینه ۴ **باتوجه به رابطه‌ی محاسبه‌ی نیروی محرکه القایی (قانون القای فارادی) خواهیم داشت:**

$$|\bar{\varepsilon}|=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=IR\rightarrow\Delta\Phi=I\cdot\Delta t\cdot R\rightarrow\Delta\Phi=\Delta q\cdot R$$

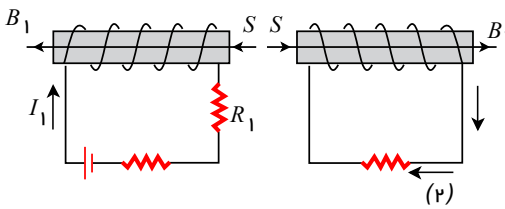
$$\xrightarrow[R=۲\Omega]{\Delta\Phi=۸\times ۱۰^{-۱}Wb}۸\times ۱۰^{-۱}=۲\Delta q\rightarrow\Delta q=۰/۴C$$

۱۱.گزینه ۲ **عامل تغییر شار، حرکت آهن‌ربا است. بنابراین طبق قانون لنز باید سیم لوله‌ها طوری آهن‌ربا شوند که با حرکت آهن‌ربا مخالفت کنند.**

یعنی سرهای نشان داده شده مقابل S باشند و بنابر قانون دست راست، جهت جریان القایی در سیم‌لوله مطابق شکل باشد.

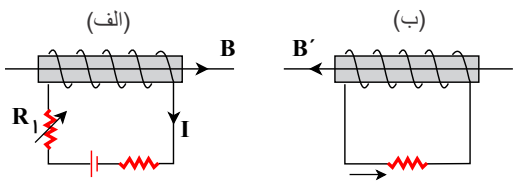
۱۲.گزینه ۳ **وصل کلید k، کاهش R و نزدیک کردن سیم‌لوله‌ها به یکدیگر، همگی باعث تقویت میدان مغناطیسی حاصل از مدار A در محل B می‌شود و باعث می‌شود جهت جریان القایی در مقاومت R' به صورت $\leftarrow$ باشد. قطع کلید k، افزایش R و دور کردن سیم‌لوله‌ها نیز باعث تضعیف میدان مغناطیسی در محل سیم‌لوله‌ی B و ایجاد جریان القایی $\rightarrow$ می‌شود.**

۱۳.گزینه ۴



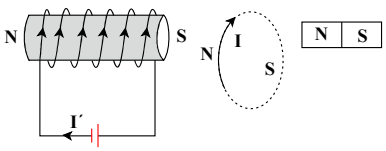
با حرکت لغزنده به طرف بالا، مقاومت $R_۱$ کاهش و جریان $I_۱$ زیاد و میدان $B_۱$ تقویت می‌شود. پس طبق قانون لنز سیم‌پیچ سمت راست، میدان القایی $B_۲$ را در خلاف جهت میدان مغناطیسی $B_۱$ ایجاد می‌کند. پس اولاً قطب‌های S مجاور یکدیگر قرار می‌گیرند و یکدیگر را دفع می‌کنند. ثانیاً طبق قانون دست راست جهت جریان، هم‌جهت (۲) است.

۱۴.گزینه ۴



با کاهش $R_۱$، شدت جریان در مدار «الف» زیاد می‌شود $(I=\frac{\varepsilon}{R+r})$ و S میدان B افزایش می‌یابد. پس طبق قانون لنز می‌بایست B' در خلاف جهت B ایجاد شود. پس طبق قانون دست راست، جهت جریان القایی (۲) می‌شود و سر S آهن‌ربای الکتریکی مطابق شکل می‌شود. در نتیجه آهن‌ربای M به طرف آن جذب می‌شود.

۱۵.گزینه ۱ **طبق قاعده‌ی دست راست، ابتدا قطب‌های N و S حلقه‌ی حامل جریان و سیملوله حامل جریان را باتوجه به جهت جریان عبوری از آن‌ها تعیین می‌کنیم.**



۱۶.گزینه ۴ در مورد حلقه‌های ۱ و ۲ هنگام رسیدن به آهن‌ربا و همچنین هنگامی که آهن‌رباهای درحال خروج از حلقه‌ها هستند، طبق قانون لنز با حرکت حلقه‌ها مخالفت می‌شود که در نتیجه سرعت سقوط آن‌ها کم‌تر می‌شود و به دلیل مشابه بودن آهن‌رباها زمان سقوط حلقه‌های ۱ و ۲ باهم برابر است اما در مورد حلقه‌ی ۳ چون میله‌ی آهنی است، این مخالفت وجود ندارد. در نتیجه:

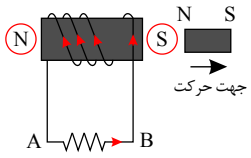
$$t_۱ = t_۲ > t_۳$$

۱۷.گزینه ۲ مبدل‌های A و B و C به ترتیب از نوع افزاینده، کاهنده و کاهنده است.

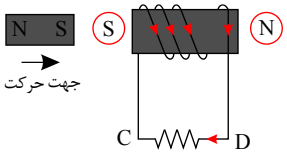
۱۸.گزینه ۴ باتوجه به این‌که میدان مغناطیسی ایجاد شده توسط سیملوله و حلقه هم‌جهت می‌باشند، طبق قانون لنز باید شار مغناطیسی عبوری از حلقه روبه کاهش باشد که این کاهش شار می‌تواند با کاهش جریان (باز کردن کلید)، کاهش مساحت حلقه با دور کردن حلقه از سیملوله ایجاد شود.

۱۹.گزینه ۲ هنگام ورود طبق قانون لنز، جهت جریان القایی در حلقه به گونه‌ای است که با عامل تغییر شار مخالفت می‌کند لذا رُخی از حلقه که مقابل آهن‌ربا است قطب N شده تا از ورود آن جلوگیری کند و بنابراین طبق قاعده‌ی دست راست، جهت جریان در جهت (۱) خواهد بود. در هنگام خروج آهن‌ربا، رُخ پایینی حلقه به قطب N تبدیل شده تا از دور شدن آهن‌ربا جلوگیری کند و بنابراین طبق قاعده‌ی دست راست، جهت جریان القایی در جهت (۲) خواهد بود.

۲۰.گزینه ۲ در مورد سیملوله سمت چپ می توان گفت: آهنربا به سمت راست حرکت می‌کند، بنابراین جریان القایی در سیملوله سمت چپ باید به گونه ای باشد که طرف نزدیک به آهنربای آن قطب S ایجاد شود تا بنابر قانون لنز با دور شدن قطب N آهنربا مخالفت کند پس طبق قانون دست راست جریان القایی در سیملوله سمت چپ از A به B تولید می شود.

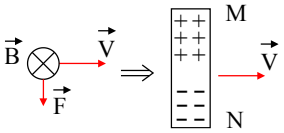


در مورد سیملوله سمت راست می توان گفت:
آهنربا به سمت راست حرکت می‌کند بنابراین جریان القایی در سیملوله سمت راست باید به گونه‌ای باشد که طرف نزدیک به آهنربای آن قطب S ایجاد شود تا بنابر قانون لنز با نزدیک شدن قطب S آهنربا مخالفت کند. پس طبق قانون دست راست جریان القایی در سیملوله سمت راست از D به C تولید می‌شود.



۲۱.گزینه ۱

باحرکت سیم MN به‌طرف راست به الکترون‌های سیم طبق قانون دست راست و مطابق شکل، نیرویی رو به پایین وارد می‌شود که در نتیجه‌ی آن در حین حرکت در میله درنقطه‌ی M بارهای مثبت و درنقطه‌ی N بارهای منفی تجمع می کنند بنابراین پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی M بیش‌تر از پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی N خواهد شد.



۲۲.گزینه ۱ با استفاده از تعریف ضریب خودالقایی یک سیملوله، داریم:

$$L = K\mu_۰ \frac{N^۲ A}{l} \xrightarrow{A=\frac{\pi D^۲}{۴}} \frac{L_A}{L_B} = (\frac{N_A}{N_B})^۲ \times \frac{l_B}{l_A} \times (\frac{D_A}{D_B})^۲$$

$$\Rightarrow ۴ = (\frac{N_A}{N_B})^۲ \times \frac{۱}{۴} \times ۴^۲ \Rightarrow \frac{N_A}{N_B} = ۱$$

۲۳.گزینه ۴

$$I = \frac{dq}{dt} = ۴t - ۴ \Rightarrow I(۲) = ۴(۲) - ۴ = ۴A$$

$$U = \frac{۱}{۲} LI^۲ = \frac{۱}{۲} \times ۰/۲ \times ۴^۲ = ۱/۶J$$

۲۴.گزینه ۲

$$I=\frac{dq}{dt}=۴A$$

$$U=\frac{۱}{۲}LI^{۲}=\frac{۱}{۲}\times ۰/۲\times ۱۶=۱/۶J$$

۲۵.گزینه ۲ ابتدا شدت جریان عبوری از سیملوله و سپس انرژی الکترومغناطیسی ذخیره شده در آن را به‌دست می‌آوریم، داریم:

$$I=\frac{V}{R}\Rightarrow I=\frac{۶}{۱۰۰}=۰/۰۶A$$

$$U=\frac{۱}{۲}LI^{۲}=\frac{۱}{۲}\times ۰/۴\times (۰/۰۶)^{۲}\Rightarrow U=۷/۲\times ۱۰^{-۴}=۷۲۰\mu J$$

۲۶.گزینه ۴

$$U=\frac{۱}{۲}LI^{۲}\ ,\ |\varepsilon L|=L|\frac{dI}{dt}|$$

$$|\varepsilon L|=۰/۰۴\times |(۲t-۲)|\xrightarrow{t=۶s}۰/۰۴\times ۱۰=۰/۴V$$

$$U=\frac{۱}{۲}\times ۰/۰۴(t^{۲}-۲t-۴)^{۲}\xrightarrow{t=۶s}۰/۰۲(۳۶-۱۲-۴)^{۲}=۰/۰۲\times ۲۰^{۲}=۸\ J$$

۲۷.گزینه ۴ با خارج کردن هسته از سیم‌لوله شار مغناطیسی آن کاهش می‌یابد $(\Phi=BA\ ,\ B=\frac{k\mu_{O}NI}{\ell})$، برای هسته‌ی آهنی $k>۱$ و برای هوا $k\simeq ۱$). پس نیروی محرکه‌ی القایی در جهتی ایجاد می‌شود که شدت جریان سیم‌لوله را زیاد کند تا مانع کاهش شار شود. اما این نیروی محرکه و جریان القایی به صورت موقتی به وجود می‌آید و بعد از مدتی از بین می‌رود و شدت جریان مدار به مقدار قبلی بر می‌گردد.
شدت جریان گذرنده از سیم‌لوله همان شدت جریان گذرنده از لامپ است، پس شدت جریان لامپ ابتدا زیاد و سپس به مقدار قبلی بر می‌گردد.

۲۸.گزینه ۴ با استفاده از رابطه‌ی انرژی مغناطیسی ذخیره شده درالقاگر، داریم:

$$U_{\max}=\frac{۱}{۲}LI^{۲}{}_{\max}=\frac{۱}{۲}\times\frac{۲}{۱۰}\times ۲^{۲}=۰/۴J$$

۲۹.گزینه ۴ مشتق بار الکتریکی نسبت به زمان برابر با جریان الکتریکی است. بنابراین داریم:

$$I=\frac{dq}{dt}=۴t^{۲}+۲t$$

با استفاده از رابطه‌ی خود القایی، داریم:

$$|\varepsilon L|=\left|-L\frac{dI}{dt}\right|=|-۰/۱\times (۸t+۲)|\xrightarrow{t=۱s}|\varepsilon|=۱V$$

۳۰.گزینه ۱ باتوجه به تعریف بسامد زاویه‌ای و رابطه‌ی کلی شدت جریان متناوب داریم:

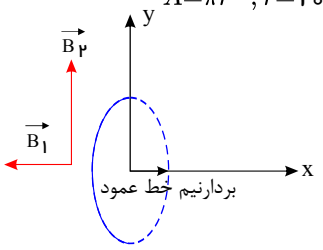
$$\omega=\frac{۲\pi}{T}=\frac{۲\pi}{۰/۰۴}=۵۰\pi\frac{rad}{s}$$

$$I=I_{\max}\sin(\omega t)\Rightarrow I=۵\sin(۵۰\pi t)\xrightarrow{t=\frac{۱}{۲۰۰}s}I=۵\sin(۵۰\pi\times\frac{۱}{۲۰۰})$$

$$\Rightarrow I=۵\sin\frac{\pi}{۴}=۵\frac{\sqrt{۲}}{۲}\Rightarrow I=۲/۵\sqrt{۲}A$$

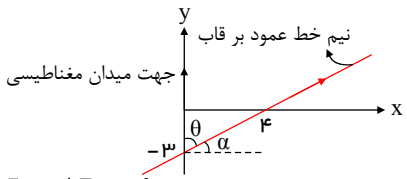
۳۱.گزینه ۴ مطابق شکل شار ناشی از میدان مغناطیسی $\vec{B}_{۲}$ برابر صفر است، زیرا $\vec{B}_{۲}$ موازی با سطح حلقه است. شار ناشی از میدان مغناطیسی $\vec{B}_{۱}$ برابر است با:

$$\Phi = AB\cos\theta \xrightarrow[A=\pi r^{۲}\ ,\ r=۱۰cm=۰/۱m]{B=۰/۵T\ ,\ \theta=۱۸۰^{\circ}} \Phi = ۳\times(۰/۱)^{۲}\times ۰/۵\times\cos ۱۸۰^{\circ} = -۱۵\times ۱۰^{-۳}Wb$$



۳۲.گزینه ۳

باتوجه به شکل زیر، زاویه‌ی بین نیم خط عمود و بردار میدان برابر با θ می‌باشد. از رابطه‌ی شار عبوری از قاب با استفاده از معادله‌ی نیم‌خط، θ را به دست می‌آوریم.



$$\Phi = AB\cos\theta$$

$$y = \frac{۳}{۴}x - ۳ \Rightarrow \tan\alpha = m = \frac{۳}{۴} \Rightarrow \hat{\alpha} = ۳۷^{\circ} \xrightarrow{\hat{\alpha}+\hat{\theta}=۹۰^{\circ}} \hat{\theta} = ۵۳^{\circ}$$

$$\Phi = AB\cos\theta \xrightarrow[B=۰/۰۵T\ ,\ \theta=۵۳^{\circ}]{A=۰/۲\times۰/۳=۰/۰۶m^{۲}} \Phi = ۰/۰۶\times۰/۰۵\times۰/۶ = ۱/۸\times۱۰^{-۳}Wb$$

۳۳.گزینه ۲

$$|\bar{\varepsilon}| = \left|-N\cdot\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \left|-۵۰\times\frac{۴-(-۲)\times۱۰^{-۴}}{۰/۰۱}\right| = \left|۵۰\times۶\times۱۰^{-۲}\right| \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = ۳$$

۳۴.گزینه ۱

$$|\varepsilon| = \left|\frac{Nd\Phi}{dt}\right| = NA\left|\frac{dB}{dt}\right| = ۵۰\times۶۰۰\times۱۰^{-۴}(t+۱)$$

$$t = ۲s \Rightarrow |\varepsilon| = ۵۰\times۶۰۰\times۱۰^{-۴}\times۳ = ۹V$$

۳۵.گزینه ۳ برای سیستم و جرم و فنر، انرژی جنبشی بیشینه (انرژی مکانیکی) از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌گردد.

$$K_{max} = E = \frac{۱}{۲}mA^{۲}\omega^{۲} \xrightarrow{\omega=\sqrt{\frac{K}{m}}} K_{max} = \frac{۱}{۲}KA^{۲}$$

بنابراین برای دو فنر با ضریب سختی و دامنه‌ی یکسان، انرژی مکانیکی یا انرژی جنبشی بیشینه مستقل از جرم وزنه‌ی متصل به فنرها می‌باشد.

$$\frac{K_{max_{۲}}}{K_{max_{۱}}} = \frac{\frac{۱}{۲}KA^{۲}}{\frac{۱}{۲}KA^{۲}} = ۱$$

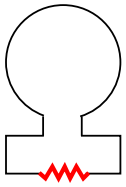
$$\frac{V_{max_{۲}}}{V_{max_{۱}}} = \frac{A_{۲}}{A_{۱}}\times\frac{\omega_{۲}}{\omega_{۱}}$$

$$\xrightarrow{\omega=\sqrt{\frac{K}{m}}} \frac{V_{max_{۲}}}{V_{max_{۱}}} = ۱\times\sqrt{\frac{m_{۱}}{m_{۲}}} = \sqrt{\frac{۱}{۴}} = \frac{۱}{۲}$$

۳۶.گزینه ۲

$$I_m = \frac{|\varepsilon m|}{R} = \frac{NBA\omega}{R} = \frac{N\times۴۰\times۱۰^{-۴}\times۲۰\times۱۰^{-۴}\times۲\pi\times۵۰}{N\times۰/۵} = \frac{۸\pi\times۱۰^{-۴}}{۰/۵} = ۱/۶\pi\times۱۰^{-۳}A$$

۳۷.گزینه ۲



$$\Phi = BA\cos\theta \;\;,\;\; |\varepsilon| = \left|N\frac{d\Phi}{dt}\right| \;\;,\;\; |I| = \frac{|\varepsilon|}{R+r}$$

$$\Rightarrow |I| = \frac{NA\left|\frac{dB}{dt}\right|}{R+r} = \frac{۲۰۰\times\pi\times(۰/۱)^{۲}\times۵\times۱۰^{-۳}\times۱۰\pi\left|\sin(۱۰\pi t+\frac{\pi}{۶})\right|}{۲۰+۵}$$

$$\Rightarrow |I| = \frac{۲۰۰\times\pi\times۱۰^{-۲}\times۵\times۱۰^{-۳}\times۱۰\pi\times\frac{۱}{۲}}{۲۵} = \frac{۱}{۵۰}A = ۲۰\,mA$$

۳۸.گزینه ۲ با توجه به نمودار تغییرات شار بر حسب زمان داریم:

$$\Phi_M = AB = ۳۰\times۱۰^{-۴} = ۳\times۱۰^{-۳}Wb$$

$$\rightarrow \frac{۳}{۴}T = ۰/۰۱۵ \rightarrow T = ۰/۰۲ = ۲\times۱۰^{-۲}s$$

$$\omega = \frac{۲\pi}{T} = \frac{۲\times۳}{۲\times۱۰^{-۲}} = ۳۰۰\frac{rad}{s}$$

در نتیجه بیشینه‌ی جریان القایی در این پیچه برابر است با:

$$I_m = \frac{NAB\omega}{R} \xrightarrow{\Phi_m = AB} I_m = \frac{N\Phi_m\omega}{R}$$

$$\xrightarrow[\omega=۳۰۰\frac{rad}{s}\,,\,R=۶۰\Omega]{N=۴۰۰\,,\,\Phi_m=۳\times۱۰^{-۳}Wb} I_m = \frac{۴۰۰\times۳\times۱۰^{-۳}\times۳۰۰}{۶۰} = ۶A$$

۳۹.گزینه ۲

$$N = \frac{\text{طول سیم}}{\text{محیط هر حلقه}} = \frac{L}{۲\pi r} = \frac{۳۱۴}{۲\times۳/۱۴\times۵} = ۱۰$$

$$\varepsilon = \left|-N\cdot\frac{d\Phi}{dt}\right| \Rightarrow I = \left|-\frac{N}{R}\cdot\frac{d\Phi}{dt}\right| \Rightarrow I = \left|-\frac{۱۰}{۲}\times\left(۳t^{۲}-۴t\right)\right| \Rightarrow I(۲) = ۵\times۴ = ۲۰A$$

۴۰.گزینه ۲

*نکته : شیب نمودار $\Phi - t$ معرف $\frac{d\Phi}{dt}$ است، بنابراین داریم:

$$|\varepsilon| = N\left|\frac{d\Phi}{dt}\right| \Rightarrow \begin{cases} t = ۱s : \varepsilon = ۰ \\ t = ۳s : \varepsilon = ۲۰۰\times\frac{۰/۴}{۲} = ۴۰V \end{cases}$$

۴۱.گزینه ۳ از $t=۰$ تا $t=۲s$ ، $۳۰\,cm$ از طول قاب وارد ناحیه‌ی میدان می‌شود و در این مدت Φ زیاد می‌شود. از $t=۲s$ تا $t=۳s$ مساحت بخشی از قاب که شار از آن می‌گذرد، ثابت است و از $t=۳s$ تا $t=۵s$ مساحت بخشی که شار از آن می‌گذرد کم می‌شود (گزینه‌ی ۱ نمودار اندازه‌ی شار است).

۴۲.گزینه ۱ با استفاده از قانون القای الکترومغناطیسی فارادی هنگامی که تغییر شار عبوری از یک حلقه به مقاومت R برابر با $\Delta\Phi$ باشد، مقدار بار شارش شده در حلقه از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$|\bar{\varepsilon}| = N\frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t} = IR \Rightarrow N\frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t} = \frac{\Delta q}{\Delta t}R \Rightarrow \Delta q = \frac{N|\Delta\Phi|}{R}$$

همان‌طور که مشاهده می‌شود، رابطه‌ی فوق وابستگی به زمان ندارد و چون تغییرات شار در هر دو حالت یکسان است، بنابراین بار الکتریکی شارش شده در حلقه در هر دو حالت یکسان است.

۴۳.گزینه ۴ ابتدا نیروی محرکه‌ی القایی متوسط برای دادن این مقدار انرژی به $۲۰۰\mu C$ بار را به دست می‌آوریم:

$$\bar{\varepsilon}=\frac{U}{q}\xrightarrow[U=۱٫۵\times۱۰^{-۶}J]{q=۲۰۰\times۱۰^{-۶}C}\bar{\varepsilon}=\frac{۱٫۵\times۱۰^{-۶}}{۲۰۰\times۱۰^{-۶}}$$
$$\rightarrow\bar{\varepsilon}=۷٫۵\times۱۰^{-۳}V$$

حال با توجه به رابطه‌ی نیروی محرکه‌ی خودالقایی می‌توان نوشت:

$$\bar{\varepsilon}_L=-L\frac{\Delta I}{\Delta t}\Rightarrow ۷٫۵\times۱۰^{-۳}=-۰٫۰۲\frac{(۱٫۵-۶)\times۱۰^{-۳}}{\Delta t}$$
$$\rightarrow\Delta t=\frac{۲\times۱۰^{-۲}\times۴٫۵\times۱۰^{-۳}}{۷٫۵\times۱۰^{-۳}}=۱٫۲\times۱۰^{-۲}=۱۲ms$$

۴۴.گزینه ۳

$$\frac{T}{۲}=۰٫۲s\Rightarrow T=۰٫۴s\Rightarrow\omega=\frac{۲\pi}{T}=۵\pi\frac{rad}{s}$$
$$\Phi=\Phi_{\max}\cos(\omega t+\theta_۰)\Rightarrow\varepsilon=-N\frac{d\Phi}{dt}=N\omega\Phi_{\max}\sin(\omega t+\theta_۰)$$
$$\varepsilon_{\max}=N\omega\Phi_{\max}=۲۰۰\times۵\pi\times۰٫۱=۱۰۰\pi V$$

۴۵.گزینه ۳ ابتدا به کمک نمودار داده شده دوره‌ی تناوب را حساب می‌کنیم

$$\frac{T}{۲}+\frac{T}{۶}=\frac{۴T}{۶}=\frac{۲}{۳}T=\frac{۱}{۲}\Rightarrow T=\frac{۳}{۴}s$$

با توجه به قانون القای فارادی $\left(\varepsilon=-\frac{d\Phi}{dt}\right)$ بزرگی نیروی محرکه ی القایی در هر لحظه برابر با اندازه‌ی شیب خط مماس بر نمودار شار - زمان در آن لحظه است. پس زمانی که شیب خط مماس بر نمودار $\Phi-t$ برای دومین بار صفر شد، اندازه ی نیروی محرکه القایی صفر است و این زمان برابر با $\frac{T}{۲}$ است

$$t=\frac{T}{۲}=\frac{۱}{۲}\times\frac{۳}{۴}=\frac{۳}{۸}s$$

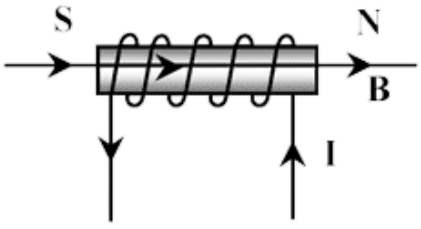
۴۶.گزینه ۲ باتوجه به نمودار ابتدا معادله‌ی شار عبوری را به دست می‌آوریم:

$$T=۰٫۰۴s\ ,\ \omega=\frac{۲\pi}{T}=\frac{۲\pi}{۰٫۰۴}=۵۰\pi\frac{rad}{s}$$
$$\Phi=\Phi_m\cos(\omega t)\xrightarrow{\Phi_m=۵\times۱۰^{-۳}Wb}\Phi=۵\times۱۰^{-۳}\cos۵۰\pi t$$

برای محاسبه‌ی نیروی محرکه القایی در حلقه داریم:

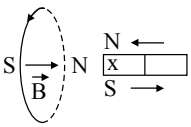
$$\varepsilon=\left|-N\frac{d\Phi}{dt}\right|\xrightarrow{N=۱}\varepsilon=\left|\frac{d\Phi}{dt}\right|=\left|-۵\times۱۰^{-۳}\times۵۰\pi\sin(۵۰\pi t)\right|$$
$$\Rightarrow t=۰٫۰۳\Rightarrow\varepsilon=\left|-۲۵۰\pi\times۱۰^{-۳}\sin[۵۰\pi(۰٫۰۳)]\right|\Rightarrow\varepsilon=\left|-۰٫۲۵\pi\sin\left(\frac{۳\pi}{۲}\right)\right|$$
$$\Rightarrow\varepsilon=۰٫۲۵\pi\,V$$

۴۷.گزینه ۴



با نزدیک شدن آهن ربا به سیم لوله شار مغناطیسی گذرنده از سیم لوله تغییر می کند، پس عامل تغییر شار نزدیک شدن آهنربا است. یعنی آهنربای الکتریکی باید آهنربای در حال حرکت را دفع کند، پس انتهای سمت چپ آن S و انتهای سمت راست آن قطب N می شود. و طبق قانون دست راست جهت جریان القایی (۲) است.

۴۸.گزینه ۴



با استفاده از قانون دست راست، جهت میدان مغناطیسی القایی ناشی از جریان حلقه به سمت راست است. بنابراین اگر میدان مغناطیسی آهنربا هم‌جهت با میدان القایی باشد، باید در حال کاهش بوده باشد (طبق قانون لنز).

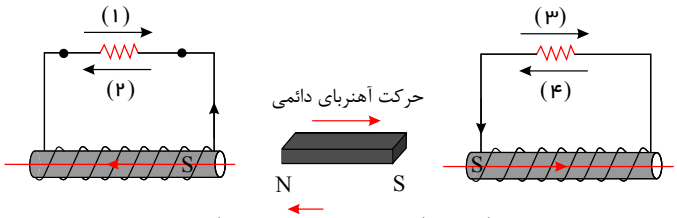
یعنی اگر x قطب S باشد، جهت حرکت آهنربا به سمت راست ($\rightarrow$) است.

هم‌چنین اگر میدان مغناطیسی آهنربا در خلاف جهت میدان القایی باشد باید در حال افزایش بوده باشد (طبق قانون لنز).

یعنی اگر قطب x قطب N باشد، جهت حرکت آهنربا باید به سمت چپ ($\leftarrow$) بوده باشد.

۴۹.گزینه ۳

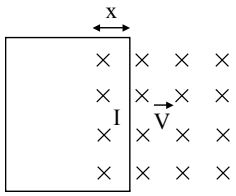
باید سیم‌لوله‌ها طوری آهنربا شوند که با حرکت آهن‌ربای دائمی مخالفت نمایند.



۵۰.گزینه ۲ بنابر قانون لنز، جریان القایی در سیملوله در جهتی به وجود می‌آید که آثار مغناطیسی ناشی از آن با عامل تغییردهنده شار مغناطیسی یعنی عامل به وجودآورنده‌ی جریان القایی مخالفت کند. بنابراین در لحظه‌ی ورود آهنربا به داخل سیملوله، قطب بالای سیملوله قطب N می‌شود تا آهنربا را دفع کرده و مانع ورود آن به داخل سیملوله شود که بنا بر قاعده‌ی دست راست در این حالت جهت جریان القایی از B به A خواهد بود. هم‌چنین در لحظه خروج آهنربا از داخل سیملوله، قطب پایین سیملوله قطب N خواهد شد تا مانع دور شدن آهنربا از سیملوله شود. بنابراین در این حالت مطابق با قاعده‌ی دست راست، جهت جریان القایی از A به B خواهد بود.

۵۱.گزینه ۱ برای یک حلقه‌ای که سطح آن عمود بر خط‌های میدان مغناطیسی است و در حال وارد شدن به میدان مغناطیسی یکنواخت است، می‌نویسیم:

$$\Phi = BA = Blx = BlVt \Rightarrow |\varepsilon| = \left|-\frac{d\Phi}{dt}\right| = BlV$$



پس حلقه‌ای که l بزرگ‌تری داشته باشد، نیروی محرکه‌ی القایی بیش‌تری در آن تولید خواهد شد.

بنابراین در حلقه‌ی (۱) نیروی محرکه‌ی القایی بیش‌تر خواهد بود. چون عامل تأثیر گذار در نیروی محرکه‌ی القایی طول آن ضلعی از حلقه است که عمود بر راستای سرعت حلقه است. برای حلقه (۱)، (۲)، (۳) و (۴) طول این ضلع به ترتیب $4a$, $3a$, a و a است.

۵۲.گزینه ۴

$$\varepsilon = BV\ell = ۰/۴ \times ۴ \times ۰/۵ = ۰/۸V$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{۰/۸}{۵} = ۰/۱۶A$$

با حرکت میله به سمت راست، مساحت قاب مستطیل شکل بزرگ می‌شود؛ یعنی مقدار شار افزایش می‌یابد، پس جریان القایی باید میدان مخالف با میدان اولیه ایجاد کند. یعنی B برون‌سو $(\odot)$ تولید کند. پس جریان در جهت (۲) است.

۵۳.گزینه ۳

ضریب خود القایی، سطح مقطع و تعداد حلقه‌های سیم‌لوله از روابط زیر بدست می‌آیند:

$$L = \frac{k\mu_۰ N^۲ A}{\ell} \quad , \quad A = \pi r^۲ \quad , \quad N = \frac{\text{طول سیم}}{\text{محیط هر دور}}$$

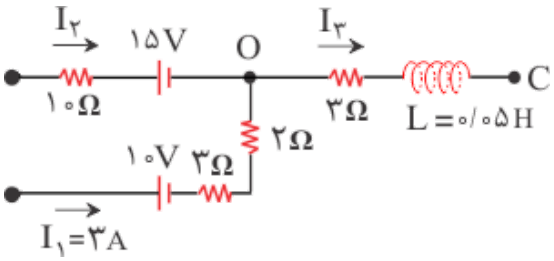
ابتدا نسبت تعداد حلقه‌ها و سطح مقطع دو سیم‌لوله را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{N_۲}{N_۱} = \frac{\frac{۵x_۱}{۲R_۱}}{\frac{x_۱}{R_۱}} = \frac{۵}{۲} \quad , \quad \frac{A_۲}{A_۱} = \left(\frac{R_۲}{R_۱}\right)^۲ = ۴$$

بنابراین نسبت ضریب خود القایی سیم‌لوله‌ها برابر است با:

$$\frac{L_۲}{L_۱} = \frac{k_۲}{k_۱} \cdot \left(\frac{N_۲}{N_۱}\right)^۲ \cdot \left(\frac{A_۲}{A_۱}\right) \cdot \left(\frac{\ell_۱}{\ell_۲}\right) = ۱ \times \frac{۲۵}{۴} \times ۴ \times \frac{۱}{۳} = \frac{۲۵}{۳}$$

۵۴.گزینه ۱



$$V_A - ۱۰I_۲ - ۱۵ = V_O \Rightarrow V_A - V_O = ۱۰I_۲ + ۱۵ = ۵$$
$$\Rightarrow I_۲ = -۱A$$
$$(O \text{ در گره}) \; KCL: I_۱ + I_۲ - I_۳ = ۰ \Rightarrow ۳ + (-۱) = I_۳ \Rightarrow I_۳ = ۲A$$
$$U = \frac{۱}{۲}LI^۲ = \frac{۱}{۲} \times ۰/۰۵ \times ۲^۲ = ۰/۱J$$

۵۵.گزینه ۱

$$t = \frac{۱}{۲}s \Rightarrow I = \frac{۱}{۴} - ۱ + ۰/۵ = -۰/۲۵A$$
$$U = \frac{۱}{۲}LI^۲ \Rightarrow \frac{۱}{۳۲۰} = \frac{۱}{۲} \times L \times (\frac{۱}{۴})^۲ = \frac{۱}{۳۲}L \Rightarrow L = ۰/۱H$$
$$\varepsilon L = -L\frac{dI}{dt} = -\frac{۱}{۱۰}(۲t - ۲) \Rightarrow \varepsilon_{(t=۱/۵s)} = -\frac{۱}{۱۰} \times (۳ - ۲) = -\frac{۱}{۱۰}V \Rightarrow |\varepsilon L| = \frac{۱}{۱۰}V$$

۵۶.گزینه ۳

$$|\varepsilon L| = L\left|\frac{dI}{dt}\right| \Rightarrow |\varepsilon L| = L \times |۰/۰۲ \times ۱۰۰ \times \cos ۱۰۰t|$$
$$|\varepsilon L| = L \times |۲\cos ۱۰۰t| \xrightarrow[\cos ۱۰۰t = ۰]{\varepsilon max} ۰/۸ = ۲L \Rightarrow L = ۰/۴H$$
$$U = \frac{۱}{۲}LI^۲ = \frac{۱}{۲} \times ۰/۴ \times (۰/۱)^۲ = \frac{۱}{۲} \times ۴ \times ۱۰^{-۳} = ۲ \times ۱۰^{-۳}J = ۲mJ$$

۵۷.گزینه ۴

$$U = \frac{۱}{۲}LI^۲ \Rightarrow ۰/۱ = \frac{۱}{۲}L \times (۰/۵)^۲ \Rightarrow L = ۰/۸H$$
$$|\varepsilon L| = \left|L\frac{dI}{dt}\right| \Rightarrow ۲ = ۰/۸\left|\frac{dI}{dt}\right| \Rightarrow \left|\frac{dI}{dt}\right| = ۲/۵\frac{A}{s}$$

۵۸.گزینه ۲

$$|\varepsilon L| = L\left|\frac{dI}{dt}\right| \Rightarrow \begin{cases} t = ۳\,s \Rightarrow \varepsilon = ۰ \\ t = ۱\,s \Rightarrow |\varepsilon L| = ۰/۱ \times \frac{۵}{۲} = ۰/۲۵\,V \end{cases}$$
$$U = \frac{۱}{۲}LI^۲ \Rightarrow \begin{cases} t = ۱\,s \Rightarrow U = \frac{۱}{۲} \times \frac{۱}{۱۰} \times (\frac{۵}{۲})^۲ = \frac{۲۵}{۸۰} = \frac{۵}{۱۶}J \\ t = ۳\,s \Rightarrow U = \frac{۱}{۲} \times \frac{۱}{۱۰} \times (۵)^۲ = \frac{۵}{۴}J \end{cases}$$

۵۹.گزینه ۳ ابتدا تعداد حلقه‌های سیملوله را حساب می‌کنیم:

$$N = \frac{L}{۲\pi r} = \frac{۳۰}{۲\pi \times ۵ \times ۱۰^{-۲}} = \frac{۳۰۰}{\pi} \text{ دور}$$

حال ضریب خودالقایی سیملوله را محاسبه می‌کنیم:

$$A=\pi r^{۲}=\pi\times(۵\times ۱۰^{-۲})^{۲}=۲۵\pi\times ۱۰^{-۴}m^{۲}$$

$$L=\mu_{۰}\frac{N^{۲}A}{\ell}\rightarrow L=۴\pi\times ۱۰^{-۷}\frac{۹\times ۱۰^{۴}\times\pi\times ۲۵\times ۱۰^{-۴}}{\pi^{۲}\times ۰/۵}=۱۸\times ۱۰^{-۵}H$$

و در آخر انرژی ذخیره شده در سیملوله را به دست می‌آوریم:

$$U=\frac{۱}{۲}LI^{۲}=\frac{۱}{۲}\times ۱۸\times ۱۰^{-۵}\times ۲^{۲}=۳۶\times ۱۰^{-۵}J=۳۶\times ۱۰^{-۲}mJ$$

۶۰.گزینه ۳

$$U=\frac{۱}{۲}LI^{۲}\Rightarrow ۲\times ۱۰^{-۳}=\frac{۱}{۲}L\times ۲۵\Rightarrow L=۱/۶\times ۱۰^{-۴}H$$

$$|\varepsilon L|=\left|-L\frac{dI}{dt}\right|=\left|۱/۶\times ۱۰^{-۴}\times ۲\times ۱۰^{۳}\right|=|-۰/۳۲|V$$

$$|\varepsilon L|=۰/۳۲V$$

۶۱.گزینه ۲ باتوجه به ثابت بودن شیب نمودار، جریان عبوری از القاگر بر حسب زمان (خط راست)، ولتاژ القایی متوسط و لحظه‌ای در تمامی لحظات با یکدیگر برابر بوده و داریم:

$$\bar{\varepsilon}L=\varepsilon L=-L\frac{dI}{dt}\rightarrow|\bar{\varepsilon}L|=|\varepsilon L|=L\left|\frac{dI}{dt}\right|$$

$$\xrightarrow[\Delta I=-۱۲A\,,\,\Delta t=۵ms]{\frac{dI}{dt}=\frac{\Delta I}{\Delta t}}|\bar{\varepsilon}L|=|\varepsilon L|=۸\times ۱۰^{-۳}\times\left|\frac{-۱۲}{۵\times ۱۰^{-۳}}\right|=۱۹/۲V$$

۶۲.گزینه ۱ به دلیل وجود ولت سنج ایده آل در شاخه‌ی AC جریان عبوری از این شاخه صفر است. در نتیجه جریان عبوری از سیملوله همان جریان عبوری از شاخه ی AB است. از نقطه‌ی A به سمت نقطه‌ی B حرکت می کنیم و جمع جبری اختلاف پتانسیل های دو سر اجزای مدار را می‌نویسیم:

$$V_A-۳I+\varepsilon'=V_B\Rightarrow ۱۸-۳I+۶=۶\Rightarrow I=۶A$$

$$U=\frac{۱}{۲}LI^{۲}=\frac{۱}{۲}\times ۲\times ۱۰^{-۳}\times ۶^{۲}=۳۶mJ$$

۶۳.گزینه ۲ در مدت $t=۰$ تا $t=۱۰۰ms$ آهنگ افزایش جریان ثابت است $(\frac{\Delta I}{\Delta t}=\frac{dI}{dt})$، پس:

$$|\varepsilon L|=L\left|\frac{dI}{dt}\right|\Rightarrow ۶=L\times\frac{۳}{۱۰۰\times ۱۰^{-۳}}\Rightarrow ۳۰L=۶\Rightarrow L=۰/۲H$$

$$U=\frac{۱}{۲}LI^{۲}=\frac{۱}{۲}\times ۰/۲\times ۳^{۲}=۰/۹J$$

۶۴.گزینه ۴ ابتدا با مشتق گرفتن از معادله جریان معادله نیروی $I=۰/۵\sin(۱۰۰t)$ محرکه خود اتفاقی را بدست می‌آوریم.

$$\varepsilon L=-L\frac{dI}{dt}=-L\times ۰/۵\times ۱۰۰\cos ۱۰۰t\Rightarrow\varepsilon_{\max}=L\times ۵۰\xrightarrow{\varepsilon_{\max}=۱۰}۱۰=۵۰L\Rightarrow L=\frac{۱}{۵}$$

$$U_{\max}=\frac{۱}{۲}LI_{\max}\Rightarrow U_{\max}=\frac{۱}{۲}\times\frac{۱}{۵}\times(۰/۵)^{۲}=\frac{۱}{۴۰}J=۲۵mJ$$

۶۵.گزینه ۲

$$U=\frac{۱}{۲}LI^{۲}\Rightarrow U_{\max}=\frac{۱}{۲}LI_{\max}^{۲}=\frac{۱}{۲}\times ۵۰\times ۱۰^{-۳}\times(۰/۲)^{۲}=۱۰^{-۳}J$$

$$\varepsilon L=-L\frac{dI}{dt}=-۵۰\times ۱۰^{-۳}\times ۰/۲\times ۱۰۰\times\cos ۱۰۰t$$

$$\Rightarrow\varepsilon_{\max}=۵۰\times ۰/۲\times ۱۰۰\times ۱۰^{-۳}=۱V$$

۶۶.گزینه ۴ در مبدل‌های آرمانی توان مدارهای ورودی و خروجی یکسان است و داریم:

$$P_{۱}=P_{۲}\Rightarrow V_{۱}I_{۱}=V_{۲}I_{۲}\Rightarrow\frac{V_{۲}}{V_{۱}}=\frac{I_{۱}}{I_{۲}}$$

چون $I_{۲}>I_{۱}$ است پس $V_{۲}<V_{۱}$ خواهد بود و مبدل کاهنده است، از طرفی در یک مبدل آرمانی که ولتاژ را کاهش می‌دهد لزوماً تعداد حلقه‌های آن در مدار ثانویه کم‌تر ار مدار اولیه می‌باشد.

$$\frac{V_{۲}}{V_{۱}}=\frac{N_{۲}}{N_{۱}}\Rightarrow\text{چون }N_{۲}<N_{۱}\Rightarrow V_{۲}<V_{۱}$$

۶۷.گزینه ۳ با استفاده از تعریف نیروی محرکه خودالقایی لحظه‌ای و نیروی محرکه خودالقایی متوسط، می‌توان نوشت:

$$\varepsilon L = \bar{\varepsilon} L \Rightarrow \left|-L\frac{dI}{dt}\right| = \left|-L\frac{\Delta I}{\Delta t}\right| \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \frac{d}{dt}(۳t^۲ + ۶) = \frac{(۳\times ۵^۲ + ۶) - (۳\times ۳^۲ + ۶)}{۵ - ۳} \Rightarrow ۶t = \frac{۸۱ - ۳۳}{۲} \Rightarrow t = ۴s$$

۶۸.گزینه ۲ ابتدا با استفاده از رابطه‌ی $I = \frac{dq}{dt}$، شدت جریان عبوری از سیملوله را محاسبه می‌کنیم و سپس با استفاده از رابطه‌ی $|\varepsilon L| = \left|-L\frac{dI}{dt}\right|$، اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی خودالقایی را به دست می‌آوریم:

$$I = \frac{dq}{dt} = ۶t^۲ + ۶$$

$$|\varepsilon L| = \left|-L\frac{dI}{dt}\right| = |-۰/۲ \times (۱۲t)| \xrightarrow{t=۲s} |\varepsilon L| = |-۰/۲ \times ۱۲ \times ۲| = ۴/۸V$$

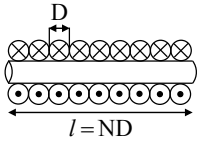
۶۹.گزینه ۲ ابتدا با استفاده از رابطه‌ی $N = \frac{L}{۲\pi r}$ تعداد حلقه‌های سیملوله را به دست می‌آوریم:

$$A = \pi r^۲ \Rightarrow \pi \times ۱۰^{-۴} = \pi r^۲ \Rightarrow r = ۱۰^{-۲} m$$

$$N = \frac{L}{۲\pi r} = \frac{۱}{۲\pi \times ۱۰^{-۲}} \Rightarrow N = \frac{۵۰}{\pi} \text{ دور}$$

باتوجه به شکل چون حلقه‌ها در یک لایه و در کنار هم پیچیده شده‌اند در نتیجه طول سیملوله با N حلقه سیم روکش‌داری به قطر D برابر است با:

$$\ell = ND \Rightarrow \ell = \frac{۵۰}{\pi} \times ۱۰^{-۳} m$$



اکنون برای تعیین ضریب خودالقایی داریم:

$$L = \frac{\mu_۰ N^۲ A}{\ell} = \frac{۴\pi \times ۱۰^{-۷} \times \left(\frac{۵۰}{\pi}\right)^۲ \times \pi \times ۱۰^{-۴}}{\frac{۵۰}{\pi} \times ۱۰^{-۳}} \Rightarrow L = ۲\pi \times ۱۰^{-۶} H$$

۷۰.گزینه ۲ این شکل مربوط به فرایند القای متقابل می‌باشد که طی آن با تغییر جریان در پیچه‌ی شماره‌ی (۱)، شار عبوری از پیچه‌ی شماره‌ی (۲) نیز تغییر می‌کند و بنابر القای فارادی، این تغییر شار نیروی محرکه‌ی القایی در پیچه‌ی (۲) القا می‌کند.
با حرکت لغزنده‌ی رئوستا به سمت راست، مقاومت در مدار سمت چپ کاهش می‌یابد و در نتیجه جریان عبوری از مدار افزایش پیدا می‌کند، لذا میدان مغناطیسی پیچه‌ی (۱) و در نتیجه شار مغناطیسی عبوری از پیچه‌ی (۲) نیز افزایش می‌یابد و بنابر قانون لنز جریان القایی در مدار سمت راست در جهتی است که با این افزایش شار مخالفت کند لذا جریان در جهت (۱) در سیم AB القا می‌شود.

۷۱.گزینه ۳ ابتدا جریان عبوری از سیملوله را در لحظه $t = ۱s$ محاسبه می‌کنیم:

$$I = \frac{dq}{dt} = ۲t + ۱ \xrightarrow{t=۱s} I_۱ = ۳A$$

بنابراین انرژی ذخیره شده در سیملوله برابر است با:

$$U = \frac{۱}{۲} L I_۱^۲ = \frac{۱}{۲} \times ۰/۱ \times (۳)^۲ = ۰/۴۵J$$

۷۲.گزینه ۳

$$I_m = \frac{\varepsilon max}{R} = \frac{NAB\omega}{R} = \frac{N\Phi max\omega}{R} \Rightarrow ۳ = \frac{۱۰۰۰ \times \Phi_{max} \times ۱۰۰ \times ۳}{۲۰}$$

$$\Rightarrow \Phi_{max} = \frac{۱}{۵} \times ۱۰^{-۳} = ۲ \times ۱۰^{-۴} Wb$$

۷۳.گزینه ۳

$$\Phi=\Phi_{\max}\cos(\omega t+\theta_O)\ ,\ \varepsilon=-N\frac{d\Phi}{dt}=N\Phi_{\max}\omega\sin(\omega t+\theta_O)$$
$$T=۰/۰۴s\Rightarrow\omega=\frac{۲\pi}{T}=۵۰\pi\frac{rad}{s}$$
$$\varepsilon_{\max}=N\omega\Phi_{\max}=۲۰۰\times۵۰\pi\times۰/۰۶=۶۰۰\pi V$$
$$۳۰=۹۰-\theta\Rightarrow\theta=۶۰^\circ\Rightarrow\varepsilon=\varepsilon_{\max}\sin۶۰^\circ\Rightarrow\varepsilon=۶۰۰\pi\frac{\sqrt{۳}}{۲}=۹۰۰\sqrt{۳}V$$

۷۴.گزینه ۱ در ابتدا تعداد دورها، مساحت و بسامد زاویه‌ای را حساب می‌کنیم و سپس از رابطه‌ی بیشینه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی استفاده می‌کنیم.

$$\begin{cases}N=\dfrac{L}{۲\pi R}=\dfrac{۶}{۲\times۳\times۰/۱}=۱۰\ \text{دور}\\ A=\pi R^۲=۳\times۰/۱^۲=۳\times۱۰^{-۲}m^۲\\ \omega=۲\pi f=۲\times۳\times\dfrac{۳۰۰}{۶۰}=۳۰\dfrac{rad}{s}\end{cases}$$
$$\varepsilon_{\max}=NBA\omega\Rightarrow\varepsilon_{\max}=۱۰\times(۲۰۰\times۱۰^{-۴})\times(۳\times۱۰^{-۲})\times(۳۰)=۰/۱۸V$$

۷۵.گزینه ۲ ابتدا با استفاده از رابطه‌ی القای الکترومغناطیسی فارادی $(\varepsilon=|-N\frac{d\Phi}{dt}|)$، بزرگی نیروی محرکه‌ی القا شده در پیچه را بدست می‌آوریم:

$$\Phi=۰/۱\ \cos(۵۰\,t-\frac{\pi}{۸})\Rightarrow\frac{d\Phi}{dt}=-۵\ \sin(۵۰\,t-\frac{\pi}{۸})$$
$$\Rightarrow\varepsilon=|-۱۰۰\times(-۵\ \sin(۵۰\,t-\frac{\pi}{۸}))|\Rightarrow\varepsilon=۵۰۰\ \sin(۵۰\,t-\frac{\pi}{۸})\Rightarrow\varepsilon_{\max}=۵۰۰\ V$$

با استفاده از رابطه‌ی $I_{\max}=\frac{\varepsilon_{\max}}{R}$، بیشینه جریان القایی پیچه را بدست می‌آوریم: $I_{\max}=\frac{۵۰۰}{۲۰۰}=۲/۵\ A$

۷۶.گزینه ۴ ابتدا دوره‌ی تناوب چرخش حلقه را به‌دست می‌آوریم:

$$T=\frac{۶۰}{۳۰۰۰}=۰/۰۲s\Rightarrow\omega=\frac{۲\pi}{T}=۱۰۰\pi\frac{rad}{s}$$
$$I_{\max}=\frac{NAB\omega}{R}=\frac{۵۰\times۲۰۰\times۱۰^{-۴}\times۰/۵\times۱۰۰\pi}{۲۵\pi}=۲A$$

۷۷.گزینه ۱ در مبدل‌ها تعداد دور سیم‌پیچ‌ها با ولتاژ دو سر سیم‌پیچ مناسب هستند.

$$\frac{V_۲}{V_۱}=\frac{N_۲}{N_۱}=\frac{۱۰}{۵۰۰}=۰/۰۲$$

۷۸.گزینه ۴ با توجه به نمودار، $I_{\max}=۰/۳A$ و دوره‌ی آن $T=۰/۰۲s$ است. بنابراین ابتدا با استفاده از رابطه‌ی $\varepsilon_{\max}=RI_{\max}$، بیشینه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی را حساب می‌کنیم و سپس با استفاده از رابطه‌ی $\varepsilon_{\max}=NBA\omega$، بیشینه‌ی شار مغناطیسی را به دست می‌آوریم:

$$\varepsilon_{\max}=RI_{\max}\xrightarrow{R=۱۰۰\Omega\ ,\ I_m=۰/۳A}\varepsilon_{\max}=۱۰۰\times۰/۳\Rightarrow\varepsilon_{\max}=۳۰V$$
$$\omega=\frac{۲\pi}{T}=\frac{۲\times۳}{۰/۰۲}=۳۰۰\frac{rad}{s}$$
$$\varepsilon_{\max}=NBA\omega\xrightarrow{\Phi_{\max}=BA}۳۰=۲۰۰\times\Phi_{\max}\times۳۰۰\Rightarrow\Phi_{\max}=۵\times۱۰^{-۴}Wb$$

۷۹.گزینه ۱ از نمودار معلوم است که $T_B=۲T_A$ است. بنابراین داریم :

$$\omega=\frac{۲\pi}{T}\Rightarrow\frac{\omega B}{\omega A}=\frac{TA}{TB}=\frac{۱}{۲}$$

$$\varepsilon_{\max}=NAB\omega\xrightarrow{\Phi_{\max}=AB}\varepsilon_{\max}=N\Phi_{\max}\omega$$

$$\Rightarrow\frac{(\varepsilon_{\max})_B}{(\varepsilon_{\max})_A}=\frac{NB}{NA}\times\frac{(\Phi_{\max})_B}{(\Phi_{\max})_A}\times\frac{\omega B}{\omega A}=۱\times\frac{۰/۴}{۰/۱}\times\frac{۱}{۲}=۲$$

۸۰.گزینه ۲ با استفاده از رابطه‌ی روبرو ω را بدست می‌آوریم.

$$\varepsilon_{\max}=N\omega AB\Rightarrow ۱۲۰=۴۰۰\times w\times ۲۰\times ۱۰^{-۴}\times ۳۰\Rightarrow\omega=۵rad$$
$$\Rightarrow\omega=\frac{۲\pi}{T}\Rightarrow ۵=\frac{۲\pi}{T}\Rightarrow T=\frac{۶}{۵}s$$

۸۱.گزینه ۱ بیشینه نیروی محرکه القایی در پیچه از رابطه $\varepsilon_{\max}=NBA\omega$ به‌دست می‌آید و می‌توان گفت:

$$N=\frac{\text{طول سیم}}{\text{محیط پیچه}}=\frac{۳۰}{۲\pi\times ۰/۱}=\frac{۱۵۰}{\pi}\text{دور}$$
$$T=\frac{t}{n}\Rightarrow T=\frac{۱۰\times ۶۰}{۳۰}=۲۰(s)\Rightarrow\omega=\frac{۲\pi}{T}=\frac{۲\pi}{۲۰}\Rightarrow\omega=\frac{\pi}{۱۰}\frac{rad}{s}$$
$$A=\pi r^{۲}\Rightarrow A=\pi\times(۰/۱)^{۲}=\pi\times ۱۰^{-۲}m^{۲}$$

بنابراین بیشینه نیروی محرکه القایی برابر است با:

$$\varepsilon_{max}=NBA\omega\Rightarrow\varepsilon_{\max}=\frac{۱۵۰}{\pi}\times ۰/۵\times\pi\times ۱۰^{-۲}\times\frac{\pi}{۱۰}=۷۵\pi\times ۱۰^{-۳}V\Rightarrow\varepsilon_{\max}=۷۵\pi mV$$

۸۲.گزینه ۱ با توجه به نمودار $(\Phi-t)$ دوره‌ی تناوب پیچه B دو برابر دوره‌ی تناوب پیچه A می‌باشد. $T_B=۲T_A$

با توجه به رابطه‌ی بسامد زاویه‌ای $\omega=\frac{۲\pi}{T}$ داریم:

$$\omega=\frac{۲\pi}{T}\rightarrow\frac{\omega B}{\omega A}=\frac{TA}{TB}=\frac{۱}{۲}$$

بیشینه‌ی نیروی محرکه القایی از رابطه‌ی $\varepsilon_{\max}=NBA\omega=N\Phi_{\max}\omega$ به دست می‌آید که در نتیجه می‌توان نوشت:

$$\frac{\varepsilon_{\max}B}{\varepsilon_{\max}A}=\frac{\Phi_{\max}B}{\Phi_{\max}A}\times\frac{\omega B}{\omega A}=\frac{۰/۴}{۰/۱}\times\frac{۱}{۲}=۲$$

۸۳.گزینه ۲

$$\Phi=BA\cos\alpha\ \ ,\ \ A=\pi R^{۲}\ \ ,\ \ \varepsilon=-N\frac{d\Phi}{dt}$$

تنها مؤلفه‌ای از $\vec{B}$ که بر سطح عمود است، مؤلفه در امتداد محور z یعنی $۱۰^{-۲}\sin(۱۰\pi t)\vec{k}$ ۳–است.

$$\Phi=\pi\times ۲^{۲}\times(-۳\times ۱۰^{-۲})\sin(۱۰\pi t)\times ۱=-۱۲\pi\times ۱۰^{-۲}\sin(۱۰\pi t)$$
$$\varepsilon=-N\frac{d\Phi}{dt}=۱۰۰\times ۱۲\pi\times ۱۰^{-۲}\times ۱۰\pi\cos ۱۰\pi t=۱۲۰\pi^{۲}\cos ۱۰\pi t=۱۲۰۰\ \cos ۱۰\pi t$$
$$t=\frac{۳}{۴۰}s\Rightarrow\varepsilon=۱۲۰۰\cos\frac{۳\pi}{۴}=-۱۲۰۰\frac{\sqrt{۲}}{۲}=-۶۰۰\sqrt{۲}V\Rightarrow|\varepsilon|=۶۰۰\sqrt{۲}\,V$$

۸۴.گزینه ۴ شیب خط مماس بر نمودار در لحظه ای $t=۰$ نشانگر b در رابطه‌ی $\Phi=at^{۲}+bt$ است، یعنی $b=\frac{۳}{۴}$

$$\Phi=a\times ۱۶+\frac{۳}{۴}\times ۴\Rightarrow ۱۱-۳=۱۶a\Rightarrow a=\frac{۱}{۲}$$
$$\Phi=\frac{۱}{۲}t^{۲}+\frac{۳}{۴}t\Rightarrow\varepsilon=\left|\frac{d\Phi}{dt}\right|=t+\frac{۳}{۴}\xrightarrow{t=۱s}\frac{۷}{۴}V$$
$$I=\frac{\varepsilon}{R}=\frac{\frac{۷}{۴}}{۲}=\frac{۷}{۸}A$$

۸۵.گزینه ۱ با توجه به قانون لنز، B درون سو کاهش یافته است که میدان الکتریکی ساعت گرد تولید شده است. (قانون دست راست) توجه داشته باشید جریان القایی در جهت میدان الکتریکی $\vec{E}$ ایجاد شده است.

۸۶.گزینه ۲

اختلاف پتانسیل دو سر میله: $\varepsilon = BVL = ۰/۵ \times ۲/۵ \times ۰/۸ = ۱V$

وقتی میله به طرف راست حرکت داده می شود، مساحت قاب مستطیل شکل زیاد شده و در نتیجه شار مغناطیسی گذرنده از قاب هم زیاد می شود. پس طبق قانون لنز می بایست جریان القایی در جهتی باشد که میدان مغناطیسی مخالف میدان مغناطیسی اصلی تولید کند یعنی میدان برون سو (⊙)، پس جهت جریان القایی پادساعتگرد می شود یعنی در خلاف جهت جریان باتری. پس نیروی محرکه ی القایی مخالف نیروی محرکه ی باتری می شود.

$$I = \frac{۲-۱}{۱+۴} = ۰/۲A$$

۸۷.گزینه ۲

در ابتدا تعداد حلقه‌های سیم‌لوله را محاسبه می‌کنیم: $A = \pi R^۲ \Rightarrow ۴\pi \times ۱۰^{-۴} = \pi R^۲ \Rightarrow R = ۲ \times ۱۰^{-۲} m$

محیط هر حلقه $= ۲\pi R = ۲\pi \times ۲ \times ۱۰^{-۲} = ۴\pi \times ۱۰^{-۲} = ۴\pi \times ۱۰^{-۲} m$

دور $N = \frac{L}{۲\pi R} = \frac{۱}{۴\pi \times ۱۰^{-۲}} = \frac{۲۵}{\pi}$

برای تعیین طول سیم‌لوله‌ای با N حلقه سیم روکش‌دار به قطر D داریم: $l = ND = \frac{۲۵}{\pi} \times ۲ \times ۱۰^{-۳} = \frac{۵}{\pi} \times ۱۰^{-۲} m$

بنابراین ضریب خود القایی سیملوله برابر است با:

$$L = \frac{K\mu \cdot N^۲ A}{l} \Rightarrow L = \frac{۱ \times ۴\pi \times ۱۰^{-۷} \times (\frac{۲۵}{\pi})^۲ \times ۴\pi \times ۱۰^{-۴}}{\frac{۵}{\pi} \times ۱۰^{-۲}}$$

$$\Rightarrow L = \frac{\pi}{۵} \times ۱۰^{-۵} \Rightarrow L = ۲\pi \times ۱۰^{-۶}(H)$$

۸۸.گزینه ۲ جهت $I_۱$ از نقطه‌ی B به سمت نقطه‌ی A است و داریم:

$$V_B - ۲I_۱ - ۱۲ = V_A \Rightarrow ۲I_۱ + ۱۲ = ۲۰ \Rightarrow I_۱ = ۴A$$

جهت $I_۲$ از نقطه‌ی A به سمت نقطه‌ی C فرض می‌شود و داریم:

$$V_C + ۲ + ۲I_۲ = V_A \Rightarrow ۲ + ۲I_۲ = ۶ \Rightarrow I_۲ = ۲A$$

گره‌ی A: $I_۱ - I_۲ - I_۳ = ۰ \Rightarrow$ جریان سیم‌لوله $I_۳ = ۴ - ۲ = ۲A \Rightarrow U = \frac{۱}{۲} LI^۲ = \frac{۱}{۲} \times ۰/۰۲ \times ۲^۲ = ۰/۰۴J$

۸۹.گزینه ۲ چون تعداد دورهای سیملوله در واحد طول ثابت است، با دوبرابر شدن طول سیملوله $(l_۲ = ۲l_۱)$، تعداد دورهای آن نیز دو برابر می‌شود $(N_۲ = ۲N_۱)$ و در نتیجه طول سیم سیملوله نیز دو برابر خواهد شد و طبق رابطه‌ی $R = \rho \frac{L'}{A}$، با دو برابر شدن طول یک سیم رسانا، مقاومت الکتریکی آن نیز دو برابر می‌شود، بنابراین طبق قانون اهم، جریان عبوری از سیملوله نصف می‌شود $(I_۲ = \frac{۱}{۲} I_۱)$. از طرف دیگر، باتوجه به رابطه‌ی بین ضریب خودالقایی یک سیملوله و عوامل ساختمانی آن، داریم:

$$L = K\mu_۰ \frac{N^۲ A}{l} \Rightarrow \frac{L_۲}{L_۱} = (\frac{N_۲}{N_۱})^۲ \times \frac{l_۱}{l_۲} \Rightarrow \frac{L_۲}{L_۱} = ۲^۲ \times \frac{۱}{۲} \Rightarrow \frac{L_۲}{L_۱} = ۲$$

در نتیجه با استفاده از رابطه‌ی انرژی ذخیره شده در میدان مغناطیسی سیملوله، داریم:

$$U = \frac{۱}{۲} LI^۲ \Rightarrow \frac{U_۲}{U_۱} = \frac{L_۲}{L_۱} \times (\frac{I_۲}{I_۱})^۲ = ۲ \times (\frac{۱}{۲})^۲ \Rightarrow \frac{U_۲}{U_۱} = \frac{۱}{۲}$$

دقت کنید l طول سیملوله است، درصورتی که L' طول سیمی است که سیملوله از آن ساخته شده است.

۹۰.گزینه ۱ چون جریان به طور یکنواخت زیاد می‌شود $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ ، $\frac{dI}{dt}$ برابرند.

$$|\varepsilon L| = |\bar{\varepsilon} L| = L \left|\frac{\Delta I}{\Delta t}\right| \Rightarrow ۲ = L \times \frac{۵}{۲} \Rightarrow L = ۰/۸\, H$$

با توجه به این که شدت جریان به طور یکنواخت زیاد می‌شود در $t = ۱\ s$ شدت جریان $\frac{۵}{۲}$ آمپر است.

$$\Phi = BA = k\frac{\mu_0 N}{\ell} I \cdot A = \frac{k\mu_0 N^2 \frac{A}{\ell}}{N} \cdot I \Rightarrow \Phi = \frac{L}{N} I \Rightarrow \Phi = \frac{0/8}{200} \times \frac{5}{2} = 0/01\ Wb$$

۹۱.گزینه ۲ طبق رابطه‌ی $\Phi = AB\cos\theta$، باتوجه به ثابت بودن A و B، تغییرات شار عبوری از پیچه بر اثر تغییرات است.

باتوجه به نمودار خواهیم داشت:

$$\frac{5T}{4} = 15 \Rightarrow T = 12s \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{12} \Rightarrow \omega = \frac{\pi}{6}\frac{rad}{s}$$

در نتیجه معادله‌ی شار مغناطیسی عبوری از پیچه به‌صورت زیر خواهد شد:

$$\Phi = \Phi_m \cos(\omega t) \Rightarrow \Phi = 5 \times 10^{-2} \times \cos(\frac{\pi}{6}t)$$

با استفاده از قانون القای الکترومغناطیسی فارادی و قانون اهم، داریم:

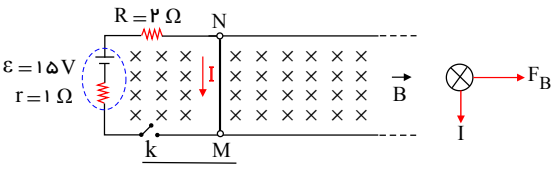
$$I = \frac{-N}{R}\frac{d\Phi}{dt} \Rightarrow I = \frac{12}{\pi} \times 5 \times 10^{-2} \times \frac{\pi}{6}\sin(\frac{\pi}{6}t)$$

$$\Rightarrow I = 0/1 \sin(\frac{\pi}{6}t) \xrightarrow{t=1s} I = 0/1 \sin(\frac{\pi}{6}) \Rightarrow I = 0/05A$$

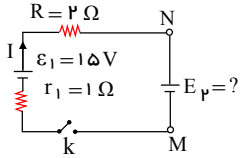
۹۲.گزینه ۳

با بستن کلید K جریان الکتریکی در جهت ساعتگرد در مدار ایجاد می‌شود یعنی جریان در سیم از N به M برقرار می شود و مطابق قاعده‌ی دست راست به سیم MN نیروی مغناطیسی به سمت راست وارد می‌شود. این نیرو سبب می شود تا سیم MN در جهت راست شروع به حرکت کند. با حرکت سیم طبق قانون لنز در دو سر سیم MN یک ولتاژ القایی ایجاد می‌شود که با جریان عبوری در مدار مخالفت می کند. از این‌رو داریم:

الف)



ب)



$$\begin{cases} F_B = BIL\sin\theta \\ F = ma \end{cases} \xrightarrow[F_B = F]{\theta = 90 \Rightarrow \sin\theta = 1} BIL = ma$$

$$\Rightarrow I = \frac{ma}{BL} = \frac{0/02 \times 2}{0/1 \times 0/2} = 2A \Rightarrow I = 2A$$

اکنون می توانیم به کمک قانون اختلاف پتانسیل‌ها مقدار ε_2 را به‌دست آوریم:

$$V_M - Ir_1 + \varepsilon_1 - IR - \varepsilon_2 = V_M$$

$$-2 \times 1 + 15 - 2 \times 2 - \varepsilon_2 = 0 \Rightarrow \varepsilon_2 = 9V \Rightarrow V_N - 9 = V_M \Rightarrow V_M - V_N = -9V$$

۹۳.گزینه ۲

$$\varepsilon = BLV\sin\alpha = 2 \times 10 \times 0/5 \times 1 = 10V$$

$$R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{6 \times 3}{6+3} = 2\Omega$$

$$\varepsilon = IR_T \rightarrow 10 = I(2) \rightarrow I = 5A$$

اگر عمود بر کف دست راست و به طرف بیرون جهت میدان مغناطیسی و چهار انگشت در جهت حرکت سیم باشد، انگشت شست جهت جریان القایی از M به N را نشان می‌دهد.

۹۴.گزینه ۴ مقدار شار عبوری از هر حلقه از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید.

$$\Phi = AB\cos\theta = \pi r^2 \times B\cos(0) = B\pi r^2$$

باتوجه به این‌که B متغیر است، مقدار نیروی محرکه‌ی القایی در هر حلقه از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$\varepsilon = \left|-N\frac{d\Phi}{dt}\right| = \left|-۱ \times \pi r^{۲}\frac{dB}{dt}\right| = \pi r^{۲}\frac{dB}{dt}$$
$$\left.\begin{array}{l}\varepsilon_{۱} = \pi(۰/۰۲)^{۲} \times ۱۰ = ۰/۰۱۲V \\ \varepsilon_{۲} = \pi(۰/۰۱)^{۲} \times ۱۰ = ۰/۰۰۳V\end{array}\right\} \Rightarrow I = \frac{\sum\varepsilon}{\sum R + \sum r} = \frac{۰/۰۱۲ + ۰/۰۰۳}{۱ + ۰} = ۰/۰۱۵A$$
$$I = ۱۵mA$$

۹۵.گزینه ۳ طول سیمی که سیم‌لوله از آن ساخته شده است، مقدار ثابتی است $(L = N(۲\pi R))$، پس با دو برابر شدن شعاع، تعداد حلقه‌ها نصف می‌گردد.

از طرفی با دو برابر شدن شعاع، مساحت حلقه‌ها چهار برابر می‌گردد $(A = \pi R^{۲})$ داریم:

ضریب خودالقایی: $L = \frac{K\mu_{۰}N^{۲}A}{\ell} \xrightarrow[\ell = Nd]{\text{چون حلقه‌ها به‌هم چسبیده هستند}} L = \frac{K\mu_{۰}N^{۲}A}{N \times d}$

$$\rightarrow L = \frac{K\mu_{۰}NA}{d} \rightarrow \frac{L_{۲}}{L_{۱}} = \frac{N_{۲}}{N_{۱}} \times \frac{A_{۲}}{A_{۱}} = \frac{۱}{۲} \times ۴ = ۲$$
$$\rightarrow \frac{L_{۲}}{۲} = ۲ \rightarrow L_{۲} = ۴H$$

۹۶.گزینه ۱

$$\varepsilon_{max} = NBA\omega = ۵۰۰ \times ۰/۰۲ \times ۱۰۰ \times ۱۰^{-۴} \times ۲۰ = ۲V$$
$$I_{max} = \frac{\varepsilon_{max}}{r + R} = \frac{۲}{(۵۰۰ \times ۰/۱) + ۱۵۰} = \frac{۲}{۲۰۰}A = ۱۰mA$$

مقاومت حلقه‌های پیچه با یکدیگر متوالی و با مقاومت مدار هم متوالی هستند.

۹۷.گزینه ۱ چون هر دو پیچه دور یک هسته آهنی پیچیده شده‌اند، پس سطح مقطع هر دو یکسان است $(A_{۱} = A_{۲})$ و چون تعداد دور سیم پیچ‌ها در واحد طول $(n = \frac{N}{\ell})$ در هر دو طرف برابر است، با توجه به رابطه‌ی $L = \mu_{۰}\frac{KN^{۲}A}{\ell}$ یا $L = \mu_{۰}KnNA$، می‌توان نوشت:

$$\frac{L_{۱}}{L_{۲}} = \frac{n_{۱}}{n_{۲}} \times \frac{N_{۱}}{N_{۲}} \times \frac{A_{۱}}{A_{۲}} \xrightarrow[n_{۱}=n_{۲}]{A_{۱}=A_{۲}} \frac{L_{۱}}{L_{۲}} = \frac{N_{۱}}{N_{۲}} \quad (۱)$$

از طرفی در مبدل‌های ایده‌آل داریم :

$$\frac{V_{۱}}{V_{۲}} = \frac{N_{۱}}{N_{۲}} \xrightarrow[V_{۲}=۲۵V]{V_{۱}=۲۰۰V} \frac{N_{۱}}{N_{۲}} = \frac{۲۰۰}{۲۵} = ۸ \quad (۲)$$

از مقایسه‌ی روابط $(۱), (۲)$، $\frac{L_{۱}}{L_{۲}} = ۸$ است و چون شرایط آرمانی است تمام شار پیچه‌ی اول از پیچه‌ی دوم می‌گذرد و از رابطه‌ی ضریب القای متقابل خواهیم داشت :

$$M = \sqrt{L_{۱}L_{۲}} \xrightarrow{L_{۱}=۸L_{۲}} ۰/۴ = \sqrt{۸L_{۲}^{۲}} \Rightarrow L_{۲} = \frac{\sqrt{۲}}{۱۰}H \Rightarrow L_{۱} = \frac{۴\sqrt{۲}}{۵}H$$

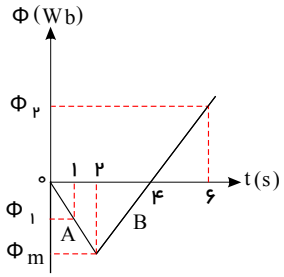
۹۸.گزینه ۲ حرکت حلقه با سرعت ثابت $۱\frac{cm}{s}$ است، بنابراین در هر ثانیه، ۱ سانتی‌متر از طول ضلع حلقه از میدان مغناطیسی خارج می‌شود. پس تغییر شار عبارت است از:

$$\left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \left|\frac{\Delta(AB\cos\theta)}{\Delta t}\right| = \left|B\cos\frac{\Delta A}{\Delta t}\right| = \left|Ba\cos\theta\frac{dx}{dt}\right|$$
$$\Rightarrow \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = |BaV\cos\theta| = ۰/۲ \times ۰/۱ \times ۱ \times ۱۰^{-۲} \times ۱ = ۲ \times ۱۰^{-۴}\frac{Wb}{s}$$

۹۹.گزینه ۲ وقتی یک سیم رسانا درون میدان مغناطیسی حرکت می‌کند در آن جریان الکتریکی القا می‌شود البته جهت این جریان القایی مانند جریان در درون مولدها از پتانسیل کم‌تر به بیش‌تر است. یعنی جریان در این سیم از A به B است و بدیهی است میدان وارد بر سیم AB نیز درون‌سو $(\otimes)$ است، بنابراین طبق قانون دست راست می‌توان نتیجه گرفت نیروی وارد براین سیم به طرف بالا است، پس طبق قانون لنز می‌توان نتیجه گرفت، سرعت حرکت سیم روبه پائین بوده است.

نکته: بنابر قانون لنز، با حرکت سیم در میدان مغناطیسی حریان القایی در جهتی ایجاد می‌شود که نیروی ناشی از آن با حرکت سیم مخالفت کند.

۱۰۰.گزینه ۴ باتوجه به نمودار مشخص است که بزرگی شیب (m) دو خط با یکدیگر برابر است. از روی نمودار شار مغناطیسی را در دو لحظه‌ی $t_{۱} = ۱s$ و $t_{۲} = ۶s$ به‌دست می‌آوریم:



$$|m_A| = \frac{|\Phi_m|}{۲}, |m_B| = \frac{|\Phi_m|}{۲}$$

$$\frac{\Phi_۱}{۱} = \frac{\Phi_m}{۲} \Rightarrow \Phi_۱ = \frac{\Phi_m}{۲}$$

$$\frac{\Phi_۲}{۲} = \frac{|\Phi_m|}{۲} \xrightarrow{\Phi_m < ۰} \Phi_۲ = -\Phi_m$$

$$|\bar{\varepsilon}| = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| \xrightarrow{\Phi_۲ - \Phi_۱ = -\Phi_m - \frac{\Phi_m}{۲}} ۲ \times ۱۰^{-۳} = \left|\frac{-\Phi_m - \frac{\Phi_m}{۲}}{۵}\right|$$

$$\Rightarrow ۱۰^{-۲} = \frac{-۳\Phi_m}{۲} \Rightarrow \Phi_m = \frac{-۲}{۳} \times ۱۰^{-۲} Wb$$

$$\Rightarrow \varepsilon = |m_B| = \frac{|\Phi_m|}{۲} = \frac{۱}{۳} \times ۱۰^{-۲} V$$

پاسخنامه کلیدی آزمون با کد: ۵۹۶۸۷

۱- ۱	۲- ۲	۳- ۱	۴- ۳	۵- ۱
۶- ۳	۷- ۲	۸- ۳	۹- ۲	۱۰- ۴
۱۱- ۲	۱۲- ۳	۱۳- ۴	۱۴- ۴	۱۵- ۱
۱۶- ۴	۱۷- ۲	۱۸- ۴	۱۹- ۲	۲۰- ۲
۲۱- ۱	۲۲- ۱	۲۳- ۴	۲۴- ۲	۲۵- ۲
۲۶- ۴	۲۷- ۴	۲۸- ۴	۲۹- ۴	۳۰- ۱
۳۱- ۴	۳۲- ۳	۳۳- ۲	۳۴- ۱	۳۵- ۳
۳۶- ۲	۳۷- ۲	۳۸- ۲	۳۹- ۲	۴۰- ۲
۴۱- ۳	۴۲- ۱	۴۳- ۴	۴۴- ۳	۴۵- ۳
۴۶- ۲	۴۷- ۴	۴۸- ۴	۴۹- ۳	۵۰- ۲
۵۱- ۱	۵۲- ۴	۵۳- ۳	۵۴- ۱	۵۵- ۱
۵۶- ۳	۵۷- ۴	۵۸- ۲	۵۹- ۳	۶۰- ۳
۶۱- ۲	۶۲- ۱	۶۳- ۲	۶۴- ۴	۶۵- ۲
۶۶- ۴	۶۷- ۳	۶۸- ۲	۶۹- ۲	۷۰- ۲
۷۱- ۳	۷۲- ۳	۷۳- ۳	۷۴- ۱	۷۵- ۲
۷۶- ۴	۷۷- ۱	۷۸- ۴	۷۹- ۱	۸۰- ۲
۸۱- ۱	۸۲- ۱	۸۳- ۲	۸۴- ۴	۸۵- ۱
۸۶- ۲	۸۷- ۲	۸۸- ۲	۸۹- ۲	۹۰- ۱
۹۱- ۲	۹۲- ۳	۹۳- ۲	۹۴- ۴	۹۵- ۳
۹۶- ۱	۹۷- ۱	۹۸- ۲	۹۹- ۲	۱۰۰- ۴