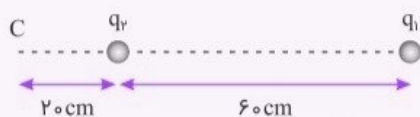


آزمون شبیه ساز نیمسال اول درس : فیزیک	ساعت شروع :	تاریخ امتحان :	مدت امتحان :
نام و نام خانوادگی :	رشته : ریاضی	پایه ی یازدهم دوره ی متوسطه	تعداد صفحات : ۱۳ صفحه
آزمون شبیه ساز + پاسخنامه	جهت دریافت ۷ روز مشاوره و برنامه ریزی رایگان پادینو با شماره 02166906790 تماس بگیرید		
ردیف	سوالات		
نمره			

فیزیک

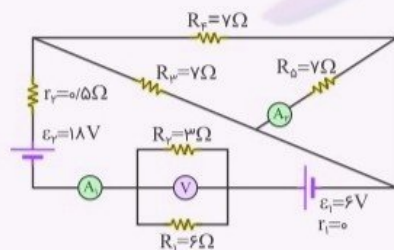
۱ به نظر شما چرا خطوط میدان الکتریکی برآیند، هرگز یکدیگر را قطع نمی کنند؟

۲ در شکل زیر، نسبت $\frac{q_1}{q_2}$ چقدر باشد تا میدان الکتریکی حاصل از دو بار نقطه ای q_1 و q_2 در نقطه C، صفر شود؟



۳ خازنی با ظرفیت، $5/0 \mu F$ دارای بار الکتریکی آن، $60 \mu C$ است. چند میلی ژول انرژی باید مصرف کنیم تا بتوان $20 \mu C$ بار الکتریکی مثبت را از مجاورت صفحه منفی به مجاورت صفحه مثبت منتقل کرد؟

۴ شکل، یک مدار تک حلقه را نشان می دهد.

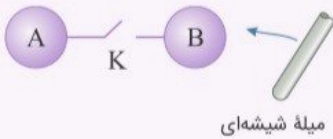


الف آمپرسنج‌های آرمانی ۱ و ۲ چه عددی را نشان می‌دهند؟

ب ولت‌سنج آرمانی چه عددی را نشان می‌دهد؟

پ انرژی مصرفی در مقاومت $R_F = \gamma \Omega$ طی یک و نیم دقیقه چند ژول است؟

۵ مطابق شکل، دو کرهٔ رسانای مشابه A و B دارای بارهای الکتریکی $q_A < 0$ و $q_B > 0$ هستند، به‌طوری‌که $|q_A| < |q_B|$ است. کلید K را می‌بندیم، سپس یک میلهٔ شیشه‌ای باردار را به کرهٔ B نزدیک می‌کنیم. دربارهٔ علامت بار نهایی کره‌های A و B بحث کنید.



درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

۶ همه بارهای متحرک جریان ایجاد می‌کنند.

۷ همه مقاومت‌ها، رساناهای اهمی هستند.

۸ سرعت سوق در یک رسانای فلزی بسیار کم است.

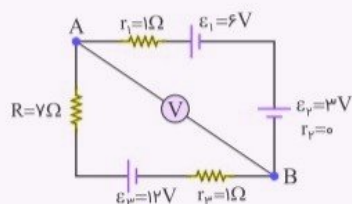
۹ مقاومت الکتریکی در رساناهای فلزی با افزایش دما افزایش می‌یابد.

۱۰ باتری با افزایش انرژی جنبشی بارهای الکتریکی هنگام عبور از منبع نیروی محرکه (باتری) جریان ثابتی در مدار برقرار می‌کند.

۱۱ در شکل زیر، دو گوی مشابه به جرم $2/5 \text{ g}$ و بار یکسان مثبت q در فاصله 1 cm از هم قرار دارند. به طوری که گوی بالایی به حالت معلق مانده است. اندازه بار q را به دست آورید. ($k = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$, $g = 10 \text{ N/kg}$)



۱۲ در مدار رسم‌شده زیر:



الف) توان خروجی باتری ۳ چند وات است؟

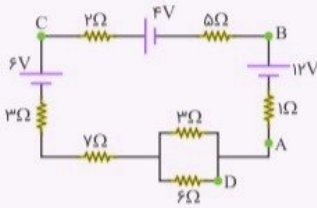
ب) توان ورودی باتری ۲ چند وات است؟

پ) توان مصرفی مقاومت ۷ اهمی چند وات است؟

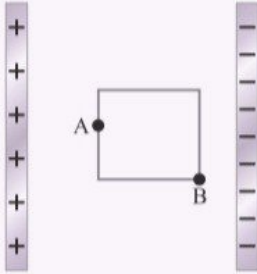
ت) اندازه عدد گزارش‌شده توسط ولت‌سنج چقدر است؟

۱۳ بار q_3 در فاصله d از هر یک از بارهای q_1 و q_2 قرار دارد و نیرویی که به دو بار q_1 و q_2 وارد می‌کند به ترتیب برابر با $\vec{F}_{31} = 3\vec{i} + 4\vec{j}$ و $\vec{F}_{32} = 6\vec{i} - 8\vec{j}$ است، اندازه برآیند نیروهای وارد بر بار q_3 برحسب نیوتون از طرف دو بار q_1 و q_2 کدام است؟

۱۴ در مدار زیر $V_B - V_A = 11/5 V$ است. $V_C - V_D$ چند ولت است؟



۱۵ در شکل زیر، یک جسم رسانا در یک میدان الکتریکی یکنواخت قرار داشته و تعادل الکتروستاتیکی در آن ایجاد شده است.



الف آیا داخل این جسم میدان الکتریکی وجود دارد؟

ب چگالی سطحی بار الکتریکی در کدام یک از نقاط A و B بیشتر است؟

پ پتانسیل الکتریکی در نقاط A و B را باهم مقایسه کنید.

۱۶ در حسگر کیسه هوای برخی از خودروها از یک خازن استفاده می‌شود. دربارهٔ چگونگی عملکرد این حسگرها تحقیق کنید.

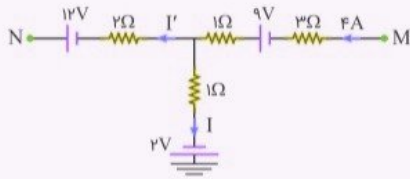


۱۷ در آزمایش تحقیق قانون اهم، نتایج جدول زیر به دست آمده است.

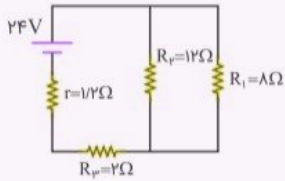
نمودار ولتاژ بر حسب جریان را رسم کنید و با فرض ثابت ماندن دما تعیین کنید در چه محدوده‌ای رفتار این مقاومت از قانون اهم پیروی می‌کند.

شماره آزمایش	عدد ولت‌سنج (V)	عدد آمپر‌سنج (A)
۱	صفر	صفر
۲	۱/۶	۰/۱۶
۳	۴/۴	۰/۴۳
۴	۷/۰	۰/۶۸
۵	۹/۰	۰/۷۲
۶	۱۰/۰	۰/۷۵

شکل زیر قطعه‌ای از یک مدار است. اگر پتانسیل نقطه M برابر با 6 V باشد، پتانسیل نقطه N چند ولت خواهد بود؟



مداری مطابق شکل رسم شده است.

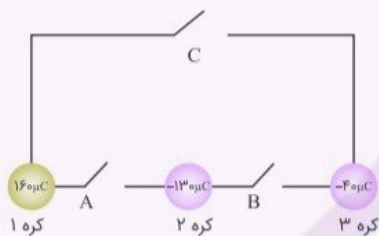


انرژی الکتریکی مصرف‌شده در مقاومت 8 اهمی در مدت 50 ثانیه چند ژول است؟

توان مصرفی در مقاومت 2 اهمی چند وات است؟

نشان دهید مجموع توان‌های مصرف‌شده در مقاومت‌ها، با توان تولیدشده در باتری برابر است.

سه کره رسانای مشابه، مطابق شکل دارای بارهای اولیه مشخص هستند. برای موارد الف تا پ، بار نهایی هر کره را محاسبه کنید؟

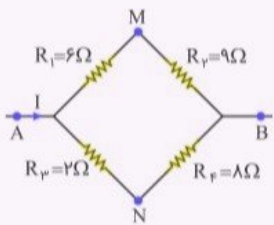


الف ابتدا کلید C بسته و باز شود، سپس کلید A بسته و باز شود.

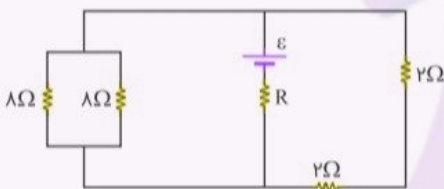
ب همزمان کلید A و C بسته شود.

پ ابتدا کلید B بسته شود، سپس کلید A نیز بسته شود.

۲۱ در مدار رسم شده، $V_A - V_B = 60\text{ V}$ است. $V_M - V_N$ چند ولت خواهد بود؟

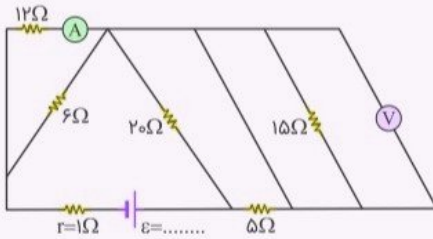


۲۲ در مدار الکتریکی رسم شده زیر، توان مصرفی هر پنج مقاومت باهم برابر است. مقاومت R چند اهم است؟



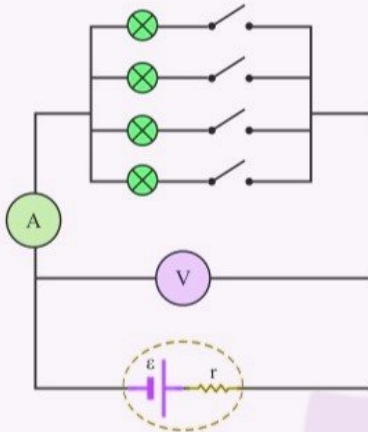
۲۳

در مدار شکل زیر، آمپرسنج عدد ۲ آمپر را نشان می‌دهد. محاسبه کنید ولتسنج چه عددی را نمایش می‌دهد؟



۲۴

در شکل زیر، تعدادی لامپ مشابه به‌طور موازی به هم متصل شده‌اند و هر لامپ با کلیدی همراه است. بررسی کنید که با بستن کلیدها یکی پس از دیگری، عددهایی که آمپرسنج و ولتسنج نشان می‌دهند، چه تغییری می‌کند؟

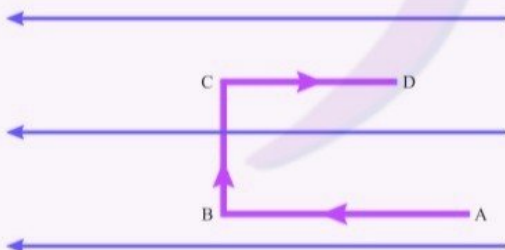


۲۵

ظرفیت خازنی ۱۲ میکروفاراد و بار الکتریکی آن q است. اگر $3 \text{ mc} +$ بار الکتریکی را از صفحه منفی جدا کرده و به صفحه مثبت منتقل کنیم، انرژی ذخیره شده در خازن به اندازه 8 J زیاد می‌شود، q را محاسبه کنید.

۲۶

مطابق شکل، بار الکتریکی $-q$ را با سرعت ثابت در یک میدان الکتریکی یکنواخت از A تا D در مسیرهای نشان داده‌شده جابه‌جا می‌کنیم.



الف

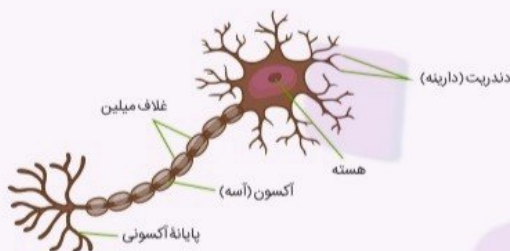
در کدام نقطه، پتانسیل الکتریکی بیشتر از سایر نقاط است؟

به سؤالات زیر پاسخ دهید.

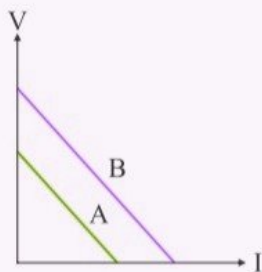
۲۷ چگالی سطحی یک قطره جیوه به شعاع ۱ mm و بار الکتریکی $q = 30 \mu C$ را محاسبه کنید. ($\pi = 3$)

۲۸ اگر ۸ قطره مشابه را به هم بچسبانیم، با فرض آنکه دوباره تشکیل یک کره دهند، چگالی سطحی این کره چقدر خواهد بود؟ ($\pi = 3$)

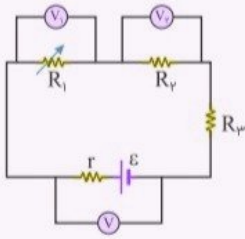
۲۹ عمل مغز اساساً بر مبنای کنش‌ها و فعالیت‌های الکتریکی است. سیگنال‌های عصبی چیزی جز عبور جریان‌های الکتریکی نیست. مغز این سیگنال‌ها را دریافت می‌کند و اطلاعات نیز به صورت سیگنال‌های الکتریکی در امتداد اعصاب گوناگون منتقل می‌شوند. هنگام انجام هر عمل خاصی، سیگنال‌های الکتریکی زیادی تولید می‌شوند. این سیگنال‌ها حاصل کنش الکتروشیمیایی در یاخته‌های عصبی موسوم به نورون هستند. درباره چگونگی کار نورون‌ها تحقیق کنید.



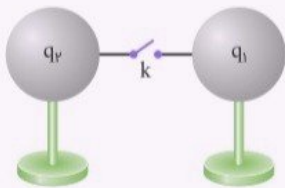
۳۰ نمودار تغییرات ولتاژ دو سر مولدهای A و B بر حسب جریان، مطابق شکل مقابل است. نیروی محرکه و مقاومت درونی دو مولد را باهم مقایسه کنید. (دو خط A و B موازی هستند)



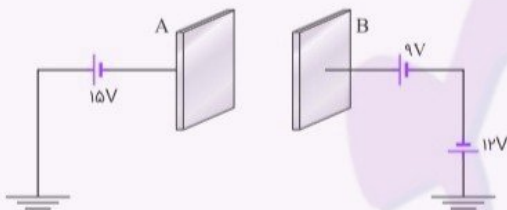
در مدار زیر، مقاومت R را به تدریج افزایش می‌دهیم. مقادیری که هر سه ولت‌سنج آرمانی نشان می‌دهند، چگونه تغییر می‌کند؟



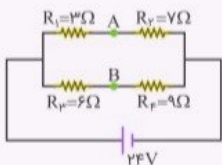
دو کره رسانای مشابه اولی دارای بار $q_1 = +8 \mu C$ و دومی دارای بار $q_2 = -10 \mu C$ بر روی پایه‌های عایقی قرار دارند. این دو کره را با بستن کلید توسط سیم فلزی با مقاومت R به یکدیگر وصل می‌کنیم. $0.001 s$ طول می‌کشد تا دو کره هم‌پتانسیل شوند. جریان متوسطی که در این مدت از سیم می‌گذرد، چقدر و در چه جهتی است؟



مطابق شکل، سه عدد باتری و دو صفحه یک خازن به یکدیگر متصل شده‌اند. اگر دو طرف مجموع باتری‌ها اتصال به زمین شده باشد، $V_A - V_B$ را محاسبه کنید.

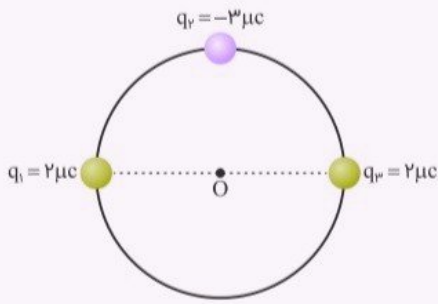


در مدار زیر $V_A - V_B$ چند ولت است؟



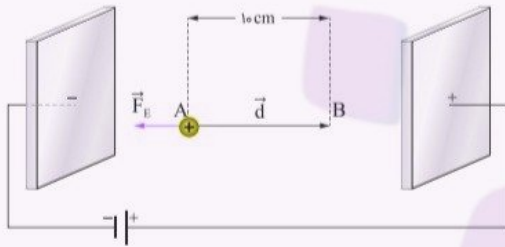
۳۵

بزرگی برآیند میدان الکتریکی را در مرکز دایره (نقطه O) به دست آورید. (شعاع دایره ۳ cm است).
 $(k = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2)$



۳۶

در یک میدان الکتریکی یکنواخت $E = 2/5 \times 10^3 \text{ N/C}$ ، پروتون از نقطه A با سرعت \vec{v}_0 در خلاف جهت میدان الکتریکی پرتاب شده است. پروتون سرانجام در نقطه B متوقف می‌شود. بار پروتون $1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$ و جرم آن $1/67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ است. اگر جای قطب‌های باتری عوض شود و پروتون را در نقطه A از حالت سکون رها کنیم، پروتون با چه تندی‌ای به نقطه B می‌رسد؟

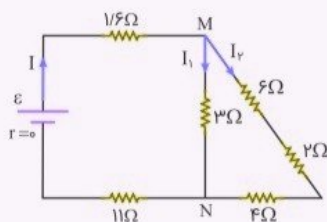


۳۷

ظرفیت خازنی ۱۲ میکروفاراد و بار الکتریکی آن q است. اگر $3/5 \text{ mC}$ بار الکتریکی را از صفحه منفی جدا کرده و به صفحه مثبت منتقل کنیم، انرژی ذخیره شده در خازن به اندازه $8/5 \text{ J}$ زیاد می‌شود. q را محاسبه کنید.

۳۸

در مدار شکل زیر، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۶ اهمی برابر با $2/4 \text{ V}$ است.



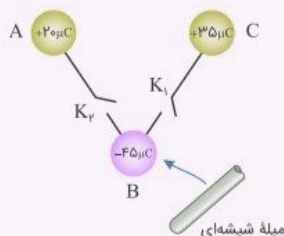
الف $V_M - V_N$ چند ولت است؟

ب جریان گذرنده از باتری چند آمپر است؟

پ نیروی محرکه باتری چند ولت است؟

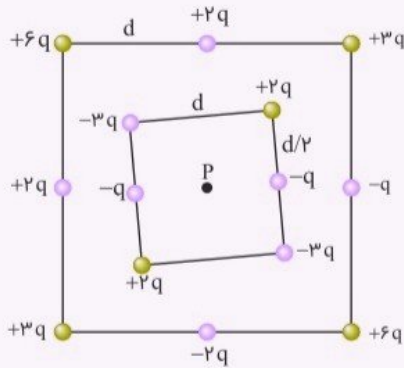
۳۹ نشان دهید در میدان الکتریکی یکنواخت، با حرکت در جهت عمود بر خطوط میدان، پتانسیل الکتریکی تغییر نمی‌کند.

۴۰ مطابق شکل، سه کره رسانای مشابه دارای بارهای مشخص هستند. ابتدا کلید K_1 را می‌بندیم، سپس یک میله شیشه‌ای مالش داده شده را در نزدیکی کره B قرار می‌دهیم. بعد از لحظاتی کلید K_1 را باز می‌کنیم و میله شیشه‌ای را نیز دور می‌کنیم. اینک کلید K_2 را می‌بندیم. باتوجه به مراحل آزمایش، نشان دهید $q_A = q_B$ نهایی $< 7/5 \mu C$.



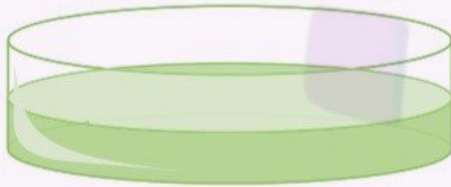
۴۱

شکل زیر دو آرایه مربعی از ذرات باردار را نشان می‌دهد. مربع‌ها که در نقطه P هم‌مرکزند، هم‌ردیف نیستند. ذره‌ها روی محیط مربع به فاصله d یا $\frac{d}{4}$ از هم قرار گرفته‌اند. بزرگی و جهت میدان الکتریکی برآیند در نقطه P چیست؟



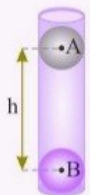
۴۲

درون یک ظرف شیشه‌ای یا پلاستیکی با عمق کم، مقداری پارافین مایع یا روغن کرچک به عمق حدود ۵/۰ cm بریزید و داخل آن دو الکتروند نقطه‌ای قرار دهید. الکترونها را با سیم به پایانه‌های مثبت و منفی یک مولد ولتاژ بالا، مانند مولد وان‌دوگراف وصل کنید. روی سطح پارافین، مقدار کمی بذر چمن یا خاکشیر بپاشید. مولد را روشن کنید. اکنون به سمت‌گیری دانه‌ها در فضای بین دو الکتروند توجه کنید. شکل سمت‌گیری دانه‌ها در این فضا را رسم کنید.



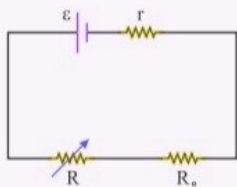
۴۳

در شکل داده شده، ذره‌های باردار A و B درون یک استوانه بدون اصطکاک و در حال تعادل قرار دارند. اگر بار و جرم ذره‌های A و B برابر $q_A = 4 \text{ nC}$ و $m_A = 20 \text{ mg}$ و $q_B = 5 \text{ nC}$ و $m_B = 5 \text{ mg}$ باشد، h چند سانتی‌متر است؟
 $(g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}, k = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2})$



۴۴

در مدار زیر، مقاومت رئوستا را افزایش می‌دهیم.

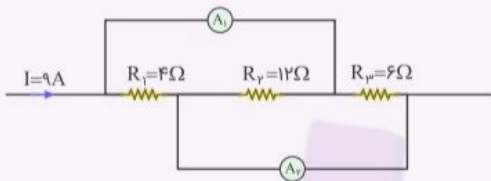


الف مقدار توان تولیدی باتری چگونه تغییر می‌کند؟

ب مقدار توان تلف‌شده در باتری چگونه تغییر می‌کند؟

پ آیا می‌توان درباره نحوه تغییرات توان خروجی باتری اظهار نظر کرد؟

۴۵ در مدار شکل زیر، آمپرسنج‌ها چه عددی را نشان می‌دهند؟



آزمون شبیه ساز نیمسال اول درس : فیزیک	ساعت شروع :	تاریخ امتحان :	مدت امتحان :
نام و نام خانوادگی :	رشته : ریاضی	پایه ی یازدهم دوره ی متوسطه	تعداد صفحات : ۱۲ صفحه
آزمون شبیه ساز + پاسخنامه	جهت دریافت ۷ روز مشاوره و برنامه ریزی رایگان پادینو با شماره 02166906790 تماس بگیرید		
ردیف	پاسخنامه		نمره


فیزیک

۱

اصلی به نام اصل یکتایی در فیزیک وجود دارد. به طور مثال یک نقطه از کره زمین نمی تواند بیش از یک ارتفاع از سطح زمین داشته باشد. یا یک جسم نمی تواند دو جرم متفاوت داشته باشد. از آنجاکه میدان الکتریکی در هر نقطه مماس بر خط میدان در آن نقطه و هم جهت با خطوط میدان است لذا اگر دو خط میدان یکدیگر را در نقطه ای قطع کنند به این معنی است که در آن نقطه دو میدان الکتریکی متفاوت وجود دارد که خلاف اصل یکتایی است.

۲

چون قرار است میدان در نقطه C صفر باشد، پس میدان های ناشی از q_1 و q_2 در این نقطه باید با هم برابر و در خلاف جهت هم باشند (متوازن باشند):



$$E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{k|q_1|}{r_1^2} = \frac{k|q_2|}{r_2^2} \Rightarrow \frac{|q_1|}{\lambda_0^2} = \frac{|q_2|}{\rho_0^2}$$

$$\frac{|q_1|}{|q_2|} = \left(\frac{\lambda_0}{\rho_0}\right)^2 \Rightarrow \frac{|q_1|}{|q_2|} = 16$$

ضمناً چون نقطه C خارج از دو بار قرار دارد، پس یعنی q_1 و q_2 ناهم نام هستند:

$$\frac{q_1}{q_2} = -16$$

۳

انرژی خازن در ابتدا U_1 و پس از جابه جایی بار الکتریکی، U_2 می شود و اختلاف این انرژی را باید مصرف کنیم:

$$U_2 - U_1 = \frac{1}{2} \frac{Q_2^2}{C} - \frac{1}{2} \frac{Q_1^2}{C}$$

$$U_2 - U_1 = \frac{1}{2C} (Q_2^2 - Q_1^2)$$

$$Q_1 = 60 \mu C, Q_2 = 80 \mu C$$

دقت کنید وقتی $+20 \mu C$ بار الکتریکی از صفحه دارای $-60 \mu C$ بار جدا می شود، بار صفحه منفی، $-80 \mu C$ و وقتی $+20 \mu C$ بار الکتریکی به صفحه دارای $+60 \mu C$ بار اضافه شود، بار صفحه مثبت، $+80 \mu C$ می شود. بنابراین:

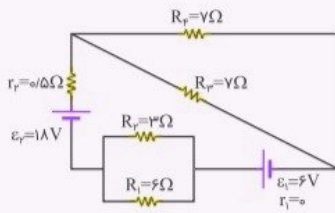
$$\Delta U = \frac{1}{2 \times 10^{-6}} (80^2 - 60^2)$$

$$\Delta U = 2800 \mu J = 2/8 \text{ mJ}$$

توجه: در رابطه $U = \frac{Q^2}{2C}$ ، اگر Q و C را به ترتیب بر حسب μC و μF قرار دهیم، U بر حسب μJ بدست می آید.

۴

چون دو سر مقاومت $R_5 = 7 \Omega$ با سیم به یکدیگر وصل شده (اتصال کوتاه)، عملاً هیچ جریانی از آمپرسنج شماره ۲ نمی‌گذرد و درواقع مقاومت R_5 از مدار حذف می‌شود:



مقاومت‌های R_1 و R_2 موازی هستند و معادل آن‌ها 2Ω می‌شود.

$$\left(\frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{1}{2}\right)$$

مقاومت‌های R_3 و R_4 موازی هستند و معادل آن‌ها $3/5 \Omega$ می‌شود.
از یک نقطه شروع کرده و مدار را دور می‌زنیم:

$$\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{3/5} = \frac{1}{2/5}\right)$$

$$I_1 = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{R_T + r_1 + r_2} = \frac{6 + 18}{(2 + 3/5) + (0 + 0.5)} = \frac{24}{6} = 4 \text{ A}$$

پس آمپرسنج شماره ۱، عدد 4 A را نشان می‌دهد.

اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌های ۳ و ۶ اهمی با اختلاف پتانسیل مقاومت معادل آن‌ها نیز برابر است؛ پس:

$$V = RI = 2 \times 4 = 8 \text{ V}$$

چون مقاومت‌های R_3 و R_4 برابرند، پس جریان $\frac{4}{2} = 2$ آمپر از هر کدام می‌گذرد، پس:

$$U_F = R_F = I^2 t = 7 \times 2^2 \times 90 = 2520 \text{ J}$$

با بستن کلید K ، بار نهایی هر دو کره یکسان می‌شود. از آنجایی که $|q_A| < |q_B|$ است، پس می‌توان نتیجه گرفت بار نهایی و مشابه هر دو کره مثبت خواهد بود. میله شیشه‌ای باردار هم دارای بار مثبت است.
با نزدیک کردن میله شیشه‌ای با بار مثبت، بار جدید کره A مثبت‌تر از بار جدید کره B است. از طرفی بسته به شرایط القا ممکن است همزمان با حفظ شرط گفته شده، کره B مثبت، خنثی یا منفی باشد.
لازم به ذکر است که طبق قانون پایستگی، در تمام شرایط مجموع بارهای جدید بعد از القا با مجموع بارهای قبل از القا برابر خواهند بود.

پاسخ سوالات ۶ تا ۱۰

نادرست

نادرست

درست

نیروی الکتریکی باعث معلق ماندن گوی بالای شده است بنابراین نیروی الکتریکی وارد بر آن برابر با وزن گوی است ($F_E = mg$). بنابراین:

$$m = 2/5 \text{ g} = 2/5 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$r = 1 \text{ cm} = 1 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$F_E = mg \Rightarrow k \frac{q^2}{r^2} = mg \Rightarrow q^2 = \frac{mgr^2}{k}$$

$$\Rightarrow q = \sqrt{\frac{mgr^2}{k}} \Rightarrow q = \sqrt{\frac{2/5 \times 10^{-3} \times 10 \times 10^{-2}}{9 \times 10^9}} = \frac{5}{3} \times 10^{-8} \text{ C}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{12 - 6 - 3}{7 + 2} = \frac{1}{3} \text{ A} \text{ جهت جریان ساعتگرد است}$$

$$P_3 = \varepsilon_3 I - r_3 I^2 = 12 \times \frac{1}{3} - 1 \times \left(\frac{1}{3}\right)^2 = 4 - \frac{1}{9} = \frac{35}{9}$$

$$P_2 = \varepsilon_2 I + r_2 I^2 = 3 \times \frac{1}{3} + 0 = 1 \text{ W}$$

$$P = RI^2 = 7 \times \frac{1}{9} = \frac{7}{9} \text{ W}$$

$$V_A + RI - \varepsilon_3 + r_3 I = V_B \Rightarrow V_A - V_B = 12 - 7 \times \frac{1}{3} - 1 \times \frac{1}{3} = \frac{28}{3} \text{ V}$$

نیروی که تک تک بارهای q_1 و q_2 را بر بار q_3 وارد می‌کنند، قرینه نیرویی است که بار q_3 بر آن‌ها وارد می‌کند. بنابراین:

$$F_{31} = 3\vec{i} + 4\vec{j} \xrightarrow{\text{قرینه}} F_{13} = -3\vec{i} - 4\vec{j}$$

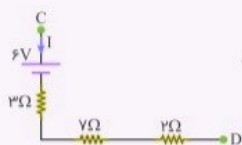
$$F_{32} = 6\vec{i} - 8\vec{j} \xrightarrow{\text{قرینه}} F_{23} = -6\vec{i} + 8\vec{j} \Rightarrow \vec{F}_{T3} = \vec{F}_{13} + \vec{F}_{23} = -9\vec{i} + 4\vec{j}$$

$$\Rightarrow |\vec{F}_{T3}| = \sqrt{9^2 + 4^2} = \sqrt{81 + 16} \Rightarrow |\vec{F}_{T3}| = \sqrt{97} \text{ N}$$

باتوجه به جهت پایانه‌های هر سر باتری، جهت جریان پادساعتگرد خواهد بود.

$$V_B - 12 + 1 \times I = V_A \Rightarrow V_B - V_A = 12 - I = 11/5 \Rightarrow I = 0/5 \text{ A}$$

مقاومت معادل دو مقاومت ۳ و ۶ اهمی ۲ اهم است.



$$V_C - 6 - (3 + 7 + 2) \times 0/5 = V_D \Rightarrow V_C - V_D = 12 \text{ V}$$

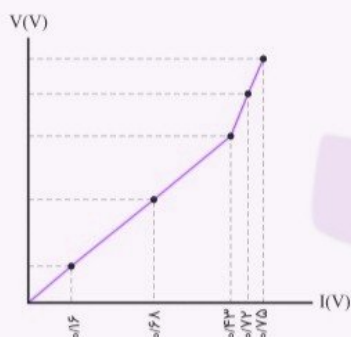
$$V_A = V_B$$

۱۶

در جلوی خودرو دو سنسور به کار گرفته که در دو طرف خودرو و قسمت محفظه چرخها قرار گرفته اند و به وسیله سیم به واحد کنترل مرکزی ارتباط دارند. در هنگام برخورد و ضربه شدید، یک سنسور الکترومکانیکی به کار می افتد و به دستگاه کنترل مرکزی هشدار می دهد. دستگاه کنترل مرکزی، جریان مدار پر شده خازنی را برای سوزاندن سوخت جامدی که در محفظه ایربگ قرار دارد به کار می اندازد. بخار حاصل از گاز تولید شده به سرعت کیسه هوا را پر می کند. همزمان با آن کمر بند ایمنی سفت شده و راننده را به صندلی می چسباند. حسگرهای برخورد به صورت های مختلفی ساخته می شود که یکی از انواع حسگرهای برخورد، شتابسنجها هستند که فقط شتاب منفی را اندازه گرفته و به آن واکنش نشان می دهند. شتابسنجهای خازنی از تغییر در فضای بین صفحه های خازن برای آشکار کردن شتاب استفاده می کنند. به طوری که با یک صفحه متحرک معلق بالای یک صفحه ثابت ظرفیت بین صفحه ها وقتی که صفحه متحرک حرکت کند تغییر خواهد کرد و این تغییر می تواند آشکار شود.

۱۷

در رسم نمودارها، نباید لزوماً محورهای افقی و قائم به یک مقیاس باشند و بسته به داده های هر محور، بازه های مورد نظر را برای آن محور رسم کنید، در هر حال به نموداری مشابه نمودار زیر می رسمیم. همانطور که می بینید تا انتهای بازه سوم تقریباً از قانون اهم پیروی می کند و از آن به بعد خیر.



۱۸

$$V_M - 3 \times 4 + 9 - 1 \times 4 - 1 \times I + 2 = 0 \\ \Rightarrow 6 - 12 + 9 - 4 - I + 2 = 0 \Rightarrow I = 1 \text{ A}$$

$$I' + I = 4 \Rightarrow I' = 3 \text{ A}$$

$$V_N - 12 + 2 \times 3 - 1 \times 1 + 2 = 0 \Rightarrow V_N = 5 \text{ V}$$

۱۹

الف

$$R_{12} = \frac{\lambda \times 12}{\lambda + 12} = 4/8 \Omega, R_{eq} = 2 + 4/8 = 6/8 \Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{24}{6/8 + 1/2} = 3 \text{ A}, V_1 = V_2 \Rightarrow \begin{cases} \lambda I_1 = 12 I_2 \\ I_1 + I_2 = 3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_1 = 1/8 \text{ A} \\ I_2 = 1/2 \text{ A} \end{cases}$$

$$U_1 = R_1 I_1^2 t = 8 \times 1/8^2 \times 50 = 1296 \text{ J}$$

ب

$$P_3 = R_3 I^2 = 2 \times 3^2 = 18 \text{ W}$$

$$P_{\text{مقاومت}} = P_1 + P_2 + P_3 + P_{\text{باتری}}$$

$$\varepsilon I = R_1 I_1^2 + R_2 I_2^2 + R_3 I_3^2 + r I^2$$

$$24 \times 3 = 8 \times 1/8^2 + 12 \times 1/2^2 + 2 \times 3^2 + 1/2 \times 3^2$$

$$72 = 25/92 + 17/28 + 18 + 10/8 \Rightarrow 72 = 72$$

با بستن کلید C دو کره ۱ و ۳ به هم وصل شده و باتوجه به قانون پایستگی بار الکتریکی داریم:

$$q'_1 = q'_3 = \frac{q_1 + q_3}{2} = \frac{160 + (-40)}{2} = +60 \mu C$$

$$q''_1 = q'_2 = \frac{q'_1 + q'_2}{2} = \frac{60 + (-130)}{2} = -35 \mu C$$

بار نهایی کره‌ها پس از بستن کلید A:

$$\Rightarrow \begin{cases} q''_1 = -35 \mu C \\ q'_2 = -35 \mu C \end{cases} \Rightarrow q'_3 = 60 \mu C$$

با بستن همزمان کلیدهای A و C هر سه کره به یکدیگر متصل می‌شوند و بار نهایی آن‌ها یکسان خواهد شد:

$$q'_1 = q'_2 = q'_3 = \frac{q_1 + q_2 + q_3}{3} = \frac{160 + (-130) + (-40)}{3} = -\frac{10}{3} \mu C$$

این حالت شبیه هنگامی است که هر دو کلید A و B همزمان بسته باشند؛ بنابراین بار هر سه کره مشابه و یکسان خواهند شد:

$$q'_1 = q'_2 = q'_3 = \frac{q_1 + q_2 + q_3}{3} = \frac{160 + (-130) + (-40)}{3} = -\frac{10}{3} \mu C$$

ابتدا جریان عبوری از شاخه AMB را حساب می‌کنیم:

$$V_A - 6I_{12} - 9I_{12} = V_B \Rightarrow V_A - V_B = 15I_{12} = 60 \Rightarrow I_{12} = 4 A$$

حال جریان عبوری از شاخه ANB را بدست می‌آوریم:

$$V_A - 2I_{34} - 8I_{34} = V_B \Rightarrow V_A - V_B = 10I_{34} = 60 \Rightarrow I_{34} = 6 A$$

به این ترتیب $V_M - V_N$ را می‌توان حساب نمود:

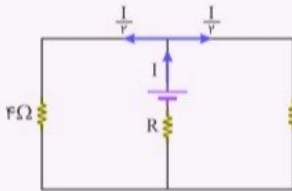
$$V_M + 6I_{12} - 2I_{34} = V_N \Rightarrow V_M - V_N = -6 \times 4 + 2 \times 6 = -12 V$$

$$\left(\frac{1}{8} + \frac{1}{8} = \frac{1}{4}\right)$$

مقاومت‌های ۲ اهمی سری هستند و معادل آن‌ها ۴ اهم می‌شود:

$$(2 + 2 = 4)$$

باتوجه به برابری دو مقاومت ۴ اهمی، جریان مساوی $\frac{I}{2}$ از هر شاخه می‌گذرد. اینک از برابری توان مقاومت R و مقاومت ۲ اهمی استفاده می‌کنیم:



$$4\Omega RI^2 = 2 \times \left(\frac{I}{2}\right)^2 \Rightarrow R = \frac{1}{2} \Omega$$

دقت کنید جریان گذرنده از مقاومت‌های ۸ اهمی، $\frac{I}{4}$ است؛ پس اگر می‌خواستیم توان مقاومت ۸ اهمی را با توان مقاومت R برابر بگیریم، باید بنویسیم:

$$8 \times \left(\frac{I}{4}\right)^2 = RI^2 \Rightarrow \frac{I^2}{2} = RI^2 \Rightarrow R = \frac{1}{2} \Omega$$

چون دو سر ولت‌سنج با یک سیم به هم وصل شده است، پس اختلاف پتانسیل دو سر آن صفر است یا اصطلاحاً اتصال کوتاه شده است؛ پس ولت‌سنج عدد صفر را نشان می‌دهد.

هر چه کلیدهای بیشتری بسته شود، مقاومت‌های موازی بیشتری وارد مدار می‌شود. با افزایش تعداد شاخه‌های موازی، مقاومت مدار کم و در نتیجه جریان عبوری طبق رابطه $I = \frac{\varepsilon}{k+r}$ زیاد می‌شود. از طرفی، طبق رابطه $V = \varepsilon - Ir$ این امر موجب کاهش اختلاف پتانسیل می‌شود. پس نتیجه می‌گیریم با بسته شدن کلیدهای بیشتر، آمپرسنج عددی بزرگ‌تر و ولت‌سنج عددی کوچک‌تر را نشان می‌دهد.

وقتی ۳mC بار الکتریکی از صفحه -q جدا می‌شود و به صفحه +q انتقال پیدا می‌کند بار خازن برابر با ۳mC + q می‌شود. بنابراین:

$$\begin{aligned} U_2 - U_1 &= \lambda \Rightarrow \frac{1}{2} \frac{q_2^2}{C} - \frac{1}{2} \frac{q_1^2}{C} = \lambda \\ \Rightarrow \frac{1}{2} \frac{(q + 3)^2}{C} - \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} &= \lambda \Rightarrow q^2 + 6q + 9 - q^2 = \lambda \times 2 \times 12 \Rightarrow 6q + 9 = \lambda \times 2 \times 12 \\ \Rightarrow 6q &= 3 \times 61 \Rightarrow q = 30/5 \text{ mC} \end{aligned}$$

توجه: در رابطه $U = \frac{q^2}{2C}$ ، اگر q و C را به ترتیب بر حسب μC و μF قرار دهیم، U بر حسب μJ بدست می‌آید.

$$\sigma = \frac{q}{A} = \frac{q}{\pi r^2} = \frac{30 \times 10^{-6}}{4 \times 3 \times (1 \times 10^{-3})^2} = 2.5 \text{ C/m}^2$$

وقتی ۸ قطره جیوه را کنار هم قرار دهیم تا یک قطره کروی جدید حاصل شود. آنگاه حجم کره جدید و بار آن ۸ برابر کره کوچک خواهد بود. بنابراین:

$$V_{\text{جدید}} = 8V_{\text{قدیم}}$$

$$\frac{4}{3}\pi r^3 = 8 \times \frac{4}{3}\pi (1 \times 10^{-3})^3 \Rightarrow r^3 = 8 \times 10^{-9} \Rightarrow r = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\sigma_{\text{جدید}} = \frac{q_{\text{جدید}}}{A_{\text{جدید}}} = \frac{8 \times q}{\pi r_{\text{جدید}}^2} = \frac{8 \times 30 \times 10^{-6}}{4 \times 3 \times (2 \times 10^{-3})^2} = 0.5 \text{ C/m}^2$$

سیستم عصبی انسان متشکل از میلیاردها سلول عصبی (نورون) به علاوه سلول‌های پشتیبانی‌دهنده (نوروکلیا) هستند. نورون‌ها قادرند به محرک‌ها (مانند لامسه، صدا، نور و غیره) پاسخ دهند، امپالس‌ها یا تکانه‌های عصبی را هدایت کنند و با یکدیگر و همچنین با سایر نورون‌ها ارتباط برقرار کنند.

نورون یک سلول قابل تحریک است که سیگنال الکتریکی و شیمیایی را پردازش و منتقل می‌کند. همه سلول‌های عصبی یا نورون‌ها چه حسی باشند، چه حرکتی و چه بزرگ یا کوچک، فعالیتشان هم الکتریکی است و هم شیمیایی. ارسال سیگنال شیمیایی از طریق سیناپس‌ها روی می‌دهد. نورون‌ها اجزای اصلی سیستم عصبی (مغز، نخاع، تانگلیا محیطی) هستند.

نورون‌های حسی و نورون‌های حرکتی: نورون‌های حسی به لامسه، صدا، نور و بسیاری از محرک‌های دیگر که بر روی سلول‌های اندام حسی تأثیر می‌گذارند پاسخ داده و سیگنال‌ها را به نخاع و مغز ارسال می‌کنند. پیام‌های عصبی شیمیایی پس از اینکه از آکسون‌ها به دندریت‌ها منتقل می‌شوند به پیام‌های الکتریکی تبدیل شده و به سایر پیام‌های الکتریکی دریافت‌شده از سیناپس‌های دیگر اضافه و یا از آن کم می‌شوند و در نهایت بر اساس برآیند این پیام‌های الکتریکی در مورد اینکه پیام عصبی به محل دیگری منتقل شود یا خیر تصمیم‌گیری می‌شود.

$$r_A = r_B \quad \epsilon_A < \epsilon_B$$

ابتدا چگونگی تغییر جریان را بررسی می‌کنیم:

$$I = \frac{\epsilon}{R_T + r} \xrightarrow{\text{افزایش } R} \text{کاهش } I$$

$$V = \epsilon - rI \xrightarrow{\text{کاهش } I} V \text{ افزایش مقدار ولتاژ ولت سنج}$$

$$V_2 = R_2 I \xrightarrow{\text{کاهش } I} V_2 \text{ کاهش مقدار ولتاژ ولت سنج}$$

$$V_3 = R_3 I \xrightarrow{\text{کاهش } I} V_3 \text{ کاهش مقدار ولتاژ ولت سنج}$$

در این سؤال با استفاده از رابطه $V_1 = R_1 I$ نمی‌توان در مورد V_1 اظهار نظر کرد، زیرا R_1 افزایش و I کاهش می‌یابد بنابراین نمی‌توان درباره مقدار V اظهار نظر کرد؛ اما با داشتن رابطه $V = V_1 + V_2 + V_3$ می‌توان گفت V افزایش و V_2 کاهش یافته است، پس حتماً V_1 افزایش قابل توجهی داشته است.

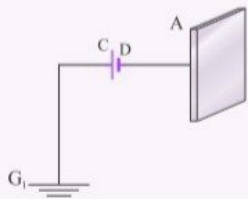
ابتدا مقدار بار مبادله شده را حساب می‌کنیم. سپس به کمک رابطه جریان، اندازه جریان عبوری را از سیم بدست می‌آوریم:

$$\Delta q = \frac{|q_1 - q_2|}{2} = \frac{|\lambda - (-10)|}{2} = 9 \mu C$$

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{9 \times 10^{-6}}{0.001} = 9 \times 10^{-3} \text{ A}$$

جهت حرکت الکترون از سمت کره منفی (q_2) به کره مثبت است و جهت جریان قراردادی خلاف جهت حرکت الکترون است.

پتانسیل الکتریکی در محل اتصال به زمین صفر است.



$$\begin{aligned} V_{G1} = 0 &\Rightarrow V_C = 0 \Rightarrow V_C - V_D = 15 \Rightarrow V_D = -15 \text{ V} \Rightarrow V_A = - \\ V_{G2} = 0 &\Rightarrow V_E = 0 \Rightarrow V_E - V_F = 12 \Rightarrow V_F = -12 \text{ V} \Rightarrow V_M = - \\ G2 \Rightarrow V_M - V_N &= -9 \Rightarrow V_N = -3 \text{ V} \Rightarrow V_B = -3 \text{ V} \end{aligned}$$

$$V_A - V_B = -15 - (-3) = -12 \text{ V}$$

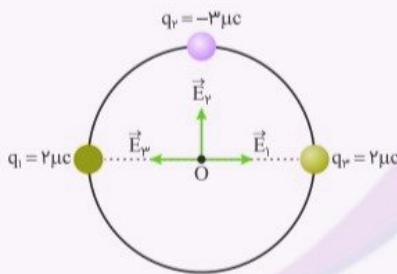
$$\begin{aligned} R_{12} &= 3 + 7 = 10 \Omega \\ R_{34} &= 6 + 9 = 15 \Omega \end{aligned} \Rightarrow R_{eq} = \frac{10 \times 15}{10 + 15} = 6 \Omega$$

$$V = RI \Rightarrow 24 = 6I \Rightarrow I = 4 \text{ A}$$

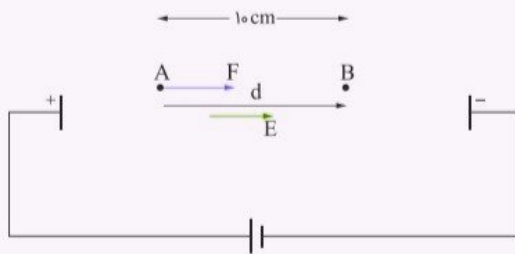
$$V_{12} = V_{34} \Rightarrow 10I_1 = 15I_2 \Rightarrow \begin{cases} I_1 = 1/5 I_2 \\ I_1 + I_2 = 4 \end{cases} \Rightarrow \begin{aligned} I_1 &= 2/4 \text{ A} \\ I_2 &= 1/6 \text{ A} \end{aligned}$$

$$V_A + 3I_1 - 6I_2 = V_B \Rightarrow V_A - V_B = -3 \times 2/4 + 6 \times 1/6 = 2/4 \text{ V}$$

میدان الکتریکی برآیند در نقطه O برابر جمع برداری سه میدان حاصل از بارهای q_1 و q_2 و q_3 است. بارهای q_1 و q_2 برابر و در فاصله یکسان از O هستند. دو بردار \vec{E}_1 و \vec{E}_3 یکدیگر را خنثی می‌کنند. پس برآیند میدان‌ها همان \vec{E}_2 است.



$$E = \frac{kq_2}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-6}}{(3 \times 10^{-2})^2} = \frac{27 \times 10^3}{9 \times 10^{-4}} = 3 \times 10^7 \text{ N/C} = E_T$$



$$\Delta U = -W \Rightarrow \Delta U = -|q|Ed \cos \theta = -W$$

پس:

$$-W = -1/6 \times 10^{-19} \times 2 \times 10^3 \times 0/1 \times \cos 0^\circ \Rightarrow W = 3/2 \times 10^{-17}$$

طبق قضیه کار و انرژی:

$$W = \Delta K \Rightarrow W = K_f - K_i$$

چون $v_i = 0$ پس $K_i = 0$ لذا:

$$3/2 \times 10^{-17} = \frac{1}{2} m v_f^2 \Rightarrow 3/2 \times 10^{-17} = \frac{1}{2} \times 1/67 \times 10^{-27} v_f^2$$

$$\Rightarrow v_f^2 = \frac{6/4 \times 10^{-17}}{1/67 \times 10^{-27}} = 3/83 \times 10^{10}$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{3/83 \times 10^{10}} = 1/96 \times 10^5 \text{ m/s}$$

$$U_i = \frac{q^2}{2C}, U_f = \frac{(q + \Delta q)^2}{2C}, \Delta q = +3 \times 10^{-6} \text{ mC}$$

پس:

$$\Delta U = U_f - U_i = \frac{(q + \Delta q)^2}{2C} - \frac{q^2}{2C} = \frac{\Delta q^2 + 2q\Delta q}{2C}$$

$$\Rightarrow \Delta = \frac{(3 \times 10^{-6})^2 + 2q \times 3 \times 10^{-6}}{2 \times 12 \times 10^{-6}}$$

$$\Rightarrow \Delta = \frac{9 \times 10^{-12} + \frac{2q \times 3 \times 10^{-6}}{24 \times 10^{-6}}}{24 \times 10^{-6}}$$

$$\Rightarrow \Delta = 0/375 + 0/25 \times 10^3 q$$

$$\Rightarrow q = 3/05 \times 10^{-3} \text{ C}$$

الف

$$V = RI_f \Rightarrow 2/4 = 6I_f \Rightarrow I_f = 0/4 \text{ A}$$

$$V_M - V_N = (6 + 2 + 4)I_f = 12 \times 0/4 = 3/1 \text{ V}$$

ب

$$V_M - V_N = RI_1 \Rightarrow 3/1 = 3I_1 \Rightarrow I_1 = 1/6 \text{ A}$$

$$\Rightarrow I_{\text{کل}} = I_1 + I_f = 1/6 + 0/4 = 2 \text{ A}$$

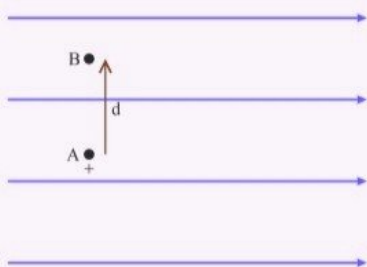
پ

$$\frac{1}{3} + \frac{1}{12} = \frac{5}{12} \Rightarrow R_{eq} = 1/6 + \frac{12}{5} + 11 = 15 \Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow 2 = \frac{F}{15 + 0} \Rightarrow \varepsilon = 30 \text{ V}$$

$$\Delta U = -W$$

پس باتوجه به شکل برای یک بار مثلاً مثبت خواهیم داشت:



$$\Delta U = -|q|Ed \cos 90^\circ = -|q|Ed \times 0 \Rightarrow \Delta U = 0$$

در نتیجه طبق تعریف اختلاف پتانسیل الکتریکی داریم:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow \Delta V = 0$$

پس در میدان الکتریکی یکنواخت، با حرکت در جهت عمود بر خطوط میدان، پتانسیل الکتریکی تغییر نمی‌کند.

با بستن کلید K_1 خواهیم داشت: ۴۰

$$q'_B = q'_C = \frac{-45 + 35}{2} = -5 \mu C$$

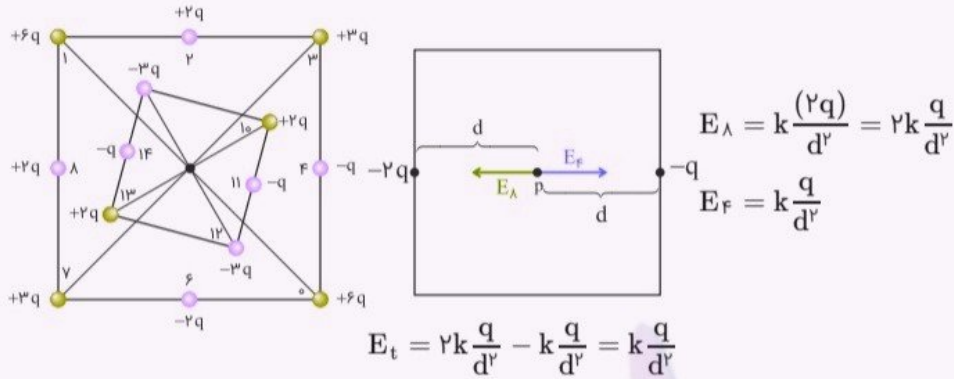
با نزدیک شدن میله شیشه‌ای باردار که مثبت است، بار کره B از $-5 \mu C$ کوچک‌تر می‌شود، مثلاً به $(-5 |q|) \mu C$ می‌رسد. حالا با باز شدن K_1 و دور کردن میله، این بار در کره B حبس می‌شود. اینک با بستن K_2 خواهیم داشت:

$$q'_A = q''_B = \frac{q_A + q'_B}{2} = \frac{20 + (-5 - |q|)}{2} = \frac{15 - |q|}{2} = 7.5 - \frac{|q|}{2}$$

و قطعاً $7.5 - \frac{|q|}{2} < 7.5$ خواهد بود، پس:

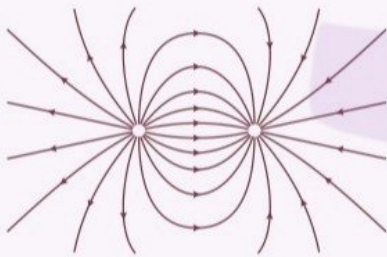
$$q_A \text{ نهایی} = q_B \text{ نهایی} < 7.5 \mu C$$

بارهای الکتریکی که به صورت متقارن روی محیط مربعها قرار گرفته اند، میدان یکدیگر را خنثی می کنند، یعنی:
 E_1 با E_5 , E_2 با E_6 , E_3 با E_7 , E_4 با E_8 , E_9 با E_{10} , E_{11} با E_{13} و E_{14} خنثی می شود و فقط E_A و E_F باقی می ماند. که مطابق شکل دوم می شود.



و میدان کل خواهد شد:

سمت گیری دانه ها، خطوط میدان الکتریکی حاصل از یک دوقطبی الکتریکی را نشان می دهد که در شکل زیر رسم شده است.



The diagram shows a sphere of mass m suspended by a string. The forces acting on it are tension F and gravity mg . The equilibrium condition is given by:

$$F = mg \Rightarrow \frac{kq_A q_B}{h^2} = m_A g$$

$$\Rightarrow \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-9} \times 5 \times 10^{-9}}{h^2} = \frac{20 \times 10^{-6} \times 10}{1} \Rightarrow h^2 = 9 \times 10^{-6}$$

$$\Rightarrow h = 3 \times 10^{-3} \text{ m} = 3 \text{ cm}$$

توان تولیدی باتری کاهش می یابد: $\epsilon I = P_{\text{باتری}}$ \Rightarrow کاهش I : با افزایش R

$$I = \frac{\epsilon}{(R + R_0) + r}$$

توان تلف شده در باتری کاهش می یابد $\xrightarrow{\text{با کاهش } I} r I^2 = P_{\text{تلف شده باتری}}$

$$۱) P_{\text{تلف شده}} - P_{\text{تولیدی}} = P_{\text{خروجی}}$$

چون هر دو نوع توان کاهش یافته است، پس لزوماً نمی‌توان در مورد تفاضل آن‌ها اظهار نظر کرد که آیا کاهش، افزایش و یا ثابت مانده است.

$$۲) P_{\text{خروجی}} = R_{eq} I^2 \xrightarrow[\text{کاهش } I]{\text{افزایش } R_{eq}}$$

باز هم نمی‌توان درباره توان خروجی اظهار نظر کرد.

باتوجه به اینکه هر سه مقاومت موازی هستند، جریان گذرنده از هر مقاومت به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{4} + \frac{1}{12} + \frac{1}{6} = \frac{1}{2} \Rightarrow R_{eq} = 2 \Omega$$

$$V_1 = V_{23} \Rightarrow \begin{cases} 4I_1 = 4I_{23} \\ I_1 + I_{23} = 9 \end{cases} \Rightarrow I_1 = I_{23} = 4.5 \text{ A}$$

$$V_2 = V_3 \Rightarrow \begin{cases} 12I_2 = 6I_3 \\ I_2 + I_3 = 4.5 \end{cases} \Rightarrow \begin{matrix} I_2 = 1.5 \text{ A} \\ I_3 = 3 \text{ A} \end{matrix}$$

از قانون انشعاب استفاده می‌کنیم و جریان گذرنده از هر آمپرسنج را به دست می‌آوریم:

