۱- بار ذخیره شده در باتری‌های اتومبیل را معمولاً با آمپر-ساعت مشخص می‌کنند. منظور از این اصطلاح بیشینه‌ی بار الکتریکی است که در باتری ذخیره می‌شود. اگر بار الکتریکی باتری یک اتومبیل ۶۰ آمپر ساعت باشد و در مدت ۱۰ ساعت از آن جریان بگیریم، شدت جریان متوسط را برآورد کنید.

شدت جریان متوسط مدار برابر ۶ آمپر می‌باشد.

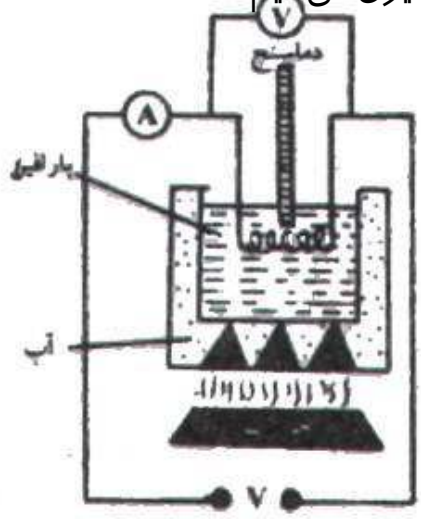
$$\begin{cases}\Delta q = ۶۰ \text{ آمپر ساعت}\\ \Delta t = ۱۰ \text{ ساعت}\\ \bar{I} = \frac{q}{t} \Rightarrow \bar{I} = \frac{۶۰}{۱۰} = ۶A\end{cases}$$

۲- طول و قطر سیم مسی A به ترتیب دو برابر قطر و طول سیم مسی B است. مقاومت سیم A چند برابر مقاومت سیم B است؟

$$\begin{cases}\frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho}{\rho} \times \frac{L_A}{L_B} \times \frac{\pi r_B^{۲}}{\pi r_A^{۲}}\\ \frac{R_A}{R_B} = ۱ \times \frac{۲}{۱} \times \frac{۱}{۴} = \frac{۱}{۲}\end{cases}$$

۳- آزمایشی برای اندازه‌گیری مقاومت ویژه‌ی فلز طراحی کنید و توضیح دهید که چگونه می‌توانید دقت اندازه‌گیری را افزایش دهید.

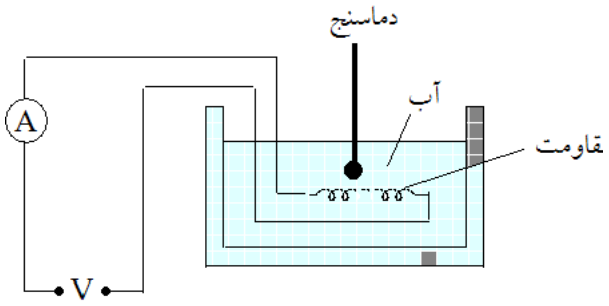
در شکل مقابل قطعه‌ی رسانایی را که می‌خواهیم مقاومت ویژه‌ی آن را اندازه‌گیری کنیم، داخل ظرف حاوی پارافین قرار می‌دهیم و دو سر آن را به اختلاف پتانسیل V وصل می‌کنیم و شدت جریان مدار را اندازه‌گیری می‌کنیم. سپس با داشتن طول رسانا و سطح مقطع رسانا از رابطه‌ی $R = \frac{\rho L}{A}$ مقاومت ویژه‌ی رسانا را در دمای صفر و دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری می‌کنیم.



$$\begin{cases}V = ۱۲V\\ I = ۰/۳\\ R = \frac{V}{I} \Rightarrow R = \frac{۱۲}{۰/۳} = ۴۰\Omega\end{cases} \quad \text{مقاومت رسانا}$$

$$\begin{cases}R = \rho \frac{L}{A}\\ A = ۰/۱ mm^{۲} = ۱۰^{-۷} m^{۲}\\ L = ۴m\\ R = ۴۰\Omega \Rightarrow ۴۰ = \rho = ۱۰^{-۶} \Omega m\end{cases}$$

۴- آزمایشی طراحی کنید که با آن بتوان درستی رابطه‌ی $U = RI^2 t$ را تحقیق کرد.



در ظرفی مقدار ٤ لیتر آب ۲۰ درجه سانتی‌گراد ریخته و یک گرم‌کن با مقاومت $R = ۲۰۰\Omega$ را داخل آب قرار می‌دهیم. اگر تبادل گرمایی با محیط برابر صفر باشد، در مدت ۵ دقیقه آب به جوش می‌آید. مقدار گرمایی که آب دریافت می‌کند، تقریباً برابر مقدار انرژی الکتریکی است که مقاومت آزاد می‌کند. اگر جریان مدار برابر ۴/۷۵ آمپر باشد، می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} Q = mc\Delta\theta \\ Q = ۴ \times ۴۲۰۰ \times ۸۰ = ۱/۳۴ \times ۱۰^{۶} J \\ U = RI^{۲}t = ۲۰۰(۴/۷۵)^{۲} \times ۳۰۰ = ۱/۳۵ \times ۱۰^{۶} J \end{cases}$$

۵- در دو سر یک سیم نیکروم (آلیاژ کروم و نیکل) به طول ۵ متر و سطح مقطع ۰/۴ میلی‌مترمربع، اختلاف پتانسیل ۲۰۰ ولت را برقرار کرده‌ایم. در هر نیم‌ساعت چند کیلوژول انرژی الکتریکی در این سیم به انرژی درونی تبدیل می‌شود؟ مقاومت ویژه‌ی نیکروم Ωm $^{-۶}$ ۱۰ × ۱ است.

$$\begin{cases} R = \rho\dfrac{L}{A} \\ \rho = ۱۰۰ \times ۱۰^{-۸}\Omega m \Rightarrow R = ۱۰۰ \times ۱۰^{-۸}\dfrac{۵}{۰/۴ \times ۱۰^{-۶}} = ۱۲/۵\Omega \end{cases}$$

$$\begin{cases} U = RI^{۲}t = \dfrac{V^{۲}}{R} \times t \\ U = \dfrac{(۲۰۰)^{۲}}{۱۲/۵} \times (۳۰ \times ۶۰) \Rightarrow U = ۵/۷۶ \times ۱۰^{۶} J \end{cases}$$

۶- انرژی الکتریکی مصرفی این لامپ هنگامی که به ولتاژ ۲۲۰ ولت متصل است، در مدت ۱۰ ساعت چند کیلووات ساعت است؟

$$\begin{cases} P = \dfrac{U}{t} \Rightarrow U = Pt \\ P = ۱۰۰W = ۰/۱kW \\ t = ۱۰h \Rightarrow U = ۰/۱ \times ۱۰ = ۱kWh \end{cases}$$

۷- اگر این لامپ به اختلاف پتانسیل ۱۸۰ ولت وصل شود، با فرض ثابت ماندن مقاومت توان مصرفی آن چه‌قدر می‌شود؟

$$\begin{cases} P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 \times \frac{R_1}{R_2} \\ R_1 = R_2 \Rightarrow \frac{P_2}{100} = \left(\frac{180}{220}\right)^2 \times 1 \Rightarrow P_2 = 67W \end{cases}$$

توان مصرفی لامپ به هنگام کار کردن با اختلاف پتانسیل ۱۸۰ ولت و با فرض ثابت ماندن مقاومت آن برابر ۶۷ وات خواهد بود.

۸- با استفاده از قانون پایستگی بار، توضیح دهید چرا در مدار تک حلقه شدت جریان در همه‌ی قسمت‌های مدار یکسان است؟

مدار تک حلقه مدار بسته‌ای است که نیروی محرکه‌ی پیل‌ها باعث شارش الکترون‌ها در مدار می‌گردد. الکترون‌های آزاد رسانا در میدان الکتریکی تحت تأثیر میدان الکتریکی شروع به حرکت می‌کنند. این جریان مانند جریان آب در مسیر بسته‌ی مدار حرکت می‌کند و الکترون‌های آزاد از یک نقطه به نقطه‌ی دیگر جابه‌جا می‌شوند. در این صورت شارش الکترون‌ها از هر مقطع مدار مقدار ثابتی خواهد بود که این اساس پایستگی بار الکتریکی در مدار بسته می‌باشد.

۹- وقتی باتری اتومبیل فرسوده می‌شود، مقاومت درونی آن افزایش می‌یابد. چرا این باتری نمی‌تواند اتومبیل را روشن کند؟

با فرسوده شدن باتری اتومبیل مقاومت باتری در مقابل جریان بیشتر می‌شود. در این صورت با توجه به رابطه‌ی ($V = Ir$ افت پتانسیل) افت پتانسیل پیل بیشتر خواهد شد و اختلاف پتانسیل دو سر مدار نمی‌تواند موتور اتومبیل را روشن کند. $(V) = \varepsilon - Ir$ اختلاف پتانسیل دو سر مدار

۱۰- می‌دانیم که نیروی محرکه‌ی یک باتری اتومبیل ۱۲ ولت و نیروی محرکه‌ی هر باتری قلمی ۱/۵ ولت است. به‌نظر شما، اگر ۸ باتری قلمی را به‌طور متوالی به هم وصل کنیم (یعنی پایانه‌ی مثبت یکی را به‌طور پی‌درپی به پایانه‌ی منفی دیگری وصل کنیم) تا نیروی محرکه‌ی کل آن‌ها ۱۲ ولت شود، آیا با این مجموعه می‌توان اتومبیل را روشن کرد؟ چرا؟

خیر؛ زیرا اولاً: باتری‌های قلمی انرژی الکتریکی مورد نیاز را ندارند. ثانیاً: باتری‌های قلمی در مقابل جریان زیاد افت پتانسیل زیادی نشان می‌دهند و نمی‌توان به وسیله‌ی آن‌ها موتور اتومبیل را روشن کرد.

۱۱- می‌خواهیم تعدادی لامپ ۱۲ ولتی و ۲۶ واتی را با برق ۱۸۰ ولت روشن کنیم. چند عدد از این لامپ‌ها را به‌طور متوالی به هم ببندیم تا بدون آن‌که بسوزند، توان مصرفی هر کدام همان ۲۶ وات باشد؟

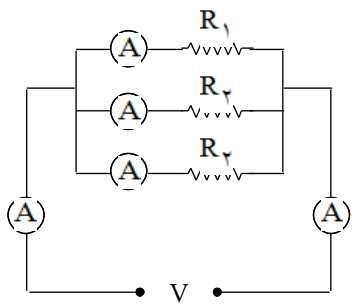
مقاومت لامپ‌ها ثابت و جریانی که از هر لامپ می‌گذرد مقداری ثابت و برابر جریان معادل است، زیرا اتصال لامپ‌ها به‌صورت متوالی است.

$$I = \frac{P_۱}{V_۱} = \frac{۲۶}{۱۲}A$$

$$P_۱ = \frac{V_۱^۲}{R} \Rightarrow R = \frac{۱۴۴}{۲۶}\Omega$$

$$\left.\begin{array}{l} V_۲ = nIR \\ V_۲ = ۱۸۰V \end{array}\right\} \Rightarrow ۱۸۰ = n \times \frac{۲۶}{۱۲} \times \frac{۱۴۴}{۲۶} \Rightarrow n = ۱۵$$

۱۲- آزمایشی طراحی کنید که درستی رابطه‌ی $I = I_۱ + I_۲ + I_۳$ را نشان دهد.



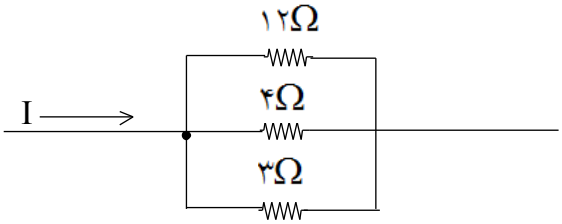
مطابق شکل سه مقاومت را به صورت موازی به هم اتصال می‌دهیم و مجموعه را به اختلاف پتانسیل V وصل می‌کنیم. در دو طرف مجموعه آمپرمترها اعداد ثابتی را نشان می‌دهند که برابر مجموع اعداد نشان داده توسط آمپرمترهای ۱ و۲ و۳ می‌باشد.

۱۳- نشان دهید وقتی دو مقاومت به‌طور موازی به یک‌دیگر وصل شوند، نسبت شدت جریان‌های آن‌ها به نسبت وارون مقاومت‌هاست.

وقتی دو مقاومت را به صورت موازی به هم اتصال می‌دهیم، اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها با هم برابر می‌شود.

$$\left\{\begin{array}{l} V_۱ = V_۲ \\ I_۱R_۱ = I_۲R_۲ \Rightarrow \frac{I_۱}{I_۲} = \frac{R_۲}{R_۱} \end{array}\right.$$

۱۴- در شکل زیر قسمتی از یک مدار را مشاهده می‌کنید. اگر توان مصرفی در مقاومت ۱۲ اُهمی ۳ وات باشد، شدت جریان در مقاومت‌های ۴Ω و ۳Ω و شدت جریان کل چه‌قدر است؟



ابتدا اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۳ اهمی را به‌دست می‌آوریم.

$$\begin{cases} P_۱ = \dfrac{V^۲}{R_۱} \\ P_۱ = ۳W \Rightarrow ۳ = \dfrac{V^۲}{۱۲} \Rightarrow V = ۶V \end{cases}$$

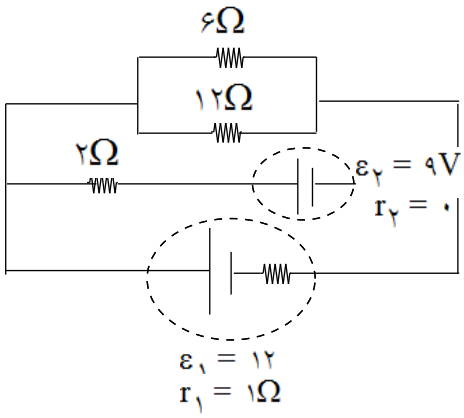
اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌ها با هم برابر است، زیرا اتصال آن‌ها موازی است.

$$\frac{۱}{R_۱} = \frac{۱}{۳} + \frac{۱}{۴} + \frac{۱}{۱۲} \Rightarrow R_t = ۱/۵\Omega$$

$$I_۱ = \frac{V}{R_۱} = \frac{۶}{۱۲} = ۰/۵A \qquad I_۲ = \frac{V}{R_۱} = \frac{۶}{۴} = ۱/۵A \qquad I_۳ = \frac{V}{R_۳} = \frac{۶}{۳} = ۲A$$

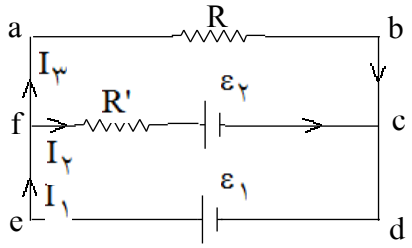
$$I_t = \frac{V}{R_t} = \frac{۶}{۱/۵} = ۴A \quad \text{و یا} \quad \begin{cases} I_t = I_۱ + I_۲ + I_۳ \\ I_t = ۰/۵ + ۱/۵ + ۲ = ۴A \end{cases}$$

۱۵- در مدار شکل زیر شدت جریان را در هر شاخه محاسبه کنید.



ابتدا مقاومت معادل دو مقاومت ۶ اهمی و ۱۲ اهمی را به دست می‌آوریم.

$$R = \frac{۶ \times ۱۲}{۶ + ۱۲} = ۴\Omega$$



الف) در چرخه abdea (جریان ساعتگرد)

$$\begin{cases} V_a - I_۳R + \varepsilon_۱ - I_۱ r_۱ = V_a \\ -۴I_۳ + ۱۲ - I_۱ = ۰ \end{cases} \Rightarrow I_۱ + ۴I_۳ = ۱۲$$

ب) در چرخه fcdef (جریان ساعتگرد)

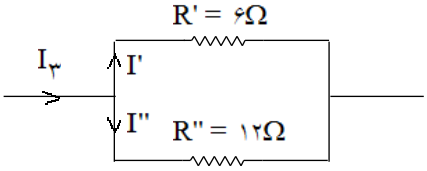
$$\begin{cases} V_f - I_۲R' - \varepsilon_۱ - I_۱ r_۱ = V_f \\ -۲I_۲ - ۹ + ۱۲ - I_۱ = ۰ \end{cases} \Rightarrow I_۱ + ۲I_۲ = ۱/۵A$$

با توجه به این‌که $I_۱ = I_۲ + I_۳$ می‌توان به جای $I_۱$ مقدار قرار داد:

$$\begin{cases} I_۱ + ۴I_۳ = ۱۲ \\ I_۱ + ۲I_۲ = ۳ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} ۵I_۳ + I_۲ = ۱۲ \\ ۳I_۲ + I_۳ = ۳ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_۲ = \frac{۳}{۱۴}A \\ I_۳ = \frac{۳۳}{۱۴}A \\ I_۱ = \frac{۳۶}{۱۴}A \end{cases}$$

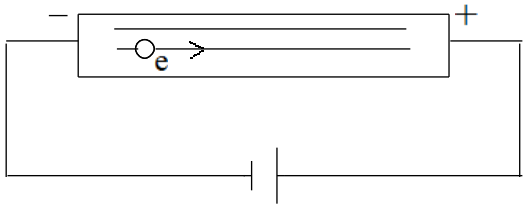
جریان در مقاومت‌های موازی ۶Ω و ۱۲Ω به نسبت عکس مقاومت‌ها می‌باشد.

$$\begin{cases} I_۳ = ۳A \\ \frac{I'}{I''} = \frac{۱۲}{۶} = ۲ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I' = ۲A \\ I'' = ۱A \end{cases}$$

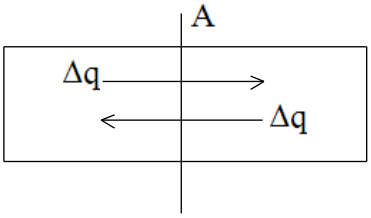


۱۶- شارش بار در هر مقطع رسانا را هنگام اعمال میدان الکتریکی در دو سر رسانا و موقع عدم حضور میدان مقایسه کنید. تغییر دما در هریک از این وضعیت‌ها چه اثری بر آهنگ شارش بار دارد؟

وقتی دو سر یک رسانا را به اختلاف پتانسیل V وصل می‌کنیم، داخل رسانا میدان الکتریکی ایجاد می‌شود. این میدان الکتریکی بر الکترون‌های آزاد رسانا نیرو وارد کرده و آن‌ها را وادار به حرکت می‌کند، الکترون‌ها در خلاف جهت میدان الکتریکی شروع به حرکت می‌کنند و این اثر، عامل شارش بار الکتریکی در رسانا می‌باشد.

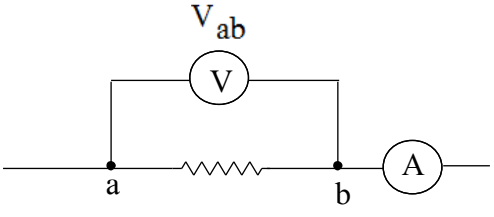


وقتی در رسانا میدان الکتریکی نباشد یعنی رسانا به اختلاف پتانسیل V وصل نباشد، الکترون‌های آزاد رسانا به حالت کاتوره‌ای در رسانا حرکت می‌کنند و در رسانا حرکت می‌کنند و در هر مقطع تعداد الکترون‌هایی که به سمت چپ می‌روند برابر تعداد الکترون‌هایی است که به سمت راست می‌روند و همواره مقدار بار الکتریکی عبوری از هر مقطع برابر صفر می‌شود.



وقتی دمای رسانا افزایش می‌یابد در حالت اول که رسانا به اختلاف پتانسیل V وصل است مشاهده می‌کنیم شارش بارهای الکتریکی از مقطع کمتر می‌شود، زیرا با افزایش دما مقاومت الکتریکی رسانا افزایش می‌یابد. اما در حالتی که رسانا به اختلاف پتانسیل V وصل نیست، با افزایش دما سرعت جابه‌جا شدن الکترون‌های آزاد در رسانا بیشتر می‌شود، ولی باز هم مقدار بار الکتریکی عبوری از هر مقطع سیم برابر صفر خواهد بود.

۱۷- مناسب‌ترین ولت‌سنج برای اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل در یک مدار چه ویژگی‌ای باید داشته باشد؟ اگر ولت‌سنج مناسب نباشد، آن‌چه اندازه‌گیری می‌شود با اندازه‌ی واقعی چه تفاوتی دارد؟ سؤال بالا را درمورد آمپرسنج مناسب هم بررسی کنید.



ولت‌سنج به طور موازی در مدار بسته می‌شود و اختلاف پتانسیل دو سر مدار بسته می‌شود و اختلاف پتانسیل دو سر مدار را اندازه‌گیری می‌کند و نباید از آن جریانی عبور کند، در این‌صورت ولت‌سنج ایده‌ال دارای مقاومت الکتریکی بسیار زیادی است که از آن جریانی عبور نمی‌کند. اگر ولت‌سنج مناسب نباشد، از آن جریان الکتریکی عبور می‌کند و اختلاف پتانسیل دو سر مدار را درست نشان نمی‌دهد. آمپرسنج به طور متوالی در مدار بسته می‌شود و شدت جریان الکتریکی مدار را اندازه‌گیری می‌کند. در این‌صورت آمپرسنج باید مقاومت الکتریکی بسیار کمی داشته باشد تا در مدار افت پتانسیل ایجاد نکند.

۱۸- قانون اهم رابطه‌ی مقاومت را با شدت جریان و ولتاژ بیان می‌کند $R = \frac{V}{I}$. توضیح دهید اگر ولتاژ افزایش یا کاهش یابد مقدار R تغییر می‌کند؟

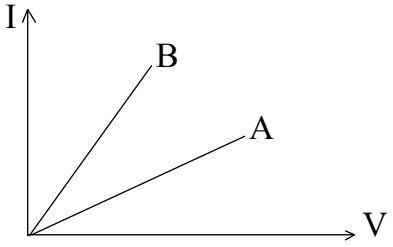
خیر، زیرا مقاومت الکتریکی رسانا با توجه به رابطه $\left(R = \frac{\rho L}{A}\right)$؛ به مشخصات رسانا بستگی دارد و به اختلاف پتانسیل دو سر رسانا بستگی ندارد. در این‌صورت افزایش و یا کاهش ولتاژ در مقدار R تأثیری ندارد.

۱۹- با توجه به جدول زیر، بنویسید که کدام ماده را برای ساختن وسایل گرماده نظیر اتو و سماور و کدام ماده را برای سیم رابط پیشنهاد می‌کنید؟

رسانا	مقاومت ویژه Ωm	ضریب دمایی K^{-1}
نقره	$۱/۵۹ \times ۱۰^{-۸}$	۰/۰۰۶۱
مس	$۱/۶۸ \times ۱۰^{-۸}$	۰/۰۰۶۸
آلومینیوم	$۲/۶۵ \times ۱۰^{-۸}$	۰/۰۰۴۲۹
تنگستن	$۵/۶ \times ۱۰^{-۸}$	۰/۰۰۴۵
آهن	$۹/۷ \times ۱۰^{-۸}$	۰/۰۰۶۵۱
آلیاژ کرم ونیکل	۱۰۰×۱۰^{-۸}	۰/۰۰۰۴

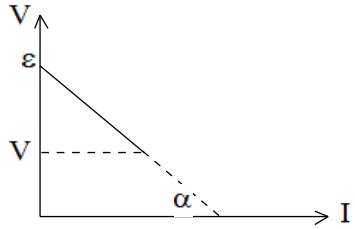
با توجه به رابطه $R = \frac{\rho L}{A}$ هر چه مقاومت ویژه‌ی رسانا بیشتر باشد، مقاومت اهمی آن نیز زیاد خواهد بود و می‌تواند انرژی گرمایی بیشتری را تولید کند. با توجه به جدول، آلیاژ کروم و نیکل بیشترین مقاومت ویژه را دارند و برای ساختن سیم برای سماور و اتو پیشنهاد می‌گردد.

۲۰- شکل زیر نمودار $I- V$ را برای دو نوع رسانا نشان می‌دهد. مقاومت کدام‌یک بیش‌تر است؟



در نمودار تغییرات جریان به اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت با توجه به رابطه‌ی $I = \frac{V}{R}$، شیب نمودار، عکس مقاومت رسانا می‌باشد. در این‌صورت در شکل فوق هر چه شیب نمودار کمتر باشد، مقاومت رسانا بیشتر است. پس مقاومت رسانای A بیشتر از مقاومت رسانای B است، زیرا شیب نمودار A کمتر از نمودار B می‌باشد.

۲۱- نمودار تغییرات ولتاژ دوسر مولد را برحسب شدت جریانی که از آن می‌گذرد به‌طور کیفی رسم کنید.



$V = \varepsilon - Ir$ (با افزایش جریان مقدار V کم می‌شود)

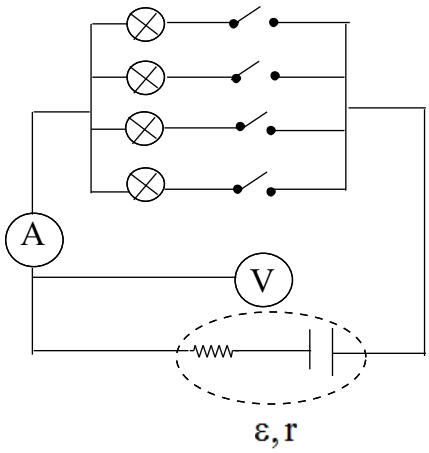
طبق رابطه‌ی زیر در نمودار $V - I$ هر چه قدر مطلق شیب نمودار بیشتر باشد، مقاومت درونی پیل بیشتر است.

$$\tan\alpha = \frac{V - \varepsilon}{I} = \frac{-Ir}{I} = -r$$

۲۲- لامپ های یک درخت زینتی، به‌طور متوالی متصل شده‌اند. اگر یکی از لامپ‌ها بسوزد، چه اتّفاقی می‌افتد؟

تمام لامپ‌ها خاموش می‌شوند، زیرا در اتصال متوالی هرگاه یکی از لامپ‌ها بسوزد، جریان اصلی قطع می‌شود و تمام لامپ‌ها خاموش می‌شوند.

۲۳- 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، اعدادی که آمپرسنج و ولت‌سنج نشان می‌دهند، چه تغییری می‌کند؟



در یک مدار وقتی مقاومت‌ها به صورت موازی بسته شوند، مقاومت معادل کم می‌شود. در اینجا وقتی کلیدها را به ترتیب به دنبال هم یکی پس از دیگری می‌بندیم، مقاومت‌ها به صورت موازی در مدار قرار می‌گیرند و هر بار مقاومت معادل کمتر می‌شود که باعث افزایش جریان در مدار اصلی می‌گردد و آمپرسنج عدد بیشتری را نشان می‌دهد. از طرف دیگر با افزایش جریان در شاخه اصلی با توجه به رابطه زیر افت پتانسیل پیل بیشتر می‌شود و ولت‌متر عدد کمتری را نشان می‌دهد.

$$V = \varepsilon - Ir$$

۲۴- دو مقاومت مساوی R را یک‌بار به‌طور متوالی و بار دیگر به‌طور موازی به یک‌دیگر می‌بندیم و آن‌ها را هر بار به ولتاژ V وصل می‌کنیم. نسبت توان مصرف شده در حالت موازی به توان مصرف شده در حالت متوالی چه‌قدر است؟

$$\begin{cases} P = \dfrac{V^2}{R} \\ V = V' \end{cases} \Rightarrow \frac{P}{P'} = \frac{R'}{R}$$

$$\begin{cases} R' = 2R_1 & \text{اتصال متوالی} \\ R = \dfrac{R_1}{2} & \text{اتصال موازی} \end{cases} \Rightarrow \frac{P}{P'} = \frac{2R_1}{\frac{R_1}{2}} = 4$$

۲۵- سه مقاومت مشابه ۱۲ اُهمی را یک‌بار به‌طور متوالی و بار دیگر به‌طور موازی به یک‌دیگر می‌بندیم و به اختلاف پتانسیل ۱۲ ولت وصل می‌کنیم. در هر بار، چه جریانی از هر مقاومت می‌گذرد؟

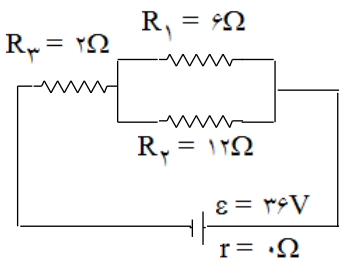
$$\begin{cases} R' = nR_1 = ۳ \times ۱۲ = ۳۶\Omega & \text{(اتصال متوالی)} \\ R = \dfrac{R_1}{n} = \dfrac{۱۲}{۳} = ۴\Omega & \text{(اتصال موازی)} \end{cases}$$

$$\begin{cases} I' = \dfrac{V}{R'} = \dfrac{۱۲}{۳۶} = \dfrac{۱}{۳}A & \text{(جریان در اتصال متوالی)} \\ I' = I_1 = I_2 = I_3 = \dfrac{۱}{۳}A \end{cases}$$

$$\begin{cases} I = \dfrac{V}{R} = \dfrac{۱۲}{۴} = ۳A & \text{(جریان در اتصال موازی)} \\ I_1 = I_2 = I_3 = \dfrac{I}{۳} = \dfrac{۳}{۳} = ۱A \end{cases}$$

۲۶- دو مقاومت موازی ۶ اُهمی و ۱۲ اُهمی به‌طور متوالی به یک مقاومت ۲ اُهمی وصل شده است. در این حال، شبکه را به دو سر یک باتری۳۶ ولتی با مقاومت داخلی ناچیز می‌بندیم. توان مصرفی را در مقاومت ۶ اُهمی محاسبه کنید.

$$\begin{cases} R = R_3 + \dfrac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \\ R = ۲ + \dfrac{۶ \times ۱۲}{۶ + ۱۲} = ۶\Omega \end{cases}$$



$$\begin{cases} I = \dfrac{\varepsilon}{R} & \text{(جریان معادل)} \\ \varepsilon = ۳۶V \Rightarrow I = \dfrac{۳۶}{۶} = ۶A \end{cases}$$

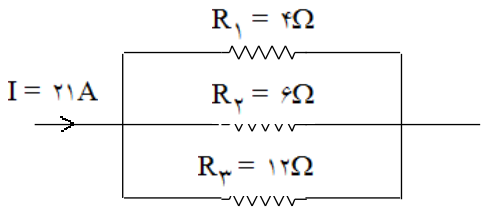
$$\begin{cases} V_1 = V_2 = V_{1\text{ و }2} = IR_{1\text{ و }2} = IR_2 = IR_1 \\ R_{1\text{و}2} = ۴\Omega \Rightarrow V_{1\text{ و }2} = ۶ \times ۴ = ۲۴V \Rightarrow V_1 = V_2 = V_{1\text{و}2} = ۲۴V \end{cases}$$

$$\begin{cases} P_1 = \dfrac{V_1^{\,2}}{R_1} \\ V_1 = ۲۴V \Rightarrow P_1 = \dfrac{۲۴^{\,2}}{۶} = ۹۶W \end{cases}$$

توان مصرفی مقاومت ۶ اهمی برابر ۹۶ وات است.

۲۷- از مقاومت‌های موازی ۴Ω ، ۶Ω و ۱۲Ω جریان کل $۲۱A$ عبور می‌کند. جریان عبوری از مقاومت ۶Ω چقدر است؟

ابتدا مقاومت معادل را به دست می‌آوریم.



$$\begin{cases}\frac{۱}{R}=\frac{۱}{R_۱}+\frac{۱}{R_۲}+\frac{۱}{R_۳}\\ \frac{۱}{R}=\frac{۱}{۴}+\frac{۱}{۶}+\frac{۱}{۱۲}\Rightarrow R=۲\Omega\end{cases}$$

$$\begin{cases}V=IR\\ I=۲۱A\Rightarrow V=۲۱\times ۲=۴۲V\end{cases}$$

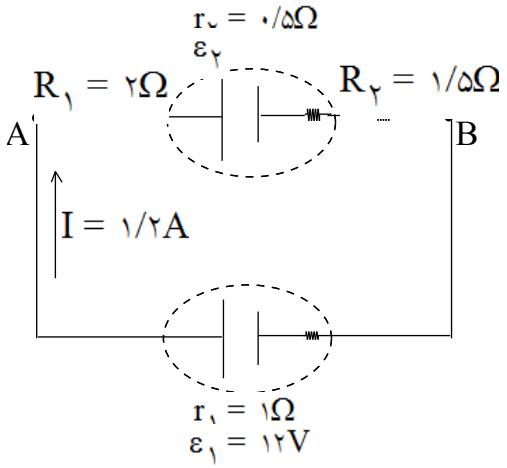
اختلاف پتانسیل معادل

$$V_۱=V_۲=V_۳=V=۴۲V$$

$$\begin{cases}I_۲=\frac{V_۲}{R_۲}\\ R_۲=۶\Omega\Rightarrow I_۲=\frac{۴۲}{۶}=۷A\end{cases}$$

از مقاومت ۶ اهمی جریان ۷ آمپر عبور می‌کند.

با توجه به این‌که در مدار شکل زیر شدت جریان در جهت نشان داده شده ۱/۲ آمپر است؛ به ۲ سوال بعدی پاسخ دهید:



۲۸- نیروی محرکه‌ی $\varepsilon_۲$ و V_A-V_B چه‌قدر است؟

$$\begin{cases}I=\frac{\varepsilon_۱-\varepsilon_۲}{R_۱+R_۲+r_۱+r_۲}\\ I=۱/۲A\Rightarrow ۱/۲=\frac{۱۲-\varepsilon_۲}{۱/۵+۲+۱+۰/۵}\Rightarrow\varepsilon_۲=۶V\end{cases}$$

با مشخص کردن نقاط A و B بر روی شکل داریم:

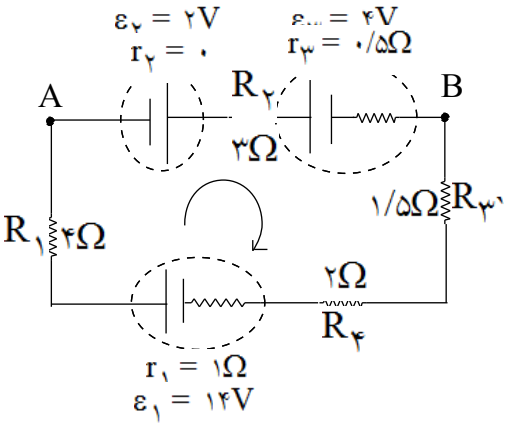
$$\begin{cases}V_A-IR_۱-\varepsilon_۲-Ir_۲-IR_۲=V_B\\ V_A-V_B=۱/۲\times ۲+۶+۱/۲\times ۰/۵+۱/۲\times ۱/۵=۱۰/۸V\end{cases}$$

۲۹- انرژی مصرف شده در $R_۱$ و $R_۲$ را در مدت ۵ ثانیه حساب کنید.

$$\begin{cases} U_۱ = R_۱ I^۲ t \\ R_۱ = ۲\Omega \Rightarrow U_۱ = ۲ \times (۱/۲)^۲ \times ۵ \Rightarrow U_۱ = ۱۴/۴J \end{cases}$$

$$\begin{cases} U_۲ = R_۲ I^۲ t \\ R_۲ = ۱/۵\Omega \Rightarrow U_۲ = ۱/۵ \times (۱/۲)^۲ \times ۵ \Rightarrow U_۲ = ۱۰/۸J \end{cases}$$

۳۰- در مدار شکل زیر، شدت جریان در مدار و اختلاف پتانسیل بین دو نقطه‌ی A و B را محاسبه کنید.

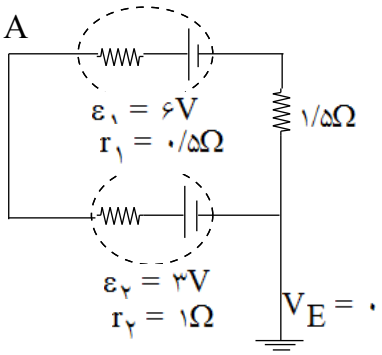


$$\begin{cases} I = \dfrac{\varepsilon_۱ + \varepsilon_۲ - \varepsilon_۳}{R_۱ + R_۲ + R_۳ + R_۴ + r_۱ + r_۲ + r_۳} \\ I = \dfrac{۱۴ + ۲ - ۴}{۴ + ۳ + ۱/۵ + ۲ + ۱ + ۰ + ۰/۵} \Rightarrow I = ۱A \end{cases}$$

$$\begin{cases} V_A + \varepsilon_۲ - IR_۲ - \varepsilon_۳ - Ir_۳ = V_B \\ V_A + ۲ - ۱ \times ۳ - ۴ - ۱ \times ۰/۵ = V_B \Rightarrow V_A - V_B = -۵/۵V \end{cases}$$

اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و B برابر ۵/۵ ولت است.

۳۱- در شکل زیر پتانسیل نقطه‌ی A را محاسبه کنید.



ابتدا جریان الکتریکی در مدار را به دست می‌آوریم.

$$\begin{cases} I = \dfrac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{R + r_1 + r_2} \\ I = \dfrac{۶ - ۳}{۱/۵ + ۰/۵ + ۱} = ۱A \end{cases}$$

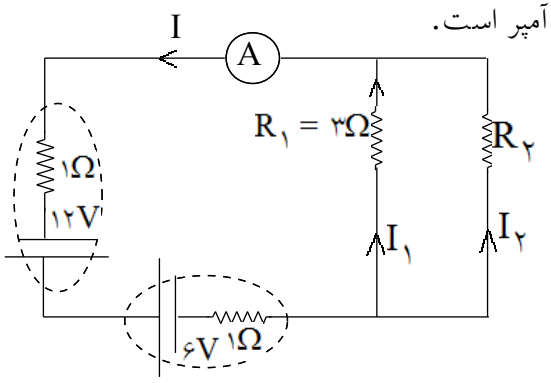
$$\begin{cases} V_A = Ir_2 - \varepsilon_2 = V_E \\ V_E = ۰ \Rightarrow V_A - ۱ \times ۱ - ۳ = ۰ \Rightarrow V_A = ۴ \text{ ولت} \end{cases}$$

پتانسیل نقطه A برابر ٤ ولت است.

۳۲- شدت جریانی که آمپرسنج در مدار شکل زیر نشان می‌دهد، برابر ۲ آمپر است.

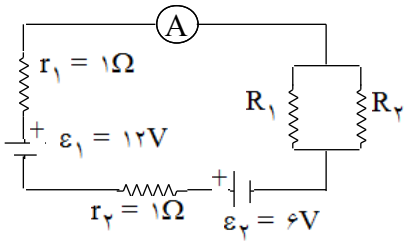
الف- مقاومت $R_۲$ را به‌دست آورید.

ب- توان مصرفی هر یک از دو مقاومت را حساب کنید.



الف)

$$\begin{cases} I = \dfrac{\varepsilon_۱ - \varepsilon_۲}{R + r_۱ + r_۲} \\ I = ۲A \Rightarrow ۲ = \dfrac{۱۲ - ۶}{R + ۱ + ۱} \Rightarrow R = ۱\Omega \end{cases}$$



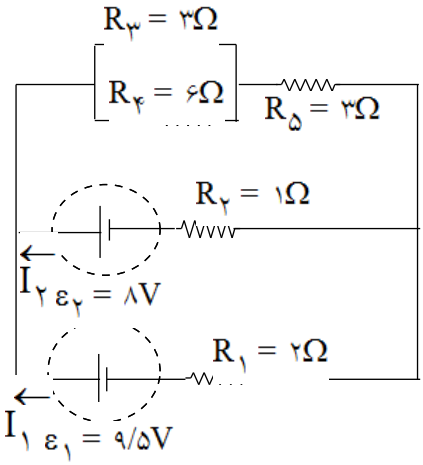
$$\begin{cases} R = \dfrac{R_۱ R_۲}{R_۱ + R_۲} \\ R_۱ = ۳\Omega \Rightarrow ۱ = \dfrac{۳ \times R_۲}{۳ + R_۲} \Rightarrow R_۲ = ۱/۵\Omega \end{cases}$$

ب) برای محاسبه توان مصرفی هریک از مقاومت‌ها ابتدا اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌ها را به دست می‌آوریم.

$$\begin{cases} V = V_۱ = V_۲ = IR = I_۱ R_۱ = I_۲ R_۲ \\ V = IR \Rightarrow V = ۲ \times ۱ = ۲V \Rightarrow V_۱ = V_۲ = V = ۲V \\ I = ۲A \end{cases}$$

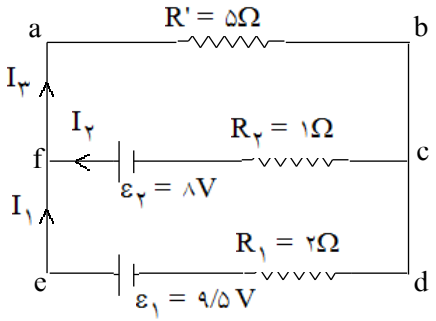
$$\begin{cases} P_۱ = \dfrac{V_۱^۲}{R_۱} = \dfrac{۲^۲}{۳} = \dfrac{۴}{۳}W \\ P_۲ = \dfrac{V_۲^۲}{R_۲} = \dfrac{۲^۲}{۱/۵} = \dfrac{۸}{۳}W \end{cases}$$

۳۳- در مدار شکل زیر، شدت جریان در هر باتری و توان مصرفی کل مقاومت‌های R_3 و R_4 و R_5 را به‌دست آورید.



ابتدا مقاومت معادل سه مقاومت R_3 و R_4 و R_5 را به دست می‌آوریم.

$$\begin{cases} R' = R_5 + \dfrac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} \\ R' = ۳ + \dfrac{۳ \times ۶}{۳ + ۶} = ۵\Omega \end{cases}$$



چرخه abdea
$$\begin{cases} V_a - I_3 R' - I_1 R_1 + \varepsilon_1 = V_a \\ -I_3 \times ۵ - I_1 \times ۲ + ۹/۵ = ۰ \Rightarrow ۵I_3 + ۲I_1 = ۹/۵ \end{cases}$$

چرخه abcfa
$$\begin{cases} V_a - I_3 R' - I_2 R_2 + \varepsilon_2 = V_a \\ -I_3 \times ۵ - I_2 \times ۱ + ۸ = ۰ \Rightarrow ۵I_3 + I_2 = ۸ \end{cases}$$

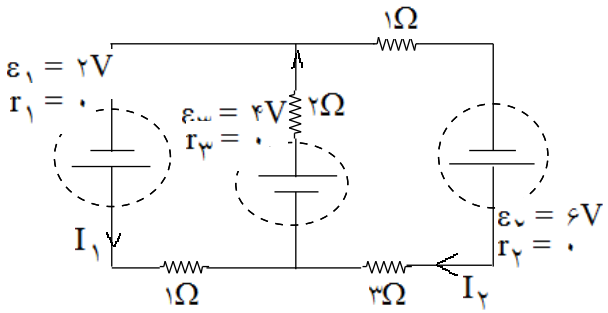
$$\Rightarrow \begin{cases} ۵I_3 + ۲I_1 = ۹/۵ \\ ۵I_3 + I_2 = ۸ \\ I_3 = I_1 + I_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} ۵(I_1 + I_2) + ۲I_1 = ۹/۵ \\ ۵(I_1 + I_2) + I_2 = ۸ \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} ۷I_1 + ۵I_2 = ۹/۵ \\ ۵I_1 + ۶I_2 = ۸ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_1 = ۱A \\ I_2 = ۰/۵A \\ I_3 = I_1 + I_2 \end{cases} \Rightarrow I_3 = ۱/۵A$$

برای محاسبه‌ی توان مصرفی کل مقاومت‌های R_3 و R_4 و R_5 چنین می‌نویسیم:

$$\begin{cases} P = R' I_3^{۲} \\ R' = ۵\Omega \Rightarrow P = ۵ \times (۱/۵)^{۲} = ۱۱/۲۵W \end{cases}$$

۳۴- در مدار شکل زیر جریان I_1 چند آمپر است؟



$$\text{چرخه abefa}\quad \begin{cases} V_a + \varepsilon_1 - I_1R_3 + \varepsilon_3 - I_3R_2 = V_a \\ 2 - I_1 + 4 - 2I_3 = 0 \end{cases}$$

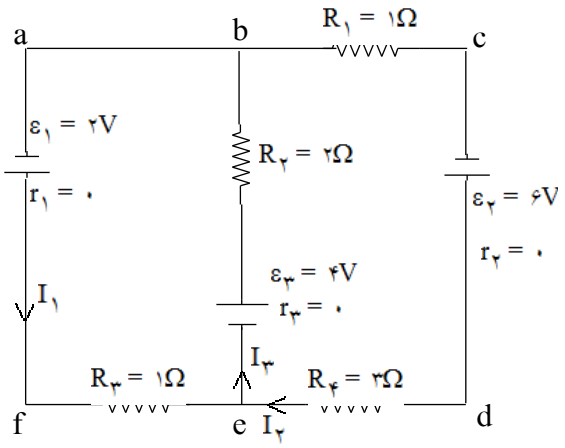
$$\Rightarrow I_1 + 2I_3 = 6$$

$$\text{چرخه bcdeb}\quad \begin{cases} V_b - I_2R_1 + \varepsilon_2 - I_2R_4 + \varepsilon_3 - I_3R_2 = V_b \\ -I_2 + 6 - 3I_2 + 4 - 2I_3 = 0 \end{cases}$$

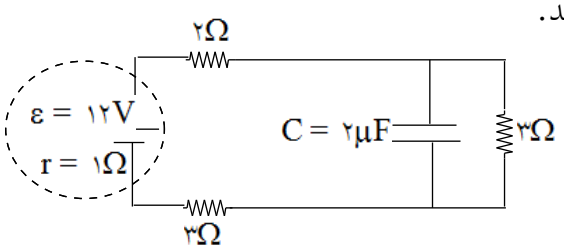
$$\Rightarrow 4I_2 + 2I_3 = 10 \Rightarrow 2I_2 + I_3 = 5$$

$$\begin{cases} I_1 + 2I_3 = 6 \\ 2I_2 + I_3 = 5 \\ I_3 = I_1 + I_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_1 + 2(I_1 + I_2) = 6 \\ 2I_2 + (I_1 + I_2) = 5 \end{cases}$$

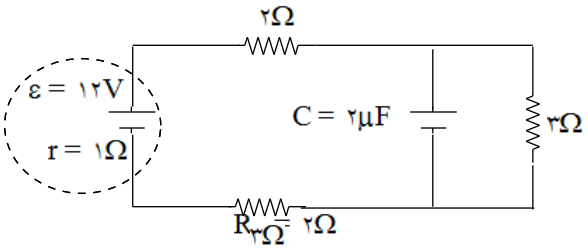
$$\begin{cases} 3I_1 + 2I_2 = 6 \\ I_1 + 3I_2 = 5 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_1 = \frac{8}{7}A \\ I_2 = \frac{9}{7}A \end{cases}$$

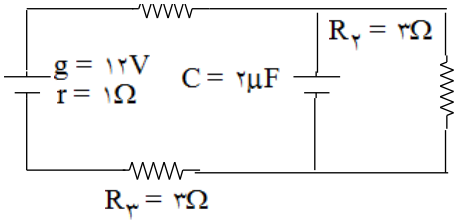


۳۵- در شکل زیر، بار الکتریکی و انرژی ذخیره شده در خازن C را محاسبه کنید.



اختلاف پتانسیل دو سر خازن برابر اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت $R_۲ = ۳\Omega$ می‌باشد. ابتدا اختلاف پتانسیل دو سر $R_۲$ را به دست می‌آوریم.





$$\begin{cases} I = \dfrac{\varepsilon}{R + r} \\ R = ۲ + ۳ + ۳ = ۸\Omega \end{cases} \Rightarrow I = \frac{۱۲}{۸ + ۱} = \frac{۴}{۳}A$$

$$\begin{cases} V_۳ = IR_۳ \\ R_۳ = ۳\Omega \Rightarrow V_۳ = \frac{۴}{۳} \times ۳ = ۴V \end{cases} \Rightarrow V_۳ = V_C = ۴V$$

$$\begin{cases} q = CV = ۲ \times ۴ = ۸\mu C \\ U = \frac{۱}{۲}V^۲ = \frac{۱}{۲} \times ۲ \times ۱۰^{-۶} \times (۴)^۲ \end{cases} \Rightarrow U = ۱/۶ \times ۱۰^{-۵} J$$