

فصل ۲: الکتریسیته‌ی جاری

فیزیک ۳

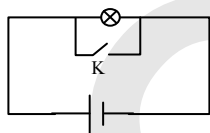
۱- جاهای خالی را با کلمات مناسب پر کنید:

- (الف) مقاومت ویژه‌ی رسانا، برابر مقاومت قطعه‌ای از رسانا به طول و سطح مقطع است.
 (ب) با اعمال در دو سر یک رسانا، در درون آن یک برقرار می‌گردد.
 (پ) مسیر بسته‌ای که بار الکتریکی در آن شارش می‌کند را می‌نامند.
 (ت) مقاومت الکتریکی یک لامپ در حالت روشن از مقاومت آن در حالت خاموش است.
 (ث) وقتی یک باتری فرسوده می‌شود، آن افزایش می‌یابد.
 (ج) مقاومت الکتریکی یک رسانای فلزی با آن نسبت وارون (عکس) دارد.

۲- الف) حرکت الکترون‌های آزاد را در یک رسانا در حالت‌های زیر توصیف کنید:

- ۱- به دو سر رسانا اختلاف پتانسیل اعمال نشده است. ۲- در دو سر رسانا اختلاف پتانسیل ثابتی برقرار است.
 (ب) یک قطعه رسانای فلزی به طول L و سطح مقطع A مقاومتی برابر R دارد. اگر دو قطعه از این رسانای فلزی را کنار هم بچسبانیم به طوری که طول رسانای جدید همان L باشد، مقاومت جدید چند برابر مقاومت اولیه خواهد شد؟
 ۳- الف) دانش‌آموزی مقاومت رشته سیم داخل لامپ ۱۰۰ وات و ۲۲۰ ولتی را با اهم‌سنج اندازه‌گیری کرده و مقدار آن را $48/4$ اهم به دست آورده است.

دانش‌آموز دیگری مقاومت را از رابطه‌ی $R = \frac{V^2}{P}$ محاسبه کرده و عدد 484 اهم را به دست آورده است. توضیح دهید، علت تفاوت

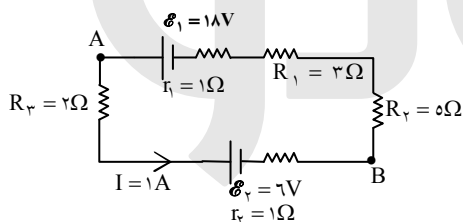


مقادیر در دو حالت چیست؟

(ب) در مدار شکل مقابل لامپ روشن است، پیش‌بینی کنید:

در صورت بستن کلید K نور لامپ چه تغییری می‌کند؟ علت را توضیح دهید.

۴- در مدار شکل مقابل:



الف) انرژی مصرف شده در مقاومت ۳ اهمی در مدت ۱۰ ثانیه

(ب) توان تلف شده در باتری E_1

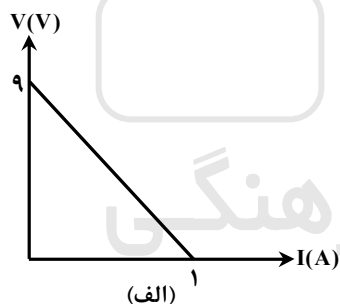
(پ) اختلاف پتانسیل $(V_A - V_B)$ را به دست آورید.

۵- الف) آزمایشی طراحی کنید که بتوان از آن قانون اهم را نتیجه گرفت.

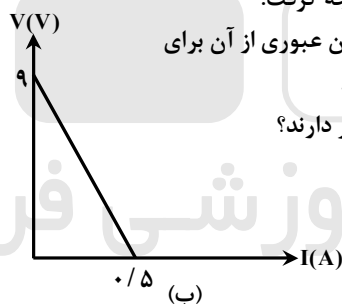
(ب) نمودار تغییرات ولتاژ دوقطب باتری بر حسب شدت جریان عبوری از آن برای

دو باتری مختلف در شکل‌های (الف) و (ب) نشان داده است.

توضیح دهید این دو باتری چه تشابه و چه تفاوتی با یکدیگر دارند؟



(الف)



(ب)

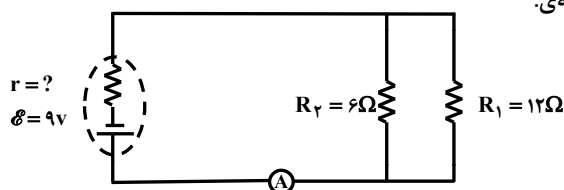
۶- مقاومت یک لامپ ۱۰۰ وات و ۲۲۰ ولت در حالت خاموش $48/4$ اهم است. دمای سیم تنگستن لامپ هنگام روشن بودن با ولتاژ ۲۲۰ ولت،

چند درجه‌ی سلسیوس افزایش می‌یابد؟ $\left(\alpha \approx 0.004 \frac{1}{K}\right)$

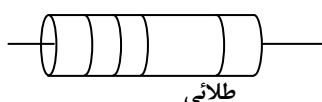
۷- در شکل مقابل، آمپرسنج $1/8$ آمپر را نشان می‌دهد، مطلوب است محاسبه‌ی:

الف) مقاومت درونی باتری.

(ب) توان مفید باتری.



$r = ?$
 $E = 9V$



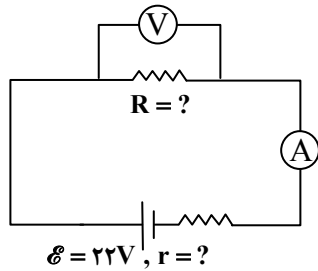
طلایی

۸- الف) مقاومت روبه‌رو 550Ω است. رنگ هر نوار را روی مقاومت مشخص کنید.

$6 = \text{آبی}$ و $2 = \text{قرمز}$ و $5 = \text{سبز}$

(ب) با طراحی یک آزمایش چگونگی تغییر مقاومت الکتریکی یک رسانا را با سطح مقطع آن مورد بررسی قرار دهید.

۹- در شکل زیر آمپرسنج ۲ آمپر و ولتسنج ۲۰ ولت را نشان می‌دهد. مطلوب است:



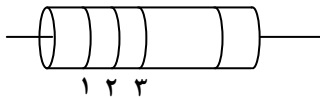
(الف) مقاومت R .

(ب) توان مصرف شده در مقاومت R و توان تولیدی مولد.

(پ) افت پتانسیل در مولد.

(ت) مقاومت درونی مولد.

۱۰- (الف) طول سیم مسی A ، دو برابر طول سیم مسی B و قطر سیم A ، $\frac{\sqrt{2}}{2}$ برابر قطر سیم B است.

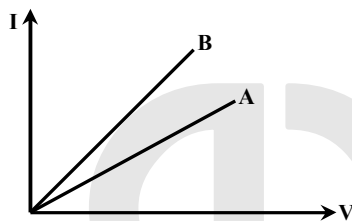


در این صورت نسبت $\frac{R_A}{R_B}$ ، چقدر است؟

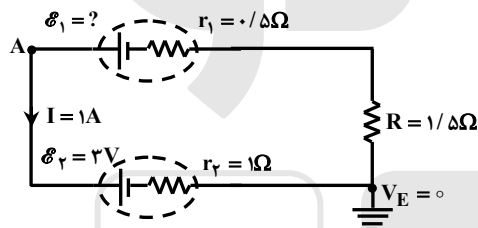
(ب) رنگ هر یک از نوارهای روی مقاومت ۵۶۰۰ اهم را تعیین کنید.

۶ = آبی ۵ = سبز ۲ = قرمز

(پ) شکل رو به رو، نمودار $(I-V)$ را برای دو نوع رسانای A و B نشان می‌دهد. توضیح دهید مقاومت کدام رسانا بیشتر است؟



۱۱- در مدار شکل مقابل:



(الف) پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی A را حساب کنید.

(ب) نیروی محرکه‌ی \mathcal{E}_1 را بدست آورید.

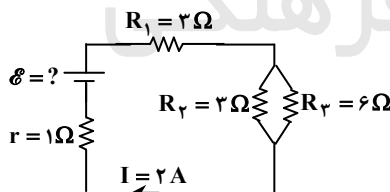
(پ) انرژی تلف شده در مقاومت $1/5 \Omega$ را در مدت ۱۰۰ ثانیه حساب کنید.

۱۲- (الف) سه عامل مؤثر در مقاومت رساناهای فلزی را نام ببرید.

(ب) رنگ نوارهای a, b, c را به گونه‌ای قرار دهید که مقاومت کربنی شکل

روبرو، برابر ۶۲۰۰ اهم باشد. آبی = ۶ قرمز = ۲

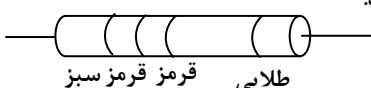
۱۳- در شکل روبرو مطلوب است:



(الف) نیروی محرکه باتری

(ب) انرژی تلف شده در مقاومت R_1 در مدت ۶۰۰ ثانیه

۱۴- (الف) با استفاده از کدهای رنگی داده شده، مقدار مقاومت الکتریکی را در شکل زیر، تعیین کنید.

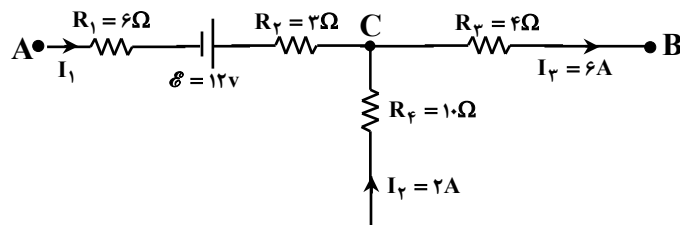


(سبز = ۵ و قرمز = ۲)

(ب) رئوس‌ها در مدار الکتریکی چه کاربردی دارد؟

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

۱۶- شکل زیر، قسمتی از یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد.



مطلوب است:

(الف) $(V_B - V_A) = ?$

(ب) توان مصرفی در مقاومت R_1 .

(ج) گرمای تولید شده در مقاومت R_2 در مدت ۱۰۰ ثانیه

۱۷- مقاومت ویژه‌ی رسانا را تعریف کنید:

۱۸- در مدار الکتریکی شکل روبه‌رو، ولت‌سنج‌ها و آمپرسنج ایده‌آل اند. اگر

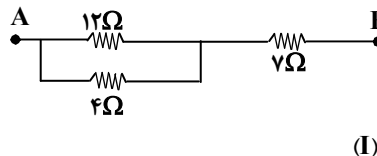
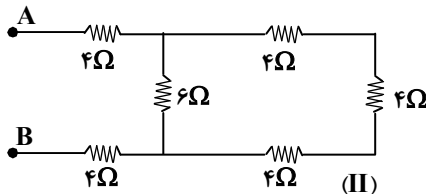
به تدریج مقدار مقاومت متغیر را افزایش دهیم، پیش‌بینی کنید:

الف) مقاومت معادل مدار چه تغییری می‌کند؟

ب) مقدارهایی که هریک از ولت‌سنج‌ها و آمپرسنج نشان می‌دهند، چه

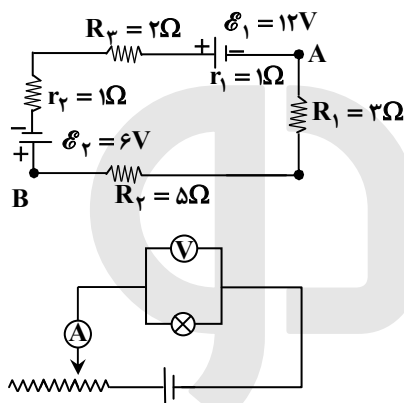
تغییری می‌کند؟

۱۹- الف) در هریک از شکل‌های زیر، مقاومت معادل بین دو نقطه‌ی A و B را حساب کنید.



ب) در مدار شکل روبه‌رو، شدت جریان مدار و اختلاف پتانسیل بین دو

نقطه‌ی A و B (یا $V_B - V_A$) را حساب کنید.



۲۰- الف) نیروی محرکه‌ی مولد را تعریف کنید.

ب) در شکل مقابل، اگر مقاومت رُوستا را به تدریج افزایش دهیم، روشنایی لامپ

و عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد، چه تغییری خواهد کرد؟

۲۱- الف) توضیح دهید آیا می‌توان با استفاده از هشت عدد باتری قلمی ۱/۵ ولتی،

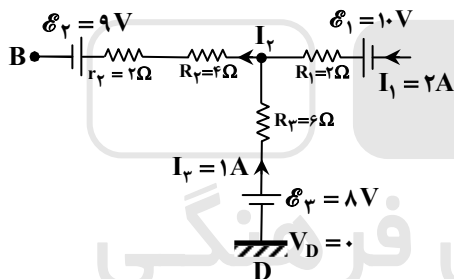
اتومبیل را روشن کرد؟

ب) شکل مقابل قسمتی از یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد. حساب کنید:

(۱) پتانسیل نقطه‌ی B

(۲) انرژی مصرف شده در مقاومت R_3 در مدت ۱۰۰ ثانیه

(۳) توان تولیدی باتری \mathcal{E}_1



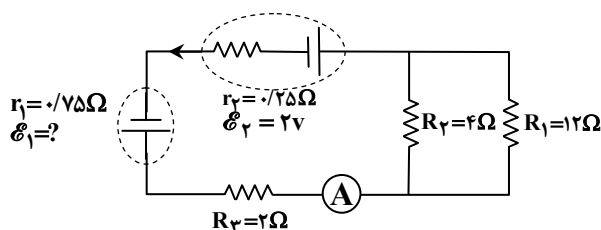
۲۲- الف) توضیح دهید در مدار شکل مقابل با بستن کلید، عددهایی که ولت‌سنج و آمپرسنج

نشان می‌دهند، به ترتیب چه تغییری خواهند کرد؟

ب) با توجه به رابطه‌ی $R = \frac{V}{I}$ ، توضیح دهید با ثابت ماندن دما، اگر اختلاف پتانسیل دو

سر مقاومت، افزایش یا کاهش یابد، آیا مقدار R تغییر خواهد کرد؟

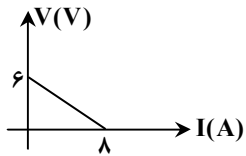
۲۳- در مدار شکل مقابل، آمپرسنج ۲ آمپر را نشان می‌دهد:



الف) نیروی محرکه‌ی مولد \mathcal{E}_1 چند ولت است؟

ب) افت پتانسیل در مولد \mathcal{E}_1 چند ولت است؟

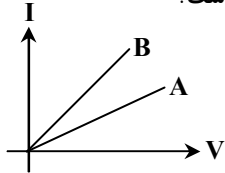
۲۴- الف) اختلاف پتانسیل یک باتری بر حسب جریان عبوری از آن به صورت نمودار شکل



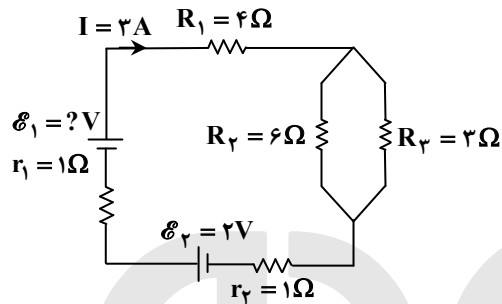
روبه‌رو، تغییر می‌کند. نیرو محرکه‌ی باتری را تعیین کنید.

ب) با استفاده از قانون پایستگی بار توضیح دهید چرا در مدار تک حلقه شدت جریان در تمامی قسمت‌های مدار یکسان است؟

۲۵- شکل روبه‌رو، نمودار $I-V$ را برای دو رسانای A و B نشان می‌دهد. توضیح دهید مقاومت کدام رسانا بیش‌تر است؟



۲۶- در مدار شکل روبه‌رو، اگر جریان عبوری از شاخه‌ی اصلی برابر ۳ آمپر باشد،



الف) نیروی محرکه‌ی E_1 را حساب کنید.

ب) انرژی مصرفی در مدت ۱۰۰ ثانیه در مقاومت R_1 را تعیین کنید.

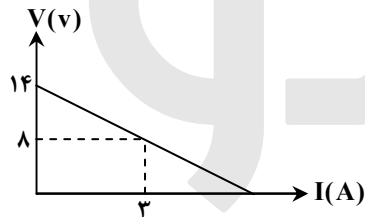
۲۷- دانش‌آموزی پس از ثبت نتایج به دست آمده در طراحی یک آزمایش، نمودار تغییرات

ولتاژ دو سر مولد بر حسب جریان عبوری از آن را به صورت روبه‌رو رسم می‌کند.

الف) مقاومت درونی این مولد چند اهم است؟

ب) به کمک یک مقاومت، باتری، ولت‌سنج، آمپرسنج و کلید قطع و وصل، مدار ساده‌ای از

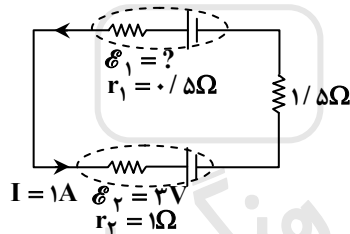
این آزمایش را رسم کنید.



۲۸- در شکل مقابل:

الف) مقدار E_1 چقدر است؟

ب) توان مفید مولد (یا توان خروجی) E_2 را محاسبه کنید.



پاسخ سؤال‌های فیزیک ۳ - فصل ۲

۱- الف) یک متر - یک متر مربع

ب) اختلاف پتانسیل الکتریکی - میدان الکتریکی

پ) مدار الکتریکی

ت) بیش‌تر

ث) مقاومت درونی

ج) سطح مقطع

۲- الف) ۱- اگر به دو سر رسانا اختلاف پتانسیل اعمال نشود تعداد الکترون‌های آزاد عبوری از هر مقطع عرضی رسانا در بازه‌ی زمانی Δt از راست به چپ مساوی تعداد الکترون‌هایی هستند که از همان مقطع از چپ به راست می‌روند. بنابراین بار خالص عبوری از مقطع رسانا صفر می‌شود و شارش بار صفر است.

۲- اگر به دو سر رسانا اختلاف پتانسیل اعمال کنیم دیگر شارش بار صفر نمی‌شود. زیرا در اثر اعمال اختلاف پتانسیل، میدان الکتریکی به وجود می‌آید و الکترون‌ها را در خلاف جهت خود سوق می‌دهد. بنابراین تعداد الکترونی که از راست به چپ از مقطع مدار می‌گذرد مساوی مقدار الکترون‌های عبوری از چپ به راست نخواهد بود.

ب)



$$R' = \rho' \frac{L'}{A'} = \rho \frac{L}{2A} = \frac{1}{2} \rho \frac{L}{A} = \frac{1}{2} R$$

$$R' = \frac{R}{2}$$

۳- الف) دانش آموز اول مقاومت لامپ خاموش را به دست آورده و دانش آموز دوم با استفاده از رابطه $R = \frac{V^2}{P}$ مقاومت لامپ روشن را به دست آورده است. در حالت دوم سیم لامپ روشن داغ می‌باشد لذا مقاومت آن بیشتر خواهد بود.

ب) لامپ خاموش می‌شود زیرا با بسته شدن کلید دو سر لامپ اتصال کوتاه شده و جریانی از لامپ عبور نمی‌کند.

$$W_1 = R_1 I^2 t = 2 \times (1)^2 \times 10 = 20 \text{ J}$$

۴- الف)

$$P' = r_1 I^2 = 1 \times (1)^2 = 1 \text{ J}$$

ب)

پ)

$$V_A - R_1 I - \mathcal{E}_1 - r_1 I = V_B$$

$$V_A - 2 - 6 - 1 = V_B \Rightarrow V_A - V_B = 9 \text{ V}$$

۵- الف) با استفاده از یک ولت سنج، یک آمپرسنج، یک مقاومت الکتریکی، یک منبع تغذیه قابل تنظیم، یک

کلید الکتریکی و مقداری سیم رابط مداری مانند شکل مقابل می‌بندیم. اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت را

به کمک منبع تغذیه تغییر می‌دهیم و در هر نوبت شدت جریانی را که از مقاومت می‌گذرد توسط آمپرسنج

و اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت را توسط ولت‌سنج اندازه می‌گیریم. در تمام حالات نسبت $\frac{V}{I}$ را به

دست می‌آوریم. ملاحظه می‌کنیم که این نسبت در تمام حالات با تقریب خوبی ثابت مانده است.

با این آزمایش درستی قانون اهم بررسی و اثبات می‌شود.

ب) با توجه به رابطه $\mathcal{E} = V + rI$ ، تشابه و اختلاف دو باتری به صورت زیر است:

تشابه: نیروی محرکه‌ی هر دو باتری برابر ۹ ولت است.

اختلاف: مقاومت درونی باتری (ب) بزرگتر از مقاومت درونی باتری (الف) است.

نکته - هنگامی که در رابطه $\mathcal{E} = V + rI$ ، مقدار شدت جریان را صفر قرار دهیم مقدار نیروی محرکه به دست می‌آید:

$$I = 0 \Rightarrow \mathcal{E} = 9 + 0 \Rightarrow \mathcal{E}_A = \mathcal{E}_B = 9 \text{ V}$$

اگر در رابطه مذکور، مقدار اختلاف پتانسیل V را برابر صفر قرار دهیم، اندازه‌ی مقاومت درونی باتری به دست می‌آید.

$$V = 0 \Rightarrow \mathcal{E} = 0 + rI \Rightarrow r = \frac{\mathcal{E}}{I} \Rightarrow \begin{cases} \text{الف} & r_1 = \frac{9}{1} \Rightarrow r_1 = 9 \Omega \\ \text{ب} & r_2 = \frac{9}{0.5} \Rightarrow r_2 = 18 \Omega \end{cases}$$

-۶

$$\begin{cases} P = 100 \text{ W} & R_1 = 48/4 \Omega & \Delta\theta = ? \\ V = 220 \text{ V} & \alpha = 0.004 \text{ K}^{-1} \end{cases}$$

ابتدا مقاومت الکتریکی لامپ را در حالت روشن محاسبه می‌کنیم:

$$P = \frac{V^2}{R_p} \Rightarrow 100 = \frac{220^2}{R_p} \Rightarrow R_p = \frac{48400}{100} \Rightarrow R_p = 484 \Omega$$

$$R_p = R_1(1 + \alpha\Delta\theta) \Rightarrow 484 = 48/4(1 + 0.004\Delta\theta) \Rightarrow 10 = 1 + 0.004\Delta\theta$$

$$\Rightarrow 9 = 0.004\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{9}{0.004} \Rightarrow \Delta\theta = 2250^\circ \text{C}$$

-۷

$$I = 1/8 \text{ A} \quad R_1 = 12 \Omega \quad \mathcal{E} = 9 \text{ V} \quad R_p = 6 \Omega$$

الف) $r = ?$ ابتدا مقاومت معادل R_1 و R_p را که موازی هستند پیدا می‌کنیم:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_p} \Rightarrow R = \frac{R_1 R_p}{R_1 + R_p} \Rightarrow R = \frac{12 \times 6}{12 + 6} = \frac{72}{18} \Rightarrow R = 4 \Omega$$

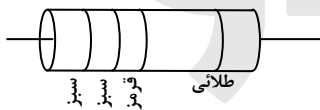
$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} \Rightarrow 1/8 = \frac{9}{4 + r} \Rightarrow 4 + r = \frac{9}{1/8} \Rightarrow 4 + r = 5 \Rightarrow r = 1 \Omega$$

ب) $P = ?$ توان مفید

$$P = \mathcal{E}I - rI^2 \Rightarrow P = (9 \times 1/8) - (1 \times 1/8^2) \Rightarrow P = 12/96 \text{ W}$$

نکته: می‌توانیم توان مفید مولد را از رابطه $P = RI^2$ نیز محاسبه کنیم.

۸- الف)



$$R = ab \times 10^{-n} = 55 \times 10^{-2} = 5500 \Omega$$

ب) دو سیم هم‌جنس با طول‌های یکسان ولی با ضخامت‌های مختلف انتخاب نموده و آن‌ها را به ترتیب مطابق شکل بین نقاط A و B قرار می‌دهیم و هر بار پس از بستن کلید k اندازه اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها و شدت جریان عبوری را اندازه می‌گیریم و با استفاده

از رابطه $R = \frac{V}{I}$ مقاومت هر یک از سیم‌ها را به دست می‌آوریم. خواهیم دید که سیم ضخیم‌تر که سطح مقطع بزرگتری دارد، دارای مقاومت کمتری می‌باشد.

۹- الف)

$$R = \frac{V}{I} = \frac{20}{2} = 10 \Omega$$

ب)

$$P = RI^2 = 10 \times (2)^2 = 40 \text{ W}$$

$$P'_{\text{مولد}} = \mathcal{E}I = 22 \times 2 = 44 \text{ W}$$

پ)

$$V = \mathcal{E} - Ir$$

$$20 = 22 - Ir \Rightarrow Ir = 2 \text{ V}$$

ت)

$$Ir = 2 \Rightarrow 2r = 2 \Rightarrow r = 1 \Omega$$

(۱۰- الف)

$$L_A = \sqrt{2} L_B \quad d_A = \frac{\sqrt{2}}{2} d_B \quad \frac{R_A}{R_B} = ?$$

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{L_A}{L_B} \times \frac{A_B}{A_A} \quad (1)$$

$$\begin{cases} A = \pi r^2 \\ r = \frac{d}{2} \end{cases} \Rightarrow A = \frac{1}{4} \pi d^2 \Rightarrow \frac{A_B}{A_A} = \frac{d_B^2}{d_A^2} \quad (2)$$

$$(2), (1) \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{L_A}{L_B} \times \frac{d_B^2}{d_A^2} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = 2 \times \frac{1}{(\frac{\sqrt{2}}{2})^2} = 2 \times 2 \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = 4$$

(ب)

$$R = \overline{ab} \times 10^n \Rightarrow 5600 = 56 \times 10^2 \Rightarrow \begin{cases} \text{سبز} = \text{رنگ اول} \\ \text{آبی} = \text{رنگ دوم} \\ \text{قرمز} = \text{رنگ سوم} \end{cases}$$

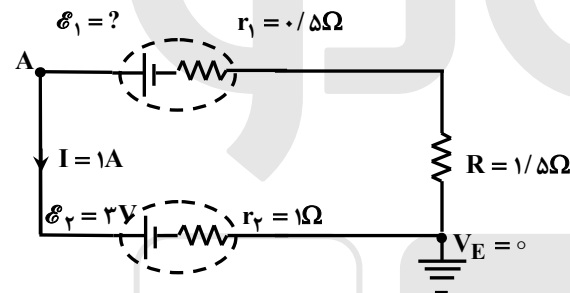
رقم رنگ سوم

رقم رنگ دوم

رقم رنگ اول

(پ) شیب نمودار $(I-V)$ برابر با عکس مقاومت الکتریکی رساناست. پس هر چه شیب نمودار بیش‌تر باشد مقاومت الکتریکی کمتر خواهد بود. بنابراین مقاومت الکتریکی رسانای A بیش‌تر از مقاومت الکتریکی رسانای B است.

(۱۱- الف) $V_A = ?$



از نقطه‌ی E که پتانسیل آن صفر است، شروع کرده و در جهت خلاف جریان اختلاف پتانسیل‌ها را می‌نویسیم تا به نقطه‌ی A برسیم.

$$V_E + \mathcal{E}_2 + r_2 I = V_A \Rightarrow 0 + 3 + (1 \times 1) = V_A \Rightarrow V_A = 4V$$

(ب) $\mathcal{E}_1 = ?$

از نقطه‌ی E شروع کرده و در جهت جریان اختلاف پتانسیل‌ها را می‌نویسیم تا به نقطه‌ی A برسیم:

$$V_E - RI + \mathcal{E}_1 - r_1 I = V_A \Rightarrow 0 - 1/5 + \mathcal{E}_1 - 0/5 = 4 \Rightarrow \mathcal{E}_1 = 6V$$

(پ) $U = ?$ $t = 100s$

$$U = RI^2 t \Rightarrow U = 1/5 \times 1^2 \times 100 \Rightarrow U = 150J$$

(۱۲- الف) طول - سطح مقطع - جنس رسانا

$$R = \overline{ab} \times 10^n = 62 \times 10^2$$

(ب) قرمز $\equiv c$ و قرمز $\equiv b$ و آبی $\equiv a$

(۱۳- الف)

$$R_{2,3} = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2\Omega, R_T = R_1 + R_{2,3}$$

$$R_T = 3 + 2 = 5\Omega, \mathcal{E} = I(R + r) = 2(5 + 1) = 12V$$

(ب)

$$U_1 = R_1 I^2 t = 3 \times 2^2 \times 600 = 7200J$$

(۱۴- الف)

$$R = \overline{ab} \times 10^n = 52 \times 10^2 = 5200\Omega$$

(ب) برای تغییر یا تنظیم شدت جریان در مدار به‌کار می‌رود.

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

$$\frac{R_B}{R_A} = \frac{L_B}{L_A} \left(\frac{d_A}{d_B} \right)^2 = \frac{L_B}{2L_B} \left(\frac{2d_B}{d_B} \right)^2 = 2 \Rightarrow R_B = 2R_A$$

۱۶- الف) در نقطه C داریم:

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

$$I_1 = I_3 - I_2 = 6 - 2 = 4A$$

در مدار ACB داریم:

$$V_A - I_1 R_1 + \mathcal{E} - I_1 R_2 - I_3 R_3 = V_B$$

$$V_A - 4 \times 6 + 12 - 4 \times 2 - 6 \times 4 = V_B$$

$$V_B - V_A = -24 + 12 - 12 - 24 = -48V$$

(ب)

$$P = R_1 I_1^2 = 6 \times 4^2 = 96W$$

(ج)

$$U_2 = R_2 I_2^2 t = 3 \times 4^2 \times 100 = 4800J$$

۱۷- الف) مقاومت قطعه‌ای از رسانا به طول یک متر و سطح مقطع یک متر مربع.

$$\sigma = \frac{q}{A} \quad \text{(ب) بار الکتریکی موجود در واحد سطح جسم رسانا را چگالی سطحی بار الکتریکی گویند.}$$

۱۸- الف) افزایش می‌یابد چون مقاومت‌ها سری هستند.

(ب) آمپرسنج جریان کمتری را نشان می‌دهد، ولت سنج V_1 مقدار کمتری نشان می‌دهد و ولت سنج V_2 مقدار بیشتری نشان می‌دهد.

$$(\uparrow V_2 = \mathcal{E} - \downarrow I r)$$

-۱۹

الف)

$$R_{12,4} = \frac{4 \times 12}{4 + 12} = 3\Omega \quad R_T = 3 + 7 = 10\Omega \quad (I)$$

$$R_{T_1} = 4 + 4 + 4 = 12\Omega \quad R_{6,T_1} = \frac{6 \times 12}{6 + 12} = 4\Omega \quad R_T = 4 + 4 + 4 = 12\Omega \quad (II)$$

(ب)

$$I = \frac{\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2}{R_1 + R_2 + R_3 + r_1 + r_2} \quad I = \frac{12 + 6}{3 + 5 + 2 + 1 + 1} = 1/5 A$$

$$V_A + IR_1 + IR_2 = V_B$$

$$V_B - V_A = I(R_1 + R_2) = 1/5(3 + 5) = 12V$$

۲۰- الف) انرژی را که مولد به یکای بار الکتریکی می‌دهد تا در مدار مولد شارش کند نیروی محرکه گویند. (\mathcal{E})

(ب) حالت اول: اگر مولد دارای مقاومت درونی باشد، با افزایش مقاومت رئوستا، مقاومت معادل مدار (R) زیاد شده لذا با توجه به رابطه

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} \quad \text{اندازه شدت جریان مدار کم شده لذا شدت نور لامپ هم کم می‌شود و ولتاژ دو سر لامپ هم طبق رابطه } V = RI \quad \text{کاهش می‌یابد.}$$

حالت دوم: هرگاه مقاومت درونی مولد ناچیز باشد، با افزایش مقاومت رئوستا، مقاومت معادل مدار زیاد شده ($r \approx 0$) و جریان مدار کم شده و

نور لامپ و اختلاف پتانسیل دو سر لامپ هم کم می‌شود.

۲۱- الف) خیر، چون مقاومت درونی باتری‌های قلمی زیاد است، طبق رابطه $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$ نمی‌تواند شدت جریان لازم برای روشن کردن اتومبیل را ایجاد کند.

ب) ۱)

$$I_2 = I_1 + I_3 = 2 + 1 = 3 \text{ A}$$

$$V_D + \mathcal{E}_2 + I_2 R_2 - I_2 R_1 - I_2 r_2 - \mathcal{E}_1 = V_B$$

$$0 + 8 + 6 \times 1 - 4 \times 3 - 2 \times 3 - 8 = V_B \Rightarrow V_B = -25 \text{ V}$$

۲)

$$U_2 = R_2 I_2^2 t = 6 \times 1^2 \times 100 = 600 \text{ J}$$

۳)

$$P_1 = \mathcal{E}_1 I_1 = 10 \times 2 = 20 \text{ W}$$

۲۲- الف) با بستن کلید، از باتری جریان عبور کرده و به علت افت پتانسیل در باتری، ولت‌سنج مقداری کم‌تر از نیروی محرکه باتری را نشان می‌دهد (عدد کم‌تری را نشان می‌دهد) و آمپرسنج به علت عبور جریان، عددی بیش‌تر از صفر را نشان می‌دهد.

ب) خیر، زیرا با افزایش یا کاهش اختلاف پتانسیل، مقدار جریان نیز به همان نسبت تغییر می‌کند، به گونه‌ای که نسبت آن‌ها ثابت می‌ماند.

۲۳- الف)

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{4 \times 12}{4 + 12} = 3 \Omega \quad R_T = 3 + 2 = 5 \Omega$$

$$I = \frac{\sum \mathcal{E}}{\sum R + \sum r} \Rightarrow I = \frac{\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2}{R_T + r_1 + r_2} \Rightarrow 2 = \frac{\mathcal{E}_1 - 2}{5 + 0 + 25 + 0 + 75} \Rightarrow \mathcal{E}_1 = 14 \text{ V}$$

ب)

$$I r = \text{افت پتانسیل} = 2 \times 0 + 75 = 1/5 \text{ V}$$

۲۴- الف)

$$\mathcal{E} = V + I r \quad I = 0 \Rightarrow \mathcal{E} = 6 \text{ V}$$

ب) زیرا بار نه به وجود می‌آید و نه از بین می‌رود پس در همه‌جای مدار در زمان مساوی یک مقدار بار عبور می‌کند.

۲۵- چون نسبت $\frac{I}{V}$ عکس مقاومت است پس مقاومت A بیش‌تر از مقاومت B است.

۲۶- الف)

$$R_{2,3} = \frac{6 \times 3}{6 + 3} = 2 \Omega$$

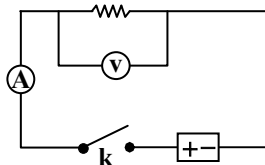
$$R_T = 4 + 2 = 6 \Omega$$

$$I = \frac{\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2}{(R_T + r_1 + r_2)} \Rightarrow \mathcal{E}_1 + 2 = 3(6 + 1 + 1) = 24 \Rightarrow \mathcal{E}_1 = 22 \text{ V}$$

ب)

$$U = R_1 I^2 t \Rightarrow U = 4 \times 3^2 \times 100 = 3600 \text{ J}$$

۲۷- الف)



$$V = \mathcal{E} - I r \Rightarrow 8 = 14 - 3 \times r \Rightarrow r = 2 \Omega$$

ب) محل صحیح آمپرسنج، محل صحیح ولت‌سنج، مدار

توجه: اگر دانش‌آموز در شکل مدار ولت‌سنج را به دو سر مولد نیز وصل کند صحیح است.

۲۸- الف) راه حل اول:

$$-I r_2 - \mathcal{E}_2 - I R + \mathcal{E}_1 - I r_1 = 0 \Rightarrow -(1 \times 1) - 3 - (1 \times 1/5) + \mathcal{E}_1 - 1 \times 0 + 5 = 0 \Rightarrow \mathcal{E}_1 = 6 \text{ V}$$

راه حل دوم:

$$I = \frac{-\mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_1}{r_1 + r_2 + R} \Rightarrow 1 = \frac{-3 + \mathcal{E}_1}{0 + 5 + 1 + 1/5} \Rightarrow \mathcal{E}_1 = 6 \text{ V}$$

ب)

$$P = 3 I + I^2 r = 3 \times 1 + 1 \times 1^2 = 4 \text{ W}$$