نام و نام خانوادگی:

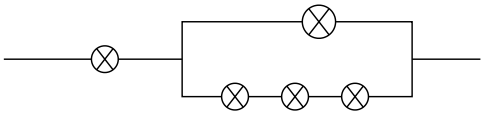
زمان برگزاری: ۹۰ دقیقه

نام آزمون: فیزیک یازدهم فصل دوم (تشریحی)

تاریخ آزمون:

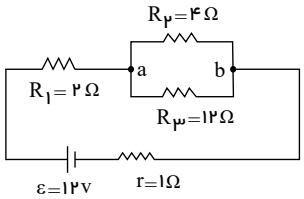
سید بهروز پرتوی

۱ در شکل مقابل لامپ‌ها مشابهند و حداکثر توان قابل تحمل هر لامپ $80W$ است. بیش‌ترین توانی که می توان به دو سر این مجموعه متصل کرد تا هیچ کدام از لامپ‌ها نسوزند چقدر است؟

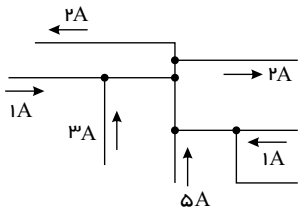


۲ در شکل مقابل:

جریان عبوری از هر یک مقاومت های مدار را به‌دست آورید.

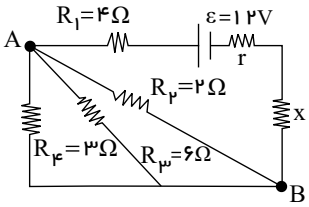


۳ در شکل مقابل جریان مجهول را بیابید.



۴ الف) در مدار مقابل اگر جریان مقاومت R_4 برابر $0/5A$ باشد، جریان در بقیهٔ مقاومت‌ها را حساب کنید.

ب) اگر افت پتانسیل در مقاومت درونی مولد $1/5V$ باشد، مقاومت درونی مولد و مقاومت مجهول x را حساب کنید.



۵ جریانی به شدت $5A$ به مدت ۴ دقیقه در یک مقاومت الکتریکی برقرار می‌شود.

الف) در این مدت چند کولن بار الکتریکی از مقاومت می‌گذرد؟

ب) تعداد الکترون‌های عبوری از مقاومت چقدر می‌باشد؟ $\left(e = 1/6 \cdot 10^{-19}\right)$

۶ دو میله‌ی کاملاً مشابه، یکی از جنس آهن و دیگری از جنس آهنربا موجود است. هیچ وسیله‌ی دیگری نیز در اختیار نداریم. روشی پیشنهاد کنید که بتوان میله‌ای را که از جنس آهنرباست مشخص کرد.

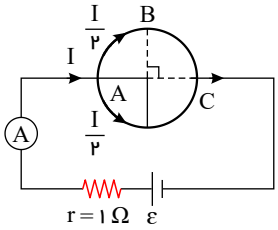
۷ درستی یا نادرستی جمله‌های زیر را تعیین کنید و در پاسخ‌برگ بنویسید.

الف وقتی باتری اتومبیل فرسوده می‌شود مقاومت درونی آن افزایش می‌یابد.

۸ برای سؤالات زیر پاسخ کوتاه بنویسید:

الف در سیم‌کشی منازل، مصرف‌کننده‌ها به چه صورتی در مدار قرار می‌گیرند؟ چرا؟

۹ سیم یکنواختی به مقاومت ۲۰ اهم را مانند شکل به‌صورت یک حلقه درمی‌آوریم و دو سر قطر AC را به کمک سیم‌های رابط به دو پایانهٔ یک باتری متصل می‌کنیم.

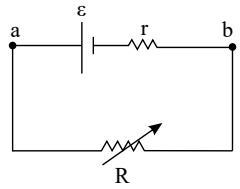


الف مقاومت معادل میان دو نقطهٔ A و C چند اهم است؟

ب اگر آمپرسنج ۲ آمپر را نشان دهد، نیروی محرکهٔ باتری چقدر است؟

پ اختلاف پتانسیل دو نقطهٔ A و B، $V_A - V_B$ چند ولت است؟

۱۰ در مدار مقابل با تغییر مقاومت متغیر جریان مدار نمودار $V - I$ را رسم کنید و توضیح دهید محل برخورد نمودار با محور I چه جریانی را نشان می‌دهد؟



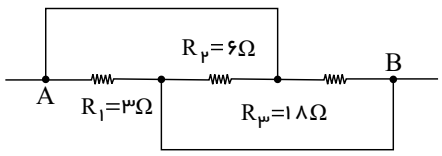
۱۱ روی باتری یک اتومبیل اعداد $۷۵Ah$ و $۱۲V$ نوشته شده است.

الف) عدد $۷۵Ah$ به چه معنی است؟

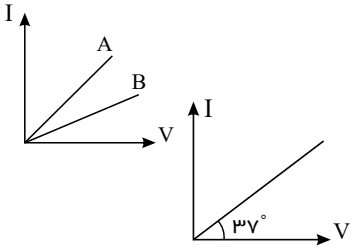
ب) برای استارت اتومبیل جریان $۲۰۰A$ مورد نیاز است. به نظر شما این باتری چه مدت می‌تواند بطور مداوم استارت بزند؟

۱۲ اگر فرض کنیم سرعت سوق الکترون‌ها در یک رسانا $۱\frac{mm}{s}$ باشد، به نظر شما با بسته شدن کلیدی که از لامپ $۲m$ فاصله دارد، چقدر طول می‌کشد تا لامپ روشن شود؟ سرعت سوق در پاسخ شما چه تأثیری دارد؟

۱۳ مقاومت معادل را در شکل مقابل بیابید.



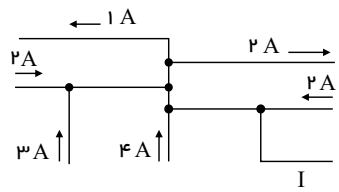
۱۴ الف) شکل مقابل نمودار IV دو رسانای A و B را نشان می‌دهد با محاسبه نشان دهید که مقاومت الکتریکی کدامیک بیشتر است؟



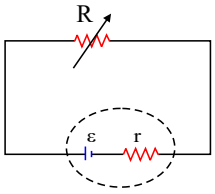
ب) در شکل مقابل اگر شدت جریان $۳A$ از مقاومت مربوطه بگذرد، ولتاژ دو سر آن چقدر است؟

۱۵ دو لامپ با مقاومت مساوی R را یک بار به طور متوالی و بار دیگر به طور 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 چقدر است؟

۱۶ شکل زیر بخشی از یک مدار را نشان می‌دهد. بزرگی و جهت جریان I در سیم پایین سمت راست چیست؟



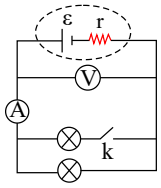
۱۷ در شکل زیر، الف) نیروی محرکهٔ الکتریکی و مقاومت داخلی منبع را که توان خروجی آن به ازای $I_1 = ۵٫۰۰A$ برابر $۹٫۵۰W$ و به ازای $I_2 = ۷٫۰۰A$ برابر $۱۲٫۶W$ است، محاسبه کنید.



ب) نمودار اختلاف پتانسیل دو سر باتری برحسب جریان گذرنده از آن را رسم کنید.

۱۸ اختلاف پتانسیل دو سر باتری خودروهای سواری برابر ۱۲ ولت است. اگر هشت باتری قلمی ۱٫۵ ولتی را به طور متوالی به یکدیگر وصل کنیم، اختلاف پتانسیل دو سر مجموعهٔ آن‌ها نیز برابر ۱۲ ولت می‌شود. توضیح دهید چرا در خودروها به جای باتری خودرو از هشت باتری قلمی استفاده نمی‌شود.

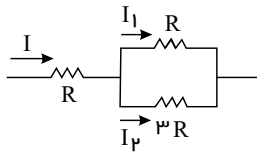
۱۹ در شکل روبه‌رو، لامپ‌ها مشابه، آمپرسنج و ولت‌سنج، ایده‌آل و سیم‌های رابط بدون مقاومت فرض می‌شوند. با ذکر دلیل، پیش‌بینی کنید با بستن کلید K، عددهایی که ولت‌سنج و آمپرسنج نشان می‌دهند چه تغییری می‌کند؟



۲۰ شارش بار الکتریکی در هر مقطع رسانا را هنگام اعمال میدان الکتریکی در دو سر رسانا و موقع عدم حضور میدان مقایسه کنید.

پاسخ‌نامه تشریحی

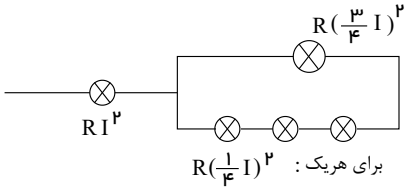
۱ با استفاده از روش تقسیم جریان، $I_۱$ و $I_۲$ را محاسبه می‌کنیم.



$$I_۱ = \frac{۳R}{R+۳R} \times I = \frac{۳}{۴}I$$

$$I_۲ = \frac{R}{R+۳R} \times I = \frac{۱}{۴}I$$

پس توان مصرفی هر یک از مجموعه‌ها:



بنابراین بیش‌ترین توان مصرفی متعلق به همان لامپ اول است یعنی $RI^۲ = ۸۰W$

پس:

$$R(\frac{۳}{۴}I)^۲ = \frac{۹}{۱۶}RI^۲ = \frac{۹}{۱۶} \times ۸۰ = ۴۵W$$

$$R(\frac{۱}{۴}I)^۲ = \frac{۱}{۱۶}RI^۲ = \frac{۱}{۱۶} \times ۸۰ = ۵W$$

پس توان کل:

$$P_{کل} = ۸۰ + ۴۵ + (۵ + ۵ + ۵) = ۱۴۰W$$

۲ ابتدا مقاومت معادل مدار را محاسبه می‌کنیم:

$$R_{۲۳} = \frac{R_۲R_۳}{R_۲ + R_۳} = \frac{۴ \times ۱۲}{۴ + ۱۲} = ۳\,\Omega$$

$$R_{eq} = R_۱ + R_{۲۳} = ۲ + ۳ = ۵\,\Omega$$

$$I_{کل\,مدار} = I_۱ = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} = \frac{۱۲}{۱ + ۵} = ۲A$$

این جریان $R_۱$ هم هست.

برای محاسبهٔ جریان عبوری از $R_۲$ و $R_۳$ دو راه داریم:

راه اول: محاسبهٔ V_{ab} : $V_{ab} = R_{۲۳}I = ۳ \times ۲ = ۶V$

$$V_{ab} = R_۲I_۲ \Rightarrow I_۲ = \frac{۶}{۴} = ۱/۵A$$

$$V_{ab} = R_۳I_۳ \Rightarrow I_۳ = \frac{۶}{۱۲} = ۰/۵A$$

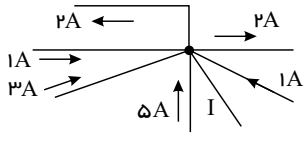
راه دوم تقسیم جریان است:

$$I_۲ = \frac{R_۳}{R_۲ + R_۳}I = \frac{۱۲}{۴ + ۱۲} \times ۲ = ۱/۵A$$

$$I_۳ = \frac{R_۲}{R_۲ + R_۳}I = \frac{۴}{۴ + ۱۲} \times ۲ = ۰/۵A$$

۳ باید به دو نکته توجه کرد. اول آن‌که رساناهای به هم متصل هم‌پتانسیل هستند یعنی تمام محل‌های اتصال نشان داده شده در شکل را می توان یک نقطه فرض کرد و دوم آن‌که طبق قاعدهٔ انشعاب جمع جریان‌های وارد شده به یک گره یا انشعاب با جمع جریان‌های خارج شده از آن برابر است:

بدون توجه به I می‌توان نوشت:



جمع جریان‌های ورودی $= ۱ + ۳ + ۵ + ۱ = ۱۰A$

جمع جریان‌های خروجی $= ۲ + ۲ = ۴A$

بنابراین جریان I باید برابر با $۶A$ و به سمت خروج از گره باشد. $I = ۶A$

۴ الف) مقاومت‌های $R_۴$, $R_۳$, $R_۲$ با هم موازیند یعنی ولتاژ دو سر $R_۴$ با ولتاژ دو سر $R_۳$ و $R_۲$ برابر است:

$rI_1 = ۱٫۵V \Rightarrow r_1 \times ۱٫۵ = ۱٫۵ \Rightarrow r_1 = ۱\Omega$

ضمناً ولتاژ دو سر B و A برابر است با اختلاف پتانسیل دو سر $R_۲$, $R_۳$, $R_۴$:

$V_{AB} = V_{R_۴} = ۱٫۵V$

با چرخش از نقطهٔ B به A در جهت جریان I_1:

$V_B - xI_1 - rI + \varepsilon - R_1 I_1 = V_A \Rightarrow \varepsilon - I_1 (x + r + R_1) = V_A - V_B$

$۱۲ - ۱٫۵ (x + ۱ + ۴) = ۱٫۵ \Rightarrow ۱٫۵ (۵ + x) = ۱۰٫۵ \Rightarrow ۵ + x = ۷ \Rightarrow x = ۲\Omega$

۵ الف)

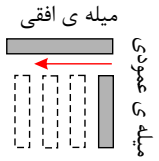
$q = I \cdot t \Rightarrow q = ۵ \times ۴ \times ۶۰ = ۱۲۰۰C$

ب)

$q = \pm ne \Rightarrow ۱۲۰۰ = n \times ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} \Rightarrow n = \frac{۱۲۰۰}{۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = ۷٫۵ \times ۱۰^{۲۱}$ عدد الکترون

باید توجه داشت که جهت قراردادی جریان الکتریکی جهت حرکت بارهای مثبت است به این معنی که اگر مثلاً جهت قراردادی جریان از چپ به راست باشد، حرکت الکترون‌ها از راست به چپ خواهد بود.

۶ باتوجه به شکل روبه‌رو یکی از میله‌ها را افقی و دیگری را عمودی قرار می‌دهیم، میله‌ی عمودی را در فاصله‌ی ثابت و نزدیک به میله‌ی افقی حرکت می‌دهیم. در صورتی که شدت جذب در وسط میله ضعیف شود، میله افقی آهنرباست. در غیراین‌صورت میله‌ی افقی آهن است.



۷

الف درست

۸

الف موازی زیرا اگر یکی از مصرف‌کننده‌ها در مدار مشکلی پیدا کرد یا جریان عبوری از آن قطع شد بقیهٔ قسمت‌های مدار (مصرف‌کننده‌ها) آسیب نبینند.

۹

مقاومت هر نیم حلقه برابر است با ۱۰Ω و این دو نیم‌حلقه باهم موازی‌اند:

الف

$R_{eq} = \frac{R_۱ R_۲}{R_۱ + R_۲} = \frac{۱۰ \times ۱۰}{۱۰ + ۱۰} = ۵\Omega$

ب

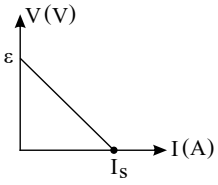
$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow (۲A) = \frac{\varepsilon}{(۵\Omega) + (۱\Omega)} \Rightarrow \varepsilon = ۱۲V$

پ

$V_A - \frac{I}{۲} \times \frac{R}{۴} = V_B \Rightarrow V_A - (۱A)(۵\Omega) = V_B \Rightarrow V_A - V_B = ۵V$

۱۰ در حالت کلی برای ولتاژ دو سر مولد در چنین مداری می‌توان نوشت: $\begin{cases} V = \varepsilon - rI \\ V = RI \end{cases}$

واضح است که ε و r ثابت هستند پس نمودار $V - I$ خطی با شیب $(-r)$ و عرض از مبدأ ε خواهد بود.



محل تقاطع این خط با محور I در واقع نشان‌دهندهٔ جریان در حالتی است که ولتاژ دو سر مولد یا بعبارتی V_{ab} برابر با صفر شده است یعنی مقاومت متغیر مدار دارای مقدار صفر بوده است:

$V = ^{صفر} \nearrow I = ۰$

بعبارت دیگر این جریان که با I_s نشان داده شده است جریان اتصال کوتاه یا بیش‌ترین جریان عبوری از مولد است:

$۰ = \varepsilon - rI \Rightarrow I_s = \frac{\varepsilon}{r}$

۱۱ الف) بر اساس رابطهٔ $\Delta q = I \cdot \Delta t$ ، Ah در واقع نشان‌دهندهٔ مقدار باری است که باتری می‌تواند قبل از اتصال مجدد به شارژر، تحت ولتاژ ۱۲ ولت در مدار به گردش در بیاورد. به عبارت دیگر چنین باتری ای می‌تواند مقدار ۷۵×۳۶۰۰ کولن بار را تحت ولتاژ $۱۲V$ در مدار به گردش درآورد و پس از آن لازم است دوباره شارژ شود.

ب) ظاهراً به کمک رابطهٔ $q = It$ باید بتوان این زمان را محاسبه کرد.

$q = It \Rightarrow ۷۵ = ۲۰۰t \Rightarrow t = \frac{۷۵}{۲۰۰} = \frac{۳}{۸} = ۰٫۳۷۵\,h$

هم‌پتانسیل با آن) و سر دیگر همهٔ آنها به نقطهٔ B متصل هستند (و هم‌پتانسیل با آن) و این تعریف موازی بودن مقاومت‌هاست. پس:

سه مقاومت موازیند : $\frac{۱}{R_{eq}} = \frac{۱}{R_۱} + \frac{۱}{R_۲} + \frac{۱}{R_۳} = \frac{۱}{۳} + \frac{۱}{۶} + \frac{۱}{۱۸}$

$$\Rightarrow \frac{۱}{R_{eq}} = \frac{۶+۳+۱}{۱۸} = \frac{۱۰}{۱۸} \Rightarrow R_{eq} = ۱٫۸\Omega$$

۱۴ الف) بر اساس قانون اهم می‌دانیم $R = \frac{V}{I}$ است بنابراین در نمودار $I - V$ شیب خط یعنی $\frac{I}{V}$ نشاندهندهٔ $\frac{۱}{R}$ می‌باشد:

$$\frac{۱}{R} = \frac{I}{V} = \text{شیب خط}$$

پس هر چه شیب خط بیشتر باشد مقاومت مربوط به آن کمتر است. یعنی:

$$\begin{cases} R_A < R_B \\ A_{\text{شیب}} > B_{\text{شیب}} \end{cases}$$

ب)

$$\frac{۱}{R} = \frac{I}{V} = \text{شیب خط} \qquad \Rightarrow \frac{I}{V} = \tan ۳۷^\circ \Rightarrow \frac{۳}{V} = \frac{۳}{۴} \Rightarrow V = ۴V$$

۱۵ حالت اول، موازی:

$$\frac{۱}{R_{eq}} = \frac{۱}{R} + \frac{۱}{R} = \frac{۲}{R} \Rightarrow R_۱ = \frac{R}{۲}$$

$$P_۱ = \frac{V^۲}{R_۱} = \frac{V^۲}{\frac{R}{۲}} = ۲\frac{V^۲}{R}$$

حالت دوم، سری:

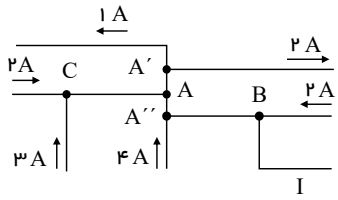
$$R_{eq} = R + R \Rightarrow R_۲ = ۲R$$

$$P_۲ = \frac{V^۲}{R_۲} = \frac{V^۲}{۲R}$$

اکنون نسبت توان‌ها را می‌نویسیم:

$$\frac{P_{\text{موازی}}}{P_{\text{سری}}} = \frac{P_۱}{P_۲} = \frac{۲\frac{V^۲}{R}}{\frac{۱}{۲}\frac{V^۲}{R}} = ۴$$

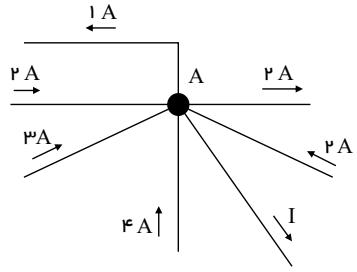
۱۶ از آنجا که رساناهای به هم متصل هم‌پتانسیل هستند در واقع می‌توان دو نقطهٔ A و B و C را بر هم منطبق گرفت و نقاط A' و A'' را هم بر روی آن‌ها منطبق کرد و همگی را همان گرهٔ A فرض کرد.



جریان‌های وارد شده به گرهٔ $A = ۴ + ۳ + ۲ + ۲ = ۱۱A$

و جریان‌های نشان داده شده خارج شده از گرهٔ A فقط $۲ + ۱ = ۳A$ است.

پس I هم باید از A خارج شده باشد:



$$I + ۳ = ۱۱ \Rightarrow I = ۸A$$

۱۷ الف) در حالت کلی داریم: $P_{\text{خروجی}} = \varepsilon I - rI^۲$

برای دو حالت می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} ۹٫۵ = \varepsilon \times ۵ - r \times (۵)^۲ \\ ۱۲٫۶ = \varepsilon \times ۷ - r(۷)^۲ \end{cases} \Rightarrow \begin{matrix} -۷ \\ ۵ \end{matrix} \begin{cases} ۵\varepsilon - ۲۵r = ۹٫۵ \\ ۷\varepsilon - ۴۹r = ۱۲٫۶ \end{cases}$$

با حل دو معادله دو مجهول فوق داریم:

$$۱۷۵r - ۲۴۵r = -۶۶٫۵ + ۶۳ \Rightarrow ۷۰\, r = ۳٫۵ \Rightarrow r = ۰٫۰۵\Omega$$

با جاگذاری $r = ۰٫۰۵\Omega$ در یکی از معادلات:

$$۵\varepsilon - ۲۵ \times ۰٫۰۵ = ۹٫۵ \Rightarrow \varepsilon = ۲٫۱۵V$$

ب) برای رسم نمودار ابتدا اختلاف پتانسیل را در هر حالت محاسبه می‌کنیم: