



یکشنبه
۱۴۰۴/۰۱/۰۳

دفترچه پاسخ

جریان الکتریکی و مدارهای
جریان مستقیم
(فصل ۲ یازدهم)

دوپیگ ماز

گروه آزمایشی علوم تجربی
فیزیک

ویراستاران	طراحان	مسئول درس	درس
محمدجواد سورچی پویا هدایتی	سعید احمدی - مجید رجبی وندچالی سجاد صادقی زاده - کامران ابراهیمی سارا قانع - علیرضا محمدی آروین صالحی - حسین عبدوی نژاد	سجاد صادقی زاده سعید احمدی	فیزیک

۴ دوازدهم	۳ دوازدهم	۲ دوازدهم	۱ دوازدهم	۳ یازدهم	۲ یازدهم	۱ یازدهم	۳ و ۴ دهم	۲ و ۱ دهم
هفته ششم	هفته پنجم	هفته چهارم	هفته سوم	هفته دوم	هفته اول			

۵۵ روز جمع بندی تا کنکور اردیبهشت

حق چاپ و تکثیر سؤالات به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز «گروه ماز» مجاز می باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می شود.

به دلیل عدم رضایت تیم ماز، هر گونه استفاده غیرقانونی از دفترچه سؤالات و پاسخنامه ماز برای تمامی اشخاص، شرعاً حرام است.



اهمیت مباحث این آزمون در کنکور...

رسیدیم به فصل خیلی مهم جریان الکتریکی از فیزیک یازدهم. کلی تست خوب که منتظر مونه! بچه‌ها با توجه به روند سؤالات کنکور توی چند سال گذشته، تصمیم گرفتیم بیش‌تر تمرکزمون رو توی سؤالات این فصل روی حل مدار و سؤالات متنوع مربوط به اونا بذاریم.

فصل ۲ فیزیک یازدهم

۱- مباحث اصلی این فصل چیا هستن؟

این فصل قسمت‌های مهم زیادی داره که معمولاً همه اونا به صورت ترکیبی توی حل مدارها به کار می‌رن و به همین خاطر شاید لیست کردن مباحث این فصل خیلی کار درستی نباشه! ولی به هر حال می‌تونیم مباحث رو مطابق نمودار زیر در نظر بگیریم.



البته باز تأکید می‌کنم که مباحث این فصل درهم تنیده هستند و تقسیم‌بندی بالا چندان مهم نیست.

۲- چرا این فصل مهمه؟

بچه‌ها این فصل از اون فصلای سخت فیزیکه که تعداد زیادی از دانش‌آموزا نمی‌تونن سؤالاتش رو جواب بدن و از طرفی تعداد سؤالاتش هم در کنکور قابل توجهه، پس هر کدومتون که بتونه سؤالات این فصل رو حل کنه، به قدم از بقیه رقیباش جلوتره! ما هم در این آزمون سعی کردیم ترکیبی از سؤالات آسون، متوسط و سخت رو براتون آماده کنیم که به همه دانش‌آموزا با هر سطح علمی کمک کنه.

۳- توی کنکورهای اخیر چند سؤال از این فصل اومده؟

توی جدول زیر، تعداد سؤالاتی که از این فصل توی کنکور اومده رو براتون آوردیم.

سال	۱۳۹۹	۱۴۰۰	۱۴۰۱	۱۴۰۲ (نوبت اول)	۱۴۰۲ (نوبت دوم)	۱۴۰۳ (نوبت اول)	۱۴۰۳ (نوبت دوم)
تجربی	۴	۴	۴	۳	۳	۳	۴
ریاضی	۴	۴	۴	۳	۳	۳	۳

همون طور که می‌بینید، حداقل ۳ تست در کنکورتون از مباحث مدارهای الکتریکی هست.



۱- چه تعداد از عبارتهای زیر صحیح است؟

الف: آهنگ شارش بار الکتریکی خالص از هر مقطع سیم رسانا را جریان الکتریکی می نامند.

ب: آمپر - ساعت، یکای جریان الکتریکی است.

پ: کیلووات ساعت، یکای توان الکتریکی است.

ت: با ایجاد اختلاف پتانسیل الکتریکی در دو سر یک سیم رسانا، الکترون ها با سرعت متوسطی موسوم به سرعت سوق، به طور بسیار سریعی از پتانسیل

بیش تر به پتانسیل کم تر حرکت می کنند.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

(آسان - خطبه خط کتاب درسی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۱

با توجه به متن کتاب درسی، فقط عبارت «الف» صحیح است.

بررسی موارد نادرست:

ب

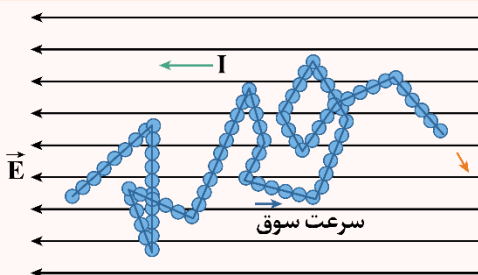
آمپر - ساعت یکای بار الکتریکی است و معادل 3600 کولن می باشد. (*)

پ

کیلووات ساعت یکای انرژی است و معادل 3600×10^3 ژول می باشد. (*)

ت

الکترون ها با سرعت متوسطی موسوم به سرعت سوق، به طور آهسته ای از پتانسیل کم تر به پتانسیل بیش تر حرکت می کنند. (*)



جریان الکتریکی

شکل مقابل، حرکت الکترون ها را درون یک رسانای فلزی در حضور میدان الکتریکی نشان می دهد.

در مورد این شکل به نکات زیر توجه کنید:

- در غیاب میدان الکتریکی، الکترون ها به صورت کاتوره ای، تصادفی و با سرعت زیاد در همه جهت ها حرکت می کنند و بار الکتریکی به طور خالص منتقل نمی شود؛ بنابراین جریان الکتریکی درون رسانا ایجاد نمی شود.
- در حضور میدان الکتریکی، الکترون ها با سرعتی متوسط موسوم به سرعت سوق در خلاف جهت میدان الکتریکی حرکت می کنند. علت این حرکت آن است که میدان الکتریکی، نیرویی در خلاف جهت میدان به الکترون ها وارد می کند.
- به دلیل حرکت الکترون ها با سرعت سوق در خلاف جهت میدان، بار الکتریکی منفی به طور خالص در خلاف جهت میدان الکتریکی به حرکت درمی آید؛ بنابراین جریان الکتریکی در جهت میدان الکتریکی در رسانا ایجاد می شود. دقت کنید که طبق قرارداد، جهت جریان الکتریکی در خلاف جهت بارهای منفی است.
- میدان الکتریکی و جریان الکتریکی هم جهت هستند، درحالی که جهت سرعت سوق الکترون ها در خلاف جهت آن هاست.
- سرعت سوق الکترون ها بسیار کم و از مرتبه $10^{-4} \frac{m}{s}$ است، در صورتی که سرعت حرکت کاتوره ای آن ها بسیار زیاد و از مرتبه $10^6 \frac{m}{s}$ است.
- آهنگ شارش بار الکتریکی در یک سیم معادل با جریان الکتریکی گذرنده از آن سیم است.

$$I_{av} = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

Δq : بار الکتریکی شارش شده با یکای کولن

Δt : مدت زمان عبور بار الکتریکی با یکای ثانیه

I_{av} : جریان الکتریکی متوسط با یکای آمپر

۷- یکای جریان الکتریکی برابر آمپر (A) است که معادل با $\frac{کولن}{ثانیه}$ می باشد. دقت کنید که آمپر یکی از هفت یکای اصلی SI می باشد.

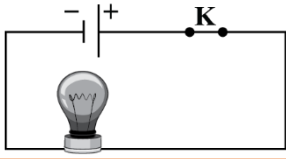
۸- طبق رابطه $\Delta q = I_{av} \Delta t$ ، علاوه بر کولن، می توان یکای (آمپر-ساعت) را هم برای بار الکتریکی استفاده کرد. هر (آمپر-ساعت) معادل با 3600 کولن است.

۹- در سؤالاتی که تعداد الکترون های عبوری از مقطع رسانا را در مدت زمان Δt می خواهیم، می توان به صورت زیر عمل کرد:

$$\begin{cases} I_{av} = \frac{\Delta q}{\Delta t} \\ \Delta q = ne \end{cases} \Rightarrow I_{av} = \frac{ne}{\Delta t} \Rightarrow n = \frac{I_{av} \Delta t}{e}$$



۲- در مدار شکل زیر، اختلاف پتانسیل دو سر لامپ ۸V و مقاومت آن $20\ \Omega$ است. در مدت یک ساعت چه تعداد الکترون از لامپ می گذرد؟



$$(e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C})$$

(۱) 9×10^{21}
(۲) 9×10^{22}
(۳) $4/5 \times 10^{21}$
(۴) $4/5 \times 10^{22}$

پاسخ: گزینه ۱

(متوسط - محاسباتی - ۱۱۰۲)

گام اول:

جریان گذرنده از لامپ برابر است با:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{8}{20} = \frac{2}{5} \text{ A}$$

گام دوم:

بار الکتریکی گذرنده از لامپ در مدت یک ساعت برابر است با:

$$\Delta q = I \Delta t \Rightarrow \Delta q = \frac{2}{5} \times 3600 = 1440 \text{ C}$$

گام آخر:

تعداد الکترون های گذرنده از لامپ برابر است با:

$$\Delta q = ne \Rightarrow n = \frac{\Delta q}{e} = \frac{1440}{1.6 \times 10^{-19}} = 9 \times 10^{21}$$

قانون اهم

۱- مطابق قانون اهم، رابطه ولتاژ و جریان برای یک مقاومت الکتریکی به صورت زیر است:

$$V = RI$$

V : اختلاف پتانسیل با یکای ولت

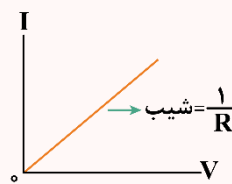
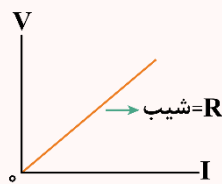
I : جریان الکتریکی با یکای آمپر

R : مقاومت الکتریکی با یکای اهم

نکته

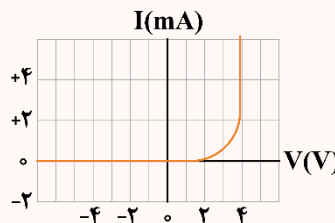
مقدار مقاومت الکتریکی به ساختمان و دمای رسانا وابسته است و با تغییر ولتاژ یا جریان تغییر نمی کند.

۲- مطابق قانون اهم، نمودار تغییرات ولتاژ یک مقاومت برحسب جریان الکتریکی آن و نمودار جریان الکتریکی برحسب ولتاژ، مطابق شکل زیر به صورت یک خط صعودی است.



۳- مقاومت های الکتریکی به دو دسته اهمی و غیراهمی تقسیم می شوند. مقاومت های اهمی از قانون اهم پیروی می کنند که در نکته قبل با آنها آشنا شدیم.

برخلاف مقاومت های اهمی که ولتاژ و جریان باهم رابطه مستقیم و خطی دارند، ولتاژ و جریان مقاومت های غیراهمی دارای رابطه غیرخطی هستند، مثلاً شکل زیر نمودار جریان - ولتاژ برای یک دیود نورگسیل (LED) را نشان می دهد که یک مقاومت غیراهمی است.



دقت کنید که در دمای ثابت، نسبت ولتاژ به جریان $(\frac{V}{I})$ در مقاومت های اهمی همواره ثابت است، در حالی که این نسبت در مقاومت های غیراهمی متغیر می باشد.

گروه آموزشی ماز



۳- دو رسانای A و B به ترتیب از آهن و مس ساخته شده‌اند و طول یکسانی دارند. رسانای A سیم توپری به قطر ۱/۰mm است. رسانای B لوله‌ای توخالی به شعاع خارجی ۲/۰mm و شعاع داخلی ۱/۰mm است. مقاومت رسانای A چند برابر مقاومت رسانای B است؟
($\rho_{\text{مس}} = 2 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$, $\rho_{\text{آهن}} = 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$)

۱/۲ (۴)

۱/۶۰ (۳)

۶۰ (۲)

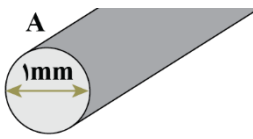
۱۲ (۱)

(متوسط - محاسباتی - ۱۱۰۲)

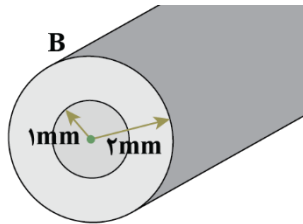
پاسخ: گزینه ۲

گام اول:

ابتدا با توجه به شکل زیر، سطح مقطع رساناها را محاسبه می‌کنیم.



$$A_A = \pi r_A^2 = \frac{\pi}{4} \text{mm}^2$$



$$A_B = \pi(r_{\text{خارجی}}^2 - r_{\text{داخلی}}^2) = \pi(2^2 - 1^2) = 3\pi \text{mm}^2$$

گام آخر:

برای مقایسه مقاومت سیم‌ها می‌توان نوشت:

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{L_A}{L_B} \times \frac{A_B}{A_A}$$

$$\Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{10^{-7}}{2 \times 10^{-8}} \times 1 \times \frac{3\pi}{\frac{\pi}{4}} = 5 \times 1 \times 12 = 60$$

مقاومت الکتریکی

۱- مقدار مقاومت الکتریکی یک سیم به ویژگی‌های ساختمانی و دمای آن وابسته است و ربطی به ولتاژ و جریان آن ندارد. مقدار مقاومت یک سیم برحسب ویژگی‌های ساختمانی آن را می‌توانیم از رابطه زیر به دست آوریم:

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

R: مقدار مقاومت الکتریکی با یکای اهم

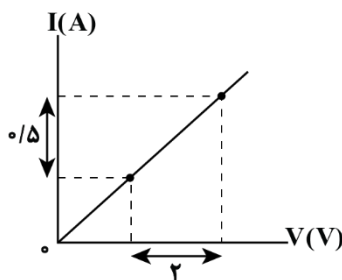
L: طول سیم با یکای متر A: سطح مقطع سیم با یکای مترمربع

۲- با توجه به رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ ، برای مقایسه مقاومت الکتریکی دو سیم به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{L_2}{L_1} \times \frac{A_1}{A_2} \xrightarrow[\text{قطر مقطع } d \rightarrow]{A \propto d^2} \frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{L_2}{L_1} \times \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2$$

گروه آموزشی ماز

۴- نمودار جریان - ولتاژ یک سیم مسی مطابق شکل زیر است. اگر این سیم از ۹۰ گرم مس ساخته شده باشد، طول آن چند متر است؟ (چگالی و مقاومت ویژه مس به ترتیب ۹۰۰۰ و $1/6 \times 10^{-8}$ واحد SI فرض شود).



۵ (۱)

۵۰ (۲)

۱۰ (۳)

۱۰۰ (۴)



(متوسط - نموداری - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۲

گام اول:

با توجه به نمودار، با افزایش ۲ ولتی اختلاف پتانسیل، جریان سیم ΔA افزایش یافته است؛ بنابراین مقاومت الکتریکی سیم برابر است با:

$$R = \frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{2}{0.5} = 4 \Omega$$

گام آخر:

برای محاسبه طول سیم، از رابطه $R = \rho \rho' \frac{L^2}{m}$ کمک می‌گیریم:

$$R = \rho \rho' \frac{L^2}{m} \Rightarrow 4 = 1/6 \times 10^{-8} \times 9000 \times \frac{L^2}{90 \times 10^{-3}}$$

$$\Rightarrow L^2 = \frac{4}{1/6} \times 10^2 \Rightarrow L^2 = 2500 \Rightarrow L = 50 \text{ m}$$

درس‌نامه

گاهی در سؤالات مربوط به محاسبه مقاومت، از جرم و چگالی سیم هم استفاده می‌شود. برای حل این سؤالات می‌توانیم به صورت زیر عمل کنیم. دقت کنید که چگالی را با ρ' نشان داده‌ایم تا با مقاومت ویژه اشتباه نشود.

$$\text{چگالی: } \rho' = \frac{m}{V} = \frac{m}{AL} \rightarrow A = \frac{m}{\rho' L}$$

$$R = \rho \frac{L}{A} \xrightarrow{A = \frac{m}{\rho' L}} R = \rho \rho' \frac{L^2}{m}$$

البته می‌توانیم رابطه فوق را حفظ نکنیم و فقط از مراحل به دست آوردن این رابطه در حل سؤال استفاده کنیم. به مثال زیر توجه کنید.

مثال

با ۲۰۰ گرم آهن، سیمی استوانه‌ای و توپر به طول ۱۰ متر ساخته‌ایم. مقاومت این سیم چند اهم است؟ (مقاومت ویژه و چگالی آهن به ترتیب 10^{-7} و 8000 واحد SI است.)

پاسخ:

این سؤال را با دو روش حل می‌کنیم.

روش اول: اگر رابطه مقاومت و جرم را حفظ باشیم:

$$R = \rho \rho' \frac{L^2}{m} = 10^{-7} \times 8000 \times \frac{10^2}{0.2} = 0.4 \Omega$$

روش دوم: اگر رابطه را حفظ نباشیم:

در این صورت ابتدا سطح مقطع سیم را محاسبه می‌کنیم و سپس با کمک آن مقاومت سیم را به دست می‌آوریم.

$$\rho' = \frac{m}{V} = \frac{m}{AL} \rightarrow 8000 = \frac{0.2}{A \times 10} \rightarrow A = 2/5 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$R = \rho \frac{L}{A} = 10^{-7} \times \frac{10}{2/5 \times 10^{-6}} = 0.4 \Omega$$

گروه آموزشی ماز

۵- کدام یک از عبارات‌های زیر صحیح است؟

الف: مقاومت الکتریکی یک سیم مسی با افزایش دما زیاد می‌شود.

ب: نمودار ولتاژ - جریان یک دیود نورگسیل (LED) به صورت خطی است.

پ: در برخی مواد، مانند جیوه و قلع با کاهش دما، مقاومت ویژه در دمای خاصی به صورت ناگهانی به صفر افت می‌کند و در دماهای پایین‌تر، همچنان صفر می‌ماند. این پدیده را ابررسانایی می‌گویند.

ت: در مدارهای الکترونیکی وسیله‌ای به نام رئوستا نقش پتانسیومتر را دارد.

(۴) «ب» و «پ»

(۳) «ب» و «ت»

(۲) «الف» و «ت»

(۱) «الف» و «پ»

(آسان - خطبه خط کتاب درسی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۱

بررسی موارد:

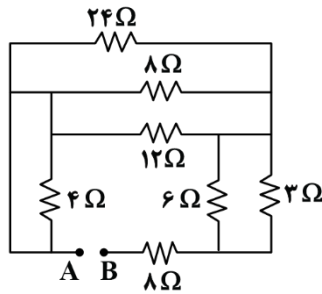
الف: مقاومت فلزات با افزایش دما زیاد می‌شود؛ بنابراین با افزایش دمای سیم مسی، مقاومت الکتریکی آن افزایش می‌یابد. (✓)



- ب دیود نورگسیل یک رسانای غیراُهمی است و نمودار ولتاژ - جریان آن **غیرخطی** است. (*)
- پ با توجه به متن کتاب درسی صحیح است. (✓)
- ت در مدارهای الکترونیکی وسیله‌ای به نام **پتانسیومتر** نقش **رئوستا** را دارد. (*)

گروه آموزشی ماز

۶- در مدار شکل مقابل، مقاومت معادل بین دو نقطه A و B چند اهم است؟

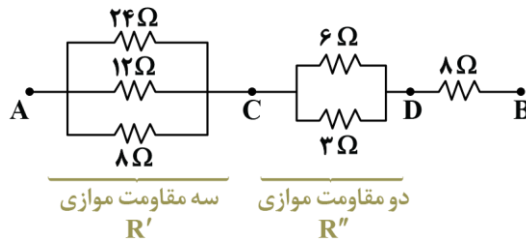
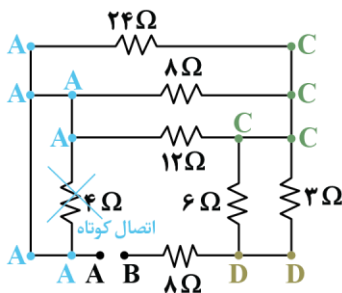


- ۶ (۱)
- ۸ (۲)
- ۱۴ (۳)
- ۱۸ (۴)

(متوسط - محاسباتی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۳

ابتدا با نام‌گذاری نقاط، مدار را ساده‌تر می‌کنیم:



$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{24} + \frac{1}{12} + \frac{1}{8} = \frac{1+2+3}{24} = \frac{6}{24} = \frac{1}{4} \Rightarrow R' = 4\Omega$$

$$R'' = \frac{6 \times 2}{6+2} = 2\Omega$$

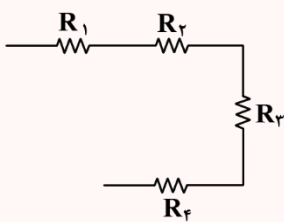
$$\Rightarrow R_{eq} = 4 + 2 + 8 = 14\Omega$$

به هم بستن مقاومت‌ها

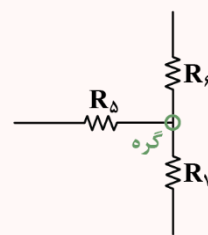
دو حالت مهم به هم بستن مقاومت‌ها به صورت سری (متوالی) و موازی است.

به هم بستن متوالی (سری) مقاومت‌ها

اگر دو یا چند مقاومت به صورت پشت سر هم بسته شده باشند، به طوری که انشعاب فعالی بین آن‌ها نباشد، به این حالت متوالی می‌گوییم.



متوالی‌اند $\Rightarrow R_1, R_2, R_3, R_4$



هیچ‌کدام با دیگری متوالی نیست.

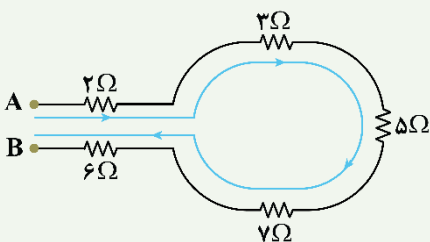
برای به دست آوردن مقاومت معادل دو یا چند مقاومت متوالی آن‌ها را با هم جمع می‌کنیم.

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$$

مثال

در شکل مقابل، مقاومت معادل دو نقطه A و B چند اهم است؟

پاسخ تشریحی:

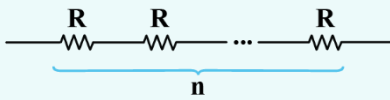


$$R_{AB} = 2 + 2 + 5 + 7 + 6 = 22\Omega$$



نکته

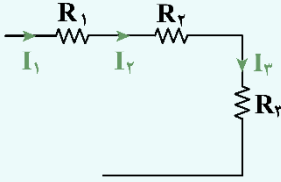
اگر n مقاومت مشابه R به صورت متوالی به هم وصل باشند، مقاومت معادل برابر است با:



$$R_{eq} = nR$$

نکته

جریان الکتریکی گذرنده از مقاومت‌های متوالی، یکسان است و برابر است با جریان گذرنده از مقاومت معادل آن‌ها.



$$متوالی R_3 و R_2, R_1 : I_1 = I_2 = I_3 = I_t$$

نکته

ولتاژ مقاومت معادل دو یا چند مقاومت متوالی برابر است با مجموع ولتاژ تک تک مقاومت‌ها.



$$V_t = V_1 + V_2 + V_3$$

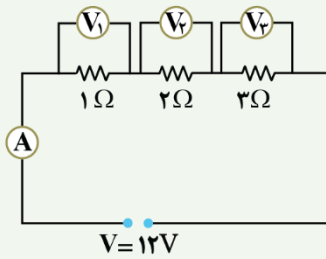
مثال

در مدار شکل مقابل:

الف: مقاومت معادل را حساب کنید.

ب: عدد آمپرسنج را حساب کنید.

پ: عدد هریک از ولت‌سنج‌ها را حساب کنید.



$$V = 12V$$

$$متوالی R_3 و R_2, R_1 : R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 = 1 + 2 + 3 = 6\Omega$$

$$R_{eq} = \frac{V_t}{I_t} \Rightarrow 6 = \frac{12}{I_t} \Rightarrow I_t = 2A$$

عدد آمپرسنج $2A$ است.

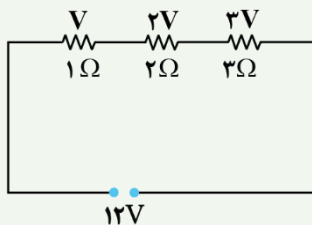
پ: جریان گذرنده از هر یک از مقاومت‌ها همان جریان کل یعنی $2A$ است.

برای به دست آوردن ولتاژ هر یک از مقاومت‌ها باید طبق قانون اهم، جریان گذرنده از آن مقاومت را در مقدار مقاومت ضرب کنیم و خواهیم داشت:

$$V = RI \quad I_1 = I_2 = I_3 = 2A \Rightarrow \begin{cases} V_1 = 1 \times 2 = 2V \\ V_2 = 2 \times 2 = 4V \\ V_3 = 3 \times 2 = 6V \end{cases}$$

په جور دیگه:

در مقاومت‌های متوالی، ولتاژ دو سر هر مقاومت با مقدار آن مقاومت متناسب است.



$$12V$$

$$متوالی R_2 و R_1 : \frac{V_2}{V_1} = \frac{R_2}{R_1}$$

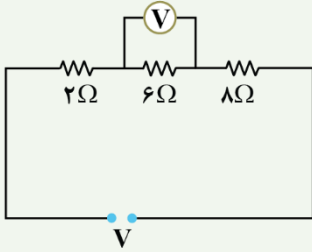
$$6V = 12V \Rightarrow V = 2 \Rightarrow \begin{cases} V_1 = V = 2V \\ V_2 = 2V = 4V \\ V_3 = 3V = 6V \end{cases}$$

برای تقسیم ولتاژ در مقاومت‌های متوالی به کمترین مقاومت مجموعه، یک سهم نسبت می‌دهیم و مابقی را با نسبت مستقیم با مقاومت به دست می‌آوریم. در نهایت ولتاژ کل را برابر با مجموع سهم‌ها قرار داده تا مقدار ولتاژ هر مقاومت به دست آید.



مثال

در شکل مقابل، اگر عددی که ولتسنج آرمانی نشان می‌دهد، ۹V باشد، اختلاف پتانسیل مجموعه مقاومت‌ها چند ولت است؟



پاسخ تشریحی:

گام اول: جریان گذرنده از مقاومت ۶Ω که همان جریان مجموعه هم هست به دست می‌آوریم:

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow 6 = \frac{9}{I} \Rightarrow I = \frac{9}{6} = 1.5A$$

گام دوم: مقاومت معادل مجموعه را حساب می‌کنیم:

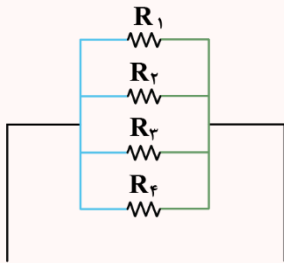
$$R_{eq} = 2 + 6 + 8 = 16\Omega$$

گام آخر: ولتاژ کل را حساب می‌کنیم:

$$R_{eq} = \frac{V_t}{I_t} \Rightarrow 16 = \frac{V_t}{1.5} \Rightarrow V_t = 1.5 \times 16 = 24V$$

به هم بستن موازی مقاومت‌ها

اگر دو یا چند مقاومت طوری به هم وصل شده باشند که هر دو دست مقاومت‌ها در دست یکدیگر باشد (یعنی دو سر مشترک) آن مقاومت‌ها موازی‌اند.



موازی‌اند R_1, R_2, R_3, R_4

برای محاسبه مقاومت معادل چند مقاومت موازی داریم:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

اگر دو مقاومت موازی داشتیم، چطور می‌تونیم راحت‌تر مقاومت معادل رو حساب کنیم؟

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{یا} \quad R_{eq} = \frac{R_{\text{بزرگ}}}{n+1} \quad \left(n = \frac{R_{\text{بزرگ}}}{R_{\text{کوچیک}}} \right)$$

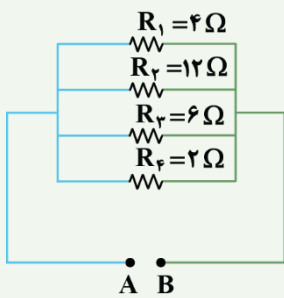
طبق رابطه $R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ برای حساب کردن مقاومت معادل چند مقاومت موازی به جای رابطه $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$ می‌تونیم دوبه دو مقاومت‌ها را از این رابطه به دست آوریم.

مثال

مقاومت معادل دو نقطه A و B را حساب کنید.

پاسخ تشریحی:

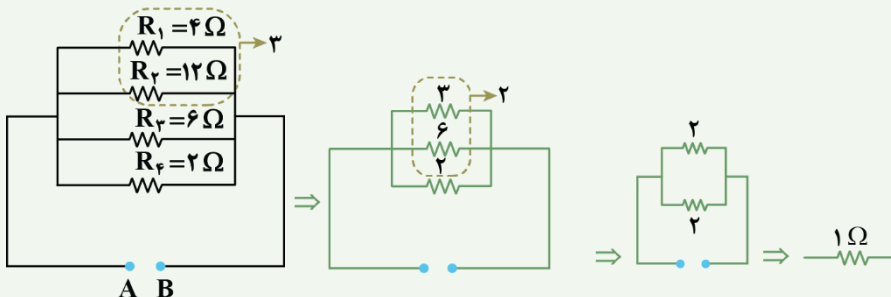
روش اول:



$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{4} + \frac{1}{12} + \frac{1}{6} + \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{3+1+2+6}{12} = 1 \Rightarrow R_{eq} = 1\Omega$$

روش دوم:





نکته

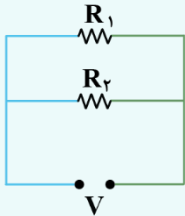
مقاومت n مقاومت موازی مشابه R برابر است با:

$$R_{eq} = \frac{R}{n}$$

نکته

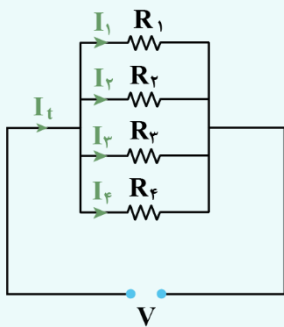
مقاومت معادل چند مقاومت سری از بزرگترین مقاومت مجموعه بزرگتر است ولی مقاومت معادل چند مقاومت موازی از کوچکترین مقاومت مجموعه کوچکتر است.

در مقاومت‌های موازی، ولتاژ دو سر مقاومت‌ها با هم برابر است و برابر با ولتاژ مجموعه است.



$$V_1 = V_2 = V$$

در مقاومت‌های موازی، جریان کل برابر است با مجموع جریان تک‌تک مقاومت‌ها:



$$I_t = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$$

تقسیم جریان در مقاومت‌های موازی چگونه است؟

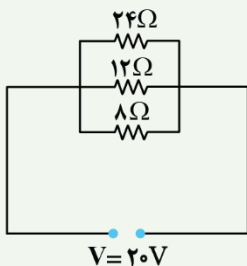
- ۱- به بزرگترین مقاومت مجموعه یک سهم جریان نسبت می‌دهیم.
- ۲- جریان گذرنده از مابقی مقاومت‌ها را با نسبت عکس مقاومت تقسیم می‌کنیم.

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{R_1}{R_2}$$

- ۳- مجموع سهم‌ها را برابر جریان کل قرار داده و جریان هر مقاومت را حساب می‌کنیم.

مثال

در مدار شکل مقابل، جریان گذرنده از هر یک از مقاومت‌ها را حساب کنید.



پاسخ تشریحی:

روش اول:

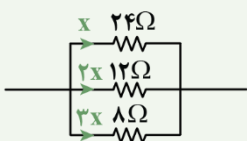
گام اول: محاسبه مقاومت معادل:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{24} + \frac{1}{12} + \frac{1}{8} \Rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1+2+3}{24} = \frac{1}{4} \Rightarrow R_{eq} = 4\Omega$$

گام دوم: محاسبه جریان کل:

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow I = \frac{V}{R} \Rightarrow I_t = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{20}{4} = 5A$$

گام سوم: محاسبه سهم هر مقاومت:

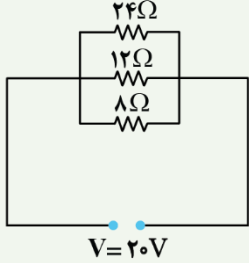




گام آخر: محاسبه جریان هر مقاومت:

$$I_t = x + 2x + 3x = 6x \Rightarrow 5 = 6x \Rightarrow x = \frac{5}{6}$$

$$I_{24\Omega} = \frac{5}{6} A, I_{12\Omega} = \frac{5}{3} A, I_{8\Omega} = \frac{5}{2} A$$



$$V_{24\Omega} = V_{12\Omega} = V_{8\Omega} = V = 20V$$

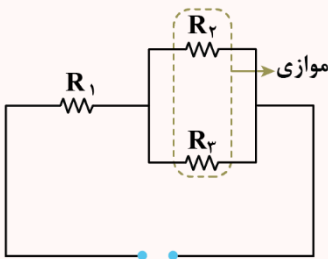
روش دوم:

گام اول: ولتاژ هر مقاومت را به دست می آوریم:

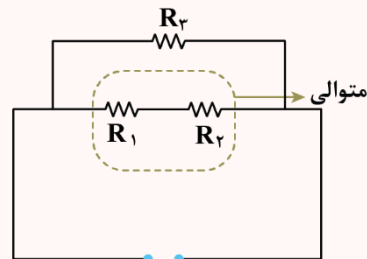
گام آخر: با داشتن ولتاژ و مقاومت هر کدام جریان را حساب می کنیم:

$$I = \frac{V}{R} \Rightarrow \begin{cases} I_{24\Omega} = \frac{20}{24} = \frac{5}{6} A \\ I_{12\Omega} = \frac{20}{12} = \frac{5}{3} A \\ I_{8\Omega} = \frac{20}{8} = \frac{5}{2} A \end{cases}$$

حالت های ترکیبی مهم



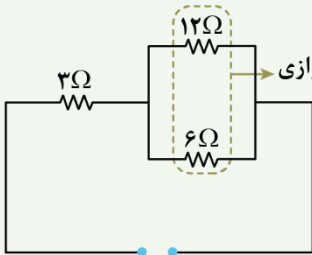
$$R_{eq} = R_1 + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}$$



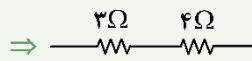
$$R_{eq} = \frac{(R_1 + R_2) \times R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

مثال

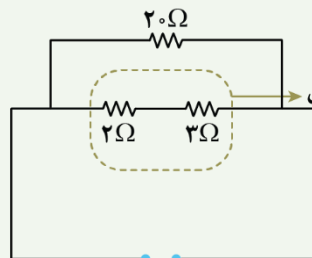
در شکل های زیر، مقاومت معادل را به دست آورید.



$$\text{موازی: } \frac{12 \times 6}{12 + 6} = \frac{12 \times 6}{18} = 4\Omega$$

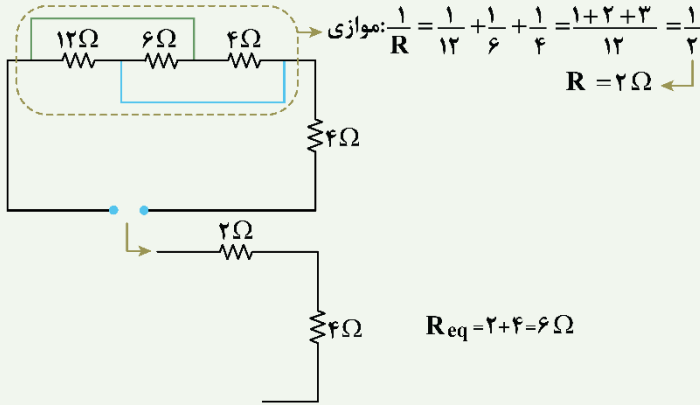
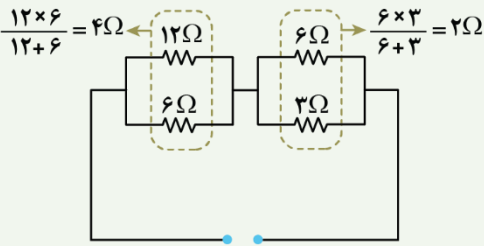


$$R_{eq} = 3 + 4 = 7\Omega$$



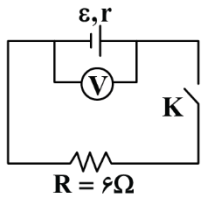
$$\text{متوالی: } 2 + 3 = 5\Omega$$

$$R_{eq} = \frac{5 \times 20}{5 + 20} = \frac{5 \times 20}{25} = 4\Omega$$



گروه آموزشی ماز

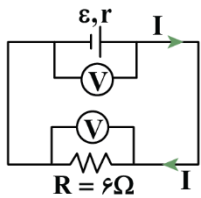
۷- در مدار شکل زیر، اگر کلید باز باشد، ولت‌سنج ۲۴ ولت و اگر کلید بسته شود، ولت‌سنج ۱۸ ولت را نشان می‌دهد. مقاومت درونی باتری چند اهم است؟



- ۱ (۱)
- ۲ (۲)
- ۳ (۳)
- ۶ (۴)

(آسان - محاسباتی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۲



اگر کلید باز باشد، جریان مدار صفر بوده و ولت‌سنج نیروی محرکه باتری را نشان می‌دهد. ($\epsilon = 24V$)
حال اگر کلید بسته شود، ولت‌سنج، ولتاژ دو سر باتری یا به عبارت دیگر، ولتاژ دو سر مقاومت خارجی را نشان می‌دهد؛ بنابراین می‌توان نوشت:

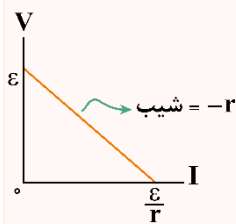
$$V = RI \Rightarrow 18 = 6I \Rightarrow I = 3A$$

$$V = \epsilon - rI \Rightarrow 18 = 24 - 3r \Rightarrow r = 2\Omega$$

ولتاژ باتری

۱- معادله ولتاژ - جریان یک باتری (مولد) به صورت زیر است:

$$V_{\text{باتری}} = \epsilon - rI$$



در رابطه فوق، ϵ برابر نیروی محرکه باتری و r برابر مقاومت درونی آن است.

۲- مطابق رابطه $V = \epsilon - rI$ ، نمودار ولتاژ - جریان یک باتری (مولد) مطابق شکل مقابل است.

۳- در مورد نمودار ولتاژ - جریان باتری به نکات زیر توجه کنید:

(الف) بیشینه ولتاژ باتری (مولد) برابر نیروی محرکه آن است.

(ب) اندازه شیب نمودار برابر مقاومت درونی باتری است.

(پ) عرض از مبدأ نمودار برابر ϵ و طول از مبدأ آن برابر $\frac{\epsilon}{r}$ است.

(ت) بیشینه جریان خروجی از باتری برابر $\frac{\epsilon}{r}$ است که به آن، جریان اتصال کوتاه باتری می‌گوییم.

آزمون وی آی پی

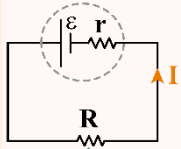
اولین بخش آزمون ها در تلگرام

آرشیو آزمون های سال گذشته 🤯

جهت دانلود آزمون ها در کانال ما با آیدی
زیر در تلگرام عضو باشید:

@AzmonVip
t.me/AzmonVip





مقاومت معادل مدار

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R}$$

افت پتانسیل در باتری: $rI = r \times \frac{\varepsilon}{r + R} = \frac{\varepsilon r}{r + R}$

$$V_{\text{باتری}} = \varepsilon - rI = \varepsilon - r \times \frac{\varepsilon}{r + R} = \frac{\varepsilon R}{r + R}$$

ت) ولتاژ دو سر باتری با ولتاژ دو سر مقاومت معادل R برابر است و ولتاژ هر دو برابر $\frac{\varepsilon R}{r + R}$ می باشد.

۴- همان طور که یاد گرفتیم، می توان مقاومت های مدار را ساده کرد و همه آنها را به یک مقاومت معادل تبدیل کرد؛ بنابراین در مدارهایی که دارای یک باتری هستند، همواره می توانیم مدار را به شکل مقابل ساده کنیم. این مدار یک مدار ساده تک حلقه است.

در مورد مدار تک حلقه به نکات زیر توجه کنید:

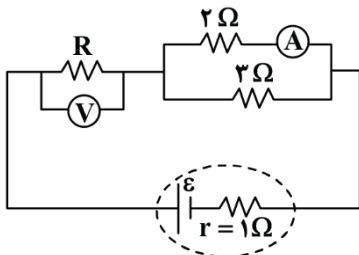
الف) جریان خروجی از باتری برابر است با:

ب) افت پتانسیل در باتری برابر است با:

پ) ولتاژ دو سر باتری برابر است با:

گروه آموزشی ماز

۸- در شکل زیر، ولت سنج و آمپرسنج آرمانی به ترتیب ۷ ولت و ۳ آمپر را نشان می دهند. نیروی محرکه مولد چند ولت است؟

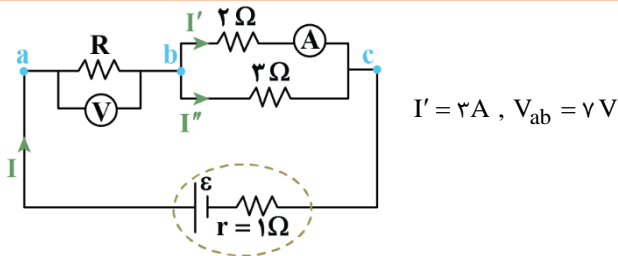


- ۱۲ (۱)
- ۱۸ (۲)
- ۲۴ (۳)
- ۳۶ (۴)

(آسان - محاسباتی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۲

جریان شاخه ها را مطابق شکل مقابل، نام گذاری می کنیم:



گام اول:

جریان عبوری از مقاومت 3Ω یعنی I'' را به دست می آوریم:

$$2\Omega \parallel 2\Omega \Rightarrow V_{2\Omega} = V_{2\Omega}$$

$$\Rightarrow 2 \times I' = 2 \times I'' \Rightarrow 2 \times 3 = 2I'' \Rightarrow I'' = 3A$$

ب) گره b: $I = I' + I'' = 3 + 2 = 5A$

گام دوم:

جریان خروجی از باتری یعنی I را به دست می آوریم:

گام آخر:

نیروی محرکه باتری را حساب می کنیم:

$$\varepsilon - rI = V_{ac} = V_{ab} + V_{bc} = V_{ab} + 2 \times I'$$

$$\Rightarrow \varepsilon - 1 \times 5 = 7 + 2 \times 3 \Rightarrow \varepsilon = 18V$$



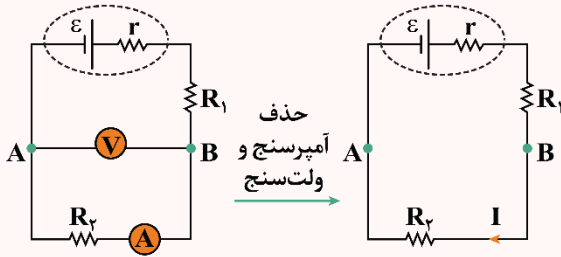
ولتسنج ایده‌آل و آمپرسنج ایده‌آل

در سؤالاتی که عدد آمپرسنج یا ولتسنج آرمانی پرسیده می‌شود، برای راحتی می‌توانیم به صورت زیر عمل کنیم:

۱- آمپرسنج را از مدار حذف کرده و به جای آن سیم قرار می‌دهیم.

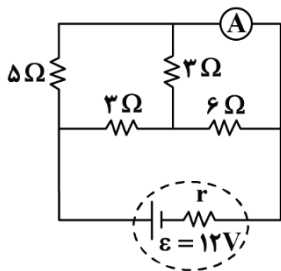
۲- ولتسنج را از مدار حذف کرده و سیم‌های شاخه آن را پاک می‌کنیم.

به عنوان مثال، مدار مقابل را به صورت نشان داده شده ساده می‌کنیم:



پس از حذف آمپرسنج و ولتسنج می‌توانیم مدار ساده شده را به راحتی حل کنیم. در این صورت جریان I همان عدد آمپرسنج است و اختلاف پتانسیل بین نقاط A و B (دو سر ولتسنج) برابر عدد ولتسنج می‌باشد. برای محاسبه اختلاف پتانسیل نقاط می‌توان از تکنیک پتانسیل نویسی استفاده کرد.

گروه آموزشی ماز

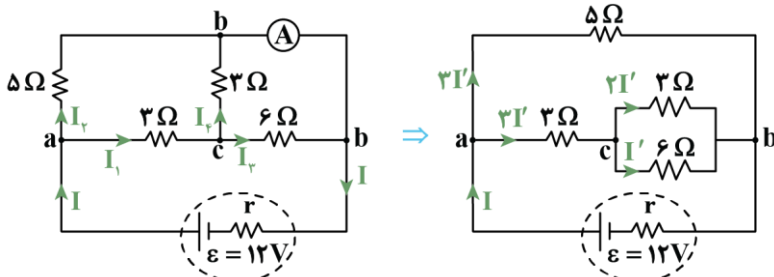


۹- در مدار مقابل، آمپرسنج جریان ۲/۵ آمپر را نشان می‌دهد. مقاومت درونی مولد (r) چند اهم است؟

- ۱) ۰/۵
- ۲) ۱
- ۳) ۱/۵
- ۴) ۲

(متوسط - محاسباتی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۳



ابتدا مدار را با نام گذاری به شکل ساده تری نمایش می‌دهیم. آمپرسنج آرمانی مانند یک سیم با مقاومت صفر است و می‌توان دو سر آن را با یک نام در نظر گرفت.

گام اول:

تقسیم جریان:

$$V_{6\Omega} = V_{3\Omega} \Rightarrow 6I_3 = 3I_4 \Rightarrow I_3 = I_4 \Rightarrow I_1 = I_3 + I_4 = 2I'$$

$$I_{3\Omega} = 3I' \Rightarrow I_1 = I_3 + I_4 = 2I'$$

$$\Rightarrow I = I_1 + I_2 = 6I'$$

گام دوم:

محاسبه I:

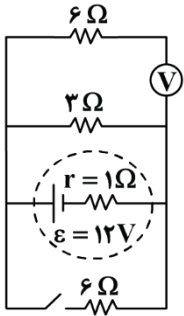
$$\text{عدد آمپرسنج} = I_2 + I_4 \Rightarrow 2/5 = 3I' + 2I' \Rightarrow I' = 0/5 A \Rightarrow I = 2A$$

گام آخر:

محاسبه r

$$I = \frac{\epsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow 2 = \frac{12}{2/5 + r} \Rightarrow r = 1/5 \Omega$$

گروه آموزشی ماز



۱۰- در مدار شکل مقابل، کلید را می‌بندیم. کدام مورد درست است؟ (ولت‌سنج، آرمانی است).

- (۱) عدد ولت‌سنج تغییر نمی‌کند و همچنان برابر صفر باقی می‌ماند.
- (۲) عدد ولت‌سنج، ۱ ولت تغییر می‌کند.
- (۳) عدد ولت‌سنج، ۰/۸ ولت تغییر می‌کند.
- (۴) عدد ولت‌سنج تغییر نمی‌کند و همچنان ۱۲ ولت را نشان می‌دهد.

(متوسط - مفهومی/محاسباتی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۲

نکته

مقاومت ولت‌سنج آرمانی، بی‌نهایت است؛ بنابراین، شاخه‌ای از مدار که در آن، ولت‌سنج آرمانی قرار دارد، جریان آن صفر است.

حالت اول:

کلید باز است.

در این حالت ولت‌سنج، اختلاف پتانسیل دو سر مولد و نیز اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ۳ اهمی را نشان می‌دهد.

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{12}{3 + 1} = 3A \Rightarrow \text{عدد ولت‌سنج} = 3 \times 3 = 9V$$

حالت دوم:

کلید بسته است.

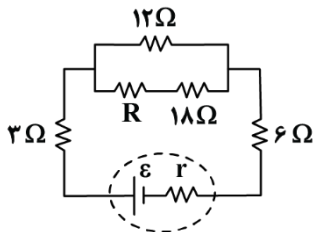
در این حالت نیز ولت‌سنج، اختلاف پتانسیل دو سر مولد و مقاومت‌ها را نشان می‌دهد.

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{12}{(6 \parallel 3) + 1} = \frac{12}{\frac{6 \times 3}{9} + 1} = 4A$$

$$\text{عدد ولت‌سنج} = \varepsilon - rI = 12 - 1 \times 4 = 8V$$

بنابراین، عدد ولت‌سنج ۱ ولت کاهش می‌یابد.

گروه آموزشی ماز

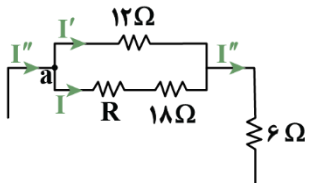


۱۱- در شکل زیر، اختلاف پتانسیل الکتریکی مقاومت‌های ۶ اهمی و ۱۸ اهمی باهم برابر است. R چند اهم است؟

- ۲ (۱)
- ۴ (۲)
- ۶ (۳)
- ۸ (۴)

(آسان - محاسباتی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۳



$$V_{(6\Omega)} = V_{(18\Omega)} \Rightarrow 6I'' = 18I \Rightarrow I'' = 3I$$

$$I'' = I + I' \Rightarrow 3I = I + I' \Rightarrow I' = 2I$$

شاخه (۱۲Ω) و شاخه (R + ۱۸Ω) باهم موازی‌اند؛ بنابراین:

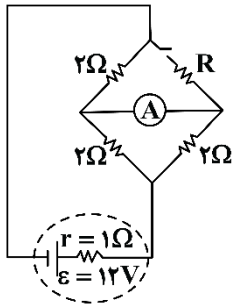
$$V_{(12\Omega)} = V_{(R+18\Omega)} \Rightarrow 12I' = (R + 18)I \Rightarrow 12 \times 2I = (R + 18)I \Rightarrow R = 6\Omega$$

گروه آموزشی ماز



۱۲- در مدار زیر، با بستن کلید، جهت جریان در آمپرسنج آرمانی عوض می‌شود، اما عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد، تغییر نمی‌کند. مقاومت R چند اهم

- است؟
 (۱) ۰/۲۵
 (۲) ۰/۵
 (۳) ۱
 (۴) ۲

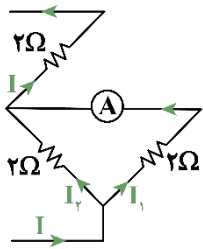


(خیلی سخت - محاسباتی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۲

گام اول:

وقتی کلید باز است داریم:



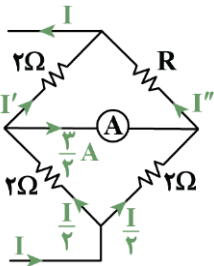
$$R_{eq} = (2 \parallel 2) + 2 = \frac{2}{2} + 2 = 3\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{12}{3+1} = 3A$$

$$I_1 = I_2 = \frac{I}{2} = \frac{3}{2}A \Rightarrow \text{عدد آمپرسنج} = I_1 = \frac{3}{2}A$$

گام دوم:

کلید را می‌بندیم و جریان‌ها را مطابق شکل زیر، نام‌گذاری می‌کنیم:



$$\begin{cases} \frac{I}{2} = I' + \frac{3}{2} \\ \frac{I}{2} + \frac{3}{2} = I'' \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I' = \frac{I-3}{2} \\ I'' = \frac{I+3}{2} \end{cases}$$

گام سوم:

مقاومت ۲ اهمی بالایی و مقاومت R باهم موازی‌اند؛ بنابراین:

$$V_{2\Omega} = V_R \Rightarrow 2 \times I' = R \times I'' \Rightarrow 2 \left(\frac{I-3}{2} \right) = R \left(\frac{I+3}{2} \right)$$

$$\Rightarrow 2(I-3) = R(I+3) \quad (*)$$

گام آخر:

$$R_{eq} = (2 \parallel R) + (2 \parallel 2) = \frac{2R}{R+2} + 1$$

$$\Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{12}{\frac{2R}{R+2} + 1 + 1} = \frac{12}{\frac{2R}{R+2} + 2} = \frac{12(R+2)}{2R+2R+4} = \frac{12(R+2)}{4R+4}$$

$$\Rightarrow I = \frac{3(R+2)}{R+1} \xrightarrow{(*)} 2 \left(\frac{3(R+2)}{R+1} - 3 \right) = R \left(\frac{3(R+2)}{R+1} + 3 \right)$$

$$\xrightarrow{\times(R+1)} 2(3R+6-3R-3) = R(3R+6+3R+3)$$

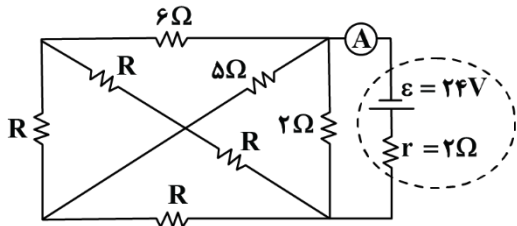
$$\Rightarrow 2R^2 + 3R - 2 = 0$$

$$\Delta = 9 - 4 \times 2 \times (-2) = 25 \Rightarrow R = \frac{-3 \pm 5}{4} = \begin{cases} \frac{1}{2} \checkmark \\ -2 \times \end{cases} \Rightarrow R = 0.5\Omega$$

گروه آموزشی ماز



۱۳- در مدار شکل مقابل، آمپرسنج غیر ایده آل به مقاومت $2/2\Omega$ ، مقدار جریان $4A$ را نشان می دهد. مقاومت الکتریکی R چند اهم است؟



- ۷ (۱)
- ۱۴ (۲)
- ۱۸ (۳)
- ۲۸ (۴)

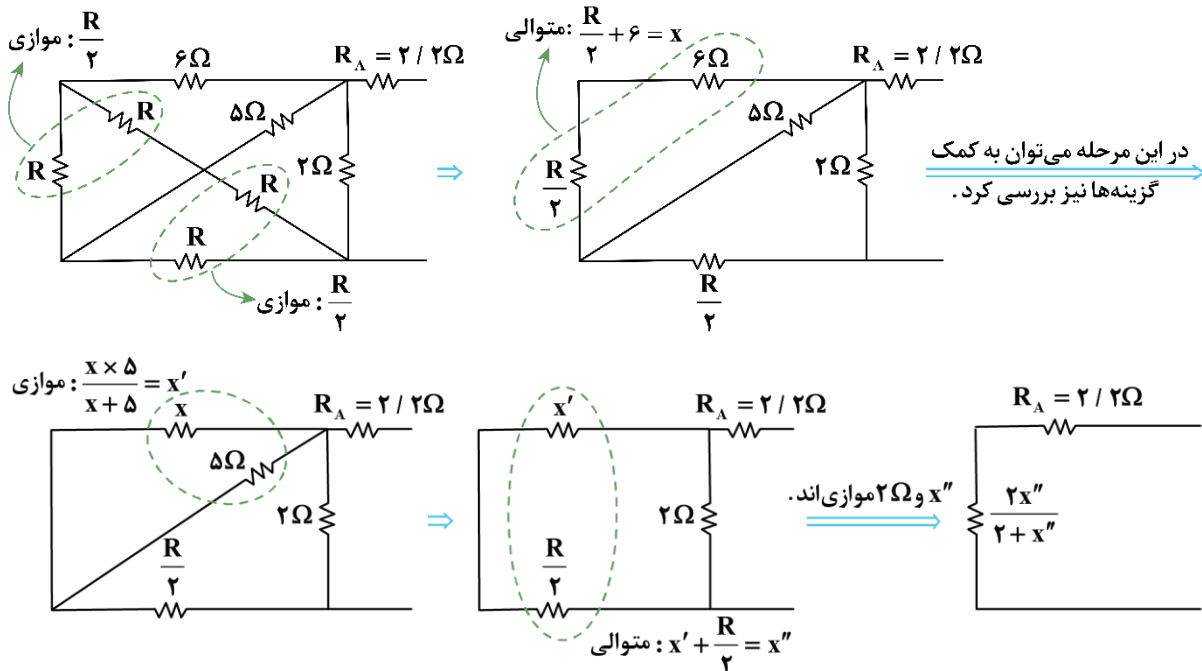
(سخت - محاسباتی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۴

با توجه به این که مقدار جریان نشان داده شده توسط آمپرسنج همان جریان کل مدار است، داریم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow 4 = \frac{24}{R_{eq} + 2} \Rightarrow R_{eq} = 4\Omega$$

پس باید مقاومت کل مدار برابر با ۴ اهم باشد. لذا داریم:



$$\Rightarrow R_{eq} = \frac{2x''}{2+x''} + 2/2 = 4 \Rightarrow \frac{x''}{2+x''} = 0.9 \Rightarrow x'' = 1/8 + 0.9x''$$

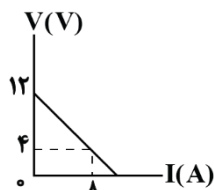
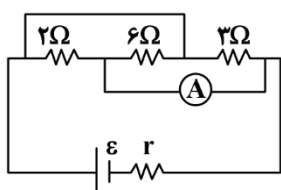
$$\Rightarrow x'' = 18\Omega \xrightarrow{x'' = x' + \frac{R}{2}} x' + \frac{R}{2} = 18 \xrightarrow{x' = \frac{\Delta x}{x+5}} \frac{\Delta x}{x+5} + \frac{R}{2} = 18$$

$$\xrightarrow{x = \frac{R}{2} + 6} \frac{\Delta(\frac{R}{2} + 6)}{\frac{R}{2} + 6 + 5} + \frac{R}{2} = 18 \Rightarrow \frac{\Delta R + 60}{R + 22} + \frac{R}{2} = 18 \Rightarrow \frac{R^2 + 32R + 120}{2R + 44} = 18$$

$$\Rightarrow R^2 - 4R - 672 = 0 \Rightarrow (R - 28)(R + 24) = 0 \Rightarrow R = 28\Omega$$

گروه آموزشی ماز

۱۴- نمودار اختلاف پتانسیل بر حسب جریان باتری در مدار زیر، مطابق شکل است. آمپرسنج آرمانی چه عددی را نمایش می دهد؟



- ۲ (۱)
- ۳ (۲)
- ۴ (۳)
- ۶ (۴)



(سخت - نموداری - ۱۱۰۲)

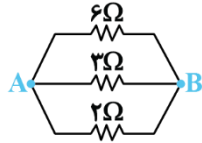
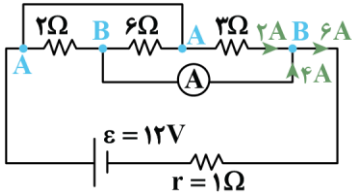
پاسخ: گزینه ۳

مطابق نمودار داریم:

$$V = \varepsilon - Ir$$

$$I = 0 \Rightarrow V = \varepsilon = 12V$$

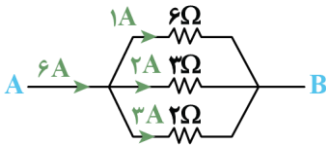
$$I = 8 \Rightarrow V = 12 - 8r = 4 \Rightarrow 8r = 8 \Rightarrow r = 1\Omega$$



$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} + \frac{1}{2} = \frac{1+2+3}{6} = \frac{6}{6} = 1 \Rightarrow R_{eq} = 1\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{12}{1+1} = \frac{12}{2} = 6A$$

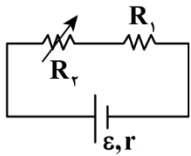
مدار را ساده می‌کنیم.



حال جریان را بین مقاومت‌ها تقسیم می‌کنیم. جریان کل مدار ۶ آمپر و جریان عبوری از مقاومت ۳ اهمی ۲ آمپر است؛ بنابراین جریان عبوری از آمپرسنج ۴ آمپر است.

گروه آموزشی ماز

۱۵- در شکل زیر، اگر مقاومت R_2 را افزایش دهیم، اختلاف پتانسیل دو سر مولد و اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_1 به ترتیب از راست به چپ چگونه



تغییر می‌کنند؟

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

(آسان - مفهومی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۲

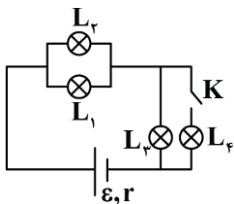
$$R_2 \uparrow \Rightarrow R_{eq} \uparrow \Rightarrow I_{\text{باتری}} \downarrow$$

V دو سر مولد افزایش می‌یابد $\Rightarrow V = \varepsilon - rI \downarrow$

$$V_1 = R_1 I \downarrow \Rightarrow V_1 \downarrow$$

گروه آموزشی ماز

۱۶- در شکل زیر، با بستن کلید K ، نور لامپ‌های L_1 و L_3 به ترتیب از راست به چپ، چگونه تغییر می‌کند؟ (مقاومت لامپ‌ها یکسان است.)



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

(متوسط - مفهومی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۲

با بستن کلید، لامپ‌های (۳) و (۴) موازی می‌شوند، پس مقاومت معادل مدار کاهش می‌یابد؛ بنابراین طبق رابطه $I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r}$ ، جریان کل مدار افزایش

می‌یابد؛ در نتیجه جریان عبوری از مقاومت (۱) و (۲) افزایش یافته و نور آن‌ها افزایش می‌یابد.

با توجه به این‌که با موازی شدن لامپ‌های (۳) و (۴)، جریان عبوری از لامپ (۳) کم می‌شود؛ بنابراین نور لامپ (۳) کاهش می‌یابد.

بررسی تغییر در مدارهای الکتریکی

در این درس‌نامه به بررسی سؤالاتی می‌پردازیم که در آن‌ها مقدار یک مقاومت تغییر می‌کند یا کلیدی باز یا بسته می‌شود و اثر این تغییرات بر مقادیر ولت‌سنج‌ها، آمپرسنج‌ها و یا نور لامپ‌ها از ما پرسیده می‌شود. برای حل این نوع از سؤالات می‌توانیم گام‌های زیر را طی کنیم.

۱- تعیین می‌کنیم مقاومت معادل مدار چگونه تغییر کرده است.

۲- با توجه به نتیجه گام قبل، تعیین می‌کنیم جریان خروجی از باتری چگونه تغییر می‌کند.

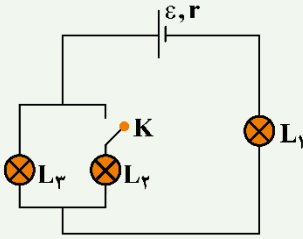
۳- با مشخص شدن تغییرات جریان باتری، تغییر نور برخی از لامپ‌ها و یا تغییرات اعداد برخی از ولت‌سنج‌ها و آمپرسنج‌های مدار مشخص می‌شود. برای تعیین تغییرات نور لامپ‌های دیگر و مقادیر سایر ولت‌سنج‌ها و آمپرسنج‌ها ولتاژ باتری را بررسی می‌کنیم.



برای آن که روش بالا واضح تر شود، مثال زیر را حل می کنیم.

مثال

در مدار مقابل با بستن کلید K، نور لامپ های L_1 و L_3 چگونه تغییر می کند؟



پاسخ:

برای حل این سؤال گام های زیر را طی می کنیم.

گام اول: با بستن کلید K، دو لامپ باهم موازی می شوند و در نتیجه مقاومت معادل مدار کاهش می یابد.

گام دوم: با کاهش مقاومت معادل مدار، جریان خروجی از باتری زیاد می شود. چون جریان باتری به طور کامل از لامپ L_1 می گذرد، با افزایش جریان، نور L_1 هم زیاد می شود.

گام آخر: جریان کل مدار زیاد شده است، ولی این جریان با بسته شدن کلید باید بین دو لامپ L_2 و L_3 تقسیم شود؛ بنابراین با کمک جریان نمی توانیم تغییرات نور لامپ L_3 را بررسی کنیم. برای این کار از تغییرات ولتاژ باتری در مدار کمک می گیریم.

$$V_{\text{باتری}} = \varepsilon - rI \Rightarrow V_{\text{باتری}} \downarrow$$

$$\downarrow V_{\text{باتری}} = \uparrow V_{L_1} + V_{L_3} \Rightarrow V_{L_3} \downarrow$$

بنابراین نور لامپ L_3 با کاهش ولتاژ آن کم شده است. راه حل این مثال را می توان به صورت زیر خلاصه کرد:

$$\text{پرنورتر } L_1 \Rightarrow I_t \uparrow \Rightarrow R_{eq} \downarrow \Rightarrow \text{بستن کلید K}$$

$$I_t \uparrow \Rightarrow V_{\text{باتری}} \downarrow \Rightarrow V_{L_3} \downarrow \Rightarrow \text{کم نورتر } L_3$$

گروه آموزشی ماز

۱۷- بر روی کتری برقی زیر اعداد ولتاژ و توان نوشته شده است. اگر ولتاژ برق شهری ۲۲۰ ولت و بهای برق هر کیلووات ساعت ۵۰۰ تومان باشد و کتری برقی هر روز نیم ساعت روشن باشد، در مدت زمان یک ماه (۳۰ روز) بهای برق مصرفی آن تومان است. همچنین جریان عبوری از سیم کتری در حالت روشن برابر آمپر است. (از راست به چپ.)



۲۲۰V، ۲۲۰۰W، کتری برقی

- ۱) ۱۰، ۱۶۵۰۰
- ۲) ۱۰، ۳۳۰۰۰
- ۳) ۰/۱، ۳۳۰۰۰
- ۴) ۰/۱، ۱۶۵۰۰

(آسان - محاسباتی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۱

توان مصرفی کتری برقی $P = 2200W = 2/2kW$ است. با توجه به این که کتری برقی هر روز نیم ساعت روشن است، انرژی مصرفی آن در مدت زمان یک ماه برابر است با:

$$U = Pt = 2/2kW \times (30 \times 24h) = 33kWh$$

بنابراین هزینه مصرفی آن برابر است با:

$$\text{تومان} = 33 \times 500 = 16500 = \text{هزینه مصرفی در یک ماه}$$

برای محاسبه جریان عبوری از سیم کتری، می توان نوشت:

$$P = VI \Rightarrow 2200 = 220 \cdot I \Rightarrow I = 10A$$

توان مصرفی

۱- توان الکتریکی هر وسیله الکتریکی برابر حاصل ضرب اختلاف پتانسیل دو سر آن در جریان عبوری از آن وسیله است.

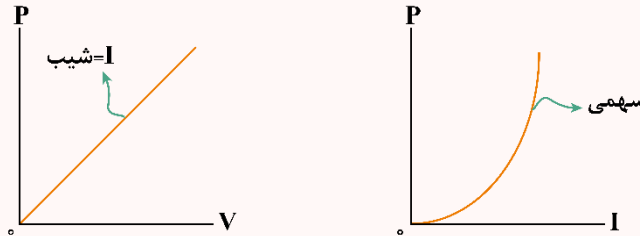
$$P = VI$$



۲- برای یک مقاومت اهمی با توجه به رابطه $V = RI$ ، توان مقاومت از روابط زیر قابل محاسبه است.

$$\text{توان مصرفی مقاومت} \begin{cases} P = VI \\ P = RI^2 \\ P = \frac{V^2}{R} \end{cases}$$

۳- نمودار توان مصرفی در یک مقاومت برحسب ولتاژ و جریان آن مطابق شکل‌های زیر است.



۴- با ضرب کردن توان الکتریکی در زمان، می‌توان انرژی مصرفی در مقاومت را محاسبه کرد.

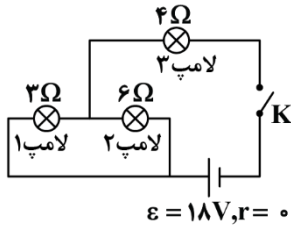
$$U = Pt \begin{cases} U = VI t \\ U = RI^2 t \\ U = \frac{V^2}{R} t \end{cases}$$

۵- در استفاده از رابطه $U = Pt$ ، اگر توان برحسب وات و زمان برحسب ثانیه جایگزین شود، انرژی برحسب ژول به دست می‌آید و اگر توان برحسب کیلووات و زمان برحسب ساعت جایگزین شود، انرژی برحسب کیلووات ساعت به دست می‌آید.

۶- هر کیلووات ساعت معادل 3.6×10^6 ژول است.

$$1 \text{ kW.h} \equiv 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

گروه آموزشی ماز



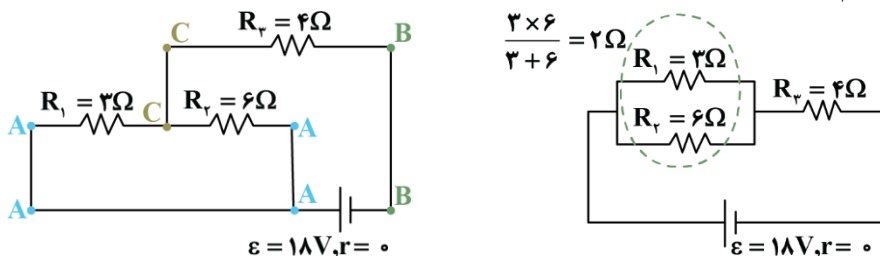
۱۸- در شکل مقابل، وقتی کلید بسته شود، توان مصرفی لامپ (۱)، چند وات می‌شود؟

- ۳ (۱)
- ۱۲ (۲)
- ۱۸ (۳)
- ۲۷ (۴)

(متوسط - محاسباتی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۲

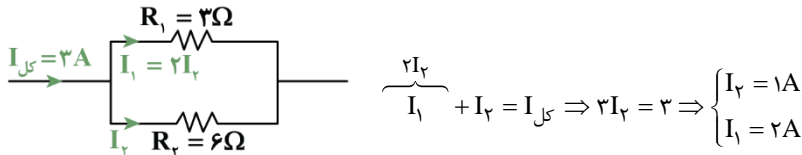
ابتدا به کمک نام‌گذاری نقاط، یک شکل ساده‌تر رسم می‌کنیم:



حال با به دست آوردن جریان کل مدار و سپس محاسبه جریان عبوری از مقاومت R_1 ، توان مصرفی آن را به دست می‌آوریم:

$$R_{eq} = 2 + 4 = 6\Omega$$

$$I_{کل} = \frac{\epsilon}{R_{eq} + r} = \frac{18}{6 + 0} = 3A$$

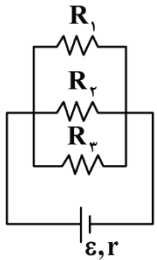


حال توان مصرفی مقاومت R_1 برابر است با:

$$P_1 = R_1 I_1^2 = 3 \times 2^2 = 12W$$

گروه آموزشی ماز

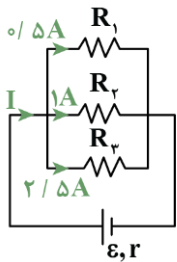
۱۹- در شکل زیر، جریان عبوری از مقاومت‌های R_1 ، R_2 و R_3 به ترتیب برابر $0.5A$ ، $1A$ و $2/5A$ است. اگر توان مصرفی در کل مقاومت‌های خارجی مدار برابر 80 وات باشد، مقاومت معادل این مدار چند اهم است؟



- ۵ (۱)
- ۱۰ (۲)
- ۲۰ (۳)
- ۴۰ (۴)

(آسان - مفهومی/محاسباتی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۱



جریان کل مدار برابر با $I = 0.5 + 1 + 2/5 = 4A$ است. با توجه به توان مصرفی در کل مقاومت‌های خارجی، می‌توان نوشت:

$$P_{کل} = R_{eq} I_{کل}^2 \Rightarrow 80 = R_{eq} \times 4^2 \Rightarrow R_{eq} = \frac{80}{16} = 5\Omega$$

گروه آموزشی ماز

۲۰- دو مقاومت الکتریکی A و B را وقتی به‌طور موازی به اختلاف پتانسیل الکتریکی ثابت V می‌بندیم، توان مصرفی مقاومت A دو برابر توان مصرفی مقاومت B است. حال اگر آن‌ها را باهم متوالی بسته و دو سر آن‌ها را به اختلاف پتانسیل الکتریکی ثابت $V/3$ ببندیم، توان مصرفی مقاومت A چند برابر توان مصرفی مقاومت B است؟

- ۱ (۱)
- ۱/۴ (۲)
- ۲ (۳)
- ۴ (۴)

(متوسط - محاسباتی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۱

گام اول:

محاسبه نسبت مقاومت‌ها:

در اتصال موازی، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌ها باهم برابر است.

$$P_A = 2P_B \Rightarrow \frac{V^2}{R_A} = 2 \frac{V^2}{R_B} \Rightarrow R_B = 2R_A$$

گام آخر:

محاسبه نسبت توان‌ها در اتصال متوالی:

در اتصال متوالی، جریان گذرنده از مقاومت‌ها یکسان است. فرض می‌کنیم جریان گذرنده از دو مقاومت برابر I باشد.

$$\frac{P_A}{P_B} = \frac{R_A I^2}{R_B I^2} = \frac{R_A}{2R_A} = \frac{1}{2}$$



توجه !

اگر می‌خواستیم نسبت توان‌ها در اتصال متوالی را با استفاده از رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ به دست آوریم، ابتدا باید تقسیم و تناژ انجام می‌دادیم. در واقع، برای مقایسه توان مقاومت‌ها، بسته به شرایط مسئله باید از سه رابطه توان ($P = RI^2 = \frac{V^2}{R} = VI$)، رابطه‌ای را انتخاب کنیم که یکی از پارامترها ثابت باشد. به عنوان مثال، در سؤال بالا، در حالت موازی که V ها یکسان است از رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ و در حالت متوالی که I ها یکسان است از رابطه $P = RI^2$ استفاده کردیم.

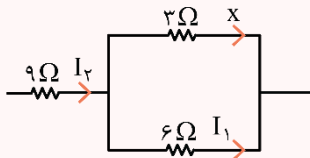
مقایسه توان مقاومت‌ها

- ۱- برای مقایسه توان مصرفی در مقاومت‌های یک مدار، ابتدا جریان آن‌ها را با هم مقایسه می‌کنیم. در مقایسه جریان‌ها به نکات زیر توجه می‌کنیم:
 - الف) جریان مقاومت‌های متوالی با هم برابر است.
 - ب) جریان مقاومت‌های موازی با اندازه مقاومت رابطه عکس دارد.
 - پ) برای مقایسه جریان‌ها، جریان یکی از شاخه‌های مدار را برابر x در نظر می‌گیریم (بهتر است شاخه‌ای را انتخاب کنیم که بیشترین مقاومت را دارد) و جریان سایر قسمت‌ها را برحسب x به دست می‌آوریم.
- ۲- پس از مقایسه جریان‌ها، می‌توانیم به راحتی و با استفاده از رابطه $P = RI^2$ ، توان مقاومت‌ها را با یکدیگر مقایسه کنیم.

$$P = RI^2 \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{R_2}{R_1} \times \left(\frac{I_2}{I_1}\right)^2$$

برای آن‌که نکته بالا واضح‌تر شود، بهتر است قبل از این‌که به حل این تست بپردازیم، چند تمرین زیر را حل کنیم.

تمرین



در مدار مقابل، اگر جریان مقاومت 3Ω برابر x باشد، جریان سایر مقاومت‌ها را برحسب x به دست آورید.

پاسخ تشریحی:

همان‌طور که یاد گرفتید در مقاومت‌های موازی، جریان با اندازه مقاومت رابطه عکس دارد؛ بنابراین می‌توان نوشت:

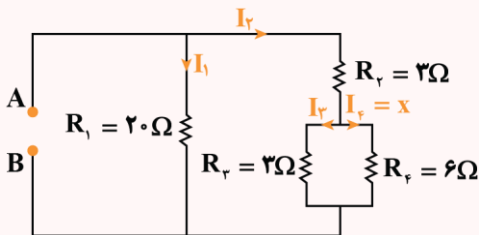
$$\frac{\text{جریان مقاومت } 6\Omega}{\text{جریان مقاومت } 3\Omega} = \frac{3}{6} \Rightarrow \frac{I_1}{x} = \frac{3}{6} \Rightarrow I_1 = \frac{x}{2}$$

همچنین جریان مقاومت 9Ω برابر مجموع جریان‌های مقاومت‌های 3Ω و 6Ω است؛ بنابراین داریم:

$$I_2 = x + \frac{x}{2} = \frac{3x}{2}$$

تمرین

در مدار مقابل، اگر جریان مقاومت 6Ω برابر x باشد، جریان سایر مقاومت‌ها را برحسب x به دست آورید.



پاسخ:

مقاومت‌های R_3 و R_4 با هم موازی هستند؛ بنابراین داریم:

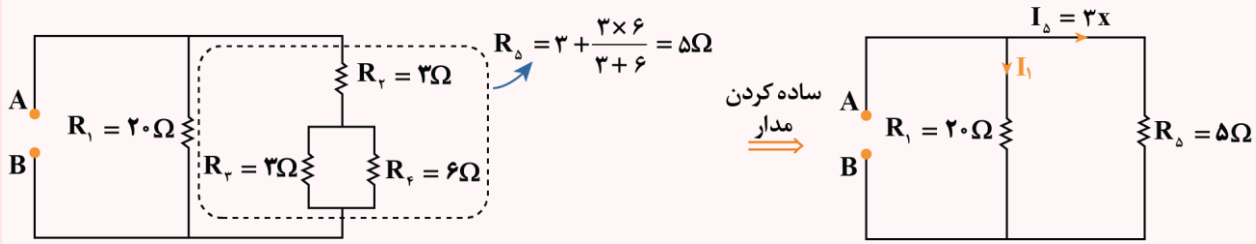
$$\frac{I_3}{I_4} = \frac{R_4}{R_3} \Rightarrow \frac{I_3}{x} = \frac{6}{3} \Rightarrow I_3 = 2x$$

جریان I_2 برابر مجموع I_3 و I_4 است؛ بنابراین می‌توان نوشت:

$$I_2 = I_3 + I_4 = 2x + x = 3x$$



برای به دست آوردن جریان I_1 ، ابتدا سمت مدار را ساده می‌کنیم. مقاومت‌های R_3 و R_4 موازی هستند و حاصل آن‌ها با R_2 متوالی است؛ بنابراین داریم:

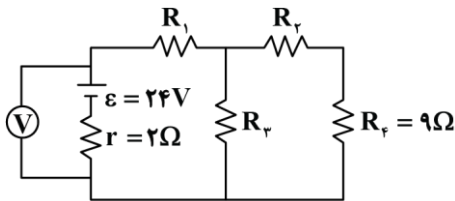


در نهایت چون مقاومت‌های R_1 و R_Δ موازی هستند، می‌توانیم جریان I_1 را هم بر حسب x به دست آوریم.

$$\frac{I_1}{I_\Delta} = \frac{R_\Delta}{R_1} \Rightarrow \frac{I_1}{3x} = \frac{5}{20} \Rightarrow I_1 = \frac{3}{4}x$$

گروه آموزشی ماز

۲۱- در مدار شکل زیر، توان مصرفی در همه مقاومت‌های خارجی با یکدیگر برابر است. عددی که ولت‌سنج ایده‌آل نشان می‌دهد، چند ولت است؟



- ۳۲ (۱)
- ۲۱ (۲)
- ۶۴ (۳)
- ۴۲ (۴)

(سخت - محاسباتی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۳

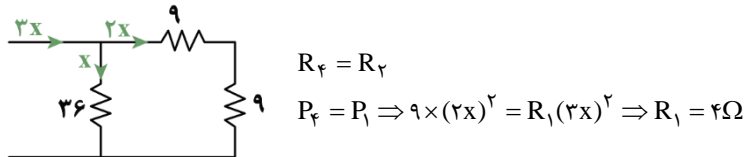
با توجه به این که همه توان‌ها یکسان و برابر هستند، از توان R_4 به بقیه می‌رسیم:
مقاومت R_2 :

$$P_4 = P_2 = P_3 = P_1 \Rightarrow P_4 = 9x^2 = R_2 x^2 \Rightarrow R_2 = 9\Omega$$

مقاومت R_3 :

$$\Rightarrow P_4 = P_3 \Rightarrow 9 \times \left(\frac{R_3}{R_3 + 18}\right)^2 I^2 = R_3 \left(\frac{18}{R_3 + 18}\right)^2 I^2 \Rightarrow R_3 = 36\Omega$$

مقاومت R_1 : چون جریان یکسانی از شاخه سمت راست می‌گذرد، پس:



مقاومت معادل:

$$R_{eq} = \frac{18 \times 36}{36 + 18} + 4 \Rightarrow 12 + 4 = 16\Omega$$

جریان کل:

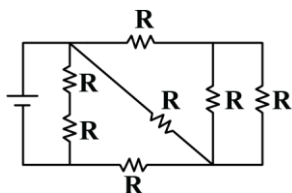
$$I_{کل} = \frac{\epsilon}{R_{eq} + r} = \frac{24}{16 + 2} = \frac{4}{3} A$$

ولتاژ دو سر باتری:

$$\Rightarrow V = \epsilon - Ir \Rightarrow 24 - \frac{4}{3} \times 2 = \frac{64}{3} V$$

گروه آموزشی ماز

۲۲- در شکل زیر، همه مقاومت‌ها مشابه‌اند. اگر حداکثر توان الکتریکی مصرفی ممکن در مدار برای آن که هیچ مقاومتی آسیب نبیند، $36W$ باشد، بیش‌ترین توانی که هر مقاومت می‌تواند تحمل کند، چند وات است؟

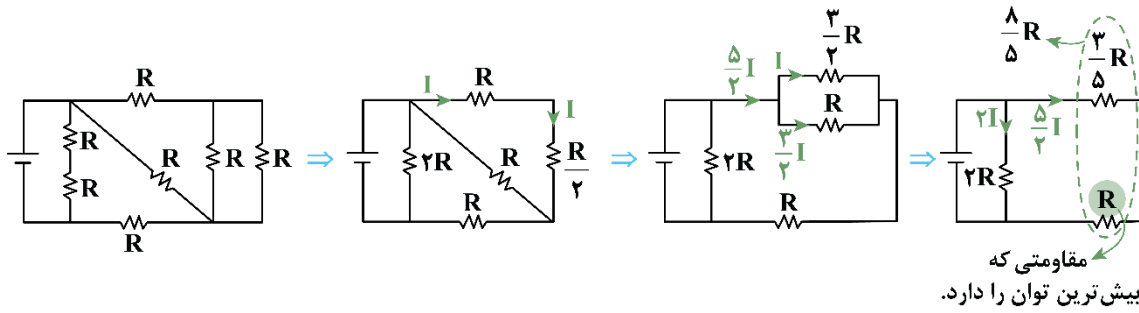


- ۳۲ (۱)
- ۱۶ (۲)
- ۱۲/۵ (۳)
- ۲۵ (۴)



سخت - محاسباتی - ۱۱۰۲

پاسخ: گزینه ۳



ابتدا مدار را ساده می‌کنیم.

سپس مقاومت معادل مدار و جریان کل مدار را حساب می‌کنیم:

$$R_{eq} = \frac{2R \times \frac{1}{5}R}{2R + \frac{1}{5}R} = \frac{1}{9}R, \quad I_{کل} = (2 + \frac{5}{2})I = \frac{9}{2}I$$

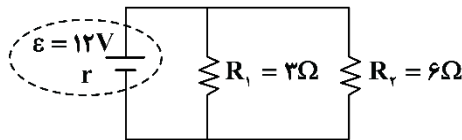
$$P_{کل} = R_{eq} I_{کل}^2 = \frac{1}{9}R \times \frac{9}{2} \times \frac{9}{2} I^2 = 36W \Rightarrow RI^2 = 2W$$

در نهایت حداکثر توان قابل تحمل هر مقاومت را به دست می‌آوریم:

$$\Rightarrow P_{max} = RI^2 = R \times (\frac{5}{2}I)^2 = \frac{25}{4}RI^2 \Rightarrow \frac{25}{4} \times 2 = 12.5W$$

گروه آموزشی ماز

۲۳- در مدار شکل زیر، اگر جریان عبوری از مقاومت R_1 برابر $2A$ باشد، به ترتیب از راست به چپ، مقاومت درونی باتری چند اهم و توان تلف شده در باتری چند وات است؟

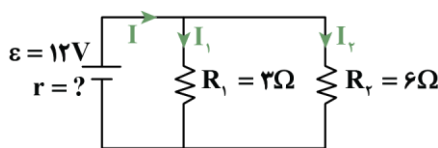


- ۱) ۱.۵، ۶
- ۲) ۲، ۱۸
- ۳) ۱.۵، ۱۸
- ۴) ۲، ۶

آسان - محاسباتی - ۱۱۰۲

پاسخ: گزینه ۲

مطابق شکل واضح است که:



$$\begin{aligned} V &= V_1 = V_2 \\ \Rightarrow \varepsilon - rI &= R_1 I_1 = R_2 I_2 \\ \Rightarrow 12 - r(I_1 + I_2) &= 3 \times 2 = 6 \times I_2 \Rightarrow I_2 = 1(A) \\ \Rightarrow 12 - r(2 + 1) &= 6 \Rightarrow 12 - 3r = 6 \Rightarrow 3r = 6 \Rightarrow r = 2\Omega \end{aligned}$$

$$P = rI^2 = (2) \times (3)^2 = 18W$$

توان خروجی باتری

توان خروجی از یک مولد (توان مفید) از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\begin{cases} P = VI \\ V = \varepsilon - rI \end{cases} \Rightarrow P = \varepsilon I - rI^2$$

به عبارتی می‌توان گفت که باتری توان εI را تولید می‌کند و مقدار rI^2 در مقاومت درونی آن تلف می‌شود.

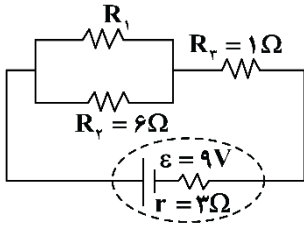
تذکره!

دقت کنید توان خروجی از باتری $(P = \varepsilon I - rI^2)$ ، برابر توان مصرفی در کل مقاومت‌های خارجی مدار $(P = R_{eq} I^2 = \frac{V^2}{R_{eq}})$ است.

گروه آموزشی ماز



۲۴- در مدار شکل زیر، اگر توان خروجی باتری بیشینه باشد، جریان عبوری از مقاومت R_1 چند آمپر خواهد بود؟



- ۰/۵ (۱)
- ۱ (۲)
- ۱/۵ (۳)
- ۲ (۴)

(متوسط - محاسباتی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۲

توان خروجی باتری از رابطه $P = \varepsilon I - rI^2$ ، تابعی درجه ۲ (سهمی) بر حسب I می‌باشد که چون ضریب I^2 منفی است، سهمی ماکزیم‌دار خواهد بود و هنگامی ماکزیمم می‌شود که:

$$I = \frac{-b}{2a} = \frac{-\varepsilon}{2(-r)} = \frac{\varepsilon}{2r} \Rightarrow \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{\varepsilon}{2r} \Rightarrow R_{eq} = r$$

$$I_{\text{باتری}} = \frac{\varepsilon}{2r}$$

پس برای ماکزیمم شدن توان خروجی داریم:

$$R_{eq} = r \Rightarrow \frac{6R_1}{6 + R_1} + 1 = 2 \Rightarrow R_1 = 3\Omega$$

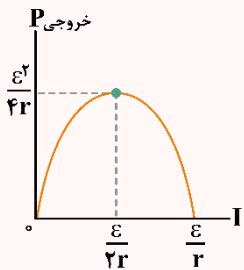
$$I_{\text{باتری}} = \frac{\varepsilon}{2r} = \frac{9}{6} = 1.5 \text{ A}$$

در نهایت جریان باتری باید بین R_1 و R_2 تقسیم شود که داریم:

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I = \frac{6}{6 + 3} \times 1.5 \Rightarrow I_1 = 1 \text{ A}$$

نمودار توان - جریان باتری و ویژگی‌های آن

۱- نمودار توان خروجی از یک باتری بر حسب جریان عبوری از آن، به صورت یک سهمی است و توصیه می‌شود این نمودار را به خاطر بسپارید.

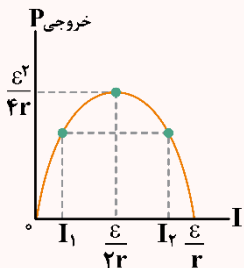


$$P = \varepsilon I - rI^2$$

$$\rightarrow \text{رأس سهمی: } \begin{cases} I = \frac{\varepsilon}{2r} \\ P_{\max} = \frac{\varepsilon^2}{4r} \end{cases}$$

۲- همان‌طور که در نمودار بالا می‌بینید، توان خروجی از یک باتری زمانی بیشینه می‌شود که جریان آن برابر $\frac{\varepsilon}{2r}$ باشد. مقدار این توان بیشینه برابر $P_{\max} = \frac{\varepsilon^2}{4r}$ است.

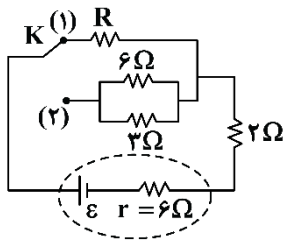
۳- با توجه به تقارن سهمی حول رأس آن، اگر به ازای دو جریان مختلف، توان خروجی از باتری یکسان باشد، می‌توان نتیجه گرفت که مجموع این دو جریان برابر $\frac{\varepsilon}{r}$ است. به شکل زیر دقت کنید:



$$\frac{\varepsilon}{2r} = (I_1 \text{ و } I_2 \text{ میانگین}) = \frac{I_1 + I_2}{2}$$

$$\Rightarrow I_1 + I_2 = \frac{\varepsilon}{r}$$

گروه آموزشی ماز



۲۵- در مدار مقابل با تغییر حالت از کلید (۱) به (۲) توان خروجی باتری تغییر نمی کند. R چند اهم است؟

- ۲ (۱)
- ۴ (۲)
- ۷ (۳)
- ۴ (۴)

(۴) گزینه‌های (۱) و (۳) می‌توانند درست باشند.

(متوسط - مفهومی/محاسباتی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۴

دو حالت وجود دارد:

حالت اول:

اگر مقاومت مدار تغییر نکند، در این صورت مقاومت شاخه بالا و شاخه پایین باید برابر باشد.

$$R = \frac{6 \times 2}{6 + 2} = 2\Omega$$

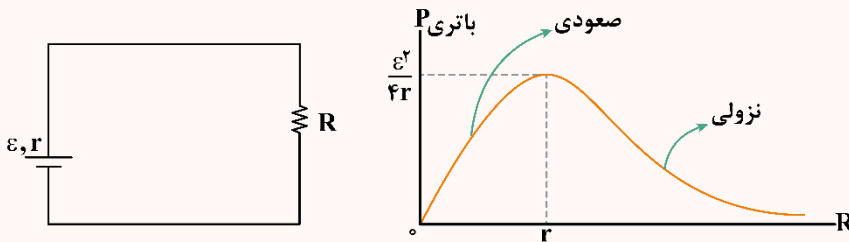
حالت دوم:

اگر مقاومت مدار تغییر کند اما توان خروجی تغییر نکند، داریم:

$$r = \sqrt{R_{eq1} + R_{eq2}} \Rightarrow 6 = \sqrt{(R + 2) \times 4} \Rightarrow R + 2 = 9 \Rightarrow R = 7\Omega$$

توان خروجی

۱- در مدار تک‌حلقه زیر، نمودار توان خروجی باتری که برابر توان مصرفی در مقاومت‌های مدار است، برحسب مقاومت R (مقاومت معادل) به صورت زیر است:



۲- مطابق نمودار فوق، هنگامی که مقاومت معادل مدار، بزرگتر از مقاومت درونی باتری است ($R > r$)، نمودار توان خروجی نزولی است. این نکته به این معنی است که با افزایش مقاومت معادل مدار، توان خروجی از باتری کاهش می‌یابد.

۳- مطابق نمودار فوق، هنگامی که مقاومت معادل مدار کوچکتر از مقاومت درونی باتری است ($R < r$)، نمودار توان خروجی صعودی است. این نکته به این معنی است که با افزایش مقاومت معادل مدار، توان خروجی از باتری افزایش می‌یابد.

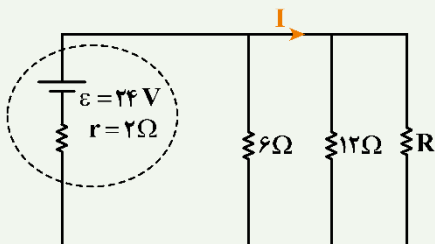
۴- همان‌طور که در نمودار توان خروجی می‌بینید، توان خروجی از باتری هنگامی بیشینه است که $R = r$ باشد. در این حالت توان خروجی از باتری برابر $\frac{\epsilon^2}{4r}$ می‌باشد.

۵- اگر به ازای دو مقاومت R_1 و R_2 ، توان خروجی باتری یکسان باشد، مقاومت درونی باتری، واسطه هندسی مقاومت‌های R_1 و R_2 است، یعنی:

$$r = \sqrt{R_1 R_2} \quad \text{یا} \quad R_1 R_2 = r^2 \rightarrow \text{اگر توان خروجی از باتری با اتصال به } R_1 \text{ و } R_2 \text{ یکسان باشد.}$$

مثال

در مدار زیر، مقاومت R چند اهم باشد تا توان خروجی از مولد، بیشینه شود و در این حالت I برابر با چند آمپر است؟



- (۱) صفر و ۱۲
- (۲) ۳ و ۴/۸
- (۳) ۴ و ۴
- (۴) ۴ و ۲/۴

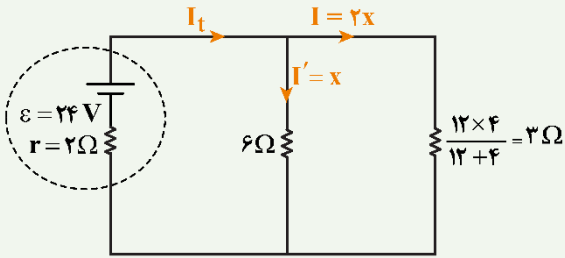
پاسخ تشریحی:

برای آن که توان خروجی باتری بیشینه شود، کافی است $R_{eq} = r$ باشد، پس داریم:

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



در این حالت، جریان I برابر است با:



$$I_t = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} = \frac{24}{2 + 2} = 6A$$

$$I_t = \frac{2x}{I} + \frac{x}{I'} \Rightarrow 3x = 6 \Rightarrow x = 2A$$

$$\Rightarrow I = 2x = 4A$$

پاسخ: گزینه ۳

گروه آموزشی ماز



«جمع بندی فشرده»

فصل ۲ فیزیک یازدهم

الکترون‌ها چه در غیاب میدان و چه در حضور میدان به طور زیگزاگ و اتفاقی حرکت می‌کنند، اما در غیاب میدان، برابند حرکت زیگزاگی الکترون‌های آزاد در هر مقطع دلخواهی از رسانا صفر است ولی در حضور میدان، میدان الکتریکی به حرکت کاتوره‌ای الکترون‌ها جهت می‌دهد و باعث می‌شود الکترون‌ها با سرعت متوسطی به نام «سرعت سوق» در خلاف جهت میدان الکتریکی جابه‌جا شوند.

بار شارش شده در واحد زمان را شدت جریان الکتریکی متوسط می‌گویند. اگر بار خالص Δq در مدت Δt از مقطعی از رسانا عبور کند، جریان الکتریکی متوسط آن از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

شیب خط مماس بر نمودار $q - t$ در هر لحظه از زمان، برابر جریان الکتریکی در همان لحظه است.

در نمودار جریان - زمان، مساحت ناحیه بین نمودار و محور زمان، نشان‌دهنده بار خالص عبوری می‌باشد. مساحت‌های بالای محور زمان را مثبت و مساحت‌های زیر محور زمان را منفی می‌گیریم.

مقاومت الکتریکی قطعه را به صورت نسبت اختلاف پتانسیل دو سر رسانا به شدت جریان عبوری از رسانا تعریف می‌کنند و با نماد R نشان داده می‌شود و یکای آن «ولت بر آمپر (اُم Ω)» است.

$$R = \frac{V}{I}$$

رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ ، رابطه ساختاری مقاومت است:

L : طول رسانا برحسب متر (m) و A : سطح مقطع رسانا برحسب متر مربع (m^2).
 ρ : مقاومت ویژه رسانا برحسب اُم‌متر (Ωm) که فقط به جنس رسانا بستگی دارد (البته در دمای ثابت).
اگر چگالی دادند:

$$R = \rho \rho' \frac{L^2}{m} \quad \rho': \text{چگالی } \left(\frac{kg}{m^3}\right) \text{ و } m: \text{جرم رسانا (kg)}$$

مقاومت ویژه با تغییرات دما، تغییر می‌کند که طبق رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\rho = \rho_0 (1 + \alpha(T - T_0))$$

جریان الکتریکی متوسط

نمودار بار الکتریکی - زمان

نمودار جریان - زمان

جریان الکتریکی

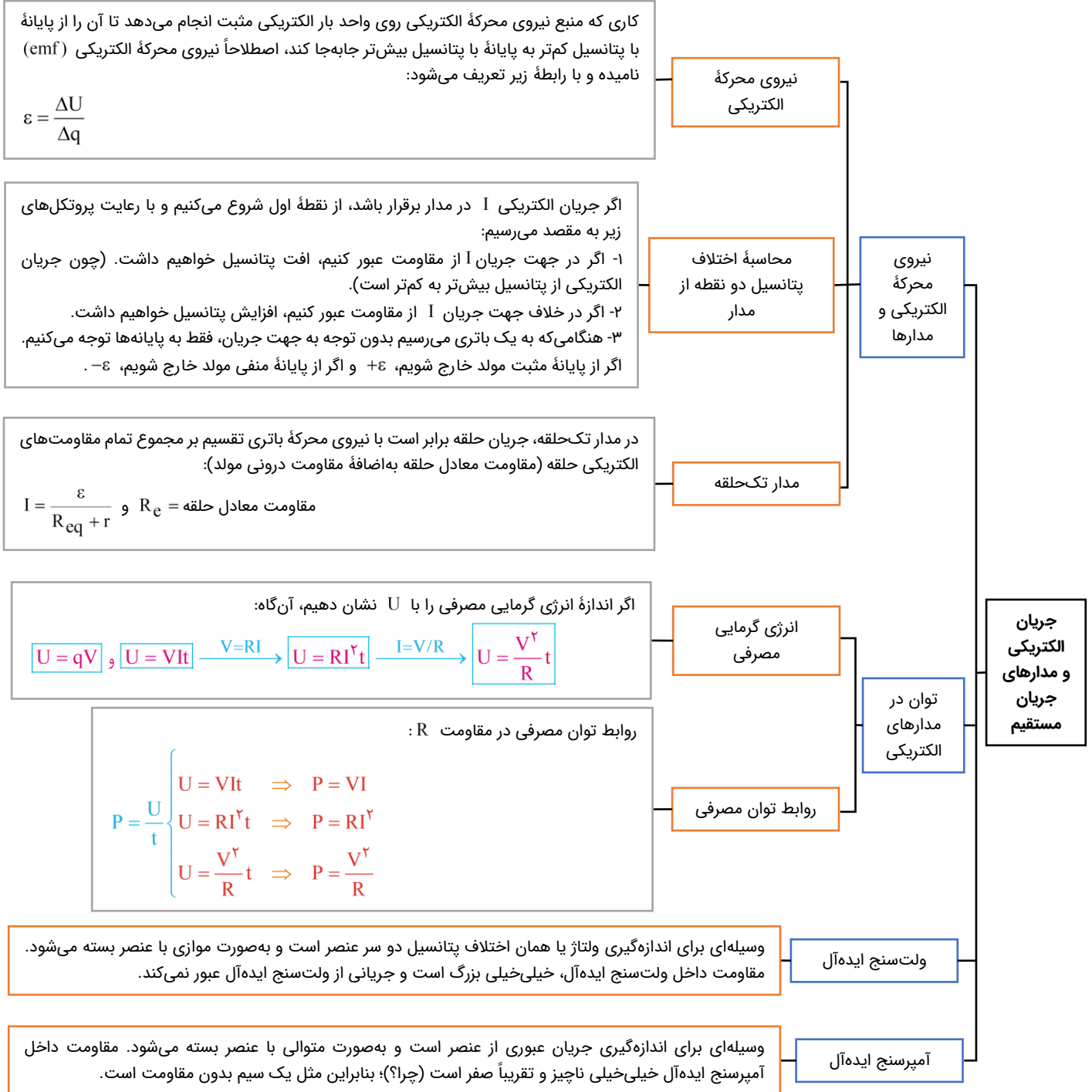
مقاومت الکتریکی و قانون اُم

عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی

جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم



فصل ۲ فیزیک یازدهم





فصل ۲ فیزیک یازدهم

جریان مقاومت‌های سری، همگی باهم برابر بوده و برابر با جریان کل مدار است؛ پس:

$$I_1 = I_2 = \dots = I_n = I_T$$

جمع ولتاژ تک‌تک مقاومت‌های سری برابر با ولتاژ کل مدار است:

$$V_T = V_1 + V_2 + \dots + V_n$$

$$\xrightarrow{V=RI} R_{eq} I_T = R_1 I_1 + R_2 I_2 + \dots + R_n I_n$$

$$\xrightarrow{\text{آنها برابری کنند}} R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

سری یا متوالی

ولتاژ مقاومت‌های موازی همگی باهم برابر بوده و برابر با ولتاژ کل مدار است:

$$V_1 = V_2 = \dots = V_n = V_T$$

جمع جریان تک‌تک مقاومت‌های موازی، برابر با جریان کل مدار است:

$$I_T = I_1 + I_2 + \dots + I_n \xrightarrow{I=\frac{V}{R}} \frac{V_T}{R_{eq}} = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \dots + \frac{V_n}{R_n} \xrightarrow{V\text{ها برابری کنند}}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \xrightarrow{\text{برای دو مقاومت موازی}} R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

موازی

ترکیب
مقاومت‌ها

جریان
الکتریکی و
مدارهای
جریان
مستقیم