سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

ماز

یک‌شنبه
۱۴۰۴/۰۱/۰۳

جریان الکتریکی و مدارهای
جریان مستقیم
(فصل ۲ یازدهم)

دفترچه پاسخ

دوپینگ ماز

گروه آزمایشی علوم ریاضی و فنی
فیزیک

درس	مسئول درس	طراحان	ویراستاران
فیزیک	سجاد صادقی‌زاده سعید احمدی	سعید احمدی ـ مجید رجبی وندچالی سجاد صادقی‌زاده ـ کامران ابراهیمی سارا قانع ـ علیرضا محمدی آروین صالحی ـ حسین عبدوی‌نژاد	محمدجواد سورچی پویا هدایتی

۱ و ۲ دهم	۳، ۴ و ۵ دهم	۱ یازدهم	۲ یازدهم	۳ و ۴ یازدهم	۱ دوازدهم	۲ دوازدهم	۳ و ۴ دوازدهم	۵ و ۶ دوازدهم
هفتهٔ اول	هفتهٔ دوم		هفتهٔ سوم		هفتهٔ چهارم		هفتهٔ پنجم	هفتهٔ ششم

۵۵ روز جمع‌بندی 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 می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

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

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ ماز

اهمیت مباحث این آزمون در کنکور...

رسیدیم به فصل خیلی مهم جریان الکتریکی از فیزیک یازدهم. کلی تست خوب که منتظرمونه! 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 همهٔ اونا به‌صورت ترکیبی توی حل مدارها به‌کار 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 درنظر 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 قابل‌توجهه، پس هر کدومتون که بتونه سؤالات این فصل رو حل کنه، یه قدم از بقیهٔ رقیباش جلوتره! ما هم در این آزمون سعی کردیم ترکیبی از سؤالات آسون، متوسط و سخت رو براتون آماده کنیم که به همهٔ 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 / رشته	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

همون‌طور که می‌بینید، حداقل ۳ تست در کنکورتون از مبحث مدارهای الکتریکی هست.

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

۱- چه تعداد از عبارت‌های زیر صحیح است؟

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

ب: آمپر ـ ساعت، یکای جریان الکتریکی است.

پ: کیلووات ساعت، یکای توان الکتریکی است.

ت: با ایجاد اختلاف پتانسیل الکتریکی در دو سر یک سیم رسانا، الکترون‌ها با سرعت متوسطی موسوم به سرعت سوق، به‌طور بسیار سریعی از پتانسیل بیش‌تر به پتانسیل کم‌تر حرکت می‌کنند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینهٔ ۱ (آسان ـ خط‌به‌خط کتاب درسی ـ ۱۱۰۲)

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

بررسی موارد نادرست:

ب

آمپر ـ ساعت یکای بار الکتریکی است و معادل ۳۶۰۰ کولن می‌باشد. (×)

پ

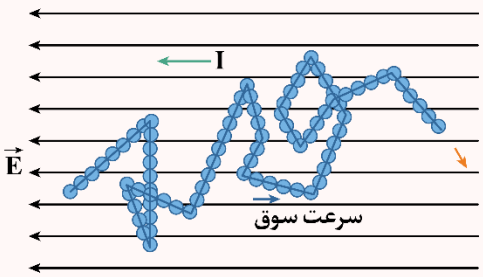
کیلووات ساعت یکای انرژی است و معادل $۳/۶\times۱۰^{۶}$ ژول می‌باشد. (×)

ت

الکترون‌ها با سرعت متوسطی موسوم به سرعت سوق، به‌طور آهسته‌ای از پتانسیل کم‌تر به پتانسیل بیش‌تر حرکت می‌کنند. (×)

جریان الکتریکی

شکل مقابل، حرکت الکترون‌ها را درون یک رسانای فلزی در حضور میدان الکتریکی نشان می‌دهد.



در مورد این شکل به نکات زیر توجه کنید:

۱- در غیاب میدان الکتریکی، الکترون‌ها به‌صورت کاتوره‌ای، تصادفی و با سرعت زیاد در همهٔ جهت‌ها حرکت می‌کنند و بار الکتریکی به‌طور خالص منتقل نمی‌شود؛ بنابراین جریان الکتریکی درون رسانا ایجاد نمی‌شود.

۲- در حضور میدان الکتریکی، الکترون‌ها با سرعتی متوسط موسوم به سرعت سوق در خلاف جهت میدان الکتریکی حرکت می‌کنند. علت این حرکت آن است که میدان الکتریکی، نیرویی در خلاف جهت میدان به الکترون‌ها وارد می‌کند.

۳- به‌دلیل حرکت الکترون‌ها با سرعت سوق در خلاف جهت میدان، بار الکتریکی منفی به‌طور خالص در خلاف جهت میدان الکتریکی به حرکت درمی‌آید؛ بنابراین جریان الکتریکی در جهت میدان الکتریکی در رسانا ایجاد می‌شود. دقت کنید که طبق قرارداد، جهت جریان الکتریکی در خلاف جهت حرکت بارهای منفی است.

۴- میدان الکتریکی و جریان الکتریکی هم‌جهت هستند، درحالی‌که جهت سرعت سوق الکترون‌ها در خلاف جهت آن‌هاست.

۵- سرعت سوق الکترون‌ها بسیار کم و از مرتبهٔ $۱۰^{-۴}\ \frac{m}{s}$ است، درصورتی‌که سرعت حرکت کاتوره‌ای آن‌ها بسیار زیاد و از مرتبهٔ $۱۰^{۶}\ \frac{m}{s}$ است.

۶- 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 شارش‌شده با یکای کولن

Δt : مدت‌زمان 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 $\frac{\text{کولن}}{\text{ثانیه}}$ می‌باشد. دقت کنید که آمپر یکی از هفت یکای اصلی SI می‌باشد.

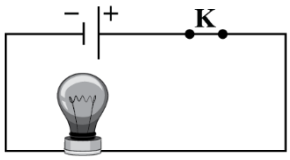
۸- طبق رابطهٔ $\Delta q = I_{av}\Delta t$ ، علاوه‌بر کولن، می‌توان یکای (آمپر-ساعت) را هم برای بار الکتریکی استفاده کرد. هر (آمپر-ساعت) معادل با ۳۶۰۰ کولن است.

۹- در سؤالاتی که تعداد الکترون‌های عبوری از مقطع رسانا را در مدت‌زمان Δt می‌خواهیم، می‌توان به‌صورت زیر عمل کرد:

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

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ ماز

۲- در مدار شکل زیر، اختلاف پتانسیل دو سر لامپ $8V$ و مقاومت آن 20Ω است. در مدت یک ساعت چه تعداد الکترون از لامپ می‌گذرد؟ $(e=1/6\times10^{-19}C)$



۱) 9×10^{21}
۲) 9×10^{22}
۳) $4/5\times10^{21}$
۴) $4/5\times10^{22}$

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۲)

گام اول:

جریان گذرنده از لامپ برابر است با:

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

گام دوم:

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

$$\Delta q=I\Delta t\Rightarrow\Delta q=\frac{2}{5}\times3600=1440C$$

گام آخر:

تعداد الکترون‌های گذرنده از لامپ برابر است با:

$$\Delta q=ne\Rightarrow n=\frac{\Delta q}{e}=\frac{1440}{1/6\times10^{-19}}=9\times10^{21}$$

قانون اُهم

۱- مطابق قانون اُهم، رابطهٔ ولتاژ و جریان برای یک مقاومت الکتریکی به‌صورت زیر است:

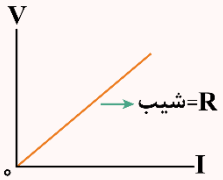
$$V=RI$$

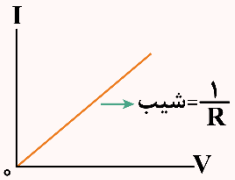
V : اختلاف پتانسیل با یکای ولت
I : جریان الکتریکی با یکای آمپر
R : مقاومت الکتریکی با یکای اُهم

نکته

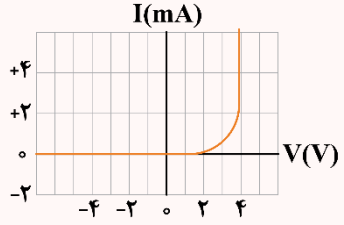
مقدار مقاومت الکتریکی به ساختمان و دمای رسانا وابسته است و با تغییر ولتاژ یا جریان تغییر نمی‌کند.

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





۳- مقاومت‌های الکتریکی به دو دستهٔ اُهمی و غیراُهمی تقسیم می‌شوند. مقاومت‌های اُهمی از قانون اُهم پیروی می‌کنند که در نکتهٔ قبل با آن‌ها آشنا شدیم. برخلاف مقاومت‌های اُهمی که ولتاژ و جریان باهم رابطهٔ مستقیم و خطی دارند، ولتاژ و جریان مقاومت‌های غیراُهمی دارای رابطهٔ غیرخطی هستند، مثلاً شکل زیر نمودار جریان ـ ولتاژ برای یک دیود نورگسیل (LED) را نشان می‌دهد که یک مقاومت غیراُهمی است.



دقت کنید که در دمای ثابت، نسبت ولتاژ به جریان $(\frac{V}{I})$ در مقاومت‌های اُهمی همواره ثابت است، درحالی‌که این نسبت در مقاومت‌های غیراُهمی متغیر می‌باشد.

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ‌ماز

۳- دو رسانای A و B به‌ترتیب 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؟

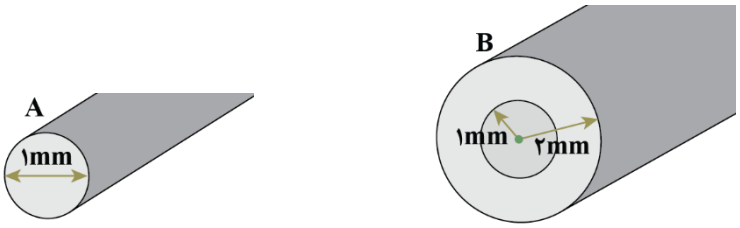
$(\rho_{\text{مس}} = ۲\times۱۰^{-۸}\Omega.m \ , \ \rho_{\text{آهن}} = ۱۰^{-۷}\Omega.m)$

۱) ۱۲ ۲) ۶۰ ۳) $\frac{۱}{۶۰}$ ۴) $\frac{۱}{۱۲}$

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۲)

گام اول:

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



$A_A = \pi r_A^۲ = \frac{\pi}{۴} mm^۲$

$A_B = \pi(r_{\text{خارجی}}^۲ - r_{\text{داخلی}}^۲) = \pi(۲^۲ - ۱^۲) = ۳\pi\, mm^۲$

گام آخر:

برای مقایسهٔ مقاومت سیم‌ها می‌توان نوشت:

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

$$\Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{۱۰^{-۷}}{۲\times۱۰^{-۸}}\times۱\times\frac{۳\pi}{\frac{\pi}{۴}} = ۵\times۱\times۱۲ = ۶۰$$

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 رابطهٔ زیر به‌دست آوریم:

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

R : مقدار مقاومت الکتریکی با یکای اُهم ρ : مقاومت ویژه با یکای (اهم×متر)

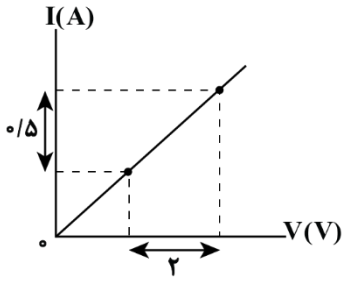
L : طول سیم با یکای متر A : سطح مقطع سیم با یکای مترمربع

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

$$R = \rho\frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_۲}{R_۱} = \frac{\rho_۲}{\rho_۱}\times\frac{L_۲}{L_۱}\times\frac{A_۱}{A_۲} \xrightarrow[\text{d} \to \text{قطر مقطع}]{A\propto d^۲} \frac{R_۲}{R_۱} = \frac{\rho_۲}{\rho_۱}\times\frac{L_۲}{L_۱}\times(\frac{d_۱}{d_۲})^۲$$

گروه آموزشی ماز

۴- نمودار جریان ـ 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 ویژهٔ مس به‌ترتیب ۹۰۰۰ و $۱/۶\times۱۰^{-۸}$ واحد SI فرض شود.)



۱) ۵
۲) ۵۰
۳) ۱۰
۴) ۱۰۰

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ نموداری ـ ۱۱۰۲)

گام اول:

با توجه به نمودار، با افزایش ۲ ولتی اختلاف پتانسیل، جریان سیم $0/5A$ 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 محاسبهٔ طول سیم، از رابطهٔ $R=\rho\rho'\frac{L^2}{m}$ کمک می‌گیریم:

$$R=\rho\rho'\frac{L^2}{m}\Rightarrow 4=1/6\times10^{-8}\times9000\times\frac{L^2}{90\times10^{-3}}$$

$$\Rightarrow L^2=\frac{4}{1/6}\times10^3\Rightarrow L^2=2500\Rightarrow L=50m$$

درس‌نامه

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

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 رابطهٔ فوق را حفظ نکنیم و فقط از مراحل به‌دست 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 اُهم است؟ (مقاومت ویژه و چگالی آهن به‌ترتیب 10^{-7} و ۸۰۰۰ واحد SI است.)

پاسخ:

این سؤال را با دو روش حل می‌کنیم.

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

$$R=\rho\rho'\frac{L^2}{m}=10^{-7}\times8000\times\frac{10^2}{0/2}=0/4\Omega$$

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 به‌دست می‌آوریم.

$$\rho'=\frac{m}{V}=\frac{m}{AL}\Rightarrow 8000=\frac{0/2}{A\times10}\Rightarrow A=2/5\times10^{-6}m^2$$

$$R=\rho\frac{L}{A}=10^{-7}\times\frac{10}{2/5\times10^{-6}}=0/4\Omega$$

گروه آموزشی ماز

۵- کدام‌یک از عبارت‌های زیر صحیح است؟

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

ب: نمودار ولتاژ ـ جریان یک دیود نورگسیل (LED) به‌صورت خطی است.

پ: در برخی مواد، مانند جیوه و قلع با کاهش دما، مقاومت ویژه در دمای خاصی به‌صورت 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.

۱) «الف» و «پ» ۲) «الف» و «ت» ۳) «ب» و «ت» ۴) «ب» و «پ»

پاسخ: گزینهٔ ۱ (آسان ـ خط‌به‌خط کتاب درسی ـ ۱۱۰۲)

بررسی موارد:

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

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

دوپینگ‌ماز
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

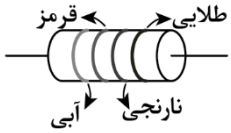
ب) دیود نورگسیل یک رسانای غیراُهمی است و نمودار ولتاژ ـ جریان آن غیرخطی است. (✗)

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- **اگر از مقاومت شکل زیر، جریان ۵mA بگذرد، بدون درنظر گرفتن خطای مقاومت، اختلاف پتانسیل دو سر آن چند ولت می‌شود؟ (قرمز = ۲، آبی = ۶، نارنجی = ۳ و طلایی = ۵٪ خطا)**



۱) ۱۳۰

۲) ۲۹۴/۵

۳) ۳۱۰

۴) ۱۲۳/۵

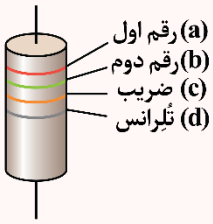
پاسخ: گزینهٔ ۳ (آسان ـ مفهومی/محاسباتی ـ ۱۱۰۲)

اندازهٔ مقاومت $R=\overline{ab}\times 10^{n}$ است که برای این سؤال $62\times 10^{3}\Omega$ می‌شود و چون بدون درنظر گرفتن خطا باید مسئله را حل کنیم، داریم:

$$V=IR \Rightarrow V=5\times 10^{-3}\times 62\times 10^{3}=310V$$

کدگذاری رنگی مقاومت‌ها

برای خواندن مقدار مقاومت‌هایی که کدگذاری رنگی شده‌اند، به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:

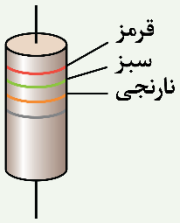


$$R=ab\times 10^{c}$$

مطابق رابطهٔ فوق، کافی است رقم مربوط به دو رنگ اول را پشت سر هم بنویسیم و سپس آن را در ۱۰ به توان رقم سوم ضرب کنیم.

مثال

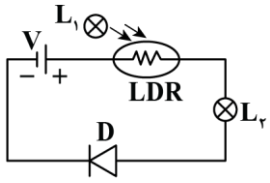
مقدار مقاومت شکل مقابل چند اُهم است؟ (۲ = قرمز ، ۳ = نارنجی و ۵ = سبز)



$$R=\underbrace{2}_{\text{رنگ قرمز}}\ \underbrace{5}_{\text{رنگ سبز}}\times 10^{\overbrace{3}^{\text{رنگ نارنجی}}}=25000\Omega$$

گروه آموزشی ماز

۷- **در مدار الکتریکی مقابل، با نزدیک کردن لامپ روشن L_1 به LDR، شدت نور لامپ L_2 چگونه تغییر می‌کند؟**



۱) افزایش می‌یابد.

۲) کاهش می‌یابد.

۳) ابتدا تا حدی زیاد شده و سپس کاهش می‌یابد.

۴) لامپ همواره خاموش خواهد بود.

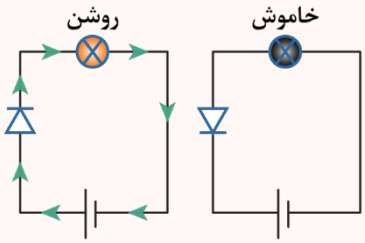
پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

دیود در جهت جریان الکتریکی است، پس جریان در مدار وجود دارد. با توجه به کاهش مقاومت LDR حین نزدیک کردن لامپ L_1، جریان الکتریکی کل افزایش و نور لامپ L_2 نیز افزایش می‌یابد.

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

دیود

دیود قطعه‌ای است که هرگاه در مداری قرار گیرد، جریان را تنها از یک سو عبور می‌دهد و مقاومت آن در برابر عبور جریان در این سو ناچیز است. به همین دلیل، دیود را اغلب به‌عنوان یک‌سوکنندهٔ جریان درنظر می‌گیرند و آن را با نماد ⟶|— در مدارهای الکتریکی نشان می‌دهند. پیکان در این نماد، جهتی را نشان می‌دهد که جریان می‌تواند از دیود عبور کند. مثلاً مدارهای سادهٔ زیر نشان می‌دهد که با تعویض جهت دیود، جریان از مدار عبور نمی‌کند و لامپ خاموش می‌شود. همچنین از دیود در مدارهای یک‌سوکننده برای تبدیل جریان‌های متناوب به جریان‌های مستقیم استفاده می‌شود.



مثال

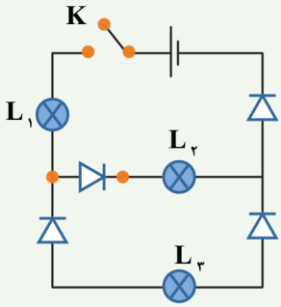
در مدار مقابل، با بستن کلید K، چه تعداد از لامپ‌ها روشن می‌شوند؟

۱) صفر

۲) ۱

۳) ۲

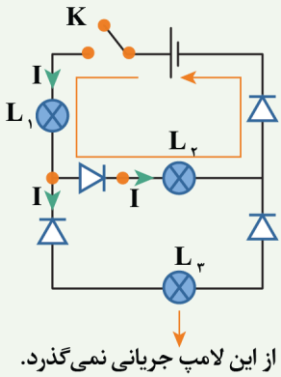
۴) ۳



پاسخ تشریحی:

با توجه به این‌که دیود جریان را در یک جهت عبور می‌دهد، مسیر عبور جریان در مدار، مطابق شکل مقابل است،

بنابراین لامپ‌های L_1 و L_2 روشن می‌شوند.

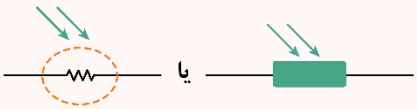


پاسخ: گزینهٔ ۳

مقاومت نوری (LDR)

قطعه‌ای است که در اثر افزایش شدت نور، مقاومت الکتریکی‌اش کاهش می‌یابد و در چشم‌های الکترونیکی، دزدگیرها، کنترل‌کننده‌های خودکار و چراغ‌های روشنایی خیابان‌ها کاربرد دارد.

نماد مداری LDR به‌صورت مقابل است:



گروه آموزشی ماز

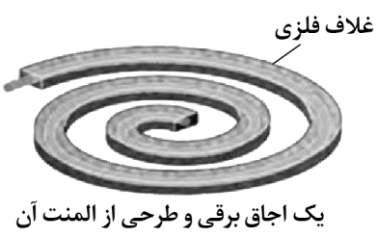
۸- شکل زیر، المنت یک اجاق برقی را نشان می‌دهد. این المنت شامل سیمی به طول $2m$ و سطح مقطع $3mm^2$ است که داخل مادهٔ عایقی قرار گرفته است که خود، درون یک غلاف فلزی است. با عبور جریان، المنت داغ می‌شود. مقاومت ویژهٔ مادهٔ سازندهٔ سیم در دمای $320^\circ C$ برابر با $6\times10^{-5}\Omega.m$ است و ضریب دمایی مقاومت ویژهٔ آن $2\times10^{-3}K^{-1}$ است. مقاومت سیم در دمای $420^\circ C$ چند اُهم است؟

۱) ۴/۸

۲) ۴۸

۳) ۱۴/۴

۴) ۱۴۴



یک اجاق برقی و طرحی از المنت آن

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ ماز

پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۲)

مقاومت ویژهٔ ρ را از رابطهٔ $\rho = \rho_0[1+\alpha(T-T_0)]$ حساب می‌کنیم:

$$\rho = \rho_0[1+\alpha(T-T_0)] = (6\times10^{-5})[1+(2\times10^{-3})(100)] = 7/2\times10^{-5}\,\Omega.m$$

حال مقاومت سیم در دمای $420^\circ C$ برابر است با:

$$R = \rho\frac{L}{A} = 7/2\times10^{-5}\times\frac{2}{3\times10^{-6}} = 48\Omega$$

نکته

اگر دمای یک رسانای فلزی افزایش یابد، مقدار افزایش مقاومت ویژهٔ فلز از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$\Delta\rho = \rho_1.\alpha.\Delta\theta$$

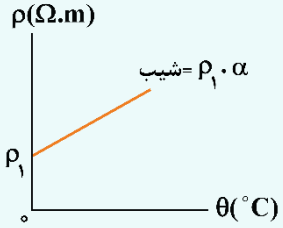
$\Delta\rho$: تغییر مقاومت ویژه $(\Omega.m)$ — ρ_1 : مقاومت ویژهٔ اولیه $(\Omega.m)$

α : ضریب دمایی مقاومت ویژه $(\frac{1}{K}$ یا $\frac{1}{^\circ C})$ — $\Delta\theta$: تغییر دما برحسب K یا $^\circ C$

بنابراین مقاومت ویژه پس از افزایش دما از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$\rho_2 = \rho_1(1+\alpha\Delta\theta)$$

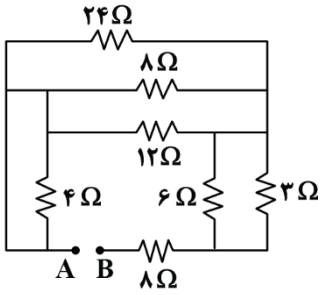
طبق رابطهٔ بالا درمی‌یابیم نمودار مقاومت ویژهٔ رسانا برحسب دما در یک محدودهٔ معیّن به‌صورت خطی است و شیب این خط برابر با $\rho_1.\alpha$ است. به شکل زیر توجه کنید:



شیب $=\rho_1\alpha$ — $\rho_2 = \rho_1 + \rho_1\alpha\Delta\theta$

گروه آموزشی ماز

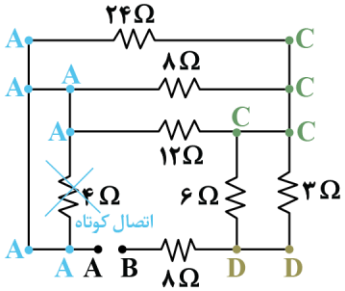
۹- در مدار شکل مقابل، مقاومت معادل بین دو نقطهٔ **A** و **B** چند اُهم است؟

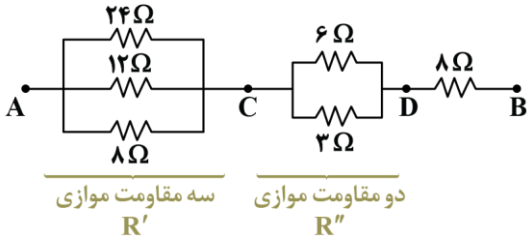


۱) ۶
۲) ۸
۳) ۱۴
۴) ۱۸

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۲)

ابتدا با نام‌گذاری نقاط، مدار را ساده‌تر می‌کنیم:





$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{24}+\frac{1}{12}+\frac{1}{8} = \frac{1+2+3}{24} = \frac{6}{24} = \frac{1}{4} \Rightarrow R' = 4\Omega \qquad R'' = \frac{6\times3}{6+3} = 2\Omega$$

$$\Rightarrow \quad A \text{ —} R' = 4\Omega \text{ —} R'' = 2\Omega \text{ —} 8\Omega \text{ —} B \qquad R_{eq} = 4+2+8 = 14\Omega$$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

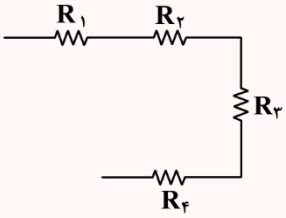
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ‌ماز

به‌هم بستن مقاومت‌ها

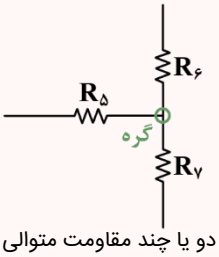
دو حالت مهم به‌هم بستن مقاومت‌ها به‌صورت سری (متوالی) و موازی است.

به هم بستن متوالی (سری) مقاومت‌ها

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



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



هیچ‌کدام با دیگری متوالی نیست.

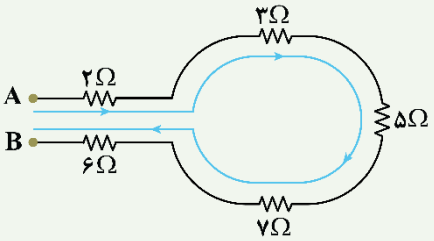
برای به‌دست آوردن مقاومت معادل دو یا چند مقاومت متوالی آن‌ها را باهم جمع می‌کنیم.

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

مثال

در شکل مقابل، مقاومت معادل دو نقطهٔ A و B چند اُهم است؟

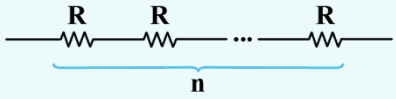
پاسخ تشریحی:



۵: مقاومت متوالی $R_{AB} = ۲ + ۳ + ۵ + ۷ + ۶ = ۲۳\Omega$

نکته

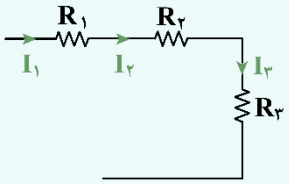
اگر n مقاومت مشابه R به‌صورت متوالی به‌هم وصل باشند، مقاومت معادل برابر است با:



$$R_{eq} = nR$$

نکته

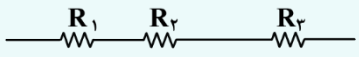
جریان الکتریکی گذرنده از مقاومت‌های متوالی، یکسان است و برابر است با جریان گذرنده از مقاومت معادل آن‌ها.



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

نکته

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



$$V_t = V_1 + V_2 + V_3$$

مثال

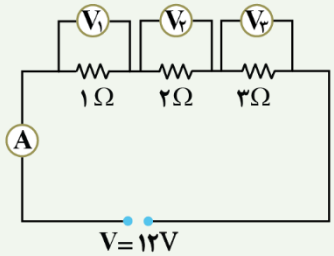
در مدار شکل مقابل:

الف: مقاومت معادل را حساب کنید.

ب: عدد آمپرسنج را حساب کنید.

پ: عدد هریک از ولت‌سنج‌ها را حساب کنید.

پاسخ تشریحی:



الف:

R_1, R_2 و R_3 متوالی: $R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 = ۱ + ۲ + ۳ = ۶\Omega$

ب:

$$R_{eq} = \frac{V_t}{I_t} \Rightarrow ۶ = \frac{۱۲}{I_t} \Rightarrow I_t = ۲A$$

عدد آمپرسنج ۲A است.

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ ماز

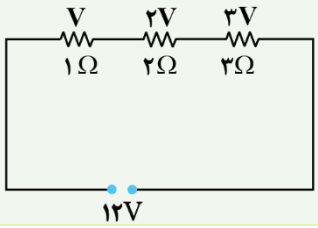
پ: جریان گذرنده از هر یک از مقاومت‌ها همان جریان کل یعنی ۲A است.

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

$$V = RI \xrightarrow{I_۱=I_۲=I_۳=۲A} \begin{cases} V_۱ = ۱\times۲ = ۲V \\ V_۲ = ۲\times۲ = ۴V \\ V_۳ = ۳\times۲ = ۶V \end{cases}$$

یه جور دیگه:

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



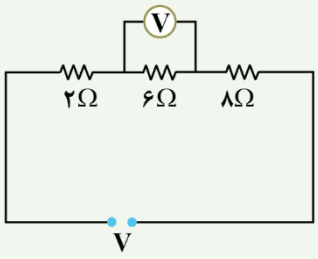
$R_۱$ و $R_۲$ متوالی : $\frac{V_۲}{V_۱} = \frac{R_۲}{R_۱}$

$$۶V = ۱۲V \Rightarrow V = ۲ \Rightarrow \begin{cases} V_۱ = V = ۲V \\ V_۲ = ۲V = ۴V \\ V_۳ = ۳V = ۶V \end{cases}$$

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

مثال

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



پاسخ تشریحی:

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

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow ۶ = \frac{۹}{I} \Rightarrow I = \frac{۹}{۶} = ۱/۵A$$

گام دوم: مقاومت معادل مجموعه را حساب می‌کنیم:

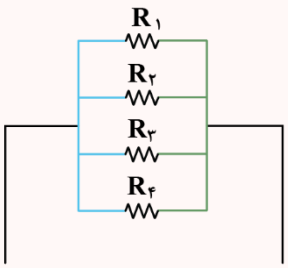
$$R_{eq} = ۲+۶+۸ = ۱۶\Omega$$

گام آخر: ولتاژ کل را حساب می‌کنیم:

$$R_{eq} = \frac{V_t}{I_t} \Rightarrow ۱۶ = \frac{V_t}{۱/۵} \Rightarrow V_t = ۱/۵\times۱۶ = ۲۴V$$

به‌هم بستن موازی مقاومت‌ها

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



$R_۱, R_۲, R_۳, R_۴$ موازی‌اند

برای محاسبهٔ مقاومت معادل چند مقاومت موازی داریم:

$$\frac{۱}{R_{eq}} = \frac{۱}{R_۱} + \frac{۱}{R_۲} + \frac{۱}{R_۳} + \frac{۱}{R_۴}$$

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

$$R_{eq} = \frac{R_۱R_۲}{R_۱+R_۲} \quad \text{یا} \quad R_{eq} = \frac{R_{\text{بزرگه}}}{n+۱} \qquad (n = \frac{R_{\text{بزرگه}}}{R_{\text{کوچیکه}}})$$

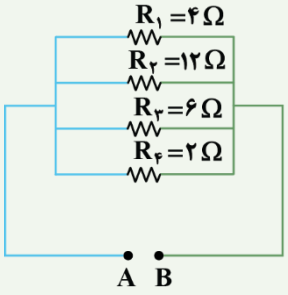
طبق رابطهٔ $R_{eq} = \frac{R_۱R_۲}{R_۱+R_۲}$ برای حساب کردن مقاومت معادل چند مقاومت موازی به‌جای رابطهٔ $\frac{۱}{R_{eq}} = \frac{۱}{R_۱} + \frac{۱}{R_۲} + \cdots$ می‌توانیم دوبه‌دو مقاومت‌ها را از این رابطه به‌دست آوریم.

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ ماز

مثال

مقاومت معادل دو نقطهٔ A و B را حساب کنید.



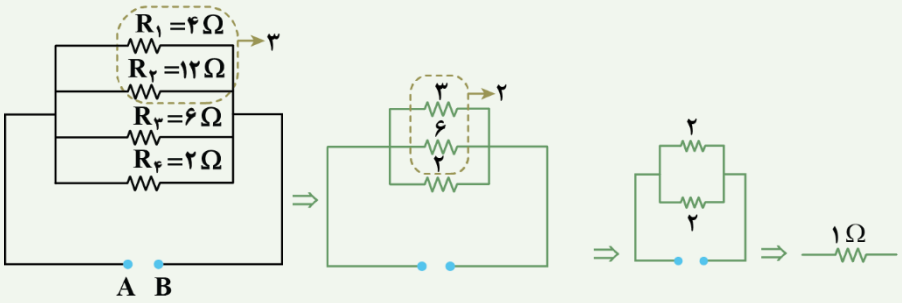
پاسخ تشریحی:

روش اول:

$$\frac{۱}{R_{eq}}=\frac{۱}{R_۱}+\frac{۱}{R_۲}+\frac{۱}{R_۳}+\frac{۱}{R_۴}=\frac{۱}{۴}+\frac{۱}{۱۲}+\frac{۱}{۶}+\frac{۱}{۲}$$

$$\frac{۱}{R_{eq}}=\frac{۳+۱+۲+۶}{۱۲}=۱\Rightarrow R_{eq}=۱\Omega$$

روش دوم:



نکته

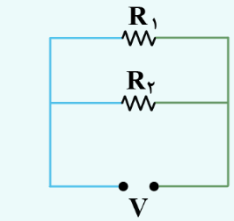
مقاومت n مقاومت موازی مشابه R برابر است با:

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

نکته

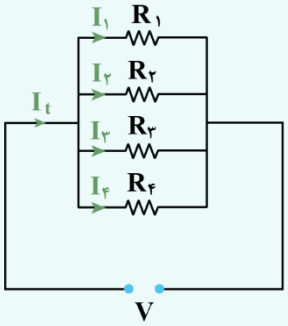
مقاومت معادل چند مقاومت سری از بزرگ‌ترین مقاومت مجموعه بزرگ‌تر است ولی مقاومت معادل چند مقاومت موازی از کوچک‌ترین مقاومت مجموعه کوچک‌تر است.

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



$$V_۱=V_۲=V$$

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



$$I_t=I_۱+I_۲+I_۳+I_۴$$

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.

$$\frac{I_۲}{I_۱}=\frac{R_۱}{R_۲}$$

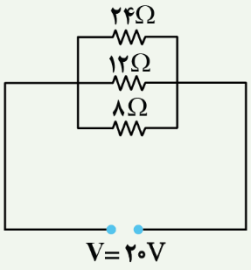
۳- مجموع سهم‌ها را برابر جریان کل قرار داده و جریان هر مقاومت را حساب می‌کنیم.

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ ماز

مثال

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



پاسخ تشریحی:

روش اول:

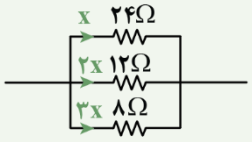
گام اول: محاسبهٔ مقاومت معادل:

$$\frac{۱}{R_{eq}}=\frac{۱}{۲۴}+\frac{۱}{۱۲}+\frac{۱}{۸}\Rightarrow\frac{۱}{R_{eq}}=\frac{۱+۲+۳}{۲۴}=\frac{۱}{۴}\Rightarrow R_{eq}=۴\Omega$$

گام دوم: محاسبهٔ جریان کل:

$$R=\frac{V}{I}\Rightarrow I=\frac{V}{R}\Rightarrow I_t=\frac{V}{R_{eq}}=\frac{۲۰}{۴}=۵A$$

گام سوم: محاسبهٔ سهم هر مقاومت::



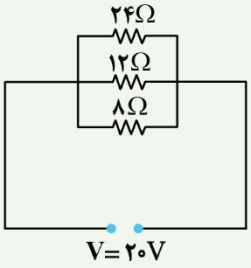
گام آخر: محاسبهٔ جریان هر مقاومت:

$$I_t=x+۲x+۳x=۶x\Rightarrow ۵=۶x\Rightarrow x=\frac{۵}{۶}$$

$$I_{۲۴\Omega}=\frac{۵}{۶}A\ ,\ I_{۱۲\Omega}=\frac{۵}{۳}A\ ,\ I_{۸\Omega}=\frac{۵}{۲}A$$

روش دوم:

گام اول: ولتاژ هر مقاومت را به‌دست می‌آوریم:

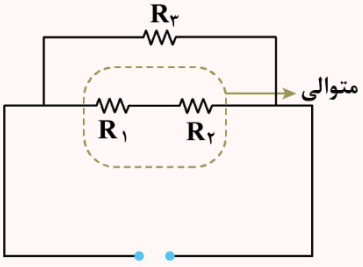


$$V_{۲۴\Omega}=V_{۱۲\Omega}=V_{۸\Omega}=V=۲۰V$$

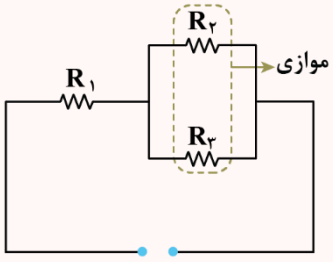
گام آخر: با داشتن ولتاژ و مقاومت هرکدام جریان را حساب می‌کنیم:

$$I=\frac{V}{R}\Rightarrow\begin{cases}I_{۲۴\Omega}=\frac{۲۰}{۲۴}=\frac{۵}{۶}A\\ I_{۱۲\Omega}=\frac{۲۰}{۱۲}=\frac{۵}{۳}A\\ I_{۸\Omega}=\frac{۲۰}{۸}=\frac{۵}{۲}A\end{cases}$$

حالت‌های ترکیبی مهم



$$R_{eq}=\frac{\overbrace{(R_۱+R_۲)}^{R_{۱,۲}}\times R_۳}{R_{۱,۲}+R_۳}$$



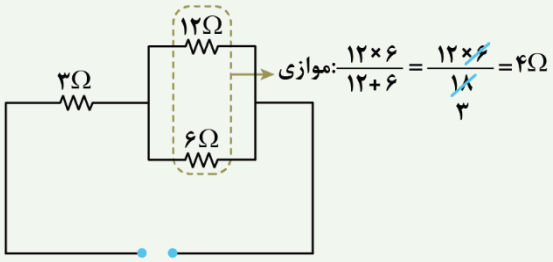
$$R_{eq}=R_۱+\overbrace{\frac{R_۲.R_۳}{R_۲+R_۳}}^{R_{۲,۳}}$$

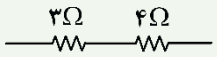
کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ ماز

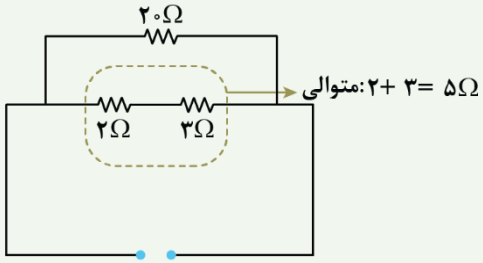
مثال

در شکل‌های زیر، مقاومت معادل را به‌دست آورید.

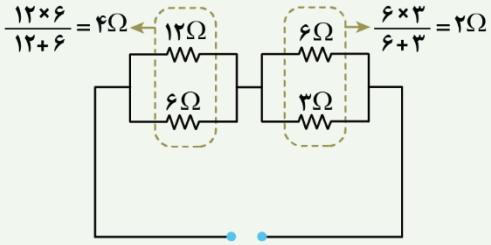


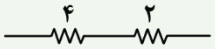
$\Rightarrow$ 

$R_{eq}=۳+۴=۷\Omega$

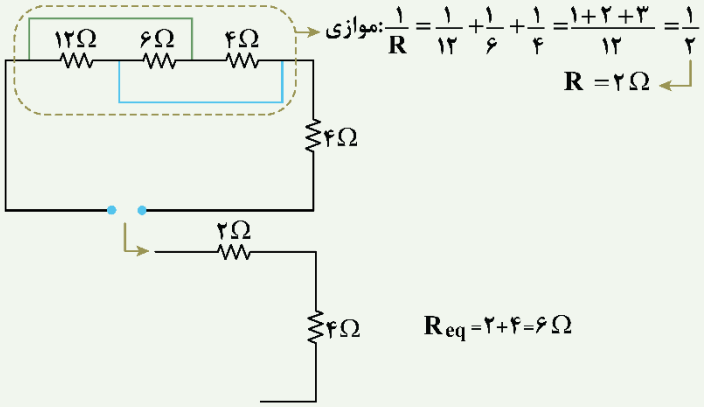


$R_{eq}=\frac{۵\times۲۰}{۵+۲۰}=\frac{۵\times۲۰}{۲۵}=۴\Omega$



$\Rightarrow$ 

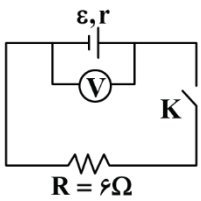
$R_{eq}=۴+۲=۶\Omega$



$R_{eq}=۲+۴=۶\Omega$

۱۰- 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 اُهم است؟

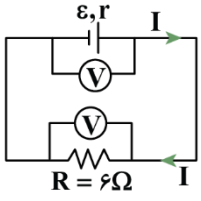
۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۶



پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۲)

اگر کلید باز باشد، جریان مدار صفر بوده و ولت‌سنج نیروی محرکهٔ باتری را نشان می‌دهد. $(\varepsilon=۲۴V)$

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:



$V=RI\Rightarrow ۱۸=۶I\Rightarrow I=۳A$

$V=\varepsilon-rI\Rightarrow ۱۸=۲۴-۳r\Rightarrow r=۲\Omega$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

آزمون وی آی پی

اولین پخش 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

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

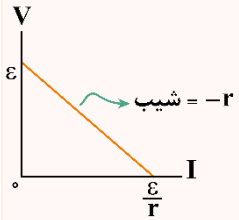
ولتاژ باتری

۱- معادلهٔ ولتاژ ـ جریان یک باتری (مولد) به‌صورت زیر است:

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

در رابطهٔ فوق، ε برابر نیروی محرکهٔ باتری و r برابر مقاومت درونی آن است.

۲- مطابق رابطهٔ $V_{\text{باتری}} = \varepsilon - rI$ ، نمودار ولتاژ ـ جریان یک باتری (مولد) مطابق شکل مقابل است.



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

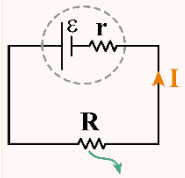
الف) بیشینهٔ ولتاژ باتری (مولد) برابر نیروی محرکهٔ آن است.

ب) اندازهٔ شیب نمودار برابر مقاومت درونی باتری است.

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

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

۴- همان‌طور که یاد گرفتیم، می‌توان مقاومت‌های مدار را ساده کرد و همهٔ آن‌ها را به یک مقاومت معادل تبدیل کرد؛ بنابراین در مدارهایی که دارای یک باتری هستند، همواره می‌توانیم مدار را به شکل مقابل ساده کنیم.



این مدار یک مدار سادهٔ تک‌حلقه است.

در مورد مدار تک‌حلقه به نکات زیر توجه کنید:

الف) جریان خروجی از باتری برابر است با:

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

ب) افت پتانسیل در باتری برابر است با:

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

پ) ولتاژ دو سر باتری برابر است با:

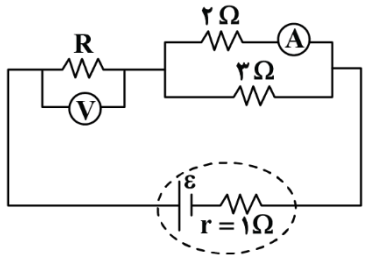
$$V_{\text{باتری}} = \varepsilon - rI = \varepsilon - r \times \frac{\varepsilon}{r+R} = \frac{\varepsilon R}{r+R}$$

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

گروه آموزشی ماز

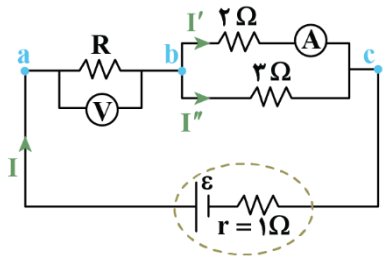
۱۱- در شکل زیر، ولت‌سنج و آمپرسنج آرمانی به‌ترتیب ۷ ولت و ۳ آمپر را نشان می‌دهند. نیروی محرکهٔ مولد چند ولت است؟

۱) ۱۲
۲) ۱۸
۳) ۲۴
۴) ۳۶



پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۲)

جریان شاخه‌ها را مطابق شکل مقابل، نام‌گذاری می‌کنیم:



$$I' = ۳A \ , \ V_{ab} = ۷V$$

گام اول:

جریان عبوری از مقاومت ۳Ω یعنی I'' را به‌دست می‌آوریم:

$$۲\Omega \| ۳\Omega \Rightarrow V_{۲\Omega} = V_{۳\Omega}$$

$$\Rightarrow ۲ \times I' = ۳ \times I'' \Rightarrow ۲ \times ۳ = ۳I'' \Rightarrow I'' = ۲A$$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

گام دوم:

جریان خروجی از باتری یعنی I را به‌دست می‌آوریم:

گرهٔ b : $I = I' + I'' = ۳ + ۲ = ۵A$

گام آخر:

نیروی محرکهٔ باتری را حساب می‌کنیم:

$$\varepsilon - rI = V_{ac} = V_{ab} + V_{bc} = V_{ab} + ۲ \times I'$$
$$\Rightarrow \varepsilon - ۱ \times ۵ = ۷ + ۲ \times ۳ \Rightarrow \varepsilon = ۱۸\,V$$

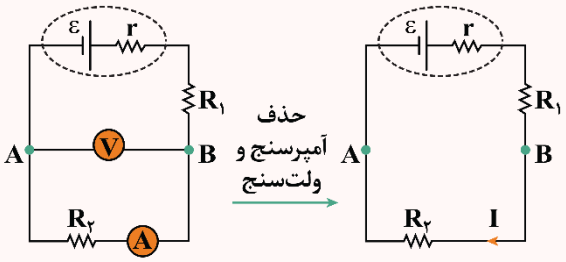
ولت‌سنج ایده‌آل و آمپرسنج ایده‌آل

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

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

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

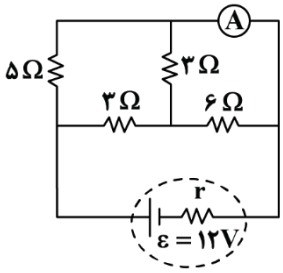
به‌عنوان مثال، مدار مقابل را به‌صورت نشان‌داده‌شده ساده می‌کنیم:



پس از حذف آمپرسنج و ولت‌سنج می‌توانیم مدار ساده‌شده را به‌راحتی 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 محاسبهٔ اختلاف پتانسیل نقاط می‌توان از تکنیک پتانسیل‌نویسی استفاده کرد.

گروه آموزشی ماز

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



۱) ۰/۵

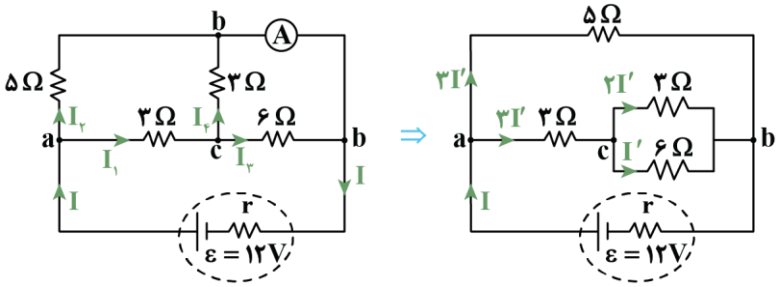
۲) ۱

۳) ۱/۵

۴) ۲

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۲)

ابتدا مدار را با نام‌گذاری به شکل ساده‌تری نمایش می‌دهیم. آمپرسنج آرمانی مانند یک سیم با مقاومت صفر است و می‌توان دو سر آن را با یک نام درنظر گرفت.



گام اول:

تقسیم جریان:

$$V_{۶\Omega} = V_{۳\Omega} \Rightarrow ۶I_۳ = ۳I_۴ \xrightarrow{I_۳ = I'} I_۴ = ۲I' \Rightarrow I_۱ = I_۳ + I_۴ = ۳I'$$

$$\text{مقاومت معادل شاخهٔ میانی} = ۳ + (۳ \,||\, ۶) = ۳ + \frac{۳ \times ۶}{۹} = ۵\Omega \Rightarrow I_۲ = I_۱ = ۳I'$$

$$\Rightarrow I = I_۱ + I_۲ = ۶I'$$

گام دوم:

محاسبهٔ I:

$$\text{عدد آمپرسنج} = I_۲ + I_۴ \Rightarrow ۲/۵ = ۳I' + ۲I' \Rightarrow I' = ۰/۵A \Rightarrow I = ۳A$$

گام آخر:

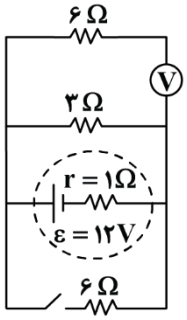
محاسبهٔ r

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow ۳ = \frac{۱۲}{۲/۵ + r} \Rightarrow r = ۱/۵\Omega$$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

دوپینگ‌ماز
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

۱۳- 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.

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ مفهومی/محاسباتی ـ ۱۱۰۲)

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 اُهمی را نشان می‌دهد.

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}+r} = \frac{۱۲}{۳+۱} = ۳A \Rightarrow \text{عدد ولت‌سنج} = ۳\times ۳ = ۹V$$

حالت دوم:
کلید بسته است.
در این حالت نیز ولت‌سنج، اختلاف پتانسیل دو سر مولد و مقاومت‌ها را نشان می‌دهد.

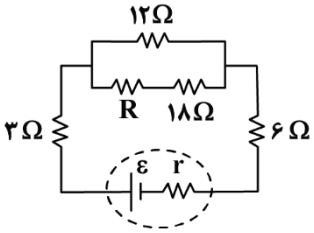
$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}+r} = \frac{۱۲}{(۶\,||\,۳)+۱} = \frac{۱۲}{\frac{۶\times ۳}{۹}+۱} = ۴A$$

$$\text{عدد ولت‌سنج} = \varepsilon - rI = ۱۲ - ۱\times ۴ = ۸V$$

بنابراین، عدد ولت‌سنج ۱ ولت کاهش می‌یابد.

گروه آموزشی ماز

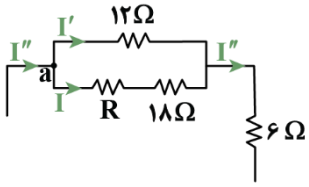
۱۴- در شکل مقابل، اختلاف پتانسیل الکتریکی مقاومت‌های ۶ اُهمی و ۱۸ اُهمی باهم برابر است. R چند اُهم است؟



۱) ۲
۲) ۴
۳) ۶
۴) ۸

پاسخ: گزینهٔ ۳ (آسان ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۲)

ابتدا جریان‌های گذرنده از شاخه‌های مختلف را مطابق شکل زیر، نام‌گذاری می‌کنیم.



$$V_{(۶\Omega)} = V_{(۱۸\Omega)} \Rightarrow ۶I'' = ۱۸I \Rightarrow I'' = ۳I$$

در گرهٔ a داریم:

$$I'' = I + I' \Rightarrow ۳I = I + I' \Rightarrow I' = ۲I$$

شاخهٔ (۱۲Ω) و شاخهٔ $(R+۱۸\Omega)$ باهم موازی‌اند؛ بنابراین:

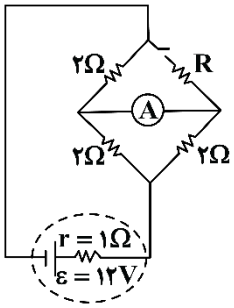
$$V_{(۱۲\Omega)} = V_{(R+۱۸\Omega)} \Rightarrow ۱۲I' = (R+۱۸)I \Rightarrow ۱۲\times ۲\cancel{I} = (R+۱۸)\cancel{I} \Rightarrow R = ۶\Omega$$

گروه آموزشی ماز

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

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

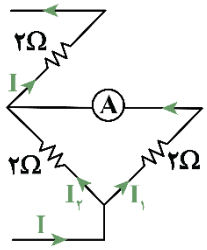
۱) ۰/۲۵
۲) ۰/۵
۳) ۱
۴) ۲



پاسخ: گزینهٔ ۲ (خیلی سخت ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۲)

گام اول:

وقتی کلید باز است داریم:



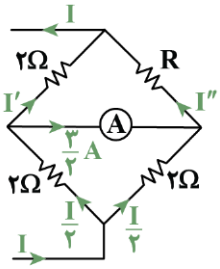
$$R_{eq} = (۲ \| ۲) + ۲ = \frac{۲}{۲} + ۲ = ۳\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{۱۲}{۳ + ۱} = ۳A$$

$$I_۱ = I_۲ = \frac{I}{۲} = \frac{۳}{۲}A \Rightarrow \text{عدد آمپرسنج} = I_۱ = \frac{۳}{۲}A$$

گام دوم:

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



$$\begin{cases} \frac{I}{۲} = I' + \frac{۳}{۲} \\ \frac{I}{۲} + \frac{۳}{۲} = I'' \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I' = \frac{I - ۳}{۲} \\ I'' = \frac{I + ۳}{۲} \end{cases}$$

گام سوم:

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

$$V_{۲\Omega} = V_R \Rightarrow ۲ \times I' = R \times I'' \Rightarrow ۲\left(\frac{I - ۳}{\not ۲}\right) = R\left(\frac{I + ۳}{\not ۲}\right)$$

$$\Rightarrow ۲(I - ۳) = R(I + ۳) \qquad (*)$$

گام آخر:

$$R_{eq} = (۲ \| R) + (۲ \| ۲) = \frac{۲R}{R + ۲} + ۱$$

$$\Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{۱۲}{\frac{۲R}{R+۲} + ۱ + ۱} = \frac{۱۲}{\frac{۲R}{R+۲} + ۲} = \frac{۱۲(R+۲)}{۲R + ۲R + ۴} = \frac{۱۲(R+۲)}{۴R + ۴}$$

$$\Rightarrow I = \frac{۳(R+۲)}{R+۱} \xrightarrow{(*)} ۲\left(\frac{۳(R+۲)}{R+۱} - ۳\right) = R\left(\frac{۳(R+۲)}{R+۱} + ۳\right)$$

$$\xrightarrow{\times(R+۱)} ۲(R + ۲ - R - ۱) = R(\underbrace{R + ۲ + R + ۱}_{۲R+۳})$$

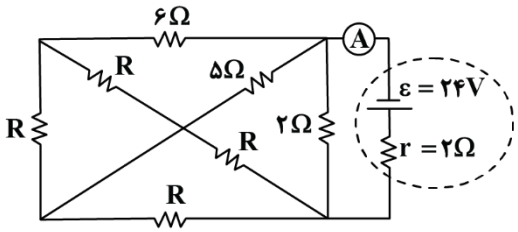
$$\Rightarrow ۲R^۲ + ۳R - ۲ = ۰$$

$$\Delta = ۹ - ۴ \times ۲(-۲) = ۲۵ \Rightarrow R = \frac{-۳ \pm ۵}{۴} = \begin{cases} \frac{۱}{۲} \checkmark \\ -۲ \times \end{cases} \Rightarrow R = ۰/۵\Omega$$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

۱۶- در مدار شکل زیر، آمپرسنج غیر ایده‌آل به مقاومت $۲/۲\Omega$، مقدار جریان $۴A$ را نشان می‌دهد. مقاومت الکتریکی R چند اُهم است؟

۱) ۷
۲) ۱۴
۳) ۱۸
۴) ۲۸

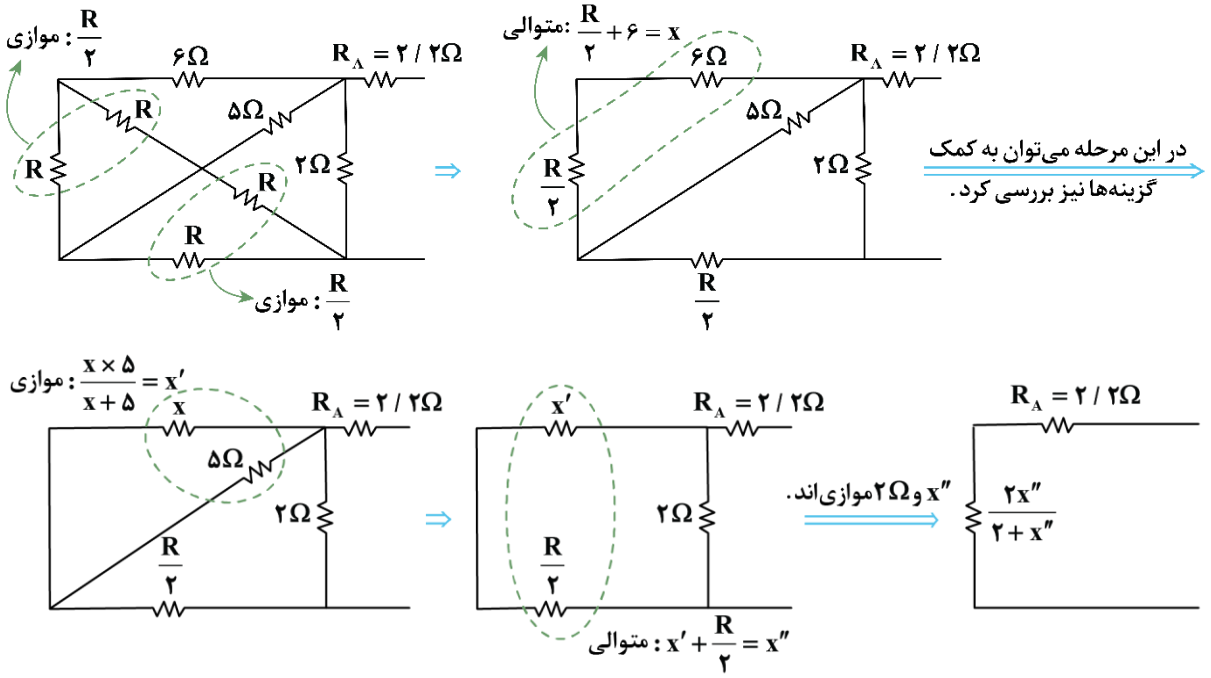


پاسخ: گزینهٔ ۴ (سخت ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۲)

با توجه به این‌که مقدار جریان نشان‌داده‌شده توسط آمپرسنج همان جریان کل مدار است، داریم:

$$I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}\Rightarrow ۴=\frac{۲۴}{R_{eq}+۲}\Rightarrow R_{eq}=۴\Omega$$

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



$$\Rightarrow R_{eq}=\frac{۲x''}{۲+x''}+۲/۲=۴\Rightarrow \frac{x''}{۲+x''}=۰/۹\Rightarrow x''=۱/۸+۰/۹x''$$

$$\Rightarrow x''=۱۸\Omega\xrightarrow{x''=x'+\frac{R}{۲}}x'+\frac{R}{۲}=۱۸\xrightarrow{x'=\frac{۵x}{x+۵}}\frac{۵x}{x+۵}+\frac{R}{۲}=۱۸$$

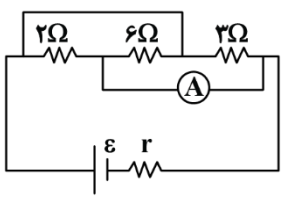
$$\xrightarrow{x=\frac{R}{۲}+۶}\frac{۵(\frac{R}{۲}+۶)}{\frac{R}{۲}+۶+۵}+\frac{R}{۲}=۱۸\Rightarrow\frac{۵R+۶۰}{R+۲۲}+\frac{R}{۲}=۱۸\Rightarrow\frac{R^۲+۳۲R+۱۲۰}{۲R+۴۴}=۱۸$$

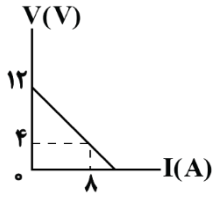
$$\Rightarrow R^۲-۴R-۶۷۲=۰\Rightarrow(R-۲۸)(R+۲۴)=۰\Rightarrow R=۲۸\Omega$$

گروه آموزشی ماز

۱۷- نمودار اختلاف پتانسیل برحسب جریان باتری در مدار زیر، مطابق شکل است. آمپرسنج آرمانی چه عددی را نمایش می‌دهد؟

۱) ۲
۲) ۳
۳) ۴
۴) ۶





www.biomaze.ir
کنکور ۱۴۰۴

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ ماز

پاسخ: گزینهٔ ۳ (سخت ـ نموداری ـ ۱۱۰۲)

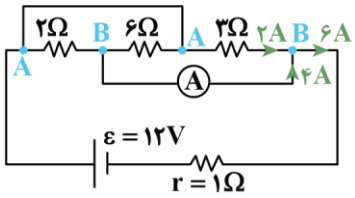
مطابق نمودار داریم:

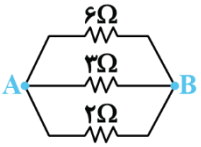
$V = \varepsilon - Ir$

$I = ۰ \Rightarrow V = \varepsilon = ۱۲V$

$I = ۸ \Rightarrow V = ۱۲ - ۸r = ۴ \Rightarrow ۸r = ۸ \Rightarrow r = ۱\Omega$

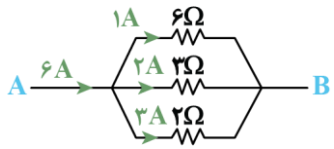
مدار را ساده می‌کنیم.





$$\frac{۱}{R_{eq}} = \frac{۱}{۶} + \frac{۱}{۳} + \frac{۱}{۲} = \frac{۱+۲+۳}{۶} = \frac{۶}{۶} = ۱ \Rightarrow R_{eq} = ۱\Omega$$

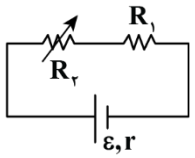
$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{۱۲}{۱+۱} = \frac{۱۲}{۲} = ۶A$$



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

گروه آموزشی ماز

۱۸- در شکل زیر، اگر مقاومت $R_۲$ را افزایش دهیم، اختلاف پتانسیل دو سر مولد و اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت $R_۱$ به‌ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کنند؟



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

پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

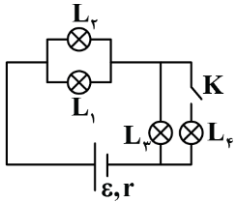
$R_۲ \uparrow \Rightarrow R_{eq} \uparrow \Rightarrow I_{\text{باتری}} \downarrow$

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

$V_۱ = R_۱ I \downarrow \Rightarrow V_۱ \downarrow$

گروه آموزشی ماز

۱۹- در شکل زیر، با بستن کلید K، نور لامپ‌های $L_۱$ و $L_۳$ به‌ترتیب از راست به چپ، چگونه تغییر می‌کند؟ (مقاومت لامپ‌ها یکسان است.)



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

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

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

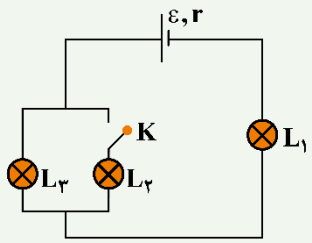
کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ ماز

برای آن‌که روش بالا واضح‌تر شود، مثال زیر را حل می‌کنیم.

مثال

در مدار مقابل با بستن کلید K، نور لامپ‌های L_1 و L_3 چگونه تغییر می‌کند؟



پاسخ:

برای حل این سؤال گام‌های زیر را طی می‌کنیم.

گام اول: با بستن کلید K، دو لامپ باهم موازی می‌شوند و درنتیجه مقاومت معادل مدار کاهش می‌یابد.

گام دوم: با کاهش مقاومت معادل مدار، جریان خروجی از باتری زیاد می‌شود. چون جریان باتری به‌طور کامل از لامپ L_1 می‌گذرد، با افزایش جریان، نور L_1 هم زیاد می‌شود.

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 نمی‌توانیم تغییرات نور لامپ L_3 را بررسی کنیم. برای این کار از تغییرات ولتاژ باتری در مدار کمک می‌گیریم.

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

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

بنابراین نور لامپ L_3 با کاهش ولتاژ آن کم شده است. راه‌حل این مثال را می‌توان به‌صورت زیر خلاصه کرد:

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

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

گروه آموزشی ماز

۲۰- 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 مدت‌زمان 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.)

کتری برقی, ۲۲۰V, ۲۲۰۰W

۱) ۱۶۵۰۰، ۱۰

۲) ۳۳۰۰۰، ۱۰

۳) ۳۳۰۰۰، ۰/۱

۴) ۱۶۵۰۰، ۰/۱

پاسخ: گزینهٔ ۱ (آسان ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۲)

توان مصرفی کتری برقی $P = ۲۲۰۰W = ۲/۲kW$ است. با توجه به این‌که کتری برقی هر روز نیم ساعت روشن است، انرژی مصرفی آن در مدت‌زمان یک ماه برابر است با:

$$U = Pt = ۲/۲kW \times (۳۰ \times ۰/۵h) = ۳۳kWh$$

بنابراین هزینهٔ مصرفی آن برابر است با:

$$\text{هزینهٔ مصرفی در یک ماه} = ۳۳ \times ۵۰۰ = ۱۶۵۰۰ \text{ تومان}$$

برای محاسبهٔ جریان عبوری از سیم کتری، می‌توان نوشت:

$$P = VI \Rightarrow ۲۲۰۰ = ۲۲۰I \Rightarrow I = ۱۰A$$

توان مصرفی

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

$$P = VI$$

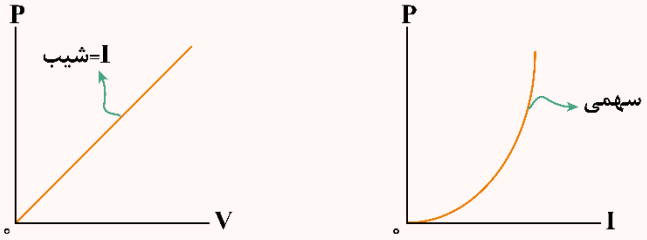
کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ ماز

۲- برای یک مقاومت اُهمی با توجه به رابطهٔ $V = RI$ ، توان مقاومت از روابط زیر قابلِ‌محاسبه است.

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

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.

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

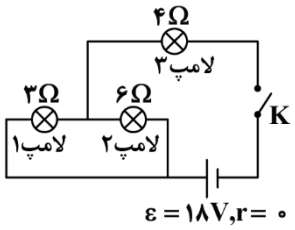
۵- در استفاده از رابطهٔ $U = Pt$ ، اگر توان برحسب وات و زمان برحسب ثانیه جایگزین شود، انرژی برحسب ژول به‌دست می‌آید و اگر توان برحسب کیلووات و زمان برحسب ساعت جایگزین شود، انرژی برحسب کیلووات ساعت به‌دست می‌آید.

۶- هر کیلووات ساعت معادل $۳/۶\times۱۰^۶$ ژول است.

$$۱kW.h \equiv ۳/۶\times۱۰^۶ J$$

گروه آموزشی ماز

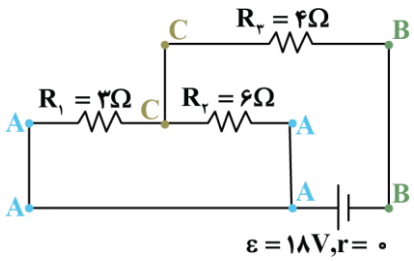
۲۱- در شکل مقابل، وقتی کلید بسته شود، توان مصرفی لامپ (۱)، چند وات می‌شود؟

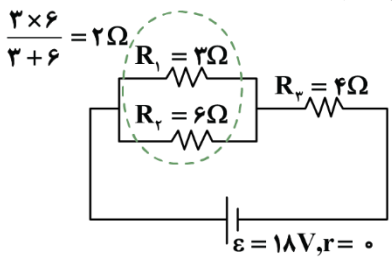


۱) ۳
۲) ۱۲
۳) ۱۸
۴) ۲۷

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۲)

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



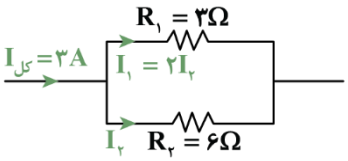


حال با به‌دست آوردن جریان کل مدار و سپس محاسبهٔ جریان عبوری از مقاومت $R_۱$ ، توان مصرفی آن را به‌دست می‌آوریم:

$$R_{eq} = ۲+۴ = ۶Ω$$

$$I_{کل} = \frac{\varepsilon}{R_{eq}+r} = \frac{۱۸}{۶+۰} = ۳A$$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir



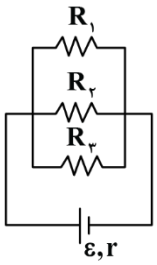
$$\overbrace{I_1}^{2I_2} + I_2 = I_{کل} \Rightarrow 3I_2 = 3 \Rightarrow \begin{cases} I_2 = 1A \\ I_1 = 2A \end{cases}$$

حال توان مصرفی مقاومت R_1 برابر است با:

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

گروه آموزشی ماز

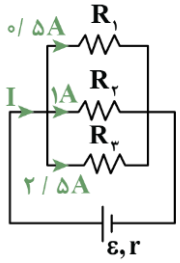
۲۲- در شکل زیر، جریان عبوری از مقاومت‌های R_1، R_2 و R_3 به‌ترتیب برابر ۰/۵A، ۱A و ۲/۵A است. اگر توان مصرفی در کل مقاومت‌های خارجی مدار برابر ۸۰ وات باشد، مقاومت معادل این مدار چند اُهم است؟



۱) ۵
۲) ۱۰
۳) ۲۰
۴) ۴۰

پاسخ: گزینهٔ ۱ (آسان ـ مفهومی/محاسباتی ـ ۱۱۰۲)

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

۲۳- 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 $\frac{V}{2}$ ببندیم، توان مصرفی مقاومت A چند برابر توان مصرفی مقاومت B است؟

۱) $\frac{1}{2}$
۲) $\frac{1}{4}$
۳) ۲
۴) ۴

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۲)

گام اول:

محاسبهٔ نسبت مقاومت‌ها:

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

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

گام آخر:

محاسبهٔ نسبت توان‌ها در اتصال متوالی:

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

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

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ‌ماز

توجه

اگر می‌خواستیم نسبت توان‌ها در اتصال متوالی را با استفاده از رابطهٔ $P=\frac{V^2}{R}$ به‌دست آوریم، ابتدا باید تقسیم ولتاژ انجام می‌دادیم. درواقع، برای مقایسهٔ توان مقاومت‌ها، بسته به شرایط مسئله باید از سه رابطهٔ توان $(P=RI^2=\frac{V^2}{R}=VI)$، رابطه‌ای را انتخاب کنیم که یکی از پارامترها ثابت باشد. به‌عنوان مثال، در سؤال بالا، در حالت موازی که Vها یکسان است از رابطهٔ $P=\frac{V^2}{R}$ و در حالت متوالی که Iها یکسان است از رابطهٔ $P=RI^2$ استفاده کردیم.

مقایسهٔ توان مقاومت‌ها

۱- برای مقایسهٔ توان مصرفی در مقاومت‌های یک مدار، ابتدا جریان آن‌ها را باهم مقایسه می‌کنیم. در مقایسهٔ جریان‌ها به نکات زیر توجه می‌کنیم:

الف) جریان مقاومت‌های متوالی باهم برابر است.

ب) جریان مقاومت‌های موازی با اندازهٔ مقاومت رابطهٔ عکس دارد.

پ) برای مقایسهٔ جریان‌ها، جریان یکی از شاخه‌های مدار را برابر x درنظر می‌گیریم (بهتر است شاخه‌ای را انتخاب کنیم که بیش‌ترین مقاومت را دارد) و جریان سایر قسمت‌ها را برحسب x به‌دست می‌آوریم.

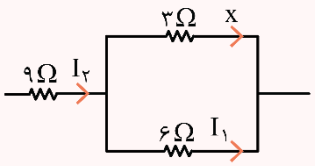
۲- پس از مقایسهٔ جریان‌ها، می‌توانیم به‌راحتی و با استفاده از رابطهٔ $P=RI^2$، توان مقاومت‌ها را با یکدیگر مقایسه کنیم.

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

برای آن‌که نکتهٔ 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 به‌دست آورید.



پاسخ تشریحی:

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

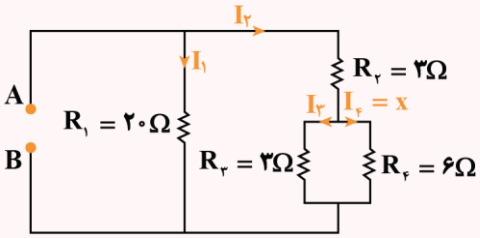
$$\frac{\text{جریان مقاومت }6\Omega}{\text{جریان مقاومت }3\Omega}=\frac{3}{6}\rightarrow\frac{I_1}{x}=\frac{3}{6}\rightarrow I_1=\frac{x}{2}$$

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 به‌دست آورید.



پاسخ:

مقاومت‌های R_3 و R_4 باهم موازی هستند؛ بنابراین داریم:

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

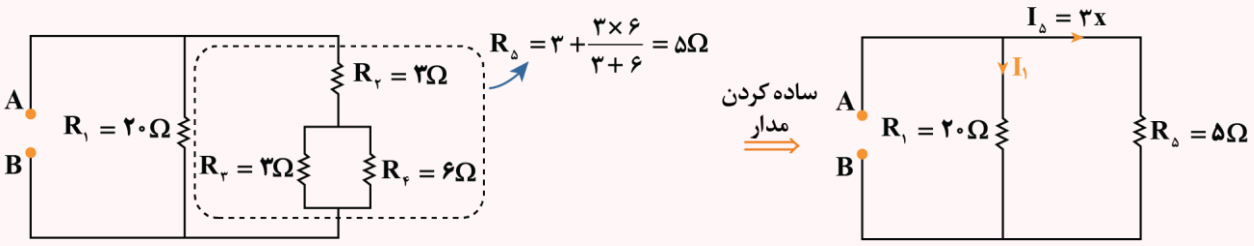
جریان I_2 برابر مجموع I_3 و I_4 است؛ بنابراین می‌توان نوشت:

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

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ ماز

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

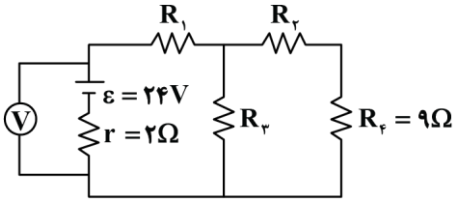


درنهایت چون مقاومت‌های R_1 و R_5 موازی هستند، می‌توانیم جریان I_1 را هم برحسب x به‌دست آوریم.

$$\frac{I_1}{I_5} = \frac{R_5}{R_1} \Rightarrow \frac{I_1}{3x} = \frac{5}{20} \Rightarrow I_1 = \frac{3}{4}x$$

گروه آموزشی ماز

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



۱) $\frac{32}{3}$

۲) ۲۱

۳) $\frac{64}{3}$

۴) ۴۲

پاسخ: گزینهٔ ۳ (سخت ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۲)

با توجه به این‌که همهٔ توان‌ها یکسان و برابر هستند، از توان R_4 به بقیه می‌رسیم:

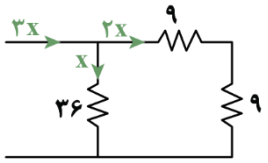
مقاومت R_2:

$$P_4 = P_3 = P_2 = P_1 \Rightarrow P_4 = 9x^2 = R_2x^2 \Rightarrow R_2 = 9\Omega$$

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 شاخهٔ سمت راست می‌گذرد، پس:



$$R_4 = R_2$$

$$P_4 = P_1 \Rightarrow 9\times(2x)^2 = R_1(3x)^2 \Rightarrow R_1 = 4\Omega$$

مقاومت معادل:

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

جریان کل:

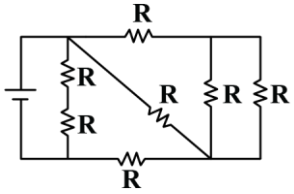
$$I_{کل} = \frac{\varepsilon}{R_{eq}+r} = \frac{24}{16+2} = \frac{4}{3}A$$

ولتاژ دو سر باتری:

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

گروه آموزشی ماز

۲۵- در شکل زیر، همهٔ مقاومت‌ها مشابه‌اند. اگر حداکثر توان الکتریکی مصرفی ممکن در مدار برای آن‌که هیچ مقاومتی آسیب نبیند، ۳۶W باشد، بیش‌ترین توانی که هر مقاومت می‌تواند تحمل کند، چند وات است؟



۱) ۳۲

۲) ۱۶

۳) ۱۲/۵

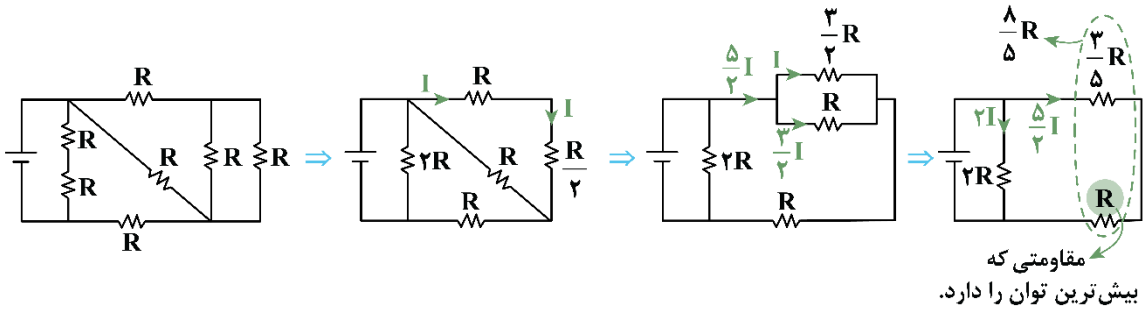
۴) ۲۵

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ ماز

پاسخ: گزینهٔ ۳ (سخت ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۲)

ابتدا مدار را ساده می‌کنیم.



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

$$R_{eq}=\frac{۲R\times\frac{۸}{۵}R}{۲R+\frac{۸}{۵}R}=\frac{۸}{۹}R\ ,\ I_{کل}=(۲+\frac{۵}{۲})I=\frac{۹}{۲}I$$

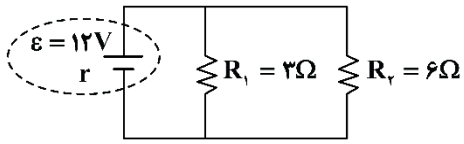
$$P_{کل}=R_{eq}I^{۲}_{کل}=\frac{۸}{۹}R\times\frac{۹}{۲}\times\frac{۹}{۲}I^{۲}=۳۶W\Rightarrow RI^{۲}=۲W$$

درنهایت حداکثر توان قابل‌تحمل هر مقاومت را به‌دست می‌آوریم:

$$\Rightarrow P_{max}=RI^{۲}=R\times(\frac{۵}{۲}I)^{۲}=\frac{۲۵}{۴}RI^{۲}\Rightarrow\frac{۲۵}{۴}\times۲=۱۲/۵W$$

گروه آموزشی ماز

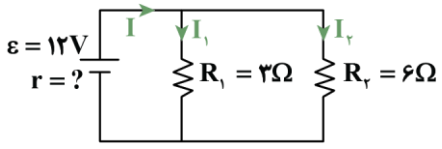
۲۶- در مدار شکل زیر، اگر جریان عبوری از مقاومت $R_۱$ برابر ۲A باشد، به‌ترتیب از راست به چپ، مقاومت درونی باتری چند اُهم و توان تلف‌شده در باتری چند وات است؟



۱) ۱/۵ ،۶
۲) ۲ ،۱۸
۳) ۱/۵ ،۱۸
۴) ۲ ،۶

پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۲)

مطابق شکل واضح است که:



دو سر باتری $V=V_۱=V_۲$

$$\Rightarrow\varepsilon-rI=R_۱I_۱=R_۲I_۲$$

$$\Rightarrow ۱۲-r(I_۱+I_۲)=۳\times۲=۶\times I_۲\Rightarrow I_۲=۱(A)$$

$$\Rightarrow ۱۲-r(۲+۱)=۶\Rightarrow ۱۲-۳r=۶\Rightarrow ۳r=۶\Rightarrow r=۲\Omega$$

تلف‌شده در باتری $P=rI^{۲}=(۲)\times(۳)^{۲}=۱۸W$

توان خروجی باتری

توان خروجی از یک مولد (توان مفید) از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$\begin{cases}P=VI\\V=\varepsilon-rI\end{cases}\Rightarrow P=\varepsilon I-rI^{۲}$$

به عبارتی می‌توان گفت که باتری توان εI را تولید می‌کند و مقدار $rI^{۲}$ در مقاومت درونی آن تلف می‌شود.

تذکر!

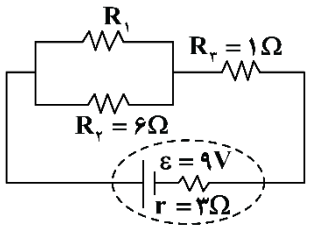
دقت کنید توان خروجی از باتری ($P=\varepsilon I-rI^{۲}$)، برابر توان مصرفی در کل مقاومت‌های خارجی مدار ($P=R_{eq}I^{۲}=\frac{V^{۲}}{R_{eq}}$) است.

گروه آموزشی ماز

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ ماز

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



۱) ۰/۵
۲) ۱
۳) ۱/۵
۴) ۲

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۲)

توان خروجی باتری از رابطهٔ $P = \varepsilon I - rI^2$، تابعی درجهٔ ۲ (سهمی) برحسب I می‌باشد که چون ضریب I^2 منفی است، سهمی ماکزیمم‌دار خواهد بود و P هنگامی ماکزیمم می‌شود که:

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

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

پس برای ماکزیمم شدن توان خروجی داریم:

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

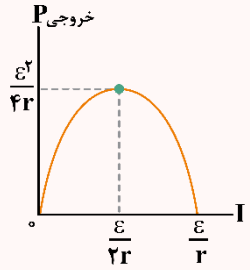
$$I_{\text{باتری}} = \frac{\varepsilon}{2r} = \frac{9}{6} = 1/5\,A$$

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

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1+R_2} I = \frac{6}{6+3} \times 1/5 \Rightarrow I_1 = 1A$$

نمودار توان ـ جریان باتری و ویژگی‌های آن

۱- نمودار توان خروجی از یک باتری برحسب جریان عبوری از آن، به‌صورت یک سهمی است و توصیه می‌شود این نمودار را به‌خاطر بسپارید.

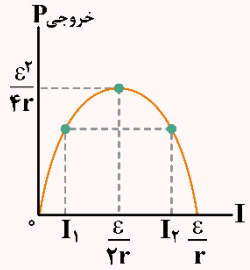


$$P = \varepsilon I - rI^2$$

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

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 به‌ازای 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:

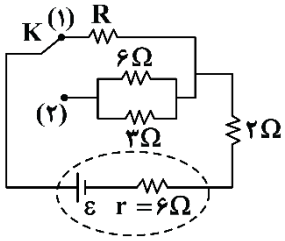


$$\frac{\varepsilon}{2r} = (I_2 \text{ و } I_1 \text{ میانگین}) = \frac{I_1+I_2}{2}$$

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

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ‌ماز

۲۸- در مدار مقابل با تغییر حالت از کلید (۱) به (۲) توان خروجی باتری تغییر نمی‌کند. R چند اُهم است؟



۱) ۲
۲) ۴
۳) ۷
۴) گزینه‌های (۱) و (۳) می‌توانند درست باشند.

پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط ـ مفهومی/محاسباتی ـ ۱۱۰۲)

دو حالت وجود دارد:

حالت اول:

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

$$R = \frac{۶\times۳}{۶+۳} = ۲\Omega$$

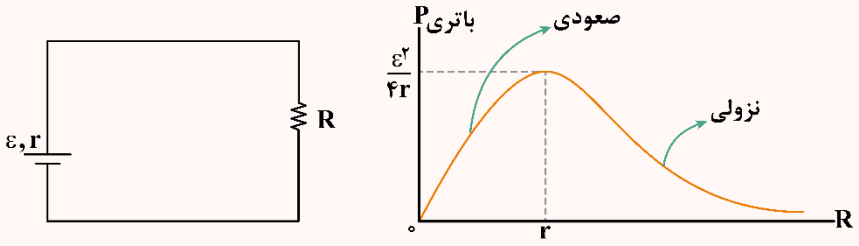
حالت دوم:

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

$$r = \sqrt{R_{eq_۱} + R_{eq_۲}} \Rightarrow ۶ = \sqrt{(R+۲)\times۴} \Rightarrow R+۲ = ۹ \Rightarrow R = ۷\Omega$$

توان خروجی

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



۲- مطابق نمودار فوق، هنگامی‌که 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، هنگامی‌که 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.

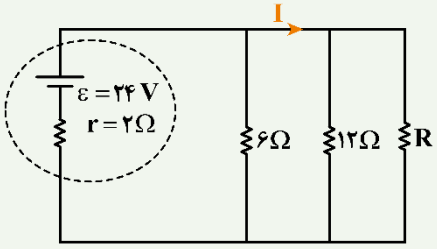
۴- همان‌طور که در نمودار توان خروجی می‌بینید، توان خروجی از باتری هنگامی بیشینه است که $R = r$ باشد. در این حالت توان خروجی از باتری برابر $\frac{\varepsilon^۲}{۴r}$ می‌باشد.

۵- اگر به‌ازای دو مقاومت $R_۱$ و $R_۲$، توان خروجی باتری یکسان باشد، مقاومت درونی باتری، واسطهٔ هندسی مقاومت‌های $R_۱$ و $R_۲$ است، یعنی:

$$r = \sqrt{R_۱R_۲} \quad \text{یا} \quad R_۱R_۲ = r^۲ \rightarrow \text{اگر توان خروجی از باتری با اتصال به } R_۱ \text{ و } R_۲ \text{ یکسان باشد.}$$

مثال

در مدار زیر، مقاومت R چند اُهم 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

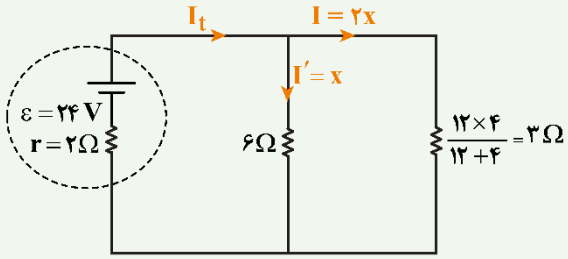
پاسخ تشریحی:

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

$$\frac{۱}{R_{eq}} = \frac{۱}{۶}+\frac{۱}{۱۲}+\frac{۱}{R} \xrightarrow{R_{eq}=r=۲\Omega} \frac{۱}{۲} = \frac{۱}{۶}+\frac{۱}{۱۲}+\frac{۱}{R} \Rightarrow R = ۴\Omega$$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

در این حالت، جریان I برابر است با:



$$I_t = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} = \frac{۲۴}{۲+۲} = ۶A$$

$$I_t = \overbrace{I}^{۲x} + \overbrace{I'}^{x} \Rightarrow ۳x = ۶ \Rightarrow x = ۲A$$

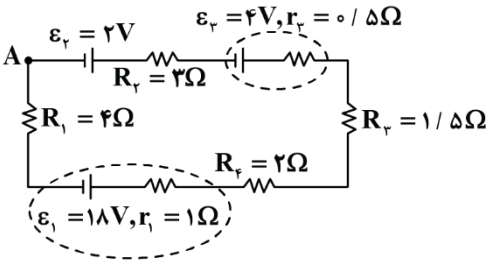
$$\Rightarrow I = ۲x = ۴A$$

پاسخ: گزینهٔ ۳

گروه آموزشی ماز

۲۹- در مدار مقابل، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت $R_۱$ چند ولت است؟

۱) ۴
۲) ۸
۳) ۳
۴) ۶



پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۲)

گام اول:

ابتدا مقاومت معادل و بعد جریان الکتریکی را محاسبه می‌کنیم:

$$R_{eq} = R_۱ + R_۲ + R_۳ + R_۴ = ۴ + ۳ + ۱/۵ + ۲ = ۱۰/۵\Omega$$

جهت جریان باتری (۲) و (۳) ساعتگرد و باتری (۱) پادساعتگرد است. چون $\varepsilon_۱ > \varepsilon_۲ + \varepsilon_۳$ پس باتری (۱) مولد و باتری‌های (۲) و (۳) مصرف‌کننده هستند:

$$I = \frac{\varepsilon_۱ - \varepsilon_۲ - \varepsilon_۳}{R_{eq} + r} = \frac{۱۸ - ۴ - ۲}{۱۰/۵ + ۰/۵ + ۱} = \frac{۱۲}{۱۲} = ۱A$$

گام آخر:

اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت $R_۱$ برابر است با:

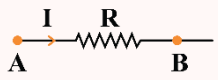
$$V = RI = ۴\times۱ = ۴V$$

پتانسیل‌نویسی

در مدارهای الکتریکی با حرکت از یک نقطهٔ مدار و محاسبهٔ اختلاف پتانسیل اجزای مختلف، می‌توانیم به نقاط دیگر مدار برسیم و اختلاف پتانسیل نقاط مختلف مدار را به‌دست آوریم. برای این کار از تکنیک پتانسیل‌نویسی استفاده می‌کنیم که به شرح زیر است:

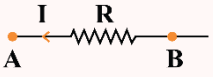
۱- هنگامی که به یک مقاومت الکتریکی (مقاومت درونی باتری یا سایر مقاومت‌های مدار) رسیدیم به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:

الف) اگر درحال حرکت در جهت جریان بودیم، پتانسیل الکتریکی به‌اندازهٔ RI **کاهش** می‌یابد و تغییرات ولتاژ برابر $(-RI)$ است.



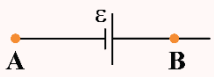
$$V_A - RI = V_B$$

ب) اگر درحال حرکت در خلاف جهت جریان بودیم، پتانسیل الکتریکی به‌اندازهٔ RI **افزایش** می‌یابد و تغییرات ولتاژ برابر $(+RI)$ است.



$$V_A + RI = V_B$$

۲- هنگامی که به باتری آرمانی رسیدیم، اگر از سر مثبت باتری خارج شدیم، پتانسیل به‌اندازهٔ ε زیاد می‌شود و تغییرات ولتاژ برابر $(+\varepsilon)$ است. همچنین اگر از سر منفی خارج شدیم، پتانسیل به‌اندازهٔ ε کم می‌شود و تغییرات ولتاژ برابر $(-\varepsilon)$ است.

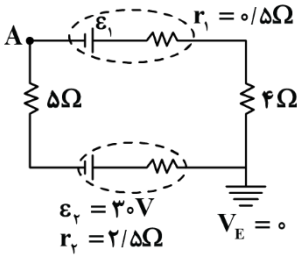


$$V_A + \varepsilon = V_B$$

۳- پتانسیل الکتریکی زمین که معمولاً با نماد ⏚ در مدار مشخص می‌شود، طبق قرارداد، برابر صفر است.

گروه آموزشی ماز

۳۰- در مدار زیر، توان ورودی باتری (۱)، ۲۸ درصد کل توان خروجی باتری (۲) است. پتانسیل نقطهٔ A چند ولت است؟



۱) ۱۵
۲) ۳۰
۳) -۱۵
۴) -۳۰

پاسخ: گزینهٔ ۳ (سخت ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۲)

نکته

۱- اصطلاح توان ورودی مربوط به باتری‌های مصرف‌کنندهٔ توان و اصطلاح توان خروجی یا مفید مربوط به باتری‌های تولیدکنندهٔ توان است؛ بنابراین، در اینجا، باتری (۱)، مصرف‌کنندهٔ توان و باتری (۲) تولیدکنندهٔ توان است.

۲- مجموع توان خروجی باتری‌های تولیدکننده برابر است با مجموع توان مصرفی مقاومت‌ها و توان ورودی باتری‌های مصرف‌کنندهٔ توان. در اینجا، توان ورودی باتری (۱)، ۲۸ درصد کل توان مصرفی مدار و به عبارتی، ۲۸ درصد از توان خروجی باتری (۲) است؛ بنابراین، توان مصرفی مقاومت‌ها شامل ۷۲ درصد از توان خروجی باتری (۲) است.

$$P_{(۴\Omega)} + P_{(۵\Omega)} = ۰/۷۲P_{(\varepsilon_2)} \Rightarrow ۴I^۲ + ۵I^۲ = ۰/۷۲(\varepsilon_2 I - r_2 I^۲)$$

$$\xrightarrow{\div I} ۴I + ۵I = ۰/۷۲(۳۰ - ۲/۵I) \Rightarrow ۹I = ۲۱/۶ - ۱/۸I$$

$$\Rightarrow ۱۰/۸I = ۲۱/۶ \Rightarrow I = ۲A$$

$$V_A - ۵I + \varepsilon_2 - ۲/۵I = \overset{۰}{\cancel{V_E}} \Rightarrow V_A - ۱۰ + ۳۰ - ۵ = ۰ \Rightarrow V_A = -۱۵V$$

نکته

۱- در مدارهای چندباتری، اگر جریان از **سر مثبت** یک باتری خارج شود، این باتری در نقش **مولد** محرکه است و وظیفهٔ رساندن انرژی به سایر اجزای مدار را بر عهده دارد. ولتاژ این باتری و توان **خروجی** از آن برابر است با:

$$V = \varepsilon - rI$$

$$P_{\text{خروجی}} = VI = (\varepsilon - rI)I = \varepsilon I - rI^۲$$

با ضرب کردن توان خروجی از باتری در زمان، می‌توانیم انرژی‌ای که باتری به مدار تحویل می‌دهد را هم محاسبه کنیم.

۲- در مدارهای چندباتری، اگر جریان از **سر منفی** یک باتری خارج شود، این باتری در نقش مصرف‌کننده است و مانند مقاومت‌های مدار، انرژی را مصرف می‌کند. اندازهٔ ولتاژ این باتری و توان **مصرفی** از آن برابر است با:

$$V = \varepsilon + rI$$

$$P_{\text{مصرفی}} = VI = (\varepsilon + rI)I = \varepsilon I + rI^۲$$

با ضرب کردن توان مصرفی باتری در زمان، می‌توانیم انرژی‌ای که باتری مصرف می‌کند را هم محاسبه کنیم.

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ‌ماز

جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم

جریان الکتریکی

الکترون‌ها چه در غیاب میدان و چه در حضور میدان به‌طور زیگزاگ و اتفاقی حرکت می‌کنند، اما در غیاب میدان، برایند 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.

جریان الکتریکی متوسط

بار شارش‌شده 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 رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

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

نمودار بار الکتریکی ـ زمان

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

نمودار جریان ـ زمان

در نمودار جریان ـ زمان، مساحت ناحیهٔ بین نمودار و محور زمان، نشان‌دهندهٔ بار خالص عبوری می‌باشد. مساحت‌های بالای محور زمان را مثبت و مساحت‌های زیر محور زمان را منفی می‌گیریم.

مقاومت الکتریکی و قانون اُهم

مقاومت الکتریکی قطعه را به‌صورت 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 (اُهم Ω)» است.

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

عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی

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

L : طول رسانا برحسب متر (m) و A : سطح مقطع رسانا برحسب متر مربع (m^2).

ρ : مقاومت ویژهٔ رسانا برحسب اُهم‌متر (Ωm) که فقط به جنس رسانا بستگی دارد (البته در دمای ثابت).

اگر چگالی دادند:

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

m: جرم رسانا (kg) و ρ': چگالی $(\frac{kg}{m^3})$

مقاومت ویژه با تغییرات دما، تغییر می‌کند که طبق رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

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

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم

نیروی محرکهٔ الکتریکی و مدارها

نیروی محرکهٔ الکتریکی

کاری که منبع نیروی محرکهٔ الکتریکی روی واحد بار الکتریکی مثبت انجام می‌دهد تا آن را از پایانهٔ با پتانسیل کم‌تر به پایانهٔ با پتانسیل بیش‌تر جابه‌جا کند، اصطلاحاً نیروی محرکهٔ الکتریکی (emf) نامیده و با رابطهٔ زیر تعریف می‌شود:

$$\varepsilon = \frac{\Delta U}{\Delta q}$$

محاسبهٔ اختلاف پتانسیل دو نقطه از مدار

اگر جریان الکتریکی I در مدار برقرار باشد، از نقطهٔ اول شروع می‌کنیم و با رعایت پروتکل‌های زیر به مقصد می‌رسیم:

۱- اگر در جهت جریان I از مقاومت عبور کنیم، افت پتانسیل خواهیم داشت. (چون جریان الکتریکی از پتانسیل بیش‌تر به کم‌تر است).

۲- اگر در خلاف جهت جریان I از مقاومت عبور کنیم، افزایش پتانسیل خواهیم داشت.

۳- هنگامی‌که به یک باتری می‌رسیم بدون توجه به جهت جریان، فقط به پایانه‌ها توجه می‌کنیم. اگر از پایانهٔ مثبت مولد خارج شویم، $+\varepsilon$ و اگر از پایانهٔ منفی مولد خارج شویم، $-\varepsilon$.

مدار تک‌حلقه

در مدار تک‌حلقه، جریان حلقه برابر است با نیروی محرکهٔ باتری تقسیم بر مجموع تمام مقاومت‌های الکتریکی حلقه (مقاومت معادل حلقه به‌اضافهٔ مقاومت درونی مولد):

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \quad \text{و} \quad R_e = \text{مقاومت معادل حلقه}$$

توان در مدارهای الکتریکی

انرژی گرمایی مصرفی

اگر اندازهٔ انرژی گرمایی مصرفی را با U نشان دهیم، آن‌گاه:

$$U = qV \text{ و } U = VIt \xrightarrow{V=RI} U = RI^2t \xrightarrow{I=V/R} U = \frac{V^2}{R}t$$

روابط توان مصرفی

روابط توان مصرفی در مقاومت R:

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

ولت‌سنج ایده‌آل

وسیله‌ای برای اندازه‌گیری ولتاژ یا همان اختلاف پتانسیل دو سر عنصر است و به‌صورت موازی با عنصر بسته می‌شود. مقاومت داخل ولت‌سنج ایده‌آل، خیلی‌خیلی بزرگ است و جریانی از ولت‌سنج ایده‌آل عبور نمی‌کند.

آمپرسنج ایده‌آل

وسیله‌ای برای اندازه‌گیری جریان عبوری از عنصر است و به‌صورت متوالی با عنصر بسته می‌شود. مقاومت داخل آمپرسنج ایده‌آل خیلی‌خیلی ناچیز و تقریباً صفر است (چرا؟)؛ بنابراین مثل یک سیم بدون مقاومت است.

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ‌ماز

جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم

ترکیب مقاومت‌ها

سری یا متوالی

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

$$I_۱ = I_۲ = \cdots = I_n = I_T$$

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

$$V_T = V_۱ + V_۲ + \cdots + V_n$$

$$\xrightarrow{V=RI} R_{eq} I_T = R_۱ I_۱ + R_۲ I_۲ + \cdots + R_n I_n$$

$$\xrightarrow{\text{Iها برابرند.}} R_{eq} = R_۱ + R_۲ + \cdots + R_n$$

موازی

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

$$V_۱ = V_۲ = \cdots = V_n = V_T$$

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

$$I_T = I_۱ + I_۲ + \cdots + I_n \xrightarrow{I=\frac{V}{R}} \frac{V_T}{R_{eq}} = \frac{V_۱}{R_n} + \frac{V_۲}{R_۲} + \cdots + \frac{V_n}{R_n} \xrightarrow{\text{Vها برابرند.}}$$

$$\frac{۱}{R_{eq}} = \frac{۱}{R_۱} + \frac{۱}{R_۲} + \cdots + \frac{۱}{R_n} \xrightarrow{\text{برای دو مقاومت موازی}} R_{eq} = \frac{R_۱ R_۲}{R_۱ + R_۲}$$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir