https://t.me/malakian_Channel

## درست و نادرست

**- درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را تعیین کنید.**

۱. مساحت زیر نمودار جریان- زمان در هر فاصله‌ی زمانی، برابر مقدار بار شارش شده در همان فاصله‌ی زمانی است.

۲. سرعت سوق در یک رسانای فلزی از مرتبه‌ی بزرگی $10^{-4}\,m/s$ یا $10^{-5}\,m/s$ است.

۳. وقتی میدان الکتریکی را به فلز اعمال می‌کنیم، الکترون‌ها به‌طور آهسته‌ای در جهت میدان الکتریکی سوق پیدا می‌کنند. (تجربی خرداد، ۹۵)

الکترون‌ها در خلاف جهت میدان سوق پیدا می‌کنند.

٤. مجموعه‌ای از بارهای الکتریکی متحرک لزوماً جریان الکتریکی ایجاد می‌کند.

برای این‌که جریان الکتریکی داشته باشیم باید یک انتقال بار خالص از یک سطح مقطع معین صورت پذیرد.

۵. برخورد الکترون‌ها با اتم‌های رسانا که در حال نوسان‌اند، باعث گرم شدن رسانا می‌شود.

٦. مقاومت الکتریکی بین دو نقطه از رسانا را به‌صورت $R=\frac{I}{V}$ تعریف می‌کنند.

مقاومت الکتریکی بین دو نقطه از رسانا را به‌صورت $R=\frac{V}{I}$ تعریف می‌کنند.

۷. جریان عبوری از یک وسیله، همواره با اختلاف پتانسیل اعمال‌شده به آن رابطه‌ی مستقیمی دارد.

اگر رسانا اهمی باشد این موضوع درست است. برای رساناهای غیر اهمی مانند دیود نوری این‌گونه نیست.

۸. برای استفاده از رئوستا، ابتدا آن را با کمترین مقدار در مدار قرار می‌دهند. (ریاضی شهریور، ۹۳)

برای استفاده از رئوستا، ابتدا آن را با بیشترین مقدار در مدار قرار می‌دهند تا کم‌ترین جریان از مدار عبور کند تا آسیبی به دیگر اجزای مدار نرسد.

۹. از رئوستا به‌منظور تنظیم شدت جریان در مدار استفاده می‌شود. (تجربی خرداد، ۹۵، ریاضی خرداد، ۹۶)

۱۰. رابطه $P=I\Delta V$ فقط برای منبع نیروی محرکه برقرار است.

از این رابطه برای همه اجزای مدار می‌توان استفاده کرد.

۱۱. معمولاً برای محاسبه‌ی انرژی الکتریکی مصرفی، از یکای کیلووات (kW) استفاده می‌کنند.

معمولاً برای محاسبه‌ی انرژی الکتریکی مصرفی، از یکای کیلووات (kWh) استفاده می‌کنند.

۱۲. رابطه‌های $P=RI^2$ و $P=\frac{(\Delta V)^2}{R}$ معادل یکدیگر هستند.

## جای خالی

**- در جمله‌های زیر، جاهای خالی را با کلمه یا عبارت مناسب کامل کنید.**

۱. جریان الکتریکی ناشی از ...شارش خالص... بارهای متحرک است.

۲. الکترون‌های آزاد در طول یک سیم منزوی، با سرعت‌هایی از مرتبه‌ی $10^{6}\ m/s$ به‌طور ...کاتوره‌ای... در همه‌ی جهت‌ها حرکت می‌کنند. (تجربی دی، ۹۵)

۳. حداکثر باری که باتری خودرو می‌تواند از خود عبور دهد، معمولاً با یکای ...آمپر-ساعت... مشخص می‌شود. (تجربی خرداد، ۸۶)

٤. با اعمال ...اختلاف پتانسیل... در دو سر یک رسانا در درون آن، یک ...میدان الکتریکی... برقرار می‌شود. (تجربی شهریور، ۹۲)

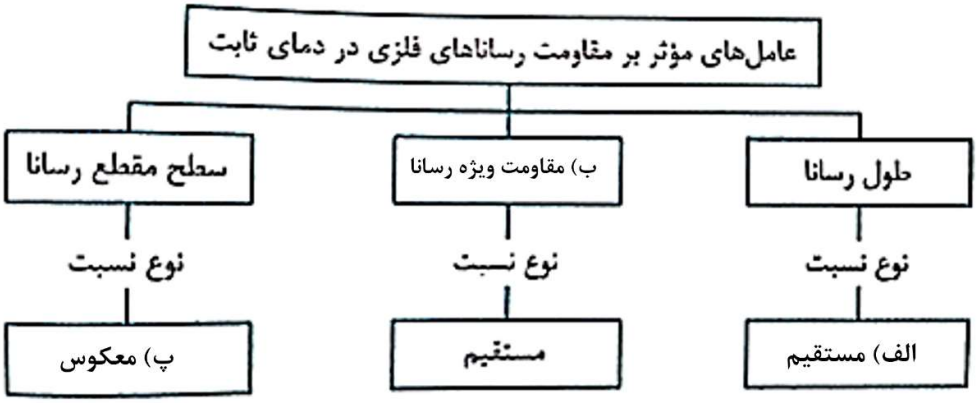
٥. عامل شارش بار الکتریکی بین دو نقطه، وجود... اختلاف پتانسیل... بین آن دو نقطه است. (ریاضی خرداد، ۹۵)

٦. اهم یکای ....مقاومت الکتریکی...و معادل با ...ولت بر آمپر... است.

۷. با اعمال اختلاف پتانسیل یکسان سیم با مقاومت بیشتر، جریان ...کم‌تری... از خود عبور می‌دهد.

۸. شیب نمودار جریان برحسب اختلاف پتانسیل برای یک رسانای اهمی، بیانگر ...معکوس مقاومت الکتریکی... است.

۹. در نقشه‌ی مفهومی روبه‌رو، به‌جای حروف الف، ب و پ عبارت مناسب بنویسید. (تجربی شهریور، ۹۳)




۱۰. یکای مقاومت ویژه رسانا در SI ...اهم متر... است.

۱۱. مقاومت ویژه‌ی یک ماده به ...ساختار اتمی...و ...دمای... آن بستگی دارد.

۱۲. وسیله‌ای که با انجام کار روی بار شارش شده از یک مقاومت، اختلاف پتانسیل را ثابت نگه‌می‌دارد ...منبع نیروی محرکه‌ی الکتریکی... نامیده می‌شود.

۱۳. یکای کمیت نیروی محرکه‌ی الکتریکی ...ولت... است.

۱٤. در باتری، انرژی لازم برای انجام کار روی بار از طریق ...واکنش‌های شیمیایی درون باتری... مهیا می‌شود.

۱٥. میدان الکتریکی از سوی پایانه‌ی ...مثبت... به‌سمت پایانه‌ی ...منفی... است.

۱٦. اگر نیروی محرکه‌ی باتری ۱/۵ ولت باشد، باتری روی هر کولن باری که از آن می‌گذرد ... ۱/۵ ... ژول کار انجام می‌دهد.

## تعریف کنید.

**- جریان الکتریکی متوسط:**

فرض کنید بار خالص $\Delta q$ در بازه‌ی زمانی $\Delta t$ از مقطعی از رسانا می‌گذرد. نسبت $\frac{\Delta q}{\Delta t}$ را جریان الکتریکی متوسط می‌گویند.

**- سرعت سوق:**

وقتی میدان الکتریکی درون فلز ایجاد می‌شود، الکترون‌ها حرکت کاتوره‌ای خود را کمی تغییر می‌دهند و با سرعتی متوسط موسوم به سرعت سوق در خلاف جهت میدان به‌طور بسیار آهسته‌ای سوق پیدا می‌کنند.

**- قانون اهم:**

اگر مقاومت الکتریکی در ولتاژهای مختلف(در دمای ثابت) مقدار ثابتی باشد اصطلاحا می‌گوییم این مقاومت از قانون اهم پیروی می‌کند.

**- مقاومت:**

رسانایی که دارای مقاومت الکتریکی است مقاومت می‌گویند.

**- نیم‌رسانا:**

دسته‌ای از مواد مانند ژرمانیم و سیلیسیم وجود دارند که مقاومت ویژه آن‌ها بین مقاومت ویژه‌ی رساناها و نارساناهاست. به‌این دسته از مواد، نیمرسانا می‌گویند.

**- ابررسانا:**

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.

**- نیروی محرکه‌ی الکتریکی (emf):**

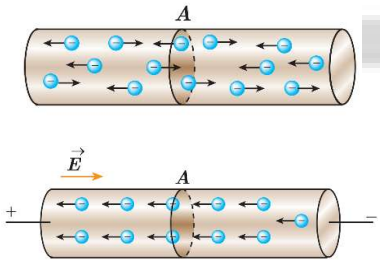
کاری که منبع نیروی محرکه‌ی الکتریکی روی واحد بار الکتریکی مثبت انجام می‌دهد تا آن را از پایانه‌ی با پتانسیل کم‌تر به پایانه‌ی با پتانسیل بیشتر ببرد.

## گزینه مناسب را انتخاب کنید.

۱. جهت قراردادی جریان الکتریکی در ...خلاف جهت... (جهت/ خلاف جهت) سوق الکترون‌ها است.
۲. رسانای الکتریکی مقاومت ویژه‌ی...کم... (زیاد/ کم) و عایق‌های خوب مقاومت ویژه ...زیاد...(زیاد/ کم) دارند.
۳. مقاومت الکتریکی یک رسانا، با طول آن نسبت...مستقیم... (وارون/ مستقیم) دارد. (تجربی دی، ۹۵)
٤. با ثابت نگه‌داشتن دما و طول یک سیم رسانای اهمی، اگر شعاع مقطع آن $\sqrt{۲}$ برابر شود، مقاومتش...نصف... (دو برابر/ نصف) می‌شود. (ریاضی خرداد، ۹۵)
٥. وقتی دمای یک رسانای فلزی...افزایش... (کاهش/ افزایش) می‌یابد، ارتعاشات کاتوره‌ای اتم‌ها و یون‌های آن افزایش می‌یابد و موجب...افزایش... (کاهش/ افزایش) برخورد الکترون‌های آزاد با شبکه‌ی اتمی رسانای فلزی می‌شود و به‌این‌ترتیب، مقاومت رسانا در برابر عبور جریان...افزایش... (کاهش/ افزایش) می‌یابد.
٦. آمپرسنج غیر ایده‌آل، همواره عددی...کمتر... (کمتر/ بیشتر) از جریان واقعی مدار را نشان می‌دهد.
۷. مناسب‌ترین ولت‌سنج برای اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل یک مدار، ولت‌سنجی است که مقاومت آن...زیاد... (کم/ زیاد) باشد.
۸. هر گاه از مولد جریان عبور نکند، اختلاف پتانسیل دو سر آن، ...برابر...(کمتر از/ برابر با) نیروی محرکه‌ی مولد است. (ریاضی شهریور، ۹۳)
۹. در بستن متوالی مقاومت‌ها، همه مقاومت‌ها...جریان... (جریان/ ولتاژ) یکسانی دارند.
۱۰. در بستن موازی مقاومت‌ها، همه‌ی مقاومت‌ها...ولتاژ... (جریان/ ولتاژ) یکسانی دارند.
۱۱. در مقاومت‌های متوالی مقاومت معادل...بزرگتر... (کوچک‌تر/ بزرگ‌تر) از تک‌تک مقاومت‌ها است.
۱۲. در مقاومت‌های موازی مقاومت معادل...کوچکتر... (کوچک‌تر/ بزرگ‌تر) از تک‌تک مقاومت‌ها است.

## توضیحی تشریحی

**۱- از مقایسه شکل‌های (۱) و (۲) چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟**



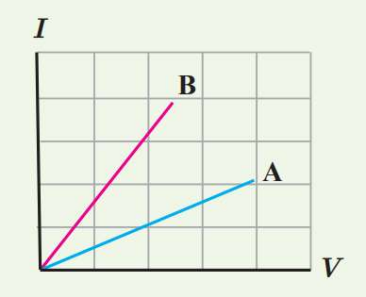

در شکل اول، از مقطع مشخص شده شارش بار الکتریکی نداریم. در صورتی که در شکل دیگر با وصل کردن کلید، در دوسر رسانا اختلاف پتانسیل اعمال می‌شود و بارهای الکتریکی در خلاف جهت میدان حرکت می‌کنند و جریان الکتریکی برقرار می‌شود.

**۲- سرعت سوق الکترون‌های آزاد در یک رسانا می‌تواند به کندی سرعت حرکت یک حلزون باشد. اگر سرعت سوق الکترون‌ها این‌قدر کم است، پس چرا وقتی کلید برق را می‌زنیم چراغ‌های خانه به سرعت روشن می‌شوند؟** (راهنمایی: شیلنگ شفافی را در نظر بگیرید. وقتی شیر را باز می‌کنید، هنگامی‌که شیلنگ پر از آب است، آب بلافاصله از سر دیگر شیلنگ جاری می‌شود؛ ولی اگر لکه‌ای رنگی را درون آب چکانده باشیم، می‌بینیم این لکه‌ی رنگی به آهستگی در آب حرکت می‌کنیم.)

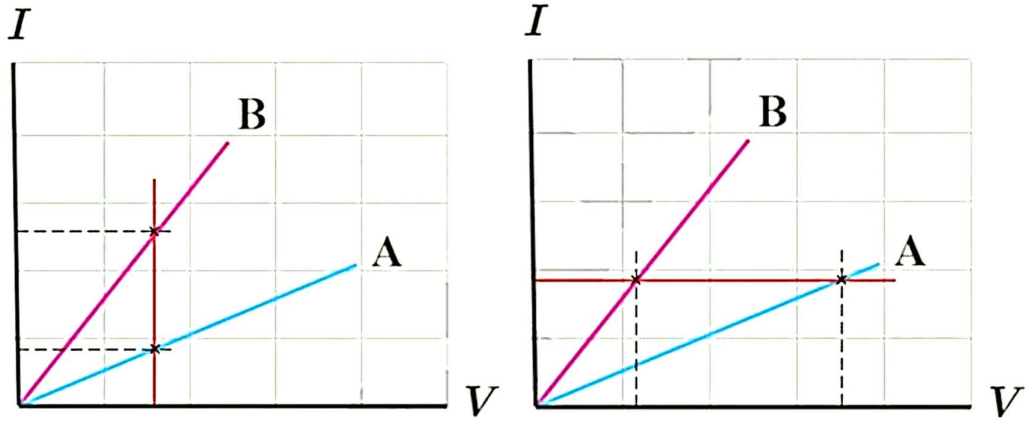
سیم رسانا مجموعه‌ای از الکترون‌های آزاد است. وقتی کلیدبرق را می‌زنیم در دوسر سیم اختلاف پتانسیل ایجاد شده و باعث حرکت الکترون‌ها در طول سیم می‌شود. تمام الکترون‌های آزاد درون سیم شروع به حرکت می‌کنند. از جمله نزدیک‌ترین آنها به چراغ. این الکترون که فاصله‌ی خیلی کمی با چراغ دارند در کسری از ثانیه به چراغ رسیده و آن را روشن می‌کنند.

با توجه به راهنمایی سوال می توان گفت با حرکت دورترین الکترون‌ها، الکترون‌هایی که در ابتدای سیم قرار دارند به صورت پی‌درپی باعث حرکت نزدیک‌ترین آنها و رسیدنشان به چراغ و روشن شدن آن می‌شوند.

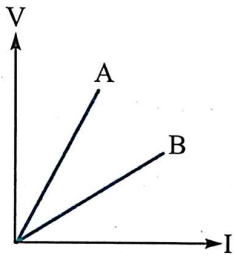
**۳- شکل زیر نمودار I-V را برای دو رسانای A و B نشان می‌دهد. مقاومت کدام‌یک بیشتر است؟ چرا؟**




خطی عمودی مانند شکل رسم می کنیم. روی این خط اختلاف پتانسیل دو نمودار AوB ثابت است. با توجه به رابطه ی $R = \frac{V}{I}$ نموداری که جریان آن کم تر است مقاومت بزرگتری دارد. بنابراین در این جا مقاومت نمودار A بزرگتر از B است.



**۴- نمودار V-I (در یک دمای معین) برای دو رسانای مسی A و B که دارای طول‌های یکسان هستند، داده شده است. ذکر دلیل معین کنید کدام‌یک از رسانا سطح مقطع بزرگ‌تری دارند؟**




طبق رابطه‌ی $R = \frac{V}{I}$ مشخص است که مقاومت رسانای A بیشتر از مقاومت رسانای B است. برای این کار کافی است در یک جریان برابر مقادیر ولتاژها را از روی نمودار مشخص کنید.(هم چنین می‌دانیم شیب نمودار ولتاژ بر حسب جریان برابر مقاومت است و شیب نمودار برای رسانای A بیشتر از رسانای B است). هم چنین می‌دانیم مقاومت رسانا با عکس مساحت سطح مقطع آن رابطه دارد.( $R = \frac{\rho L}{A}$). بنابراین مساحت سطح مقطع رسانای Aکمتر از مساحت سطح مقطع رسانای B است.

**۵- عومل موثر بر مقاومت الکتریکی را نام ببرید.**

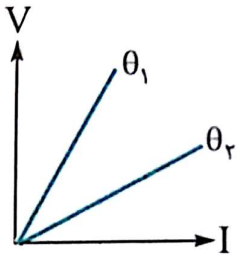
ابعاد هندسی رسانا یعنی طول و سطح مقطع رسانا، جنس رسانا و دمای آن مقاومت

**۶- افزایش دما چه تأثیری روی مقاومت ویژه‌ی نیم‌رساناها دارد؟**

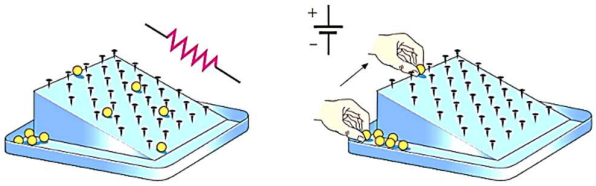
با افزایش دما، تعداد حامل‌های بار در نیم‌رساناها افزایش می‌یابد و این موضوع باعث کاهش مقاومت الکتریکی می‌شود.

**۷- شکل روبه‌رو نمودار V-I را برای یک رسانا در دو دمای $\theta_1$ و $\theta_2$ نشان می‌دهد. با ذکر دلیل معلوم کنید کدام‌یک از دماها بیشتر است؟**

چون شیب نمودار در حالت ۱ بیشتر است، مقاومت رسانا در دمای $\theta_1$ بیشتر است. از طرفی می‌دانیم هرچه دما بالاتر باشد مقاومت رساناها بیشتر می‌شود بنابراین $\theta_1$ باید از $\theta_2$ بیشتر باشد.



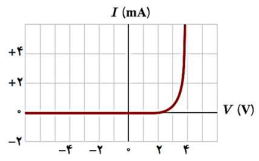
**۸- شکل زیر یک مشابهت‌سازی مکانیکی برای درک مقاومت و نیروی محرکه‌ی الکتریکی را نشان می‌دهد که در آن بر سطح شیب‌داری میخ‌هایی تعبیه شده و تیله‌ها از ارتفاع بالای سطح شیب‌دار رها می‌شوند و سپس دوباره به بالای سطح شیب‌دار بازگردانده می‌شوند. این مشابهت‌سازی مکانیکی را توجیه کنید.**

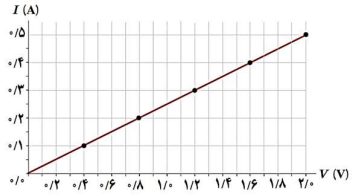


تیله‌ها در بالای سطح دارای انرژی پتانسیل گرانشی هستند ( $\Delta U = mgh$ ) و پس از اینکه رها می‌شوند، با پایین آمدن روی سطح شیب‌دار و کمتر شدن ارتفاع‌شان، این انرژی کاهش یافته و به دلیل پایستگی انرژی مکانیکی به انرژی جنبشی تبدیل شده و بنابراین سرعت تیله‌ها افزایش می‌یابد. از آنجایی که هر تیله در مسیرش پس از برخورد به یک میخ بخشی از انرژی جنبشی‌اش را از دست می‌دهد از سرعت آن کم می‌شود و در برخورد با میخ‌های بعدی نیز به همین ترتیب سرعتش کاهش یافته و در نهایت یک سرعت سوق کوچک خواهد داشت. پس از رسیدن به پایین سطح دوباره آن‌ها را به بالای سطح می‌بریم و تیله‌ها دارای انرژی پتاسیل گرانشی می‌شوند.

به طور مشابه در عبور جریان از یک قطعه سیم الکترون‌ها در برخورد با اتم‌ها و مولکول‌های ماده بخشی از انرژی جنبشی‌شان را از دست می‌دهند و سرعت‌شان کاهش می‌یابد و در نهایت با یک سرعت سوق بسیار کوچک در مقایسه با سرعت اولیه‌شان، از سیم عبور می‌کنند. هر بار که انرژی الکترون‌ها صفر می‌شود باتری با ایجاد اختلاف پتانسیل الکتریکی به الکترون‌ها انرژی پتانسیل الکتریکی می‌دهد. ( $\Delta U = \frac{\Delta V}{q}$ )

**۹- توضیح دهید کدام نمودار مربوط به مقاومت اهمی و کدام غیراهمی است؟**




می‌دانیم در مقاومت‌های اهمی با افزایش ولتاژ، مقاومت تغییری نمی‌کند. همان‌طور که مشخص است طبق رابطه‌ی $R = \frac{V}{I}$ در نمودار سمت راست به ازای هر ولتاژ و جریان مختص به آن، مقاومت ثابت است و این مقاومت از قانون اهم پیروی می‌کند.

**۱۰- دو لامپ رشته‌ای در اختیار داریم که جنس و طول رشته‌ی آن‌ها یکسان است، ولی رشته‌ی لامپ B ضخیم‌تر از رشته‌ی لامپ A است. وقتی لامپ‌ها به ولتاژ یکسانی وصل شوند، کدام لامپ پرنورتر خواهد بود و چرا؟**

لامپ پرنورتر توان مصرفی بالاتری دارد و رابطه‌ی توان مصرفی برابر است با $P_{\text{مصرفی}} = |IV|$ . طبق فرض سوال لامپ‌ها به ولتاژ یکسانی وصل می‌شوند و بنابراین طبق این رابطه هر کدام که جریان بیشتری از آن عبور کند توان مصرفی بالاتری دارد.

همچنین می‌دانیم رابطه‌ی $R = \frac{V}{I} \rightarrow I = \frac{V}{R}$ بین جریان و مقاومت برقرار است. بنابراین وقتی V ثابت است، جریان بیشتر یعنی مقاومت کمتر. از طرف دیگر برای مقاومت داریم: $R = \rho\frac{L}{A}$ .

چون جنس و طول لامپ‌ها یکسان است، مقاومت آن‌ها تنها به مساحت سطح مقطع آن‌ها بستگی دارد. مساحت سطح بیشتر معادل است با مقاومت کمتر. طبق فرض سوال لامپ B ضخیم‌تر است، یعنی قطر سطح مقطع آن بیشتر و مساحت سطح آن هم بیشتر است. بنابراین لامپ B مقاومت کمتر در نتیجه جریان بیشتر و در نتیجه توان مصرفی بالاتری دارد و پرنورتر است.

به طور خلاصه:

$$D_B > D_A \xrightarrow{A=\pi\frac{D^۲}{۴}} A_B > A_A \xrightarrow{R=\rho\frac{L}{A}}$$

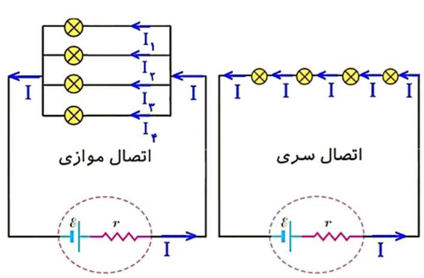
$$\xrightarrow{I=\frac{V}{R}} I_B > I_A \xrightarrow{P \quad =|IV|} P_B > P_A \rightarrow$$

لامپ B پرنورتر از لامپ A

D قطر سطح مقطع و A مساحت سطح مقطع سیم می‌باشند.

**۱۱- لامپ‌های یک درخت زینتی، به‌طور متوالی متصل شده‌اند. اگر یکی از لامپ‌ها بسوزد، چه اتفاقی می‌افتد؟ به‌نظر شما چرا همه‌ی چراغ‌های خودرو (چراغ‌های جلو، عقب و...) به طور موازی بسته می شوند؟**

همه‌ی لامپ‌ها خاموش می‌شوند زیرا در اتصال متوالی (سری) قطع مدار در هر قسمت موجب قطع جریان در کل مدار و خاموش شدن همه لامپ‌ها می‌شود.

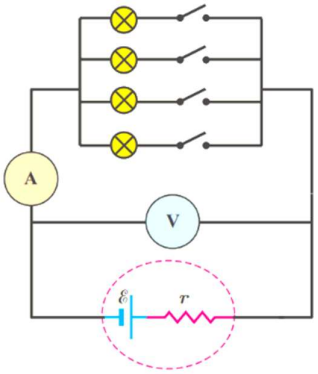



چراغ‌های خودرو به طور موازی بسته می‌شوند زیرا در این نوع اتصال با سوختن یکی از لامپ‌ها و قطع شدن جریان در بخشی از مدار، جریان در کل مدار قطع نمی‌شود. برای مثال در شکل زیر اگر جریان $I_۱$ قطع شود، جریان‌های $I_۲$ و $I_۳$ و $I_۴$ برقرار هستند و سه لامپ دیگر روشن می‌مانند.

**۱۲- مقاومت یک آمپرسنج برای اندازه‌گیری جریان در یک مدار باید چگونه باشد تا جریان اندازه‌گیری‌شده توسط آمپرسنج با جریان قبل از قرار دادن آمپرسنج، نزدیک به هم باشد؟**

آمپرسنج جریان عبوری از خود را اندازه می‌گیرد، بنابراین آن را با بخشی از مدار که می‌خواهیم جریان را در آن اندازه‌گیری کنیم به صورت متوالی می‌بندیم. مقاومت آمپرسنج باید خیلی کم و ناچیز باشد تا مقاومت مدار تغییر قابل توجهی نکند و بر جریان عبوری تأثیر نگذارد.

**۱۳- در شکل مقابل، تعدادی لامپ مشابه به‌طور موازی به هم متصل شده‌اند و هر لامپ با کلیدی همراه است. بررسی کنید که با بستن کلیدها یکی پس از دیگری، عددهای که آمپرسنج و ولت‌سنج نشان می‌دهند، چه تغییری می‌کند؟**




در این مدار داریم:

$$\varepsilon - Ir - IR_{eq} = 0$$

$$\rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}} + r \qquad (*)$$

هرچه کلیدهای بیشتری بسته شوند، مقاومت مدار کوچک‌تر می‌شود:

بستن یک کلید: $R_{eq} = R$ ، بستن دو کلید: $R_{eq} = \frac{R}{2}$

بستن سه کلید: $R_{eq} = \frac{R}{3}$ ، بستن چهار کلید: $R_{eq} = \frac{R}{3}$

و در نتیجه با کاهش مقاومت مقدار $\frac{\varepsilon}{R_{eq}}$ افزایش یافته و جریان عبوری طبق رابطه‌ی (*) زیاد می‌شود. از طرفی دیگر برای اختلاف پتانسیل داریم: $V = \varepsilon - Ir$ و می‌بینیم که با افزایش جریان اختلاف پتانسیل کم می‌شود.

**۱۴- منابع نیروی محرکه‌ی الکتریکی آرمانی و واقعی چه تفاوتی دارند؟**

منبع آرمانی مقاومت داخلی ندارد و اختلاف پتانسیل دو سر آن برابر نیروی محرکه است. اما منبع واقعی دارای مقاومت داخلی است و به همین خاطر با عبور جریان، اختلاف پتانسیل دو سر آن از نیروی محرکه‌ی الکتریکی کم‌تر می‌شود.

**۱۵- چهار مورد منبع نیروی محرکه‌ی الکتریکی نام ببرید.**

باتری– پیل‌های سوختی– سلول‌های خورشیدی– مولدهای الکتریکی

**۱۶- یک ولت‌سنج ایده‌آل در مدار چه ویژگی باید داشته باشد؟**

مقاومت یک ولت‌سنج باید خیلی بزرگ باشد تا قرار گرفتن آن در مدار، ولتاژ اجزای مدار را به‌طور محسوسی تغییر ندهد.

**۱۷- یک آمپرسنج ایده‌آل در مدار چه ویژگی باید داشته باشد؟ اگر آمپرسنج این ویژگی را نداشته باشد، چه اتفاقی در اندازه‌گیری جریان رخ می‌دهد؟**

مقاومت یک آمپرسنج ایده‌آل باید خیلی کم باشد. اگر این ویژگی را نداشته باشد، مقدار جریانی که نشان می‌دهد از مقدار واقعی کمتر است.

**۱۸- اگر پایانه‌های یک مولد را فقط به دو سر یک ولت‌سنج ببندیم، عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد، چه کمیتی است؟ توضیح دهید.** (ریاضی خرداد، ۹۱)

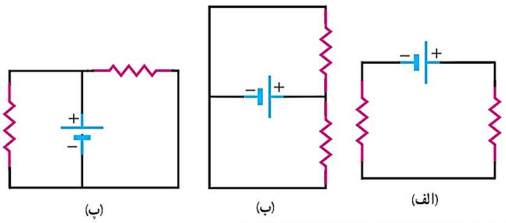
ولت سنج نیروی محرکه‌ی مولد را نشان می‌دهد. به دلیل مقاومت زیاد ولت‌سنج، عملا جریانی از مدار عبور نمی‌کند. بنابراین طبق رابطه‌ی $\Delta V = \varepsilon - Ir$ عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد، همان نیروی محرکه است.

**۱۹- برای هر کدام از مدارهای زیر، تعیین کنید آیا مقاومت‌ها متوالی‌اند یا موازی یا هیچ‌کدام؟**

الف) کاملاً واضح است که مقاومت‌ها متوالی‌اند.

ب) موازی

پ) موازی




در سوالات این چنینی هرگاه جریان در یک نقطه (نقطه‌ی A در دو مدار در شکل‌های بالا) به دو بخش تقسیم شود، دو مقاومت با هم موازی‌اند.

بستن مقاومت‌ها به صورت متوالی: به این معناست که مقاومت‌ها یکی پس از دیگری به هم متصل شوند و هیچ انشعابی بین آن‌ها نباشد. (در اتصال متوالی جریان در تمام مقاومت‌ها با هم برابر است ولی اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت بسته به بزرگی آن می‌تواند با دیگری متفاوت باشد.)

بستن مقاومت‌ها به صورت موازی: دو سر مقاومت‌ها مستقیماً به یکدیگر متصل باشند و اختلاف پتانسیل یکسانی به این دو سر اعمال شود. (در اتصال موازی اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌ها با هم برابر است ولی جریان بسته به بزرگی آن مقاومت می‌تواند متفاوت باشد.)

**۲۰- چرا همه‌ی چراغ‌های یک موتورسیکلت به‌طور موازی بسته می‌شوند؟**

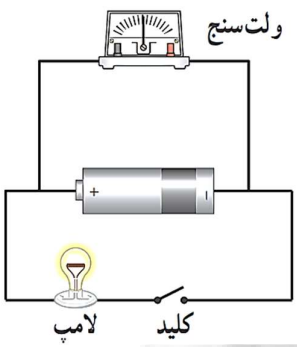
وقتی یکی از لامپ‌ها می‌سوزد، اتصال آن قسم از مدار قطع می‌شود. اگر لامپ‌ها به صورت متوالی بسته شوند، با قطع شدن یکی از آن‌ها، دیگر از مدار جریان عبور نمی‌کند و همه‌ی لامپ‌ها خاموش می‌شوند.

# آزمایش

**۱- آزمایشی برای تشخیص رساناهای اهمی از رساناهای با مقاومت متغیر طراحی کنید.**

به این ترتیب عمل می‌کنیم که جسم رسانا را به یک آمپرسنج، ولت‌سنج و منبع تغذیه می‌بندیم. اختلاف پتانسیل دو سر رسانا را به کمک منبع تغذیه تغییر می‌دهیم و در هر نوبت جریان عبوری از جسم رسانا و اختلاف پتانسیل دو سر آن را با آمپرسنج و ولت سنج مدار اندازه می‌گیریم و سپس با استفاده از رابطه‌ی $R = \frac{V}{I}$ مقاومت الکتریکی را محاسبه و نتایج را در جدولی یادداشت می‌کنیم. اگر مقاومت الکتریکی همواره مقدار ثابتی را نشان دهد، به آن رسانا، رسانای اهمی گفته می‌شود و در غیر این صورت رسانا غیراهمی خواهد بود.

**۲- آزمایشی برای تشخیص مقاومت داخلی باتری طراحی کنید.**




به کمک یک باتری، سیمهای رابط، لامپ کوچک، ولت‌سنج و کلید، مداری همانند شکل روبه‌رو درست کنید. قبل از بستن کلید عددی را که ولت‌سنج نشان می‌دهد بخوانید .سپس کلید را ببندید و دوباره عددی را که ولت‌سنج نشان می‌دهد بخوانید.

تفاوت این دو عدد نشان می‌دهد که با وصل شدن کلید و برقراری جریان، ولتاژ عدد کمتری را نشان می‌دهد. دلیل این موضوع به علت مقاومت داخلی باتری است که با عبور جریان طبق رابطه $\Delta V = \varepsilon - Ir$ ولتاژ کاهش می‌یابد.