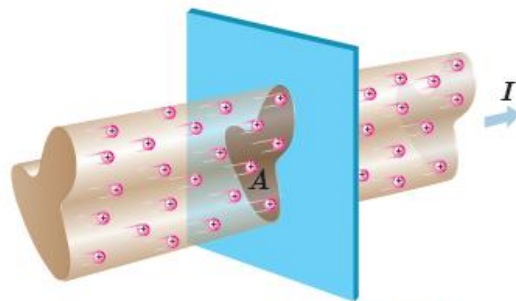


۱-۲ جریان الکتریکی

اکنون می‌خواهیم تعریفی برای جریان الکتریکی در یک رسانا ارائه کنیم. فرض کنید بار خالص Δq در بازه زمانی Δt از مقطعی از رسانا می‌گذرد. نسبت $\Delta q / \Delta t$ را **جریان الکتریکی متوسط** می‌گویند. اگر این آهنگ ثابت باشد، جریان برابر است با

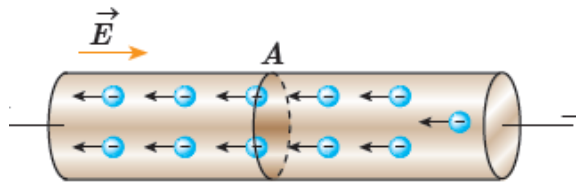
$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \quad (۱-۲)$$

در رابطه ۱-۲ بار الکتریکی (Δq) بر حسب کولن (C)، مدت زمان (Δt) بر حسب ثانیه (s) و جریان (I) بر حسب آمپر (A) است. برخی از مقادیر تقریبی جریان‌های متداول عبارت‌اند از ۱A برای لامپ جابجی ۲۰۰W، ۲۰۰A برای استارت خودرو، ۱mA برای تأمین انرژی نمایشگر گوشی همراه، ۱nA برای جریان نورون‌های مغزی، ۱۰kA در یک یورش آذرخش نوعی، و ۱GA در بادهای خورشیدی^۲. در این فصل با جریان مستقیم^۳ سروکار داریم که در آن جهت جریان با زمان تغییر نمی‌کند و مقدار جریان ثابت می‌ماند.

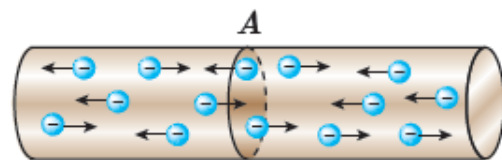


شکل ۳-۲ باریکه‌ای از بارهای مثبت از سطح مقطع A می‌گذرند و جریان I را ایجاد می‌کنند.

سوال: حرکت حامل‌های بار را در حضور میدان و در غیاب میدان الکتریکی در یک سیم رسانا را بررسی کنید.

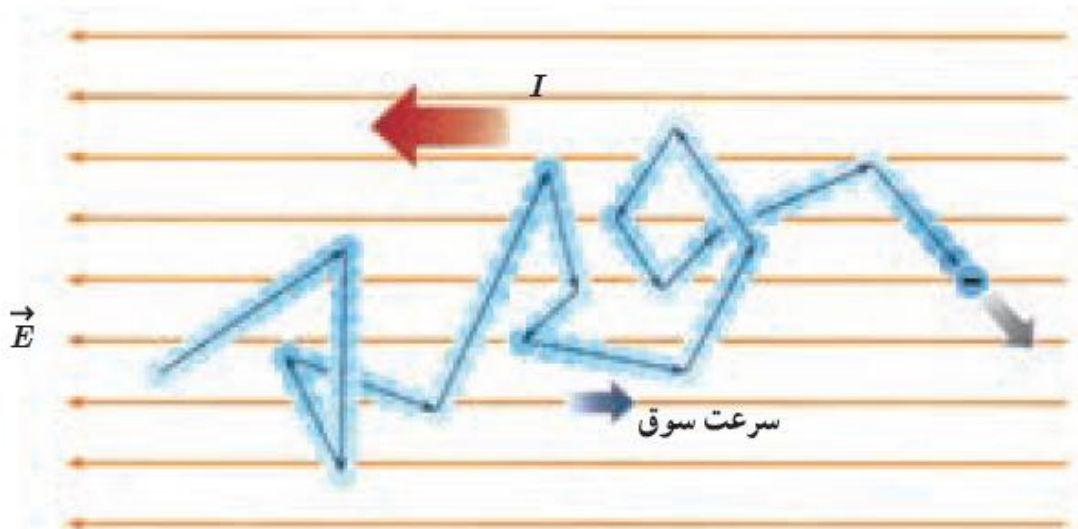


شکل ۴-۲ در حضور اختلاف پتانسیل، شارش بار خالص از مقطع A سیم، دیگر برابر صفر نیست.



شکل ۴-۲ در نبود اختلاف پتانسیل، شارش بار خالصی از مقطع معین A سیم، نداریم.

سوال : سرعت سوق در یک رسانا را تعریف کنید.



شکل ۲-۷ مسیر زیگزاگ یک الکترون آزاد در یک رسانای فلزی. در حضور میدان الکتریکی، این مسیر زیگزاگ در خلاف جهت میدان سوق یافته است^۱.

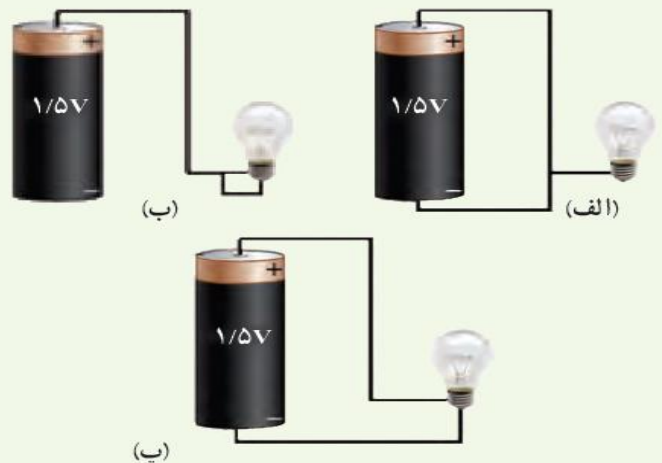
تمرین ۱-۲

در رابطه $\Delta q = I(\Delta t)$ اگر I بر حسب آمپر و Δt بر حسب ساعت باشد، یکای Δq ، آمپر-ساعت می شود. باتری خودروها با آمپر-ساعت (Ah) و باتری گوشی های همراه با میلی آمپر-ساعت (mAh) مشخص می شود. هرچه آمپر-ساعت یک باتری بیشتر باشد حداکثر باری که باتری می تواند از مدار عبور دهد تا به طور ایمن تخلیه شود، بیشتر است.

الف) باتری استاندارد خودرویی، ۵۰ Ah است. اگر این باتری جریان متوسط ۵۰ A را فراهم سازد، چقدر طول می کشد تا خالی شود؟

ب) روی یک باتری قلمی مقدار ۱۰۰۰ mAh نوشته شده است. اگر این باتری جریان متوسط ۱۰۰ μA را فراهم سازد، چه مدت طول می کشد تا خالی شود؟


۱ در کدام یک از شکل های زیر، لامپ روشن می شود؟



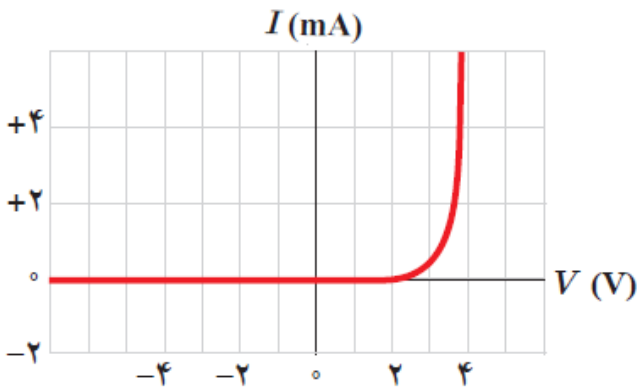
۲-۲ مقاومت الکتریکی و قانون اهم

تحت یک اختلاف پتانسیل یکسان، دو سیم با مقاومت الکتریکی متفاوت، جریان‌های مختلفی را از خود عبور می‌دهند؛ به طوری که سیم با مقاومت کمتر، جریان بیشتری از خود عبور می‌دهد و بالعکس. از اینجا می‌توان مقاومت الکتریکی بین دو نقطه از یک رسانا را به صورت زیر تعریف کرد:

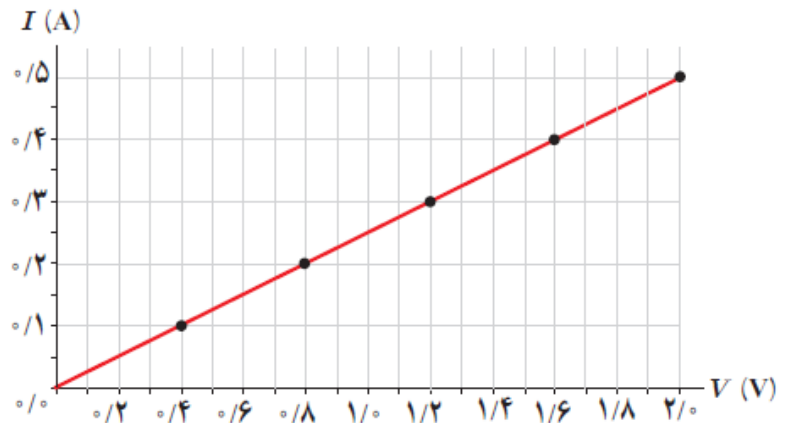
$$R = \frac{V}{I} \quad (2-2)$$

در این رابطه مقاومت الکتریکی (R) بر حسب ولت بر آمپر (V/A) می‌شود که به پاس خدمات علمی جرج سیمون اهم به نام اهم نام گذاری شده است و با نماد Ω نشان داده می‌شود. رسانایی را که دارای مقاومت الکتریکی است، اصطلاحاً **مقاومت**^۳ می‌نامند و آن را در مدارهای الکتریکی با نماد  نمایش می‌دهند.

سوال: تفاوت مقاومت اهمی و غیراهمی را بنویسید.

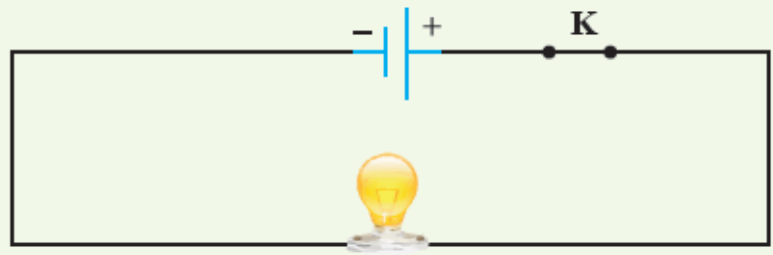


شکل ۶-۱۰ نمودار جریان بر حسب اختلاف پتانسیل برای یک دیود نورگسیل

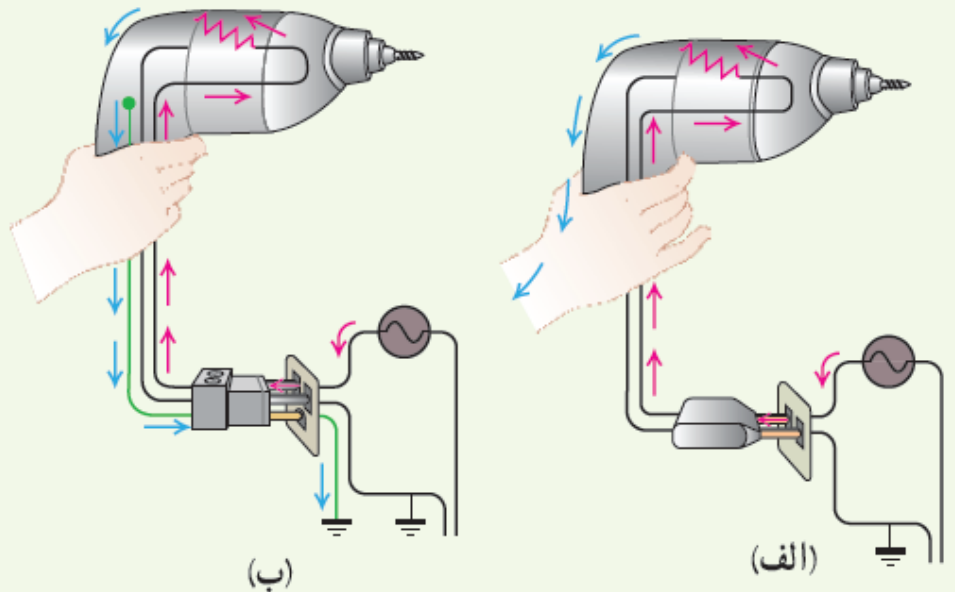


شکل ۶-۹ نمودار جریان بر حسب اختلاف پتانسیل نشان می‌دهد که برای این رسانای اهمی، جریان به طور مستقیم با ولتاژ افزایش می‌یابد.

۲ در مدار شکل زیر اختلاف پتانسیل دو سر لامپ $4/0V$ و مقاومت آن $5/0\Omega$ است. در مدت ۵ دقیقه چه تعداد الکترون از لامپ می‌گذرد؟



۳ بررسی کنید اگر متۀ برقی (دریل) معیوب شکل‌های زیر را با دوشاخه (شکل الف) یا سه‌شاخه (شکل ب) به پریز وصل کنیم، چه رخ می‌دهد؟

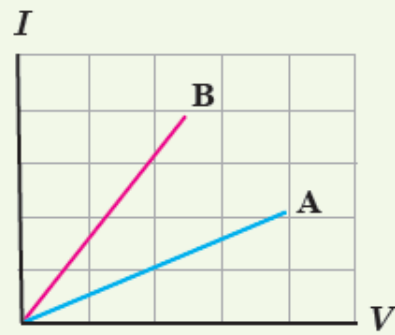


با استفاده از این اطلاعات الف) مقدار بار کل منتقل شده بین ابر و زمین، ب) جریان متوسط در یک یورش آذرخش و پ) توان الکتریکی آزاد شده در $20s$ را به دست آورید.

۴ آذرخش مثالی جالب از جریان الکتریکی در پدیده‌های طبیعی است. در یک آذرخش نوعی $1/0 \times 10^9 J$ انرژی تحت اختلاف پتانسیل $5/0 \times 10^8 V$ در بازه زمانی $20s$ آزاد می‌شود.

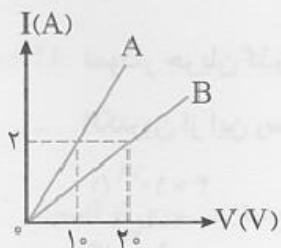
۶ شکل زیر نمودار $I-V$ را برای دو رسانای A و B نشان

می‌دهد. مقاومت کدام یک بیشتر است؟ چرا؟



نمودار شدت جریان عبوری از دو مقاومت A و B بر حسب اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌های A و B مطابق شکل است. مقاومت B چند برابر مقاومت A است؟

(سراسری ریاضی-۸۵)



(۲) ۵

(۱) ۲

(۴) $\frac{1}{5}$

(۳) $\frac{1}{2}$

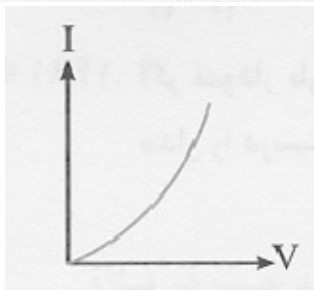
نمودار جریان عبوری از یک رسانا بر حسب اختلاف پتانسیل دو سر آن مطابق شکل است. این رسانا یک رسانای است و با افزایش ولتاژ، مقاومت الکتریکی آن

(۲) اهمی، کاهش می‌یابد

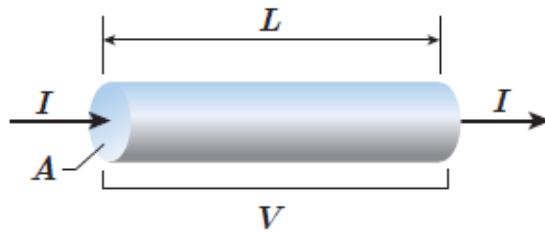
(۱) اهمی، ثابت می‌ماند

(۴) غیر اهمی، افزایش می‌یابد

(۳) غیر اهمی، کاهش می‌یابد



۲-۳ عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی



شکل ۲-۱۱ از سیمی به طول L و مقطع
یکنواخت A ، تحت اختلاف پتانسیل V ،
جریان I می‌گذرد.

با انجام فعالیت بالا درمی‌یابیم که مقاومت جسم در دمای ثابت به طول، مساحت مقطع، و جنس آن بستگی دارد. این آزمایش‌ها که با محاسبات نظری نیز تأیید شده‌اند نشان می‌دهد اگر سطح مقطع جسم در تمام طول آن یکسان باشد (شکل ۲-۱۱)، مقاومت آن از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (۲-۳)$$

سوال: در رابطه بالا واحد هر یک از کمیت‌های ارائه شده را بنویسید و تغییرات مقاومت ویژه مواد رسانا و نیمرسانا را بیان کنید. رابطه مقاومت ویژه با دما را بنویسید.

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

(۲-۴)



$$R = R_0 [1 + \alpha(T - T_0)]$$

۷ دو رسانای فلزی از یک ماده ساخته شده‌اند و طول یکسانی دارند. رسانای A سیم توپری به قطر $1/0 \text{ mm}$ است. رسانای B لوله‌ای توخالی به شعاع خارجی $2/0 \text{ mm}$ و شعاع داخلی $1/0 \text{ mm}$ است. مقاومت رسانای A چند برابر مقاومت رسانای B است؟

۹ مقاومت رشته درونی یک برشته‌کن که از جنس نیکروم است، در حالت روشن (دمای 1200°C) برابر 44Ω است. مقاومت این رشته در دمای 20°C چقدر است؟ (از تغییر طول و قطر رشته در اثر تغییر دما چشم‌پوشی شود).

ابعاد یک مکعب مستطیل فلزی 2.1 و 4 سانتی‌متر است. این مکعب مستطیل را می‌توان از هر یک از دو وجه مقابل آن در مدار قرار داد. نسبت بزرگ‌ترین مقاومت به کوچک‌ترین مقاومت آن چند است؟

(۱) ۴ (۲) ۸ (۳) ۱۶ (۴) ۲۴

مقاومت 200 متر از یک سیم فلزی با قطر 4 میلی‌متر چند اهم است؟ ($\rho = 2/4 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$, $\pi = 3$)

(۱) 4×10^{-1} (۲) 4×10^{-4} (۳) 8×10^{-1} (۴) 8×10^{-4}

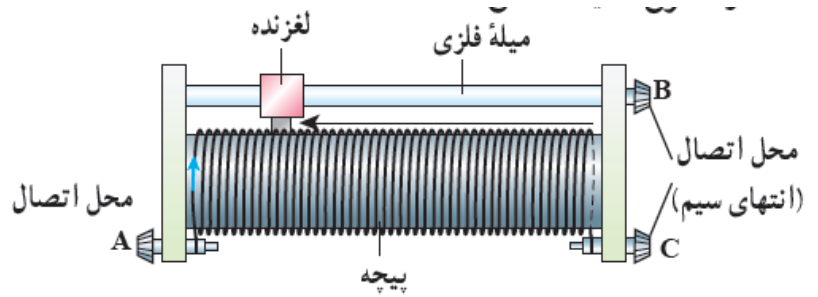
واحد مقاومت ویژه یک ماده در SI کدام است؟

(۱) Ω/m (۲) $\Omega \cdot \text{m}$ (۳) $\Omega \cdot \text{m}^2$ (۴) Ω/m^2

انواع مقاومت ها و کدگذاری رنگی مقاومت های کربنی :

۱- مقاومت های پیچه ای^۳

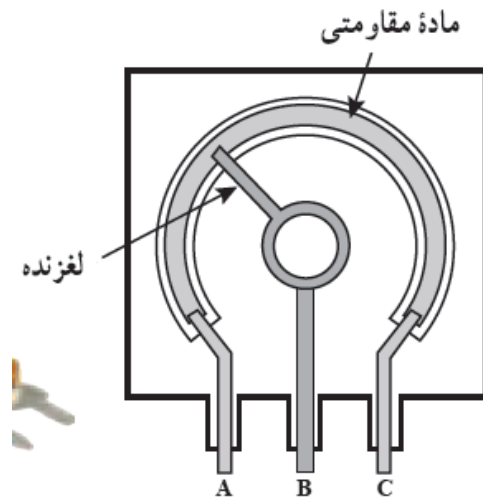
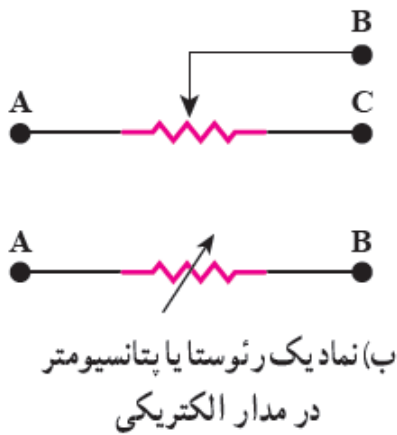
این مقاومت ها برای به دست آوردن مقاومت های پایین بسیار دقیق و همچنین توان های بالا ساخته می شوند. بیشینه توان الکتریکی که این مقاومت ها می توانند تحمل کنند، بی آنکه بسوزند روی آنها نوشته شده است (شکل ۲-۱۵-ب).



ب) تصویری از یک مقاومت پیچه ای

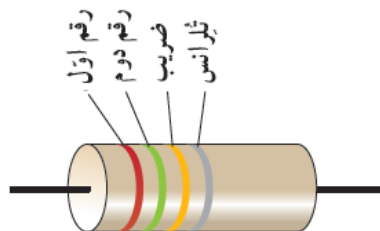
شکل ۲-۱۵

یکی از انواع مشهور مقاومت های پیچه ای، **رئوستا^۳** نام دارد که یک نوع مقاومت متغیر است. در مدارهای الکترونیکی وسیله ای به نام **پتانسیومتر^۴** به نوعی همان نقش را انجام می دهد.



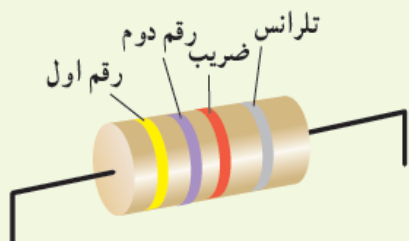
ت) طرحی از یک پتانسیومتر

۲- مقاومت‌های ترکیبی^۵ معمولاً از کربن، برخی نیم‌رساناها، و یا لایه‌های نازک فلزی ساخته شده‌اند. مقاومت‌های ترکیبی را در اندازه‌های خاص استاندارد تولید می‌کنند.



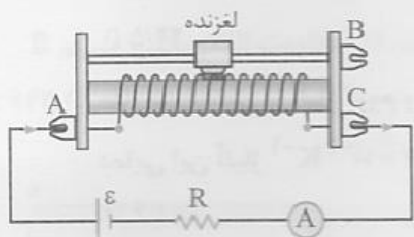
تمرین ۲-۲

مقدار مقاومت نشان داده شده در شکل، و مقدار مجاز انحراف از مقدار دقیق مقاومت، بر حسب اهم چقدر است؟



اگر در مدار روبه‌رو لغزنده به سمت B حرکت کند، شدت جریانی که آمپرسنج نشان می‌دهد، چگونه تغییر می‌کند؟

(سراسری ترمز - ۸۸)



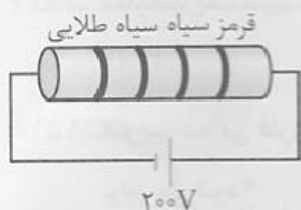
(۲) کم می‌شود.

(۱) ثابت می‌ماند.

(۴) بسته به مقدار R ممکن است کم یا زیاد شود.

(۳) زیاد می‌شود.

جریان عبوری از مقاومت مدار مقابل چند آمپر است؟ (قرمز = ۲، سیاه = ۰)



۱۰ (۱)

۲۰ (۲)

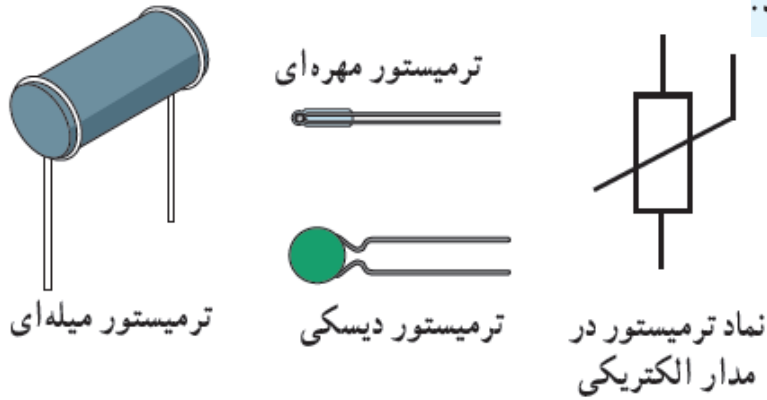
۲۰۰ (۳)

۱۰۰ (۴)

مقاومت‌های خاص و دیودها :

۱- ترمیستور^۲: ترمیستور نوعی از مقاومت است که بستگی مقاومت الکتریکی آن به دما با مقاومت‌های الکتریکی معمولی تفاوت دارد. اغلب از ترمیستورها به عنوان حسگر دما در مدارهای حساس به دما مانند زنگ خطر آتش و دماپاها و نیز در دماسنج‌ها استفاده می‌شود.

ترمیستورها به دو نوع NTC و PTC تقسیم‌بندی می‌شوند.

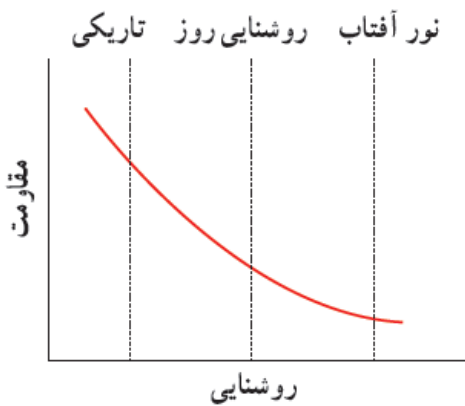


۲- مقاومت‌های نوری^۱ (LDR):

سوال: اگر نمودار یک مقاومت نوری به صورت شکل

مقابل باشد. در مدار زیر با قرار دادن لامپ مقابل

مقاومت نوری چه اتفاقی می‌افتد؟



شکل ۲-۲۰ مقاومت بر حسب روشنایی برای یک LDR نوعی

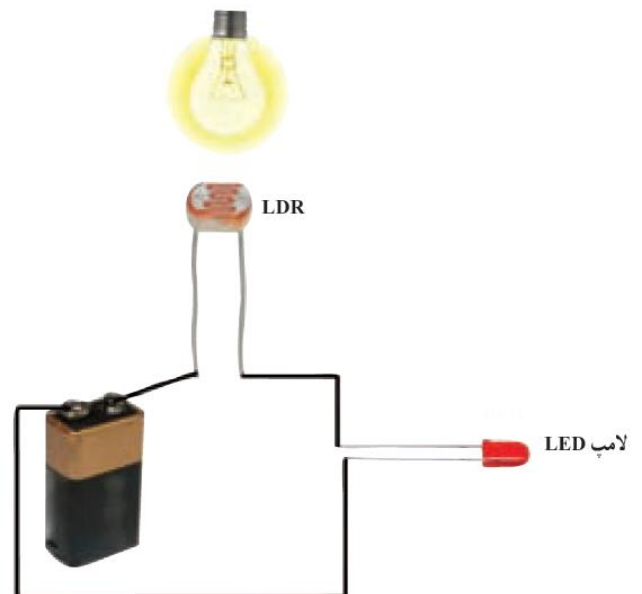


(الف)

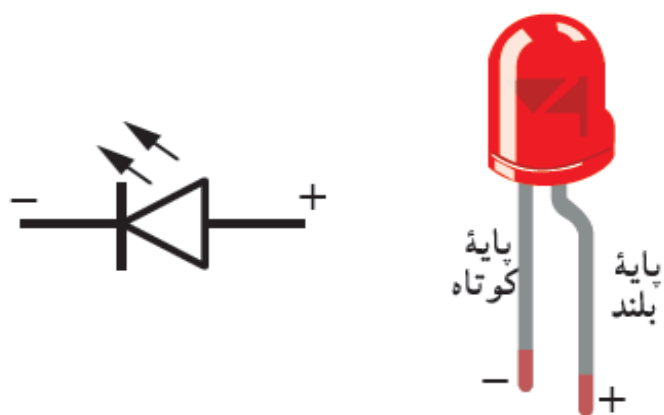


(ب)

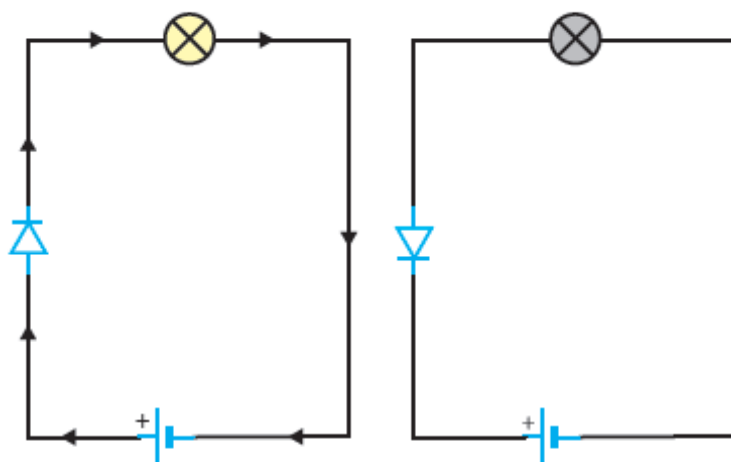
شکل ۲-۲۱ الف) تصویری از چند LDR ب) نماد LDR در دو استاندارد متفاوت



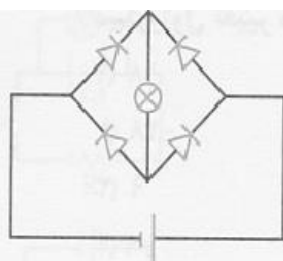
۳- دیودها: دیود قطعه‌ای است که هرگاه در مداری قرار گیرد، جریان را تنها از یک سو عبور می‌دهد و مقاومت آن در برابر عبور جریان در این سو ناچیز است.



شکل ۲-۲ تصویر از یک LED و نماد آن در مدارهای الکتریکی



شکل ۲-۲ دیود در یک جهت جریان را عبور می‌دهد و در جهت مخالف مانع عبور جریان می‌شود.



مطابق شکل چهار دیود و یک لامپ در یک مدار الکتریکی قرار دارند. در این حالت لامپ است و اگر جهت باتری را عوض کنیم، لامپ

- (۲) خاموش، خاموش می‌ماند.
- (۴) روشن، خاموش می‌شود.

- (۱) خاموش، روشن می‌شود.
- (۳) روشن، روشن می‌ماند.

کدام‌یک از مقاومت‌های زیر را می‌توان به عنوان حسگر دما مورد استفاده قرار داد؟

(۴) رئوستا

(۳) دیود

(۲) پتانسیومتر

(۱) ترمیستور

۲-۴ نیروی محرکه الکتریکی و مدارها

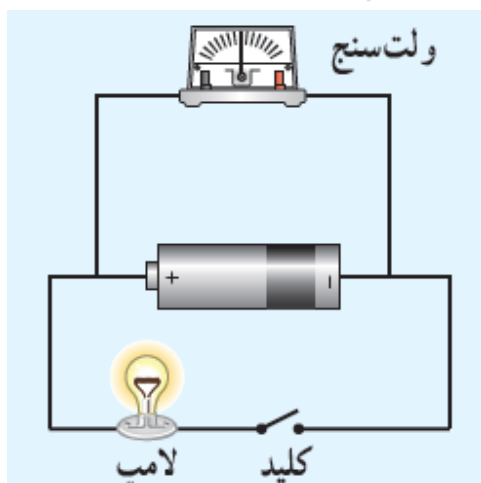
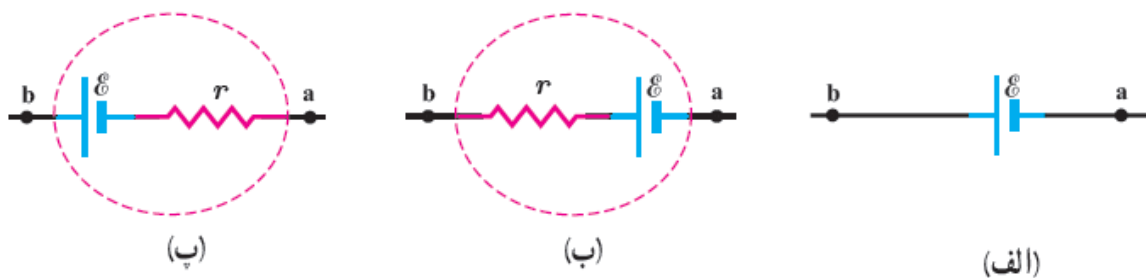
به مقدار انرژی که به یک کولن بار الکتریکی داده می شود تا در مدار شارش یابد.

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta W}{\Delta q} \quad (۵-۲)$$

یکای کمیت نیروی محرکه الکتریکی همان یکای اختلاف پتانسیل الکتریکی، یعنی ولت (V) است (۱V=۱J/۱C). پس اگر نیروی محرکه یک باتری مثلاً ۱/۵V باشد، به این معناست که باتری روی هر کولن باری که از آن می گذرد ۱/۵J کار انجام می دهد و به این ترتیب انرژی پتانسیل الکتریکی آن را ۱/۵J افزایش می دهد.

سوال: اولاً منبع نیروی محرکه الکتریکی به چند دسته تقسیم می شوند.

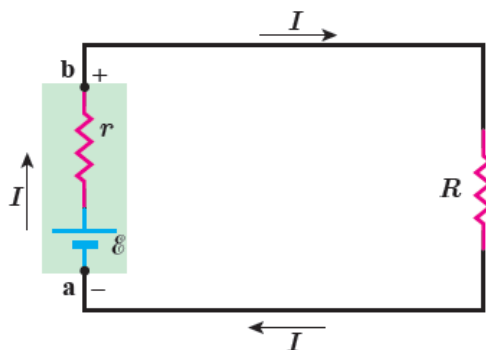
ثانیاً چگونه می توان نیروی محرکه الکتریکی را اندازه گیری کرد.



سوال: جهت جریان الکتریکی در مدار و در داخل باتری را تعیین کنید.

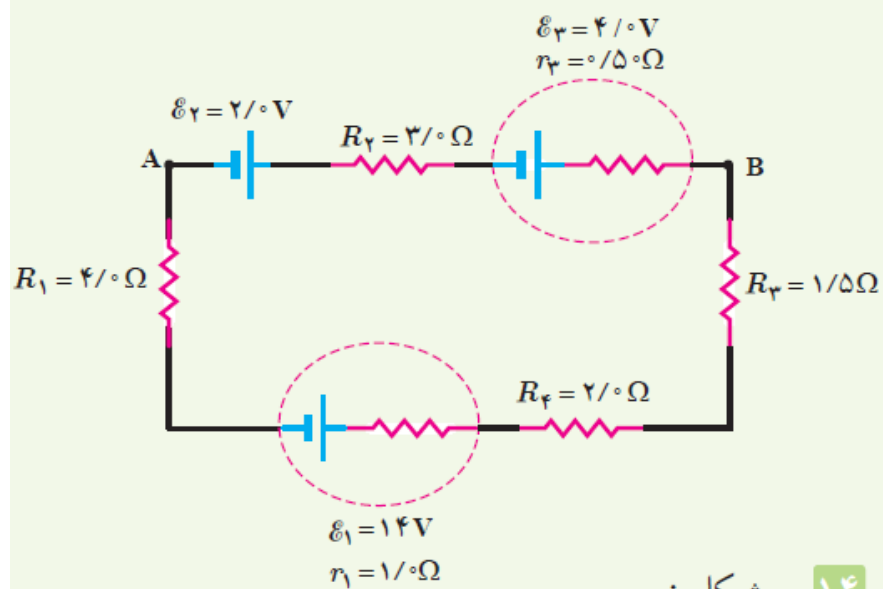
سوال : اصل بقا بار الکتریکی و اصل بقا انرژی را در یک مدار تک حلقه

بنویسید.



۱۳ در مدار شکل زیر جریان در مدار و اختلاف پتانسیل بین

دو نقطه A و B ($V_B - V_A$) را محاسبه کنید.

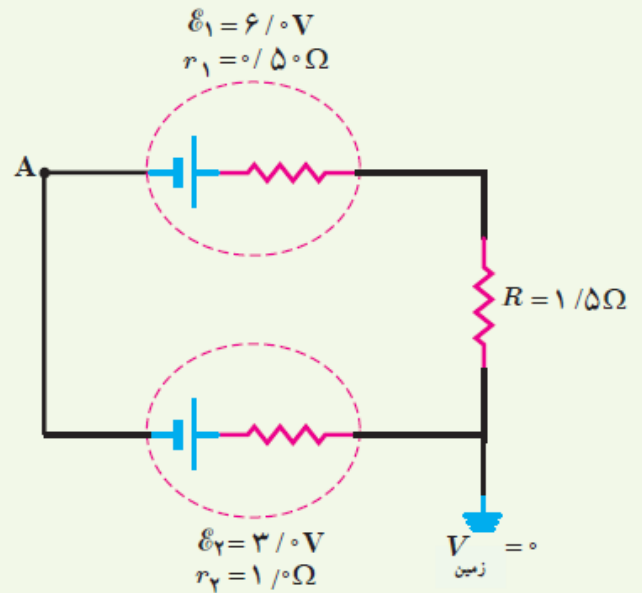


$$r_1 = 1/5 \Omega$$

۱۴ در شکل زیر

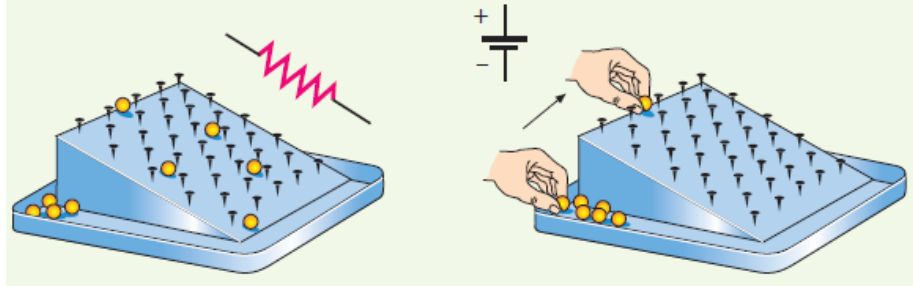
الف) اختلاف پتانسیل دو سر منبع‌های نیروی محرکه را به دست آورید.

ب) پتانسیل نقطه A را تعیین کنید.

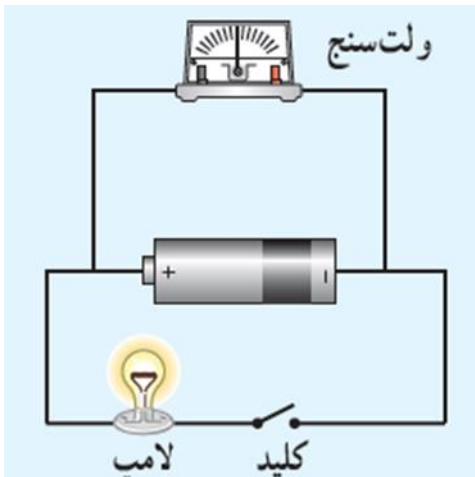


سوال : در منبع نیروی محرکه واقعی چرا عددی که ولت سنج بسته شده به دو سر باتری با اندازه نیروی محرکه باتری برابر نیست؟

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



سوال : چگونه می‌توان مقاومت درونی باتری را اندازه‌گیری کرد؟

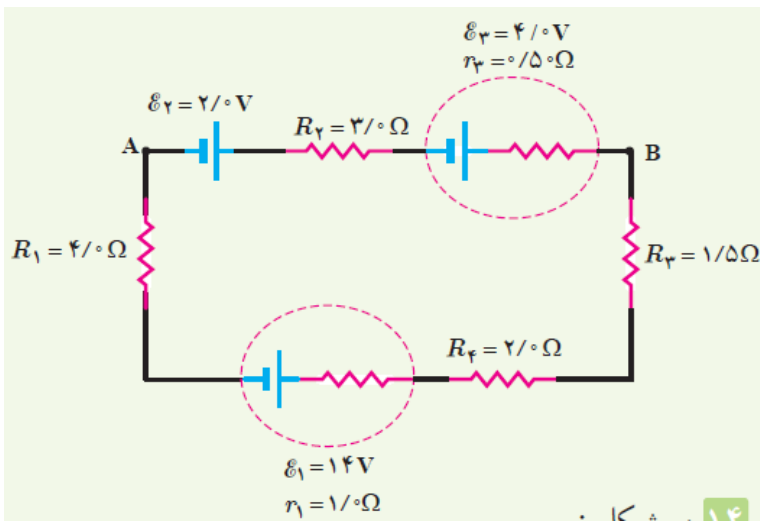


سوال : نمودار اختلاف پتانسیل دوسر مولد بر حسب جریان عبوری از باتری را رسم کنید.

۱۱ اختلاف پتانسیل دو سر باتری خودروهایی سواری برابر ۱۲ ولت است. اگر هشت باتری قلمی $1/5$ ولتی را به طور متوالی به یکدیگر وصل کنیم، اختلاف پتانسیل دو سر مجموعه آنها نیز برابر ۱۲ ولت می شود. توضیح دهید چرا در خودروها به جای باتری خودرو از هشت باتری قلمی استفاده نمی شود.

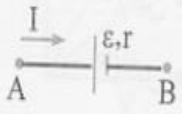
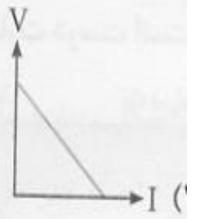
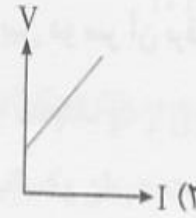
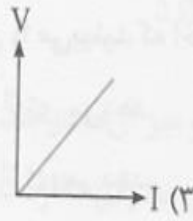
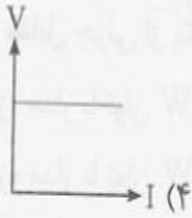
۱۲ یک باتری را در نظر بگیرید که وقتی به مدار بسته نیست اختلاف پتانسیل دو سرش برابر $12/0V$ است. وقتی یک مقاومت $10/0\Omega$ به این باتری بسته شود، اختلاف پتانسیل دو سر باتری به $10/9V$ کاهش می یابد. مقاومت داخلی باتری چقدر است؟

سوال : در یک مدار الکتریکی چه تفاوتی بین باتری غالب و باتری مغلوب وجود دارد؟ در حالت کلی جریان در مدار تک حلقه از چه رابطه ای بدست می آید؟



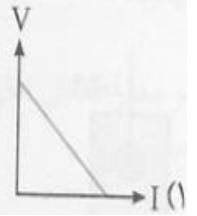
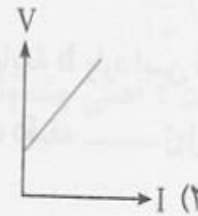
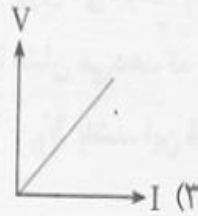
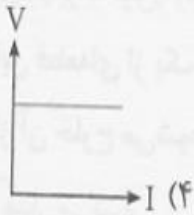
پتانسیل دو سر مولد، نمودار هم داره. بریم چند V است هم از این موضوع بریم.

توجه به شکل روبه‌رو، نمودار اختلاف پتانسیل دو سر منبع بر حسب شدت جریان عبوری از آن کدام است؟



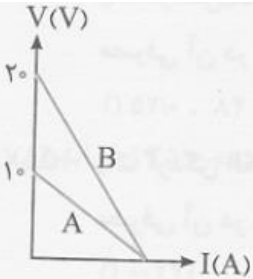
(kg)

توجه به شکل روبه‌رو، نمودار اختلاف پتانسیل دو سر منبع بر حسب شدت جریان عبوری از آن کدام است؟



V

نمودار تغییرات ولتاژ دو سر مولدهای A و B بر حسب شدت جریانی که از آنها می‌گذرد، مطابق شکل است. مقاومت داخلی مولد B چند برابر مقاومت داخلی مولد A است؟ (سراسری ریاضی فارغ از کشور - ۸۷)



۲

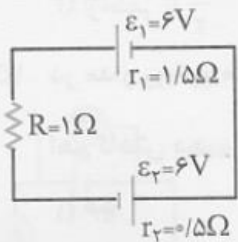
۱ (۱)

۲ (۲)

$\frac{1}{2}$ (۳)

۱۰ (۴)

در مدار روبه‌رو، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر مولد \mathcal{E}_1 چند ولت است؟



(سراسری تجربی فارغ از کشور - ۹۵)

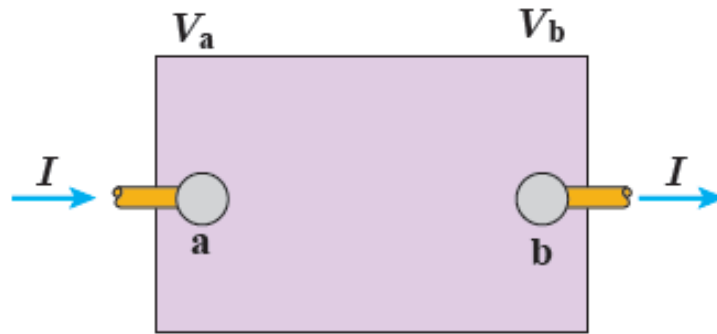
صفر (۱)

۳ (۲)

۶ (۳)

۱۲ (۴)

۲-۵ توان در مدارهای الکتریکی



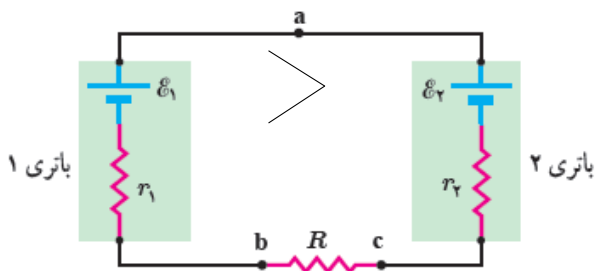
شکل ۲-۳۴ یک جزء مدار که اختلاف پتانسیلی بین دوسر آن برقرار است.

$$P = I(V_b - V_a)$$

این جز، به بقیه مدار انرژی می دهد $\Rightarrow P > 0$ اگر

این جز، از بقیه مدار انرژی می گیرد $\Rightarrow P < 0$ اگر

سوال : رابطه توان را در هر یک از حالات زیر را بدست آورید:



الف) توان تلف شده در یک مقاومت

ب) توان در یک مولد غالب

ج) توان در یک مولد مغلوب

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

۱۶ بر روی وسیله‌های الکتریکی، اعداد مربوط به ولتاژ و توان نوشته می‌شود. برای دو وسیله زیر،



کتری برقی، 2400W ، 220V

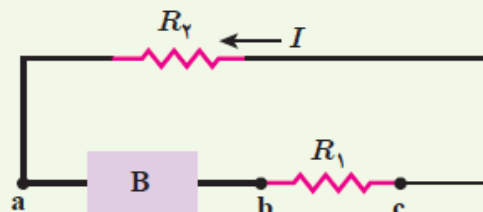


اتوی برقی، 850W ، 220V

الف) سیم‌های اتصال به برق آنها باید بتواند حداقل چه جریانی را از خود عبور دهد؟

ب) مقاومت الکتریکی هر وسیله در حالت روشن چقدر است؟

۱۸ شکل زیر جریان I را در یک مدار تک حلقه‌ای با باتری B و مقاومت‌های R_1 و R_2 (وسیم‌هایی با مقاومت ناچیز) نشان می‌دهد. الف) علامت پایانه‌های باتری B را مشخص کنید. در نقاط a، b و c، بزرگی جریان، پتانسیل الکتریکی و انرژی پتانسیل الکتریکی حامل‌های بار مثبت را به گونه‌ای مرتب کنید که بیشترین مقدار در ابتدا باشد.



۱۹ تلویزیون و یکی از لامپ‌های خانه خود را در نظر بگیرید و فرض کنید که هرکدام روزی ۸ ساعت با اختلاف پتانسیل ۲۲۰ ولت روشن باشد.

الف) انرژی الکتریکی مصرفی هرکدام در یک دوره یک ماهه (۳۰ روز) چند kWh است؟ (توان مصرفی هر وسیله را از روی آن بخوانید.)

ب) بهای برق مصرفی هر کدام از قرار هر کیلووات ساعت ۵۰ تومان در یک دوره یک ماهه چقدر می‌شود؟

پ) اگر در شهر شما هر خانه یک لامپ ۱۰۰ وات اضافی را به مدت ۳ ساعت در شب روشن کند، در طول یک ماه تقریباً چند کیلووات ساعت انرژی الکتریکی اضافی مصرف می‌شود؟

اگر در شهر تهران در هر خانه یک لامپ اضافی ۱۰۰ وات به مدت ۵ ساعت در شب خاموش شود، در طول یک ماه چند میلیارد ریال در مصرف برق صرفه‌جویی می‌شود؟ (بهای برق مصرفی هر کیلووات ساعت ۱۰۰ ریال و تعداد خانه‌های شهر دو میلیون فرض شود.) (سراسری ریاضی فیزیک از کشور - ۸۸)

۳۰ (۴)

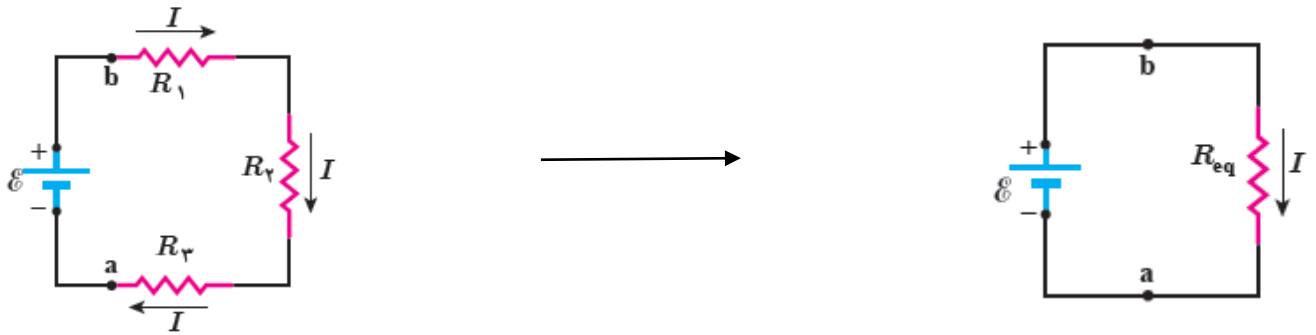
۱۰ (۳)

۳ (۲)

۱ (۱)

۲-۶ ترکیب مقاومت‌ها

به هم بستن متوالی مقاومت‌ها : شکل ۲-۳۶ سه مقاومت را نشان می‌دهد که به طور متوالی به یک باتری آرمانی با نیروی محرکه الکتریکی \mathcal{E} بسته شده‌اند. توجه کنید واژه «متوالی» ربط چندانی به چگونگی رسم مقاومت‌ها ندارد. «متوالی» به معنای بسته شدن مقاومت‌ها یکی پس از دیگری است،



شکل ۲-۳۶ سه مقاومت که به طور متوالی به یک باتری آرمانی متصل شده‌اند.

شکل ۲-۳۷ مدار معادل شکل ۲-۳۶ که در آن سه مقاومت با مقاومت R_{eq} جایگزین شده است.

$$V_a + \mathcal{E} - IR_1 - IR_2 - IR_3 = V_a$$

$$\mathcal{E} = IR_1 + IR_2 + IR_3$$

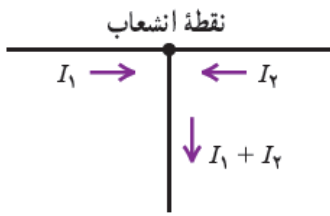
$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2 + R_3}$$

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

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \quad (2-12)$$

توجه کنید وقتی مقاومت‌ها به طور متوالی بسته شده‌اند، مقاومت معادل آنها بزرگ‌تر از مقاومت هر یک از آنهاست.

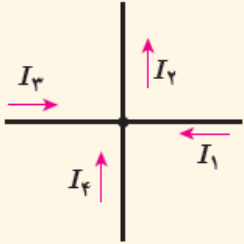
قاعده انشعاب



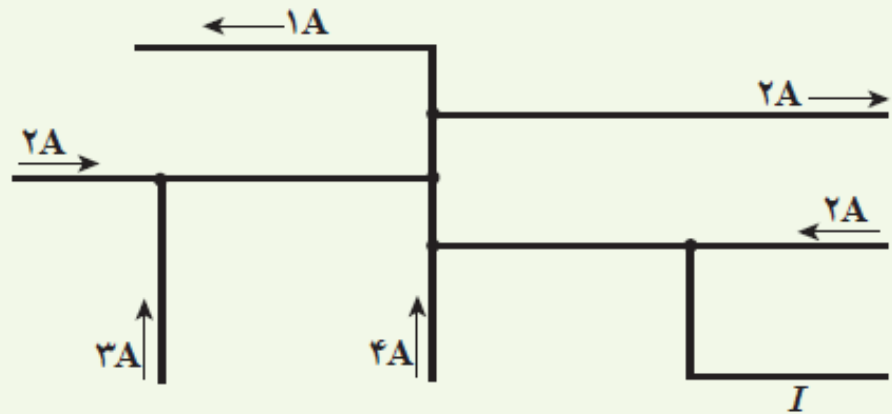
مجموع جریان هایی که به هر نقطه انشعاب وارد می شود برابر با مجموع جریان هایی است که از آن نقطه انشعاب خارج می شود.

پرسش ۲-۳

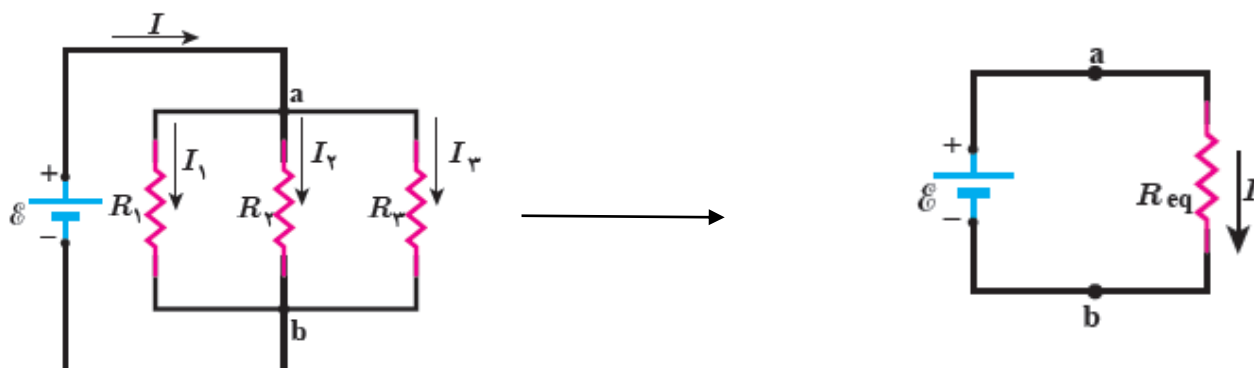
برای نقطه انشعاب نشان داده شده در شکل، رابطه بین جریان ها را بنویسید.



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



بستن مقاومت‌ها به صورت موازی : شکل ۲-۳۹ یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد که سه مقاومت به صورت موازی به یک باتری آرمانی با نیروی محرکه الکتریکی \mathcal{E} بسته شده‌اند. توجه کنید



شکل ۲-۴۰ مدار معادل شکل ۲-۳۹ که در آن مقاومت معادل، R_{eq} جایگزین مقاومت‌های R_1, R_2, R_3 شده است.

شکل ۲-۳۹ مداری شامل سه مقاومت که به صورت موازی به نقطه‌های a و b بسته شده‌اند.

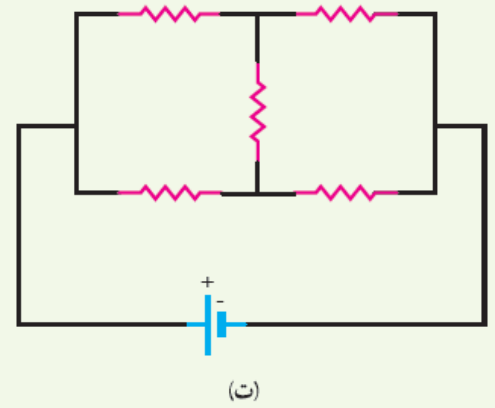
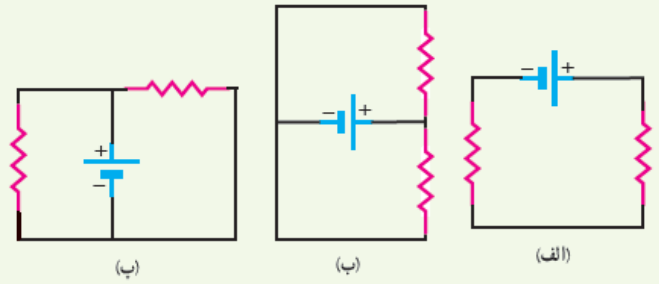
$$I = I_1 + I_2 + I_3 \rightarrow I_1 = \frac{V}{R_1}, I_2 = \frac{V}{R_2}, I_3 = \frac{V}{R_3}$$

$$I = V \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) \quad I = \frac{V}{R_{eq}} \rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

سوال: اولاً چه رابطه‌ای بین مقاومت معادل موازی و هر یک از مقاومت‌ها وجود دارد؟ ثانیاً رابطه‌ای برای بهم بستن دو مقاومت موازی بدست آورید.

۲۶ در شکل‌های زیر، آیا مقاومت‌ها به‌طور متوالی بسته

شده‌اند یا موازی و یا هیچ کدام؟

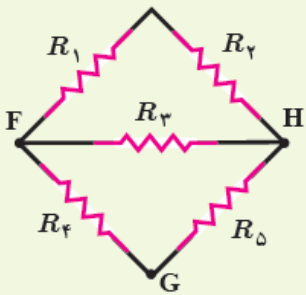


تمرین ۲-۷

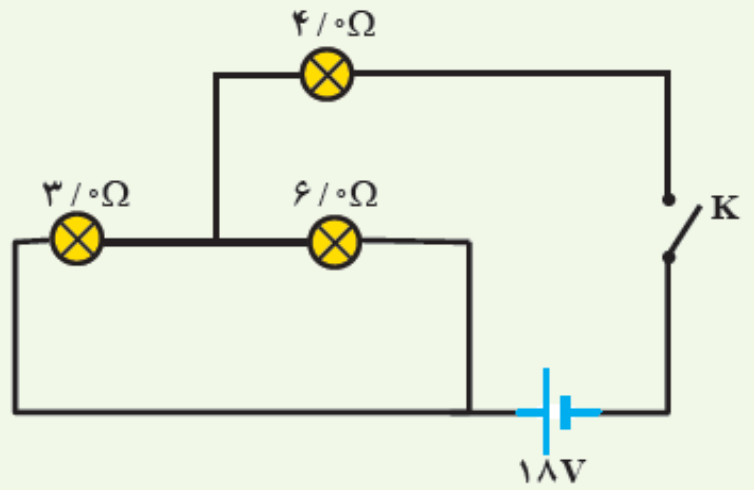
شکل روبه‌رو پنج مقاومت $8/00$ اهمی را نشان می‌دهد.

الف) مقاومت معادل بین نقطه‌های F و H چقدر است؟

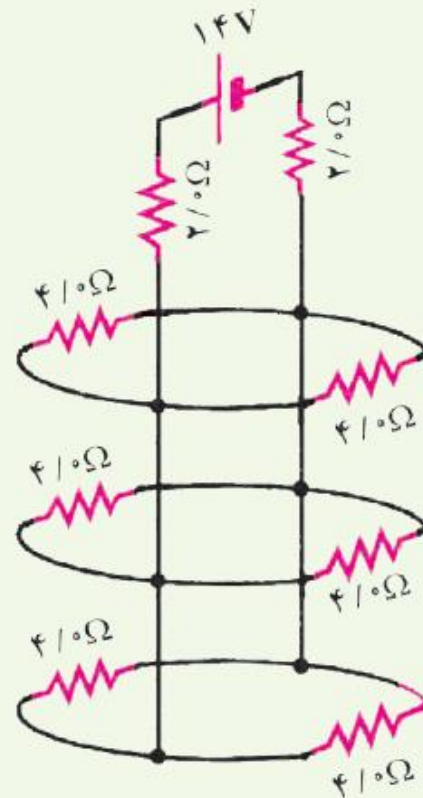
ب) مقاومت معادل بین نقطه‌های G و F چقدر است؟

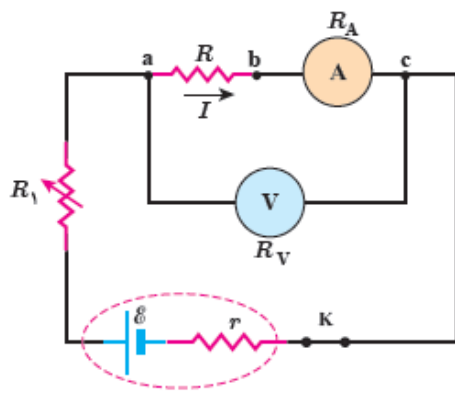


۳۰ در شکل زیر، وقتی کلید بسته شود چه جریانی از هر لامپ رشته‌ای می‌گذرد؟



۳۱ جریانی که از منبع نیروی محرکه آرمانی و هر یک از مقاومت‌های شکل روبه‌رو می‌گذرد، چقدر است؟





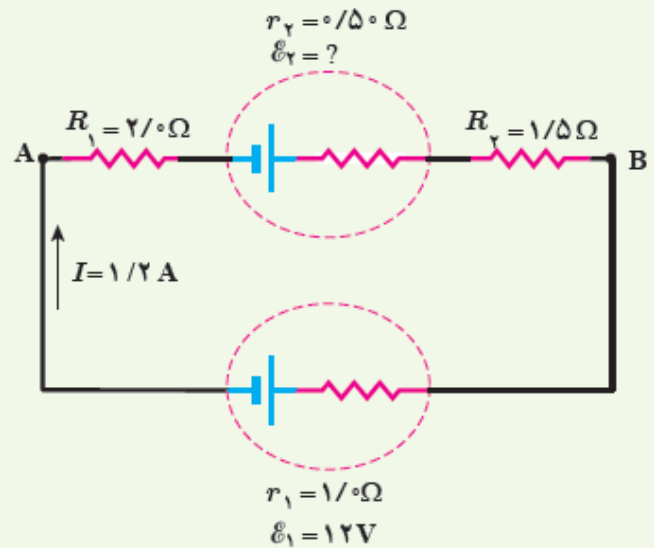
۲۲ مقاومت یک آمپرسنج برای اندازه گیری جریان در یک مدار باید چگونه باشد تا جریان اندازه گیری شده توسط آمپرسنج با جریان قبل از قرار دادن آمپرسنج، نزدیک به هم باشد؟

۲۸ سه مقاومت مشابه ۱۲ اهمی را یک بار به طور متوالی و بار دیگر به طور موازی به یکدیگر می بندیم و به اختلاف پتانسیل ۱۲ ولت وصل می کنیم. در هر بار، چه جریانی از هر مقاومت می گذرد؟

۲۷ در مدار شکل زیر جریان در جهت نشان داده شده $1/2 \text{ A}$ است.

الف) نیروی محرکه \mathcal{E}_2 و $V_A - V_B$ چقدر است؟

ب) انرژی مصرف شده در R_1 و R_2 در مدت $5/0$ ثانیه چقدر است؟



۲۵ دو لامپ با مقاومت مساوی R را یک بار به طور متوالی و

بار دیگر به طور موازی به یکدیگر می‌بندیم و آنها را هر بار به ولتاژ

V وصل می‌کنیم. نسبت توان مصرف شده در حالت موازی به

توان مصرف شده در حالت متوالی چقدر است؟

۲۹ دو مقاومت موازی $6/0$ اهمی و 12 اهمی به طور متوالی

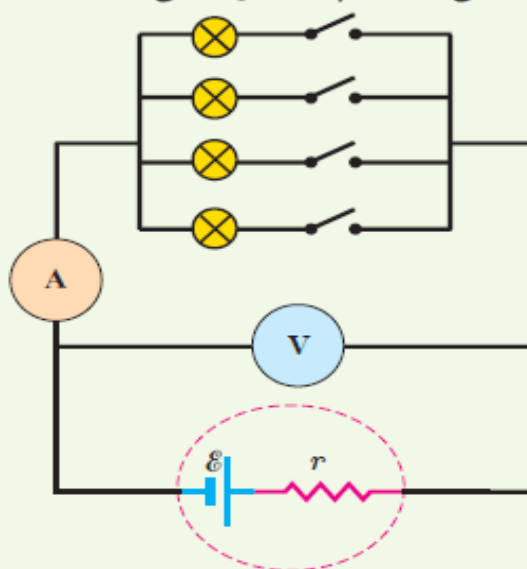
به یک مقاومت $2/0$ اهمی وصل شده است. اکنون، مجموعه

مقاومت‌ها را به دو سریک باتری آرمانی 36 ولتی می‌بندیم. توان

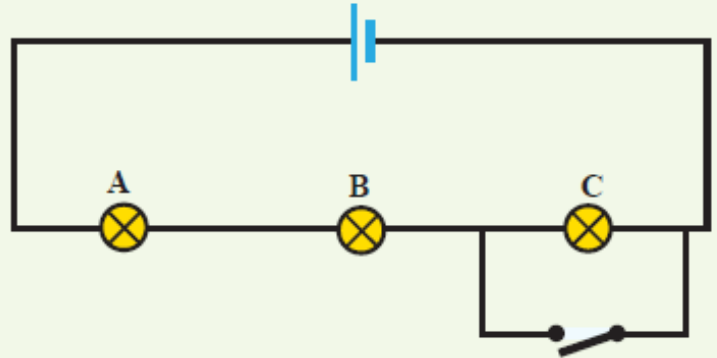
مصرفی در مقاومت $6/0$ اهمی را محاسبه کنید.

۳۳ درسیم کشی منازل، همهٔ مصرف کننده‌ها به‌طور موازی متصل می‌شوند. یک اتوی 1100 W ، یک نان برشته‌کن (توستر) 1800 W ، پنج لامپ رشته‌ای 100 W و یک بخاری 1100 W به پریزهای یک مدار سیم‌کشی خانگی 220 V که حداکثر می‌تواند جریان 15 A را تحمل کند وصل شده‌اند. آیا این ترکیب مصرف کننده‌ها باعث پریدن فیوز می‌شود یا خیر؟

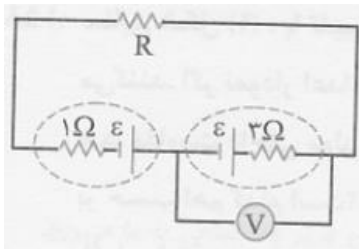
۲۴ در شکل زیر، تعدادی لامپ مشابه به‌طور موازی به هم متصل شده‌اند و هر لامپ با کلیدی همراه است. بررسی کنید که با بستن کلیدها یکی پس از دیگری، عددهایی که آمپرسنج و ولت سنج نشان می‌دهند، چه تغییری می‌کند؟



۳۲ لامپ‌های A، B و C در شکل زیر همگی یکسان‌اند. با بستن کلید، کدام یک از تغییرات زیر در اختلاف پتانسیل رخ می‌دهد؟ (ممکن است بیش از یک پاسخ درست باشد).



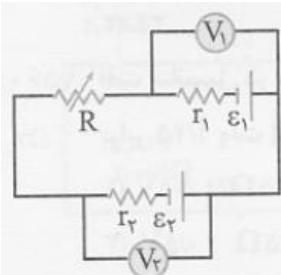
- الف) اختلاف پتانسیل دو سر A و B تغییر نمی‌کند.
 ب) اختلاف پتانسیل دو سر C به اندازه ۵۰٪ کاهش می‌یابد.
 پ) هر یک از اختلاف پتانسیل‌های دو سر A و B به اندازه ۵۰٪ افزایش می‌یابد.



در مدار روبه‌رو، ولت‌سنج عدد صفر را نشان می‌دهد. مقاومت R چند اهم است؟

(سنج‌سازی تجربی) فارغ از کشور - ۹۴

- ۱) صفر
 ۲) ۱
 ۳) ۲

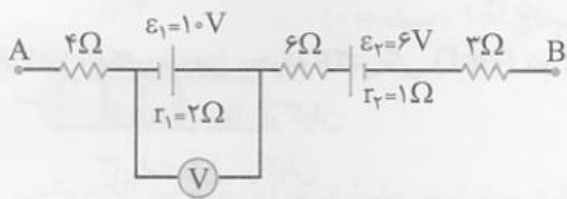


در مدار شکل روبه‌رو مقاومت R را افزایش می‌دهیم. اگر $\varepsilon_1 > \varepsilon_2$ باشد، اعداد ولت‌سنج‌های V_1 و V_2

به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کنند؟

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

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

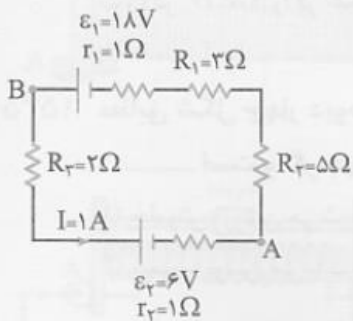


شکل مقابل قسمتی از یک مدار را نشان می دهد. اگر $V_A - V_B = -12V$ باشد،
 ولت سنج ایده آل چند ولت را نشان می دهد؟
 (سراسری تجربی فارغ از کشور - ۹۵)

- ۹ (۲)
- ۱۱ (۴)

- ۸ (۱)
- ۱۰ (۳)

در مدار شکل روبه رو، انرژی پتانسیل الکتریکی بار $q = -2\mu C$ هنگام عبور از نقطه A تا B چند میکروژول تغییر می کند؟



- ۱۸ (۱)
- ۱۸ (۲)
- ۹ (۳)
- ۹ (۴)

۴ منبع یکسان را که نیروی محرکه هر یک $1/5$ ولت است، به طور سری به هم بسته و دو قطب مجموعه را با سیمی به مقاومت 8 اهم، به هم وصل می کنیم. اگر در این حالت شدت جریان مدار $1/6$ آمپر شود، مقاومت داخلی هر منبع چند اهم است؟ (kg)

۲ (۴)

۱ (۳)

$1/5$ (۲)

$1/25$ (۱)