



به نام خدا



مبانی فیزیک ۲

دانشگاه علمی – کاربردی شرکت تولیدی لاستیک دنا

مدرس:

زهرا اسدی

zahra.asadi6640@yahoo.com

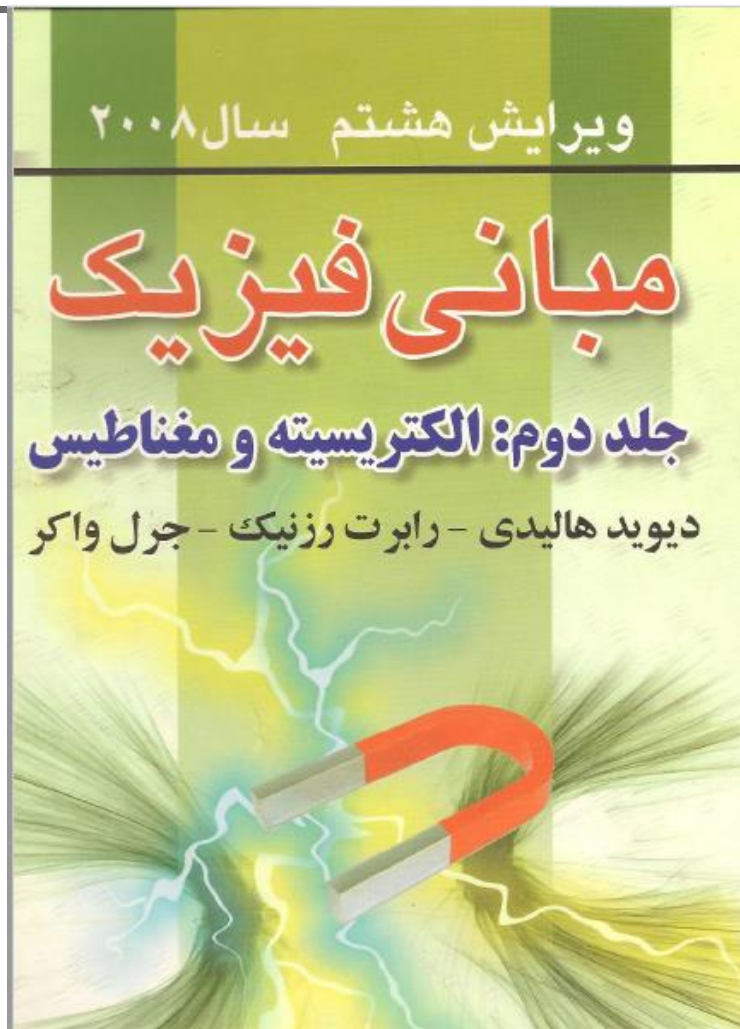
معرفی کتاب

ویرایش هشتم سال ۲۰۰۸

مبانی فیزیک

جلد دوم: الکتریسیته و مغناطیس

دیوید هالیدی - رابرت رزنیک - جرج واکر





فصل ششم: جریان و مقاومت الکتریکی

- جریان و چگالی جریان
- مقاومت ، مقاومت ویژه و رسانندگی
- قانون اهم
- انتقال انرژی در مدار الکتریکی

جریان الکتریکی

هر حرکت بار از یک منطقه درون رسانا به منطقه دیگر در آن جریان نامیده می شود.

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \text{ آمپر, A}$$

اگر آهنگ شارش بار با **زمان ثابت نباشد** جریان ثابت نیست:

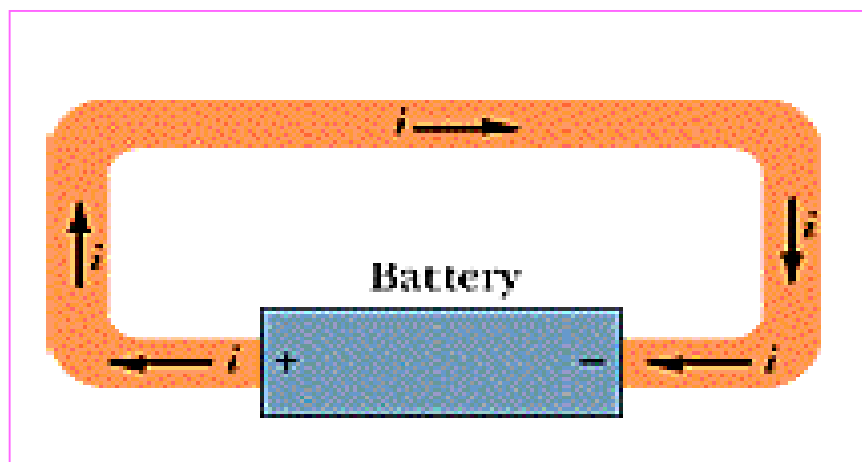
$$I = \frac{dq}{dt}$$

در این فصل فقط **جریانهای ثابت** مطالعه می گردد .

جریان الکتریکی

□ حاملهای بار تنها الکترونها نیستند مثلاً در الکترولیت ها یونهای مثبت و منقی حامل بارند.

□ بنابه قرار داد جهت حرکت حاملهای بار مثبت جهت جریان فرض می شود.





چگالی جریان

جریان I کمیت ماکروسکوپیک است و مشخصه هر رسانا است. کمیت میکروسکوپیک

متناسب با آن چگالی جریان J است.

$$J = \frac{I}{A} \text{ A/m}^2$$

جریان و چگالی جریان

- با فرض اینکه چگالی حاملهای بار n باشد تعداد حاملها در طول L سیم nAL در زمان t سطح مقطع سیم را قطع میکنند

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{nAeL}{L/v} = nAe v$$

$$\Delta t = L/v$$

$$v = \frac{i}{n A e} = \frac{J}{ne}$$

سرعت سوق

$$J = (ne)v$$

مثال

از سیم مسی با مقطع مربع شکل به ضلع یک میلی متر جریان ثابتی به شدت ۲ آمپر عبور میکند چگالی الکترون های آزاد در سیم برابر 8×10^{28} الکترون بر متر مکعب است. چگالی جریان و سرعت سوق را بیاید؟

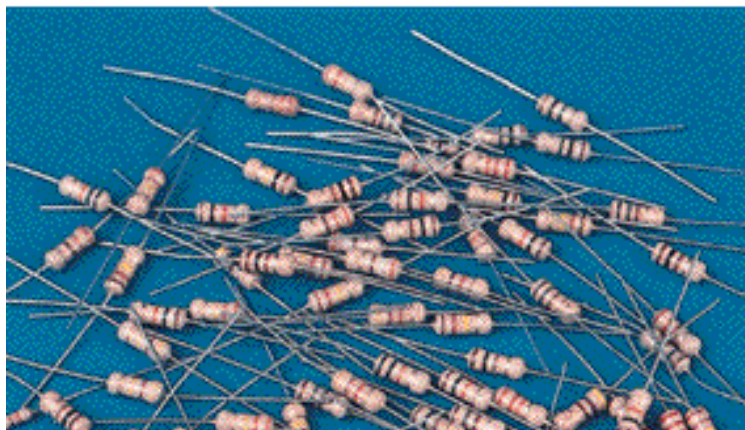
$$J = \frac{I}{A} = \frac{2}{10^{-6}} = 2 \times 10^6 \text{ A.m}^2$$

$$v = \frac{J}{ne} = \frac{2 \times 10^6}{8 \times 10^{28} \times 1.6 \times 10^{-19}} = 1.6 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

مقاومت ، مقاومت ویژه و رسانندگی

■ **مقاومت** دو نقطه از رسانا که به اختلاف پتانسیل V وصل شده و جریان

I در آن جاری است.



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

□

□ واحد مقاومت **اهم** است $\Omega = \frac{V}{A}$

□ این قانون به قانون اهم مشهور است و یک مدل ایده آل است. ماده ای

که تابع قانون اهم باشد را رسانای اهمی یا خطی میگویند.

مقاومت ، مقاومت ویژه و رسانندگی

- به هر مقاومتی یک **مقاومت ویژه ρ** وابسته است که مشخصه ماده است و برای ماده همسانگرد:

$$\rho = \frac{E}{J}$$

میدان الکتریکی

چگالی جریان

- واحد مقاومت ویژه **اهم - متر** است چون:

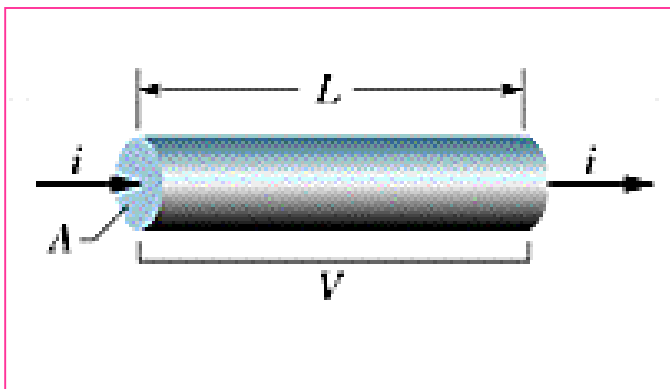
$$\frac{V/m}{A/m^2} = \frac{V}{A} m = \Omega \cdot m$$

- **رسانندگی ویژه و مقاومت ویژه** رابطه زیر را دارند.

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

مقاومت ، مقاومت ویژه و رسانندگی

■ محاسبه مقاومت سیمی به طول L و سطح مقطع A و مقاومت ویژه ρ

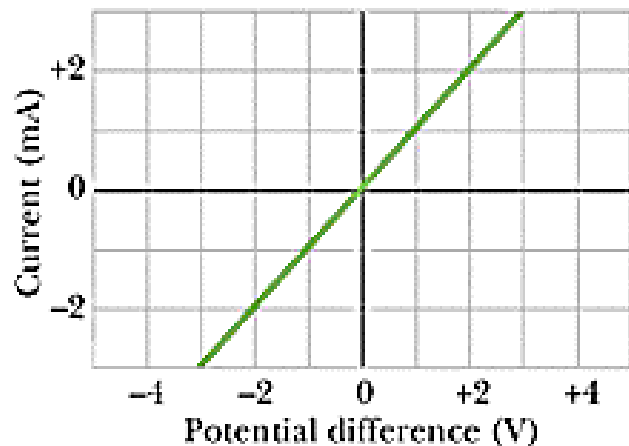
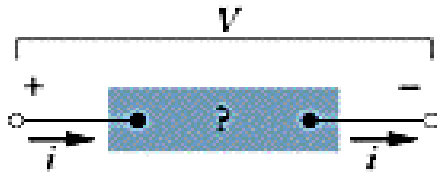


$$R = \frac{V}{I} = \frac{El}{JA} = \frac{(\rho J) l}{J A}$$

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

قانون اهم

- قانون اهم: مقاومت یک رسانا همواره ثابت است و به ولتاژ اعمالی بستگی ندارد.

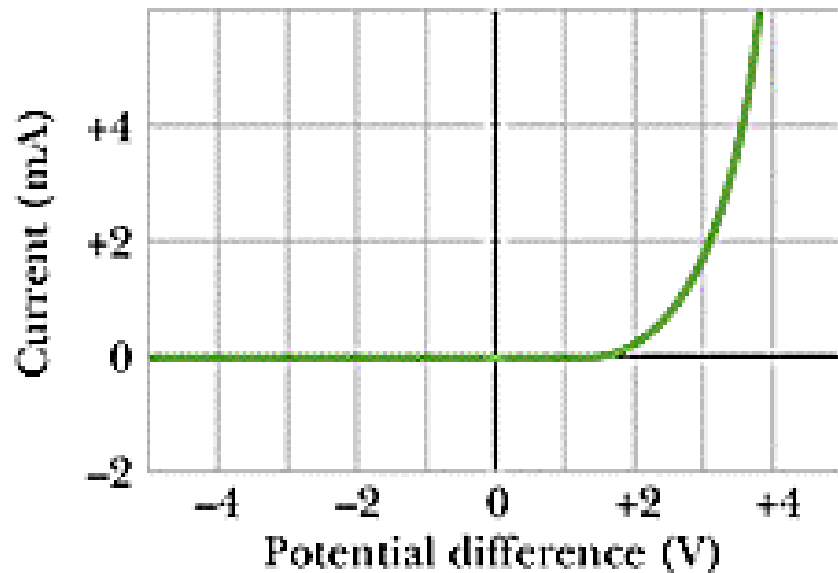


- برای مواد اهمی مشخصه ولتاژ - جریان یک خط راست است که شیب آن برابر مقاومت آن است

$$V = RI$$

قانون اهم

- بعضی از مواد مانند یک دیود نیمه رسانا از قانون اهم تبعیت نمی کنند.
- مشخصه ولتاژ- جریان یک نیمه رسانا:



~~$V = RI$~~

مثال

مقاومتی از جنس منگاین به صورت سیم پیچ داریم چه طولی از منگاین با قطر 0.4 میلیمتر

لازم است تا مقدار مقاومت ۲۰۰ اهم شود؟ مقاومت ویژه منگاین 48.2×10^{-8}

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

$$A = \pi r^2 = 3.14 \times (0.2 \times 10^{-3})^2 = 12.56 \times 10^{-8} m^2$$

$$200 = 48.2 \times 10^{-8} \frac{L}{12.56 \times 10^{-8}}$$

$$L = \frac{200 \times 12.56 \times 10^{-8}}{48.2 \times 10^{-8}} = 52.11 \text{ m}$$

انتقال انرژی

گرمای ایجاد شده برابر است با

$$W = qV = (It)RI = RI^2t$$

انرژی اتلافی

توان یعنی گرمای ایجاد شده در مقاومت بر واحد ثانیه

$$P = \frac{W}{t} = RI^2$$

$$P = VI$$

$$P = \frac{V^2}{R}$$

یکای توان وات W است.

مثال

مثال: سیم گرمکنی در آلیاژ نیکروم به مقاومت ۷۲ اهم در دست است در موارد زیر آهنگ ایجاد گرما را بدست آورید. الف) ولتاژ ۱۲۰ ولت به سیم وصل می شود. ب) سیم را نصف کرده و همین ولتاژ را به آن وصل می کنیم.

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{120^2}{72} = 200 \text{ w} \quad \text{الف)}$$

ب) سیم نصف شود مقاومت نصف می شود.

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{120^2}{36} = 400 \text{ w}$$

مقاومت

قطعه مقاومت



Resistor

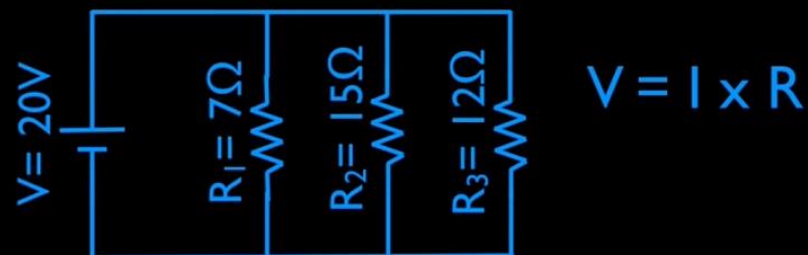
نماد شماتیک مقاومت



Resistor Symbol

مقاومت های موازی

مقاومت موازی



$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$I_T = \frac{V_T}{R_T}$$

$$V_T = V_1 = V_2 = V_3$$

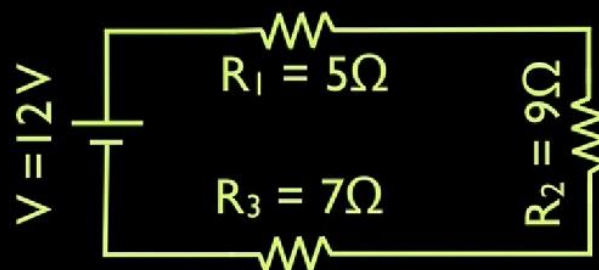
$$I_T = I_1 + I_2 + I_3$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{7} + \frac{1}{15} + \frac{1}{12} = \frac{60 + 28 + 35}{420} = \frac{123}{420}$$

$$R = 3.4 \Omega$$

مقاومت های سری

مقاومت سری



$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 \quad I_T = \frac{V_T}{R_T} \quad V_T = V_1 + V_2 + V_3$$

$$I_T = I_1 = I_2 = I_3$$

$$R = 5 + 7 + 9 = 21 \Omega$$

۲۱۰۰- سیمی با مقاومت $6/5 \Omega$ با دستگاه حدیده کشیده می شود به طوری که طول آن به سه برابر طول اولیه برسد. با فرض اینکه مقاومت ویژه و چگالی ماده تغییر نکند، مقاومت سیم بلندتر را پیدا کنید. ILW SSM

پاسخ

چون چگالی ماده تغییر نمی‌کند با ثابت ماندن جرم نیز ثابت می ماند.

$$V_1 = V_2 \quad L_1 A_1 = L_2 A_2 \quad A_2 = A_1 \frac{L_1}{L_2} \quad L_2 = 3L_1 \quad A_2 = \frac{A_1}{3}$$

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

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \frac{L_1}{L_2} \frac{A_2}{A_1}$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{L_1}{L_2} \frac{A_2}{A_1} = \frac{L_1}{3L_1} \frac{A_1}{3A_1} = \frac{1}{9}$$

$$R_2 = 9R_1 = 9 \times 6 = 54 \, \Omega$$

۲۹۰۰- هرگاه ۱۱۵V به سیمی که طول آن ۱۰m و شعاع آن ۰/۳۰ mm است اعمال شود، چگالی جریان برابر با $1/4 \times 10^7 \text{ A/m}^2$ می شود. مقاومت ویژه سیم را پیدا کنید.

$$J = \frac{E}{\rho}$$

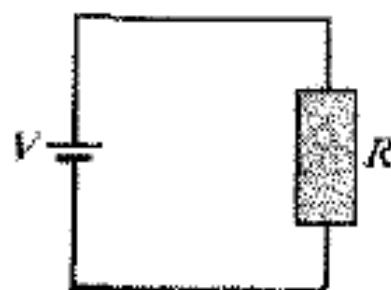
$$E = \frac{V}{L}$$

$$J = \frac{V}{\rho L}$$

$$\rho = \frac{V}{LJ} = \frac{115}{10 \times 1.4 \times 10^4} = 8.2 \times 10^{-4} \Omega$$

مثال

● ۴۰- در شکل ۲۲-۳۲، باتری با اختلاف پتانسیل $V = 12V$ به نواری با مقاومت $R = 6/5 \Omega$ متصل شده است. وقتی الکترونی از یک سر نوار به سر دیگر آن حرکت کند، (الف) در چه جهتی در شکل الکترونها حرکت می‌کنند، (ب) توسط میدان الکتریکی داخل نوار چقدر کار روی الکترون انجام می‌گیرد و (پ) توسط الکترون چقدر انرژی به انرژی گرمایی نوار تبدیل می‌شود؟



شکل ۲۲-۳۲ مسئله ۴۰

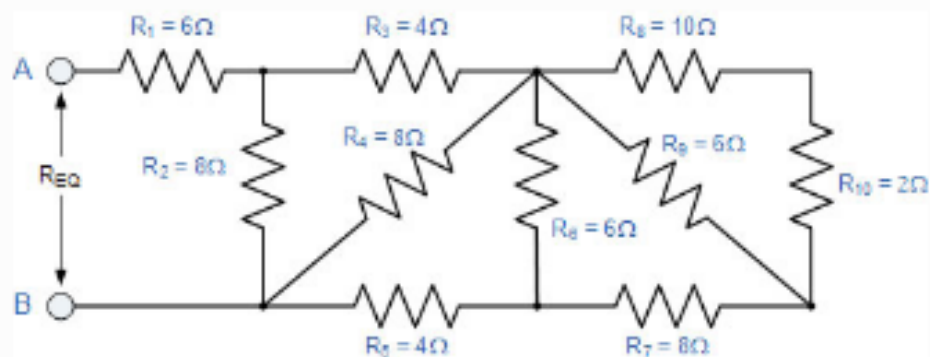
الف) جهت میدان در نوار به سمت پایین خواهد بود بنابراین چگالی جریان هم به سمت پایین خواهد بود $(\vec{E} = \rho \vec{J})$ که بیانگر این است که چون الکترون‌ها دارای بار منفی است الکترون‌ها در نوار به سمت بالا سوق داده می شود.

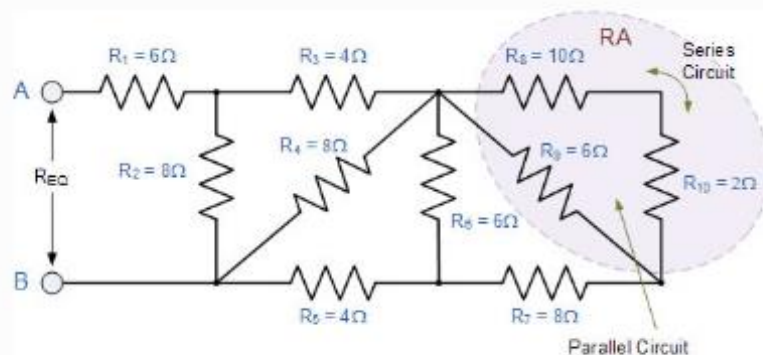
$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \quad W = \Delta U = e\Delta V = 12 \text{ eV} \quad (\text{ب})$$

ج) به طور متوسط الکترون ها از این کار انرژی جنبشی به دست نمی آورند و همه کار به صورت انرژی گرما ظاهر می شود.

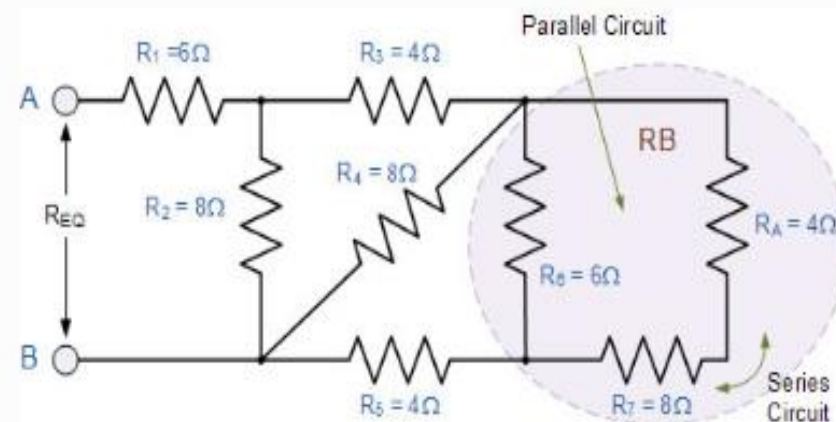
مثال

مقاومت معادل R_{EQ} را برای مدار ترکیبی مقاومت زیر پیدا کنید.

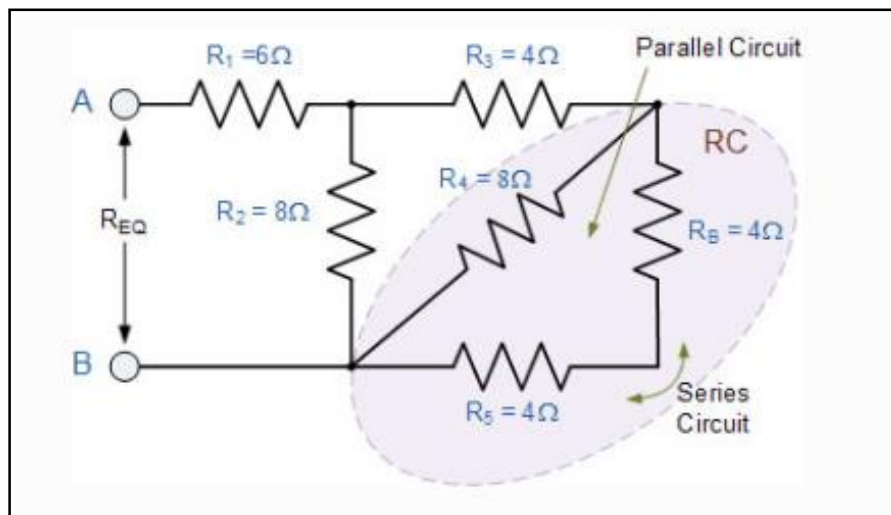




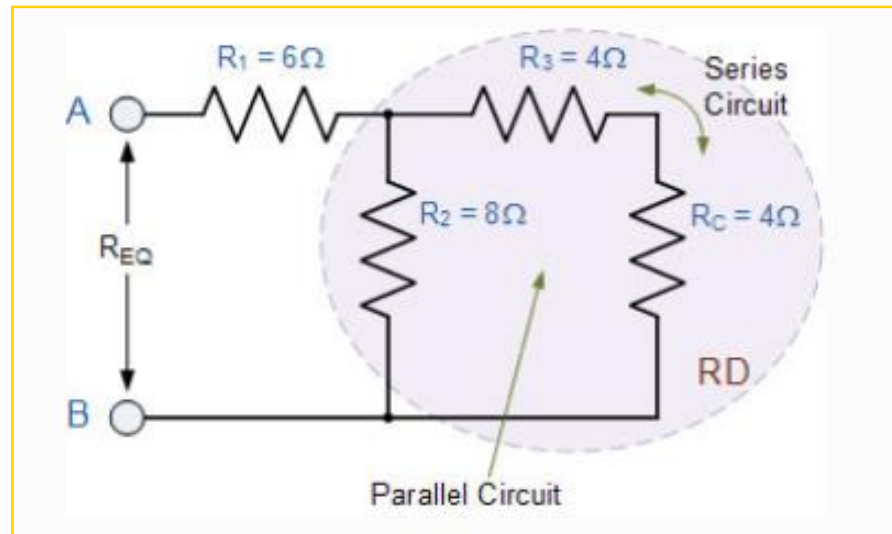
$$R_A = \frac{R_9 \times (R_8 + R_{10})}{R_9 + R_8 + R_{10}} = \frac{6 \times (10 + 2)}{6 + 10 + 2} = 4 \Omega$$



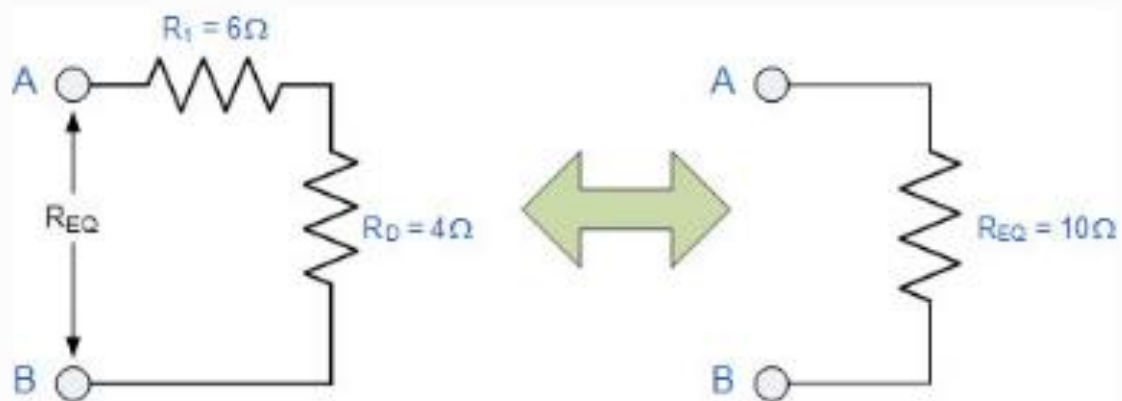
$$R_B = \frac{R_6 \times (R_A + R_7)}{R_6 + R_A + R_7} = \frac{6 \times (4 + 8)}{6 + 4 + 8} = 4 \Omega$$



$$R_C = \frac{R_4 \times (R_B + R_5)}{R_4 + R_B + R_5} = \frac{8 \times (4 + 4)}{8 + 4 + 4} = 4\Omega$$

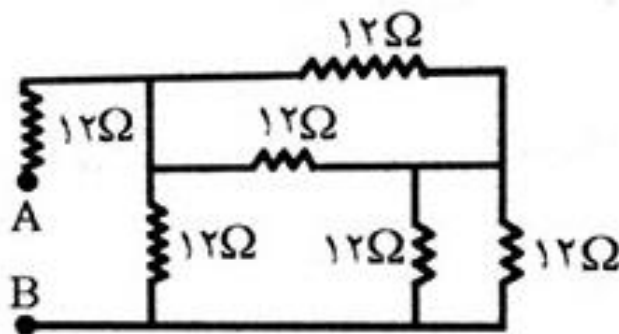


$$R_D = \frac{R_2 \times (R_C + R_3)}{R_2 + R_C + R_3} = \frac{8 \times (4 + 4)}{8 + 4 + 4} = 4\Omega$$



تمرین

تمرین ۲: در هر یک از مدارهای زیر مقاومت معادل بین دو نقطه ی A و B را بدست آورید.



تمرین

تمرین ۳ : در مدار زیر مقاومت معادل بین دو نقطه M و N برابر $R/2$ است. R چند اهم است؟

