

اهداف آموزشی :

1. تطبیقات
2. قوانین کرشهوف
3. اتصال مقاومت ها
4. مقناطیس
5. مقناطیس و ساحه مقناطیسی
6. قوه مقناطیسی بالای یک هادی حامل جریان
7. مومنت بالای یک کوایل جریان دار،

مثال 1: یک بتری با قوه محرکه $12V$ و مقاومت داخلی $0,5\Omega$ به یک مقاومت $23,5\Omega$ وصل است. شدت جریان عبوری را محاسبه کنید.

$$\varepsilon = 12v, r = 0,5\Omega, R = 23,5\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R} = \frac{12v}{0,5\Omega + 23,5\Omega} = 0,5A$$

۲- قوانین کرشهوف

قوانین کرشهف (Kirchhoff's Laws)

در علم فیزیک، مخصوصاً در بخش سرکتهای برقی، دو قانون بسیار مهم وجود دارد که به نام قوانین کرشهف یاد می‌شوند. این قوانین به ما کمک می‌کنند تا مقدار جریان برق و ولتاژ را در سرکتهای پیچیده به درستی محاسبه کنیم.

1 قانون اول کرشهف (قانون جریان یا قانون گره‌ها)

این قانون بیان می‌دارد که:

«مجموع جریان‌های واردشونده به هر گره در سرکت، برابر است با مجموع جریان‌های خارج‌شونده از آن گره.»

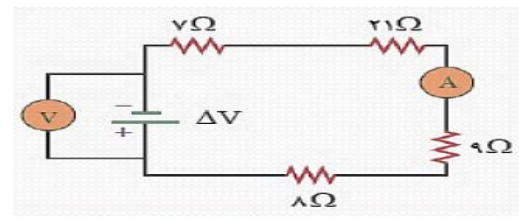
به عبارت دیگر، در یک نقطه از سرکت برقی هیچ جریانی گم یا ایجاد نمی‌شود، بلکه مقدار جریان ورودی و خروجی همیشه برابر است. این قانون بر اصل بقای بار برق استوار است.

فرمول آن

$$\sum I_{in} = \sum I_{out}$$

۱- تطبیقات

مثال: اگر آمپر متر در سرکت شکل ذیل مقدار $0,2A$ را بخواند، عددی که ولت متر نشان می‌دهد چه قدر است؟



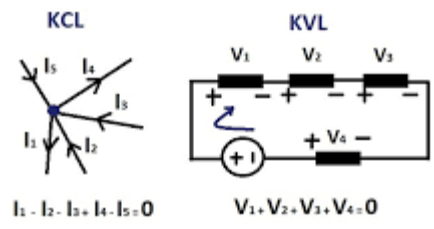
حل: ابتدا مقاومت معادل سرکت را به دست می‌آوریم:

$$R_T = 7\Omega + 21\Omega + 9\Omega + 8\Omega = 45\Omega$$

عددی که ولت متر نشان می‌دهد در واقع ولتاژ دو سر بتری است که از رابطه $\Delta V = RI$ به دست می‌آید پس داریم :

$$\Delta V = (45\Omega)(0,2A) = 9V$$

یا



قوانین کیرشهف



$$\sum I_{\text{ورودی}} = \sum I_{\text{خروجی}}$$

قانون دوم کیرشهف (قانون ولتاژ یا قانون حلقه‌ها):

این قانون می‌گوید: در هر حلقه بسته از سرکت، مجموع جبری تمام ولتاژها (اختلاف پتانسیل‌ها) برابر با صفر است یعنی اگر در یک مسیر بسته حرکت کنیم، افزایش‌ها و کاهش‌های ولتاژ در طول مسیر باید در مجموع صفر شوند. این قانون بر اصل بقای انرژی استوار است

فرمول آن

$$\sum \Delta v = 0$$

3- اتصال مقاومت ها.

نوع مقاومت‌ها (Resistors)

مقاومت‌ها را می‌توان به دو دسته‌ی کلی تقسیم کرد

1- (Series Resistors) الف) مقاومت‌های مسلسل

وقتی مقاومت‌ها پشت‌سرهم در یک مسیر قرار گیرند، به آن‌ها سری می‌گویند.

ویژگی‌ها

- جریان برق در همه‌ی مقاومت‌ها یکسان است.
- ولتاژ بین آن‌ها تقسیم می‌شود.
- مقاومت کل برابر است با مجموع مقاومت‌ها:

Kirchhoff's Current Law (KCL)
قوانین کیرشهف - قسمت اول (KCL)

KIRCHHOFF'S CURRENT LAW

Gustav Robert Kirchhoff
1824 - 1907

$i_A + i_B = i_C + i_D$

نتیجه‌گیری:

قوانین کیرشهف ابزار بسیار مهمی برای تحلیل سرکت‌های برقی هستند، مخصوصاً وقتی سرکت شامل چندین مقاومت، منبع برق و شاخه‌های مختلف باشد. با استفاده از این دو قانون، می‌توان مقدار جریان‌ها و ولتاژها را در تمام بخش‌های یک سرکت به‌صورت دقیق به‌دست آورد

مقاومت معادل در سرکت های مسلسل

$$\Delta V_1 + \Delta V_2 + \Delta V_3 = (R_1 + R_2 + R_3)I$$

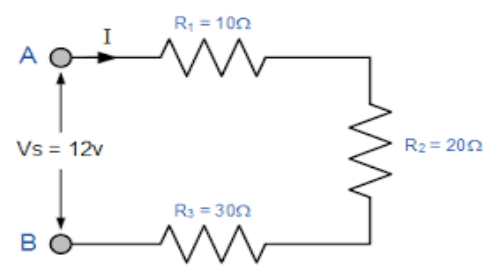
$$\Delta V = (R_1 + R_2 + R_3)I \quad , \quad \Delta V = R_T I$$

$$R_T I = (R_1 + R_2 + R_3)I$$

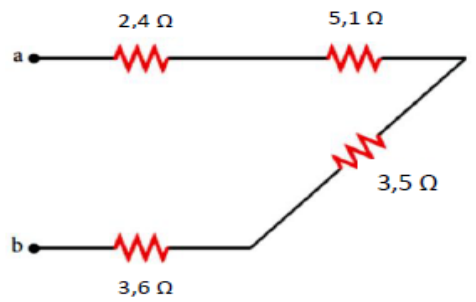
$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

در این صورت R_T را مقاومت معادل R_1 ، R_2 و R_3 می نامیم. اگر بیش از سه مقاومت به طور مسلسل به یکدیگر وصل شده باشند، مقاومت معادل با تحلیلی مشابه آن چه بیان شد از رابطه ی ذیل به دست می آید:

مقاومت معادل $R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$



مثال: شکل ذیل بخشی از یک سرکت برقی را نشان می دهد. مقاومت بین دو نقطه ی a و b چند اهم است؟



حل: همه ی مقاومت ها بین دو نقطه ی a و b به طور مسلسل به یکدیگر وصل شده اند. پس مقاومت معادل بین این دو نقطه برابر است با :

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

$$R_T = (2,4\Omega) + (5,1\Omega) + (3,5\Omega) + (3,6\Omega) = 14,6\Omega$$

2- مقاومت های موازی (Parallel Resistors)

وقتی دو یا چند مقاومت را طوری وصل کنیم که دو سر همه ی آنها به هم وصل باشد، یعنی هر مقاومت ولتاژ یکسانی داشته باشد، آنها را به طور موازی بسته ایم.

- در این نوع اتصال:
- ولتاژ دو سر همه مقاومت ها برابر است.
- یعنی:

$${}_3V = {}_2V = {}_1V = V$$

- اما جریان بین آنها تقسیم می شود:

$${}_3I + {}_2I + {}_1I = I$$

فرمول بسته کاری مقاومت های مواز

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

مثال 2: چهار مقاومت 150Ω و 200Ω , 300Ω , 600Ω طور موازی به همدیگر وصل هستند. مقاومت معادل آن‌ها را محاسبه کنید.

$$R_1 = 600\Omega, R_2 = 300\Omega, R_3 = 200\Omega, R_4 = 150\Omega$$

$$R_T = ?$$

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

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{600} + \frac{1}{300} + \frac{1}{200} + \frac{1}{150}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1+2+3+4}{600} = \frac{1}{60} \rightarrow R_T = 60\Omega$$

4: مقناطیس

تعریف:

مقناطیس خاصیتی است که بعضی از اجسام به وسیله آن می‌توانند اجسام فلزی مانند آهن، نیکل و کبالت را جذب کنند. به جسمی که این خاصیت را داشته باشد مقناطیس یا آهن‌ریا گفته می‌شود.

انواع مقناطیس:

1: مقناطیس طبیعی:

به سنگ‌هایی گفته می‌شود که به طور طبیعی خاصیت جذب آهن را دارند، مانند سنگ لودستون.

2: مقناطیس مصنوعی:

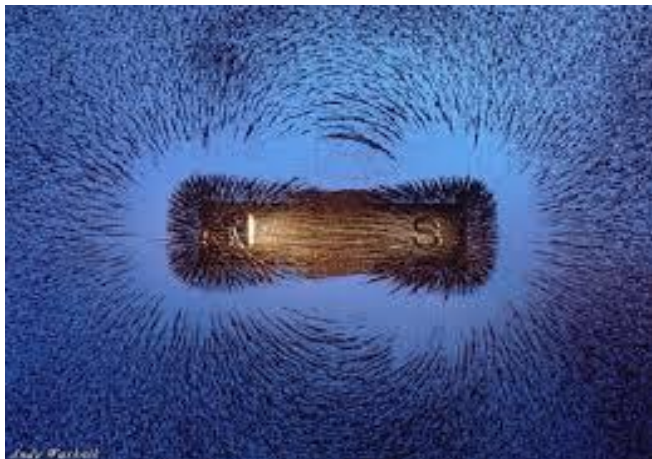
این نوع مقناطیس توسط انسان ساخته می‌شود.

مثلاً اگر یک میله آهنی را در میدان مقناطیسی قرار دهیم یا آن را با آهن‌ریا مالش دهیم، خودش نیز مقناطیس می‌شود.

⚡ قطب‌های مقناطیس:

هر مقناطیس دارای دو قطب است:

- قطب شمالی (N)
- قطب جنوبی (S)



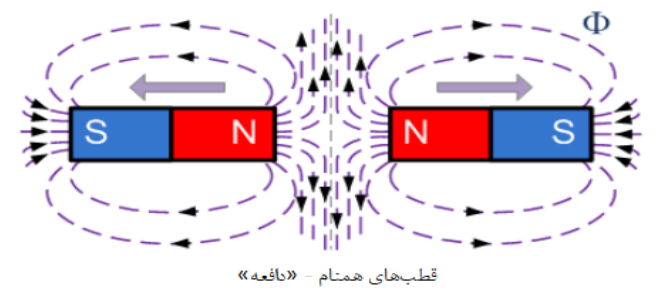
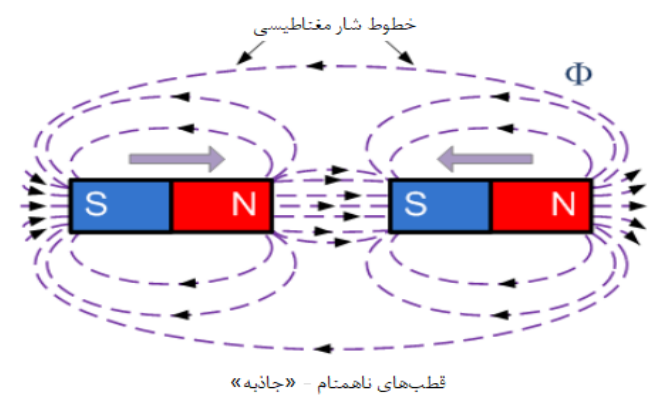
ویژگی‌های مهم:

- دو قطب همنام همدیگر را دفع می‌کنند.
- دو قطب غیرهمنام همدیگر را جذب می‌کنند.
- اگر یک مقناطیس را دو نیم کنیم، هر نیمه دوباره دارای دو قطب شمال و جنوب می‌باشد.

به عبارت دیگر، اگر در اطراف مقناطیس یک جسم فلزی قرار دهیم، در این ناحیه نیروی جذب یا دفع بر آن وارد می شود.

ویژگی های مهم آن:

1. جهت خطوط از قطب شمال (N) به قطب جنوب (S) رسم می شود.
2. خطوط هرگز همدیگر را قطع نمی کنند.
3. هرچه خطوط به هم نزدیک تر باشند، شدت میدان مقناطیسی بیشتر است.
4. در داخل مقناطیس، جهت خطوط از جنوب به شمال می باشد.



کاربردهای مقناطیس و ساحة مقناطیسی:

- در کمپاس (قطب نما) برای تعیین جهت شمال و جنوب.
- در موتورهای برقی برای تولید حرکت.
- در جنریتورها (برق سازها) برای تولید برق.
- در بلندگوها، میکروفون ها، درب یخچال ها، ساعت ها و کارت های بانکی.

5: مقناطیس و ساحة مقناطیسی

مفهوم مقناطیس: (Magnetism)

مقناطیس خاصیتی است که بعضی از مواد مانند آهن، نیکل و کبالت به وسیله آن می توانند اجسام فلزی دیگر را جذب نمایند.

به جسمی که دارای این خاصیت باشد مقناطیس یا آهن ربا (Magnet) گفته می شود.

خاصیت مقناطیسی یکی از پدیده های مهم طبیعی است که در وسایل برقی، ماشین ها و وسایل روزمره کاربرد زیاد دارد.

ساحة مقناطیسی: (Magnetic Field)

ساحة مقناطیسی ناحیه ای در اطراف یک مقناطیس است که در آن اثر نیروی مقناطیسی احساس می شود.

6: قوه مقناطیسی بالای یک هادی حامل جریان

موضوع: قوه مقناطیسی بالای یک هادی حامل جریان

وقتی یک سیم یا هادی حامل جریان برقی در داخل ساحة مقناطیسی قرار داده شود، بر آن قوه ای مقناطیسی وارد می شود. این قوه سبب می شود که سیم یا هادی حرکت کند یا تغییر جهت دهد.

تعریف:

قوه مقناطیسی، قوه ای است که بر یک هادی حامل جریان در داخل ساحة مقناطیسی تأثیر می کند و باعث حرکت آن می گردد.

تشریح پدیده:

وقتی جریان برقی از میان سیم عبور می کند، اطراف آن ساحةً مقناطیسی به وجود می آید. اگر این سیم در یک ساحةً مقناطیسی خارجی (مانند میدان آهن ربا) قرار گیرد، دو ساحةً مقناطیسی (یکی مربوط به سیم و دیگری مربوط به آهن ربا) با هم برهم تأثیر می کنند. نتیجه این برهم تأثیر، ایجاد قوهً مقناطیسی بر سیم است

◆ جهت قوهً مقناطیسی:

جهت قوه به وسیله قاعده دست چپ فلمینگ (Fleming's Left-Hand Rule) معلوم می شود:

- انگشت اول (اشاره): جهت ساحةً مقناطیسی (از شمال به جنوب)
- انگشت دوم (وسط): جهت جریان برقی در سیم
- انگشت شست: جهت قوه یا حرکت سیم را نشان می دهد

⚙ فرمول قوهً مقناطیسی:

که در آن:

- F: قوهً مقناطیسی (نیوتن)
- B: شدت ساحةً مقناطیسی (تسلا)
- I: اجریان برقی (امپیر)
- L: طول سیم در داخل ساحةً مقناطیسی (متر)

$$F_m = B \cdot I \cdot l$$

مثال

سیمی که دارای طول 36m است جریان، 22Amp را از طرف شرق به طرف غرب انتقال می دهد. هر گاه بالای سیم، قوهً مقناطیسی به سبب ساحةً مقناطیسی زمین به طرف پایین (به طرف زمین) و دارای مقدار $4.0 \times 10^{-2} N$ باشد. در آن صورت مقدار ساحةً مقناطیسی و جهت آن را دریافت نمایید.

حل

کمیات داده شده: $l = 36m, I = 22 Amp, F_m = 4.0 \times 10^{-2} N$

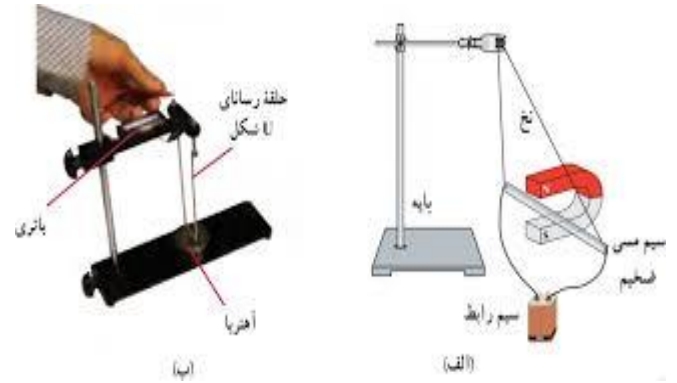
کمیت مجهول $B = ?$

معادله‌ی را می‌نوسیم که بالای یک هادی حامل جریان برقی از طرف ساحةً مقناطیسی عمودی، قوهً مقناطیسی را بیان می نماید:

$$F_m = B I l \dots \dots \dots (3)$$

$$B = \frac{F_m}{I l}$$

$$B = \frac{4.0 \times 10^{-2} N}{(22 Amp)(36m)} = 5.0 \times 10^{-5} T$$



● 6:- مومنت بالای یک کوایل جریان دار

تعریف:

وقتی یک کوایل (یا حلقه سیمی) که از آن جریان برقی عبور می کند در داخل یک ساحةً مقناطیسی قرار داده شود، بر آن قوه‌های مقناطیسی وارد می شوند. این قوه‌ها باعث می شوند که کوایل دور محور خود بگردد.

به این اثر، مومنت مقناطیسی بر یک کوایل جریان دار گفته می شود چگونه ایجاد مومنت:

فرض کنید یک کوایل مستطیلی در بین دو قطب آهن ربا (قطب شمال و جنوب) قرار دارد. وقتی جریان از کوایل بگذرد:

- در یک طرف کوایل، قوه به طرف بالا وارد می شود.
- در طرف مقابل، قوه به طرف پایین وارد می شود.

این دو قوه در جهت مخالف هم عمل کرده و باعث می‌شوند که کوایل بچرخد. این چرخش نتیجه ایجاد مومنت (Torque) است.

فرمول مومنت:



$$\tau = B I A \sin(\theta)$$

که در آن:

- τ : مومنت (نیوتن‌متر)
- B : شدت ساحهٔ مقناطیسی (تسلا)
- I : جریان برقی در کوایل (امپیر)
- A : مساحت کوایل (متر مربع)
- θ : زاویه بین عمود بر سطح کوایل و خطهای ساحهٔ مقناطیسی

مثال:

یک کوایل مستطیل شکل دارای ابعاد $5.40\text{cm} \times 8.50\text{cm}$ و 25 حلقه بوده و جریان 15.0m amp را انتقال می‌دهد. کوایل در بین ساحهٔ مقناطیسی 0.350T که با مستوی کوایل موازی است گذاشته شده است. مقدار تورک عامل را بالای حلقه محاسبه نمایید.

حل: چون \vec{B} بالای I و A عمود است پس داریم که:

$$\begin{aligned} \tau &= N I A B = (25)(15.0 \times 10^{-3} \text{ A})(0.0540\text{m})(0.0850\text{m})(0.350\text{T}) \\ &= 6.02 \times 10^{-4} \text{ N.m} \end{aligned}$$

در این جا، N تعداد حلقه‌های کوایل است.

