

جریان الکتریکی

جریان الکتریکی در واقع همان حرکت بارهای الکتریکی است.

انرژی الکتریکی نسبت به سایر انرژی های دیگر مزایای دارد:

- ۱- این انرژی به آسانی به انرژی های دیگر مانند گرما، انرژی مکانیکی، صوت و نور تبدیل می شود.
- ۲- انرژی الکتریکی را به سهولت می توان قطع یا برقرار کرد.

انواع جریان الکتریسیته:

در وسایل برقی دو نوع جریان الکتریسیته مورد استفاده قرار می گیرد.

۱- **جریان مستقیم (D.C):**

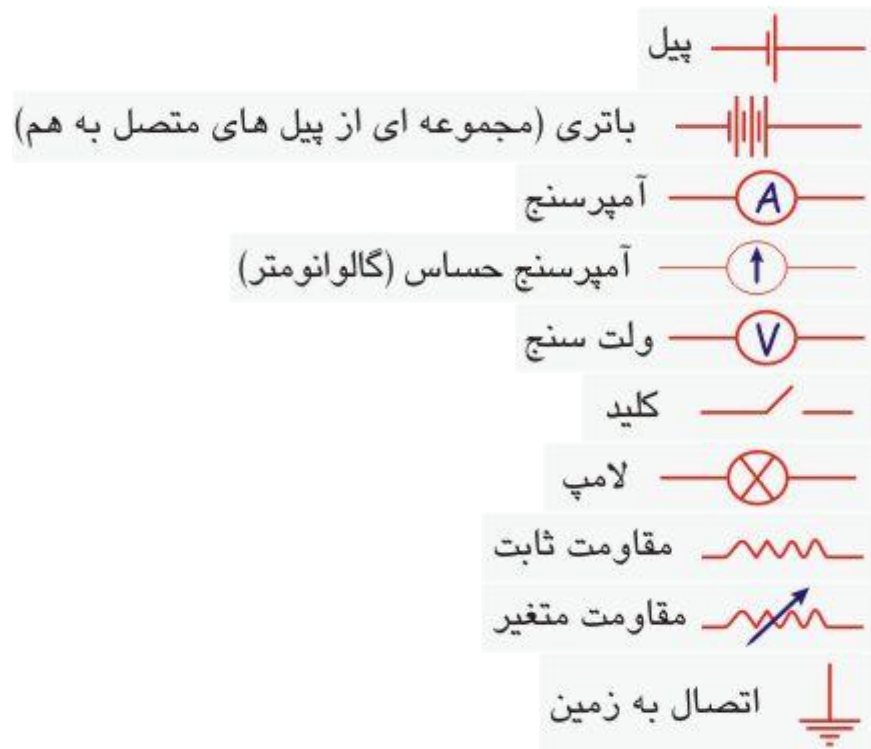
جریان مستقیم همیشه در یک جهت حرکت می کند.

۲- **جریان متناوب (A.C):**

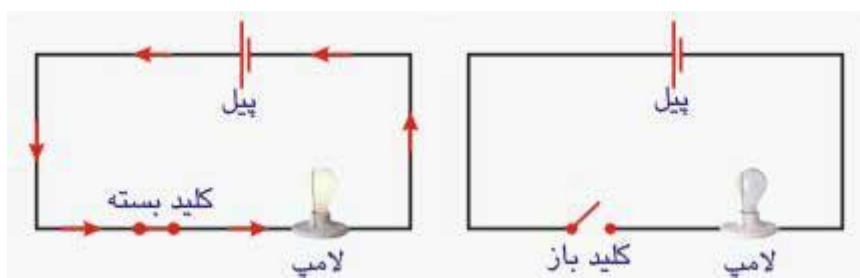
جهت جریان متناوب در هر ثانیه بارها تغییر می کند.

برای آنکه جریان الکتریکی برقرار بماند، باره یک مسیر بسته نیاز دارد، تا در آن شارش کند. مسیری که بارها در آن حرکت می کنند. «مدار الکتریکی» نامیده می شود.

توجه: برای نمایش قطعه های متداولی که در مدارهای الکتریکی به کار می روند، از نمادهای ویژه ای استفاده می شود.



هر مدار الکتریکی ساده، شامل یک مولد، لامپ، کلید و سیم های رابط است. هرگاه در مدار کلید بسته شود جریان الکتریکی برقرار می شود و لامپ روشن می شود.



سیم های مخصوص سیم پیچی از دو قسمت درست شده اند. يك قسمت، رشته های باریکی هستند که در داخل قرار دارند و قسمت دیگر روکش آن است قسمت مرکزی از يك نوع فلز(معمولا مس) تشکیل شده است و قسمت خارجی آن پلاستیکی است.

به موادی که جریان برق را از خود عبور می دهند رسانا می گویند. تمام فلزات از جمله مس رسانا هستند.

در مواد رسانا تعداد بی شماری الکترون آزاد وجود دارد. این الکترونها با جابه جا شدن در داخل رسانا، باعث جابه جایی بارالکتریکی از داخل رسانا می شوند.

به موادی که جریان برق را از خود عبور نمی دهند، نارسانا می گویند. روکش پلاستیکی سیم و بیش تر غیر فلزات نارسانا هستند، در اجسام نارسانا به تعدادی کافی الکترون آزاد برای جابه جایی وجود ندارد، در نتیجه وقتی به يك جسم نارسانا الکترون اضافه یا کاسته می شود جسم دارای بارالکتریکی می شود و بارالکتریکی در همان محل، ساکن باقی می ماند و جابه جا نمی شود.

اختلاف پتانسیل الکتریکی:

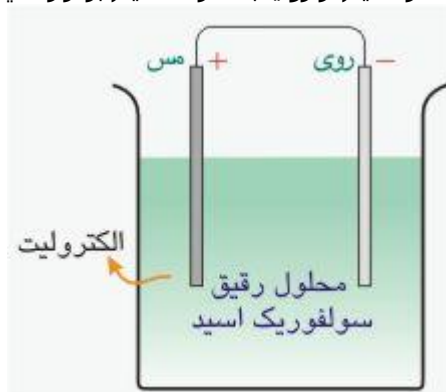
در يك مدار الکتریکی، در صورتی که مدار به درستی بسته شده باشد؛ جریان الکتریکی به وجود می آید و لامپ روشن می شود. برای به وجود آمدن جریان الکتریکی وجود قوه یا باتری ضروری است.

به قوه و باتری مولد جریان الکتریکی گفته می شود. در يك مولد صورتی از انرژی به انرژی الکتریکی تبدیل می شود. مولدها انواع متفاوتی دارند:

۱- پیل شیمیایی:

در پیل های شیمیایی، انرژی حاصل از يك واکنش شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می شود. هر پیل ساده از دو میله غیر هم جنس رسانا تشکیل یافته که در محدوده ای از اسید یا باز یا نمک که به آن الکترولیت می گویند فرو برده شده است.

يك پیل ساده از دو تیغه رسانا (الکترودهای) متفاوت مس و روی ساخته شده است که در درون آن محلول رقیق سولفوریک اسید قرار دارد. وقتی دو تیغه بایک رشته سیم به هم متصل شوند روی در اسید حل می شود و جریان الکترون ها در سیم از روی به طرف سیم برقرار می شود.



تیغه ی روی را که دارای بار منفی است قطب منفی یا الکتروده منفی و تیغه مس را که بارالکتریکی مثبت است قطب مثبت یا الکتروده مثبت می نامند.

۲- پیل خشک:

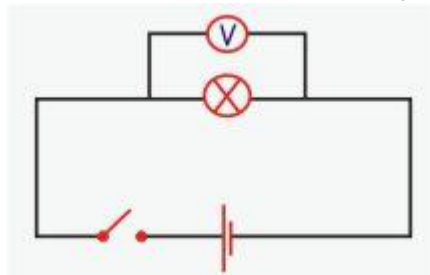
پیل هایی که در چراغ قوه مورد استفاده قرار می گیرند، پیل خشک می نامند. طرف محتوی الکترولیت از روی ساخته شده است که خود قطب منفی پیل را تشکیل می دهد. قطب

مثبت آن میله ای از جنس کربن است. الکترولیت آن خمیری از آمونیوم کلرید (نشادر) و یک ماده زلاتینی است. برای جلوگیری از خشک شدن خمیر قسمت بالایی پیل را با یک ورقه فیبر توسط قیر کاملاً مسدود می کنند.

هر مولد جریان الکتریکی دارای یک مشخصه به نام ولتاژ یا اختلاف پتانسیل الکتریکی است. اختلاف پتانسیل الکتریکی، عامل ایجاد جریان الکتریکی در مدار است. یعنی برای ایجاد جریان در یک مدار، باید توسط یک مولد، بین دو سر مدار، اختلاف پتانسیل برقرار کنیم، جریان الکتریکی همواره از جسمی که پتانسیل الکتریکی بیش تری دارد به جسمی که پتانسیل کمتری دارد می باشد.

اختلاف پتانسیل الکتریکی را با علامت V نشان می دهند و واحد آن ولت (V) است. اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه را با وسیله ای به نام "ولت سنج" اندازه می گیریم. ولت سنج همواره در مدار به شکل موازی با بقیه اجزای مدار قرار می گیرد.

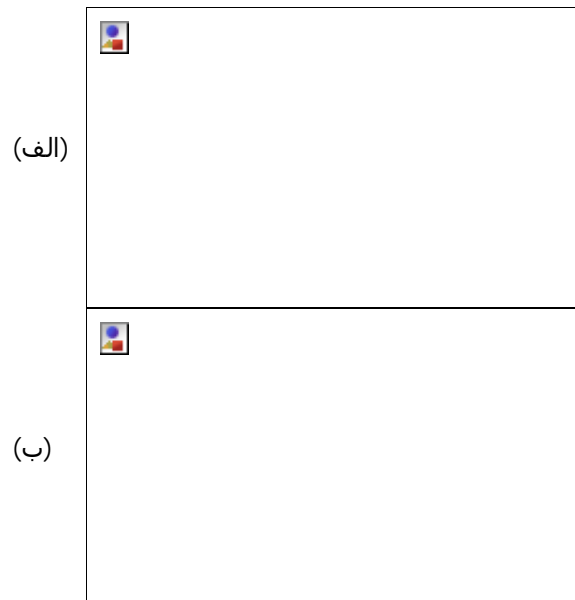
نکته: اختلاف پتانسیل بین پایانه های قوه ی معمولی برابر $1/5$ ولت، باتری ماشین های معمولی 12 ولت و کامیون ها 24 ولت یا بیش تر است.



شدت جریان الکتریکی:

در شکل مقابل سیم رسانایی نشان داده شده است. در قسمت "الف" وقتی در دو سر رسانا اختلاف پتانسیل وجود ندارد الکترونهای آزادی که در مدت زمان مشخصی از مقطع AA' از راست به چپ در حرکت اند با الکترونهای آزادی که در همان زمان از همان مقطع از چپ به راست در حرکت اند برابری یعنی به طور متوسط بار خالصی که از مقطع AA' یا هر مقطع عرضی دیگر رسانا می گذرد، در یک مدت زمان مشخص برابر صفر است.

هنگامی که دوسر رسانا را به باتری وصل می کنیم، بین دو سر آن اختلاف پتانسیل الکتریکی اعمال می شود، مولد با صرف انرژی الکترونهای آزاد را وادار به حرکت می کند و می گوئیم جریان الکتریکی برقرار است. (شکل ب)



توجه: در مایعات و گازها یونهای مثبت و منفی و الکترونها اما در رساناهای فلزی تنها الکترونهای آزاد می توانند شارش کنند.

نکته: نسبت بار الکتریکی شارش شده از هر مقطع مدار به زمان شارش بار، یعنی آهنگ شارش بارالکتریکی را شدت جریان الکتریکی می گویند.

شدت جریان الکتریکی را با نماد I نشان می دهند و یکای آن آمپر است.

q = مقدار بار الکتریکی عبوری از مدار بر حسب کولن (C)

t = مدت زمان شارش بار الکتریکی بر حسب ثانیه (S)

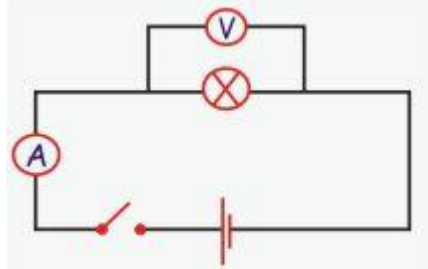
I = شدت جریان بر حسب آمپر

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

توجه: تجربه نشان می دهد که اگر ولتاژ مولد جریان الکتریکی در یک مدار افزایش یابد، مقدار جریان الکتریکی در مدار به همان نسبت افزایش می یابد.

نکته ۱: شدت جریان هر مدار با وسیله ای به نام آمپرسنج بر حسب یکای آمپر اندازه گیری می شود.

نکته ۲: آمپر سنج همیشه در مدار به شکل سری (متوالی) با بقیه اجزای مدار قرار می گیرد.



مقاومت الکتریکی:

وقتی جریان الکتریکی از یک رسانا - مانند رشته ی درون لامپ - می گذرد، مقداری از انرژی الکتریکی به انرژی گرمایی تبدیل شده و باعث گرم شدن لامپ می شود.

وقتی در یک رسانا را به مولد وصل می کنیم، اختلاف پتانسیل الکتریکی مولد، باعث می شود که الکترونهای آزاد، در مدار حرکت می کنند. در واقع مولد به الکترونهای آزاد موجود در رسانا انرژی می دهد. با تبدیل انرژی پتانسیل به انرژی جنبشی (حرکتی) الکترونها در رسانا به حرکت در می آیند الکترونها ضمن حرکت در رسانا با ذره های سازنده ی آن برخورد کرده و در نتیجه رسانا گرم می شود. این عمل مرتباً تکرار می شود یعنی مولد به الکترونها انرژی می دهد و انرژی الکترونها در برخورد با ذره های مرتعش رسانا به گرما تبدیل می شود.

به همین دلیل بعد از مدتی که از مولد استفاده می شود، انرژی آن تمام خواهد شد.

مقاومت رسانا در مقابل حرکت الکترونها را "**مقاومت الکتریکی**" رسانا می گویند.

عوامل موثر در مقاومت الکتریکی رساناهای فلزی:

مقاومت یک رسانای فلزی در دمای ثابت به عوامل زیر بستگی دارد:

۱- طول رسانا:

هر چه طول سیم بلند تر باشد مقاومت الکتریکی آن بیش تر است. به عبارت دیگر مقاومت الکتریکی با طول سیم رابطه مستقیم دارد. طول سیم را با L نمایش می دهند و یکای اندازه گیری آن متر است.

۲- سطح مقطع رسانا:

مقاومت الکتریکی سیم های نازک بیش تر از سیم های کلفت است. به عبارت دیگر مقاومت الکتریکی با سطح مقطع سیم رابطه عکس دارد. سطح مقطع سیم را با A نمایش می دهند و یکای اندازه گیری آن مترمربع (m^2) است.

۳- جنس رسانا (مقاومت ویژه):

مقاومت ویژه ی پاره ای از رساناها مانند نقره و مس کم و پاره ای دیگر مانند تنگستن و آهن نسبتاً زیاد است.

مقاومت ویژه را با ρ نمایش می دهند و یکای اندازه گیری آن اهم متر ($\Omega.m$) است.

با توجه به مطالب گفته شده، مقاومت یک رسانا از رابطه ی زیر به دست می آید.

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

R مقاومت الکتریکی است و بر حسب "**اهم**" اندازه گیری می شود.

واحد مقاومت به افتخار خدمات علمي (گئورك زمون اهم) نامگذاري شده است و نماد آن Ω (امگا) مي باشد.

مقاومت الكتريكي رسانا را با وسيله اي به نام "**اهم متر**" اندازه مي گيرند. اگر اين وسيله، همراه با ولت سنج و آمپر سنج يك دستگاه را تشكيل دهند آوومتر "AVO metre" ناميده مي شود. (A براي اندازه گيري آمپر، V براي ولت و Ω براي اهم است)

قانون اهم:

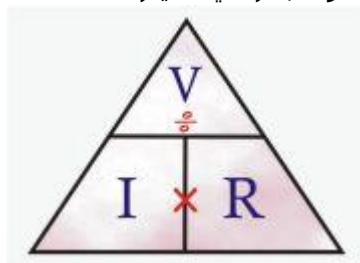
آزمایش ها نشان مي دهد که هر چه مقدار مقاومت الكتريكي يك مدار بيش تر باشد، شدت جريان الكتريكي در آن مدار كم تر است. از اين رو مي توان نتيجه گرفت که در يك مدار الكتريكي بين شدت جريان مدار، ولتاژ و مقاومت الكتريكي رابطه ي زير وجود دارد.

$$\text{ولتاژ (بر حسب ولت)} = \text{مقاومت الكتريكي (اهم)} \times \text{شدت جريان (بر حسب آمپر)}$$

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

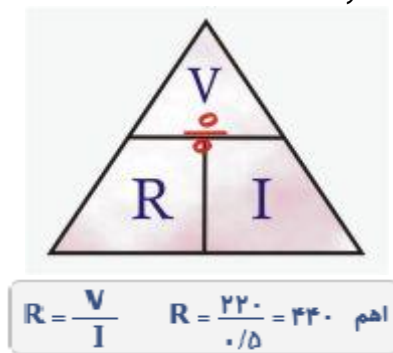
مثلث اهم:

قانون اهم را مي توان در مثلث مقابل قرار دارد. بنا بر اين دست خود را بر روي كميت مورد نظر قرار مي دهيم و عمليات رياضي باقيمانده را انجام مي دهيم.



توجه: مقاومت الكتريكي يك رسانا با تغيير دما تغيير مي كند. در رساناهاي فلزي افزايش دما سبب افزايش مقاومت ويژه در نتيجه افزايش مقاومت رسانا مي شود.

مثال: به دو سر يك لامپ اختلاف پتانسيل ۲۲۰ ولت وصل است. اگر شدت جريان در لامپ برابر ۰/۵ آمپر باشد مقاومت الكتريكي لامپ چند اهم است؟



اتصال پيل ها:

۱- اتصال سري همسو:

اگر قطب مثبت هر پيل به قطب منفي مجاورش متصل شود اتصال را سري همسو مي نامند و جهت جريان هايي که پيل ها به مدار می فرستند همسو است.



مثال: اگر در يك مدار به جاي يك فوه ۱/۵ ولتي از دو قوه ۱/۵ ولتي که به طور سري به هم وصل شده اند استفاده كنيم، در مجموع اختلاف پتانسيل قوه ها برابر ۳ ولت مي شود.



مجموع نیروی محرکه پیل های متصل به هم = نیروی محرکه پیل معادل

توجه: در صورتیکه یک یا چند پیل در خلاف جهت سایر پیل ها قرار داشته باشند، نیروی محرکه آن ها را از بقیه کم می کنیم.

۲- اتصال موازی همسو: در این اتصال قطب های همنام پیل ها دوه به هم وصل شده اند و ولتاژ دو سر همه پیل ها مساوی است.

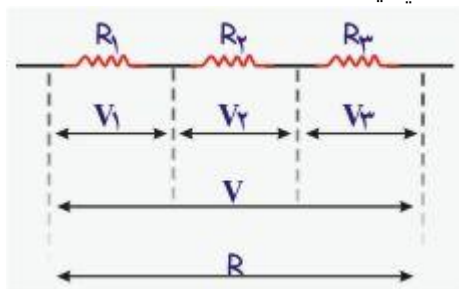


نیروی محرکه یکی از پیل ها = نیروی محرکه پیل معادل اتصال موازی همسو

به هم بستن مقاومت ها:

۱- مقاومت های متوالی:

اگر چند مقاومت مانند R_1 ، R_2 و R_3 یکی به دنبال دیگری بسته شود به طوریکه از همه آن ها شدت جریان I بگذرد، می گوئیم که مقاومت ها به طور متوالی به هم بسته شده اند، در این صورت مقاومت معادل از مجموع این مقاومت ها به دست می آید.

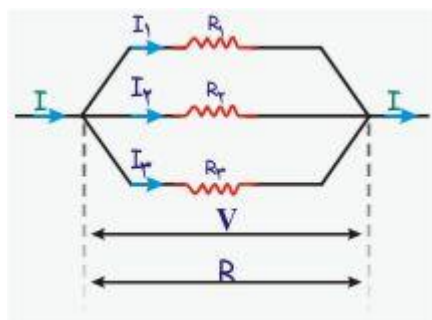


$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

در مقاوت های سری شدت جریان در طول مسیر یکسان است. پس $I_1 = I_2 = I_3$ اما ولتاژ معادل برابر است با: $V = V_1 + V_2 + V_3$

۲- مقاومت های موازی:

مقاومت ها را در صورتی موازی می گویند که هر یک از آنها بین دو نقطه از یک مدار بسته شود. اختلاف پتانسیل دو سر همه مقاومت های موازی یکی است ولی جریان کل مدار بین آنها تقسیم می شود.

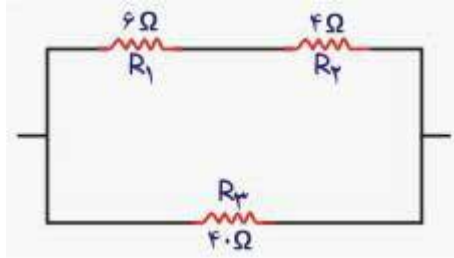


مقاومت معادل از رابطه ی زیر به دست می آید:

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

اختلاف پتانسیل دو سر همه مقاومت های موازی یکسان است پس $V_1 = V_2 = V_3$ در مقاومت های موازی جریان بین مقاومت ها تقسیم می شود پس $I = I_1 + I_2 + I_3$

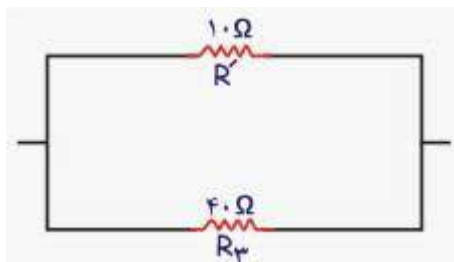
مثال: در شکل مقابل، قسمتی از یک مدار نشان داده شده است. مقاومت معادل آن چند اهم است؟



پاسخ: مقاومت های 6 و 4 اهمی به طور سری به یکدیگر متصل شده اند پس مقاومت معادل آن ها برابر است با:

$$R' = R_1 + R_2 = 6 + 4 = 10 \Omega$$

مقاومت 10 اهمی (R') و مقاومت 40 اهمی به طور موازی با یکدیگر بسته شده اند بنابراین مقاومت معادل آنها برابر است با:

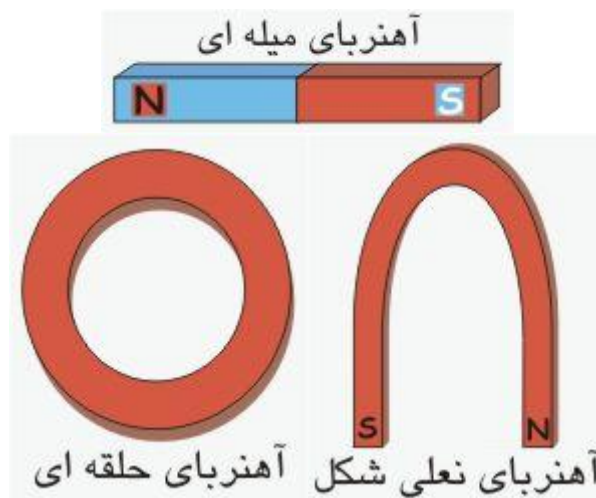


$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R'} + \frac{1}{R_3} \rightarrow \frac{1}{R} = \frac{1}{10} + \frac{1}{40} = \frac{4+1}{40} = \frac{5}{40}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{5}{40} \rightarrow R = \frac{40}{5} = 8 \Omega$$

آهنربا:

یونانیان باستان بیش از ۲۵۰۰ سال پیش با پدیده ی آهن ربا آشنا بودند، تالس که اغلب از او به عنوان پدر علم یونان یاد می شود، ماده ی کانی مگنتیت (Fe_3O_4) را که آهن می ربايد می شناخت، ماده ی دارای چنین ویژگی را آهن ربا می گویند. مشهور است که این ماده برای نخستین بار در محلی به نام "مگنزی" در آسیای صغیر (ترکیه ی امروز) مشاهده است. خاصیت آهنربایی در آهن، نیکل، کبالت و پاره ای از ترکیبات و آلیاژهای آن ها نیز وجود دارد. آهن ربا را با توجه به نوع کاربردی که دارند، به شکل های مختلف (میله ای، نعلی شکل، تیغه ای و...) می سازند.



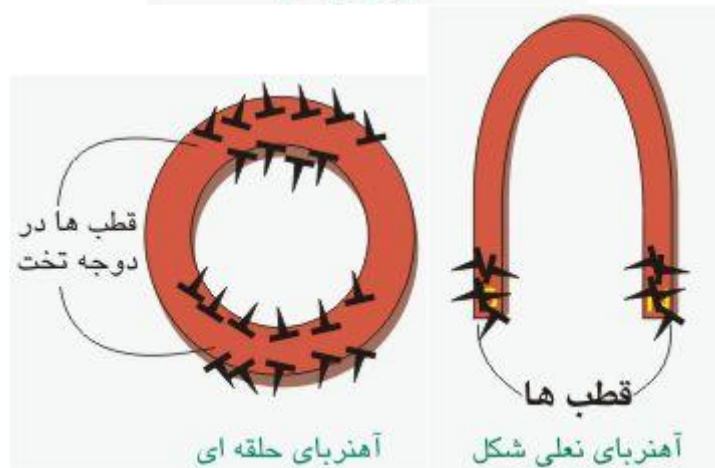
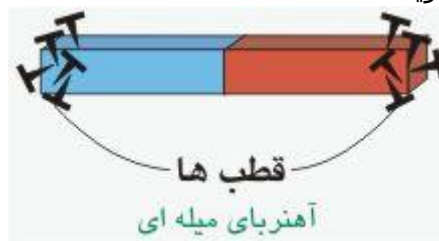
آهنربای حلقه ای

آهنربای نعلی شکل



قطب های آهنربا:

یک آهنربا به هر شکلی که ساخته شده باشد، دارای دو قطب است. اگر یک آهنربا را درون ظرفی پر از میخ های کوچک یا براده های آهن فرو ببرید و سپس بیرون بیاورید مشاهده خواهید کرد که رابیش و تراکم براده های آهن در دو ناحیه آهنربا بیش از جاهای دیگر است. به ناحیه هایی از آهن ربا که براده های بیشتری را جذب می کند و خاصیت آهنربایی در آن نواحی بیش تر است، قطب های آهنربا می گویند.



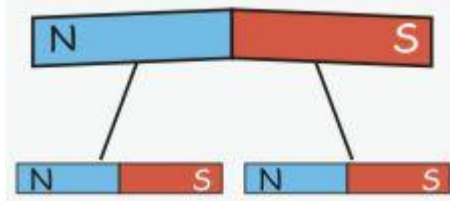
توجه: در آهنربای نعلی شکل، یکی از شاخه ها قطب N و شاخه ی دیگر قطب S است. در آهنربای حلقه ای معمولا دو سمت بالا و پایین آهنربا قطب ها را تشکیل می دهند.

اگر آهنربا را دور از چیزهای آهنی، آزادانه بیاوریم همیشه در راستای شمال - جنوب جغرافیایی محل آزمایش قرار می گیرد، از این رو قطب های آهن ربا را به قطب N یا شمال یاب و قطب S جنوب یاب نامگذاری کرده اند.

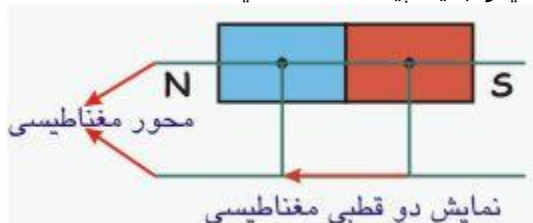
یکی از ویژگی های جالب آهن ربا این است که اگر آهن ربایی را به دو یا چند قطعه بشکنیم، هر قطعه نیز خود یک آهن ربا با دو قطب S,N است آزمایش ها نشان داده است که هر قدر این عمل شکستن را

ادامه بدهیم، بازهم قطعه های حاصل دارای دو قطب S,N خواهد بود. پس می توان نتیجه گرفت که قطب N از قطب S جدا شدنی نیست و کوچکترین ذره های تشکیل دهنده ی آهن رباها (یعنی اتم ها یا مولکول ها) نیز آهنربا هستند و دو قطب S,N دارند.

این آهنرباهای کوچک را دو قطبی مغناطیسی می نامند زیرا هر یک همواره دو قطب S,N دارند.



خطی را که دو قطب یک دو قطبی مغناطیسی را به هم وصل می کند. محور مغناطیسی آن می نامند. یک دو قطبی مغناطیسی را با یک پیکان نشان می دهند.



موادی را که اتم ها یا مولکول های سازنده آن ها خاصیت مغناطیسی دارند، مواد مغناطیسی می نامند. نحوه ی سمت گیری دو قطبی های مغناطیسی کوچک در مواد مغناطیسی مختلف، متفاوت است، به همین دلیل از لحاظ ویژگی های مغناطیسی با هم تفاوت دارند.

مواد پارامغناطیس:

دو قطبی های مغناطیسی در یک ماده ی پارامغناطیسی دارای سمت گیری مشخص و منظمی نیستند و در جهت های کاتوره ای قرار دارند. در نتیجه این مواد خاصیت مغناطیسی ندارند. اگر آن ها را درون یک میدان مغناطیسی (مثلا نزدیک آهنربا) قرار دهیم دو قطبی های کوچک مانند عقربه های مغناطیسی در نزدیکی آهنربا رفتار می کنند و در راستای خطوط میدان منظم می شوند. هر چه میدان مغناطیسی قوی تر باشد، خاصیت مغناطیسی ماده بیش تر می شود.

اگر آهنربا را از این مواد دور کنیم، دو قطبی های مغناطیسی دوباره به سرعت به وضعیت کاتوره ای قبلی بر می گردند.

منگنز، پلاتین، آلومینیوم، اکسیژن، اکسیدازت، فلزات قلیایی و قلیایی خاکی از جمله مواد پارامغناطیسی هستند.

مواد فرو مغناطیس:

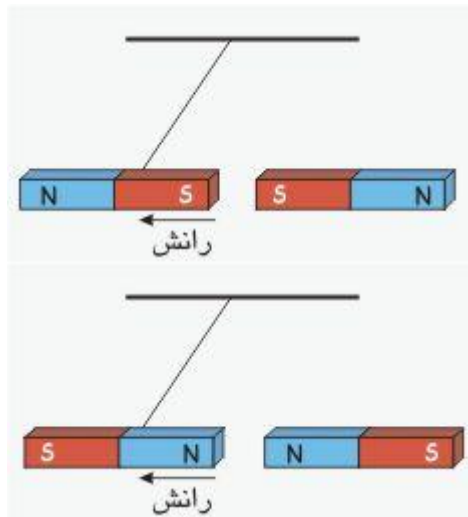
در بعضی از مواد دو قطبی های مغناطیسی کوچک به طور طبیعی تمایل دارند با یکدیگر هم خط شوند. این مواد را فرو مغناطیس می نامند. در برخی از مواد فرومغناطیس مانند آهن، کبالت و نیکل در صورتی که خالص باشند، با قرار گرفتن در یک میدان مغناطیسی به سهولت آهنربا می شوند و به راحتی نیز خاصیت آهنربایی خود را از دست می دهند. به این مواد، "فرو مغناطیس نرم" گفته می شود.

مواد فرومغناطیس نرم با حذف میدان مغناطیسی خارجی خاصیت آهنربایی خود را از دست می دهند و به همین دلیل برای ساختن آهنرباهای الکتریکی (آهنرباهای غیر دائم) مناسب هستند.

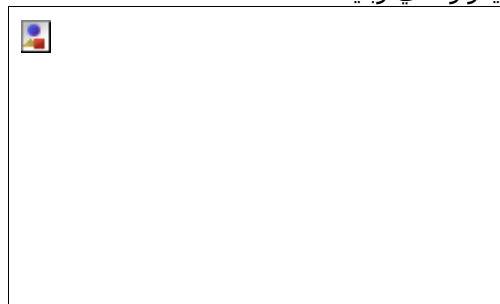
برخی دیگر از مواد مانند فولاد (آهن به اضافه دو درصد کربن)، آلیاژهای دیگری از آهن، کبالت و نیکل به سختی آهنربا می شوند به این مواد فرومغناطیس سخت می گویند. این گونه مواد، پس از برداشتن میدان مغناطیسی خارجی، ماده فرو مغناطیس سخت، خاصیت آهنربایی خود را حفظ می کنند، به همین دلیل این مواد برای ساختن آهنربای دائمی مناسب هستند.

اثر قطب های آهنربا:

قطب های همنام (N,N – S,S) یکدیگر را می رانند.



قطب هاي ناهمنام (N,S) يكدیگر را مي ربايند.



ساخت آهن ربا:

آهنربا معمولا به سه روش مالش، القا و الكتریكي ساخته مي شود.

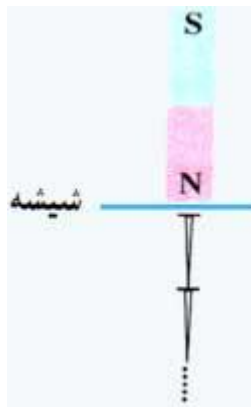
(۱) مالش:

اگر میله فولادي را مطابق شكل به وسیله يك آهنربا مالش دهیم میله خاصیت مغناطیسی پیدا کرده و آهنربا می شود. در این روش قطبی که در انتهای مسیر، مالش به وجود می آید مخالف قطب مالش دهنده است.



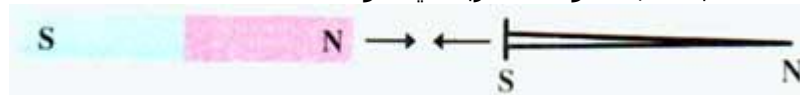
(۲) القای مغناطیسی:

اگر يك سر آهنرباي میله ای را به چند میخ آهنی كوچك نزدیک کنیم مشاهده می شود که میخ ها جذب آهن ربا شده و هر يك میخ می تواند میخ دیگری را جذب می کند. در واقع میخ اولی توسط آهن ربا به يك آهنربا تبدیل شده که توانسته است میخ دومی را جذب کند. به همین ترتیب میخ های بعدی نیز آهنربا شده اند. به این ترتیب يك زنجیر مغناطیسی ساخته شده است. اگر آهنرباي قویتری داشته باشیم می توانیم زنجیر بلندتری بسازیم.



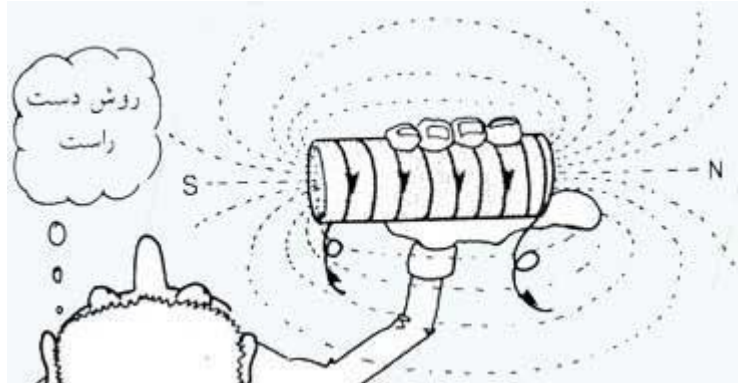
ایجاد خاصیت مغناطیسی در یک آهن توسط یک آهن ربا بدون تماس با آن، را القای مغناطیسی می نامند.

آهن ربا ابتدا سنجاق یا یک ماده ی مغناطیسی را طوری به آهن ربا تبدیل می کند که قطب های ناهمنام آهن ربا و سنجاق در مجاورت یکدیگر واقع شوند، در این حالت نیروی جاذبه مغناطیسی بین قطب های ناهمنام، باعث جذب سنجاق توسط آهن ربا می شود.



۲) روش الکتریکی:

برای آن که یک آهنربای الکتریکی بسازیم، کافی است یک قطعه آهن را در داخل یک سیملوله که از چندین دور تشکیل شده قرار داده و جریان مستقیمی به مدت چند ثانیه از آن بگذرانیم، قطب آهنربایی که ایجاد می شود به جهت جریان از سیملوله بستگی دارد. اگر سیم پیچ را طوری دست خود بگیریم که چهار انگشت پیچیده شده در جهت جریان قرار گیرد، انگشت شست، قطب N را نشان می دهد.

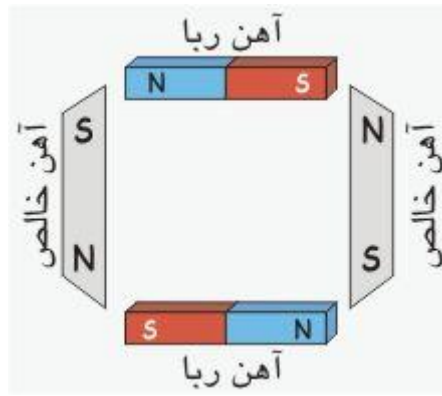


نوانایی آهنرباهای الکتریکی به سه عامل بستگی دارد:

- ۱) شمار دورهای سیملوله هر چه عده دورهای سیملوله بیشتر باشد، آهنربای الکتریکی قویتر خواهد بود.
- ۲) جریانی که از سیملوله می گذرد هر چه شدت جریان عبوری از سیملوله بیش تر باشد، آهن ربا الکتریکی قویتر خواهد بود.
- ۳) شکل هسته سیملوله

نکته: مهم ترین عواملی که خاصیت آهنربایی را ضعیف می کنند، گرما و ضربه هستند برای جلوگیری از ضعیف شدن آهنربا، باید:

- ۱- از وارد شدن ضربه به آن جلوگیری شود.
 - ۲- از قرار دادن آن در محل گرم خودداری کنیم.
 - ۳- آهنربا را به صورت دوتایی به نحوی که قطب N هر یک در مجاورت قطب S دیگری قرار داشته باشد، نگهداری کنیم یا آن ها را به یک جسم آهنی بچسبانیم.
- دو قطعه آهن نرم که در دو قطب آهنربا قرار می گیرند، بنا به خاصیت القا آهنربا می شوند.



آدرس لينك صفحه : www.olympiademi.ir/Sub-file/physic/3/f9/physic-3-f9.htm

اجرا و پشتيباني توسط مؤسسه فناوري اطلاعات كاشف