



کمپین حمایت از نهایی های امسال

جزوه خلاصه نکات طلایی



www.alefac.ir @arsalanfirooznia academyfirooznia





$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$	نیروی الکتریکی		فصل ۱ یازدهم
$E = \frac{F}{q} = k \frac{q}{r^2}$	میدان الکتریکی		
$W_E = Eqd \cos \theta$	کار میدان الکتریکی		
$\Delta U = -W_E$, $\Delta K = W_E$	تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی و انرژی جنبشی		
$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = Ed$	اختلاف پتانسیل الکتریکی		
$C = \frac{q}{V}$	ظرفیت خازن	خازن	
$C = k\epsilon \frac{A}{d}$			
$U = \frac{1}{2} qV = \frac{1}{2} qV' = \frac{q^2}{2\epsilon C}$	انرژی ذخیره شده در خازن		
$E = \frac{V}{d}$	میدان الکتریکی خازن		
$E = \frac{q}{k\epsilon A}$			

$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{ne}{\Delta t}$	شدت جریان الکتریکی متوسط		فصل ۲ یازدهم
$R = \frac{V}{I}$	مقاومت الکتریکی		
$R = \rho \frac{L}{A}$			
$V = IR$	اختلاف پتانسیل		
$V = \mathcal{E} - Ir$			
$I = \frac{V}{R}$	جریان		
$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$			
$P = \frac{U}{t} = \frac{Vq}{t} = VI = RI^2 = \frac{V'^2}{R}$	توان		
$P = \mathcal{E}I$	توان تولیدی	توان مولد	
$P = rI^2$	توان تلفاتی		
$P = \mathcal{E}I - rI^2$	توان خروجی		
$R_T = R_1 + R_2 + R_3$	متوالی	مقاومت معادل	
$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$	موازی		

$F = qvB \sin \alpha$	وارد بر ذره باردار	نیروی مغناطیسی	فصل ۳ یازدهم
$F = ILB \sin \alpha$	وارد بر سیم حامل جریان		
$B = \frac{\mu_0 NI}{L}$	میدان مغناطیسی سیم‌لوله		
$\Phi = AB \cos \alpha$	شار مغناطیسی		
$\mathcal{E} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$	نیروی محرکه القایی		
$U = \frac{1}{2} LI^2$	انرژی ذخیره شده در القاگر		
$\Phi = AB \cos \omega t$	معادله شار	جریان متناوب	
$i = I_{\max} \sin \omega t$	معادله جریان		





ترازوی پیمایش گزلی :

ترازوی بیجی کولن. در یک سر یک میله نارسای سبک افقی یک گوی باردار مثبت کوچک و در سر دیگر آن، یک قرص قرار دارد و میله از وسط توسط یک رشته سیم کنسان و نازک آویخته شده است. یک گوی با بار منفی از حفره‌ای به داخل استوانه نیننه‌ای برده می‌شود. درجه‌هایی بر سطح استوانه حک شده است که زاویه چرخش میله را نشان می‌دهد. نیروی مؤثر بین این بارها از اندازه‌گیری زاویه چرخش تا رسیدن به حالت تعادل به دست می‌آید.



یک کره فلزی بدون بار الکتریکی را که روی پایه‌ی نارسایی قرار دارد، به آونگ الکتریکی باردار نزدیک می‌کنیم. با ذکر دلیل توضیح دهید که چه اتفاقی می‌افتد.

با نزدیک کردن کره‌ی فلزی به بار مثبت، به الکترون‌ها به سمت چپ می‌روند و به این ترتیب سمت چپ کره دارای بار منفی و سمت راست آن دارای بار مثبت می‌شود. به این ترتیب آونگ الکتریکی جذب کره‌ی رسانا شده

بادکنک باردار شکل زیر را به آب نزدیک کرده‌ایم. توضیح دهید چرا آب به جای اینکه به طور قائم فرو می‌ریزد، خمیده می‌شود؟



هنگامیکه بار یکی از آب از کنار بادکنک عبور می‌کند مولکول‌های دو قطبی آب پرفیده و سمت مثبت مولکول‌ها به طرف بادکنک باردار (که چون از جنس لاستیک است بار آن منفی خواهد بود) قرار می‌گیرد و به این ترتیب بار یکی از آب جذب بادکنک می‌شود و بطور منحنی پایین می‌ریزد

با توجه به شکل زیر توضیح دهید چرا یک میله‌ی باردار، خرده‌های کاغذ را می‌رباید؟



با نزدیک کردن یک میله‌ی باردار به خرده‌های کاغذ، مولکول‌های کاغذ قطبیده می‌شوند یعنی بارهای مثبت و منفی آنها از هم جدا شده و به این ترتیب به دلیل کمتر بودن فاصله‌ی بارهای میله‌ی مثبت با قطب منفی دو قطبی‌های تولید شده، نیروی جاذبه قوی‌تر از نیروی دافعه خواهد شد و خرده‌های کاغذ جذب میله‌ی باردار می‌شوند.

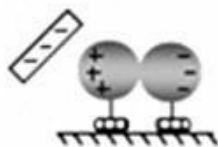
آزمایشی طراحی کنید که بتوان به وسیله‌ی آن نیروی جاذبه‌ی کولنی را تجربه کرد.

شانه‌ی پلاستیکی را به موی سر مالش داده و به مقداری کاغذ پاره نزدیک می‌کنیم. پاره‌های کاغذ جذب شانه می‌شود.

با دو بادکنک، نخ خشک و بارچه پشمی آزمایشی بیان کنید که نشان دهد بارهای الکتریکی هم نام یکدیگر را دفع می‌کنند

دو بادکنک را باد کرده و نزدیک یک دیگر از سقف آویزان می‌کنیم. با پارچه‌ی پشمی هر کدام را جداگانه مالش می‌دهیم تا باردار شوند. چون دارای بار هم نام مشاهده می‌شود که همدیگر را دفع می‌کنند.

با طراحی آزمایشی، در جسم توسط روش القا بارهای متفاوت ولی هم اندازه ایجاد کنید



یک میله با بار منفی را نزدیک دو کره‌ی رسانا که در تماس می‌باشند، می‌بریم. کره‌ی اول دارای بار مثبت و دومی دارای بار منفی می‌گردد. سپس، دو کره را از هم جدا و بعد میله را دور می‌کنیم. بارها در سطح خارجی دو کره به طور یکنواخت توزیع می‌شوند.

آزمایشی طراحی کنید که بتوان در دو کره‌ی رسانای مشابه بارهای هم اندازه و هم نام ایجاد کرد.

تیغه‌ی باردار را به یک کره تماس می‌دهیم تا باردار شود. کره را باردار را به کره‌ی دیگر تماس می‌دهیم تا دو کره دارای بار هم نام شوند.





❖ **میدان الکتریکی:** نیروی وارد بر یکای بار الکتریکی مثبت را در هر نقطه، میدان الکتریکی در آن نقطه می‌نامیم. خاصیتی است اطراف بار الکتریکی که به ذرات بار دار دیگر که در آن غضا قرار می‌گیرند نیرو وارد می‌کند

❖ **ویژگی‌های خطوط میدان**

- (1) خطوط میدان از بار مثبت به بار منفی می‌باشد
 - (2) تراکم خطوط میدان نشان دهنده شدت میدان است.
 - (3) خطوط میدان یکدیگر را قطع نمی‌کند.
 - (4) بردار میدان در هر نقطه خطی مماس بر خطوط میدان و هم جهت با آن است.
- ❖ **جرا خطوط میدان یکدیگر را قطع نمی‌کنند.** زیرا در هر نقطه از غضا فقط یک جهت برای بردار میدان وجود دارد و اگر خطوط هم را قطع کنند بیش از یک جهت برای بردار میدان پیدا می‌شود

❖ **اصل برهم نهی میدان الکتریکی:** میدان در هر نقطه برابند میدان هابست که هر کدام از ذرات دیگر در آن نقطه ایجاد می‌کنند

❖ **دو قطبی الکتریکی:** دو بار هم اندازه اما با علامت‌های مخالف که در فاصله‌ای مشخصی از هم ثابت شده‌اند را گویند

میدان الکتریکی یکنواخت: میدان الکتریکی است که بین دو صفحه‌ای رسانای مشابه و موازی ایجاد می‌شود و قطب‌های میدان

الکتریکی با یکدیگر موازی و هم فاصله هستند. میدان الکتریکی در همه‌ی نقاط بزرگی یکسان دارد.

❖ **چگالی سطحی بار الکتریکی:** بار الکتریکی موجود در واحد سطح جسم را چگالی سطحی بار الکتریکی می‌نامند.

رسانای منزوی: رسانایی است که توسط عایقی از محیط اطراف خود جدا شده است

❖ میدان الکتریکی با **مقدار بار** (رابطه مستقیم و با **مجهز فاصله** رابطه عکس دارد.

❖ میدان الکتریکی کمیتی است **برجاری** و هم جهت با **نیروی وارد بر بار مثبت**

❖ خط‌های میدان در هر نقطه **هم جهت** با بردار میدان در آن نقطه اند

❖ نیوتون بر کولن واحد **میدان الکتریکی** و معادل **ولت بر متر** است

❖ اگر به **جسم لارسان** بار الکتریکی بدهیم، بار الکتریکی در محل داده شده باقی مانده و روی جسم جابه‌جا نمی‌شود.

❖ **جسم رسانا** الکترون آزاد بسیار زیادی دارد، بنابراین اگر به آن بار الکتریکی بدهیم، تمام بار الکتریکی داده شده، به **سطح خارجی**

جسم رفته و در آن جا توزیع می‌شود

❖ میدان الکتریکی به سطح رسانا **عمود** است

❖ بار در **سطح خارجی** یک رسانای منزوی توزیع می‌شود و زمانی که جسم رسانا درون میدان الکتریکی قرار گیرد میدان داخل جسم

صفر خواهد بود.

❖ فضا با قفس فارادی بر اساس **آزمایش فاراده** است و نشان می‌دهد

بار در **سطح خارجی جسم رسانا** پخش می‌شود

❖ **چگونه شخصی که در ماشین و یا هواپیما است از آذرخش در امان است**

اتومبیلی درست مثل یک قفس فاراده، عمل می‌کند. بنابراین، اگر آذرخشی به اتومبیلی اصابت کند، بار روی سطح



خارجی بدنه اتومبیل، باقی می‌ماند.

❖ چگالی سطحی در نقاط مختلف یک کره رسانا متقارن **یکسان** و اگر شکل متقارن نباشد

چگالی سطحی در **نقاط نوک تیز** بیشتر از بقیه نقاط است.

❖ پیام‌های عصبی به صورت سیگنال در بدن منتقل می‌شود و این سیگنال‌ها در واقع **جریان‌های الکتریکی** است و ماصل از **کنش**

الکتروشمیایی در سلول‌های عصبی است. عمل مغز اساساً بر مبنای **کنش و فعالیت‌های الکتریکی** است.

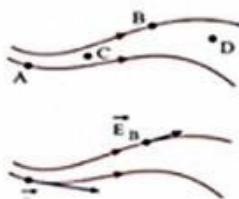
❖ در شکل مقابل خطوط میدان الکتریکی رسم شده‌اند.

الف) بردارهای میدان الکتریکی را در نقاط **A** و **B** رسم کنید.

ب) در مورد اندازه میدان الکتریکی در نقاط **C** و **D** چه می‌توان گفت؟

در نقطه **C** میدان الکتریکی از نقطه **D** بزرگتر است زیرا تراکم خطوط

در **C** بیشتر از **D** است.





❖ آزمایشی طراحی کنید که خطوط میدان الکتریکی را نشان دهد

دو سر سیم را به قطب های مولد وصل کرده سر دیگر سیم ها را به اکثرود های گرد وصل کرده و کف ظرف پلاستیکی قرار می دهیم روی آن روغن ریخته و سپس بذ چمن را روی آن می ریزیم می بینیم که بذ ها در راستای خطوط میدان قرار می گیرند و خطوط میدان را نشان می دهند

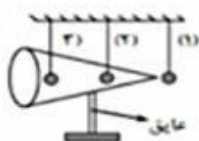


❖ آزمایشی طراحی کنید که خطوط میدان الکتریکی یکنواخت را نشان دهد

سیم های متصل به مولد را به اکثرود های بلند تر وصل می کنیم و در کف ظرف موازی هم قرار می دهیم روی آنها روغن می ریزیم و روی آن بذ چمن را می پاشیم بذ ها روی خطوط میدان یکنواخت که مابین آنها تشکیل می شود قرار می گیرند

❖ آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد چگالی سطحی در نقاط نوک نیز اجسام رسانا بیشتر است

جسم رسانایی مطابق شکل زیر را باردار کرده و پند آهنگ هم بار با آن را در نقاط مختلف آن می آویزیم؛ مشاهده می شود آهنگی که در نزدیکی نقاط نوک تیز قرار دارد؛ بیشتر منمرف می شود یعنی چگالی سطحی آن نقطه بیشتر است. و یا نقاط مختلف مخروط باردار را به الکتروسکوپ فلزی نزدیک می کنیم می بینیم که نقاط نوک تیز ورقه های الکتروسکوپ را بیشتر منمرف می کند



❖ آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد بار بر روی سطح خارجی جسم رسانا متمرکز می شود

(بار الکتریکی در جسم رسانای باردار در داخل جسم باقی نمی ماند و به سطح خارجی آن می رود) یک قوطی فلزی درب دار را روی سطح عایق قرار داده یک آهنگ باردار را توسط یک نخ عایق داخل قوطی درب بسته قرار می دهیم طوری که با ته قوطی در تماس باشد. حالا اگر آهنگ را خارج کنیم و به الکتروسکوپ نزدیک کنیم می بینیم ورقه ها را



منمرف نمی کند پس یعنی بار الکتریکی ندارد. اما اگر قوطی فلزی را به الکتروسکوپ نزدیک کنیم ورقه های الکتروسکوپ را منمرف می کند یعنی بارهای الکتریکی از آهنگ به قوطی منتقل شده و روی سطح خارجی آن قرار گرفته است

❖ **تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی:** برابر است با منفی کاری که میدان (نیزوی الکتریکی) در جابجایی بار q از نقطه اول به نقطه دوم انجام می دهد.

در جابجایی بار در یک میدان الکتریکی کاری که نیزوی خارجی روی بار انجام می دهد با کارمیدان برابر و قریبه آن است

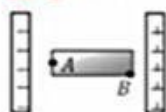
❖ **اختلاف پتانسیل الکتریکی:** برابر تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی یکای بار الکتریکی مثبت است وقتی یکای بار از نقطه اول به نقطه دوم می رود.

❖ جملات زیر درست است یا خبر؟

- ص اختلاف پتانسیل الکتریکی مستقل از نوع و اندازه بار الکتریکی است
- ع تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی مستقل از نوع و اندازه بار الکتریکی است.
- ص تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی به شدت میدان الکتریکی و جابه جایی ذره بستگی دارد.
- ع ولت بر متر معادل نیروی بر کولن نیست.
- ص در زمان آذرفش اگر در داخل ماشین باشیم آسیب نمی بینیم

❖ **یک باتری 12 ولتی داریم اگر پایانه منفی را به ولتاژ -4 ولت وصل کنیم پتانسیل پایانه مثبت آن چند ولت است؟** 8 ولت (یعنی پتانسیل پایانه مثبت 12 ولت نسبت به پایانه منفی بیشتر است پس پتانسیل پایانه مثبت 8 ولت می شود)

❖ **در شکل مقابل، یک قطعه ی رسانا بین صفحات خازنی قرار داشته و تعادل الکتریکی در آن ایجاد شده است در مورد**



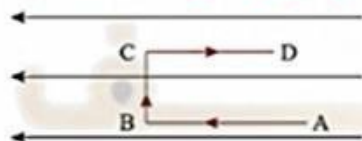
پتانسیل نقاط A و B و اندازه ی چگالی بار الکتریکی در نقاط A و B صحبت کنید

می توان گفت $\sigma_B > \sigma_A$, $V_B = V_A$



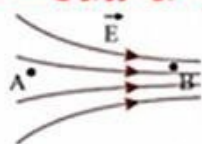


- ❖ **تعادل الکترو استاتیکی:** وقتی بین نقاط مختلف اختلاف پتانسیل صفر باشد الکترون ها از جایی به جایی منتقل نمی شوند و در جای خود ثابت هستند که به آن تعادل الکترو استاتیکی گویند
- ❖ اگر بار مثبت در میدان قرار گیرد جهت میدان و نیرو وارد بر آن **هم جهت هم** و اگر بار منفی در میدان قرار گیرد جهت میدان و نیرو وارد بر آن **عکس جهت هم** خواهند بود
- ❖ عامل شارش بار الکتریکی **اختلاف پتانسیل** است و **مولد** آن را در مدار ایجاد می کند
- ❖ اختلاف پتانسیل مستقل از **نوع و مقدار بار الکتریکی** است.
- ❖ بار مثبت از **پتانسیل بیشتر** به **پتانسیل کمتر** و بار منفی از **پتانسیل کمتر** به **پتانسیل بیشتر** حرکت می کند.
- ❖ هر گاه بار مثبت در جهت خطوط میدان حرکت کند پتانسیل الکتریکی آن **کاهش** و انرژی پتانسیل آن **کاهش** خواهد یافت.
- ❖ هر گاه بار مثبت در خلاف جهت خطوط میدان حرکت کند پتانسیل الکتریکی آن **افزایش** و انرژی پتانسیل آن **افزایش** خواهد یافت.
- ❖ هر گاه بار منفی در جهت خطوط میدان حرکت کند پتانسیل الکتریکی آن **کاهش** و انرژی پتانسیل آن **افزایش** خواهد یافت.
- ❖ هر گاه بار منفی در خلاف جهت خطوط میدان حرکت کند پتانسیل الکتریکی آن **افزایش** و انرژی پتانسیل آن **کاهش** خواهد یافت.
- ❖ تغییرات انرژی پتانسیل ذرات به نوع و مقدار بار **بستگی دارد** ولی افتتاف پتانسیل بین دو نقطه **مستقل از بار الکتریکی** است
- ❖ انرژی پتانسیل و پتانسیل الکتریکی **کمیت های نرده ای** هستند
- ❖ **ژول** بر کولن واحد **اختلاف پتانسیل الکتریکی** و معادل **ولت** است
- ❖ **ولت** کولن واحد **تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی** و معادل **ژول** است
- ❖ مطابق شکل، بار الکتریکی $-q$ را با سرعت ثابت در یک میدان الکتریکی یکنواخت از A تا D در مسیرهای نشان داده شده جابه جا می کنیم.



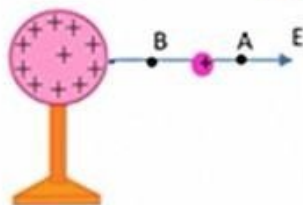
- الف) در کدام نقطه، پتانسیل الکتریکی بیشتر از سایر نقاط است؟
 - ب) در کدام مسیر، انرژی پتانسیل الکتریکی، بار افزایش می یابد؟
 - ج) در کدام مسیر، کاری که برای جابه جایی بار انجام می شود، صفر است؟
- پاسخ: الف) A (ب) B تا A (ج) C تا B

- ❖ در شکل مقابل اگر نیروی وارد بر بار نقطه ای $(-q)$ و انرژی پتانسیل آن را در نقطه A به ترتیب F_A و U_A و همین طور برای نقطه B، F_B و U_B بنامیم. کدام رابطه درست است؟



$$F = Eq \rightarrow F_B > F_A \quad V_A > V_B \rightarrow U_A < U_B \quad q < 0$$

- ❖ در شکل زیر ذره باردار مثبت و کوچکی را از حالت سکون، از نقطه A به سمت نقطه B می بریم. الف) در این جابه جایی، کار نیروی الکتریکی مثبت است یا منفی؟ ب) کاری که ما در این جابه جایی انجام می دهیم مثبت است یا منفی؟ پ) انرژی پتانسیل ذره باردار در این جابه جایی چگونه تغییر می کند؟ ت) پتانسیل نقطه های A و B را با هم مقایسه کنید.



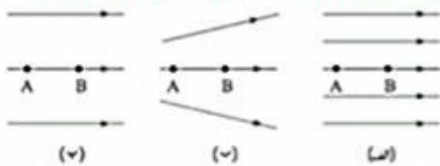
$$V_A < V_B \xrightarrow{q^+} u_A < u_B \rightarrow \Delta u > 0 \rightarrow w_{\text{میدان}} < 0 \rightarrow w_{\text{ما}} > 0$$

$$\Delta V > 0$$

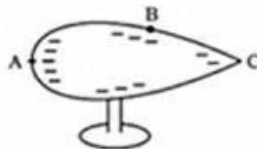




❖ شکل زیر سه آرایش خطوط میدان الکتریکی را نشان می‌دهد. در هر آرایش، یک پروتون از حالت سکون در نقطه A رها می‌شود. و سپس توسط میدان الکتریکی تا نقطه B شتاب می‌گیرد. نقطه‌های A و B در هر سه آرایش در فاصله‌های یکسانی از هم قرار دارند. در کدام شکل سرعت پروتون در نقطه B بیشتر است؟ توضیح دهید.



در شکل (الف) سرعت پرتون در نقطه B بیشتر خواهد بود چون میدان الکتریکی در شکل (الف) قوی‌تر از سایر شکل‌هاست و چون فاصله در هر سه یکسان است پس تغییرات اختلاف پتانسیل و تغییرات انرژی پتانسیل و تغییرات انرژی جنبشی و نیز سرعت در شکل الف نسبت به دیگران بیشتر است



❖ در رسانای مخروطی شکل مقابل بین نقاط A و B و C، چگالی سطحی بار، پتانسیل الکتریکی را مقایسه کنید.

چگالی سطحی نقاط نوک تیز بیشتر است بنابراین:

$$\sigma_C > \sigma_A > \sigma_B$$

در مورد پتانسیل الکتریکی نقاط باید گفت که تمام نقاط یک جسم رسانا دارای پتانسیل یکسان هستند زیرا بارها روی جسم ساکن هستند و حرکت نمی‌کنند و معنای آن این است که پتانسیل همه نقاط با هم برابرند:

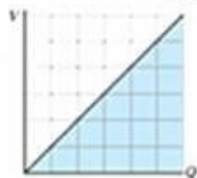
$$V_A = V_B = V_C$$

❖ **خازن:** به دو صفحه رسانا که در فاصله کمی از هم قرار دارند و می‌تواند در خود بار الکتریکی و انرژی الکتریکی ذخیره کند و هر زمان که لازم باشد در مدار تخلیه کند را خازن گویند

❖ **ظرفیت خازن:** برابر است با نسبت بار ذخیره شده (q) در خازن به اختلاف پتانسیل بین دو صفحه‌ی آن.

❖ **فروریزش:** اگر اختلاف پتانسیل دو سر خازن آن قدر زیاد باشد که بار الکتریکی خازن از مقدار معینی بیش تر شود. یک میدان الکتریکی بسیار قوی بین دو صفحه ایجاد می‌شود و باعث می‌شود دی‌الکتریک به طور موقت رسانا شود. در نتیجه، با ایجاد برق در دو صفحه، خازن تخلیه می‌شود و می‌سوزد. پدیده‌ی خروشگست باعث تخلیه ماهیت یا سوراخ شدن دی‌الکتریک جامد و سوختن خازن می‌شود.

❖ **پتانسیل فرو ریزش:** اختلاف پتانسیل 2 سر خازن در زمانی که خروارزش رخ می‌دهد را پتانسیل خروارزش گویند



نمودار ولتاژ بر حسب بار برای خازنی که توسط یک باتری باردار می‌شود

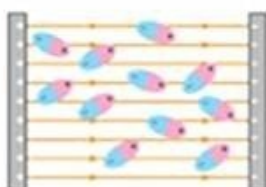
❖ **استقامت دی‌الکتریک:** قوی ترین میدان داخل خازن قبل از اینکه خروارزش رخ دهد را قدرت دی‌الکتریک

❖ **خازن ها چگونه پر می‌شود؟**

خازن خالی به مولد متصل می‌شود بار منفی از پتانسیل کمتر به بیشتر می‌رود در نتیجه صفحه متصل به قطب منفی، منفی شده و صفحه متصل به قطب مثبت، مثبت می‌شود.

❖ **دی‌الکتریک چگونه ظرفیت خازن را افزایش می‌دهد**

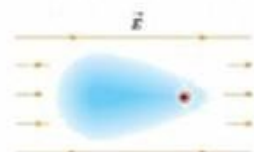
با قرار گرفتن دی‌الکتریک بین صفحات خازن و در میدان خازن سر مثبت مولکول های دو قطبی به طرف صفحه منفی و سر منفی به سمت صفحه مثبت می‌روند و نیز مولکول های دی‌الکتریک غیر قطبی در اثر القا قطبیده شده و ابر الکتریکی به سمت صفحه مثبت و مرکز بار های مثبت به سمت صفحه منفی قرار می‌گیرند که در اثر این اتفاق ظرفیت خازن افزایش می‌یابد



بدان حضور میدان الکتریکی، مولکول های قطبی می‌کنند خود را در جهت میدان الکتریکی خازن می‌چرخانند



الفا در نبود میدان الکتریکی، مولکول های قطبی نامنظم است

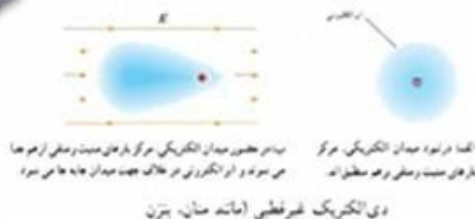


بدان حضور میدان الکتریکی، مرکز بارهای مثبت و منفی از هم جدا می‌شوند و در الکتریکی در خلاف جهت میدان جابه‌جا می‌شوند



الفا در نبود میدان الکتریکی، مرکز بارهای مثبت و منفی از هم جدا می‌شوند و در الکتریکی در خلاف جهت میدان جابه‌جا می‌شوند





❖ **اتم قطبیده:** در یک میدان الکتریکی، ابر الکترونی در خلاف جهت میدان و هسته در جهت میدان جابه‌جا می‌شوند. در نتیجه بارهای مثبت و منفی از هم جدا می‌شوند. در این حالت می‌گوییم اتم قطبیده شده است.

❖ عوامل موثر بر ظرفیت خازن **فاصله 2 صفحه خازن** و **مساحت صفحات** و **دی الکتریک** می‌باشد

❖ ظرفیت خازن به بار و اختلاف پتانسیل دو سر خازن بستگی ندارد

❖ اگر ولتاژ دو سر خازن را 3 برابر کنیم بار الکتریکی ذخیره شده نیز 3 برابر شده ولی ظرفیت ثابت می‌ماند

❖ دی الکتریک ها 2 نوع هستند **قطبی** و **غیر قطبی**

❖ خازن ها با دو عدد مقدار **ظرفیت** و **بیشینه اختلاف پتانسیل قابل تحملشان (پتانسیل فرو برش)** مشخص می‌شوند و روی هر خازن این دو عدد نوشته شده است

❖ اساس کار دستگاه رفع لرزش نامنظم قلب **انرژی ذخیره شده در خازن** است که در زمانی که قلب دچار نوسان و نامنظمی می‌شود با تخلیه این انرژی مجدد حرکت قلب را منظم می‌کند

❖ اساس کار کپوردها و مسگر کپسه هوا صفحات لمسی گوشی موبایل **تغییر ظرفیت خازن ها** می‌باشد. که در آنها فاصله بین صفحات خازن تغییر کرده و به این علت ظرفیت خازن تغییر می‌کند

❖ مولد ها انرژی را با **امپدانس کم** به مدار می‌دهند ولی خازن ها این تخلیه انرژی را با **امپدانس زیاد** انجام می‌دهند

❖ در فلش دوربین ها چون نور را در مدت کوتاه ولی به مقدار زیاد می‌خواهیم تولید کنیم لذا لازم است انرژی مورد نیاز از طریق انرژی ذخیره شده در خازن تامین می‌شود چون خازن ها انرژی ذخیره شده در خود را سریع تخلیه می‌کنند ولی مولد ها این کار را آرام تر انجام می‌دهند

❖ میکروفون خازنی است که بر اثر تغییر ظرفیت یک خازن تحت سیگنال الکتریکی ایجاد می‌کند

در میکروفون نیز بخاطر ارتعاشات صدا فاصله صفحات خازن تغییر کرده و ظرفیت خازن تغییر می‌کند و سیگنال های الکتریکی ایجاد می‌شود

❖ **خازنی با ظرفیت C و دی الکتریک هوا به اختلاف پتانسیل ثابتی وصل شده است. در این حالت فضای میان دو صفحه ی خازن را با دی الکتریکی به ضریب k پر می‌کنیم. جاهای خالی جدول را با کلمه‌های (کاهش، افزایش، ثابت) برای این خازن پر کنید:**

بار الکتریکی	میدان الکتریکی	انرژی ذخیره شده در خازن
افزایش	ثابت	افزایش

❖ **خازن تختی با دی الکتریک شیشه‌ای را به دو سر باتری متصل می‌کنیم و پس از شارژ شدن آن را از باتری جدا کرده و سپس دی الکتریک خازن را خارج می‌کنیم خانه‌های خالی جدول زیر را با عبارت‌های (افزایش، کاهش، ثابت) کامل کرده و در پاسخ برگ بنویسید.**

بار الکتریکی	اختلاف پتانسیل	انرژی خازن	ظرفیت خازن
الف:	ب:		پ:

الف) ثابت - زیرا طبق اصل پایستگی بار این بار Q ثابت می‌ماند.

ب) افزایش - زیرا بر اساس رابطه $C = k\epsilon_0 \frac{A}{d}$ با خارج کردن دی الکتریک ظرفیت خازن کاهش می‌یابد ولی چون مقدار بار Q ثابت مانده است طبق رابطه $Q = C \cdot V \Rightarrow V \uparrow$ باید افزایش یابد تا کاهش C جبران شده تسایر حفظ شود.

پ) کاهش - با خارج کردن دی الکتریک از بین صفحات خازن، ظرفیت آن کاهش می‌یابد.





❖ **قطب‌های آهنربا:** در آهنربا دو نامیه (SN) وجود دارد که خاصیت آهنربایی در آن‌ها، بیش‌تر از قسمت‌های دیگر است.

❖ **القای مغناطیسی:** ایجاد خاصیت مغناطیسی در مواد بدون تماس اگر آهن در یک میدان مغناطیسی مثلاً

آهنربا قرار گیرد. دارای خاصیت مغناطیسی شده و جذب آهنربا می‌شود.

❖ **چگونه قطب‌های یک آهنربا را نام معلوم را تشخیص دهیم**

روش اول: آهنربا را توسط یک نخ از مرکز ثقل اش (کرانی گاه) آویزان می‌کنیم تا شبیه یک قطب نما (عقربه ی مغناطیسی) عمل کند. در این صورت آن سر آهنربا که به سمت شمال قرار گرفته است، قطب N آهنربا است.

روش دوم: توسط آهنربایی با قطب‌های معلوم می‌توان N و S آهنربای نامعلوم را یافت. سری که دفع می‌شود هم نام با قطب آهنربای معلوم است.

❖ **یک قطعه آهن ربا و یک قطعه آهن داریم. چگونه آن‌ها را تشخیص دهیم؟** یکی از آن‌ها را به وسط دیگری نزدیک می‌کنیم اگر

جذب شد قطعه دست ما آهنربا و اگر جذب نشد قطعه دست ما آهن است

❖ **میدان مغناطیسی:** خاصیت اطراف یک آهنربا که در اثر آن در قطعه‌های آهنی خاصیت آهنربایی القا می‌شود و بر قطب‌های آهنرباهای دیگر نیرو وارد می‌شود و باعث چرخش عقربه‌ی مغناطیسی می‌شود.

❖ **میدان مغناطیسی یکنواخت:** اگر قطعات میدان مغناطیسی در نامیه‌ای از فلزات با یکدیگر موازی و هم‌فاصله باشند، بردار میدان

مغناطیسی در همه‌ی نقطه‌های آن نامیه، بزرگی و جهت ثابتی دارد. و خطوط میدان موازی با هم خواهند بود

❖ **ویژگی خطوط میدان مغناطیسی**

(1) خطوط میدان در خارج آهنربا از قطب N به S و در داخل آهنربا از قطب S به N است.

(2) تراکم خطوط میدان نشان دهنده شدت میدان مغناطیسی است.

(3) خطوط میدان یکدیگر را قطع نمی‌کنند.

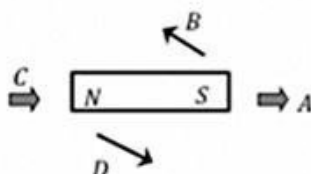
(4) بردار میدان در هر نقطه مماس بر خطوط میدان و هم جهت با آن است.

❖ **تفاوت میدان الکتریکی و مغناطیسی**

میدان الکتریکی	میدان مغناطیسی
اطراف بار تشکیل می‌شود.	اطراف آهنربا ایجاد می‌شود.
مسیر باری دارد (از بار مثبت به منفی)	مسیر بسته‌ای را طی می‌کند.
داخل جسم میدان صفر است.	داخل آهنربا میدان داریم.
بارهای مثبت و منفی مجزا وجود دارد.	تک قطبی مغناطیسی نداریم.

❖ **چرا تک قطبی مغناطیسی نداریم؟** چون خطوط میدان مسیر بسته‌ای را باید طی کنند

با توجه به شکل کدام یک جهت عقربه مغناطیسی را درست نشان می‌دهند.



❖ **شیب مغناطیسی:** وقتی یک سوزن مغناطیسی شده یا یک عقربه مغناطیسی را از وسط آن آویزان می‌کنیم در بیشتر نقاط زمین، به طور

افقی قرار نمی‌گیرد و امتداد آن با سطح افقی زمین زاویه می‌سازد. به این زاویه، شیب مغناطیسی گفته می‌شود.





❖ دو قطبی مغناطیسی

اگر شکستن یک آهنربا را بارها تکرار کنیم، همواره قطعه‌های حاصل آهنربا هستند. یعنی قطب N از قطب S جداشدنی نیست و کوچک‌ترین ذره‌های تشکیل دهنده آهنربا (یعنی اتم‌ها یا مولکول‌ها) نیز آهنربا هستند و دو قطب N و S دارند. به کوچک‌ترین آهنربایی که می‌توان سافت دو قطبی مغناطیسی گویند.



❖ **مواد مغناطیسی:** موادی هستند که اتم‌ها یا مولکول‌های سازنده آنها دارای خاصیت مغناطیسی است.

❖ **حوزه مغناطیسی چیست؟** در مواد فرومغناطیسی بخش‌های کوچکی قرار دارد که در آن دو قطبی‌ها با هم هم جهت هستند ولی جهت دو قطبی‌ها در هر حوزه با حوزه کناری متفاوت است.

❖ مواد پارامغناطیسی:

❖ اتم‌های مواد پارامغناطیسی، خاصیت مغناطیسی دارند.

❖ دو قطبی‌های مغناطیسی آن، به طور گاتورهای قرار دارند و میدان مغناطیسی خالص ایجاد نمی‌کنند.

❖ با قرار دادن مواد پارامغناطیسی درون میدان مغناطیسی خارجی قوی دو قطبی‌های مغناطیسی آنها،

به مقدار بیشتری در راستای خط‌های میدان مغناطیسی منظم می‌شوند. با دور کردن آهنربا از این مواد، دو قطبی‌های مغناطیسی آنها، دوباره به طور گاتورهای سمت گیری می‌کنند.



❖ یعنی در حضور میدان خارجی قوی خاصیت مغناطیسی ضعیف و موقتی پیدا می‌کنند.

❖ مثل اورانیم، پلاتین، آلومینیم، سدیم، اکسیژن و اکسید نیتروژن.

❖ مواد دیامغناطیسی:

❖ اتم‌های مواد دیامغناطیسی، به طور ذاتی فاقد خاصیت مغناطیسی‌اند.

❖ به عبارت دیگر، هیچ یک از اتم‌های این مواد، دارای دو قطبی مغناطیسی خالص نیستند.

❖ با وجود این، حضور میدان مغناطیسی خارجی، می‌تواند سبب القای دو قطبی‌های مغناطیسی در خلاف سوی میدان خارجی، در مواد دیامغناطیسی شود.

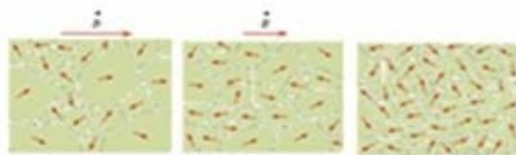
❖ مثل مس، نقره، سرب و بیسموت.

❖ مواد فرومغناطیسی:

❖ اتم‌های آنها به طور ذاتی دارای دو قطبی مغناطیسی هستند.

❖ دارای حوزه است و دو قطبی‌های مغناطیسی در هر حوزه با هم

هم جهت هستند ولی جهت 2 قطبی‌های در هر حوزه با حوزه



الف: مواد فرومغناطیسی در نبود میدان مغناطیسی خارجی. ب: مواد فرومغناطیسی در حضور میدان مغناطیسی خارجی. ج: مواد فرومغناطیسی در حضور میدان مغناطیسی خارجی قوی.

❖ کناری متفاوت است. به طور معمولی خاصیت مغناطیسی ندارد ولی اگر در داخل میدان خارجی قرار گیرد دو قطبی‌های آنها هم جهت شده

و مهم حوزه‌ها تغییر می‌کند و خاصیت مغناطیسی پیدا می‌کند.

❖ مهم حوزه‌هایی که از قبل هم مهم با میدان خارجی بودند افزایش می‌یابد و مهم آنهایی که هم جهت نبودند کاهش می‌یابد.

❖ مواد فرومغناطیسی نرم:

❖ در این مواد، مهم حوزه‌ها به سهولت تغییر می‌کند و در نتیجه به راحتی دو قطبی‌ها هم جهت شده و آهنربا می‌شوند و به راحتی خاصیت آهنربایی خود را از دست می‌دهند. این مواد برای سافت آهنربای موقت (غیر دائم) مناسب‌اند.

❖ در سافت پیچ و سیم‌لوله استفاده می‌شود

❖ مانند آهن، کبالت و نیکل





❖ **مواد فرومغناطیسی سخت:** در این مواد حجم موزها به سختی تغییر می‌کند و در نتیجه به سختی آهنربا می‌شوند و به سختی خاصیت آهنربایی خود را از دست می‌دهند. این مواد برای ساخت آهنربای دائمی مناسب اند. مانند فولاد و آلیاژهای دیگری از آهن. کبالت و نیکل

❖ **چه زمانی یک ماده فرومغناطیسی به حالت انبعاث می‌رسد:** زمانی که یک ماده فرومغناطیسی در میدان مغناطیسی خیلی قوی قرار گیرد و اکثر دو قطب‌ها با خطوط میدان هم جهت می‌شوند و حجم موزهاهایی که با میدان خارجی هم جهت‌اند به بیشترین مد خود برسند. گفته می‌شود ماده فرومغناطیسی به حالت اشباع رسیده است.

❖ **منشاء خاصیت مغناطیسی در مواد چیست؟ (چه موادی را ماده مغناطیسی می‌گویند؟):** الکترون هر اتم هم به دور هسته می‌چرخد هم به دور خودش. و همین دو نوع چرخش منشأ، ثابت مغناطیسی در مواد است. اگر زوج الکترون‌های یک اتم به یک جهت بچرخند اتم‌ها دارای خاصیت مغناطیسی شده و به ماده‌ای که اتم‌های آن خاصیت مغناطیسی داشته باشند ماده مغناطیسی گویند. و اگر زوج الکترون‌های یک اتم در خلاف جهت بچرخند یکدیگر را فسخی کردند و خاصیت مغناطیسی ندارند

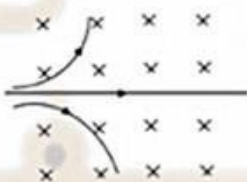
❖ حرکت الکترون‌ها به دور هسته سهم بیشتری در ایجاد خاصیت مغناطیسی اتم دارند. و حرکت الکترون به دور خودش سهم کمتری دارند

❖ **آهنربای الکتریکی:** وقتی از سیم‌لوله جریان عبور کند. میدان مغناطیسی در سیم‌لوله تشکیل می‌شود و این میدان خاصیت

مغناطیسی در هسته‌ای آهنی خود القا می‌کند و هسته‌ای آهنی آهنربا می‌شود. که آهنربای الکتریکی می‌نامند.

❖ **تعریف یک تسلا:** یک تسلا بزرگی میدان مغناطیسی است که در آن بر یک متر از سیمی که حامل جریان الکتریکی به شدت یک آمپر است و در راستای عمود بر میدان قرار دارد نیرویی به بزرگی یک نیوتن وارد شود.

مسیر ذره در میدان مغناطیسی متغیر شده است نوع هر ذره را بیابید



❖ **مگنت Fe_3O_4** خاصیت مغناطیسی دارد.

❖ برای آنکه سوزن را به آهنربا تبدیل کنیم باید آهنربا را روی آن به یک جهت بکشیم

❖ بردار میدان در هر نقطه همان جهتی است که **عقربه مغناطیسی** در آنجا نشان می‌دهد. قطب N عقربه مغناطیسی همان جهت بردار میدان را نشان می‌دهد

❖ در هر نقطه توسط عقربه مغناطیسی می‌توان جهت میدان مغناطیسی را تعیین کرد

❖ مثل قرار گیری قطب‌های مغناطیسی **عکس** مثل قرارگیری قطب‌های جغرافیایی است یعنی در سمت قطب شمال جغرافیایی قطب **جنوب** مغناطیسی قرار دارد. (البته بر هم منطبق نیستند و دقیقاً روی محور شمال و جنوب قرار ندارند)

❖ میدان مغناطیسی زمین بر اساس شواهد ثابت می‌شود که در مدت زمان‌های بسیار طولانی کاملاً وارون می‌شود

❖ اندازه میدان مغناطیسی زمین در نزدیکی سطح زمین در **قطب‌ها** بیشترین (0/65 G) و در **استوا** کمترین (0/25 G) است.

❖ بزرگی میدان مغناطیسی در نزدیکی آهنرباهای میله‌ای کوچک حدود **0/01 تا 0/1** تسلا است.

❖ بزرگ‌ترین میدان مغناطیسی مداوم که امروزه در آزمایشگاه تولید شده. حدود **45 تسلا** است

❖ اگر عقربه مغناطیسی در مسیر دایره‌ای به دور آهن ربا بچرخد عقربه **720 درجه** پرفریده است.

❖ برای اندازه گیری میدان مغناطیسی ایجاد شده در مغز انسان از **اسکویدها** استفاده می‌شود

❖ 2 جسم که یکدیگر را جذب می‌کنند الزاماً آهن ربا با قطب‌های تا هم نام **نیستند** و ممکن است یکی آهن و یکی آهنربا باشد

❖ ولی 2 جسم که یکدیگر را دفع می‌کنند الزاماً آهن ربا با قطب‌های هم نام **هستند**

❖ نیرویی که بر سیم حامل جریان از طرف میدان وارد می‌شود به **میدان و جریان** عمود است ولی جریان و میدان می‌توانند هر زاویه‌ای با هم بسازند





- ❖ 2 سیم که کنار هم هستند اگر جریان های هم سو داشته باشند یکدیگر را **جذب** می کنند. اگر جریان خلاف جهت از آنها عبور کند یکدیگر را **دفع** می کنند.
- ❖ موتور الکتریکی انرژی **الکتریکی** را به انرژی **مکانیکی** تبدیل می کند
- ❖ به کوچکترین ذره سازنده مواد که دارای خاصیت آهنربایی است **دو قطبی مغناطیسی** گویند
- ❖ قطبی را که دو قطب یک دو قطبی مغناطیسی را به هم متصل می کند. **محور مغناطیسی** آن می نامند.
- ❖ به میله آهنی که درون سیملوله قرار می گیرد **هسته سیملوله** گویند
- ❖ هرچه **تعداد دور های سیملوله و جریان** از سیملوله بیشتر باشد آهنربای الکتریکی قوی تر می شود
- ❖ وجود **هسته آهنی** باعث تقویت میدان مغناطیسی می شود
- ❖ رفتار آهنرباهای دائمی، نوارهای مغناطیسی پشت کارت های بانکی به طور مستقیم به **ویژگی های مغناطیسی مواد** بستگی دارد
- ❖ پس از برداشتن میدان مغناطیسی خارجی **فرومغناطیسی سخت** خاصیت مغناطیسی فرد را تا اندازه قابل توجهی حفظ می کند.
- ❖ موادی را که اتم ها یا مولکول های سازنده آنها خاصیت مغناطیسی داشته باشند. **مواد مغناطیسی** می نامند.
- ❖ در واقع می توان گفت کوچک ترین ذره های تشکیل دهنده این مواد (اتم ها یا مولکول ها) مانند **دو قطبی مغناطیسی** رفتار می کنند.
- ❖ **مواد پارامغناطیسی** در حضور میدان های مغناطیسی قوی، خاصیت مغناطیسی ضعیف و موقت پیدا می کنند.
- ❖ در شکل روبرو پس از وصل کلید k ، نیرویی از طرف سیم پیچ به ترتیب بر آهن ربای A و B وارد می شود **جاذبه - جاذبه** است
- ❖ اگر سیم حامل جریان با خطوط میدان **موازی** باشد نیروی وارد شده به آن سیم حامل جریان صفر است و اگر سیم بر خطوط میدان **عمود** باشد نیروی وارد بر آن بیشینه است.
- ❖ اگر بار الکتریکی **موازی** خطوط میدان حرکت کند نیروی وارد بر آن صفر و اگر **عمود** بر آن حرکت کند نیروی وارد بر آن بیشینه است.
- ❖ خط های میدان مغناطیسی حاصل از یک سیم حامل جریان، به صورت **دایره های هم مرکز** در اطراف سیم حامل جریان هستند و هرچه تر سیم دور تر می شویم خاصه حلقه ها بیشتر می شود
- ❖ میدان مغناطیسی کمیت **بردار** است.
- ❖ نیروی وارد بر بار جز میدان و بر جهت حرکت ذره (سرعت) عمود است. ولی بار و میدان هر زاویه ای می توانند با هم بسازند
- ❖ نیروی وارد بر سیم حامل جریان جز میدان و جریان عمود است ولی سیم و میدان هر زاویه ای می توانند با هم بسازند
- ❖ اگر جریان در یک جهت از دو سیم موازی بگذرند، نیروی بین آنها **ربایشی** است. همچنین اگر جریان ها در دو جهت مخالف از دو سیم موازی بگذرند، نیروی بین آنها **رانسی** است.
- ❖ خط های میدان مغناطیسی در ناحیه **داخل حلقه** به یکدیگر نزدیک ترند؛ یعنی، میدان در این ناحیه **قوی تر** است. افزون بر این، در نقطه های روی محور حلقه، میدان **موازی محور** است.
- ❖ خطوط میدان مغناطیسی داخل پیچه شبیه به **داخل آهن ربا** است. (داخل پیچه از S به N) یعنی هر پیچه 2 **قطب مغناطیسی** دارد.
- ❖ خط های میدان **داخل سیملوله** بسیار متراکم تر از خط های میدان در خارج آن است و این نشانگر **بزرگ تر بودن** میدان در داخل سیملوله است.
- ❖ خط های میدان در داخل سیملوله، تقریباً **موازی و هم فاصله اند** و این نشانگر **یکنواخت بودن** میدان مغناطیسی درون سیملوله است.
- ❖ اگر قطر حلقه های سیملوله در مقایسه با طول آن، **بسیار کوچک** و حلقه های آن، **خیلی به هم نزدیک** باشند، به این سیملوله، **سیملوله آرمانی** گفته می شود
- ❖ میدان مغناطیسی داخل یک سیملوله آرمانی در نقطه های دور از لبه ها **یکنواخت** است.
- ❖ هرچه تعداد دور های سیملوله و جریانی که از آن می گذرد **بیشتر** باشد، آهنربای الکتریکی **قوی تر** خواهد بود.

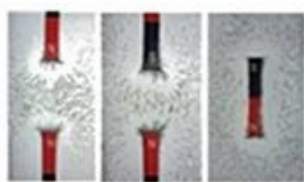




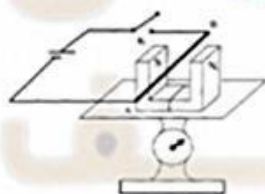
❖ وجود هسته آهنی باعث **تقویت** میدان مغناطیسی سیم‌لوله می‌شود. میدان مغناطیسی سیم‌لوله بدون هسته آهنی به قدری ضعیف است که در عمل کاربردهای کمی دارد.

$$\mathcal{T} = \frac{N}{C.m/s} = \frac{N}{A.m}$$

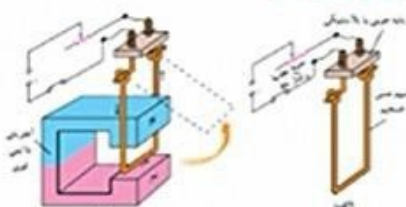
آزمایش‌های مغناطیسی



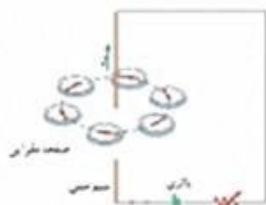
❖ **آزمایشی طراحی کنید که خطوط میدان در اطراف آهنربای میله ای با نعلی را نشان دهد.**
آهنربا را زیر قطعه ای شیشه ای یا یک کاغذ قرار می‌دهیم و وره‌ی شیشه براده ی آهن می‌پاشیم. اگر چند وره‌ی ی آرام به شیشه بزنیم براده ها در جهت خطوط میدان سمت گیری می‌کنند. زیرا بنا به القای خاصیت مغناطیسی براده ها نیز آهنربا شده اند. و جهت خطوط میدان مشخص می‌شود.



❖ **آزمایشی طراحی کنید که به کمک آن بتوان نیروی وارد بر سیم حامل جریان را اندازه گیری کرد.**
مطابق شکل سیم را در دهانه ی یک آهنربای نعلی شکل قرار می‌دهیم عددی که نیروسنج نشان می‌دهد برابر وزن آهنرباست. پس از وصل کلید عددی که نیروسنج نشان می‌دهد تغییر کرده و کاهش می‌یابد. مقدار تغییر عدد تراز نشان دهنده ی نیرویی است که میدان و سیم به هم وارد می‌کنند.



❖ **آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد به سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی نیرو وارد می‌شود.**
مطابق شکل دو میله ای مسی را به کمک یک پایه ی چوبی، موازی با هم به طور افقی نصب می‌کنیم. سیم کلفت مسی بدون روکش CD را روی این دو میله قرار می‌دهیم. یک آهنربای دائمی مانند شکل را طوری قرار می‌دهیم که سیم متحرک CD در فاصله بین دو قطب آهنربا قرار گیرد. سرهای آزاد میله ها افقی را به دو قطب یک باتری وصل می‌کنیم. مشاهده می‌شود به محض بستن کلید و برقرار شدن جریان. میله به طرف خارج آهنربا رانده می‌شود. اگر جهت جریان را عوض کنیم یا جهت میدان مغناطی را وارون سیم. جهت حرکت میله وارون شود. این آزمایش نشان می‌دهد بر سیم حامل جریان نیرو وارد می‌شود.



❖ آزمایش اورستد را بیان کنید

مقوایی را سوراخ کرده و یک سیم از آن عبور داده و با کلید به مولد وصل می‌کنیم و با رقراری جریان اگر عقربه مغناطیسی را بدور آن بچرخانیم تغییر جهت عقربه نشان دهند میدان مغناطیسی اطراف سیم حامل جریان است

❖ آزمایشی طراحی کنید که خطوط میدان در اطراف سیم راست حامل جریان را نشان دهد.

مقوایی را سوراخ کرده و یک سیم از آن عبور داده و با کلید به مولد وصل می‌کنیم و روی مقوا براده ی آهن می‌پاشیم اگر کلید را وصل کنیم و ضربات آرامی را به مقوا بزنیم براده ها به صورت

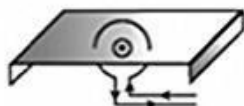




دایره هابی هم مرکز در اطراف سیم حامل جریان سمت گیری می کنند و میدان را نشان می دهند .

❖ **آزمایشی طراحی کنید که خطوط میدان در اطراف بیجه ی حامل جریان را نشان دهد .**

❖ (روشی برای آشکارسازی خط های میدان مغناطیسی پیچیده)



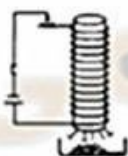
سیم را مطابق شکل از یک صفحه ی مقوایی عبور داده و به وسیله ی یک کلید به مولد وصل می کنیم و بر روی مقوا براده ی آهن می پاشیم بعد از وصل کلید چند ضربه ی ملایم به مقوای (نیم) براده ها در اطراف پیچیده سمت گیری می کنند



❖ **آزمایشی طراحی کنید که خطوط میدان مغناطیسی در اطراف سیم لوله را نشان دهد .**

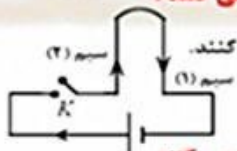
بر روی یک قطعه مقوا چند سوراخ را طوری ایجاد می کنیم که در دو ردیف با فاصله های مساوی قرار داشته باشند سپس یک سیم را از سوراخ ها طوری عبور می دهیم که یک سیم لوله تشکیل شود و سیم لوله را با کلید به مولد وصل می کنیم و بر روی مقوا براده آهن می پاشیم بعد از وصل کلید چند ضربه ی آرام به مقوا می (نیم) براده ها در جهت خطوط میدان سمت گیری می کنند .

❖ **آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد ، قدرت آهنربای الکتریکی به شدت جریان عبوری بستگی دارد .**



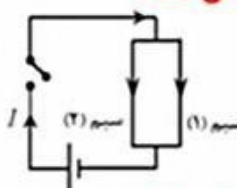
میله ای آهنی را با تعداد دورهای زیاد سیم پیچی می کنیم . اما دو سر آن را برای اتصال به باتری آزاد می گذاریم . براده ی آهن را به مقدار کافی روی یک صفحه می ریایم و یک سر میله ی آهنی را به آن نزدیک می کنیم . دو سر آزاد سیم محسی را به باتری وصل می کنیم و در مسیر سیم مقاومت رلهوستا قرار می دهیم با برقراری جریان آهنربای الکتریکی ایجاد شده و گیره های فلزی جذب می شوند با تغییر مقدار مقاومت جریان عبوری تغییر می کند و می بینیم تعداد گیره های پسییده نیز تغییر می کند

❖ **با طراحی یک آزمایش که نشان دهد سیم های موازی حامل جریان های غیر هم جهت یکدیگر را دفع می کنند .**



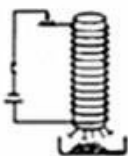
مطابق شکل های زیر دو تار فلزی سبک قابل انعطاف را به یکدیگر و به مولد وصل می کنیم . مشاهده می شود که چون جریان ها در خلاف جهت یکدیگر هستند ، یکدیگر را دفع می کنند .

❖ **با طراحی یک آزمایش که نشان دهد سیم های موازی حامل جریان های هم سو یک دیگر را جذب می کنند .**



مطابق شکل های زیر دو تار فلزی سبک قابل انعطاف را به یکدیگر و به مولد وصل می کنیم . مشاهده می شود که چون جریان ها در یک جهت هستند یکدیگر را جذب می کنند .

❖ **با استفاده از میله ای از آهن خالص با ابعاد مناسب ، سیم مسی روکش دار نازک ، باتری و براده ی آهن ؛ آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد ، ماده ی فرومغناطیس نرم به صورت موقتی آهنربا می شود .**



میله ای آهنی را با تعداد دورهای زیاد سیم پیچی می کنیم . اما دو سر آن را برای اتصال به باتری آزاد می گذاریم . براده ی آهن را به مقدار کافی روی یک صفحه می ریایم و یک سر میله ی آهنی را به آن نزدیک می کنیم . دو سر آزاد سیم محسی را به باتری وصل می کنیم تا میله آهنربا شود و براده های آهن را جذب کند . سیمی را از باتری جدا می کنیم . مشاهده می شود که بارده های آهن از میله جدا می شوند . یعنی میله ی آهنی . آهنربای موقتی است .

❖ **آزمایشی طراحی کنید که به کمک براده های آهن محل قطب های آهنربایی را که در اختیار دارید بیابید .**





آهنربا را به طور کامل با براده های آهن تماس می دهیم . محل تجمع براده ها مکان قطب های آهنربا را نشان می دهد .

❖ آزمایشی طراحی کنید که اثر قطب های آهنربا را بر یکدیگر نشان دهد .

یک آهنربا را توسط نخی می آویزیم و آهنربای دیگری را به آن نزدیک می کنیم مشاهده می شود قطب های همنام یکدیگر را دفع و قطب های ناهمنام یکدیگر را جذب می کنند .

❖ با دو آهنربای میله ای مشابه و یک نیروسنج فنری ، آزمایشی طراحی کنید که نتیجه ی آن ، اندازه گیری نیروی ربایشی (جاذبه) بین قطب های دو آهنربای میله ای باشد .

مرحله ی اول : نیروسنج را با دست آویزان می کنیم . یکی از آهنرباها را به نیروسنج فنری متصل کرده و وزن آن (F_1) را اندازه می گیریم .

مرحله دوم ی : آهنربای دوم را با قطب مخالف از پایین به آهنربای آویزان نزدیک می کنیم و عدد نیروسنج (F_2) را اندازه می گیریم .

مرحله ی سوم : نیروی مغناطیسی ربایشی بین آهنرباها برابر است با : $\Delta F = F_2 - F_1$

❖ با دو آهنربای حلقه ای یا میله ای ، یک ترازوی یک کفه ای حساس و یک خط کش آزمایشی طراحی کنید که نتیجه ی آن ،

اندازه گیری نیروی رانشی (دافعه) بین قطب های دو آهنربای میله ای باشد .

مرحله ی اول : یک آهنربا را روی کفه ی ترازو قرار داده و جرم آن و سپس وزن آن (F_1) را می یابیم . مرحله ی دوم : آهنربای دوم را با قطب هم نام و از بالا به آهنربای اول نزدیک می کنیم و وقتی در فاصله ی 1cm از هم قرار دارند . عدد ترازو و سپس وزن معادل (F_2) را می یابیم .

مرحله ی سوم : نیروی مغناطیسی رانشی بین آهنرباها برابر است با : $\Delta F = F_2 - F_1$

❖ آزمایشی طراحی کنید القای خاصیت مغناطیسی را نشان دهد .

میخ توسط آهنربا جذب شده و به آهنربای چسبیده اگر میخ را به میخ دیگری نزدیک کنیم میخ دوم را جذب می کند و این نشان می دهد

که میخ اول آهنربا شده است و چون آهنربایی آن بدون تماس بوده خاصیت مغناطیسی در آن القا شده است .



❖ با طراحی یک آزمایشی نشان دهید در چه حالتی بر سیم حامل جریان در یک مغناطیسی نیرو وارد نمی شود .

سیم راستی را در امتداد محور سیملوله ای که جریانی از آن نمی گذرد . قرار می دهیم و توسط دو نیروسنج در امتداد قائم آویزان می کنیم .

چون سیم در حال تعادل است . نیروسنج ها در مجموع وزن سیم را نشان می دهند . حال کلید اتصال به مولد را وصل می کنیم تا از سیملوله

جریان عبور کند . مشاهده می شود که در عدد نیروسنج ها تغییری حاصل نمی شود و سیم از موقعیت خود هیچ انحرافی پیدا نمی کند . زیرا

سیم در امتداد خطوط میدان مغناطیسی یکنواخت سیملوله قرار گرفته است و در نتیجه به آن نیرو وارد نمی شود .

❖ از بین « سیملوله ، میله ی آهنی ، میله ی فولادی ، منبع مولد جریان مستقیم و منبع مولد جریان متناوب » وسیله هایی را

انتخاب کنید و آهنربای موقتی بسازید .

میله ای آهنی را داخل سیملوله قرار داده و به منبع جریان مستقیم وصل می کنیم .

❖ یک آهنربای دائمی بسازید .

به تعداد زیاد به دور یک میله ی فولادی از یک سیم مسی روپوش دار می پیچیم . یا اگر سیملوله ی آماده داریم . میله ی فولادی را داخل آن

قرار می دهیم . اگر از سیم پیچ یا سیملوله جریان عبور دهیم . میله ی فولادی آهنربای دائمی می شود .





❖ **شار مغناطیسی :** به میزان میدان عبوری از یک حلقه شار مغناطیسی می گویند

❖ **القای الکترومغناطیسی (قانون فاراده):** هرگاه شار مغناطیسی عبوری از مدار بسته‌ای تغییر کند، نیروی محرکه‌ای در آن القا می‌شود. باعث برقراری جریان الکتریکی می‌شود که به آن جریان القایی و به این پدیده القای الکترومغناطیسی می‌گویند.

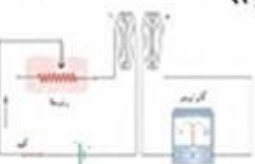
❖ **جریان الکتریکی القایی:** هرگاه شار مغناطیسی عبوری از مدار بسته‌ای تغییر کند، نیروی محرکه‌ای در آن القا می‌شود. و این نیروی محرکه باعث برقراری جریان الکتریکی می‌شود که به آن جریان القایی گویند و بزرگی آن با آهنگ تغییر شار متناسب است.

❖ **قانون لنز:** جریان القایی در مدار در جهتی است که آثار مغناطیسی ناشی از آن با تغییر شار مخالفت کند.

❖ **القای متقابل:** اگر دو پیمه در کنار هم قرار گیرند در یکی مولد باشد و در دیگری نباشد. اگر جریان

عبوری از اولی را تغییر دهیم شار عبوری از پیمه دوم تغییر خواهد کرد و نیروی محرکه در آن القا

می‌شود. به آن القای متقابل گویند. و به کمک آن می‌توان انرژی را از پیمه‌ای به پیمه دیگر منتقل کرد.



❖ **خود القاوری:** اگر در یک مدار سیم‌لوله باشد با تغییر جریان، نیروی محرکه‌ی القایی و جریان القایی در سیم‌لوله ایجاد می‌شود که به آن خود القاوری می‌گویند.

❖ **یک هانری:** یک هانری ضریب خودالقایی سیم‌لوله‌ای است که هرگاه جریانی که از آن عبور می‌کند، با آهنگ یک آمپر بر ثانیه تغییر کند، نیروی محرکه‌ای برابر یک ولت در آن القا می‌شود.

❖ **تفاوت الفاکر با مقاومت:** در مقاومت با عبور جریان در هر شرایطی انرژی تلف می‌شود و غیر قابل بازیافت است ولی در الفاکر در زمان افزایش جریان انرژی در آن ذخیره شده و در زمان کاهش جریان به مدار بازگردانده می‌شود و قابل بازیافت است.

❖ **جرا در صنعت از الفاکر ها برای ذخیره انرژی در زمان هایی که مصرف کم است و وارد کردن آن در زمان های پر مصرف استفاده نمی شود؟**

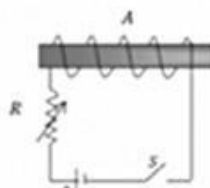
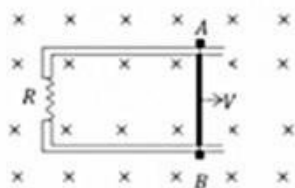
زیرا برای ذخیره این انرژی نیاز به الفاکری با ضریب القاوری بسیار بالایی است و نیز نیاز مند سیم هایی با قطر بسیار زیاد برا تحمل جریان عبوری هستیم که امکان سافت آن نیست

❖ **جریان متناوب:** در جریان مستقیم جهت جریان و مقدار آن ثابت است ولی در جریان متناوب ولتاژ و جهت جریان بر حسب زمان تغییر می‌کند و تابعی سینوسی بر حسب زمان است که به آن جریان متناوب می‌گویند.

❖ **در صنعت چگونه جریان متناوب ایجاد می‌شود؟** در مولدهای صنعتی پیمه‌ها ساکن‌اند و آهنربای الکتریکی در آن می‌چرخد و جریان متناوب را ایجاد می‌کند.

❖ **جهت جریان القایی را در شکل های زیر با ذکر دلیل منحصی نمایید**

مقاومت در حال افزایش

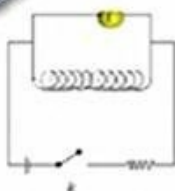


تذکره: برای ذکر دلیل قانون لنز از قالب جمله زیر می‌توان استفاده کرد

با (ذکر نوع تغییر مثل نزدیک کردن آهنربا) شار عبوری می‌یابد (افزایش یا کاهش) طبق قانون لنز جهت جریان

القایی باید به گونه ای باشد تا با تغییرات شار مخالفت کند پس جهت جریان القایی خواهد بود





در مدار شکل روبرو هنگام وصل و قطع کلید k ، روستایی لامپ چگونه تغییر می کند؟

با وصل کلید شار عبوری از القا گر افزایش یافته طبق قانون لنز جهت جریان القایی عکس جهت جریان اصلی خواهد بود تا با تغییرات شار مخالفت کند پس جریانی از آن عبور نکرده و همه جریان از لامپ رد شده و ابتدا لامپ پر نور خواهد شد و سپس با ثابت شدن جریان شار نیز تغییر نخواهد کرد جریان القایی قطع شده و و جریان از سیملوله نیز عبور می کند و نور لامپ کمتر خواهد شد با قطع کلید شار عبوری از القا گر کاهش یافته طبق قانون لنز جهت جریان القایی هم جهت جریان اصلی خواهد بود تا با تغییرات شار مخالفت کند پس ابتدا لامپ پر نور خواهد شد و سپس آرام آرام خاموش می شود

❖ اساس کار مولدها برای تولید جریان الکتریکی **القای الکترومغناطیسی** است.

❖ عامل اساسی و مشترک در ایجاد جریان القایی **تغییر شار مغناطیسی** عبوری از پیمه است

❖ شار مغناطیسی کمیتی **نرده ای** است

❖ یکای شار مغناطیسی **ویبر** است که معادل **تستامتر مربع** است $1 \text{ Wb} = 1 \text{ T} \times 1 \text{ m}^2$

❖ علامت شار مغناطیسی عبوری از سطح به **جهت رسم نیم خط عمود بر یک سطح** بستگی دارد

❖ بنابر قانون فاراد، هرگاه شار مغناطیسی ای که از مدار بسته ای می گذرد تغییر کند، **نیروی محرک ای** در آن القا می شود

❖ بزرگی نیروی محرکه القایی با **آهنگ تغییر شار مغناطیسی** متناسب است:

❖ یعنی هرچه **آهنگ تغییر شار مغناطیسی** بیشتر باشد، نیروی محرکه القایی و در نتیجه جریان القایی تولید شده در مدار **بیشتر** خواهد بود.



❖ هرچه مقاومت یک پیمه بیشتر باشد، جریان القایی **کاهش** می یابد

❖ در شکل مقابل اگر میله با سرعت ثابت کشیده شود، نیروی محرکه القایی عدد **ثابتی** خواهد بود

و آنگاه ولتاژ و سیم متحرک روی آن یک مولد **جریان مستقیم** خواهد بود

❖ اساس کار تندی سنج دهره **القای الکترومغناطیسی و تغییر شار** است.

❖ اساس کار سیستم گرویز کنترل (سامانه تنظیم حد تندی خودرو) **تومپیل** ها، **جریان القایی** است

❖ در کارت خوان ها نیز خواندن اطلاعات درون کارت توسط **جریان القایی** انجام می شود به همین دلیل باید کارت را در دستگاه کشید تا شار مغناطیسی عبوری تغییر کند.

❖ در تمریک مغناطیسی فرا مجموعه ای پیمه ای روی سر بیمار قرار می گیرد از آن **جریان متغییری** عبور می کند و باعث می شود

نیروی محرکه و جریان القایی در مغز القا شود. اساس کار این دستگاه همان **القای الکترومغناطیسی** است

❖ علامت منفی در رابطه های نیروی محرکه نشان دهنده **قانون لنز و مخالفت آن با تغییر شار** است

❖ متداولترین روش ایجاد جریان القایی **تغییر زاویه بین بیجه و خطوط میدان** است

❖ ساده ترین روش برای تغییر شار **تغییر زاویه** است

❖ نیروی محرکه القایی و جریان القایی با زمان رابطه **عکس** دارد ولی بار عبوری به زمان **بستگی ندارد**.

❖ هر چه شار سریع تر تغییر کند نیروی محرکه و جریان القایی **بیشتری** القا می شود ولی بار عبوری **ثابت** می ماند.

❖ هرچه **مقاومت بیجه** یا مداری که در آن شار مغناطیسی تغییر می کند، بیشتر باشد، جریان کوچکتری در آن القا می شود.

❖ وقتی یک ماده دیامغناطیسی در میدان مغناطیسی خارجی قوی قرار می گیرد چون دو قطبی های آن فاقد خاصیت مغناطیسی هستند

طبق قانون لنز درون آن یک میدان مغناطیسی خلاف جهت میدان اصلی داخل آن تشکیل می شود این خاصیت در مواد فرو

مغناطیسی و پارامغناطیسی کمتر دیده می شود

❖ ضریب القایی به ویژگی های **ساختمانی القاگر** مثل **طول - سطح مقطع - تعداد دور سیم - ضریب تراوایی مغناطیسی**

بستگی دارد.

❖ ضریب تراوایی (k) به **جنس و شکل هسته و ابعاد هسته** داخل سیملوله بستگی دارد

❖ وجود هسته داخل القاگر باعث تقویت **میدان مغناطیسی** می شود و نیز سپس **تقویت (ضریب القایی) القایدهی** آن می شود.





- ❖ یکای ضرب القابری **هائری** است که معادل **اهمپتانه** است
- ❖ ویژگی‌های فیزیکی هر الفاکر، توسط **ضرب القابری** آن تعیین می‌شود.
- ❖ الفاکر نقش مهمی در **کنترل نوسان های جریان** در مدار دارد و با تغییرات سریع آن **مخالفت می کند** و به همین دلیل نقش بسیار مهمی در لامپ های مهتابی دارد با عبور جریان از گاز درون مهتابی و آن را به پلاسما تبدیل می کند و هرچه بیشتر یونیده شود چون مقاومت غیر اهمی است مقاومتش کاهش یافته و در نتیجه جریان افزایش می یابد. الفاکر را با آن به طور متوالی متصل می کنند تا مانع از افزایش بیش از حد جریان شود و نیز متعادل کننده ها باعث می شوند تا لامپ بتواند با ولتاژ متناوب کار کند.
- ❖ به کمک **القای متقابل** می توان انرژی را از پیچه ای به پیچه دیگری منتقل کرد
- ❖ در مبدل ها **القای متقابل** نقش مهمی در ولتاژ فرهمی دارد
- ❖ اساس کار مبدل ها **القای متقابل** است
- ❖ در بین صفحات یک خازن **میدان الکتریکی** تشکیل می شود و در آن **انرژی الکتریکی** ذخیره می شود
- ❖ می توان از الفاکر (سیم پیچ) برای تولید **میدان مغناطیسی** دلخواه و همچنین **ذخیره انرژی** در این میدان استفاده کرد.
- ❖ اگر جریان عبوری از الفاکر ثابت (پایا) باشد انرژی در آن ذخیره **نمی شود** و اگر جریان افزایش یابد انرژی در آن ذخیره **می شود** و اگر مقدار جریان **کاهش** یابد انرژی ذخیره شده در آن **آزاد می شود**
- ❖ ولی با عبور جریان از **مقاومت** در هر حالتی انرژی از بین می رود و به صورت گرما تلف می شود
- ❖ عبور جریان از الفاکر بخش از انرژی مولد در آن تلف شده و بخش در **میدان مغناطیسی** الفاکر ذخیره می شود
- ❖ **انرژی ذخیره شده در میدان مغناطیسی** نقش موثری در دستگاه های امتراق فودرهای با موتور بزرایی دارد.
- ❖ از جمله اجزای ضروری هر مدار الکتریکی **الفاکر، خازن، مقاومت** است.
- ❖ برای کمتر کردن اثر القای متقابل، بهتر است حلقه های کنار هم را به صورت **عمود بر یکدیگر** قرار داد.
- ❖ مدت زمانی که طول می کشد پیچه در میدان به طور کامل یکبار بچرخد را **دوره تناوب** می نامیم.
- ❖ به تعداد چرخش آهنربا به دور یک پیچه در هر ثانیه **بسامد یا فرکانس** می گویند و واحد آن **هرتز** است
- ❖ یکی از کاربردهای مهم القای الکترومغناطیسی **تولید جریان متناوب** است.
- ❖ در مولد های صنعتی **پیچه ساکن** و **آهنربای الکتریکی** در حال چرخش است
- ❖ در ایران بسامد برق تولیدی **50 هرتز** می باشد
- ❖ مزیت برق ac (متناوب) به برق dc (مستقیم) آن است که افزایش و کاهش ولتاژ ac بسیار راحت تر از برق dc است
- ❖ برای انتقال توان الکتریکی در فاصله های دور، باید از ولتاژهای **بالا** و جریان های **کم** استفاده کنیم. این کار الاف توان را در فضاها انتقال **کاهش** می دهد. می توان از سیم های **نازک تری** استفاده کرد
- ❖ در نیروگاه ها مبدل های افزایش ولتاژ را به **400 Kv** می رسانند و در انتهای مسیر مبدل های کاهشده آن را به **220 Kv** می رسانند
- ❖ در مبدل ها سیم ها بدور **فره مغناطیسی نرم** بسته می شوند
- ❖ مشرعه کش های برقی برای کار کردن نیاز به **ولتاژ** بسیار بالا در حد چند هزار ولت دارند
- ❖ سیستم انتقال برق، وسایل برقی با جریان **متناوب** کار می کند
- ❖ تمامی نیروگاه های تولید برق **جریان متناوب** تولید می کنند که تابعی سینوسی از زمان است.
- ❖ در جریان مستقیم جهت جریان **ثابت** و مشخص است ولی جهت جریان تناوبی **مشخص نیست**
- ❖ یکی از کاربردهای مهم اثر القای الکترومغناطیسی، **تولید جریان متناوب** است.
- ❖ **جریان متناوب سینوسی** متداول ترین جریان متناوبی است
- ❖ در نیروگاه های تولید برق، برای تولید جریان متناوب از مولدهای خاصی استفاده می شود که به آنها **مولدهای صنعتی جریان متناوب** می گویند





آزمایش های القای مغناطیسی



- ❖ **آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد بر اثر تغییر شار جریان القایی به وجود می آید.**
(آزمایشی طراحی کنید که پدیده القای الکترو مغناطیسی را بررسی کند)
(آزمایشی طراحی کنید نشان دهد تغییر میدان باعث ایجاد جریان القایی می شود)

مطابق شکل سیم لوله را به گالوانومتر می بندیم و آهنربایی را به سیم لوله وارد یا از آن خارج می کنیم در هنگام ورود و خروج در اثر تغییر شار در سیم لوله جریان القایی ایجاد می شود و گالوانومتر آن را نشان می دهد

- ❖ **آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد تغییر مساحت مدار بسته در میدان مغناطیسی می تواند عامل ایجاد جریان القایی شود**

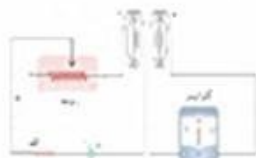
ملقه ای را در داخل میدان مغناطیسی قرار می دهیم و دو سر آن را به گالوانومتر متصل می کنیم آنگاه آن را از دو طرف می کشیم تا با تغییر شکل مساحت آن تغییر کند و گالوانومتر که به ملقه متصل است عبور جریان را نشان می دهد

- ❖ **آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد تغییر زاویه ی بین حلقه و راستای میدان مغناطیسی می تواند عامل ایجاد جریان القایی شود.**

ملقه ای را در میدان مغناطیسی قرار می دهیم و دو سر آن را به گالوانومتر متصل می کنیم آنگاه ملقه را داخل میدان مغناطیسی گردش در می آوریم و گالوانومتر که به ملقه متصل است عبور جریان را نشان می دهد

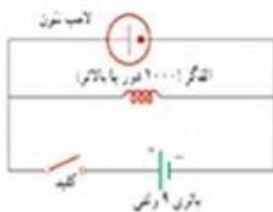
- ❖ **آزمایشی طراحی کنید که قانون لنز را نشان دهد. (قانون را بیان کنید.)** هر یک از مثال های بالا همراه با توضیح قانون لنز.

- ❖ **آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد تغییر جریان در یک مدار سپس ایجاد جریان القایی در مدار دیگر می شود. (القای متقابل)**



مطابق شکل دو سیم لوله را در مقابل هم قرار می دهیم. سیم لوله A به باتری متصل است و سیم لوله B به گالوانومتر وصل است. به کمک رله سیم جریان در مدار A را تغییر می دهیم. در نتیجه شار مغناطیسی در سیم لوله B تغییر می کند و مشاهده می شود گالوانومتر همود جریان القایی در B را نشان می دهد.

- ❖ **آزمایشی طراحی کنید که اثر خود القایی را نشان دهد.**

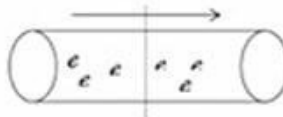
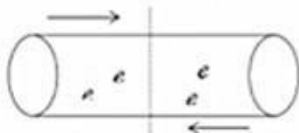


مطابق شکل القاگر را با لامپ موازی می بندیم که با بستن کلید لامپ یگبار روشن نمی شود بلکه ابتدا بسیار پر نور و سپس آرام آرام خاموش می شود و نیز با قطع کلید لامپ یگبار خاموش نمی شود بلکه آرام آرام خاموش می شود





- ❖ **شدت جریان متوسط:** به بار شارش شده در واحد زمان را شدت جریان متوسط گویند.
- ❖ **شدت جریان مستقیم:** اگر در تمام بازه‌های زمانی جهت و شدت جریان ثابت بماند (آهنک شارش بار ثابت باشد)، جریان را مستقیم می‌گویند.



- جریان دارد (اختلاف پتانسیل در دو سمت برقرار است)
- ❖ **مقاومت الکتریکی:** الکترون‌های آزاد در طی حرکت از یک سیم با اتم‌های در حال نوسان برخورد می‌کند و بخشی از انرژی آنها به گرما تبدیل می‌شود.
- ❖ **قانون اهم:** نسبت اختلاف پتانسیل دو سر رسانا به شدت جریانی که از آن می‌گذرد، در دمای ثابت عددی است ثابت که به آن مقاومت الکتریکی گویند.
- ❖ **مقاومت ویژه رسانا:** مقاومت ویژه‌ی هر فلز، مقاومت قطعه‌ای از آن فلز است به طول یک متر و به سطح مقطع یک متر مربع.
- ❖ **جرا با افزایش دما مقاومت جسم رسانا زیاد می‌شود**
- ❖ با افزایش دمای رسانا تعداد حامل‌های بار (الکترون‌های آزاد) تقریباً ثابت می‌ماند، ولی ارتعاشات کاتوره‌ای اتم‌ها و یون‌های آن افزایش می‌یابد این عامل موجب افزایش برخورد حامل‌های بار با شبکه اتمی رسانای فلزی شود
- ❖ **جرا با افزایش دما مقاومت نیم رسانا ها کاهش می‌یابد**
- اگر یک نیم رسانا داشته باشیم، در دماهای پایین تعداد حامل‌های بار ناچیز است و نیم رسانا مانند یک نارسانا رفتار می‌کند با افزایش دما، بر تعداد این حامل‌های بار افزوده می‌گردد گرچه با افزایش دما تعداد برخوردهای حامل‌های بار با شبکه اتمی افزایش می‌یابد، اما تأثیر افزایش تعداد حامل‌های بار بیشتر از افزایش این برخوردها است به این ترتیب، مقاومت ویژه نیم رساناها با افزایش دما کاهش می‌یابد و نیم رسانا به رسانا تبدیل می‌شود
- ❖ **مقاومت رنوسا:** یک مقاومت متغیر که برای تنظیم و کنترل جریان از آن استفاده می‌شود. مقاومت رنوسا از نوع مقاومت‌های پیچیده‌ای است و یک سیم با مقاومت زیاد روی یک استوانه نارسانا پیچیده شده و دسته‌ای لغزنده در بالای استوانه قرار دارد. و یک قطب را به سیم پیچیده شده و سر دیگر را به دسته وصل می‌کنیم با جابجا کردن دسته مقدار سیم (مقاومتی) که در مدار قرار می‌گیرد تغییر می‌کند.

❖ **جرا وقتی باتری فرسوده می‌شود نمی‌تواند اتومبیل را روشن کند؟ (جرا در ماشین بجای باتری 12 ولت از 8 باتری 1.5 ولت استفاده می‌کنند)**

در دو حالت مقاومت درونی افزایش یافته پس جریان تولیدی کاهش می‌یابد.

❖ **ویژگی دماسنج‌های مقاومتی چیست؟**

از این دماسنج برای اندازه‌گیری دماهای خیلی بالا و خیلی پایین می‌توان استفاده کرد. زیرا اساس کار آن تغییر مقدار مقاومت با تغییر دما است. و جنس آن معمولاً پلاتین است.

❖ **نیروی محرکه (E)**

انرژی‌ای که مولد به واهم بار می‌دهد تا در مدار شارش کند را گویند. مولدهای الکتریکی روی بار مثبت کار انجام داده و به پتانسیل بیشتر می‌برند و با این کار به آن‌ها انرژی پتانسیل لازم را می‌دهند تا بتوانند در داخل مدار شارش کنند

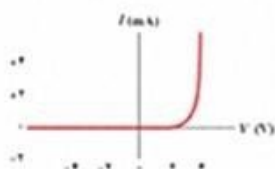
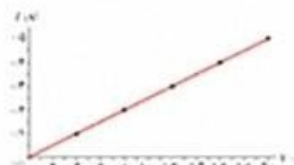
منبع نیروی محرکه الکتریکی: وسیله‌ای است که با انجام کار روی بارهای الکتریکی اختلاف پتانسیل ایجاد میکند

منابع نیروی محرکه آرمانی مقاومت درونی ناچیز دارند و منابع واقعی دارای مقاومت داخلی هستند.





- ❖ **قانون انشعاب (شدت جریان ها):** مجموع جریان هایی که به گره وارد می شود ، برابر مجموع جریان هایی است که از آن گره خارج می شود نشان دهنده قانون پایستگی بار است
- ❖ **قانون حلقه (قانون ولتاژ ها):** در هر دور زدن کامل منطبق از مدار، جمع جبری اختلاف پتانسیل های اجزای مدار برابر صفر می شود. نشان دهنده قانون پایستگی انرژی است
- ❖ **قانون زول:** قانون ژول بیان داردمی گرمای تولید شده توسط جریان عبوری از یک مقاومت R ، در مدت زمان t برابر است با RI^2t
- ❖ **جرا در خطوط انتقال برق، برق با جریان کم ولی ولتاژ زیاد منتقل می شود؟:** زیرا با این کار اتلاف انرژی RI^2 کاهش می یابد و در خطوط انتقال می توان از سیم های نازک تری استفاده کرد. برای افزایش یا کاهش ولتاژ از مبدل ها استفاده می شود.
- ❖ نسبت اختلاف پتانسیل دو سر رسانای خلری به شدت جریانی که از آن می گذرد را **مقاومت الکتریکی** گویند
- ❖ جریان الکتریکی ناشی از **شارش بار الکتریکی** است ولی همه بار های ممتزم جریان ایجاد نمی کند
- ❖ با اعمال میدان الکتریکی به فلز الکترون ها با سرعت **سوق** در **خلاف جهت** میدان حرکت می کنند. جریان الکتریکی ایجاد می شود
- ❖ جهت قراردادی جریان زیاد خلاف جهت سوقی (حرکت) الکترون است
- ❖ الکترون آزاد در یک جسم رسانا خلری در یکجلاف جهت میدان حرکت می کند ولی نه به خط مستقیم به صورت زیگزاکی
- ❖ میزان جریان های متداول برای لامپ 200 واتی **1 آمپر**، برای استارت ماشین **200 آمپر**، برای تامین انرژی نمایشگر تلفن همراه **1mA**، برای جریان نورهن های مغزی **1 nA**، در آذرخش **10 kA**، در باد های فورشیدی **1 GA**
- ❖ **آمپر ساعت و کولن** واحد های بار الکتریکی است
- ❖ باتری خودره با **آمپر ساعت** و باطنی موبایل با **میلی آمپر ساعت** مشخص می شود
- ❖ هرچه **آمپر ساعت** یک باتری بیشتر باشد حداکثر باری که می تواند از مدار عبور دهد تا به صورت ایمن تخلیه شود بیشتر می شود
- ❖ مقاومت به رسانا به جنس طول و سطح مقطع و دما بستگی دارد
- ❖ مقاومت یک جسم با **جنس و طول** رابطه مستقیم و با **سطح مقطع** رابطه عکس دارد.
- ❖ اگر با تغییر ولتاژ جریان عبوری نیز به همان نسبت تغییر کند (در دمای ثابت) و طبق قانون اهم مقاومت ثابت می ماند و به این وسیله **مقاومت اهمی** می گویند
- ❖ در مقاومت اهمی جریان و اختلاف پتانسیل رابطه **مستقیم** دارند
- ❖ نمودار ولتاژ بر حسب جریان یک مقاومت اهمی به **صورت خطی** است
- ❖ یعنی جریان با ولتاژ به صورت **خطی** افزایش می یابد
- ❖ دیود یک مقاومت **غیر اهمی** است یعنی با افزایش ولتاژ جریان الکتریکی به همان نسبت افزایش نمی یابد
- ❖ و نمودار ولتاژ جریان **خطی نیست**
- ❖ هرچه سطح مقطع سیم ها بیشتر باشد جریان **بیشتر** می تواند از آن عبور کند
- ❖ یکای مقاومت ویژه **اهم متر** است
- ❖ مقاومت ویژه یک ماده به **ساختار اتمی و دمای آن** بستگی دارد
- ❖ رساناهای الکتریکی خوب مقاومت ویژه **بسیار کم** و عایق های خوب مقاومت ویژه بسیار **زیادی دارند**
- ❖ مقاومت اجسام خلری با دما رابطه **مستقیم و خطی** است
- ❖ مقاومت نیم رساناها با افزایش دما **کاهنی** می یابد. و مقاومت رساناها **افزایشی** می یابد
- ❖ ضریب دمای نیم رساناها **منفی** و ضریب دمای اجسام رسانا **مثبت** می باشد.
- ❖ ضریب دمایی منفی به معنی آن است با افزایش دما مقاومت **کاهش** می یابد





- ❖ در برخی مواد، مانند جیوه و قلع با کاهش دما، مقاومت ویژه در دمای خاصی به صورت ناگهانی به صفر می رسد و در دماهای پایین تر، همچنان صفر می ماند این پدیده را **ابر رسانایی** می گویند و به این مواد ابر رسانا می گویند
- ❖ به دمای که در آن مقاومت صفر می شود **دمای بحرانی** می گویند و این دما غالباً نزدیک **صفر کلوین** است
- ❖ بار الکتریک در حالت ابر رسانایی اجسام **بدون اتلاف** در رسانا حرکت می کنند
- ❖ **دما سنس** **مقاومت پلاتینی** دما سنس معیار برای اندازه گیری دماست و برای اندازه گیری دما در محدوده 1235k تا 12 K استفاده می شود
- ❖ اساس کار دما سنس های مقاومت پلاتینی **تغییر مقاومت الکتریکی با دماست** در این دما سنس ها از **پلاتین** استفاده می شود
- ❖ مقاومت ها به دو نوع مختلف است **مقاومت پیمه ای** و **مقاومت ترکیبی**
- ❖ جنس سیم بکار رفته در مقاومت پیمه ای **نیکروم یا منگنلین** است و به دور هسته **سرامیکی** پیچیده شده اند و مشهورترین این مقاومت ها **رنوستا** می باشد و آن را **پتانسیومتر** می نامند
- ❖ این ها مقاومت برای به دست آوردن **مقاومت های پایین** بسیار دقیق و همچنین **توان های بالا** ساخته شوند می.
- ❖ **پیشینه توان الکتریکی** که این مقاومت ها می توانند تحمل کنند، بی آنکه بسوزند روی آنها نوشته شده است
- ❖ **مقاومت رنوستا**: یک مقاومت متغیر که برای **تنظیم و کنترل جریان** از آن استفاده می شود. مقاومت رنوستا از نوع مقاومت های **پیمه ای** است
- ❖ مقاومت های ترکیبی از جنس **کربن** هستند و ویژگی مهم آن ها **پیشینه توان الکتریکی** است که مقاومت بدون آنکه بسوزد آن را تحمل می کند (در اینجهور مقاومت ها مقدار مقاومت توسط رنگ ها مشخص می شود
- ❖ مقدار مجاز انحراف از مقدار دقیق هر اندازه گیری را **تولرانسی** گویند.
- ❖ **ترمیستور نوعی مقاومت است** و در مدار به عنوان **مسگر دما** استفاده می شود و رایج ترین آنها **دیستکی، مهره ای و میله ای** است
- ❖ ترمیستورها به دو نوع **PTC** و **NTC** تقسیم بندی می شوند.
- ❖ در مقاومت نوری (LDR) میزان مقاومت آن به **نوری تابیده شده** به آن بستگی دارد
- ❖ اگر **شدت تابش** بیشتر بشود مقاومت، مقاومت نوری کم می شود جنس آن از **سیلیسیم** است
- ❖ با **افزایش شدت نور** تابیده شده در مقاومت نوری بر تعداد حامل های بار الکتریکی آنها **افزوده** شده و در نتیجه از مقاومت آنها **کم** می شود
- ❖ از **LDR ها** در دزدگیر ها، چشم های الکترونیکی کنترل خودرو ها چراغ های روشنایی خیابان ها استفاده می شود
- ❖ در چراغ های روشنایی، اساس کار به این ترتیب است که با تابش نور به LDR و ایجاد جریان در آن، یک گرم کن الکتریکی فعال شده و با استفاده از یک دما پا، اتصال الیمپ روشنایی های به منبع اصلی جریان را قطع میکند برفوردد کند، در شب که نوری به LDR برفوردد نمی کند گرمکن خاموش می ماند و بدین ترتیب، اتصال لامپ های روشنایی قطع نمی شود و لامپ ها روشن می مانند
- ❖ **دیود ها** یک سو کننده جریان است
- ❖ در دیود ها برای عبور جریان به یک سمت مقاومت تقریباً **صفر** و جریان عبور می کند با نماد $\rightarrow$ نشان میدهند به جهت پیکان نشان دهنده **جهتی است که جریان می تواند به آن جهت حرکت کند**
- ❖ از دیود ها برای تبدیل جریان های **متناوبی** به جریان **مستقیم** استفاده می شود
- ❖ معروف ترین دیود، **دیود نور گسیل یا LED** است
- ❖ در LED ها از **لیم رسانا** استفاده می شود که با عبور جریان الکتریکی از آن بخشی از **الرژی را به نور** تبدیل می کند
- ❖ در LED ها بازه نور تولیدی از **فرسورغ تا فرا بنفش** است
- ❖ نخستین LED های ساخته شده نور **قرمز و زرد** داشتند





- ❖ مزیت لامپ های LED نسبت به لامپ معمولی آن است که **توان مصرفی کمی** دارد و **نور فوری** تولید می کند **عمر طولانی تری** دارند و نیز **زمان مصرف و تولید نور کمتری** تولید نمی کنند

در شکل سمت راست لامپ روشن می شود ولی در شکل سمت چپ از دیود نمی تواند عبور کند و روشن نمی شود

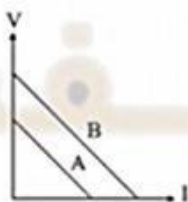


- ❖ منبع نیروی محرکه در واقع با صرف انرژی بار مثبت را از پتانسیل **کمتر** به پتانسیل **بیشتر** می برد
- ❖ باتری ها بار مثبت را در **خلاف جهت میدان** جابجا می کند و روی آنها کار انجام می دهد و انرژی پتانسیل آنها را بالا برده تا بتوانند در مدار شارش کنند
- ❖ به وسیله هایی مانند باتری که با انجام کار روی بار الکتریکی، جریان ثابتی از بارهای الکتریکی در یک مدار ایجاد می کند را **منبع نیروی محرکه الکتریکی** می گویند
- ❖ در باتری ها طی یک **واکنش شیمیایی** انرژی مورد نیاز برای ایجاد اختلاف پتانسیل ایجاد می شود
- ❖ **سلول های فیرشیدی**، **باتری ها مولد های الکتریکی** نمونه هایی از مولد های نیروی محرکه هستند
- ❖ کاری که باتری روی واحد بار الکتریکی مثبت انجام می دهد تا آن را از پایانه با پتانسیل کمتر به پایانه با پتانسیل بیشتر برده اصطلاحاً **نیروی محرکه الکتریکی (emf)** نامیده می شود
- ❖ یکی از نیروی محرکه **ولت** است که معادل **ژول بر کولن** است
- ❖ وقتی می گوئیم نیروی محرکه مولد $1/5$ ولت است یعنی این باتری روی 1 کولن بار $1/5$ ژول کار می کند و انرژی پتانسیل آن را $1/5$ ژول افزایش می دهد
- ❖ میدان الکتریکی درون باتری از پایانه **مثبت** به سمت پایانه **منفی** است
- ❖ منبع های نیروی محرکه الکتریکی با **آرمانی** هستند و با **واقعی**
- ❖ در باتری آرمانی مقاومت داخلی **صفر** است و اختلاف پتانسیل دو سر آن با عدد نیروی محرکه **برابر** است ولی در واقعیت چون مولد مقاومت داخلی دارد همیشه اختلاف پتانسیلی که تولید می کند از عدد نیروی محرکه نوشته شده روی آن **کمتر** است
- ❖ اگر **مولد آرمانی** باشد توان خروجی و تولیدی برابر است ولی در غیر آرمانی ها توان خروجی از تولیدی کمتر است و بخشی از توان آن در مقاومت درونی مصرف می شود
- ❖ اگر جریانی که از مولد میگذرد صفر باشد اختلاف پتانسیل 2 سر مولد با نیروی **محرکه مولد** برابر است.
- ❖ با حرکت در مدار وقتی از مولد عبور می کنیم اگر از پایانه منفی مولد به پایانه مثبت برویم پتانسیل الکتریکی به اندازه $\mathcal{E}$ **افزایش می یابد**
- ❖ با حرکت در مدار وقتی از مولد عبور می کنیم اگر از پایانه مثبت مولد به پایانه منفی آن برویم پتانسیل الکتریکی به اندازه $\mathcal{E}$ **کاهش می یابد**
- ❖ اگر در حرکت در مدار در جهت جریان از مقاومت عبور کردیم پتانسیل الکتریکی به اندازه **IR کاهش می یابد**
- ❖ اگر با حرکت در مدار در خلاف جهت جریان از مقاومت عبور کردیم پتانسیل الکتریکی به اندازه **IR افزایش می یابد**
- ❖ لامپ های موجود روی گاه ایمنی کارگران معدن از **نوع هالوژنی** است که اگر به جای آن لامپ LED قرار دهیم انرژی کمتری مصرف می کنند و ده برابر آن روشن می مانند
- ❖ جریان های الکتریکی بسیار کوچک را با **کالوانومتر** اندازه گیری می کنند.

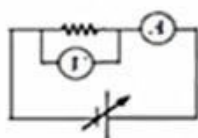




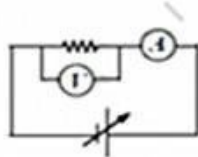
- ❖ بهتر است در پاراگراف‌های تئوریک، سیم کشی ساختمان و در خودرو ها لامپ‌ها را **موازی** در مدار ببندیم در نتیجه جریان عبوری از **مقاومت** **معادل** برابر مجموع جریان عبوری از هر مقاومت است
- ❖ اگر مقاومتها متوالی بسته شوند، مقاومت **معادل** **بزرگتر** از تک تک مقاومت هاست و اگر آنها را موازی ببندیم معادل از تک تک مقاومت ها **کمتر** است
- ❖ در مقاومت های موازی از شافه ای که **مقاومت کمتری** دارد جریان بزرگتری عبور می کند
- ❖ در حال موازی از انجایی که ولتاژ دو سر مقاومت ها با هم برابر است بیشترین توان مصرفی برای شافه ایست که **کمترین مقاومت** را دارد و کمترین توان برای شافه ای که **بیشترین مقاومت** را دارد طبق رابطه $P = \frac{V^2}{R}$
- ❖ توان مصرفی مقاومت معادل با مجموع توان های **مصرفی مقاومت ها** برابر است
- ❖ مقاومت الکتریکی را با وسیله ی به نام **آومتر** اندازه گیری می کنند .
- ❖ آمپرسنج غیر ایده آل هواره عدد **کمتری** از جریان واقعی مدار را نشان می دهد .
- ❖ در بسیاری از مدارهای الکتریکی از تئیر مقاومت برای **تقسیم ولتاژ** استفاده می کنند از این ویژگی در برخی از تجهیزات الکتریکی به عنوان **کلید الکترونیکی** بهره برداری می شود شکل آژیر خطر، کلید خودکار روشن شدن هاپراغ و ... مثال هایی از این دست هستند
- ❖ قاعده ملحق یا ولتاژها بیان کننده **اصل بایستگی انرژی** است
- ❖ قاعده انشعاب **قانون بایستگی بار** را نشان می دهد
- ❖ **فیوز** قطعه ای حفاظتی در مسیر سیم کشی های الکتریکی است که وقتی جریان الکتریکی بخواهد از حد مجاز بیشتر شود، جریان را قطع میکند
- ❖ ولت سنج در مدار به صورت **موازی** و آمپرسنج به صورت **متوالی** در مدار بسته می شوند. و بگوئید اگر بر عکس بسته شوند چه اتفاقی می افتد؟



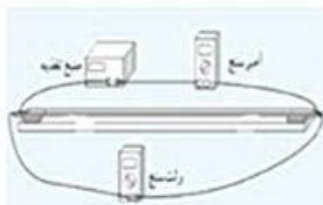
- ❖ در فصول انتقال برق انرژی الکتریکی با ولتاژ **زیاد** و جریان **کم** انتقال می یابد
- ❖ **نمودار تغییرات ولتاژ دو سر مولدهای A و B بر حسب جریان، مطابق شکل مقابل است، نیروی محرکه و مقاومت درونی دو مولد را با هم مقایسه کنید. (دو خط A و B موازی هستند.)**
- ❖ شیب نمودار برابر r است. چون خطها موازی اند، مقاومت درونی مولدها یکسان است .
- ❖ $r_A = r_B$ $\mathcal{E}_A < \mathcal{E}_B$



- ❖ **آزمایشی طراحی کنید که به وسیله آن بتوان مقاومت یک جسم را اندازه گیری کرد**
- ❖ برای اندازه گیری مقاومت عناصر موجود در یک مدار، لامپ را به مولد می بندیم و دو سر آن ولت سنج متصل می کنیم اختلاف پتانسیل را با ولت سنج و شدت جریان را با آمپرسنج حساب کرده و سپس از رابطه $R = \frac{V}{I}$ مقاومت آن را اندازه گیری کرد . و با اهم متر نمی توان مقاومت یک لامپ را اندازه گیری کرد .



- ❖ **آزمایشی طراحی کنید که درستی قانون اهم را نشان دهد .**
- ❖ مدار مطابق شکل زیر می بندیم . اختلاف پتانسیل منبع ولتاژ قابل تنظیم را تغییر می دهیم و در هر مرحله اعداد ولت سنج و آمپرسنج را می خوانیم . مقادیر بدست آمده را در جدول مرتب می کنیم . اگر از فرمول $\frac{V}{I} = R$ مقاومت را بدست می آوریم . می بینیم که مقادیر بدست آمده تقریباً با هم برابر است .



- ❖ **آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد مقاومت یک رسانا به طول آن را بستگی دارد**
- ❖ مدار مطابق شکل می بندیم و در چند مرحله چند رسانای هم جنس . هم مقطع و با طول های متفاوت را در مدار قرار می دهیم و جریان عبوری از آن ها و اختلاف پتانسیل دو سر آن ها را در هر مرحله با آمپرسنج و ولت سنج اندازه می گیریم . از $\frac{V}{I} = R$ مقاومت را بدست آوریم . مشاهده می شود رسانایی که طول بیشتری دارد ، مقاومتش بیشتر است .





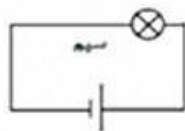
❖ آزمایش طراحی کنید که نشان دهد مقاومت به سطح مقطع رسانا بستگی دارد

مداری مانند شکل بالا می‌بندیم و در چند مرحله چند رسانای هم جنس، هم طول و با سطح مقطع را در مدار قرار می‌دهیم و جریان عبوری از آن‌ها و اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها را در هر مرحله با آمپرسنج و ولت سنج اندازه می‌گیریم. از $\frac{V}{I} = R$ مقاومت را بدست آوریم. مشاهده می‌شود رسانایی که سطح مقطع بیشتری دارد، مقاومتش کمتر است.

❖ آزمایش طراحی کنید که نشان دهد مقاومت به جنس آن رسانا بستگی دارد

مداری مانند شکل بالا می‌بندیم و در چند مرحله چند رسانای هم طول و هم مقطع و جنس‌های متفاوت را در مدار قرار می‌دهیم و جریان عبوری از آن‌ها و اختلاف پتانسیل دو سر آن‌ها را در هر مرحله با آمپرسنج و ولت سنج اندازه می‌گیریم. از $\frac{V}{I} = R$ مقاومت را بدست آوریم. مشاهده می‌شود با تغییر جنس رسانا، مقاومت آن تغییر می‌کند.

❖ آزمایش طراحی کنید که اثر دما را بر مقاومت رسانای فلزی را نشان دهد.



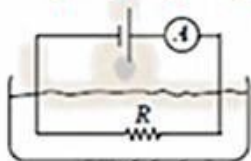
مداری مانند شکل مقابل می‌بندیم و نور لامپ را مشاهده می‌کنیم. شعله‌ی فلذک را زیر سیم فلزی می‌گیریم و آن را به طور یکنواخت گرم می‌کنیم. مشاهده می‌کنیم که نور لامپ کاهش می‌یابد. پس با افزایش دما، مقاومت سیم فلزی زیاد شده، جریان و نور لامپ کم می‌شود.

❖ آزمایش برای اندازه گیری مقاومت ویژه ی فلز (یا مثلاً مغز یک مداد) طراحی کنید.

به وسیله ی خط کش طول و به وسیله ی کولیس قطر و در نتیجه از $A = \pi r^2$ مساحت سطح مقطع جسم را می‌یابیم. مقاومت آن را به وسیله یک اهم سنج اندازه می‌گیریم و با استفاده از فرمول $R = \rho \frac{L}{A}$ مقاومت ویژه را به دست آوریم.

❖ آزمایش طراحی کنید که با آن بتوان درستی رابطه $U = R \cdot I^2 \cdot t$ را تحقیق کرد. (گرمای تولیدی یک مقاومت را اندازه

گرفت)



مقاومت رسانا را با هم سنج اندازه گرفته و آن را در ظرفی ممتوی آب قرار می‌دهیم. شدت جریان را توسط آمپرسنج اندازه گرفته و انرژی مصرفی را برای مدت زمان معین $U = R \cdot I^2 \cdot t$ می‌یابیم. در همین زمان با اندازه گیری دمای آب و با استفاده از $Q = m \cdot C \cdot \Delta\theta$ گرما را به دست می‌آوریم.

❖ با در اختیار داشتن وسایل زیر، آزمایش طراحی کنید که به وسیله آن، دمای رشته سیم داخل لامپ روشن با ضریب دمایی معین را اندازه گیری نمایید. (شکل - شرح)

وسایل: اهم متر - ولت سنج - آمپرسنج - دماسنج - لامپ - باتری - سیم‌های رابط

به کمک اهم متر، مقاومت الکتریکی رشته سیم داخل لامپ خاموش را اندازه می‌گیریم (R_1) و به کمک دماسنج، دمای اتاق (θ_1) را تعیین می‌کنیم. سپس با استفاده از مدار شکل زیر و جایگذاری اعداد ولت‌سنج و آمپرسنج در رابطه $R_2 = \frac{V}{I}$ مقاومت الکتریکی رشته سیم را در حالت روشن محاسبه می‌کنیم و در نهایت با استفاده از رابطه $R_2 = R_1(1 + \alpha \Delta\theta)$ دمای رشته سیم در حالت روشن (θ_2) را به دست می‌آوریم.

❖ روی باتری یک اتومبیل اعداد 75Ah و 12V نوشته شده است.

الف) عدد Ah به چه معنی است؟

ب) برای استارت اتومبیل جریان 200A مورد نیاز است. به نظر شما این باتری چه مدت می‌تواند بطور مداوم استارت بزند؟

الف) براساس رابطه $q = I \cdot \Delta t$ در واقع نشان دهنده مقدار باری است که باتری می‌تواند قبل از اتصال مجدد به شارژر، تحت ولتاژ 12 ولت در مدار به گردش در بیاورد. به عبارت دیگر پهنی باتری می‌تواند مقدار 75×3600 کولن بار را تحت ولتاژ 12V در مدار به گردش درآورد و پس از آن لازم است دوباره شارژ شود.

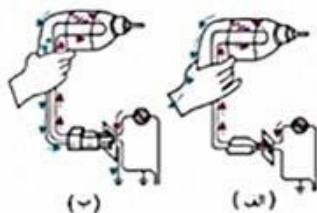
ب) ظاهراً به کمک رابطه $q = I \cdot t$ باید بتوان این زمان را محاسبه کرد.





$$q = It \Rightarrow 200t \Rightarrow t = \frac{75}{200} = \frac{3}{8} = 0.375h$$

❖ بررسی کنید اگر مننه برقی (دریل) معیوب شکل های زیر را با دو شاخه (شکل الف) یا سه شاخه (شکل ب) به پریز وصل کنیم، چه رخ می دهد؟



در شکل (الف) پس از اتصال دریل معیوب به پریز برق جریان الکتریکی از طریق بدنه دریل به دست شلفص منتقل شده و مسیر خود را با عبور از بدن شلفص و زمین می بندد و به این ترتیب شلفص دچار برق گرفتگی می شود. در شکل (ب) بدنه دریل با یک سیم جداگانه به زمین متصل شده است. در این وضعیت جریان الکتریکی از مسیر بوجود آمده با سیم سوم که اصطلاحاً سیم زمین نامیده می شود بسته می شود و شلفص استفاده کننده آسیبی نمی بیند.

❖ رابطه توان مصرفی مقاومت را اثبات کنید

$$P = \frac{W}{t} = \frac{q\Delta V}{t} = \left(\frac{q}{t}\right)\Delta V = I\Delta V$$

$$P = I\Delta V$$

$$P_{مصرف} = |P| = |IV| = |I(RI)| = RI^2 = \frac{V^2}{R}$$

