پدیده‌هایی که منشأ الکتریکی دارند

۱- آذرخش
۲- تشکیل مولکول توسط اتم‌ها
۳- پیام‌های عصبی در دستگاه اعصاب
۴- چسبیدن نوار سلوفان بر ظروف
۵- بالا رفتن یک مارمولک از دیوار
۶- دستگاه فتوکپی

- الکتریسیته از واژه یونانی الکترون گرفته شده است که به معنای کهربا است.
- بار مثبت و منفی توسط بنیامین فرانکلین نامگذاری شد.
- **بار الکتریکی کوانتیده است یعنی چه؟** همواره بار الکتریکی جسم، مضرب صحیحی از بار بنیادی **e** است.
- مولد وان‌دوگراف، وسیله‌ای است که با استفاده از تسمه‌ای متحرک، بار الکتریکی را بر روی یک کلاهک توخالی فلزی جمع می‌کند.
- **اصل برهم نهی میدان‌های الکتریکی:** این اصل نشان می‌دهد که میدان الکتریکی ناشی از چند بار الکتریکی در نقطه‌ای فضا، برابر مجموع میدان‌هایی است که هر بار در نبودِ سایر بارها در آن نقطه‌ای از فضا ایجاد می‌کند.
- **۴ قاعده رسم خطوط میدان الکتریکی را نام ببرید. (۴ مورد از ویژگی‌های خطوط میدان الکتریکی را نام ببرید.)**

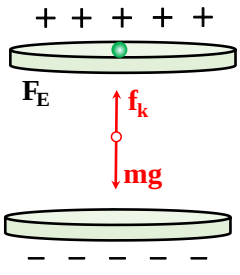
۱- در هر نقطه، بردار میدان الکتریکی باید مماس بر خط میدان الکتریکی عبوری از آن نقطه و در همان جهت باشد.

۲- میزان تراکم خطوط میدان در هر ناحیه از فضا نشان‌دهنده اندازه میدان در آن ناحیه است، هر جا خطوط میدان متراکم‌تر باشد، اندازهٔ آن (میدان) بیشتر است.

۳- در آرایشی از بارها خطوط میدان الکتریکی از بارهای مثبت شروع و بارهای منفی ختم می‌شوند.

۴- خطوط میدان برایند هرگز یکدیگر را قطع نمی‌کنند یعنی از هر نقطه فضا یک خط میدان الکتریکی می‌گذرد.

- **میدان الکتریکی یکنواخت:** میدان بین دو صفحه رسانای فلزی که موازی هم قرار گرفته‌اند با بارهای ناهمنام را میدان یکنواخت گویند. چون بردار میدان در تمام نقاط بین دو صفحه هم‌اندازه و هم‌جهت هستند. و خطوط میدان در فضای بین دو صفحه و دور از لبه‌های صفحات مستقیم، موازی و هم فاصله‌اند.
- **آزمایش قطره ـ روغن میلیکان برای مشخص کردن چه چیزی انجام شد؟**



میلیکان با تغییر دادن میدان الکتریکی بین صفحات به حرکت قطره‌های روغن در این فضا توجه کرد و با تحلیل این حرکت و با در نظر گرفتن مقاومت هوا، نیروی الکتریکی وارد بر هر قطره را محاسبه کرد و از آن جا بار الکتریکی هر قطره را تعیین کرد.

میلیکان بار قطره‌ها را فهمید که مضرب درستی از **e** است.

- رسوب‌دهنده الکتروستاتیکی Esp چگونه آلودگی هوا را کاهش می‌دهند.

دود و غبار را از گازهای زائدی که از دودکش کارخانه‌ها و نیروگاه‌ها بالا می‌آید جدا می‌سازد.

- تغییر انرژی پتانسیل یک ذره باردار به بار الکتریکی آن بستگی داد، نسبت تغییر انرژی پتانسیل به بار ذره، مستقل از نوع و اندازه بار الکتریکی است، به این نسبت، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو نقطه‌ای می‌گوییم.
- رابطه $\Delta V = \frac{\Delta U}{q}$ برای میدان‌های غیریکنواخت نیز برقرار است.
- اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری برابر با پتانسیل پایانه مثبت منهای پتانسیل پایانه منفی است.

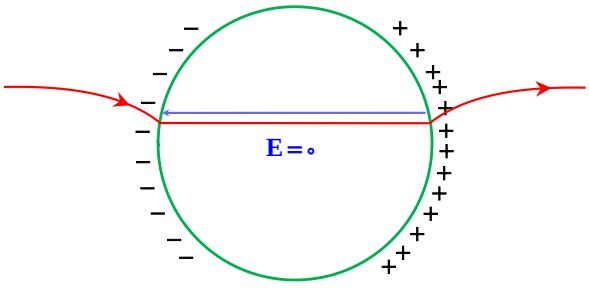
$$\Delta V = V_+ - V_-$$

- نقطه زمین را تعریف کنید.

معمولاً پتانسیل زمین یا نقطه‌ای از مدار را برابر صفر می‌گیرند و به آن نقطه، اصطلاحاً نقطه زمین می‌گویند.

- عمل مغز اساساً بر مبنای کنش‌ها و فعالیت‌های الکتریکی است.
- سیگنال‌های عصبی چیزی جز عبور جریان‌های الکتریکی نیست.
- هنگام انجام هر عمل خاصی، سیگنال‌های الکتریکی زیادی تولید می‌شوند این سیگنال‌ها، حاصل کنش الکتروشیمیایی در یاخته‌های عصبی موسوم به نورون هستند.
- لامپ‌های تصویر تلویزیون‌ها و نمایشگرهای قدیمی، لامپ پرتو – کاتدی (CRT) بودند.
- چرا میدان الکتریکی در داخل رسانا صفر می‌شود؟ اگر در شرایط الکترواستاتیکی (تعادل) میدان صفر نباشد، بر الکترون‌های آزاد داخل رسانا نیروی $F = Eq$ وارد می‌کند و سبب ایجاد جریان الکتریکی در داخل رسانا می‌شود که این یعنی بارها در تعادل قرار ندارند.
- آزمایش فاراده را با رسم شکل توضیح دهید.

- وقتی جسم رسانایی در میدان الکتریکی قرار می‌گیرد چه اتفاقی برای الکترون آزاد و میدان درون جسم می‌افتد؟



الکترون آزاد، تحت تأثیر میدان الکتریکی خارجی در مدت زمان کوتاهی (کمتر از $۱۰^{-۹}S$) طوری روی سطح خارجی توزیع می‌شوند (القا می‌شوند) که میدان الکتریکی ناشی از آن‌ها، اثر میدان خارجی را درون رسانا خنثی می‌کند و بدین ترتیب میدان الکتریکی درون رسانا صفر می‌شود.

● **چرا همه نقاط رسانا پتانسیل یکسانی دارند؟** چون میدان درون رسانا برابر با صفر است. نیروی الکتریکی وارد بر هر ذره باردار در داخل رسانا نیز صفر است. $\cancel{\vec{F}} = \cancel{\vec{E}}\, q$ بنابراین کار نیروی الکتریکی در هر جابه‌جایی بر داخل رسانا صفر است. در نتیجه همه نقاط رسانا پتانسیل یکسانی دارند.

$$\cancel{\Delta \vec{V}} = \frac{\cancel{\Delta \vec{U}}}{q}$$

● **یکی از کاربردهای صنعتی پدیده القای بار الکتریکی، رنگ‌پاشی الکتروستاتیکی است.** در نوعی از این روش رنگ‌پاشی، سطح فلزی‌ای که قرار است رنگ شود به زمین متصل می‌شود و قطره‌های ریز رنگ هنگام خروج از دهانه رنگ‌پاش باردار می‌شوند.

● **فرق خازن با باتری چیست؟** وقتی یک خازن باردار می‌شود صفحه‌های آن دارای بارهایی با بزرگی یکسان، ولی با علامت مخالف می‌شود: $+Q$ و $-Q$ با این حالت بار یک خازن را به صورت Q نشان می‌دهند.

● ظرفیت خازن به اندازه بار خازن و اختلاف پتانسیل دو صفحه آن بستگی ندارد.

$$\text{ثابت} = \frac{Q}{\Delta V}$$

● عبارت ظرفیت الکتریکی را نخستین بار ولت در تشابه با ظرفیت گرمایی به کار برد.

● **میکروفون خازنی چگونه عمل می‌کند؟** بر اثر صدا، صفحه متحرک (دیافراگم) ارتعاش می‌کند. و فاصله بین صفحه‌های خازن تغییر می‌کند. بنابراین ظرفیت خازن تغییر می‌کند که به ایجاد یک سیگنال الکتریکی می‌انجامد.

● **نقش دی‌الکتریک**

۱- افزایش ظرفیت خازن

۲- افزایش حداکثر ولتاژ قابل تحمل خازن

● **فروریزش الکتریکی را توضیح دهید.** اگر اختلاف پتانسیل دو صفحه یک خازن را به اندازه کافی زیاد کنیم، تعدادی از الکترون‌های اتم‌های ماده الکتریک، توسط میدان الکتریکی ایجاد شده بین دو صفحه کنده می‌شوند و مسیرهایی رسانا درون دی‌الکتریک ایجاد می‌شود. که سبب تخلیه خازن می‌گردد به این پدیده فروریزش الکتریکی مادهٔ دی‌الکتریک می‌گویند.

● **خازن‌ها معمولاً چگونه مشخص می‌شوند؟**

۱- با مقدار ظرفیت آن‌ها

۲- اختلاف پتانسیل بیشینه‌ای که می‌تواند تحمل کنند. $۱۰\mu F$, $۴۰۰ V$

- در هنگام شارژ شدن خازن دائماً باری جزئی از یک صفحه خازن جدا و به همان اندازه به صفحه دیگر منتقل می‌شود در این فرایند باتری روی این بار کار انجام می‌دهد. هنگام اتصال بار، اختلاف پتانسیل دو صفحه خازن نیز به آهستگی افزایش می‌یابد بنابراین برای انتقال بارهای بعدی به کار بیشتری نیاز است.
- در هنگام شارژ شدن خازن (باردار شدن خازن) می‌توان اختلاف پتانسیل متوسطی را به صورت $V_{av}=\frac{V+0}{2}$ برای دو صفحه خازن در نظر گرفت.
- توانایی خازن برای ذخیره انرژی پتانسیل الکتریکی، اساس کار دستگاه‌های رفع لرزشی است که برای توقف لرزش بطنی افراد دچار حملهٔ قلبی به کار می‌رود.
- هر مجموعه‌ای از بارهای متحرک لزوماً جریان الکتریکی ایجاد نمی‌کنند.
- در نبود اختلاف پتانسیل، شارش بار خالصی از مقطع معین سیم، نداریم.
- سیمی فلزی را در نظر بگیرید. الکترون‌های آزاد در طول این سیم به طور کاتوره‌ای در همه جهت‌ها با تندی‌هایی از مرتبه $10^6\frac{m}{s}$ در حرکت‌اند و هیچ شارش خالص باری از مقطعی معین نداریم. اما با وجود اختلاف پتانسیل (باتری)، الکترون‌های آزاد در سیم حرکت می‌کنند و جریان ایجاد نمی‌شود. در واقع وقتی میدان الکتریکی درون فلز ایجاد می‌شود، الکترون‌ها حرکت کاتوره‌ای را کمی تغییر می‌دهند و با سرعتی متوسط موسوم به سرعت سوق در خلاف جهت میدان به طور بسیار آهسته‌ای سوق پیدا می‌کنند. اندازه سرعت سوق در یک رسانای فلزی بسیار کم و مثلاً درسیم‌های مسی از مرتبه بزرگی $10^{-5}\frac{m}{s}$ یا $10^{-4}\frac{m}{s}$ است.
- ولتاژ باتری یک نوع ماشین حساب $3V$ است. وقتی ماشین حساب روشن است، این باتری باعث عبور جریان $0/2mA$ در آن می‌شود. اگر یک ساعت روشن باشد:

الف) در این مدت چه مقدار بار از مدار می‌گذرد؟

$$q=It=2\times10^{-1}\times10^{-3}\times3/6\times10^{3}=0/72C$$

ب) باتری چقدر انرژی به مدار ماشین حساب می‌دهد.

$$\Delta V=\frac{\boxed{\Delta U}}{q}^{W}\Rightarrow W=q\Delta V=\frac{72}{100}\times3=\frac{216}{100}=2/16J$$

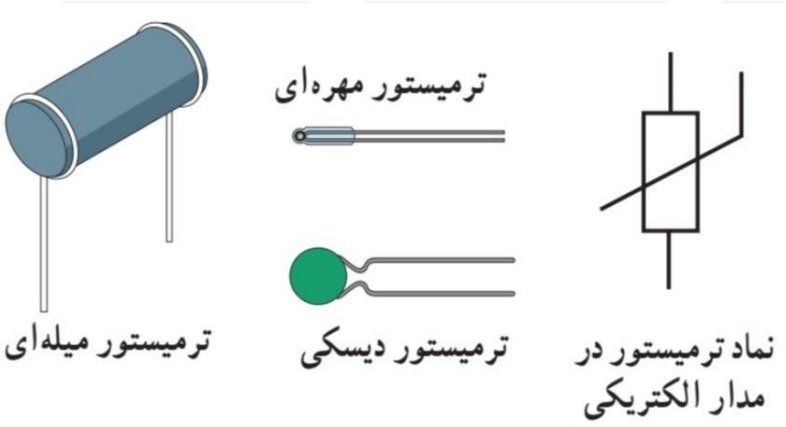
- **مقاومت الکتریکی را تعریف کنید.** الکترون‌های آزاد، هنگام حرکت در رسانا همیشه با نوعی مقاومت روبه‌رو هستند. (برخورد با اتم‌های رسانا که در حال نوسان‌اند) اصطلاحاً می‌گوییم رسانا دارای مقاومت الکتریکی است.
- **رسانای اهمی را تعریف کنید.** اگر وسیله‌ای از قانون اُهم پیروی کند. اصطلاحاً گفته می‌شود آن وسیله را رسانای اُهمی می‌گویند.
- **رسانای غیراهمی:** اگر وسیله‌ای از قانون اُهم پیروی نکند می‌گویند رسانای غیراُهمی مانند دیود نور گسیل (LED)
- اگر سطح مقطع جسم در تمام طول آن یکسان باشد می‌توان $R = \rho \frac{L}{A}$ استفاده کرد.
- مقاومت ویژه یک ماده به ساختار اتمی و دمای آن بستگی دارد.
- دسته‌ای از مواد مانند ژرمانیم و سیلیسیم نیز وجود دارند که مقاومت ویژهٔ آن‌ها بین مقاومت ویژه رساناها و نارساناها هستند. به این دسته مواد نیم‌رسانا می‌گویند.
- **چگونه افزایش دما مقاومت الکتریکی را افزایش می‌دهد؟** با افزایش دما تعداد حامل‌های بار (الکترون‌های آزاد) تقریباً ثابت می‌ماند ولی ارتعاش‌های کاتوره‌ای اتم‌ها و یون‌های آن افزایش می‌یابد این عمل موجب افزایش برخورد الکترون‌های آزاد با شبکهٔ اتمی رسانا می‌شود و به این ترتیب مقاومت افزایش می‌یابد.
- **چگونه افزایش دما مقاومت ویژه نیم‌رساناها را کاهش می‌دهد؟** در دمای پایین تعداد حامل‌های بار ناچیز است و نیم‌رسانا مانند نارسانا عمل می‌کند با افزایش دما تعداد این حامل‌های بار افزایش می‌یابد و البته تعداد برخوردهای کاتوره‌ای حامل‌های بار شبکهٔ اتمی نیز افزایش می‌یابد اما تأثیر افزایش تعداد حامل‌های بار بیشتر است.
- **اینکه ضریب دمایی برای نیم‌رساناها منفی است چه چیزی را نشان می‌دهد؟** کاهش مقاومت با افزایش دما.
- **ابررسانایی را تعریف کنید:** در برخی مواد مانند جیوه و قلع با کاهش دما، مقاومت ویژه در دمای خاصی به صورت ناگهانی به صفر افت می‌کند که در دماهای پایین‌تر همچنان صفر می‌ماند. این پدیده را ابررسانایی می‌گویند.
- **اساس کار دماسنج مقاومت پلاتینی چیست و چرا در آن از پلاتین استفاده می‌کنند:** اساس کار تغییر مقاومت با دما است و چون پلاتین دچار خوردگی نمی‌شود و نقطه ذوب بالایی دارد.

- **مقاومت‌های پیچه‌ای**
  - شامل پیچه‌ای از یک سیم نازک‌اند.
  - جنس آن‌ها از آلیاژهایی مانند نیکروم یا منگانین است.
  - **کاربرد:** به دست آوردن مقاومت‌های پایین بسیار دقیق و توان‌های بالا
  - عددی که روی آن نوشته شده بیشینهٔ توان الکتریکی
  - یکی از انواع مشهور آنها رئوستا نام دارد. پتانسیومتر همان نقش را انجام می‌دهد.

ویژه رشته ریاضی

- **مقاومت‌های ترکیبی**
  - معمولاً از کربن، برخی نیم‌رساناها و یا لایه‌های نازک فلزی ساخته شده‌اند.
  - حلقه چهارم
    - طلایی ۵٪ تلورانس
    - نقره‌ای ۱۰٪ تلورانس
    - بی‌رنگ ۲۰٪ تلورانس

- **ترمیستور:** نوعی از مقاومت است که بستگی مقاومت الکتریکی آن به دما با مقاومت‌های الکتریکی معمولی تفاوت دارد.
- **کاربرد:** به عنوان حسگر دما در مدارهای حساس به دما مانند زنگ خطر آتش و دماپا.

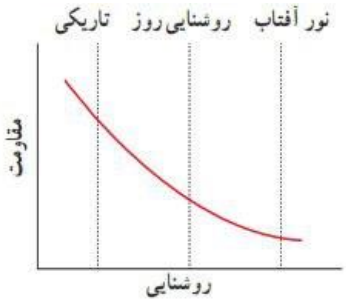


- **مقاومت‌های نوری (LDR):**

مقاومت الکتریکی آن به نور تابیده شده به آن بستگی دارد.

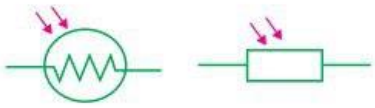
با افزایش شدت نور، از مقاومت آن کاسته می‌شود.

- **نکات**
  - یک LDR در تاریکی مقاومت چند مگا اُهمی دارد.
  - در یک نور مناسب، مقاومت آن به چند صد اُهم می‌رسد.
  - نوعی از آن‌ها از جنس نیم‌رسانای خالص مانند سیلیسیم است.
  - با افزایش شدت نور بر تعداد حامل‌های بار الکتریکی آن افزوده می‌شود و از مقاومت آن‌ها کاسته می‌شود.
  - کاربرد: چشم الکترونیکی، دزدگیرها، کنترل‌کننده‌های خودکار و چراغ روشنایی خیابان‌ها



پ) مقاومت بر حسب روشنایی برای یک LDR نوعی

ت) تصویری از چند LDR


ث) نماد LDR در دو استاندارد متفاوت

- **دیود**

هرگاه در مداری قرار گیرد، جریان را تنها از یک سو عبور می‌دهد و مقاومت آن در برابر عبور جریان در این سو ناچیز است. به همین دلیل به آن یک سوکننده جریان می‌گویند و آن را با نماد نشان می‌دهند. از این وسیله برای تبدیل جریان متناوب به جریان مستقیم استفاده می‌شود. فناوری LED با تولید LEDهایی که قابلیت تولید نور آبی و سفید داشتند، دستخوش تحول بزرگی شد.

- **دیود را با لامپ‌های روشنایی معمولی مقایسه کنید.**

توان الکتریکی کمی مصرف کرده و در عوض نور قابل ملاحظه‌ای تولید می‌کنند. LEDها در مقایسه با لامپ‌های رشته‌ای عمر طولانی‌تری دارند و به دلیل نداشتن رشته به هنگام تولید نور، انرژی گرمایی زیادی تولید نمی‌کنند.

- **منبع نیروی محرکهٔ الکتریکی را تعریف کنید.**

به وسیله‌هایی که با انجام کار روی بار الکتریکی، جریان ثابتی از بارهای الکتریکی در یک مدار ایجاد می‌کند، منبع نیروی محرکهٔ الکتریکی گفته می‌شود.

باتری‌ها بارهای الکتریکی مثبت را در خلاف جهت میدان الکتریکی از پتانسیل پایین‌تر به پتانسیل بالاتر می‌برد.

- **نیروی محرکهٔ الکتریکی را تعریف کنید.**

کاری که منبع نیروی محرکهٔ الکتریکی روی واحد بار الکتریکی مثبت انجام می‌دهد تا آن را از پتانسیل کمتر به پتانسیل بیشتر ببرد، اصطلاحاً نیروی محرکه الکتریکی (emf) نامیده می‌شود.

- **نیروی محرکهٔ باتری ۱/۵ ولت است یعنی چه؟**

یعنی باتری روی هر کولن باری که از آن می‌گذرد $1/5\,J$ کار انجام می‌دهد و به این ترتیب انرژی پتانسیل الکتریکی آن را $1/5\,J$ افزایش می‌دهد.

- **قاعده حلقه یا قانون ولتاژها چه چیزی را بیان می‌کند؟**

در هر دور زدن کامل حلقه‌ای از مدار، جمع جبری اختلاف پتانسیل‌های اجزای مدار صفر است.

- **تفاوت یک باتری نو و فرسوده عمدتاً در چه چیزی است؟**

در مقدار مقاومت داخلی آن است که برای باتری نو کمتر از ۱ اُهم و برای باتری فرسوده تا چند هزار اُهم باشد.

- **قاعده انشعاب را تعریف کنید.**

مجموع جریان‌هایی که به هر نقطه انشعاب وارد می‌شود برابر مجموع جریان‌هایی است که از آن نقطه انشعاب خارج می‌شود.

- **قاعده ژول را تعریف کنید**

قانون ژول بیان می‌دارد گرمای تولید شده توسط جریان I عبوری از یک مقاومت در مدت زمان t برابر با RI^2t است.

● با توجه به قانون ژول و تعریف نیروی محرکه الکتریکی، برای یک حلقه ساده، شامل یک باتری و یک مقامت نشان دهید که قاعده حلقه با قانون ولتاژها چیزی جز پایستگی انرژی نیست.

قانون ژول $\Rightarrow Q = RI^2t$

تعریف نیروی محرکه الکتریکی $\Rightarrow \varepsilon = \frac{W}{q}$

قاعدهٔ حلقه $\Rightarrow \varepsilon = RI \xrightarrow{\times It} \varepsilon It = RI^2t$

$$\frac{W}{q} \times \frac{q}{t} \times t = Q \qquad \Rightarrow \boxed{W = Q}$$

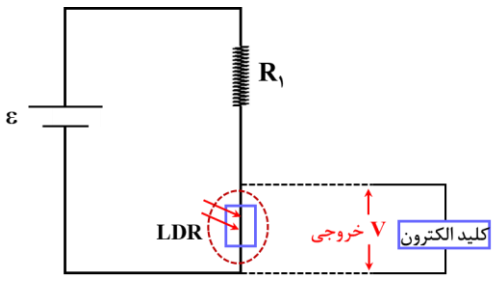
● در به هم بستن موازی مقاومت‌ها اگر یکی از مقاومت‌ها خیلی بزرگ‌تر از مقاومت دیگر باشد $R_2 >> R_1$ ، مقاومت معادل تقریباً برابر با مقاومت کوچک‌تر است.

● فیوز را تعریف کنید: فیوز قطعه‌ای حفاظتی در مسیر سیم‌کشی‌های الکتریکی است که وقتی جریان الکتریکی بخواهد از حد مجاز بیشتر شود جریان را قطع می‌کند. در سیم‌کشی منازل همه مصرف‌کننده‌ها به طور (موازی، سری) متصل می‌شود.

● برای اینکه بتوانیم هم‌زمان از چند وسیله برقی استفاده کنیم چه کار باید کنیم؟ در اغلب منازل چند مدار سیم‌کشی جداگانه داریم که هریک فیوز مربوط به خود را دارد باید وسایل برقی را هم‌زمان به یک مدار وصل نکنیم و مدارهای دیگری را نیز به کار بگیریم.

● طرز کار کلید خودکار روشن شدن چراغ‌ها مثلاً چراغ روشنایی خودروها را توضیح دهید.

وقتی تابش نور به LDR قطع می‌شود، مقاومت آن افزایش می‌یابد و در نتیجه ولتاژ خروجی زیاد می‌شود این افزایش ولتاژ سبب فعال شدن کلید الکترونی می‌شود که به چراغ وصل است بدین ترتیب روشن می‌شود. بنابراین تا زمانی که نور به اندازه کافی بتابد کلید فعال نمی‌شود.

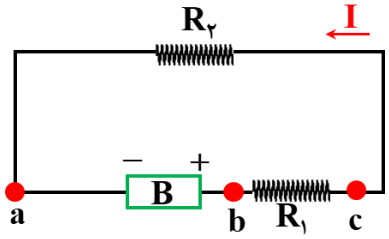


● **چرا نمی‌توان در خودروهای سواری به جای یک باتری ۱۲ ولتی، ۸ تا باتری ۱/۵ ولتی جایگزین کرد؟**

مقاومت درونی مجموع باتری‌های قلمی زیاد شده و در نتیجه نمی‌تواند جریان لازم برای روشن شدن خودروها را ایجاد کند و از آن‌جا که توان تولیدشده در یک باتری به دو عامل ولتاژ جریان وابسته است. $(P=VI)$

ولتاژ در هر دو حالت یکسان است اما از آن‌جا که جریان الکتریکی باتری‌های قلمی بسیار کمتر از باتری خودرو است توان تولید شده این باتری‌ها بسیار ناچیز است.

با توجه به شکل بزرگی جریان، پتانسیل الکتریکی و انرژی پتانسیل الکتریکی حامل بار مثبت را در نقاط a و b و c مقایسه کنید.



$$I_a = I_b = I_c$$

$$V_b > V_c > V_a \Rightarrow \Delta V = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow U_b > U_c > U_a$$

مغناطیس:

● **قطب‌های مغناطیسی یا قطب‌های آهنربا به کدام قسمت آهنربا گفته می‌شود؟**

هرگاه آهنربایی را در ظرف محتوی براده‌های آهن فرو ببریم براده‌های آهن به مقدار زیاد جذب ناحیه‌های خاصی از آهنربا می‌شوند. این ناحیه‌ها را قطب‌های مغناطیسی یا قطب آهنربا گفته می‌شود.

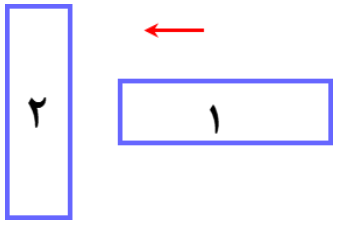
● **چگونه می‌توان قطب‌های آهنربا را شناسایی کرد؟**

یک آهنربای دائمی را برای چندین بار و در یک جهت به یک سوزن خیاطی می‌کشیم تا سوزن برای مدتی آهنربا شود این سوزن را یا درون آب ظرفی شناور می‌کنیم یا آن را توسط ریسمانی از وسط سقف آویزان می‌کنیم یک سر آن که به سمت شمال جغرافیایی قرار می‌گیرد قطب N و سر دیگر را قطب S می‌نامیم.

● **فرق بارهای الکتریکی و قطب‌های مغناطیسی در چیست؟**

بارهای مثبت و منفی مجزا وجود دارند اما تک‌قطبی مغناطیسی وجود ندارد. قطب‌های مغناطیسی همواره به صورت زوج ظاهر می‌شوند.

● **دو میله کاملاً مشابه یکی از جنس آهن و دیگری از آهنربا در اختیار داریم چگونه می‌توان میله‌ای که از جنس آهنربا است را انتخاب کرد؟**



می‌دانیم خاصیت مغناطیسی در آهنربا میله‌ای در نقاط بین دو قطب کمترین مقدار است، مطابق شکل یکی از میله‌ها را به وسط میله دیگر نزدیک می‌کنیم. اگر میله‌ها به سرعت یکدیگر را جذب کردند میله (۱) آهنربا و در غیر این صورت میله (۲) آهنرباست.

● چرا در پدیده القای مغناطیسی همواره جذب وجود دارد؟

در القا مغناطیسی، در محل تماس جسم با آهنربا قطب ناهمنام ایجاد می‌شود بنابراین این پدیده همواره همراه با جذب است.

● چگونه نانو ذره‌های مغناطیسی برای درمان استفاده می‌شود؟

ذره‌های یک ماده مغاطیسی که با ماده شیمیایی خاصی پوشیده شده‌اند پس از تزریق به بدن به طور هدفمند به یاخته‌های سرطانی متصل می‌شوند سپس با استفاده از یک آهنربا در بیرون بدن بسیاری از وارون این ذره‌ها بیرون رانده می‌شود ویاخته‌های سرطانی را با خود بیرون می‌برند.

● آیا جهت میدان مغناطیسی زمین ثابت است؟

خیر، در بازه‌های زمانی نامنظم از ده هزار تا یک میلیون سال به طور کامل وارون می‌شود.

● آیا قطب‌های مغناطیسی زمین بر قطب‌های جغرافیایی آن منطبق هستند؟

خیر، قطب‌های مغناطیسی و جغرافیایی زمین فاصله نسبتاً زیادی از هم دارند و این بدان معناست که عقربه میدان مغناطیسی قطب‌نما در جهت شمال واقعی جغرافیایی قرار نمی‌گیرد.

● شیب مغناطیسی را تعریف کنید.

وقتی 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.

● هرگاه در نقاط مختلف ناحیه‌ای از فضا اندازه میدان مغناطیسی یکسان باشد به آن میدان مغناطیسی یکنواخت می‌گویند. (درست – نادرست) علاوه بر اندازه باید جهت میدان مغناطیسی نیز یکسان باشد.

● ایجاد میدان مغناطیسی یکنواخت در ناحیهٔ بزرگی از فضا بسیار دشوار و در عمل امکان ناپذیر است.

● اندازه میدان مغناطسی زمین در نزدیکی سطح زمین بیشترین (۰/۶۵G) و در استوا کمترین (۰/۲۵G) است.

● بزرگترین میدان مغناطیسی مداوم که امروزه در آزمایشگاه تولیدشده، حدود ۴۵ تسلا است.

● موتور الکتریکی چگونه کار می‌کند؟

در هر موتور الکتریکی، سیم‌هایی وجود دارند که حامل جریان‌اند (یعنی بارهای الکتریکی در آن‌ها در حرکت‌اند) و آهنربایی نیز وجود دارد که بر بارهای متحرک نیرو وارد می‌کند. از این رو، بر هر سیم حامل جریان نیروی مغناطیسی وارد می‌شود و این نیروها حلقه را می‌چرخاند.

● **اسکوییدچه وسیله‌ای است؟**

میدان مغناطیسی حاصل از مغز بسیار ضعیف بوده و برای اندازه‌گیری آن‌ها باید مغناطیس‌سنج‌های بسیار حساس به کار برد، به چنین مغناطیس‌سنج‌هایی اسکوییدگفته می‌شود.

● **سیملوله آرمانی چیست؟**

اگر قطر حلقه‌های سیملوله در مقایسه با طول آن بسیار کوچک و حلقه‌های آن، خیلی به هم نزدیک باشند به این سیملوله، سیملوله آرمانی گفته می‌شود.

● **به چه موادی مواد مغناطیس می‌گویند؟**

موادی را که اتم‌ها یا مولکول‌های سازنده آن‌ها خاصیت مغناطیسی داشته باشند.

● **مواد پارامغناطیسی**

دوقطبی‌های مغناطیسی این مواد به طور کاتوره‌ای سمت‌گیری کرده‌اند و میدان مغناطیسی خالصی ایجاد نمی‌کند. مواد پارامغناطیسی در حضور میدان‌های مغناطیسی قوی، خاصیت مغناطیسی ضعیف و موقت پیدا می‌کنند. اورانیم، پلاتین، آلومینیم، سدیم، اکسیژن و اکسید نیتروژن از جمله مواد پارامغناطیسی‌اند.

● **یک لوله آزمایش را تا نزدیک لبه آن پر از الکل کنید در لوله را ببندید و به طور افقی قرار دهید یک آهنربا بالای حباب هوای درون لوله بگیرید و به آرامی آهنربا را حرکت دهید چه اتفاقی می‌افتد دلیل آن را توضیح دهید؟**

چون در مولکول‌های هوا، اکسیژن که یک ماده پارامغناطیسی است، وجود دارد پس تحت تأثیر میدان مغناطیسی آهنربا خاصیت مغناطیسی پیدا می‌کنند و با حرکت آهنربا حباب هوا و در نتیجه الکل درون لوله حرکت می‌کند.

● **مواد فرومغناطیسی**

آهن، نیکل، کبالت بسیاری از آلیاژهای دارای عنصرها فرومغناطیسی‌اند برهم‌کنش‌های قوی بین دوقطبی‌های مغناطیسی در این مواد موجب می‌شود که دوقطبی‌ها حتی در نبود میدان خارجی، در ناحیه‌هایی که حوزه‌های مغناطیسی نامیده می‌شود هم‌سو شدند.

● مواد فرومغناطیسی نرم را توضیح دهید.

حوزه‌های مغناطیسی این مواد در حضور میدان مغناطیسی به سهولت تغییر می‌کند و ماده به سادگی آهنربا می‌شود و با حذف میدان خارجی نیز، خاصیت آهنربایی خود را به آسانی از دست می‌دهد. از این مواد در ساخت هسته پیچه‌ها و سیملوله‌ها استفاده می‌شود.

● مواد فرومغناطیسی سخت

آلیاژهای آهن، کبالت و نیکل و فولاد به سختی آهنربا می‌شود یعنی در حضور میدان مغناطیسی خارجی حجم حوزه‌های آن‌ها به سختی تغییر می‌کند اما پس از حذف میدان خارجی، سمت‌گیری دوقطبی‌های مغناطیسی حوزه‌ها تا مدت زمان زیادی تقریباً بدون تغییر باقی می‌مانند یعنی خاصیت آهنربایی خود را تا اندازه قابل توجهی حفظ می‌کند.

● مقدار اشباع یا بیشینه خاصیت آهنربایی ماده فرومغناطیس مربوط به چه زمانی است؟

این وضعیت هنگامی به وجود می‌آید که ماده فرومغناطیس در یک میدان مغناطیسی بسیار قوی قرار بگیرد، به طوری که درصد بالایی از دوقطبی‌های مغناطیسی حوزه‌ها به موازات یکدیگر هم‌خط شوند. به عبارت دیگر، حجم حوزه‌هایی که با میدان مغناطیسی خارجی همسو هستند، به بیشترین مقدار خود برسند.

پدیدهٔ القای الکترومغناطیسی

● در سال ۱۸۳۱ فاراده پس از آزمایش‌های فراوان، مشاهده کرد که عبور آهنربا از یک پیچه، سبب برقراری جریان الکتریکی در پیچه می‌شود.

این اثر که امروزه به قانون القای الکترومغناطیسی فاراده شناخته می‌شود، اساس کار مولدها برای تولید جریان الکتریکی است.

● القای الکترومغنطیسی، القای نیروی محرکهٔ الکتریکی در یک مدار بسته است.

آزمایش ۳-۴ هدف: بررسی پدیدهٔ القای الکترومغناطیس

دو سر سیملوله را به گالوانومتر می‌بندیم، یکی از قطب‌های آهنربا را وارد سیملوله می‌کنیم و مشاهده می‌کنیم که عقربه به گالوانومتر به سمت منحرف می‌شود. (مثلاً راست) حال آهنربا را از سیملوله خارج می‌کنیم و مشاهده می‌کنیم که عقربهٔ گالوانومتر به سمت مخالف منحرف می‌شود. (مثلاً چپ) حال اگر این مراحل را برای قطب دیگر آهنربا تکرار کنیم، عقربهٔ گالوانومتر به سمت مخالف قسمت اول (مثلاً چپ) و بعد از خارج کردن آن از سیملوله به سمت مخالف (مثلاً راست) منحرف می‌شود. اگر آهنربا ثابت باشد و سیملوله به آن نزدیک یا دور شود، همچنان عقربهٔ گالوانومتر منحرف می‌شود.

در سال ۱۸۳۱ مایکل فاراده (انگلیسی) و تقریباً هم‌زمان با او جوزف هانری (آمریکایی) با انجام آزمایش‌های مشابه دریافتند که هنگام دور و نزدیک کردن آهنربا به پیچه عقربهٔ گالوانومتر منحرف می‌شود و عبور جریانی را از مدار نشان می‌دهد؛ مثل وقتی که باتری در مدار وجود دارد. این پدیده را القای الکترومغناطیسی و جریان تولید شده را جریان الکتریکی القایی می‌نامند.

- فاراده به جای آهنربای دائمی، از آهنربای الکتریکی (سیملوله) استفاده کرد.
- قبلاً دیدیم که با تغییر اندازهٔ میدان در محل سیملوله، جریان در آن القا می‌شود. به جز این روش، با روش‌های دیگری هم می‌توان در سیملوله یا پیچه، جریان الکریکی القا کرد.

مثلاً با تغییر مساحت پیچه‌ای انعطاف‌پذیر یا اگر پیچه را درون میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ بچرخانیم.

قانون القای الکترومغناطیسی فاراده

پس دیدیم که با تغییر میدان مغناطیسی (ΔB) در محل یک پیچه یا تغییر مساحت پیچه (ΔA) یا چرخش پیچه در میدان $\vec{B}$ ، جریان الکتریکی در آن القا می‌شود.

عامل اساسی و مشترک در ایجاد جریان القایی در همهٔ موارد بالا تغییر شار مغناطیسی، عبوری از پیچه است.

شار مغناطیسی، کمیتی نرده‌ای است و برای میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ که از پیچه‌ای به مساحت A عبور می‌کند عبارت است از:

$$\Phi = BA\cos\theta$$

- θ زاویهٔ بین بردار میدان $\vec{B}$ و نیم‌خط عمود بر سطح حلقه است.

$\Phi = B\,A\sin\alpha$ ←

↓

α زاویهٔ بین بردار $\vec{B}$ وخود حلقه است.

یکای شار در SI وِبر (Wb) است که:

$1\,Wb = 1\,T \times 1\,m^2$

- V (ولت) معادل وبر بر ثانیه است. (Wb/s)
- بنابر قانون فاراده، هرگاه شار مغناطیسی‌ای که از مدار بسته‌ای می‌گذرد تغییر کند، نیروی محرکه‌ای در آن القا می‌شود. که بزرگی آن با آهنگ تغییر شار مغناطیسی متناسب است.

یعنی هرچه تغییر شار مغناطیسی ↑ : نیروی محرکی القایی و جریان القایی تولید شده در مدار↑

- هرچه حرکتی که سبب تغییر شار مغناطیسی می‌شود سریع‌تر انجام شود. (مثل آزمایش ابتدایی) عقربهٔ گالوانومتر بیشتر منحرف می‌شود که این یعنی جریان القایی بزرگ‌تری به وجود آمده!

- قانون فاراده برای پیچه یا سیملوله‌ای که از N دور مشابه تشکیل شده باشد:

$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

ε: نیروی محرکهٔ القایی متوسط بر حسب ولت

$\Delta\Phi / \Delta t$: آهنگ تغییر شار مغناطیسی برحسب و بر ثانیه

- اگر مقاومت پیچه یا سیملوله برابر R باشد، جریان القایی متوسط از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$\bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R}$$

با توجه به این رابطه هرچه مقاومت پیچه یا مداری که در آن شار مغناطیسی تغییر می‌کند، بیشتر باشد، جریان کوچک‌تری در آن القا می‌شود.

تندی‌سنج دوچرخه‌های مسابقه‌ای شامل یک آهنربای کوچک و یک پیچه است که آهنربا به یکی از پره‌های چرخ جلو و پیچه به دو شاخ فرمان متصل است:

دور سر پیچه با سیم‌های رسانا به نمایشگر تندی‌سنج وصل شده است.

با عبور آهنربا از جلوی پیچه، شار تغییر می‌کند و سبب ایجاد جریان القایی می‌شود.

با توجه به تعداد مرتبه‌ای که این جریان القایی در یک زمان مشخص توسط نمایشگر ثبت شده می‌توان سرعت دوچرخه را به دست آورد.

فناوری و کاربرد: کارت‌های اعتباری و دستگاه‌های کارت‌خوان

- نوار مغناطیسی پشت کارت‌های اعتباری حاوی تعداد بسیاری ذره فرومغناطیسی است که نوعی چسب خاص آن‌ها را به هم متصل می‌کند.
- وقتی کارت اعتباری درون دستگاه کارت‌خوان کشیده می‌شود، میدان مغناطیسی ناشی از نوار مغناطیسی، روی پیچهٔ دستگاه اثر می‌گذارد و جریان اندکی را در پیچه القا می‌کند. این جریان توسط دستگاه دیگری تقویت و داده‌های ذخیره شده در نوار مغناطیسی رمزگشایی می‌شود.

اساس کار سامانه تنظیم حد تندی خودرو، جریان القایی است.

وقتی محور محرک خودرو می‌چرخد، آهنربایی که روی آن قرار دارد، شار مغناطیسی متغیری را از پیچه می‌گذراند و جریانی در آن القا می‌شود، ریزپردازنده دارند. تعداد تپ‌های جریان را در هر ثانیه می‌شمارد و به این روش، تندی خودرو را اندازه می‌گیرد. سپس با مقایسه تندی اندازه‌گیری شده با تندی تنظیم شده توسط راننده، سوخت مورد نیاز را به موتور تزریق می‌کند.

معاینهٔ مغز با نیروهای محرکهٔ القایی (خوب است بدانید)

- تحریک مغناطیسی فراجمجمه‌ای (TMS) روشی برای بررسی عملکرد بخش‌های مختلف مغز است.
- در این روش پیچه‌ای (که جریان الکتریکی متغیری از آن می‌گذرد و در نتیجه میدان مغناطیسی متغیری تولید می‌کند) روی سر شخص بیمار قرار داده می‌شود.
- این $\vec{B}$ متغیر، سبب ایجاد نیروی محرکهٔ القایی و جریان القایی در ناحیه‌ای از مغز می‌شود که زیر پیچه قرار دارد.

پزشک با مشاهدهٔ واکنش مغز می‌تواند شرایط عصب‌شناختی مختلفی را بیازماید.

قانون لنز

- هاینریش لنز (دانشمند روس) در سال ۱۸۳۴ م روشی برای تعیین جهت جریان القایی در یک پیچه یا هر مدار بستهٔ دیگری پیشنهاد کرد.

که بعدها به قانون لنز شهرت یافت.

جریان حاصل از نیروی محرکهٔ القایی در یک مدار یا پیچه در جهتی است که آثار مغناطیسی ناشی از آن، با عامل به وجود آورندهٔ جریان القایی، یعنی تغییر شار مغناطیسی، مخالفت می‌کند (علامت منفی در $\varepsilon = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ نشان‌دهندهٔ همین مخالف است.)

حال اگر شار گذرنده از حلقه زیاد شود، بنا به قانون لنز، جهت جریان القایی ایجاد شده در حلقه چنان است که میدان مغناطیسی ناشی از آن با این افزایش شار مخالفت کند. (یعنی ایجاد میدان $\vec{B}$ ناشی از جریان القایی در خلاف جهت میدان اصلی است.) میدان حلقه در خلاف میدان آهنرباست ← جهت جریان حلقه را با $\vec{B}$ حلقه و قانون دست راست به دست می‌آوریم.

اثر دیامغناطیس (خوب است بدانید)

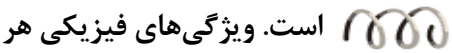
چرخش هر الکترون به دور هستهٔ اتم را می‌توان به صورت یک حلقهٔ میکروسکوپی جریان مدل‌سازی کرد. هرگاه ماده‌ای در یک میدان مغناطیسی خارجی قرار گیرد، شار مغناطیسی گذرنده از حلقه‌های مایکروسکوپی افزایش می‌یابد که سبب ایجاد میدان $\vec{B}$ در حلقه‌ها در خلاف جهت میدان $\vec{B}$ خارجی می‌شود. (بنا به قانون لنز) این ویژگی اتم‌های همهٔ مواد در حضور میدان $\vec{B}$ خارجی رخ می‌دهد که به آن اثر دیامغناطیس می‌گویند.

این اثر در موادی مثل جیوه، نقره و مس و الماس بهتر دیده می‌شود، چون اتم‌هایشان فاقد دوقطبی مغناطیسی دائمی است.

اثر دوقطبی‌های مغناطیسی دائمی در مواد فرومغناطیسی و پارامغناطیسی بسیار بیشتر از اثر دوقطبی‌های القایی است، اثر دیامغناطیس در این مواد نمود کمتری دارد.

القاگرها

می‌توان از القاگر (سیم‌پیچ) برای تولید میدان مغناطیسی دلخواه و همچنین ذخیرهٔ انرژی در این میدان استفاده کرد. (مثل میدان الکتریکی بین صفحات خازن باردار و انرژی الکتریکی ذخیره شده در این میدان).

- القاگر مانند مقاومت و خازن، از اجزای ضروری مدارهای الکترونیکی است.
- نماد مداری القاگر  است. ویژگی‌های فیزیکی هر القاگر (مثل طول، تعداد دور، سطح مقطع القاگر و جنس هسته‌ای که داخل آن قرار می‌گیرد) به ضریب القاوری بستگی دارد.

ضریب القاوری با نماد **L** نمایش داده می‌شود و یکای **SI** آن هانری (**H**) است.

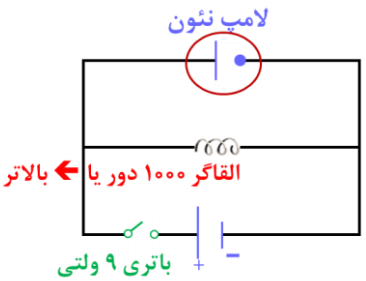
خود ـ القاوری

مداری شامل منبع نیروی محرکه، رئوستا، آمپرسنج و القاگر است که به طور متوالی بسته شده‌اند. با تغییر مقاومت رئوستا، جریان در مدار تغییر می‌کند. تغییر جریان در مدار، سبب تغییر میدان مغناطیسی القاگر می‌شود و در نتیجه شار عبوری از آن تغییر می‌کند.

این فرایند سبب القاوری نیروی محرکه در القاگر می‌شود که بنابر قانون لنز با تغییر جریان عبوری از آن مخالفت می‌کند.

این پدیده را که در هر القاگری (پیچه یا سیملوله) می‌تواند رخ دهد، اثر خود ـ القاوری می‌گویند.

آزمایش ۳ – ۵ هدف: بررسی اثر خود ـ القاوری



با بسته شدن کلید به‌طور ناگهانی، جریان در مدار به طور ناگهانی افزایش می‌یابد. بنابراین شار مغناطیسی در سیم‌لوله تغییر می‌کند و در سیم‌لوله جریان القایی مخالف جریان اصلی به‌وجود می‌آید و در نتیجه مانع عبور جریان از سیم‌لوله می‌شود. قسمت اعظم جریان از لامپ عبور می‌کند. بنابراین لامپ برای لحظه‌ای پر نور می‌شود ولی بعد از این که جریان در مدار اصلی ثابت شد، این جریان القایی از بین می‌رود و لامپ رفته رفته کم‌نور شده و یا حتی ممکن است خاموش شود (بسته به این که مقاومت درونی القاگر چقدر باشد، اگر مقاومت درونی آن ناچیز باشد بعد از ثابت شدن جریان اصلی، تمام جریان از القاگر خواهد گذشت و لامپ خاموش می‌شود.)

حال کلید را قطع می‌کنیم. مشاهده می‌شود که لامپ به طور تدریجی خاموش می‌شود. و یک‌دفعه خاموش نمی‌شود زیرا در این حالت، القاگر جریان ذخیره شدهٔ خود را آزاد می‌کند و باعث می‌شود که لامپ به طور تدریجی خاموش شود.

کاربرد القاگرها در سامانه‌های انتقال برق (خوب است بدانید)

برخورد آذرخش به بخشی از یک سامانهٔ انتقال توان الکتریکی موجب افزایش ناگهانی ولتاژ می‌شود که می‌تواند به اجزای سامانه و هرچیز دیگری که به آن وصل باشد آسیب برساند از جمله وسائل برق خانگی.

برای کمینه کردن این آثار، القاگرهای بزرگی را در مسیر سامانه انتقال قرار می‌دهند که باعث می‌شود القاگر با هر تغییر سریع در جریان مخالفت کند و آن را فرونشاند.

کاربرد القاگرها در لامپ‌های فلوئورسان (یا مهتابی) (خوب است بدانید)

القاگرها به علت این که با تغییرات سریع جریان مخالفت می‌کنند نقش مهمی در لامپ‌های مهتابی دارند. در این لامپ‌ها، جریان الکتریکی از گاز رقیقی که فضای درون لامپ را پر کرده است می‌گذرد و گاز را یونیده و به پلاسما تبدیل می‌کند.

پلاسما یک رسانای غیراُهمی است و هرچه بیشتری یونیده شود مقاومت آن کمتر می‌شود. اگر ولتاژ به حد کافی بالایی به گاز اعمال شود، جریان می‌تواند بسیار زیاد شده و به مدار بیرونی لامپ فلوئورسان آسیب برساند.

برای جلوگیری از این مسأله، یک القاگر را به طور متوالی با لامپ فلوئورسان می‌بندند تا مانع افزایش زیاد جریان شود. متعادل‌کننده همچنین باعث می‌شود تا لامپ مهتابی بتواند متناوب کار کند.

القای متقابل

پیچه ۲ ← متصل به گالوانومتر پیچه ۱ ← متصل به باتری و مقاومت رئوستا

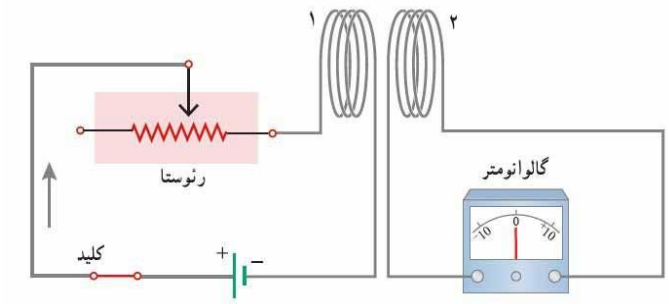
جریان عبوری از پیچهٔ ۱ ، میدان مغناطیسی را به وجود می‌آورد. این میدان $\vec{B}$ ، شار مغناطیسی‌ای را از پیچه ۲ می‌گذراند که در مجاورت آن قرار دارد.

با تغییر مقاومت رئوستا و تغییر جریان در پیچهٔ ۱ ، $\vec{B}$ پیچهٔ ۱ و شار عبوری از پیچهٔ ۲ تغییر می‌کند.

بنابر قانون فاراده تغییر شار، نیروی محرکه‌ای را در پیچهٔ ۲ القا می‌کند که سبب ایجاد جریان القایی در این پیچه می‌شود.

همچنین جریان در پیچهٔ ۲ ، سبب ایجاد نیروی محرکه در پیچهٔ ۱ می‌شود، این فرایند القای متقابل نام دارد. که به کمک آن می‌توان انرژی را از یک پیچه به پیچهٔ دیگر منتقل کرد.

برای به حداقل رساندن اثر القای متقابل در برخی از مدارهای الکتریکی، القاگرهای مجاور را به گونه‌ای قرار می‌دهند که سطح حلقه‌های شان بر یکدیگر عمود باشد.



انرژی ذخیره شده در القاگر

وقتی توسط باتری جریانی در القاگر برقرار شود، مولد به القاگر انرژی می‌دهد. بخشی از این انرژی در مقاومت الکتریکی سیم‌های القاگر به صورت گرما تلف و بقیه آن در میدان مغناطیسی القاگر ذخیره می‌شود.

مقدار انرژی ذخیره شده در میدان الکتریکی القاگر با ضریب القاوری L برابر است با:

$$U = \frac{1}{2} LI^2$$

- هنگام عبور جریان از مقاومت، انرژی وارد آن می‌شود، جریان چه پایا باشد و چه تغییر کند، این انرژی در مقاومت به انرژی گرمایی تبدیل می‌شود.
- در یک القاگر آرمانی (با مقاومت صفر) تنها وقتی انرژی وارد القاگر می‌شود که جریان در آن افزایش یابد، این انرژی تلف نمی‌شود؛ بلکه در میدان مغناطیسی القاگر ذخیره شده و هنگام کاهش جریان، آزاد می‌شود.
- هنگام عبور جریان پایا از یک القاگر آرمانی (سیم‌پیچ بدون مقاومت) انرژی به آن وارد یا از آن خارج می‌شود.
- متخصصان صنعت برق، علاقه مندند راه‌های مؤثری را برای ذخیرهٔ انرژی الکتریکی تولیدی در ساعت‌های کم مصرف بیابند تا نیاز مشتریان را در ساعت‌های پرمصرف تأمین کنند. (یک ایدهٔ فرضی استفاده از یک القاگر بزرگ است.)

فناوری و کاربرد: انرژی لازم برای جرقه زدن شمع خودرو

انرژی ذخیره شده در میدان مغناطیسی نقش مؤثری در دستگاه‌های احتراق خودروهای با موتور بنزینی دارد.

پیچهٔ اولیهٔ با حدود ۲۵۰ دور به باتری خودرو بسته شده و میدان مغناطیسی قوی‌ای تولید می‌کند. این پیچه درون پیچهٔ ثانویه با ۲۵۰۰ دور سیم خیلی نازک قرار گرفته است.

برای جرقه زدن شمع، جریان در پیچهٔ اولیه قطع‌شده، و $\vec{B}$ به سرعت به صفر می‌رسد و نیروی محرکهٔ الکتریکی ده‌ها هزار ولتی در پیچهٔ ثانویه القا می‌شود.

در نتیجه انرژی ذخیره شده در میدان مغناطیسی همراه با جریانی لحظه‌ای از پیچهٔ ثانویه به طرف شمع می‌رود و جرقه‌ای تولید می‌کند که سبب احتراق مخلوط سوخت و هوا در سیلندرهای موتور می‌شود. (انرژی لازم برای جرقه زدن شمع خودرو، از انرژی ذخیره شده در میدان مغناطیسی پیچهٔ احتراق تأمین می‌شود.)

جریان متناوب

- روش‌های انتقال انرژی الکتریکی از محل تولید تا محل مصرف

ادیسون: موافق جریان مستقیم (dc) بود.

وستینگهاوس: موافق جریان متناوب (ac) بود.

در نهایت تصمیم بر آن شد که سامانه‌های انتقال و توزیع برق و بیشتر وسایل خانگی با جریان متناوب کار کند.

جهت جریان در مدار جریان مستقیم معین است و با گذشت زمان تغییری نمی‌کند. در حالی که در مدار جریان متناوب، به دلیل تغییر جهت جریان با گذشت زمان نمی‌توان جهت معینی برای جریان در نظر گرفت.

جریان متناوب به صورت سینوسی تغییر می‌کند و در واقع تابعی سینوسی از زمان است و به آن جریان متناوب سینوسی می‌گویند.

درتمامی نیروگاه‌های تولید برق در دنیا، جریان متناوب تولید می‌شود.

تولید جریان متناوب

- یکی از کاربردهای مهم اثر القای الکترومغناطیسی، تولید جریان متناوب است. دیدیم که برای تولید نیروی محرکهٔ القایی باید شار عبوری از پیچه تغییر کند.
- رایج‌ترین روش تغییر شار، تغییر زاویهٔ θ در رابطه $\Phi = BA\cos\theta$ است.

دوره یا زمان تناوب: زمان یک دور چرخش کامل پیچه (T) را دوره یا زمان تناوب می‌نامند.

شاری که در لحظهٔ t از پیچه می‌گذرد برابر است با:

$$\Phi = BA\cos\frac{2\pi}{T}t$$

نیروی محرکه القایی در پیچه در لحظه برابر است با:

$$\varepsilon = \varepsilon_m \sin\frac{2\pi}{T}t$$

که در آن ε_m ، بیشینهٔ نیروی محرکهٔ القایی در پیچه است.

با تغییر شار جریانی در پیچه القا می‌شود:

$$I = I_m \sin\frac{2\pi}{T}t$$

در این رابطه I_m بیشینه جریان القا شده در پیچه است. و همچنین نشان می‌دهد که جریان به صورت سینوسی تغییر می‌کند، که به همین سبب به آن جریان متناوب می‌گویند.

- جریان متناوب سینوسی، متداول‌ترین نوع جریان متناوب است.

- در یک مولّد (ژنراتور) جریان متناوب حرکت مکانیکی از طریق میله‌گردان سبب چرخیدن پیچه در میدان مغناطیسی می‌شود و جریان متناوبی را در مدار به وجود می‌آورد.
- در نیروگاه‌های تولید برق، برای تولید جریان متناوب از مولدهای خاصی استفاده می‌شود که به آن‌ها مولدهای صنعتی جریان متناوب می‌گویند.
- در مولدهای صنعتی پیچه‌ها ساکن‌اند و آهنربای الکتریکی در آن‌ها می‌چرخد. در نیروگاه‌های تولید برق در ایران، آهنربای الکتریکی در هر ثانیه، ۵۰ دور درون پیچه می‌چرخد. این کمیت را بسامد برق تولید شده می‌نامند به صورت ۵۰Hz بیان می‌کنند. یکای SI بسامد Hz یا s^{-1} (هرتز) است.

در مولدهای صنعتی: جریان مستقیم به طرف آهنربای الکتریکی رفته و جریان متناوب به طرف خطوط انتقال برق.

مبدل‌ها

- یکی از مزیت‌های مهم توزیع توان الکتریکی ac بر dc آن است که افزایش و کاهش ولتاژ ac ، بسیار آسان‌تر از dc است.
- برای انتقال توان الکتریکی در فاصله‌های دور، تا جایی که امکان دارد باید از ولتاژهای بالا و جریان‌های کم استفاده کرد. این کار اتلاف توان را در خطوط انتقال کاهش می‌دهد و با توجه به کاهش جریان می‌توان از سیم‌های نازک‌تر استفاده کرد که در مصرف مواد اولیه ساخت سیم صرفه‌جویی می‌شود.
- خطوط انتقال توان الکتریکی به طور معمول از ولتاژهایی در حدود ۴۰۰KV استفاده کرد.

در محل مصرف (برای ملاحظات ایمنی و الزامات عایق‌بندی در ساخت وسائل خانگی و صنعتی) ولتاژهای به نسبت پایین‌تری ضروری است.

ولتاژ استاندارد سیم‌کشی خانگی در ایران و بسیاری از کشورها ۲۲۰V است.

تبدیل ولتاژ با مبدل‌ها صورت می‌گیرد.

مبدل کاهنده (۲۲۰V) ← مبدل کاهنده (۸KV) ← خطوط انتقال ولتاژ بالا ← مبدل افزاینده (۴۰۰KV) ← نیروگاه (۱۲KV)