

## فیزیک تکمیلی پایه هشتم

مجموعه مباحث تکمیلی برای دانش آموزان مراکز استعدادهای درخشان

تهیه و گردآوری: الیاس خسروی خواجه ها  
دانش آموز پایه هشتم مرکز شهید بهشتی بجنورد

### الکتریسیته

واژه الکتریسیته از کلمه یونانی «الکترون» به معنی «کهربا» گرفته شده است. همانطور که از این ریشه یابی مشخص است یونانی های قدیم با آثار الکتریسیته دار کردن اجسام آشنا بوده اند. این آثار را به کمک مالش پوست یا پارچه یا تکه ای کهربا نمایش می دادند. پس از گذشت قرن ها معلوم شد که به کمک مالش مواد دیگر را نیز می توان باردار کرد. کلمه لاتین «electricus» به معنی «تولید شده از کهربا توسط اصطکاک» می باشد. بنابراین کلمه ی انگلیسی الکتریسیته از کلمات یونانی و لاتینی که در مورد کهربا بوده، گرفته شده است.

الکتریسته به دو بخش تقسیم می شود:

الکترو استاتیک

الکتریسیته جاری

الکتریسیته چیست؟



الکتریسیته در همه جای زندگی ما دیده می شود، الکتریسیته خانه ها را روشن می کند، غذای ما را می پزد، نیروی لازم برای کامپیوتر، تلویزیون و دیگر وسایل الکترونیکی را تامین می کند. الکتریسیته ی باتری ها، چراغ قوه را در تاریکی روشن می کند و ماشین ما را به حرکت در می آورد. می توانید کاری کنید تا بفهمید الکتریسیته تا چه اندازه مهم است. به

سمت مدرسه یا خانه خود بروید و وسایل و ماشین های مختلفی که از الکتریسیته استفاده می کنند را

بنویسید . از تعداد زیاد چیزهایی که ما هر روزه استفاده می کنیم و به الکتریسیته وابسته است متعجب خواهید شد.

اما الکتریسیته چیست ؟ از کجا آمده است؟ چطور کار می کند؟

قبل از این که همه این ها را بفهمیم ، باید کمی درباره اتم ها و ساختار آن ها بدانیم . همه مواد از اتم ها و اتم ها از ذرات کوچک تری ساخته شده اند . سه ذره اصلی که اتم ها را می سازد پروتون ، الکترون و نوترون است .

الکترون ها به دور مرکز یا هسته اتم می چرخند همان طور که ماه به دور زمین می گردد . هسته از نوترون و پروتون تشکیل شده است .

الکترون ها شامل یک بار منفی و پروتون ها یک بار مثبت هستند ، نوترون ها خنثی هستند آن ها نه بار مثبت دارند نه بار منفی .

انواع مختلفی از اتم ها وجود دارد ، هر یک از این انواع ، یک عنصر است ، اتم تنها قسمت سازنده عنصر است . ۱۱۸ نوع عنصر شناخته شده وجود دارد ، بعضی عناصر مانند اکسیژنی که ما با آن نفس می کشیم برای حیات ضروری است .



در هر اتم تعداد مشخصی الکترون ، پروتون و نوترون وجود دارد ، اما معمولاً جدا از این که یک اتم چند ذره دارد ، تعداد الکترون ها باید با تعداد پروتون ها برابر باشد . اگر تعداد الکترون ها و پروتون ها یکی باشد ، اتم در تعادل و بسیار پایدار است .

بنابراین ، اگر یک اتم ۶ پروتون داشته باشد ، باید ۶ الکترون نیز داشته باشد ، عنصری با ۶ پروتون و ۶ الکترون ، کربن نامیده می شود ، کربن در خورشید ، ستاره ها ، ستاره های دنباله دار ، اتمسفر بیشتر سیاره ها و مواد غذایی که می خوریم به مقدار زیادی وجود دارد ، ذغال سنگ و الماس نیز از کربن ساخته شده است .

بعضی از اتم ها الکترون های خودشان را از دست داده اند . یک اتم که الکترون خود را از دست داده باشد ، تعداد پروتون هایش بیشتر از الکترون ها و دارای بار مثبت است . یک اتم که الکترون بدست آورد ذرات منفی بیشتر و بار منفی دارد . یک اتم باردار یون نامیده می شود .

می توان الکترون ها را وادار کرد تا از یک اتم به اتم دیگر حرکت کنند. وقتی الکترون ها بین اتم ها حرکت می کنند، جریان الکتریسیته تشکیل می شود .

این زنجیره مانند خاموش کردن آتش بوسیله سطل در زمان های قدیم است. اما در این جا به جای منتقل کردن سطل از یک طرف به طرف دیگر ، هر شخص یک سطل دارد و فقط آب منتقل می شود (به این معنی که سطل خالی را به عنوان یون و سطل پر را به عنوان اتم خنثی و آب را به عنوان الکترون در نظر بگیریم. در رسانای فلزی یون ها منتقل نمی شوند بلکه الکترون ها منتقل می شوند) این کار خیلی به عبور جریان الکتریسیته شبیه است. در واقع بار از یک اتم به اتم دیگر منتقل می شود. چون همه اتم ها دوست دارند در تعادل باشند. اتمی که نامتعادل شده است به دنبال الکترون آزادی می گردد تا جای خالی الکترون از دست رفته را پر کند. ما می گوییم که این اتم نامتعادل یک بار مثبت دارد چون تعداد زیادی پروتون دارد.

اما بار مثبت و منفی به الکتریسیته چه ربطی دارد؟



دانشمندان و مهندسان چندین راه برای تولید زیاد اتم مثبت و الکترون آزاد پیدا کرده اند. از آن جایی که اتم های مثبت دوست دارند تعادل داشته باشند، الکترون ها را به شدت جذب می کنند. الکترون ها نیز دوست دارند جزئی از یک اتم متعادل باشند، بنابراین آن ها نیز اتم های مثبت را جذب می کنند تا به تعادل برسند.

بنابر این هر چه اتم های مثبت یا الکترون های منفی بیشتری داشته باشید، جاذبه بین آن ها بیشتر است. چون بارهای مثبت و منفی، هم دیگر را جذب می کنند می توانیم کل جاذبه را "بار" بنامیم .

وقتی الکترون ها در بین اتم های ماده حرکت می کنند، یک جریان الکتریسیته تشکیل می شود. این چیزی است که در یک سیم اتفاق می افتد. الکترون ها از یک اتم به اتم دیگر منتقل شده و یک جریان الکتریکی از یک سر به سر دیگر بوجود می آید .

الکتریسیته در بعضی مواد بهتر از مواد دیگر منتقل می شوند. مقاومت یک ماده نشان می دهد که چقدر رسانای خوب جریان الکتریسیته است، هر چه مقاومت کمتر، رسانا بهتر. بعضی از مواد به شدت الکترون خود را نگه می دارند و الکترون ها در بین آن ها به سختی حرکت می کنند این مواد را عایق می نامیم. پلاستیک، لاستیک، لباس، شیشه و هوای خشک عایق های بسیار خوبی هستند و مقاومت بسیار بالا می دارند.

مواد دیگری وجود دارند که الکترون های ضعیفی دارند، الکترون ها در بین آن ها به راحتی حرکت می کنند. این گونه مواد را رسانا گویند، اکثر فلزات مانند مس، آلومینیوم، یا استیل رساناهای خوبی هستند.

وقتی الکترون ها در بین اتم های ماده حرکت می کنند، یک جریان الکتریسیته تشکیل می شود.

کلمه الکتریسیته از کجا آمده است ؟

الکترون (Electrons)، الکتریسیته (electricity)، الکترونیک (electronic) و کلمات دیگری که با electr شروع می شوند از کلمه یونانی elector به معنی خورشید درخشان گرفته شده است. در یونان electron کلمه ای است که برای کهربا استفاده می شود.

کهربا سنگ قهوه ای طلایی بسیار زیبایی است که در نور خورشید برق نارنجی و زرد دارد. کهربا در واقع شیره فسیل شده درخت است. میلیون ها سال پیش حشرات در بین شیره درختان گیر افتادند. حشرات کوچکی که دایناسورها را نیش زده بودند در بدنشان خون با DNA دایناسورها است که حالا در کهربا فسیل شده است.

یونانی های قدیم کشف کردند که کهربا وقتی به خز یا اشیا دیگر مالیده می شود رفتار عجیبی از خود نشان می دهد. مانند جذب پر. آن ها نمی دانستند که چه چیزی باعث این پدیده می شود. اما آن ها یکی از مثال های الکتریسیته ساکن را کشف کردند.

کلمه لاتین الکتریک electricus به معنی تولید از کهربا بوسیله اصطکاک است.

بنابراین ما کلمه انگلیسی الکتریسیته electricity را از کلمات یونانی و لاتین که در مورد کهربا بود گرفته ایم.

### تفاوت الکتریسیته جاری و ساکن

در الکتریسیته ساکن و الکتریسیته جاری ، الکترون ها از جایی که الکترون زیاد است به جایی که الکترون کم است یا وجود ندارد جریان می یابند ، اما تفاوت در این است که الکتریسیته ساکن ، اختلاف پتانسیل [۱] و در نتیجه جریان به دلیل تخلیه الکترون ، سریعاً کاهش می یابد و به صفر می رسد . ولی در الکتریسیته جاری به علت وجود منبعی که دائماً مقدار اختلاف پتانسیل را ثابت نگه می دارد ولتاژ و جریان ثابت می ماند . مثلاً باتری ماشین ۱۲ ولتی اختلاف پتانسیل را در مقدار ۱۲ ولت ، ثابت نگه می دارد ، بنابراین مقدار جریان نیز ثابت می ماند . لازم به ذکر است الکتریسیته ساکن نیز می تواند مانند الکتریسیته جاری خطرناک باشد ولی در ولتاژهای بسیار بالاتر از آنچه که الکتریسیته جاری خطر آفرین است .

### منشاء بار الکتریکی

یکی از نخستین پرسش‌هایی که به ذهن آدمی می‌آید، این است که منشأ بار الکتریکی چیست؟ این پرسش تا زمانی نسبتاً طولانی پس از آغاز مطالعه در باب الکتریسیته همچنان بی‌پاسخ ماند.

هر اتم از هسته‌ای بسیار کوچک، با جرم نسبتاً زیاد و بار مثبت و یک یا چند الکترون بسیار سبک‌تر و با بار منفی تشکیل شده است. می‌توان چنین فرض کرد که الکترون‌ها ناحیه‌ای تقریباً کروی در اطراف هسته اشغال می‌کنند. همچنین می‌توان گاهی آنها را بصورت اجسامی تصور کرد که مانند گردش سیارات به دور خورشید هسته را دور می‌زنند. تشبیه به منظومه شمسی در بعضی موارد مفید به شمار می‌آید اما این شباهت چیزی جز یک مدل نیست.

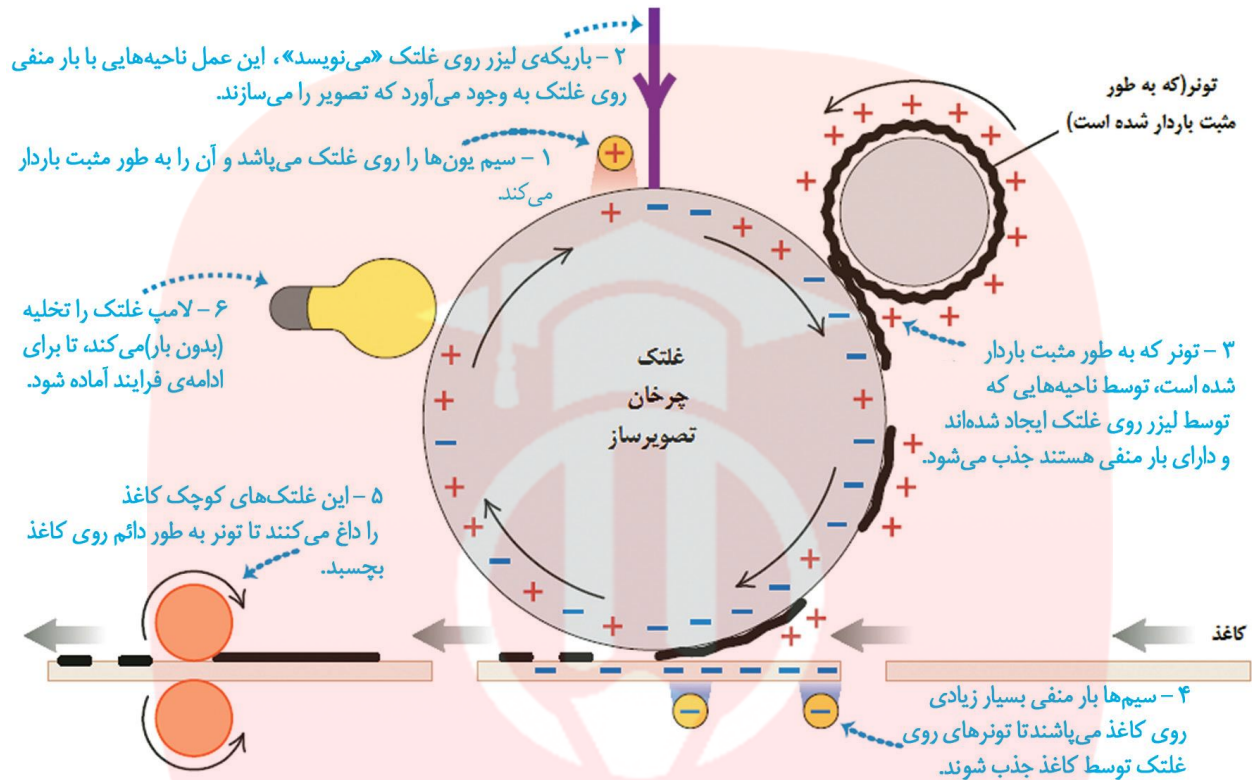
بار مثبت هسته، الکترون‌های با بار منفی را می‌رباید و آنها را در مدارهای پایدار نگه می‌دارد. الکترون‌هایی که خیلی به هسته نزدیک اند، بسیار مقیدند (یعنی نمی‌توان آنها را به آسانی از هسته جدا کرد) اما الکترون‌هایی را که مدارهای دورتر قرار دارند راحت‌تر می‌توان از جای خود خارج کرد. در برخی مواد مانند شیشه می‌توان الکترون‌های نزدیک به سطح را از طریق مالش مکانیکی، به ابریشم منتقل کرد. همینطور الکترون‌های اتم‌های پوست جانوران یا پشم گرایش ورود به کهربا یا ابونیت دارند. به این ترتیب ابونیت بر اثر مالش با پوست جانوران به علت این انتقال بار، بار منفی اضافی پیدا می‌کند، در حالی که میله شیشه‌ای بر اثر مالش با ابریشم الکترون از دست می‌دهد و بار مثبت پیدا می‌کند.

در شرایط معمولی چند الکترون از میله شیشه‌ای به پارچه ابریشمی منتقل می‌شود؟ پاسخ به این پرسش به عوامل متعددی مانند تعداد دفعات مالش، فشار تماسی و دما بستگی دارد، ولی در حدود یعنی یک میلیارد الکترون در این انتقال سهیم اند. ممکن است این رقم، بسیار زیاد به نظر آید، اما اگر بخاطر بیاوریم که تعداد کل اتم‌ها حتی در میله‌ای نسبتاً کوچک به جرم حدوداً  $100\text{g}$  در حدود است، می‌بینیم که این رقم بسیار کوچک است. بنابراین تنها کسر بسیار کوچکی از اتم‌ختم در حدود (با کمبود الکترون مواجه می‌شوند).

\*الکترون‌ها را می‌توان از یک اتم به اتم دیگری حرکت داد. هنگامی که این الکترون‌ها بین اتم‌ها حرکت می‌کنند، برق یا جریان الکتریکی تولید می‌شود. حرکت الکترون‌ها از یک اتم به اتم دیگر جریان نامیده می‌شود. در این حالت یک اتم، الکترون گرفته و دیگری الکترون از دست می‌دهد.

چاپگر لیزری





### رسانا و نارسانا

می دانیم که برخی مواد مانند مس، آلومینیوم و فلزات دیگر رسانای الکتریسیته اند، در حالی که از گروهی دیگر مانند شیشه، لاستیک و بیشتر پلاستیک‌ها به عنوان رساناهای الکتریکی بسیار استفاده می‌شود.

چیزی که این نوع مواد از نظر مشخصه الکتریکی از هم متمایز می‌کند، این نکته است که در رساناها خارجی ترین الکترون‌ها که آنها را الکترون‌های والانس (ظرفیت) می‌نامند می‌توانند نسبتاً آزادانه در سراسر ماده حرکت کنند اگرچه نمی‌توانند به آسانی از آن خارج شوند. برعکس در نارساناها حتی الکترون‌های والانس هم به هسته‌های خود مقیدند. توصیف دقیق الکترون‌ها در جامدات موضوعی دشوار است که مستلزم دانستن نظریه کوانتومی فیزیک و روش‌های پیشرفته ریاضی است. با همه این‌ها تعمیم گسترده‌ای که در بالا ارائه کردیم، تقریبی قابل قبول از حالات واقعی است. یک تجربه نسبتاً دقیق (اثر هال) نشان می‌دهد که در فلزات فقط بار منفی آزادانه حرکت می‌کند، بار مثبت در شیشه یا در هر دی الکتریک دیگری بدون حرکت است. حامل‌های واقعی بار در فلزها، الکترون‌های آزادند. هنگامی که اتم‌های منزوی برای تشکیل جسم جامد فلزی با هم ترکیب می‌شوند الکترون‌های لایه خارجی اتم، مقید به اتم‌های منفرد باقی نمی‌مانند بلکه آزادانه در سرتاسر حجم جامد

حرکت می کنند . در بعضی رساناها مانند الکترولیت ه (محلول های رسانا) بارهای مثبت و منفی هر دو می توانند حرکت کنند .

نارسانای مطلق در طبیعت وجود ندارد برای مثال مس ، الکتروسیته را مرتبه بهتر از کوارتز [۲] هدایت می کند . تعداد زیادی از مواد نیز وجود دارند که نه رسانای خوبی هستند و نه نارسانای خوبی . این دسته مواد را نیمه رسانا می نامند .

در رساناهای فلزی ، الکترون های آزاد که به آنها الکترون های رسانش می گوئیم می توانند در فلز جابه جا شوند . در صورتی که در میاعات و گازها الکترون های آزاد و یون های مثبت و منفی می توانند جابه جا شوند . در رساناهای فلزی فقط الکترون های رسانش از پتانسیل بیشتر به طرف پتانسیل کمتر جریان می یابند .

### بار الکتریکی

الکتروسیته یا برق در حقیقت حرکت بار الکتریکی یا الکترون ها در اجسام هادی است . مادامی که در یک جسم هادی الکترون جریان یابند ، گفته می شود که جسم مزبور دارای الکتروسیته است . هرچه تعداد الکترونی که در واحد زمان از یک سیم هادی عبور می کند بیشتر باشد جریان الکتروسیته آن بیشتر است. کولن [۳] هر الکترون را به نام خود یک کولن نامید و از این واحد برای اندازه گیری مقدار الکتروسیته استفاده کرد . هرگاه یک کولن الکتروسیته در مدت یک ثانیه از یک رسانا بگذرد ، در آن شدت جریان یک آمپر به وجود می آید .

### میدان الکتریکی

همانطور که زمین دارای میدان گرانشی است و اثر این میدان بصورت نیروی گرانشی (نیروی زمین) وارد بر جرم های موجود در اطراف زمین مشاهده می شود ، در اطراف یک جسم باردار بر بارهای موجود در آن میدان ظاهر می شود . مثلاً در اطراف جسم A که دارای بار الکتریکی است یک میدان الکتریکی وجود دارد و اگر جس دارای بار B در این میدان قرار گیرد بر آن نیروی الکتریکی وارد می شود .

به عبارت دیگر میدان الکتریکی به فضای اطراف یک جسم باردار گفته می شود که در این فضا می تواند بر بارهای موافق نیروی دافعه و بر بارهای مخالف نیروی جاذبه وارد کند . بدیهی است هرچه از این جسم باردار فاصله بگیریم شدت میدان ضعیف تر خواهد شد .

بنا به تعریف جهت میدان الکتریکی در هر نقطه هم جهت با نیرویی است که میدان در آن نقطه به جسم دارای بار مثبت وارد می کند . به این ترتیب نیرویی که به جسم دارای بار منفی وارد می شود ، در خلاف جهت میدانی است که این نیرو را ایجاد می کند .

میدان الکتریکی را می توان با خط های فرضی نشان داد. این خط ها را «خط های میدان» و یا «خط های نیرو» می نامیم. خط های نیرو از بار مثبت خارج و به بار منفی وارد می شوند. تراکم این خط ها معرف قوی یا ضعیف بودن میدان الکتریکی است.

در مورد مفهوم اختلاف پتانسیل (یا همان ولتاژ) در ادامه متن توضیح داده می شود. کوارتز - نام یک سنگ طبیعی است که به روش مصنوعی نیز قابل ساخت است. این سنگ در اکثر ساعت های امروزی بکار می رود.

### راههای ایجاد انرژی الکتریسیته

۱- اصطکاک یا مالش

۲- تماس

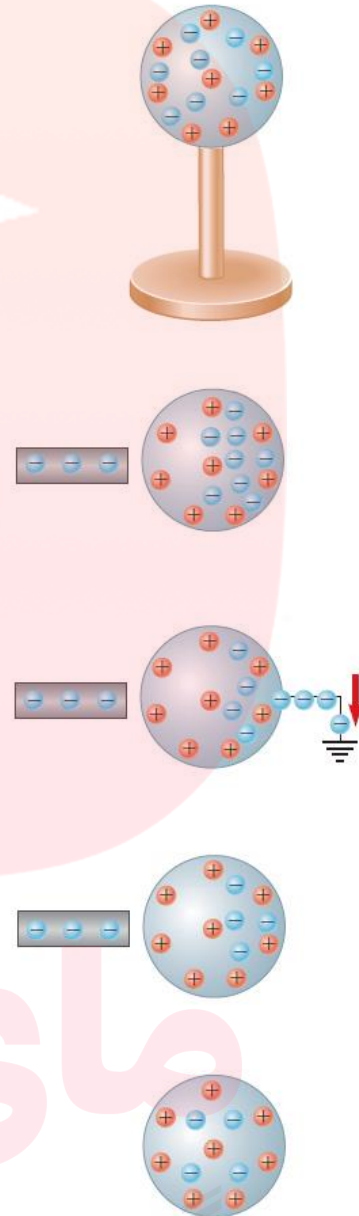


گروه آموزشی عصر

[www.my-dars.ir](http://www.my-dars.ir)



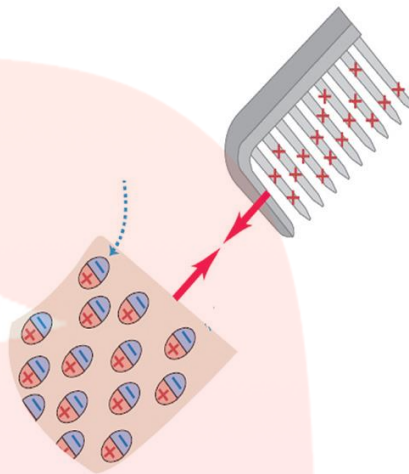
-۳ القاء



مای دارس  
گروه آموزشی عصر

دو قطبی

[www.my-dars.ir](http://www.my-dars.ir)



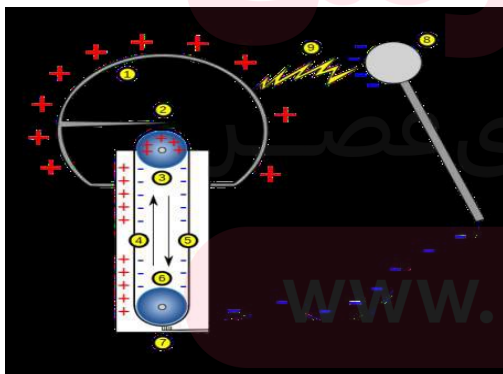
### بنجامین فرانکلین

اولین نفری که واژه های مثبت و منفی را گذاشت.



### واندوگراف

وسیله ای برای باردار کردن اجسام



### قانون کولن

$$F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r \cdot r}$$

### الکتروسکوپ



در بسیاری از آزمایش ها، بار انتقال یافته آنقدر کم است که نیروی جاذبه یا دافعه ایجاد شده توسط آن بسیار کوچکتر از نیروی جاذبه زمین می باشد، این امر باعث می شود باردار شدن اجسام به سختی تشخیص داده شود.

برای حل این مشکل وسیله ای به نام الکتروسکوپ ساخته شده است که وجود بار را به خوبی نشان می دهد. با نزدیک کردن اجسام به الکتروسکوپ، به راحتی می توان مشخص نمود که آیا جسم باردار است یا خیر.

### آذرخش

تخلیه الکتریکی بین دو جسم.

برای حفظ جان افراد در آذرخش از برقگیر استفاده می کنند.



استفاده از انرژی الکتریسیته:

انرژی الکتریسیته به عنوان یک منبع انرژی که به سادگی به نیرو و روشنایی تبدیل می شود شناخته می شود.

از انرژی الکتریکی از چهار اثر یا خاصیت اصلی الکتریسیته نشات می گیرد.

۱- اثر حرارتی: مانند تستر (نان برشته کن) ، اتو و اجاقهای برقی که در مراحل تولید و انتقال و توزیع برق در هادیها و دستگاهها ایجاد می شود یک انرژی تلف شده محسوب می گردد.

۲- اثر روشنایی: وقتی فیلامان یک لامپ گرم می شود یا یک قوس الکتریکی تولید می گردد نور ایجاد می شود مانند لامپهای رشته ای و بخار سدیم.

۳- اثر شیمیایی: جریان الکتریکی را می تواند ملکولهای شیمیایی معینی را به اتمهای آنها را بشکند. برای مثال آب طی فرآیندی به نام تجزیه شیمیایی (الکترولیز) به هیدروژن و اکسیژن تجزیه می شود.

الکترولیز در صنعت برای آب فلز کاری و ساخت آلومینیوم استفاده می شود.

۴- اثر مغناطیسی: میدان مغناطیسی یا آهنربایی اطراف یک سیم حامل جریان را می توان با پیچیدن سیم به شکل سیم پیچ (بوبین) به دور یک هسته از مواد مغناطیسی افزایش داد. این اثر در ژنراتورها یا مولدهای نیرو و ترانسفورماتورها استفاده می شود.

تولید انرژی الکتریکی:

وقتی که سیمی درون یک میدان مغناطیسی حرکت می کند یک بار الکتریکی در سیم القاء می شود. بنابراین برای تولید الکتریسیته جاری تعدادی مغناطیس الکتریکی بروی آرمیچری پیچیده شده و داخل یک استاتور که خود دارای سیم پیچ بسیاری است می چرخد. آرمیچر به یک توربین متصل است وقتی که آب ، باد یا بخار آب به پره های توربین برخورد می کند باعث چرخیدن آن و تولید انرژی الکتریکی می شود.

منابع دیگر تولید انرژی الکتریکی:

از دیگر منابع تولید انرژی الکتریکی می توان انرژی خورشیدی ، بادی ، گرمایش زمین ، موتورهای دیزلی ، پیل شیمیایی و ... را نام برد.

انرژی خورشیدی: یک سلول فتو ولتیک از جنس سلیکن یا سلول خورشیدی که مستقیماً الکتریسیته را از نور خورشید تبدیل می کند.

انرژی گرمایشی زمین (ژئو ترمال): استفاده از گرمای درونی حفرهای زمین برای بخار کردن آب و

چرخاندن پره های توربین تولید انرژی الکتریسیته.

اگرچه که الکتریسیته به عنوان نتیجه واکنش شیمیایی ای که در یک پیل الکترولیک از زمانی که الساندر وولتا در سال ۱۸۰۰م این آزمایش را انجام داد، شناخته می شده است، اما تولید آن به این روش گران بوده

و هست. در سال ۱۸۳۱م، میشل فارادی ماشینی ابداع کرد که از حرکت چرخشی تولید الکتریسته می کرد، اما حدود پنجاه سال طول کشید تا این فن آوری از نظر اقتصادی مقرون به صرفه شود. در سال ۱۸۷۸م، توماس ادیسون جایگزین عملی تجاری ای را برای روشنایی های گازی و سیستم های حرارتی ایجاد کرد و به فروش رساند که از الکتریسته جریان مستقیمی استفاده می کرد که بطور منطقه ای تولید و توزیع شده بود، استفاده می کرد. در سیستم جریان مستقیم ادیسون، ایستگاه های تولید توان اضافی می بایست نصب می شدند. بدلیل اینکه ادیسون قادر نبود سیستمی را تولید کند که به ژنراتورهای چندگانه اجازه بدهد که به یکدیگر متصل شوند، گسترش سیستم او نیاز داشت که تمامی ایستگاه های تولید جدید مورد نیاز ساخته شوند .

نیاز به نیروگاه های اضافی ابتدا توسط قانون اهم بیان شده است: بدلیل اینکه تلفات با مربع جریان یا بار و با خود مقاومت متناسب است، بکار بردن کابل های طولانی در سیستم ادیسون به مفهوم داشتن ولتاژهای خطرناک در برخی نقاط یا کابل های بزرگ و گران قیمت و یا هر دوی اینها بود .

نیکولا تسلا که مدت کوتاهی برای ادیسون کار می کرد و تئوری الکتریسته را بگونه ای درک کرده بود که ادیسون درک نکرده بود، سیستم جایگزینی را ابداع کرد که از جریان متناوب استفاده می کرد. تسلا بیان داشت که دو برابر کردن ولتاژ جریان را نصف می کند و منجر به کاهش تلفات به میزان  $\frac{3}{4}$  می شود و تنها یک سیستم جریان متناوب اجازه انتقال بین سطوح ولتاژ را در قسمت های مختلف آن سیستم ممکن می سازد. او به توسعه و تکمیل تئوری کلی سیستم اش ادامه داد و جایگزین تئوری و عملی ای را برای تمامی ابزارهای جریان مستقیم آن زمان ابداع کرد و ایده های بدیعیش را در سال ۱۸۸۷م در ۳۰ حق انحصاری اختراع به ثبت رساند .

در سال ۱۸۸۸م کار تسلا مورد توجه جرج وستینگهاوس که حق انحصاری اختراع یک ترانسفورماتور را در اختیار داشت و یک کارخانه روشنایی را از سال ۱۸۸۶م در گریت بارینگتون، ماساچوست راه اندازی کرده بود، قرار گرفت. اگرچه که سیستم وستینگهاوس می توانست از روشنایی های ادیسون استفاده کند و دارای گرم کننده نیز بود، اما این سیستم دارای موتور نبود. توسط تسلا و اختراع ثبت شده اش، وستینگهاوس یک سیستم قدرت برای یک معدن طلا در تلورید، کلرادو در سال ۱۸۹۱ ساخت که دارای یک ژنراتور آبی ۱۰۰ اسب بخار (۷۵ کیلو وات) بود که یک موتور ۱۰۰ اسب بخار (۷۵ کیلو وات) را در آنسوی خط انتقالی به فاصله  $\frac{2}{5}$  مایل (۴ کیلومتر) تغذیه می کرد. سپس در یک قرارداد با جنرال الکتریک که ادیسون مجبور به فروش آن شده بود، شرکت وستینگهاوس اقدام به ساخت یک نیروگاه در نیاگارا فالس کرد که دارای سه ژنراتور تسلا ۵۰۰۰ اسب بخار بود که الکتریسته را به یک کوره ذوب آلومینیوم در نیاگارا، نیویورک و به شهر بوفالو، نیویورک به فاصله ۲۲ مایل (۳۵ کیلومتر) انتقال می داد. نیروگاه نیاگارا در ۲۰ آوریل ۱۸۹۵م شروع به کار کرد .

## انرژی الکتریکی در حال حاضر

امروزه سیستم انرژی الکتریکی جریان متناوب تسلا کماکان مهمترین ابزار ارایه انرژی الکتریکی به مصرف کنندگان در سراسر جهان است. با وجود جریان مستقیم ولتاژ بالا (HVDC) برای ارسال مقادیر عظیم الکتریسته در طول فواصل بلند بکار می رود، اما قسمت اعظم تولید الکتریسته، انتقال توان الکتریکی، توزیع الکتریسته و داد و ستد الکتریسته با استفاده از جریان متناوب محقق می شود. در بسیاری از کشورها شرکت های توان الکتریکی کلیه زیرساخت ها را از نیروگاه ها تا زیرساخت های انتقال و توزیع در اختیار دارند. به همین علت، توان الکتریکی به عنوان یک حق انحصاری طبیعی در نظر گرفته می شود. صنعت عموماً به شدت با کنترل قیمت ها کنترل می شود و معمولاً مالکیت و عملکرد آن در دست دولت است. در برخی کشورها بازارهای الکتریسته وسیع با تولید کننده ها و فروشندگان الکتریسته، الکتریسته را مانند پول نقد و سهام معامله می کنند.

اختراع برق، ۲۰ درصد از خواب مردم جهان را کاسته است به گفته پزشکان، اختراع برق و روشنایی، باعث کاهش خواب مردم در سطح جهان نسبت به قرن گذشته بوده و این در حالی است که خواب یکی از اساسی ترین نیازهای بشر است و پزشکان نسبت به غذا نخوردن و تماشا نکردن تلویزیون قبل از خواب، برای ایجاد خواب راحت توصیه کردند. به گزارش سلامت نیوزو به نقل از پایگاه خبری شین هوا، نتایج تحقیقات انجام شد پژوهشگران دانشگاه کلمبیا نشان می دهد، این امر پس از اختراع برق و ورود روشنایی در شب به منازل رخ داده است. بنابر این گزارش، به گفته پزشکان کم خوابی علاوه بر ایجاد خستگی و اختلالات روحی روانی در افراد می شود بلکه یافته های جدید نشان می دهد خطر بروز چاقی در افراد در شبانه روز کمتر از چهار ساعت می خوابند، ۷۳ درصد بیشتر است.

یادآور می شود، خوابیدن یکی از نیازهای ضروری بدن انسان برای داشتن سلامت است و پرهیز از غذا خوردن بعد از ساعت هشت شب و تماشا نکردن تلویزیون در هنگام خواب در دستورالعمل ها تاکید شده است.

گروه آموزشی عصر

www.my-dars.ir

مدار الکتریکی

تعریف مدار: سیستم بسته ای است که در آن تبدیل انرژی رخ می دهد بطوری که این تبدیل انرژی هدفمند است

هر مدار دارای چهار قسمت اصلی است

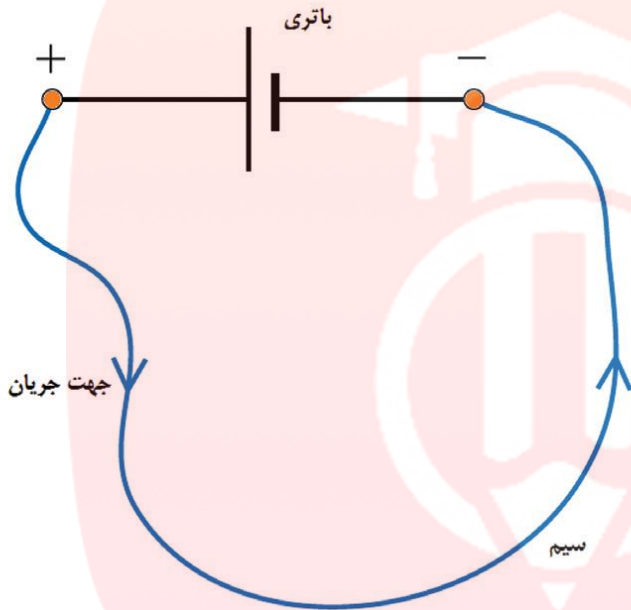


۱- تولید کننده : سایر انرژی ها را به انرژی الکتریکی تبدیل میکند که همان پیل است.

۲- مصرف کننده : انرژی الکتریکی را به سایر انرژی ها تبدیل می کند مانند دیود و لامپ

۳- سیم : انرژی الکتریکی را به مصرف کننده می رساند

۴ - کلید قطع و وصل : این قسمت از مدار، کل یا قسمتی از مدار را کنترل می کند.



از به هم پیوستن المان های الکتریکی «مقاومت (Resistor)، خازن، سلف، لامپ، و ...» یا المانهای الکترونیکی «دیود، ترانزیستور، IC، و ...» یا ترکیبی از آن دو که حداقل یک مسیر بسته ایجاد کنند و جریان الکتریکی بتواند در این مسیر بسته جاری شود مدار بوجود می آید .

اگر عناصر تشکیل دهنده مدار، الکتریکی باشند مدار الکتریکی نامیده میشود و اگر عناصر الکترونیکی باشند، مدار الکترونیکی است .

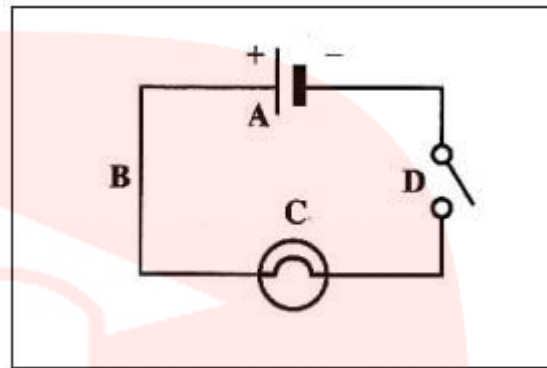
هر مدار الکتریکی از اجزای اصلی زیر تشکیل شده است :

۱- یک منبع تغذیه الکتریکی مانند باتری یا ژنراتور

۲- سیم های رابط : سیم ها یا نوارهای ارتباط دهنده مدار، از یک ماده رسانای الکترونیسته خوب مانند مس تشکیل می شوند.

۳- مصرف کننده یا بار (Load) وقتی می گوئیم یک مدار الکتریکی تشکیل شده است، که اتصال دهنده ها و سایر قطعات، یک حلقه بسته را بوجود آورده باشند. تنها در این صورت است که جریان برق برقرار می شود .

شکل زیر مثال ساده ای از نقشه فنی یک مدار الکتریکی است .



A: این علامت پیل الکتریکی است که نقش منبع تغذیه مدار ما را دارد .

B: علامت سیم هادی

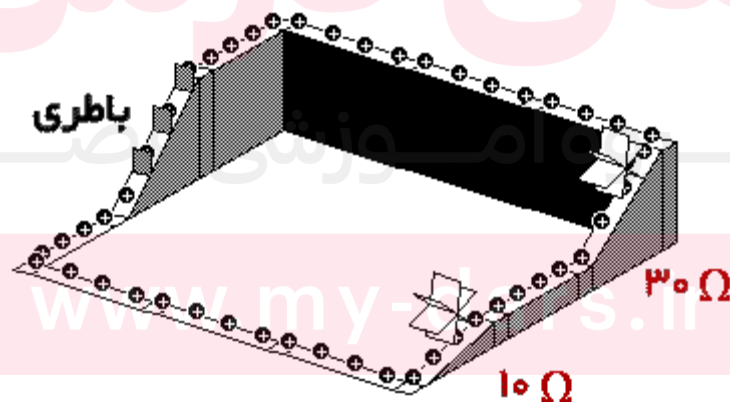
C: علامت لامپ

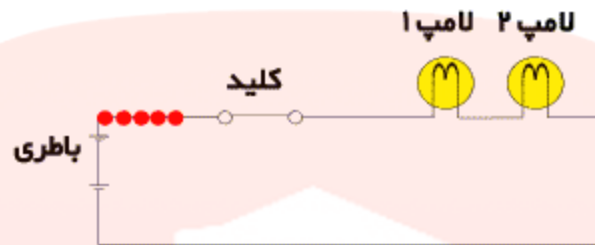
D: علامت کلید در حالت باز

اگر کلید را در حالت بسته قرار دهیم مدار بسته می‌شود و جریان از لامپ عبور کرده و آنرا روشن می‌کند .

### مدار سری

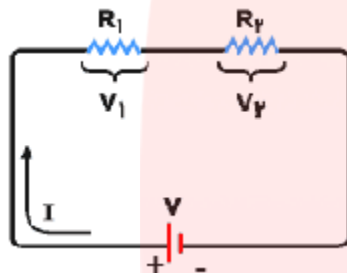
در این بخش، با یک نوع خاص از اتصال وسایل که به آن اتصال سری یا متوالی گفته می‌شود، آشنا می‌شویم. اتصال سری به این معنی است که قطعات طوری به هم متصل شده‌اند که یک جریان از تمام آنها عبور می‌کند .





حل مدار سری

در شکل مقابل دو وسیله مختلف که مقاومت آنها با  $R_1$  و  $R_2$  نشان داده شده است به صورت سری به باتری متصل شده اند.



توجه کنید که اگر جریان یکی از مقاومت‌ها قطع شود، جریان مقاومت دیگر نیز قطع خواهد شد، این موضوع ممکن است وقتی روی دهد که

یکی از آنها بسوزد. به دلیل آن که قطعات به صورت سری به هم متصل‌اند، ولتاژ باتری بین دو مقاومت تقسیم می‌شود. در این شکل، ولتاژ دو سر  $R_1$  با نماد  $V_1$  و ولتاژ دو سر  $R_2$  با نماد  $V_2$  نشان داده شده است، به طوری که  $V = V_1 + V_2$ ، با استفاده از تعریف مقاومت داریم:

$$V = V_1 + V_2 = IR_1 + IR_2 = I(R_1 + R_2) = IR_s$$

در اینجا  $R_s$  به معنی مقاومت معادل مقاومت‌های سری است. بنابراین، مقاومت معادل دو مقاومت سری برابر با حاصل جمع دو مقاومت خواهد بود.  $R_s = R_1 + R_2$ :

رابطه بالا به این معنی است که از  $R_s$  همان جریانی عبور می‌کند که اگر دو مقاومت  $R_1$  و  $R_2$  به صورت سری در مدار بسته شوند. این قاعده برای هر تعداد مقاومت سری قابل تعمیم می‌باشد. یعنی:

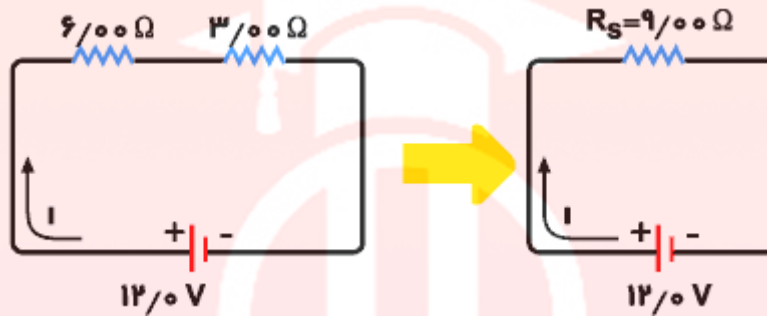


$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$



به مثال زیر توجه کنید :

یک مقاومت ۶ اهمی و یک مقاومت ۳ اهمی به صورت سری به یک باتری ۱۲ ولتی وصل شده‌اند. فرض کنید که باتری مقاومتی نداشته باشد. مقادیر زیر را به دست آورید :



الف) جریان مدار .

ب) توانی که در هر مقاومت تلف می‌شود.

ج) توان کلی که توسط باتری به مقاومتها داده می‌شود .

راهنمایی:

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

جریان  $I$  را می‌توان از قانون اهم به دست آورد. یعنی  $I = \frac{V}{R_s}$  ، که  $R_s = R_1 + R_2$  توان تلف شده در هر مقاومت نیز از رابطه  $P = I^2 R$  به دست می‌آید. توان کلی نیز برابر جمع توان مقاومت  $3\Omega$  و توان مقاومت  $6\Omega$  است.

حل:

$$R_s = 6 + 3 = 9\Omega \quad \text{مقاومت معادل برابر است با}$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12}{9} = 1/33 \text{ A}$$

با به کارگیری قانون اهم داریم

$$P = I^2 R = (1/33)^2 \times 3 = 5/37 \text{ W}$$

www.my-dars.ir

$$P = I^2 R = (1/33)^2 \times 6 = 10/900$$

توان کل باتری که به مقاومت ها داده می شود، برابر است با:

$$P = P_1 + P_2 = 10/6 + 5/36 = 15/900$$

به روش دیگری نیز می توان توان کل را به دست آورد.

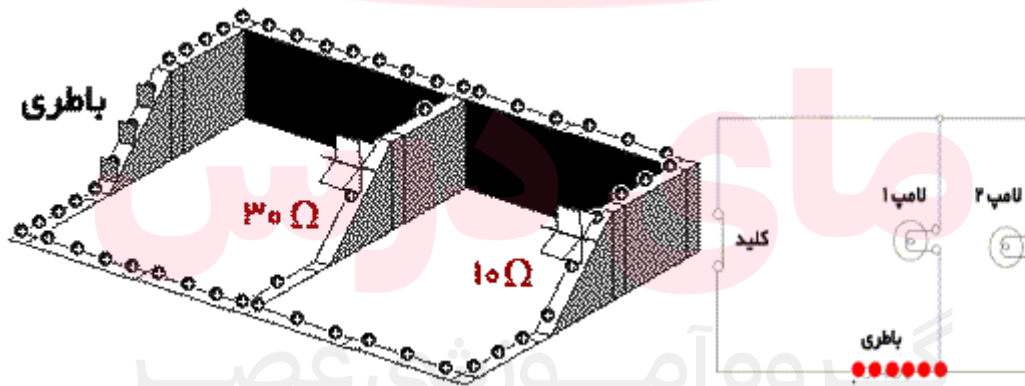
بدین ترتیب که با استفاده از قسمت الف می دانیم که  $R_s = 9\Omega$  و  $i = 1/33 \text{ A}$  بنابراین توان کل برابر است با :

$$P = i^2 R_s = (1/33)^2 \times 9 = 15/900$$

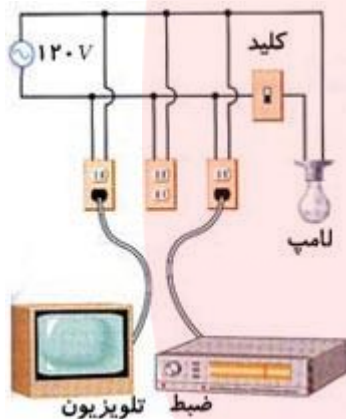
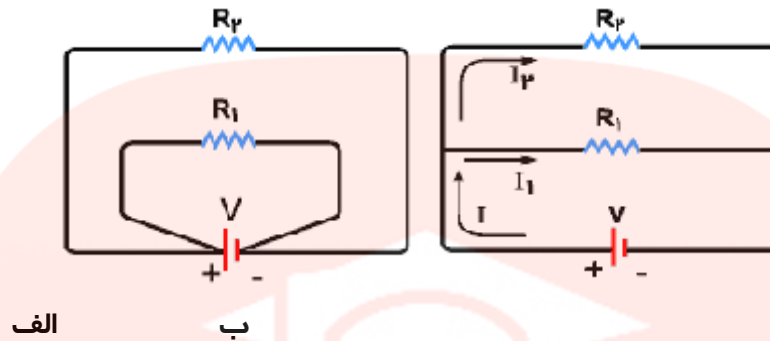
در حالت کلی، توان الکتریکی داده شده به تعدادی مقاومت سری، برابر است با توان داده شده به مقاومت معادل آنها.

### مدار موازی

یکی دیگر از روش های به هم بستن مقاومت ها، اتصال موازی می باشد. در اتصال موازی، ولتاژ دو سر قطعات همواره برابر است.



شکل زیر دو مقاومت را نشان می دهد که به صورت موازی به باتری متصل شده اند. تاکید شکل الف بر این است که هر دو مقاومت مستقیماً به باتری متصل شده اند. مدارهای الف و ب معادل یکدیگرند، ولی مدارهای موازی را به ندرت همانند شکل الف رسم می کنند، بیشتر مدارهای موازی همانند شکل ب رسم می شوند. در این روش ترسیم، نقطه ■ تاکید می کند که انشعابها در مدار به هم متصل اند.

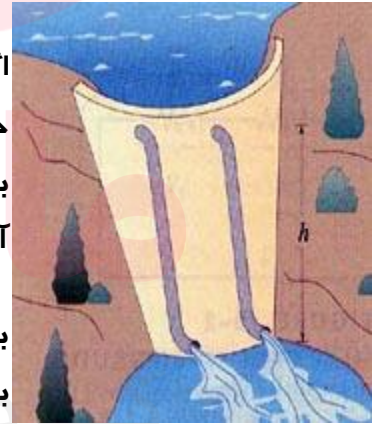


استفاده از مدارهای موازی بسیار متداول است. به عنوان مثال وسایل خانه به صورت موازی به برق شهر متصل می شوند. در شکل زیر تلویزیون، ضبط استریو و لامپ به صورت موازی به برق ۱۲۰ ولت وصل شده‌اند.

در این حالت، وجود پریزهایی که استفاده نشده‌اند و یا وسایلی که خاموش اند اثری بر سایر وسایل که به برق متصلند، ندارد. به علاوه اگر جریان یک وسیله قطع شود (به وسیله قطع کردن کلید یا سیم آن) جریان سایر وسایل تغییری نمی‌کند. در مقابل، اگر وسایل به شکل سری به هم وصل شوند، با خارج شدن یک وسیله از مدار، جریان کل مدار قطع می‌شود.

اگر مقاومت‌ها به شکل موازی به یکدیگر وصل شوند، هر مقاومت جریانی مستقل از جریان دیگر مقاومت‌ها از باتری دریافت می‌کند. بنابراین، مجموع جریان دو مقاومت موازی و بیشتر از حالتی است که آنها تک تک در مدار حضور داشته باشند.

بنا به تعریف مقاومت، عبور جریان بیشتر متناظر با مقاومت کمتر است، بنابراین دو مقاومت موازی  $R_1$  و  $R_2$  همانند یک مقاومت معادل ( $R_p$ ) که مقدار آن کمتر از هر دو مقاومت  $R_1$  و  $R_2$  است، عمل می‌کنند. برای

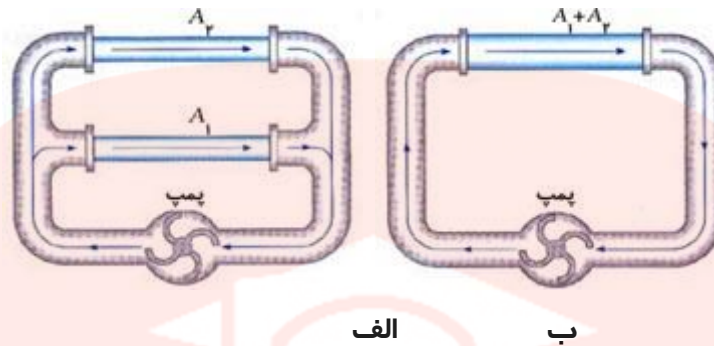


بررسی دقیق تر مدارهای موازی از مدل آبی کمک می‌گیریم.

[www.my-dars.ir](http://www.my-dars.ir)

در شکل (الف) دو لوله با مقاطع مختلف و طول‌های مساوی به صورت موازی به پمپ بسته شده‌اند.





در شکل (ب) این دو لوله با یک لوله بزرگتر عوض شده‌اند، طوری که طول آن برابر حالت قبل است ولی مقطع لوله جدید برابر مجموع مقاطع دو لوله قبلی می‌باشد. حجم آبی که در شکل (ب) جابه‌جا می‌شود، بیشتر از حالتی است که هر یک از لوله‌های ۱ یا ۲ به تنهایی در مدار باشند. در حقیقت لوله‌ای با قطر بیشتر (مقطع ۱ و ۲ با هم) مقاومت کمتری در برابر جریان آب دارد.

در مدار زیر، پنج لامپ به شکل موازی به هم متصل شده‌اند. این مجموعه توسط فیوزی به برق متصل شده است. به ترتیب لامپ‌ها را روشن می‌کنیم. اگر تعداد لامپ‌های روشن زیاد شود، جریان کل چه تغییری می‌کند؟ پس از اتصال آخرین لامپ (پرمصرف) چه اتفاقی برای فیوز می‌افتد؟ چرا؟



احتمالاً ماشین‌های برقی در شهر بازی را دیده‌اید. این ماشین‌ها به چه شکل به برق اصلی وصل شده‌اند؟ سری یا موازی؟

فصل دوم:

مغناطیس

گروه آموزشی عصر

www.my-dars.ir

مغناطیس (Magnetic)

## فهرست مقالات مغناطیس

مباحث کاربردی و تجربی	مباحث علمی
<a href="#">میدان مغناطیسی زمین</a>	<a href="#">مغناطیس طبیعی</a>
<a href="#">اتاقک ابر ویلسون</a>	<a href="#">آهنربای الکتریکی</a>
<a href="#">اثر هال</a>	<a href="#">الکترومغناطیس</a>
<a href="#">اثرات مغناطیسی سیملوله</a>	<a href="#">بار متحرک در مغناطیس</a>
<a href="#">کاربرد انرژی مغناطیسی</a>	<a href="#">اثر مغناطیسی جریان الکتریکی</a>
<a href="#">گالونومتر بالاستیک</a>	میدان مغناطیسی سیم
<a href="#">چشمه میدان مغناطیسی</a>	<a href="#">اثر جریان بر جریان</a>
<a href="#">ممان مغناطیسی القایی</a>	<a href="#">خاصیت مغناطیسی مواد</a>
<a href="#">سیستم منزوی</a>	<a href="#">تراوایی مغناطیسی ماده</a>
<a href="#">سیستم غیرمنزوی</a>	<a href="#">دوقطبی مغناطیسی</a>
<a href="#">کاربرد قانون آمپر</a>	<a href="#">مواد پارامغناطیس</a>
<a href="#">سنجش القای مغناطیسی</a>	<a href="#">مواد دیامغناطیس</a>
<a href="#">آزمایش هایپل و توماس</a>	<a href="#">مواد فرامغناطیس</a>
<a href="#">خطوط میدان آهنربا</a>	<a href="#">واحد القای مغناطیسی</a>
<a href="#">برهمکنش میادین مغناطیسی</a>	<a href="#">نیروی مغناطیسی</a>
<a href="#">طیف دوقطبی مغناطیسی</a>	<a href="#">خطوط نیروی مغناطیسی</a>
<a href="#">تعیین قطبهای آهنربا</a>	<a href="#">خواص خطوط میدان مغناطیسی</a>
<a href="#">پوش مغناطیسی</a>	<a href="#">نیروی مغناطیسی و جریان</a>
<a href="#">آزمایش اورستد</a>	<a href="#">گشتاور نیروی مغناطیسی</a>
<a href="#">میدان مغناطیسی حلقه جریان</a>	<a href="#">حرکت دورانی بار الکتریکی</a>
<a href="#">میدان مغناطیسی سیم پیچ</a>	<a href="#">قانون آمپر</a>

<a href="#">آهنربا</a>	<a href="#">میدان الکتریکی سیم</a>
<a href="#">آهنربای مصنوعی</a>	<a href="#">رساناهای جریان دار موازی</a>
<a href="#">اثر مغناطیسی جریان الکتریکی</a>	<a href="#">قانون بیوساوار</a>
<a href="#">اثرات میدان مغناطیسی</a>	<a href="#">دوقطبی مغناطیسی</a>
<a href="#">تعیین القای مغناطیسی</a>	<a href="#">گشتاور مغناطیسی</a>
<a href="#">سوزن مغناطیسی</a>	<a href="#">چگالی انرژی مغناطیسی</a>
<a href="#">تولید میدان مغناطیسی</a>	<a href="#">انرژی مغناطیسی</a>
<a href="#">خاصیت آهنربایی</a>	<a href="#">تک قطبی مغناطیسی</a>
<a href="#">قطب نما</a>	<a href="#">قانون گوس مغناطیسی</a>
<a href="#">قبله نما</a>	<a href="#">شار مغناطیسی</a>
<a href="#">سنجش مغناطیسی</a>	<a href="#">مغناطیس هسته‌ای</a>
<a href="#">مواد مغناطیس</a>	<a href="#">سه بردار مغناطیسی</a>
<a href="#">حفاظت مغناطیسی</a>	<a href="#">پتانسیل مغناطیسی <math>A</math></a>
<a href="#">مغناطیس و حیات</a>	<a href="#">پتانسیل مغناطیسی <math>\Phi</math></a>
<a href="#">کاربرد آهنربای الکتریکی</a>	<a href="#">مغناطش</a>
<a href="#">ترمز مغناطیسی</a>	<a href="#">ماده مغناطیده</a>
<a href="#">گره مغناطیسی</a>	<a href="#">چگالی قطب مغناطیسی</a>
<a href="#">ضبط بر روی نوار مغناطیسی</a>	<a href="#">شدت میدان مغناطیسی</a>
	<a href="#">پذیرفتاری مغناطیسی</a>
	<a href="#">پسماند مغناطیسی</a>
	<a href="#">مدار مغناطیسی</a>
	<a href="#">میدان مولکولی مغناطیس</a>
	<a href="#">نظریه فرومغناطیس</a>



می یافت اما کشف بنیادی اورستد و سایر دانشمندان سبب شد که الکترومغناطیس به عنوان یک علم واحد مطرح شود. برای تشدید اثر مغناطیسی جریان الکتریکی در سیم می توان را به شکل پیچهای با دورهای زیاد در آورد و در آن یک هسته آهنی قرار داد. این کار را می توان با یک آهنربای الکتریکی بزرگ، از نوعی که معمولا در پژوهشگاههای برای کارهای پژوهشی مربوط به مغناطیس بکار می رود، انجام داد.



### تولد میدان مغناطیسی

دومین میدانی که در مبحث الکترومغناطیس ظاهر می شود، میدان مغناطیسی است. این میدانها و به عبارت دقیقتر آثار این میدانها از زمانهای بسیار قدیم، یعنی از همان وقتی که آثار مغناطیسهای طبیعی سنگ آهنربا ( $Fe_3O_4$ ) یا اکسید آهن (III) برای اولین بار مشاهده شد، شناخته شده اند. خواص شمال و جنوب یابی این ماده تاثیر مهمی بر دریانوردی و اکتشاف گذاشت با وجود این، جز در این مورد مغناطیس پدیده ای بود که کم مورد استفاده قرار می گرفت و کمتر نیز شناخته شده بود، تا اینکه در اوایل قرن نوزدهم اورستد دریافت که جریان الکتریکی میدان مغناطیسی تولید می کند.

این کار توأم با کارهای بعدی گاؤس، هنری، فاراده و دیگران نشان دادند که این شراکت واقعی بین میدانهای الکتریکی و مغناطیسی وجود دارد و این دو توأم تحت عنوان میدان الکترومغناطیسی حضور دارند. به عبارتی این میدانها به طرز جدایی ناپذیری در هم آمیخته شده اند.

### حوزه عمل و گسترش میدان مغناطیسی

تلاش مردان عمل به توسعه ماشینهای الکتریکی، وسایل مخابراتی و رایانه ها منجر شد. این وسایل که پدیده مغناطیسی در آنها دخیل است نقش بسیار مهمی در زندگی روزمره ایفا می کنند. با گسترش و سریع علوم از اعتبار این علوم اولیه کاسته نمی شود و همیشه سازگاری خود را با کشفیات جدید حفظ می کند.

### مغناطیسهای طبیعی و مصنوعی

- بعضی از سنگهای آهن یاد شده در طبیعت خاصیت جذب اشیای آهنی کوچک، مانند براده ها یا میخهای مجاور خود را دارند. اگر تکه ای از چنین سنگی را از ریسمانی بیاویزیم، خودش را طوری قرار می دهد که راستایش از شمال به جنوب باشد، تکه های چنین سنگهایی به آهنربا یا مغناطیس معروف است.

- یک تکه آهن یا فولاد با قرار گرفتن در مجاورت آهنربا، آهنربا یا مغناطیده می‌شود، یعنی توانایی جذب اشیای آهنی را کسب می‌کند. خواص مغناطیسی این تکه آهن یا فولاد هر چه به آهنربا نزدیکتر باشد، قویتر است. وقتی که تکه‌ای از آهن و آهنربا با یکدیگر تماس پیدا کنند، مغناطشیا آهنربا شدگی به مقدار ماکزیمم (میخ آهنی که به آهنربا نزدیک شود خاصیت آهنربایی پیدا می‌کند و براده‌های آهنربا را جذب می‌کند) می‌باشد.
- هنگامی که آهنربا دور شود، تکه آهن یا فولاد که توسط آهنربا شده‌اند بخش زیادی از خواص مغناطیسی بدست آورده را از دست می‌دهند، ولی باز هم تا حدی آهنربا می‌مانند. از اینرو به آهنربای مصنوعی تبدیل می‌شوند و همان خواص آهنربای طبیعی را دارد. این پدیده را می‌توان با آزمایش ساده‌ای به اثبات رسانید. خاصیت آهنربایی که به هنگام تماس تکه آهن با آهنربا پیدا می‌شود بر خلاف مغناطش بازمانده که با دور شدن آهن ربا باقی می‌ماند، مغناطش موقت نامیده می‌شود. آزمایشهایی از این نوع نشان می‌دهد که مغناطش بازمانده خیلی ضعیفتر از مغناطش موقت است، مثلا در آهن نرم فقط کسر کوچکی از آن است.
- هم مغناطش موقت و هم مغناطش بازمانده برای درجات مختلف آهن و فولاد متفاوت است. مغناطش موقت آهن نرم و آهن تابکاری شده از آهن نرم و فولاد تابکاری نشده به مقدار زیادی قویتر است. بر عکس مانده مغناطش فولاد، به ویژه درجاتی از آن که شامل مثلا آمیزه کبالتاست، خیلی قویتر از مغناطش بازمانده در آهن نرم است. در نتیجه، اگر دو میله یکسان، یکی ساخته شده از آهن نرم و دیگری از فولاد را اختیار کنیم و آنها را در مجاورت آهنربای یکسانی قرار دهیم، میله آهن نرم قویتر از فولاد آهنربا می‌شود.
- ولی اگر آهنربا را دور کنیم، میله آهن نرم تقریبا بطور کلی مغناطیده می‌شود، در حالیکه میله فولاد مقدار قابل توجهی از خاصیت آهنربایی اولیه خود را حفظ می‌کند. در نتیجه، آهنربای دائمی از میله فولادی از میله آهنی خیلی قویتر است. به این دلیل آهنرباهای دائمی را از درجات خاصی از فولاد درست می‌کنند نه از آهن.
- آهنرباهای مصنوعی که بطور ساده با قرار دادن تکه‌ای فولاد در نزدیکی یک آهنربا یا با تماس با آن بدست آمده نسبتا ضعیف هستند. آهنرباهای قویتر را با مالیدن تیغه فولادی با آهنربا در یک جهت بدست می‌آورند. البته در این حالت نیز آهنرباهایی که بدست می‌آید که از آهنربایی که مغناطش به توسط آن انجام شده است، ضعیفتر است. هر نوع ضربه یا تکانی در



طول مغناطش عمل را آسانتر می‌کند. برعکس تماس دادن آهنربای دائمیبا تغییر ناگهانی و زیاد دمای آن ممکن است باعث وامغناطش آن شود.

- وامغناطش بازممانده نه تنها به ماده بلکه به شکل جسمی که آهنربا می‌شود نیز بستگی دارد. میله‌های نسبتا کوتاه و کلفت از آهن نرم بعد از دور شدن آهنربا تقریبا به کلی خاصیت آهنربایی را از دست می‌دهند. با وجود این، اگر همین آهن را برای ساختن سیمی به طول ۳۰۰ تا ۵۰۰ برابر قطر آن بکار بریم، این سیم (ناپیچیده) خاصیت مغناطیسی خود را به مقدار زیادی حفظ خواهد کرد.

### آهنربا چیست ؟

آهنربا معمولا از آهن یا فولاد ساخته می‌شود. البته سنگ‌هایی نیز وجود دارند که خاصیت مغناطیسی دارند. این سنگ‌ها همیشه به سمت شمال یا جنوب می‌ایستند و قدیم از این سنگ‌ها در سفرهای دور و دراز برای جهت‌یابی استفاده می‌کردند. آهنربا نیز همین‌طور است و اگر بتواند آزادانه نوسان کند، به سمت شمال یا جنوب ثابت می‌شود و به همین جهت هست که دو انتهای یک آهنربا را قطب شمال و قطب جنوب می‌نامند.

اگر بخواهید قطب‌های شمال دو آهنربا را به هم نزدیک کنید، احساس می‌کنید که نیرویی آن دو را از یکدیگر دور می‌سازد. همین‌طور قطب‌های جنوب دو آهنربا نیز یکدیگر را دفع می‌کنند. اما اگر قطب شمال یک آهنربا را به قطب جنوب آهنربا دیگر نزدیک کنید، می‌بینید که دو آهنربا به سمت هم کشیده می‌شوند و قطب‌های شمال و جنوب آهنربا یکدیگر را جذب می‌کنند. این کشش و جاذبه بسیار قوی است و گاهی

اوقات جداکردن دو آهنربا از یکدیگر کار بسیار مشکلی است. پس بنابراین قطب‌های همانام یا همانند، یکدیگر را دفع می‌کنند و قطب‌های غیرهمنام یا متفاوت یکدیگر را جذب می‌کنند. آهنربا بعضی از مواد را به طرف خود می‌کشد و آن موادی است که خاصیت آهنربایی داشته باشند؛ مثل سنجاق، سکه، گیره کاغذ، قیچی، میخ، سوزن و چیزهایی که فلزی باشد. آهنرباها به شکل‌های مختلفی ساخته می‌شوند. گاهی وقت‌ها به شکل مستطیل و بعضی وقت‌ها به شکل نعل اسب و یا میله‌ای است و با دو رنگ، قطب شمال و جنوب آن مشخص می‌شود.

از آهنربا در جاهای زیادی استفاده می‌شود؛ به عنوان نمونه، یخچال از فولاد درست شده و به در فولادی یخچال یک آهنربا چسبیده است که باعث می‌شود در یخچال بسته بماند و در وسایلی که برای تزئین و زیبایی به در یخچال می‌چسبانند، پشتش یک آهنربا چسبیده است و این باعث می‌شود به در فولادی یخچال بچسبد. گاهی اوقات هم برای جمع‌آوری فلزات از آهنربا استفاده می‌شود. وقتی آهن یا

فولاد به یک آهن ربا می چسبد، خودش هم یک آهن ربا می شود. اولین گیره کاغذ که به آهن ربا می چسبد، گیره دومی را آهن ربا می کند و هر قدر که آهن ربا قوی تر باشد گیره های بعدی نیز خاصیت آهن ربا را پیدا می کنند و این گیره ها به هم می چسبند. یک نکته جالب درباره آهن ربا این است که اگر یک فلزی را به آهن ربا مدتی بکشیم، آن فلز یک آهن ربا می شود و براحتی می تواند یک گیره فلزی را بلند کند.

انواع آهن ربا :

اساس کار تمام آهن رباها یکسان است، اما به دلیل کاربرد در دستگاههای مختلف، آرایش و صنعت، آن را به اشکال و اندازه های گوناگون می سازند، و لذا انواع آن از لحاظ شکل عبارتند از :

• تیغهای

• میلهای

• نعلیشکل

• استوانهای

• حلقهای

• کروی

• پلاستیکی

• سرامیکی و ...

سیر تحولی و رشد :

انسانهای اولیه به سنگهایی برخورد کردند که قابلیت جذب آهن را داشتند. معروف است که، نخستین بار، شش قرن قبل از میلاد مسیح، در شهر باستانی ماگنزیوا واقع در آسیای صغیر «ترکیه امروزی»، یونانیان به این سنگ برخورد کردند. بنابراین بخاطر نام محل پیدایش اولیه، نام این سنگ را ماگنتیت یا مغناطیس گذاشتند که ترجمه فارسی آن آهن ربا می باشد. سنگ مذکور از جنس اکسید طبیعی آهن با فرمول شیمیایی  $Fe_3O_4$  می باشد.

بعدها ملاحظه گردید که این سنگ در مناطق دیگر کره زمین نیز وجود دارد. پدیده مغناطیس همراه با کشف آهن ربای طبیعی مشاهده شده است. با پیشرفت علوم مختلف و افزایش اطلاعات بشر در زمینه مغناطیس، انواع آهن رباهای طبیعی و مصنوعی ساخته شد. امروزه از آهن ربا در قسمتهای مختلف مانند صنعت، دریانوردی و ... استفاده می گردد.

[www.my-dars.ir](http://www.my-dars.ir)

منشا پیدایش :

کهربا شیرهای است که مدتها پیش از بعضی از درختان مانند کاج که چوب نرم دارند، بیرون تراوید. و در طی قرنهای سخت شده و بصورت جسم جامدی نیم شفاف در آمده است. کهربا به رنگهای زرد تا

قهوه‌های وجود دارد. کهربای صیقل داده شده سنگ زینتی زیبایی است و گاهی شامل بقایای حشره‌هایی است که در زمانهای گذشته در شیره چسبناک گرفتار شده اند .

یونانیان باستان خاصیت شگفت انگیز کهربا تشخیص داده بودند. اگر کهربا را به شدت به پارچهای مالش دهیم اجسامی مانند تکه های کاه یا رانه‌های گیاه را که نزدیک آن باشد جذب میکند. اما سنگ مغناطیس یک ماده معدنی است که در طبیعت وجود دارد. نخستین توصیف نوشته شده از کاربرد سنگ مغناطیس به عنوان یک قطب نما در دریانوردی در کشورهای غربی ، مربوط به اواخر قرن دوازدهم میلادی است. ولی خواص این سنگ خیلی پیش از آن در چین شناخته شده بود.

حوزه عمل :

آهنربا به طور مستقیم و غیر مستقیم در زندگی روزانه بشر موثر است و به جرات می توان گفت که اگر این خاصیت نبود زندگی بشر امروزی با مشکل مواجه می شد. از جمله وسایلی که در ساختمان آن از خاصیت آهنربایی استفاده شده است، می توان به یخچال ، قطب نما ، کنتور برق ، انواع بلندگوها ، موتورهای الکتریکی (مانند کولر ، پنکه ، لوازم خانگی و ...) ، وسایل اندازه گیری الکتریکی مانند ولت سنج ، آمپر سنج و ... اشاره کرد .

آیا آهنربا بغیر از آهن ، اجسام دیگری را جذب می کند؟

بعد از پیدایش آهنربا ، دانشمندان به این فکر افتادند که آیا آهنربا غیر از آهن ، اجسام دیگری را نیز می تواند جذب کند. پس از بررسیها و مطالعات مختلف ، سرانجام مشخص شد که آهنربا در عنصر دیگر به نامهای نیکل و کبالت را نیز می تواند جذب کند. بر این اساس به سه عنصر آهن ، کبالت ، نیکل و آلیاژهای آنها که توسط آهنربا جذب می گردد، مواد مغناطیسی می گویند. بدیهی است که سایر مواد را که فاقد این خاصیت است، مواد غیر مغناطیسی می گویند.

### آهنربای الکتریکی

آهنربای دائمی با کیفیت بالا کاربردهای بسیار زیاد و مهمی در علم و انقلاب تکنولوژیک ، مثلا در اسبابهای اندازه گیری الکتریکی دارند. ولی میدانهایی که توسط آنها ایجاد می شود خیلی قوی نیست، اگر چه آلیاژهای مخصوصی که اخیرا بدست آمده‌اند داشتن آهنربای دائمی قوی که خواص مغناطیسی خود را برای مدت مدیدی حفظ کنند امکان پذیر ساخته است. از جمله این آلیاژها ، مثلا فولاد-کبالت است که شامل حدود ۵۰٪ آهن ، ۳۰٪ کبالت و مخلوطهایی از تنگستن ، کروم و کربن است.

عیب دیگر آهنربای دائمی این است که القای مغناطیسی آنها نمی تواند به سرعت تغییر کنند. از این نظر ، سیملوله‌های حامل جریان (آهنرباهای الکتریکی) بسیار مناسبند. زیرا با تغییر جریان در سیم پیچ ، سیملوله می توان میدان آنها را به آسانی تغییر داد. با قرار دادن هسته آهنی داخل سیملوله ، میدان آن

را می‌توان صدها هزار بار افزایش داد. بیشتر آهنرباهای الکتریکی که در مهندسی بکار می‌روند چنین ساختمانی دارند .

ساخت آهنربای الکتریکی ساده

آهنربای الکتریکی ساده را می‌توان در منزل ساخت. کافی است که چندین دور سیم عایق شده‌ای را بر یک میله آهنی (پیچ یا میخ ، بیچانیم و دو انتهای سیم را به یک منبع dc نظیر انبار ، یا پیل گالوانی وصل کنیم. بهتر است آهن ابتدا تابکاری شود، یعنی ، تا دمای سرخ شدن داغ شود. مثلا در کوره گرم و سپس به آرامی سرد شود. سیم پیچ باید توسط رئوستایی با مقاومت ۱W تا ۲۰W به باتری وصل شود، بطوری که جریان مصرف شده از باتری خیلی شدید نباشد. گاهی آهنرباهای الکتریکی شکل نعل اسب را دارند که برای نگه داشتن بار بسیار مناسبترند .

ساختار آهنربای الکتریکی

میدان پیچه با هسته آهنی بسیار قویتر از پیچه بدون هسته است، زیرا آهن درون پیچه شدیداً مغناطیده و میدان آن بر میدان پیچه منطبق است. ولی ، هسته‌هایی آهنی که در آهنرباهای الکتریکی برای تقویت میدان بکار می‌روند، فقط تا حدود معینی مقرون به مساحت‌اند. در واقع ، میدان آهنرباهای الکتریکی عبارت است از برهم‌نهی میدان حاصل از سیم پیچ حامل جریان و میدان هسته مغناطیده ، برای جریانهای ضعیف ، میدان دوم به مراتب قویتر از میدان اولی است.

وقتی که میدان در سیم پیچ افزایش می‌یابد، ابتدا این دو میدان به یک میزان معینی متناسب با جریان افزایش می‌یابند، بطوری که نقش هسته تعیین کننده می‌ماند. ولی ، با افزایش بیشتر جریانی که از سیم پیچ می‌گذرد، مغناطش آهن کند می‌شود و آهن به حالت اشباع مغناطیسی نزدیک می‌شود. وقتی که عملاً تمام جریانهای مولکولی موازی شدند، افزایش بیشتر جریانی که از سیم پیچ می‌گذرد نمی‌تواند چیزی بر مغناطش آهن اضافه کند، در حالی که میدان سیم پیچ به زیاد شدن متناسب با جریان ادامه می‌دهد.

هرگاه جریان شدید از سیم پیچ (برای دقت بیشتر ، در لحظه‌ای که تعداد آمپر - دورها در متر به ۱۰۶ نزدیک می‌شود.) بگذارند، میدان حاصل از سیم پیچ بسیار قویتر از میدان هسته آهنی اشباع شده می‌شود. بطوری که هسته عملاً بی‌فایده می‌شود و فقط ساختمان آهنربای الکتریکی را پیچیده می‌کند. به این دلیل ، آهنرباهای الکتریکی ، پر قدرت بدون هسته آهنی ساخته می‌شوند .

### آهنربای الکتریکی پر قدرت

تهیه آهنرباهای الکتریکی پر قدرت مسأله انقلاب تکنولوژیک بسیار پیچیده‌ای است. در واقع، برای اینکه بتوانیم جریانهای بزرگی را بکار ببریم، سیم‌پیچها باید از سیم کلفتی ساخته شوند. در غیر این صورت، سیم پیچ شدیداً گرم و حتی گداخته می‌شود. گاهی بجای سیم از لوله‌های مسی استفاده می‌شود، که در آن جریان نیرومند آب برای خنک کردن سریع دیواره‌های لوله که جریان از آن می‌گذرد گردش می‌کند. ولی با سیم پیچی که از سیم کلفت یا لوله ساخته شده است داشتن تعداد زیادی دور در واحد طول ناممکن است.

از طرف دیگر، استفاده از سیم نازک تعداد دورهای زیادی را در واحد متر ممکن می‌سازد، نمی‌گذارد تا جریانهای زیاد را بکار ببریم. پیشرفت زیادی را در ایجاد میدانهای مغناطیسی بدست آمده به بهره‌گیری از ابرسانها در سیم پیچهای مغناطیسیها مربوط می‌شود، که بکار بردن جریانهای شدید را مقدور می‌سازد.

### تکنیک کاپیتزا

کاپیتزا (P.L. Kapitza) فیزیکدان شوروی سابق راه هوشمندانه‌ای را برای بیرون آمدن از این وضع پیشنهاد کرد. او جریانهای عظیم ۱۰۴ آمپر را برای مدت بسیار کوتاهی حدود ۰.۱-۱ s از سیملوله‌ای گذرانید. در این مدت، سیم پیچ سیملوله خیلی شدید گرم نشد، در حالی که میدانهای مغناطیسی کوتاه مدت شدیدی بدست آمده بودند.

البته او وسایل خاصی را ترتیب داد که برای ثبت نتایج آزمایشهایی که در آنها اثر میدان مغناطیسی پر قدرت حاصل در سیملوله برای اجسام گوناگون مورد بررسی قرار می‌گرفتند. در اغلب کاربردهای فنی، تعداد آمپر - دورها در سیم پیچهای آهنرباهای الکتریکی میدانهای نسبتاً شدید می‌توان بدست آورد (با القای چند تسلا).

### کاربرد آهنربای الکتریکی

#### نیروی آهنربایی:

نیروی که در آهنربایی با آن اجسام آهنی را جذب می‌کند با افزایش فاصله بین آهنربا و آهن به تندی کاهش می‌یابد. به این دلیل، نیروی بالابرنده آهنربای الکتریکی، معمولاً با نیرویی معین می‌شود که بر آهن واقع در مجاورت بلافاصله خود وارد می‌کند. به عبارت دیگر، نیروی بالابرنده یک آهنربا مساوی نیرویی است که برای جدا کردن آن تکه تمیزی از آهن صاف که جذب آن شده لازم است.

آهنربای دائم به اختصار PM۱ خوانده می‌شود و قطعه‌ای از فولاد سخت و یا دیگر مواد مغناطیسی که تحت اثر میدانهای شدید، مغناطیس شده و این اثر را برای مدت طولانی در خود حفظ می‌کنند. اثر آهنربایی اولین بار، روی قطعه‌هایی از سنگ معدن آهن، به نام آهنربای طبیعی یا معدنی در طبیعت مشاهده شد و دیدند که قطعات آهن را به خود جذب می‌کند.

بعدا دریافتند که چنانچه قطعه درازی از این سنگ آهن مغناطیسی معدن را، بطور معلق در هوا نگهدارند این قطعه دراز خود را در امتدادی قرار می‌دهد که یک انتهایش به طرف قطب شمال زمین قرار دارد و این انتهای میله آهن مغناطیس دار را قطب شمال و سر دیگر آن را قطب جنوب نامیدند. چنین قطعه سنگ معدن آهن، آهنربای میله‌ای نامیده شد.

### نظریه اول آهنربایی

هر آهنربا از تعدادی ذره آهنربایی تشکیل شده است. وقتی یک قطعه آهن، آهنربا نیست، ذرات آهنربایی بطور پراکنده و دلخواه داخل آن قرار دارند و وقتی ذرات داخل آهن در امتدادی منظم قرار گیرند، اثرات مغناطیسی آنها باهم جمع شده و آن آهن، آهنربا می‌شود.

### نظریه دوم آهنربایی

خاصیت آهنربایی به الکترونها وابسته است. الکترون دارای یک نیروی دوار در اطراف خود می‌باشد و وقتی مدارهای الکترونها در امتداد میله آهن طوری قرار گیرند که دایره‌های نیرو با یکدیگر جمع شوند، میله آهنی، آهنربا می‌شود. در طبیعت از نقطه نظر تغییرات چگالی فلوی مغناطیسی (B) بر حسب جریان (I) می‌توان مواد را به دو دسته تقسیم نمود:

۱. مواد غیر مغناطیسی: از این مواد می‌توان پلاستیک و میکا و عایقهای جریان الکتریکی را نام برد. در این مواد، نفوذ پذیری مغناطیسی عددی ثابت است و مقدار آن را  $\mu = \mu_0 \times 1$  فرض می‌کنیم.

۲. مواد مغناطیسی: مواد مغناطیسی که به مواد فرومغناطیسی نیز معروفند جزء گروه آهن به شمار می‌روند. در این مواد با جریان مفروض I چگالی شار (B) افزونتری نسبت به فضای آزاد شکل می‌گیرد و منحنی B-I این مواد غیر خطی است. مواد مغناطیسی خود به دو گروه تقسیم بندی می‌شوند:

• مواد فرومغناطیسی نرم: که آنها خطی کردن تغییرات B بر حسب I منحنی (B-I) امکان پذیر است، از تقریب خوبی برخوردار می‌باشد و در این مواد، B بخاطر I حاصل می‌شود.

• مواد فرومغناطیسی سخت: که از اینگونه مواد برای ساخت مغناطیس دائم استفاده می‌شود. در این مواد B بخاطر دو عامل جریان (I) و خاصیت مغناطیس شوندگی ماده (M) بروز می‌کند. این مواد در اثر میدانهای شدید، مغناطیس شده و این اثر را تا مدت طولانی خود حفظ می‌کنند.

مواد مغناطیسی برای مقاصد خاص نیز ساخته می‌شوند، بطوری که طی سی سال گذشته چند ماده مغناطیسی جدید ساخته شده که مشخصات لازم برای ایجاد یک آهنربای دائم خوب را دارا هستند.



آهنربای دائم خوب، از ماده‌ای است که تا حد امکان شار باقیمانده (یا چگالی شار باقیمانده) بزرگی داشته باشند. عمده این مواد فریتها (مواد مغناطیسی سرامیکی) و مواد مغناطیسی خاک کمیاب هستند.

### انواع آهنربای دائم

سه نوع آهنربای دائم که دارای کاربرد فراوان هستند به شرح زیرند :

#### آهنربای آلنیکو

آلنیکو از ابتدای نام سه عنصر آلومینیوم، نیکل و کبالت گرفته شده است. این آلیاژ که عمدتاً از فلزات آهن و آلومینیوم و نیکل و کبالت ساخته می‌شود، قابلیت پذیرش نیروی مغناطیسی بالایی و به منظور ساختن آهنربای دائم بلندگوها و لامپهایی با حوزه مغناطیسی و در سروموتورهای DC<sub>۲</sub> پیشرفته استفاده می‌شود.

معمولاً در آخر اسم "آلنیکو" حرفی اضافه می‌گردد که مشخص کننده قدرت آهنربا است. فرضاً "آلنیکو ۷" قویترین آهنربای دائم نسبت به "آلنیکوها" است و معمولاً آهنربای "آلنیکو" را به صورت طولی مغناطیس می‌کنند و سپس مورد استفاده قرار می‌دهند. منظور از مغناطیس کردن طولی این است که دو قطب S و N در طول جسم قرار می‌گیرند.

#### آهنربای فریت

این آهنربا را آهنربای سرامیک نیز می‌نامند. این آهنربای دائم از ترکیب مواد ذوب شده نوعی چینی و پودر ماده مغناطیسی ساخته می‌شود. این آهنربا چون پودر پس ماند مغناطیسی و نیروی خنثی کننده زیادی دارد، آن را به صورت عرضی مغناطیس می‌کنند. منظور از مغناطیس کردن عرضی، قرار گرفتن دو قطب S و N در عرض جسم است و چون چگالی شار (B) این آهنربای دائم کم است برای جبران چگالی شار زیاد، آن را دراز می‌سازند.

چون هزینه ساخت این آهنربا کم بوده و مواد اولیه آن به ارزانی قابل تهیه است، بطور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد. نامگذاری آهنربای فریت با توجه به نوع عنصری که در ساخت آهنربا از آن استفاده شده است صورت می‌گیرد. مثل فریت استرونیتم و یا فریت باریم.

#### آهنربای ساماریوم - کبالت

عنصر اصلی این آهنربای دائم عنصر ساماریوم با علامت اختصاری Sm و عدد اتمی ۶۲ است. چون این آهنربای کمیاب (به دلیل عنصر تشکیل دهنده کمیاب ساماریوم) دارای پس ماند مغناطیسی و خنثی کننده خیلی زیادی است، به همین دلیل می‌تواند شدتی به مراتب بزرگتر از آهنربای دائم معمولی داشته باشد. به عنوان مثال در یک طول و مساحت برابر، چگالی شار (B) این آهنربا دو برابر آهنربای سرامیک است.

هزینه تولید این آهنربا قابل ملاحظه است و به همین دلیل آن را کم قطر می‌سازند. چون شدت

مغناطیسی این آهنربا بالا است، لذا از چنین آهنربایی که در ابعاد کوچک و وزن کمتر شدت مغناطیسی خوبی دارد در ساعت‌های الکترونیکی و لامپهای ماگنترون و تجهیزات نظامی و سروموتورها هواپیما استفاده می‌کنند. به این ترتیب روز به روز دامنه کاربرد این آهنربا رو به افزایش است.

### آهنربای الکتریکی با نیروی بالا برندگی زیاد :

برای بدست آوردن آهنربای الکتریکی با نیروی بالا برنده تا حد امکان زیاد ، باید سطح تماس بین قطبهای آهنربا و جسم آهنی جذب شده (معروف به جوشن) را افزایش داد، و سعی کرد تا تمام خطوط میدان مغناطیسی فقط از آهن بگذرد، یعنی تمام فواصل هوا یا شکاف‌های بین جوشن و قطب‌های آهنربا حذف شوند. برای این منظور باید سطوح قوه تغذیه می‌شود می‌تواند باری به جرم ۸۰ تا ۱۰۰Kg را نگه دارد .

کاربرد آهنرباهای الکتریکی با نیروی بالا برندگی زیاد :

از آهنرباهای با نیروی بالابره‌های بزرگ در مهندسی برای مقاصد گوناگونی استفاده می‌شود. مثلا ، جرقه‌یلهایی که با آهنربای الکتریکی کار می‌کنند، در کارخانه‌های استخراج فلز و فلزکاری برای حمل تکه‌های آهن یا ادوات که باید روی آن آشکار شود جذب آهنربای الکتریکی نیرومندی می‌شود. کافی است که جریان را وصل کنیم تا جسم در هر وضعی بر میز کار ثابت شود، یا جریان را قطع کنیم تا جسم رها شود .

برای جدا کردن مواد مغناطیسی از اجسام غیر مغناطیسی ، نظیر جداسازی سنگ آهن از کلوخ «جداسازی مغناطیسی» ، جدا کننده‌های مغناطیسی به کار می‌روند، که در آنها ماده‌ای که باید تصفیه شود از میدان مغناطیسی نیرومند آهنربای الکتریکی می‌گذرند. این میدان تمام ذرات مغناطیسی را از ماده جدا می‌کند .

### آهنربای الکتریکی پیشرفته :

اخیرا آهنرباهای الکتریکی پر قدرت با سطوح عظیم قطبها کاربردهای مهمی در ساختمان شتابدهنده‌ها یافته‌اند، یعنی وسایلی که در آنها ذرات باردار الکتریکی الکترونها و پروتونها) تا سرعت‌های بسیار بالایی که به انرژی ۱۰۸ تا ۱۰۹ الکترون ولت مربوطند، شتاب داده می‌شوند. باریکه‌هایی از چنین ذرات که با سرعت بسیار زیادی حرکت می‌کنند ابزار عمده‌ای برای بررسی ساختار اتمی‌اند . آهنرباهایی که در این وسایل به کار می‌روند حجم‌های عظیمی دارند .

### آهنرباهای الکتریکی با قطب‌های مخروط ناقص :

وقتی که لازم باشد میدان مغناطیسی بسیار نیرومندی را فقط در ناحیه کوچکی بدست می‌آوریم، آهنرباهای الکتریکی با قطب‌هایی به شکل مخروط ناقص به کار می‌روند. آن گاه در فضای کوچک بین

آنها میدانی با القای مغناطیسی با  $5 \text{ T}$  را می‌توان به آسانی به دست آورد. چنین آهنرباهای الکتریکی‌ای عمدتاً در آزمایشگاه‌های فیزیک برای آزمایش‌هایی با میدان مغناطیسی نیرومند به کار می‌روند.

### کاربردهای پزشکی آهنرباهای الکتریکی :

انواع دیگر آهنربای الکتریکی نیز برای مقاصد خاصی طراحی شده‌اند. مثلاً، پزشک‌ها برای خارج کردن براده‌های آهن که تصادفی وارد چشم شده باشند از آهنربای الکتریکی استفاده می‌کنند. برای خارج ساختن سوزن و سایر اشیاء تیز فرو رفته در پا و سایر اعضای بدن از آهنرباها استفاده می‌شود.

### قطبهای آهنربا

در هر آهنربا مکانهایی وجود دارد که در آنها اثر نیروی جاذبه مغناطیس بیش از جاهای دیگر است، این مکانها را قطبهای آهنربا می‌گویند. هر گاه یک آهنربای تیغه‌ای را بوسیله نخ آویخته بطور آزاد رها کنیم، در سطح افقی چند نوسان انجام داده در راستای تقریبی شمال و جنوب زمین قرار می‌گیرد. در این وضعیت قطبی از آهنربا که بسوی شمال متوجه است قطب شمال یاب و قطب  $N$ ، قطبی که بسوی جنوب متوجه است قطب جنوب یاب یا قطب  $S$  نامیده می‌شود. قطبهای همنام به یکدیگر نزدیک شوند، بخوبی می‌توانید نیروی رانش بین قطبهای همنام را احساس کنید.

### محور مغناطیسی و نصف النهار مغناطیسی

محور مغناطیسی خطی است که قطبین آهنربای آویخته شده را به یکدیگر متصل می‌کند. نصف النهار مغناطیسی صفحه فرضی قائمی است که از محور مغناطیسی آهنربای آویخته شده که در اثر آهنربایی زمین در راستای تقریبی شمال و جنوب زمین ایستاده است و از مرکز زمین می‌گذرد.

### تشخیص قطبهای یک آهنربا

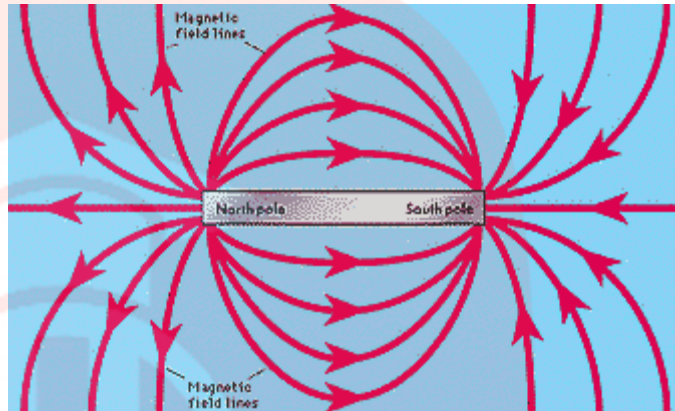
برای آنکه قطبهای یک آهنربا مشخص شود یکی از قطبهای آن را به قطب  $N$  آهنربای شناخته شده که آویزان است نزدیک می‌کنیم اگر همدیگر را دفع کردند این دو قطب همنام خواهند بود.

### کاربرد تعیین قطبهای آهنربا

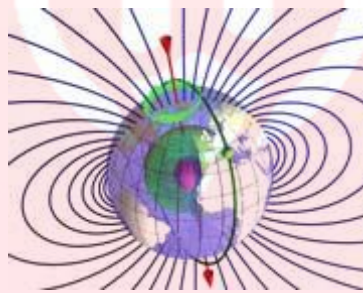
#### القای خاصیت مغناطیسی

وقتی که آهنربا در نزدیکی میخ قرار می‌گیرد. در میخ خاصیت مغناطیسی القاء می‌شود. اگر قطب  $N$  آهنربا را نزدیک به سر میخ بیاوریم، خاصیت آهنربا طوری القاء می‌شود که آن سر، قطب  $S$  و سر دورتر قطب  $N$  شود. ربایش بین دو قطب غیر همنام ( $N$ ) در آهنربا و  $S$  در میخ) سبب ربوده شدن میخ به سمت آهنربا می‌شود. این پدیده را القای خاصیت مغناطیسی می‌نامند. با دور کردن آهنربای اصلی، خاصیت آهنربایی القاء شده نیز از بین می‌رود. علاوه بر خاصیت آهنربایی که در اثر القاء در یک قطعه

آهن، نیکل یا کبالت ایجاد می‌شود. همواره بصورتی است که قطعه یاد شده جذب آهنربای اصلی می‌شود.



تعریف میدان مغناطیسی



اکنون ما می‌دانیم که میدان مغناطیسی می‌تواند بر بار متحرک نیرو اعمال کند. آزمایش‌ها این موضوع را نشان داده‌اند که مقدار نیرو مستقیماً متناسب است با (۱) مقدار بار و (۲) مولفه سرعت عمود بر میدان مغناطیسی.



بدین ترتیب ما می‌توانیم روشی برای تعریف شدت میدان مغناطیسی بیابیم. دقت کنید ما از قبل مفاهیم بار،

سرعت و نیرو را تعریف کرده‌ایم.

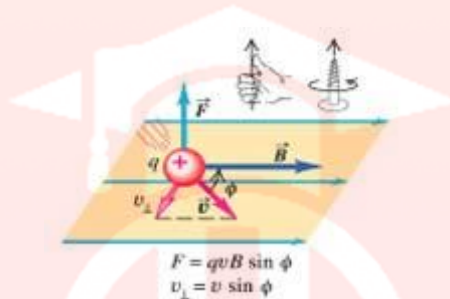
به یاد بیاورید که میدان الکتریکی در هر نقطه برابر نیروی وارد بر بار آزمون واحد  $q$  که در آن نقطه قرار

دارد تعریف گردید. به بیان دیگر، برای تعیین میدان الکتریکی  $E$  ما مقدار نیرو  $F$  را بر بار  $q$  تقسیم می‌کنیم

$$\left( E = \frac{F}{q} \right)$$

در تعریف میدان مغناطیسی، بار آزمون باید در حال حرکت باشد و نیروی نه تنها به مقدار بار  $q$  بستگی دارد بلکه مقدار مولفه سرعت عمود بر میدان مغناطیسی  $v \sin(\theta)$  نیز مهم است.

بنابراین برای تعیین اندازه میدان مغناطیسی، ما مقدار نیروی مغناطیسی را نه تنها بر  $q$  بلکه بر  $v \sin(\theta)$  نیز تقسیم می‌کنیم.



بنا به تعریف اندازه میدان مغناطیسی  $B$  در هر نقطه از فضا از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$B = \frac{F}{q \cdot (v \sin(\theta))}$$

به طوری که  $F$  اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر بار مثبت  $q$ ،  $v$  سرعت بار و  $\theta$  زاویه  $(0 \leq \theta \leq 180^\circ)$  بین میدان و سرعت می‌باشد.

$B$  یک کمیت برداری است و جهت آن توسط عقربه قطب نمای کوچک تعیین می‌شود.

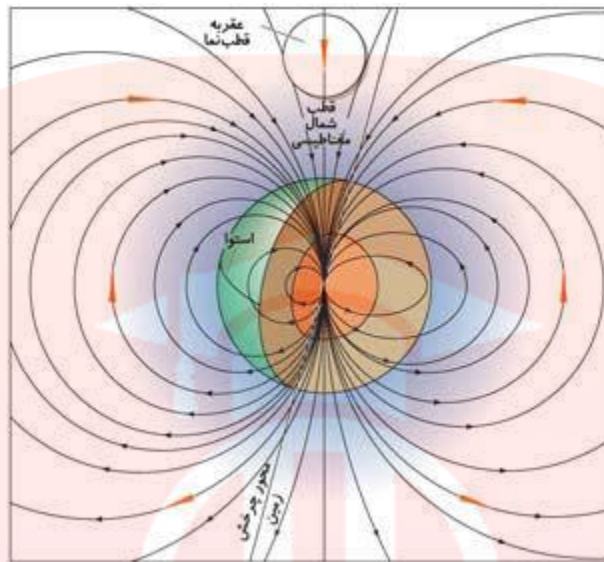
ثانیه × نیوتن / متر × کولن

واحد SI میدان مغناطیسی برابر  $\frac{N \cdot s}{C \cdot m}$  است. این واحد به افتخار نیکولا تسلا مهندس کرویواتی (۱۹۴۳-۱۸۵۶) به عنوان تسلا (T) شناخته می‌شود.

بنابراین یک تسلا شدت میدان مغناطیسی است که اگر یک بار یک کولنی با سرعت یک متر بر ثانیه عمود بر میدان حرکت کند نیروی مغناطیسی یک نیوتنی بر آن وارد گردد.

از آنجاکه کولن بر ثانیه معادل آمپر است  $(1 A = 1 C/s)$  بنابراین یک تسلا اغلب به صورت  $1 T = 1 \frac{N}{A \cdot m}$  نوشته می‌شود.

در اغلب موارد، شدت میدان مغناطیسی کمتر از یک تسلا است. به عنوان مثال شدت میدان مغناطیسی در نزدیکی سطح زمین در حدود  $10^{-5} T$  است.



در این شرایط شدت میدان مغناطیسی با واحدی به نام گوس (G) سنجیده می‌شود. اگر چه گوس واحد SI نیست ولی واحد مناسبی است که در اغلب اندازه گیری‌های میدان مغناطیسی کاربرد دارد. رابطه بین گوس و تسلا در زیر آمده است:

$$1 \text{ تسلا} = 10^4 \text{ گوس}$$

$$1 \text{ G} = 10^{-4} \text{ T}$$

# مای دارس

فصل سوم

نور و ویژگی هایش

گروه آموزشی عصر

[www.my-dars.ir](http://www.my-dars.ir)



نور چیست؟

**نور :** نور صورتی از انرژی است که توسط اجسام داغ تابش می شود.

نور چگونه منتشر می شود؟

بسیاری از شواهد نشان می دهد که نور عموماً به صورت خط مستقیم سیر می کند. این واقعیت که کسی نمی تواند از مقابل یک جسم کدر طرف دیگر آن را ببیند مثالی آشکار از این شواهد است. سایه ای که به وسیله ی خورشید در پشت جسم کدر تشکیل می شود، محیط مشخص و واضحی دارد که به وسیله منبع نوری بزرگ، اما بسیار دور پدید آمده است. البته، منبع نور کوچک ولی نزدیک به جسم کدر نیز، سایه های مشخصی را در پشت جسم تشکیل می دهد این امر نشان دهنده آن است که نور به صورت خط مستقیم سیر می کند، زیرا اگر نور از مسیر راست منحرف می شد سایه ی جسم مرز مشخصی نداشت. اگر چشمه ی نور گسترده باشد، یعنی نقطه ای نباشد، در اطراف سایه ی جسم کدر یک فضای نیمه تاریک و روشن ایجاد می کند که به آن نیم سایه می گویند.

# مای درس

جزوه آموزشی عصر

www.my-dars



چشمه نور



هر جسمی که از آن نور به محیط تابش می شود ، یک چشمه نور است.

چشمه های نور به دو نوع کلی تقسیم می شوند . (۱) چشمه های نقطه ای و (۲) چشمه های گسترده .

### چشمه نور نقطه ای

هر گاه یک چشمه نور ، بسیار کوچک باشد یا فاصله از آن به حدی زیاد باشد که مانند یک نقطه رویت شود ، آن را چشمه نور نقطه ای می نامیم . موارد زیر ، مثالهایی برای یک چشمه نور نقطه ای هستند.

- یک ستاره
- یک لامپ روشن از فاصله چند صد متری
- روزنه ای در یک صفحه کدر در مقابل شعله یک شمع
- هر نقطه دلخواه از یک منظره یا هر ناحیه کوچک دلخواه از یک جسم
- چشمه نوری که ابعاد آن در مقایسه با فاصله از آن ناچیز باشد ، یک چشمه نور نقطه ای است.

ز یک چشمه نور نقطه ای ، پرتو ها یا شعاع های بی شمار نور ، به صورت شعاع های یک کره ، به همه جهات محیط چشمه ( یا ناحیه ای از آن محیط ) منتشر می شود . این پرتوها را پرتوهای شعاعی می نامیم .  
از یک چشمه نور نقطه ای ، پرتوهای شعاعی منتشر می شود.

### چشمه نور گسترده

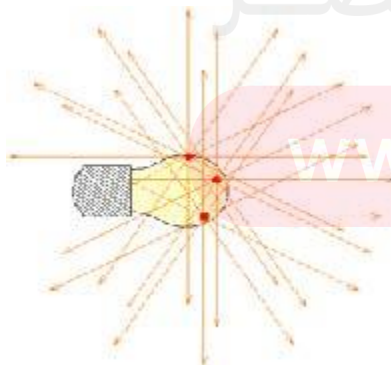
چشمه های نور غیر نقطه ای را چشمه های نور گسترده می نامیم . موارد زیر ، مثالهایی برای یک چشمه نور گسترده هستند.

- خورشید
- چراغ مطالعه
- هر یک از اشیای اطراف ما مانند یک گلدان ( در محیط غیر تاریک )

هر نقطه از یک چشمه گسترده را می توان یک چشمه نقطه ای به شمار آورد.

شکل مقابل ، یک لامپ را به عنوان یک چشمه نور گسترده نشان می دهد. به عنوان مثال ، سه نقطه از نقاط بی شمار سطح آن به عنوان سه چشمه نقطه ای مشخص شده اند . از هر یک از این نقاط ، تعداد بی شماری پرتو نور منتشر می شود که در شکل ، فقط تعداد اندکی از آنها نشان داده شده است.

هر چشمه نور گسترده از بی نهایت چشمه نور نقطه ای تشکیل شده است.



از هر چشمه نور نقطه ای ، بی نهایت پرتوی نوری خارج می شود.

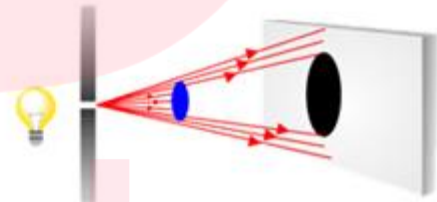
بی نهایت \* بی نهایت

همه اجسام و اشیاء محیط اطراف ما ، چشمه های نور گسترده هستند . این چشمه ها ، شیء نوری هم نامیده می شوند.

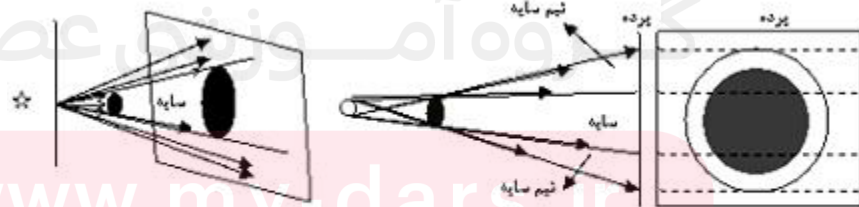


سایه چگونه تشکیل می شود و بر چند نوع است؟

هرگاه جسم کدوری را در مقابل چشمه نوری قرار دهیم در پشت جسم فضای تاریکی پدید می آید که آن را سایه می نامند. سایه به دو صورت توسط چشمه های نقطه ای و گسترده ایجاد می شود. در چشمه نقطه ای فقط سایه تشکیل می شود اما در چشمه گسترده علاوه بر سایه نیم سایه نیز ظاهر می شود.



انتشار نور از چشمه ی نقطه ای به خط راست و وجود جسم کدر در مسیر نور، سبب تشکیل سایه در طرف دیگر جسم کدر شده است.

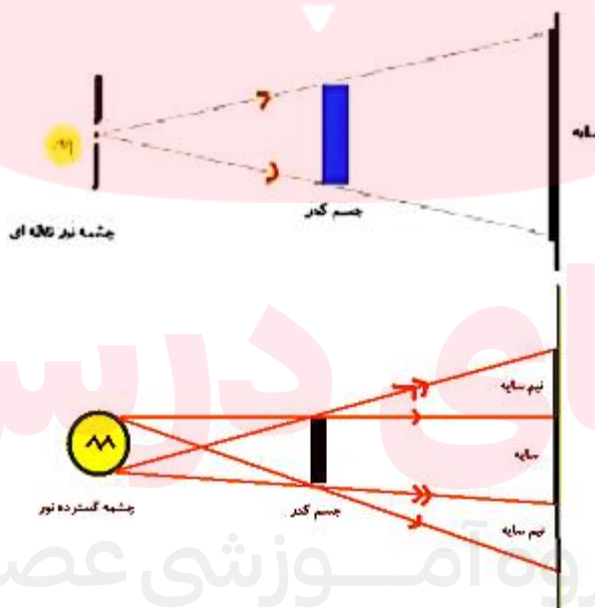


تشکیل سایه در چشمه نقطه ای

ب) تشکیل سایه و نیم سایه در چشمه گسترده

همان طور که می دانید، تشکیل سایه و نیم سایه نشانه‌ی این است که نور به خط راست منتشر می‌شود. با دور کردن و نزدیک کردن و تغییر فواصل چشمه نور، جسم کدر و پرده، تغییراتی در قطر سایه و پهنای نیم سایه پدیدار می‌گردد. شاید همیشه به این موضوع توجه نکرده باشید که در طول روز، سایه‌تان نزدیکتان است. سایه‌تان ممکن است روبرویتان یا پشت سرتان باشد، یا ممکن است کنارتان باشد.

سایه‌تان هر جا که باشد شبیه شما است و مثل شما حرکت می‌کند. دو شرط لازم است تا یک سایه ساخته شود. اول نور و دوم چیزی است که جلوی نور را سد می‌کند. این دو با هم ناحیه‌ای را درست می‌کنند که تاریک‌تر از اطرافش است. سایه افراد موقعی تشکیل می‌شود که آن‌ها جلوی نوری که از خورشید می‌آید را سد کنند. به این فکر کنید که وقتی خورشید پشت سر شما قرار می‌گیرد چه اتفاقی می‌افتد. اتفاقی که می‌افتد اینست که بدن‌تان جلوی مقداری از نور خورشید را سد می‌کند و باعث می‌گردد که یک سایه جلویتان تشکیل شود. سایه شکل بدن شما را به خود می‌گیرد.



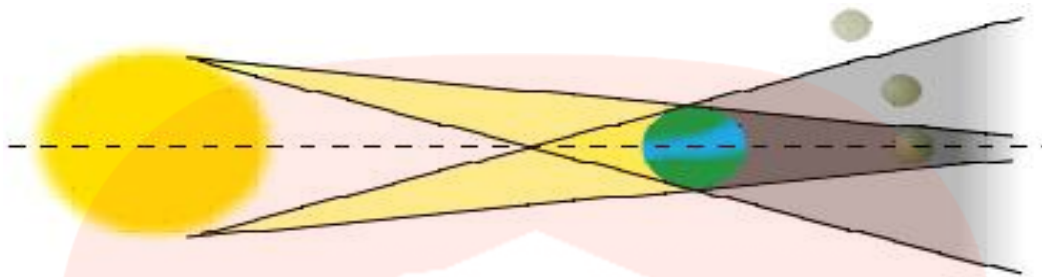
### خورشید گرفتگی و ماه گرفتگی

یکی از پدیده‌هایی که همواره نظر انسان را به خود جلب کرده خورشید گرفتگی است. خورشید گرفتگی زمانی رخ می‌دهد که سایه ماه روی سطح زمین می‌افتد. بدین منظور ماه باید بین زمین و خورشید

باشد. در حقیقت خورشید گرفتگی اختفاء خورشید توسط ماه می‌باشد از طرف دیگر باید به آن گرفتگی زمین گفت چرا که طبق تعریف گرفتگی زمین از سایه جسم دیگر یعنی ماه گذر می‌کند. خورشید گرفتگی تنها زمان ماه نو رخ می‌دهد یعنی زمانی که ماه در حالت مقارنه با خورشید می‌باشد اما به دلیل زاویه مداری ماه با صفحه مدار زمین که مقدار آن  $5/15$  درجه می‌باشد در هر ماه نو گرفتگی رخ نمی‌دهد این امر بدان معنی است که ماه در اغلب اوقات در سطح پایین‌تر و یا در سطح بالاتر از مدار زمین قرار دارد. صفحه‌ی مدار زمین به دور خورشید با اهمیت است زیرا سایه‌ی زمین دقیقاً در همین صفحه قرار دارد. در طی ماه نو، قمر طبیعی زمین می‌تواند تا بیش از ۳۲۰۰۰ کیلومتر از بالا یا پایین سایه‌ی زمین عبور کند بنابراین کسوفی رخ نخواهد داد.



ماه گرفتگی یا خسوف زمانی اتفاق می‌افتد که ماه در فاز کامل (بدر) و در حال عبور از بخشی از سایه زمین باشد. سایه زمین در واقع از دو قسمت مخروطی شکل درست شده است که یکی در داخل دیگری قرار دارد. بخش خارجی یا نیم سایه‌ای منطقه‌ای است که زمین فقط قسمتی از پرتوهای خورشید را مسدود می‌کند و مانع از رسیدن آن‌ها به ماه می‌شود. در مقابل بخش درونی یا قسمت سایه، ناحیه‌ای است که زمین مانع از رسیدن تمام پرتوهایی می‌شود که از خورشید به ماه می‌رسد.



سایه زمین به شکل یک مخروط است که قاعده آن مقطع زمین و طول متوسط آن یک میلیون و ۳۸۰ هزار کیلومتر است. طول این سایه، بر اثر تغییر فاصله زمین از خورشید تا حدود ۴۰ هزار کیلومتر نسبت به مبدأ متوسط تغییر می‌کند. خسوف زمانی اتفاق می‌افتد که ماه وارد مخروط سایه زمین شود. با توجه به جا به جایی ماه در مدار، همواره ۲ هفته قبل یا بعد از خورشید گرفتگی امکان گرفتگی ماه هم وجود دارد. برای اینکه ماه گرفتگی یا خسوف رخ دهد باید دو شرط مهم هم زمان با یکدیگر برقرار باشند:

۱. ماه و خورشید و زمین در یک راستا یا خط مستقیم قرار گیرند به طوری که زمین بین ماه و خورشید قرار داشته باشد. به عبارت دیگر ماه در حالت بدر از زمین دیده شود.

۲. ماه در حرکت مداری خود به دور زمین در یکی از گره‌ها و یا در نزدیکی آن قرار داشته باشد.

### سایه و نیم سایه - کسوف و خسوف



در تابستان ۷۸، پدیده ی خورشید گرفتگی (کسوف) در کشور رخ داد که در اصفهان قابل رویت بود. افراد بسیاری از داخل و خارج کشور برای مشاهده ی این پدیده ی زیبا به اصفهان رفتند. ما نیز در این طرح کار، چگونگی رخ دادن این پدیده ی مهم را بررسی می‌کنیم .

وسایل لازم:

-قلم و کاغذ

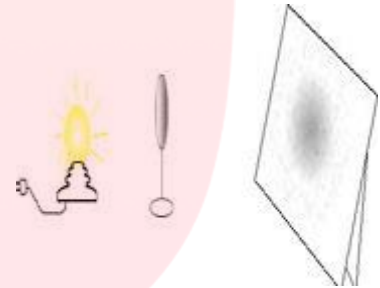
-لامپ و سرپیچ و سیم

-یک تکه مقوای کلفت (۲۰\*۲۰ سانتی متر )

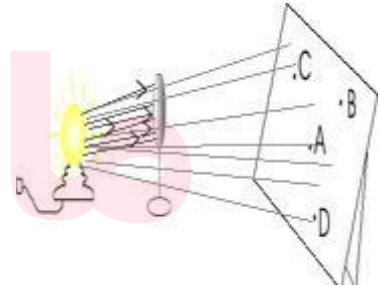
-یک کاغذ سفید معمولی ( مثل کاغذ A )

-قیچی

از دبیرستان با چشمه های نقطه ای و گسترده ی نور آشنا هستید. به یاد دارید که هرگاه جسمی مقابل یک چشمه ی گسترده ی نور قرار گیرد که از خود جسم بزرگ تر است، سایه ای مشخص و دقیق از آن تشکیل نمی شود، بلکه در اطراف سایه، هاله ای وجود دارد که با دور شدن از آن رفته رفته ناپدید می شود. این هاله را نیم سایه می نامیم.



آیا می دانید چرا تیرگی از نقطه ی میانی به سمت کناره ها، کم می شود؟ با کمک شکل زیر، به این سؤال پاسخ دهید.

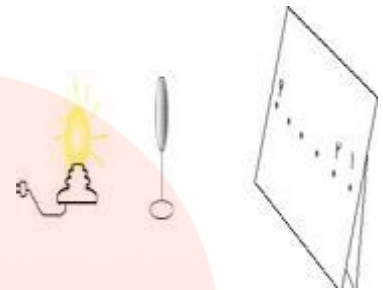


اگر مورچه ای در نقطه ی A قرار گیرد، لامپ را می بیند؟

مورچه ای که در نقطه ی B قرار دارد، چه طور؟

و مورچه های نقاط C و D ؟

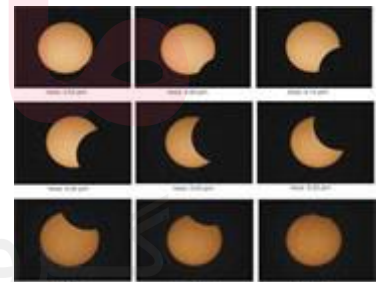
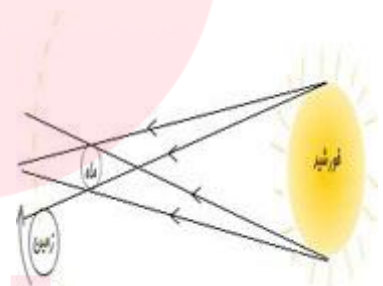
با یک لامپ و یک تکه مقوای گرد مانند شکل بالا، آزمایشی را انجام دهید. صفحه ی کاغذ سفید را در نقطه های مشخص شده، سوراخ کنید و خود به جای مورچه ها از این سوراخ ها به لامپ نگاه کنید.



آن چه را که از سوراخ های ۱ تا ۶ می بینید، در نوار کاغذی زیر بکشید.



حال لامپ را به عنوان خورشید در نظر بگیرید و کاغذ گرد را ماه فرض کنید. در این صورت مورچه های A....D پدیده ی خورشید گرفتگی را مشاهده می کنند. یکی از آن ها هنگام عبور زمین از سایه ی ماه ( یعنی زمان خورشید گرفتگی ) عکس های زیر را گرفته است.

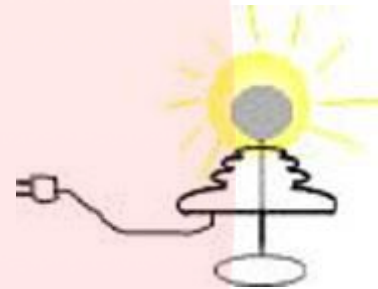


این عکس را با نواری که خودتان در مرحله ی قبل تکمیل کرده بودید، مقایسه کنید. اگر این عکس ها، شبیه نتایج کار شما نیست، یک بار دیگر همین قسمت آزمایش را تکرار کنید. تاکنون با همین وسایل ساده توانسته اید پدیده ی خورشید گرفتگی را شبیه سازی کنید. اما عکس زیر مربوط به چه پدیده ای است؟





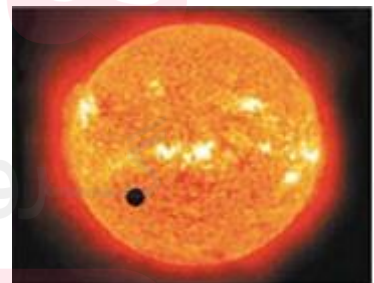
دوباره به سراغ وسایل آزمایش می رویم. این بار ۲ قدم از کاغذ گرد دورتر شوید و کارهای مرحله ی قبل را انجام دهید. آن قدر سر خود را جا به جا کنید تا شکلی شبیه شکل زیر ببینید.



اگر بدانید که مدار ماه به دور زمین بیضی شکل است، حتماً می توانید در مورد عکس قبل توضیح دهید. در شکل زیر، با رسم پرتوهای مناسب سایه و نیم سایه را مشخص کنید.



حال بگویید مورچه ی نقطه ی A چه قسمتی از خورشید را می بیند. با این آزمایش هم خورشید گرفتگی حلقوی را شبیه سازی کردیم. آیا می توانید بگویید عکس زیر مربوط به چه پدیده ای است؟



بدون شک همه ما هر روز با آینه سر و کار داریم و از آن استفاده می‌کنیم. اما آیا تا کنون از خود پرسیده‌ایم که آینه چگونه بوجود آمده است؟! چگونه به تکامل رسیده است؟! و چه نقشی را در زندگی و دنیای پیشرفته امروزی بازی می‌کند؟! احتمال اینکه اولین آینه، آبگیرها بوده باشند بسیار قوی است و در واقع واژه "آبگینه" یا "آب‌گونه" شاید از چنین خاستگاهی بوجود آمده باشد.



### تصویر در آینه‌ها

آینه‌ها سطوح بازتابنده هستند که تصویر جسم نورانی قرار گرفته در جلوی خودشان را نشان می‌دهند، بسته به فاصله جسم از آینه مشخصات تصویر (مکان - وارونگی - برگردان جانبی - بزرگی) ممکن است متفاوت باشد. این وسیله نوری از دیر

باز در زندگی بشر نقش عمده‌ای داشته و استفاده‌های فراوانی از آن به عمل آمده است. در طبیعت شکل‌گیری تصویر در آب یا در شیشه‌های پنجره و یا سطوح بازتابان فلزی و پدیده‌هایی از این قبیل به وفور وجود دارند. بر حسب نوع کاربرد و چگونگی شکل‌گیری تصویر و مشخصات آن به دو دسته عمده تقسیم شده‌اند:

### آینه‌ی تخت

همه‌ی ما در اطراف خود به وفور آینه‌های تخت را مشاهده نموده‌ایم. آینه‌های تخت مسطح بوده و تصویر در این آینه‌ها ویژگی‌های مخصوص به خود را دارد.



به طور کلی آینه وسیله‌ای است که به علت صافی و بازتاب بالای نور، تصویر اجسام را نشان می‌دهد. پرتوهای نور بازتابیده

از رویه‌ی یک آینه در نقطه‌ای به نام نقطه کانونی آینه به هم می‌رسد. بسته به دوری جسم تا آینه و نوع آینه، فاصله نقطه کانونی آینه از آن متفاوت است. ویژگی‌های تصویر در آینه‌ی تخت و فاصله‌ی کانونی آن‌ها را در این بخش توضیح می‌دهیم.

کهن‌ترین نشانه‌های آینه مربوط به ۶۰۰۰ سال پیش از میلاد است که در آناتولی در ترکیه یافت شده است. پس از آن در ۴۰۰۰ سال پیش از میلاد می‌توان تمدن‌های میانرودان را نام برد. در مصر باستان کهن‌ترین نشانه از آینه به حدود ۳۰۰۰ سال پیش از میلاد بازمی‌گردد. نمونه‌ای دیگر از وجود آینه به حدود ۳۰۰۰ سال پیش در ایران می‌رسد؛ در زمان هخامنشیان با صیقل دادن سنگ‌ها و فلزات، آن‌ها را به آینه‌هایی شفاف تبدیل می‌کردند که آثار آن در تالار آینه‌ی تخت جمشید باقی مانده است.

آینه‌های صیقل شده در آمریکای جنوبی و مرکزی به ۲۰۰۰ سال پیش از میلاد بازمی‌گردد. در چین آینه‌های برنجی به ۲۰۰۰ سال پیش از میلاد بازمی‌گردند و آینه‌های روکش شده از فلز در لبنان در سده‌ی یکم پس از میلاد یافت شده است.

آینه‌های شیشه‌ای با روکشی از ورقه‌ی طلا در نوشته‌های پلینی مهتر در کتاب (تاریخ طبیعی پلینی) در سال ۷۷ پس از میلاد نوشته شده است. در سده‌ی ۱۲ میلادی شیشه در فرآوری آینه، به شکل گسترده به کار گرفته شد و نخستین آینه‌های شیشه‌ای با ورقه‌های پوشیده شده از سرب، به وجود آمدند. زمانی بعد ماهیت سمی بودن سرب آشکار گردید و به همین دلیل استفاده از مخلوط جیوه و قلع جایگزین سرب آغاز شد.

### دید کلی

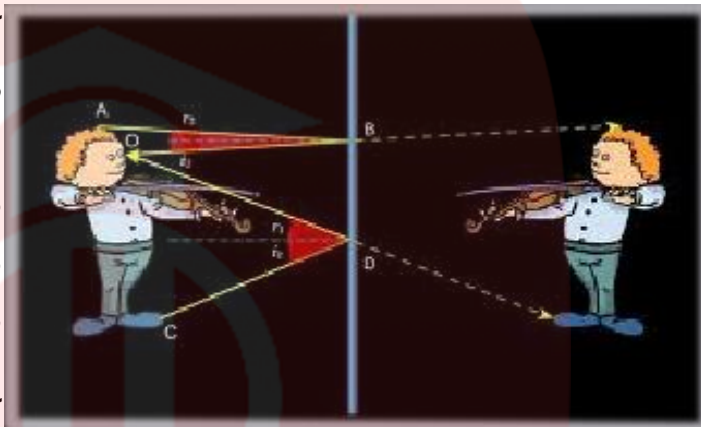
آینه‌های معمولی را که سطح آنها مسطح است، آینه تخت می‌نامند. در واقع این آینه‌ها شیشه‌هایی هستند که یک طرف آنها جیوه‌اندود شده است. هنگامی که روبروی آینه‌ای می‌ایستید، خودتان را در آینه می‌بینید، یا اگر تصاویر اطراف آب، در آب قابل مشاهده است، به این علت است که از سطح آینه یا آب نورها بازتاب پیدا می‌کنند و به چشم می‌رسند. آنچه در آینه دیده می‌شود، تصویر شی مقابل آینه است. آیا تاکنون تصویر درختان یا منظره‌های اطراف یک استخر آب را در سطح آب مشاهده کرده‌اید؟

### چگونگی تشکیل تصویر در آینه تخت

هنگامی که یک شی که در روشنایی واقع است، در مقابل آینه تخت قرار می‌گیرد، از هر نقطه جسم پرتوهای نور به آینه می‌تابند. این پرتوها پس از بازتاب از آینه به چشم می‌رسند، مثل اینکه پرتوها از نقطه‌ای که در پشت آینه واقع است، به چشم می‌رسند. این نقطه همان نقطه تقاطعی است که در آن امتداد پرتوهای بازتابشی به چشم، در پشت آینه، به هم می‌رسند و آن نقطه، تصویر نقطه‌ای نقطه انتخاب شده از جسم نامیده می‌شود. به این ترتیب می‌توانیم تصویر هر نقطه دیگری از جسم را به کمک حداقل دو پرتو که از آن نقطه به آینه می‌تابند، مشخص کنیم.

## ویژگی‌های تصویر در آینه‌ی تخت

آینه‌های معمولی که سطح آن‌ها صاف است را آینه‌ی تخت می‌نامند. مشاهده‌ی منظره اطراف در سطح آب یک استخر، دیده شدن اشیای مقابل آینه در آن، به سبب بازتاب نور از سطح آینه و رسیدن پرتوهای بازتابی به چشم است.



آنچه در آینه دیده می‌شود همان تصویر شیء مقابل آینه می‌باشد. شکل سمت راست چگونگی دیده شدن تصویر یک شیء را در آینه تخت نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود تصویر در آینه‌ی تخت از برخورد امتداد پرتوهای بازتابی در پشت آینه تشکیل می‌گردد. همچنین با توجه به پرتوهای بازتابی می‌توان دریافت که آینه‌ی تخت فاقد کانون است.

تصویر در آینه‌ی تخت دارای ویژگی‌های ذیل می‌باشد :

- فاصله شیء تا آینه برابر فاصله تصویر تا آینه است .
- طول شیء برابر طول تصویر در آینه می‌باشد .
- تصویر پشت در آینه، مجازی و مستقیم است .
- تصویر نسبت به شیء وارونی جانبی دارد (قسمت راست و چپ) قرار می‌گیرد.

دوران آینه تخت

اگر شعاع تابش ثابت بماند و آینه را حول محوری واقع در سطح آن به اندازه  $\alpha$  دوران دهیم، شعاع بازتابش به اندازه  $2\alpha$  دوران می‌کند.

انتقال آینه

- اگر آینه تخت به موازات سطح خود به اندازه  $L$  منتقل شود، تصویر به اندازه  $۲L$  منتقل می‌شود.
- اگر آینه‌ای با سرعت  $V$  به جسمی نزدیک یا از آن دور شود، تصویر با سرعت  $۲V$  به جسم نزدیک یا از جسم دور می‌شود.
- اگر جسم با سرعت  $V$  به آینه نزدیک یا از آن دور شود، تصویر با سرعت  $۲V$  به جسم نزدیک یا از جسم دور می‌شود.
- اگر جسم با سرعت  $V$  به آینه نزدیک یا از آینه دور شود، تصویر با سرعت  $V$  نسبت به جای اولیه خود نسبت به آینه حرکت می‌کند، ولی با سرعت  $۲V$  نسبت به جسم حرکت می‌کند.

#### کاربردهای آینه‌ی تخت

آینه‌های تخت علاوه بر استفاده‌های خانگی کاربردهای زیاد دیگری نیز دارند. در سیستم‌های نوری و برخی دستگاه‌های حساس نوری از جمله لیزرها از این آینه‌ها استفاده می‌شود، آینه‌های شیشه‌ای نیم بازتابان نیز از این نوعند. همچنین در مشاهده‌ی تصاویر مناظر به صورت غیر مستقیم می‌توان از ترکیب چند آینه‌ی تخت استفاده کرد.

#### انواع آینه‌ای تخت

##### آینه‌های شیشه‌ای :

این آینه‌ها حسب نوع کیفیت، صیقل بودن شیشه و مواد اندود کننده دارای کیفیت متفاوتی هستند .

##### آینه‌های فلزی :

آینه‌های فلزی را بیشتر از نوع تخت می‌سازند و در دندان پزشکی و قطعات ریز اپتیکی کاربرد دارند .

##### آینه‌های لایه گذاری شده :

آینه‌ای با چند لایه اندود است که جهت بالا بردن ضریب بازتابش و اصلاح آینه‌ها شیشه‌ای و جلوگیری کامل از شبح نوری ساخته شده‌اند .

#### آینه‌های کروی

آینه‌ها سطوح بازتابنده هستند که تصویر جسم نورانی قرار گرفته در جلوی خودشان را نشان می‌دهند، بسته به فاصله جسم از آینه مشخصات تصویر (مکان، وارونگی، برگردان جانبی و بزرگی) ممکن است متفاوت



باشد. حال آن که آینه‌های کروی دارای مشخصات خاصی هستند که در این بخش به بررسی ویژگی‌های تصویر در این آینه‌ها می‌پردازیم.

آینه‌ی کروی آینه‌ای است که سطح بازتابنده‌ی آن تخت نیست، بلکه یک سطح خمیده است. آینه‌های خمیده ممکن است نور را **همگرا (متمرکز)** (و یا آن را **واگرا (پخش کننده)** منعکس نمایند. اگر سطح بازتابنده‌ی آینه‌ی خمیده به سمت بیرون باشد، به آن **آینه‌ی کوژ** می‌گوییم و اگر سطح درونی آینه بازتابنده و قسمت بیرونی آن نقره اندود باشد به آن **آینه‌ی کاو** می‌گوییم.

بیشتر آینه‌های خمیده در اصل کروی‌اند (بخشی از رویه‌ی یک کره‌اند)، ولی دیگر شکل‌های آن‌ها نیز در برخی ابزارهای نوری کاربرد دارد که پرکاربردترین آن‌ها بازتابنده‌های سهمی‌گون است. از این ابزار در تلسکوپ‌های بازتابی استفاده می‌شود. برای نشان دادن تصویر اجسام بسیار دور این گونه آینه‌ها نسبت به آینه‌های کروی از کارایی بیشتری برخوردارند.

مرکز و کانون آینه (محور اصلی)

مرکز کره ایی را که آینه قسمتی از آن است. مرکز آینه (نقطه c) می‌نامند. خطی که از مرکز آینه و وسط آینه (نقطه‌ی S) می‌گذرد، محور اصلی آینه نامیده می‌شود، **قانون‌های بازتاب نور** در مورد آینه‌های کروی هم به کار می‌رود. مرکز آینه در آینه‌های مقعر در جلوی آینه و در آینه‌های محدب در پشت آینه واقع می‌شود.

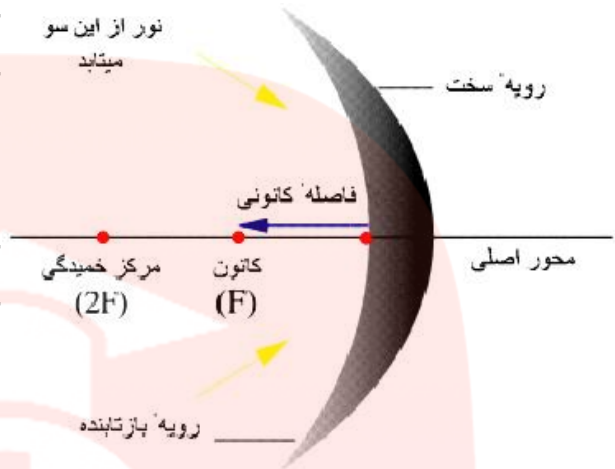
هر گاه دسته پرتوی موازی محور اصلی بر سطح آینه‌ی کروی بتابد، بازتابش پرتوها در آینه مقعر و امتداد بازتابش پرتوها در آینه محدب در نقطه‌ای بر روی محور اصلی به هم می‌رسند که به آن کانون آینه (F) می‌گویند. در آینه مقعر کانون حقیقی و در آینه‌ی محدب کانون مجازی می‌باشد.

تصویر حقیقی و تصویر مجازی

پرتوهای تابش و بازتابش از سطح آینه که به چشم می‌رسند را پرتوهای حقیقی می‌گویند و تصویر حاصل از این پرتوها بر روی پرده تصویر حقیقی می‌باشد. مانند پرتوهایی که پس از برخورد به آینه و بازتابش در نقطه‌ای به هم می‌رسند. از امتداد پرتوهای واگرایی که از سطح آینه بازتابش می‌شود (پرتوهای مجازی) تصویری مجازی در پشت آینه تشکیل می‌گردد که نمی‌توان آن را روی پرده تشکیل داد.



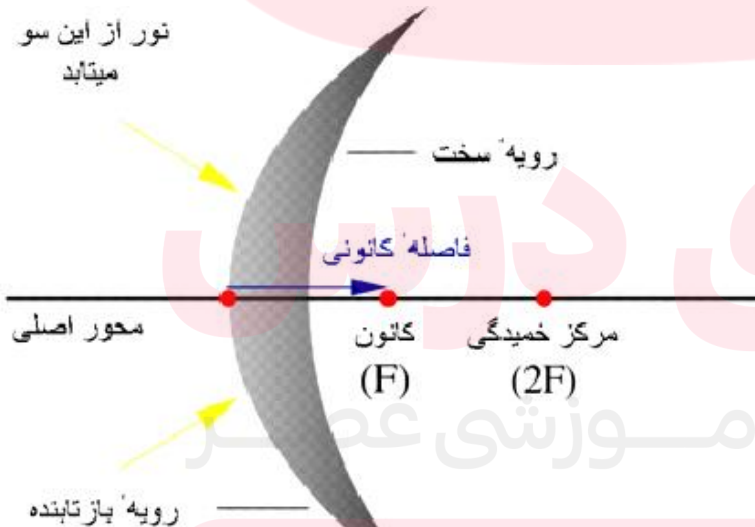
آینه‌ی کاو یا آینه‌ی مقعر یا همان آینه‌ی همگرا، آینه‌ای کروی است که بخش بیرونی آن نقره‌ای شده و بخش درونی آن که فرو رفته است و همچنین صیقلی و بازتابنده‌ی نور است. از این گونه آینه‌ها برای همگرا کردن نور استفاده می‌شود. آینه‌های کاو، بر خلاف آینه‌های کوژ، بسته به جایگاه جسم نسبت به آینه می‌توانند چندین تصویر متفاوت تولید کنند.



این نوع آینه شش نوع تصویر مختلف می‌تواند ایجاد کند و نوع تصویر بستگی به این دارد که ما جسم را در چه فاصله‌ای از آینه قرار دهیم. پس در این آینه ما تصویر کوچک‌تر از جسم، بزرگ‌تر از جسم، هم اندازه با جسم، مجازی یا حقیقی، وارونه یا مستقیم می‌توانیم ایجاد می‌کنیم. از این آینه در آینه‌های دندان پزشکی، کوره‌های آفتابی، چراغ‌های پرنور جلوی ماشین‌ها و چراغ قوه‌ها استفاده می‌شود. با کمک این آینه خواهیم توانست مانند ذره بین تصویر خورشید را به صورت یک نقطه‌ی نورانی و سوزان به وجود آوریم که این نقطه را کانون آینه‌ی مقعر هم می‌گویند.

### آینه‌های محدب

آینه‌ی محدب یک آینه‌ای کروی است که بخش بازتابنده و صیقل یافته‌ی آن رو به بیرون است و بخش درونی آن نقره اندود شده است. این گونه آینه‌ها نور را رو به بیرون پراکنده می‌کنند، به عبارت دیگر پرتوهای تابیده به آن‌ها به صورت واگرا در فضا بازتاب می‌شود. در نتیجه نمی‌توان از آن‌ها انتظار داشت تا تمرکز نور ایجاد کنند. این گونه آینه‌ها همیشه یک تصویر مجازی





ایجاد می‌کنند چون کانون آن‌ها (F) و مرکز آینه (مرکز کره‌ای که آینه قطاعی از آن است) (۲) (F) هر دو نقاط مجازی‌اند و «درون» آینه می‌افتند و قابل دسترسی نیستند .

در نتیجه تصویر شکل گرفته با این آینه‌ها را نمی‌توان بر روی یک پرده نمایش نشان داد. تصویر این نوع آینه حقیقی نیست، بلکه مجازی است و در درون آینه دیده می‌شود. اگر یک دسته پرتوی موازی با محور آینه‌ی کوژ با آن برخورد کند، به صورت واگرا بازتاب خواهد شد. به دلیل کوچک‌تر بودن تصویر در آینه محدب میدان دید آن (یعنی فضایی که یک نفر در آینه، پشت سر خود را می‌بیند) بزرگ‌تر از سایر آینه‌هاست، لذا از آینه محدب در وسایل نقلیه، در پیچ تند جاده‌ها، فروشگاه‌های بزرگ و در بالای پلکان اتوبوس‌های دو طبقه استفاده می‌شود.

با دور شدن جسم از آینه محدب اندازه تصویر نیز کوچک‌تر می‌شود و برعکس، اما تصویر همیشه از جسم کوچک‌تر است.



در آینه محدب فاصله تصویر تا آینه همیشه کوچک‌تر از  $f = r/2$  است.



در آینه محدب فاصله تصویر تا آینه (q) همیشه کوچک‌تر از فاصله جسم تا آینه (p) است.

#### کاربردهای آینه‌های کروی



#### آینه‌ی محدب :

از این نوع آینه در ماشین‌ها استفاده می‌شود تا میدان دید راننده را وسیع کند و راننده بتواند فضای بیشتری از پشت سر خود را ببیند. سر پیچ‌های خطرناک نیز در بعضی جاده‌ها این نوع آینه به کار می‌رود .

در برخی خودپردازها از آینه‌ی کوژ برای امنیت فرد و اینکه بداند پشت سرش چه می‌گذرد استفاده می‌شود. برای همین کاربرد وسیله‌ی مانند این آینه‌ها ساخته شده است که بر روی نمایشگر رایانه‌های معمولی

نصب می‌شود. بر دوربین برخی از گوشی‌های همراه یک آینه‌ی کوژ قرار دارد تا هنگامی که فرد می‌خواهد از خودش عکس بگیرد بتواند خود را ببیند و عکس دقیق‌تر باشد.

www.miy-dars.ir

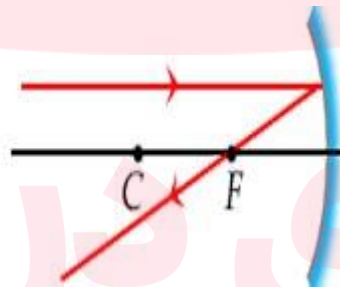
#### آینه‌ی مقعر :

از کاربردهای این آینه‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

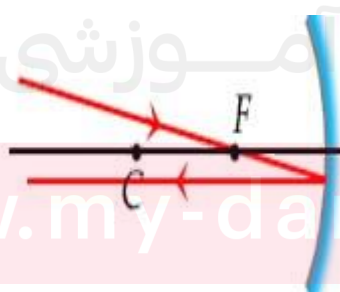
- دندان پزشکی
- آب گرمکن خورشیدی
- کوره آفتابی
- آینه اصلاح خانم‌ها
- چراغ قوه



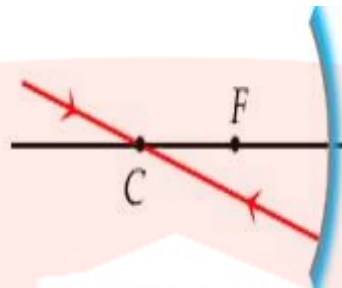
### چهار خاصیت اساسی آینه مقعر



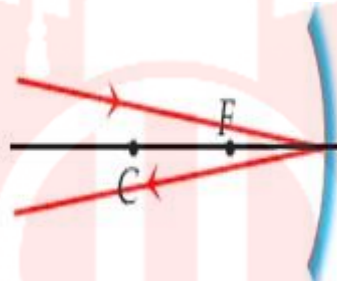
پرتوی که موازی با محور آینه، به آینه می‌تابد، بازتاب آن از کانون می‌گذرد.



پرتوی که از کانون می‌گذرد و به آینه می‌تابد، بازتاب آن موازی با محور آینه است.



پرتوی که از مرکز می‌گذرد و به آینه می‌تابد، بازتاب آن روی همان پرتو تابش منطبق است.



پرتوی که به راس آینه می‌تابد، بازتاب آن قرینه پرتو تابش نسبت به محور اصلی آینه است.

چگونگی تشکیل تصویر در آینه‌های مقعر (کاو)

بطور کلی در آینه‌های کروی دو نوع تصویر داریم: تصویر مجازی و تصویر حقیقی.

الف. تصویر مجازی: تصویر مجازی از برخورد امتداد پرتوهای بازتابش (در پشت آینه) تشکیل می‌شود. تصویر مجازی، تصویر مستقیم است.

ب. تصویر حقیقی: تصویر حقیقی از برخورد پرتوهای بازتابش (در جلوی آینه) تشکیل می‌شود، به عبارت دیگر اگر پرتوهای بازتاب خودشان یکدیگر را قطع کنند تصویر حقیقی است. تصویر حقیقی را می‌توان روی پرده و یا فیلم عکاسی تشکیل داد. تصویر حقیقی معکوس است.

### روش رسم تصویر در آینه‌های کروی

تمام پرتوهایی که به آینه مقعر برخورد می‌کنند از قانون انعکاس پیروی می‌کنند. اما بطور عملی استفاده از نقاط برای رسم پرتوی بازتابش کار سختی است. بنابراین معمولاً برای رسم پرتوی بازتابش از پرتوهایی که مسیر آنها براحتی قابل تشخیص است (سه پرتو اصلی) استفاده می‌کنیم. البته برای به دست آوردن تصویر استفاده از دو پرتو مختلف کافی است.

## شکست نور



اگر دستمان را زیر آب ببریم مطمئناً در تصویر آن نسبت به بخشی که در آب نیست انحراف می‌بینیم. اگر در استخر آب، کف استخر را مشاهده کنیم، احساس می‌کنیم عمق آب کمتر از آن چیزی است که گفته شده است. همه‌ی این‌ها یک پدیده‌ی فیزیکی به نام شکست نور را بیان می‌کنند که در این بخش به بیان این پدیده می‌پردازیم.

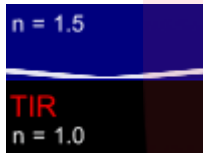
شکست نور یک پدیده اپتیکی است که در آن نور رسیده از یک منبع نورانی (مانند لامپ، خورشید و ستارگان) به خاطر تغییر سرعتی که برای آن در دو محیط با ضریب شکست متفاوت رخ می‌دهد دچار تغییر مسیر می‌شود؛ لذا هنگامی که شخص به این نور نگاه می‌کند گویی که نور دچار شکست شده است. سرعت نور در محیط‌های شفاف مختلف یکسان نیست، به طوری که بیشترین سرعت آن در خلاء (یا تقریباً هوا) بوده و برابر  $3 \times 10^8$  کیلومتر بر ثانیه است.

در محیط‌های دیگر مثل آب، شیشه و ... سرعت نور کمتر از این مقدار است؛ لذا هنگامی که محیط حرکت نور از نظر غلظت تغییر می‌کند سرعت آن نیز تغییر می‌نماید و با افزایش غلظت سرعت کاهش پیدا می‌کند و بر عکس. به این ترتیب علت شکست نور تغییر سرعت آن هنگام وارد شدن به محیط شفاف دوم است. وقتی نور از محیط‌های شفاف مختلف عبور می‌کند، رفتار آن تغییر می‌کند. در این بخش می‌خواهیم رفتار نور در محیط‌های شفاف مختلف را بررسی کنیم. هنگامی که نور به یک محیط شفاف وارد یا از آن خارج می‌شود ممکن است پرتوهای نور شکست یابند و اثرهای جالب و گاهی زیبا را پدید آورند.

مثلاً اگر به یک سکه در ته لیوانی پر از آب نگاه کنید سکه بالاتر از محل واقعی خود به نظر می‌رسد یا وقتی که یک قاشق را به طور مایل در لیوان آب فرو می‌برید آن را در محل ورود به آب شکسته می‌بینید. برعکس اگر جسم در هوا باشد و از محیط غلیظ به آن نگاه کنیم جسم دورتر به نظر می‌رسد. اگر به کف یک استخر نگاه کنید عمق آب کمتر از عمق واقعی به نظر می‌رسد، اگر در راستای نزدیک به خط قائم به کف استخر پر از آبی به عمق ۵ متر نگاه کنید عمق آن تقریباً ۴ متر به نظر می‌رسد. شکست در سطوح تخت

شکست نور در شیشه (تیغه نازک) را بررسی می‌کنیم: وقتی نور به شیشه می‌تابد چون طرفین آن هوا (یا محیطی) با جنس یکسان است. مثلاً طرفین تیغه شیشه‌ای هوا باشد در سطح اول مقداری منحرف می‌شود، این شکست اولیه یک جابجایی داخلی را برای این نور سبب می‌شود و در سطح دوم دوباره یک شکست دیگری پیدا کرده و امتداد اولیه خود را می‌یابد. پدیده شکست در مرز مشترک محیطها از قانون اسنل تبعیت می‌کند.

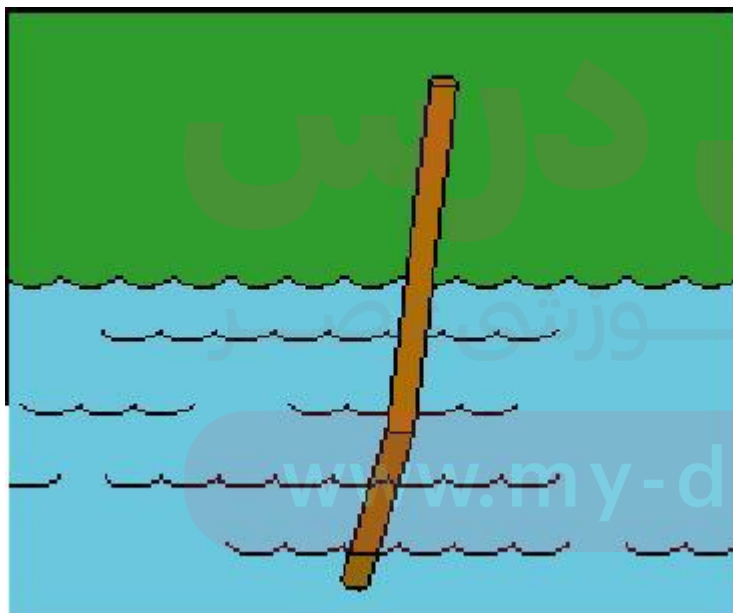
$$n_1 \sin(i) = n_2 \sin(r)$$



شکست در سطوح کروی

در سیستمهای نوری با اجزای نوری همچون آینه‌ها، عدسیها، منشورها و ... قوانین اسنل مربوط به شکست و انعکاس مسیر پرتو را می‌دهد. اگر سطح کروی ما یک

دیوپترهای کروی (سطح شکست کروی) باشد که دو محیط با جنسهای مختلف نوری را از هم جدا می‌کند باشد. مثلاً از یک ستاره‌ای در بینهایت نور به یک دیوپتر کروی بتابد، هم در بی نهایت است. و پرتوهای تابش موازی هم می‌آیند و موازی محور اصلی دیوپتر به قسمت‌های مختلف آن می‌خورند و بعد از شکست در دیوپتر خود یا امتدادهایشان از کانون دیوپتر عبور می‌کنند که محل تقاطع نقطه منفردی است و نیز شکست دو مرحله‌ای منشورها که طیف سالم و دقیق نور سفید را ایجاد می‌کنند.



شکست دو مرحله‌ای

در تیغه‌های متوازی السطوح و کلا شیشه‌های (دیوپترهای) با ضخامت معین شکست در سطح اول و شکست در سطح دوم داریم. برای تیغه متوازی السطوح همانند شیشه نازک ساده فقط یک جابجایی داخلی برای پرتو اتفاق می‌افتد، اما برای منشورها و غیره علاوه از جابجایی داخلی امتداد پرتو نیز عوض می‌شود دیوپترهای ضخیم نیز همین

حالت را دارند.

در ساختمان طیف سنجهای نوری، منشورها حضور دارند در مسافت یاب منشوری یافت می شوند در دستگاههای رادیولوژی جهت جابجایی داخلی کاربرد دارند. در ساختمان موجبر نوری در تداخل سنجهای در برخی سیستمهای اندازه گیری سرعت نور این پدیده به عنوان مکانیزم دستگاه عمل می کند. و ...

علت شکست نور

**در درس های قبلی آموختیم** که شکست هنگامی رخ می دهد که پرتو نور از یک محیط به محیط دیگر وارد شود. شکست تنها یکی از چندین رفتاری است که پرتو نور وقتی به محیط جدید وارد می شود، از خود بروز می دهد. با عبور پرتو نور از یک محیط به محیط دیگر، باید بدانید که **طول موج نور و سرعت نور** تغییر می کند.



در مرز علاوه بر تغییر مسیر نور، سرعت می تواند افزایش و کاهش یابد و در مورد طول موج ها هم می توان گفت که مقدار طول موج نور هم می تواند افزایش یا کاهش یابد. تنها زمانی پرتو نور فقط با تغییر مقدار سرعت نور و بدون شکست از محیطی به یک محیط دیگر وارد می شود که مسیر پرتو نور موازی خط عمود دو محیط باشد (زاویه تابش صفر درجه باشد). اگر زاویه تابش غیر صفر باشد، شکست مشاهده می دهد.



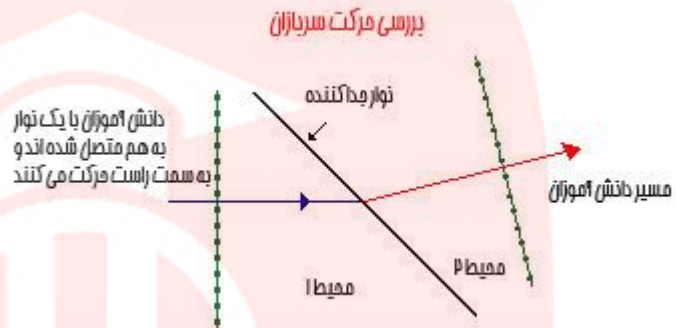
چرا پرتو نور شکسته می شود؟! علت این رفتار چیست؟ و چرا برای پرتو نور انتظار شکست داریم؟! برای پاسخ دادن به سوالات فوق، از مثال سربازها استفاده می شود. می توان این مثال را به صورت نمایش دانش آموزان در کلاس فیزیک به اجرا در آورید.

شرح انجام نمایش :

تعدادی از دانش آموزان، شانه به شانه، کنار یکدیگر قرار گرفته اند و با یک نوار به دانش آموز کناری متصل هستند. با نواری، اتاق کلاس را به دو محیط تقسیم کنید. در یک طرف نوار، دانش آموزان با آهنگ معمولی در حرکت باشند. و در طرف دیگر نوار، دانش آموزان قدم های کوتاه بردارند مثل قدم های یک کودک. گروه دانش آموزی به صورت مورب به نوار جدا کننده ی دو محیط نزدیک شوند. وقتی یک دانش آموز تنها به نوار جداکننده برسد، آن دانش آموز به صورت ناگهانی باید نوع قدم های خود را تغییر دهد. بقیه دانش آموزان نیز به حرکت خود به همان شیوه قبلی ادامه می دهند تا به محیط دیگر برسند. شکل زیر مسیر حرکت دانش آموزانی را نشان می دهد که به خط مرزی دو محیط



(نوار جداکننده) نزدیک می شوند. در شکل، از پیکان برای تعیین جهت کلی حرکت گروه دانش آموزان در دو محیط استفاده شده است. مشاهده می شود که جهت حرکت دانش آموزان در مرز تغییر می کند.



ویژگی اساسی حرکت دانش آموزان که منجر به تغییر مسیر حرکت آن ها می باشد ناشی از تغییر سرعت آن هاست. با رسیدن هر یک از دانش آموزان به مرز دو محیط، تغییر ناگهانی در سرعت آن ها اتفاق می افتد. از آنجایی که دانش آموزان با زاویه نسبت به نوار جدا کننده ی دو محیط به آن نزدیک می شوند، هر یک از آن ها در زمان های مختلف به هم می رسند. دانش آموز اول که به مرز جدا کننده می رسد، سرعتش را کاهش می دهد، در حالی که بقیه دانش آموزان به حرکت خود با همان سرعت قبلی ادامه می دهند. با رسیدن هر دانش آموز به مرز جدا کننده، او سرعت خود را کاهش می دهد، در حالی که دانش آموز بعد از آن، همچنان با همان سرعت قبلی به حرکت خود ادامه می دهد. نتیجه اینکه جهت حرکت دانش آموزان تغییر می کند. تغییر سرعت حرکت دانش آموزان به تغییر جهت حرکتشان منجر می شود.

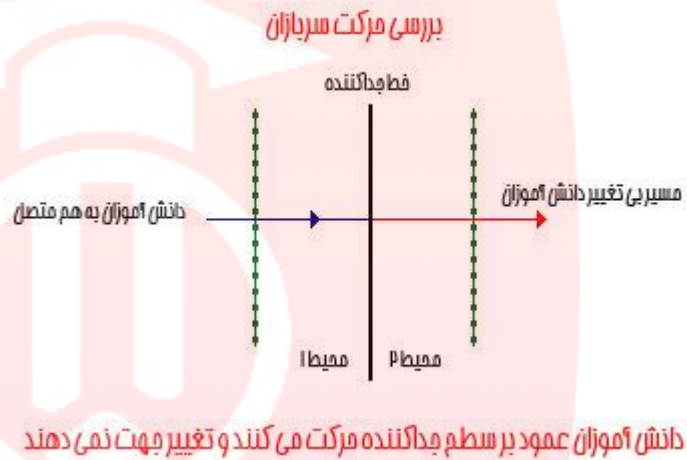
شرایط شکست  
آیا شکست نور همیشه اتفاق می افتد؟ خیر، باید دو شرط برقرار باشد تا مسیر حرکت دانش آموزان تغییر کند .

- دانش آموزان با عبور از مرز، باید تغییر سرعت داشته باشند.
- دانش آموزان باید به طور غیر عمود به مرز وارد شوند. شکست در حالتی که زاویه فرودی صفر باشد رخ نمی دهد.

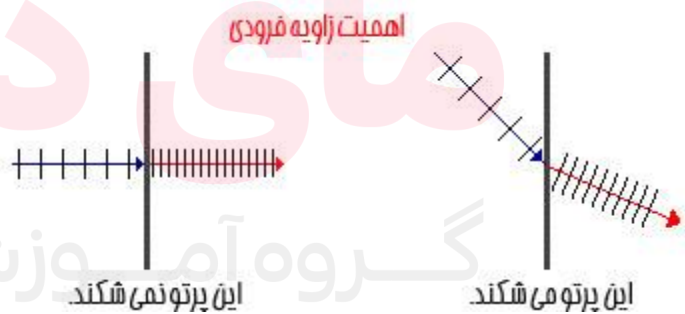
با مشاهده پاراگراف قبلی، مشاهده خواهید کرد که این دو شرط معقول به نظر می رسد. اگر دانش آموزان سرعت خود را تغییر ندهند، عاملی برای شکست و تغییر جهت مسیر وجود ندارد. به یاد دارید که علت تغییر جهت دانش آموزان تغییر سرعت آن ها در مرز بوده است. هم چنین اگر دانش آموزان



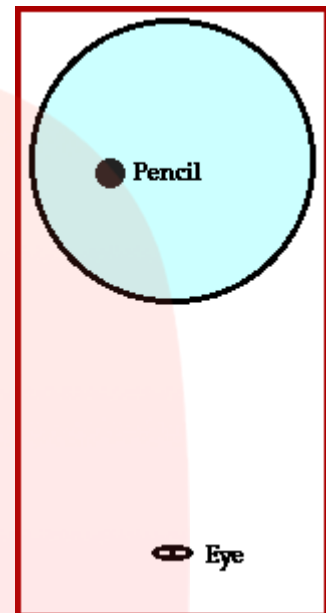
به صورت عمود بر خط جدا کننده ی دو محیط به مرز نزدیک شوند، علتی برای تغییر جهت وجود ندارد. به یاد بیاورید که گروه دانش آموزان تغییر مسیر دادند زیرا آن ها در زمان های متفاوتی به مرز می رسند. پس می توان نتیجه گرفت که تغییر مسیر حرکت دانش آموزان، هنگامی رخ می دهد که دانش آموزان به صورت غیر عمود به مرز نزدیک شده و هم چنین در مرز تغییر سرعت داشته باشند.



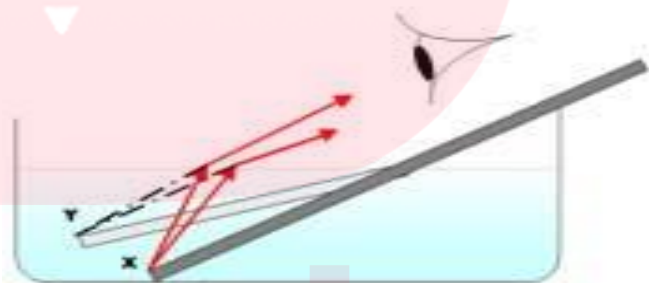
این مثال، درک خوبی برای فهم شکست نور به دانش آموزان خواهد داد. دانش آموزانی که به خط جداکننده ی دو محیط نزدیک می شوند مشابه امواج نور هستند. نوار جدا کننده دو محیط هم مشابه مرز دو محیط است. تغییر سرعت دانش آموزان همان اتفاق است که برای امواج نور اتفاق می افتد. شکست نور، وقتی که نور به صورت عمود به مرز جدا کننده دو محیط وارد می شود، رخ نمی دهد.



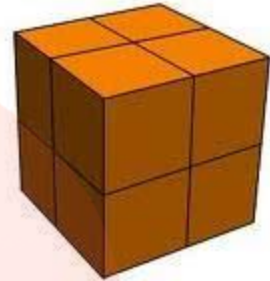
بنابراین دو شرط برای خمیده شدن مسیر حرکت نور در مرز دو محیط وجود دارد. نور به خاطر تغییر سرعت نور در مرز می شکند. این یک رابطه علت - معمولی است. تغییر سرعت علت و شکست نور معلول است.



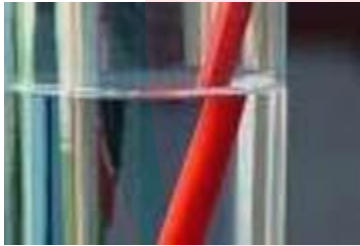
شکست و نقطه ی دید



یادآوری می کنیم که ما قادر به مشاهده ی (اجسامی) اشیائی هستیم که نور آن جسم به چشم ما برسد. در دسته بندی اجسام پیرامونمان آن ها را به دو گروه " منیر " و " غیر منیر " تقسیم می کنیم. وقتی نور اجسام منیر به چشم فردی برسد، آن جسم توسط آن فرد دیده می شود. اما اجسام غیر منیر، نوری از خود ندارد و برای مشاهده شدن آن ها باید نور به آن جسم تابیده و از آن جسم بازتاب شود، بازتاب نور از جسم غیر منیر سبب مشاهده شدن آن توسط افراد می گردد. شما با آزمایشات ساده ای می توانید به این موضوع پی ببرید که نور در راستای یک خط مستقیم حرکت می کند. فرض کنید بخواهید وجه های مختلف یک مکعب را مشاهده کنید، مثلاً شما برای مشاهده ی سطح بالایی مکعب، مجبورید نقطه دید خود را در راستایی قرار دهیم که پرتوهای نور که از سطح بالایی در مسیر مستقیم حرکت می کنند، به چشم شما برسد.



**مسیر حرکت نور در یک محیط در یک خط مستقیم است.** البته اگر چه با عبور پرتو نور از محیط اول به محیط دوم، پرتو نور شکسته می شود (خمیده می شود). اما پدیده شکست تنها در مرز اتفاق می افتد. وقتی نور از مرز جداکننده ی دو محیط می گذرد، به مسیر مستقیم الخط خود ادامه می دهد. اما جهت حرکت مسیر در دو محیط با هم متفاوت است. اگر هنگام مشاهده ی یک جسم، نوری که از جسم به چشم ما می رسد در مسیری تغییر محیط دهد، پدیده ی انحراف دیداری رخ می دهد .



هنگامی که یک مداد را داخل یک لیوان نیمه پر از آب قرار می دهید؛ می توانید پدیده ی انحراف دیداری را تجربه نمایید. هنگامی که شما از کنار لیوان به قسمتی از مداد که در بالای سطح آب قرار گرفته، نور مستقیماً از مداد به چشم شما می رسد. چون تغییر محیط نداشته، شکست رخ نمی دهد. ( در واقع دو تغییر محیط، از هوا به شیشه و دوباره به هوا وجود دارد و چون شیشه بسیار نازک است و حرکت آغازی و پایانی حرکت نور در هواست. شکست داخل و خارج شیشه، انحراف بسیار ناچیزی از مسیر اولیه ی حرکت نور وجود دارد . )

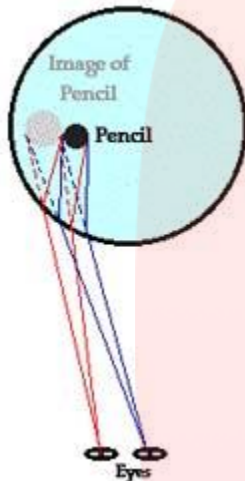
وقتی که از بالا به صورت غیر عمودی به مداد داخل آب، نگاه کنیم. مسیر پرتو نور از آب به هوا ( یا از آب به شیشه و به هوا ) می باشد. پرتوهای نور تغییر محیط داشته، در نتیجه شکست پیدا می کنند. به نظر می رسد مداد شکسته شده است به علاوه، قسمتی از مداد که داخل آب قرار گرفته است، پهن تر از قسمتی از مداد که در آب نیست، دیده می شود. این انحراف دیداری توسط شکست قابل توضیح است.

گیم آموزشی عصر



www.madars.com

در این مورد، مسیر پرتوهایی که از مداد داخل آب، به چشم ما رسیده، از مسیر پرتوهای اصلی که درون آب ساطع شده اند، منحرف شده اند. در واقع پرتو داخل آب حرکت کرده، به مرز رسیده، شکسته می شود و به هوا می رسد، و نهایتاً پس از حرکت در هوا به چشم می رسد .



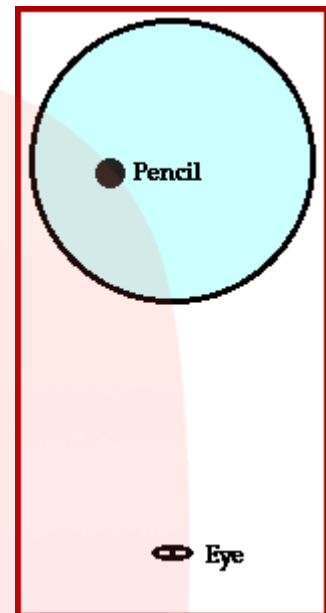
در مرز، پرتو می شکند. تعامل بین مغز و چشم قادر به درک و تجزیه و تحلیل شکست نور نیستند. مغز مکان تصویر را آنجایی در نظر می گیرد که به نظر می رسد، پرتوها از آنجا می آیند. مکان تصویر، همان مکانی است که پرتوهای بازتابی و شکستی نور با هم تقاطع یافته اند. **چشم و مغز فرض می کنند که نور به خط مستقیم حرکت می کند.** پرتوهای نوری که از مداد داخل آب می آیند نسبت به پرتوهایی مداد بیرون از آب، در یک راستا نیستند. به همین علت، بخش بیرونی و داخلی آب مداد در نقاط متفاوتی مشاهده می شوند. شکل سمت راست، مسیر نور آن بخش از مداد را نشان می دهد که در آب قرار دارد، و به دو چشم شما می رسد .

فقط دو نقطه انتهایی که نمایش دهنده لبه های مداد است در نظر گرفته شده است. خطوط آبی، مسیر نور ورودی به چشم راست را نشان می دهد و خطوط قرمز، مسیر نور وارد شده به چشم چپ را نمایش می دهد .

مسیر نور در مرز می شکند. خط چین ها امتداد خطوط دید را از عقب به سمت آب نشان می دهند. امتداد این خطوط در نقطه ی داده شده، یکدیگر را قطع می کنند. نقطه ای که نشان دهنده ی تصویر دو انتهای چپ و راست مداد است در نهایت، تصویر مشاهده شده از مداد، پهن تر از اندازه ی حقیقی مداد است. در پایین یک مدل پرتویی مناسب وجود دارد که شکست نور را در مرزها به خوبی توجیه می کند.

مای دارس  
گروه آموزشی عصر

www.my-dars.ir



پدیده ی شکست و ایجاد تصویر مجازی همانند آنچه در بالا توضیح داده شده است، به طور روزمره برای ماهیگیران نیز رخ می دهد. شاید برای ماهی خوش شانسی باشد که نور هنگام خروج از آب می شکند و تصویر مجازی در عمق ظاهری ایجاد می شود.

شکست در مرز آب - هوا رخ می دهد و منجر به خمیدگی مسیر نور می شود و ماهی در عمقی که وجود ندارد، دیده می شود (عمق ظاهری). انحراف دیداری ایجاد شده، باعث می شود که ماهی گیر نیزه اش را در نقطه ای از آب بیندازد که به نظر می رسد ماهی آنجاست، اما در واقع ماهی را از دست می دهد. پس به نظر می رسد که ماهی هرگز نگران صید شدن نیست چون می داند که پرتوهای نور در مرز می شکنند و ماهی گیر هرگز عمق واقعی اش را نمی یابد. انگار ماهی مدرسه رفته و تمام این مطالب را می داند؟!

# مای درس

گروه آموزشی عصر

www.my-dars.ir



اگر ماهی ها تکالیف درس فیزیک خود را به خوبی انجام داده باشند، متوجه می شوند که میزان عمق ظاهری به زاویه ای که نور به مرز نزدیک می شود، بستگی دارد. در درس های بعدی جزئیات بیشتری در مورد رابطه بین زاویه برخورد به مرز و عمق ظاهری ارائه خواهد شد. در حال حاضر، کافی است بدانید که اگر ماهی گیر به صورت عمودی به ماهی نگاه کند، مکان فعلی و واقعی ماهی یکسان خواهد بود و خوب است بدانیم که هر چقدر نقطه دید ماهی گیر به خط عمود بر آن نزدیکتر باشد، شکست کمتر خواهد بود.

پس موفق ترین ماهی گیر؛ کسی است که نقطه دید خود را عمود بر آن تنظیم کند و باهوش ترین ماهی، آن است که وقتی ماهی گیر را در این راستا دیدند، به عمق بیشتری در آب بروند.

شکست وقتی روی می دهد که نور از مرز دو محیط عبور کند، در بیشتر موارد با انحراف دیداری مواجه می شویم که این زمانی رخ می دهد که نور در راه رسیدن از جسم به چشم در مسیر خود تغییر محیط داشته باشد.

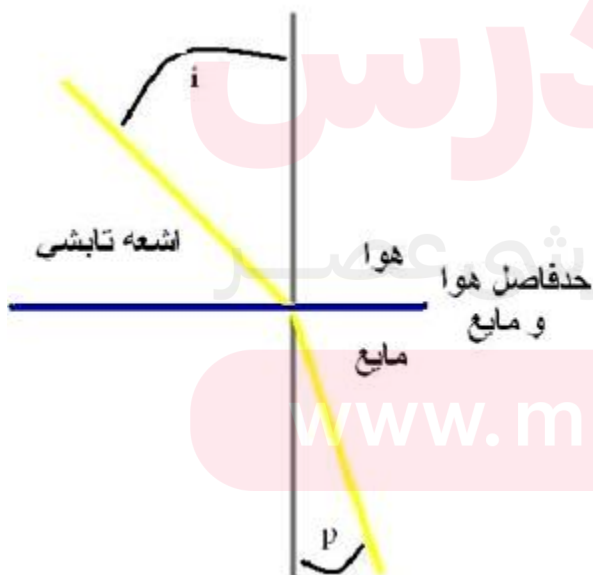
قوانین شکست نور

پرتو تابش، پرتو شکست و خط عمود بر سطح جدا کننده دو محیط شفاف هر سه در یک صفحه واقعند. برای دو محیط شفاف معین نسبت سینوس زاویه تابش به سینوس زاویه شکست مقداری ثابت است.

این مقدار ثابت را به  $n$  نشان می دهند و آن را **ضریب شکست** می نامند. قوانین شکست را **قوانین اسنل**

- **دکارت** می گویند. اگر سرعت نور را در هوا به  $V_1$  و در محیط شفاف به  $V_2$  نمایش دهیم با اندازه

گیری هایی که در مورد سرعت نور به عمل آمده، معلوم شده است که  $n = V_1/V_2$ :



ضریب شکست مطلق و نسبی هر گاه یک دسته پرتو

نور از خلأ وارد محیط شفافی شوند  $n = \frac{\sin i}{\sin r}$  را

ضریب شکست مطلق می نامند.

چنانچه نور از یک محیط شفاف (مثل آب) وارد محیط

شفاف دیگری مثل (شیشه) شود، نسبت  $\frac{\sin i}{\sin r}$ ،

ضریب شکست نسبی خواهد بود. اگر ضریب

شکست مطلق محیط اول  $n_1$  و ضریب شکست مطلق

محیط دوم  $n_2$  باشد، ضریب شکست نسبی این دو

محیط عبارت خواهد بود از  $n = n_2/n_1$ :



وقتی که نوری با فرکانس معین از محیط شفافی به ضریب شکست  $n_1$  وارد محیط شفاف دیگری به ضریب شکست  $n_2$  می‌شود، بسامد آن تغییر نمی‌کند، در نتیجه تغییر سرعت نور در محیط دوم به نسبت  $n_1/n_2$  باعث تغییر طول موج نور به نسبت  $n_1/n_2$  می‌شود. در این صورت داریم:

$$\lambda_2 = (n_1/n_2) \times \lambda_1 \quad \text{که در آن } \lambda_1 \text{ و } \lambda_2 \text{ طول موج نور در دو محیط هستند.}$$

شکست نور در تیغه‌ی شیشه‌ای



وقتی نور به شیشه می‌تابد چون طرفین آن هوا (یا محیطی) با جنس یکسان است؛ مثلاً طرفین تیغه شیشه‌ای هوا باشد در سطح اول مقداری منحرف می‌شود، این شکست اولیه یک جا به جایی داخلی را برای این نور سبب می‌شود و در سطح دوم دوباره یک شکست دیگری پیدا کرده و امتداد اولیه خود را می‌یابد. پدیده شکست در مرز مشترک محیط‌ها از قانون اسنل تبعیت می‌کند.

$$n_1 \sin(i) = n_2 \sin(r)$$

شکست نور در اجسام کروی و منشور

در سیستم‌های نوری با اجزای نوری همچون آینه‌ها، عدسی‌ها، منشورها و ... قوانین اسنل مربوط به شکست و انعکاس مسیر پرتو را می‌دهد. اگر سطح کروی ما یک دیوپترهای کروی (سطح شکست کروی) باشد که دو محیط با جنس‌های مختلف نوری را از هم جدا می‌کند باشد.



مثلاً از یک ستاره‌ای در بینهایت نور به یک دیوپتر کروی بتابد، هم در بی نهایت است؛ و پرتوهای تابش موازی هم می‌آیند و موازی محور اصلی دیوپتر به قسمت‌های مختلف آن می‌خورند و بعد از شکست در دیوپتر خود یا امتدادهایشان از کانون دیوپتر عبور می‌کنند. محل تقاطع نقطه منفردی است و نیز شکست دو مرحله‌ای منشورها که طیف سالم و دقیق نور سفید را ایجاد می‌نمایند.

کاربردهای شکست نور

با استفاده از پدیده‌ی شکست نور می‌توان نور سفید یا نورهای مخلوط از چندین طول موج را به امواج تشکیل دهنده آن تجزیه نمود. اساس این پدیده متفاوت بودن سرعت نور در محیط‌های شفاف بر

حسب طول موج نور است، به این ترتیب که هرچه طول موج بیشتر باشد سرعت نور در آن محیط نیز بیشتر خواهد بود.

بنابراین نورهای مختلف با طول موجهای مختلف مسیرهای متفاوتی را طی کرده و دچار شکستهای متفاوتی می‌شوند. نتیجه این عمل جدا شدن امواج با طول موجهای متفاوت از یکدیگر خواهد بود. این پدیده را می‌توان به طور طبیعی در رنگین کمان مشاهده کرد. قطرات آب باران نور خورشید را به طول موجهای مختلف تجزیه می‌کنند و رنگین کمان در آسمان مشاهده می‌شود.

### منشور چیست؟



هنگامی که باران می‌آید همه‌ی ما گاهی با پدیده‌ی رنگین کمان رو به رو شده‌ایم. رنگین کمان پدیده‌ی زیبایی است که در آن نور خورشید به رنگ‌های مختلفی در آمده و ما نواری با رنگ‌های مختلف در آسمان می‌بینیم. توضیح علمی، برای ایجاد این پدیده منشور است. در این بخش منشور و شکست نور توضیح داده می‌شود.

منشور جسمی از جنس بلور یا جنسی دیگر است که نور پس از عبور از آن تجزیه می‌شود. منشور محیط شفاف است که به دو سطح صاف و شفاف غیر موازی ختم می‌گردد که از یک طرف همدیگر را قطع نموده، تشکیل رأس منشور را می‌دهند و در طرف دیگر قاعده‌ی منشور را می‌سازند. نور خورشید ترکیبی از طول موجهای مختلف است که هنگام عبور از منشور ضریب شکست برای طول موجهای مختلف متفاوت است.

این نور، به لحاظ بستگی ضریب شکست به طول موج و یا پاشندگی مواد، به رنگ‌های تشکیل‌دهنده آن تجزیه می‌شود. مثلاً نور سفید (نور خورشید) به طیف وسیع هفت رنگ خود تجزیه می‌گردد.



### ماهیت منشور

نوری که از شیشه منشور می‌گذرد، به لحاظ بستگی ضریب شکست به طول موج و یا پاشندگی مواد، به رنگهای تشکیل دهنده آن تجزیه می‌شود (تجزیه نور سفید). (مثلاً نور سفید به طیف وسیع هفت رنگ خود تجزیه می‌گردد. بنابراین در بحث منشورها از پاشندگی نور

می‌گذریم و منشورهایی را بررسی می‌کنیم که پاشنده نیستند، یعنی ضریب شکست آنها بستگی طول موجی ندارد، منشورهایی که می‌توان از آنها در آرایش سطوح بازتابنده چندگانه استفاده کرد. مزیت منشور بر مجموعه چند آینه این است که منشورها پس از تعبیه شدن در سیستم، سمتگیری طراحی شده را حفظ می‌کنند و نیازی به تنظیم در دستگاه نهایی را ندارند. به غیر از اینکه خود منشور به عنوان یک مجموعه کل تنظیم شده باشد.

### رنگین کمان چگونه تشکیل می‌شود؟

- این منظره زیبا از شکستن نوری که از میان قطرات باران گذشته است، پدید می‌آید. در اینجا قطرات باران هر کدام نقش منشوری را دارند. که نور خورشید را تجزیه و بازتاب می‌کند و باعث تفکیک رنگها بصورت مرتب و شکل هندسی زیبایی می‌شوند.
- می‌دانیم که نور سفید ترکیبی از هفت رنگ است که بوسیله منشور و ... تجزیه می‌شود، همان طوری که در منشور، نوری که کمترین طول موج را دارد (بنفش) بیشتر منحرف می‌شود، لذا رنگ بنفش با حداکثر انحراف در پایین طیف قرار می‌گیرد و رنگ قرمز که بیشترین طول موج را دارد، در بالای کمان دیده می‌شود. ترتیب رنگها بصورت زیر است:

**قرمز، نارنجی، زرد، سبز، آبی، نیلی، بنفش.**

- طیف به گونه ای می‌باشد که نمی‌توان مرز بین دو ناحیه رنگی را مشخص کرد. در ترتیب رنگی فوق ضریب شکست و زاویه انحراف رفته رفته زیادتر شده و طول موج بتدریج کاهش می‌یابد.

### عدسی‌ها



عدسی، از ابزارهای نوری است که نور در اثر عبور از آن می‌شکند و همگرا یا واگرا می‌شود. عدسی‌ها از ماده‌های شفاف مانند شیشه و پلاستیک ساخته می‌شوند. عینک طبی، ذره‌بین، لنز دوربین‌های عکاسی و دوربین دوچشمی همه با عدسی ساخته شده‌اند. عدسی‌ها از نظر شیوه شکست نور در آنها به دو دسته همگرا (محدب یا کوژ) و واگرا (مقعر یا کاو) تقسیم می‌شوند. یک عدسی ساده تنها از یک عنصر نوری تشکیل شده است.

www.my-dars.ir

یک عدسی مرکب از یک مجموعه عدسی ساده که یک محور مشترک دارند تشکیل شده است. مزیت عدسی مرکب نسبت به عدسی ساده اینست که بسیاری از بیراهش‌های نوری در آن قابل رفع هستند

در حالی که این کار تنها با یک عدسی ساده امکان پذیر نیست. کاربرد عدسی تنها به امواج نوری محدود نمی‌شود، هر ابزاری که سایر امواج الکترومغناطیسی در اثر عبور از آن بشکند نیز عدسی خوانده می‌شود، به طور مثال لنز پرافین برای امواج ماکروویو وجود دارد.

عدسیها همانند **آینه‌ها** دارای تصاویر حقیقی و مجازی هستند، این تصاویر از پرتوهای همگرا شونده و واگرا شونده بازتابی ایجاد می‌شود. بر خلاف آینه‌ها در عدسیها عبور نور نیز مطرح است و تصاویر ممکن است در پشت و جلوی عدسی شکل گیرد. عدسیهایی که ضخامت قسمتهای کناریش بزرگتر باشد، پرتوهای موازی را همگرا می‌کند و **عدسی محدب** نام دارد، که دارای فاصله کانونی مثبت می‌باشد. بر خلاف آینه‌ها دارای دو کانون در فضاهای جلو و پشت عدسی می‌باشند، عدسیهایی که ضخامت قسمت محوری آنها کمتر از ضخامت قسمت کناری باشد، پرتوهای موازی را از هم باز می‌کنند و دارای فاصله کانونی منفی هستند و **عدسی مقعر** نام دارند، که اینها نیز دارای دو کانونی در فضای جسم و تصویر هستند.

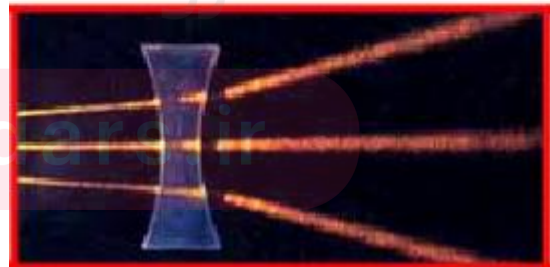
### انواع عدسی

عدسی محدب (کوژ)

عدسی‌هایی که نور را همگرا می‌کنند و جهت تصویر سازی حقیقی و نیز همگرا نمودن پرتوهای تابشی از نقاط دور مانند پرتوهای ستارگان به کار می‌روند.

عدسی مقعر (کاو)

این عدسی ها نور را واگرا می‌کنند و جهت واگرا نمودن نورها و اصلاح برخی سیستم‌ها که نیاز به واگرایی نور را دارد از جمله چشم به کار می‌روند.



عدسی‌های مرکب

۱. عدسی کوژ - تخت:

عدسی که یک طرف آن کوژ و یک طرف آن تخت می‌باشد .

۲. عدسی دو کوژ :

عدسی که هر دو طرف آن کوژ است .

۳. عدسی هلالی (محدب):

عدسی که یک طرف آن کوژ و طرف دیگرش کاو می‌باشد .

۴. عدسی تخت - کاو :

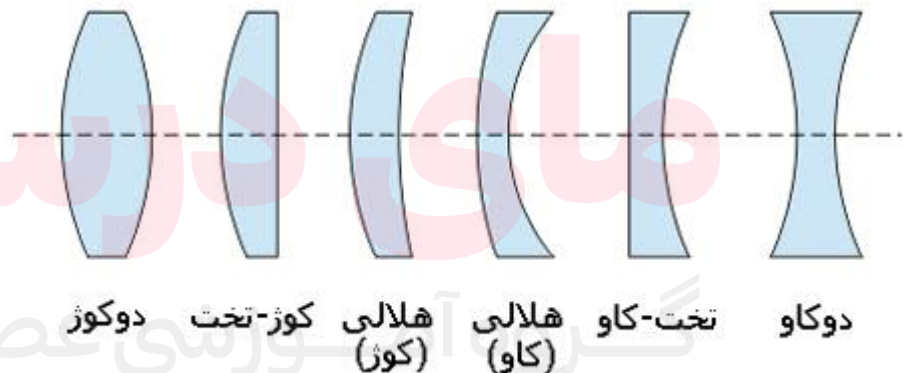
عدسی که یک طرف آن کاو و طرف دیگرش تخت است .

۵. عدسی دو کاو :

عدسی که هر دو طرف آن کاو می‌باشد .

۶. عدسی هلالی (مقعر):

عدسی که یک طرف آن کوژ و طرف دیگرش کاو است.



عدسی‌های هلالی دو نوع می‌باشند، یکی آنست که کناره هایش نازک و مرکزش ضخیم است و دیگری دارای کناره‌های ضخیم و مرکز نازکی می‌باشد، یعنی اولی خاصیت همگرایی و دومی خاصیت واگرایی نور را دارد.