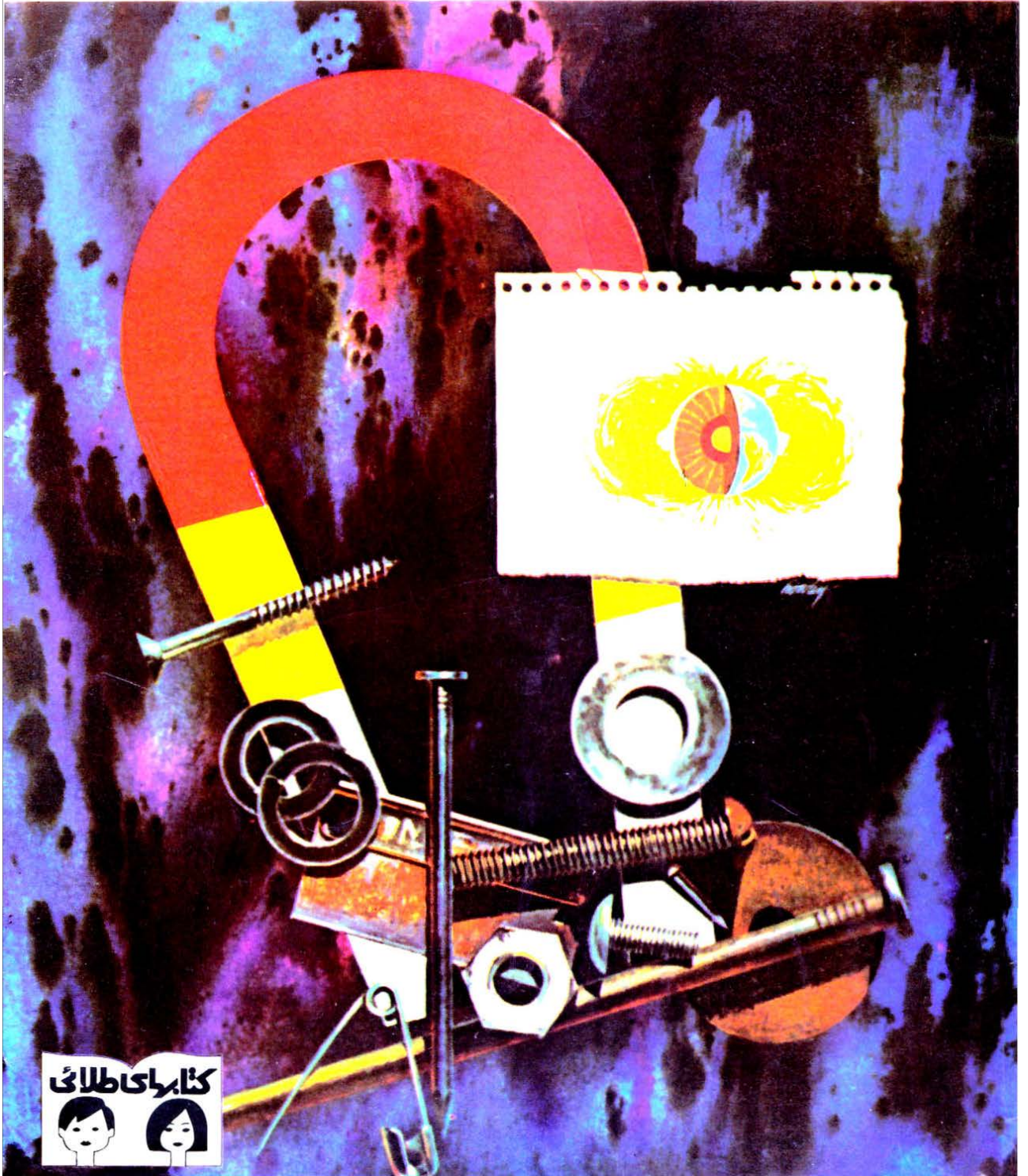


# آهنربا و مغناطیس

علم برای

کودکان

و نوجوانان



کتابهای اطلاعاتی

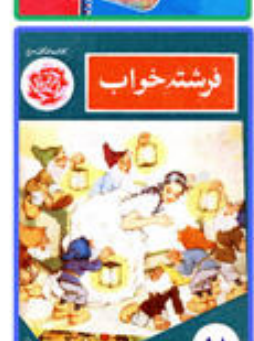
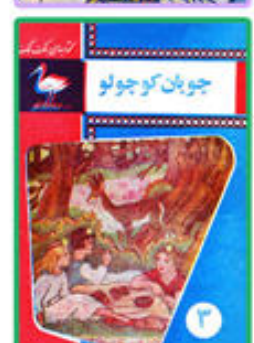




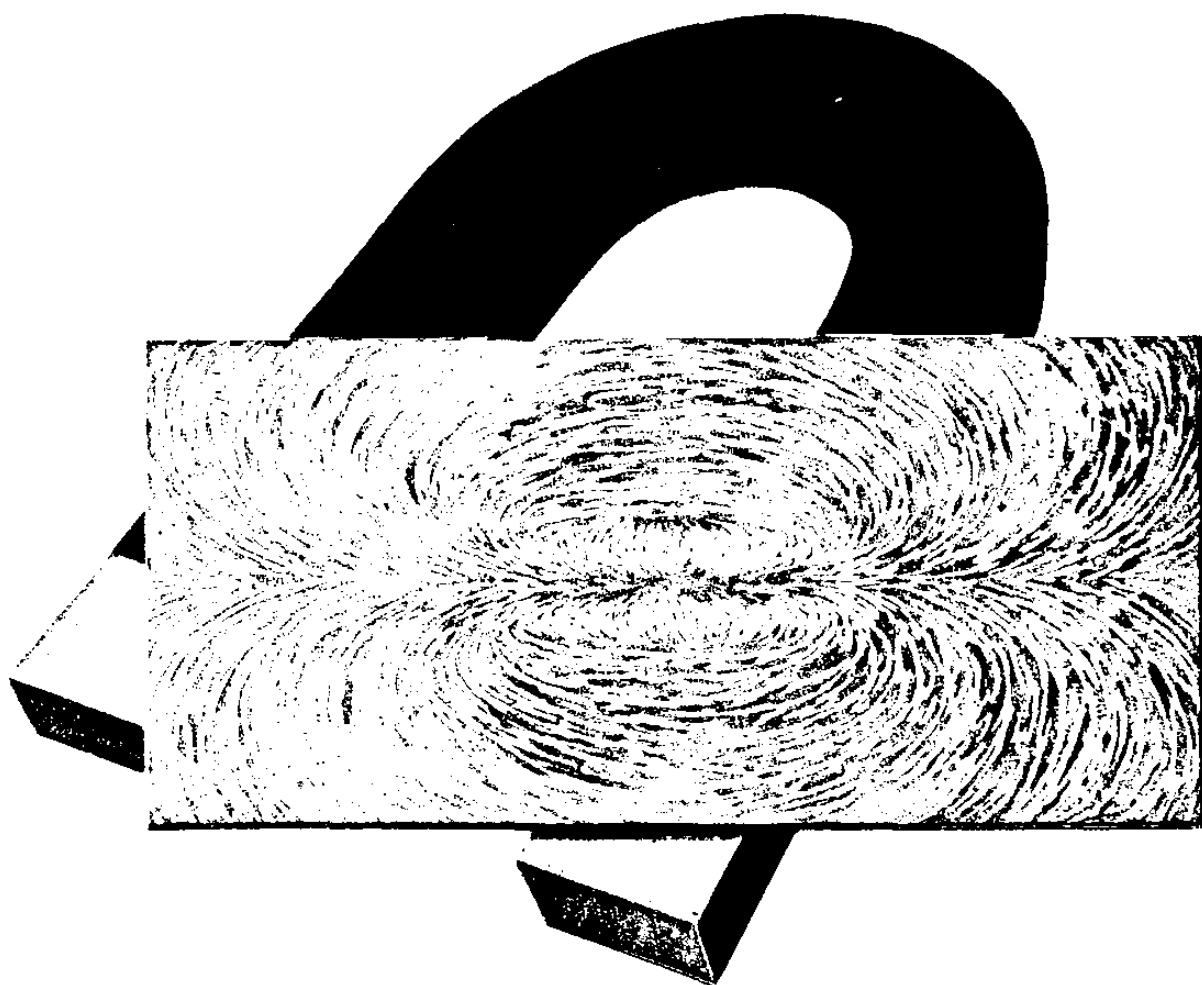
کتابی که دانلود کرده اید توسط اعضای  
انجمن شہر خاطرات برای استعادہ شما  
بطور مجانی تہیہ و آمادہ شدہ است.



[shahrekhatarat.forumotion.com](http://shahrekhatarat.forumotion.com)

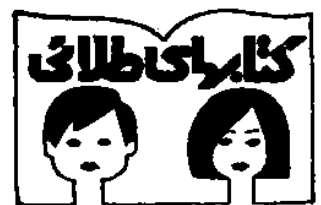


# آهنربا و مغناطیس



تصاویر: جرج جی. زافو  
ترجمہ پروین ابوالضیاء

نوشتہ جان برتن



---

وابسته به «مؤسسه انتشارات امیر کبیر»

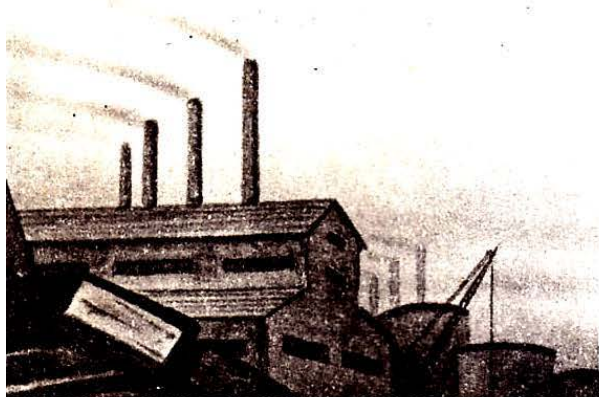
برتن، جان  
آهنربا و مغناطیس  
تصاویر: جرج جی. زافو  
ترجمه پروین ابوالضیاء  
چاپ اول: ۱۳۳۵ شاهنشاهی  
چاپ: چاپخانه سپهر - تهران  
حق چاپ محفوظ است.

## فهرست

صفحه	عنوان
۴	مغناطیس
۶	ماهیت مغناطیس
۲۹	کره زمین مثل یک آهنرباست
۳۹	برقائیس (الکترومغناطیس)
۴۵	مصرف آهنربای برقی
۵۴	آهنربا در وسایل ارتباطی
۶۳	شما و نیروی مغناطیس



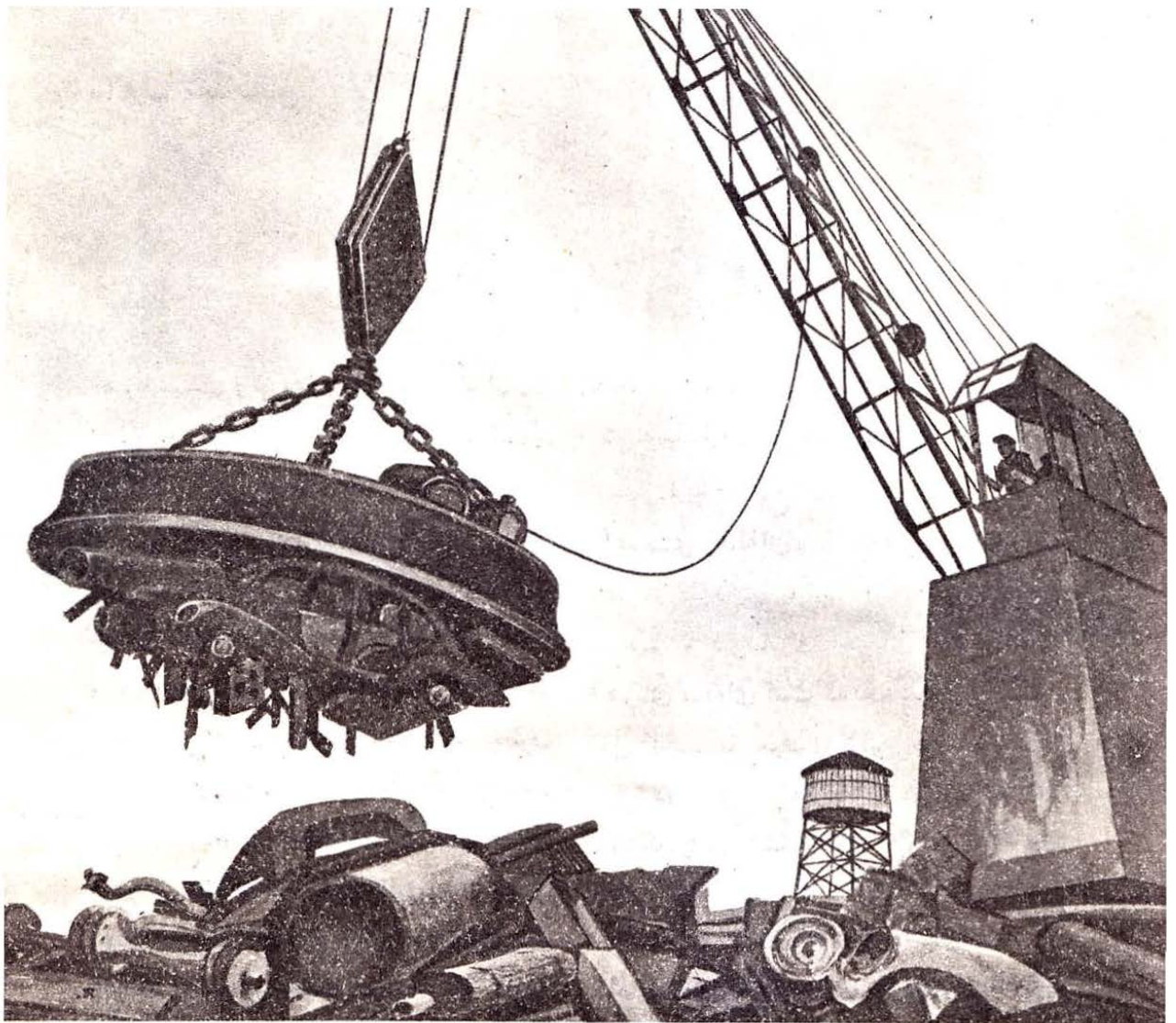
مغناطیس - در محوطه‌ای که مقدار بسیاری فلز بيمصرف و ماشین قراضه روی هم انباشته شده جراثقال صفحه بزرگ و ضخيم فلزی خود را پايين می‌آورد و به توده فلزات نزديک می‌کند. وقتی صفحه بلند می‌شود، می‌بينيم که بدنه یک اتومبيل و تعدادی تکه‌های بزرگ و کوچک آهن به آن چسبیده‌اند در حالی که با هیچ زنجير یا طنابی به صفحه جراثقال بسته نشده‌اند. در یخچالهای خانگی، بی‌آنکه چفت و قفل شود، محکم بسته می‌شود. در جعبه اعلانات فلزات بسیار کوچکی به کار رفته که کاغذها را بدون داشتن گیره نگه می‌دارد. در تمام این نمونه‌ها که آوردیم، نیروی مغناطیس در کار است.



هستند و دنبال توپ به این سو و آن سو می‌دوند، تماشا می‌کنید. تلفن، زنگ در، و تلویزیون هیچکدام بدون آهن‌ریا و خاصیت آهن‌ریایی نمی‌توانند کار کنند.

شاید تا به حال دیده باشید که گاهی هنگام شب، پرده‌های درخشان و رنگارنگی از نور از جهت نواحی قطبی در پهنة آسمان، از یک سو به سوی دیگر به حرکت درمی‌آیند. و می‌دانید که این پرده‌های رنگی، انوار

تلفن منزلتان زنگ می‌زند و بعد صدای دوستان را می‌شنوید که می‌گویند می‌خواهد به منزل شما بیاید. پس از مدت کوتاهی زنگ در خانه‌تان به صدا در می‌آید و دوستان وارد می‌شود. سپس دوتایی جلو تلویزیون نشسته و ورزشکارانی را که سرگرم بازی فوتبال



درمی یابند که نیروی مغناطیس در همه جا نقش مهمی دارد؛ چه در درون هسته فوق العاده کوچک اتم و چه در فضای بیکرانه عالم نجومی. بیایید با خواندن صفحاتی چند و انجام دادن آزمایشها و تجربیاتی که در شناخت و درک مطالب خوانده شده به ما کمک می کند، این پدیده شگرف را که نیروی مغناطیس می نامیم، بررسی و مطالعه کنیم.

قطب شمال یا فجر شمالی است و انواری که از طرف جنوب در آسمان گسترده می شود، فجر جنوبی است. این نمایش جالب نورها نیز به نیروی مغناطیسی مربوط است.

به تدریج که از وسایل و ابزارهای برقی خانگی بیش و بیشتر استفاده کنیم، نیروی مغناطیس نیز در زندگی روزانه مان، اهمیت روزافزونی پیدا می کند. دانشمندان با بررسی عمیق و عمیقتر رازهای طبیعت،

آهنربا چیست و نیروی مغناطیس کدام است؟ آهنربا قطعه فلزی است با پاره‌ای ویژگیهای عجیب. آهنربا می‌تواند تکه‌های آهن را به طرف خود بکشد و آنها را جذب کند. برای نمونه، یک آهنربای کوچک دستی می‌تواند مقداری میخ، پیچ، گیره کاغذ، و چیزهای دیگری که از آهن یا فولاد-که نوعی آهن است-ساخته شده باشد به طرف خود بکشد و جذب کند. آهنربا می‌تواند آهنربای دیگری را به طرف خود جذب کند یا آن را از خود براند. مسأله قابل توجه درباره آهنربا این است که می‌تواند عمل جذب یا دفع فلز را، بدون اینکه شیئی با آن تماس پیدا کند، انجام دهد.

اشیایی که کار آهنربا را انجام می‌دهند، می‌گوئیم خاصیت آهنربایی دارند. آن چیز نامرئی که آهنربا را قادر به جذب یا دفع فلزات می‌کند، نیروی مغناطیس یا بطور کلی مغناطیس نامیده می‌شود. نیروی مغناطیس قابل دیدن، بویدن، چشیدن یا مستقیماً احساس کردن و لمس نمودن نیست و هیچ وزنی ندارد. چون این نیرو با حواس پنجگانه ما قابل بررسی نیست، پس تنها راه تحقیق و

مطالعه آن، دقت و توجه به کارهایی است که به وسیله آن انجام می‌شود.

ما با دو نوع آهنربا کار خواهیم کرد: «آهنربای میله‌ای» و «آهنربای نعلی». آهنربای میله‌ای عبارت از یک قطعه فلز مستقیم و کوتاه و آهنربای نعلی همان آهنربای میله‌ای است که خم شده و به شکل نعل اسب یا حرف U لاتین درآمده است. این دو نوع آهنربا را می‌توانید از فروشگاه‌های اسباب‌بازی فروشی یا آهن فروشی تهیه کنید.

نام مغناطیس چگونه انتخاب شد؟ در افسانه‌ای آمده است که در یونان باستان پسر چوپانی به نام «ماگنس» یک روز که گوسفندان خود را برای چرا به کوه «ایدا» برده بود، میله‌ای را که در دست داشت، روی سنگ بزرگی گذاشت، و ناگهان متوجه شد که سنگ محکم به نوك میله چسبیده است بطوری که هرچه سعی کرد نتوانست آنها را از هم جدا کند. دنباله افسانه چنین است که کلمه مغناطیس از اسم ماگنس گرفته شده است، چون سنگی که میله ماگنس به





به روایتی واژه مغناطیس از نام چوپانی یونانی که روزی چوبدستی فلزش به سنگی چسبید، گرفته شده است.

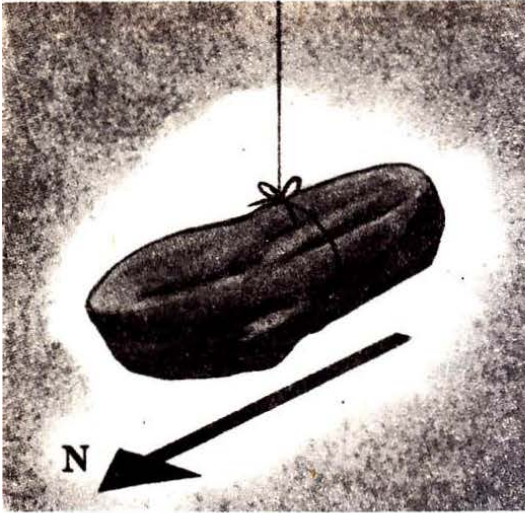
و گذاشتن یک قطعه ماگنتیت روی سر، انسان را توانا می‌سازد که صدای خدایان را بشنود. همچنین فکر می‌کردند که سنگهای آهنربا برای درمان رماتیسم، نقرس، و فلج مؤثرند. بودر سنگ آهنربا را مخلوط با روغن برای جلوگیری و معالجه کچلی به کار می‌بردند.

در سده وسطی، تکه سنگ آهنهای مغناطیسی را «سنگ جهت یابی» می‌نامیدند. عقاید خرافی درباره آهنربا مدت‌ها ادامه داشت و تادیری، مردم آن را طلسم و جادو می‌پنداشتند تا اینکه شخصی متوجه شد که وقتی آهنربا با نخی آویزان شود و در هوا معلق بماند، یک طرف آن همواره رو به سوی شمال می‌ایستد.

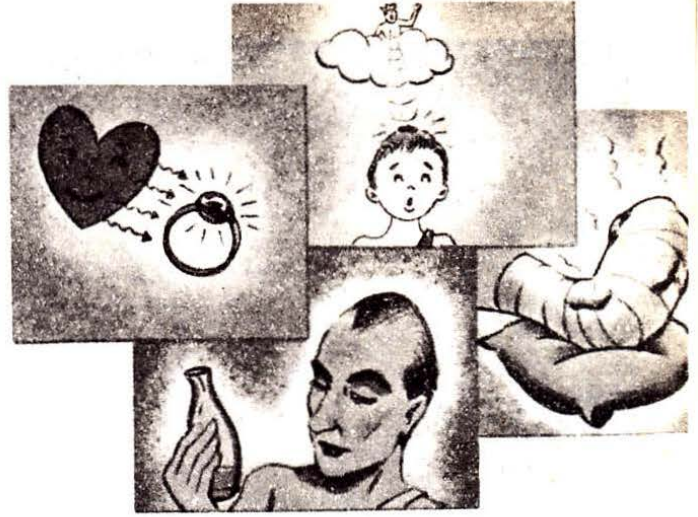
بزودی دریانوردان از این پدیده آغازه

آن چسبیده بود، آهنربای طبیعی بود. افسانه زیر ظاهراً به حقیقت نزدیکتر است: لغت مغناطیس از اسم شهری است به نام «ماگنسیا» که در آسیای صغیر قرار دارد و در آن سنگهای آهنربایی و حتی «سنگ آهن» آهنربا به مقدار فراوان یافت می‌شود. نام امروز این سنگ آهن، آهنربا است.

یونانیها و رومیها می‌دانستند که یک قطعه ماگنتیت تکه‌های کوچک آهن را، حتی اگر از درون یک کاسه برنزی یا چوبی و یا از زیر آب، جذب می‌کند. در آن روزگار، عقاید عجیب بسیاری درباره ماده جالبی چون ماگنتیت رواج یافته بود. قدیمیها عقیده داشتند که همراه داشتن طلسم یا انگشتر ساخته شده از ماگنتیت محبوب را رام می‌کند



روزی شخصی متوجه شد که همیشه یک سوی یک قطعه سنگ آهنربا روبه شمال می ایستد.



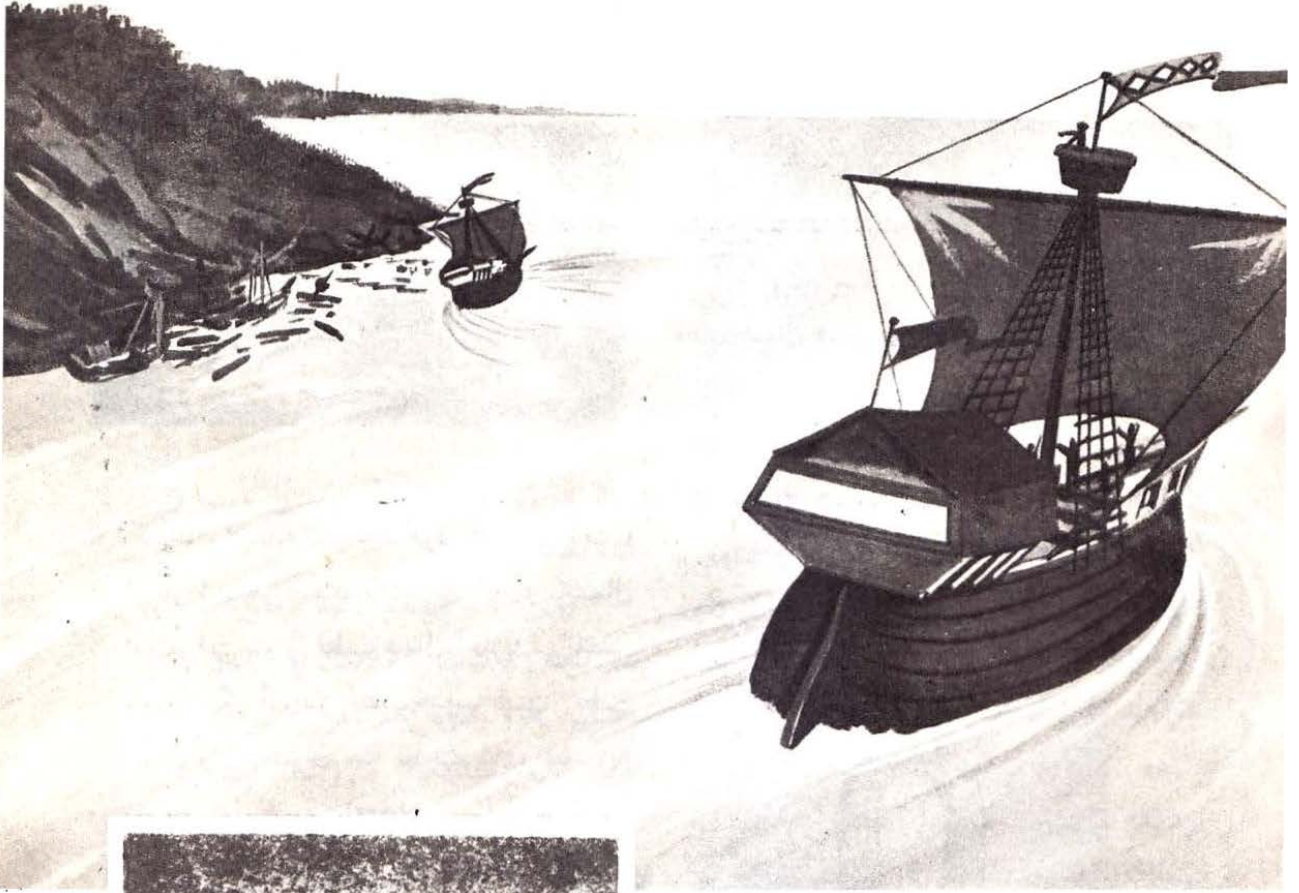
نظر مردم در قدیم راجع به مغناطیس بسیار خرافاتی بود. و آن رانبرویی مافوق هستی می پنداشتند و فکر می کردند که بوسیله آن می توان تعداد بیشماری از بیماریها را درمان کرد.

درون یک کاسه پر از آب جای می دادند کاملاً شناور می ماند و نوک سوزن همیشه رو به شمال می ایستاد، و این اولین عقربه قطب‌نمای حقیقی و واقعی بود.

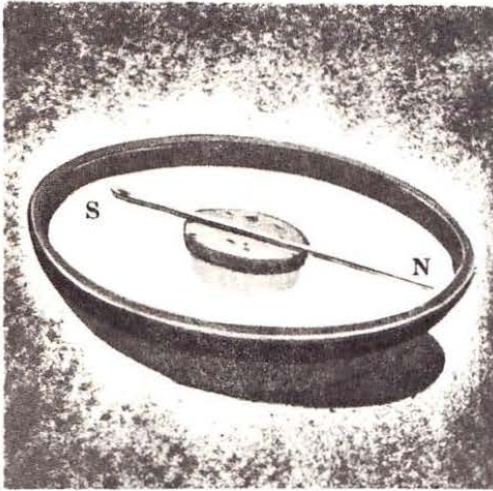
حتی پیش از آنکه آهنربا برای هدایت کشتیها به کار رود، دریانوردان داستانی درباره آن داشتند. آنها عقیده داشتند که کوه بسیار عظیمی از آهنربا وجود دارد و هیچ کس از محل آن اطلاعی ندارد، ولی تمام دریانوردانی که در دریاهاى خاور دور کشتیرانی می کردند وحشت بسیاری از آن داشتند. آنها فکر می کردند و عقیده داشتند که اگر یک کشتی به آن کوه نزدیک شود، کوه آهنربا تمام آهنهایی را که در بدنه کشتی وجود دارد، جذب خواهد کرد و به این ترتیب، کشتی بی هیچ مقاومتی به سوی کوه کشیده خواهد شد و هنگامی که کشتی به اندازه کافی به کوه نزدیک شد، تمام

بهره برداری کردند. آنها می گفتند، اکنون که یکسر آهنربا همواره رو به شمال است، پس با همراه داشتن یک آهنربا در کشتی می توان جهت دلخواه را به راحتی پیدا کرد و حتی در مواقعی که خورشید، ماه، و ستارگان زیر ابر پنهانند از خطرگم کردن راه می توان در امان بود. به این ترتیب بود که آهنربا «سنگ جهت یاب» نامیده شد.

آهنربای آویزان، اولین قطب‌نما بود. ولی عملاً یک تکه آهنربای آویزان از یک قطعه نخ نمی توانست قطب‌نمای کامل و خوبی باشد. طولی نکشید که دریانوردان موفق شدند بوسیله آهنربایی کردن یک سوزن، قطب‌نمای دقیقتر و حساستری بسازند، به این طریق که سوزن بزرگی را با چسباندن به یک آهنربا، مغناطیسی کردند، سپس این سوزن را درون یک قطعه نی یا روی یک قطعه چوب پنبه طوری قرار دادند که وقتی آن را



دریانوردان در زمانهای بسیار قدیم از "کوه آهنربا" وحشت بسیاری داشتند. چون بنابه روایتی عقیده داشتند که این کوه کشتیهایی را که به آن نزدیک می شدند به سوی خود می کشد و درهم می شکند.



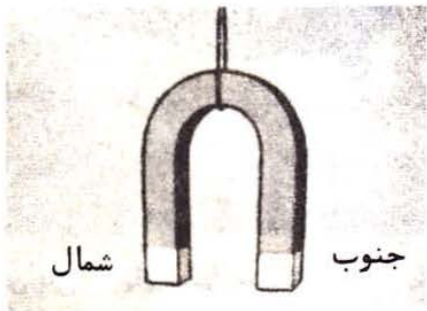
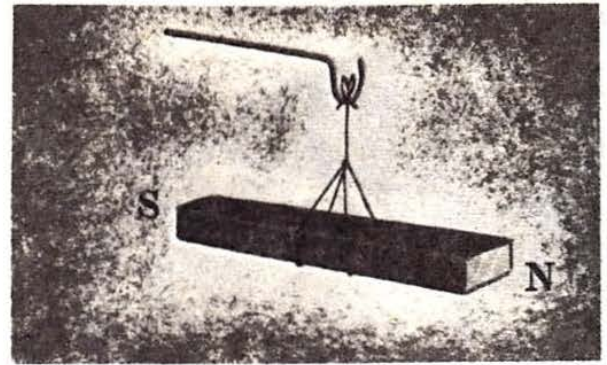
در این تصویر، قطب‌نمای اولیه‌ای را می بینید که عبارت از یک عقربه آهنربا و یک چوب پنبه است که در آب شناور است. کریستف کلمب در راه کشف آمریکا از این قطب‌نما، استفاده کرد.

همین کوه آهنربا درهم شکسته و از بین رفته است.

قطب آهنربا چیست؟ اگر شما یک آهنربای میله‌ای را مطابق شکل صفحه ۱۰ بانخی آویزان

می‌کنید، گیره‌ها، و قسمت‌های فلزی در اثر قوه جذب کوه از چوبها و تخته‌های کشتی جدا شده به طرف کوه کشیده خواهند شد و در نتیجه کشتی فرو خواهد ریخت. کشتی سندیباد، یکی از قهرمانان هزار و یکشب، بوسیله

است، از این رو به آسانی متوجه می‌شوید که قطب شمال یک آهنربای نعلی شکل همان سویی است که همیشه به سوی شمال می‌ایستد. خوب، حالا بهترین وقتی است که شما قطب شمال و جنوب آهنربای خود را تعیین و علامت‌گذاری کنید. آهنربای خود را با نخ آویزان کنید. وقتی از حرکت ایستاد سویی را که به سوی شمال ایستاده و قطب شمال است با نوشتن حرف N علامت بگذارید و سوی دیگر را که قطب جنوب است با نوشتن حرف S



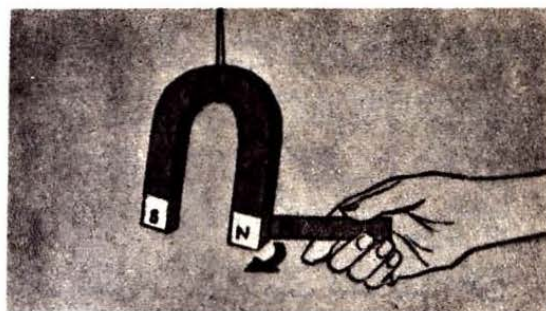
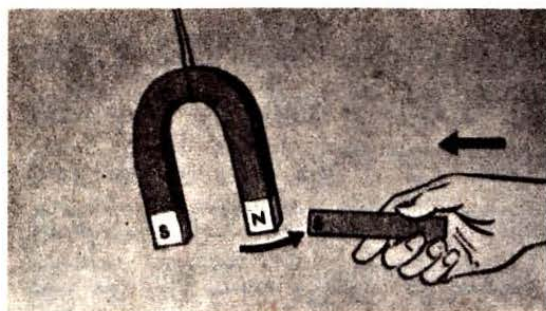
یک طرف آهنربای نعلی شکل آویزان نیز همیشه روبه شمال می‌ایستد.

مشخص کنید. برای علامت‌گذاری می‌توانید از مداد، قلم یا مدادرنگی استفاده کنید یا هر چیز دیگری که بتوان با آن بر روی آهن نوشت.

**قانون قطبهای آهنربا چیست؟** آهنربایی را با نخ، همان طوری که برای تعیین قطبهای آن آویزان کرده بودید، از محلی بیاویزید. دقت کنید تا بدانید کدام سوی آن شمال یا قطب N است. حالا آهنربای دیگری را در دست

کنید، ملاحظه خواهید کرد که وقتی آهنربا از حرکت می‌ایستد یک سوی آن رو به شمال است. این سو را قطب شمال آهنربا می‌نامند. سوی دیگر آن نیز قطب جنوب است. قطب شمال را می‌توان به صورت ساده قطب N (حرف اول کلمه North شمال) و قطب جنوب را قطب S (حرف اول South جنوب) نامید. در هنگام آویزان کردن آهنربا لازم نیست دقت شود که کدام انتهای آن روبه کدام سو است. همچنین تعداد دفعات آزمایش محدود نیست و می‌توانید هر چندبار که بخواهید این آزمایش را انجام دهید، و همواره خواهید دید که یک سو رو به طرف شمال می‌ایستد. بعدها، دلیل این مطلب را خواهیم فهمید.

اگر آهنربای نعلی شکلی را با انداختن حلقه نخ به وسطش، آویزان کنید، خواهید دید که وقتی حرکت آهنربا تمام شد و ایستاد، یک سوی آن روبه شمال می‌ایستد. چون قبلاً گفتیم که آهنربای نعلی شکل همان آهنربای میله‌ای است که از وسط خم شده



### آزمایشهایی برای نشان دادن قانون قطبهای آهنربا

و عقب رفتن آهنربای آویزان را خوب و با دقت تماشا کنید.

روی یک صفحه کاغذ جدول زیر را رسم کنید و با گذاشتن علامت  $v$  در ستونهای مناسب، طرز عمل آهنرباها را در آزمایش خود نشان دهید. اگر لازم شد آزمایش را دوباره انجام دهید. خواهید دید که علامتهای  $v$  جدول شما درست در جاهایی قرار خواهند گرفت که در جدول زیر چاپ شده است.

محل علامتهای  $v$  چه چیزی را نشان می دهند؟ آنها نشان می دهند که قطبهای غیر همنام دو آهنربا (یک قطب  $N$  و یک قطب  $S$ ) یکدیگر را جذب و قطبهای همنام (دو قطب  $N$  یا دو قطب  $S$ ) همدیگر را دفع می کنند و این قانون قطبهای آهنرباست.

بگیرید و آن را در فاصله بیست سانتیمتری آهنربایی که آویخته اید نگاه دارید و به آرامی قطب جنوب یا قطب  $S$  آن را به قطب شمال آهنربای آویخته نزدیک کنید. بزودی خواهید دید که آهنربای آویزان حرکت کرده به آهنربایی که در دست شماست، نزدیک می شود. اگر شما آهنربایی را که در دست دارید بچرخانید، بطوری که قطب  $N$  آن رو به سوی قطب شمال آهنربای آویزان قرارگیرد، خواهید دید که باز آهنربای آویزان حرکت می کند، ولی این بار از آهنربایی که در دست شماست، دور می شود. این آزمایش را یکبار دیگر تکرار کنید. اول قطب  $S$  آهنربا را به قطب  $N$  آهنربای آویزان نزدیک کنید و سپس قطبهای  $N$  آن دو را به هم نزدیک کرده و جلو

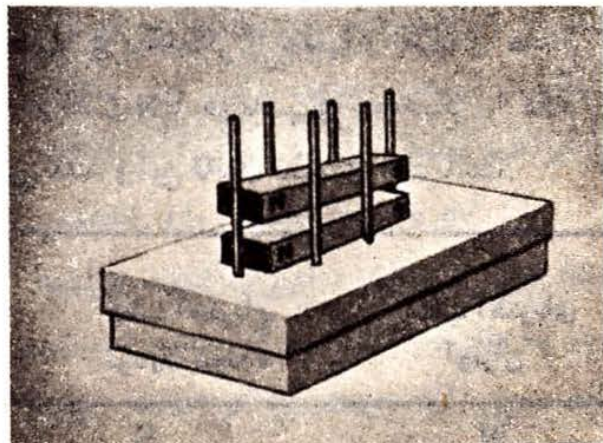
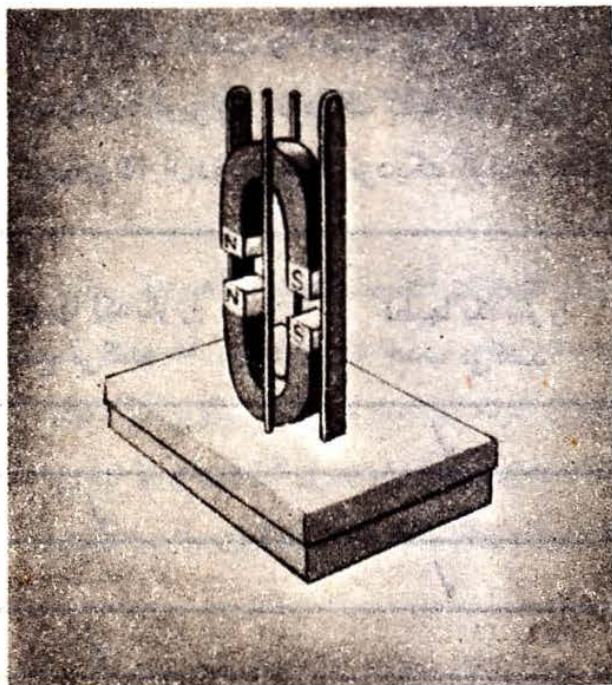
قطب آهنربای آویزان	قطب آهنربای نزدیک شونده	قطبها یکدیگر را جذب می کنند	قطبها یکدیگر را دفع می کنند
N	S	✓	
N	N		✓
S	N	✓	
S	S		✓

چگونه می‌توانید آهنربا را در هوا بدون تکیه نگه دارید؟ برای انجام این آزمایش شما به دو آهنربای بسیار قوی از نوع معروف آلنیکو نیاز دارید (آهنربای آلنیکو از یک نوع فلز ویژه ساخته می‌شود. در بخشهای دیگر این کتاب راجع به آن صحبت شده و توضیحات کافی داده شده است).

اگر بخواهید برای آزمایش خود از آهنربای میله‌ای استفاده کنید، مجبور هستید، دستگاه بسیار ساده‌ای به طریق زیر بسازید: شش تکه چوب کوچک و باریک تقریباً دوازده سانتیمتری، نظیر دسته بستنیهای چوبی تهیه کنید، می‌توانید از شش عدد مداد نیز استفاده کنید. یک آهنربای میله‌ای را روی یک جعبه مقوایی (مثل جعبه شیرینی) قرار دهید. در دو طرف آهنربا، یعنی در قسمت بالا و پایین آن یک علامت و در طرفین طولی آن با مداد دو علامت بگذارید. سپس چوبها یا مدادها را در نقاطی که علامت

گذاشته شده به در جعبه فرو کنید. با انجام این کار، شما چهار چوبی دارید و آهنربای دوم را درون این چهار چوب، که با قرار دادن شش مداد یا شش قطعه چوب در اطراف آهنربای اول درست شده است، قرار دهید. دقت کنید و مطمئن باشید که قطب N آهنربای دوم روی قطب N آهنربای اول قرار گرفته باشد. در نتیجه قطب S آهنربای بالایی نیز روی قطب S آهنربای زیرین قرار خواهد گرفت. حالا آهنربای بالایی، به طرز سحرآسایی، در هوا معلق خواهد ماند. ولی شما بخوبی می‌دانید که به چه دلیل آهنربای بالایی بدون داشتن تکیه‌گاه در هوا می‌ماند و نمی‌افتد. بله، بنابه قانون قطبهای آهنربا، قطبهای همنام یکدیگر را دفع می‌کنند و به این ترتیب از افتادن آهنربای بالایی جلوگیری می‌شود.

اگر آهنربای نعلی به کار می‌برید، باید چهارچوبی مانند شکل دوم این صفحه بسازید.



آهنربایی که در هوا شناور است.

همچنین جسمی دارای خاصیت آهنربایی بیشتری است که بوسیله آهنربا به راحتی و سهولت جذب شود. احتمالاً آلیاژی که از ترکیب چهارپنجم پلاتینیوم و یک پنجم کبالت به دست آید، قویترین خاصیت آهنربایی را داراست.

اگر چه اجسام مغناطیسی بسیارند، ولی اشیایی که به آهنربای شما چسبیده اند، احتمالاً از آهن یا فولاد هستند، همان طوری که پیشتر هم گفتیم، فولاد نوعی آهن است. اجسامی که در اثر نزدیک شدن به آهنربا هیچ عکس العملی نشان نمی دهند، اجسام غیر مغناطیس هستند.

ماشینهای فروش، چگونه سکه های تقلبی را باز می شناسند؟ برای فروش چیزهایی مثل سیگار، آدامس، شکلات، و حتی شیر، و نوشیدنیهایی مثل کولاها، دستگاههایی «خودکار» وجود دارند که با انداختن پول کار می کنند، درست مثل تلفنهای عمومی. شاید بدانید که در همه جا اشخاص پرطمعی هستند که می خواهند بدون انداختن پول از این دستگاهها خرید کنند. بنابراین پول فلزی می سازند، یعنی از فلز مسطح دایره های به اندازه سکه های مورد لزوم می برند که معمولاً از جنس آهن یا فولاد است. برای جلوگیری از این دزدی و تقلب، سازندگان این ماشینها تدابیری اندیشیده اند و با گذاشتن صفحه های ویژه ای در درون ماشینها،

اجسام آهنربایی کدامند؟ آهنربای خود را به دست بگیرید و در خانه راه بیفتید و اشیاء گوناگون و کوچک موجود در خانه را امتحان کنید. آهنربا را به آنها نزدیک کنید. سعی کنید گیره کاغذ، سنجاق، پونز، نوک قلم، مداد، و مداد پاک کن را با آن بلند کنید. ببینید آیا آهنربای شما می تواند تکه های کاغذ، چوب، پلاستیک، و پارچه را جذب کند. آهنربا را به دانه های شن، ماسه، نمک، و شکر نیز نزدیک کنید. همین کار را با سکه های یک ریالی، دو ریالی، پنج ریالی، و ده ریالی انجام دهید.

تمام اشیایی که توسط آهنربای شما جذب می شوند یعنی به آن می چسبند، اجسام آهنربایی هستند. جسم آهنربایی جسمی است که بوسیله آهنربا جذب شود. مهمترین اجسام آهنربایی در میان فلزات، آهن، نیکل، و کبالت هستند. از میان این سه فلز آهن خاصیت آهنربایی بیشتری دارد، ولی از ترکیب فلزات آلیاژی به دست می آید که اشیاء ساخته شده از آنها خاصیت آهنربایی فوق العاده زیاد، حتی بیشتر از آهن، دارند. آلنیکو نام آلیاژی است که از ترکیب آلومینیوم، نیکل، آهن، کبالت، و مس به دست می آید. خواندیم که برای شناور کردن یک آهنربا در هوا نیاز به یک آهنربای بسیار قوی یا آلنیکو داریم.

جسمی خاصیت آهنربایی بیشتری دارد که بتوان آهنربای قویتری از آن ساخت،

به قسمت خروج سکه راه دارد. اگر یک سکه تقلبی از این دو مرحله جان سالم به در برد و واپس زده نشود، به سد سوم می‌رسد که از خاصیت مغناطیسی برخوردار است. اینجا، سکه یا ژتون تقلبی راه خود را ادامه می‌دهد و از کانال باریک عبور می‌کند و به یک دوراهی به شکل ۸ می‌رسد. در بالای یکی از این راهها آهنربایی کار گذاشته شده است. وقتی که یک سکه تقلبی فولادی بالای یکی از شاخه‌های دوراهی می‌افتد به ته شاخه‌ای کشیده می‌شود که آهنربا در آن قرار دارد. آهنربا آنقدر قدرت دارد که سکه را به طرف خود بکشد ولی نمی‌تواند آن را نگاه دارد و به این ترتیب سکه تقلبی می‌افتد و همان راهی را می‌پیماید که آهنربا آن را بالا کشیده بود و در اثر سقوط به مسیری می‌رود که انتهایش به بیرون رانده شدن از ماشین می‌انجامد. سکه‌های حقیقی از شاخه دیگر دوراهی پایین می‌روند تا جایی که دریچه ویژه باز شود و سیگار یا هر چیز دیگری که بهای آن به صورت سکه به ماشین پرداخت شده به دست خریدار برسد. هنگامی که شما در خانه با آهنربای خود اشیاء گوناگون را آزمایش می‌کردید، دیدید که سکه‌ها جزو اجسام آهنربایی نیستند. و به این دلیل، سکه واقعی بوسیله آهنربای موجود در بالای یکی از شاخه‌های دوراهی جذب نمی‌شود و در آن شاخه بالا کشیده نمی‌شود.

سکه‌های تقلبی شناخته شده و پس زده می‌شوند. اگر یک سکه تقلبی به درون یک ماشین فروش انداخته شود، ماشین بدون دادن جنس، خود سکه را پس از یک گردش در درون ماشین در محل ویژه‌ای که برای این کار ساخته شده می‌اندازد. واپس زدن سکه‌های تقلبی، به شکل‌های گوناگون انجام می‌شود. بعضی از ماشین‌های فروش بیش از یک نوع «واپس زدن» سکه تقلبی دارند. اینک سه نوع از این «واپس‌زن»ها را - دو نوع غیرمغناطیسی و یک نوع مغناطیسی - که امکان دارد در این نوع ماشینها گذاشته شود، تشریح می‌کنیم. هنگامی که یک سکه حقیقی یا سکه‌ای تقلبی در ماشین‌های فروش در محل ویژه قرار گرفت، ابتدا از یک کانال یا لوله باریکی عبور می‌کند. این کانال سوراخی دارد که کمی از سکه مورد نیاز کوچکتر است و سکه از روی آن می‌گذرد، در صورتی که سکه تقلبی با کمی کوچکتر بودن، به درون سوراخ می‌افتد و از قسمت دیگر که ویژه این کار ساخته شده است، بیرون می‌آید. بعد از کانال، فتری وجود دارد که متصل به یک صفحه فلزی است و راه را بسته است. اگر سکه‌ای که می‌افتد تقلبی باشد و وزن آن کمی کمتر از یک سکه معمولی باشد، فتر و در نتیجه صفحه فلزی حرکت نمی‌کند و سکه تقلبی سبک، سبب بالا رفتن صفحه فلزی می‌شود و به درون سوراخ می‌افتد که



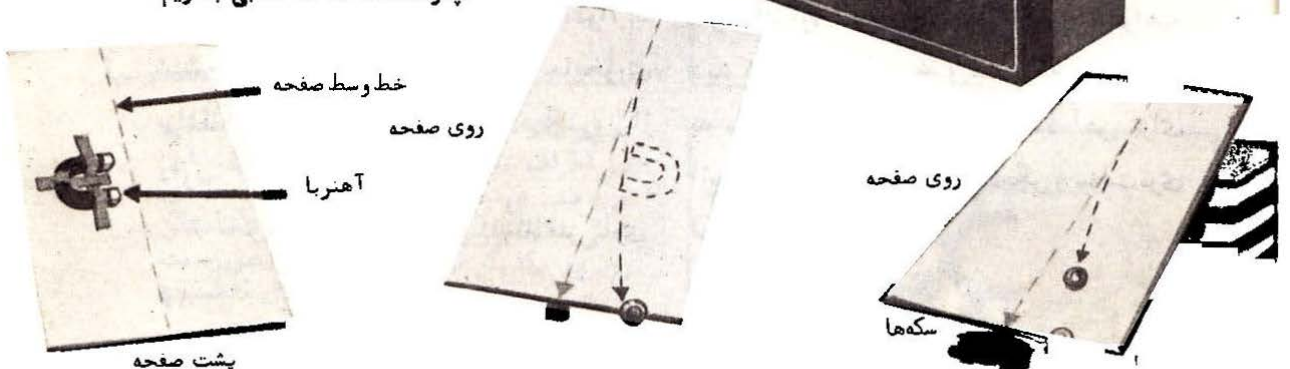
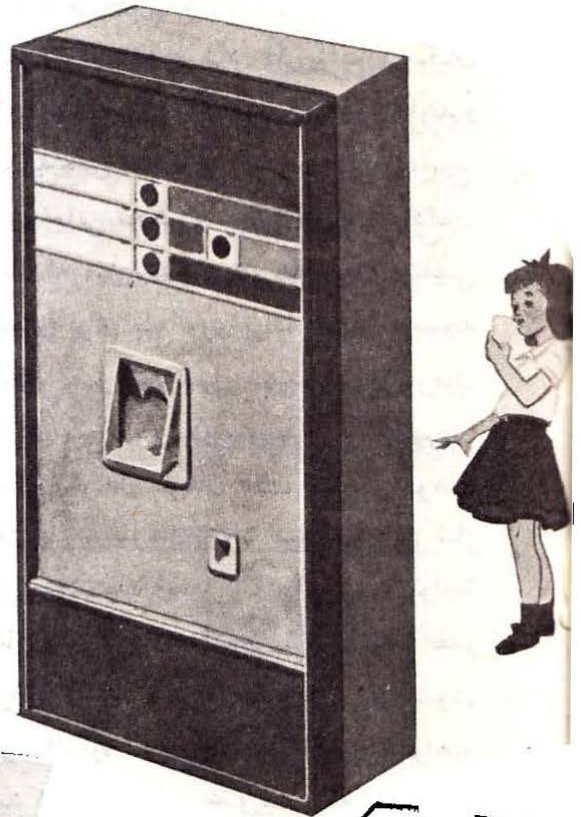
چگونه می‌توانید یک واپس‌زن سکه‌تقلبی بسازید؟ برای ساختن یک واپس‌زن مغناطیسی، به یک آهنربای بسیار قوی، یک صفحه مقوایی ضخیم تقریباً به اندازه صفحه این کتاب، مقداری سکه‌های گوناگون و چند واشر یا حلقه‌های فولادی نیاز دارید. حلقه‌های فولادی را می‌توانید از فروشگاه‌های لوازم فلزی تهیه کنید.

پشت و روی صفحه مقوایی را با رسم یک خط به دو بخش مساوی تقسیم کنید. با

نوار چسب محکم و پهن، آهنربای نعلی خود را طوری روی صفحه مقوایی بچسبانید که درست در فاصله مساوی از پایین و بالای صفحه مقوایی و به فاصله یک سانتیمتر و نیم از خط وسط مقوایی قرار گیرد. چند کتاب بردارید و با قرار دادن آنها زیر یک طرف مقوایی، زاویه‌ای ایجاد کنید. دقت کنید، مانند شکل، آهنربا در قسمت زیر مقوایی قرار گیرد.

سکه‌ها و حلقه‌های فولادی را یکی یکی در ابتدای خط وسط مقوایی قرار دهید تا از روی صفحه بلغزند و به پایین بروند. نتیجه‌ای که حاصل می‌شود، رابطه‌ای مستقیم به قدرت آهنربای شما دارد. اگر آهنربایتان ضعیف باشد، نیروی مغناطیسی آن می‌تواند فقط حلقه‌های فولادی را، با کمی فاصله، در پهلو سکه‌ها روی زمین پایین بیاورد. اگر آهنربای شما قدرت متوسط داشته باشد می‌تواند حلقه‌های فولادی را دور از خط وسط در پایین صفحه مقوایی قرار دهد و اگر آهنربایتان نیرومند و قوی باشد، می‌تواند حلقه‌های فولادی را در فاصله کاملاً مشخصی نگاه دارد. قدرت آهنربای شما هیچ تأثیری در حرکت سکه‌ها و مسیرشان نمی‌کند. به

چگونه دستگاه سکه‌تقلبی بسازیم.



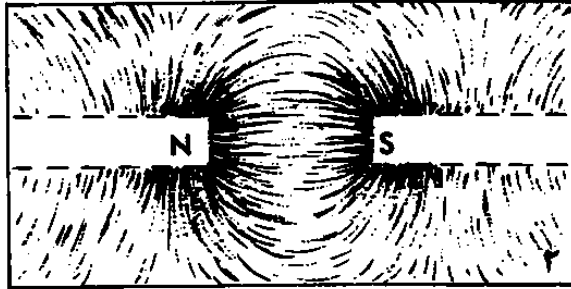
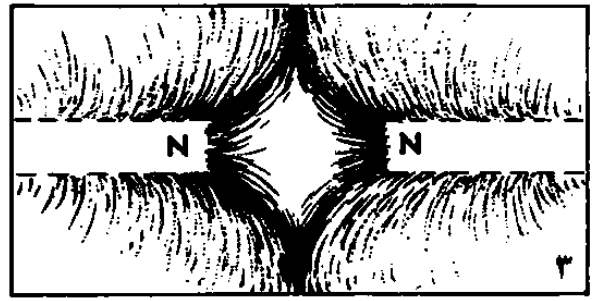
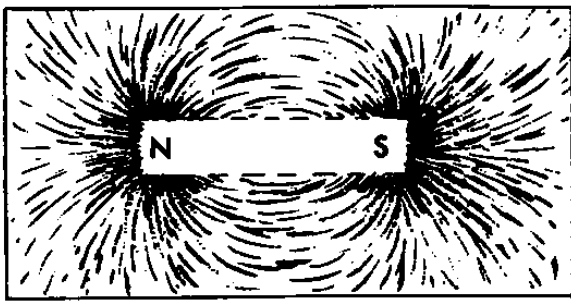
این ترتیب همین دستگاه بسیار ساده شما سکه‌ها را از حلقه‌های فولادی جدا می‌کند و بوسیله دور نگهداشتن حلقه‌ها از سکه‌ها همان کار واپس‌زن ماشینهای فروش را می‌کند و انحراف حلقه‌های فولادی در روی صفحه مقوا همانند رفتن سکه تقلبی به محل بیرون رفتن سکه در ماشین فروش است که در نتیجه آن، سکه‌های تقلبی پس زده می‌شود.

لابد تعجب می‌کنید که چرا دستگاه واپس‌زن، سکه دهشاهی را پس نمی‌زند در حالی که قاعدتاً این سکه باید از نیکل ساخته شده باشد و نیکل، چنانکه قبلاً خواندیم دارای خاصیت آهنربایی است. جواب شما این است که سکه‌های دهشاهی از فلزی ساخته شده‌اند که ترکیبی است از سه چهارم مس و یک چهارم نیکل، و این آلیاژ خاصیت آهنربایی بسیار ضعیفی دارد.

**خطوط نیروی مغناطیسی چیست؟** خواندیم که نیروی مغناطیسی یا آهنربایی را نه می‌توان دید، و نه لمس کرد، فقط از اثرات آن است که می‌توان به وجودش پی برد. خوب، حالا کاری با آهنربا انجام دهید تا اثری برجای گذارد؛ به یک آهنربا، یک صفحه کاغذ ضخیم (یا یک صفحه مقوا، یا شیشه نازک) و تقریباً یک قاشق چایخوری براده آهن، یا هر نوع گرد آهن دیگر، نیاز داریم.

اگر شما کسی را که در کارگاه فلز کاری

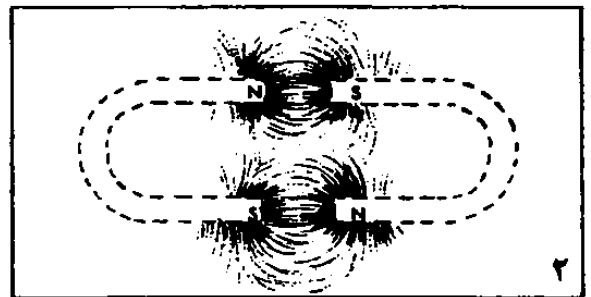
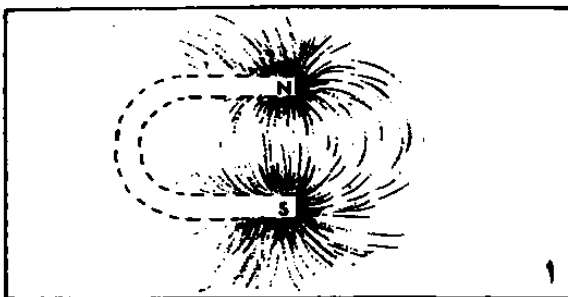
یا کارخانه‌ای کار می‌کند، می‌شناسید، او احتمالاً می‌تواند براده آهن مورد نیازتان را به شما بدهد. شاید هم شخصی را بشناسید که تراشکار باشد و بتواند به آسانی مقداری براده به شما بدهد. اگر مجبور هستید که براده آهن مورد نیاز را خودتان تهیه کنید، ناراحت نباشید، کار آسان ولی کمی خسته کننده‌ای است و به قول معروف کمی حوصله می‌خواهد، یک میخ بزرگ آهنی یا شیعی آهنی دیگری پیدا کنید. مطمئناً هر نجاری با رضا و رغبت به شما دو میخ بزرگ خواهد داد. اگر برایتان امکان دارد میخ را با گیره ماشین محکم نگاه دارید و اگر به چنین دستگاهی دسترسی ندارید، میخ را به جایی محکم و سفت بکوبید. (یادتان باشد که میز ناهارخوری خانه جای مناسبی نیست) برای جمع آوری براده آهن یک صفحه کاغذ زیر میخ قرار دهید. برای سوهان کردن میخ، سوهان متوسطی به کار ببرید. هنگام خریدن سوهان دقت کنید که سوهان آهن باشد، سوهان چوب به درد این کار نمی‌خورد. حالا وسایل آماده است و می‌توانید آغاز به سوهان کشیدن میخ بکنید. آنقدر سوهان بکشید تا براده مورد لزوم تهیه شود. اگر یک اره آهن‌بری داشته باشید، خواهید دید که اره کردن میخ و چند تکه ساختن آن به منظور تهیه مقدار کافی براده آهن برای آزمایش مورد نظرتان، راه دیگر و سخت‌تری است.



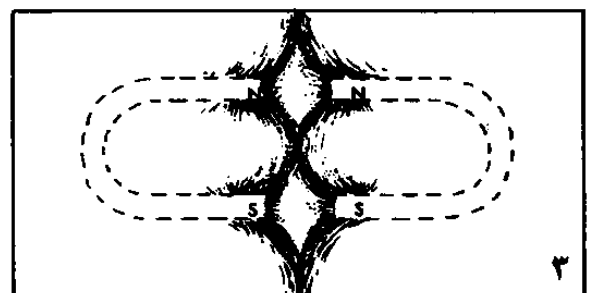
تصویر سمت چپ بالا، خطوط نیروی مغناطیسی را در اطراف یک آهنربای میله‌ای نشان می‌دهد. و تصویر پایین (سمت چپ) خطوط نیرو را در دو آهنربای میله‌ای که با دو قطب غیر همنام در مقابل یکدیگر قرار می‌گیرند، در عکس سمت راست دو آهنربای میله‌ای که دو قطب همنامشان روبروی هم قرار دارند، دیده می‌شوند.

اگر آهنربای میله‌ای به کار برده باشید، ذرات آهن به شکل تصویر بالای صفحه در خواهند آمد و اگر آهنربای شما نعلی شکل باشد، طرز قرار گرفتن ذرات آهن به شکل تصویر زیر صفحه خواهد بود. ذرات آهن به صورت خطوطی موازی از دو قطب آهنربا به اطراف پخش می‌شوند و تجمع براده آهن در قطب شمال و جنوب یعنی قطب N و S به یک اندازه است. دانشمندان می‌گویند

یک آهنربا روی میز قرار دهید و یک صفحه مقوای سفید روی آن بگذارید. براده آهن را کم کم روی آن بپاشید. سعی کنید براده آهن را فقط در قسمتی از مقوا بریزید که آهنربا زیر همان قسمت است. با دست آهسته به روی مقوا بزنید. چندین بار این کار را تکرار کنید. می‌توانید این کار را با کوبیدن یک مداد روی مقوا انجام دهید تا براده به طور یکنواخت روی مقوا پخش شود.



تصویر بالا، تشکیل خطوط نیروی مغناطیسی در اطراف یک آهنربای نعلی شکل را نشان می‌دهد. در تصویر سمت راست دو آهنربای نعلی شکل می‌بینید که قطبهای غیر همنامشان روبروی یکدیگر قرار دارند، و در تصویر سمت راست پایین، دو آهنربای نعلی شکل با قطبهای همنام روبروی هم دیده می‌شوند.



است. آزمایشهای دقیق نشان داده‌اند که قطب هر آهنربا فقط یک دوازدهم طول آن را تشکیل می‌دهد.

میدان عمل آهنربایی چیست؟ لابد می‌پرسید که چرا طرز قرار گرفتن ذرات آهن را در روی صفحه مقوا به خطوط نیروی مغناطیسی نسبت می‌دهیم؟ خیلی ساده است، زیرا وقتی شیئی حرکت می‌کند یا از افتادن باز می‌ماند، و یا شیئی قابل ارتجاعی خم، کشیده، و یا جمع می‌شود، می‌گوییم نیرویی باعث این حالات شده است. می‌دانید که یک آهنربا می‌تواند بدون تماس، با اشیاء آهنربایی، آنها را حرکت دهد، جا به جا کند، و همچنین از افتادنشان جلوگیری نماید و یا آنها را در هوا معلق نگهدارد. حتماً تا به حال دیده‌اید که یک گیره کاغذ چطور از فاصله نسبتاً دور به طرف آهنربا کشیده می‌شود، و بدون اینکه چیزی برای نگهداری آن وجود داشته باشد یا دیده شود همانجا می‌ماند و با بلند کردن آهنربا نمی‌افتد. آهنربا همچنین باعث می‌شود یک فنر آهن - یک شیئی قابل ارتجاع - خم، کشیده، یا جمع شود. از آن جایی که آهنربا درست مثل نیرویی این کارها را انجام می‌دهد، پس خاصیت آهنربایی باید نوعی نیرو باشد. مسافتی که تأثیر خطوط آهنربایی در آن مشاهده شود، و در آزمایشهای شما تا جایی که ذرات آهن روی مقوا به چشم بخورند، میدان عمل آهنربا خوانده می‌شود.

که ذرات آهن روی خطوط نیروی آهنربایی قرار می‌گیرند. کسی نمی‌داند که خطوط نیروی آهنربایی واقعاً چیست. ولی هر کجا آهنربایی باشد، این خطوط هم وجود دارند. این خطوط نامرئی هستند ولی می‌توان به کمک براده آهن آنها را دید و شکلشان را شناخت.

این آزمایش را دوباره انجام دهید. این بار دو آهنربا را روبروی هم طوری قرار دهید که قطب شمال یا N و قطب جنوب یا S آنها در فاصله دو سانتیمتری یکدیگر قرار گیرند. اگر از آهنربای میله‌ای استفاده کرده باشید، خطوط نیروی مغناطیسی به شکلی درخواهند آمد که در شکل دوم بالای صفحه ۱۷ می‌بینید. ولی اگر برای آزمایش خود از آهنربای نعلی شکل استفاده کنید، شکل به دست آمده شبیه تصویر شماره ۲ زیر صفحه ۱۷ خواهد بود.

یک بار دیگر همین آزمایش را انجام دهید و باز از دو آهنربا استفاده کنید، ولی این دفعه قطبهای همنام را روبروی هم قرار دهید، اگر آهنربای میله‌ای به کار برده باشید براده‌های آهن به شکلی درخواهند آمد که در تصویر شماره ۳ بالای صفحه ۱۷ دیده می‌شوند، ولی اگر آهنربای نعلی به کار برده باشید شکل به دست آمده شبیه تصویر سوم زیر صفحه ۱۷ خواهد بود.

به خاطر بسپارید که در هر سه آزمایش تراکم براده در اطراف قطبهای آهنربا بیشتر

آیا نیروی مغناطیسی از اشیا عبور می‌کند؟  
 برای آزمایش این موضوع، به یک آهنربای  
 آلنیکو نیاز داریم، چون انواع دیگر آهنربا  
 قدرت و نیروی کافی ندارند. اگر از یک  
 آهنربای میله‌ای شکل استفاده می‌کنید، از  
 قرار دادن چند کتاب به روی هم، سکویی به  
 ارتفاع بیست و پنج سانتیمتر درست کنید.  
 حالا آهنربا را طوری روی کتابها قرار دهید  
 که یک سر آن، بیرون از کتابها و آزاد قرار  
 گیرد.

اگر از آهنربای نعلی استفاده می‌کنید  
 دو دسته کتاب به ارتفاع سی سانتیمتر درست  
 کنید و آنها را به فاصله بیست و پنج سانتیمتر  
 از همدیگر قرار دهید. سپس یک خطکش سی  
 سانتیمتری یا یک تریکه چوبی را روی کتابها  
 قرار داده، آهنربای خود را با نخ به این  
 خطکش آویزان کنید. در این صورت هر دو

قطب آن به طرف پایین قرار خواهند گرفت.  
 یک قطعه نخ ۳۷ سانتیمتری به یک  
 گیره کاغذ ببندید و به یک تکه چوب، پونزی  
 بزنید. سر آزاد نخ را از سانتیمتر دوازدهم دو  
 بار دور پونز پیچید. با یک دست گیره کاغذ را  
 در فاصله ۶ میلیمتری آهنربا نگهدارید و با  
 دست دیگر نخ را بکشید و دور پونز پیچید تا  
 محکم شود. آنگاه پونز را در چوب فرو کنید  
 تا کاملاً ثابت شود. حالا دستتان را رها کنید.  
 خواهید دید که گیره کاغذ نمی‌افتد و همان  
 جایی که بود معلق در هوا و رو به طرف  
 آهنربا باقی می‌ماند.

آزمایش را ادامه می‌دهیم. با دقت  
 کافی بدون اینکه به گیره کاغذ دست بزنید،  
 این اشیا را به ترتیب در فاصله آهنربا و گیره  
 کاغذ قرار دهید: یک صفحه کاغذ، یک  
 قطعه مقوا، یک تکه آلومینیوم (مثلاً در



این تجربه نشان می‌دهد که نیروی مغناطیسی  
 از اشیا غیر آهنربا عبور می‌کند، در حالی  
 که اشیا آهنربایی نیروی مغناطیسی را جذب  
 می‌کنند و مانع عبور آن می‌شوند.

این اجسام از آهن ساخته شده‌اند که یک ماده مغناطیسی است. نیروی مغناطیس به سهولت توسط اجسام مغناطیسی جذب می‌شود و خطوط نیروی مغناطیسی از آنها عبور نمی‌کند. تصور کنید که آب، آهنربا باشد (نیروی مغناطیس) و دستمالی که به شدت از طرفین کشیده شده و صاف نگهداشته شده جسم غیر مغناطیس. اگر شما مقداری آب روی دستمال بریزید آب از دستمال گذشته و به روی زمین خواهد ریخت، همان طوری که نیروی مغناطیس از اجسام غیر مغناطیس عبور می‌کند. حالا بجای دستمال یک اسفنج ضخیم بردارید؛ وقتی آب روی اسفنج ریخته شود، جذب اسفنج می‌شود و به زمین نمی‌ریزد. درست مثل نیروی مغناطیس که با یک جسم مغناطیسی جذب می‌شود.

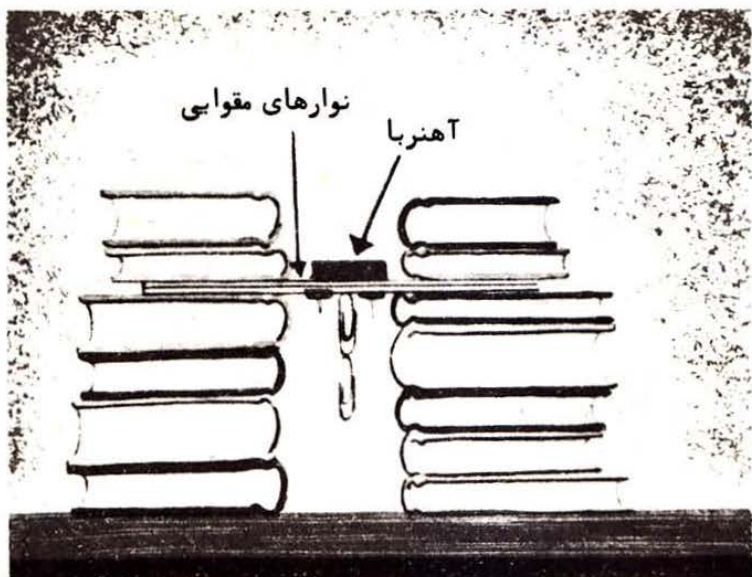
بیاید مطالبی را که در این آزمایش یاد گرفتیم، به طریق دیگر اثبات کنیم. دو نوار مقوایی به عرض پنج سانتیمتر و طول سی سانتیمتر بپسندید. دو دسته کتاب، مثل آزمایشهای پیش، روی هم بچینید و به فاصله هشت سانتیمتری از هم قرار دهید. دو نوار مقوایی را روی هم قرار داده روی دو دسته کتاب بگذارید و با قرار دادن چند کتاب به روی آن، نوار مقوایی را ثابت نگهدارید. حالا آهنربایی به روی نوار مقوایی قرار دهید. اگر یکی دو تا گیره کاغذ یا پونز زیر مقوا نگاه دارید، به مقوا می‌چسبد و آویزان می‌ماند: یعنی آهنربا آنها را نگاه می‌دارد.

یک تکه پلاستیک یا نایلون، یک قطعه شیشه و یک سکه نقره‌ای. اگر شما تمام این چیزها را با دقت میان آهنربا و گیره قرار دهید، می‌بینید که گیره همانطور مثل اول سر جای خود باقی می‌ماند و نمی‌افتد. چون آهنربا آن بالاست و نیروی آهنربایی از تمام این اشیا می‌گذرد و به گیره اثر می‌کند. خیلی خوب، مطمئناً نتیجه این آزمایش را می‌دانید: تمام این اجسام یک صفت مشترک دارند، تمام آنها اجسام غیر آهنربایی هستند.

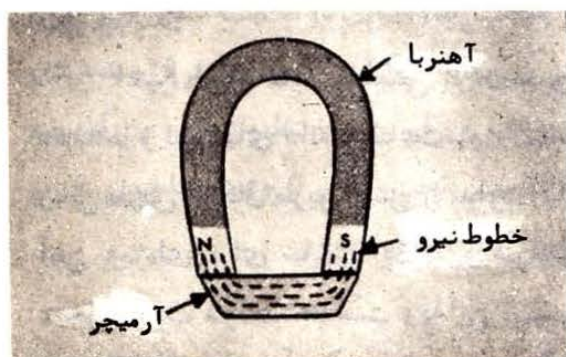
هنوز آزمایش تمام نشده است. این دفعه تیغه یک قلم تراش یا یک چاقو را میان آهنربا و گیره قرار می‌دهیم گیره فوراً می‌افتد. اگر دوباره گیره را با دست بلند کنیم و به سر جای اولش بکشیم باز هم می‌افتد، مگر اینکه تیغه قلم تراش از آنجا کنار رود.

یک قطعه حلبی مثل دریک قوطی کمپوت را بجای تیغه قلم تراش میان آهنربا و گیره قرار دهید، باز گیره می‌افتد. حتی اگر یک میخ در فاصله آهنربا و گیره قرار گیرد باز گیره حالت معلق بودن در هوا را از دست داده و خواهد افتاد.

حالا یک سؤال پیش می‌آید: چرا موقعی که یک تیغه قلم تراش، یک قطعه حلبی، یا یک میخ در فاصله آهنربا و گیره قرار گرفت، گیره افتاد؟ جواب این است که نیروی مغناطیس از این اجسام نمی‌تواند عبور کند. خوب، یک سؤال دیگر: این اجسام چه وجه تشابهی دارند؟ بله درست حدس زدید، تمام



آزمایش دیگری که عبور نیروی مغناطیس را از اجسام غیر آهنربایی نشان می‌دهد.



آرمیچر خطوط نیروی مغناطیسی را جذب می‌کند و به این وسیله از قدرت آهنربا محافظت می‌کند.

ساعت ضد مغناطیس چیست؟ اگر توجه کرده باشید در بیشتر آگهیهای مربوط به ساعتها می‌گویند فلان ساعت ضد مغناطیس است، یعنی قسمتهای حساس ساعت از فلزی ساخته شده که تحت تأثیر نیروی مغناطیس قرار نمی‌گیرد. اشخاصی که با موتورهای قوی برقی یا ماشینهای الکترونیک کار می‌کنند، حتماً باید ساعت ضد مغناطیس به‌مچ دست ببندند

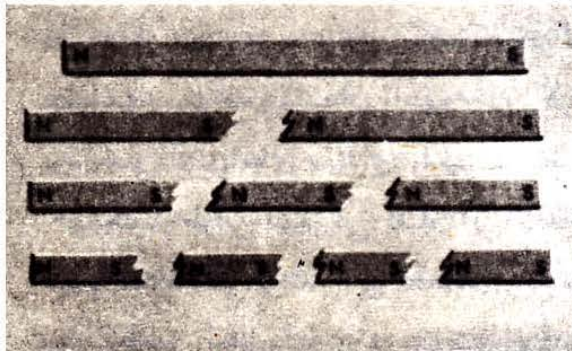
حالا یک تیغه چاقورا در میان دو نوار مقوایی قرار دهید که درست زیر آهنربا قرار گیرد. بله، گیره‌ها می‌افتند. اگر بجای تیغه چاقو از یک قطعه حلبی نیز استفاده کنید، نتیجه آزمایش همان خواهد بود چون نیروی مغناطیس به وسیله تیغه چاقو و حلبی جذب می‌شود.

شاید موقعی که شما آهنربای نعلی شکل خود را خریدید، یک تکه فلز نیز همراهش بود که دوسر آن را بهم وصل کرده بود. حتی آهنرباهای میله‌ای را نیز با قطعات کوچک از طرفین مهار می‌کنند. این قطعات فلز را محافظ می‌گویند. این قطعات از فلزات مغناطیسی بسیار قوی درست شده‌اند و می‌توانند تمام نیروی مغناطیسی را جذب کنند و به این وسیله از قدرت مغناطیسی آن محافظت کنند.



خطوط نیروی مغناطیس به فنر خواهد رسید، و بوسیله قاب ساعت جذب خواهند شد.

کدام به تنهایی یک آهنربای کامل با قطب شمال و قطب جنوب است. اگر شما هر یک از این آهنرباهای نصفه را باز به دو قسمت، و قسمتهای حاصله را، تا جایی که برایتان امکان دارد، به دو نیم کنید، خواهید دید که هر کدام از این آهنرباهای بسیار کوچک دارای قطبهای N و S هستند. از همین رو بود که دانشمند بزرگ آلمانی ویلهلم و بر تقریباً یک قرن پیش، نظریه‌ای ارائه داد که طبق آن، هر اتم یک ماده مغناطیسی، خود، یک آهنربا و دارای قطب شمال و جنوب است.



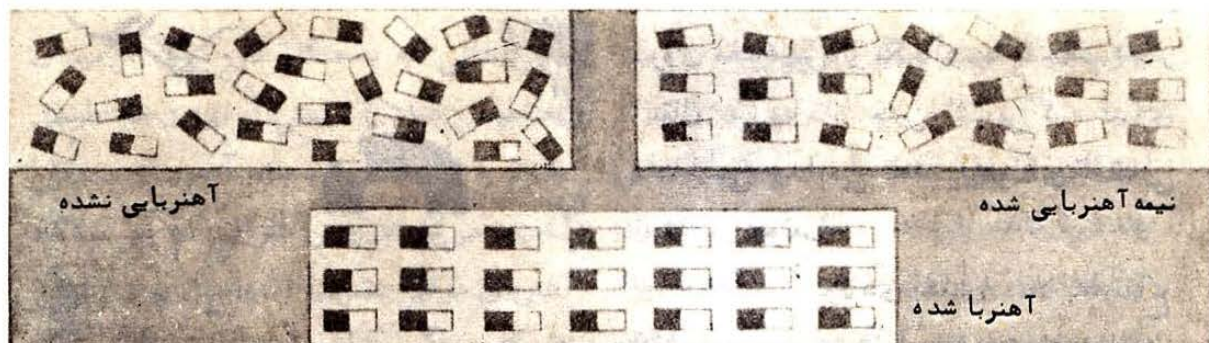
با قطعه قطعه کردن یک آهنربا تعدادی آهنربا به دست می‌آید که هر کدام به تنهایی دارای قطبهای شمال و جنوب است.

چون در اطراف اینگونه موتورها و ماشینها میدان مغناطیس ایجاد می‌شود و نیروی مغناطیس روی عقربه‌های ساعت اثر کرده مانع درست کار کردن ساعت می‌شود، با اینهمه راه بسیار ساده‌ای تعبیه شده است که تا اندازه‌ای این اشکال را رفع می‌کند و آن قرار دادن ساعت درون قابی است که نیروی مغناطیس را به درون راه نمی‌دهد و آن را از عقربه‌های ساعت دور نگاه می‌دارد. ولی این راه حل، چندان قابل استفاده و مطمئن نیست چون برای اینکه قابی بتواند از وارد شدن نیروی مغناطیسی جلوگیری کند باید بزرگ و ضخیم باشد.

اخیراً طریقه ضد مغناطیسی کردن خود عقربه‌ها و قسمتهای داخلی ساعت متداول شده و این طریق اشکال طریق پیش را ندارد. آلیاژ آهن ویژه‌ای برای ساختن عقربه و فنرهای داخل ساعت درست شده است و به این ترتیب می‌توان تمام قسمتهای ساعت را از این فلز درست کرد و در یک چنین ساعتی حتی اگر نیروی آهنربایی از قاب ساعت عبور کند، هیچ اثری بر روی کار ساعت نمی‌گذارد.

کوچکترین آهنربا کدام است؟ اگر یک آهنربای میله‌ای را از وسط ببرید یا بشکنید، نباید انتظار داشته باشید که یک قطعه آن دارای قطب شمال و دیگری قطب جنوب باشد. چنانچه هر کدام از این آهنرباهای نصفه را آزمایش کنید خواهید دید که هر





این تصویر طرز قرار گرفتن اتمها و ذرات جسم را در یک جسم آهنربایی نشده ( به طور نامنظم ) و در یک جسم آهنربا شده ( به طور منظم ) نشان می دهد.

یک جسم مغناطیسی هر چه بیشتر تحت تأثیر نیروی مغناطیس قرار گیرد، واحدهای مغناطیسی آن بیشتر منظم و مرتب می شود، به طوری که قطب شمال همه آنها در یک جهت و قطب جنوبشان در جهت مخالف قرار می گیرند. هنگامی که بیشتر واحدهای آهنربایی یک جسم منظم شدند، می گوئیم، آن جسم تحت تأثیر نیروی مغناطیس قرار گرفته است.

چگونه می توانید یک آهنربا بسازید؟ حالا که می دانیم چه چیزی باعث می شود تا جسمی تحت تأثیر نیروی مغناطیس قرار گیرد، بیا باید ببینیم آیا می توانیم خودمان یک آهنربا بسازیم؟ اول باید راهی پیدا کنیم تا بتوانیم اتمهای بیشتر واحدهای مغناطیسی آن جسم را به صورت مرتبی در بیاوریم.

چندگیره کاغذ و یک آهنربا بردارید. آهنربا را به یکی از گیره ها نزدیک کنید، حتماً به آهنربا خواهد چسبید. حالا گیره دوم را به آن نزدیک کنید، خواهید دید که گیره

شما می دانید که تمام اجسام از ذرات بسیار کوچکی تشکیل شده اند که اتم نامیده می شوند. هر اتم عبارت از یک هسته مرکزی است که در اطراف آن، الکترونهایی که بار الکتریکی دارند، در حال گردشند.

نظریه «ویر» واقعاً درخشان بود، چون با استفاده از آن، فیزیکدانان پی بردند که یک الکترون ضمن گردش به دور هسته، به دور خود نیز می چرخد، و در اثر این چرخش میدان آهنربایی ایجاد می کند. به این ترتیب هر الکترون، کوچکترین آهنربایی است که تا حال شناخته شده.

قدرت مغناطیسی هر جسم، بستگی به چگونگی قرار گرفتن میدان آهنربایی الکترونهای اتم آن دارد. اجسام مغناطیسی دارای گروههایی از اتم هستند که کم و بیش میدانهای مغناطیسیشان در یک خط قرار گرفته اند. این گروههای اتم به نام واحد مغناطیس خوانده می شوند. در یک جسم مغناطیسی که تحت تأثیر نیروی مغناطیسی قرار نگرفته است، این واحدها به طور نامنظم قرار دارند.

نیروی مغناطیس از یک آهنربا به جسم دیگر انتقال می‌یابد. چنین اشیایی که نیروی مغناطیسی پیدا می‌کنند، آهنربای القایی نامیده می‌شوند.

اگر میله فولادی بلندی، مثلا به ارتفاع هفتاد و نه ضخامت  $1/5$  سانتیمتر، داشته باشید، می‌توانید آن را آهنربا کنید. میله را طوری در دست نگاه دارید که در مسیر عقربه قطب‌نما باشد. در این حال، با یک چکش بیست بار محکم - به انتهای آن ضربه بزنید. حالا اگر

یک گیره کاغذ یا جسم کوچک فلزی دیگری به آن نزدیک کنید، خواهید دید که آن را جذب می‌کند. میله فولادی با قرار گرفتن در جهت شمال، در موازات میدان مغناطیسی وسیعتری که عبارت از کره زمین باشد، قرار می‌گیرد. ضربه‌های ما به میله کمک می‌کند تا واحدهای مغناطیسی تکان بخورد و تحت تأثیر نیروی جاذبه زمین منظم و ردیف شوند و قطب شمال اتمهایش در یک جهت و قطب



هر گیره کاغذ یک آهنربای موقت می‌شود. این نوع آهنربا که از انتقال نیروی مغناطیس درست می‌شود، آهنربای القایی نامیده می‌شود.

دوم به گیره اول می‌چسبد. این کار را ادامه دهید و ببینید که از به هم چسبیدن گیره‌ها زنجیری درست می‌شود. هر کدام از گیره‌ها که تشکیل این زنجیر را می‌دهد، به خودی خود یک آهنرباست و گیره بعدی را جذب می‌کند. لابد می‌توانید این را توجیه کنید. بسیار ساده است: با تماس گیره اول با آهنربا، واحدهای مغناطیسی گیره ردیف و مرتب می‌شوند و گیره نیروی آهنربایی پیدا می‌کند و به این ترتیب

با وارد کردن ضربه‌های چکش به یک میله فلزی می‌توانیم اتمهای آن را جابه‌جا کنیم. و واحدهای آهنربای آن را مرتب سازیم.



جنوبشان در جهت دیگر قرار گیرد.

آهنرباهایی که به هنگام دور شدن از میدان مغناطیسی تمام یا قسمتی از نیروی مغناطیسی خود را از دست می دهند، آهنربای موقتی نامیده می شوند. چنین فلزاتی که می توانند آهنربای موقتی بشوند، اتم‌هایشان با قرار گرفتن در یک میدان مغناطیسی، هر چند ضعیف، مرتب شده به صورت خط در می آیند ولی وقتی از میدان مغناطیسی دور شدند، به همان سادگی و آسانی دوباره به هم می ریزند.

یک سوزن بزرگ خیاطی بردارید. چندین بار آن را به یک قطب آهنربا بکشید، عین کاری که با گیره انجام دادید، یعنی به جلو و عقب نبرید، بلکه فقط در یک جهت حرکت دهید و وقتی به انتهای سوزن رسیدید، آن را بلند کنید و از انتهای دیگر به آهنربا بکشید. وقتی این کار را تقریباً بیست بار انجام دادید، آهنربا را کنار بگذارید و سوزن را امتحان کنید، ببینید آیا خاصیت آهنربایی

آهنربای دائمی چیست؟ به کمک آهنربایی چندگیره کاغذ را به هم وصل کنید و زنجیری از آنها بسازید. اولین گیره را از آهنربا جدا کنید، خواهید دید که گیره‌ها از هم جدا شده و می افتند و بلند کردن یک گیره به وسیله گیره دیگری غیر ممکن می شود. دلیلش کاملاً روشن است چون دیگرگیره‌ها نیروی مغناطیسی خود را با جدا شدن از آهنربا از دست داده اند. حال، بیایید سعی کنیم گیره کاغذ را کاملاً آهنربا کنیم. گیره را به یک قطب آهنربا تماس کنید و در عرض آن حرکتش دهید. آن را جلو عقب نبرید بلکه در یک مسیر پیش ببرید. وقتی به انتهای گیره رسیدید، آن را بلند کنید و از انتهای دیگرش این حرکت را تکرار کنید. وقتی بیست بار این کار را انجام دادید گیره را امتحان کنید و ببینید آیا خاصیت آهنربایی پیدا کرده و می تواند گیره دیگری را از زمین بلند کند یا نه؟ مشاهده خواهید کرد که نمی تواند. یعنی گیره کاغذ قادر نیست خاصیت آهنربایی را که از آهنربا گرفته ذخیره کند و در خود نگاهدارد. در این آزمایشها متوجه می شوید که نیروی آهنربایی بسیار ضعیفی در گیره کاغذ باقی می ماند که کم کم از بین می رود. این نیروی مغناطیسی بسیار کم مغناطیس ذخیره نامیده می شود.

پس توجه کردید که خاصیت آهنربایی القا شده در گیره کاغذ کاملاً موقتی است.



برای ساختن یک آهنربای دائم، کافی است سوزن را از یک جهت به یکی از قطبهای آهنربا بکشید. این کار باید چندین بار و به طور مرتب انجام پذیرد.

پیدا کرده است یا نه؟ خواهید دید که نتیجه مثبت است و سوزن می تواند تکه های کوچک فلزی را جذب کرده، از زمین بلند کند و با وجود اینکه از میدان مغناطیسی دور شده، هنوز خاصیت آهنرباییش را حفظ کرده است. یعنی اتمهای مرتب شده آن مدتی به همان صورت باقی می ماند. اگر همین سوزن را کنار بگذارید و فردا دوباره آزمایش را امتحان کنید و حتی اگر یک هفته یا یک ماه بعد نیز بیازمایید خواهید دید که سوزن خاصیت آهنربایی را از دست نداده است. اجسامی که خاصیت آهنربایی را بعد از دور شدن از میدان مغناطیسی نگاه می دارند، آهنربای دائمی خوانده می شوند.

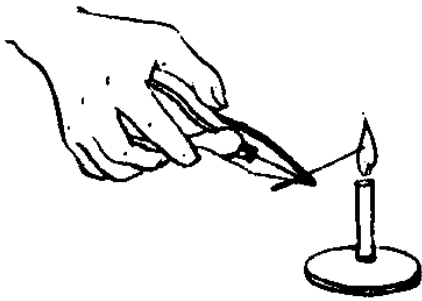
موضوع جالب توجه درباره درست کردن آهنربای موقت یا دائمی این است که از یک آهنربا، هر چند تا آهنربا که بسازند، فرقی به حالش نمی کند و چیزی از نیروی مغناطیسیش را از دست نمی دهد. شما می توانید توسط یک آهنربای کوچک، میلیونها سوزن را آهنربا کنید در حالی که آهنربایتان به قوت اولیه خود باقی است.

آهنربایی دائمی مصارف زیادی دارد. آهنربایی دائمی چنانچه در غلتک انتهایی تسمه حامل سنگ آهن و قطعه سنگها کار گذاشته شود، اجسام فلزی را، به هنگام عبور از روی تسمه به خود می گیرد. در نتیجه سنگهای آهن در یک طرف توده می شوند و سنگهای بی مصرف در طرفی دیگر تکه های

آهن را از زغال جدا می کنند، منتها این بار، آهن بعنوان چیزی زاید از زغال جدا می شود. آهنرباهای دائمی تکه های بی مصرف آهن را از توی آرد، مواد دارویی، و مواد نساجی جدا می کنند. پلیس برای پیدا کردن تفنگ، هفت تیر، و سایر سلاحهایی که مجرمین برای فرار از مجازات به دریا یا رودخانه می اندازند، با بستن یک آهنربای قوی به انتهای یک قطعه طناب بسیار بلند، ته دریا و رودخانه ها را واری می کند. در منازل نیز برای خارج کردن چیزهای کوچک فلزی که به لوله دستشویی یا ظرفشویی افتاده باشند از آهنربایی که به سر یک نخ بسته شود، استفاده می کنند.

چگونه می توان آهنربایی را غیر آهنربا کرد؟ اگر میله ای فولادی داشته باشید که در اثر وارد ساختن ضربه هایی آهنربا شده است، آن را طوری در دست نگهدارید که در مسیر خط مغرب - مشرق قرار گیرد و با دست دیگر ضربه هایی از همه طرف بر آن وارد سازید. سپس امتحان کنید تا ببینید که خاصیت آهنرباییش را هنوز حفظ کرده است یا نه؟ می بینید که نکرده است. شما با ضرباتی که به آن وارد ساختید، باعث شدید که اتمهای آن جا به جا شوند و قطب مثبت و منفی با شمال و جنوبشان همدیگر را خنثی کنند و خاصیت آهنربایی آن از بین برود.

طریقه دیگر از بین بردن خاصیت



حرارت می‌تواند خاصیت آهنربایی را از میان ببرد.

آهنربایی استفاده از حرارت است. سوزن آهنربا شده‌ای را با یک پنس گرفته مدتی روی آتش نگاه دارید تا کاملاً سرخ شود، سپس آن را در مسیر مغرب - مشرق قرار دهید تا خود به خود خنک شود. حالا سوزن را به یک گیره کاغذ که قبلاً می‌توانست آن را جذب کند، نزدیک کنید. خواهید دید که سوزن دیگر نمی‌تواند گیره را جذب کند، یعنی خاصیت آهنربایی را از دست داده است. حرارت باعث شد که اتمهای آن به سرعت حرکت کنند و ترتیبشان به هم بخورد.

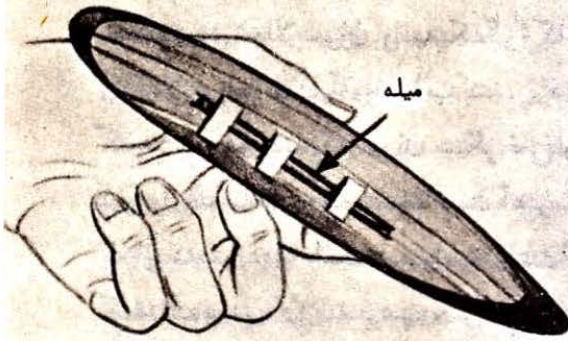
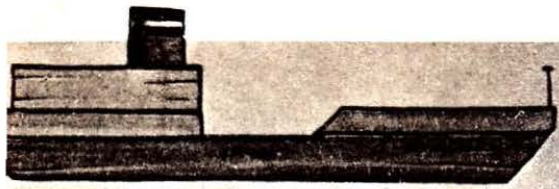
آهنربایی که در معرض حرارت قرار می‌گیرد، در درجه حرارت معینی خاصیت آهنربایی خود را از دست می‌دهد و این درجه را درجه کوری می‌نامند. زیرا که اولین بار دانشمند فرانسوی پی‌یر کوری بود که موفق به کشف این حقیقت شد. هر عنصر آهنربایی درجه کوری ویژه‌ای دارد، مثلاً درجه کوری آهن در حدود ۸۰۰ درجه سانتیگراد و نیکل تقریباً ۳۵۰ درجه است.

وقتی می‌گوییم آهنربایی را به طریقه‌ای از نیروی مغناطیسی عاری کردیم مقصود این نیست که نیروی مغناطیسی آن به طور دائم از بین رفته یا خراب شده است بلکه اتمها و الکترونهای آن جسم نیروی آهنربایی خود را دارند. فقط در اثر عوامل ضربه و حرارت، نظم و ترتیب واحدهای مغناطیسی آن به هم خورده است.

خوب حالا که شما بخوبی می‌دانید

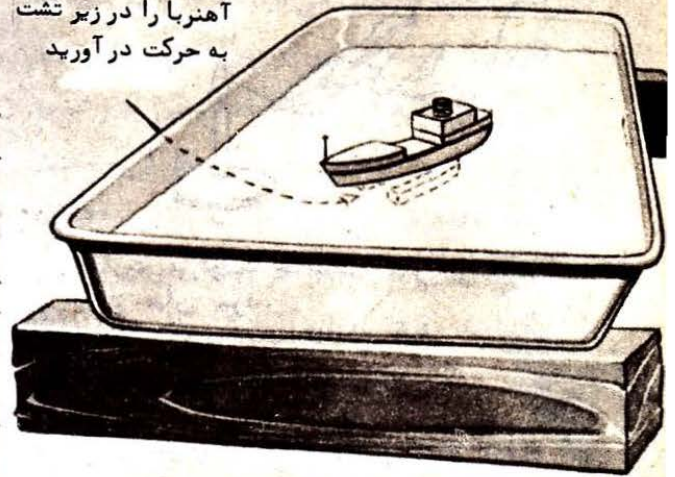
ضربه و حرارت باعث از بین رفتن نیروی مغناطیسی می‌شود، پس سعی کنید در موقع کار با آهنربا، از دستتان به زمین نیفتد یا محکم به جایی نخورد، و یا در معرض حرارت قرار نگیرد.

چطور می‌توانید یک قایق آهنربایی بسازید؟ یک قایق کوچک اسباب بازی مورد نیاز است. اگر دم دست ندارید یک تکه چوب بردارید و وسطش را کمی خالی کنید. یک میخ بزرگ بردارید و سرش را جدا کنید. شیار بی‌اندازه میخ در وسط تکه چوب درست کنید. سعی کنید این شیار بزرگتر یا کوچکتر از میخ نباشد و درست به اندازه آن باشد. ولی اگر قایق اسباب بازی از جنسی است که نمی‌شود در آن شیار درست کرد میخ را به وسیله نوار چسب ضد آب یا ماده دیگری که همین خاصیت را داشته باشد، به قایق محکم کنید. طشت کوچک آلومینیومی یا کاسه بزرگ چینی انتخاب کنید و آن را روی دو



### قایق با موتور آهنربایی

آهنربا را در زیر تشت  
به حرکت در آورید

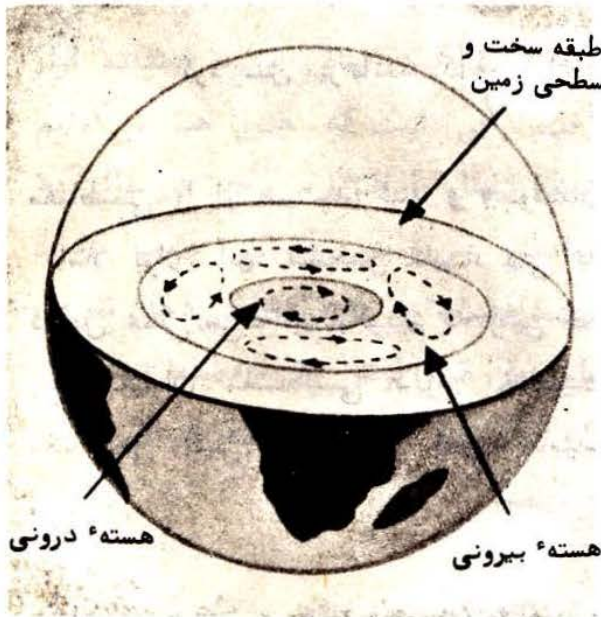


کنید و به هر طرف که مایل باشید، آن را بکشانید.

به جای قایق می‌توانید از یک ماهی اسباب بازی یا ماهی که خودتان از چوب درست کرده‌اید استفاده کنید و با حرکت دادن آهنربا در زیر تشت آن را به هر طرف که دلتان بخواهد، برانید.

قطعه چوب یا دو آجر قرار دهید به طوری که بتوانید دست خود را زیر آن حرکت دهید. این تشت یا کاسه باید به اندازه‌ای بزرگ باشد که قایق شما بتواند روی آن حرکت کند. آن را پر از آب کنید و قایق را روی آب رها کنید. با حرکت دادن یک آهنربا در زیر تشت یا کاسه می‌توانید مسیر قایق را تعیین

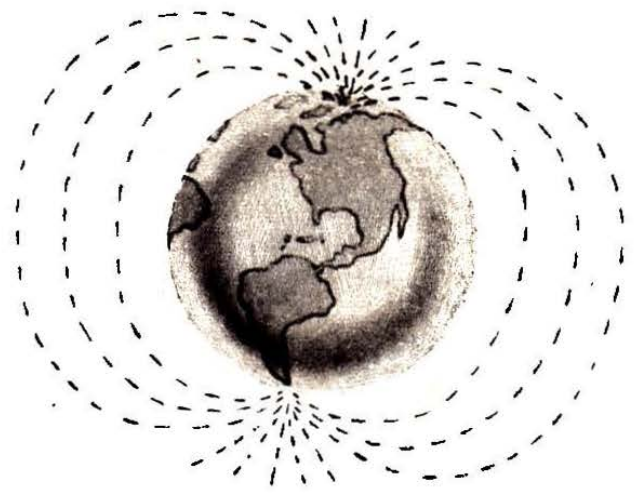
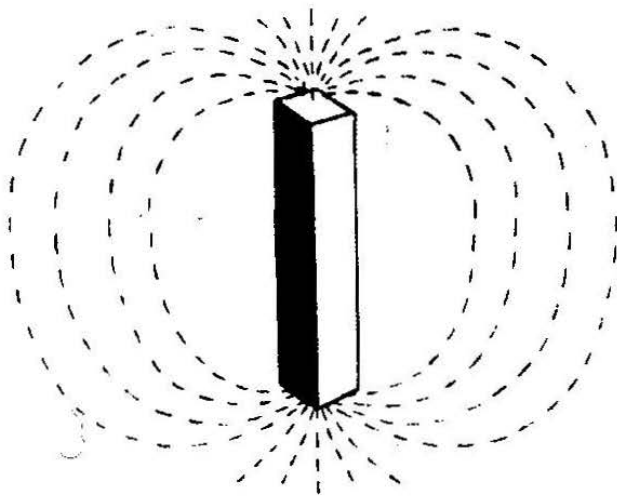
## کره زمین مثل یک آهنرباست



دانشمندان عقیده دارند که منبع اصلی نیروی مغناطیسی کره زمین در لایه مرکزی زمین قرار دارد.

ضعیفتر از میدان مغناطیسی کره زمین است به وسیله یونسفر زمین ایجاد می شود که لایه ای از هوا به قطر ۹۶ تا ۱۶۰ کیلومتر است که کره زمین را احاطه کرده. این طبقه از ذرات بسیار ریزی که دارای بار الکتریکی هستند تشکیل شده است. با حرکت این ذرات به این سو و آن سو، در اثر جریان بسیار شدید تند باد، میدان مغناطیسی به وجود می آید. با اینکه دانشمندان می توانند این دو میدان

نیروی جاذبه زمین چیست؟ کره زمین آهنربای عظیمی است که در اطراف خود میدان مغناطیسی دارد، چنانکه گویی آهنربای میله ای بسیار پر قدرتی در مرکز آن کار گذاشته باشند. البته هیچ آهنربایی در مرکز زمین وجود ندارد. دانشمندان عقیده دارند که منبع اصلی قوه جاذبه زمین در هسته مرکزی زمین است. احتمالاً این هسته مرکزی از مخلوطی از نیکل و آهن درست شده است. آهن و نیکل موجود در قسمت مرکزی زمین، تحت فشار شدید و دارای حرارت زیادی است. به طور کلی زمین از سه قسمت تشکیل شده است: هسته مرکزی که کره ای به قطر ۲۵۷۴ کیلومتر، و احتمالاً به صورت جامد است. قشر میانی به ضخامت ۲۲۵ کیلومتر است و به فاصله ۲۸۹۶ کیلومتری سطح بیرونی زمین قرار دارد. این قسمت زمین به صورت خمیر غلیظی (مذاب) است و حرکتهای موجود در این قسمت یا حرکتهایی که از قسمت مرکزی به این قسمت منتقل می شوند، میدان مغناطیسی کره زمین را به وجود می آورند. میدان مغناطیسی دیگری که بسیار



کره زمین نیز مانند یک آهنربای میله‌ای دارای میدان مغناطیسی است .

توسط آهنرباست. دانشمندان راجع به مغناطیس زمین، بیشتر اطلاع دارند تا جاذبه آن، ولی آنها بین این دو نیروی طبیعی اختلافهایی را تشخیص می‌دهند:

آهنربا فقط می‌تواند اشیایی را که از مواد ویژه‌ای ساخته شده باشند جذب کند در حالی که نیروی جاذبه زمین روی همه نوع مواد اثر می‌گذارد و آنها را جذب می‌کند. هیچ شیئی یافت نمی‌شود که «قطب جاذبه زمینی» نداشته باشد و از هر طرف که رها شود به طرف زمین کشیده نشود. کشش قوه مغناطیسی زمین در مقایسه با نیروی جاذبه آن بسیار ناچیز است. به علت وجود نیروی جاذبه زمین بلند کردن اشیایی که حتی نصف وزن شما را دارد برایتان مشکل است ولی شما می‌توانید یک جسم آهنی را در قطب مغناطیسی کره زمین، بدون اینکه متوجه شوید کشش مغناطیسی به وزن جسم اضافه شده است به راحتی از زمین بلند کنید. یک آهنربای کوچک فولادی دارای میدان

مغناطیسی را از هم جدا کنند و وجودشان کاملاً برای آنها مشخص است، ولی به دلایل عملی می‌توانیم بگوییم که زمین فقط یک میدان مغناطیسی دارد. خاصیت مغناطیسی زمین؛ مغناطیس زمین نامیده می‌شود.

مغناطیس زمین، چه فرقی با جاذبه زمین دارد؟ باید دقت کرد که نیروی مغناطیسی زمین، با قوه جاذبه آن اشتباه نشود. این موضوع اهمیت بسیاری دارد. شما خوب می‌دانید جسمی که به جایی تکیه نداشته باشد چه توپ فوتبال که به هوا پرتاب شود، و چه سفینه‌های فضایی که مدتی به کمک گردش در اطراف کره زمین در هوا شناور می‌مانند، و یا هواپیماها و موشکها بالاخره به سطح زمین فرود می‌آیند. شما وقتی می‌گویید فلان چیز «افتاد» بدین معنی است که جاذبه زمین آن را به طرف خود کشیده است. کار این نیروی جاذبه بسیار شبیه به عمل جذب اشیاء فلزی



مغناطیسی ده برابر بیشتر از میدان مغناطیسی کره زمین است و یک آهنربای آلنیکو ۱۰۰ برابر قویتر از کره زمین است.

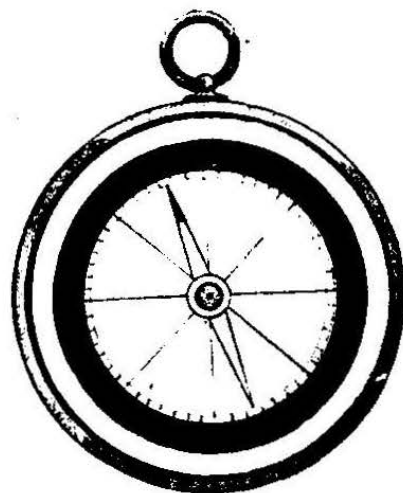
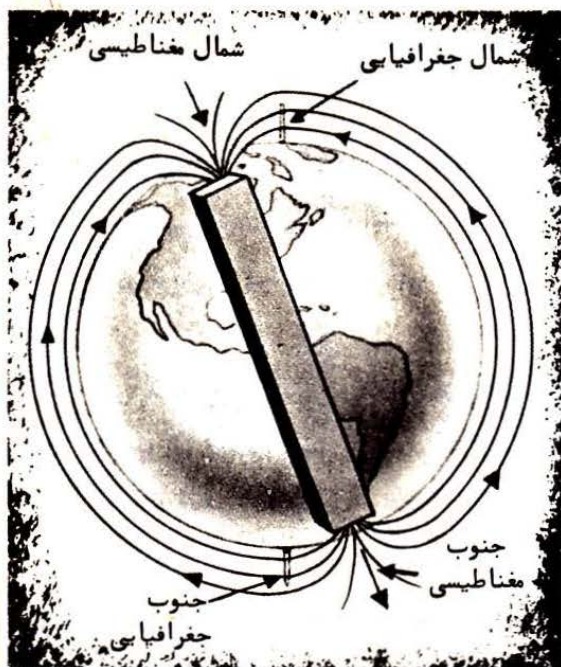
**چرا قطب شمال آهنربا در حقیقت، قطب جنوب آن است؟** پیشتر دیدید که قطب شمال آهنربا قطبی است که همیشه رو به شمال می ایستد. ولی آیا هیچ از خود پرسیده اید که چرا همیشه قطب شمال به طرف شمال می ایستد؟ این را هم می دانید که قطبهای غیر همنام، یکدیگر را جذب می کنند. پس چطور ممکن است که قطب شمال آهنربا به طرف شمال جذب شود؟ ولی خوب این چیزی است که عملاً اتفاق می افتد و همه آن را به چشم می بینیم، همین قطبی که همیشه به طرف شمال می ایستد بوسیله قطب آهنربای بزرگتری (کره زمین) جذب می شود.

پس باید در اصل، قطبی که همیشه رو به شمال می ایستد، حقیقتاً قطب جنوب آهنربا باشد! این مسأله جداً واقعیت دارد، چون ثابت شده است که قطبهای غیر همنام یکدیگر را جذب می کنند. یعنی قطب جنوب آهنربا بوسیله قطب شمال مغناطیسی کره زمین جذب می شود و به عبارت دیگر قطب شمال یا قطبی که رو به شمال می ایستد در حقیقت قطب جنوب است. با اینهمه، قطبی را که رو به شمال می ایستد قطب شمال می نامیم و شما باید در هنگام کار با آهنربا آن قطب را قطب شمال فرض کنید.

**قطبنا چیست؟** عقربه قطبنا از یک آهنربای بسیار ساده است که روی محوری به طور افقی قرار داده شده است تا بتواند به آسانی حرکت کند. در نتیجه قطب شمال مغناطیس زمین روی یک قطب عقربه اثر می کند و آن را رو به شمال نگاه می دارد.

چون قطبنا احتمالاً، اولین بار بوسیله ملاحان نیمکره شمالی مورد استفاده قرار گرفت، این است که هنوز هم می گوئیم قطبنا شمال را نشان می دهد. در حالی که همانطور می توانیم بگوئیم جنوب عقربه قطبنا همیشه جنوب را نشان می دهد. تعریف علمی طرز قرار گرفتن عقربه قطبنا این است که بگوئیم، عقربه در خط شمال-جنوب می ایستد.

**چگونه از قطبنا استفاده می کنند؟** قطبنا پيشاهنگان و جنگل نشینان در ظاهر درست شبیه یک ساعت جیبی است و روی صفحه آن چهار جهت اصلی با علامات N برای شمال، S برای جنوب، E برای مشرق، W برای مغرب تعیین شده است. علاوه بر این چهار حرف که جهات اصلی نامیده می شوند، چهار علامت دیگر نیز دیده می شوند که جهتهای فرعی را نشان می دهند. همیشه چهار علامت جهات فرعی بین علامتهای اصلی قرار می گیرند. NE برای شمال شرقی، SE برای جنوب شرقی، SW برای جنوب غربی، NW برای شمال غربی به کار رفته است. عقربه



قطبنمای پیشاهنگی به شکل یک ساعت است که صفحه آن بجای شماره با جهات جغرافیایی مندرج شده است.

قطب شمال آهنربا در حقیقت قطب جنوب، و قطب جنوب قطب شمال است.

تنه صاف درختی یا هر چیز مسطح دیگری قرار دهید. وقتی عقربه از تکان خوردن و حرکت ایستاد می‌توانید جهت شمال و جنوب را به وضوح ببینید. ممکن است وقتی به صفحه قطبنا نگاه کنید متوجه شوید که نوک عقربه کاملاً روی نقطه شمال یعنی در برابر N نایستاده است. برای درست کردن قطبنا کافی است که جای قطبنا را کمی تغییر دهید، ولی سعی کنید که عقربه آن حرکت نکند. وقتی عقربه درست روبروی نقطه N قرار گرفت، شما می‌توانید مطمئن باشید که چهار جهت اصلی را به درستی تشخیص داده‌اید.

قطبنا را برمی‌دارید و در جهت مغرب به راه می‌افتید، و هر چند وقت یکبار این جهت‌یابی را تکرار می‌کنید تا مطمئن شوید که از جهت صحیح می‌روید. باید دقت کنید که در تمام طول مسیرتان عقربه تغییر جهت نداده

روی پیچی که کمی بالاتر از صفحه قرار دارد، محکم شده است. صفحه و عقربه قطبنا در یک قاب فلزی که روی آن را با شیشه پوشانده‌اند، قرار گرفته تا از گرد و خاک و سایر چیزها در امان بماند.

تصور کنید در جنگلی گم شده‌اید و هوا ابری است و شما خورشید را در آسمان نمی‌بینید که از طرز قرار گرفتن آن در آسمان جهت را بشناسید. می‌دانید که اگر با حدس و گمان راه خانه را پیش بگیرید، احتمالاً بعد از ساعتها راه‌پیمایی و پیاده‌روی دوباره به همان نقطه خواهید رسید. در اینجا است که قطبنا می‌تواند از این سرگردانی نجاتتان دهد.

بگذارید فکر کنیم که شما می‌دانید اگر به سمت مغرب بروید، به جاده یا رودخانه و یا پلی که شما از آنجا خانه خود را بخوبی می‌شناسید، خواهید رسید. در این صورت، قطبنا می‌تواند خود را روی یک سنگ مسطح یا

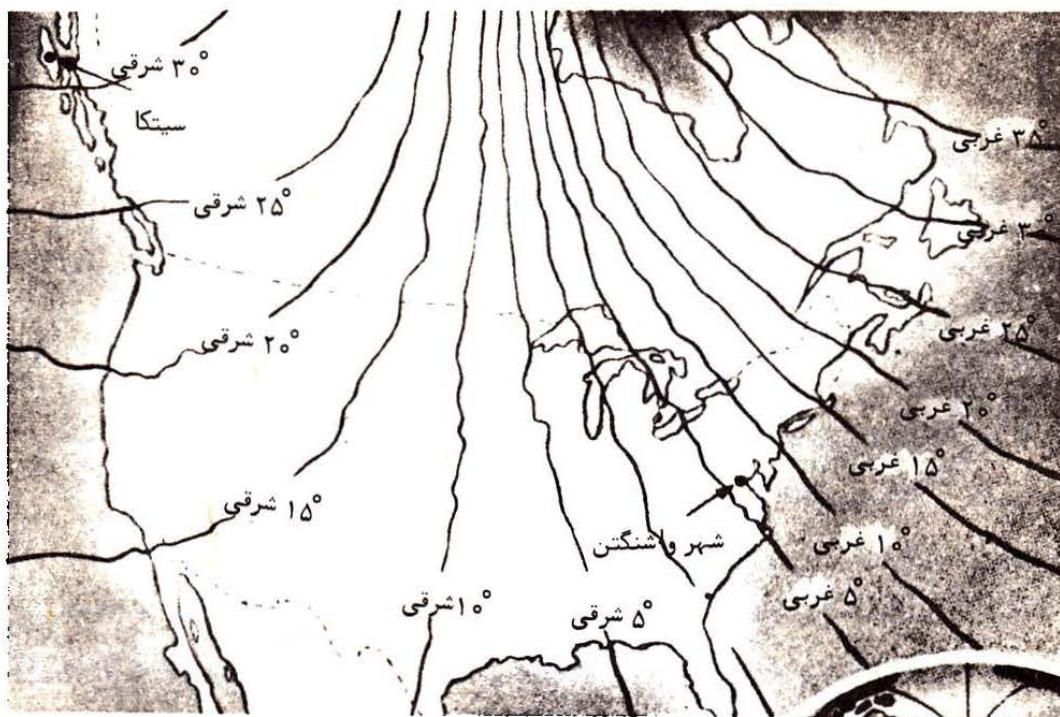
باشد. اگر درست در جهتی که عقربه قطبنا نشان داده است راه‌پیمایی کنید حتماً به‌جاده یا رودخانه یا پلی که می‌شناسید، خواهید رسید.

ملاحان، برای هدایت کشتی، چگونه از قطبنا استفاده می‌کنند؟ قطبنا ملاحان دارای صفحه‌ای است به‌شکل دایره که در روی عقربه آهنربا قرار دارد. در روی این صفحه یا کارت، ۳۲ نقطه تعیین شده است و تمام صفحه به ۳۶۰ درجه مساوی تقسیم شده است. تمام دریانوردان با ۳۲ نقطه آشنایی کامل دارند و طرز قرارگرفتن آنها را بر روی صفحه می‌دانند. این اعداد از نقطه N شروع می‌شوند و به‌ترتیب صفحه ساعت، از سمت چپ نوشته می‌شوند. این کارت طوری روی عقربه نصب شده که قطب شمال آن درست روی نقطه قطبنا قرارگرفته است. یعنی وقتی عقربه قطبنا رو به‌شمال باشد، نقطه N کارت هم شمال را نشان می‌دهد.

در لبه قطبنا کشتی علامتی نصب شده که با قسمت جلو کشتی موازی است. هنگامی که ناخدا سکان کشتی را می‌چرخاند باید متوجه باشد که نقطه N صفحه مدرج کاملاً روبروی این علامت قرارگیرد تا کشتی بتواند روبه‌شمال حرکت کند. اگر ناخدا بخواهد کشتی را مثلاً رو به‌شمال غربی هدایت کند، سکان کشتی را آنقدر می‌چرخاند تا NW درست روبروی علامت جلو قطبنا قرار گیرد.

**انحراف مغناطیسی چیست؟** قطب مغناطیسی نیمکره شمالی زمین درست در قطب شمال واقع نشده بلکه در ۷۶ درجه عرض جغرافیایی و ۱۰۲ درجه طول جغرافیایی قرارگرفته است و این نقطه محلی است در فاصله ۳۲۱۸ کیلو متری شمال داکوتای شمالی و ۱۶۰۹ کیلو متری جنوب قطب شمال. قطب مغناطیسی کره زمین در قطب جنوبی نیز محلی است در ۴۷۰۰ کیلومتری ملبورن استرالیا.

وقتی دریانوردان آغاز به‌استفاده از قطبنا کردند، بزودی متوجه شدند که عقربه قطبنا هرگز کاملاً رو به‌شمال قرار نمی‌گیرد. و اکنون ما بخوبی می‌دانیم که دلیل آن این بوده است که قطب شمال مغناطیسی کره زمین با قطب شمال جغرافیایی یکی نیستند و در یک نقطه قرار ندارند. دریانوردان، بسیارزود راه‌حلی پیدا کردند بدین‌معنی که برای یافتن قطب شمال و راه درست در هر جایی از دریاهاى دنیا که بودند به‌انحراف عقربه قطبنا توجه می‌کردند و با اندازه‌گیری زاویه میان قطب جغرافیایی و قطب مغناطیسی که آن را انحراف مغناطیسی می‌نامیدند راه درست را پیدا کردند. مثلاً در شهر واشنگتن زاویه انحراف مغناطیسی میان شمال واقعی و قطب شمال مغناطیسی ۶ درجه W، یعنی انحراف به‌سوی مغرب است. و در آلاسکا ۳۰ درجه E یعنی انحراف به‌سوی مشرق. بعبارت دیگر، در واشنگتن قطب شمال جغرافیایی از نقطه‌ای که عقربه روی



این نقشه خطوط نیروی مغناطیس  
زمینی را در کشور آمریکا نشان  
می‌دهد.



قطبهای شمال و جنوب مغناطیس و جغرافیایی  
همواره نسبت به هم در نقطه‌های معینی قرار  
نمی‌گیرند.

قطب شمال مغناطیسی کره زمین را تعیین کردند. پنج سال بعد یعنی در سال ۱۹۶۰ یکبار دیگر کار اندازه‌گیری تجدید شد و متوجه شدند که قطب شمال مغناطیسی ۱۱۲ کیلومتر به طرف شمال غربی تغییر محل داده است. صدها میلیون سال پیش، قطب شمال و جنوب مغناطیسی کره زمین، مسافت بسیاری تغییر محل داده‌اند. مثلاً زمانی قطب شمال مغناطیسی، در کشور کره؛ گاهی در

آن می‌ایستد شش درجه انحراف به مغرب دارد.

چگونه می‌فهمیم قطبهای مغناطیسی کره زمین تغییر می‌کند؟ قطبهای مغناطیسی کره زمین پیوسته، در حال تغییرند. این تغییر بسیار ملایم و آهسته است، ولی دانشمندان به آسانی می‌توانند آن را اندازه بگیرند. در سال ۱۹۵۵ دانشمندان با دقت تمام محل

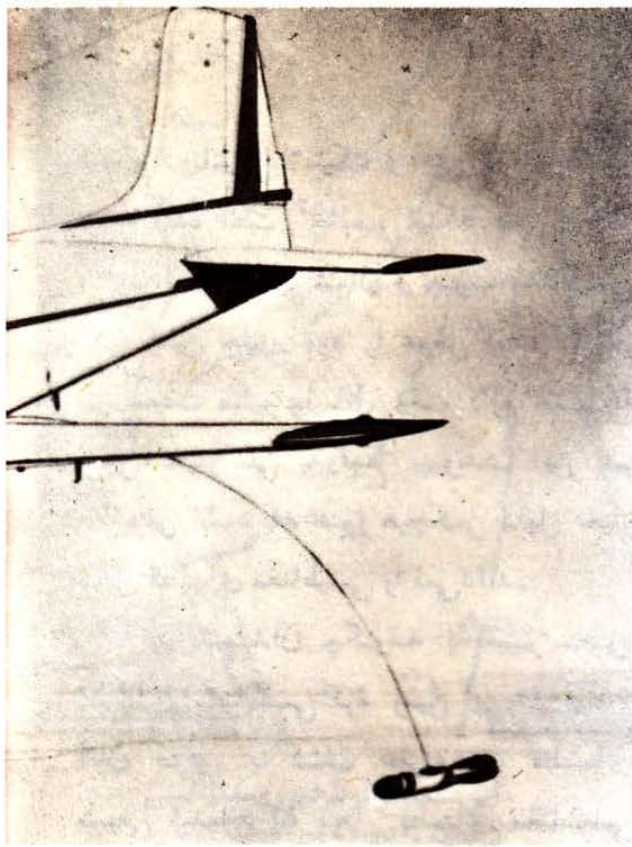
شمال دریای آتلانتیک و حتی در افریقا نیز دیده شده است. جالب اینکه حتی به نظر می‌رسد، که قطب شمال و جنوب مغناطیسی کره زمین جای خود را عوض کرده باشند. در حقیقت میلیونها سال وقت لازم است تا چنین تغییر کلی به وقوع بپیوندد. این هم فراموش نشود که هنوز هیچکس دلیل تغییر محل قطبهای مغناطیسی را نمی‌داند.

دانشمندان چگونه به تغییر محل قطبهای مغناطیسی کره زمین پی می‌برند؟ آنان موفق به کشف عقربه‌های قطبمای طبیعی شده‌اند که محل قطبهای مغناطیسی را در گذشته نشان می‌دهند. این عقربه‌های قطبمایی عبارتند از ذرات سنگهای آهنربایی یا سنگهای جهت‌یاب. این ذرات در مواد مذابی که از دهانه کوههای آتشفشان بیرون می‌ریزد، فراوانند. وقتی سنگها بسیار داغ می‌شوند، ذرات آهنربایی خود را از دست می‌دهند، چون قبلاً خواندیم که حرارت زیاد، خاصیت آهنربایی را از بین می‌برد. ولی وقتی مواد مذاب سرد شدند و ذرات مغناطیسی به درجه حرارت «کوری» (درجه حرارتی که جسم نیروی مغناطیسی خود را در آن درجه از دست می‌دهد یا دوباره به دست می‌آورد) رسیدند، البته پیش از اینکه سخت و تبدیل به سنگ شوند، نیروی مغناطیسی کره زمین آنها را در جهت شمال-جنوب ردیف و مرتب می‌کند و در همین حال، مواد مذاب منجمد شده تبدیل به سنگ

می‌شوند و دیگر ذرات مغناطیسی نمی‌توانند حرکت کنند. ولی میدان مغناطیسی کره زمین به تغییر خود ادامه می‌دهد. میلیونها سال بعد، هنگامی که دانشمندان به آزمایش چنین سنگهایی دست می‌زنند، به هزاران «عقربه قطبما» بر می‌خورند که در هنگام انجماد به طرف قطب شمال و جنوب مغناطیسی کره زمین قرار گرفته‌اند.

بسیاری از سنگها از رسوباتی که بوسیله آب رودخانه‌ها و نهرها به درون دریاها و دریاچه‌ها حمل شده‌اند تشکیل یافته‌اند. در طول میلیونها سال، ذرات رسوبی بوسیله فشار شدیدی که از زمین به آنها وارد شده، به سنگهای رسوبی تبدیل شده‌اند. مقداری از ذرات تشکیل‌دهنده این سنگهای رسوبی ذرات آهنربایی هستند. این ذرات که در هنگام حرکت بوسیله آب آزاد بوده‌اند، تحت تأثیر نیروی مغناطیسی زمین در جهت شمال-جنوب قرار گرفته‌اند در نتیجه هنگامی که لایه‌های رسوبی سفت و تبدیل به سنگهای رسوبی شده‌اند، حاوی مقدار بسیاری عقربه‌های قطبمایی شده‌اند. بوسیله همین قطبماهاست که امروزه دانشمندان می‌توانند بگویند که قطبهای مغناطیسی کره زمین در زمان تشکیل این سنگها، در چه محلی قرار داشته‌اند.

چگونه نیروی مغناطیسی در یافتن معادن و سنگهای فلزی کمک می‌کند؟ میدان



مغناطیس سنجی که بوسیله یک هواپیما  
پدک کشیده می شود، محل سنگهای قیمتی  
زیر زمین را نشان می دهد.

مغناطیسی کره زمین فقط در دو قطب قوی  
نیست، بلکه قدرت آن در نقاط گوناگون کره  
زمین متفاوت است. این تفاوت به دلیل وجود  
اجسام مغناطیسی، مثل: سنگ، آهن، نیکل،  
و کبالت در زمین است. پژوهشگران معدن،  
دریافته بودند که اگر بتوانند نیروی  
مغناطیسی زمین را در سطح زمین اندازه  
بگیرند، از روی شدت و ضعف آن می توانند  
روشن کنند در کدام نقطه، چه نوع معدن  
با ارزشی وجود دارد. ابتدا یافتن شدت و  
ضعف نیروی مغناطیسی زمین بکندی و اشکال  
انجام می شد، چون وسایلی که برای این  
منظور به کار می رفت کامل نبود و لازم بود  
مسافتهای بسیار، حتی از کشوری به کشور  
دیگر حمل شود. ولی امروزه وسیله بسیار  
حساسی که مغناطیس سنج نامیده می شود،  
این کار را بسیار آسان کرده است. این وسیله  
اندازه گیری را در جعبه ای به شکل بمب  
قرار می دهند و به طناب محکم و بسیار بلندی  
بسته در زیر بدنه هواپیما نصب می کنند.  
قسمت حساس این دستگاه که درست به  
اندازه یک سیگار است، زمین شناسان را از  
وجود معدنهایی که در زیر زمین، با فاصله  
۴۵۰ متر از هواپیما قرار دارند. با خبر می کند.

در قسمتهای جنوبی نزدیک قطب جنوب  
باشید، به ویژه در اوایل بهار و پاییز، شبها  
پرده های نورانی و روشنی در آسمان می بینید  
که در شمال، نور شمالی یا (فجر شمالی) و  
در جنوب، نور جنوبی یا (فجر جنوبی) نامیده  
می شوند.

خورشید همواره جریانهایی از ذرات  
بسیار ریز که دارای بار الکتریکی هستند،  
به اطراف می فرستد. این ذرات، هنگامی  
به میدان مغناطیسی زمین برسند، در امتداد  
خطوط نیروی مغناطیسی به طور مارپیچ،  
به طرف سطح زمین، حرکت می کنند.  
بسیاری از این ذرات، با مولکولهای هوا  
ترکیب شده، آنها را به ارتعاش درمی آورند  
و سبب پیدایش نورهای سفید، قرمز، آبی،

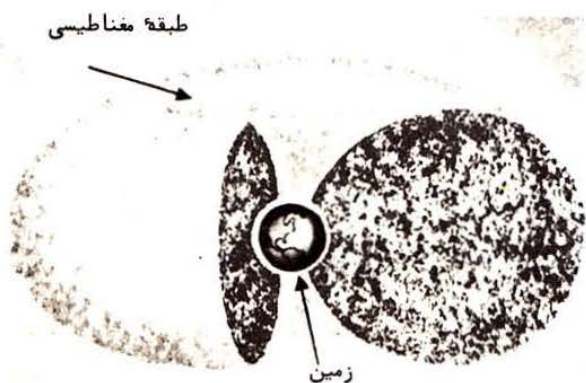
نور شمالی چیست؟ اگر شما در قسمتهای  
شمال ایالات متحده یا کانادا ساکن باشید یا

این ذرات از خورشید جدا می‌شوند و به سوی میدان مغناطیسی زمین کشیده می‌شوند. ابتدا دانشمندان تصور می‌کردند که دو کمربند نورانی زمین را احاطه کرده است. یکی کمربند داخلی کوچک، که فضایی فاقد ذرات رادیو اکتیو است، و دیگری کمربند خارجی بزرگ. ولی بعدها پی بردند که قمرهای مصنوعی اعزامی به فضا در همه جای مسیر خود، با ذرات رادیو اکتیو برخورد نمی‌کنند. هنگامی که قمرهای کاشف توانستند به همه نقاط بروند، دانشمندان متوجه شدند که فقط یک دسته بسیار بزرگ از ذرات رادیو اکتیو به صورت کمربند وجود دارد که در نزدیکی زمین فشرده‌تر است و هرچه بالاتر برویم، تعدادش کمتر می‌شود و در ارتفاع ۸۰,۰۰۰ کیلومتری تمام می‌شود. این نوار یا کمربند طبقه مغناطیسی نامیده می‌شود. وجود ذرات رادیو-



و سبز می‌شوند که نورهای شکوهمند قطبی را پدید می‌آورند. این نور فقط در اطراف، قطب مغناطیسی شمال و جنوب زمین که میدان مغناطیسی بسیار قوی دارند، دیده می‌شوند.

**طبقه مغناطیسی وان آلن چیست؟** اندکی پس از آنکه امریکا شروع به پرتاب ماه مصنوعی کرد، دانشمندان متوجه شدند که کره زمین با طبقه‌ای به ضخامت بیش از ۸۰,۰۰۰ کیلومتر احاطه شده که کاملاً رادیو اکتیو است و از اتمهایی تشکیل یافته که دارای بار الکتریسته هستند. هنوز سرچشمه این ذرات رادیو اکتیو، که تعدادشان بیش از صدها میلیارد است معلوم نیست، ولی مسلم است که مقدار بسیاری از



لایه مغناطیسی تابشی (حاصل از تابیدن آفتاب) وان آلن.

اکتیو برای اولین بار بوسیله دانشمند امریکایی، «جیمزوان آلن» کشف شد، و این طبقه مغناطیسی به نام او خوانده شد.

ضخامت کمربند مغناطیسی وان آلن در بالای خط استوا، که ضعیفترین میدان مغناطیسی را دارد، بیشتر است. و در نزدیکی قطبهای مغناطیسی شمال و جنوب کره زمین، که قویترین میدان مغناطیسی را دارند، کمتر است. علت این وضع آن است که ذرات دارای بار الکتریکی، خود میدان مغناطیسی دارند و وقتی به خورشید می‌رسند و می‌خواهند به میدان مغناطیسی کره زمین وارد شوند، مغناطیسیشان تحت تأثیر قطبهای مغناطیسی قرار می‌گیرد. و چون بیشتر این ذرات در حال چرخیدن هستند به‌طور متناوب جذب و دفع می‌شوند، از این رو مرتباً در طول خطوط نیروی مغناطیسی زمین عقب و جلو می‌روند.

(سرعت چرخش بعضی از این ذرات به اندازه‌ای است که می‌توانند خطوط نیروی مغناطیسی را شکسته به اتمسفر زمین یا حتی به سطح زمین برسند). ذراتی که به موازات قطب مغناطیسی شمال و جنوب، به کره زمین نزدیک می‌شوند، بی‌آنکه نیازی به شکستن خطوط نیروی مغناطیسی داشته باشند، خود به خود، بوسیله قطبها جذب شده وارد اتمسفر زمین می‌شوند. به همین دلیل است که کمربند وان آلن در نزدیکی قطبها نازکتر است.

دانشمندان فضایی مجبورند راهی پیدا کنند که سفینه‌های فضایی و قمرهای مصنوعی را از ذرات رادیواکتیو طبقه وان آلن نجات دهند، زیرا همین ذرات بسیار کوچک بزرگترین دشمن جان فضا نوردانند.



توانید از فروشگاه‌های لوازم الکتریکی کلید برق ارزان قیمتی بخرید. اما ساختن آن به دست خود، خالی از ترفن نیست.

بوسیله استفاده از قیچی مخصوص یا قیچی کهنه‌ای که در منزل برای اینگونه کارها وجود دارد، یک قوطی کنسرو را ببرید و نواری به طول  $7/5$  سانتیمتر و عرض  $1/2$  سانتیمتر ببرید. دقت کنید کناره‌های تیز قوطی دست‌هایتان را نبرد. یک تکه چوب به اندازه تقریباً یک کتاب کوچک لازم دارید. پوشش دوسر یک قطعه سیم  $15$  سانتیمتری را ببرید و دریاورید. یک سر سیم را به دور یک میخ، در نزدیکی سر میخ، پیچید. این میخ را برای کوبیدن نوار حلبی به روی چوب به کار ببرید. دقت کنید که میخ تا ته چوب فرو رفته باشد. به این وسیله سیم پیچیده شده به دور میخ، با فشار، به نوار حلبی می‌چسبند. حالا نوار حلبی را، مطابق شکل صفحه ۴۳، با دو زاویه خم کنید.

روی چوب، که در زیر قرار گرفته، با فاصله یک سانتیمتر به انتهای آزاد نوار حلبی، علامت بگذارید. نوار را بلند کنید و در روی این علامت یک میخ بکوبید به طوری که

چگونه «اورستد» برق‌طیس را کشف کرد؟  
بیش از دوست سال، دانشمندان فکر می‌کردند که میان برق و مغناطیس رابطه‌ای وجود دارد تا آنکه در سال ۱۸۲۰ هانس کریستین اورستد، دانشمند دانمارکی، این ارتباط را ثابت کرد. اورستد، که استاد فیزیک بود، روزی اتفاقاً قطبنمایی را نزدیک سیمی که جریان برق داشت، گذاشت. عقربه قطب‌نما که موازی سیم برق بود، در برابر دیدگان متعجب اورستد، از مسیر شمال-جنوب همیشگی خود منحرف شد و عمود بر آن قرار گرفت. اورستد چندین بار قطب‌نما را بلند کرد و دوباره نزدیک سیم قرار داد و پی برد که عقربه قطب‌نما فقط هنگامی حرکت می‌کند و تغییر مسیر می‌دهد که نیروی برق در سیم جریان دارد. او نتیجه گرفت سیمی که حامل جریان برق باشد در اطراف خود میدان مغناطیسی ایجاد می‌کند.

چگونه می‌توانید آزمایش اورستد را انجام دهید؟ برای انجام این آزمایش و آزمایش‌های دیگری که خواهند آمد، بهترین راه آن است که از یک کلید برق استفاده کنید. می-

نیم سانتیمتر از میخ از چوب بیرون بماند، و نوار حلبی را سر جای اولش بازگردانید. حال اگر با انگشت روی انتهای نوار فشار بیاورید به سر میخی که درست در زیرش قرار دارد، خواهد خورد. اکنون کلید شما حاضر است (دقت کنید که این کلید فقط برای استفاده از باطریهای چراغ قوه است، هرگز آن را به برق منزل یا برقه‌های دیگر، مثل برق اتومبیل نزدیک نکنید وگرنه دچار برق‌گرفتگی می‌شوید و چه بسا که زندگیتان را از دست بدهید.)

برای انجام آزمایش اورستد، علاوه بر این کلید، شما به یک قطب‌نما و یک باطری کوچک و مقداری سیم نیاز دارید. این لوازم را می‌توانید از یک فروشگاه لوازم الکتریکی تهیه کنید. سیمی که «سیم زنگ اخبار» نامیده می‌شود، برای این کار، مناسبتر است.

قطعه سیمی به طول ۶۰ سانتیمتر بردارید، روکش دو سرش را ببرید و در بیاورید. یک سر این سیم را به دور میخی که در زیر نوار حلبی روی چوب کوبیده‌اید، پیچید. سر دیگر سیم را به باطری وصل کنید. سیم دیگری به طول یک متر بردارید و باز پوششش دو سرش را ببرید و بیرون بیاورید. یک سر این سیم را به اتصال دوم باطری ببندید و سر دیگرش را به سیمی وصل کنید که قبلاً با میخ به نوار حلبی وصل شده است.

قطب‌نما را نزدیک کلید قرار دهید. قسمتی از سیم طولانیتر را روی صفحه قطب‌نما

بگذارید. دقت کنید، هنگامی که قطب‌نما را روی زمین می‌گذارید، قطبهای شمال و جنوب آن درست به موازات سیم قرار گیرند. حالا با فشار دادن انتهای نوار حلبی روی میخ، مدار الکتریسیته را ببندید و بگذارید جریان برق از باطری به داخل سیمها بیاید. خوب دقت کنید ببینید چه پیش می‌آید. به قطب‌نما نگاه کنید. بله، عقربه قطب‌نما حرکت می‌کند و عمود بر سیم قرار می‌گیرد. کلید برق را رها کنید، عقربه دوباره می‌چرخد و در جهت معمول خود یعنی شمال-جنوب می‌ایستد. قطع و وصل را چندین بار انجام دهید، متوجه می‌شوید وقتی که در سیمها برق جریان پیدا می‌کند، جهت عقربه قطب‌نما عوض می‌شود. این آزمایش ثابت می‌کند که جریان الکتریسیته در درون سیم ایجاد میدان مغناطیسی می‌کند که دور تا دور سیم را می‌گیرند. (به صفحه ۴۳ نگاه کنید).

دو سیم را از باطری جدا کنید و این بار آنها را برخلاف دفعه پیش به باطری ببندید، به طوری که سیم بلند به نقطه اتصال مرکزی و سیم کوتاه به نقطه دیگر وصل شود. با این عمل شما جهت جریان برق را تغییر داده‌اید. باز مثل دفعه پیش سیم را روی قطب‌نما قرار دهید و کلید را فشار دهید. می‌بینید که این بار عقربه قطب‌نما در جهتی‌گردش می‌کند که درست عکس دفعه پیش است. این آزمایش نشان می‌دهد که تغییر جهت در جریان برق، سبب می‌شود که قطبهای میدان مغناطیسی

ایجاد شده و در اطراف سیم تغییر کنند.

آهنربای برقی (الکترو مغناطیس) چیست؟  
در آزمایشهای پیش دیدیم که سیمهای حامل جریان برق در اطراف خود میدان مغناطیسی ایجاد می کنند. آیا امکان دارد با استفاده از این اصل، انواع دیگری آهنربا ساخت؟ بله، می توان آهنربای برقی ساخت. آهنربای برقی عبارت است از یک سیله فلزی که دور تا دور آن سیم پیچی شده است. وقتی که جریان برق از این سیم عبور کند، نیروی مغناطیسی ایجاد شده در اطراف سیم بوسیله میله فلزی جذب می شود. معمولاً میله ای که در آهنربای الکتریکی به کار می رود، از آهن خالص یا فلز دیگری ساخته می شود که بتواند به آسانی آهنربا شود و همچنین به آسانی خاصیت آهنربایی خود را از دست بدهد. در ابتدای این کتاب، دیدیم که در محوطه ویژه ماشینها و وسایل فرسوده فلزی، چگونه آهنربایی بزرگ، قطعات بزرگ و کوچک فلزی را بلند می کرد. باید دانست که چنین آهنربایی حتماً از نوع آهنربای الکتریکی است. می دانید که اگر آهنربای برقی، به هنگام قطع جریان برق، خاصیت مغناطیسی خود را از دست ندهد، چیزهایی را که بلند کرده است، رها نمی کند مگر اینکه شخصی با زحمت زیاد آنها را جدا کند، البته استفاده از چنین وسیله ای آسان نیست.

چگونه یک آهنربای برقی بسازیم؟ یک سیله فلزی تقریباً هشت سانتیمتری و یک مهره که درست به اندازه سر میله باشد، تهیه کنید. مهره را به یک سر میله پیچانید. سیم تلفن بلندی بردارید و آن را به دور سیله فلزی پیچید. کار پیچیدن سیم باید از سر آزاد سیله شروع و به مهره ختم شود. باید سیم طوری پیچیده شود که هر حلقه سیم چسبیده به حلقه پیشین خود باشد. میله را با دو یا سه لایه سیم پیچ بپوشانید. باید متوجه بود که جهت پیچیدن سیم تغییر نکند. طول سیم باید طوری باشد که بعد از پیچیدن به اندازه سی چهار سانتیمتر زیاد بماند. برای اینکه سیم پیچ از روی میله باز نشود، کافی است که یک بار سیم را از حلقه آخری رد کنید. روکش دو سر سیم را ببرید و بیرون بیاورید. یک سر این سیم را به سیم کلید برو خود وصل کنید و سر دیگرش را به باطری ببندید. حالا یک سیم کوتاه بردارید. یک سر آن را به سر دیگر باطری و سر دیگرش را به میخ کلید برق ببندید. اگر روی میز مقداری گیره کاغذ بریزید و سر میله را به طرف آنها بگیرید و کلید برق را باز کنید، می بینید که میله، آهنربای برقی شده و تمام گیره ها را جذب می کند. حالا کلید را ببندید. تمام گیره ها جدا شده، روی زمین می افتد. (امکان دارد میله ای که شما برای این آزمایش به کار می برید فولادی باشد و در این صورت شما آهنربای دائم به دست می آورید که در

اثر قطع جریان برق نیز قدرت مغناطیسیش را از دست نمی‌دهد) اگر می‌خواهید آهنربای برقی شما قوی باشد و اجسام سنگینتری را بلند کند، کافی است مقدار سیم پیچی روی میله را بیشتر کنید و یا بیش از یک باطری به کار ببرید.

**آهنربا چگونه می‌تواند برق تولید کند؟** حالا که جریان برق در درون سیم می‌تواند میدان مغناطیسی ایجاد کند، آیا ممکن نیست از حرکت یک سیم در یک میدان مغناطیسی، جریان برق تولید کرد؟ دانشمند انگلیسی «میشل فاراده» سالها بر روی این سؤال فکر کرد و آزمایشهای بسیاری روی آن انجام داد. بالاخره در سال ۱۸۲۰ اتفاقاً متوجه شد که با حرکت سریع آهنربای میله‌ای در درون یک سیم پیچ می‌توان برق ایجاد کرد و متوجه شد که چه میله آهنربا در درون سیم پیچ حرکت کند و چه سیم پیچ به دور آهنربا حرکت کند، هر دو این عمل، تولید جریان برق می‌کند.

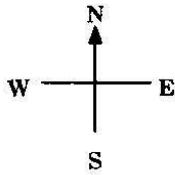
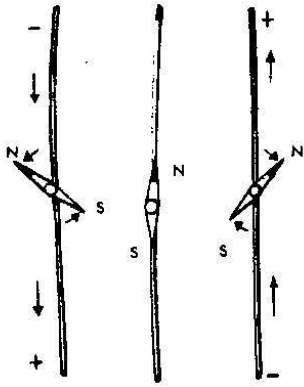
**چگونه می‌توانید آزمایش فاراده را انجام دهید؟** یک سیم تلفن را از چهل سانتیمتری شروع به پیچیدن به دور یک لیوان کاغذی بکنید. باید سیم را بیست بار به دور لیوان پیچید. حالا لیوان را از وسط حلقه‌های سیم بیرون بکشید. اکنون یک سیم پیچ دارید و می‌توانید با مقداری نخ در دوسه نقطه این

سیم پیچ را ببندید و آن را ثابت نگهدارید. سیم دیگری بردارید و دوسه دور به روی قطب‌نما پیچید. یادتان هست که این سیم حتماً باید از روی صفحه قطب‌نما بگذرد. دوسر این سیم را به دوسر سیم پیچ وصل کنید. وقتی جریان برق از سیمها بگذرد، میدان مغناطیسی ایجاد شده عقربه قطب‌نما تغییر جهت می‌دهد. (به صفحه مقابل که تصویر این آزمایش در آن چاپ شده است، نگاه کنید.)

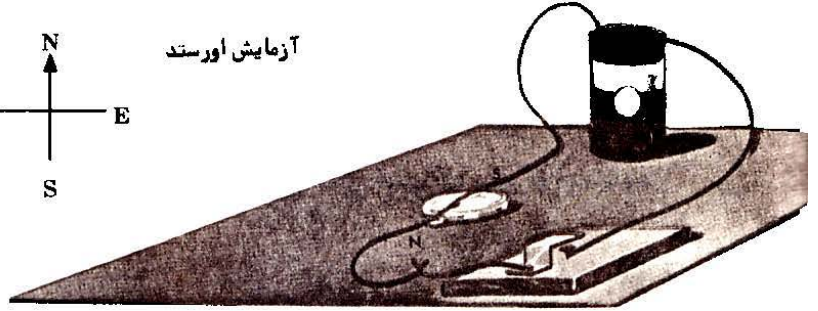
حالا جریان را قطع کنید. دیگر برق در سیمها وجود ندارد. عقربه قطب‌نما به سر جای اول برمی‌گردد. این بار یک آهنربای میله‌ای را از وسط سیم پیچ به حرکت در آورید. عقربه قطب‌نما باز به حرکت در می‌آید. توجه کنید که عقربه به کدام سمت منحرف می‌شود. آهنربا را از درون سیم پیچ بیرون آورید. عقربه درست در جهت عکس حرکت می‌کند و به جای اولش می‌رسد. جهت حرکت عقربه نشان می‌دهد که وقتی آهنربا در جهت عکس حرکت می‌کند، جهت جریان برق نیز برعکس می‌شود. این بار آهنربا را با دست نگهدارید و سیم پیچ را در روی آن حرکت دهید. نتیجه درست مانند هنگامی است که آهنربا را حرکت می‌دادید.

در حال حرکت دادن آهنربا، در درون سیم پیچ، در چند نقطه آهنربا را متوقف کنید. بمحض توقف آهنربا عقربه قطب‌نما هم از حرکت باز می‌ایستد و نشان می‌دهد که جریان برق قطع شده است. پس می‌توانیم

جریان برق از یک سیم، ایجاد میدان مغناطیسی می‌کند.



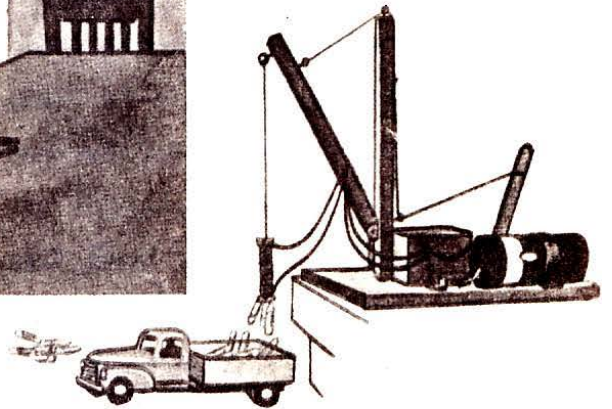
آزمایش اورستد



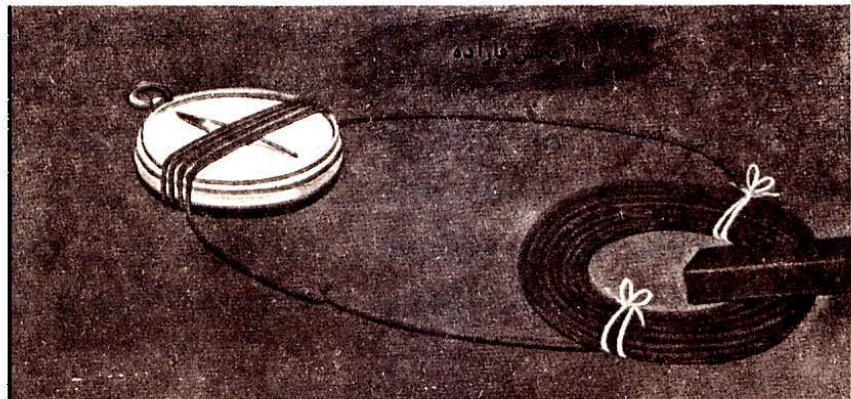
تغییر جریان برق در سیم باعث می‌شود که قطبهای میدان مغناطیسی جا به جا شوند.



بعد از اینکه آهنربای الکتریکی خود را ساختید مطابق شکل می‌توانید از آن به عنوان یک جراثقال کوچک استفاده کرده، چیزهای کوچک را بلند کنید.

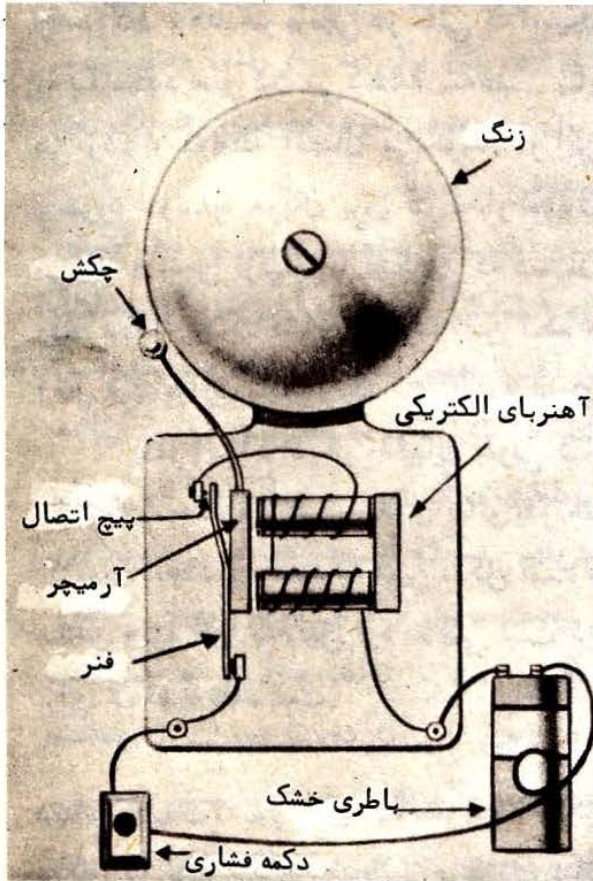


طرز ایجاد جریان برق در یک حلقه سیم، به وسیله حرکت دادن یک آهنربا در داخل حلقه سیم، که پیشتر توضیح داده شده است، دیده می‌شود. وقتی آهنربا از حرکت می‌ایستد، هیچ جریان برقی در سیمها وجود ندارد.



حدس بزنیم که حرکت سیم پیچ یا آهنربا  
ایجاد جریان برق می کند. این حدس کاملاً  
درست است و این آزمایش نشان می دهد  
که برای ایجاد جریان برق به این طریق ما  
به سه چیز نیاز داریم: یک آهنربا، یک هادی  
مثل سیم که جریان برق در آن جریان پیدا  
کند، و حرکت. فقدان هر کدام از این  
سه عامل کافی است که برق تولید نشود.

## مصرف آهنربای برقی

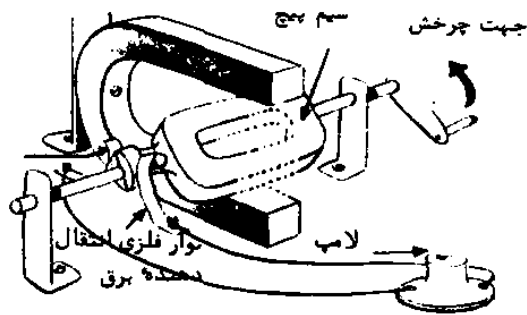


تصویر بالا بخشهای گوناگون یک زنگ اخبار برقی را نشان می‌دهد.

برجستگی سر آن مرتباً دنگ دنگ به کاسه می‌خورد. چگونه این کار انجام می‌گیرد؟ آرمیچر به یک قطعه فنر برنجی متصل است که آن را با نقطه‌ای به نام **پنج اتصال** ارتباط می‌دهد. جریان برق از طریق این نقطه وارد آهنربای برقی می‌شود. بمحض اینکه آهنربای برقی آرمیچر را کشید، فنر برنجی

زنگ اخبار چگونه کار می‌کند؟ یک زنگ اخبار برقی، مثل زنگی که شما با فشار دادن دکمه‌ای در کنار در منزلتان آن را به صدا در می‌آورید، دارای یک آهنربای برقی است. دکمه‌ای که زنگ در اثر فشار آن به صدا در می‌آید، در حقیقت همان کلید برق است. وقتی که دکمه فشار داده می‌شود، مدار باز می‌شود و جریان برق وارد سیم پنج آهنربای برقی زنگ می‌شود و در آن جریان می‌یابد. در اثر جریان برق، نواری فلزی به نام آرمیچر به طرف آهنربا کشیده می‌شود. در انتهای این نواری یک برجستگی هست که به کاسه می‌خورد و صدای زنگ بلند می‌شود.

پس کاملاً طبیعی است که فکر کنید، با فشار دادن دکمه زنگ مدار بسته شود و جریان برق آرمیچر را به طرف آهنربای برقی جذب کند و همانجا نگهدارد و تا دستتان را از روی دکمه برنداشته‌اید، در همان حال باقی بماند. ولی همان‌طور که می‌دانید کار زنگ اخبار چنین نیست. چون تا وقتی که به روی دکمه زنگ فشار می‌آورید صدای متوالی زنگ به گوش می‌رسد، یعنی آرمیچر مرتباً و به سرعت عقب و جلو می‌رود و



دینام، انرژی مکانیکی را به انرژی الکتریکی یا برقی (به کمک یک آهنربای برقی) تبدیل می‌کند.

هادیها که سیمها هستند منتقل می‌شود، سیمها می‌توانند ابزارهای برقی چون: لامپها، اتو برقی، رادیو، و دیگر لوازم برقی را به آنها برسانند.

موتورهای جدید برق، مانند موتوری که برق خانه شما را تأمین می‌کند، ممکن است یک یا چند دینام بسیار عظیم داشته باشد، و هر کدام از دینامها دارای آهنرباهایی به طول بیش از سه متر و آرمیچرهایی به سیم-پیچی چند هزار لایه باشد. این آرمیچرها بوسیله توربینهایی که با قوه بخار یا فشار آب سدها کار می‌کنند، در میدان مغناطیسی به چرخش درمی‌آیند.

در یک موتور برق چگونه از آهنربا استفاده می‌شود؟ خواندیم که قطبهای همنام آهنربا همدیگر را دفع و قطبهای غیر همنام یکدیگر را جذب می‌کنند.

این قانون قطبهای آهنربا، مهمترین

به طرف آهنربا کشیده شده آن را از نقطه اتصال دور می‌کند و باعث قطع جریان برق می‌شود. و در این حال هیچ گونه جریان برقی در مدار وجود ندارد و آهنربای برقی خاصیت آهنربایی خود را از دست داده و دیگر قادر نیست آرمیچر را حرکت دهد. فنر برنجی در حالی که آرمیچر را با خود حرکت می‌دهد، به عقب باز می‌گردد و به نقطه اتصال می‌خورد. از این برخورد دوباره جریان برق در مدار جریان می‌یابد و بدین ترتیب تا هنگامی که دستتان روی دگمه زنگ فشار می‌آورد، این قطع و وصل و به عبارت دیگر زنگ زدن ادامه دارد. کار انواع دیگر زنگهای برقی که صداهای مختلف از قبیل صدای پیانو یا زنگ کاروان ایجاد می‌کنند به همین شکل است و صدای ویژه آنها به دلیل فرم خاصی است که برای آن تهیه شده است.

دینام چیست؟ خواندیم که حرکت یک هادی در یک میدان مغناطیسی، جریان برق ایجاد می‌کند.

در سال ۱۷۳۲ مخترع مشهور فرانسوی «هیپولیت پیکسی» از این اصل بهره جست و اولین موتور برق را اختراع کرد. او اولین موتور ایجاد کننده برق یا دینام را ساخت. و هنگامی که سیم پیچ در میدان مغناطیسی شروع به چرخیدن می‌کند، در سیمهایی که سیم پیچ را درست کرده اند جریان برق ایجاد می‌شود. جریان از طریق اتصالهایی به



اصل موتورهای برق است. هر موتور برق دارای آهنربایی است که در داخل آهنربای بزرگتری در گردش است و قطبهای آنها به طور متناوب، همدیگر را جذب و دفع می کنند.

همان طور که به هنگام مطالعه قطبهای مغناطیسی و قوانین مربوط به آنها انجام می دادید، آهنربایی را آویزان کنید. قطب N یا قطب شمال آهنربای دیگری را به قطب N آهنربای آویزان نزدیک کنید، همانطور که انتظار دارید، آهنربای آویزان از آهنربای دیگر دور می شود. این حرکت به صورت یک گردش نسبتاً دورانی است. وقتی که قطب N آهنربای آویزان  $\frac{1}{4}$  دایره را دور زد، قطب N آهنربایی را که در دست دارید، به قطب جنوب یا S آهنربای آویزان نزدیک کنید. با این عمل قطب جنوب آهنربای آویزان که در حال تاب خوردن است، جذب می شود. یعنی به طرف آهنربایی که در دست شماست نزدیک می شود. وقتی در فاصله کمی از هم قرار گرفتند، آهنربایی را که در دست دارید برگردانید و قطب S آن را به قطب S آهنربای آویزان، نزدیک کنید. اگر این کار را به طور متناوب و سریع انجام دهید، آهنربای آویزان به سرعت به دور خود می چرخد. اساس گاز موتورهای برق به این ترتیب است.

در یک موتور برق حداقل یکی از آهنرباها باید یک آهنربای برقی باشد، زیرا که قطبهای آهنربای برقی با تغییر جهت

جریان برق جابه جا می شوند. آزمایش اورستد را به خاطر بیاورید: وقتی جهت جریان برق در داخل سیم عوض می شد، جای قطب شمال و جنوب آهنربا تغییر می کرد و مثل این بود که آهنربا چرخیده و جای قرار گرفتن دو قطب آن عوض شده است. در یک سیم پیچ هم که برای آهنربای برقی به کار رفته، وقتی جهت جریان برق عوض شود، قطبهای آهنربای برقی نیز عوض می شوند.

آهنربایی که قسمت بیرونی یک موتور برق را تشکیل می دهد، آهنربای ثابت است. این آهنربا بوبین نامیده می شود و ممکن است یک آهنربای برقی یا آهنربای دائمی باشد ولی قطبهای آن هرگز جابه جا نمی شوند. آهنربای دوم که آرمیچر خوانده می شود، بین دو قطب بوبین قرار می گیرد. آرمیچر متصل به قلابی است تا بتواند به راحتی حرکت کند و سیم پیچی دارد که دور تا دور آن را پوشانده است. وقتی جریان برق وارد سیم پیچ می شود، آرمیچر تبدیل به یک آهنربای برقی می شود، قطبهای همنام این آهنربا یکدیگر را دفع می کنند و در نتیجه آرمیچر می چرخد و این بار قطبهای غیر همنام به هم نزدیک می شوند و تصور می رود که باید قطبهای غیر همنام یکدیگر را جذب کنند و آرمیچر از حرکت بازماند.

ولی درست در موقعی که قطبهای غیر همنام روبروی هم قرار می گیرند، صفحه بسیار کوچکی که در روی آرمیچر قرار دارد، جهت



جریان برق را عوض می کند. این صفحه کوچک کموتاتور (تغییر دهنده) نام دارد. عوض شدن جهت برق، قطبهای آرمیچر را عوض می کند و نتیجه باز دو قطب همنام روبه روی هم قرار می گیرند و همدیگر را دفع می کنند. در نتیجه آرمیچر یک دور دیگر می چرخد.

به همان سرعتی که آرمیچر می چرخد، جریان برق تغییر جهت می دهد و تا موقعی که جریان برق به دستگاه برسد، آرمیچر به حرکت و گردش خود ادامه می دهد. یعنی آرمیچرها می توانند بیش از هزار بار در دقیقه گردش کنند.

موتور برق یکی از مهمترین و مفیدترین ماشینهایی است که انسان به ساختن آن موفق شده است. با زدن کلید بلافاصله موتور برق با قدرت و آرامش شروع به کار می کند. به نظر بیاورید که اگر قرار بود دستگاه تخم مرغ زنی یا کولر با نفت یا بخار کار می کرد، چه کار پردردسر و کندی می شد.

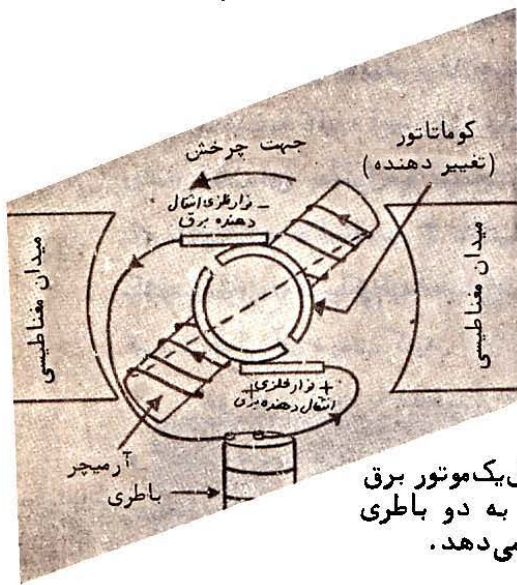
موتور برق حرکت می کنند.

موتور برق در تمام لوازم برقی، مانند: ظرفشویی، رختشویی، یخچال، بادزن، ماشین تحریر برقی، و سایر چیزها مورد استفاده قرار می گیرد. موتورهای برقی پر قدرت در صنعت مورد استفاده بسیاری دارند. در آسانسورها و نقاله هایی که قادر به بلند کردن بارهای بسیار سنگین هستند، به کار می روند. پله های متحرک بوسیله موتور برقی کار می کنند. قطارها، ترامواها، و قطارهای زیرزمینی با

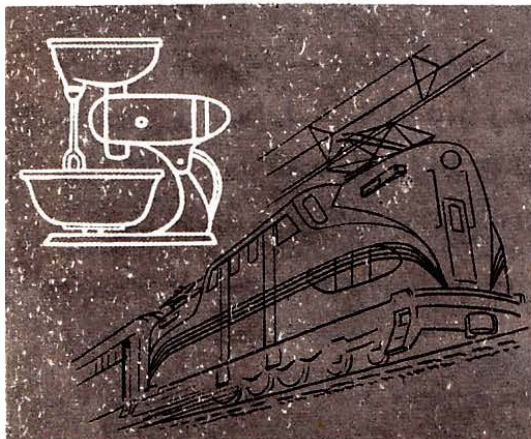
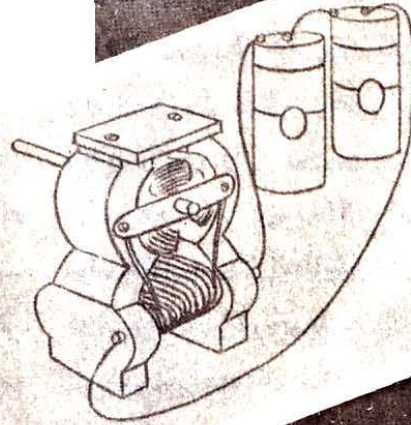
چگونه می توانید یک موتور برق بسازید؟ برای ساختن یک آرمیچر یک مداد تازه که سطح آن گوشه دار نباشد، بردارید و هر دو طرف آن را بتراشید و تیز کنید. یک قرقره چوبی پیدا کنید و در روی دو سر آن (روی قسمتهای دایره ای شکل آن) چهار حفره مربع شکل مانند تصویر، بتراشید. مداد را در سوراخ وسط قرقره قرار دهید.

باموتور اسبازی بی که خریده اید، یا خودتان درست کرده اید، می‌تواند بادبزی کوچک را بچرخاند، درست به همان صورت که برق خانه بادبزنهای بزرگ را به کار می‌اندازد.

در پایین بخشهای گوناگون یک موتور D.C دیده می‌شود.



تصویر بالا اتصال یک موتور برق اسباب بازی، به دو باتری خشک را نشان می‌دهد.



یک تخم مرغ زنی کوچک در آشپزخانه و یک قطار برفی بزرگ هر دو بانبروی برق کار می‌کنند.

سیم پیچی آرمیچر را به طریق زیر انجام دهید: یک رشته سیم نمرة ۲۲ که دارای روکش لاکی است، بردارید. از ۲/۵ سانتیمتری، آن را در طول قرقره پیچید به طوری که در هر گودی قرقره سه ردیف باشد. سعی کنید سیمها چسبیده به هم قرار گیرند. وقتی سیم را به طرف دیگر قرقره می‌برید، باید دقت کنید که جهت پیچیدن سیم در این قسمت درست، در همان جهتی باشد که در طرف دیگر قرقره بود. وقتی پیچیدن سیم

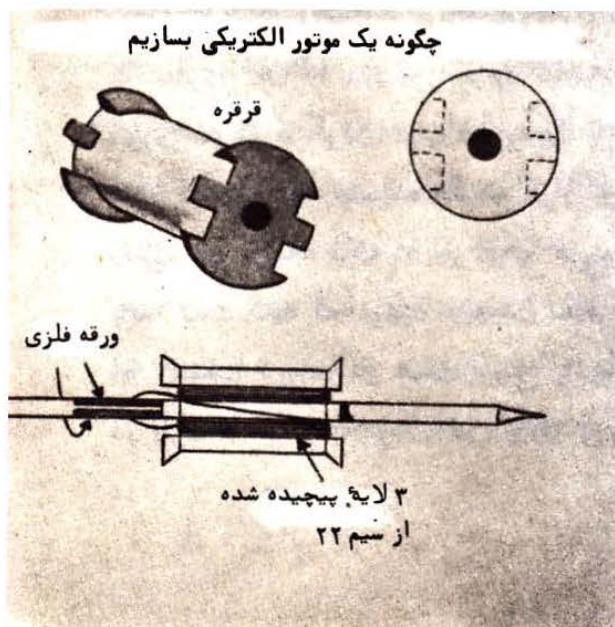
روی پیچها بکنید. باید دقت کنید که واشرها در ابتدا و انتهای پیچ قرار داشته باشند و وقتی شما سیم را روی پیچ می پیچید یکی از آنها به چوب چسبیده و دیگری درست مماس با برجستگی سر پیچ قرار گیرد. سیم را شش ردیف روی هر پیچ بیچید و وقتی پیچیدن تمام شد، با یک گره ساده که عبارت از عبور دادن سر سیم از زیر حلقه آخری است آن را محکم کنید. وقتی پیچیدن سیم به روی پیچ اول تمام شد، تقریباً ۲۵ سانتیمتر از سیم را آزاد بگذارید و از آنجا بیچیدن آن به دور پیچ دوم بپردازید. در اینجا نکته ای است که باید با دقت بسیار مواظب آن باشید: جهت پیچش سیم روی پیچ دوم باید در جهت مخالف پیچش سیم روی پیچ اول باشد. در قسمت پایین چوبی که این پیچ را فرو برده اید، یک گودی ایجاد کنید و انتهای سیم را دوباره به آن بیچید و باز با رد کردن سیم از زیر حلقه آخر، آن را محکم کنید. پیچها و قطعه های

تمام شد، به فاصله دو یا سه سانتیمتر آن را از حلقه سیم جدا کنید. سر سیم را زیر آخرین پیچش سیم پنهان کنید تا سیم پیچ باز نشود. درست در قسمت زیر انتهای آزاد سیم دو نوار باریک فلزی، به عرض یک سانتیمتر بچسبانید. نوار نباید تمام دور مدار را بپوشاند بلکه باید بین دو نوار فاصله ای وجود داشته باشد، پوشش دو سر آزاد سیم را ببرید و دریاورید و هر کدام را به یکی از نوارهای فلزی متصل سازید. برای این کار از نوار چسب استفاده کنید.

تخته ای به طول ۹ سانتیمتر، و عرض ۴ سانتیمتر و به ضخامت ۲ سانتیمتر انتخاب کنید، سوراخ کوچکی به قطر ۷۰ میلیمتر، در قسمت طولی آن درست کنید.

دو عدد پیچ به ضخامت ۷۰ میلیمتر، و طول هفت سانتیمتر مورد نیاز است و همچنین به چهار واشر فلزی که به اندازه قطر پیچها باشد، نیاز دارید. دو عدد واشر را روی یک پیچ بیندازید و پیچ را در سوراخی که روی چوب درست کرده اید، فرو کنید، سپس پیچ را بیچانید تا محکم شود و فقط چهار سانتیمتر آن از تخته بیرون بماند. از این تخته باید دو تا درست کنید و مثل دفعه پیش یک عدد پیچ با دو واشر را در سوراخ چوب دوم قرار دهید.

روی این پیچها را نیز باید سیم پیچی کنید. یک حلقه سیم را باز کنید و تقریباً از ۳ سانتیمتری سر سیم شروع به پیچیدن آن



چوب، آهنربای برقی موتور شما را تشکیل می دهند.

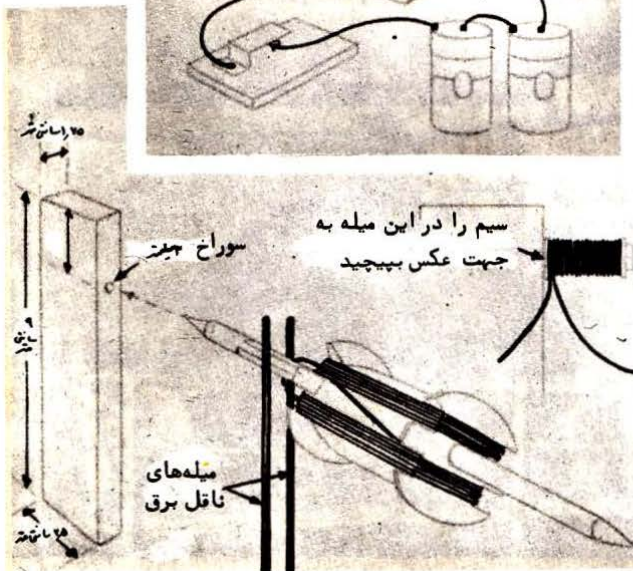
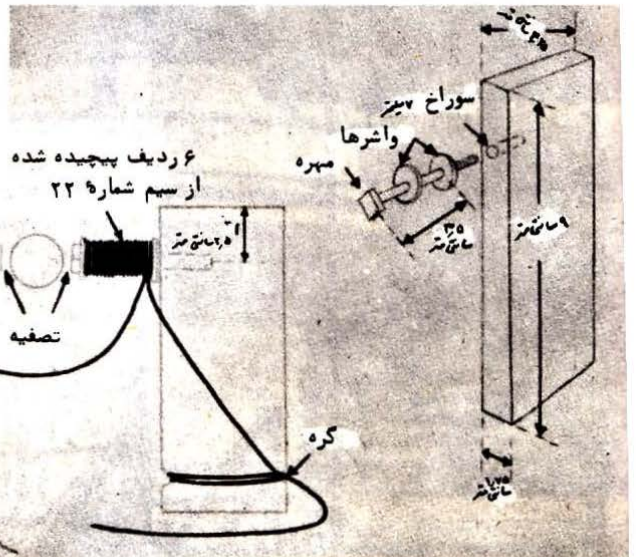
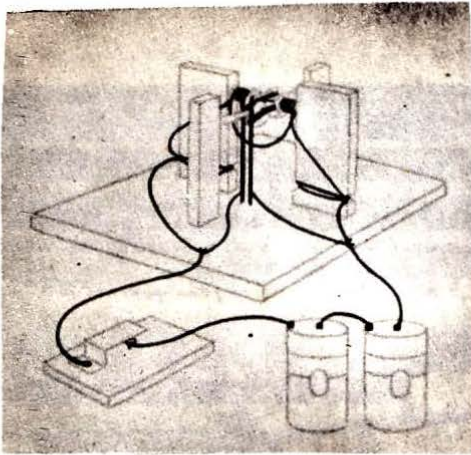
حالا دو قطعه چوب دیگر پیدا کنید. این بار طول آنها ۹ سانتیمتر، عرضشان ۲/۵ سانتیمتر و ضخامتشان همان ۲ سانتیمتر باشد. در این چوبها نیز سوراخهای کوچکی به قطر ۱/۳ سانتیمتر ایجاد کنید. این سوراخها باید در یک سطح قرار گیرند و ارتفاع آنها به اندازه سوراخهایی باشند که شما پیچهای سیم پیچی شده را در آنها قرار داده اید.

یک تخته صاف و بزرگ تهیه کنید و این چهار قطعه تخته را روی آن به شکلی که در تصویر دیده می شود نصب کنید. با پیچهای کوچک مخصوص چوب، می توان این کار را انجام داد. این پیچها از تخته بزرگ رد می شوند و نوکشان در قسمت پایین تخته ها، که به صورت عمودی قرار دارند، فرو می رود. دقت کنید که انتهای دو قطعه چوب بیش از ۳ میلیمتر از آرمیچر فاصله نداشته

باشد. حالا مدادی را که به صورت یک آرمیچر در آورده اید و هر دو سرش تیز است، در آن سوراخ قرار دهید.

از یک رخت آویز سیمی، دو میله ۹ سانتیمتری ببرید و سر آنها را در سوراخهای روی تخته فرو کنید به طوری که نوکشان در بالا کمی تماس با ورقه های فلزی روی مداد پیدا کند.

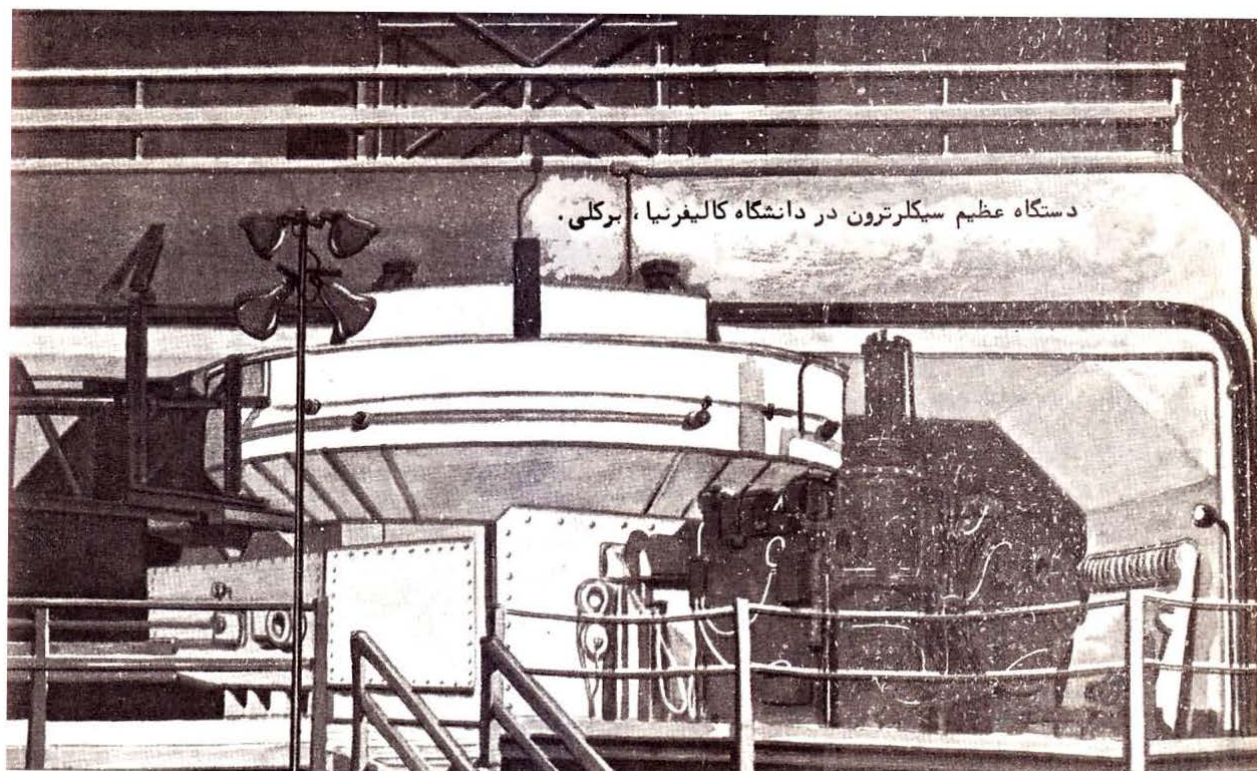
با کمک قطعه سیمهایی میله های فلزی را به انتهای آزاد سیمهای دو قطعه چوب و سپس به کلید برق خود و بالاخره به دویابتری کوچک متصل کنید. اگر تمام کارهای موتور را با دقت و حوصله انجام داده باشید، حالا موتور شما آماده است و با فشار دادن



این دستگاه دارای جعبه فلزی بسیار بزرگی است که در بین دو قطب یک آهنربای برقی بسیار عظیمی قرار گرفته است. هوای داخل جعبه تخلیه می‌شود و خلاء کامل به دست می‌آید. در درون جعبه دو حفره به شکل D یعنی نیم‌دایره، از فلز درست شده است، به این دو حفره نیروی الکتریکی بسیار شدیدی داده می‌شود به طوری که در هر ثانیه میلیون‌ها بار جهت جریان برق عوض می‌شود. ذرات اتم - شاید هم پروتون‌ها - در مراکز این حفره‌ها قرار داده می‌شوند. بار الکتریکی ذرات اتم به میدان مغناطیسی موجود اثر می‌کند و آهنربای برقی بزرگ مرتباً به کار جذب و دفع ذرات اتم می‌پردازد و این کار باعث می‌شود که ذره در داخل حفره‌های D مانند به حرکت در آید. وقتی این ذره از یک حفره به حفره دیگر عبور

کلید برق خواهید دید که آرمیچر (مداد) شروع به چرخیدن خواهد کرد، یعنی موتور ساخت شما کار می‌کند.

آهنربا چه نقشی در تحقیقات اتمی دارد؟ در میان مهمترین و مفیدترین وسایلی که یک دانشمند اتمی در اختیار دارد، ماشینهای عظیمی هستند به نام تسریع کننده ذرات یا اتم شکاف. این ماشینها به کمک آهنربای الکتریکی کار می‌کنند. این ماشینها با استفاده از آهنربای برقی به حرکت ذرات اتم، سرعت بسیاری می‌دهند تا جایی که سرعت حرکت آنها به سرعت نور، ۳۰۰ هزار کیلومتر در ثانیه برسد. ماشین دیگری که با آهنربا کار می‌کند و در شکستن و خرد کردن اتم نقش مهم و بزرگی دارد، سیکلوترون نامیده می‌شود.



می‌کند، بار الکتریکی متغیر، بار الکتریکی حفره‌ها را تغییر می‌دهد. بنابراین، ذره که، با عملی نظیر عملکرد قطبهای آهنربا، در اثر دفع شدن به حرکت درآمده است، وقتی به میدان مغناطیسی قطب مخالف می‌رسد، جذب نمی‌شود. میدان الکتریکی در حال تغییر، ذره را در موقعیتی قرار می‌دهد که همواره دفع می‌شود، در نتیجه سرعت ذره، در مسیری

مارپیچ، تند و تندتر می‌شود تا جایی که به دیواره بیرونی حفره D مانند نفوذ می‌کند. در این هنگام چنین ذره اتمی از درون ماشین سیکلوترون به بیرون پرتاب می‌شود و از برخورد این ذرات با مواد دیگر که بعنوان هدف سر راهشان قرار دارند، دانشمندان می‌توانند تحقیقات جالبی درباره ذرات اتمی و مواد مورد هدف، انجام دهند.

ویک پیچ قرار گرفته است. وقتی که تلگرافچی دگمه کلید فرستنده را فشار می دهد و مدار الکتریکی را می بندد، جریان برقرار می شود و آهنربای الکتریکی یک سر آرمیچر را ناگهان به طرف پایین می کشد. وقتی آرمیچر به میلۀ زیرین برخورد می کند، صدایی به گوش می رسد. بمحض اینکه تلگرافچی دگمه را رها کند، جریان قطع می شود و آهنربای الکتریکی سر آرمیچر را که به طرف خود کشیده بود، رها می کند و فتری که در بالای این قسمت است آرمیچر را به جای اول باز می گرداند. و این کار ایجاد یک ضربه دیگر می کند.

تلگرافچیها زمان فاصله دو ضربه را گوش می دهند و اندازه می گیرند و این اندازهها معانی و مفاهیم ویژه ای برای آنها دارد. مثلا زمان کوتاه ( $1/5$  ثانیه) علامت یک نقطه است و زمان بلند، مثلا N ثانیه، نشانه یک تیره. پیغام بوسیله علائم و تیره ای که از ترکیب نقطه و تیره به دست می آید، و از طریق سیمی که منتهی به یک گیرنده است، فرستاده می شود.

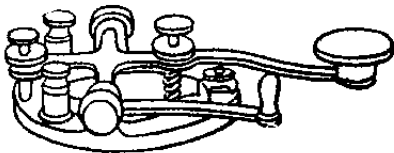
به نظر بیاورید که یک تلگرافچی در قزوین می خواهد پیغامی را به یک تلگرافچی

چگونه آهنربا در تلگراف به کار می رود؟ تلگراف وسیله ای است برای فرستادن پیغام، از راه دور، و از طریق سیم. دستگاه تلگراف شامل یک کلید فرستنده، یک دستگاه گیرنده، و یک منبع برق است.

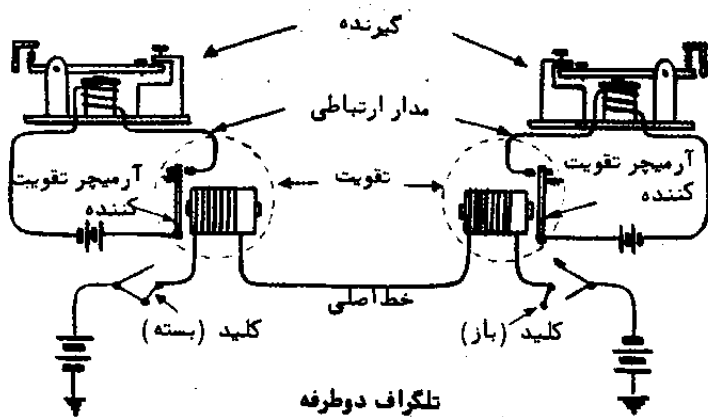
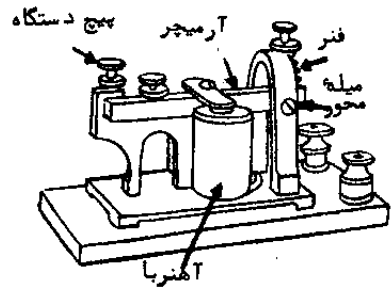
کلید فرستنده، کلیدی است که مدار برق را باز و بسته می کند. مهمترین قسمت کلید فرستنده یک قلاب فلزی است که به یک قطعۀ فلز چرخان متصل شده است. دگمه ای در روی این قلاب تعبیه شده است. وقتی تلگرافچی این دگمه را فشار می دهد، قلاب با یک پیچ فلزی کوچک که در آن موجود است اتصال پیدا می کند و به کمک این اتصال مدار برق بسته می شود. وقتی تلگرافچی انگشت خود را از روی دگمه بر می دارد قلاب بالا می آید و جریان قطع می گردد.

گیرنده دارای یک آهنربای میلۀ ای سبک است که آرمیچر نامیده می شود و در فاصله  $2/5$  سانتیمتری بالای یک آهنربای الکتریکی آویزان است. یک طرف آرمیچر با پیچی محکم شده است و فتری در بالای این قسمت قرار دارد که سر پیچدار آهنربا را به پایین فشار می دهد. سر دیگر آرمیچر میان یک میلۀ فلزی





## تلگراف



تصویر سمت چپ طرز کار یک دستگاه تلگراف دو طرفه را که پیغام می‌رساند و پیغام دریافت می‌کند نشان می‌دهد.

می‌کند و تلگرافی قزوین کلید خط خود را می‌بندد.

تلفن چگونه کار می‌کند؟ در تلفن جریان برق باعث می‌شود آهنربایی برقی صفحه‌ای فلزی را جذب و بدان وسیله ایجاد صدا کند. بیایید ببینیم این کار چگونه انجام می‌گیرد.

می‌دانیم که صدا از حرکت و جابه‌جا شدن سریع چیزی در هوا ایجاد می‌شود، این پس و پیش رفتن و جابه‌جا شدن سریع، ارتعاش نامیده می‌شود. وقتی شیئی ارتعاش پیدا می‌کند، هوا را با تولید امواجی از خود دور می‌سازد. این امواج وقتی به گوش می‌رسند ما صدا را می‌شنویم. برای نمونه، وقتی طبلی به صدا در می‌آید، ارتعاشات ایجاد امواج صوتی می‌کنند که از طریق هوا به گوش می‌رسد،

در کرج مخابره کند. تلگرافی قزوین دکمه کلید فرستنده را فشار می‌دهد. مدار بسته می‌شود و نیروی برق در سیمها جریان پیدا می‌کند و آهنربای برقی در تلگرافخانه کرج شروع به کار می‌کند و گیرنده ضربه‌ای را ضبط می‌کند. شاید تعجب کنید و بگویید چگونه با فشار دکمه کلید فرستنده در قزوین، نیروی برق می‌تواند در سیمها جریان یابد، در حالی که هنوز کلید فرستنده کرج باز است، و فکر می‌کنید با باز بودن کلید کرج مدار بسته نمی‌شود. سؤال بجایی است و جوابش این است که هر کدام از فرستنده‌ها دارای کلیدی به نام کلید خط هستند و تلگرافی کرج انتهای مدار را در قسمت خود با این کلید می‌بندد. وقتی که تلگرافی کرج می‌خواهد به پیغام قزوین جواب دهد کلید خط خود را باز

صدایی نیز که از طریق گوشی تلفن به گوش می‌رسد، در نتیجه ارتعاش تولید شده است.

تلفن از دو قسمت مهم تشکیل شده است. یکی قسمتی که شما جلو دهانتان می‌گیرید، و صحبت می‌کنید، که دهنی یا (دهنده) نامیده می‌شود، دیگری گوشی یا (گیرنده) که صدا را از طریق آن می‌شنویم. معمولاً در تلفن این دو قسمت نزدیک به هم ساخته شده‌اند و شما در حالی که دهنی را جلو دهانتان نگاه داشته‌اید به راحتی از گیرنده گوش می‌کنید.

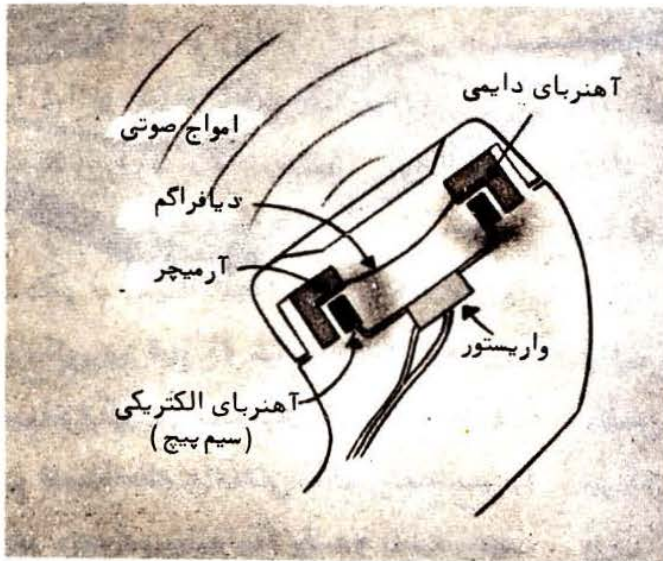
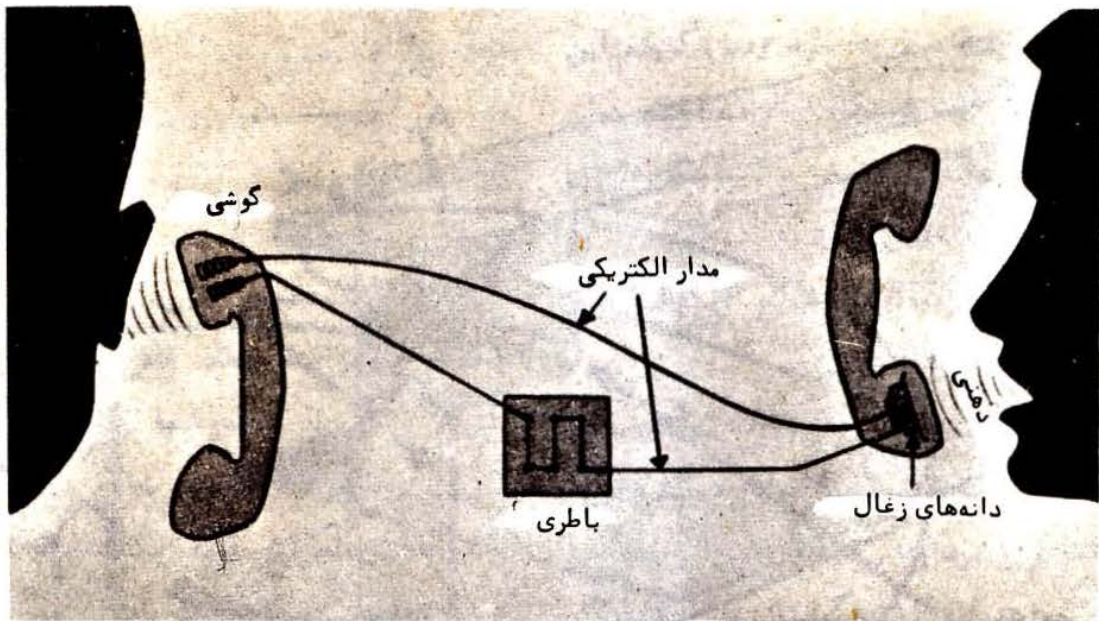
تلفن نیز، مانند تمام وسایل دیگر برقی، باید دارای یک مدار کامل باشد. وقتی شما با تلفن نمره می‌گیرید یک کلید اتوماتیک یا خود کار در مرکز تلفن، مدار کاملی میان تلفن شما و تلفن شخصی یا محلی که می‌خواهید بگیرید، ایجاد می‌کند. مرکز تلفن همچنین برق لازم را برای تلفن تهیه می‌کند، به این دلیل است که وقتی برق منزلتان خاموش می‌شود، تلفنتان کار می‌کند و می‌توانید بوسیله آن خاموشی را به اطلاع شرکت برق برسانید.

دردرون قسمتی که جلو دهان گذاشته می‌شود و برای حرف زدن به کار می‌رود، جعبه مسطح و گردی هست که پر از دانه‌های زغال است. در بالای این جعبه یک صفحه فلزی نازک قرار دارد. وقتی شما حرف می‌زنید این صفحه فلزی به ارتعاش درمی‌آید و حرکت صفحه فلزی فشارهای متناوبی به روی

دانه‌های زغال وارد می‌سازد که در اثر شدت و ضعف حرکت این دانه‌ها فشرده‌تر یا دور از هم قرار می‌گیرند.

دانه‌های زغال قسمتی از مدار الکتریکی هستند و وقتی به هم نزدیک‌تر شوند، جریان برق راحت‌تر می‌تواند از آنها عبور کند، و بر عکس وقتی دور از هم باشند، عبور جریان برق به اشکال برمی‌خورد. به این دلیل، مقدار الکتریسیته‌ای که از دانه‌های زغال عبور می‌کند، لحظه به لحظه تغییر می‌کند.

این جریان برق متغیر از سیم عبور می‌کند و به گیرنده می‌رسد. در قسمت گیرنده گوشی نیز یک آهنربای برقی و یک صفحه فلزی وجود دارد. چون مقدار الکتریسیته‌ای که به آهنربای برقی می‌رسد، متغیر است، قدرت کشش آن نیز متغیر است و گاهی ضعیف و زمانی قوی می‌شود. وقتی نیروی کشش آهنربای فلزی قوی می‌شود صفحه فلزی را کاملاً به طرف خود می‌کشد و صفحه فلزی به آهنربای برقی می‌چسبد و وقتی جریان ضعیف می‌شود، صفحه از آهنربا جدا و از آن دور می‌شود. این جلو و عقب رفتن صفحه باعث می‌شود که هوای مقابل گیرنده نیز به عقب و جلو حرکت کند. ارتعاش صفحه فلزی باعث تولید امواج صوتی می‌شود که به گوش ما، که گوشی در برابر آن قرار گرفته است، می‌رسد. صدایی که در قسمت گیرنده از امواج صوتی ساخته می‌شود، درست همان صدایی است که بوسیله صحبت کننده در طرف دیگر سیم تولید



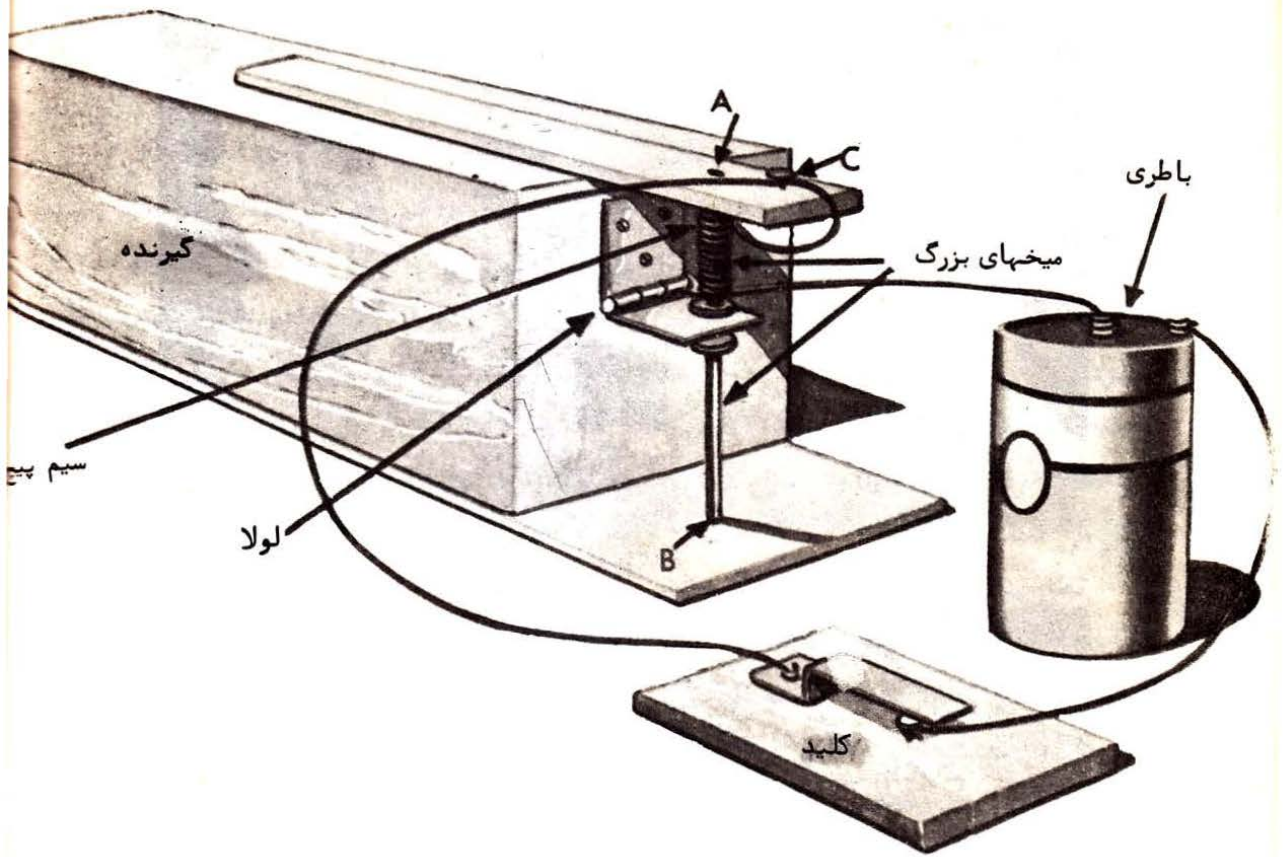
تصویر بالا مدار یک تلفن کوچک را که با باتری کار می‌کند، نشان می‌دهد. روبرو بخش داخلی گوشی تلفن و طرز قرار گرفتن آهنربای الکتریکی و آهنربای دائم و آرمیچر را می‌بینید.

### چگونه می‌توانید یک دستگاه تلگراف

بسازید؟ با استفاده از چوب و میخ‌های کوچک، یک چهارچوب، مطابق تصویر صفحه بعد، درست کنید. قبلا روی تکه چوبهایی که می‌خواهید چهارچوب را با آنها بسازید، دو میخ بزرگ که سر نسبتاً بزرگ دارند، در نقاطی که در عکس بوسیله حروف A و B علامتگذاری شده

شده است.

مطلب مهمی که در باره تلفن باید به خاطر داشت این است که صدا در طول سیم حرکت نمی‌کند بلکه جریان متغیر برق است که بوسیله صدا در قسمت دهنده ایجاد شده در سیم جریان می‌یابد و در قسمت گیرنده دو باره تبدیل به صدا می‌شود.



یک لولای فولادی تهیه کنید و مطمئن باشید که دو صفحه آن به راحتی حرکت می کند. اگر حرکت دو سطح لولا روان نیست یک قطره روغن به قسمت اتصال دو صفحه بزنید، و دو سه بار حرکت دهید تا روان شود. یک سطح لولا را میان دو سر میخ بزرگ قرار دهید و سطح دیگرش را به چهارچوب میخ کنید یا با پیچ وصل کنید. در این صورت باید سطحی از لولا که میخ نشده است به راحتی بتواند حرکت کند. (می توانید کوبیدن لولا را پیش از پیچیدن سیم انجام دهید، که آسانتر است). بدین

است، بکوبید. این دو میخ باید در یک خط مستقیم قرار گیرند، و سرشان فقط نیم سانتیمتر از هم فاصله داشته باشد. یک رشته سیم را بردارید و به دور میخ بالایی دو یا سه ردیف پیچید، حلقه های سیم مثل دفعات پیش باید چسبیده به هم قرار گیرند. میخ کوچکی را هم در نقطه C بکوبید و برای نگهداشتن سیم که مزاحم کارتان نباشد از نوار چسب استفاده کنید. یک سر سیم را به یک باتری وصل کنید. یادتان باشد که در هر نقطه اتصال باید پوشش سیم را بریده و دریاورید، در غیر این صورت اتصال حاصل نمی شود.

ع ---	م --
غ ---	ن --
ف ---	و ---
ق ---	ه .
ك --	ی ..
گ ---	ء (همزه) ....
ل ---	

چگونه می‌توانید یک تلفن ساده درست کنید؟ برای این منظور شما لوازم زیر را لازم دارید: زغال یک باطری خالی شده، زغال یک باطری چراغ قوه، یک جعبه کوچک چوبی یا قوطی سیگار، یک باطری کار نکرده، مقداری سیم، و یک گوشی تلفن یا یک جفت گوشی معمولی. زغالی را که از یک باطری خالی بیرون آورده‌اید، با تیغ یا اره کوچکی ببرید و دو زغال به طول  $2/5$  سانتیمتر جدا کنید. با یک چیز نوک‌تیز، سوراخ کوچکی در یک طرف آنها ایجاد کنید. با یک سنباده دو سر زغالی را که از باطری چراغ قوه در آورده‌اید، تیز کنید، بوسیله سیم دو قطعه زغال بریده شده را مطابق شکل صفحه بعد به جعبه بچسبانید. فاصله آنها باید طوری باشد که زغال باطری چراغ قوه بتواند میان آنها بیايستد. طوری این زغال را بین دو قطعه زغال قرار دهید که نوکهای تیز شده آن در دو سوراخ تکه‌های زغال جای بگیرد. سیم بلندی را به هر یک از تکه‌های زغال ببندید. یکی از سیمها را به باطری و سیم دیگر را به یک اتاق دیگر یا هر محل دیگری که می‌خواهید ببرید و در آنجا سیم را به گوشی

ترتیب گیرنده شما تکمیل می‌شود. دو رشته سیم به کلید وصل کنید، این کلید بمنزله کلید دستگاه تلگراف است. یکی از این سیمها را به میخ بالایی که دارای سیم پیچ است وصل کنید و دیگری را به باطری ببندید. حالا دستگاه تلگراف شما کامل شده است.

کلید را بزنید. مثل آزمایشهای قبلی نوار فلزی را به طرف پایین فشار دهید و فوراً انگشتان را بردارید. نتیجه این کار شما دو ضربه خواهد شد که به گوشتان می‌رسد، یکی از بالا آمدن و برخورد سطح آزاد لولا به میخ بالایی است و دیگری هنگامی است که جریان قطع می‌شود و سطح آزاد لولا رها می‌شود و به روی میخ می‌افتد. با فشار دادن کلید به مدت کوتاه‌تر و بلندتر، نقطه یا تیره مخابره می‌کنید و با استفاده از علایم مورس که در زیر نشان داده می‌شود، می‌توانید پیغام یا مطلبی را مخابره کنید.

#### علایم مورس برای حروف فارسی

الف --	ذ ---
ب ---	ر --
پ ---	ز ---
ت -	ژ --
ث ---	س ...
ج ---	ش ---
چ ---	ص ---
ح ---	ض ---
خ ---	ط --
د ---	ظ ---

## چگونه یک تلفن ساده بسازیم



جعبه سیگار چوبی



میله زغالی



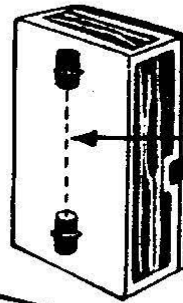
میله زغالی



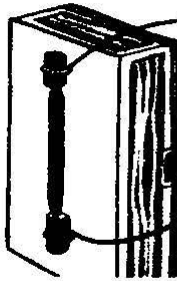
گوشی



باتری خشک



زغال وسط باطری  
چراغ قوه



قوه مقداری برق داخل سیمها را تغییر می دهد و صفحه موجود درگیرنده (گوشی تلفن) به ارتعاش در می آید و همان صدایی را که در آن طرف قوطی سیگار ایجاد شده است، به صورت امواج صوتی به گوش شنونده می رساند.

تلفن یا گوشی معمولی وصل کنید. با استفاده از سیم سومی، قطب دیگر باطری را به گوشی متصل سازید. تصویرها طریقه کار را به وضوح نشان می دهند. دستگاه تلفن شما کامل است. اگر کسی در برابر جعبه سیگار صحبت کند، حرکت زغال باطری چراغ -

آهنربا چه نقشی در رادیو و تلویزیون دارد؟  
پیشتر خواندیم که وجود جریان برق در درون سیم، در اطراف آن، میدان مغناطیسی ایجاد می‌کند، و اگر مقدار نیروی برق جاری در یک سیم تغییر کند، قدرت میدان مغناطیسی اطراف آن نیز تغییر خواهد کرد. اگر یک دستگاه الکترونیکی کامل داشته باشید، می‌توانید این تغییرات میدان مغناطیسی را پخش کنید. این همان چیزی است که در پخش برنامه‌های رادیو و تلویزیون به کار می‌رود. امواجی که به این طریق پخش می‌شوند، امواج الکترومغناطیس خوانده می‌شوند. وسایل الکترونیک موجود در رادیو و تلویزیون می‌توانند این امواج را از فواصل دور، که محل پخش آنهاست، پیدا و دریافت کنند. بیایید ببینیم چگونه چنین چیزی ممکن می‌شود.

یک میکروفون در استودیوی رادیو یا تلویزیون درست به منزله قسمت دهنده تلفن است. امواج صوتی وارد میکروفون می‌شوند و تغییراتی در شدت و ضعف نیروی الکتریسیته می‌دهند. تغییر جریان برق تغییراتی در میدان مغناطیسی اطراف سیمها به وجود می‌آورد و تغییرات از طریق امواج الکترومغناطیس پخش می‌شوند که ما آن را امواج رادیویی می‌نامیم. وقتی این امواج الکترومغناطیس به دستگاه رادیو می‌رسند، وسایل الکتریکی درون آن این امواج را تغییر می‌دهند و دوباره به صورت جریان برق متغیر درمی‌آورند. این

جریان برق متغیر قدرت یک آهنربای الکتریکی را که در داخل رادیو است متغیر می‌کند و در نتیجه تغییراتی در دیافراگم ایجاد می‌شود. حرکات دیافراگم یا ارتعاشات آن امواج را به صورت صدا درمی‌آورد، درست به همان طریقی که درگیرنده (گوشی) تلفن انجام می‌شود. پس می‌بینید صدایی که به رادیوهای منازل و جاهای دیگر فرستاده می‌شود، در حقیقت عبارت است از مقداری امواج الکترومغناطیس که در اثر دخالت یک آهنربای الکتریکی دوباره تبدیل به صدا می‌شود. گیرنده تلویزیون، در درون خود یک رادیو نیز دارد که صدا را از دهنده تلویزیون می‌گیرد و پخش می‌کند.

تصویر تلویزیونی نیز به آهنربا بستگی دارد. وقتی دوربین تلویزیون به طرف شیء یا کسی قرار می‌گیرد، نور منعکس شده از آن شیء یا انسان به عدسی دوربین وارد می‌شود و روی صفحه‌ای می‌افتد که در درون یک لوله شیشه‌ای قرار دارد. در درون این لوله شیشه‌ای یک تفنگ الکترونیکی موجود است که نور الکترونی را به صفحه مزبور می‌فرستد. نور در درون لوله در حرکت است و در هر ثانیه ۳۰ بار رفت و برگشت دارد. این حالت را جاروب کردن می‌گویند. مسیر حرکت نور با یک آهنربای الکتریکی کنترل می‌شود. نور در برابر روشنی و تاریکی نقاط گوناگون روی صفحه، یکسان متأثر نمی‌شود و این اختلاف، تبدیل به امواج

الکترومغناطیسی متغیر می‌شود که پخش می‌گردد.

دستگاه‌گیرنده تلویزیون که در خانه شما وجود دارد، دارای یک لوله شیشه‌ای است که درست شبیه لوله‌ای است که در دوربین تلویزیون وجود دارد. این لوله نیز دارای یک تفنگ الکترونیکی است که بوسیله یک آهنربا کنترل می‌شود. در واقع دو دسته نور الکترونیک تصویر را روی پرده می‌آورند و هر یک به‌طور جداگانه ۵۲۵ خط افقی ایجاد می‌کنند که در هر ثانیه سی بار تکرار می‌شود. مطمئناً تا به حال این خطوط

افقی را روی صفحه تلویزیون خود دیده‌اید. صفحه تلویزیون در جلو لوله شیشه‌ای قرار دارد و دارای موادشیمیایی ویژه‌ای است که در اثر برخورد با اشعه الکترونیکی، کم و بیش می‌درخشد. تغییرات در درخشش مربوط به تغییراتی است که در ورود نور به دوربین تلویزیونی برحسب شیئی که نشان داده می‌شود، رخ می‌دهد. به عبارت دیگر، تصویری که روی صفحه تلویزیون دیده می‌شود، درست همان چیزی است که در جلو دوربین تلویزیون قرار دارد.

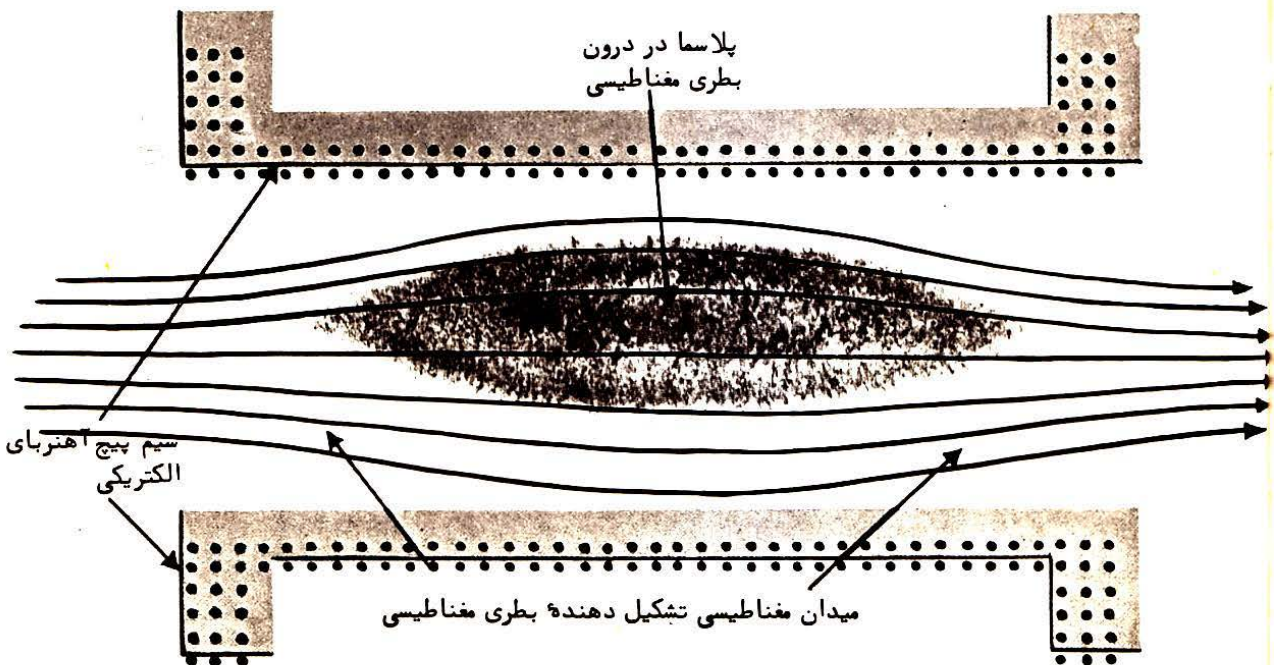


## شما و نیروی مغناطیس

باره کاری است که یک عمر تمام، تلاش شبانه‌روزی لازم دارد.

کاربرد مغناطیس در تحقیقات علمی و اختراعات، رشته جالب دیگری است. برای مثال، شما احتمالاً اطلاع دارید که فقط در چند نقطه از کره زمین موتورهای برق با نیروی اتم کار می‌کنند، و این ماشینهای عظیم را راکتور اتمی می‌گویند. این دستگاهها برای کار کردن به سوخت گرانبهائی نیاز دارند که از اورانیوم به دست می‌آید. اورانیوم عنصر بسیار کمیابی است. راههای ارزاتر و بهتری برای تولید انرژی اتمی وجود دارد و آن

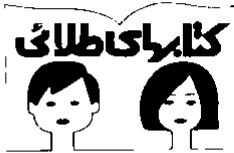
تا اینجا مطالب بسیاری در باره مغناطیس خواندید، ولی نه شما و نه هیچ دانشمندی تا بحال به درستی نمی‌دانند که این نیرو چیست. هیچ کس نمی‌داند چگونه مشاهدات خود را از نیروی مغناطیس به بقیه معلومات علمی خود ارتباط دهد و حقیقت این نیروی شگرف را تعریف کند. جستجوی ارتباط نیروی مغناطیس با سایر رشته‌های دانش بشری، و کشف راهی برای بیان اینکه چرا نیروی مغناطیس در تمام قسمتهای شناخته شده عالم وجود دارد و چرا اصولاً مغناطیس دارای نیرویی است و کشف حقایق دیگری در این



استفاده از قدرت فوق‌العاده هیدرژن است. برای این کار، دانشمندان باید از گاز بسیار رقیق ولی فوق‌العاده داغ به طوری که درجه حرارت آن به صدها میلیون درجه برسد، استفاده کنند. این گاز پلاسما نامیده می‌شود. هیچ چیز دیگری قدرت تحمل این همه حرارت را ندارد. دانشمندان می‌کوشند این چنین‌گازی را در یک بطری مغناطیسی قرار دهند که عبارت از بطری است به شکل میدان مغناطیسی. انجام این کار بسیار دشوار است، چنانکه بطری مغناطیسی فقط به مدت چند هزارم ثانیه

پلاسما را در خود نگاه می‌دارد و این، کافی نیست. شاید شما شخصی باشید که موفق به اختراع بطری مغناطیسی شوید که بتواند پلاسما را تا هر وقت که بخواهید نگاه دارد. اگر موفق به انجام چنین کاری شوید به بشریت خدمت بزرگی کرده‌اید، زیرا بدین وسیله موفق به تهیه انرژی اتمی ارزان و بی‌خطری شده‌اید که امکان می‌دهد نیروی برق در دسترس تمام افراد بشر که امروزه برخی‌شان از این نیرو محرومند، قرار گیرد.

# علم برای کودکان و نوجوانان



منتشر شده است:

فکر میکنی کیستی؟

چا نوران وحشی

افسون واژه‌ها

کشفهای شگفت‌انگیز ارشمیدس

صداها یی که نمی‌شنویم

ابزارهای دانشمندان

ابزارهای اندازه‌گیری

کامپیوتر در خدمت شما

شگفتیهای آب و هوا

شگفتیهای ریاضیات

شگفتیهای شیمی

انسان نخستین

صوت

ستارگان

ماشینها

شهرهای گمشده

اکتشافات جغرافیایی

سنگها و مواد کانی

درختان

آهنربا و مغناطیس

سنگواره‌ها

زمین آلوده

دینوسورها

میکروسکپ

منتشر می‌شود:

آشفشان

الکتروسیته

الکترونیک

بدن انسان

چا نوران منقرض شده

از غار تا آسمان خراش

بوم شناسی

حشرات

زمین ما

هواپیما و داستان پرواز

انرژی اتمی

سرگذشت چرخ

ماهیان

باله

عصر خزندگان و دوزیستان

جنگ جهانی اول

جنگ جهانی دوم

پول

پروانه‌ها و شب پره‌ها

پستانداران

بها : ریال

این کتاب از وبلاگ میهن کتاب دانلود شده است.  
[mihanketab.blogfa.com](http://mihanketab.blogfa.com)

برای دریافت اطلاعات بیشتر  
و آگاهی از جدیدترین کتابهای اضافه شده،  
به صفحه فیس بوک میهن کتاب پیوندید.  
[facebook.com/mihanketab](https://facebook.com/mihanketab)