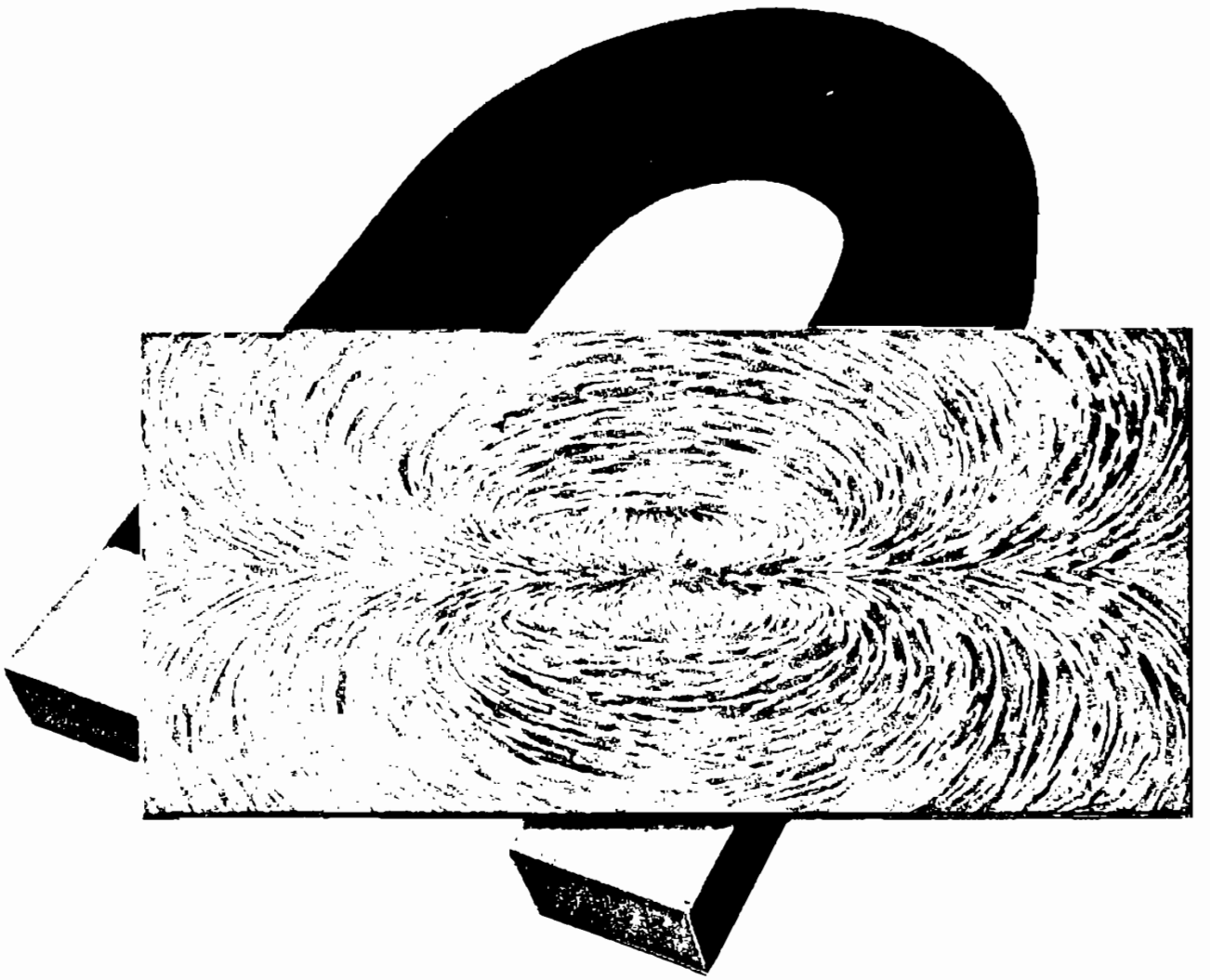
علم برای کودکان ونوجوانان

آهنربا و مغناطیس

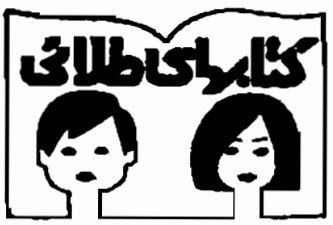
کتابهای طلائی

آهنربا و مغناطیس



نوشتهٔ جان برتن

تصاویر: جرج‌جی. زافو
ترجمهٔ پروین ابوالضیاء



وابسته به «مؤسسهٔ انتشارات امیرکبیر»

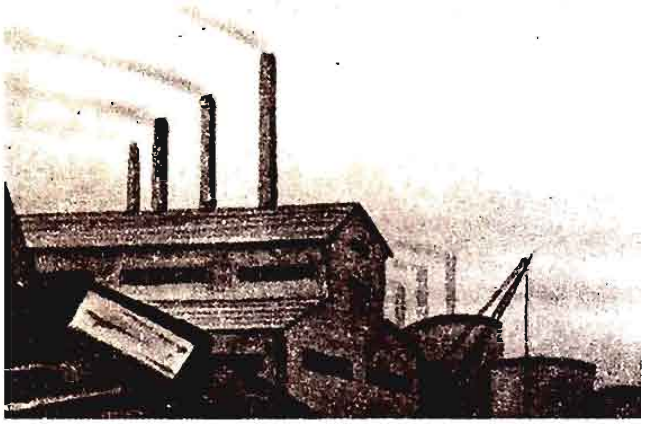
برلن، جان
آهنربا و مغناطیس
تصاویر: جرج جی. زافوّ
ترجمهٔ پروین ابوالضیاء
چاپ اول:۲۵۳۵شاهنشاهی
چاپ: چاپخانهٔ سپهر - تهران
حق چاپ محفوظ است.

فهرست

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

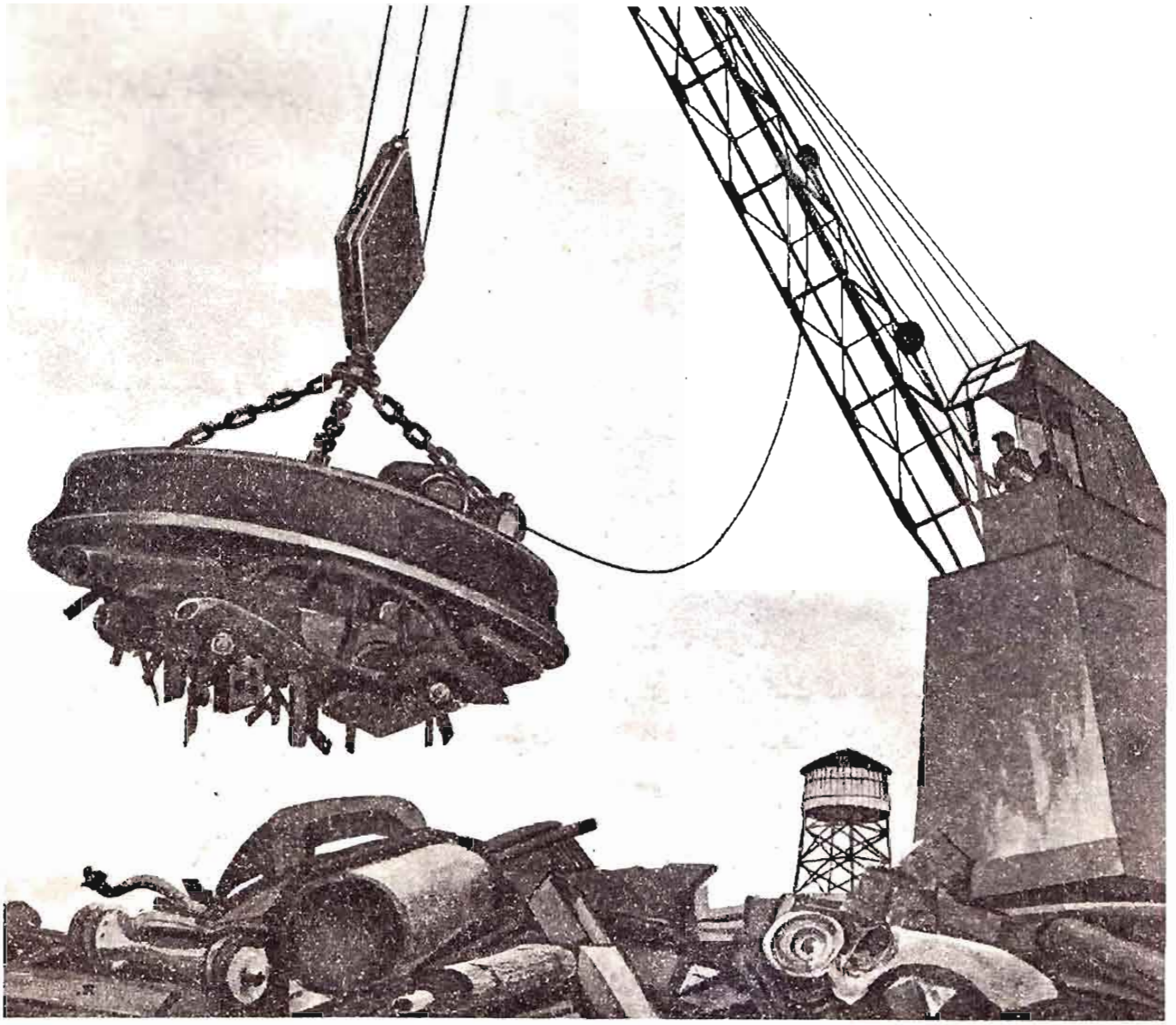
مغناطیسـ در محوطه‌ای که مقدار بسیاری فلز بیمصرف و ماشین قراضه روی‌هم انباشته شده جراثقال صفحهٔ بزرگ و ضخیم فلزی خود را پایین می‌آورد و به‌تودهٔ فلزات نزدیک می‌کند. وقتی صفحه بلند می‌شود، می‌بینیم که بدنهٔ یک اتومبیل و تعدادی تکه‌های بزرگ و کوچک آهن به‌آن چسبیده‌اند در حالی‌که با هیچ زنجیر یا طنابی به‌صفحهٔ جراثقال بسته نشده‌اند. در یخچالهای خانگی، بی‌آنکه چفت و قفل شود، محکم بسته می‌شود. در جعبهٔ اعلانات فلزات بسیار کوچکی به‌کار رفته که کاغذها را بدون داشتن گیره نگه می‌دارد. در تمام این نمونه‌ها که آوردیم، نیروی مغناطیس درکار است.

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



هستند و دنبال توپ به‌این‌سو و آن‌سو می‌دوند، تماشا می‌کنید. تلفن، زنگ در، و تلویزیون هیچکدام بدون آهنربا و خاصیت آهنربایی نمی‌توانند کار کنند.

شاید تا به‌حال دیده باشید که‌گاهی هنگام شب، پرده‌های درخشان و رنگارنگی از نور از جهت نواحی قطبی در پهنهٔ آسمان، از یک‌سو به‌سوی دیگر به‌حرکت درمی‌آیند. و می‌دانید که این پرده‌های رنگی، انوار



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

به‌تدریج که از وسایل و ابزارهای برقی خانگی بیش و بیشتر استفاده کنیم، نیروی مغناطیس نیز در زندگی روزانه‌مان، اهمیت روزافزونی پیدا می‌کند. دانشمندان با بررسی عمیق و عمیقتر رازهای طبیعت، درمی‌یابند که نیروی مغناطیس در همه‌جا نقش مهمی دارد: چه در درون هستهٔ فوق‌العاده کوچک اتم و چه در فضای بیکرانهٔ عالم نجومی. بیایید با خواندن صفحاتی چند و انجام دادن آزمایشها و تجربیاتی که در شناخت و درک مطالب خوانده شده به‌ما کمک می‌کند، این پدیدهٔ شگرف را که نیروی مغناطیسیش می‌نامیم، بررسی و مطالعه کنیم.

ماهیت مغناطیس

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، گیرهٔ کاغذ، و چیزهای دیگری که از آهن یا فولاد ـ که نوعی آهن است ـ ساخته شده باشد به‌طرف خود بکشد و جذب کند. آهنربا می‌تواند آهنربای دیگری را به‌طرف خود جذب کند یا آن را از خود براند. مسألهٔ قابل‌توجه دربارهٔ 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، می‌گوییم **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، بوییدن، چشیدن یا مستقیماً احساس کردن و لمس نمودن نیست و هیچ وزنی ندارد. چون این نیرو با حواس پنجگانهٔ ما قابل بررسی نیست، پس تنها راه تحقیق و مطالعهٔ آن، دقت و توجه به کارهایی است که به‌وسیلهٔ 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. دنبالهٔ افسانه چنین است که کلمهٔ مغناطیس از اسم ماگنس گرفته شده است، چون سنگی که میلهٔ ماگنس به

به‌روایتی واژهٔ مغناطیس‌ازنام چوپانی یونانی که روزی چوبدستی‌فلزیش به سنگی‌چسبید، گرفته شده است.

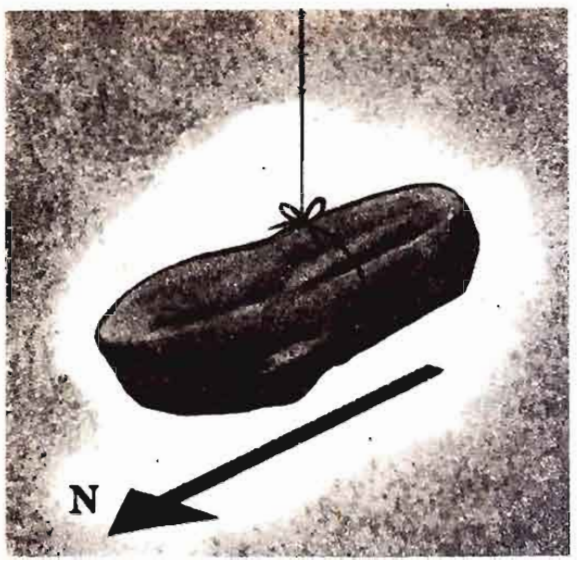
آن چسبیده بود، آهنربای طبیعی بود. افسانهٔ زیر ظاهراً به حقیقت نزدیکتر است: لغت مغناطیس از اسم شهری است به نام «ماگنسیا» که در آسیای صغیر قرار دارد و در آن سنگهای آهنربایی و حتی «سنگ‌آهن» آهنربا به مقدار فراوان یافت می‌شود. نام امروز این سنگ‌آهن، **آهنربا** است.

یونانیها و رومیها می‌دانستند که یک قطعه ماگنتیت تکه‌های کوچک آهن را، حتی اگر از درون یک کاسهٔ برنزی یا چوبی و یا از زیر آب، جذب می‌کند. در آن روزگار، عقاید عجیب بسیاری دربارهٔ مادهٔ جالبی چون ماگنتیت رواج یافته بود. قدیمیها عقیده داشتند که همراه داشتن طلسم یا انگشتر ساخته شده از ماگنتیت محبوب را رام می‌کند 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. پودر سنگ آهنربا را مخلوط با روغن برای جلوگیری و معالجهٔ کچلی به کار می‌بردند.

در سدهٔ وسطی، تکه سنگ آهنهای مغناطیسی را «سنگ جهت‌یابی» می‌نامیدند. عقاید خرافی دربارهٔ آهنربا مدتها ادامه داشت و تا دیری، 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 ازاین پدیده آغازبه

نظر مردم در قدیم راجع به مغناطیس بسیارخرافاتی بود. وآن رانیرویی مافوق هستی‌می‌پنداشتند وفکر می‌کردند که بوسیلهٔ آن می‌توان تعداد بیشماری از بیماریها را درمان‌کرد.

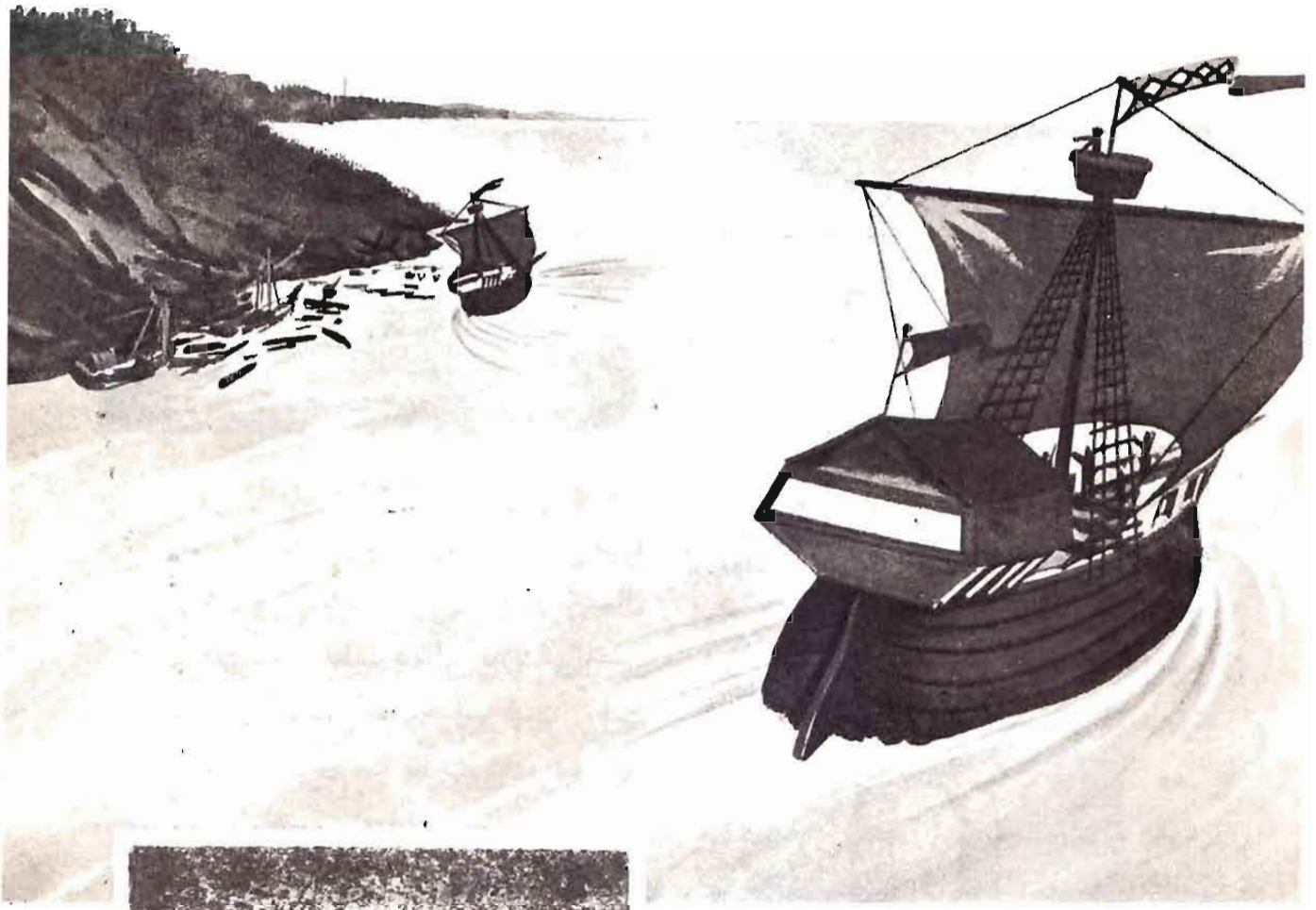


روزی شخصی متوجه شد که همیشه یک سوی یک‌قطعهٔ سنگ آهنربا روبه شمال می‌ایستد.

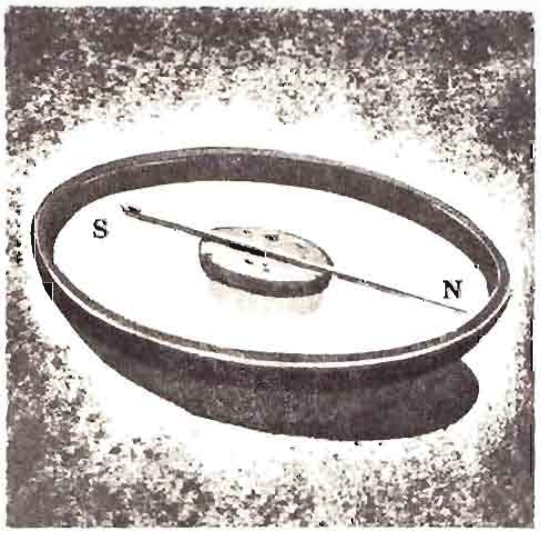
بهره‌برداری کردند. آنها می‌گفتند، اکنون که یک‌سر آهنربا همواره رو به‌شمال است، پس با همراه داشتن یک آهنربا درکشتی می‌توان جهت دلخواه را به‌راحتی پیدا کرد و حتی در مواقعی که خورشید، ماه، و ستارگان زیر ابر پنهانند از خطرگم کردن راه می‌توان در امان بود. به‌این ترتیب بود که آهنربا «سنگ جهت‌یاب» نامیده شد.

آهنربای آویزان، اولین قطبنما بود. ولی عملا یک‌تکه آهنربای آویزان از یک قطعه نخ نمی‌توانست قطبنمای کامل و خوبی باشد. طولی نکشید که دریانوردان موفق شدند بوسیلهٔ آهنربایی کردن یک سوزن، قطبنمای دقیقتر و حساستری بسازند، به‌این طریق که سوزن بزرگی را با چسباندن به‌یک آهنربا، مغناطیسی کردند، سپس این سوزن را درون یک قطعه نی یا روی یک قطعه چوب پنبه طوری قرار دادند که وقتی آن را درون یک کاسهٔ پر از آب جای می‌دادند کاملا شناور می‌ماند و نوک سوزن همیشه رو به‌شمال می‌ایستاد، و این اولین عقربهٔ قطبنمای حقیقی و واقعی بود.

حتی پیش از آنکه آهنربا برای هدایت کشتیها به‌کار رود، دریانوردان داستانی دربارهٔ 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 دریاهای خاور دور کشتیرانی می‌کردند وحشت بسیاری از آن داشتند. آنها فکر می‌کردند و عقیده داشتند که اگر یک کشتی به‌آن کوه نزدیک شود، کوه آهنربا تمام آهنهایی را که در بدنهٔ کشتی وجود دارد، جذب خواهد کرد و به این ترتیب، کشتی بی‌هیچ مقاومتی به‌سوی کوه کشیده خواهد شد و هنگامی که کشتی به‌اندازهٔ کافی به‌کوه نزدیک شد، تمام



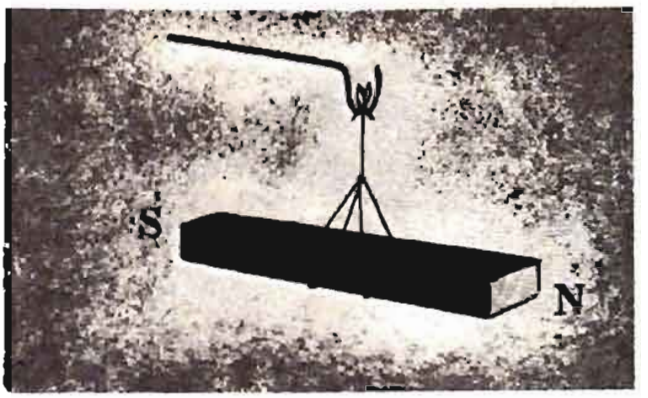
دریانوردان درزمانهای بسیارقدیم از "کوه آهنربا" وحشت بسیاری داشتند. چون بنابه روایتی عقیده داشتند که این کوه کشتیهایی راکه به آن نزدیک می‌شدند به‌سوی خود می کشدودرهم می‌شکند.



دراین تصویر، قطبنمای اولیه‌رامی‌بینید که عبارت ازیک‌عقربه آهنربا و یک چوب پنبه‌است‌که درآب‌شناوراست. کریستف‌ـ کلمب در راه کشف امریکا از این قطبنما، استفاده کرد.

میخها، گیره‌ها، و قسمتهای فلزی در اثر قوهٔ جذب کوه از چوبها و تخته‌های کشتی جدا شده به‌طرف کوه کشیده خواهندشد و در نتیجه کشتی فرو خواهد ریخت. کشتی **سندباد**، یکی از قهرمانان **هزار و یک‌شب**، بوسیلهٔ همین کوه آهنربا درهم شکسته و از بین رفته است.

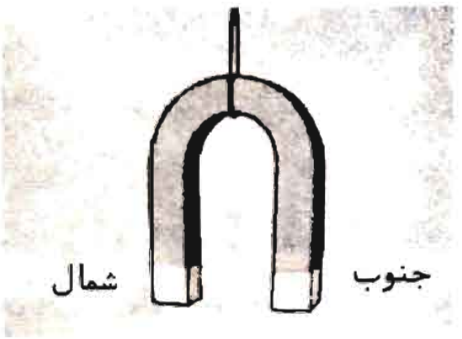
قطب آهنربا چیست؟ اگر شما یک آهنربای میله‌ای رامطابق شکل صفحهٔ ۱۰ بانخی آویزان



کنید، ملاحظه خواهید کرد که وقتی آهنربا از حرکت می‌ایستد یکسوی آن رو به‌شمال است. این سو را **قطب شمال** آهنربا می‌نامند. سوی دیگر آن نیز **قطب جنوب** است. قطب شمال را می‌توان به‌صورت ساده قطب **N** (حرف اول کلمهٔ **North** شمال) و قطب جنوب را قطب **S** (حرف اول **South** جنوب) نامید. درهنگام آویزان کردن آهنربا لازم نیست دقت شود که کدام انتهای آن رو به 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 یکسو رو به‌طرف شمال می‌ایستد. بعدها، دلیل این مطلب را خواهیم فهمید.

اگر آهنربای نعلی شکلی را با انداختن حلقهٔ نخی به‌وسطش، آویزان کنید، خواهید دید که وقتی حرکت آهنربا تمام شد و ایستاد، یک سوی آن روبه‌شمال می‌ایستد. چون قبلاً گفتیم که آهنربای نعلی شکل همان آهنربای میله‌ای است که از وسط خم شده است، از این رو به‌آسانی متوجه می‌شوید که قطب شمال یک آهنربای نعلی شکل همان سویی است که همیشه به‌سوی شمال می‌ایستد.

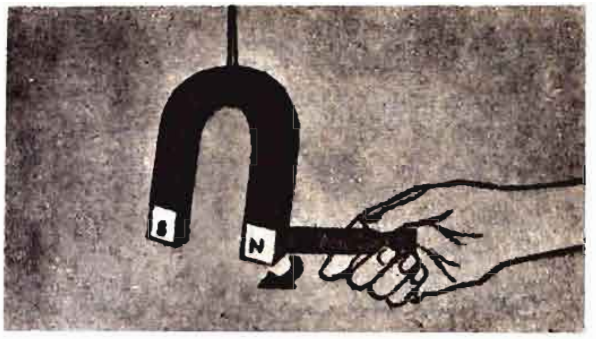
خوب، حالا بهترین وقتی است که شما قطب شمال و جنوب آهنربای خود را تعیین و علامت‌گذاری کنید. آهنربای خود را با نخی آویزان کنید. وقتی از حرکت ایستاد سویی را که به‌سوی شمال ایستاده‌وقطب شمال است با نوشتن حرف **N** علامت بگذارید و سوی دیگر را که قطب جنوب است با نوشتن حرف **S**

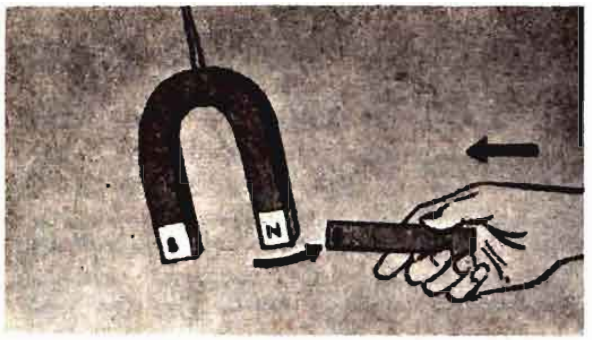


یک طرف آهنربای نعلی شکل آویزان نیز همیشه روبه شمال می‌ایستد.

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، همان‌طوری 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





آزمایشهایی برای نشان دادن قانون قطبهای آهنربا

بگیرید و آن را در فاصلهٔ بیست سانتیمتری آهنربایی که آویخته‌اید نگاه دارید و به‌آرامی قطب جنوب یا قطب **S** آن را به‌قطب شمال آهنربای آویخته نزدیک کنید. بزودی خواهید دید که آهنربای آویزان حرکت کرده به‌آهنربایی که در دست شماست، نزدیک می‌شود. اگر شما آهنربایی را که در دست دارید بچرخانید، بطوری که قطب **N** آن رو به‌سوی قطب شمال آهنربای آویزان قرارگیرد، خواهید دید که باز آهنربای آویزان حرکت می‌کند، ولی این‌بار از آهنربایی که در دست شماست، دور می‌شود.

این آزمایش را یک‌بار دیگر تکرار کنید. اول قطب **S** آهنربا را به‌قطب **N** آهنربای آویزان نزدیک کنید و سپس قطبهای **N** آن‌دو را به‌هم نزدیک کرده و جلو و عقب رفتن آهنربای آویزان را خوب و با دقت تماشا کنید.

روی یک صفحه کاغذ جدول زیر را رسم کنید و باگذاشتن علامت √ درستونهای مناسب، طرز عمل آهنرباها را در آزمایش خود نشان دهید. اگر لازم شد آزمایش را دوباره انجام دهید. خواهید دید که علامتهای √ جدول شما درست در جاهایی قرار خواهندگرفت که در جدول زیر چاپ شده است.

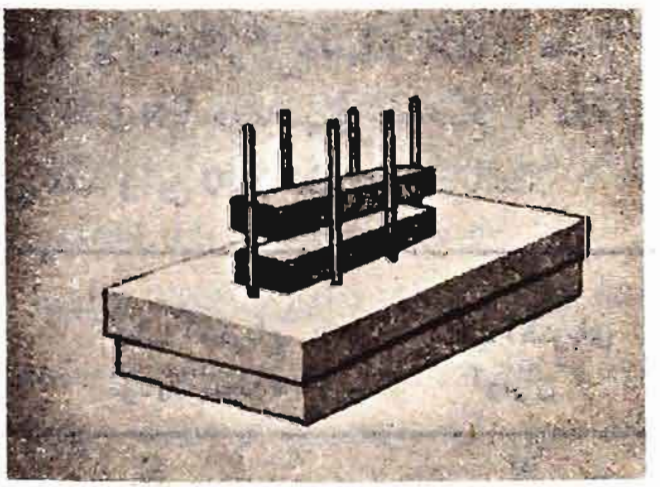
محل علامتهای √ چه چیزی را نشان می‌دهند؟ آنها نشان می‌دهند که قطبهای غیر همنام دو آهنربا (یک قطب **N** و یک قطب **S**)یکدیگر را **جذب** و قطبهای همنام (دوقطب **N** یا دوقطب **S**) همدیگر را **دفع** می‌کنند و این قانون قطبهای آهنرباست.

قطبها یکدیگر را دفع می‌کنند	قطبها یکدیگر را جذب می‌کنند	قطب آهنربای نزدیک شونده	قطب آهنربای آویزان
	√	S	N
√		N	N
	√	N	S
√		S	S

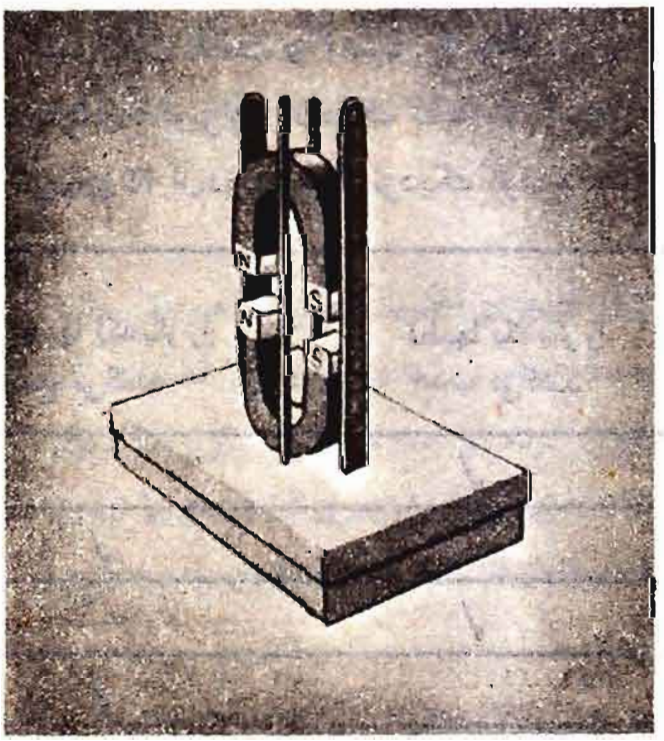
چگونه می‌توانید آهنربا را در هوا بدون تکیه نگه دارید؟ برای انجام این آزمایش شما به‌دو آهنربای بسیار قوی از نوع معروف **آلنیکو** نیاز دارید (آهنربای آلنیکو از یک نوع فلز ویژه ساخته می‌شود. در بخشهای دیگر این کتاب راجع به‌آن صحبت شده و توضیحات کافی داده شده است.)

اگر بخواهید برای آزمایش خود از آهنربای میله‌ای استفاده کنید، مجبور هستید، دستگاه بسیار ساده‌ای به‌طریق زیر بسازید: شش تکه چوب کوچک و باریک تقریباً دوازده سانتیمتری، نظیر دستهٔ بستنیهای چوبی تهیه کنید، می‌توانید از شش عدد مداد نیز استفاده کنید. یک آهنربای میله‌ای را روی یک جعبهٔ مقوایی (مثل جعبهٔ 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 به‌در 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 قرارگرفته باشد. در نتیجه قطب **S** آهنربای بالایی نیز روی قطب **S** آهنربای زیرین قرار خواهدگرفت. حالا آهنربای بالایی، به طرز سحرآسایی، در هوا معلق خواهد ماند. ولی شما بخوبی می‌دانید که به‌چه‌دلیل آهنربای بالایی بدون داشتن تکیه‌گاه در هوا می‌ماند و نمی‌افتد. بله، بنابه‌قانون قطبهای آهنربا، قطبهای همنام یکدیگر را دفع می‌کنند و به‌این‌ترتیب از افتادن آهنربای بالایی جلوگیری می‌شود.

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



آهنربایی که در هواشناور است.



اجسام آهنربایی کدامند؟ آهنربای خود را به‌دست بگیرید و در خانه راه بیفتید و اشیاء گوناگون و کوچک موجود در خانه را امتحان کنید. آهنربا را به‌آنها نزدیک کنید. سعی کنید گیرهٔ کاغذ، سنجاق، پونز، نوک قلم، مداد، و مداد پاک کن را با آن بلند کنید. ببینید آیا آهنربای شما می‌تواند تکه‌های کاغذ، چوب، پلاستیک ،و پارچه را جذب کند. آهنربا را به‌دانه‌های شن، ماسه، نمک، وشکر نیز نزدیک کنید. همین کار را با سکه‌های یک ریالی، دو ریالی، پنج ریالی، و ده ریالی انجام دهید.

تمام اشیایی که توسط آهنربای شما جذب می‌شوند یعنی به‌آن می‌چسبند، **اجسام آهنربایی** هستند. جسم آهنربایی جسمی است که بوسیلهٔ 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 آلیاژهایی به‌دست می‌آید که اشیاء ساخته شده از آنها خاصیت آهنربایی فوق‌العاده زیاد، حتی بیشتر از آهن، دارند. آلنیکو نام آلیاژی است که از ترکیب آلومینیوم، نیکل، آهن، کبالت، و مس به دست می‌آید. خواندیم که برای شناور کردن یک آهنربا در هوا نیاز به‌یک آهنربای بسیار قوی یا آلنیکو داریم.

جسمی خاصیت آهنربایی بیشتری دارد که بتوان آهنربای قویتری از آن ساخت، همچنین جسمی دارای خاصیت آهنربایی بیشتری است که بوسیلهٔ آهنربا به‌راحتی و سهولت جذب شود. احتمالا آلیاژی که از ترکیب چهارپنجم پلاتینیوم و یک‌پنجم کبالت به‌دست آید، قویترین خاصیت آهنربایی را داراست.

اگر چه اجسام مغناطیسی بسیارند، ولی اشیایی که به‌آهنربای شما چسبیده‌اند، احتمالا از آهن یا فولاد هستند، همان‌طوری که پیشتر هم گفتیم، فولاد نوعی آهن است. اجسامی که در اثر نزدیک شدن به‌آهنربا هیچ عکس‌العملی نشان نمی‌دهند، اجسام **غیر مغناطیس** هستند.

ماشینهای فروش، چگونه سکه‌های تقلبی را باز می‌شناسند؟ برای فروش چیزهایی مثل سیگار، آدامس، شکلات، و حتی شیر، و نوشیدنیهایی مثل کولاها، دستگاههایی «خودکار» وجود دارند که با انداختن پول کار می‌کنند، درست مثل تلفنهای عمومی. شاید بدانید که در همه‌جا اشخاص پرطمعی هستند که می‌خواهند بدون انداختن پول از این دستگاهها خرید کنند. بنابراین پول فلزی می‌سازند، یعنی از فلز مسطح دایره‌هایی به‌اندازهٔ سکه‌های مورد لزوم می‌برند که معمولا از جنس آهن یا فولاد است. برای جلوگیری از این دزدی و تقلب، سازندگان این ماشینها تدابیری اندیشیده‌اند و با گذاشتن صفحه‌های ویژه‌ای در درون ماشینها،

سکه‌های تقلبی شناخته شده و پس زده می‌شوند. اگر یک سکهٔ تقلبی به‌درون 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.

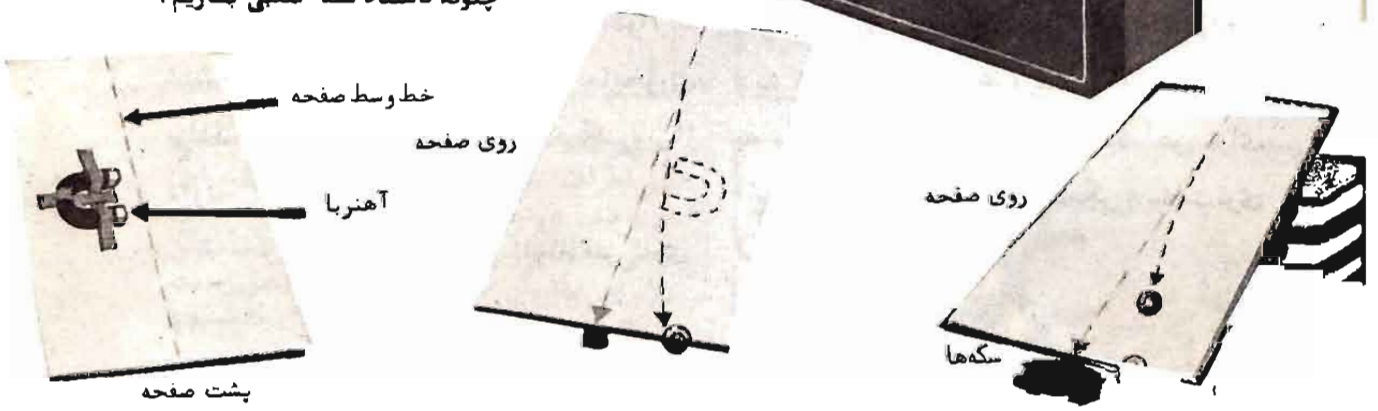
واپس زدن سکه‌های تقلبی، به شکلهای گوناگون انجام می‌شود. بعضی از ماشینهای فروش بیش از یک نوع «واپس زدن» سکهٔ تقلبی دارند. اینک سه نوع از این «واپس‌زن»ها را ـ دو نوع غیرمغناطیسی و یک نوع مغناطیسی ـ که امکان دارد در این نوع ماشینها گذاشته شود، تشریح می‌کنیم. هنگامی که یک سکهٔ حقیقی یا سکه‌ای تقلبی در ماشینهای فروش در محل ویژه قرارگرفت، ابتدا از یک کانال یا لولهٔ باریکی عبور می‌کند. این کانال سوراخی دارد که کمی از سکهٔ مورد نیاز کوچکتر است و سکه از روی آن می‌گذرد، در صورتی که سکهٔ تقلبی با کمی کوچکتر بودن، به درون سوراخ می‌افتد و از قسمت دیگر که ویژهٔ این کار ساخته شده است ، بیرون می‌آید. بعد از کانال، فنری وجود دارد که متصل به‌یک صفحهٔ فلزی است و راه را بسته است. اگر سکه‌ای که می‌افتد تقلبی باشد و وزن آن کمی کمتر از یک سکهٔ معمولی باشد، فنر و در نتیجه صفحهٔ فلزی حرکت نمی‌کند و سکهٔ تقلبی سبک، سبب بالا رفتن صفحهٔ فلزی می‌شود و به‌درون سوراخی می‌افتد که به‌قسمت خروج سکه راه دارد. اگر یک سکهٔ تقلبی از این دو مرحله جان سالم به‌در برد و واپس زده نشود، به‌سد 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 به‌یک دوراهی به‌شکل ۸ می‌رسد. در بالای یکی از این راهها آهنربایی کار گذاشته شده است. وقتی که یک سکهٔ تقلبی فولادی بالای یکی از شاخه‌های دو راهی می‌افتد به‌ته شاخه‌ای کشیده می‌شود که آهنربا در آن قرار دارد. آهنربا آنقدر قدرت دارد که سکه را به‌طرف خود بکشد ولی نمی‌تواند آن را نگاه دارد و به‌این ترتیب سکهٔ تقلبی می‌افتد و همان راهی را می‌پیماید که آهنربا آن را بالا کشیده بود و در اثر سقوط به‌مسیری می‌رود که انتهایش به‌بیرون رانده شدن از ماشین می‌انجامد. سکه‌های حقیقی از شاخهٔ دیگر دوراهی پایین می‌روند تا جایی که دریچهٔ ویژه باز شود و سیگار یا هر چیز دیگری که بهای آن به‌صورت سکه به‌ماشین پرداخت‌شده به‌دست 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، سکهٔ واقعی بوسیلهٔ آهنربای موجود در بالای یکی از شاخه‌های دوراهی جذب نمی‌شود و در آن شاخه بالا کشیده نمی‌شود.

چگونه می‌توانید یک واپس‌زن سکهٔ تقلبی بسازید؟ برای ساختن یک واپس‌زن مغناطیسی، به یک آهنربای بسیار قوی، یک صفحهٔ مقوایی ضخیم تقریباً به اندازهٔ صفحهٔ 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 صفحهٔ مقوایی را با رسم یک خط به دو بخش مساوی تقسیم کنید. با نوار چسب محکم و پهن، آهنربای نعلی خود را طوری روی صفحهٔ مقوا بچسبانید که درست در فاصلهٔ مساوی از پایین و بالای صفحهٔ مقوا و به فاصلهٔ یک سانتیمتر و نیم از خط وسط مقوا قرارگیرد. چند کتاب بردارید و با قرار دادن آنها زیر یک طرف مقوا، زاویه‌ای ایجاد کنید. دقت کنید، مانند شکل، آهنربا در قسمت زیر مقوا قرارگیرد.

سکه‌ها و حلقه‌های فولادی را یکی یکی در ابتدای خط وسط مقوا 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 پهلوی سکه‌ها روی زمین پایین بیاورد. اگر آهنربای شما قدرت متوسط داشته باشد می‌تواند حلقه‌های فولادی را دور از خط وسط در پایین صفحهٔ مقوایی قرار دهد و اگر آهنربایتان نیرومند و قوی باشد، می‌تواند حلقه‌های فولادی را در فاصلهٔ کاملا مشخص نگاه دارد. قدرت آهنربای شما هیچ تأثیری در حرکت سکه‌ها و مسیرشان نمی‌کند. به



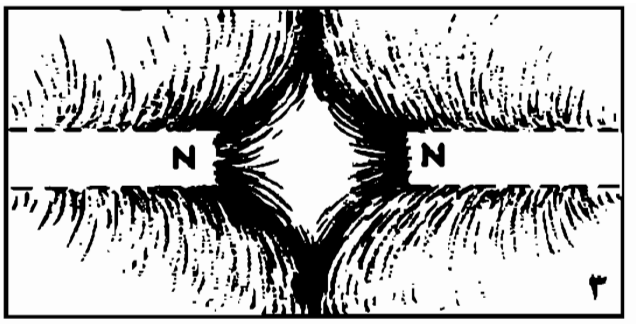
چگونه دستگاه سکهٔ تقلبی بسازیم.

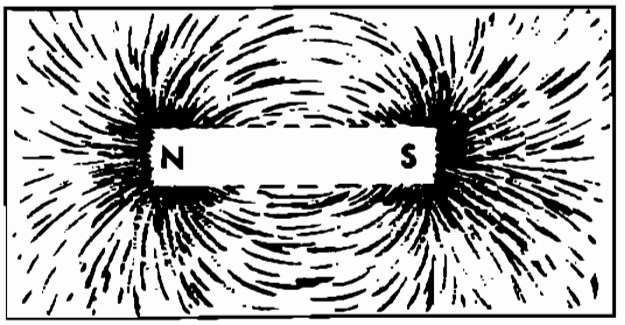
این ترتیب همین دستگاه بسیار سادهٔ شما سکه‌ها را از حلقه‌های فولادی جدا می‌کند و بوسیلهٔ دور نگهداشتن حلقه‌ها از سکه‌ها همان کار واپس‌زن ماشینهای فروش را می‌کند و انحراف حلقه‌های فولادی در روی صفحهٔ مقوا همانند رفتن سکهٔ تقلبی به محل بیرون رفتن سکه در ماشین فروش است که در نتیجهٔ آن، سکه‌های تقلبی پس‌زده می‌شود.

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

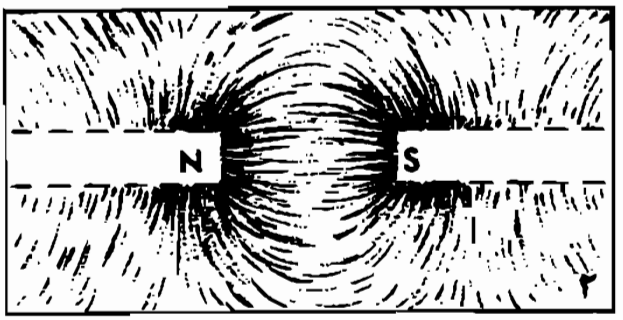
خطوط نیروی مغناطیسی چیست؟ خواندیم که نیروی مغناطیسی یا آهنربایی را نه می‌توان دید، و نه لمس کرد، فقط از اثرات آن است که می‌توان به وجودش پی برد. خوب، حالا کاری با آهنربا انجام دهید تا اثری برجای‌گذارد: به یک آهنربا، یک صفحهٔ کاغذ ضخیم (یا یک صفحهٔ مقوا، یا شیشهٔ نازك) و تقریباً یک قاشق چایخوری برادهٔ آهن، یا هر نوع گرد آهن دیگر، نیاز داریم.

اگر شما کسی را که در کارگاه فلزکاری یا کارخانه‌ای کار می‌کند، می‌شناسید، او احتمالا می‌تواند برادهٔ 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 برادهٔ آهن مورد نیاز را خودتان تهیه کنید، ناراحت نباشید، کار آسان ولی کمی خسته کننده‌ای است و به‌قول معروف کمی حوصله می‌خواهد، یک میخ بزرگ آهنی یا شیئ آهنی دیگری پیدا کنید. مطمئناً هر نجاری با رضا و رغبت به شما دو میخ بزرگ خواهد داد. اگر برایتان امکان دارد میخ را باگیرهٔ 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 جمع‌آوری برادهٔ آهن یک صفحه کاغذ زیر میخ قرار دهید. برای سوهان کردن میخ، سوهان متوسطی به‌کار ببرید. هنگام خریدن سوهان دقت کنید که سوهانِ 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 برادهٔ مورد لزوم تهیه شود. اگر یک ارهٔ آهن‌بری داشته باشید، خواهید دید که اره کردن میخ و چند تکه ساختن آن به منظور تهیهٔ مقدار کافی برادهٔ آهن برای آزمایش مورد نظرتان، راه دیگر و سخت‌تری است.



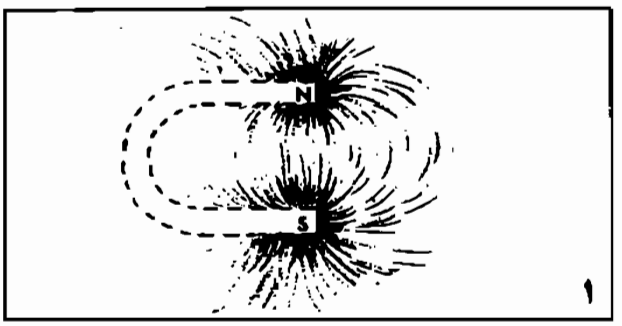


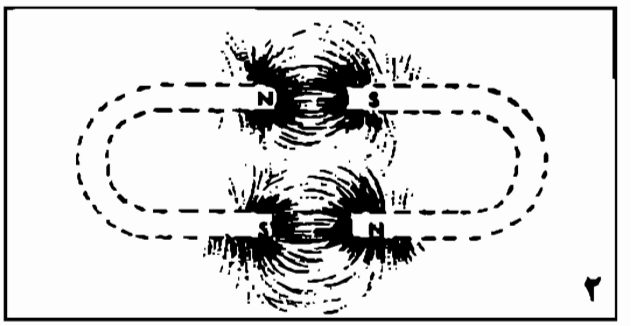
تصویرسمت‌چپ‌بالا، خطوط نیروی مغناطیسی را دراطراف یک‌آهنربای‌میله‌ای‌نشان‌می‌دهد .و تصویرپایین (سمت‌چپ) خطوط نیرو را در دو آهنربای میله ای که با دو قطب غیر همنام در مقابل یکدیگر قرار می‌گیرند، در عکس سمت راست‌دو آهنربای میله‌ای‌که‌دو قطب‌همنامشان روبروی هم قرار دارند، دیده می‌شوند.

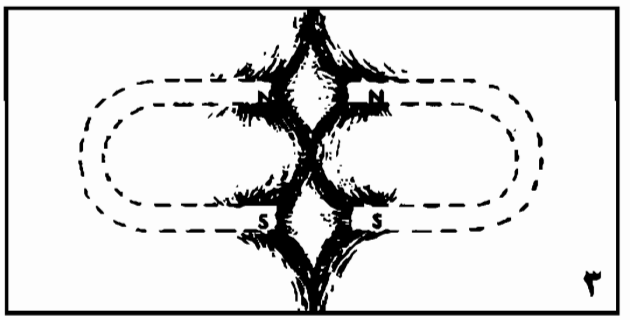


یک آهنربا روی میز قرار دهید و یک صفحه مقوای سفید روی آن بگذارید. برادهٔ آهن را کم کم روی آن بپاشید. سعی کنید برادهٔ آهن را فقط در قسمتی از مقوا بریزید که آهنربا زیر همان قسمت است. با دست آهسته به روی مقوا بزنید. چندین بار این کار را تکرار کنید. می‌توانید این کار را با کوبیدن یک مداد روی مقوا انجام دهید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

اگر آهنربای میله‌ای به‌کار برده باشید، ذرات آهن به‌شکل تصویر بالای صفحه درخواهند آمد و اگر آهنربای شما نعلی‌شکل باشد، طرز قرارگرفتن 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







تصویر بالا، تشکیل خطوط نیروی مغناطیسی در اطراف یک آهنربای نعلی شکل را نشان می‌دهد. درتصویر سمت راست دو آهنربای نعلی شکل می‌بینیدکه قطبهای غیرهمنامشان روبروی یکدیگر قرار دارند، ودر تصویرسمت راست‌پایین، دوآهنربای‌نعلی‌شکل‌باقطبهای همنام روبروی هم دیده می‌شوند.

که ذرات آهن روی **خطوط نیروی آهنربایی** قرار می‌گیرند. کسی نمی‌داند که خطوط نیروی آهنربایی واقعاً چیست. ولی هرکجا آهنربایی باشد، این خطوط هم وجود دارند. این خطوط نامرئی هستند ولی می‌توان به کمک برادهٔ 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 فاصلهٔ دو سانتیمتری یکدیگر قرار گیرند. اگر از آهنربای میله‌ای استفاده کرده باشید، خطوط نیروی مغناطیسی به شکلی درخواهند آمد که درشکل دوم بالای صفحهٔ ۱۷ می‌بینید. ولی اگر برای آزمایش خود از آهنربای نعلی‌شکل استفاده کنید، شکل به دست آمده شبیه تصویر شمارهٔ ۲ زیر صفحهٔ 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 شمارهٔ ۳ بالای صفحهٔ ۱۷ دیده می‌شوند، ولی اگر آهنربای نعلی به کار برده باشید شکل به‌دست آمده شبیه تصویر سوم زیر صفحهٔ ۱۷ خواهد بود.

به خاطر بسپارید که در هر سه آزمایش تراکم براده در اطراف قطبهای آهنربا بیشتر 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 قرارگرفتن ذرات آهن را در روی صفحهٔ مقوا به خطوط نیروی مغناطیسی نسبت می‌دهیم؟ خیلی ساده است، زیرا وقتی شیئی حرکت می‌کند یا از افتادن باز می‌ماند، و یا شیئ 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 گیرهٔ کاغذ چطور از فاصلهٔ 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 شیئ قابل ارتجاع - خم، کشیده، یا جمع شود. از آن‌جایی 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.

آیـا نیروی مغناطیس از اشیا عبور می‌کند؟
برای آزمایش این موضوع، به یک آهنربای آلنیکو نیاز داریم، چون انواع دیگر آهنربا قدرت و نیروی کـافی نـدارنـد. اگـر از یک آهنربای میله‌ای شکل استفاده می‌کنید، از قرار دادن چند کتاب به روی هم، سکویی به ارتفاع بیست و پنج سانتیمتـر درست کنید. حالا آهنربـا 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 فاصلهٔ بیست و پنج سانتیمتر از همدیگر قرار دهید. سپس یک خطکش سی سانتیمتری یا یک ترکهٔ چوبی را روی کتابها قرار داده، آهنربای خود را با نخی بـه این خطکش آویزان کنید. در این صورت هر دو قطب آن به طرف پایین قرار خواهند گرفت.

یک قطعه نخ ۳۷ سانتیمتری بـه یک گیرهٔ کاغذ ببندید و به یک تکهٔ چوب، پونزی بزنید. سر آزاد نخ را از سانتیمتر دوازدهم دو بار دور پونز بپیچید. با یک دست گیرهٔ کاغذ را در فاصلهٔ ۶ میلیمتری آهنربا نگهدارید و بـا دست دیگر نخ را بکشید و دور پونز بپیچید تا محکم شود. آنگاه پونز را در چوب فرو کنید تا کاملا ثابت شود. حالا دستتان را رها کنید. خواهید دید که گیرهٔ کاغذ نمی‌افتد و همان جایی که بود معلق در هوا و رو بـه طرف آهنربا باقی می‌ماند.

آزمایش را ادامه می‌دهیم. بـا دقت کافی بدون اینکه به گیرهٔ کاغذ دست بزنید، این اشیا را به ترتیب در فاصلهٔ آهنربا و گیرهٔ کـاغـذ قرار دهید: یک صفحه کـاغـذ، یک قطعه مقـوا، یک تکـه آلومینیوم (مثلا درِ

این تجربه نشان می‌دهد که نیروی مغناطیس از اشیای غیر آهنرباعبور می‌کند، در حالی که اشیای آهنربایی نیروی مغناطیسی راجذب می‌کنند و مانع عبور آن می‌شوند.

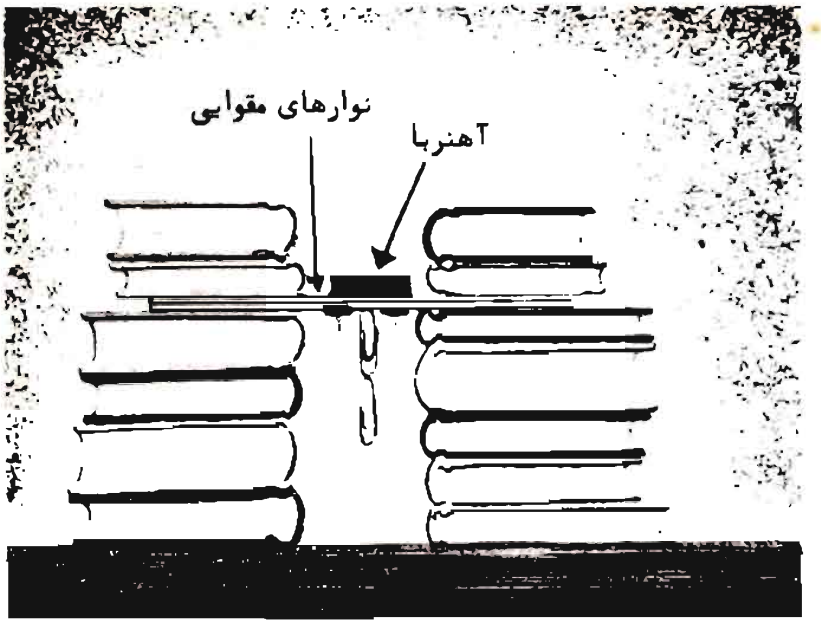
قابلمه) یک تکه پلاستیک یا نایلون، یک قطعهٔ شیشه و یک سکهٔ نقره‌ای. اگر شما تمام این چیزها را با دقت میان آهنربا وگیره قرار دهید، می‌بینید که گیره همانطور مثل اول سر جای خود باقی می‌ماند و نمی‌افتد. چون آهنربا آن بالاست و نیروی آهنربایی از تمام این اشیا می‌گذرد و به‌گیره اثر می‌کند. خیلی خوب، مطمئناً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

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

یک‌قطعهٔ حلبی‌مثل دریک‌قوطی کمپوت را بجای تیغهٔ قلمتراش میان آهنربا وگیره قرار دهید، باز گیره می‌افتد. حتی اگر یک میخ در فاصلهٔ آهنربا وگیره قرارگیرد باز گیره حالت معلق بودن در هوا را از دست داده و خواهد افتاد.

حالا یک سؤال پیش می‌آید: چرا موقعی که یک تیغهٔ قلمتراش، یک قطعهٔ حلبی، یا یک میخ در فاصلهٔ آهنربا وگیره قرار گرفت،گیره افتاد؟ جواب این است که نیروی مغناطیس از این اجسام نمی‌تواند عبورکند. خوب ، یک سؤال دیگر: این اجسام چه وجه تشابهی دارند؟ بله درست حدس زدید، تمام این اجسام ازآهن ساخته شده‌اند که یک مادهٔ مغناطیسی است. نیروی مغناطیس به سهولت توسط اجسام مغناطیسی جذب می‌شود و خطوط نیروی مغناطیسی ازآنها عبور نمی‌کند. تصورکنید 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 دستمال‌گذشته و به روی زمین خواهد ریخت، همان‌طوری 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 مغناطیسي جذب می‌شود.

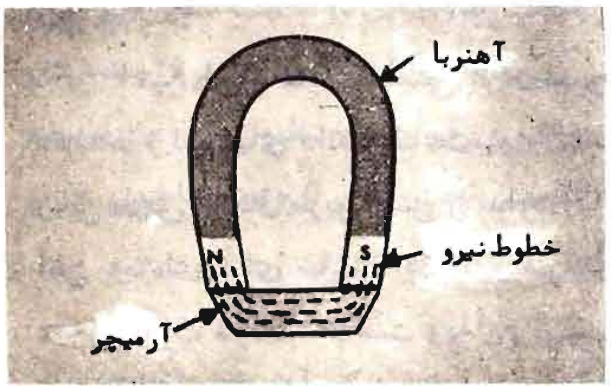
بیایید مطالبی راکه در این آزمایش یادگرفتیم، به طریق دیگر اثبات کنیم. دو نوار مقوایی به عرض پنج سانتیمتر و طول سی سانتیمتر ببرید. دو دسته کتاب، مثل آزمایشهای پیش، روی هم بچینید و به فاصلهٔ هشت سانتیمتری از هم قرار دهید. دو نوار مقوایی را روی هم قرار داده روی دو دسته کتاب بگذارید و با قرار دادن چند کتاب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



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

حالا یک تیغهٔ چاقو را در میان دو نوار مقوایی قرار دهید که درست زیر آهنربا قرار گیرد. بله، گیره‌ها می‌افتد. اگر بجای تیغهٔ چاقو از یک قطعه حلبی نیز استفاده کنید، نتیجهٔ آزمایش همان خواهد بود چون نیروی مغناطیس به وسیلهٔ تیغهٔ چاقو و حلبی جذب می‌شود.

شاید موقعی که شما آهنربای نعلی‌شکل خود را خریدید، یک تکه فلز نیز همراهش بود که دو سر 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.



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

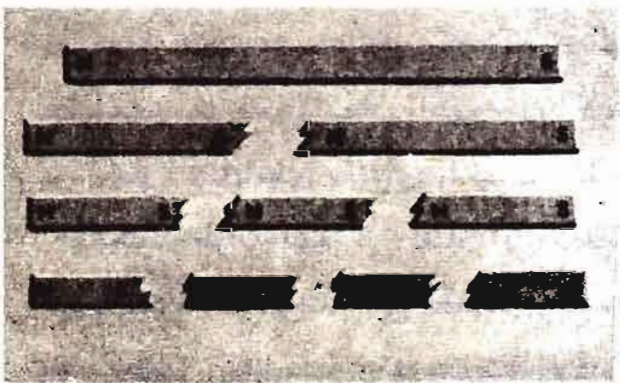
چون در اطراف اینگونه موتورها و ماشینها میدان مغناطیسی ایجاد می‌شود و نیروی مغناطیس روی عقربه‌های ساعت اثر کرده مانع درست کار کردن ساعت می‌شود، با اینهمه راه بسیار ساده‌ای تعبیه شده است که تا اندازه‌ای این اشکال را رفع می کند و آن قرار دادن ساعت درون قابی است که نیروی مغناطیس را به‌درون راه نمی‌دهد و 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 طریقهٔ ضد مغناطیسی کردن خود عقربه‌ها و قسمتهای داخلی ساعت‌متداول‌شده و این طریق اشکال طریق پیش را ندارد. آلیاژ آهن ویژه‌ای برای ساختن عقربه و فنرهای داخل ساعت درست‌شده است و به‌این 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.

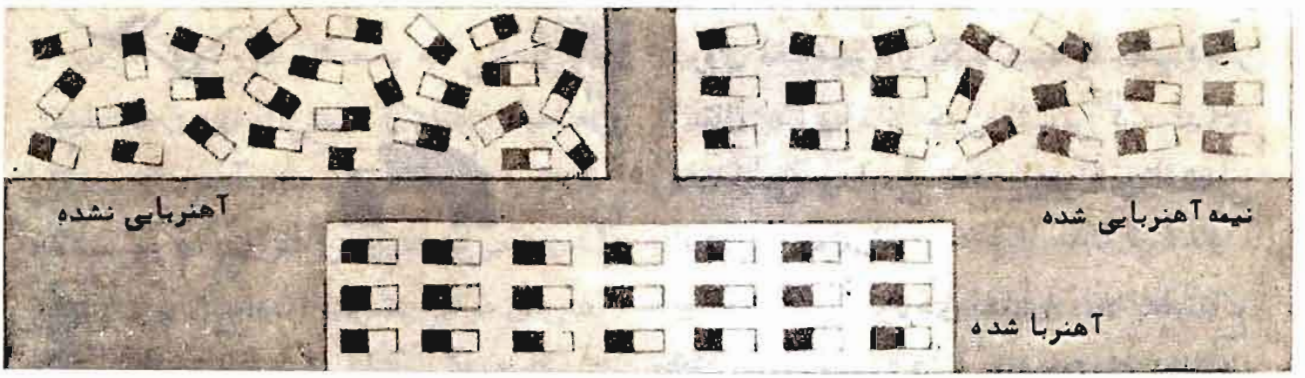
کوچکترین آهنربا کدام است؟ اگر یک آهنربای میله‌ای را از وسط ببرید یا بشکنید، نباید انتظار داشته باشید که یک قطعهٔ آن دارای قطب شمال و دیگری قطب جنوب باشد. چنانچه هر کدام از این آهنرباهای نصفه را آزمایش کنید خواهید دید که هر

خطوط نیروی مغناطیس به فنر نخواهد رسید، و بوسیلهٔ قاب ساعت جذب خواهند شد.

کدام به‌تنهایی یک آهنربای کامل با قطب شمال و قطب جنوب است. اگر شما هر یک از این آهنرباهای نصفه را باز به‌دو قسمت، و قسمتهای حاصله را، تا جایی که برایتان امکان دارد، به‌دونیم کنید، خواهید دید که هرکدام از این آهنرباهای بسیارکوچک دارای قطبهای **N** و **S** هستند. از همین‌رو بود که دانشمند بزرگ آلمانی **ویلهلم وبر** تقریباً یک قرن پیش، نظریه‌ای ارائه داد که طبق آن، هر اتم یک مادهٔ مغناطیسی، خود، یک آهنربا و دارای قطب شمال و جنوب است.



باقطعه قطعه‌کردن یک آهنربا تعدادی آهنربابه دست می‌آید که هر کدام به تنهایی دارای قطبهای شمال وجنوب است.



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

شما می‌دانید که تمام اجسام از ذرات بسیار کوچکی تشکیل شده‌اند که اتم نامیده می‌شوند. هر اتم عبارت از یک هستهٔ مرکزی است که در اطراف آن، الکترونهایی که بار الکتریکی دارند، در حال گردشند.

نظریهٔ «ویر» واقعاً درخشان بود، چون با استفاده از آن، فیزیکدانان پی‌بردند که یک الکترون ضمن گردش به‌دور هسته، به‌دور خود نیز می‌چرخد، ودراثر این چرخش میدان آهنربایی ایجاد می‌کند. به‌این ترتیب هر الکترون، کوچکترین آهنربایی است که تا حال شناخته شده.

قدرت مغناطیسی هر جسم، بستگی به چگونگی قرارگرفتن میدان آهنربایی الکترونهای اتم آن دارد. اجسام مغناطیسی دارای گروههایی از اتم هستند که کم و بیش میدانهای مغناطیسیشان در یک خط قرارگرفته‌اند. این گروههای اتم به‌نام **واحد مغناطیسی** خوانده می‌شوند. در یک جسم مغناطیسی که تحت تأثیر نیروی مغناطیسی قرار نگرفته است، این واحدها به‌طور نامنظم قرار دارند.

یک جسم مغناطیسی هر چه بیشتر تحت تأثیر نیروی مغناطیس قرارگیرد، واحدهای مغناطیسی آن بیشتر منظم و مرتب می‌شود، به طوری که قطب شمال همهٔ آنها در یک جهت و قطب جنوبشان در جهت مخالف قرار می‌گیرند. هنگامی که بیشتر واحدهای آهنربایی یک جسم منظم شدند، می‌گوییم، آن جسم تحت تأثیر نیروی مغناطیس قرار گرفته است.

چگونه می‌توانید یک آهنربا بسازید؟ حالا که می‌دانیم چه چیزی باعث می‌شود تا جسمی تحت تأثیر نیروی مغناطیس قرارگیرد، بیایید ببینیم آیا می‌توانیم خودمان یک آهنربا بسازیم؟ اول باید راهی پیدا کنیم تا بتوانیم اتمهای بیشتر واحدهای مغناطیسی آن جسم را به‌صورت مرتبی دربیاوریم.

چندگیرهٔ کاغذ و یک آهنربا بردارید. آهنربا را به‌یکی از گیره‌ها نزدیک کنید، حتماً به‌آهنربا خواهد چسبید. حالاگیرهٔ دوم را به‌آن نزدیک کنید، خواهید دید که گیرهٔ

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

دوم به‌گیرهٔ اول می‌چسبد. این کار را ادامه دهید و ببینید که از به‌هم چسبیدن گیره‌ها زنجیری درست می‌شود. هر کدام ازگیره‌ها که تشکیل این زنجیر را می‌دهد، به‌خودی خود یک آهنرباست وگیرهٔ بعدی را جذب می‌کند. لابد می‌توانید این را توجیه کنید. بسیار ساده است: با تماس گیرهٔ اول با آهنربا، واحدهای مغناطیسی گیره ردیف ومرتب می‌شوند وگیره نیروی آهنربایی پیدا می‌کند و به‌این ترتیب نیروی مغناطیس از یک آهنربا به‌جسم دیگر انتقال می‌یابد. چنین اشیایی که نیروی مغناطیسی پیدا می‌کنند، **آهنربای القایی** نامیده می‌شوند.

اگر میلهٔ فولادی بلندی، مثلا به‌ارتفاع هفتاد وبه‌ضخامت ۱/۵ سانتیمتر، داشته باشید، می‌توانید آن را آهنربا کنید. میله را طوری در دست نگاه‌دارید که در مسیر عقربهٔ قطبنما باشد. در این حال، با یک چکش بیست بار ـ محکم ـ به انتهای آن ضربه بزنید. حالا اگر یک‌گیره کاغذ یا جسم کوچک فلزی دیگری به‌آن نزدیک کنید، خواهید دید که آن را جذب می‌کند. میله فولادی با قرارگرفتن در جهت شمال، در موازات میدان مغناطیسی وسیعتری که عبارت ازکره زمین باشد، قرار می‌گیرد. ضربه‌های ما به‌میله کمک می‌کند تا واحدهای مغناطیسی تکان بخورد و تحت تأثیر نیروی جاذبهٔ زمین منظم و ردیف شوند و قطب شمال اتمهایش در یک جهت و قطب

باوارد کردن ضربه های چکش به یک میله فلزی می‌توانیم اتمهای آن راجابه جا کنیم. و واحدهای آهنربای آن رامرتب سازیم.

جنوبشان در جهت دیگر قرار گیرد.

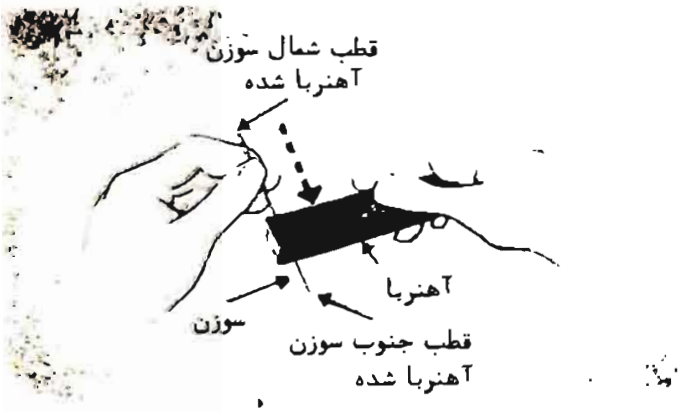
آهنربای دایمی چیست؟ به کمک آهنربایی چند گیرهٔ کاغذ را به هم وصل کنید و زنجیری از آنها بسازید. اولین گیره را از آهنربا جدا کنید، خواهید دید که گیره‌ها از هم جدا شده و می‌افتند و بلند کردن یک گیره به‌وسیلهٔ گیرهٔ دیگری غیر ممکن می‌شود. دلیلش کاملا روشن است چون دیگر گیره‌ها نیروی مغناطیسی خود را با جدا شدن از آهنربا از دست داده‌اند.

حال، بیایید سعی کنیم گیرهٔ کاغذ را کاملا آهنربا کنیم. گیره را به یک قطب آهنربا مماس 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 می‌تواند گیرهٔ دیگری را از زمین بلند کند یا نه؟ مشاهده خواهید کرد که نمی‌تواند. یعنی گیرهٔ کاغذ قادر نیست خاصیت آهنربایی را که از آهنربا گرفته ذخیره کند و در خود نگاهدارد. در این آزمایشها متوجه می‌شوید که نیروی آهنربایی بسیار ضعیفی در گیرهٔ کاغذ باقی می‌ماند که کم کم از بین می‌رود. این نیروی مغناطیسی بسیار کم **مغناطیس ذخیره** نامیده می‌شود.

پس توجه کردید که خاصیت آهنربایی القا شده در گیرهٔ کاغذ کاملا موقتی است.

آهنرباهایی که به‌هنگام دور شدن از میدان مغناطیسی تمام یا قسمتی از نیروی مغناطیسی خود را از دست می‌دهند، آهنربای موقتی نامیده می‌شوند. چنین فلزاتی که می‌توانند آهنربای موقتی بشوند، اتمهاشان با قرارگرفتن در یک میدان مغناطیسی، هرچند ضعیف، مرتب شده به‌صورت خط در می‌آیند ولی وقتی از میدان مغناطیسی دور شدند، به‌همان سادگی و آسانی دو باره به‌هم می‌ریزند.

یک سوزن بزرگ خیاطی بردارید. چندین بار آن را به‌یک 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 به‌انتهای سوزن رسیدید، آن را بلند کنید و از انتهای دیگر به‌آهنربا بکشید. وقتی این کار را تقریباً بیست بار انجام دادید، آهنربا را کنار بگذارید و سوزن را امتحان کنید، ببینید آیا خاصیت آهنربایی



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

پیدا کرده است یا نه؟ خواهید دید که نتیجه مثبت است و سوزن می‌تواند تکه‌های کوچک فلزی را جذب کرده، از زمین بلند کند و با وجود اینکه از میدان مغناطیسی دور شده، هنوز خاصیت آهنربایی‌اش را حفظ کرده است. یعنی اتمهای مرتب شدهٔ آن مدتی به‌همان صورت باقی می‌ماند. اگر همین سوزن را کنار بگذارید وفردا دوباره آزمایش راامتحان کنید و حتی اگر یک هفته یا یک ماه بعد نیز بیازمایید خواهید دید که سوزن خاصیت آهنربایش راازدست نداده است. اجسامی که خاصیت آهنربایی را بعد از دورشدن ازمیدان مغناطیسی نگاه می‌دارند، **آهنربای دایمی** خوانده می‌شوند.

موضوع جالب توجه دربارهٔ درست کردن آهنربای موقت یا دایمی این است که از یک آهنربا، هر چند تا آهنربا که بسازند، فرقی به حالش نمی‌کندوچیزی ازنیروی مغناطیسیش را ازدست نمی‌دهد. شما می‌توانید توسط یک آهنربای کوچک، میلیونها سوزن را آهنربا کنید در حالی که آهنربایتان به‌قوت اولیهٔ خود باقی است.

آهنربایی دایم مصارف زیادی دارد. آهنربایی دایمی چنانچه در غلتک انتهایی تسمه حامل سنگ آهن و قطعه سنگها کنار گذاشته شود، اجسام فلزی را، به‌هنگام عبور از روی تسمه به‌خود می‌گیرد. در نتیجه سنگهای آهن در یک طرف توده می‌شوند و سنگهای بی‌مصرف در طرفی دیگر تکه‌های آهن را از زغال جدا می‌کنند، منتها این بار، آهن بعنوان چیزی زایداززغال جدا می‌شود. آهنرباهای دایمی تکه‌های بی‌مصرف آهن را از توی آرد، مواد دارویی، و مواد نساجی جدا می‌کنند. پلیس برای پیدا کردن تفنگ، هفت‌تیر، وسایر سلاحهایی که مجرمین برای فرار از مجازات به‌دریا یا رودخانه می‌اندازند، با بستن یک آهنربای قوی به‌انتهای یک قطعهٔ طناب بسیار بلند، ته دریا و رودخانه‌ها را وارسی می‌کند. در منازل نیز برای خارج کردن چیزهای کوچک فلزی که به لولهٔ دستشویی یا ظرفشویی افتاده باشند ازآهنربایی که به سر یک نخ بسته شود، استفاده می‌کنند.

چگونه می‌توان آهنربایی را غیر آهنربا کرد؟

اگر میله‌ای فولادی داشته باشید که در اثر وارد ساختن ضربه‌هایی آهنربا شده است، آن را طوری در دست نگهدارید که در مسیر خط مغرب ـ مشرق قرارگیرد و با دست دیگر ضربه‌هایی از همه طرف بر آن وارد سازید. سپس امتحان کنید تا ببینید که خاصیت آهنربایی‌اش را هنوز حفظ کرده است یا نه؟ می‌بینید که نکرده است. شما با ضرباتی که به آن وارد ساختید، باعث شدید که اتمهای آن جا به‌جا شوند و قطب مثبت و منفی با شمال و جنوبشان همدیگر را خنثی کنند و خاصیت آهنربایی آن از بین برود.

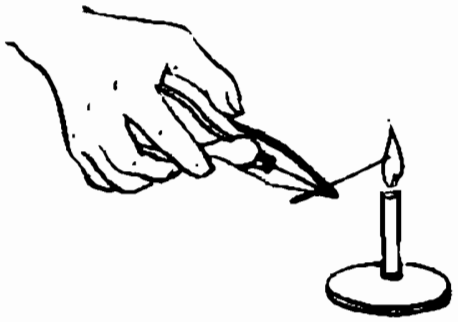
طریقهٔ دیگر از بین بردن خاصیت

آهنربایی استفاده از حرارت است. سوزن آهنربا شده‌ای را با یک پنس گرفته مدتی روی آتش نگاه دارید تا کاملا سرخ شود، سپس آن را در مسیر مغرب ـ مشرق قرار دهید تا خود به‌خود خنک شود. حالا سوزن را به‌یک گیرهٔ کاغذ که‌قبلا 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 به‌سرعت حرکت کنند و ترتیبشان به‌هم بخورد.

آهنربایی که در معرض حرارت قرار می‌گیرد، در درجهٔ 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 درجهٔ کوری ویژه‌ای دارد، مثلا درجهٔ کوری آهن در حدود ۸۰۰ درجهٔ سانتیگراد و نیکل تقریباً ۳۵۰ درجه است.

وقتی می‌گوییم آهنربایی را به‌طریقه‌ای از نیروی مغناطیسی عاری کردیم مقصود این نیست که نیروی مغناطیسی آن به‌طور دایم 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 به‌هم خورده است.

خوب حالا که شما بخوبی می‌دانید

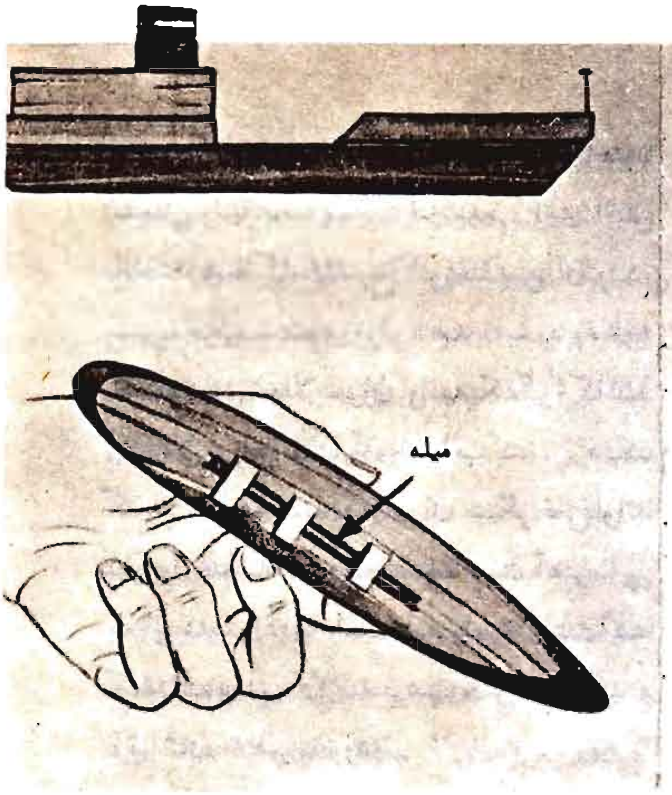


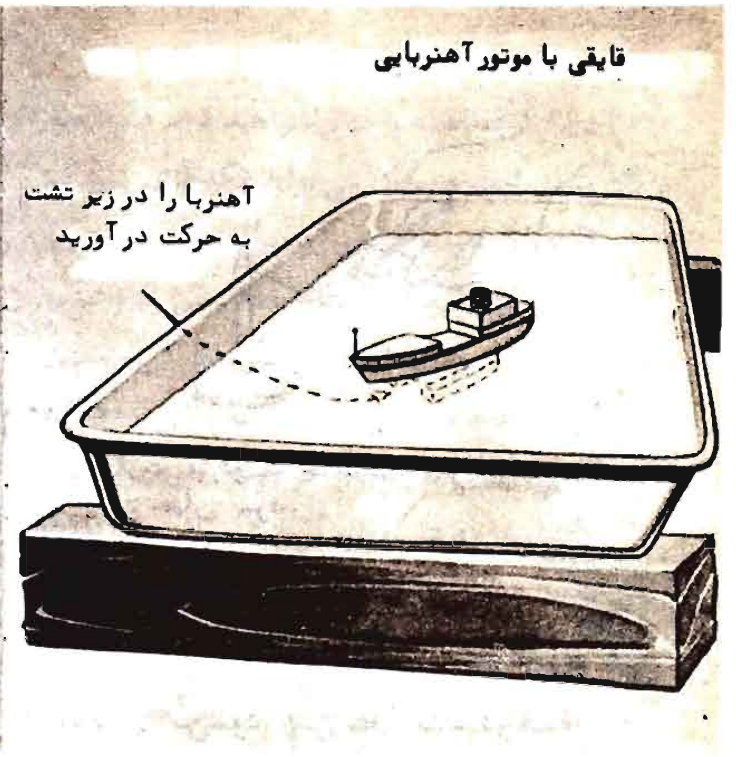
حرارت می‌تواند خاصیت آهنربایی را از میان ببرد.

ضربه و حرارت باعث از بین رفتن نیروی مغناطیسی می‌شود، پس سعی کنید در موقع کار با آهنربا، از دستتان به‌زمین نیفتد یا محکم به‌جایی 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. شیاری به‌اندازهٔ میخ در وسط تکهٔ چوب‌درست کنید. سعی کنید این شیار بزرگتر یا کوچکتر از میخ نباشد و درست به‌اندازهٔ آن باشد. ولی اگر قایق اسباب بازی از جنسی است که نمی‌شود در آن شیار درست کرد میخ را به وسیلهٔ نوار چسب ضد آب یا مادهٔ دیگری که همین خاصیت را داشته باشد، به‌قایق محکم کنید. طشت کوچک آلومینیومی یا کاسهٔ بزرگ چینی انتخاب کنید و آن را روی دو



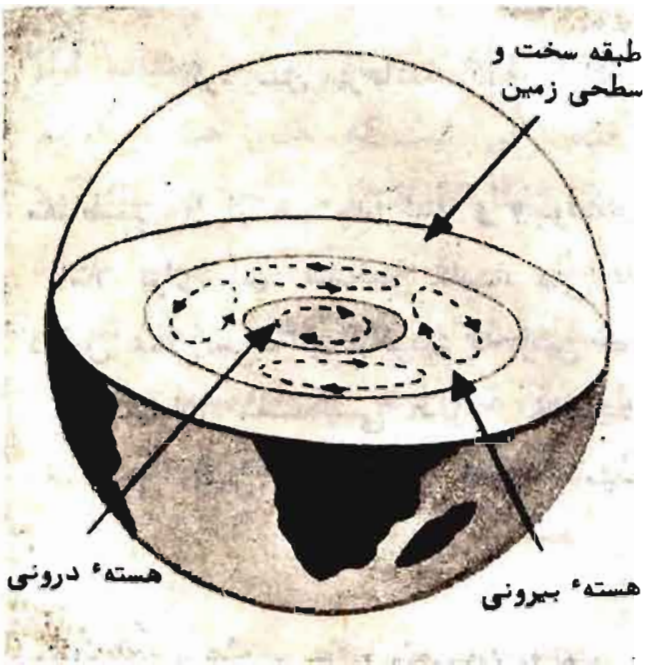


قطعهٔ چوب یا دو آجر قرار دهید به‌طوری که بتوانید دست خود را زیر آن حرکت دهید. این طشت یا کاسه باید به‌اندازه‌ای بزرگ باشد که قایق شما بتواند روی آن حرکت کند. آن را پر از آب کنید و قایق را روی آب رها کنید. با حرکت دادن یک آهنربا در زیر طشت یا کاسه می‌توانید مسیر قایق را تعیین کنید و به‌هر طرف که مایل باشید، آن را بکشانید.

به‌جای قایق می‌توانید از یک ماهی اسباب بازی یا ماهیی که خودتان از چوب درست کرده‌اید استفاده کنید و با حرکت‌دادن آهنربا در زیر طشت آن را به‌هر طرف که دلتان بخواهد، برانید.

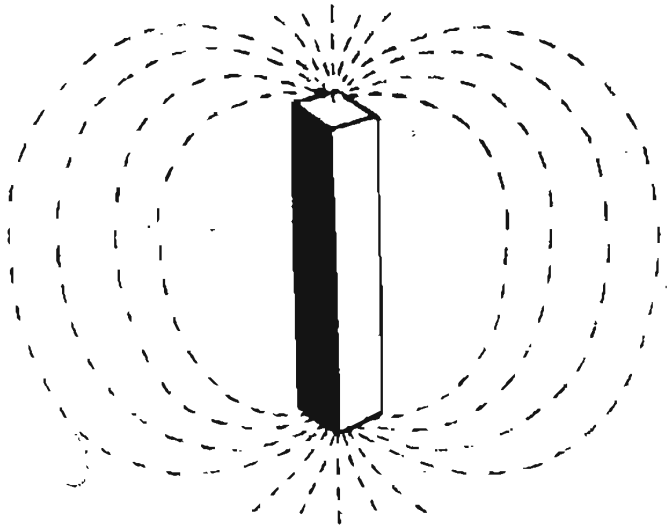
کرهٔ زمین مثل یک آهنرباست

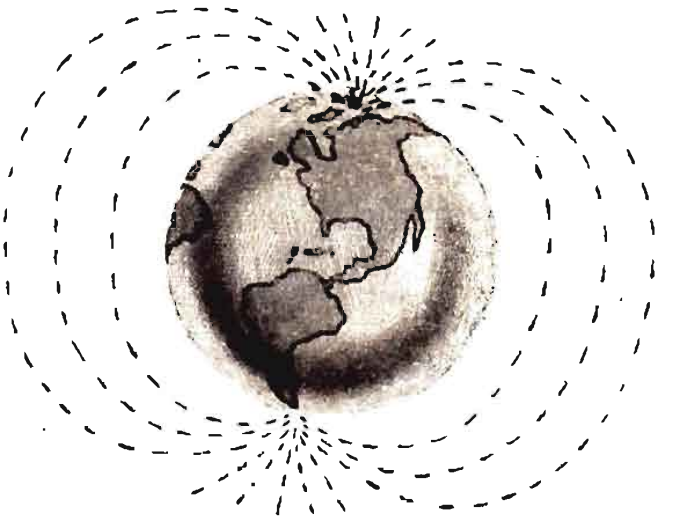
نیروی جاذبهٔ زمین چیست؟ کرهٔ زمین آهنربای عظیمی است که در اطراف خود میدان مغناطیسی دارد، چنانکه گویی آهنربای میله‌ای بسیار پر قدرتی در مرکز آن کارگذاشته باشند. البته هیچ آهنربایی در مرکز زمین وجود ندارد. دانشمندان عقیده دارند که منبع اصلی قوهٔ جاذبهٔ زمین در هستهٔ مرکزی زمین است. احتمالا این هستهٔ مرکزی 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. به‌طور کلی زمین از سه قسمت تشکیل شده است: هستهٔ مرکزی که کره‌ای به قطر **۲۵۷۴** کیلومتر، و احتمالا به صورت جامد است. قشر میانی به ضخامت **۲۲۵** کیلومتر است و به فاصلهٔ **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 می‌شوند، میدان مغناطیسی کرهٔ زمین را به وجود می‌آورند.



دانشمندان عقیده دارند که‌منبع اصلی‌نیروی مغناطیسی‌کرهٔ زمین درلایهٔ مرکزی زمین قرار دارد.

میدان مغناطیسی دیگری که بسیار ضعیفتر از میدان مغناطیسی کرهٔ زمین است به وسیلهٔ **یونسفر** زمین ایجاد می‌شود که‌لایه‌ای از هوا به‌قطر **۹۶** تا **۱۶۰** کیلومتر است که کرهٔ 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 می‌آید. با اینکه دانشمندان می‌توانند این دو میدان





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

مغناطیسی را از هم جدا کنند و وجودشان کاملا 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 جاذبهٔ زمین دارد؟ باید دقت کرد که نیروی مغناطیسی زمین، با قوهٔ جاذبهٔ آن اشتباه نشود. این موضوع اهمیت بسیاری دارد. شما خوب می‌دانید جسمی که به‌جایی تکیه نداشته‌باشد چه توپ فوتبال که به‌هوا پرتاب شود، و چه سفینه‌های فضایی که مدتی به کمک گردش در اطراف کرهٔ زمین در هوا شناور می‌مانند، ویا هواپیماها وموشکها بالاخره به‌سطح زمین فرود می‌آیند. شما وقتی می‌گویید فلان چیز «افتاد» بدین معنی است که جاذبهٔ زمین آن را به‌طرف خود کشیده است. کار این نیروی جاذبه بسیار شبیه به‌عمل جذب اشیاء فلزی توسط آهنرباست. دانشمندان راجع به مغناطیس زمین، بیشتر اطلاع دارند تا جاذبهٔ 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 جاذبهٔ زمین روی همه نوع مواد اثر می‌گذارد و آنها را جذب می‌کند. هیچ شیئی یافت نمی‌شود که« قطب جاذبهٔ زمینی» نداشته باشد و از هر طرف که رها شود به‌طرف زمین کشیده‌نشود. کشش قوهٔ مغناطیسی زمین در مقایسه با نیروی جاذبهٔ آن بسیار ناچیز است. به‌علت وجود نیروی جاذبهٔ زمین بلند کردن اشیایی که حتی نصف وزن شما را دارد برایتان مشکل است ولی شما می‌توانید یک جسم آهنی را در قطب مغناطیسی کرهٔ زمین، بدون اینکه متوجه شوید کشش مغناطیسی به‌وزن جسم اضافه شده است به راحتی از زمین بلند کنید. یک آهنربای کوچک فولادی دارای میدان

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

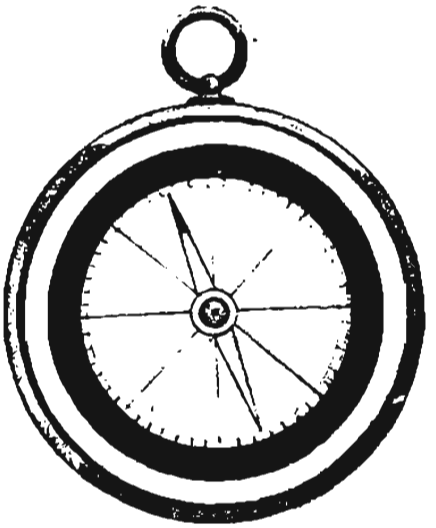
چرا قطب شمال آهنربا در حقیقت، قطب جنوب آن است؟ پیشتر دیدید که قطب شمال آهنربا قطبی است که همیشه رو به‌شمال می‌ایستد. ولی آیا هیچ از خود پرسیده‌اید که چرا همیشه قطب شمال به طرف شمال می‌ایستد؟ این را هم می‌دانید که قطبهای غیر همنام، یکدیگر را جذب می‌کنند. پس چطور ممکن است که قطب شمال آهنربا به طرف شمال جذب شود؟ ولی خوب این چیزی است که عملا اتفاق می‌افتد و همه آن را به چشم می‌بینیم، همین قطبی که همیشه به‌طرف شمال می‌ایستد بوسیلهٔ قطب آهنربای بزرگتری (کرهٔ زمین) جذب می‌شود.

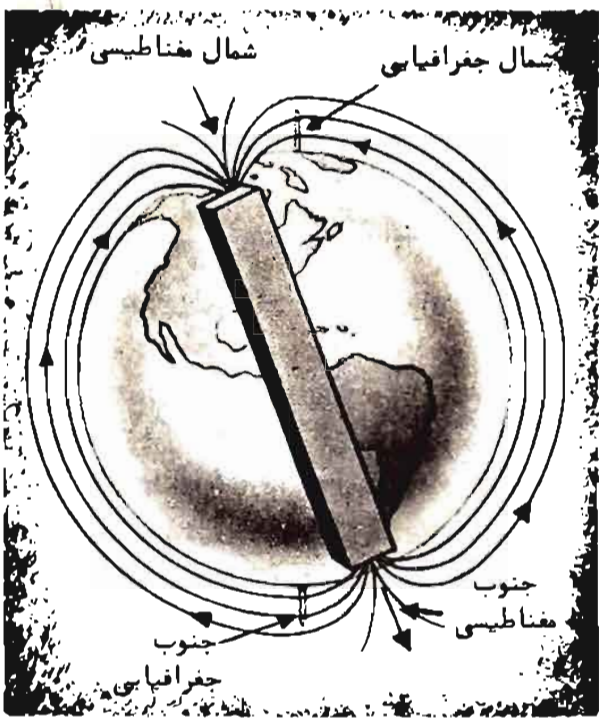
پس باید در اصل، قطبی که همیشه رو به‌شمال می‌ایستد، حقیقتاً قطب جنوب‌آهنربا باشد! این مسأله جداً واقعیت دارد، چون ثابت شده است که قطبهای غیر همنام یکدیگر را جذب‌می‌کنند. یعنی قطب جنوب آهنربا بوسیلهٔ قطب شمال مغناطیسی کره زمین جذب می‌شود و به‌عبارت دیگر قطب شمال یاقطبی که رو به‌شمال می‌ایستد در حقیقت قطب جنوب است. با اینهمه، قطبی را که رو به شمال می‌ایستد قطب شمال می‌نامیم و شما باید در هنگام کار با آهنربا آن قطب را قطب شمال فرض کنید.

قطبنما چیست؟ عقربهٔ قطبنما از یک آهنربای بسیار ساده است که روی محوری به‌طور افقی قرار داده شده است تا بتواند به‌آسانی حرکت کند. در نتیجه قطب شمال مغناطیس زمین روی یک قطب عقربه اثر می‌کند و آن را رو به‌شمال نگاه می‌دارد.

چون قطبنما احتمالا، اولین‌بار بوسیلهٔ ملاحان نیمکرهٔ شمالی مورد استفاده قرار گرفت، این است که هنوز هم می‌گوییم قطبنما شمال را نشان می‌دهد. در حالی که همانطور می‌توانیم بگوییم جنوب عقربهٔ قطبنما همیشه جنوب را نشان می‌دهد. تعریف علمی طرز قرار گرفتن عقربهٔ قطبنما این است که بگوییم، عقربه در خط شمال-جنوب می‌ایستد.

چگونه از قطبنما استفاده می‌کنند؟ قطبنمای پیشاهنگان و جنگل‌نشینان در ظاهر درست شبیه یک ساعت جیبی است و روی صفحهٔ 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 می‌شوند، چهار علامت دیگر نیز دیده می‌شوند که جهتهای فرعی را نشان می‌دهند. همیشه چهار علامت جهات فرعی بین علامتهای اصلی قرار می‌گیرند. **NE** برای شمال شرقی، **SE** برای جنوب شرقی، **SW** برای جنوب غربی، **NW** برای شمال غربی به‌کار رفته است. عقربه





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

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

روی پیچی که کمی بالاتر از صفحه قرار دارد، محکم شده است. صفحه و عقربهٔ قطبنما در یک قاب فلزی که روی آن را با شیشه پوشانده‌اند، قرارگرفته تا ازگرد و خاك 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 قرارگرفتن آن در آسمان جهت را بشناسید. می‌دانید که اگر با حدس و گمان راه خانه را پیش بگیرید، احتمالا بعد از ساعتها راه‌پیمایی و پیاده‌روی دوباره به‌همان نقطه خواهید رسید. در اینجاست که قطبنما می‌تواند از این سرگردانی نجاتتان دهد.

بگذارید فکر کنیم که شما می‌دانید اگر به‌سمت مغرب بروید، به‌جاده یا رودخانه و یا پلی که شما از آنجا خانهٔ خود را بخوبی می‌شناسید، خواهید رسید. در این‌صورت، قطبنمای خود را روی یک سنگ مسطح یا تنهٔ صاف درختی یا هر چیز مسطح دیگری قرار دهید. وقتی عقربه از تکان خوردن و حرکت ایستاد می‌توانید جهت شمال و جنوب را به‌وضوح ببینید. ممکن است وقتی به‌صفحهٔ قطبنما نگاه کنید متوجه شوید که نوك عقربه کاملا روی نقطهٔ شمال یعنی در برابر N نایستاده است. برای درست کردن قطبنما کافی است که جای قطبنما را کمی تغییر دهید، ولی سعی کنید که عقربهٔ آن حرکت نکند. وقتی عقربه درست روبروی نقطهٔ N قرارگرفت، شما می‌توانید مطمئن باشید که چهار جهت اصلی را به‌درستی تشخیص داده‌اید.

قطبنما را برمی‌دارید و در جهت مغرب به‌راه 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

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

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

در لبهٔ قطبنمای کشتی علامتی نصب شده که با قسمت جلو کشتی موازی است. هنگامی که ناخدا سکان کشتی را می‌چرخاند باید متوجه باشد که نقطهٔ N صفحهٔ مدرج کاملا روبروی این علامت قرارگیرد تا کشتی بتواند روبه‌شمال حرکت کند. اگر ناخدا بخواهد کشتی را مثلا رو به‌شمال غربی هدایت کند، سکان کشتی را آنقدر می‌چرخاند تا NW درست روبروی علامت جلو قطبنما قرار گیرد.

انحراف مغناطیسی چیست؟ قطب مغناطیسی نیمکرهٔ 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 فاصلهٔ ۳۲۱۸ کیلو متری شمال داکوتای شمالی و ۱۶۰۹ کیلو متری جنوب قطب شمال. قطب مغناطیسی کرهٔ زمین در قطب جنوبی نیز محلی است در ۴۷۰۰ کیلومتری ملبورن استرالیا.

وقتی دریانوردان آغاز به‌استفاده از قطبنما کردند، بزودی متوجه شدند که عقربهٔ قطبنما هرگز کاملا رو به‌شمال قرار نمی‌گیرد. و اکنون ما بخوبی می‌دانیم که دلیل آن این بوده است که قطب شمال مغناطیسی کرهٔ زمین با قطب شمال جغرافیایی یکی نیستند و در یک نقطه قرار ندارند. دریانوردان، بسیار زود راه‌حلی پیدا کردند بدین‌معنی که برای یافتن قطب شمال و راه درست در هر جایی از دریاهای دنیا که بودند به‌انحراف عقربهٔ قطبنما توجه می‌کردند و با اندازه‌گیری زاویهٔ میان قطب جغرافیایی و قطب مغناطیسی که آن را انحراف مغناطیسی می‌نامیدند راه درست را پیدا کردند. مثلا در شهر واشنگتن زاویهٔ 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 وجنوب مغناطیس وجغرافیایی همواره نسبت به هم در نقطه‌های معینی قرار نمی‌گیرند.

آن می‌ایستد شش درجه انحراف به‌مغرب دارد.

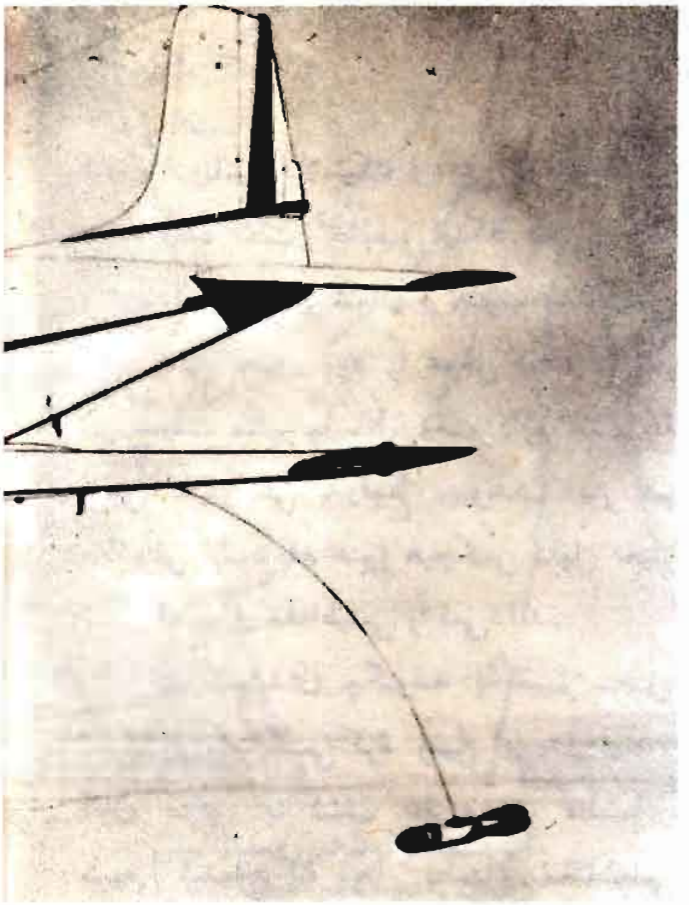
چگونه می‌فهمیم قطبهای مغناطیسی کرهٔ زمین تغییر می‌کند؟ قطبهای مغناطیسی کرهٔ زمین پیوسته، در حال تغییرند. این تغییر بسیار ملایم و آهسته است، ولی دانشمندان به‌آسانی می‌توانند آن را اندازه بگیرند. در سال ۱۹۵۵ دانشمندان با دقت تمام محل قطب شمال مغناطیسی کرهٔ زمین را تعیین کردند. پنج سال بعد یعنی در سال ۱۹۶۰ یکبار دیگر کار اندازه‌گیری تجدید شد و متوجه شدند که قطب شمال مغناطیسی ۱۱۲ کیلومتر به‌طرف شمال غربی تغییر محل داده است. صدها میلیون سال پیش، قطب شمال و جنوب مغناطیسی کرهٔ زمین، مسافت بسیاری تغییر محل داده‌اند. مثلا زمانی قطب شمال مغناطیسی، در کشور کره؛ گاهی در

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

دانشمندان چگونه به‌تغییر محل قطبهای مغناطیسی کرهٔ زمین پی می‌برند؟ آنان موفق به‌کشف عقربه‌های قطبنمای طبیعی شده‌اند که محل قطبهای مغناطیسی را درگذشته نشان می‌دهند. این عقربه‌های قطبنمایی عبارتند از ذرات سنگهای آهنربایی یا سنگهای جهت‌یاب. این ذرات در مواد مذابی که از دهانهٔ کوههای آتشفشان بیرون می‌ریزد، فراوانند. وقتی سنگها بسیار داغ می‌شوند، ذرات آهنربایی خود را از دست می‌دهند، چون قبلا خواندیم که حرارت زیاد، خاصیت آهنربایی را از بین می‌برد. ولی وقتی مواد مذاب سرد شدند و ذرات مغناطیسی به درجهٔ حرارت «کوری» (درجه حرارتی که جسم نیروی مغناطیسی خود را در آن درجه از دست می‌دهد یا دوباره به‌دست می‌آورد) رسیدند، البته پیش از اینکه سخت و تبدیل به‌سنگ شوند، نیروی مغناطیسی کرهٔ زمین آنها را در جهت شمال-جنوب ردیف و مرتب می‌کند و در همین حال، مواد مذاب منجمد شده تبدیل به‌سنگ می‌شوند و دیگر ذرات مغناطیسی نمی‌توانند حرکت کنند. ولی میدان مغناطیسی کرهٔ زمین به‌تغییر خود ادامه می‌دهد. میلیونها سال بعد، هنگامی که دانشمندان به‌آزمایش چنین سنگهایی دست می‌زنند، به‌هزاران «عقربهٔ قطبنما» بر می‌خورند که در هنگام انجماد به‌طرف قطب شمال و جنوب مغناطیسی کرهٔ زمین قرارگرفته‌اند.

بسیاری از سنگها از رسوباتی که بوسیلهٔ آب رودخانه‌ها و نهرها به‌درون دریاها و دریاچه‌ها حمل شده‌اند تشکیل یافته‌اند. در طول میلیونها سال، ذرات رسوبی بوسیلهٔ فشار شدیدی که از زمین به‌آنها وارد شده، به‌سنگهای رسوبی تبدیل شده‌اند. مقداری از ذرات تشکیل‌دهندهٔ این سنگهای رسوبی ذرات آهنربایی هستند. این ذرات که در هنگام حرکت بوسیلهٔ آب آزاد بوده‌اند، تحت‌تأثیر نیروی مغناطیسی زمین در جهت شمال-جنوب قرارگرفته‌اند در نتیجه هنگامی که لایه‌های رسوبی سفت و تبدیل به سنگهای رسوبی شده‌اند، حاوی مقدار بسیاری عقربه‌های قطبنمایی شده‌اند. بوسیلهٔ همین قطبنماهاست که امروزه دانشمندان می‌توانند بگویند که قطبهای مغناطیسی کرهٔ 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 بوسیلهٔ یک هواپیما یدک کشیده‌می‌شود، محل‌سنگهای‌قیمتی زیر زمین را نشان می دهد.

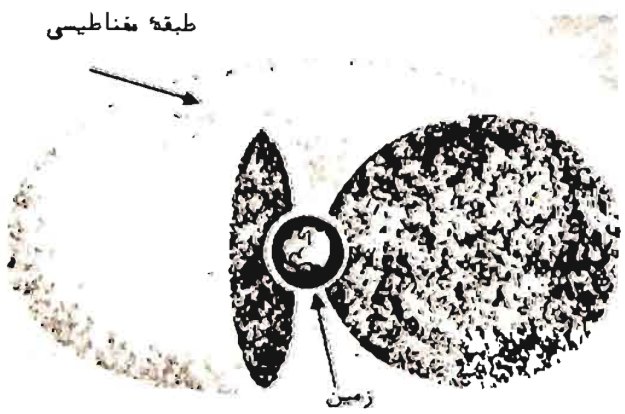
مغناطیسی کرهٔ زمین فقط در دو قطب قوی نیست، بلکه قدرت آن در نقاط‌گوناگون کرهٔ زمین متفاوت است. این تفاوت به‌دلیل وجود اجسام مغناطیسی، مثل: سنگ، آهن، نیکل، و کبالت در زمین است. پژوهشگران معدن، دریافته بودند که اگر بتوانند نیروی مغناطیسی زمین را در سطح زمین اندازه بگیرند، از روی شدت و ضعف آن می‌توانند روشن کنند در کدام نقطه، چه نوع معدن با ارزشی وجود دارد. ابتدا یافتن شدت و ضعف نیروی مغناطیسی زمین بکندی و اشکال انجام می‌شد، چون وسایلی که برای این منظور به‌کار می‌رفت کامل نبود و لازم بود مسافتهای بسیار، حتی ازکشوری به‌کشور دیگر حمل شود. ولی امروزه وسیلهٔ بسیار حساسی که **مغناطیس سنج** نامیده می‌شود، این کار را بسیار آسان کرده است. این‌وسیلهٔ اندازه‌گیری را در جعبه‌ای به‌شکل بمب قرار می‌دهند و به‌طناب محکم و بسیار بلندی بسته در زیر بدنهٔ هواپیما نصب می کنند. قسمت حساس این دستگاه که درست به اندازهٔ یک سیگار است، زمین‌شناسان را از وجود معدنهایی که در زیر زمین، با فاصلهٔ ۴۵۰ متر از هواپیما قرار دارند. باخبر می کند.

نور شمالی چیست؟ اگر شما در قسمتهای شمال ایالات متحده یا کانادا ساکن باشید یا در قسمتهای جنوبی نزدیک قطب جنوب باشید، به‌ویژه در اوایل بهار و پاییز، شبها پرده‌های نورانی و روشنی در آسمان می‌بینید که در شمال، **نورشمالی** یا (فجر شمالی) و در جنوب، **نور جنوبی** یا (فجر جنوبی) نامیده می‌شوند.

خورشید همواره جریانهایی از ذرات بسیار ریز که دارای بار الکتریکی هستند، به‌اطراف می‌فرستد. این ذرات، هنگامی به‌میدان مغناطیسی زمین برسند، در امتداد خطوط نیروی مغناطیسی به‌طور مارپیچ، به‌طرف سطح زمین، حرکت می کنند. بسیاری از این ذرات، با مولکولهای هوا ترکیب شده، آنها را به‌ارتعاش درمی‌آورند و سبب پیدایش نورهای سفید، قرمز، آبی،

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

طبقهٔ مغناطیسی وان آلن چیست؟ اندکی پس از آنکه امریکا شروع به‌پرتاب ماه مصنوعی کرد، دانشمندان متوجه شدند که کرهٔ زمین با طبقه‌ای به‌ضخامت بیش از ۸۰,۰۰۰ کیلومتر احاطه شده که کاملا رادیو اکتیو است و از اتمهایی تشکیل یافته که دارای بار الکتریسیته هستند. هنوز سرچشمهٔ این ذرات رادیواکتیو، که تعدادشان بیش از صدها میلیارد است معلوم نیست، ولی مسلم است که مقدار بسیاری از این ذرات از خورشید جدا می‌شوند و به‌سوی 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 به‌فضا در همه جای مسیر خود، با ذرات رادیو اکتیو برخورد نمی‌کنند. هنگامی که قمرهای کاشف توانستند به‌همهٔ نقاط بروند، دانشمندان متوجه شدند که فقط یک دستهٔ بسیار بزرگ از ذرات رادیو اکتیو به‌صورت کمربند وجود دارد که در نزدیکی زمین فشرده‌تر است و هرچه بالاتر برویم، تعدادش کمتر می‌شود و در ارتفاع ۸۰,۰۰۰ کیلو متری تمام می‌شود. این نوار یا کمربند **طبقهٔ مغناطیسی** نامیده می‌شود. وجود ذرات رادیو-



لایهٔ مغناطیسی تابشی (حاصل از تابیدن آفتاب) وان‌آلن.

اکتیو برای اولین بار بوسیلهٔ دانشمند امریکایی، «جیمزوان‌آلن» کشف شد، و این طبقهٔ مغناطیسی به‌نام او خوانده شد.

ضخامت کمربند مغناطیسی وان‌آلن در بالای خط استوا، که ضعیفترین میدان مغناطیسی را دارد، بیشتر است. و در نزدیکی قطبهای مغناطیسی شمال و جنوب کرهٔ 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 به‌خورشید می‌رسند و می‌خواهند به‌میدان مغناطیسی کرهٔ زمین وارد شوند، مغناطیسشان تحت تأثیر قطبهای مغناطیسی قرار می‌گیرد. و چون بیشتر این ذرات در حال چرخیدن هستند به‌طور متناوب جذب و دفع می‌شوند، از این‌رو 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 به‌اتمسفر زمین یا حتی به‌سطح زمین برسند). ذراتی که به‌موازات قطب مغناطیسی شمال و جنوب، به کرهٔ زمین نزدیک می‌شوند، بی‌آنکه نیازی به‌شکستن خطوط نیروی مغناطیسی داشته باشند، خود به‌خود، بوسیلهٔ قطبها جذب شده وارد اتمسفر زمین می‌شوند. به‌همین دلیل است که کمربند وان‌آلن در نزدیکی قطبها نازکتر است.

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

چگونه «اورستد» برقاطیس را کشف کرد؟ بیش از دویست 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. عقربهٔ قطبنما که موازی سیم برق بود، در برابر دیدگان متعجب اورستد، از مسیر شمال‌ـ جنوب همیشگی خود منحرف شد و عمود برآن قرارگرفت. اورستد چندین‌بار قطبنما را بلند کرد و دوباره نزدیک سیم قرار داد و پی برد که عقربهٔ 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. می‌توانید از فروشگاههای لوازم الکتریکی کلید برق ارزان قیمتی بخرید. اما ساختن آن به دست خود، خالی از تفنن نیست.

بوسیلهٔ استفاده از قیچی مخصوص یا قیچی کهنه‌ای که در منزل برای اینگونه کارها وجود دارد، یک قوطی کنسرو را ببرید و نواری به‌طول ۷/۵ سانتیمتر و عرض ۱/۲ سانتیمتر ببرید. دقت کنید کناره‌های تیز قوطی دستهایتان را نبرد. یک تکه چوب به‌اندازهٔ تقریباً یک کتاب کوچک لازم دارید. پوشش دو سر یک قطعه سیم ۱۵ سانتیمتری را ببرید و دربیاورید. یک سر سیم را به‌دور یک میخ، در نزدیکی سر میخ، بپیچید. این میخ را برای کوبیدن نوار حلبی به‌روی چوب به کار ببرید. دقت کنید که‌میخ تا ته چوب فرو رفته باشد. به‌این وسیله سیم پیچیده شده به‌دور میخ، با فشار، به‌نوار حلبی می‌چسبد. حالا نوار حلبی را، مطابق شکل صفحهٔ ۴۳، با دو زاویه خم کنید.

روی چوب، که در زیر قرارگرفته، با فاصلهٔ یک سانتیمتر به‌انتهای آزاد نوار حلبی، علامت بگذارید. نوار را بلند کنید و در روی این علامت یک میخ بکوبید به‌طوری که

نیم‌سانتیمتر از میخ ازچوب بیرون بماند، و نوار حلبی را سر جای اولش بازگردانید. حال اگر با انگشت روی انتهای نوار فشار بیاورید به‌سر 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 برقهای دیگر، مثل برق اتومبیل نزدیک نکنید وگرنه دچار برق‌گرفتگی می‌شوید و چه‌بسا که زندگیتان را از دست بدهید.)

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

قطعه‌سیمی به‌طول ۶۰ سانتیمتر بردارید، روکش دو سرش را ببرید و در بیاورید. یک سر این سیم را به‌دور میخی که در زیر نوار حلبی روی چوب کوبیده‌اید، بپیچید. سر دیگر سیم را به‌باطری وصل کنید. سیم دیگری به طول یک متر بردارید و باز پوشش 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 قبلا با میخ به نوار حلبی وصل شده است.

قطبنما را نزدیک کلید قرار دهید. قسمتی از سیم طولانیتر را روی صفحهٔ 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. به‌قطبنما نگاه کنید. بله، عقربهٔ 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 عقربهٔ 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 صفحهٔ ۴۳ نگاه کنید).

دو سیم را از باطری جدا کنید و این بار آنها را برخلاف دفعهٔ پیش به باطری ببندید، به طوری که سیم بلند به نقطهٔ اتصال مرکزی و سیم کوتاه به نقطهٔ دیگر وصل شود. با این عمل شما جهت جریان برق را تغییر داده‌اید. باز مثل دفعهٔ پیش سیم را روی قطبنما قرار دهید و کلید را فشار دهید. می‌بینید که این بار عقربهٔ قطبنما در جهتی‌گردش می‌کند که درست عکس دفعهٔ 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 می‌کنند. آیا امکان دارد با استفاده از این اصل، انواع دیگری آهنربا ساخت؟ بله، می‌توان **آهنربای برقی** ساخت. آهنربای برقی عبارت است از یک میلهٔ فلزی که دور تا دور آن سیم‌پیچی شده است. وقتی که جریان برق از این سیم عبور کند، نیروی مغناطیسی ایجاد شده در اطراف سیم بوسیلهٔ میلهٔ فلزی جذب می‌شود. معمولا میله‌ای که در آهنربای الکتریکی به کار می‌رود، از آهن خالص یا فلز دیگری ساخته می‌شود که بتواند به‌آسانی آهنربا شود و همچنین به‌آسانی خاصیت آهنربایی خود را از دست بدهد. در ابتدای این کتاب، دیدیم که در محوطهٔ ویژهٔ ماشینها و وسایل فرسودهٔ فلزی، چگونه آهنربایی بزرگ، قطعات بزرگ و کوچک فلزی را بلند می‌کرد. باید دانست که چنین آهنربایی حتماً از نوع آهنربای الکتریکی است. می‌دانید که اگر آهنربای برقی، به هنگام قطع جریان برق، خاصیت مغناطیسی خود را از دست ندهد، چیزهایی را که بلند کرده است، رها نمی‌کند مگر اینکه شخصی با زحمت زیاد آنها را جدا کند، البته استفاده از چنین وسیله‌ای آسان نیست.

چگونه یک آهنربای برقی بسازیم؟ یک میلهٔ فلزی تقریباً هشت سانتیمتری و یک مهره که درست به‌اندازهٔ سر میله باشد، تهیه کنید. مهره را به‌یک سر میله بپیچانید. سیم تلفن بلندی بردارید و آن را به‌دور میلهٔ فلزی بپیچید. کار پیچیدن سیم باید از سر آزاد میله شروع و به‌مهره ختم شود. باید سیم طوری پیچیده شود که هر حلقهٔ سیم چسبیده به‌حلقهٔ پیشین خود باشد. میله را با دو یا سه لایه سیم‌پیچ بپوشانید. باید متوجه بود که جهت پیچیدن سیم تغییر نکند. طول سیم باید طوری باشد که بعد از پیچیدن به اندازهٔ سی چهل سانتیمتر زیاد بماند. برای اینکه سیم‌پیچ از روی میله باز نشود، کافی است که یک‌بار سیم را از حلقهٔ آخری رد کنید. روکش دو سر سیم را ببرید و بیرون بیاورید. یک سراین سیم را به‌سیم کلید برق خود وصل کنید و سر دیگرش را به‌باطری ببندید. حالا یک سیم کوتاه بردارید. یک‌سر آن را به‌سر دیگر باطری و سر دیگرش را به میخ کلید برق ببندید. اگر روی میز مقداری گیرهٔ کاغذ بریزید و سر میله را به‌طرف آنها بگیرید و کلید برق را باز کنید، می‌بینید که میله، آهنربای برقی شده و تمام‌گیره‌ها را جذب می‌کند. حالا کلید را ببندید. تمام گیره‌ها جدا شده، روی زمین می‌افتد. (امکان دارد میله‌ای که شما برای این آزمایش به کار می‌برید فولادی باشد و در این صورت شما آهنربای دایم به‌دست می‌آورید 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.

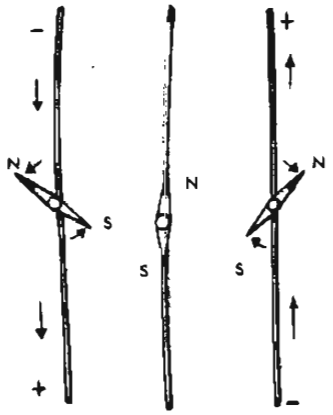
آهنربا چگونه می‌تواند برق تولید کند؟ حالا که جریان برق در درون سیم می‌تواند میدان مغناطیسی ایجاد کند، آیا ممکن نیست از حرکت یک سیم در یک میدان مغناطیسی، جریان برق تولید کرد؟ دانشمند انگلیسی «میشل فاراده» سالها بر روی این سؤال فکر کرد و آزمایشهای بسیاری روی آن انجام داد. بالاخره در سال ۱۸۲۰ اتفاقاً متوجه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

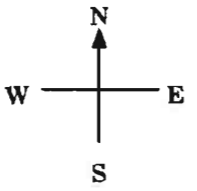
چگونه می‌توانید آزمایش فاراده را انجام دهید؟ یک سیم تلفن را از چهل سانتیمتری شروع به‌پیچیدن به‌دور یک لیوان کاغذی بکنید. باید سیم را بیست‌بار به‌دور لیوان بپیچید. حالا لیوان را از وسط حلقه‌های سیم بیرون بکشید. اکنون یک سیم‌پیچ دارید و می‌توانید با مقداری نخ در دو سه نقطه این سیم‌پیچ را ببندید و آن را ثابت نگهدارید. سیم دیگری بردارید و دو سه دور به‌روی قطبنما بپیچید. یادتان هست که این سیم حتماً باید از روی صفحهٔ قطبنما بگذرد. دو سر این سیم را به‌دوسر سیم‌پیچ وصل کنید. وقتی جریان برق از سیمها بگذرد، میدان مغناطیسی ایجاد شده عقربهٔ قطبنما تغییر جهت می‌دهد. (به‌صفحهٔ مقابل که تصویر این آزمایش درآن چاپ شده است، نگاه کنید.)

حالا جریان را قطع کنید. دیگر برق در سیمها وجود ندارد. عقربهٔ قطبنما به‌سر جای اول برمی‌گردد. این‌بار یک آهنربای میله‌ای را از وسط سیم‌پیچ به‌حرکت درآورید. عقربهٔ قطبنما باز به‌حرکت در می‌آید. توجه کنید که عقربه به‌کدام سمت منحرف می‌شود. آهنربا را از درون سیم‌پیچ بیرون آورید. عقربه درست در جهت عکس حرکت می‌کند و به‌جای اولش می‌رسد. جهت حرکت عقربه نشان می‌دهد که وقتی آهنربا در جهت عکس حرکت می‌کند، جهت جریان برق نیز برعکس می‌شود. این‌بار آهنربا را با دست نگهدارید و سیم‌پیچ را در روی آن حرکت دهید. نتیجه درست مانند هنگامی است که آهنربا را حرکت می‌دادید.

در حال حرکت دادن آهنربا، در درون سیم‌پیچ، در چند نقطه آهنربا را متوقف کنید. بمحض توقف آهنربا عقربهٔ 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.

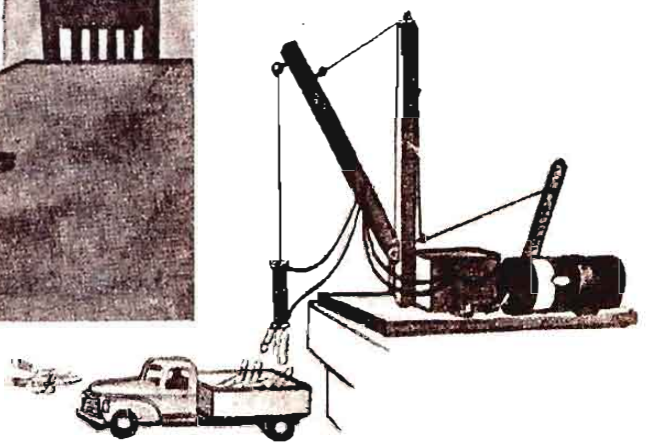


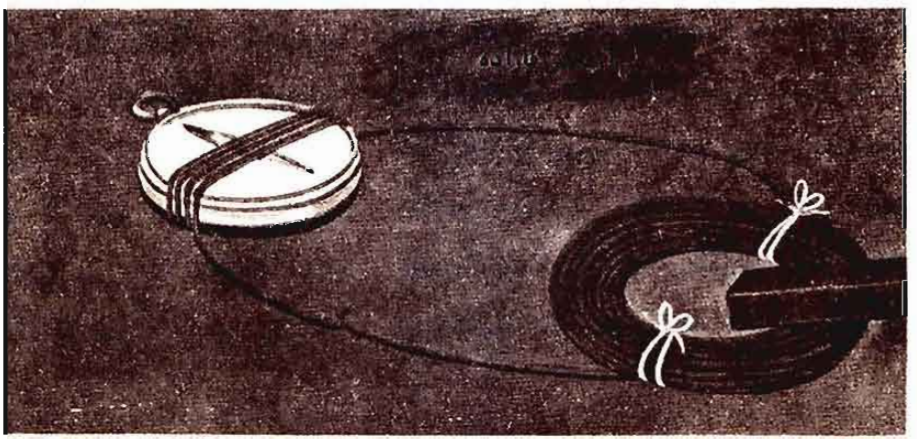


آزمایش اورستد

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

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





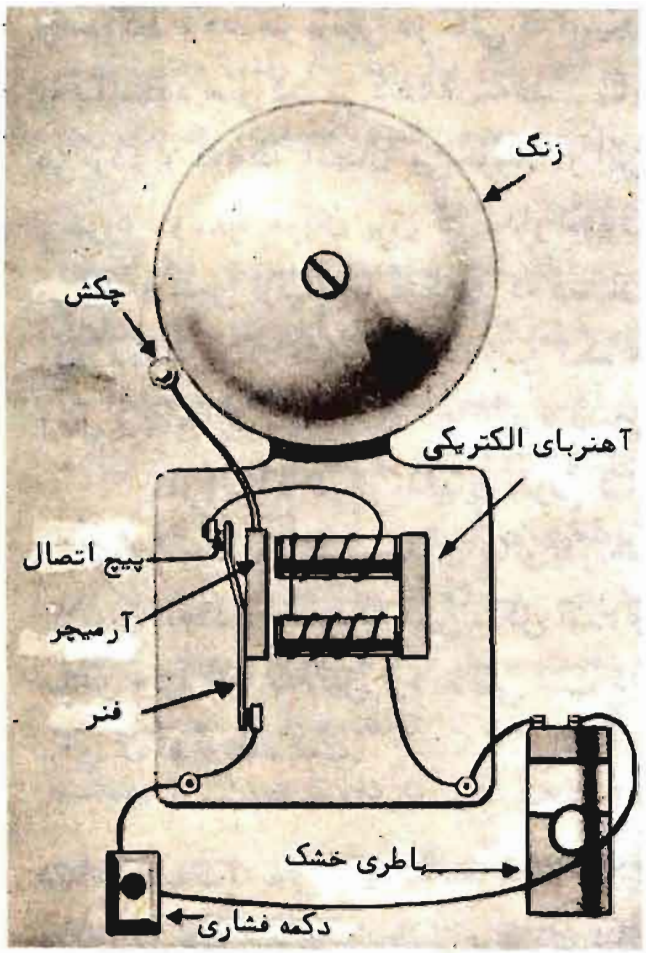
طرز ایجاد جریان برق در یک حلقهٔ سیم، به‌وسیلهٔ حرکت دادن یک آهنربا در داخل حلقهٔ سیم، که پیشتر توضیح داده‌شده‌است، دیده می‌شود. وقتی آهنربا از حرکت می‌ایستد، هیچ جریان برقی در سیمها وجود ندارد.

حدس بزنیم که حرکت سیم‌پیچ یا آهنربا ایجاد جریان برق می‌کند. این حدس کاملا درست است و این آزمایش نشان می‌دهد که برای ایجاد جریان برق به‌این طریق ما به سه‌چیز 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

زنگ اخبار چگونه کار می‌کند؟ یک زنگ اخبار برقی، مثل زنگی که شما با فشار دادن دگمه‌ای درکنار در منزلتان آن را به‌صدا درمی‌آورید، دارای یک آهنربای برقی است. دگمه‌ای که زنگ در اثر فشار آن به‌صدا در می‌آید، در حقیقت همان کلید برق است. وقتی که دگمه فشار داده می‌شود، مدار باز می‌شود و جریان برق وارد سیم‌پیچ آهنربای برقی زنگ می‌شود و در آن جریان می‌یابد. در اثرجریان برق، نواری فلزی به‌نام آرمیچر به‌طرف آهنربا کشیده می‌شود. در انتهای این نوارفلزی یک برجستگی هست که به کاسه می‌خورد و صدای زنگ بلند می‌شود.

پس کاملا طبیعی است که فکر کنید، با فشار دادن دگمهٔ زنگ مدار بسته شود و جریان برق آرمیچر را به‌طرف آهنربای برقی جذب کند و همانجا نگهدارد و تا دستتان را از روی دگمه برنداشته‌اید، در همان حال باقی بماند. ولی همان‌طورکه می‌دانید کار زنگ اخبار چنین نیست. چون تا وقتی که به‌روی دگمهٔ زنگ فشار می‌آورید صدای متوالی زنگ به‌گوش می‌رسد، یعنی آرمیچر مرتباً و به‌سرعت عقب و جلو می‌رود و



تصویر بالا بخشهای گوناگون یک زنگ اخبار برقی رانشان می‌دهد.

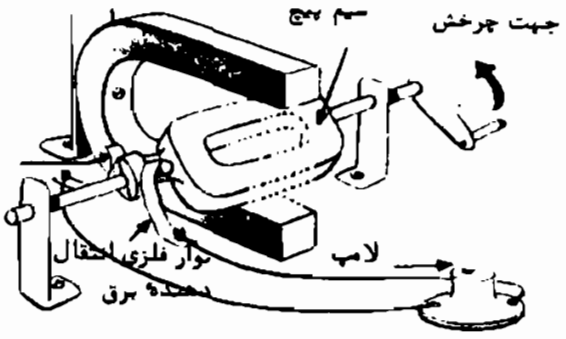
برجستگی سر آن مرتباً دنگ دنگ به کاسه می‌خورد. چگونه این کار انجام می‌گیرد؟ آرمیچر به‌یک قطعه فنر برنجی متصل است که آن را با نقطه‌ای به‌نام **پیچ اتصال** ارتباط می‌دهد. جریان برق از طریق این نقطه وارد آهنربای برقی می‌شود. بمحض اینکه آهنربای برقی آرمیچر را کشید، فنر برنجی

به‌طرف آهنربا کشیده شده آن را از نقطهٔ اتصال دور می‌کند و باعث قطع جریان برق می‌شود. و در این حال هیچ‌گونه جریان برقی درمدار وجود نداردوآهنربای برقی خاصیت آهنربایی خود را ازدست داده و دیگر قادر نیست آرمیچر را حرکت دهد. فنر برنجی درحالی که آرمیچر را با خود حرکت می‌دهد، به‌عقب باز می‌گردد و به‌نقطهٔ اتصال می‌خورد. از این برخورد دوباره جریان برق در مدار جریان می‌یابد و بدین ترتیب تا هنگامی که دستتان روی دگمهٔ زنگ فشار می‌آورد، این قطع و وصل و به‌عبارت دیگر زنگ زدن ادامه دارد.

کار انواع دیگر زنگهای برقی که صداهای مختلف از قبیل صدای پیانو یا زنگ کاروان ایجاد می‌کنند به‌همین شکل است و صدای ویژهٔ آنها به‌دلیل فرم خاصی است که برای آن تهیه شده است.

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

درسال ۱۷۳۲ مخترع مشهورفرانسوی «هیپولیت پیکسی» از این اصل بهره جست و اولین موتور برق را اختراع کرد. او اولین موتور ایجادکنندهٔ برق یا دینام را ساخت. و هنگامی که سیم پیچ در میدان مغناطیسی شروع به‌چرخیدن می‌کند، در سیمهایی که سیم پیچ را درست کرده‌اند جریان برق ایجاد می‌شود. جریان از طریق اتصالهایی به



دینام، انرژی مکانیکی رابه انرژی الکتریکی یابرقی (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 رابه‌آنها برسانند.

موتورهای جدید برق، مانند موتوری که برق خانهٔ شما را تأمین می‌کند، ممکن است یک یا چند دینام بسیار عظیم داشته باشد، وهرکدام ازدینامها دارای‌آهنرباهایی به‌طول بیش از سه متر و آرمیچرهایی به سیم‌پیچی چند هزار لایه باشد. این آرمیچرها بوسیله توربینهایی که با قوهٔ 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

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

همان طور که به هنگام مطالعهٔ قطبهای مغناطیسی و قوانین مربوط به‌آنها انجام می‌دادید، آهنربایی را آویزان کنید. قطب N یا قطب شمال آهنربای دیگری را به‌قطب N آهنربای آویزان نزدیک کنید، همانطور که انتظار دارید، آهنربای آویزان از آهنربای دیگر دور می‌شود. این حرکت به‌صورت 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، به‌قطب جنوب یا S آهنربای آویزان نزدیک کنید. با این عمل قطب جنوب آهنربای آویزان که در حال تاب خوردن است، جذب می‌شود. یعنی به‌طرف آهنربایی که در دست شماست نزدیک می‌شود. وقتی در فاصله کمی از هم قرار گرفتند، آهنربایی را که در دست دارید برگردانید و قطب S آن را به‌قطب S آهنربای آویزان، نزدیک کنید. اگر این کار را به‌طور متناوب و سریع انجام دهید، آهنربای آویزان به‌سرعت به‌دور خود می‌چرخد. اساس کار موتورهای برق به‌این 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 جابه‌جا می‌شوند. آزمایش اورستد را به‌خاطر بیاورید: وقتی جهت جریان برق در داخل سیم عوض می‌شد، جای قطب شمال و جنوب آهنربا تغییر می کرد و مثل این بود که آهنربا چرخیده و جای قرارگرفتن 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 می‌شوند.

آهنربایی که قسمت بیرونی یک موتور برق را تشکیل می‌دهد، آهنربای ثابت است. این آهنربا **بوبین** نامیده می‌شود و ممکن است یک آهنربای برقی یا آهنربای دایمی باشد ولی قطبهای آن هرگز جابه‌جا نمی‌شوند. آهنربای دوم که آرمیچر خوانده می‌شود، بین دو قطب بوبین قرار می‌گیرد. آرمیچر متصل به قلابی است تا بتواند به راحتی حرکت کند وسیم پیچی دارد که دور تا دور آن را پوشانده است. وقتی جریان برق وارد سیم پیچ می‌شود، آرمیچر تبدیل به یک آهنربای برقی می‌شود، قطبهای همنام این آهنربا یکدیگر را دفع می کنند و درنتیجه آرمیچر می‌چرخد و این بار قطبهای غیر همنام به هم نزدیک می‌شوند و تصور می‌رود 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 می‌گیرند، صفحهٔ بسیار کوچکی که در روی آرمیچر قرار دارد، جهت

جریان برق را عوض می‌کند. این صفحهٔ کوچک **کموتاتور** (تغییر دهنده) نام دارد. عوض شدن جهت برق، قطبهای آرمیچر را عوض می‌کند و نتیجه باز دو قطب همنام رو به روی هم قرار می‌گیرند و همدیگر را دفع می‌کنند. درنتیجه آرمیچر یک دور دیگر می‌چرخد.

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

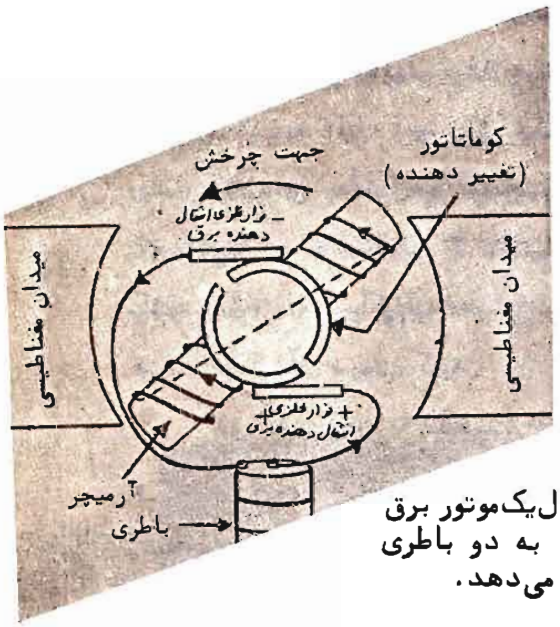
موتور برق یکی از مهمترین ومفیدترین ماشینهایی است که انسان به‌ساختن آن موفق شده است. با زدن کلید بلافاصله موتور برق با قدرت و آرامش شروع به کار می‌کند. به نظر بیاورید که اگر قرار بود دستگاه تخم مرغ زنی یا کولر با نفت یا بخار کار می‌کرد، چه کار پردردسر و کندی می‌شد. موتور برق در تمام لوازم برقی، مانند: ظرفشویی، رختشویی، یخچال، بادزن، ماشین تحریر برقی، و سایر چیزها مورد استفاده قرار می‌گیرد. موتورهای برقی پرقدرت در صنعت مورد استفاده بسیاری دارند. در آسانسورها و نقاله‌هایی که قادر به بلند کردن بارهای بسیار سنگین هستند، به کار می‌روند. پله های متحرك بوسیلهٔ موتور برقی کار می‌کنند. قطارها، تراموا‌ها، و قطارهای زیرزمینی با موتور برق حرکت می‌کنند.

چگونه می‌توانید یک موتور برق بسازید؟

برای ساختن یک آرمیچر یک مداد تازه که سطح آن گوشه‌دار نباشد، بردارید و هر دو طرف آن را بتراشید و تیز کنید. یک قرقرهٔ چوبی پیدا کنید و در روی دو سر آن (روی قسمتهای دایره‌ای شکل آن) چهار حفرهٔ مربع شکل مانند تصویر، بتراشید. مداد را در سوراخ وسط قرقره قرار دهید.

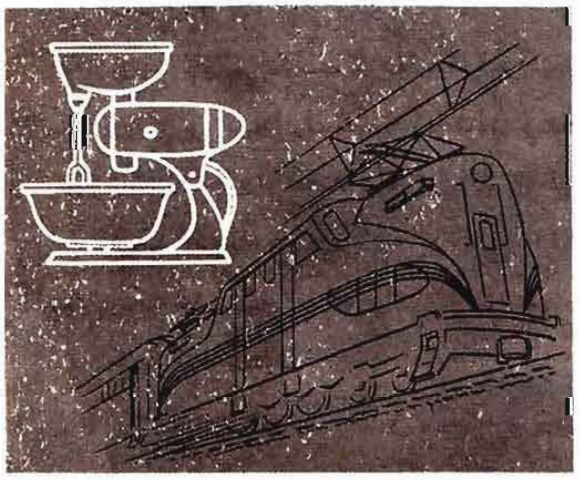
باموتور اسبازی‌یی که خریده اید، یا خودتان درست کرده اید، می‌تواند بادبزنی کوچک را بچرخاند، درست به همان صورت که برق خانه بادبزنهای بزرگ را به کارمی‌اندازد.

درپایین‌بخشهای گوناگون یک موتور D.C دیده می‌شود.



تصویربالا اتصال‌یک‌موتور برق اسباب بازی، به دو باطری خشک رانشان می‌دهد.

سیم پیچی آرمیچر را به‌طریق زیر انجام دهید: یک رشته سیم نمرهٔ ۲۲ که دارای روکش لاکی است، بردارید. از ۲/۵ سانتیمتری، آن را در طول قرقره بپیچید به طوری که در هرگودی قرقره سه ردیف باشد. سعی کنید سیمها چسبیده به هم قرارگیرند. وقتی سیم را به‌طرف 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



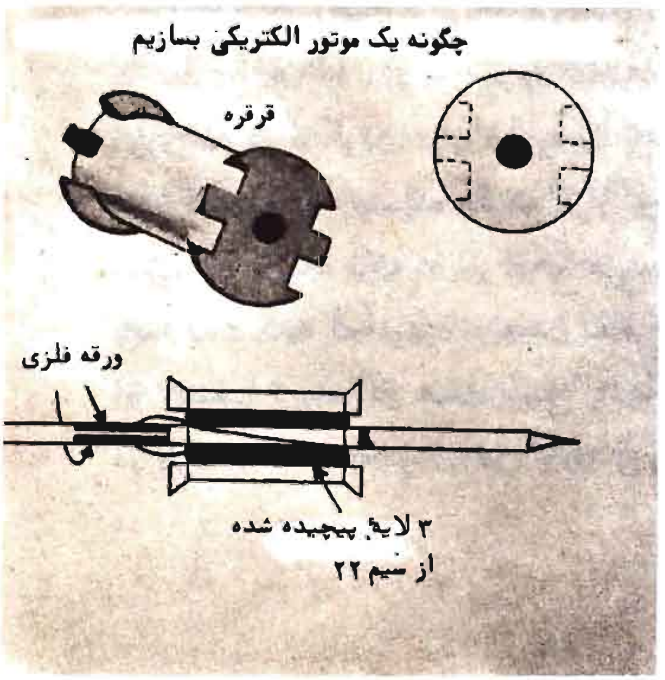
یک تخم مرغ زنی‌کوچک‌درآشپزخانه ویک قطار برقی بزرگ هر دو بانیروی برق کارمی‌کنند.

تمام شد، به فاصلهٔ دو یا سه سانتیمتر آن را از حلقهٔ 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، به‌عرض یک سانتیمتر بچسبانید. نوار نباید تمام دور مدار را بپوشاند بلکه باید بین دو نوار فاصله‌ای وجود داشته باشد، پوشش دو سر آزاد سیم را ببرید و دربیاورید و هر کدام را به یکی از نوارهای فلزی متصل سازید. برای این کار از نوار چسب استفاده کنید.

تخته‌ای 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 اندازهٔ قطر پیچها باشد، نیاز دارید. دو عدد واشر را روی یک پیچ بیندازید و پیچ را در سوراخی که روی چوب درست کرده‌اید، فرو کنید، سپس پیچ را بپیچانید تا محکم شود و فقط چهار سانتیمتر آن از تخته بیرون بماند. از این تخته باید دوتا درست کنید و مثل دفعهٔ 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 بازکنید و تقریباً از ۳ سانتیمتری سر سیم شروع به پیچیدن آن روی پیچها بکنید. باید دقت کنید که واشرها در ابتدا و انتهای پیچ قرار داشته باشند و وقتی شما سیم را روی پیچ می‌پیچید یکی از آنها به چوب چسبیده و دیگری درست مماس با برجستگی سر پیچ قرارگیرد. سیم را شش ردیف روی هر پیچ بپیچید و وقتی پیچیدن تمام شد، با یک گرهٔ ساده که عبارت از عبور دادن سر سیم از زیر حلقهٔ 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 بپیچیدن آن به دور پیچ دوم بپردازید. در اینجا نکته‌ای 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 برده‌اید، یک گودی ایجاد کنید و انتهای سیم را دوبار به آن بپیچید و باز با رد کردن سیم از زیر حلقهٔ آخر، آن را محکم کنید. پیچها و قطعه‌های



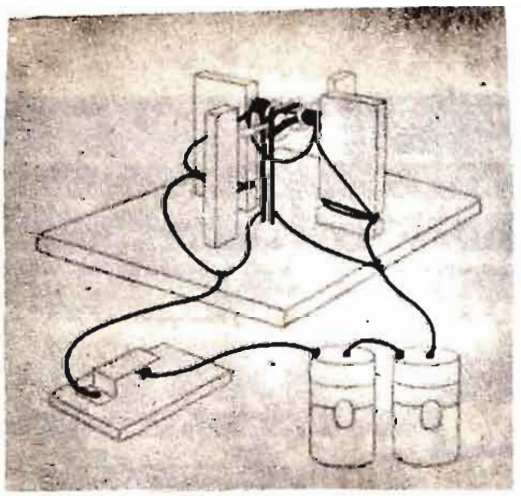
چوب، آهنربای برقی موتور شما را تشکیل می‌دهند.

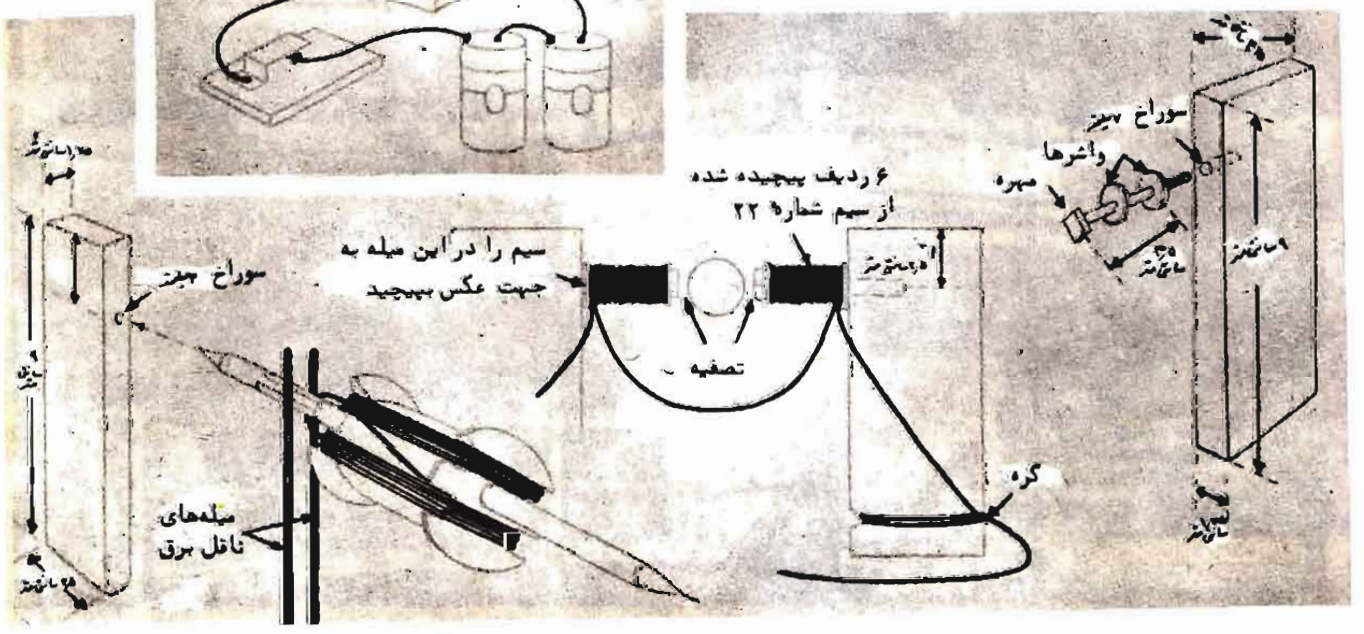
حالا دو قطعه چوب دیگر پیدا کنید. این بار طول آنها ۹ سانتیمتر، عرضشان ۲/۵ سانتیمتر و ضخامتشان همان ۲ سانتیمتر باشد. در این چوبها نیز سوراخهای کوچکی به قطر ۱/۳ سانتیمتر ایجاد کنید. این سوراخها باید در یک سطح قرارگیرند و ارتفاع آنها به‌اندازهٔ سوراخهایی باشند که شما پیچهای سیم پیچی شده را در آنها قرار داده‌اید.

یک تخته صاف و بزرگ تهیه کنید و این چهار قطعه تخته را روی آن به‌شکلی که در تصویر دیده می‌شود نصب کنید. با پیچهای کوچک مخصوص چوب، می‌توان این کار را انجام داد. این پیچها از تختهٔ بزرگ رد می‌شوند و نوکشان در قسمت پایین تخته‌ها، که به‌صورت عمودی قرار دارند، فرو می‌رود. دقت کنید که انتهای دو قطعه چوب بیش از ۳ میلیمتر از آرمیچر فاصله نداشته باشد. حالا مدادی را که به‌صورت یک‌آرمیچر در آورده‌اید و هر دو سرش تیز است، در آن سوراخ قرار دهید.

از یک رخت‌آویز سیمی، دو میلهٔ ۹ سانتیمتری ببرید و سر آنها را در سوراخهای روی تخته‌فرو کنید به‌طوری که نوکشان در بالا کمی تماس با ورقه‌های فلزی روی مداد پیدا کند.

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

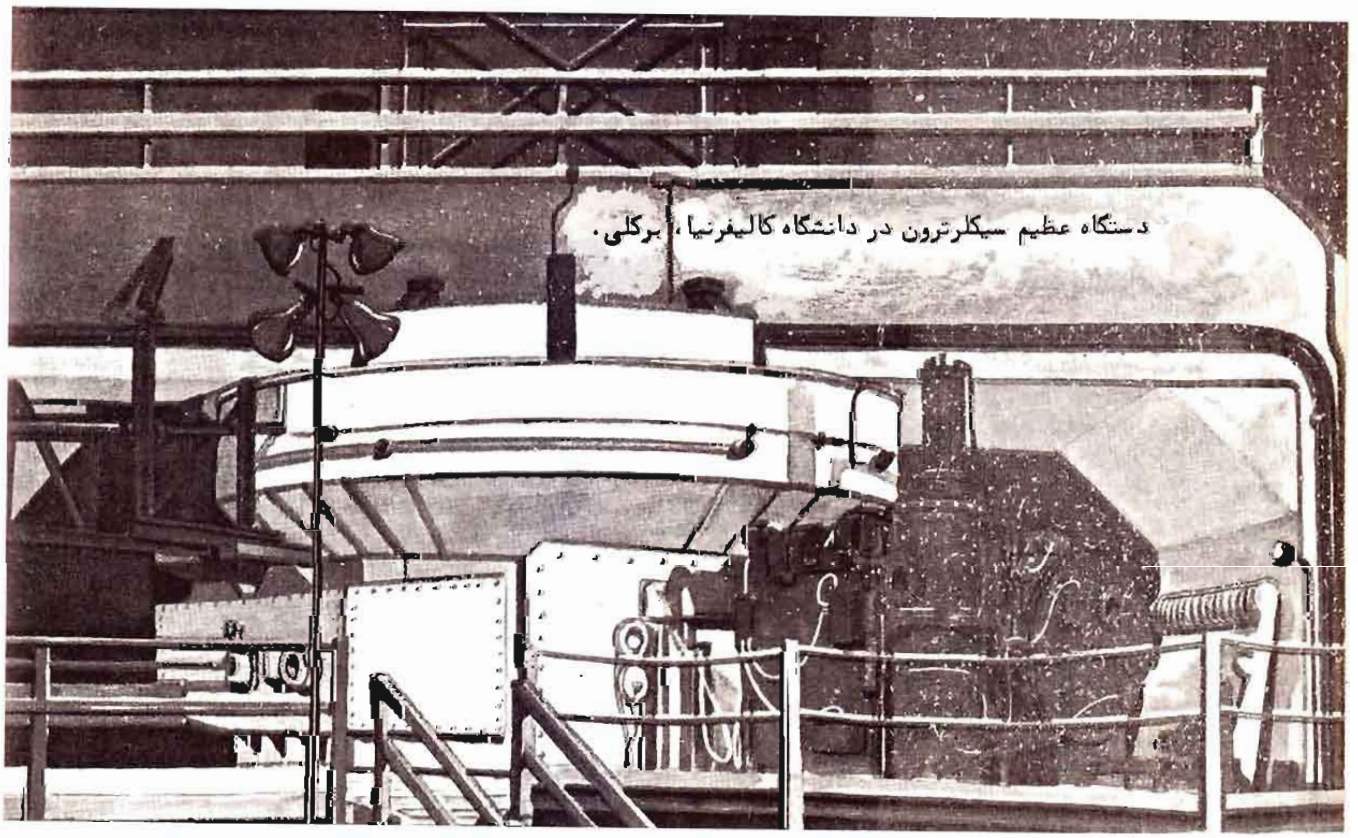




کلید برق خواهید دید که آرمیچر (مداد) شروع به‌چرخیدن خواهد کرد، یعنی موتور ساخت شما کار می‌کند.

آهنربا چه نقشی در تحقیقات اتمی دارد؟
در میان مهمترین و مفیدترین وسایلی که یک دانشمند اتمی در اختیار دارد، ماشینهای عظیمی هستند به‌نام تسریع کنندهٔ ذرات یا **اتم شکاف.** این ماشینها به‌کمک آهنربای الکتریکی کار می‌کنند. این ماشینها با استفاده ازآهنربای برقی به‌حرکت ذرات اتم، سرعت بسیاری می‌دهند تا جایی که سرعت حرکت اتمها به‌سرعت 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** نامیده‌می‌شود.

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



دستگاه عظیم سیکلوترون در دانشگاه کالیفرنیا، برکلی.

می‌کند، بار الکتریکی متغیر، بار الکتریکی حفره‌ها را تغییر می‌دهد. بنابراین، ذره که، با عملی نظیر عملکرد قطبهای آهنربا، در اثر دفع شدن به‌حرکت در آمده 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 دیوارهٔ بیرونی حفرهٔ D مانند نفوذ می‌کند. در این هنگام چنین ذرهٔ اتمی از درون ماشین سیکلوترون به‌بیرون پرتاب می‌شود و از برخورد این ذرات با مواد دیگر که بعنوان هدف سر راهشان قرار دارند، دانشمندان می‌توانند تحقیقات جالبی در بارهٔ ذرات اتمی و مواد مورد هدف، انجام دهند.

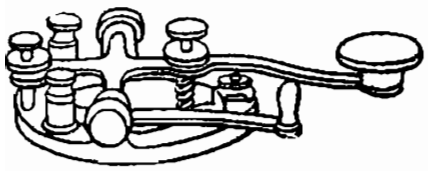
چگونه آهنربا در تلگراف به کار می‌رود؟ تلگراف وسیله‌ای است برای فرستادن پیغام، از راه دور، و از طریق سیم. دستگاه تلگراف شامل یک کلید فرستنده، یک دستگاه‌گیرنده، و یک منبع برق است.

کلید فرستنده، کلیدی است که مدار برق را باز و بسته می‌کند. مهمترین قسمت کلید فرستنده یک قلاب فلزی است که به‌یک‌قطعهٔ فلز چرخان متصل شده است. دگمه‌ای درروی این قلاب تعبیه شده است. وقتی تلگرافچی این دگمه را فشار می‌دهد، قلاب با یک پیچ فلزی کوچک که در آن موجود است اتصال پیدا می‌کند و به کمک این اتصال مدار برق بسته می‌شود. وقتی تلگرافچی انگشت خود را از روی دگمه بر می‌دارد قلاب بالا می‌آید و جریان قطع می‌گردد.

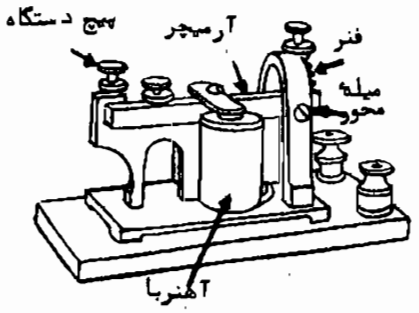
گیرنده دارای یک آهنربای میله‌ای سبک است که **آرمیچر** نامیده می‌شود و در فاصلهٔ ۲/۵ سانتیمتری بالای یک آهنربای الکتریکی آویزان است. یک طرف آرمیچر با پیچی محکم شده است و فنری در بالای این قسمت قرار دارد که سر پیچدار آهنربا را به‌پایین فشار می‌دهد. سر دیگر آرمیچر میان یک میلهٔ فلزی ویک پیچ قرارگرفته است. وقتی که تلگرافچی دگمهٔ کلید فرستنده را فشار می‌دهد و مدار الکتریکی را می‌بندد، جریان برقرار می‌شود و آهنربای الکتریکی یک سر آرمیچر را ناگهان به‌طرف پایین می‌کشد. وقتی آرمیچر به‌میلهٔ زیرین بر خورد می‌کند، صدایی به‌گوش می‌رسد. بمحض اینکه تلگرافچی دگمه را رها کند، جریان قطع می‌شود وآهنربای الکتریکی سر آرمیچر را که به‌طرف خود کشیده بود، رها می‌کند و فنری که در بالای این قسمت است آرمیچر را به‌جای اول باز می‌گرداند. و این کار ایجاد یک ضربهٔ دیگر می‌کند.

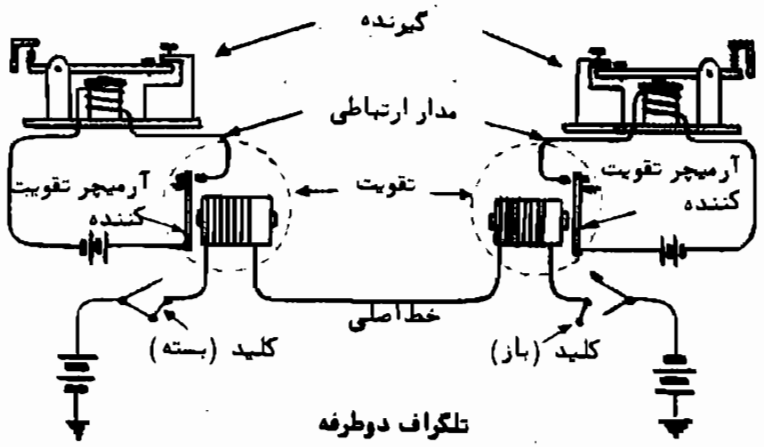
تلگرافچیها زمان فاصلهٔ دو ضربه را گوش می‌دهند واندازه می‌گیرند واین اندازه‌ها معانی و مفاهیم ویژه‌ای برای آنها دارد. مثلا زمان کوتاه (۱/۵ ثانیه) علامت یک **نقطه** است و زمان بلند، مثلا **N** ثانیه، نشانهٔ یک تیره. پیغام بوسیلهٔ علایم ویژه‌ای که‌از ترکیب نقطه و تیره به دست می‌آید، و از طریق سیمی که منتهی به‌یک‌گیرنده است، فرستاده می‌شود.

به‌نظر بیاورید که یک تلگرافچی در قزوین می‌خواهد پیغامی را به‌یک تلگرافچی



تلگـراف





تلگراف دوطرفه

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

درکرج مخابره کند. تلگرافچی قزوین دگمهٔ کلید فرستنده را فشار می‌دهد. مدار بسته می‌شود و نیروی برق در سیمها جریان پیدا می‌کند و آهنربای برقی در تلگرافخانهٔ کرج شروع به کار می‌کند وگیرنده ضربه‌ای را ضبط می‌کند. شاید تعجب کنید و بگویید چگونه با فشار دگمه کلید فرستنده در قزوین، نیروی برق می‌تواند درسیمها جریان یابد، درحالی که هنوزکلید فرستندهٔ کرج باز است، و فکر می‌کنید با باز بودن کلید کرج مدار بسته نمی‌شود. سؤال بجایی است و جوابش این است که هرکدام از فرستنده‌ها دارای کلیدی به‌نام **کلید خط** هستند وتلگرافچی کرج انتهای مدار را در قسمت خود با این کلید می‌بندد. وقتی که تلگرافچی کرج می‌خواهد به‌پیغام قزوین جواب دهد کلید خط خود را باز می‌کند و تلگرافچی 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 شدن‌سریع چیزی درهواایجاد 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 به‌گوش می‌رسند ما صدا را می‌شنویم. برای نمونه، وقتی طبلی به صدا در می‌آید، ارتعاشات ایجاد امواج صوتی می‌کنندکه از طریق هوا به‌گوش می‌رسد،

صدایی نیز که از طریق گوشی تلفن به‌گوش می‌رسد، در نتیجهٔ ارتعاش تولید شده است.

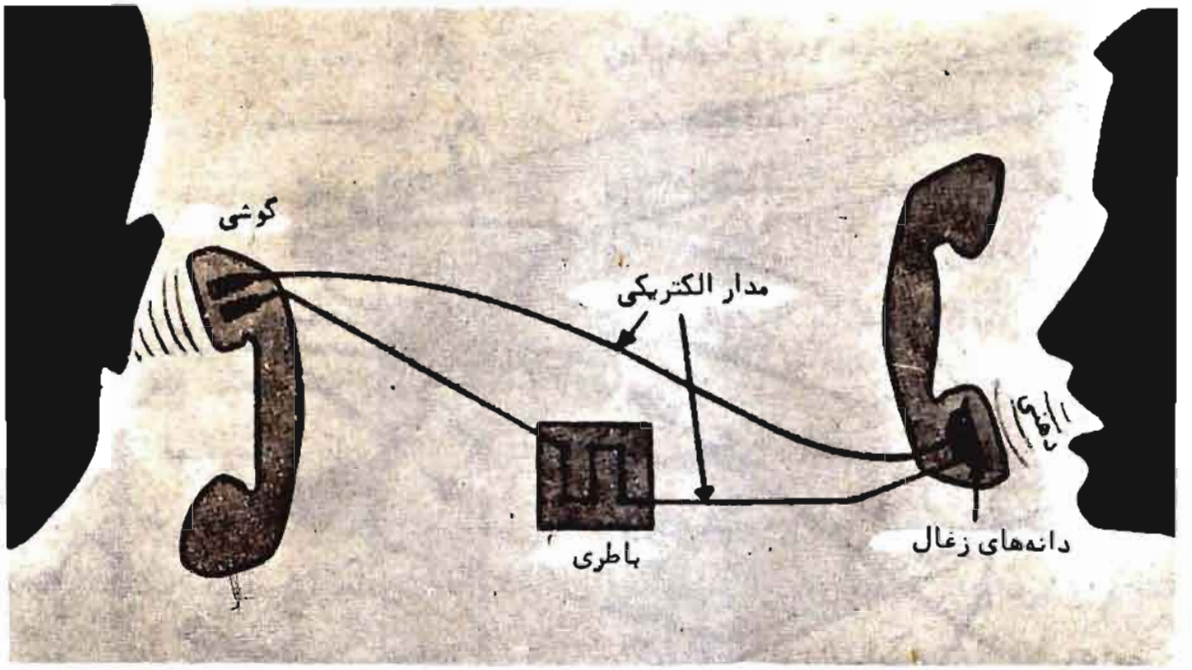
تلفن از دو قسمت مهم تشکیل شده است. یکی قسمتی که شما جلو دهانتان می‌گیرید، و صحبت می‌کنید، که **دهنی** یا (**دهنده**) نامیده می‌شود، دیگری **گوشی** یا (**گیرنده**) که صدا را از طریق آن می‌شنویم. معمولا در تلفن این دو قسمت نزدیک به‌هم ساخته شده‌اند و شما در حالی که دهنی را جلو دهانتان نگاه داشته‌اید به‌راحتی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

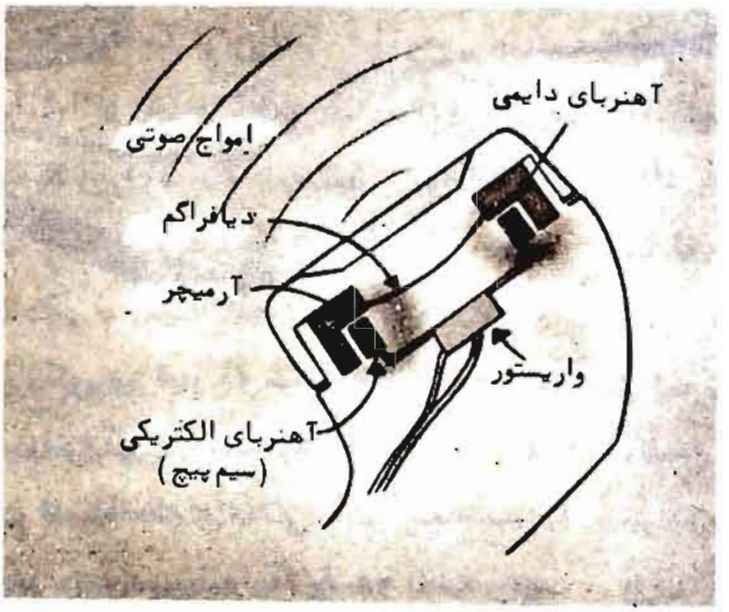
تلفن نیز، مانند تمام وسایل دیگربرقی، باید دارای یک مدار کامل باشد. وقتی شما با تلفن نمره می‌گیرید یک کلید اتوماتیک یا خودکار در مرکز تلفن، مدار کاملی میان تلفن شما و تلفن شخصی یا محلی که می‌خواهید بگیرید، ایجاد می‌کند. مرکز تلفن همچنین برق لازم را برای تلفن تهیه می‌کند، به‌این دلیل است که وقتی برق منزلتان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

دردرون قسمتی که جلو دهان‌گذاشته می‌شود وبرای حرف زدن به‌کار می‌رود،جعبهٔ مسطح وگردی هست که پر از دانه‌های زغال است. در بالای این جعبه یک صفحهٔ فلزی نازك قرار دارد. وقتی شما حرف می‌زنید این صفحهٔ فلزی به ارتعاش درمی‌آید و حرکت صفحهٔ 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 ازمدارالکتریکی هستند و وقتی به‌هم نزدیکتر شوند، جریان برق راحت‌تر می‌تواند از آنها عبورکند، و بر عکس وقتی دور از هم باشند، عبور جریان برق به‌اشکال برمی‌خورد. به‌این دلیل، مقدار الکتریسیته‌ای که از دانه‌های زغال عبور می‌کند، لحظه به‌لحظه تغییر می‌کند.

این جریان برق متغیر از سیم عبور می‌کند و به‌گیرنده می‌رسد. در قسمت‌گیرندهٔ گوشی نیز یک آهنربای برقی و یک صفحهٔ فلزی وجود دارد. چون مقدار الکتریسیته‌ای که به‌آهنربای برقی می‌رسد، متغیر است، قدرت کشش آن نیز متغیر است وگاهی ضعیف و زمانی قوی می‌شود. وقتی نیروی کشش آهنربای فلزی قوی می‌شود صفحهٔ فلزی را کاملا به‌طرف خود می‌کشد و صفحهٔ فلزی به‌آهنربای برقی می‌چسبد ووقتی 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 به‌عقب و جلو حرکت کند. ارتعاش صفحهٔ فلزی باعث تولید امواج صوتی می‌شود که به گوش ما، که‌گوشی دربرابر آن قرارگرفته است، می‌رسد. صدایی که در قسمت گیرنده از امواج صوتی ساخته می‌شود، درست همان صدایی است که بوسیلهٔ صحبت کننده در طرف دیگر سیم تولید



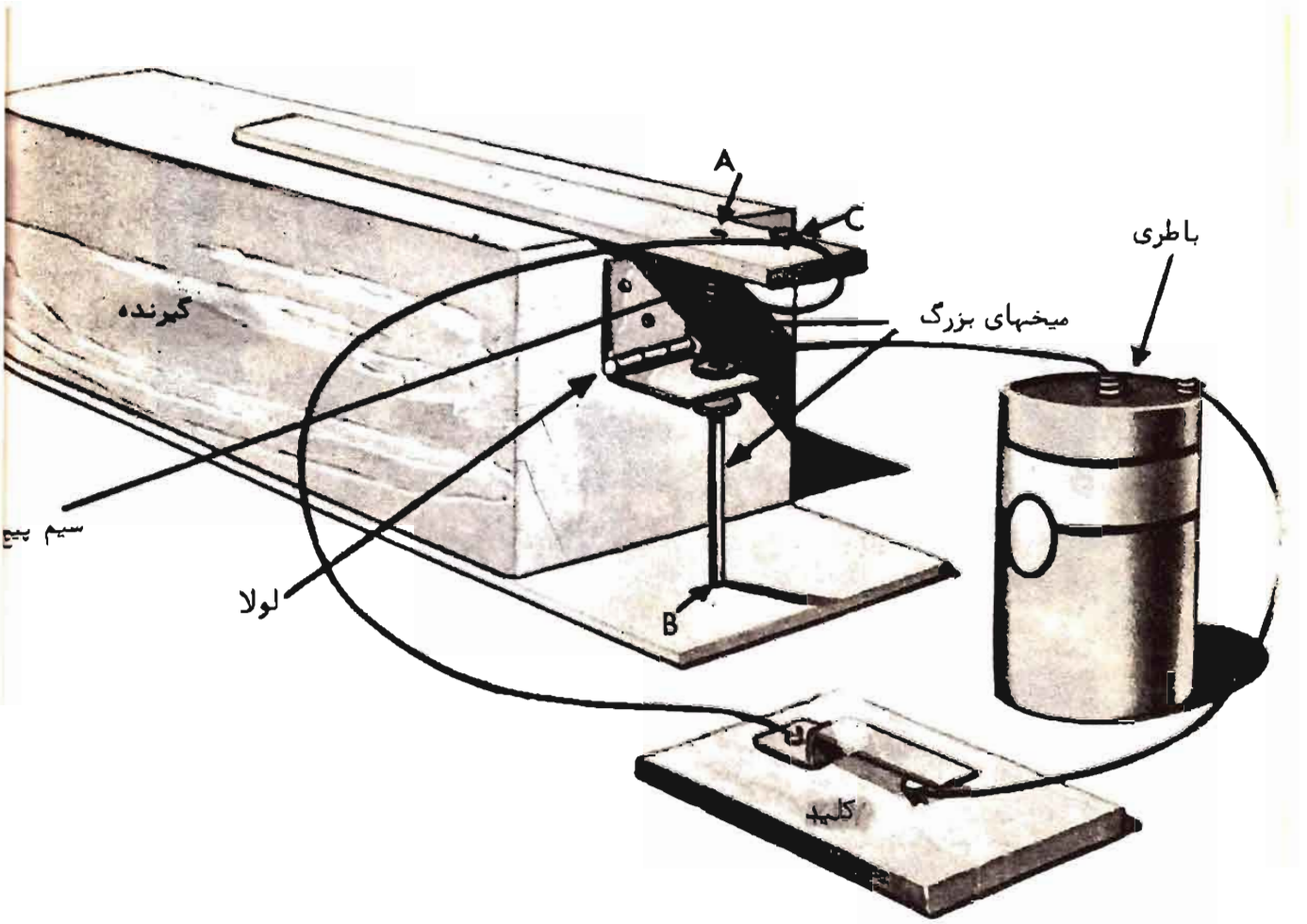


تصویر بالا مدار یک تلفن کوچک را که با باطری کار می‌کند، نشان می‌دهد. روبرو بخش داخلی گوشی تلفن و طرز قرار گرفتن آهنربای الکتریکی و آهنربای دایم و آرمیچر را می‌بینید.

شده است.

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

چگونه می‌توانید یک دستگاه تلگراف بسازید؟ با استفاده از چوب و میخهای کوچک، یک چهارچوب، مطابق تصویر صفحهٔ بعد، درست کنید. قبلا روی تکه چوبهایی که می‌خواهید چهار چوب را با آنها بسازید، دو میخ بزرگ که‌سرنسبتاً بزرگ دارند، درنقاطی که درعکس بوسیلهٔ حروف **A** و **B** علامتگذاری شده



است، بکوبید. این دو میخ باید در یک خط مستقیم قرارگیرند، و سرشان فقط نیم سانتیمتر از هم فاصله داشته باشد. یک رشته سیم را بردارید و به دور میخ بالایی دو یا سه ردیف بپیچید، حلقه های سیم مثل دفعات پیش باید چسبیده به‌هم قرارگیرند. میخ کوچکی را هم در نقطهٔ c بکوبید و برای نگهداشتن سیم که مزاحم کارتان نباشد از نوار چسب استفاده کنید. یکسر سیم‌را به‌یک باطری وصل کنید. یادتان باشد که در هر نقطهٔ اتصال باید پوشش سیم را بریده و در بیاورید، در غیر این صورت اتصال حاصل نمی‌شود.

یک لولای فولادی تهیه کنید و مطمئن باشید که دو صفحهٔ آن به‌راحتی حرکت می کند. اگر حرکت دو سطح لولا روان نیست یک قطره روغن به‌قسمت اتصال دو صفحه بزنید، و دو سه‌بار 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 به‌راحتی بتواند حرکت کند. (می‌توانید کوبیدن لولا را پیش از پیچیدن سیم انجام دهید، که آسانتر است). بدین

ترتیب گیرندهٔ شما تکمیل می‌شود.

دو رشتهٔ سیم به کلید وصل کنید، این کلید بمنزلهٔ کلید دستگاه تلگراف است. یکی از این سیمها را به‌میخ بالایی که دارای سیم‌پیچ است وصل کنید و دیگری را به باطری ببندید. حالا دستگاه تلگراف شما کامل شده است.

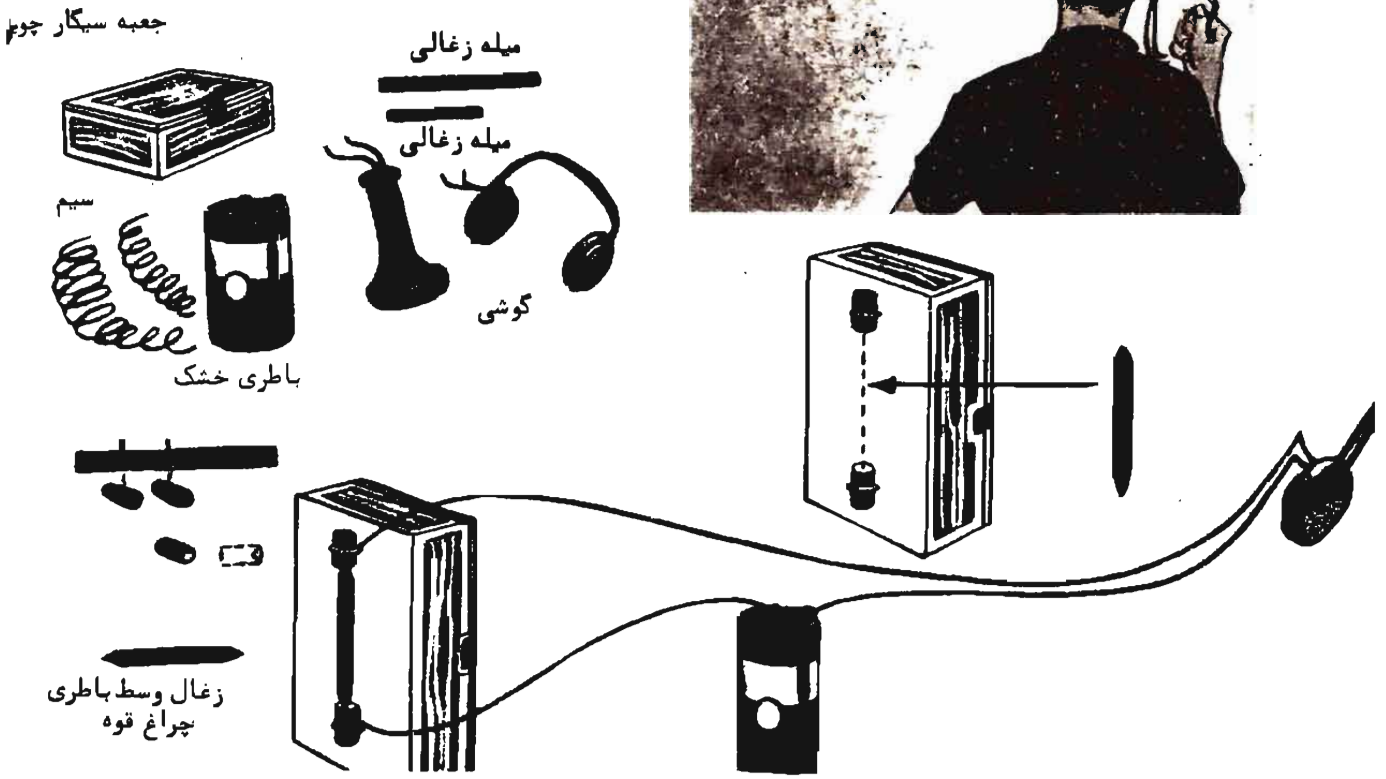
کلید را بزنید. مثل آزمایشهای قبلی نوار فلزی را به‌طرف پایین فشار دهید و فوراً انگشتتان را بردارید. نتیجهٔ این کار شما دو ضربه خواهد شد که به‌گوشتان می‌رسد، یکی از بالا آمدن و برخورد سطح آزاد لولا به‌میخ بالایی است و دیگری هنگامی است که جریان قطع می‌شود و سطح آزاد لولا رها می‌شود و به‌روی میخ می‌افتد. با فشار دادن کلید به‌مدت کوتاهتر و بلندتر، نقطه یا تیره مخابره می‌کنید و با استفاده از علایم مورس که‌در زیر نشان داده می‌شود، می‌توانید پیغام یا مطلبی را مخابره کنید.

علایم مورس برای حروف فارسی

الف ـ .	ذ ـ . . .
ب . . . ـ	ر . ـ .
پ . ـ ـ .	ز . . ـ ـ
ت ـ	ژ . ـ .
ث . ـ . ـ	س . . .
ج . ـ ـ ـ	ش ـ ـ ـ ـ
چ ـ ـ ـ .	ص ـ . ـ .
ح	ض . . ـ . .
خ ـ . . ـ	ط ـ . .
د . . ـ	ظ ـ ـ ـ . ـ
ع ـ ـ ـ	م ـ ـ
غ ـ ـ . .	ن . ـ
ف . . ـ .	و ـ ـ .
ق ـ ـ ـ . . .	ه .
ك ـ . ـ	ی . .
گ ـ . ـ ـ	ء (همزه) . . . . ـ . . .
ل . . ـ .	

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 جعبهٔ 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 ارهٔ کوچکی ببرید و دو زغال به‌طول ۲/۵ 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 چراغ‌قوه در آورده‌اید، تیز کنید، بوسیلهٔ سیم دو قطعه زغال بریده‌شده را مطابق شکل صفحهٔ بعد به‌جعبه بچسبانید. فاصلهٔ آنها باید طوری باشد که زغال باطری چراغ‌قوه بتواند میان آنها بایستد. طوری این زغال را بین دو قطعهٔ زغال قرار دهید که نوکهای تیز شدهٔ آن در دو سوراخ تکه‌های زغال جای بگیرد. سیم بلندی را به‌هر یک از تکه‌های زغال ببندید. یکی از سیمها را به‌باطری و سیم دیگر را به یک اتاق دیگر یا هر محل دیگری که می‌خواهید ببرید و در آنجا سیم را به‌گوشی

چگونه یک تلفن ساده بسازیم



تلفن یاگوشی معمولی وصل کنید. با استفاده از سیم سومی، قطب دیگر باطری را به‌گوشی متصل سازید. تصویرها طریقهٔ کار را به وضوح نشان می‌دهند. دستگاه تلفن شما کامل است. اگر کسی در برابر جعبهٔ سیگار صحبت کند، حرکت زغال باطری چراغ ـ قوه مقداری برق داخل سیمها را تغییر می‌دهد و صفحهٔ موجود درگیرنده (گوشی تلفن) به ارتعاش در می‌آید و همان صدایی راکه در آن طرف قوطی سیگار ایجاد شده است، به‌صورت امواج صوتی به‌گوش شنونده می‌رساند.

آهنربا چه نقشی در رادیو و تلویزیون دارد؟
پیشتر خواندیم که وجود جریان برق در درون سیم، در اطراف آن، میدان مغناطیسی ایجاد می‌کند، واگر 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 به‌کار می‌رود. امواجی که به‌این 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 به‌منزلهٔ قسمت دهندهٔ تلفن است. امواج صوتی وارد میکروفون می‌شوند و تغییراتی در شدت و ضعف نیروی الکتریسیته می‌دهند. تغییر جریان برق تغییراتی درمیدان مغناطیسی اطراف سیمها به‌وجود می‌آورد و تغییرات از طریق امواج الکترومغناطیس پخش می‌شوند که ما آن را امواج رادیویی می‌نامیم. وقتی این امواج الکترومغناطیس به‌دستگاه رادیو می‌رسند، وسایل الکتریکی درون آن این امواج را تغییر می‌دهند و دوباره به‌صورت 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 به‌صورت صدا درمی‌آورد، درست به‌همان طریقی که درگیرنده (گوشی) تلفن انجام می‌شود. پس می‌بینید صدایی که به‌رادیوهای منازل و جاهای دیگر فرستاده می‌شود، در حقیقت عبارت است از مقداری امواج الکترومغناطیس که در اثر دخالت یک آهنربای الکتریکی دوباره تبدیل به‌صدا می‌شود. گیرندهٔ تلویزیون، در درون خود یک رادیو نیز دارد که صدا را از دهندهٔ تلویزیون می‌گیرد و پخش می‌کند.

تصویر تلویزیونی نیز به‌آهنربا بستگی دارد. وقتی دوربین تلویزیون به‌طرف شیء یا کسی قرار می‌گیرد، نور منعکس شده از آن شیء یا انسان به‌عدسی دوربین وارد می‌شود و روی صفحه‌ای می‌افتد که در درون یک لولهٔ شیشه‌ای قرار دارد. در درون این لولهٔ شیشه‌ای یک تفنگ الکترونیکی موجود است که نور الکترونی را به‌صفحهٔ 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 به‌امواج

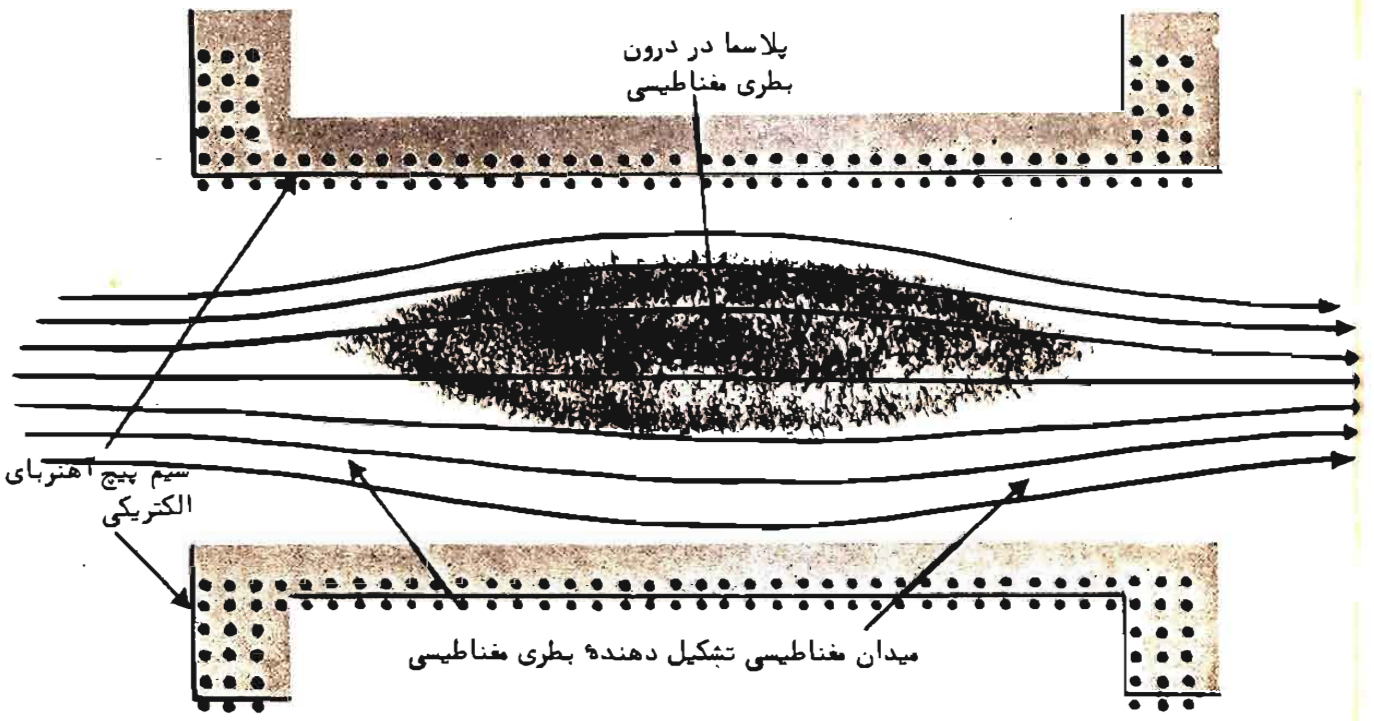
الکترومغناطیسی متغیر می‌شود که پخش می‌گردد.

دستگاه‌گیرندهٔ تلویزیون که در خانهٔ شما وجود دارد، دارای یک لولهٔ شیشه‌ای است که درست شبیه لوله‌ای است که در دوربین تلویزیون وجود دارد. این لوله نیز دارای یک تفنگ الکترونیکی است که بوسیلهٔ 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 سی‌بار تکرار می‌شود. مطمئناً تا به‌حال این خطوط افقی را روی صفحهٔ تلویزیون خود دیده‌اید. صفحهٔ تلویزیون در جلو لولهٔ شیشه‌ای قرار دارد و دارای مواد شیمیایی ویژه‌ای است که در اثر برخورد با اشعهٔ الکترونیکی، کم و بیش می‌درخشد. تغییرات در درخشش مربوط به‌تغییراتی است که در ورود نور به دوربین تلویزیونی برحسب شیئی که نشان داده می‌شود، رخ می‌دهد. به عبارت دیگر، تصویری که روی صفحهٔ تلویزیون دیده می‌شود، درست همان چیزی است که در جلو دوربین تلویزیون قرار دارد.

شما و نیروی مغناطیس

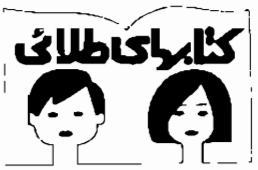
تا اینجا مطالب بسیاری در بارهٔ مغناطیس خواندید، ولی نه‌شما و نه هیچ دانشمندی تا بحال به‌درستی نمی‌داند که این نیرو چیست. هیچ کس نمی‌داند چگونه‌مشاهدات خود را از نیروی مغناطیس به‌بقیهٔ معلومات علمی خود ارتباط دهد و حقیقت این نیروی شگرف را تعریف کند. جستجوی ارتباط نیروی مغناطیس با سایر رشته‌های دانش بشری، و کشف راهی برای بیان اینکه چرا نیروی مغناطیس در تمام قسمتهای شناخته شدهٔ عالم وجود دارد و چرا اصولا مغناطیس دارای نیرویی است وکشف حقایق دیگری در این باره کاری است که یک عمر تمام، تلاش شبانه‌روزی لازم دارد.

کار برد مغناطیس در تحقیقات علمی و اختراعات، رشتهٔ جالب دیگری است. برای مثال، شما احتمالا اطلاع دارید که فقط در چند نقطه ازکرهٔ زمین موتورهای برق با نیروی اتم کار می کنند، و این ماشینهای عظیم را **راکتور اتمی** می‌گویند. این دستگاهها برای کارکردن به‌سوخت‌گرانبهایی نیاز دارند که ازاورانیوم به‌دست می‌آید. اورانیوم عنصر بسیار کمیابی است. راههای ارزانتر و بهتری برای تولید انرژی اتمی وجود دارد و آن



استفاده از قدرت فوق‌العادهٔ هیدرژن است. برای این کار، دانشمندان باید ازگاز بسیار رقیق ولی فوق‌العاده داغ به‌طوری که درجهٔ حرارت آن به‌صدها میلیون درجه برسد، استفاده کنند. این گاز **پلاسما** نامیده می‌شود. هیچ چیز دیگری قدرت تحمل این همه حرارت را ندارد. دانشمندان می کوشند این چنین گازی را در یک بطری مغناطیسی قرار دهند که عبارت ازبطریی است به‌شکل میدان مغناطیسی. انجام این کار بسیار دشوار است، چنانکه بطری مغناطیسی فقط به‌مدت 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. اگرموفق به‌انجام چنین کاری شوید به‌بشریت خدمت بزرگی کرده‌اید، زیرا بدین وسیله موفق به‌تهیهٔ انرژی اتمی ارزان و بی‌خطری شده‌اید که امکان می‌دهد نیروی برق در دسترس تمام افراد بشر که امروزه برخی‌شان از این نیرو محرومند، قرارگیرد.

علم برای کودکان ونوجوانان



منتشر شده است:

فکر میکنی کیستی؟
جانوران وحشی
افسون واژه‌ها
کشفهای شگفت‌انگیز ارشمیدس
صداهایی که نمی‌شنویم
ابزارهای دانشمندان
ابزارهای اندازه‌گیری
کامپیوتر درخدمت شما
شگفتیهای آب وهوا
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:

آتشفشان
الکتریسیته
الکترونیک
بدن انسان
جانوران منقرض شده
از غار تا آسمانخراش
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 وشب پره‌ها
پستانداران

بها : ریال