

## یک پله بالاتر

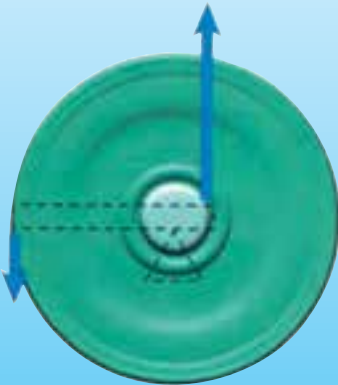
به شکل های زیر نگاه کنید.



همان طور که ملاحظه می کنید قرقره ها را می توان نوعی اهرم به شمار آورد. با این تفاوت که دامنه ی حرکت اهرم محدود است اما دامنه ی حرکت قرقره محدود نیست.

آیا می توانید از روی شکل بگویید که قرقره ی ثابت و قرقره ی متحرک هر کدام چه نوع اهرمی هستند و مزیت مکانیکی آن ها چند است؟

با نگاهی به شکل روبه رو می توان دریافت که چرخ و محور نیز نوعی اهرم است. با این تفاوت که چرخ و محور نه در دامنه ی حرکت محدودیت دارد و نه در مزیت مکانیکی (چرا؟).



سطح شیب دار: در قسمت های قبل مشاهده کردید که به وسیله ی سطح شیب دار می توانیم یک جسم سنگین را با وارد کردن نیروی کوچک تر از وزن آن، به داخل کامیون منتقل کنیم.

سطح شیب دار هم نوعی ماشین ساده است و سبب می شود که بتوانیم به کمک یک نیروی کم اما در مسافتی طولانی، جسمی را به سمت بالا حرکت دهیم، در حالی که ممکن است جابه جا کردن این جسم به طور مستقیم از سطح زمین بر روی سطح بالایی، در حد نیروی ما نباشد.



سطح شیب دار، به اندازه ی نیروها توجه نمایند.



### بیش تر بدانید



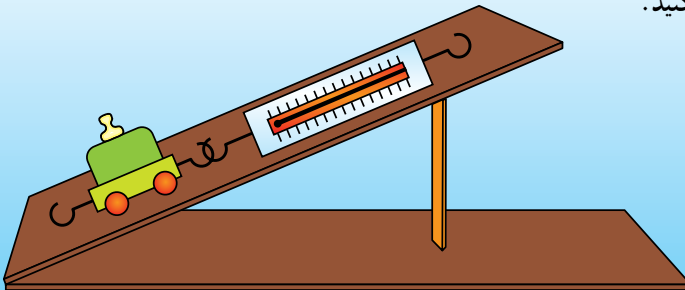
مصریان باستان چندین هرم بزرگ به عنوان مقبره‌ی پادشاهان خود ساخته‌اند. بزرگ‌ترین این اهرام، هرم خوفو است که به آن هرم بزرگ نیز گفته می‌شود. این هرم از بیش از ۲ میلیون قطعه سنگ ساخته شده است. جرم متوسط این قطعه‌سنگ‌ها در حدود  $\frac{2}{5}$  تن است. البته در بین این قطعه‌سنگ‌ها، سنگ‌هایی با جرم بیش از ۱۵ تن نیز وجود دارد. گفته می‌شود که در ساخت این هرم‌ها از سطح شیب‌دار خاکی استفاده شده است.

### محاسبه کنید

- ۱- هرم بزرگ در حدود  $140^\circ$  متر ارتفاع دارد. برای بردن یک سنگ متوسط به بالای این هرم چه قدر کار باید انجام شود؟
- ۲- اگر مصریان این هرم‌ها را با به وجود آوردن سطح‌های شیب‌دار که از خاک درست می‌شوند، ساخته باشند، و اگر مزیت مکانیکی این سطح‌های شیب‌دار را برابر با ۳ بگیریم، مقدار نیروی لازم برای بالا بردن یک تخته سنگ متوسط چه قدر می‌شود؟ تصور کنید اگر نیروی یک کارگر در حدود  $50^\circ$  نیوتون باشد، برای بالا بردن این تخته سنگ به چند کارگر نیاز است؟

### آزمایش کنید

یک نیروسنج، یک چهار چرخه‌ی کوچک، یک وزنه و یک تخته‌ی یک متری به عنوان سطح شیب‌دار تهیه کنید. ابتدا وزنه را به نیروسنج بیاویزید و وزن آن را اندازه بگیرید. وزن چهار چرخه را نیز جداگانه اندازه‌گیری کنید.



وزنه را روی چهار چرخه بگذارید و آن را روی سطح شیبدار قرار دهید. با نیروسنج چهار چرخه را به آرامی به طرف بالا بکشید. دقت کنید که در هنگام کشیدن چهار چرخه نیروسنج موازی سطح شیبدار باشد.

نیروسنج چه نیرویی را نشان می‌دهد؟ مزیت مکانیکی سطح شیبدار را محاسبه کنید. آزمایش را با شیب‌های مختلف تکرار کنید و در هر بار مزیت مکانیکی سطح شیبدار را محاسبه کنید.

با توجه به آزمایش فوق به سؤالات زیر پاسخ دهید :

- ۱- اگر شیب سطح شیبدار زیاد باشد مزیت مکانیکی آن کم‌تر می‌شود یا بیش‌تر؟
- ۲- مزیت مکانیکی یک سطح شیبدار طویل بیش‌تر است یا یک سطح شیبدار کوتاه؟ (ارتفاع هر دو سطح از سطح زمین مساوی است).
- ۳- آیا مزیت مکانیکی یک سطح شیبدار می‌تواند کم‌تر از یک باشد؟

**گوه و پیچ:** گوه و پیچ نیز جزء ماشین‌های ساده هستند و می‌توان آن‌ها را نوعی سطح شیبدار به حساب آورد. شکل‌های زیر به شما کمک می‌کنند تا این دو ماشین را بهتر بشناسید. چاقوی معمولی یک گوه به حساب می‌آید. تیغه‌های قیچی نیز گوه هستند. در واقع گوه یک سطح شیبدار متحرک است. پیچ نیز سطح شیبداری است که به دور یک میله پیچیده شده است. از ترکیب پیچ و گوه، مته به وجود می‌آید.



## اطلاعات جمع آوری کنید

برای سطح شیبدار، گوه و پیچ در زندگی مثال‌هایی ذکر کنید و بگویید هر کدام چگونه به ما کمک می‌کنند؟

## بیش‌تر بدانید

ماشین‌های مرکب یا پیچیده: گاهی دو یا چند ماشین ساده با هم ترکیب می‌شوند و ماشین جدیدی را به وجود می‌آورند؛ مثلاً از ترکیب گوه و اهرم، قیچی ساخته می‌شود. به چنین ماشین‌هایی ماشین مرکب یا پیچیده گفته می‌شود. دو چرخه نیز یک نوع ماشین پیچیده است.



دو چرخه یک ماشین پیچیده است.

## آزمایش کنید

فعالیت زیر را در گروه انجام دهید :

به کمک نیروسنج، تعدادی وزنه‌ی آهنی و چوبی، چند میله‌ی محکم (به‌عنوان اهرم)، تعدادی قرقره، سطح شیبدار و دیگر ماشین‌های ساده، آزمایش‌هایی را طراحی و اجرا کنید؛ به طوری که مزیت مکانیکی و نحوه‌ی کار هر ماشین به‌خوبی نشان داده شود. لااقل دو گزارش در مورد عملکرد ماشین‌ها تهیه کنید و به کلاس ارائه دهید.

# فشار

آیا تا به حال فکر کرده‌اید که چرا یک پونز یا میخ نوک تیز به راحتی در دیوار گچی فرو می‌رود؟ شاید در فیلم‌های مستند دیده باشید که اسکیموها برای جلوگیری از فرورفتن در برف، به کف کفش‌های خود، دو صفحه‌ی بزرگ - مثل راکت تنیس - می‌بندند. آیا تا به حال به چگونگی انتقال یک مایع از ظرفی به ظرف دیگر، فقط، به وسیله‌ی یک لوله‌ی پلاستیکی فکر کرده‌اید؟

تمام این موضوع‌ها به مسأله‌ی فشار و مفهوم و قانون‌های آن در جهان مربوط می‌شود. در این قسمت از کتاب علوم، در این باره مطالبی را خواهید آموخت.

## فشار

واژه‌ی فشار نیز هم‌چون واژه‌ی کار در زندگی روزمره به فراوانی مورد استفاده قرار می‌گیرد. حتماً تا به حال عبارت‌هایی مانند فشار کار، فشار امتحان و فشارهای روانی و اجتماعی را شنیده‌اید. اما در علم فیزیک، فشار به معنایی بسیار خاص و با تعریفی متفاوت از مفهوم روزانه‌ی آن، مطرح می‌شود.

### فکر کنید

درباره‌ی عبارت‌های زیر فکر کنید. آیا می‌توانید این پدیده‌ها را به مفهومی که در ذهن خود از فشار دارید مربوط نمایید؟

- لبه‌ی تیز چاقو گوشت را به راحتی می‌برد اما لبه‌ی پهن آن نمی‌برد.

- میخ از سر تیزش در چوب فرو می‌رود اما از

سر پهن‌اش فرو نمی‌رود.

- مرتاض‌های هندی روی یک تخت چوبی

پوشیده از میخ می‌خوابند اما نمی‌توانند روی

آن بایستند.



از نظر فیزیکی، فشار در واقع مقدار نیرویی است که به طور عمود بر واحد سطح وارد می‌شود. شاید این تعریف برای شما مشکل و غیرقابل فهم به نظر بیاید. بهتر است با ذکر مثالی آن را ساده‌تر بیان کنیم.

آیا تا به حال دقت کرده‌اید که وقتی روی تشک می‌خوابید، احساس می‌کنید که کمی در آن فرو می‌روید اما وقتی روی تشک می‌ایستید، پای شما در تشک بیش‌تر فرو می‌رود؟ به عبارت دیگر، هنگامی که نیروی وزن بدن شما بر روی یک سطح بزرگ پخش می‌شود، فشار کم‌تری به آن سطح وارد می‌شود، درحالی‌که اگر نیروی وزن بدن بر سطح کوچک‌تری وارد شود، مقدار فشار بر آن سطح بیش‌تر می‌شود و به همین دلیل است که وقتی روی تشک می‌ایستیم، بیش‌تر در آن فرو می‌رویم. برای این که مفهوم فشار را بهتر حس کنید، آزمایش زیر را انجام دهید.

### آزمایش کنید



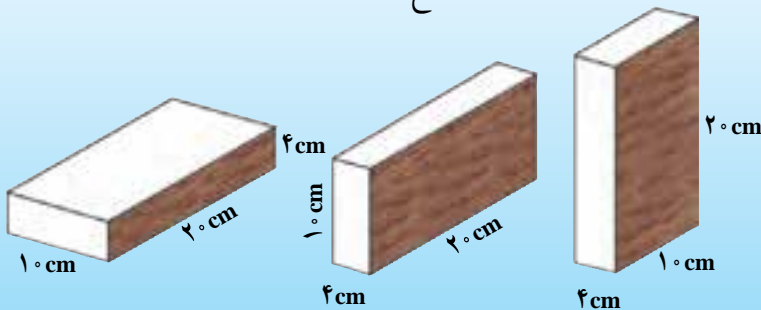
- ۱- در فاصله‌ی حدوداً  $30^\circ$  سانتی‌متری دیواری بایستید و بدن خود را کمی به پهلو خم کنید تا مقداری از نیروی وزن شما، روی کف دستتان بیفتد و از طریق کف دست به دیوار وارد شود.
- ۲- در مرحله‌ی بعدی، به اندازه‌ی کف دست از دیوار دور شوید تا زاویه‌ی بدن شما با دیوار چندان تغییر نکند، حالا به جای کف دست، نیروی وزن را روی نوک انگشت خود بیندازید. آیا تفاوتی احساس می‌کنید؟

### محاسبه کنید

برای آشنایی بیش‌تر با مفهوم فشار، یک قطعه فلز به شکل مکعب مستطیل، به ابعاد  $4 \times 10 \times 20$  سانتی‌متر و به وزن  $4^\circ$  نیوتون را در نظر بگیرید. محاسبه کنید که اگر این جسم روی هر یک از

سطح‌های خود قرار بگیرد، بر سطح میزی که زیر آن است چه فشاری وارد می‌کند.

(از معادله‌ی فشار استفاده کنید:  $\text{فشار} = \frac{\text{نیرو}}{\text{سطح}}$ )



حالت ۱- اگر مکعب مستطیل روی سطح  $۱۰ \times ۲۰$  سانتی‌متری خود قرار بگیرد، مساحت سطحی که در تماس با میز است برابر است با:  $۱۰ \times ۲۰ = ۲۰۰ \text{ cm}^2$   
از آن جا که فشار، نیروی وارد بر واحد سطح است، فشار این مکعب بر سطح میز در این حالت برابر است با:

$$\text{فشار} = \frac{\text{نیرو}}{\text{مساحت سطح}} = \frac{۴۰ \text{ N}}{۲۰۰ \text{ cm}^2} = ۰/۲ \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$$

واحد فشار در این حالت برحسب نیوتون بر سانتی‌مترمربع به دست آمده است.

حالت ۲ و ۳- اینک شما فشار مکعب بر سطح میز در حالت ۲ و ۳ را محاسبه کنید.  
در کدام حالت فشار فلز بر سطح میز بیش‌تر است؟

همان‌طور که ملاحظه کردید، گرچه نیروی وزن فلز در هر سه حالت یکسان است اما فشاری که به سطح زیرین خود وارد می‌کند، در حالت‌های مختلف متفاوت است. اگر نیرو ثابت بماند، هرچه مساحت سطحی که نیرو به آن وارد می‌شود کوچک‌تر و کم‌تر باشد، میزان فشار وارد بر سطح بیش‌تر است.

### تمرین کنید

- اگر نیرویی که در آزمایش صفحه‌ی قبل بر دیوار وارد می‌شود، حدود  $۲۰$  نیوتون و مساحت نوک انگشت شما حدود  $۱$  سانتی‌مترمربع باشد، محاسبه کنید فشاری که به وسیله‌ی نوک انگشت شما به دیوار وارد می‌شود چه قدر است؟
- با فرض ثابت ماندن نیرو در هر دو حالت و با تخمین مساحت کف دست خود، میزان فشار را در این حالت محاسبه کرده و با حالت قبلی مقایسه کنید.

## تفسیر کنید

- ۱- وقتی شما لبه‌ی تیز چاقو را روی گوشت می‌گذارید آن را می‌برید، اما لبه‌ی پهن چاقو نمی‌تواند این کار را بکند. علت چیست؟
- ۲- چرا یک میخ به راحتی با فشار دست در دیوار گچی فرو نمی‌رود اما یک پونز به راحتی در آن فرو می‌رود؟

## بحث کنید

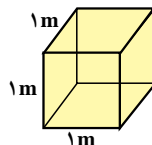
ما در این قسمت از یکای نیوتون بر سانتی متر مربع به عنوان واحد سنجش فشار استفاده کردیم. آیا می‌توانید مفهوم این یکا را در چند جمله برای دوستان خود بیان کنید؟

واحد فشار در فیزیک، نیوتون بر متر مربع است که به افتخار پاسکال، فیزیکدان مشهور فرانسوی (۱۶۶۶-۱۶۲۳ میلادی)، به نام او نامیده شده است و آن را با علامت Pa نشان می‌دهند. یک نیوتون بر سانتی متر مربع برابر است با ۱۰۰۰۰ پاسکال (چرا؟)

## فشار مایعات

همان‌طور که معمولاً فشار هر جسم جامد بر سطح زیرین آن در اثر نیروی گرانش است، فشار مایعات نیز در اثر نیروی وزن آن‌ها به وجود می‌آید. آب درون یک مخزن را در نظر بگیرید، اگر ناگهان دیوارهای مخزن یا کف آن برداشته شود، چه اتفاقی می‌افتد؟ مسلماً، آب فرو می‌ریزد؛ در واقع، دیواره‌ها و کف مخزن، جلوی ریزش آب را می‌گیرند و فشار ناشی از نیروی آن را تحمل می‌کنند. بسیاری از شهرها دارای شبکه‌ی آب لوله‌کشی هستند. در شبکه‌ی آب‌رسانی شهرها، معمولاً مخزن آب را در ارتفاعی بالاتر از بقیه‌ی نقاط می‌سازند. در نتیجه، آب در اثر نیروی گرانش در شبکه‌ی آب شهر جاری می‌شود.

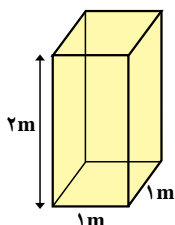
برای این که به مفهوم فشار مایعات بهتری ببرید، به مثال زیر توجه کنید: اگر یک ظرف مکعبی شکل پر از آب به ابعاد  $1 \times 1 \times 1$  متر را در نظر بگیرید، این ظرف محتوی حدود هزار کیلوگرم آب است.





وزن این مقدار آب در حدود ۱۰۰۰۰ نیوتون می‌شود. بنابراین فشار وارد بر کف مخزن برابر است با:

$$\text{فشار} = \frac{\text{نیرو}}{\text{سطح}} = \frac{۱۰۰۰۰ \text{ نیوتون}}{۱ \text{ مترمربع}} = ۱۰۰۰۰ \frac{\text{نیوتون}}{\text{مترمربع}} = ۱۰۰۰۰ \text{ Pa}$$



حال اگر ارتفاع آب در مخزن به جای ۱ متر، ۲ متر باشد، فشار آب بر کف آن، دو برابر - یعنی ۲۰۰۰۰ پاسکال - می‌شود.

بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که فشار مایعات به ارتفاع آن‌ها بستگی دارد. یعنی هرچه ارتفاع ستون مایع بیشتر باشد، نیروی وزن مایع بر سطح زیرین خود بیشتر می‌شود و در نتیجه فشار مایع بیشتر خواهد بود. آزمایش زیر را انجام دهید تا بهتر به این مفهوم پی ببرید.

### آزمایش کنید



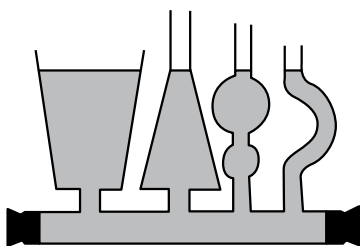
یک لوله‌ی PVC به قطر ۶ یا ۱۰ سانتی‌متر و به ارتفاع حدود ۱ متر تهیه کنید (معمولاً این‌گونه لوله‌های خاکستری رنگ در فروشگاه‌های لوازم ساختمانی به فروش می‌رسند و به آن‌ها لوله‌ی پولیکا هم گفته می‌شود).

۱- روی بدنه‌ی این لوله در نقاط ۲۵، ۵۰ و ۷۵ سانتی‌متر از انتهای آن، سوراخ‌هایی به قطر ۵/۰ سانتی‌متر ایجاد کنید. برای انجام این کار از دستگاه سوراخ‌کن برقی یا دستی یا یک پیچ‌گوشتی نوک تیز می‌توانید استفاده کنید.

۲- یک انتهای لوله را با یک درپوش مناسب کاملاً مسدود کنید و آن را عمودی روی مکانی بالاتر از سطح زمین بگذارید.

۳- سوراخ‌ها را با خمیر مسدود و لوله را از آب پر کنید. (بهتر است آن را زیر شیر آب قرار دهید) سپس ناگهان سوراخ‌ها را باز کنید. به چگونگی ریزش آب از سوراخ‌ها توجه کنید. از این آزمایش چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

(این آزمایش را می‌توانید با یک بطری نوشابه‌ی خانواده نیز انجام دهید.)

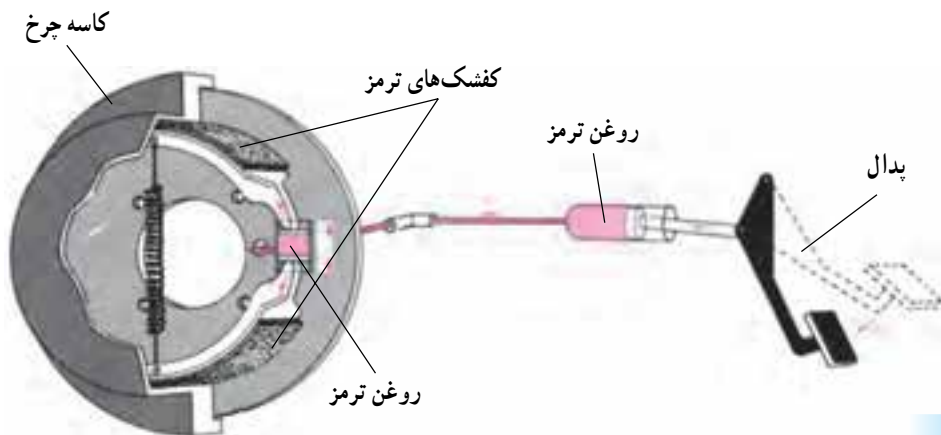
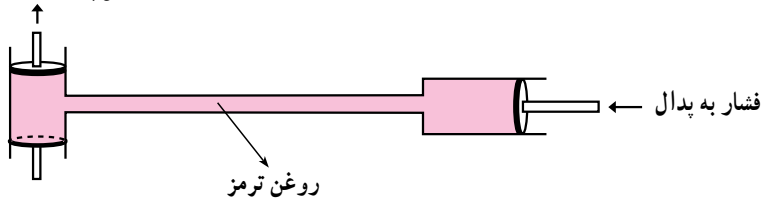


معمولاً در آزمایشگاه، یک وسیله‌ی شیشه‌ای به شکل روبه‌رو وجود دارد که اگر در آن آب ریخته شود می‌بینید که ارتفاع آب در همه‌ی لوله‌ها به یک اندازه بالا می‌آید.

این وسیله نشان می‌دهد که مقدار فشار آب در هر لوله، فقط به ارتفاع آب در آن بستگی دارد و به مقدار کلی آب در لوله و سطح قاعده‌ی آن بستگی ندارد. یکسان بودن ارتفاع آب در لوله‌ها نشان می‌دهد که فشار آب در همه‌ی لوله‌ها با هم مساوی است؛ زیرا اگر فشار آب در یک لوله با لوله‌های دیگر متفاوت بود، آب در لوله‌ها به حرکت درمی‌آمد تا فشار در همه جا مساوی شود.

یک نکته‌ی بسیار جالب در مورد فشار مایعات این است که مایعات، فشار را به خوبی و به‌طور یکسان در همه‌ی جهات منتقل می‌کنند. از این خاصیت، در موارد بسیاری استفاده می‌شود. از جمله در دستگاه ترمز اتومبیل‌ها از خاصیت انتقال فشار مایعات بهره گرفته می‌شود. وقتی که پدال ترمز را فشار می‌دهیم، این فشار توسط روغن ترمز به کفشک‌های ترمز منتقل می‌شود و آن‌ها را به کاسه‌ی چرخ می‌چسباند. به این ترتیب، به کفشک‌های ترمز نیرو منتقل می‌شود. از این خاصیت در وسایل دیگری هم چون جک‌های روغنی نیز استفاده می‌شود.

انتقال به کفشک‌های ترمز



## فشار گازها

وقتی با انگشت خود جلوی جریان آب را در یک لوله می‌گیرید، فشار مایع را به خوبی احساس می‌کنید، آیا فشار هوا را نیز می‌توان به خوبی احساس کرد؟

### آزمایش کنید

- ۱- در یک قوطی فلزی نوشابه‌ی خالی، مقداری آب داغ بریزید. سپس آب داغ را خالی کنید و بلافاصله با انگشت خود در قوطی را مسدود نمایید (مواظب باشید لبه‌ی تیز فلز دست شما را نبرد). حالا روی قوطی آب سرد بریزید. چه اتفاقی می‌افتد؟ چرا؟
- ۲- لیوانی را پر از آب کنید. یک برگ کاغذ کلفت را روی در آن بگذارید. لیوان را سر و ته کنید. چه اتفاقی روی می‌دهد؟ چرا؟



فشار هوا، نوشیدنی را به داخل دهان ما می‌راند.

هوای اطراف زمین، به وسیله‌ی نیروی گرانش زمین به طرف پایین کشیده می‌شود. نیروی گرانش سبب می‌شود که هوا بر همه‌ی اجسام روی زمین، فشار وارد کند؛ مانند آبی که بر کف ظرف خود فشار وارد می‌کند. وجود فشار هوا در انجام بعضی کارها به ما کمک می‌کند؛ مثلاً وقتی که با یک نی، نوشیدنی می‌خورید، فشار هوا، مایع را از لیوان به درون دهان شما منتقل می‌کند.

فشار هوا بر روی تمام اجسامی که روی سطح

زمین قرار دارند از همه‌ی جهت‌ها وارد می‌شود.

### بیش تر بدانید

فشار هوای روی سطح زمین در کنار دریاهاى آزاد حدوداً برابر ۱۰۰۰۰۰ نیوتون بر متر مربع (۱۰ نیوتون بر سانتی متر مربع) است. هرچه از سطح زمین بالاتر برویم مقدار فشار هوا کم تر می شود. فشار هوا بر فراز قله‌ی اورست، آن قدر کم است که کوهنوردان باید برای تنفس از مخازن هوای فشرده استفاده کنند.

### یک نکته‌ی جالب

شاید شنیده باشید که ما معمولاً هر کار آسانی را به «آب خوردن» تشبیه می کنیم اما آیا می دانید آب خوردن برای کسانی که در ایستگاه‌های فضایی در شرایط بی وزنی قرار دارند کار چندان آسانی هم نیست؟

بر روی سطح زمین، وقتی بطری آب را کج می کنیم در اثر نیروی گرانش، آب به دهان ما سرازیر می شود اما در شرایط بی وزنی حتی اگر بطری آب را کاملاً هم سر و ته بگیریم، آب فرو نمی ریزد. در این شرایط چگونه می توان آب خورد؟

در چنین شرایطی آب را می توان به وسیله‌ی نی نوشید. فشار هوای موجود در ایستگاه فضایی، این کار را امکان پذیر می سازد. اما می دانید چگونه؟

وقتی در یک محیط بسته، مقداری گاز وارد می کنیم، مولکول‌های گاز که پیوسته در حال حرکت و جنبش هستند دائماً به دیواره‌های ظرف برخورد می کنند. برخورد هر مولکول با دیواره‌ی ظرف، نیرویی بر دیواره وارد می کند. به عبارت دیگر، می توان گفت که عامل ایجاد فشار یک گاز بر دیواره‌های ظرف آن، ضربه‌های متوالی مولکول‌های گاز به دیواره است. هرچه مقدار گازی که به یک ظرف در بسته وارد می کنیم بیش تر باشد، فشار گاز درون آن ظرف بیش تر می شود؛ زیرا با افزایش تعداد مولکول‌ها؛ تعداد برخورد آن‌ها با دیواره‌ی ظرف افزایش می یابد.

### فکر کنید

– می دانید که اگر لاستیک ماشین یا توپ را بیش از حد باد کنیم، می ترکد. علت آن چیست؟  
– به نظر شما اگر دمای گازی که در یک ظرف در بسته وجود دارد افزایش یابد فشار آن بیش تر می شود یا کم تر؟ چرا؟

همان طور که ملاحظه می کنید، عامل وجود فشار هوا بر اجسام روی سطح زمین، نیروی گرانشی است که از طرف زمین بر هوای اطراف آن وارد می شود و آن را به طرف خود می کشد اما در

مورد گازی که در یک ظرف در بسته قرار دارد - مثل هوای موجود در لاستیک اتومبیل یا گاز موجود در کپسول یا هوای موجود در فضاپیما - می‌توان گفت که عامل فشار در واقع جنبش و حرکت مولکول‌های گاز آن است.

### **بیش‌تر بدانید**

معمولاً در ایستگاه‌های فضایی، بیش‌تر مواد غذایی مایع یا نیمه‌جامد و خمیری شکل (از جمله آب) در لوله‌هایی شبیه لوله‌ی خمیردندان قرار دارد و فضا‌نوردان با فشردن لوله، مواد غذایی درون آن را به دهان خود منتقل می‌کنند. این روش از پراکنده شدن ذرات مواد غذایی و آب در فضای فضاپیما جلوگیری می‌کند.

## بارالکتریکی

وقتی با پارچه‌ی خشک و پُرزداری، صفحه‌ی تلویزیون را تمیز می‌کنید، پرزهای پارچه به صفحه‌ی تلویزیون می‌چسبند؛ هنگامی که با شانه‌ی پلاستیکی موهای خشک و تمیز خود را شانه می‌کنید، موها مرتب نشده و به دنبال شانه کشیده می‌شوند؛ آیا تاکنون توجه کرده‌اید که نور شدید حاصل از برق میان ابرها چگونه آسمان را در تاریکی شب، روشن می‌کند؟

دوهای غلیظ و سیاهی که از دودکش کارخانه‌ها وارد هوا می‌شوند، آسیب جدی و جبران‌ناپذیری به محیط زیست وارد می‌کنند. چگونه می‌توان با جلوگیری از ورود دود به هوا، محیط زیست را سالم نگه داشت؟

با مطالعه و یادگیری مطالب این فصل، علت این پدیده‌ها را بهتر درک می‌کنید و می‌توانید برای این قبیل پرسش‌ها، پاسخ مناسب ارائه دهید.

### مشاهده کنید



۱- یک میله‌ی پلاستیکی مانند خودکار معمولی یا یک شانه که بدنه‌ی پلاستیکی دارد را با پارچه‌ی پشمی یا موهای سر خود، مالش دهید و آن را به تکه‌های کوچک کاغذ نزدیک کنید. چه اتفاقی می‌افتد؟

۲- سعی کنید بادکنکی را بدون استفاده از چسب به دیوار بچسبانید.

نتیجه‌ی فعالیت و نحوه‌ی انجام آن را بنویسید و به کلاس گزارش کنید.

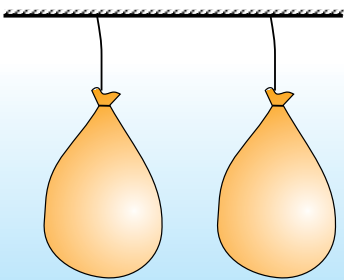
توجه نمایید که برای انجام تمام فعالیت‌های الکتریسیته، وسایل باید خشک باشند.

## بار الکتریکی

انسان، از زمان‌های بسیار دور با پدیده‌هایی مشابه آنچه بیان شده آشنا بوده است. بررسی این پدیده‌ها و تلاش برای درک علت آن‌ها باعث پیشرفت دانش و فناوری بسیار گسترده‌ای در این زمینه شده است. به این مبحث از دانش، **الکتریسیته** گفته می‌شود. برای بررسی الکتریسیته، ابتدا باید با کمیتی به نام «بار الکتریکی» آشنا شویم.

وقتی میله‌ای پلاستیکی را با پارچه‌ای پشمی مالش می‌دهیم، به علت مالش میله با پارچه، در میله تغییری ایجاد می‌شود و میله خاصیت جدیدی پیدا می‌کند، از این رو، تکه‌های کوچک کاغذ را جذب می‌کند. در این صورت، می‌گوییم میله دارای بار الکتریکی شده است. وقتی دو جسم با یک‌دیگر مالش داده شوند، معمولاً، هر دو دارای بار الکتریکی می‌شوند.

### آزمایش کنید



- ۱- دو بادکنک و یک تکه پارچه‌ی پشمی تهیه کنید. به داخل بادکنک‌ها بدمید و دهانه‌ی آن‌ها را محکم ببندید.
- ۲- یکی از بادکنک‌ها را با پارچه‌ی پشمی مالش دهید. سپس یک بار پارچه و بار دیگر، بادکنک را به تکه‌های کاغذ نزدیک کنید. چه روی می‌دهد؟
- ۳- بادکنک را توسط یک نخ آویزان کنید و آن را با پارچه مالش دهید. اکنون پارچه را بدون تماس با بادکنک، به آن نزدیک کنید. چه روی می‌دهد؟
- ۴- دو بادکنک را مطابق شکل در نزدیکی یک‌دیگر آویزان کنید. با مالش پارچه به آن‌ها، بادکنک‌ها را باردار کنید. چه روی می‌دهد؟ نتیجه‌ی مشاهدات خود را بنویسید و به کلاس گزارش دهید.

مشاهده‌ی آثار باردار شدن جسم‌ها، این واقعیت را نشان می‌دهد که وقتی دو جسم دارای بار الکتریکی می‌شوند، بر یک‌دیگر نیرو وارد می‌کنند. بررسی و تحلیل آزمایش‌هایی نظیر فعالیتی که شما انجام دادید، دو واقعیت را نشان می‌دهد:

الف) نیروی الکتریکی موجود بین جسم‌هایی که دارای بار الکتریکی هستند، گاهی رابشی و گاهی رانشی است.

ب) دو نوع بار الکتریکی وجود دارد.

## دو نوع نیرو، دو نوع بار الکتریکی

دیدیم که نیروی الکتریکی موجود بین پارچه و بادکنک، ربایشی است اما دو بادکنکی که با یک پارچه مالش داده شده‌اند، یک‌دیگر را می‌رانند؛ یعنی، نیروی الکتریکی بین آن‌ها، رانشی است. هر دو بادکنک با یک پارچه مالش داده شده‌اند، در نتیجه، بار الکتریکی آن‌ها یکسان است. وجود نیروی ربایشی بین پارچه و بادکنک و نیز نیروی رانشی بین دو بادکنک، نشان می‌دهد که وقتی پارچه و بادکنک به یک‌دیگر مالش داده می‌شوند، بارهای الکتریکی ایجاد شده در آن‌ها، یکسان نیست. زیرا اگر بار الکتریکی پارچه و بادکنک یکسان باشد، باید پارچه، بادکنک را براند. از یکسان نبودن بار الکتریکی پارچه و بادکنک می‌توان نتیجه گرفت که دو نوع بار الکتریکی وجود دارد.

### تفسیر کنید

به وسیله‌ی یک میله‌ی پلاستیکی، یک بادکنک و یک تکه پارچه‌ی پشمی، آزمایش‌های زیر را انجام دهید.



- ۱- بادکنک را آویزان کنید و آن را با پارچه‌ی پشمی مالش دهید.
  - ۲- میله‌ی پلاستیکی را با پارچه‌ی پشمی مالش دهید. ابتدا پارچه و سپس میله‌ی پلاستیکی را به بادکنک نزدیک کنید.
- با توجه به نتیجه‌ی آزمایش‌ها، مشخص کنید که بار الکتریکی میله مشابه بار الکتریکی بادکنک است یا بار الکتریکی پارچه؟

دانشمندان برای تشخیص بارهای الکتریکی از یک‌دیگر، آن‌ها را نام‌گذاری کرده‌اند؛ بار الکتریکی‌ای که در بادکنک ایجاد می‌شود (و بارهای مشابه آن) را بار الکتریکی منفی و بار الکتریکی‌ای که در پارچه ایجاد می‌شود (و بارهای مشابه آن) را بار الکتریکی مثبت می‌نامند.

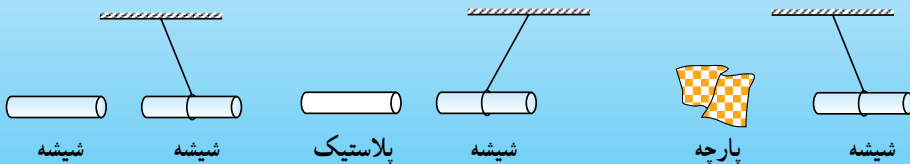


## آزمایش کنید

یک میله‌ی پلاستیکی، تکه‌ای پارچه‌ی پشمی، دو میله‌ی شیشه‌ای کوچک و یک کیسه‌ی نایلونی مانند کیسه مواد غذایی فراهم کنید. آزمایش‌های زیر را انجام دهید و مشاهدات خود را بنویسید.

۱- میله‌های شیشه‌ای را با کیسه‌ی نایلونی مالش دهید و از این طریق به میله‌ها بار الکتریکی بدهید. یکی از میله‌ها را بیاویزید و دیگری را به آن نزدیک کنید. چه روی می‌دهد؟

۲- میله‌ی پلاستیکی را با مالش به پارچه‌ی پشمی، باردار کنید و آن را به میله‌ی آویخته شده نزدیک کنید. سپس پارچه‌ی پشمی را به میله‌ی شیشه‌ای نزدیک کنید. چه روی می‌دهد؟ آیا می‌توانید مشخص کنید که بار الکتریکی شیشه منفی است یا مثبت؟



آنچه را درباره‌ی بار الکتریکی آموخته‌اید یک بار مرور کنید. نتیجه‌ی فعالیت‌ها را بررسی و تحلیل کنید. آیا می‌دانید نیرویی که دو جسم باردار بر یکدیگر وارد می‌کنند در چه صورت ربایشی و در چه صورت رانشی است؟

بررسی چند آزمایش - نظیر آنچه شما انجام داده‌اید - به ما کمک می‌کند تا به دو قاعده‌ی اساسی الکترواستاتیته درباره‌ی نیروهایی که دو جسم باردار به یکدیگر وارد می‌کنند، پی ببریم:

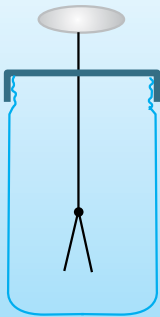
۱- دو جسم که بار الکتریکی همنام دارند (هر دو منفی یا هر دو مثبت) بر یکدیگر نیروی رانشی وارد می‌کنند.

۲- دو جسم که بار الکتریکی غیرهمنام (یکی منفی و دیگری مثبت) دارند، بر یکدیگر نیروی ربایشی وارد می‌کنند.

## برق نما بسازید

برق نما (الکتروسکوپ) وسیله‌ی ساده‌ای است که به کمک آن می‌توان آزمایش‌های ساده‌ی الکترواستاتیته را انجام داد. برای ساختن آن به یک بطری شیشه‌ای نظیر بطری مربا با درِ پلاستیکی، میله‌ی فلزی، قرص فلزی (سکه)، و ورقه‌ی نازک فلزی مانند زوروق شکلات یا فویل آلومینیومی، نیاز دارید.

ابتدا مانند شکل، میله را از درپوش بگذرانید و یک سر آن را به قرص فلزی لحیم کنید. سپس



ورقه‌ی نازک فلزی را مثل عدد ۸ تا کنید و روی قسمت پایین میله با نوار چسب بچسبانید. ورقه‌ها را چند بار باز و بسته کنید تا به راحتی بتوانند از هم جدا شوند یا به هم بچسبند. حالا میله را وارد بطری کنید.

اکنون شما یک برق‌نما ساخته‌اید. به قرص فلزی، کلاهک و به ورقه‌های فلزی، ورقه‌های الکتروسکوپ می‌گوییم. به کمک برق‌نما می‌توان نشان داد که یک جسم بار الکتریکی دارد یا ندارد. علاوه بر آن می‌توان نوع بار الکتریکی یک جسم را نیز مشخص کرد.

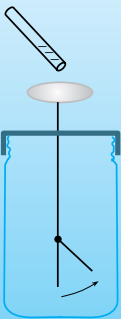
● **توجه کنید:** آزمایش‌های مربوط به بار الکتریکی در هوای مرطوب به علت رسانا بودن هوا، خوب نتیجه نمی‌دهند. بنابراین قبل از آزمایش وسیله‌ها را کاملاً خشک کنید و حتی الامکان، آزمایش را در محیط‌های غیرمرطوب انجام دهید.

معمولاً در برق‌نماها تیغه‌های پایین را به شکل لولای می‌سازند تا به راحتی بتواند حرکت کند.

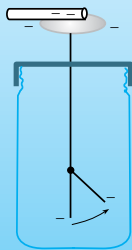
### آزمایش کنید

به کمک برق‌نمایی که در مدرسه موجود است یا خودتان ساخته‌اید، آزمایش‌های زیر را انجام دهید:

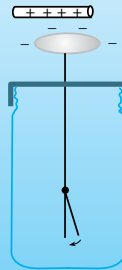
- ۱- یک میله‌ی پلاستیکی و یک میله‌ی شیشه‌ای را باردار کنید.
- ۲- به نوبت، میله‌ی پلاستیکی و شیشه‌ای را بدون تماس، به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک نمایید و سپس از آن دور کنید. چه روی می‌دهد؟ (شکل ۱)
- ۳- میله‌ی پلاستیکی (یا شیشه‌ای) باردار را به کلاهک تماس دهید و سپس از آن دور کنید. چه روی می‌دهد؟ (شکل ۲)



۱



۲



۳

۴- ابتدا میله‌ی شیشه‌ای و سپس

میله‌ی پلاستیکی باردار را بدون

تماس به کلاهک به الکتروسکوپ

- که در مرحله‌ی ۳ به آن

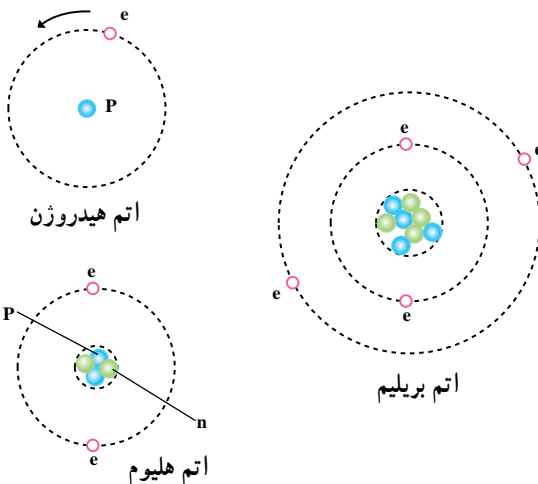
بار الکتریکی داده‌اید - نزدیک کرده

و از آن دور کنید. چه روی می‌دهد؟

(شکل ۳) نتیجه‌ی آزمایش‌های بالا

را تحلیل کنید. سپس در دفتر علوم خود بنویسید که چگونه می‌توان به کمک الکتروسکوپ :  
الف) نشان داد که یک جسم بار الکتریکی دارد یا ندارد.  
ب) نوع بار الکتریکی یک جسم را مشخص کرد.

همان‌طور که در بخش ماده و تغییرات آن خواندید، همه‌ی مواد از اتم ساخته شده‌اند. هر اتم از تعدادی پروتون (p) و نوترون (n) که هسته‌ی آن را می‌سازند و تعدادی الکترون (e) که به دور هسته در حال چرخش هستند، ساخته شده است. بار الکتریکی یک پروتون مثبت و از نظر اندازه، برابر با بار الکتریکی الکترون (منفی) است. در یک اتم در حالت عادی، تعداد پروتون‌ها همیشه با تعداد الکترون‌ها مساوی است.



در نتیجه، چون اتم در حالت عادی دارای دو نوع بار الکتریکی مثبت و منفی به مقدار مساوی است، اتم از نظر بار الکتریکی خنثی است. اما اگر از یک اتم، الکترونی جدا شود چون تعداد پروتون‌های آن بیش‌تر از تعداد الکترون‌هایش می‌شود، دیگر از نظر بار الکتریکی خنثی نیست و دارای بار الکتریکی مثبت می‌شود.

همچنین، اگر تعدادی الکترون به یک اتم افزوده شود، اتم دارای بار الکتریکی منفی می‌شود. باید توجه داشت که باردارشدن اتم‌ها فقط از طریق انتقال الکترون انجام می‌شود و پروتون‌ها در این کار نقشی ندارند؛ زیرا پروتون‌ها ذرات سنگینی هستند که با نیروی بسیار زیادی در هسته‌ی اتم نگه‌داشته شده‌اند و نمی‌توان آن‌ها را به راحتی الکترون از اتم جدا کرد.

### فکر کنید

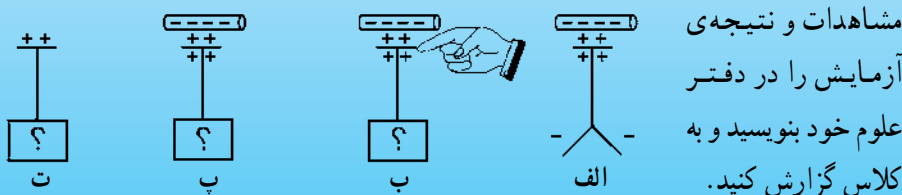
وقتی دو جسم را به یک‌دیگر مالش می‌دهیم (مثلاً میله‌ی پلاستیکی را با پارچه‌ی پشمی یا میله‌ی شیشه‌ای را با کیسه‌ی نایلونی)، یکی از آن‌ها دارای بار الکتریکی مثبت می‌شود و دیگری به همان اندازه بار الکتریکی منفی به دست می‌آورد. با توجه به ساختمان اتم، توضیح دهید که هنگام مالش دو جسم به یک‌دیگر، چه پدیده‌ای رخ می‌دهد؟

## القای بار الکتریکی

با باردار کردن اجسام به روش مالش دادن، آشنا شدید. معمولاً از روش مالش برای باردار کردن اجسام غیر فلزی استفاده می‌شود. اکنون می‌خواهیم شما را با شیوه‌ای برای باردار کردن اجسام فلزی آشنا کنیم. برای این منظور، فعالیت زیر را انجام دهید.

### مشاهده کنید

- برای انجام این فعالیت، به میله‌ی پلاستیکی، پارچه‌ی پشمی و به الکتروسکوپ نیاز دارید.
- ۱- با تماس انگشت به کلاهک الکتروسکوپ، مطمئن شوید که الکتروسکوپ بدون بار الکتریکی است.
  - ۲- با مالش پارچه به میله‌ی پلاستیکی، به آن بار الکتریکی بدهید.
  - ۳- میله‌ی پلاستیکی باردار را، بدون این که با آن تماس داشته باشد به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک کنید. در این حالت، ورقه‌های الکتروسکوپ از یک‌دیگر دور می‌شوند (شکل الف).
  - ۴- در حالی که میله‌ی پلاستیکی نزدیک کلاهک الکتروسکوپ است، انگشت خود را به کلاهک الکتروسکوپ تماس دهید و سپس از آن جدا کنید (شکل‌های ب و پ). در این حالت، ورقه‌های الکتروسکوپ چگونه قرار می‌گیرند؟
  - ۵- بعد از آن که انگشت خود را از روی کلاهک برداشتید، میله‌ی پلاستیکی را از آن دور کنید. در این حالت به انحراف ورقه‌های الکتروسکوپ توجه کنید (شکل ت).



برای باردار کردن اجسام فلزی می‌توانید روش بالا را به همان ترتیب به کار ببرید. باید توجه داشت که جسم فلزی حتماً روی یک پایه‌ی غیر فلزی قرار بگیرد و با اجسام فلزی دیگر در تماس نباشد. به این روش باردار کردن «القای بار الکتریکی» گفته می‌شود.

### فکر کنید

اگر فعالیت بالا را با میله‌ی شیشه‌ای انجام دهید، بار القا شده در الکتروسکوپ مثبت می‌شود یا منفی؟

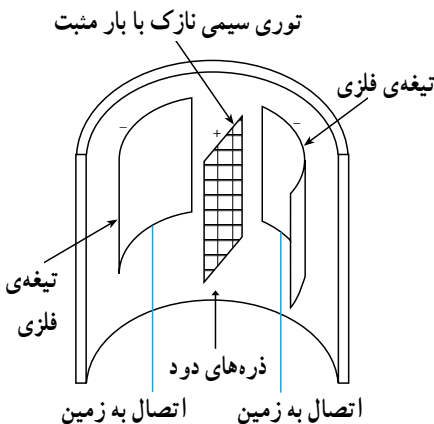
## آذرخش (صاعقه)، برقیگیر

ابرها به علت مالش به هوا یا کوه‌های بلند، دارای بار الکتریکی می‌شوند. اگر قطعه ابر بارداری به زمین نزدیک شود، بین ابر و بلندترین نقطه‌ی زمین در یک منطقه، مثلاً قله‌ی یک کوه بلند، جرقه‌ی الکتریکی زده می‌شود. جرقه‌ی الکتریکی، در واقع، جهش الکترون‌ها از یک جسم به جسم دیگر است. این عمل با نور و گرما همراه است. گاهی طول جرقه بین ابر و زمین (یا دو قطعه ابر) به چند کیلومتر می‌رسد. این عمل را **تخلیه‌ی الکتریکی** می‌نامند. به تخلیه‌ی الکتریکی بین ابر و زمین «آذرخش یا صاعقه» گفته می‌شود. اگر آذرخش به محل مسکونی یا مزرعه برخورد کند، خسارت‌های جبران ناپذیری ایجاد می‌کند. برای حفاظت ساختمان‌های بلند از خطر اصابت آذرخش، از وسیله‌ی بسیار ساده‌ای به نام برقیگیر استفاده می‌کنند. برقیگیر یک میله‌ی فلزی کلفت (معمولاً مس) است که در بالاترین نقطه‌ی ساختمان‌های بلند نصب می‌شود. این قطعه‌ی مسی توسط کابل مسی به زمین مرطوب در زیر ساختمان وصل می‌شود. در صورت نزدیک شدن ابر باردار به ساختمان، بار الکتریکی ابر توسط برقیگیر، در زمین تخلیه می‌شود و ساختمان از آسیب مصون می‌ماند.



### بینش‌تر بدانید (علوم و فناوری)

رسوب دهنده‌ی الکتریکی: دودهای سیاه غلیظ و گرد و غباری را که از دودکش کارخانه‌ها بالا



می‌روند، می‌توان توسط رسوب دهنده‌ی الکتریکی از هوا جدا کرد و مانع ورود آن‌ها به هوا شد. رسوب دهنده‌ی الکتریکی از توری فلزی نازکی با بار الکتریکی مثبت و دو تیغه‌ی فلزی که به زمین متصل هستند، تشکیل شده است. ذرات دود و گرد و غبار هنگام عبور از میان توری فلزی دارای بار مثبت می‌شوند. ذره‌های دود باردار شده، از توری رانده می‌شوند و روی تیغه‌ها رسوب می‌کنند. به این ترتیب، از هوا جدا می‌گردند. تیغه‌ها را گاه با زدن ضربه می‌تکانند تا دوباره آماده‌ی کار شوند.

## جریان الکتریکی

وقتی کلید برق اتاق را وصل می‌کنید، لامپ روشن می‌شود. وقتی دو شاخه‌ی اتو، پنکه، تلویزیون یا هر وسیله‌ی برقی دیگر را به پریز وصل می‌کنید، آن‌ها روشن می‌شوند و هر کدام کاری انجام می‌دهند. راننده با چرخاندن کلید، اتومبیل را روشن می‌کند. در همه‌ی این مثال‌ها «جریان الکتریکی» برقرار می‌شود و عمل مورد نظر ما مانند روشن شدن لامپ، گرم شدن اتو و ... انجام می‌گردد. اکثر مردم بدون توجه به آن چه رخ می‌دهد، از انرژی جریان الکتریکی استفاده می‌کنند. به جریان الکتریکی، جریان برق نیز گفته می‌شود. هنگام ایجاد رعد و برق بین دو قطعه‌ی ابر و نیز روی دادن صاعقه، نوعی جریان الکتریکی بین ابرها یا ابر و زمین برقرار می‌شود.



### فکر کنید و پاسخ دهید

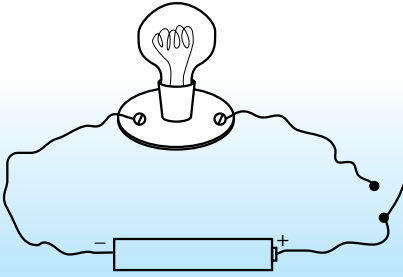
دیدیم که برق و نیز صاعقه، تخلیه‌ی الکتریکی بین دو ابر یا ابر و زمین است، با توجه به آن چه تاکنون آموخته‌اید، پاسخ دهید که «در تخلیه‌ی الکتریکی چه روی می‌دهد؟»

### رسانا، نارسانا

آیا تاکنون به سیم‌هایی که مخصوص سیم‌کشی برق است، توجه کرده‌اید؟ این سیم‌ها از دو قسمت درست شده‌اند؛ یک قسمت، رشته‌های باریکی هستند که در داخل قرار گرفته‌اند و قسمت دیگر، روکش آن است.

قسمت مرکزی از یک نوع فلز (معمولاً مس) تشکیل شده و قسمت خارجی آن پلاستیکی است. آیا می‌دانید چرا سیم‌های برق را به این صورت می‌سازند؟ این پرسش را با انجام آزمایش صفحه‌ی بعد پاسخ دهید.

### آزمایش کنید



شما در درس حرفه‌وفن با مدار الکتریکی آشنا شده‌اید. به وسیله‌ی یک لامپ کوچک، یک قوه و مقداری سیم، یک مدار الکتریکی درست کنید. همان‌طور که در شکل می‌بینید، دو سر سیم را در یک نقطه از هم جدا کنید.

- ۱- دو سر سیم را به هم بچسبانید تا مطمئن شوید لامپ در این حالت روشن می‌شود.
- ۲- مواد مختلف فلزی و غیرفلزی را بین دو سر سیم قرار دهید. چه مشاهده می‌کنید؟ چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

به موادی که جریان برق را از خود عبور می‌دهند رسانا و به موادی که عبور نمی‌دهند نارسانا گفته می‌شود. تمامی فلزات از جمله مس که سیم برق از آن ساخته می‌شود رسانا هستند. روکش پلاستیکی سیم و بیش‌تر غیرفلزات نارسانا هستند.

در اتم بعضی عناصرها، الکترونی که در دورترین فاصله از هسته واقع است، به راحتی از اتم جدا می‌شود و از یک اتم به دیگر جهش می‌کند. به این گونه الکترون‌ها «الکترون آزاد» گفته می‌شود. در مواد رسانا تعداد بی‌شماری الکترون آزاد وجود دارد. الکترون‌های آزاد با جابه‌جاشدن در داخل رسانا، باعث جابه‌جایی بار الکتریکی از داخل رسانا می‌شوند.

در جسم نارسانا، به تعداد کافی الکترون آزاد برای جابه‌جایی وجود ندارد؛ در نتیجه، وقتی به یک جسم نارسانا الکترون اضافه یا کاسته شود، جسم دارای بار الکتریکی می‌گردد و بار الکتریکی در همان محل، ساکن باقی می‌ماند و جابه‌جا نمی‌شود.

اکنون که با چگونگی عبور بار الکتریکی در داخل جسم رسانا آشنا شدید، می‌توانید توضیح دهید که چرا برای برق‌رسانی از سیم‌های رسانا با روکش لاستیکی استفاده می‌شود.

### آزمایش کنید

رسانا	نارسانا
مس	پلاستیک

فهرستی از جسم‌های رسانا و نارسانا تهیه کنید و آن را در جدولی مانند جدول روبه‌رو، در دفتر علوم خود بنویسید. برای تعیین رسانا و یا نارسانا بودن یک جسم می‌توانید مانند آزمایش بالا، عمل کنید.

## اختلاف پتانسیل

همان طور که در آزمایش بالای صفحه‌ی قبل مشاهده کردید، در مدار الکتریکی در صورتی که مدار به درستی بسته شده باشد، جریان الکتریکی به وجود می‌آید و لامپ روشن می‌شود. برای به وجود آمدن جریان الکتریکی وجود قوه یا باتری ضروری است. هر قوه یا باتری دارای دو پایانه است که یکی را پایانه‌ی مثبت و دیگری را پایانه‌ی منفی می‌نامند. علاوه بر آن درون قوه و باتری اجزای دیگری نیز وجود دارند.



### مشاهده کنید

یک قوه را به دقت بررسی کنید. برجستگی بالای آن، پایانه‌ی مثبت و کف قوه (بدنه‌ی آن) پایانه‌ی منفی است و با احتیاط و به کمک معلم یا یکی از اولیای خود، بدنه‌ی قوه را شکافته و محتویات آن را مورد مشاهده قرار دهید. نتیجه‌ی آن را بنویسید و به کلاس گزارش کنید.

باتری اتومبیل نیز مانند قوه از سه قسمت اساسی تشکیل شده است؛ هر خانه‌ی باتری دارای دو صفحه است که یکی پایانه‌ی مثبت و دیگری منفی است. قسمت سوم، مایع درون باتری است که به آن «الکترولیت» می‌گوییم. الکترولیت باتری، محلول رقیق سولفوریک اسید است. به قوه و باتری، مولد جریان الکتریکی گفته می‌شود.

هر مولد جریان الکتریکی دارای یک مشخصه به نام ولتاژ یا اختلاف پتانسیل الکتریکی است. اختلاف پتانسیل الکتریکی را با یکایی به نام ولت اندازه می‌گیرند. اختلاف پتانسیل بین پایانه‌های



قوه‌ی معمولی برابر با  $1/5$  ولت است. باتری ماشین‌های معمولی  $12$  ولت و باتری کامیون‌ها  $24$  ولت یا بیش‌تر است. اختلاف پتانسیل الکتریکی، عامل ایجاد جریان الکتریکی در مدار است؛ یعنی برای ایجاد جریان در یک مدار، باید توسط یک مولد، بین دو سر مدار، اختلاف پتانسیل

باتری را نشان می‌دهد.



برقرار کنیم. اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه را با وسیله‌ای به نام «ولت‌سنج» اندازه می‌گیریم. برای این کار، دو سر ولت‌سنج را مانند شکل صفحه‌ی قبل، به دو سر قسمتی که می‌خواهیم اختلاف پتانسیل بین آن‌ها را اندازه بگیریم، وصل می‌کنیم.



**آزمایش کنید: یک قوه بسازید**

یک لیموترش نسبتاً بزرگ فراهم کنید و آن را روی میز قرار داده و آرام آن را به میز فشار دهید و بغلتانید؛ به طوری که پرده‌های داخل آن له و پاره شوند ولی لیمو پاره نشود. دو تیغه‌ی کوچک و نازک فلزی غیرهم‌جنس – مثلاً یکی از جنس روی و دیگری از مس – را مطابق شکل در لیمو فرو ببرید. توجه کنید که تیغه‌ها با هم تماس نداشته باشند. با اتصال تیغه‌ها به یک ولت‌سنج، اختلاف پتانسیل دو سر آن را اندازه بگیرید.

### شدت جریان

تجربه نشان می‌دهد که اگر ولتاژ مولد جریان الکتریکی در یک مدار افزایش یابد، مقدار جریان الکتریکی در مدار به همان نسبت افزایش می‌یابد؛ مثلاً اگر در یک مدار به جای یک قوه‌ی  $1/5$  ولتی از دو قوه‌ی  $1/5$  ولتی که به‌طور سری به هم وصل شده‌اند (یعنی قطب مثبت اولی به قطب منفی دومی وصل شده است) استفاده کنیم، در مجموع، اختلاف پتانسیل قوه‌ها برابر ۳ ولت می‌شود. در این حالت، مقدار جریان الکتریکی مدار نیز دو برابر می‌شود. مقدار جریان الکتریکی که در یک مدار جاری است را شدت جریان الکتریکی یا آمپراژ می‌نامند. شدت جریان هر مدار با وسیله‌ای به نام آمپرسنج برحسب یکای آمپر اندازه‌گیری می‌شود. آمپرسنج همیشه در مدار به شکل سری (متوالی) با بقیه‌ی اجزای مدار، قرار می‌گیرد.

### مقاومت الکتریکی

وقتی انسان از یک محل شلوغ و پررفت و آمد عبور می‌کند، با کسانی که در جهت‌های مختلف در رفت و آمد هستند، برخورد می‌کند. این برخوردها مانع حرکت انسان می‌شود و انرژی او

را تلف می‌کند. از این رو، مقداری از انرژی انسان به گرما تبدیل می‌شود. وقتی یک برگ کاغذ را افقی می‌گیرید و رها می‌کنید، ضمن پایین آمدن، مقداری از انرژی پتانسیل گرانشی آن در برخورد با مولکول‌های هوا، تلف می‌شود. مولکول‌های هوا که با سرعت در جهت‌های مختلف در حرکت هستند، از سرعت سقوط کاغذ می‌کاهند و انرژی آن را تلف می‌کنند.

### مشاهده کنید

یک لامپ را روشن و پس از مدت کوتاهی خاموش کنید. سپس آن را لمس کنید، چه تغییری کرده است؟

وقتی جریان الکتریکی از یک رسانا - مانند رشته‌ی درون لامپ - می‌گذرد، مقداری از انرژی الکتریکی به انرژی گرمایی تبدیل شده و باعث گرم شدن لامپ می‌شود. در اتو، پلوپز، اجاق برقی و سایر وسیله‌های برقی نظیر آن‌ها، همین اتفاق می‌افتد و انرژی الکتریکی ضمن عبور از آن‌ها به انرژی گرمایی تبدیل می‌شود. تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی گرمایی در این وسیله‌ها، مانند حرکت انسان در محل پررفت و آمد و تبدیل انرژی به گرماست.

وقتی دو سربیک رسانا را به یک مولد وصل می‌کنیم، اختلاف پتانسیل الکتریکی مولد، باعث می‌شود که الکترون‌های آزاد، در مدار حرکت کنند. در واقع، مولد به الکترون‌های آزاد موجود در رسانا انرژی می‌دهد. با تبدیل انرژی پتانسیل به انرژی جنبشی (حرکتی)، الکترون‌ها در رسانا به حرکت درمی‌آیند. الکترون‌ها ضمن حرکت در رسانا با ذره‌های سازنده‌ی آن، برخورد کرده و آن را به حرکت درمی‌آورند و به این ترتیب انرژی آن‌ها به انرژی گرمایی تبدیل می‌شود و در نتیجه، رسانا گرم می‌شود. این عمل مرتباً تکرار می‌شود؛ یعنی مولد به الکترون‌ها انرژی می‌دهد و انرژی الکترون‌ها در برخورد با ذره‌های مرتعش رسانا به گرما تبدیل می‌شود. به همین دلیل، بعد از مدتی که از مولد استفاده می‌شود، انرژی آن تمام خواهد شد. در واقع، الکترون‌ها در هنگام حرکت در رسانا، همیشه با نوعی مقاومت روبه‌رو هستند که به این مقاومت، «مقاومت الکتریکی» گفته می‌شود. مقاومت الکتریکی رسانا را با وسیله‌ای به نام «اُهم‌متر» اندازه می‌گیرند. یکای اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی - به افتخار اُهم دانشمند آلمانی - «اُهم» نامیده می‌شود.

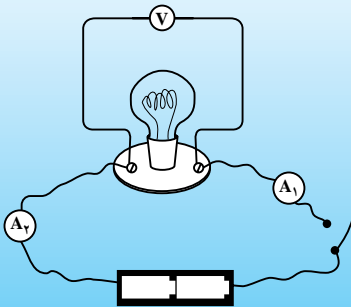
انجام آزمایش‌ها نشان می‌دهد که هرچه مقدار مقاومت الکتریکی یک مدار بیش‌تر باشد، شدت جریان الکتریکی در آن مدار کم‌تر است؛ از این رو، می‌توان نتیجه گرفت که در یک مدار الکتریکی

بین شدت جریان مدار، ولتاژ و مقاومت الکتریکی آن رابطه‌ی زیر برقرار است :

$$\text{قانون اهم) (مقاومت الکتریکی (برحسب اهم) = \frac{\text{ولتاژ (برحسب ولت)}}{\text{شدت جریان (برحسب آمپر)}}$$

### اندازه‌گیری کنید

به کمک یک لامپ ۳ ولتی، دو قوه‌ی ۱/۵ ولتی، یک ولت‌سنج، دو آمپرسنج و یک کلید، مداری مطابق شکل بسازید. وقتی کلید را می‌بندید، لامپ روشن می‌شود. آمپرسنج‌ها  $A_1$  و  $A_2$ ، جریان الکتریکی در مدار و ولت‌سنج (V)، اختلاف پتانسیل دو سر لامپ را نشان می‌دهند.



پاسخ پرسش‌های زیر را به کلاس گزارش کنید :

- ۱- آمپرسنج‌های  $A_1$  و  $A_2$  اندازه‌هایی را نشان می‌دهند. آیا این اندازه‌ها یکسان هستند یا خیر؟ از مقایسه‌ی آن‌ها چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟
- ۲- محاسبه کنید مقاومت الکتریکی لامپ چه اندازه است؟

### بیش‌تر بدانید

مقاومت الکتریکی یک رسانا با تغییر دما تغییر می‌کند. مثلاً، وقتی یک رشته سیم فلزی گرم می‌شود، مقدار مقاومت الکتریکی آن افزایش می‌یابد. اگر شما مقاومت الکتریکی یک لامپ الکتریکی را در حالت سرد (خاموش) و داغ (بلافاصله پس از خاموش کردن) اندازه بگیرید، همین موضوع را مشاهده می‌کنید. اهم نیز در یادداشت‌های خود به تغییر مقاومت الکتریکی - در زمانی که دمای جسم تغییر می‌کند - اشاره کرده است.

### آهن‌ربا



سنگ مغناطیسی آهن

شما با آهن‌ربا آشنا هستید و می‌دانید که وسایلی چون سنجاق و میخ‌های آهنی را به خود جذب می‌کند. دریانوردان، از زمان‌های قدیم به کمک آهن‌ربا جهت‌یابی می‌کردند و مسیر خود را در دریا و اقیانوس تشخیص می‌دادند. وقتی در یخچال را می‌بندیم، آهن‌رباهایی که درون نوار پلاستیکی، دور در گذاشته‌اند، در یخچال را به بدنه‌ی آن می‌چسبانند. در طبیعت نیز سنگ‌هایی یافت

می شود که به آن ها سنگ مغناطیسی آهن می گویند. این سنگ ها، قطعه های کوچک آهن را به خود جذب می کند.

## قطب های آهن ربا

یک آهن ربا به هر شکلی که ساخته شده باشد، دارای دو قطب است. برای آن که به خاصیت قطب های آهن ربا پی ببرید، کافی است یک آهن ربا را درون ظرفی که پر از میخ های کوچک است فرو ببرید و سپس بیرون بیاورید.

به ناحیه هایی از آهن ربا که میخ بیش تری جذب می کند و خاصیت آهن ربایی در آن نواحی بیش تر است، قطب های آهن ربا می گویند. هر آهن ربا دارای دو قطب است.

آیا قطب های آهن ربا، خاصیت دیگری نیز دارند؟



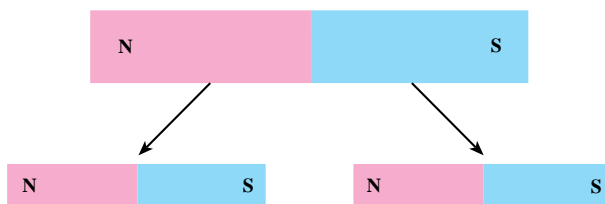
از دوره ی ابتدایی به یاد دارید که اگر آهن ربا را به دور از چیزهای آهنی، آزادانه بیاویزیم، همیشه در راستای شمال جنوب قرار می گیرد، از این رو قطب های آهن ربا را به قطب N یا شمال یاب و قطب S یا جنوب یاب نام گذاری می کنند.

در آهن رباهای نعلی شکل، یکی از شاخه های آهن ربا قطب N و شاخه ی دیگر

قطب S است. در آهن رباهای حلقه ای معمولاً دو سمت بالا و پایین آهن ربا قطب ها را تشکیل می دهند.

### بیش تر بدانید

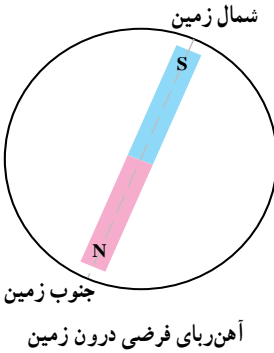
اگر یک آهن ربا را نصف کنید، هر قطعه ی آن تبدیل به یک آهن ربای مستقل با دو قطب N و S می شود. قطب های آهن رباهای جدید به صورت زیر خواهند بود:



## اطلاعات جمع آوری کنید

آیا می‌دانید که در قدیم دریانوردان چگونه به کمک آهن‌ربا، جهت‌یابی می‌کردند؟ در این مورد و نیز در مورد این که قطب‌نما (عقربه‌ی مغناطیسی) و قطب‌نما چگونه ساخته می‌شوند و چگونه کار می‌کنند، تحقیق کرده و نتیجه را به کلاس گزارش کنید.

## بیش‌تر بدانید



بر روی کره‌ی زمین، تمامی قطب‌نماها و آهن‌رباهای آویخته شده در راستای شمال - جنوب به گونه‌ای قرار می‌گیرند که قطب N آن‌ها به سمت شمال و قطب S آن‌ها به سمت جنوب باشد. گویی در داخل زمین یک آهن‌ربای بسیار قوی وجود دارد که قطب S آن در شمال کره‌ی زمین و قطب N آن در جنوب قرار گرفته است. درباره‌ی چگونگی به وجود آمدن چنین خاصیتی در کره‌ی زمین نظریه‌های علمی گوناگونی وجود دارد که در علوم بین‌رشته‌ای فیزیک و زمین‌شناسی به‌طور تخصصی به آن‌ها پرداخته می‌شود.

## اثر قطب‌های آهن‌ربا بر یک‌دیگر

دیدیم که بارهای الکتریکی بر یک‌دیگر نیرو وارد می‌کنند. بارهای همنام یک‌دیگر را می‌رانند و بارهای غیر همنام یک‌دیگر را می‌ربایند. آیا قطب‌های آهن‌ربا بر یک‌دیگر نیرو وارد می‌کنند؟ اگر بر یک‌دیگر نیرو وارد می‌کنند، نحوه‌ی اثر آن‌ها بر یک‌دیگر چگونه است؟ برای مشخص شدن نحوه‌ی اثر قطب‌های آهن‌ربا بر یک‌دیگر، فعالیت زیر را انجام دهید و نتیجه را به کلاس گزارش کنید.

## مشاهده کنید



- ۱- یک آهن‌ربای تیغه‌ای را از گرانیگاه بیاویزید.
- ۲- قطب N آهن‌ربای دیگری را به نوبت به قطب S و N آهن‌ربای آویخته شده نزدیک کنید.
- ۳- آزمایش مرحله‌ی ۲ را با قطب S تکرار نمایید.

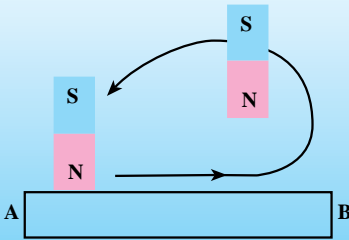
از آزمایش‌هایی نظیر فعالیت بالا نتیجه می‌شود که «قطب‌های همنام یک‌دیگر را می‌رانند و قطب‌های غیر همنام یک‌دیگر را می‌ربایند».

## ساختن آهن ربا

آهن ربا معمولاً به سه روش مالش، القا و الکتریکی ساخته می‌شود. آهن ربا به روش مالش به صورت زیر ساخته می‌شود.

### آهن ربا بسازید

یک تیغه آهنی را که خاصیت آهن ربایی ندارد فراهم کنید و با یک قطب آهن ربای تیغه‌ای چند بار و در یک جهت از ابتدا تا انتهای آن را مطابق شکل، مالش دهید. با این عمل، تیغه آهنی به آهن ربا تبدیل می‌شود. انتهای تیغه که محل برداشتن قطب مالش دهنده است، قطب غیر همنام قطب مالش دهنده می‌شود. در شکل، تیغه‌ی AB را با قطب N مالش داده‌ایم، انتهای B که محل برداشتن قطب N است، به قطب S تبدیل می‌شود و ابتدای تیغه (یعنی A) قطب N می‌شود.



## القای مغناطیسی

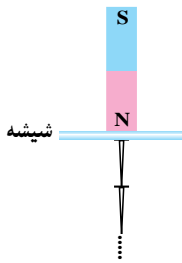
آیا می‌دانید یک آهن ربا چگونه یک سنجاق یا میخ آهنی را جذب می‌کند؟ آیا تاکنون زنجیر مغناطیسی ساخته‌اید؟

### مشاهده کنید

یک آهن ربا را با دست نگه دارید و سنجاق آهنی کوچکی را مطابق شکل به آن نزدیک کنید. اکنون سنجاق دیگری را به سنجاق اول نزدیک کنید. این کار را تا آنجا که ممکن است ادامه دهید. به این ترتیب، شما یک زنجیر مغناطیسی ساخته‌اید.

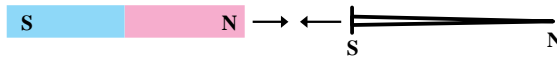


در واقع، سنجاق اولی توسط آهن ربا به یک آهن ربا تبدیل شده که توانسته است سنجاق دومی را جذب کند. همین‌طور سنجاق دوم، سوم و ... همگی به آهن ربا تبدیل شده‌اند. اگر آهن ربای



قوی تری در اختیار داشته باشید، می‌توانید زنجیر بلندتری بسازید اگر صفحه‌ای کاغذ یا مقوا یا یک شیشه را مطابق شکل بین آهن‌ریا و اولین سنجاق قرار دهید، باز هم می‌توانید زنجیر مغناطیسی بسازید؛ یعنی بدون تماس آهن‌ریا با سنجاق، آهن‌ریا خاصیت مغناطیسی را در سنجاق ایجاد می‌کند. این پدیده، یعنی ایجاد خاصیت مغناطیسی در یک آهن توسط یک آهن‌ریا حتی بدون تماس با آن، را القای مغناطیسی می‌نامند.

اکنون می‌توانیم بفهمیم که یک آهن‌ریا چگونه میخ آهنی را جذب می‌کند. آهن‌ریا ابتدا سنجاق یا یک ماده‌ی مغناطیسی را طوری به آهن‌ریا تبدیل می‌کند که قطب‌های ناهمنام آهن‌ریا و سنجاق در مجاورت یک‌دیگر واقع شوند. در این حالت نیروی جاذبه‌ی مغناطیسی بین قطب‌های ناهمنام، باعث جذب سنجاق توسط آهن‌ریا می‌شود.



## آهن‌ریای الکتریکی

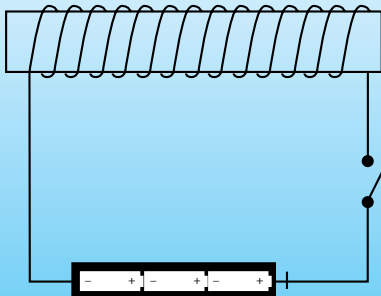
تاکنون با دو روش برای تبدیل آهن به آهن‌ریا آشنا شدید. آیا روش دیگری وجود دارد که به کمک آن بتوان یک قطعه آهن را به آهن‌ریا تبدیل کرد؟

### بسازید

یک میله‌ی کوچک آهنی و مقداری سیم نازک برق که دارای روکش باشد (مانند سیم لاک‌ی) و دو یا سه قوه‌ی کوچک فراهم کنید و به کمک آن‌ها فعالیت زیر را انجام دهید.

۱- قوه‌ها را درون یک لوله‌ی مقوایی (مطابق شکل) به دنبال یک‌دیگر قرار دهید. به این ترتیب، شما یک باتری ساخته‌اید.

۲- سیم را به دور میله‌ی آهنی بپیچید (لااقل پنجاه دور). دقت کنید که سیم‌ها از یک جهت به دور میله پیچیده شوند (مطابق شکل).



۳- به کمک باتری و میله‌ی سیم‌پیچی شده، یک مدار الکتریکی مانند شکل بسازید. کلید را وصل کنید و سنجاق یا میخ‌های آهنی را به میله نزدیک کنید. نتیجه را به کلاس گزارش کنید. به وسیله‌ای که ساخته‌اید «آهن‌ریای الکتریکی» گفته می‌شود.

## تمرین

همان طور که دانستید، به سه روش می توان آهن ربا ساخت :

- ۱- مالش
- ۲- القا
- ۳- الکتریکی

شرح این سه روش را به طور خلاصه در دفتر علوم خود بنویسید.

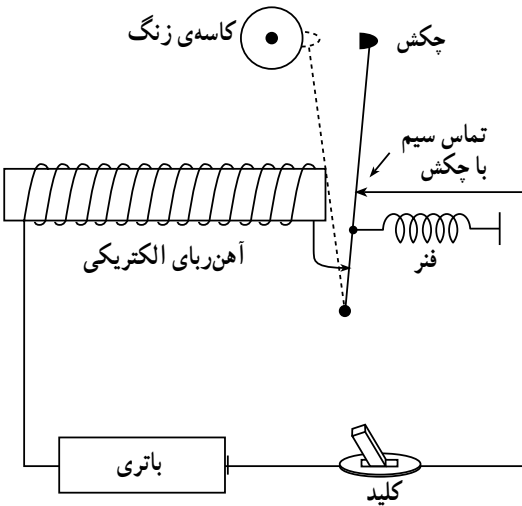
## بیش تر بدانید

بیش تر آهن رباها در صورتی که از آن ها مراقبت نشود به تدریج خاصیت آهن ربایی خود را از دست می دهند. مهم ترین عواملی که خاصیت آهن ربایی را تضعیف می کنند، گرما و ضربه هستند. برای جلوگیری از ضعیف شدن آهن ربا باید:

- ۱- از وارد شدن ضربه به آن جلوگیری کرد.
- ۲- از قرار دادن آن در محل گرم خودداری کنیم.
- ۳- آهن رباها را به صورت دوتایی به نحوی که قطب N هریک در مجاورت قطب S دیگری قرار داشته باشد، نگهداری کنیم یا آن ها را به یک جسم آهنی بچسبانیم.

## بیش تر بدانید

### زنگ اخبار



در ساختمان زنگ اخبار از آهن ربای الکتریکی، باتری، کلید فشاری، چکش، کاسه ی زنگ و فنر استفاده شده است. وقتی کلید را فشار می دهید، مدار وصل می شود و وقتی آن را رها می کنید، مدار قطع می گردد. با وصل مدار، چکش توسط آهن ربا جذب می شود و به کاسه ی زنگ برخورد می کند. با جلو آمدن چکش، تماس چکش با سیم قطع می گردد. در نتیجه، مدار قطع شده و آهن ربای الکتریکی خاصیت خود را از دست می دهد.

در این حالت، فنر، چکش را به جای اول خود برمی گرداند و مدار دوباره وصل می شود و همه چیز دوباره تکرار می گردد. در صورت داشتن وسایل شما نیز می توانید یک زنگ اخبار ساده بسازید.

## اطلاعات جمع آوری کنید

یک فهرست از وسیله هایی که در آن ها از آهن ربا استفاده شده است تهیه کنید و نحوه ی کار آهن ربا را در هر یک از آن ها شرح دهید.