



بازی کنیم، بسازیم، بیاموزیم ۴

بازی‌ها و فعالیت‌های سرگرم‌کننده  
مفاهیم علمی را بیاموزید.

# ماده و انرژی ماشین‌های ساده علوم فیزیکی

بیش از ۷۰ فعالیت هیجان‌انگیز و عملی  
برای آموزش تفکر و استدلال  
همراه با مفاهیم علمی علوم زمین  
همراه با راهنمای معلم و مربی

نویسنده: ماروین تالمن

برگردان: شاه‌سعدی سعیدی

Earth Science Activities

علوم فیزیکی / ماده و انرژی و ماشین‌های ساده



دسته جمعی بازی کنید، بسازید، کشف کنید، سرگرم شوید، بخوانید، تحقیق کنید و یاد بگیرید! فعالیت‌های مجموعه‌ی بازی کنیم، بسازیم، بیاموزیم را می‌توانید چه در مدرسه و چه در خانه با ساده‌ترین وسایل انجام دهید و برای پروژه‌های تحقیقی خود در مدرسه استفاده کنید.

کتاب علوم فیزیکی از این مجموعه شامل سه جلد کتاب ماده، انرژی و ماشین‌های ساده، نور و صوت و الکتروسیسته و مغناطیس است. در هر یک از این کتاب‌ها مفاهیم پایه را از راه بازی و ساختن وسایل می‌آموزید و فعالیت‌های جالبی را خواهید یافت که در پروژه‌های تحقیقی و نمایشگاهی به کار شما خواهند آمد.

با انجام دادن فعالیت‌های این کتاب به پاسخ بسیاری از پرسش‌هایی که مثلاً درباره‌ی کار دستگاه‌های مختلف مکانیکی و الکتریکی در ذهن شماست، دست خواهید یافت و به اسرار بسیاری چیزها که به نظر شما جادویی می‌آیند، مثل آهنربا، پی خواهید برد و با آلات موسیقی ابتکاری و بی نظیری که خود می‌سازید، کنسرت خواهید داد!



با بازی‌ها و فعالیت‌های سرگرم‌کننده مفاهیم علمی را بیاموزید!

# بازی کنیم، بسازیم، بیاموزیم

---

## ماده و انرژی و ماشین‌های ساده

بیش از 70 فعالیت هیجان‌انگیز و عملی برای آموزش تفکر و استدلال  
به همراه مفاهیم علمی علوم زمین و راهنمای معلم و مربی



برگردان: شاهده سعیدی

نویسنده: ماروین تالمن

## سخنی با بزرگترها

تمام نوجوانان هنگامی که آموزش عمومی را تمام می‌کنند، باید درک درستی از ایده‌ها و روش‌های علمی داشته باشند و با تمرین مداوم روش علم‌آموزی به تفکر علمی دست یابند.

اکنون دانش‌آموزان صرفاً علوم را در حدی مطالعه می‌کنند که بتوانند امتحانات را با موفقیت بگذرانند. هر چند روش ارزشیابی در ایجاد این معضل نقش اساسی دارد، اما تمام مشکلات به آن محدود نمی‌شود. واقعیت این است که بسیاری از دانش‌آموزان هنگامی که مدرسه را تمام می‌کنند، بین علوم تجربی و زندگی روزمره‌شان ارتباطی نمی‌بینند و نمی‌توانند از مهارت‌هایی که در یادگیری علوم تجربی کسب کرده‌اند - مثل برقراری ارتباط، تصمیم‌گیری‌های آگاهانه و استفاده درست و ممکن از فناوری- در حل مسائل روزمره زندگی بهره بگیرند. در حالی که نقش علوم تجربی در آموزش کودکان و نوجوانان این است که آنان را به توانایی‌هایی مجهز کند که در زندگی روزمره و در حل مسائلی که به گونه‌ای تفکر علمی می‌طلبند، به کار آیند.

برای رسیدن به این هدف با ارزش، معلم، دانش‌آموز، والدین و همه کسانی که نقشی در آموزش علوم تجربی دارند به ابزاری نیازمندند که آنان را در تحقق این هدف‌ها یاری کند. یکی از مهم‌ترین این ابزارها، منابع مناسب هستند؛ منابعی که برای دانش‌آموز جذاب و ملموس باشند و نیز بتوانند معلم را در پرورش نگرشی که دانش‌آموز را به یادگیرنده‌ای مادام‌العمر تبدیل کند، یاری دهند.

مجموعه «بازی کن، بساز، بیاموز» تمام این ویژگی‌ها را دارد. سادگی و جذابیت فعالیت‌های این کتاب‌ها، مرتبط بودن آن‌ها با زندگی روزمره دانش‌آموز و نیز با برنامه درسی علوم تجربی دوره آموزش عمومی باعث شد انجمن ترویج علم ایران این کتاب‌ها را برای ترجمه و نشر برگزیند.



انجمن ترویج علم ایران  
سازمانی است مردم‌نهاد زیر نظر وزارت علوم ایران  
که در علاقه‌مند کردن عموم به علم و طرز فکر علمی تلاش می‌کند.  
[www.popsience.org.ir](http://www.popsience.org.ir)

بازی کنیم، بسازیم، بیاموزیم / فیزیک / ۴- ماده و انرژی و ماشین‌های ساده

نویسنده: ماروین تالمن

برگردان: شاهده سعیدی

چاپ نخست: ۱۳۹۰

شمارگان: ۴۰۰۰ جلد

شابک: ۹-۰۳۵-۰۲۱۲-۶۰۰-۹۷۸

روشی است، یعنی پرورش تفکر علمی در کودکان و نوجوانان؛ همان مهارتی که در زندگی روزمره افراد و تصمیم‌گیری‌های آگاهانه‌شان کاربرد خواهد داشت.

انجمن ترویج علم ایران

انجمن ترویج علم ایران از جمله انجمن‌های علمی تحت پوشش وزارت علوم، تحقیقات و فناوری است که با هدف عمومی‌سازی علم تشکیل شده است. یکی از ابزارهای مناسب برای دست‌یابی به این هدف مهم، انتشارات است. مجموعه هشت جلدی حاضر که در سه رشته علوم فیزیکی، علوم زمین و علوم زیستی برای دانش‌آموزان آمادگی تا پایان دوره راهنمایی منتشر شده از جمله آثاری است که این انجمن برای ترویج علم در میان کودکان، نوجوانان، معلمان و خانواده‌ها برگزیده است.

اصل مجموعه، Science Problem-Solving Curriculum Library، برای استفاده در مدارس کشورهایی که محدود به کتاب‌های درسی رسمی دولتی نیستند، تدوین شده است. در این گونه نظام‌های آموزشی، معلمان معمولاً برنامه درسی ابلاغ شده از سوی وزارت آموزش و پرورش را اجرا می‌کنند و گاهی اوقات برای تدریس، منابعی را انتخاب می‌کنند که توسط مؤسسات انتشاراتی خصوصی منتشر می‌شود. مجموعه حاضر از این گونه منابع است، بنابر این مخاطب اصلی آن معلمان هستند و به همین دلیل بخش‌هایی از کتاب تحت عنوان "به معلمان" و "اطلاعاتی برای معلم" است.

گرچه نظام آموزش و پرورش کشور ما تابع کتاب‌های درسی رسمی دولتی است، معلمان می‌توانند، به انتخاب خود، بعضی از بخش‌های این کتاب‌ها را برای تقویت و تکمیل فعالیت‌هایی که در کتاب درسی یا در پروژه‌های تحقیقی دوران تحصیلی استفاده کنند که در این صورت مطالب مذکور مفید خواهد بود.

در برگردان این مجموعه به فارسی و تقسیم بندی آن کوشش شده است کتاب‌ها بیشتر مناسب کودکان و نوجوانان باشد. آنان می‌توانند این فعالیت‌ها را که بیشتر به صورت بازی و سرگرمی است در اوقات فراغت یا تعطیلات تابستانی انجام دهند. بدیهی است که این‌ها نیز مانند تمام فعالیت‌های سرگرم کننده دیگر، به ویژه از نظر ایمنی، باید تحت نظر والدین، یا بزرگترهای دیگر و با راهنمایی آنان انجام شود. در این صورت بخش‌های "به معلمان" و "اطلاعاتی برای معلم" به بزرگتر کمک خواهد کرد که در راهنمایی و هدایت کودکان آگاهانه و آسان‌تر عمل کنند. حتی دانش‌آموزان نیز می‌توانند برای بررسی نتیجه پژوهش‌ها و آزمایش‌هایشان از این بخش‌ها استفاده کنند.

فعالیت‌های این کتاب‌ها عملی و آسان‌اند و مواد و وسایل مورد نیاز آن‌ها در اکثر خانه‌ها پیدا می‌شود یا می‌توان آن‌ها را به آسانی تهیه کرد. بیشتر این فعالیت‌ها را می‌توان در خانه انجام داد، ولی چه در خانه و چه در مدرسه، اهمیت اجرای آن‌ها را به صورت گروهی نباید از یاد برد، زیرا آموزش مشارکتی و مهارت کار گروهی از ارکان آموزش و پرورش امروزی است. سخن آخر این‌که دانشمندان، علم را روشی می‌دانند که در یافتن پاسخ‌ها انسان را به مطمئن‌ترین جواب ممکن می‌رساند. هدف این مجموعه ارائه تمرین‌هایی برای یادگیری چنین

## روش استفاده از کتاب‌های این مجموعه

زیرمجموعه‌ی علوم فیزیکی از مجموعه‌ی بازی کن، بساز، بیاموز شامل بیش از ۱۸۰ فعالیت آسان عملی در زمینه‌های فیزیکی زیراست:

- ماده
- انرژی
- ماشین‌های ساده
- نور
- صوت
- الکتریسیته و مغناطیس

### شرایطی که معلم باید داشته باشد:

معلم ابتدایی از نظر علمی باید دو نگرش مهم داشته باشد: (۱) تعهد به کمک به دانش‌آموزان برای کسب مهارت‌های یادگیری و (۲) اعتقاد به ارزش علم و نتایج آن در زندگی و یادگیری کودکان.

برای این که برنامه‌ی علمی مؤثر و جذابی را در سطح ابتدایی اجرا کنید، لازم نیست دانشمند باشید. آنچه به معلم ابتدایی صلاحیت کار علمی را می‌دهد، بیش از هر چیز علاقه، خلاقیت، اشتیاق و تمایل به آزمودن و انجام دادن کاری نو است. اگر تاکنون آموزش عملی علوم تجربی را امتحان نکرده‌اید، به محض شروع خواهید دید که مثل تخمه شکستن است: نمی‌شود فقط یک دانه شکست! امتحان کنید. شور و هیجانی که در دانش‌آموزانتان خواهید دید، بارها و بارها شما را به این کار وادار خواهد کرد.

### پایه‌های اول دبستان

بسیاری از این فعالیت‌های عملی را می‌توان به آسانی برای کودکان سال‌های اول دبستان مناسب کرد. این که دستورالعمل (روش کار) فعالیت‌ها برای دانش‌آموزانی نوشته شده که می‌توانند بخوانند و گام‌به‌گام آن‌ها را دنبال کنند، مانع از آن نمی‌شود

که معلم‌های سال‌های اول دبستان آن‌ها را با دانش‌آموزان خود انجام دهند. با کمی تغییر و توضیح شفاهی روش کار، بسیاری از این فعالیت‌ها را می‌توان برای کودکان پیش دبستانی، پایه‌ی اول و دوم استفاده کرد. در بعضی از فعالیت‌ها می‌توان گام‌هایی را که بالاتر از سطح دانش‌آموزان هستند، حذف کرد، و در عین حال با ایجاد فرصت تجربه‌های علمی بذر مفهیمی را در ذهن آن‌ها کاشت که بعدها ثمر خواهد داد. کودکان می‌توانند مفهوم «ماشین‌ها کار را ساده‌تر می‌کنند» را با مشاهده‌ی آن دریابند. می‌توان از این کودکان خردسال خواست که به جای استفاده از فرمول، برای گزارش دادن از واژه‌های «آسان‌تر» و «سخت‌تر» استفاده کنند.

معلمان پایه‌های اول دبستان احتمالاً از اغلب بخش‌های «برای مسئله حل‌کن‌ها» چشم‌پوشی خواهند کرد. اشکالی ندارد. این بخش‌ها برای دانش‌آموزانی طراحی شده است که اشتیاق دارند از درس کلاس فراتر بروند. فعالیت‌های پایه‌ای را که روش کار برای آن‌ها نوشته شده است، اجرا کنید و همراه با دانش‌آموزانتان از تجربه‌های یادگیری لذت ببرید.

### دوره‌ی راهنمایی تحصیلی<sup>۱</sup>

بسیاری از فعالیت‌های این مجموعه برای دانش‌آموزان دوره‌ی راهنمایی نیز قابل استفاده‌اند. می‌توان از فعالیت‌های ابتدایی که به منظور درک مفاهیم پایه‌ی علوم تجربی طراحی شده‌اند، به ویژه آن‌هایی که در کتاب‌های درسی دبستان نیز آمده‌اند، چشم‌پوشی کرد. ولی فعالیت‌هایی که بخش «برای مسئله حل‌کن‌ها» را دارند یا به صورت «فعالیت تقویتی» مشخص شده‌اند، به دانش‌آموزان در درک عمیق‌تر آنچه در مدرسه می‌آموزند، کمک می‌کنند و موضوع‌های خوبی برای تحقیق در اختیار آنان می‌گذارند. دانش‌آموزان از نظر خواندن و درک مطلب به آن سطح رسیده‌اند که از بخش‌های «اطلاعاتی برای معلم» استفاده کنند، بنابراین دقت کنید که پاسخ‌های آنان طولی‌واری و فقط نتیجه‌ی مطالعه‌ی این بخش نباشد، بلکه از انجام دادن فعالیت و درک عمیقی که حاصل روش کشف/تحقیق است، نتیجه شده باشد. اگر

۱. این بخش با توجه به روش‌های آموزشی و مطالب درسی در دوره‌ی راهنمایی تحصیلی ایران، در ترجمه به این پیش‌گفتار اضافه شده است. م

برای بعضی فعالیت‌ها مصاحبه با کارشناسان یا افراد حرفه‌ای و اطلاعات گرفتن از آنان ضرورت دارد، در تهیه‌ی معرفی‌نامه و تماس اداری با این افراد آنان را یاری کنید. همچنین دریافتن منابع به آنان کمک کنید. در مناطقی که دسترسی به کامپیوتر و اینترنت آسان است، دانش‌آموزان می‌توانند برای یافتن مطالب مورد نظر خود، علاوه بر دانشنامه‌ها و کتاب‌های مرجع، از سی‌دی‌های آموزشی-اطلاعاتی یا سایت‌های اینترنتی استفاده کنند. البته در مورد اخیر هم به راهنمایی و هم نظارت معلم یا والدین نیاز دارند.

### روی علایق دانش‌آموزان سرمایه‌گذاری کنید.

این فعالیت‌ها از نظر پایه‌ی تحصیلی طبقه‌بندی نشده و توالی خاصی هم ندارند. می‌توان روی حیطه‌هایی که دانش‌آموزان بیشتر دوست دارند، تأکید کرد. به تدریج که با انجام دادن فعالیت‌ها مجرب‌تر می‌شوید، مهارت شما نیز در راهنمایی دانش‌آموزان به سوی کشف و بینش مناسب بیشتر خواهد شد.

### سازماندهی برای رویکرد فعالیت-محور

نیازهای امروزی معلمان را به استفاده از برنامه‌های فعالیت-محور و پژوهش-محور با کتاب‌های کمک درسی و منابع مرجع دیگر ترغیب می‌کند. ما نیز با این رویکرد کار می‌کنیم و فعالیت‌هایی که در اینجا آمده‌اند، در جهت ترویج کشف عملی است که پرورش مهارت‌های یادگیری ارزشمند را از راه تجربه‌ی مستقیم تقویت می‌کند.

یکی از امتیازهای این رویکرد از بین بردن نیاز کودکان به کتابی واحد در زمانی واحد است. دانش‌آموزان می‌توانند با تهیه‌ی کتاب‌های آموزشی غیردرسی، ویدئوها و سی‌دی‌های آموزشی، مدل‌ها و منابع دیداری دیگر به یادگیری بهتر برسند، روی موضوع‌های مورد علاقه‌ی خود تأکید کنند، برمشکلات خواندن فایز آیند و به سطح کلاسشان محدود نشوند و در سطحی که مناسب آنان است، مطالعه و کار کنند.

### جاذبه‌ها

توالی این فعالیت‌ها در کتاب‌های مختلف مجموعه قابل انعطاف است و می‌توان

آن را طبق علاقه، قابل دسترس بودن مواد، فصل یا عوامل دیگر تعیین کرد. بیشتر فعالیت‌های هر کتاب را می‌توان برای جلب توجه دانش‌آموزان به عنوان جاذبه به کار برد. چنین کاربردی می‌تواند به ما کمک کند به چند هدف خاص برسیم: شناسایی علایق دانش‌آموزان و انتخاب موضوع‌های درسی.

- در دست داشتن انواع فعالیت‌های عملی هیجان‌انگیز و جالب با گوناگونی وسیع در بسیاری از حیطه‌های علمی. وقتی دانش‌آموزان به فعالیت‌هایی می‌پردازند که علاقه‌ی خاصی به آن‌ها دارند، حتمالاً انگیزه‌ی انجام دادن فعالیت‌های اضافی مرتبط که در همان کتاب آمده است، در آنان بیدار می‌شود.
- آشنا کردن معلم و دانش‌آموزان با رویکرد کشف/تحقیق.
- استفاده از آن‌ها در موقعیت‌هایی که زمان محدودی برای فعالیت باقی مانده و فعالیتی بسیار جالب لازم است.

### ویژگی‌های منحصر به فرد

هنگام استفاده از این کتاب، نکات زیر را به خاطر داشته باشید:

۱. بیشتر این فعالیت‌ها را با تغییرات اندک می‌توان برای چند پایه به کار برد.
۲. در رویکرد کشف/تحقیق، یادگیری عملی دانش‌آموز محور کار است.
۳. اهداف اصلی ما، پرورش مهارت‌های تفکر انتقادی و حل مسئله‌اند. یادگیری محتوا نتیجه‌ی جانبی است، ولی بینش و دانشی که از فرایند انجام فعالیت حاصل می‌شود، عمیق‌تر از زمانی خواهد بود که محتوا هدف اصلی باشد.
۴. یکی دیگر از اهداف این مجموعه، آماده کردن معلمان برای آموزش کشف/تحقیق و تقویت مهارت‌های پرسش و راهنمایی در پاسخ به پرسش‌هاست.
۵. بیشتر مواد و وسایل لازم برای فعالیت‌ها در خانه یا مدرسه موجودند.
۶. قصد این بوده است که فعالیت‌ها باز و قابل انعطاف باشند و به بسط مهارت‌ها از راه حداکثر استفاده از منابع خارجی کمک کنند: (الف) در تمام کتاب‌ها کمک گرفتن از والدین و افراد آگاه توصیه شده است؛ (ب) در آموزش و یادگیری

مؤثر علوم، وجود کتابخانه، مرکز مواد دیداری شنیداری، و دیگر منابع مدرسه‌ای ضروری است و (ج) تلویزیون آموزشی و برنامه‌های ویدئویی می‌توانند برنامه‌های علمی را غنی کنند.

۷. به استثنای فعالیت‌هایی که با عنوان «معلم باید اجرا کند و نمایش دهد» یا «فعالیت کلاسی» مشخص شده‌اند، در بقیه‌ی فعالیت‌ها دانش‌آموزان می‌توانند فردی، دونفری یا در گروه‌های کوچک کار کنند. در بیشتر موارد، معلم مواد و وسایل را جمع‌آوری و سازماندهی می‌کند، مکان یادگیری را آماده می‌سازد، و در مقام شخصی آگاه عمل می‌کند که دانش‌آموزان می‌توانند به او مراجعه کنند. در بسیاری موارد، مواد و وسایل فهرست شده و روش کار تنها چیزهایی هستند که دانش‌آموزان برای اجرای فعالیت نیاز دارند.

۸. اطلاعاتی که تحت عنوان «به معلم» در ابتدای هر جلد، یا «اطلاعاتی برای معلم» که در انتهای هر جلد از این مجموعه می‌آید، به شما کمک می‌کند که پیش‌نیاز محتوایی را به دست آورید. به علاوه، مهارت‌های پرسش و راهنمایی شما را تقویت می‌کنند. همچنین فهرستی از منابعی که می‌توانید خود یا دانش‌آموزانتان برای کسب اطلاعات بیشتر به آن‌ها مراجعه کنید در انتهای کتاب آمده است.

۹. در تمام کتاب‌ها در صورت نیاز، برگه‌های فعالیت در اندازه‌ی واقعی داده شده است. این برگه‌ها را می‌توان به آسانی تکثیر کرد و برای استفاده‌ی دانش‌آموزان در دسترس نگه داشت.

## چارچوب فعالیت‌ها

هر فعالیت این مجموعه شامل اطلاعات زیر است:

- شماره‌ی فعالیت: فعالیت‌های هر کتاب برای مراجعه‌ی آسان‌تر، به ترتیب شماره مرتب شده‌اند. شماره‌ی هر فعالیت دو قسمتی است تا هم شماره‌ی بخش و هم شماره‌ی فعالیت در آن بخش مشخص شود.
- عنوان فعالیت: عنوان هر فعالیت به صورت پرسشی است که پس از انجام

فعالیت می‌توان به آن پاسخ داد. هدف پرسش گرفتن پاسخ بله یا خیر نیست، مهم فرایندی است که دانش‌آموز در پاسخ دادن طی می‌کند.

- توصیه‌های خاص: بعضی از فعالیت‌ها را فقط معلم باید اجرا کند و نمایش دهد و بعضی دیگر باید به صورت گروهی اجرا شوند یا به دلایل ایمنی نیاز به نظارت نزدیک معلم دارند که در مورد آن‌ها توصیه‌های خاص ارائه شده است.
- به خانه ببرید و ب‌خانواده و دوستانتان انجام دهید: بسیاری از فعالیت‌ها را می‌توان در خانه انجام داد که موجب سرگرمی و یادگیری خانواده و دوستان دانش‌آموزان می‌شود. این گونه تجربیات در زندگی کودکان بسیار جالب و به‌یادماندنی است، زیرا طی آن مطالبی را که در مدرسه یاد گرفته‌اند، به دیگران می‌آموزند. نتیجه‌ی آن نه فقط یادگیری عمیق‌تر است، بلکه عزت نفس و اعتماد به نفس آنان را نیز تقویت می‌کند. فعالیت‌هایی با توصیه‌ی «به خانه ببرید و با خانواده و دوستانتان انجام دهید» مشخص شده‌اند که تمام معیارهای زیر در مورد آن‌ها صدق کند:

(۱) فقط نیاز به مواد و وسایلی داشته باشند که در خانه پیدا شوند.

(۲) به احتمال قوی از نظر کودک جالب و جذاب باشند.

(۳) کودک بتواند بدون خطر آن‌ها را به تنهایی انجام دهد، یعنی مثلاً در آن‌ها از شعله‌ی آتش، ظرف داغ و اشیاء تیز استفاده نشود.

البته فعالیت‌های دیگر را هم می‌توان با حضور و نظارت والدین انجام داد.

- مواد و وسایل لازم: در هر فعالیت فهرست مواد و وسایل مورد نیاز آمده است. این مواد و وسایل را می‌توان به آسانی تهیه کرد. در بعضی موارد توصیه‌هایی برای تهیه یا جایگزینی آن‌ها نیز ارائه شده است.
- روش کار: مراحل فعالیت، با زبانی ساده، گام‌به‌گام برای دانش‌آموزان نوشته شده است.
- برای مسئله حل‌کن‌ها: بیشتر فعالیت‌ها چنین بخشی دارند که در آن‌ها به دانش‌آموزانی که علاقه‌مندند مطالعات خود را فراتر از فعالیت کلاسی ببرند،

## فهرست مطالب

۶. سخنی با بزرگترها .....  
 ۸. روش استفاده از کتاب های این مجموعه .....

### ماده

- ..... به معلمان
- فعالیت ۱: وقتی نمک را به آب اضافه می کنیم، چه می شود؟ .....
- فعالیت ۲: اسفنج خیس را تا چه حد می توانید با چلانیدن خشک کنید؟ .....
- فعالیت ۳: میعان چیست؟ .....
- فعالیت ۴: قطره ی آب چه شکلی است؟ .....
- فعالیت ۵: چگالی سنج چگونه کار می کند؟ .....
- فعالیت ۶: چگونه می توان عمق سفر زیر دریایی را کنترل کرد؟ .....
- فعالیت ۷: جامدها، مایع ها و گازها چیستند؟ .....
- فعالیت ۸: چه طور می توانید نمک را از فلفل جدا کنید؟ .....
- فعالیت ۹: مخلوط چیست و محلول چیست؟ .....
- فعالیت ۱۰: حل شدن جامدها تغییری فیزیکی است یا تغییری شیمیایی؟ .....
- فعالیت ۱۱: زنگ زدگی چیست؟ .....
- فعالیت ۱۲: چه طور می توانید به کمک تغییر شیمیایی پیامی سری بنویسید؟ .....
- فعالیت ۱۳: دما چه اثری بر سرعت مولکول ها می گذارد؟ .....
- فعالیت ۱۴: دما چه اثری بر حل شدن می گذارد؟ .....
- فعالیت ۱۵: چه طور عطر به داخل یک بادکنک سر بسته راه می یابد؟ .....

تحقیقات و آزمایش هایی اضافی پیشنهاد شده است.

- اطلاعاتی برای معلم: شامل نکته ها و دانش زمینه ای برای تدریس است. در ابتدای هر بخش هر کتاب نیز این گونه اطلاعات تحت عنوان «به معلمان» ارائه شده است.

### پایه ی تحصیلی

فعالیت های این مجموعه برای پایه های خاص طراحی نشده اند. بسیاری از فعالیت های هر کتاب را می توان با تغییراتی برای دانش آموزان پایه های اول ابتدایی مناسب ساخت، در حالی که بعضی فعالیت های دیگر برای دانش آموزان دوره ی راهنمایی نیز جالب توجه و برانگیزاننده اند.

### سخن آخر

کشف هیجانی که در پژوهش علمی وجود دارد و یافتن روش هایی برای پرورش حس کنجکاوی، تفکر انتقادی و پشتکار در حل مسئله از هدف های مهم آموزش علوم تجربی در دوره ی آموزش عمومی است. رویکرد کشف/تحقیق همچنین باید بر پاسخ های شفاهی و بحث و گفت و گو تأکید داشته باشد. بسیار مهم است که دانش آموزان دریادگیری علوم فعالیت های عملی بسیاری انجام دهند و درباره ی آن چه انجام می دهند، صحبت کنند. باید به هر کودکی فرصت های متعددی داد تا مشاهداتش را توصیف کند و شرح دهد که چه می کند و چرا. این فعالیت ها، به استثنای ثبت مشاهدات، معمولاً به نوشتن زیاد نیازی ندارند، ولی نوشتن نیز مهارتی است که می تواند از رهگذر علاقه به علوم و انجام دادن فعالیت های علمی، تقویت شود. یک ضرب المثل قدیمی چینی می گوید: «سفر هزاران کیلومتری با یک گام شروع می شود.» امیدوارم ایده ها و فعالیت های این کتاب به برداشتن این نخستین گام کمک کنند.

ماروین ن. تالمن



- فعالیت ۱۶: چگونه می‌توان مولکول‌های درون جامدها را به حرکت درآورد؟
- فعالیت ۱۷: چسبندگی چیست؟
- فعالیت ۱۸: چگونه شمعی که فوت کرده‌اید، خودبه‌خود روشن می‌شود؟
- فعالیت ۱۹: چگونه می‌توان بدون خاموش کردن شمع، شعله‌ی آن را برداشت؟
- فعالیت ۲۰: چگونه می‌توانید یک آتش خاموش کن بسازید؟
- فعالیت ۲۱: چگونه می‌توانید تویی بسازید که خودش بالا بپرد؟
- فعالیت ۲۲: پُلی اتیلن چیست؟
- فعالیت ۲۳: چگونه می‌توان از بلورهای کوچک شکر، بلورهای بزرگ‌تر درست کرد؟
- فعالیت ۲۴: کاغذ تورنُسل چه چیزی را در مواد مشخص می‌کند؟

## انرژی

- به معلمان
- فعالیت ۱: انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی با هم چه تفاوتی دارند؟
- فعالیت ۲: توان شما چند اسب بخار است؟
- فعالیت ۳: کار را چگونه اندازه می‌گیرند؟
- فعالیت ۴: چه قدر انرژی در یک کمان ذخیره شده است؟
- فعالیت ۵: چه‌طور می‌توان با کش ماشین مسابقه ساخت؟
- فعالیت ۶: چگونه می‌توان از انرژی باد برای گرداندن چیزی استفاده کرد؟
- فعالیت ۷: چگونه می‌توانید بیشترین انرژی گرمایی را از خورشید بگیرید؟
- فعالیت ۸: چه نوع انرژی دیگری با نور خورشید همراه است؟
- فعالیت ۹: وقتی مولکول‌ها گرم شوند، چگونه رفتار می‌کنند؟
- فعالیت ۱۰: وقتی جامدی گرم و سرد می‌شود، چه تغییری می‌کند؟

- فعالیت ۱۱: وقتی مایعی گرم می‌شود، چه تغییری می‌کند؟
- فعالیت ۱۲: وقتی گازی گرم و سرد شود، چه تغییری می‌کند؟
- فعالیت ۱۳: وقتی میخی در چوب فرو می‌رود، چه تغییری می‌کند؟
- فعالیت ۱۴: انرژی صوت چگونه می‌تواند چیزی را به حرکت وادارد؟
- فعالیت ۱۵: آهن‌ربا چگونه کار می‌کند؟
- فعالیت ۱۶: گرانش چه اثری بر اجسام سنگین و سبک می‌گذارد؟
- فعالیت ۱۷: وقتی شمعی را از دو سر روشن می‌کنید، چه اتفاقی می‌افتد؟
- فعالیت ۱۸: گرانیگاه چیست؟
- فعالیت ۱۹: گرانیگاه شما کجاست؟
- فعالیت ۲۰: چگونه می‌توانید چند میخ را روی یک میخ به تعادل درآورید؟
- فعالیت ۲۱: لختی چیست؟
- فعالیت ۲۲: نیروی گریز از مرکز چیست؟
- فعالیت ۲۳: در خانه چه قدر انرژی را درست مصرف می‌کنید؟

## ماشین‌های ساده

- به معلمان
- فعالیت ۱: وقتی دست‌هایتان را به هم می‌مالید، چه می‌شود؟
- فعالیت ۲: مواد لیزکننده چه اثری بر اصطکاک می‌گذارند؟
- فعالیت ۳: اصطکاک آستانه‌ی حرکت با اصطکاک لغزشی چه تفاوتی دارد؟
- فعالیت ۴: اصطکاک لغزشی بیشتر است یا اصطکاک غلشی؟
- فعالیت ۵: اهرم نوع اول چیست؟
- فعالیت ۶: الاکلنگ چه نوع ماشین ساده‌ای است؟
- فعالیت ۷: چگونه می‌توان از اهرم برای بلند کردن اجسام سنگین استفاده کرد؟

- فعالیت ۸: چگونه می‌توان نیروی لازم برای بلند کردن بار به کمک اهرم را پیش‌بینی کرد؟ .....
- فعالیت ۹: در برابر افزایش نیرویی که با اهرم به دست می‌آید، چه از دست می‌دهیم؟ .....
- فعالیت ۱۰: اهرم نوع اول چه فرقی با اهرم نوع دوم دارد؟ .....
- فعالیت ۱۱: با اهرم نوع دوم چه به دست می‌آورید و چه از دست می‌دهید؟ ..
- فعالیت ۱۲: اهرم نوع سوم چیست؟ .....
- فعالیت ۱۳: با اهرم نوع سوم چه به دست می‌آوریم و چه از دست می‌دهیم؟ .....
- فعالیت ۱۴: چرخ و محور چیست؟ .....
- فعالیت ۱۵: مدادتراش چه نوع ماشین ساده‌ای است؟ .....
- فعالیت ۱۶: قرقره‌ی ثابت چیست؟ .....
- فعالیت ۱۷: قرقره‌ی متحرک چیست؟ .....
- فعالیت ۱۸: وقتی شخصی کوچک اندام شخصی درشت اندام را می‌کشد، چه اتفاقی می‌افتد؟ .....
- فعالیت ۱۹: با ترکیب قرقره‌ی ثابت و متحرک چه به دست می‌آوریم؟ .....
- فعالیت ۲۰: سطح شیب‌دار چیست؟ .....
- فعالیت ۲۱: گوه چیست؟ .....
- فعالیت ۲۲: پیچ چیست؟ .....
- فعالیت ۲۳: آچار پیچ‌گوشتی چه نوع ماشین ساده‌ای است؟ .....
- فعالیت ۲۴: این چه نوع ماشین ساده‌ای است؟ .....
- اطلاعاتی برای معلم .....
- منابع پیشنهادی .....

# ماده

## به معلمان

هر چیزی در پیرامون ما شکلی دارد. هوایی که تنفس می‌کنیم، غذایی که می‌خوریم، کتاب‌هایی که می‌خوانیم، بدن ما، همه‌ی این چیزها از انواع مختلف مواد ساخته شده‌اند. موضوع این بخش بسیار گسترده و مرتبط با موضوع‌های دیگر علمی است. قصد ما این نبوده است که به‌طور همه‌جانبه به این موضوع بپردازیم، بلکه کوشیده‌ایم که چند خصوصیت و رابطه‌ی اساسی ماده را ارائه دهیم. در انتخاب فعالیت‌ها آن‌هایی را که مواد و وسایل لازم برای اجرایشان در خانه و مدرسه قابل دسترس باشد، به فعالیت‌هایی که مستلزم استفاده از وسایل پیچیده‌اند، ترجیح داده‌ایم.

توصیه می‌شود که پس از مطالعه‌ی ماهیت ماده، در ضمن مطالعه‌ی موضوع‌های دیگر علمی، به دنبال فرصت‌هایی برای به کار بردن مفاهیم کلی باشید. برای مثال، هنگام مطالعه‌ی وضعیت هوا یا آب، اصول تبخیر و میعان ضروری‌اند. اثر تغییر دما بر انبساط و انقباض مفهوم دیگری است که در مباحث هوا، آب، وضعیت هوا و موضوع‌های دیگر این بخش به کرات مطرح می‌شود. ماهیت ماده در مطالعه‌ی گیاهان، جانوران یا بدن انسان هم کاربردهای بسیاری دارد.

## نکاتی درباره‌ی پایه‌های اول دبستان

بسیاری از این فعالیت‌های عملی را می‌توان به آسانی برای کودکان سال‌های اول دبستان مناسب کرد. این که روش کار فعالیت‌ها برای دانش‌آموزانی نوشته شده است که می‌توانند بخوانند و گام‌به‌گام آن‌ها را دنبال کنند، مانع از آن نمی‌شود که معلم‌های

سال‌های اول دبستان آن‌ها را با دانش‌آموزان خود انجام دهند. با کمی تغییر و توضیح شفاهی روش کار، بسیاری از این فعالیت‌ها را می‌توان برای کودکان پیش دبستانی، پایه‌ی اول و دوم استفاده کرد. در بعضی از فعالیت‌ها می‌توان گام‌هایی را که بالاتر از سطح دانش‌آموزان هستند، حذف کرد، و در عین حال با ایجاد فرصت تجربه‌های علمی، بذرفهمی را در ذهن آن‌ها کاشت که بعدها ثمر خواهند داد. کودکان می‌توانند مفهوم «ماشین‌ها کار را ساده‌تر می‌کنند.» را با مشاهده‌ی آن دریابند. می‌توان از این کودکان خردسال خواست که به جای استفاده از فرمول، برای گزارش دادن از واژه‌های «آسان‌تر» و «سخت‌تر» استفاده کنند.

## نکاتی درباره‌ی دوره‌ی راهنمایی تحصیلی

موضوع ماده در کتاب‌های علوم تجربی هر سه سال دوره‌ی راهنمایی، و در هر سه در بخش اول کتاب گنجانده شده است. فعالیت‌های این بخش هم به صورت فعالیت‌های تکمیلی و هم در تحقیق‌های دانش‌آموزان کاربرد دارند. به ویژه بخش «برای مسئله‌حل‌کن‌ها» در هر فعالیت برای دانش‌آموزان راهنمایی مناسب است و در بیشتر موارد می‌توان آن‌ها را برای پروژه‌های نمایشگاهی یا تحقیقی استفاده کرد.

### برای مسئله حل کن‌ها

آیا هردو تخم‌مرغ هم‌زمان تغییر وضعیت دادند یا یکی دیرتر از دیگری تغییر وضعیت داد؟ اگر تغییر هم‌زمان نبود، در وضعیت کدام یک زودتر تغییری به وجود آمد؟ درباره‌ی دلیل آن تحقیق کنید.

تخم‌مرغ خام و تخم‌مرغ پخته را بچرخانید. آیا هر دو خوب می‌چرخند؟ اگر نه، کدام بهتر می‌چرخد و به چه دلیل؟



### فعالیت ۱

## وقتی نمک را به آب اضافه می‌کنیم، چه می‌شود؟

### مواد و وسایل لازم

- تخم‌مرغ پخته‌ی سفت
- تخم‌مرغ خام
- فنجان بزرگ
- نمک
- قاشق غذاخوری

### روش کار

۱. یکی از تخم‌مرغ‌ها خام و دیگری پخته است. می‌توانید تشخیص دهید که کدام خام و کدام پخته است؟
۲. هردو تخم‌مرغ را در فنجان قرار دهید و آن را پر از آب کنید.
۳. در فنجان قاشق نمک بریزید و هم بزنید تا نمک در آب حل شود و این کار را تا جایی ادامه دهید که تغییری در وضعیت تخم‌مرغ‌ها رخ دهد.
۴. چه تغییری رخ داد؟
۵. فکر می‌کنید چرا نمک این تغییر را به وجود آورد؟ فکرهای خود را با دانش‌آموزان دیگر در میان بگذارید و از هم یاد بگیرید.



## فعالیت ۲

### اسفنج خیس را تا چه حد می‌توانید با چلانیدن خشک کنید؟



به خانه ببرید و با خانواده و دوستانتان انجام دهید.

#### مواد و وسایل لازم

- خط‌کش
- اسفنج
- مداد و کاغذ
- نخ
- آب

#### روش کار

۱. اسفنج را خیس کنید، بعد بچلانید تا آبش خارج شود.
۲. اسفنج را به یک سر خط‌کش ببندید.
۳. نخ را به وسط خط‌کش ببندید و بعد آن را از جایی آویزان کنید. نخ را روی خط کش جابه‌جا کنید تا مطابق شکل ۱-۲ به حالت تعادل درآید.
۴. زمان را یادداشت کنید و شکل خط‌کش و اسفنج را در این حالت بکشید.

۵. تا دو ساعت، هر پانزده دقیقه یک بار زمان را یادداشت کنید و شکل خط‌کش و اسفنج را بکشید.

۶. در عرض دو ساعت خط‌کش به چه حالتی در می‌آید؟ فکر می‌کنید دلیلش چیست؟ توضیح دهید. از کجا می‌دانید که درست می‌گویید یا نه؟

برای مسئله‌حل‌کن‌ها: وقتی تا جایی که می‌توانید با چلانیدن اسفنج آب را از آن خارج می‌کنید، چه قدر آب در آن می‌ماند؟ می‌توانید آن را اندازه بگیرید؟ راهنمایی: وزن اسفنج چه قدر است؟

پس از حل کردن این مسئله، ببینید وقتی پس از حمام کردن خود را خشک می‌کنید، حوله‌تان چه قدر آب می‌گیرد. اگر در جایی مرطوب زندگی می‌کنید، حوله‌ای را (با آفتاب دادن، خشک کن یا اتو) کاملاً خشک کنید و چند ساعت بعد ببینید خشک مانده یا مرطوب شده است. راهنمایی: درباره‌ی کارهایی که با اسفنج کردید، فکر کنید.

### فعالیت ۳

**میعان چیست؟** (با نظارت معلم اجرا شود)

#### مواد و وسایل لازم

- ماهی تابه
- آب
- قالب کیک فلزی کم عمق
- بشقاب داغ

#### روش کار

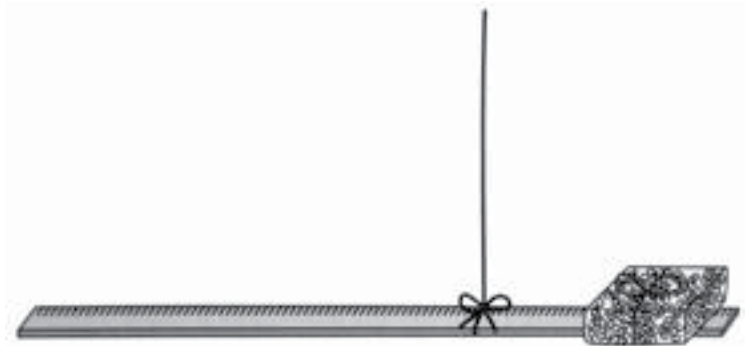
۱. حدود یک سانتی متر آب در ماهی تابه بریزید.
۲. آب را گرم کنید تا جوش بیاید.
۳. قالب کیک را بالای آب جوش نگه دارید.
۴. خوب قالب کیک را نگاه کنید. در کف قالب کیک چه چیزی تولید شد؟ دلیلش را توضیح دهید.

#### برای مسئله حل کن ها

آیا تا به حال متوجه شده‌اید که آینه‌ی حمام تمیز و براق است، ولی بعد از این که آب داغ را باز می‌کنید بخار می‌گیرد؟ آبی که از آینه می‌ریزد، از کجا می‌آید؟ سعی کنید توضیح دهید که چرا این طور می‌شود.

در یک صبح خنک تابستانی به پنجره‌ی خانه‌ها و اتومبیل‌ها توجه کنید. احتمالاً می‌بینید که مرطوب هستند. این رطوبت از کجا می‌آید؟ درباره‌ی این موضوع تحقیق کنید. اگر در جایی سردسیر زندگی می‌کنید، اغلب روی پنجره‌ها برفک می‌بینید. این برفک از کجا می‌آید؟

شکل ۱-۲  
خط کش در حال تعادل





## فعالیت ۴

### قطره‌ی آب چه شکلی است؟

به خانه ببرید و با خانواده و دوستانتان انجام دهید.



#### مواد و وسایل لازم

- کاغذ روغنی
- آب
- قطره‌چکان
- مداد

#### روش کار

۱. کمی آب داخل قطره چکان بکشید.
۲. چند قطره آب، با قدری فاصله ازهم، روی کاغذ روغنی بریزید. هنگام چکاندن قطره‌ها، قطره چکان را به فاصله‌ی حدود یک سانتی‌متر بالای کاغذ نگه دارید.
۳. قطره‌های آب را خوب بررسی کنید. چه شکلی دارند؟ اندازه‌هایشان را با هم مقایسه کنید.
۴. نوک مداداتان را توی یکی از قطره‌ها فرو ببرید و به دقت تماشا کنید که چه اتفاقی می‌افتد. سطح قطره‌ی آب چه تغییری می‌کند؟ به نظر می‌رسد که مولکول‌های آب بیشتر به نوک مداد چسبیده‌اند یا به هم؟

۵. یکی از قطره‌های آب را با نوک مداد خود حرکت دهید، بچرخانید و رفتار آن را مشاهده کنید.

۶. دو قطره آب و بعد سه یا چهار قطره را به هم فشار دهید. وقتی به هم نزدیک می‌شوند، چه می‌شود؟

۷. درباره‌ی جذب شدن مولکول‌های آب به سوی هم چه می‌توانید بگویید؟ درباره‌ی جذب شدن مولکول‌های آب به سوی نوک مداد چه می‌توانید بگویید؟ آیا به سوی کاغذ روغنی هم جذب می‌شوند؟

۸. فکر می‌کنید اگر می‌توانستید قطره آبی را در فضا، یعنی جایی که گرانشی وجود ندارد، قرار دهید، چه می‌شد؟ به چه شکلی در می‌آمد؟

#### برای مسئله حل‌کن‌ها

روی چند سطح مختلف قطره‌های آب بچکانید و هر قطره را با ذره‌بین خوب نگاه کنید. صفحه‌ای پلاستیکی، ورق کاغذ، و ورق آلومینیومی را امتحان کنید. حوله‌ی کاغذی را هم امتحان کنید. روی هر یک شکل قطره چگونه می‌شود؟ چه تفاوت‌هایی در شکل قطره‌ها می‌بینید؟

قطره آبی روی یک سکه‌ی کوچک بچکانید. حالا چه شکلی می‌شود؟ فکر می‌کنید چند قطره دیگر می‌توانید روی این سکه بچکانید؟ تخمین خود را بنویسید و بعد آن را امتحان کنید و ببینید تا چه حد درست بوده است.





## فعالیت ۵

### چگالی سنج چگونه کار می کند؟

به خانه ببرید و با خانواده و دوستانتان انجام دهید.



#### مواد و وسایل لازم

- درپوش ماتیک (یا لوله آزمایش کوچک)
- چند میخ (یا پیچ) کوچک
- نوار چسب (یا برچسب)
- لیوان پلاستیکی
- آب
- نمک
- انواع مایع‌ها
- ماژیک
- مداد و کاغذ

#### روش کار

۱. دوسوم لیوان را آب کنید.
۲. ۸ تا ۱۰ وزنه‌ی کوچک (میخ یا پیچ) درون لوله‌ی کوچک بریزید.

۳. با تکه‌ای نوارچسب یا برچسب دهانه‌ی لوله را بپوشانید.

۴. لوله را طوری در لیوان آب بگذارید که دهانه‌اش رو به بالا قرار گیرد.

۵. با ماژیک سطح آب در لوله را علامت بزنید.

۶. حالا می‌توانید از این لوله به عنوان چگالی‌سنج استفاده کنید. چگالی سنج را برای اندازه‌گیری چگالی مایع‌ها نسبت به چگالی آب به کار می‌برند. اگر چگالی مایعی بیشتر از چگالی آب باشد، چگالی‌سنج در آن بالاتر از آن سطحی که در آب شناور می‌شود، می‌ماند. و به عکس، اگر چگالی‌اش کمتر از چگالی آب باشد، پایین‌تر از سطحی که در آب شناور می‌شود، می‌رود.

۷. حدود یک‌چهارم فنجان نمک را در آب لیوانتان حل کنید. بدون آن که تعداد وزنه‌های داخل لوله را عوض کنید، آن را در آب‌نمک قرار دهید. چگالی‌سنج شما از سطحی که در آب فرو رفته بود، پایین‌تر می‌رود یا بالاتر؟ از این مشاهده درباره‌ی چگالی آب نمک به چه نتیجه‌ای می‌رسید؟

۸. مایع‌های مختلفی مانند شیر، سرکه و الکل صنعتی را امتحان کنید.

۹. هنگامی که مایع‌های مختلف را آزمایش می‌کنید، فهرست‌هایی از آن‌هایی که فکر می‌کنید چگالی‌شان از آب بیشتر و آن‌هایی که چگالی‌شان کمتر از آب است، بنویسید.

#### برای مسئله حل‌کن‌ها

چند لیوان پلاستیکی بردارید و تا نیمه آن‌ها را از مایعات مختلفی چون آب، آب‌نمک، روغن مایع و الکل صنعتی پر کنید. این ظرف‌ها را، طبق تخمین خود، به‌ترتیب از کمترین چگالی تا بیشترین چگالی بچینید. حالا با استفاده از چگالی‌سنج خود چگالی آن‌ها را با هم مقایسه و دوباره به‌ترتیب بچینید، مایعاتی را که چگالی کمتر دارند، دست چپ و آن‌هایی را که چگالی بیشتر دارند، دست راست بگذارید. آیا پیش‌بینی شما درست بود؟

## فعالیت ۶

### چگونه می توان عمق سفر زیر دریایی را کنترل کرد؟

#### مواد و وسایل لازم

- کاسه‌ی گود (یا سطل) آب
- ظرف شیشه‌ای دهانه گشاد با در محکم
- چسب خمیری (چسب آب‌بندی)
- لوله‌ی پلاستیکی

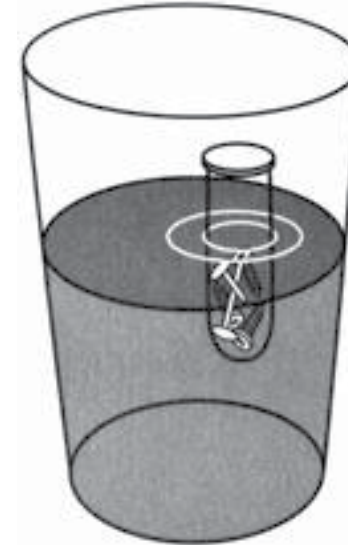
#### روش کار

۱. دو سوراخ روی در ظرف شیشه‌ای ایجاد کنید. یکی از آن‌ها باید به قدری بزرگ باشد که لوله‌ی پلاستیکی از آن عبور کند و دیگری خیلی کوچک‌تر.
۲. یک سر لوله را از سوراخ بزرگ‌تر روی در ظرف بگذرانید و دور آن را با چسب مسدود کنید تا آب یا هوا نتواند از آن عبور کند. بگذارید چسب حداقل یک ساعت بماند تا خشک شود.
۳. ظرف دهانه گشاد را تا نیمه از آب پر کنید و درش را محکم ببندید.
۴. ظرف شیشه‌ای را در سطل آب قرار دهید.
۵. سر دردار ظرف را داخل آب کنید و سر لوله را درهان بگذارید و با فوت کردن در لوله‌ی پلاستیکی یا بالا کشیدن هوا از آن مقدار آب درون ظرف را به گونه‌ای تنظیم کنید که ظرف درست زیر سطح آب شناور شود.

چند جسم با جنس‌های مختلف، مثلاً پلاستیکی، فلزی، چوبی و امثال این‌ها جمع‌آوری کنید. این اجسام رایکی‌یکی در مایعات بگذارید. سعی کنید حداقل یک جسم را پیدا کنید که در یک مایع شناور شود، ولی در مایع سمت چپ آن شناور نشود.

شکل ۱-۵

چگالی‌سنجی که به طور قائم در آب شناور است.



## فعالیت ۷

### جامدها، مایع‌ها و گازها چیستند؟

#### مواد و وسایل لازم

- تکه‌ی کوچکی ذغال
- چکش
- تکه‌ای چوب
- تکه‌ای یخ
- بشقاب گود
- حوله‌ی کاغذی
- مداد و کاغذ

#### روش کار

۱. تکه یخ را در بشقاب قرار دهید و تکه چوب و بشقاب را روی میز بگذارید.
۲. حوله‌ی کاغذی را روی چوب و ذغال را روی آن بگذارید. تکه چوب را به این منظور زیر ذغال می‌گذاریم که هنگام چکش زدن زیرش محکم باشد.
۳. تکه یخ و تکه ذغال را بررسی کنید و وضعیت آن‌ها را شرح دهید. چه شباهت‌هایی با هم دارند؟ چه تفاوت‌هایی دارند؟ بگویید که به نظر شما کدام جامد، کدام مایع و کدام گاز است.
۴. با چکش تکه ذغال را خرد کنید. دقت کنید که هنگام چکش زدن ذغال روی

۶. حالا کمی هوا را از لوله بالا بکشید تا اندکی آب وارد ظرف شود. در ظرف شیشه‌ای چه اتفاقی افتاد؟

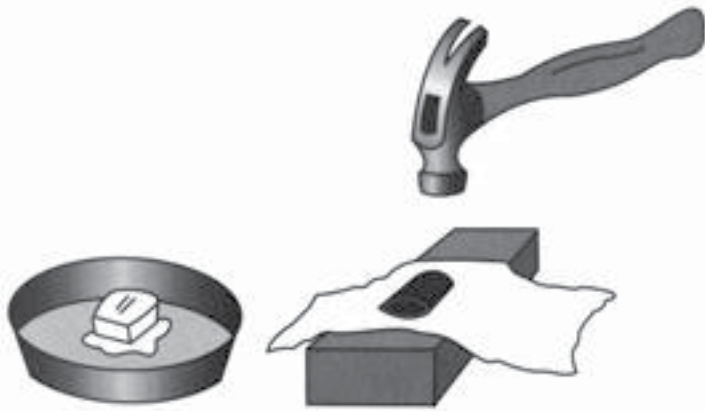
۷. باز با فوت کشیدن و بالا کشیدن هوا، مقدار آب درون ظرف را تغییر دهید. چه اتفاقی افتاد؟

۸. چه طور می‌توان از این فکر برای طراحی یک زیردریایی تحقیقاتی که در عمق‌های مختلف کار می‌کند، استفاده کرد؟



شکل ۱-۷

یخ در بشقاب، تکه چوب، حوله‌ی کاغذی و تکه ذغال



حوله‌ی کاغذی و تکه چوب باشد. به آرامی چکش بزنید تا تکه‌های آن پخش نشوند. به منظور ایمنی بیشتر، می‌توانید تکه ذغال را در کیسه‌ای پلاستیکی (مثل کیسه فریزر) قرار دهید.

۵. دوباره ذغال را بررسی کنید. از چه نظر شبیه شکل قبلی‌اش است؟ از چه نظر فرق کرده است؟ جامد است یا مایع یا گاز؟

۶. بگذارید تکه یخ در بشقاب بماند. پس از چند دقیقه، یک ساعت و یک روز آن را بررسی کنید و وضعیتش را شرح دهید. هر بار، بگویید که آیا جامد، مایع یا گاز است.

۷. پس از آخرین مشاهده، دوباره تکه ذغال را با تکه یخ مقایسه کنید. وقتی آن‌ها را به حال خود می‌گذارید، چه تغییری می‌کنند؟ به نظر شما چرا چنین می‌شود؟

۸. فهرست‌هایی از مواد جامد، مایع و گاز تهیه کنید.

### برای مسئله حل‌کن‌ها

اگر یخ را در دمای اتاق بگذارید، ابتدا آب می‌شود و به صورت مایع درمی‌آید و بعد تبخیر می‌شود و به صورت گاز درمی‌آید. گاهی تکه‌های یخ حتی بدون این که آن‌ها را از فریزر بیرون آورید، کم‌کم تبخیر می‌شوند. حتی گوشت هم اگر مدتی طولانی در فریزر بماند، رطوبتش را از دست می‌دهد. آیا ماده‌ای را می‌شناسید که در دمای اتاق، بدون این که ابتدا به صورت مایع درآید، تبخیر شود؟

تحقیق کنید و ببینید چند ماده را می‌شناسید که در طبیعت به هر سه حالت جامد، مایع و گاز وجود داشته باشند. چند ماده‌ی دیگر می‌شناسید که در طبیعت به دو حالت جامد و مایع وجود داشته باشند؟

## فعالیت ۹

### مخلوط چیست و محلول چیست؟

#### مواد و وسایل لازم

- دو ظرف شیشه ای دهانه گشاد
- قاشق یا هم زن
- شکر
- آب
- تیله یا سنگریزه
- گیره‌ی کاغذ
- خلال دندان
- تکه‌های کوچک کاغذ
- مداد و کاغذ

#### روش کار

۱. هر دو ظرف را تا نیمه آب کنید.
۲. چند تیله، گیره و خلال دندان را در یک ظرف بیندازید و در ظرف دیگر مقداری شکر بریزید.
۳. آب هر دو ظرف را هم بزنید و ببینید چه اتفاقی می‌افتد.

## فعالیت ۸

### چه طور می‌توانید نمک را از فلفل جدا کنید؟

به خانه ببرید و با خانواده و دوستانتان انجام دهید.



#### مواد و وسایل لازم

- کیسه پلاستیکی
- نصف فنجان نمک
- یک قاشق مرباخوری فلفل

#### روش کار

۱. نمک و فلفل را در کیسه بریزید و کیسه را تکان دهید تا باهم مخلوط شوند.
۲. حالا سعی کنید نمک و فلفل را از هم جدا کنید. چگونه می‌شود این کار را کرد؟
۳. راه حل خود را عملاً آزمایش کنید.



## فعالیت ۱۰

### حل شدن جامدها تغییری فیزیکی است یا تغییری شیمیایی؟

#### مواد و وسایل لازم

- لیوان
- شکر
- مداد و کاغذ
- آب
- هم‌زن

#### روش کار

۱. حدود دو قاشق شکر و مقدار کمی آب را در لیوان بریزید و هم بزنید تا شکر کاملاً حل شود.
۲. لیوان را درجایی امن بگذارید که دست نخورد و صبر کنید تا آبش تبخیر شود.
۳. روزی دوبار محلول را بررسی کنید. اگر تفاوتی مشاهده کردید، آن را یادداشت کنید.
۴. وقتی آب کاملاً تبخیر شد، مشاهدات خود را درباره‌ی لیوان بنویسید. فکر می‌کنید تغییری که می‌بینید تغییری فیزیکی است یا تغییری شیمیایی؟ برای نظر خود دلیل بیاورید. برای اثبات نظر خود از مشاهداتتان کمک بگیرید.

۴. نتیجه‌ی این کار را در دو ظرف مقایسه کنید. یکی از آن‌ها مخلوط و دیگری محلول است.

۵. ریختن مواد دیگری چون شن، شیرخشک، یا پودر کاکائو را در آب امتحان کنید. دو فهرست از موادی که فکر می‌کنید مخلوط می‌سازند و آن‌هایی که محلول می‌سازند، تهیه کنید. تفاوت‌هایی را که مشاهده می‌کنید، شرح دهید.

#### برای مسئله حل‌کن‌ها

سعی کنید مخلوط‌ها و محلول‌هایی را که در حال حاضر در محیط شما هستند، شناسایی کنید. مثلاً خاک باغچه‌ی خانه یا مدرسه چه‌طور است؟ هوا چه؟ فهرستی از هر مخلوطی که در طبیعت می‌شناسید و فهرست دیگری از هر محلولی که می‌شناسید، بنویسید. به مواد موجود در قفسه‌های آشپزخانه یا قفسه‌های فروشگاه توجه کنید. آن‌ها را هم به فهرست‌های خود اضافه کنید.



## فعالیت ۱۱

### زنگ‌زدگی چیست؟

#### مواد و وسایل لازم

- دو ظرف دهانه گشاد شیشه‌ای کوچک
- دو بشقاب گود یکسان
- مداد و کاغذ
- سیم ظرفشویی
- آب

#### روش کار

۱. تکه‌ای کوچک از سیم ظرفشویی را در یکی از ظرفها بگذارید. آن را ته ظرف فشار دهید و طوری در ته ظرف محکم کنید که وقتی ظرف را وارونه می‌کنید، بیرون نیفتد.
۲. حدود دو سانتی‌متر آب در هر یک از دو بشقاب گود بریزید. دقت کنید مقدار آب مساوی داخل هر دو بریزید.
۳. دو ظرف را وارونه داخل بشقابها بگذارید. یکی از ظرفها باید خالی و دیگری حاوی سیم ظرفشویی باشد.
۴. به مدت یک هفته هر روز ظرفها را نگاه کنید و هر چه مشاهده می‌کنید، مثلاً سطح آب و شکل و رنگ سیم را بنویسید.
۵. در پایان هفته، مشاهدات روزانه‌ی خود و تغییرات مشاهده شده را توضیح دهید.

### برای مسئله حل‌کن‌ها

تکه‌ای کاغذ بردارید و آن را تا جایی که می‌شود ریز کنید. این تغییری شیمیایی بود یا فیزیکی؟ قطره‌ای آب لیمو روی تکه‌ای کاغذ بچکانید و بگذارید خشک شود. تغییری که رخ می‌دهد، فیزیکی است یا شیمیایی؟ چند تغییر فیزیکی و شیمیایی را که می‌شناسید، بنویسید. مثلاً کیک در حال پخت چه تغییری می‌کند؟ پاشنه‌ی کفستان وقتی ساییده می‌شود، چه تغییری می‌کند؟



## فعالیت ۱۲

### چه طور می‌توانید به کمک تغییر شیمیایی پیامی سرّی بنویسید؟

به خانه ببرید و با خانواده و دوستانتان انجام دهید.



#### مواد و وسایل لازم

- ظرف شیشه‌ای دهانه گشاد کوچک
- چند قطره شیر
- خلال دندان
- کاغذ سفید
- لامپ روشنایی

#### روش کار

۱. خلال دندان را مثل قلم در شیر فرو کنید و با آن پیامی روی کاغذ بنویسید. صبر کنید تا شیر خشک شود.
۲. وقتی شیر خشک می‌شود، پیام شما چگونه می‌شود؟
۳. کاغذ را نزدیک لامپ روشن نگه دارید. حالا درباره‌ی مشاهداتتان چه می‌توانید بگویید؟



## شکل ۱-۱۱

دو بشقاب گود با ظرف‌های وارونه که ته یکی از آن‌ها سیم قرار دارد.



#### برای مسئله حل‌کن‌ها

به رنگ زنگ‌زدگی که سیم ظرفشویی به خود گرفته است، نگاه کنید. سعی کنید اجسامی آهنی یا فولادی را پیدا کنید که مدتی طولانی استفاده شده‌اند و سعی کنید علائم زنگ‌زدگی را روی آن‌ها پیدا کنید. ببینید آیا همین علائم روی اجسام پلاستیکی هم دیده می‌شوند؟ درباره‌ی فولاد ضدزنگ تحقیق کنید و چند جسم را که از این جنس ساخته شده‌اند، پیدا کنید. آیا روی آن‌ها زنگ‌زدگی می‌بینید؟ در دانش‌نامه‌ها و کتاب‌های مرجع به دنبال فولاد ضدزنگ بگردید و ببینید چرا با فولاد معمولی متفاوت است و چه کاربردهایی دارد.



## فعالیت ۱۳



### دما چه اثری بر سرعت مولکول‌ها می‌گذارد؟

#### مواد و وسایل لازم

- دو لیوان
- رنگ خوراکی (زعفران یا چای دم کرده)
- مداد و کاغذ
- دو قطره‌چکان
- آب سرد و گرم

#### روش کار

۱. مقداری آب خیلی سرد در یک لیوان و مقداری آب داغ در لیوان دیگر بریزید. آن‌ها را تا نیمه پر کنید.
۲. چهار تا پنج قطره رنگ خوراکی درون هر قطره چکان بکشید. سعی کنید تا جایی که می‌شود، مقدار رنگ مساوی در هر دو بکشید.
۳. هریک از قطره چکان‌ها را روی یک لیوان نگه دارید و همزمان هردو را فشار دهید تا خالی شوند.
۴. حرکت مایع رنگی را در دو لیوان مقایسه کنید. در کدام لیوان رنگ زودتر منتشر می‌شود؟
۵. اگر وقت دارید، رنگهای مختلف و دماهای مختلف آب را امتحان کنید. نتیجه‌ی مشاهداتتان را یادداشت کنید.

### برای مسئله حل‌کن‌ها

آیا بخش «برای مسئله حل‌کن‌ها»ی فعالیت ۱۰ را انجام داده‌اید؟ اگر بله، باید بتوانید مایع دیگری به جای شیر برای نوشتن پیدا کنید. آن را امتحان کنید و سعی کنید مواد دیگری را که به این کار می‌آیند، پیدا کنید.

## فعالیت ۱۴



### دما چه اثری بر حل شدن می‌گذارد؟

#### مواد و وسایل لازم

- دو لیوان هم اندازه
- آب سرد
- آب گرم یا یک منبع گرما
- دو قاشق (یا هر وسیله‌ی دیگری برای هم زدن)
- قاشق مرباخوری
- شکر
- ماژیک

#### روش کار

۱. مطمئن شوید که دو لیوان هم اندازه باشند.
۲. از بالای لیوان‌ها به اندازه‌ی یک‌چهارم ارتفاعشان اندازه بگیرید و با ماژیک علامت بزنید. علامت‌ها باید روی دو لیوان در یک فاصله از سر آن‌ها باشند.
۳. در یک لیوان آب سرد و در دیگری آب داغ (خیلی داغ) بریزید. آن‌ها را تا علامتی که زده‌اید، پر کنید.
۴. با قاشق مرباخوری یک قاشق سرصاف شکر در داخل هر لیوان بریزید.

### برای مسئله حل کن‌ها

همین آزمایش را انجام دهید، ولی این بار رنگ را متغیر اختیار کنید. در دو لیوان آبی با دمای یکسان بریزید. ببینید آیا یک رنگ سریع‌تر از دیگری در آب پخش می‌شود یا نه. کرنومتری بردارید و مدتی را که طول می‌کشد رنگ آب یک‌دست شود، دقیقاً اندازه بگیرید.

بعد در دماهای مختلف آب را امتحان کنید و زمان انتشار رنگ در هر دما را اندازه بگیرید. آیا دما تفاوت زیادی در این زمان ایجاد می‌کند، یا تأثیری ندارد؟

زمان انتشار رنگ را در دماهای مختلف اندازه بگیرید. فکر می‌کنید اگر در دو لیوان شیر و آب با دمای یکسان بریزیم، رنگ خوراکی به همان سرعتی که در آب پخش می‌شود، در شیر منتشر شود؟ امتحان کنید. دیگر چه مایع‌هایی را برای مقایسه می‌توانید به کار ببرید؟



## فعالیت ۱۵

### چه طور عطر به داخل یک بادکنک سربسته راه می یابد؟

#### مواد و وسایل لازم

- دو بادکنک
- دو کاسه ی کوچک
- عطر
- آب
- نخ

#### روش کار

۱. نصف فنجان آب در هر کاسه بریزید.
۲. چند قطره عطر را با آب یکی از کاسه ها مخلوط کنید.
۳. هر دو بادکنک را باد کنید و سرشان را گره بزنید. با نخ آن دو را به هم ببندید.
۴. در هر کاسه یک بادکنک بگذارید. طوری آن ها را داخل کاسه فشار دهید که هوا وارد کاسه ها نشود.
۵. آن ها را کناری بگذارید تا حداقل دوساعت دست نخورده بمانند.
۶. پس از دوساعت، بادکنک ها را بردارید و به اتاقی دیگر ببرید که بوی عطر در آنجا احساس نشود.

۵. آب هریک از لیوان ها را آن قدر هم بزنید تا شکر کاملاً در آن حل شود.

۶. یک قاشق سرصاف دیگر شکر به هر دو اضافه کنید و آن قدر هم بزنید تا شکر کاملاً در آب حل شود.

۷. اضافه کردن شکر را به روش بالا در هر دو لیوان تا جایی ادامه دهید که دیگر شکر در آب حل نشود.

۸. در کدام شکر بیشتری حل شد، در آب سرد یا آب داغ؟ چه قدر بیشتر؟ فکر می کنید دلیلش چیست؟

#### برای مسئله حل کن ها

چند حبه قند را امتحان کنید و ببینید آیا میزان حل شدن آن ها در آب (از نظر سرعت و مقدار) به همان میزان حل شدن شکر است. حل شدن آن ها را در آب سرد و داغ مقایسه کنید. با در نظر گرفتن میزان حل شدن در هر دو آب، پیش بینی کنید که حبه های قند در آبی که دمای آن بین این دو باشد، به چه میزان حل می شوند. امتحان کنید.

فکر می کنید هم زدن تأثیری در سرعت حل شدن دارد؟ برای این که پاسخ این پرسش را بیابید، چه می کنید؟

فکر می کنید نمک هم به همان میزان شکر حل می شود؟ فکر می کنید دمای آب در حل شدن نمک هم همان قدر تأثیر دارد که در حل شدن شکر؟ برای این که ببینید پیش بینی تان درست است یا نه، آزمایشی ابداع کنید و آن را انجام دهید.



## فعالیت ۱۶

### چگونه می‌توان مولکول‌های درون جامدها را به حرکت درآورد؟

#### مواد و وسایل لازم

- بادکنک
- نخ
- ماژیک
- مداد و کاغذ
- خط‌کش مدرج یا مترنواری

#### روش کار

۱. بادکنکی را باد کنید و سرش را گره بزنید.
۲. برای اندازه گرفتن بادکنک، نخ را در جایی که بادکنک بزرگ‌ترین اندازه را دارد، دور آن بپیچید و درجایی که نخ به سر خودش می‌رسد، علامت بزنید. طول نخ را تا جایی که علامت زده‌اید با خط‌کش یا متر نواری اندازه بگیرید و آن را یادداشت کنید.
۳. بادکنک را در جایی بگذارید که دما نسبتاً ثابت باشد و کسی به آن دست نزنند.
۴. تا سه روز، بادکنک را روزی دوبار با همان نخ اندازه بگیرید و نخ را علامت بزنید. هربار طول نخ را تا علامت جدید اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۷. سر بادکنکی را که در کاسه‌ی بدون عطر بود، باز کنید و بگذارید هوایش آهسته بیرون بیاید و آن را بو کنید.

۸. سر بادکنکی را که در کاسه‌ی عطردار بود، باز کنید تا هوایش بیرون بیاید و آن را بو کنید.

۹. هوای بادکنک‌ها چه بویی می‌دادند؟ در این باره چه می‌توانید بگویید؟

#### برای مسئله حل‌کن‌ها

فکر می‌کنید نفوذ عطر به داخل بادکنک ربطی به مقدار باد داخل آن دارد؟ برای یافتن پاسخ، سه بادکنک را امتحان کنید. دقت کنید که هر سه به یک اندازه باشند، ولی هریک را کمی بیشتر از دیگری باد کنید.

چه‌طور است نفوذپذیری روکش‌ها و کیسه‌های پلاستیکی مختلف را امتحان کنید؟ مخلوط آب و عطر را داخل فنجان یا لیوان بریزید. بعد روکش یا تکه‌ای از کیسه‌ی پلاستیکی را روی دهانه‌ی لیوان بکشید و ببینید از پشت آن بوی عطر احساس می‌شود یا نه. انواع روکش‌ها و کیسه‌های پلاستیکی را امتحان کنید. هربار پیش از شروع پیش‌بینی کنید. آیا با هم فرقی دارند؟ آیا نفوذپذیری کیسه‌ها و روکش‌های پلاستیکی در نگهداری غذاهای داخل یخچال تأثیری دارند؟ چرا؟



## فعالیت ۱۷

### چسبندگی چیست؟

#### مواد و وسایل لازم

- چهار ظرف شیشه ای باریک و بلند دردار
- چهار تیله (به رنگ‌های مختلف)
- شربت
- نفت
- روغن نباتی مایع
- آب
- کاغذ و مداد

#### روش کار

۱. مطمئن شوید که هر چهار ظرف به یک اندازه‌اند.
۲. در هر یک از ظرفها تیله‌ای بگذارید.
۳. در هر ظرف یکی از مایع‌ها را بریزید و درش را بگذارید. ظرف را باید به حدی پر کنید که هوایی زیر در باقی نماند.
۴. وقتی در ظرف‌ها را خوب بستید، به کمک یک نفر دیگر هر چهارتا را با هم وارونه کنید. تیله‌ها را زیر نظر بگیرید.

۵. در پایان سه روز، مشاهدات خود را شرح دهید. سعی کنید تغییرات مشاهده شده را توضیح دهید.

### برای مسئله حل کن‌ها

چند بادکنک با کیفیت‌ها و نام‌های تجاری مختلف تهیه کنید و این فعالیت را تکرار کنید. آزمایشی برای مقایسه‌ی انواع مختلف بادکنک انجام دهید. دقت کنید که بادکنک‌ها به یک شکل و یک اندازه باشند، آن‌ها را به اندازه‌ای یکسان باد کنید و سرشان را گره‌ای یکسان بزنید.



## فعالیت ۱۸

### چگونه شمعی که فوت کرده‌اید، خود به خود روشن می‌شود؟

(با نظارت معلم انجام شود.)

#### مواد و وسایل لازم

- دو عدد شمع
- ماهی‌تابه‌ی فلزی
- کبریت

#### روش کار

۱. این فعالیت را با نظارت یک بزرگ‌تر انجام دهید. شمع‌ها را روی ماهی‌تابه بگیرید.
۲. هر دو شمع را روشن کنید.
۳. هر دو شمع را افقی نگه دارید، به طوری که شعله‌ی یکی دو تا سه سانتی‌متر بالای دیگری قرار گیرد.
۴. هر دو شمع را بی‌حرکت نگه دارید. شمع پایینی را با فوت خاموش کنید و چند دقیقه آن را زیر نظر بگیرید.
۵. چه شد؟ می‌توانید دلیلش را توضیح دهید؟

۵. بنویسید کدام تیله زودتر از بقیه، کدام دوم، کدام سوم و کدام آخر از همه به ته ظرف رسید. این کار را تکرار کنید و نتایج را با نتایج بار نخست مقایسه کنید.
۶. مایع‌های دیگری را امتحان کنید و نتیجه را با نتایج به دست آمده در بالا مقایسه کنید.
۷. درباره‌ی یافته‌های خود با دوستان و معلمان بحث و گفت‌وگو کنید.

#### برای مسئله حل‌کن‌ها

در دانش‌نامه واژه‌ی چسبندگی را پیدا کنید و مقاله‌ی آن را بخوانید. در کتاب‌های مرجع مطالب و مقاله‌هایی درباره‌ی چسبندگی روغن پیدا کنید و بخوانید. با یک مکانیک اتومبیل صحبت کنید و از او بپرسید چرا روغن ماشین با چسبندگی‌های مختلف تولید می‌شود. اهمیت و امتیازهای روغن سبک (با چسبندگی کم) و روغن سنگین (با چسبندگی زیاد) چیست؟ حتی بعضی از روغن‌ها چند چسبندگی دارند. این چه معنایی دارد و چگونه آن‌ها را می‌سازند؟

## فعالیت ۱۹

### چگونه می‌توان بدون خاموش کردن شمع شعله‌ی آن را برداشت؟

#### مواد و وسایل لازم

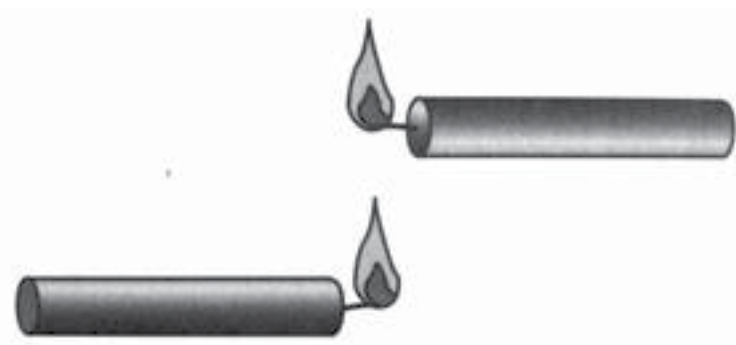
- ظرف شیشه‌ای دردار
- شمع جشن تولد
- قاشق غذاخوری
- سی سانتی‌متر سیم قابل انعطاف
- جوش شیرین
- سرکه
- کبریت

#### روش کار

۱. دو قاشق غذاخوری سرکه و یک قاشق غذاخوری جوش شیرین در ته ظرف دهانه گشاد بریزید. حباب تشکیل می‌شود.
۲. در ظرف را وارونه روی سرش بگذارید تا بدون آن که ظرف را غیرقابل نفوذ کند، سرش را ببندد.
۳. ظرف را به حال خود بگذارید تا حباب زدن تقریباً متوقف شود.

## شکل ۱-۱۸

دو عدد شمع، یکی در بالای دیگری، هر دو روشن



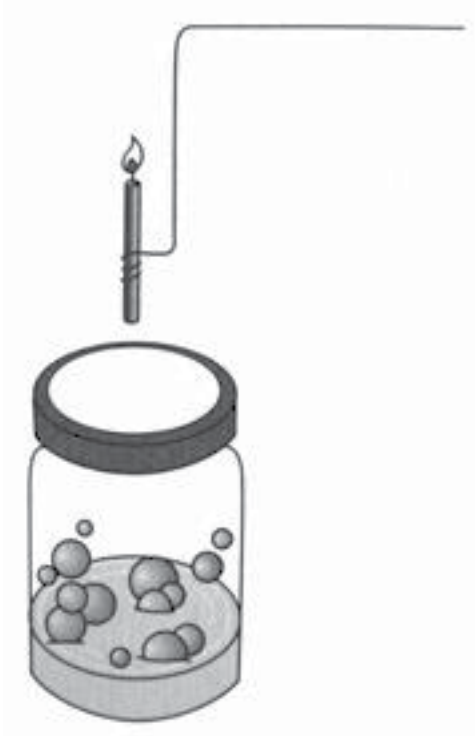
#### برای مسئله حل‌کن‌ها

شعله‌ی یک شمع را به دقت تماشا کنید. دقیقاً کجا قرار دارد؟ آیا درست روی فتیله است و آن را می‌سوزاند یا بالای آن است؟ فکر می‌کنید چه چیزی می‌سوزد؟ ببینید درباره‌ی شعله چه مطالبی می‌توانید پیدا کنید. کدام بخش شعله داغ‌تر است؟ چه چیزی رنگ‌هایی را که در شعله می‌بینید، به وجود می‌آورد؟ برای این پرسش‌ها و پرسش‌های دیگری که به فکرتان می‌رسد، پاسخ‌هایی پیدا کنید.



شکل ۱-۱۹

شمع به کمک دسته در ظرف پایین می‌رود.



۴. در مدتی که منتظرید حباب زدن تمام شود، با سیم دسته‌ای برای شمعتان درست کنید.

۵. دسته‌ی سیمی‌را به دور شمع بیندازید و شمع را روشن کنید.

۶. در ظرف را بردارید و به تدریج شمع را در ظرف پایین ببرید تا فتیله‌اش در دو تا سه سانتی‌متری لبه‌ی ظرف قرار گیرد و بعد دوباره آن را بالا بیاورید.

۷. این کار را دوباره تکرار کنید. توضیح دهید چه اتفاقی می‌افتد.



بریزید.

۴. هنگامی که حباب تشکیل می‌شود، بطری را کج کنید و طوری روی شعله‌ی شمع بگیرید که گویی می‌خواهید از آن مایعی را روی شعله‌ی شمع بریزید، ولی نه به آن حد که واقعاً سرکه روی شعله بریزد.
۵. شعله چه شد؟ بگویید به نظر شما چرا چنین اتفاقی افتاد.

### برای مسئله حل‌کن‌ها

دی‌اکسیدکربن از هوا سنگین‌تر است. چرا در خاموش کردن شعله مؤثر است؟ درباره‌ی آتش‌نشانی، خاموش کردن آتش و موادی که معمولاً به این منظور به کار می‌روند، تحقیق کنید.



## فعالیت ۲۰

### چگونه می‌توانید یک آتش خاموش‌کن بسازید؟

(با نظارت معلم اجرا شود.)

#### مواد و وسایل لازم

- شیشه نوشابه‌ی بزرگ یا ظرف دهانه گشاد یک لیتری
- سرکه
- جوش شیرین
- شمع
- کبریت
- لگن ظرفشویی یا بشقاب گود
- قاشق غذاخوری
- فنجان اندازه‌گیری

#### روش کار

۱. شمع را در لگن ظرفشویی یا بشقاب گود بایستানید. دقت کنید که هیچ‌گونه مواد اشتعال‌زایی در اطراف آن نباشد. شمع را روشن کنید.
۲. یک قاشق جوش شیرین در ته بطری یا ظرف شیشه‌ای بریزید.
۳. حدود صد سی‌سی سرکه را با پیمانه‌ی اندازه‌گیری اندازه بگیرید و در بطری



## فعالیت ۲۲

### پُلی اتیلن چیست؟

#### مواد و وسایل لازم

- یک کیسه‌ی پُلی اتیلن با بست
- یک کیسه‌ی غیر پُلی اتیلن با بست
- مداد تیز
- آب
- لگن ظرفشویی یا تشت

#### روش کار

۱. دقت کنید که یکی از کیسه‌ها حتماً پلی اتیلن باشد. معمولاً روی بسته‌ی کیسه پلاستیکی جنس آن را می‌نویسند.
۲. هر دو کیسه را پر از آب کنید و با بست درشان را ببندید. آن‌ها روی لگن ظرفشویی یا ظرفی بزرگ و گود نگه دارید.
۳. با نوک مداد به کیسه‌ی غیر پلی اتیلن ضربه بزنید و ببینید چه اتفاقی می‌افتد.
۴. با نوک مداد به کیسه‌ی پلی اتیلن ضربه بزنید و ببینید چه اتفاقی می‌افتد. نتیجه را با نتیجه‌ی گام ۳ مقایسه کنید.
۵. در این باره چه می‌توانید بگویید؟



## فعالیت ۲۱

### چگونه می‌توانید توپی بسازید که خودش بالا بپرد؟

(با نظارت معلم انجام شود.)

#### مواد و وسایل لازم

- توپ تنیس کهنه
- قیچی

#### روش کار

۱. با قیچی توپ تنیس را از وسط ببرید تا دو نیمه به شکل کاسه به دست آورید. برای بردن آن باید ابتدا سوراخی در وسط آن ایجاد کنید تا جایی برای فرو بردن قیچی داشته باشید، یا آن را با کارد ببرید.
۲. دور یکی از نیمه‌ها را آن قدر قیچی کنید تا قطر آن ۵ سانتی‌متر شود.
۳. این نیمه را روی میزی بگذارید و وارونه کنید. چند دقیقه آن را نگاه کنید.
۴. چه اتفاقی افتاد؟ دلیلش را توضیح دهید. چه کاری می‌توانید بکنید که این حرکت کندتر یا تندتر صورت گیرد؟

#### برای مسئله حل‌کن‌ها

از دوستانتان خواهش کنید که در جمع کردن توپ‌های تنیس کهنه به شما کمک کنند تا برای آزمایش تعداد کافی فراهم کنید. سعی کنید با تغییر اندازه‌ای که از لبه می‌برید، توپی را که بیشتر از همه بالا می‌پرد مشخص کنید. ببینید آیا می‌توانید با تغییر این مقدار زمان تأخیر (مدتی که از زمان گذاشتن نیمه‌ی توپ روی میز تا بالا پریدن آن طول می‌کشد) را کنترل کنید.



## فعالیت ۲۳

### چگونه می‌توان از بلورهای کوچک شکر، بلورهای بزرگ‌تر درست کرد؟

(با نظارت معلم انجام شود.)

#### مواد و وسایل لازم

- لیوان بلند یا ظرف شیشه‌ای دهانه‌گشاد
- آب
- نخ
- مداد
- شکر
- ماهی‌تابه
- منبع گرما
- هم‌زن یا قاشق چوبی

#### روش کار

۱. یک فنجان آب در ماهی‌تابه بریزید و آن را گرم کنید تا به جوش بیاید.
۲. وقتی آب شروع به جوشیدن کرد، آن را از روی آتش بردارید و ۱/۵ فنجان شکر به آن اضافه کنید و هم بزنید.

۳. اگر تمام شکر آب شد، کمی دیگر به آن اضافه کنید و هم بزنید. این کار را تا جایی ادامه دهید که دیگر شکر در آب حل نشود.
۴. بگذارید آب خنک شود و بعد آن را در لیوان بریزید.
۵. تکه‌ای نخ به یک مداد ببندید و آن را روی لیوان نگه دارید تا نخ درون محلول آویزان شود و تا ته لیوان برود.
۶. لیوان را در قفسه یا جایی بگذارید که چند روز دست‌نخورده باقی بماند.
۷. لیوان و به‌ویژه نخ را هر روز بررسی کنید و مشاهدات خود را بنویسید. به لیوان دست نزنید.
۸. وقتی دیگر تغییری مشاهده نکردید، سعی کنید توضیح دهید در مدتی که لیوان در قفسه مانده، چه اتفاقی افتاده است.

#### برای مسئله حل‌کن‌ها

همین روش را برای آزمایش با مواد دیگر به کار برید. از جمله موادی که می‌توانید امتحان کنید، نمک و پودر زاج هستند. بلورها را با ذره‌بین و در صورتی که میکروسکوپ در اختیار دارید، با میکروسکوپ، نگاه کنید. به دقت آن‌ها را ببینید و با یکدیگر مقایسه کنید. مشاهداتتان را با دیگران در میان بگذارید.



## کاغذ تورنسل چه چیزی را در مواد مشخص می کند؟

### مواد و وسایل لازم

- کاغذ تورنسل قرمز
- کاغذ تورنسل آبی
- یک لیوان حاوی مقدار کمی سرکه و آب (نصف آب و نصف سرکه)
- یک لیوان حاوی مقدار کمی جوش شیرین مخلوط با آب
- یک لیوان حاوی مقدار کمی آب شیر
- کاغذ و مداد

### روش کار

۱. در بالای یک صفحه کاغذ بنویسید: «آب و سرکه»، «آب و جوش شیرین» و «آب».
۲. در سمت راست کاغذ از بالا به پایین بنویسید: «کاغذ تورنسل قرمز»، «کاغذ تورنسل آبی» و «اسید، باز یا خنثی».
۳. یک سر نوار تورنسل آبی را در آب و سرکه فرو ببرید.
۴. آیا رنگش عوض شد؟ اگر عوض شد، حالا چه رنگی است؟
۵. در جایی که ستون «آب و سرکه» و ردیف «تورنسل آبی» با هم برخورد

می کنند، این رنگ را بنویسید.

۶. یک سر نوار تورنسل قرمز را در محلول آب و سرکه فرو کنید.
۷. این بار چه اتفاقی افتاد؟ نوار به چه رنگی درآمد؟
۸. در جایی که ستون «آب و سرکه» و ردیف «تورنسل قرمز» با هم برخورد می کنند، این رنگ را بنویسید.
۹. گام های ۳ تا ۸ را برای محلول جوش شیرین و آب نیز تکرار کنید.
۱۰. گام های ۳ تا ۸ را برای آب هم تکرار کنید.
۱۱. اگر محلولی کاغذ تورنسل آبی را قرمز کند، به آن اسید می گوئیم. اگر ماده ای کاغذ تورنسل قرمز را آبی کند، به آن باز می گوئیم. اگر ماده ای رنگ هیچ یک را تغییر ندهد، می گوئیم این ماده خنثی است.
۱۲. در قسمت پایین کاغذتان که به شکل زیر است، در زیر هر محلول بنویسید اسید، باز یا خنثی است.

آب و سرکه	آب و جوش شیرین	آب
-----	-----	-----
-----	-----	-----
-----	-----	-----

تورنسل آبی

تورنسل قرمز

اسید، باز یا خنثی

۱۳. اطلاعات خود را با دیگران مقایسه کنید، آیا همه نتیجه ای یکسان به دست آورده اید؟

# انرژی

## برای مسئله حل کن ها

اسیدهای قوی تر تورنسل آبی را به رنگ قرمز تیره‌تری در می‌آورند و بازهای قوی تر کاغذ تورنسل قرمز را به رنگ آبی تیره‌تری در می‌آورند. مواد دیگری برای آزمایش با کاغذ تورنسل پیدا کنید. مثلاً می‌توانید شیر، چای، قهوه، مایع شیشه‌پاک‌کن، جرم‌گیر توالت، و مایع دهان‌شویه را امتحان کنید. به تدریج که پیش می‌روید، مواد دیگری به فکرتان می‌رسد. تعیین کنید از موادی که با آن‌ها آزمایش را انجام می‌دهید، کدام اسید قوی، کدام اسید ضعیف، کدام باز قوی و کدام باز ضعیف هستند.

چند نوع نوشابه و آب‌میوه را هم امتحان کنید. پیش از آن که آزمایش با آن‌ها را شروع کنید، حدس بزنید که کدام اسید و کدام بازند. اگر فکر می‌کنید که اسید یا بازند، پیش‌بینی کنید کدام قوی‌تر و کدام ضعیف‌ترند. پس از آزمودن آن‌ها، نامشان را به ترتیب قوتشان، چنان که در آزمون تورنسل نشان داده شد، فهرست کنید.

سعی کنید هرچند نوع آب را که در منطقه‌ی شما وجود دارد، شناسایی کنید. این آب‌ها احتمالاً شامل آب شیر، آب رودخانه، آب باران، آب دریا، آب مرداب و امثال آن خواهند بود. با کاغذ تورنسل هریک را آزمایش کنید و طبق آزمون تورنسل، فهرستی از آن‌ها بنویسید.

## به معلمان

همه‌ی ما روزانه از اشکال مختلف انرژی استفاده می‌کنیم، با این حال هیچ‌گاه انرژی را نمی‌بینیم. انرژی خورشید به سیاره‌ی ما نیرو می‌بخشد، ولی آن قدر به نظر ما عادی و روزمره است که به آن فکر نمی‌کنیم. فقط می‌دانیم که وجود دارد. انرژی به صورت‌های مختلفی وجود دارد که هیچ‌یک به شکل «انرژی» نیست. در قالب یک چوب کبریت، یک تکه ذغال، دبه‌ای بنزین یا لیوانی آب پرتقال ظاهر می‌شود؛ هیچ شکل خاصی ندارد. انرژی، به مفهومی گسترده، به قدری با ما و محیط اطراف ما عجین شده است که نمی‌توان آن را از موضوع‌های دیگری که در این کتاب مطرح شده‌اند، جدا کرد. انرژی خورشید ما را گرم می‌کند و به ما نور می‌دهد. بخشی از انرژی خورشید به وسیله‌ی گیاهان تبدیل به غذا برای جانوران می‌شود. مقداری از این انرژی در بدن جانورانی که از گوشت آن‌ها تغذیه می‌کنیم، تبدیل به ماهیچه می‌شود که ما به صورت غذا می‌خوریم. انسان‌ها انرژی را هم به صورت گیاهی و هم به صورت جانوری استفاده می‌کنند. در بدن ما هم انرژی تبدیل به گوشت و استخوان می‌شود. انرژی خورشید برای بدن ما و محیط پیرامونمان بسیار ضروری است.

تعریف انرژی به مفهومی محدودتر «توانایی انجام کار» است و آن را به دو نوع عمده تقسیم می‌کنند: انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی. انرژی پتانسیل ظرفیت انجام کار است. کار عمل کردن نیرو در یک فاصله است و با این فرمول محاسبه می‌شود: کار = نیرو × فاصله. انرژی جنبشی انرژی حرکت است. کسی که آن را کشیده باشید،

انرژی پتانسیل دارد. وقتی آن را رها کنید، انرژی پتانسیل آن تبدیل به انرژی جنبشی می‌شود. تکه‌ای دینامیت انرژی پتانسیل دارد. وقتی با جریان الکتریکی یا مقدار مناسب گرما آن را منفجر می‌کنید، انرژی پتانسیل تبدیل به انرژی جنبشی‌ای با نیروی شدید می‌شود.

انرژی پتانسیل دینامیت انرژی شیمیایی است. انرژی پتانسیل کش یا تله‌موش یا چکشی که بلند کرده‌اید، انرژی مکانیکی است.

انرژی‌ای که ما به صورت گوشت، میوه یا سبزیجات کسب می‌کنیم، تماماً به مصرف ساختن سلول‌های بدن نمی‌رسد. ما از این انرژی برای راه رفتن و حرف زدن استفاده می‌کنیم. حتی هنگامی که فکر می‌کنیم، مقداری از این انرژی را به کار می‌بریم.

بیشتر بخش‌های این مجموعه به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم، با انرژی ارتباط دارند. در این بخش علاوه بر تأکید بر انرژی به موضوع‌های دیگری چون گرما، گرانش، و رابطه‌ی انرژی و کار می‌پردازیم.

فعالیت‌هایی را که پیچیده به نظر می‌رسند، بدون تأکید بر واژگان علمی و فرمول‌های ریاضی، می‌توان برای پایه‌های نخست دبستان به کار برد. با توضیح ساده مفاهیم کودکان می‌توانند در این فعالیت‌ها شرکت کنند و از آشنا شدن با اصولی که زیربنای آن‌هاست، بهره‌گیرند.

### نکاتی درباره‌ی پایه‌های اول دبستان

با کمی تغییر و توضیح شفاهی روش کار، بسیاری از این فعالیت‌ها را می‌توان برای کودکان پیش دبستانی، پایه‌ی اول و دوم استفاده کرد. در بعضی از فعالیت‌ها می‌توان گام‌هایی را که بالاتر از سطح دانش‌آموزان هستند، حذف کرد، و در عین حال با ایجاد فرصت تجربه‌های علمی، بذر مفاهیمی را در ذهن آن‌ها کاشت که بعدها ثمر خواهند داد.

معلمان پایه‌های اول دبستان احتمالاً از اغلب بخش‌های «برای مسئله حل کن‌ها»



## فعالیت ۱

### انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی با هم چه تفاوتی دارند؟

(برای دوره‌ی راهنمایی یا نمایش معلم)

#### مواد و وسایل لازم

- تله‌موش
- توپ
- کش
- مدادپاک‌کن

#### روش کار

۱. تله‌موش را آماده‌ی کار کنید. حالا چه نوع انرژی دارد؟
۲. مدادپاک‌کن را روی طوری روی تله‌موش بیندازید که آن را بگیرد. هنگامی که فنر تله‌موش به کار می‌افتد، چه نوع انرژی دارد؟
۳. توپ را به زمین بیندازید و بگذارید چند بار بالا و پایین بیفتد. یک دور بالا و پایین رفتن آن را، از وقتی به بالاترین نقطه می‌رسد تا وقتی به زمین می‌خورد و دوباره بلند می‌شود، از نظر این که در هر مرحله انرژی پتانسیل دارد یا انرژی جنبشی، شرح دهید.
۴. مدادپاک‌کن را به تکه‌ای نخ ببندید. سر نخ را در دست بگیرید و مدادپاک‌کن را

چشم‌پوشی خواهند کرد. اشکالی ندارد. این بخش‌ها برای دانش‌آموزانی طراحی شده است که اشتیاق دارند فراتر از سطح کلاس بروند. فعالیت‌های پایه‌ای را که روش کار برای آن‌ها نوشته شده است، اجرا کنید و همراه با دانش‌آموزانتان از تجربه‌های یادگیری لذت ببرید. همچنین در نظر داشته باشید که بسیاری از فعالیت‌های «مسئله حل‌کن‌ها» را می‌توان به تناسب برای کودکان خردسال به صورت فعالیت گروهی یا نمایش انجام داد و در این حالت نیز او را در معرض تجربیاتی گذاشت که پایه‌ای برای ارتباط با تجربیات بعدی خواهند شد.

#### نکاتی درباره‌ی دوره‌ی راهنمایی

فعالیت‌های این بخش با بخش اول و دوم کتاب علوم تجربی سال اول، بخش اول و دوم کتاب علوم تجربی سال دوم و بخش اول و سوم کتاب علوم تجربی سال سوم راهنمایی ارتباط مستقیم دارند و چنان‌که در بالا گفته شده است، با بسیاری از موضوع‌های دیگر کتاب درسی ارتباط غیرمستقیم دارند و می‌توان بعضی از آن‌ها را، به‌ویژه بخش‌های «برای مسئله حل‌کن‌ها» را به صورت پروژه‌های علمی و تحقیقی اجرا کرد. در این بخش بعضی از فعالیت‌ها که شامل تعریف‌های پیچیده‌تر یا فرمول‌های ریاضی‌اند، در اصل کتاب برای دانش‌آموزان بزرگ‌تر توصیه شده است که با در نظر گرفتن مطالب کتاب‌های درسی ما، آن‌ها را در ترجمه برای دوره‌ی راهنمایی توصیه کرده‌ایم.



## فعالیت ۲

### توان شما چند اسب بخار است؟

(برای دوره‌ی راهنمایی)

#### مواد و وسایل لازم

- پلکان
- کورنومتر
- کاغذ و مداد

**توجه:** نخستین بار جیمز وات، اسب بخار را به عنوان یکای توان مطرح کرد. به گفته‌ی او یک اسب بخار می‌تواند در عرض یک ثانیه حدود ۸۰ کیلوگرم متر (۷۴۶ وات) کار انجام دهد. این یکا را هنوز در تعیین توان موتور خودروها به کار می‌برند. فرمول محاسبه‌ی توان بر حسب اسب بخار که در اصل برحسب یکاهای پوند و فوت تنظیم شده است، پس از تبدیل به یکاهای متری تقریباً به صورت زیر درمی‌آید:

$$\text{توان برحسب اسب بخار} = \frac{\text{کیلوگرم} \cdot \text{متر}}{\text{ثانیه} \times ۸۰}$$

#### روش کار

۱. سه متر ارتفاع را (در امتداد قائم) روی یک نردبان یا پلکان اندازه بگیرید.
۲. با بیشترین سرعتی که می‌توانید این ارتفاع را بالا بروید واز یک نفر بخواهید که مدت بالا رفتن شما را با کورنومتر اندازه بگیرد.
۳. با استفاده از فرمول بالا توان خود را برحسب اسب بخار محاسبه کنید. در صورت کسر وزن خود را ضربدر ۳ (ارتفاعی که طی کرده‌اید) کنید.
۴. توان یک موتور سیکلت کوچک حدود ۳۰ تا ۵۰ اسب بخار است و توان یک اتومبیل متوسط حدود ۱۰۰ تا ۳۰۰ اسب بخار. توان شما چند اسب بخار است؟

مانند یک آونگ به نوسان درآورید. یک دور رفت و برگشت کامل آن را از نظر این که آونگ در هر مرحله از حرکت انرژی پتانسیل یا جنبشی دارد، شرح دهید.

### برای مسئله حل کن‌ها

به اعمالی که در بازی بسکتبال متداول است، فکر کنید. مراحلی را که در آن‌ها توپ و بازیکن انرژی پتانسیل دارند، فهرست کنید. همچنین فهرستی از مراحلی که توپ و بازیگر در آن‌ها انرژی جنبشی دارند، بنویسید. مثلاً وقتی بازیگری که توپ را در دست دارد، بی حرکت می‌ایستد، چه نوع انرژی دارد؟ وقتی توپ را بالا می‌برد و می‌خواهد داخل حلقه بیندازد، چه نوع انرژی؟ وقتی توپ به حلقه‌ی تور بسکتبال می‌خورد، چه؟ وقتی بازیکنی به سوی توپ خیز برمی‌دارد و می‌خواهد آن را بگیرد، چه نوع انرژی‌ای دارد؟ همه‌ی اعمالی را که در این بازی انجام می‌شوند در نظر بگیرید و انرژی مرتبط با آن‌ها را بنویسید. این فهرست‌ها مثال‌هایی از انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی‌اند.





### فعالیت ۳

## کار را چگونه اندازه می گیرند؟

### مواد و وسایل لازم

- وزنه‌ی یک کیلویی
- خط‌کش یک متری

### روش کار

۱. خط‌کش را روی میز یا زمین بایستائید.
۲. وزنه‌ی یک کیلوگرمی را از روی میز یا زمین (از ته خط‌کش) تا سر خط‌کش بالا ببرید. مقدار کاری که شما در هنگام بالا بردن یک کیلوگرم به ارتفاع یک متری انجام دادید، یک کیلوگرم متر است. ولی یکای کار که از فرمول زیر به دست می‌آید، ژول است که در آن نیرو برحسب نیوتون بیان می‌شود.

$$\text{جابجایی} \times \text{نیرو} = \text{کار}$$

$$\text{جرم جسم برحسب کیلوگرم} \times ۱۰ = \text{نیرو بر حسب نیوتون}$$

برای به دست آوردن نیرو بر حسب نیوتون باید جرم جسم را در ۱۰ ضرب کرد. بنابراین شما در اینجا ۱۰ ژول کار انجام داده‌اید.

۳. حالا وزنه را نیم متر بالا ببرید. چه قدر کار انجام دادید؟ وزنه در این حالت چه قدر انرژی پتانسیل دارد؟
۴. وزنه را دو متر بالا ببرید. حالا چه قدر کار انجام داده‌اید؟ وزنه در این حالت

### چه قدر انرژی پتانسیل دارد؟

۵. وزنه را روی میز بگذارید. حالا چه قدر انرژی پتانسیل دارد؟
۶. وزنه را با لغزاندن تا لبه‌ی میز ببرید. در اینجا چه قدر انرژی پتانسیل دارد؟
۷. سعی کنید انرژی پتانسیل اجسام مختلف را در مکان‌های مختلف و مقدار کار لازم برای بردن آن‌ها به این مکان‌ها را تعیین کنید.
۸. از پلکانی بالا بروید. تا وقتی به بالای آن برسید، چه قدر کار انجام می‌دهید؟ با در نظر گرفتن احتمال افتادن یا پایین رفتن از پلکان، انرژی پتانسیل شما چه قدر است؟

### برای مسئله حل کن‌ها

وزنه‌ای پنج کیلویی پیدا کنید. آن را تا بالای سر خود ببرید. از روی زمین تا بالاترین نقطه‌ای که وزنه را برده‌اید، اندازه‌گیری کنید. ارتفاع را به متر بنویسید و آن را در ۵ (وزن وزنه) و بعد در ۱۰ ضرب کنید تا کار برحسب ژول به دست آید. این کاری است که شما در یک بار بالا بردن وزنه انجام داده‌اید. در یک دقیقه چه قدر کار می‌توانید با این وزنه انجام دهید؟ این تمرین را به مدت دو هفته تکرار کنید و هر بار مقدار کاری را که انجام داده‌اید، محاسبه کنید و بنویسید. نموداری بکشید که نشان دهد هر بار با همین وزنه چه قدر کار انجام داده‌اید. اگر مایلید، اشکالی ندارد که بین دو بار اندازه‌گیری تمرین کنید. ببینید پیشرفت شما در عرض دو هفته چه قدر خواهد بود. شاید دوستان شما هم مایل باشند که با شما این تمرین را انجام دهند و پیشرفت خود را بسنجند.



## فعالیت ۴

### چه قدر انرژی در یک کمان ذخیره شده است؟

(در فضای باز با نظارت معلم اجرا شود.)

#### مواد و وسایل لازم

- کمان اسباب بازی
- تیر اسباب بازی با سر بادکش
- ترازوی فنری یا نیروسنج
- خطکش
- متر نواری

#### روش کار

۱. این فعالیت را در فضای باز انجام دهید. جایی خلوت پیدا کنید.
۲. تیر را در کمان بگذارید. تیر و کمان را آن قدر بالا ببرید که نشانه‌گیری از آن ارتفاع برایتان راحت باشد. تیر را به سویی که دور از مردم باشد، نشانه بگیرید.
۳. تیر را حدود پانزده سانتی‌متر عقب بکشید و رها کنید.
۴. فاصله‌ی خود را با نقطه‌ای که تیر افتاده است، اندازه بگیرید.
۵. ترازوی فنری را به زه کمان بیاویزید و آن را پانزده سانتی‌متر عقب بکشید. برای عقب کشیدن زه چند کیلوگرم یا چند گرم نیرو لازم بود؟

۶. پیش‌بینی کنید که برای سی سانتی‌متر عقب کشیدن زه چه قدر نیرو لازم است. بعد مقدار واقعی را با ترازوی فنری اندازه‌گیری کنید.
۷. پیش‌بینی کنید که وقتی زه را سی سانتی‌متر عقب بکشید، تیر تا چه فاصله‌ای می‌رود.
۸. زه را سی سانتی‌متر عقب بکشید و تیر را رها کنید. دقت کنید که کمان در همان ارتفاع گام ۳ باشد و درست روبه‌رو را نشانه گرفته باشید.
۹. فاصله‌ی تیر را از محل پرتاب اندازه بگیرید و با پیش‌بینی خود مقایسه کنید.
۱۰. نیرویی را که برای چهل سانتی‌متر عقب کشیدن زه لازم است و فاصله‌ای را که تیر در این حالت طی خواهد کرد، پیش‌بینی کنید. در عمل این حالت را بیازمایید و با پیش‌بینی خود مقایسه کنید.

#### برای مسئله حل‌کن‌ها

فعالیت مشابهی با نیروی پرتاب خود انجام دهید. وزنه‌ای یک کیلوگرمی پیدا کنید. بازوی خود را کاملاً باز کنید و ۱۰ سانتی‌متر عقب ببرید و ببینید از آنجا می‌توانید وزنه را تا چه فاصله‌ای پرتاب کنید. در این تمرین، بدن خود را کاملاً بی حرکت نگه دارید و برای پرتاب فقط از بازوی خود استفاده کنید. از یک نفر خواهش کنید که فاصله‌ی حرکت بازوی شما را اندازه‌گیری کند. پرتاب را با فاصله‌ی ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متری و امثال آن تکرار کنید. بهترین فاصله برای پرتاب (یعنی آن مقدار عقب بردن بازو که در آن وزنه بیشترین فاصله را طی کند) پیدا کنید.

انرژی لازم برای تیراندازی از کجا آمد؟ انرژی پرتاب وزنه از کجا؟ انرژی را تا نخستین منبع آن دنبال کنید.



## فعالیت ۵

### چطور می‌توان با کش، ماشین مسابقه ساخت؟

به خانه ببرید و با خانواده و دوستانتان انجام دهید.



#### مواد و وسایل لازم

- قرقره‌ی نخ
- گوش‌پاک‌کن
- واشر
- گیره‌ی کاغذ
- کش حلقه‌ای

#### روش کار

۱. کش را تا کنید و از سوراخ قرقره بگذرانید.
۲. گیره‌ی کاغذ را به یک سر کش دولا ببندید تا کش از سوراخ قرقره درنرود.
۳. سر دیگر کش را از داخل واشر رد کنید.
۴. گوش‌پاک‌کن را از سر دیگر کش بگذرانید.
۵. گوش‌پاک‌کن را طوری جابه‌جا کنید که یک سر آن به کش نزدیک‌تر و سر دیگرش دورتر شود.

۶. گوش‌پاک‌کن را چندبار بیچانید تا کش به دور آن بیچد. (یا کوک شود).
۷. حالا ماشین مسابقه‌تان را روی زمین بگذارید و آن را رها کنید!
۸. با کسان دیگری که به همین روش ماشین مسابقه ساخته‌اند، مسابقه دهید.
۹. چه چیزی انرژی ماشین مسابقه‌ی شما را تأمین می‌کند؟ کش؟ در این باره فکر کنید و فکرهايتان را با دوستانتان در میان بگذارید.

#### برای مسئله حل‌کن‌ها

کشی کوتاه‌تر پیدا کنید. پیش‌بینی کنید که ماشین مسابقه‌ی شما با کش کوتاه‌تر سریع‌تر از ماشین مسابقه‌ی قبلی که کش بلندتری داشت، خواهد رفت یا نه. کشی بلندتر پیدا کنید و بیازمایید. فراموش نکنید که قبل از امتحان کردن آن سرعتش را پیش‌بینی کنید.

آیا می‌توانید با اجسام استوانه‌شکل دیگر ماشین مسابقه بسازید؟ مثلاً با یک قوطی کنسرو یا یک قوطی استوانه‌ای بزرگ‌تر؟ با یک بطری نوشابه‌ی خانواده چه‌طور؟ دیگر با چه می‌توان ماشین مسابقه ساخت؟ سعی کنید خلاق باشید. چه چیز دیگری را می‌توان با کش به حرکت درآورد؟

## فعالیت ۶

### چگونه می‌توان از انرژی باد برای گرداندن چیزی استفاده کرد؟

#### مواد و وسایل لازم

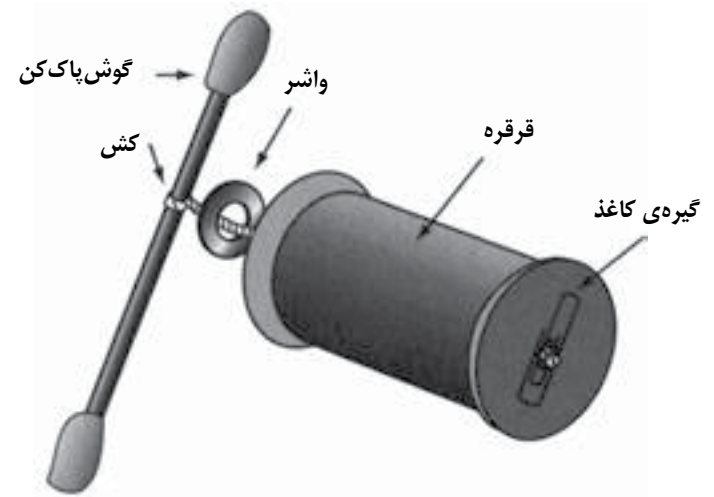
- کاغذ یا مقوای نازک مربع به ضلع ۱۵ سانتی‌متر
- مداد پاک‌کن دار
- سوزن
- قیچی
- خط‌کش
- منگنه

#### روش کار

۱. دو خط از گوشه‌های بالای کاغذ تا گوشه‌های مقابلشان در پایین بکشید. این دو خط باید در وسط صفحه همدیگر را قطع کنند.
۲. وسط کاغذ، یعنی جایی را که دو خط همدیگر را قطع می‌کنند، با مداد علامت بزنید. (به شکل ۱-۶ نگاه کنید).
۳. حالا یک نقطه‌ی مرکزی و دو خط دارید که این نقطه را به چهار گوشه‌ی کاغذ وصل می‌کنند.
۴. با مداد روی هریک از دو خط در فاصله‌ی  $\frac{2}{5}$  سانتی‌متری نقطه‌ی مرکزی

#### شکل ۱-۵

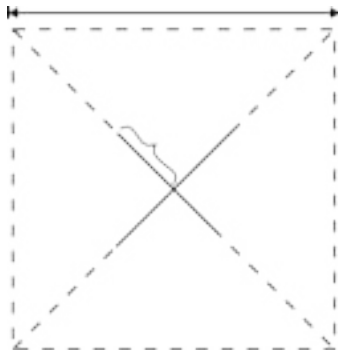
ماشین مسابقه‌ی ساخته شده با قرقره





شکل ۱-۶

کاغذی که برای ساختن فرفره آماده شده است.



شکل ۲-۶

فرفره‌ی کاغذی



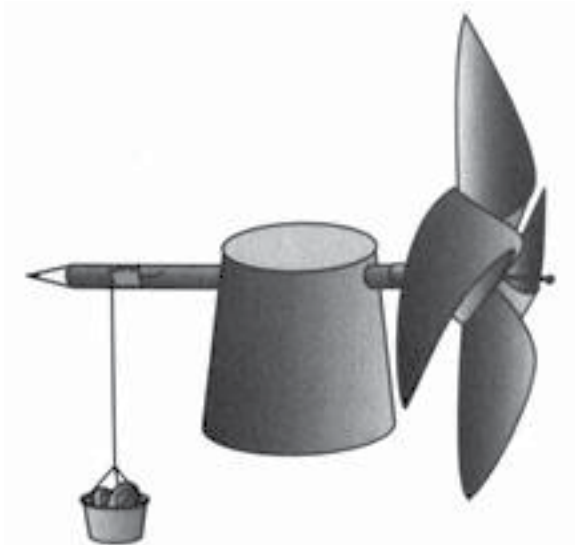
علامت بزنید.

۵. با قیچی از هر گوشه‌ی مربع در امتداد خطها شروع به بریدن کاغذ کنید و برش را تا نقطه‌ای که در گام قبل علامت زدید، ادامه دهید.
۶. حالا هشت گوشه دارید. گوشه‌ها را یک‌درمیان به طرف نقطه‌ی مرکزی خم کنید.
۷. گوشه‌های خم شده را با منگنه به وسط مقوا بچسبانید. حالا یک فرفره‌ی کاغذی دارید که به شکل آسیاب بادی است.
۸. سوزن را از وسط فرفره رد کنید و به پاک‌کن مداد فرو ببرید. (به شکل ۲-۶ نگاه کنید.) به فرفره فوت کنید و ببینید آزادانه می‌گردد یا نه.
۹. وقتی باد می‌آید، فرفره‌تان را بیرون ببرید. آن را به دیگران نشان دهید.



شکل ۳-۶

آسیاب بادی آماده‌ی بالا بردن اجسام



### برای مسئله حل کن‌ها

دو لیوان کاغذی یا پلاستیکی پیدا کنید که یکی از آن‌ها خیلی کوچک باشد. مداد را از لیوان بزرگ‌تر رد کنید تا تبدیل به پایه‌ای برای فرفره شود. یک سر نخ را با نوارچسب به سر دیگر مداد وصل کنید و به سر دیگر، لیوان کوچک‌تر را ببندید. (به شکل ۱-۶ نگاه کنید.) اگر به فرفره فوت کنید، نخ به دور مداد می‌پیچد و لیوان کوچک را بالا می‌آورد. از این به بعد به این فرفره آسیاب بادی می‌گوییم.

حالا وقت آن است که راه‌های دیگری برای جابه‌جا کردن چیزها با آسیاب بادی پیدا کنید. می‌توانید آسیاب بادی دیگری با طرحی متفاوت یا وسیله‌ای کاملاً متفاوت بسازید. فکرهایتان را با دیگران درمیان بگذارید و سعی کنید باهم چیزهایی یاد بگیرید.

راستی، انرژی باد از کجا می‌آید؟ سرچشمه‌ی آن را پیدا کنید.



## فعالیت ۷

### چگونه می‌توانید بیشترین انرژی گرمایی را از خورشید بگیرید؟

#### مواد و وسایل لازم

- سه ظرف شیشه‌ای دهانه گشاد مشابه
- مداد و کاغذ
- کاغذ سیاه
- ورق آلومینیومی
- نوار چسب
- سه دماسنج
- ماسه

#### روش کار

۱. سه ظرف دهانه گشاد را پر از ماسه کنید.
۲. دورتادور و سر یکی از ظرف‌ها را با کاغذ سیاه بپوشانید و کاغذ سیاه را با نوار چسب دور ظرف محکم کنید.
۳. دورتادور و سر دومین ظرف را با ورق آلومینیومی بپوشانید و ورق آلومینیومی را با چسب محکم کنید.

۴. سومین ظرف را بدون پوشش باقی بگذارید.

۵. دمایی را که روی دماسنج‌ها می‌خوانید، یادداشت کنید. مطمئن شوید که هر سه یک دما را نشان می‌دهند.

۶. هریک از دماسنج‌ها را در ماسه‌ی یکی از ظرف‌ها فروببرید. برای فروبردن آن‌ها در دو ظرفی که سرپوش دارند، سوراخی در سرپوش آن‌ها ایجاد کنید و دماسنج را از آن سوراخ وارد ظرف کنید.

۷. هر سه ظرف را در آفتاب بگذارید. همه باید به طور مساوی در معرض نور مستقیم خورشید باشند.

۸. به مدت دو ساعت هر پانزده دقیقه یک بار دمای هر سه دماسنج را نگاه کنید و بنویسید.

۹. دماها در مقایسه با هم چگونه‌اند؟ درباره‌ی اثر سطحی براق و سطحی سیاه در جذب انرژی خورشید چه می‌توانید بگویید؟

۱۰. ظرف‌ها را از زیر آفتاب بردارید و دوساعت دیگر به همان روش سابق به خواندن و یادداشت کردن دمای سه دماسنج ادامه دهید.

۱۱. دمای سه دماسنج چگونه تغییر کردند؟ درباره‌ی اثر سطح سیاه و سطح براق دراز دست دادن انرژی چه می‌توانید بگویید؟

#### برای مسئله حل‌کن‌ها

در اینجا چند راه دیگر برای مقایسه‌ی اثر رنگ بر جذب گرما توصیه می‌شود که می‌توانید آن‌ها را بیازمایید. دماسنجی را در بشقابی کاغذی بگذارید و ورق کاغذ سیاه روی آن قرار دهید. همین کار را با دماسنجی دیگر و کاغذ سفید انجام دهید و دماسنج سوم را با ورق آلومینیومی بپوشانید. در روزی گرم و آفتابی آن‌ها را زیر آفتاب مستقیم قرار دهید. پس از نیم ساعت، دمای دماسنج‌ها را بخوانید و بنویسید. بعد این کار را یک ساعت دیگر انجام دهید.

## فعالیت ۸

### چه نوع انرژی دیگری با نور خورشید همراه است؟

(با نظارت معلم انجام شود.)

#### مواد و وسایل لازم

- دو ذره‌بین
- یک ورق کاغذ
- کاسه‌ی بلور

#### روش کار

۱. از معلمتان بپرسید که این فعالیت را کجا انجام دهید. به جایی با آفتاب شدید و بدون باد نیاز دارید.
۲. کاغذ را مچاله کنید و در کاسه قرار دهید.
۳. ذره‌بین را بین خورشید و کاغذ بگیرید تا پرتو نور، روی کاغذ متمرکز شود.
۴. توجه کنید که وقتی ذره‌بین را به کاغذ دور و نزدیک می‌کنید، لکه نوری که روی کاغذ افتاده است، کوچک‌تر و بزرگ‌تر می‌شود. همچنین توجه کنید که هرچه کوچک‌تر می‌شود، درخشان‌تر هم می‌شود.
۵. فاصله‌ی ذره‌بین و کاغذ را به گونه‌ای تنظیم کنید که لکه‌ی نور، بسیار کوچک و درخشان شود.
۶. ذره‌بین را حدود یک سانتی‌متر عقب ببرید و کاغذ را تماشا کنید.

اگر در جایی سردسیر زندگی می‌کنید، چند ورق کاغذ با رنگ‌های مختلف را در کنار هم روی برف، زیر آفتاب قرار دهید. از کاغذ سیاه، کاغذ سفید و ورق آلومینیومی که همه به یک اندازه باشند، استفاده کنید. اگر می‌خواهید کاغذهای رنگی را هم به همین روش به کار ببرید. آن‌ها را در یک ردیف کنار هم بگذارید تا نور خورشید به طور مساوی به همه بتابد. پس از یک ساعت، برف زیر کاغذها را نگاه کنید و ببینید چه قدر آب شده است. پس از دوساعت این بررسی را تکرار کنید.

نتایج به دست آمده را با کلاستان درمیان بگذارید.



## فعالیت ۹

### وقتی مولکول‌ها گرم شوند، چگونه رفتار می‌کنند؟

(معلم اجرا کند و نمایش دهد.)

#### مواد و وسایل لازم

- گچ یا نوارچسب کاغذی

#### روش کار

۱. از چند دانش‌آموز بخواهید که دورهم جمع شوند و درجایی بایستند.
۲. با گچ یا نوارچسب کاغذی دور این گروه، مرزی بکشید. بین این مرز و گروه حدود ده- دوازده سانتی‌متر فاصله بگذارید.
۳. از دانش‌آموزان بخواهید که به آرامی دور بگردند. همه باید پیوسته در حرکت باشند ولی هیچ‌کس سریع راه نرود و یکدیگر را هل ندهند و نکشند. آنان باید سعی کنند در محدوده‌ی میان مرز بمانند.
۴. حالا به اعضای این گروه بگویید سریع‌تر حرکت کنند. در این مرحله نیز باید در محدوده‌ی مرز بمانند.
۵. از اعضای گروه بخواهید سرعت حرکتشان را بیشتر کنند و این افزایش سرعت را تاجایی ادامه دهند که دیگر نتوانند درون مرز باقی بمانند.
۶. درباره‌ی این‌که با افزایش سرعت چه اتفاقی در گروه می‌افتد، بحث کنید. بپرسید که این اتفاق چه شباهتی با حرکت مولکول‌ها در صورت افزایش دما دارد.

۷. آیا تغییری در وضع کاغذ می‌بینید؟ اگر می‌بینید، چیست؟ آیا می‌توانید دلیلش را توضیح دهید؟ چه نوع انرژی باعث این رویداد می‌شود؟
۸. فکر می‌کنید اگر از دو ذره‌بین برای تمرکز نور روی کاغذ استفاده کنید، چه اتفاقی می‌افتد؟ امتحان کنید.

#### شکل ۸-۱

ذره بین با ورق کاغذ در کاسه



### برای مسئله حل کن‌ها

تا به حال متوجه شده‌اید که بازکردن در ظرف‌های ترشی و مربا برای نخستین بار چه قدر سخت است؟ روی آن آب داغ بریزید و بعد سعی کنید بازش کنید. آیا باز کردنش آسان‌تر شد؟ فکر می‌کنید دلیلش چیست؟

چرا پیاده‌روها در فواصل نزدیک به یک متری درزهایی دارند؟ درباره‌ی درزهایی انبساطی تحقیق کنید. ببینید آیا روی پل‌ها یا روگذر خیابان‌ها درزهایی انبساطی را پیدا می‌کنید. چرا پل‌ها این گونه درزها را دارند؟ سعی کنید در ساختمان‌های بزرگ درزهایی انبساطی پیدا کنید.

اگر مکانیکی را می‌شناسید، از او بپرسید چرا گاهی بولبرینگ را وقتی خیلی گرم است به محور میان دوچرخ وصل می‌کنند.



### فعالیت ۱۰

## وقتی جامدی گرم و سرد می‌شود، چه تغییری می‌کند؟

(با نظارت معلم انجام شود.)

### مواد و وسایل لازم

- سیمی به طول یک متر
- میخ بزرگ یا پیچ کوچک
- شمع
- کبریت

### روش کار

۱. یک سر سیم را دور میخ بپیچید و سر دیگر را به جایی مهار کنید. سیم را طوری تنظیم کنید که میخ آزادانه نوسان کند ولی روی زمین یا میز نیفتد.
۲. شمع را روشن کنید و با آن سیم را گرم کنید.
۳. میخ را مشاهده کنید. چه اتفاقی افتاد؟
۴. شمع را بردارید و بگذارید سیم سرد شود.
۵. میخ را مشاهده کنید. چه اتفاقی افتاد؟
۶. درباره‌ی اثر گرما روی مواد جامد چه می‌توانید بگویید؟



## فعالیت ۱۱

### وقتی مایعی گرم می‌شود، چه تغییری می‌کند؟

#### مواد و وسایل لازم

- ظرف شیشه‌ای گردن باریک با درپوش لاستیکی سوراخ دار
- لوله‌ی باریک توخالی شیشه‌ای یا پلاستیکی شفاف
- ماژیک، کش حلقه‌ای یا چسب کاغذی
- آب

#### روش کار

۱. ظرف شیشه‌ای را پر از آب سرد کنید.
۲. لوله‌ی باریک را از سوراخ درپوش لاستیکی بگذرانید.
۳. درپوش را روی ظرف شیشه‌ای بگذارید. وقتی درپوش را فشار می‌دهید، نباید هوایی زیر آن بماند، و آب باید قدری در لوله‌ی بالای درپوش (نه بیش از نیمه‌ی آن) بالا بیاید.
۴. سطح آب درون لوله را با ماژیک یا کش حلقه‌ای یا چسب کاغذی روی لوله علامت بزنید.
۵. ظرف را روی لبه‌ی پنجره‌ای زیر آفتاب بگذارید.
۶. به مدت دو ساعت هر چند دقیقه یک بار سطح آب درون لوله را نگاه کنید.
۷. به تدریج که آب زیر آفتاب گرم می‌شود، سطح آب درون لوله چه تغییری

می‌کند؟

۸. ظرف را از زیر آفتاب بردارید و در جایی خنک بگذارید.
۹. بازهم هر چند دقیقه یک بار سطح آب درون لوله را نگاه کنید.
۱۰. با سرد شدن آب در سطح آب درون لوله چه تغییری رخ داد؟
۱۱. درباره‌ی اثر تغییر دما روی مایع‌ها چه می‌توانید بگویید؟

#### برای مسئله حل‌کن‌ها

اگر در روزی گرم، راننده‌ای به پمپ بنزین برود و باک اتومبیلش را کاملاً پر کند، بعد اتومبیل را درجایی زیر آفتاب پارک کند، گاهی در باک بیرون می‌پرد و بنزین بیرون می‌ریزد. با درنظر گرفتن فعالیت بالا آیا می‌توانید علت سرریز شدن بنزین را توضیح دهید؟ احتمالاً مسئول پمپ بنزین محله‌ی شما حاضر است با شما در این‌باره گفت‌وگو کند و به پرسش‌هایتان پاسخ دهد. همچنین هر راننده‌ی حرفه‌ای با تجربه‌ای می‌تواند در این‌باره با شما گفت‌وگو کند.

### برای مسئله حل کن‌ها

بادکنکی را باد کنید و با نخ‌ی دور آن را اندازه بگیرید. نخ را علامت بزنید تا اندازه‌ی دور بادکنک روی آن مشخص شود. بادکنک را چند دقیقه در نزدیکی یک دودکش یا بخاری قرار دهید. بعد با همان نخ به روش قبل دور بادکنک را اندازه بگیرید. آیا تغییر کرده است؟ می‌توانید توضیح دهید که چرا؟

درباره‌ی بالون هوای گرم تحقیق کنید. چرا در هوا بالا می‌روند؟ چرا دوباره پایین می‌آیند؟ خلبانان بالون معمولاً بالونهایشان را در هوای خنک صبح زود به پرواز درمی‌آورند یا در گرمای بعدازظهر؟ چرا؟



### فعالیت ۱۲

## وقتی گازی گرم و سرد شود، چه تغییری می‌کند؟

### مواد و وسایل لازم

- ظرف شیشه‌ای گردن باریک با درپوش لاستیکی سوراخ دار
- لوله‌ی باریک توخالی شیشه‌ای یا پلاستیکی شفاف
- آب

### روش کار

۱. مقدار کمی آب در ته ظرف بریزید.
۲. لوله را درون درپوش لاستیکی فرو کنید.
۳. درپوش را در ظرف فرو کنید. ته لوله‌ی باریک باید در آب قرار گیرد.
۴. به سطح آب در لوله توجه کنید.
۵. ظرف را روی لبه‌ی پنجره زیر آفتاب بگذارید.
۶. به مدت حداقل نیم ساعت، هر سه چهار دقیقه سطح آب را نگاه کنید.
۷. با گرم شدن آب درون ظرف در زیر آفتاب، سطح آب چه تغییری می‌کند؟ چرا؟
۸. ظرف را از زیر آفتاب بردارید و درجایی خنک قرار دهید.
۹. باز هم هر چند دقیقه یک بار سطح آب درون لوله را بررسی کنید.
۱۰. با سرد شدن هوا سطح آب درون لوله چه تغییری کرد؟ چرا؟
۱۱. درباره‌ی اثر تغییر دما روی گازها چه می‌توانید بگویید؟

۶. با لمس کردن میخ، چه تغییری در آن حس می‌کنید؟ در این باره چه می‌توانید بگویید؟

### برای مسئله حل‌کن‌ها

دست‌هایتان را محکم و تند به هم بمالید. آیا تغییر دما را احساس می‌کنید؟ این کار با فعالیتی که با میخ انجام دادید، چه شباهتی دارد؟



## فعالیت ۱۳

### وقتی میخی در چوب فرو می‌رود، چه تغییری می‌کند؟

(بانظارت معلم انجام شود.)

#### مواد و وسایل لازم

- چکش
- میخی به طول حداقل ۵ سانتی‌متر
- تکه چوبی به ضخامت حداقل ۴ سانتی‌متر
- سطحی محکم برای زیر چوب

#### روش کار

۱. تکه چوب را روی سطحی صاف و محکم مثل تکه چوبی دیگر، دسته‌ای روزنامه یا زمین اسفالت قرار دهید.
۲. میخ را چکش بزنید تا حداقل ۲/۵ سانتی‌متر در چوب فرو رود. آن را تا ته در چوب فرو نکنید.
۳. به محض این‌که چکش زدنتان تمام شد، میخ را لمس کنید. چه تغییری احساس می‌کنید؟
۴. با سر میخ‌کش چکش، میخ را از تخته بیرون بیاورید.
۵. به محض این‌که میخ از چوب بیرون آمد، دوباره آن را لمس کنید.



## فعالیت ۱۴

### انرژی صوت چگونه می تواند چیزی را به حرکت وادارد؟

مواد و وسایل لازم

- دو گیتار

روش کار

۱. دو گیتار را مانند هم کوک کنید.
۲. دو گیتار را به فاصله‌ی ۵ تا ۱۰ سانتی متر روبه روی هم بگذارید.
۳. تارهای یکی از گیتارها را به صدا درآورید. پس از دوسه ثانیه با قرار دادن دستتان روی تارهای گیتاری که به صدا در آورده‌اید، صدای آن را خاموش کنید.
۴. با دقت به صدای گیتار دیگر گوش کنید.
۵. چه می شنوید؟ چگونه این اتفاق افتاد؟



## فعالیت ۱۵

### آهن ربا چگونه کار می کند؟

مواد و وسایل لازم

- آهن ربا
- گلوله یا جسم کوچک فولادی

روش کار

۱. آهن ربا را روی میز بگذارید.
۲. گلوله‌ی فلزی را در فاصله‌ی ۲-۳ سانتی متری سر آهن ربا قرار دهید.
۳. گلوله‌ی فلزی را رها کنید.
۴. چه اتفاقی افتاد؟
۵. کار چیست و درگام ۳ کار چگونه انجام شد؟

### برای مسئله حل کن ها

چند نوع آهن ربا پیدا کنید. پیش بینی کنید که کدام قوی ترین و کدام ضعیف ترین است و آن ها را طبق پیش بینی تان از قوی ترین تا ضعیف ترین بچینید. بعد فعالیت بالا را ادامه دهید و قدرت آهن رباها را با هم مقایسه کنید. کدام یک گلوله‌ی فولادی را از فاصله‌ی دورتری جذب می کند؟

آیا پیش بینی های شما درست بود؟ قدرت آهن رباها را با اندازه شان مقایسه کنید. آیا آهن رباهای بزرگ تر همیشه قوی تر از آهن رباهای کوچک ترند؟



## فعالیت ۱۶

### گرانش چه اثری بر اجسام سنگین و سبک می گذارد؟

به خانه ببرید و با خانواده و دوستانتان انجام دهید.



#### مواد و وسایل لازم

- کتاب بزرگ
- کتاب کوچک
- کاغذ گلوله شده
- مداد
- مدادپاک کن
- گیره‌ی کاغذ
- کاغذ

#### روش کار

۱. کتاب بزرگ را به یک دست و کتاب کوچک را به دست دیگر بگیرید.
۲. هم‌زمان دو کتاب را رها کنید، ولی قبل از آن پیش‌بینی کنید که کدام یک سریع‌تر سقوط می‌کند. از یک نفر دیگر بخواهید نگاه کند که کدام کتاب زودتر به زمین می‌رسد.

۳. انداختن کتاب را سه بار تکرار کنید تا از نتایجتان مطمئن شوید.

۴. کدام کتاب زودتر به زمین رسید؟ کتاب کوچک یا بزرگ؟

۵. مداد و کاغذ را هم به همین روش مقایسه کنید. ابتدا پیش‌بینی کنید که کدام یک زودتر می‌افتد.

۶. اجسام مختلف را دوتا دوتا با هم مقایسه کنید. در هر مورد، پیش‌بینی کنید که کدام یک زودتر به زمین می‌رسد، بعد آن‌ها را سه بار دیگر هم به زمین بیندازید تا از نتایجتان مطمئن شوید.

۷. از تمام اجسامی که آزمایش کردید، کدام سریع‌تر سقوط کرد؟ کدام یک کندتر؟

۸. توضیح دهید که طبق نتایج شما نیروی گرانش چه نقشی در سرعت سقوط اجسام دارد. سرعت سقوط اجسام در مقایسه با هم چگونه است؟

۹. سرعت سقوط کاغذ گلوله شده را با کاغذی که به طور افقی سقوط می‌کند، مقایسه کنید.

۱۰. سرعت سقوط دو ورق کاغذ را که یکی به طور افقی و دیگری به طور عمودی پایین می‌روند، مقایسه کنید.

۱۱. سرعت سقوط کاغذ گلوله شده را با ورق کاغذی که به‌طور عمودی سقوط می‌کند، مقایسه کنید.

۱۲. درباره‌ی مشاهداتان در گروهتان بحث کنید.

#### برای مسئله حل‌کن‌ها

در دانش‌نامه‌ها و منابع دیگر درباره‌ی نیروی گرانش مطالعه کنید. آیا می‌توانید بفهمید که چه چیزی باعث نیروی گرانش می‌شود؟ یک جسم تا چه حد باید بزرگ باشد تا اجسام دیگر را به سمت خود بکشد؟ دانشمندان چه قدر درباره‌ی گرانش می‌دانند؟



شکل ۱-۱۷

شمعی که در هر دو سر می‌سوزد در حال تعادل بین دو لیوان



## فعالیت ۱۷

### وقتی شمعی را از دو سر روشن می‌کنید، چه اتفاقی می‌افتد؟

(معلم اجرا کند و نمایش دهد.)

#### مواد و وسایل لازم

- شمع
- کبریت
- خلال دندان
- دو لیوان شیشه‌ای

#### روش کار

۱. شمعی را تهیه کنید که در دو سر فتیله داشته باشد تا بتوان آن را از دو سر روشن کرد.
۲. با فرو کردن یک یا دو خلال دندان در وسط شمع، چنان که در شکل ۱-۱۷ می‌بینید، آن را روی دو لیوان به تعادل درآورید. لازم نیست کاملاً متعادل باشد.
۳. پیش‌بینی کنید که اگر دو سر شمع را روشن کنید، چه اتفاقی می‌افتد.
۴. دو سر شمع را روشن کنید. چند دقیقه آن را مشاهده کنید. چه اتفاقی افتاد؟
۵. در این باره فکر کنید و آن را تا جایی که می‌توانید با دلیل و به روشنی توضیح دهید. فکرهای خود را با اعضای دیگر گروهتان در میان بگذارید.





## فعالیت ۱۸

### گرانیگاه چیست؟



به خانه ببرید و با خانوادۀ و دوستانتان انجام دهید.

#### مواد و وسایل لازم

- خطکش یک متری
- نخ
- صندلی
- چند کتاب

#### روش کار

۱. خطکش را پشت صندلی به حالت تعادل در آورید. خطکش روی گرانیگاه‌اش که باید در حوالی علامت ۵۰ سانتی‌متر باشد، به تعادل درمی‌آید. جایی از پشت صندلی را که خطکش روی آن به تعادل درمی‌آید، تکیه‌گاه می‌گویند.
۲. دو کتاب یکسان را بردارید و دور هریک تکه نخی ببیچید.
۳. در سر دیگر هر تکه حلقه‌ای ایجاد کنید و حلقه‌ها را دور دو سر مخالف خطکش بیندازید. وقتی کتاب‌ها به دو سر خطکش آویخته باشند، گرانیگاه آن کجاست؟ (همان تکیه‌گاه قبلی را برای ایجاد تعادل در نظر بگیرید.)
۴. به جای یکی از کتاب‌ها، کتابی کوچک‌تر بگذارید. در این حالت که دو کتاب با

اندازه‌های متفاوت به دو سر خطکش آویخته‌اند، گرانیگاه خطکش کجاست؟

۵. کتاب کوچک را با کتابی بزرگ‌تر عوض کنید. حالا گرانیگاه خطکش کجاست؟
۶. وقتی جسمی کوچک با جسمی بزرگ به تعادل درمی‌آید، درباره‌ی گرانیگاه مجموع آن‌ها چه می‌توانید بگویید؟ هنگام توضیح دادن، الاکلنگ را به عنوان مثال در نظر بگیرید.

#### برای مسئله حل‌کن‌ها

تا به حال آویزهای تزئینی را دیده‌اید؟ منظور مجموعه‌ای از اجسام کوچک مانند عروسک یا شکل‌های زیباست که با نخ به هم و به تکه‌ای سیم یا قابی سبک می‌آویزند و از سقف یا آستانه‌ی در آویزان می‌کنند. سعی کنید یکی از آن‌ها را بسازید تا بفهمید چه چیزی در ایجاد تعادل در این مجموعه اهمیت دارد. اگر نمی‌دانید این آویزها چه شکلی‌اند، از معلم، والدین یا دوستانتان بپرسید.

۷. گام‌های ۱ و ۲ را تکرار کنید. هنگام برداشتن مداد به حرکات خود توجه کنید. توضیح دهید که در گام ۵ از نظر گرانیگاه چه اتفاقی افتاد.

### برای مسئله حل کن‌ها

این فعالیت را با اعضای خانواده و دوستانتان تکرار کنید. مداد را با سکه یا اسکناس عوض کنید. آیا می‌توانید کسی را پیدا کنید که بدون شکستن قوانین این فعالیت، اجسام را از روی زمین بردارد؟



## فعالیت ۱۹

### گرانیگاه شما کجاست؟

به خانه ببرید و با خانواده و دوستانتان انجام دهید.



### مواد و وسایل لازم

- مداد یا اجسام کوچک

### روش کار

۱. مداداتان را روی زمین بگذارید.
۲. بدون آنکه کف پایتان را از زمین بردارید و آن‌ها حرکت دهید و زانوهایتان را خم کنید، آن را از زمین بردارید.
۳. جلو دیواری بایستید و پشتتان را به دیوار تکیه دهید، به طوری که پاشنه‌های پایتان با دیوار تماس داشته باشد.
۴. مداداتان را جلو پایتان روی زمین بیندازید.
۵. بازهم بدون حرکت دادن کف پا یا خم کردن زانوها، سعی کنید مداداتان را از روی زمین بردارید. برای حفظ تعادل دستتان را به جایی نگیرید یا به چیزی تکیه ندهید.
۶. چه شد؟ چرا؟



## فعالیت ۲۰

### چگونه می‌توانید چند میخ را روی یک میخ به تعادل درآورید؟



به خانه ببرید و با خانواده و دوستانتان انجام دهید.

#### مواد و وسایل لازم

- پایه‌ی چوبی با سوراخی در وسط
- چند میخ سرتخت

#### روش کار

۱. این فعالیت را می‌توانید به صورت یک تردستی برای خانواده و دوستانتان اجرا کنید. ابتدا از آنان بخواهید که آن را انجام دهند و وقتی نتوانستند، نشان دهید که چه قدر باهوش و زرنگید!
۲. میخی را (که به آن شماره‌ی ۱ می‌گوییم)، در سوراخ تخته فرو کنید.
۳. میخی دیگر (شماره‌ی ۲) را روی پایه بگذارید.
۴. بقیه‌ی میخ را به گونه‌ای روی میز بگذارید که نوک هر یک در جهت مخالف میخ مجاورش باشد. بعد سر آن‌ها را روی میخ شماره‌ی ۲ قرار دهید.
۵. آخرین میخ را در بین سرهای میخ‌های دیگر، روی میخ شماره‌ی ۲ قرار دهید.
۶. سر و ته میخ شماره‌ی ۲ و میخ آخر را در دست بگیرید و با احتیاط بلند کنید.

اگر آن‌ها را با دقت چیده باشید، میخ‌های دیگر هم با این دو بلند می‌شوند.

۷. حالا کل مجموعه را با احتیاط روی میخ شماره‌ی ۱ به تعادل درآورید.



شکل ۱-۲۰

میخ‌ها در حال تعادل



#### برای مسئله حل‌کن‌ها

در فعالیت ۱۸ و ۱۹ درباره‌ی گرانیگاه چیزهایی یاد گرفتید. نقش گرانیگاه در ایجاد تعادل این میخ‌ها چیست؟ چرا میخ‌های آویزان کل مجموعه را واژگون نمی‌کنند؟

آیا تا به حال یک بندباز را دیده‌اید؟ بندبازها معمولاً تیری را با خود روی بند حمل می‌کنند. می‌توانید شباهتی بین آن و میخ‌های فعالیت بالا پیدا کنید؟ کمی درباره‌ی بندبازها تحقیق کنید و ببینید چگونه تعادل خود را حفظ می‌کنند.



## فعالیت ۲۱

### لختی چیست؟

#### مواد و وسایل لازم:

- دوصندلی
- جاروی دسته بلند
- چهار تکه نخ هریک به طول حدود ۴۵ سانتی‌متر
- دو قطعه سنگ (یا هرورنه‌ی دیگر) هریک به وزن ۱ کیلوگرم

#### روش کار

۱. جارو را روی پشتی دوصندلی (یا هر تکیه‌گاه دیگری) بگذارید.
۲. دو تکه نخ را به فاصله‌ی تقریباً ده- دوازده سانتی‌متر از هم به دم جارو ببندید.
۳. هریک از دو قطعه سنگ یا وزنه‌ها را به ته یکی از تکه‌های نخ ببندید. فاصله‌ی سنگ‌ها از دسته‌ی جارو باید بیشتر از ده سانتی‌متر باشد.
۴. هر یک از دو تکه نخ باقیمانده را به یکی از سنگ‌ها ببندید. سردیگر این نخ‌ها باید آزاد و از سنگ‌ها آویخته باشند.
۵. یکی از نخ‌های پایینی را بگیرید و آهسته ولی محکم بکشید تا یکی از نخ‌ها پاره شود.
۶. نخ دیگر پایینی را بگیرید و به سرعت و محکم بکشید تا یکی از نخ‌ها پاره شود.

۷. وقتی نخ پایینی را آهسته کشیدید، کدام نخ پاره شد؟ نخ بالایی یا نخ پایینی؟ وقتی نخ را به سرعت کشیدید، کدام نخ پاره شد؟ نخ پایینی یا بالایی؟
۸. با مقداری نخ جدید فعالیت را تکرار کنید تا نتایج‌تان تأیید شود.

### برای مسئله حل‌کن‌ها

نقطه‌ای (هدفی) را روی پیاده‌رو یا کف اتاق در نظر بگیرید. به سوی آن بروید و پایتان را درست روی آن بگذارید و همانجا بایستید. برگردید و این بار به سوی هدف بدوید و درست روی آن توقف کنید و بایستید. دوباره برگردید و این بار با آخرین سرعت به سوی آن بدوید و بدون این که در نزدیکی آن سرعت خود را کم کنید، پایتان را دقیقاً روی آن بگذارید و بایستید. لختی چه اثری روی ایستادن شما می‌گذارد؟

درباره‌ی کمربندهای ایمنی فکر کنید. چرا استفاده از آن‌ها در خودرو در حال حرکت مهم است؟ لختی چه ربطی به لزوم بستن کمربند ایمنی دارد؟

چرا زمین و سیارات دیگر به جای این که تحت تأثیر گرانش خورشید به سوی آن کشیده شوند، در مدارشان به دور خورشید می‌مانند؟ فکر می‌کنید لختی در این مورد چه اثری دارد؟

## فعالیت ۲۳



### در خانه چه قدر انرژی را درست مصرف می کنید؟

مواد و وسایل لازم:

- مداد و کاغذ

#### روش کار

۱. آیا با احتیاط انرژی مصرف می کنید؟ با استفاده از فهرست وارسی زیر ببینید شما و اعضای خانواده تان تا چه حد در مصرف انرژی دقت و صرفه جویی می کنید. شاید مایل باشید موارد دیگری را به این فهرست اضافه کنید.
- الف) وقتی لباس می شوید، به جای آب داغ از آب گرم استفاده می کنید یا آب سرد؟
- ب) آیا برای افزایش کارایی وسایل گرمایش و سرمایش، پرده ها و کرکره ها را زمانی که گرما لازم است، باز می کنید تا نور خورشید به درون اتاقها بتابد و وقتی هوا گرم است، آنها را می بندید تا از ورود گرما جلوگیری کنید؟
- پ) آیا دستگاه تهویه مطبوع و فر را با ملاحظه استفاده می کنید؟
- ت) آیا فیلترهای دستگاه های گرمایش و سرمایش را منظمآ تمیز و عوض می کنید تا دستگاهها با بالاترین بازده کار کنند؟
- ث) آیا جلوی دودکشها و هواکشهای خانه را چیزی نگرفته است؟
- ج) اگر بخاری دیواری دارید، وقتی روشن نیست، دریچه هوای روی دودکش آن بسته است؟

## فعالیت ۲۲



### نیروی گریز از مرکز چیست؟

مواد و وسایل لازم

- لوله ی کوچکی به طول ۱۰ سانتی متر
- تکه نخ به طول ۱ متر
- دو مداد پاک کن (یا وزنه ی کوچک دیگر)

#### روش کار

۱. نخ را از درون لوله رد کنید.
۲. به هر سر نخ یکی از مدادپاک کنها (یا وزنهها) را ببندید.
۳. لوله را عمودی نگه دارید و آن را طوری دور بچرخانید که وزنه ی بالایی دور بچرخد.
۴. وزنه را سریعتر بچرخانید. مراقب باشید کسی در نزدیکی آن نباشد. تمایل وزنه ی بالایی برای حرکت به سوی خارج را نیروی گریز از مرکز می گویند.
۵. سرعت چرخش را تغییر دهید، وزنه را کندتر یا تندتر بچرخانید و وزنه ی پایینی را نگاه کنید.
۶. وقتی سرعت چرخش را کم و زیاد می کنید، وزنه ی پایینی چه می شود؟ درباره ی این سرعت و اثرش بر نیروی گریز از مرکز چه می توانید بگویید؟

# ماشین‌های ساده

- چ) آیا لامپ‌ها را فقط در صورت لزوم روشن می‌کنید؟
- ح) آیا وقتی از وسایل برقی استفاده نمی‌کنید، آن‌ها را از برق می‌کشید؟
- خ) آیا در یخچال را بلافاصله پس از استفاده می‌بندید؟
- د) آیا لاستیک درزگیر دور در یخچال محکم است تا خوب بسته شود؟
- ذ) آیا درها و پنجره‌ها محکم بسته شده‌اند تا جلو جریان تند هوا گرفته شود؟ آیا درزگیرها و بتونه‌های دور پنجره‌ها وضعیت خوبی دارند؟
۲. پس از اتمام این واری، نتایج خود را با اعضای خانواده در میان بگذارید تا ببینید برای صرفه جویی در انرژی، در خانه چه کارهایی باید انجام دهید.

## برای مسئله حل‌کن‌ها

ببینید کدام موارد فهرست واری در مدرسه هم به کار می‌آید. با استفاده از این فهرست واری یا فهرستی دیگر که خودتان تهیه خواهید کرد تحقیق کنید در مدرسه‌ی شما چه قدر در مصرف انرژی دقت می‌شود. ممکن است پیشنهادهایی برای بهبود آن داشته باشید. اگر ترجیح می‌دهید در گروه کار کنید، برای این کار گروهی تشکیل دهید. بعد نامه‌ای به مدیر یا سرایدار مدرسه بنویسید و در آن نتایج بررسی و پیشنهادهای خود را بیاورید. در بسیاری از موارد، مدیر و سرایدار بهترین افرادی هستند که می‌توانید این موارد را با آن‌ها در میان بگذارید.



### شکل الف

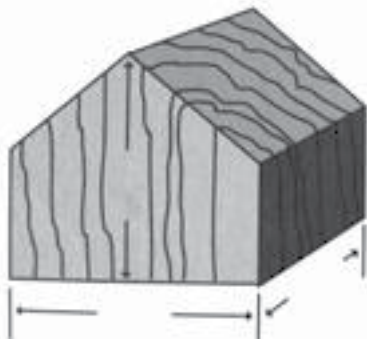
اهرم با پنج نقطه‌ی علامت‌گذاری شده و دو قلاب



دو قلابی که به دو سوی اهرم نصب شده‌اند، برای آویزان کردن ترازوهای فنری‌اند. تکیه‌گاه‌ها که ارتفاع آن‌ها از ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر است، باید از مکعبی به ضلع ۱۰ سانتی‌متر به شکل گوه بریده شوند (شکل ب). تکه چوب‌هایی را که به این منظور به کار می‌روند، می‌توان از نجاری‌ها به قیمتی ناچیز یا رایگان تهیه کرد.

### شکل ب

تکیه‌گاه به ضلع ۱۰ سانتی‌متر



## به معلمان

درک ماشین‌های ساده چشم ما را به روی دنیای پیرامونمان باز می‌کند. تمام ماشین‌ها، چه ساده و چه پیچیده، از ترکیب‌های مختلف شش ماشین ساده ساخته شده‌اند. گاه استفاده از آن‌ها بسیار خلاقانه و منحصر به فرد است، ولی باز همان شش ماشین به کار رفته‌اند. دانش‌آموزان پس از انجام دادن چند فعالیت این بخش، از به کار بردن دانش جدیدشان در شناسایی ماشین‌های ساده‌ای که در ساختن وسایل و دستگاه‌های خانگی و متداول چون بیلچه، هم‌زن تخم‌مرغ، دوچرخه، خودرو و امثال آن به کار رفته‌اند، لذت خواهند برد.

این بخش به ویژه به کشف اصول علمی اختصاص یافته است. دانش‌آموزان می‌توانند بیشتر فعالیت‌ها را به تنهایی بدون خطر انجام دهند.

برای بیشتر فعالیت‌های مرتبط با اهرم‌ها، تخته‌ای به ابعاد ۱ متر در ۱۰ سانتی‌متر به ضخامت ۲-۳ سانتی‌متر مناسب است. برای بعضی دیگر باید جنسی سبک‌تر مثل تخته سه‌لا به ضخامت ۱ سانتی‌متر را به کار برد.

توصیه می‌شود اهرم‌های خود را با علامت‌گذاری پنج نقطه با فواصل مساوی، چنان که در شکل الف نشان داده شده است، آماده کنید.



## فعالیت ۱

### وقتی دست‌هایتان را به هم می‌مالید، چه می‌شود؟

(با کمک معلم انجام شود.)

به خانه ببرید و با خانواده و دوستانتان انجام دهید.



### مواد و وسایل لازم

- هیچ

### روش کار

۱. چند ثانیه به سرعت دست‌هایتان را به هم بمالید.
۲. در دست‌هایتان چه حس می‌کنید؟
۳. این کار را تکرار کنید. بعد به سرعت دست‌هایتان را روی گونه‌هایتان بگذارید.
۴. حالا در دست‌ها و گونه‌هایتان چه حس می‌کنید؟

## نکاتی درباره‌ی پایه‌های اول دبستان

فعالیت‌های ۱ تا ۶ را به آسانی می‌توان برای دانش‌آموزان سال‌های نخستین دبستان مناسب ساخت. در فعالیت‌های دیگر می‌توان به این منظور گام‌های مربوط به کشیدن جدول و نمودار و ریاضیات را حذف کرد. کودکان خردسال با کار کردن با ماشین‌های ساده و دیدن طرز کار آن‌ها می‌توانند مفهوم «ماشین‌ها کارها را ساده تر می‌کنند» را درک کنند. از این کودکان بخواهید در توضیح‌های خود به جای مقایسه‌ی ریاضیاتی از واژه‌های «آسان‌تر» و «سخت‌تر» استفاده کنند. کودکانی که قبلاً با الاکلنگ و فرغون بازی کرده‌اند، با انجام دادن این فعالیت‌ها مشاهدات قبلی خود را به وضوح درک خواهند کرد.

## نکاتی درباره‌ی دوره‌ی راهنمایی تحصیلی

فعالیت‌های این بخش به طور مستقیم با فصل ۶ کتاب علوم تجربی سوم راهنمایی و تا حدی با بخش دوم کتاب علوم تجربی سال اول راهنمایی ارتباط دارند. در اکثر این فعالیت‌ها مهارت‌های لازم در زمینه‌ی استفاده از ابزار، ثبت و گزارش اطلاعات در سطحی‌اند که بیشتر از دانش‌آموزان دوره‌ی راهنمایی برمی‌آید تا دانش‌آموزان دبستانی. از فعالیت‌های این بخش، به ویژه بخش‌های «برای مسئله حل‌کن‌ها» می‌توان برای پروژه‌های تحقیقی و نمایشگاهی استفاده کرد.



یک آچار پیچ‌گوشتی نسبتاً بزرگ پیدا کنید. سر آن را- آن سر را که در شکاف پیچ فرو می‌رود- در دست بگیرید و نگه دارید. بعد انگشتانتان را خیس کنید و دوباره سر آن را در دست نگه دارید. آیا نگه داشتن سر آن به همان آسانی بار قبل است؟ حالا دست‌هایتان و سر آچار را خشک کنید و لای انگشتانتان کمی روغن بمالید و دوباره سعی کنید سر آچار را در دستتان نگه دارید. حالا چه تفاوتی احساس می‌کنید؟ می‌توانید دلیل این تفاوت را توضیح دهید؟



## فعالیت ۲

### مواد لیزکننده چه اثری بر اصطکاک می‌گذارند؟

(با کمک معلم انجام شود.)

به خانه ببرید و با خانواده و دوستانتان انجام دهید.



#### مواد و وسایل لازم

- تشت آب یا لگن ظرفشویی

#### روش کار

۱. مثل فعالیت ۱، ۵ دست‌هایتان را به سرعت به هم بمالید.
۲. در دست‌هایتان چه حس می‌کنید؟
۳. حالا دست‌هایتان را در آب فرو کنید.
۴. تا وقتی دست‌هایتان خیس هستند، درآبره به سرعت آن‌ها را به هم بمالید.
۵. آیا در دست‌هایتان حس متفاوتی دارید؟ می‌توانید توضیح بدهید؟

#### برای مسئله حل‌کن‌ها

مقدار کمی روغن زیتون، کره یا کرم دست به دست‌هایتان بمالید و بعد فعالیت بالا را تکرار کنید. آیا حالا دست‌هایتان آسان‌تر به هم مالیده می‌شوند؟ مقدار گرمای دست‌هایتان بعد از مالش بیشتر می‌شود یا کمتر؟



### فعالیت ۳

## اصطکاک در آستانه‌ی حرکت با اصطکاک لغزشی چه تفاوتی دارد؟

به خانه ببرید و با خانواده و دوستانتان انجام دهید.



### مواد و وسایل لازم

- دو یا سه کتاب بزرگ
- نخ‌ی به طول ۲ متر
- ترازوی فنری (یا نیروسنج)

### روش کار

۱. با استفاده از نخ، کتاب‌ها را به هم ببندید و به صورت بسته‌ای درآورید.
۲. کتاب‌ها را روی میز یا زمین قرار دهید. قلاب ترازوی فنری را به نخ‌ی که کتاب‌ها را با آن بسته‌اید، گیر دهید.
۳. ترازوی فنری را در دست بگیرید و در حالی که به عقب‌یه‌ی آن نگاه می‌کنید، کتاب‌ها را با آن ۵۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر روی میز (یا زمین) بکشید.
۴. وقتی کتاب‌ها شروع به حرکت کردند، روی ترازو چه عددی را خواندید؟
۵. وقتی کتاب‌ها را با حرکتی یکنواخت روی میز می‌کشیدید، چه عددی را روی ترازو می‌خواندید؟

۶. این فعالیت را دوباره تکرار کنید و دقت کنید که کتاب‌ها را بدون توقف و با حرکتی یکنواخت روی میز بکشید.

۷. آیا مقدار نیروی لازم برای شروع حرکت کتاب‌ها (اصطکاک در آستانه‌ی حرکت) با نیرویی که برای کشیدن آن‌ها لازم داشتید، (اصطکاک لغزشی) یکی بود؟ اگر نه، کدام بیشتر بود؟

۸. برای آن‌که از نتایج به‌دست‌آمده مطمئن شوید، فعالیت را دوباره تکرار کنید.

۹. درباره‌ی یافته‌های خود با دیگران بحث و گفت‌وگو کنید.

### برای مسئله حل‌کن‌ها

فکر می‌کنید اگر به جای کتاب بزرگ‌تر در ته بسته‌ی کتاب، کتابی کوچک‌تر بود، اصطکاک همین می‌شد؟ اگر فکر می‌کنید که همین نمی‌شد، فکر می‌کنید در کدام حالت بیشتر می‌شد؟ به روش عملی تحقیق کنید تا به پاسخ برسید. مراحل تحقیق خود را تعیین کنید و درباره‌ی آن با معلمان یا کسی دیگر مشورت کنید. این مسئله را هم برای اصطکاک در آستانه‌ی حرکت و هم برای اصطکاک لغزشی حل کنید.

تحقیق خود را با مقایسه‌ی مالش اجسام مختلف روی یکدیگر ادامه دهید. فکر می‌کنید برای این که بسته کتاب شما روی میز آسان‌تر حرکت کند، زیر آن چه چیزی باید بگذارید. دست کم دو یا سه جنس مختلف را بیازمایید و فراموش نکنید آزمایش‌ها را هم برای اصطکاک در آستانه‌ی حرکت و هم اصطکاک غلتشی انجام دهید. نموداری برای نشان دادن نتایج خود رسم کنید.



## فعالیت ۴

### اصطکاک لغزشی بیشتر است یا اصطکاک غلتشی؟

به خانه ببرید و با خانواده و دوستانتان انجام دهید.



#### مواد و وسایل لازم

- دو یا سه کتاب بزرگ
- نخ به طول ۲ متر
- ترازوی فنری
- حداقل ۶ مداد با بدنه‌ی استوانه‌ای

#### روش کار

۱. کتاب‌ها را با نخ ببندید و به صورت یک بسته درآورید.
۲. بسته‌ی کتاب‌ها را روی میز یا زمین بگذارید.
۳. قلاب ترازوی فنری را به نخ‌ی که دور کتاب‌ها بسته‌اید، گیر دهید.
۴. ته ترازوی فنری را در دست بگیرید و در حالی که به عقربه‌ی آن نگاه می‌کنید، بسته‌ی کتاب را حدود ۲۵ تا ۵۰ سانتی‌متر روی میز (یا زمین) بکشید.
۵. مقدار نیرویی را که برای اصطکاک درآستانه‌ی حرکت و اصطکاک لغزشی لازم بود، بنویسید.
۶. مدادها را به فاصله‌ی ۵ تا ۸ سانتی‌متر کنار هم بگذارید.

۷. کتاب را در یک سر ردیف مدادها روی آن‌ها بگذارید.

۸. باز هم کتاب‌ها را با ترازوی فنری بکشید. در این حالت اصطکاک غلتشی ایجاد می‌شود. مقدار نیرویی را که برای اصطکاک درآستانه‌ی حرکت و اصطکاک غلتشی لازم بود، بنویسید.

۹. آیا مدادها نیرویی را که برای کشیدن کتاب‌ها روی میز لازم بود، تغییر دادند؟ اگر بله، تفاوت آن چه قدر بود؟

#### برای مسئله حل‌کن‌ها

این داده‌ها را به نموداری که در فعالیت ۳ رسم کردید، اضافه کنید.

پیش‌بینی کنید که اگر کتاب‌ها را روی یک تخته‌اسکیت بگذارید، مقدار نیرویی که برای کشیدن آن‌ها لازم است، با وقتی که مدادها زیر آن‌ها بود، یکی است یا نه. بعد کتاب‌ها را روی تخته‌اسکیت بگذارید و اصطکاک درآستانه‌ی حرکت و هم اصطکاک پایانی را اندازه‌گیری کنید و با نیروهای نظیرشان در زمانی که بسته‌ی کتاب روی مدادها بود، مقایسه کنید. این داده‌ها را نیز به نمودارتان اضافه کنید.



شکل ۱-۵


اهرم با پنج نقطه‌ی علامت‌گذاری شده روی تکیه‌گاه؛ کتاب و پیکانی که جهت نیرو را نشان می‌دهد.

نیرو



## فعالیت ۵

**اهرم نوع اول چیست؟** (با نظارت معلم انجام شود).

به خانه ببرید و با خانواده و دوستانتان انجام دهید. 

### مواد و وسایل لازم

- تخته‌ای به طول ۱ متر و عرض ۱۰ سانتی‌متر (یا هر اهرم مناسب دیگر)
- تکیه‌گاه
- کتاب

### روش کار

۱. تکیه‌گاه را در وسط تخته زیر آن بگذارید. (نقطه‌ی ۳ در شکل)

## فعالیت ۶

### الاکلنگ چه نوع ماشین ساده‌ای است؟

به خانه ببرید و با خانواده و دوستانتان انجام دهید.



#### مواد و وسایل لازم

- الاکلنگ

#### روش کار

۱. با یکی از همکلاسی‌هایتان سوار الاکلنگ شوید و تکیه‌گاه آن (میله‌ی وسط) یا فاصله‌تان با تکیه‌گاه را به گونه‌ای تنظیم کنید که به حال تعادل درآیید.
۲. دوباره با همان دوستان در دو سوی آن بنشینید ولی این بار جای تکیه‌گاه (یا فاصله‌تان با تکیه‌گاه) را تغییر دهید و سعی کنید آن را به حال تعادل درآورید.
۳. چه شد؟
۴. حالا الاکلنگ را به گونه‌ای تنظیم کنید که با یکی دیگر از همکلاسی‌هایتان به حال تعادل درآیید.
۵. باید چه می‌کردید؟ چرا؟

#### برای مسئله حل‌کن‌ها

شاید تابه حال فکر نکرده بودید که الاکلنگ نوعی ماشین است، زیرا از آن برای

۲. کتاب را روی نقطه‌ی ۱ بگذارید. روی نقطه‌ی ۵ فشار بیاورید.

۳. وقتی سر دیگر اهرم را پایین آورید، کتاب چه شد؟

۴. تکیه‌گاه را یک بار زیر نقطه‌ی ۲ و بار دیگر زیر نقطه‌ی ۴ قرار دهید و گام‌های قبل را تکرار کنید.

۵. آیا مقدار نیرویی که برای بالا آوردن کتاب لازم بود، به جای تکیه‌گاه بستگی داشت یا در تمام حالت‌ها یکی بود؟

۶. هرچه تکیه‌گاه از کتاب دورتر شود، نیروی لازم برای بالا بردن کتاب بیشتر می‌شد یا کمتر؟

۷. هرچه تکیه‌گاه به کتاب نزدیک‌تر شود، نیروی لازم برای بالا بردن کتاب بیشتر می‌شود یا کمتر؟

۸. سعی کنید چند جسم، مثل یک بسته کاغذ را با اهرمتان بلند کنید. احتیاط: سعی نکنید اجسام بلند و سنگینی مثل پیانو یا کمد را با اهرم بلند کنید، زیرا ممکن است واژگون شوند.

۹. برای بلند کردن جسمی سنگین، تکیه‌گاه را نزدیک به آن یا دور از آن می‌گذارید یا فرقی نمی‌کند؟

#### برای مسئله حل‌کن‌ها

چند روزی در خانه، مدرسه و هر جا که می‌روید، به اجسام پیرامون خود نگاه کنید. نمونه‌هایی از اهرم را پیدا کنید. فهرست آن‌ها را بنویسد. این فهرست در فعالیت‌های بعدی به کار شما می‌آید. به تدریج اهرم‌های نوع اول دیگری را که پیدا می‌کنید، به این فهرست اضافه کنید.

## فعالیت ۷



### چگونه می توان از اهرم برای بلند کردن اجسام سنگین استفاده کرد؟

(معلم اجرا کند و نمایش دهد.)

#### مواد و وسایل لازم

- اهرم (تخته‌ای به ضخامت ۲-۳ سانتی‌متر)
- تکیه‌گاه
- اتومبیل

#### روش کار

۱. تخته را روی زمین بگذارید و اتومبیل را به سوی آن برانید تا یکی از لاستیک‌هایش روی یک سر تخته قرار گیرد. همان‌جا توقف کنید.
۲. ترمزدستی را بکشید.
۳. سر دیگر اهرم را بلند کنید و تکیه‌گاه را نزدیک به لاستیک زیر آن بگذارید.
۴. به بازوی محرک اهرم (بخشی از اهرم که نیرو را بر سر آن وارد می‌کند) فشار بیاورید.
۵. با اهرم چه کاری انجام دادید که بدون آن نمی‌توانستید انجام دهید؟

تفریح استفاده می‌کردید. ولی بسیاری از اسباب بازی‌ها و چیزهای دیگری که برای تفریح و سرگرمی استفاده می‌کنیم، ماشین هستند. الاکلنگ یک اهرم نوع اول است. ماشینی که به شما امکان می‌دهد کسی را که سنگین‌تر از شماست، بلند کنید.

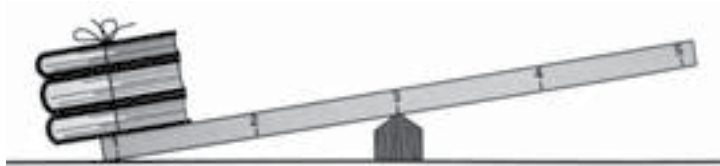
الاکلنگ را در نقطه‌ی وسط تنظیم کنید تا (تقریباً) به حال تعادل درآید. از دو نفر که تقریباً هم‌وزن باشند، بخواهید که سوار آن شوند. آیا باز در حال تعادل است؟

دو نفر هم‌وزن را پیدا کنید که مایل باشند به شما کمک کنند. ممکن است آن دو هم‌سن نباشند. پیش‌بینی کنید که الاکلنگ را باید کجای میله قرار دهید تا وقتی این دو سوارش می‌شوند، به حال تعادل درآید. بعد آزمایش کنید و ببینید پیش‌بینی‌تان تا چه حد درست بوده است. با چند جفت از دوستانتان این آزمایش را تکرار کنید. هر بار قبل از شروع پیش‌بینی کنید و بعد پیش‌بینی خود را بیاورید.



شکل ۱-۸

اهرم با تکیه‌گاه در نقطه‌ی ۳



۲. بسته‌ی کتاب را روی نقطه‌ی ۱ بگذارید.
۳. از «جدول ثبت اندازه‌گیری ۱» که در انتهای این فعالیت آمده است، برای ثبت اندازه‌گیری‌های خود در این فعالیت استفاده کنید. یادتان باشد که اگر ترازوی فنری شما برحسب کیلوگرم است، برای به‌دست‌آوردن نیروها برحسب نیوتون عددی را که می‌خوانید در ۱۰ ضرب کنید.
۴. ترازوی فنری را به نقطه‌ی ۵ آویزان کنید. آن را پایین بکشید و نیرویی را که برای بلند کردن کتاب‌ها لازم است، یادداشت کنید.
۵. کتاب‌ها را وزن کنید و این مقدار را با نیرویی که در گام ۴ برای بلند کردن کتاب‌ها لازم داشتید، مقایسه کنید.
۶. درحالی که کتاب‌ها در نقطه‌ی ۱ و ترازو در نقطه‌ی ۵ است، تکیه‌گاه را به نقطه‌ی ۴ منتقل کنید.



## فعالیت ۸

### چگونه می‌توان نیروی لازم برای بلند کردن بار به کمک اهرم را پیش‌بینی کرد؟

مواد و وسایل لازم

- اهرمی به طول ۱ متر (ترجیحاً سبک، مثلاً از تخته سه‌لایی به ضخامت ۱ سانتی‌متر)
- نخ
- تکیه‌گاهی به ارتفاع ۳-۱۰ سانتی‌متر
- ترازوی فنری
- دو یا سه کتاب
- برگه‌ی «جدول ثبت اندازه‌گیری»
- مداد

### روش کار

۱. کتاب‌ها را به نخ ببندید و به صورت یک بسته درآورید. تکیه‌گاه را، چنان که در شکل ۱-۸ می‌بینید، زیر نقطه‌ی ۳ بگذارید.

نام ----- تاریخ -----

### جدول ثبت اندازه‌گیری ۱

وزن واقعی بار = ----- نیوتون

جای بار	جای نیروی لازم	جای تکیه‌گاه	نیرو
۱	۵	۳	-----
۱	۵	۴	-----
۱	۵	۲	-----
۱	۵	بین ۲ و ۳ تخمین:	-----
		واقعی:	-----
۱	۵	بین ۳ و ۴ تخمین:	-----
		واقعی:	-----

۷. ترازو را پایین بکشید و نیروی لازم برای بالا بردن کتاب‌ها را یادداشت کنید.
۸. این مراحل را درحالی که تکیه‌گاه در نقطه‌ی ۲ است، تکرار کنید.
۹. یافته‌های خود را با هم مقایسه کنید.
۱۰. نیرویی که برای بالا بردن کتاب‌ها، در صورت قرار گرفتن تکیه‌گاه بین دونقطه‌ی ۲ و ۳ لازم است، تخمین بزنید. تخمین خود را یادداشت کنید.
۱۱. تخمین خود را بیازمایید. آیا این بار دقیق‌تر بود؟





شکل ۹-۱

اهرم با تکیه‌گاه در نقطه‌ی ۳



۳. با انجام دادن گام‌های زیر، فعالیت ۸ را دوره کنید. ولی این بار علاوه بر اندازه‌گیری و ثبت نیروی لازم برای بالا بردن بار به ازای جاهای مختلف تکیه‌گاه، با خط‌کش فاصله‌ی پایین رفتن بازوی محرک را در ازای هر فاصله‌ی بالا رفتن بازوی مقاوم که در جدول آمده است، اندازه‌گیری و ثبت کنید.

الف. کتاب‌ها را در نقطه‌ی ۱ قرار دهید.

ب. ترازوی فنری را به نقطه‌ی ۵ وصل کنید، پایین بکشید و نیروی لازم برای بلند کردن کتاب‌ها را یادداشت کنید.

پ. کتاب‌ها را وزن کنید و با نیروی لازم در بالا مقایسه کنید.

ت. درحالی که کتاب‌ها در نقطه‌ی ۱ روی اهرم قرار دارند و ترازوی فنری از نقطه‌ی ۵ آویزان است، تکیه‌گاه را به نقطه‌ی ۴ منتقل کنید. (شکل ۹-۲)



## فعالیت ۹

### در برابر افزایش نیرویی که با اهرم به دست می‌آید، چه از دست می‌دهیم؟

#### مواد و وسایل لازم

- اهرمی به طول ۱ متر (ترجیحاً سبک از تخته سه لایی به ضخامت ۱ سانتی‌متر)
- مداد
- ترازوی فنری یا نیروسنج
- تکیه‌گاهی با ارتفاع دست کم ۱۰ سانتی‌متر
- دو یا سه کتاب
- نخ
- برگه‌ی «جدول ثبت اندازه‌گیری ۲»
- خط‌کش

#### روش کار

۱. در این فعالیت از «جدول ثبت اندازه‌گیری ۲»، که در انتهای این فعالیت آمده است، استفاده کنید.

۲. کتاب‌ها را با نخ ببندید و به صورت یک بسته درآورید. تکیه‌گاه را چنان که در شکل ۹-۱ می‌بینید، در نقطه ۳ بگذارید.

۵. تخمین‌های خود را بیازمایید و نتایج واقعی را یادداشت کنید.

۶. وقتی نیروی لازم بر بازوی محرک کم می‌شود، مسافتی که طی می‌کند، کمتر می‌شود یا بیشتر؟

۷. نتیجه‌گیری خود را درباره‌ی نیروی لازم برای بالا بردن بار، مسافتی که بار طی می‌کند و مسافتی که نیروی محرک با تغییر جای تکیه‌گاه و نزدیک شدن آن به بار طی می‌کند، بنویسید.

۸. اهرمی که در اینجا استفاده کردید، اهرم نوع اول نام دارد. وقتی فعالیت‌های بعدی را انجام می‌دهید، دقت کنید که چه شباهت‌ها و تفاوت‌هایی با اهرم‌های نوع دوم و نوع سوم دارد.

### برای مسئله حل‌کن‌ها

فهرست اهرم‌های خود را نگاه کنید و تمام اهرم‌های نوع اول را در آن پیدا کنید. در مورد هر یک تعیین کنید که مزیت استفاده از اهرم نوع اول افزایش نیرو بوده است یا مسافت اثر نیرو و سرعت کار بیشتر.

باز به دنبال یافتن کاربردهای بیشتری برای اهرم باشید و هر چه پیدا کردید به

ث. ترازو را پایین بکشید و نیروی لازم برای بالا بردن کتاب‌ها را یادداشت کنید.

ج. تکیه‌گاه را در نقطه‌ی ۲ قرار دهید و مراحل بالا را تکرار کنید.

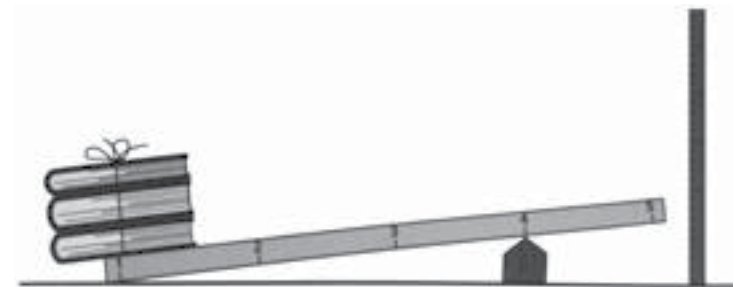
چ. یافته‌های خود را با هم مقایسه کنید.

۴. پیش از آن که تکیه‌گاه را در دو جای دیگر قرار دهید، مسافتی را که بازوی محرک طی می‌کند، تخمین بزنید. تخمین‌های خود را برای هر یک بنویسید.



شکل ۲-۹

اهرم با تکیه‌گاه در نقطه‌ی ۴





## فعالیت ۱۰

### اهرم نوع اول چه فرقی با اهرم نوع دوم دارد؟

#### مواد و وسایل لازم

- اهرم
- تکیه‌گاه
- دو یا سه جلد کتاب
- نخ

#### روش کار

۱. کتاب‌ها را با نخ به هم ببندید و به صورت بسته درآورید.
۲. تکیه‌گاه را در نقطه‌ی ۵ قرار دهید و بسته‌ی کتاب را، آن‌گونه که در شکل ۱-۱۰ می‌بینید، از نقطه‌ی ۴ بیاویزید.
۳. اهرم را در نقطه‌ی ۱ به دست بگیرید و کتاب‌ها را بلند کنید.
۴. بسته‌ی کتاب را در نقطه‌ی ۳، ۲ و ۱ بگذارید و هر بار آن را از نقطه‌ی ۱ بلند کنید.

نام ----- تاریخ -----

### جدول ثبت اندازه‌گیری ۲

وزن بار = ----- نیوتون

جای نیروی مقاوم	جای نیروی محرک	تکیه‌گاه	نیروی مقاوم	نیروی محرک	مسافت اثر نیرو
۱	۵	۳	-----	-----	۱۰ cm -----
۱	۵	۴	-----	-----	۵ cm -----
۱	۵	۲	-----	-----	۵ cm -----
۱	۵	بین ۲ و ۳ تخمین: ---	-----	-----	۵ cm تخمین: ---
---	---	واقعی: ---	---	---	واقعی: ---
۱	۵	بین ۳ و ۴ تخمین: ---	-----	-----	۱۰ cm تخمین: ---
---	---	واقعی: ---	---	---	واقعی: ---

فهرست تهیه کنید.

## فعالیت ۱۱

### با اهرم نوع دوم چه به دست می‌آورید و چه از دست می‌دهید؟

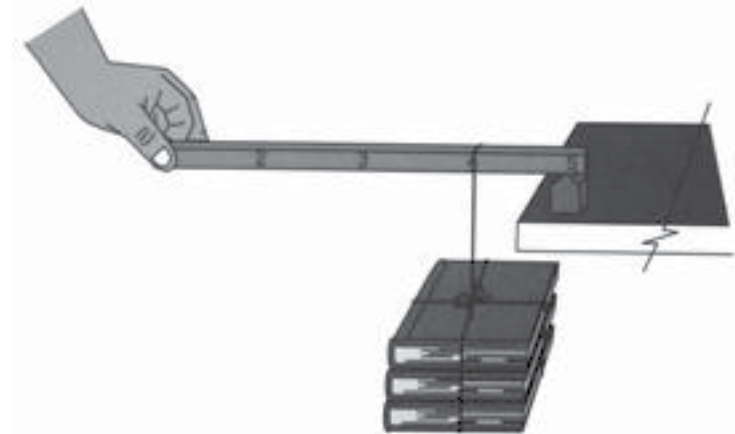
#### مواد و وسایل لازم

- اهرم
- تکیه‌گاه
- دو یا سه جلد کتاب
- نخ
- مداد
- ترازوی فنری
- خط‌کش
- نمودار «ثابت اندازه‌گیری ۳»

#### روش کار

۱. برای ثبت اندازه‌گیری‌های خود از برگه‌ی «جدول ثبت اندازه‌گیری ۳» که در انتهای این فعالیت آمده است، استفاده کنید.
۲. کتاب‌ها را با نخ ببندید و به صورت بسته درآورید.
۳. بسته‌ی کتاب را وزن کنید و در جدول بنویسید.
۴. تکیه‌گاه را در نقطه‌ی ۵ قرار دهید و کتاب‌ها را از نقطه‌ی ۱ آویزان کنید.

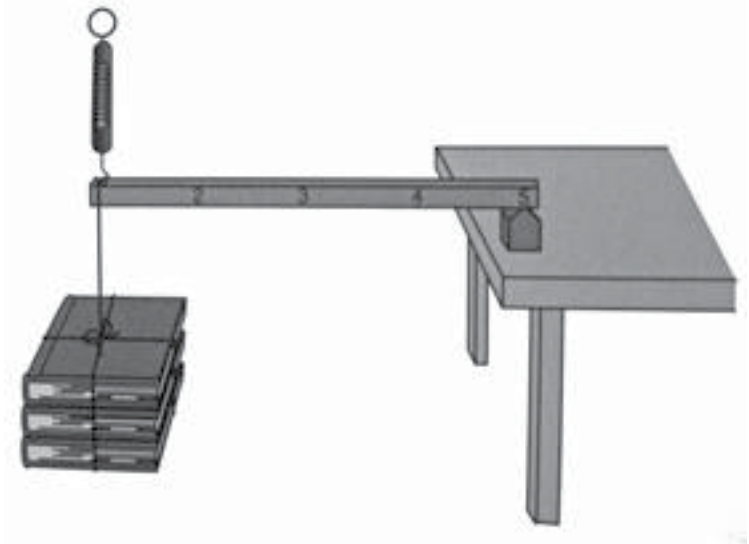
شکل ۱-۱۰  
اهرم، کتاب‌ها، و تکیه‌گاه



۵. چه وقتی بلند کردن بار آسان‌تر است، وقتی تکیه‌گاه به بار نزدیک‌تر است یا وقتی از آن دورتر است؟
۶. وقتی بسته‌ی کتاب در نقطه‌ی ۴ و تکیه‌گاه در نقطه‌ی ۵ باشد و نیروی محرک در نقطه‌ی ۱ وارد شود، طول بازوی مقاوم چه قدر است؟ طول بازوی محرک چه قدر؟
۷. این یک اهرم نوع دوم است. به جای تکیه‌گاه، بار و نیرو در اهرم نسبت به هم توجه کنید. جای آن‌ها نسبت به هم در مقایسه با اهرم نوع اول، چه تفاوتی دارد؟



شکل ۱-۱۱  
اهرم با کتاب‌ها در نقطه‌ی ۵ و تکیه‌گاه در نقطه‌ی ۱



۵. ترازوی فنری را نیز در نقطه‌ی ۱ آویزان کنید و با آن مقدار نیرویی را که برای بالا بردن کتاب‌ها لازم است، اندازه بگیرید و یادداشت کنید.
۶. وقتی بسته‌ی کتاب ۲۰ سانتی‌متر بالا رفت، مقدار نیروی محرک (ترازو) را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۷. بار را در نقطه‌ی ۳ بگذارید و عددی را که ترازو نشان می‌دهد، یادداشت کنید. حالا که نیروی مقاوم (بار) بین نیروی محرک و تکیه‌گاه است، اهرم شما نوع دوم است.
۸. مقدار نیروی لازم در مقایسه با وزن کتاب‌ها چگونه است؟
۹. بار را ۱۰ سانتی‌متر بالا ببرید و مقدار جابه‌جایی بازوی محرک را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.
۱۰. مقدار جابه‌جایی بازوی مقاوم نسبت به مقدار جابه‌جایی نیروی محرک چه قدر است؟
۱۱. فکر می‌کنید اگر بار را به نقطه‌ی ۴ ببرید، برای بالا بردن بسته‌ی کتاب به چه نیرویی نیاز خواهید داشت؟ تخمین خود را یادداشت کنید.
۱۲. بار را به نقطه‌ی ۴ ببرید و مقدار نیروی واقعی را اندازه بگیرید و یادداشت کنید. تخمین شما چه قدر دقیق بود؟
۱۳. فکر می‌کنید اگر بار را در نقطه‌ی ۲ بگذارید، و بازوی محرک را ۲۰ سانتی‌متر بالا ببرید، بار چه قدر بالا خواهد رفت؟ تخمین خود را یادداشت کنید.
۱۴. بار را در نقطه‌ی ۲ بگذارید و مورد بالا را بیازمایید. تخمین شما به مقدار واقعی چه قدر نزدیک بود؟

### برای مسئله حل‌کن‌ها

- درفهرست اهرم‌های خود تمام اهرم‌های نوع دوم را پیدا کنید. در مورد هریک بگویید که چه مزیتی دارد، صرفه‌جویی در نیرو یا سرعت و جابه‌جایی بیشتر. به یافتن نمونه‌های دیگری از این نوع اهرم ادامه دهید و آن‌ها را به فهرست خود اضافه کنید.



## فعالیت ۱۲

### اهرم نوع سوم چیست؟

#### مواد و وسایل لازم

- اهرم
- جدول
- دو یا سه کتاب
- نخ

#### روش کار

۱. کتاب‌ها را با نخ ببندید و به صورت بسته درآورید. بسته را وزن کنید.
۲. از لبه‌ی یک میز به عنوان تکیه‌گاه استفاده کنید. (شاید لازم باشد که کسی روی میز بنشیند تا آن را پایین نگه دارد).
۳. اهرم خود را طوری زیر لبه‌ی میز بگذارید که تکیه‌گاه شما (لبه‌ی میز) در نقطه‌ی ۵ قرار گیرد.
۴. کتاب‌ها را از نقطه‌ی ۱ آویزان کنید.
۵. اهرم را از نقطه‌ی ۳ بگیرید و کتاب‌ها را بلند کنید.
۶. نیرویی که برای بلند کردن بسته‌ی کتاب‌ها به کار بردید، از وزن آن بیشتر بود یا کمتر؟
۷. دست خود را به نقطه‌ی ۲ ببرید و دوباره بسته را بلند کنید.

نام ----- تاریخ -----

### جدول ثبت اندازه‌گیری ۳

وزن بار = ----- نیوتون

جای	جای	جای	نیرو	مسافت اثر نیرو
نیروی مقاوم	نیروی محرک	تکیه‌گاه	بازوی مقاوم بازوی محرک	
۱	۱	۵	-----	cm ۲۰ -----
۳	۱	۵	-----	cm ۱۰ -----
۴	۱	۵	تخمین: --	تخمین: -- cm ۲۰
			واقعی: --	واقعی: --
۲	۱	۵	تخمین: --	تخمین: -- cm ۲۰
			واقعی: --	واقعی: --

### فعالیت ۱۳

## با اهرم نوع سوم چه به دست می آوریم و چه از دست می دهیم؟

### مواد و وسایل لازم

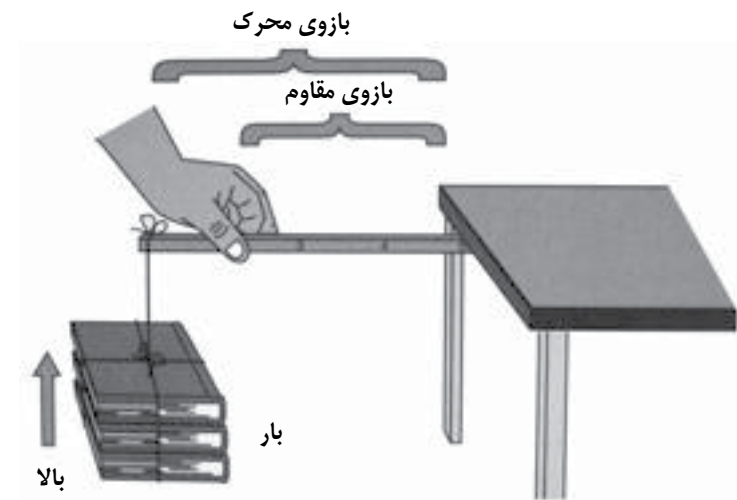
- اهرم
- میز
- سه یا چهار جلد کتاب
- نخ
- مداد
- ترازوی فنری
- خطکش مدرج
- برگه‌ی «جدول ثبت اندازه‌گیری ۴»

### روش کار

۱. برای ثبت اندازه‌گیری‌های خود در این فعالیت از «جدول ثبت اندازه‌گیری» استفاده کنید.
۲. کتاب‌ها را با نخ به هم ببندید و به صورت بسته درآورید.
۳. بسته را وزن کنید و در جدول بنویسید.

### شکل ۱-۱۲

میز، اهرم و کتاب‌ها با علایمی که بازوی مقاوم و محرک را نشان می‌دهند.

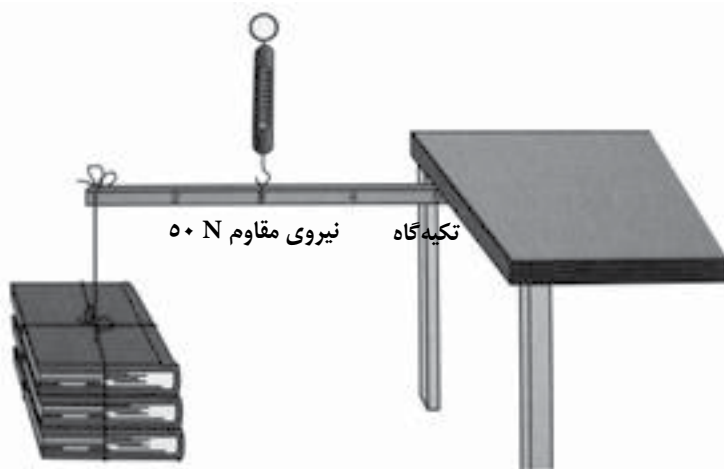


۸. اهرم را از نقطه‌ی ۴ بگیرید و بار را بلند کنید.
۹. هرچه نیروی محرک (دست شما) به تکیه‌گاه (لبه‌ی میز) نزدیک‌تر شود، بار آسان‌تر بلند می‌شود.
۱۰. اهرم نوع سوم چه تفاوت‌هایی با اهرم‌های نوع اول و دوم دارد؟



شکل ۱-۱۳

اهرم نوع سوم با ۵۰ نیوتون نیروی مقاوم و ۱۰۰ نیوتون نیروی محرک



نیروی محرک ۱۰۰ N

### برای مسئله حل‌کن‌ها

درفهرست اهرم‌های خود تمام اهرم‌های نوع سوم را پیدا کنید. در مورد هر یک تعیین کنید که خاصیت این اهرم صرفه‌جویی در نیرو یا سرعت و مسافت بیشتر اثر نیرو است.

۴. از لبه‌ی میز به عنوان تکیه‌گاه استفاده کنید. (شاید لازم باشد کسی روی میز بنشیند تا آن را پایین نگه دارد).
۵. سر اهرم را طوری زیر لبه‌ی میز بگذارید که نقطه‌ی ۵ زیر تکیه‌گاه (لبه‌ی میز) قرار گیرد.
۶. بسته‌ی کتاب را از نقطه‌ی ۱ آویزان کنید.
۷. یک سر ترازوی فنری را در نقطه‌ی ۳ به اهرم وصل کنید.
۸. سر دیگر ترازوی فنری را در دست بگیرید و آن را با نیرویی که برای بالا نگه داشتن بسته کافی باشد، بالا بکشید. حالا یک اهرم نوع سوم دارید.
۹. عددی را که ترازو نشان می‌دهد، بخوانید و با وزن واقعی بسته مقایسه کنید.
۱۰. بسته را از نقطه ۳ بلند کنید و مقدار جابه‌جایی آن را در ازای ۱۰ سانتی‌متر جابه‌جایی بازوی محرک اندازه بگیرید و در جدول ثبت کنید.
۱۱. با استفاده از آنچه در فعالیت‌های قبلی یاد گرفته‌اید، پیش‌بینی کنید که اگر نیروی محرک را از نقطه‌ی ۲ وارد کنید، چه قدر نیرو لازم است.
۱۲. پیش‌بینی خود را در عمل بیازمایید. نتیجه را ثبت و با پیش‌بینی خود مقایسه کنید.
۱۳. پیش‌بینی کنید که وقتی نیروی محرک در نقطه‌ی ۲ وارد شود و بازوی محرک ۱۰ سانتی‌متر جابه‌جایی داشته باشد، بسته چه قدر جابه‌جا می‌شود.
۱۴. حالا فرض کنید نیرو از نقطه‌ی ۴ وارد می‌شود و بازوی محرک ۵ سانتی‌متر جابه‌جایی دارد. نتیجه (جابه‌جایی نیروی مقاوم) را پیش‌بینی و یادداشت کنید.
۱۵. پیش‌بینی خود را بیازمایید. آیا تخمین شما دقیق بود؟
۱۶. نقطه‌ی دیگری - بین نقطه‌های علامت‌گذاری شده - انتخاب کنید. نیروی لازم و جابه‌جایی‌ها را در آن نقطه پیش‌بینی کنید و بیازمایید.



## فعالیت ۱۴

### چرخ و محور چیست؟

#### مواد و وسایل لازم

- پرگار
- مقوای مربع شکل به ضلع دست کم ۱۰ سانتی متر
- مداد
- قیچی
- متر نواری

#### روش کار

۱. با پرگار دایره‌ای روی مربع بکشید.
۲. دور دایره را ببرید و آن را از بقیه‌ی مقوا جدا کنید.
۳. مداد را از وسط دایره رد کنید. حالا یک چرخ و محور دارید.
۴. چرخ و محور خود را روی میز بگردانید. هر بار که چرخ می‌گردد، مداد چند بار می‌گردد؟
۵. مسافتی را که چرخ در یک دور گردش طی می‌کند، اندازه بگیرید.
۶. مداد را از وسط چرخ بیرون بیاورید. مداد را روی میز بگذارید و مسافتی را که در یک دور گردش به دور خودش (دوران) طی می‌کند، اندازه بگیرید.

نام ----- تاریخ -----

### جدول ثبت اندازه‌گیری ۴

وزن بار = ----- نیوتون

جای	جای	جای	نیروی مقاوم	نیروی محرک	تکیه‌گاه	نیروی	مسافت اثر نیرو
۱	۳	۵	۱۰ cm	-----	-----	-----	-----
۱	۲	۵	۱۰ cm	تخمین: --	تخمین: --	تخمین: --	تخمین: --
				واقعی: --	واقعی: --	واقعی: --	واقعی: --
۱	۴	۵	۵ cm	تخمین: --	تخمین: --	تخمین: --	تخمین: --
				واقعی: --	واقعی: --	واقعی: --	واقعی: --
۱	?	۱	۵ cm	تخمین: --	تخمین: --	تخمین: --	تخمین: --
				واقعی: --	واقعی: --	واقعی: --	واقعی: --



## فعالیت ۱۵

### مدادتراش چه نوع ماشین ساده‌ای است؟

#### مواد و وسایل لازم

- مدادتراش پایه‌دار
- یک متر نخ
- کتاب

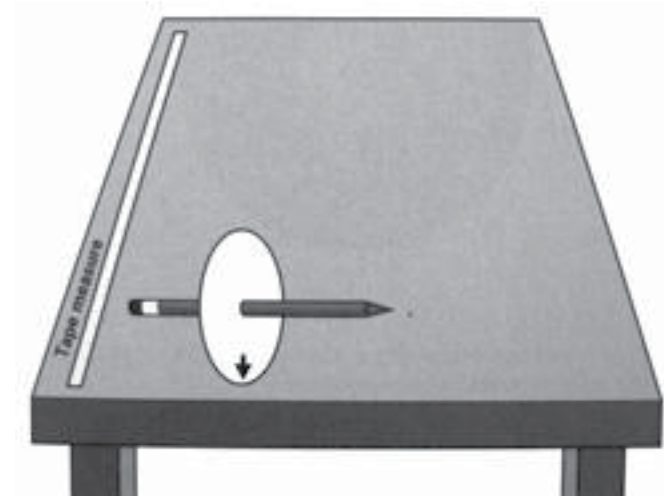
#### روش کار

۱. مدادتراش را طبق شکل ۱-۱۵، ۵ به پهلوی کمد یا سطح عمودی مشابهی ببندید. (پایه‌ی مدادتراش شکل بادکشی است و به سطح چسبیده است.)
۲. دسته‌ی مدادتراش را بگردانید و ببینید که چه‌طور مثل یک چرخ می‌گردد.
۳. کتاب را طوری با نخ ببندید که بخش بلندی از نخ برای آویزان کردن کتاب باقی بماند.
۴. توجه کنید که چه‌قدر نیرو برای بالا بردن کتاب با نخ لازم است. کتاب را روی کمد بگذارید یا به جایی تکیه دهید و سر آزاد نخ را محکم به سر محور مدادتراش ببندید. با نوار چسب آن را محکم کنید که نلغزد و بیرون نیاید.
۵. کتاب را رها کنید تا آویزان شود. در این حال با دست مدادتراش را محکم بگیرید تا از جایش در نیاید.



## شکل ۱۴

مداد و دایره‌ی مقوایی روی میز



۷. اگر مداد ده بار دوران کند، چه مسافتی را طی می‌کند؟
۸. مداد (محور) را به وسط چرخ برگردانید. حالا با ده بار دوران چه مسافتی را طی می‌کند؟
۹. یکی از مزیت‌های چرخ و محور را بگویید.

## فعالیت ۱۶

### قرقره‌ی ثابت چیست؟

#### مواد و وسایل لازم

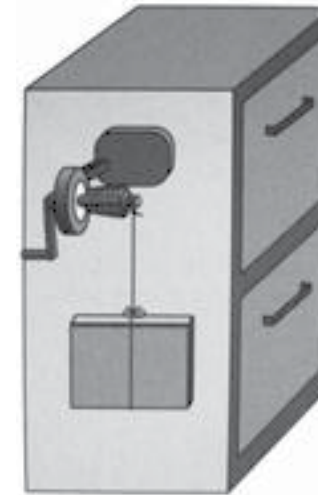
- قرقره‌ی تک‌چرخ
- میله‌ی بارفیکس
- ترازوی فنری یا نیروسنج
- خط‌کش مدرج
- طناب نازک یا نخ ضخیم
- مداد
- برگه‌ی «اندازه‌گیری با قرقره‌ی ثابت»
- بسته‌ای کتاب (یا جسم سنگین دیگر)

#### روش کار

۱. برای ثبت اندازه‌گیری‌های خود از برگه‌ی «اندازه‌گیری با قرقره‌ی ثابت» استفاده کنید.
۲. کتاب‌ها را با ترازوی فنری وزن کنید و نتیجه را در جدول بنویسید.
۳. قرقره، میله، ترازوی فنری، طناب و بسته‌ی کتاب‌ها را به گونه‌ای که در شکل ۱۶-۱ می‌بینید، به هم متصل کنید. قرقره را می‌توانید به جای میله‌ی بارفیکس

### شکل ۱-۱۵

مدادتراش روی سطحی عمودی با کتابی که از آن آویزان شده است



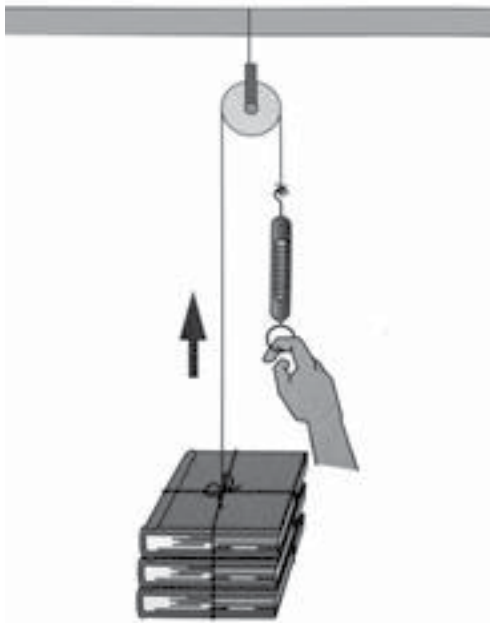
۶. دسته‌ی مدادتراش را چند بار بگردانید و دقت کنید که نخ چند بار دور محور بپیچد.
۷. برای بالا بردن کتاب با نخ نیروی بیشتری لازم است یا بالا بردن آن با این چرخ‌ومحور؟ سعی کنید تصویری از یک چرخ‌چاه قدیمی که سطل آب را از چاه بالا می‌کشد، پیدا کنید. چه شباهتی بین چرخ‌چاه و مدادتراشان می‌بینید؟
۸. مدادتراش چه نوع ماشینی است؟ چرخ‌چاه چه نوع ماشینی است؟



شکل ۱-۱۶

قرقره‌ی ثابت و کتاب‌ها

قاب در یا میله‌ی بارفیکس



به قاب در ببندید.

۴. ترازوی فنری را بکشید تا بسته‌ی کتاب بالا برود. دقت کنید که طناب را مستقیم بکشید و کج نشود.

۵. با حرکتی یکنواخت و بدون توقف طناب را بکشید تا بار، ۲۰ سانتی‌متر بالا برود. اطلاعات زیر را وارد جدول کنید:

الف. جهت حرکت بار (کتاب‌ها) در حالتی که نیروی محرک رو به پایین است.  
ب. مسافتی که نیروی محرک به ازای ۲۰ سانتی‌متر جابه‌جایی نیروی مقاوم طی می‌کند.

پ. مقدار نیروی لازم برای بالا بردن کتاب‌ها.

۶. اطلاعات جدول خود را بررسی کنید. آیا بالا کشیدن کتاب‌ها بدون قرقره با بالا کشیدن آن‌ها با قرقره تفاوتی دارد؟ این پرسش‌ها را در نظر بگیرید:

الف. آیا قرقره نیروی بیشتری برای بالا بردن کتاب‌ها لازم داشت یا نیرویی کمتر؟  
ب. آیا هنگام بالا کشیدن بار با قرقره، مسافتی که بار طی می‌کند، کمتر از جابه‌جایی نیروی محرک است یا بیشتر؟

پ. آیا هنگام بالا کشیدن بار با قرقره جهت حرکت بار با حرکت نیروی محرک یکی است یا مخالف آن است؟

۷. وقتی قرقره، مثل قرقره‌ای که در این فعالیت به میله بسته شده است، به جایی ثابت بسته شود، به آن قرقره‌ی ثابت می‌گویند. معنای آن فقط این است که قرقره بالا و پایین نمی‌رود، بلکه هنگامی که بار بالا و پایین می‌رود، ثابت می‌ماند.

۸. با قرقره‌ی ثابت چه کاری انجام می‌شود؟



## فعالیت ۱۷

### قرقره‌ی متحرک چیست؟

#### مواد و وسایل لازم

- قرقره
- میله‌ی بارفیکس
- ترازوی فنری
- خط‌کش مدرج
- طناب باریک یا نخ ضخیم
- مداد
- برگه‌ی «اندازه‌گیری قرقره‌ی متحرک»
- یک بسته کتاب (یا جسم سنگین دیگر)

#### روش کار

۱. برای ثبت اندازه‌گیری‌های خود در این فعالیت از برگه‌ی «اندازه‌گیری با قرقره‌ی متحرک» استفاده کنید.
۲. بسته‌ی کتاب را با ترازوی فنری وزن کنید و نتیجه را بنویسید.
۳. قرقره، میله‌ی بارفیکس، ترازوی فنری، طناب و بسته‌ی کتاب‌ها را طبق شکل ۱-۱۷ به هم متصل کنید.
۴. با بالا کشیدن ترازوی فنری، کتاب‌ها را بالا بکشید. درحالی که با حرکتی

نام ----- تاریخ -----

### اندازه‌گیری با قرقره‌ی ثابت

وزن بار = ----- نیوتون

#### الف. جهت حرکت

وقتی نیروی محرک (ترازوی فنری) پایین می‌رود، بار (بسته‌ی کتاب) در چه جهتی حرکت می‌کند؟

#### ب. مسافت اثر نیرو

وقتی بار ۲۰ سانتی‌متر حرکت می‌کند، نیروی محرک چه مسافتی را طی می‌کند؟

#### پ. نیرو

برای بالا بردن بار چه قدر نیرو لازم است؟

یکنواخت بسته را بالا می کشید، به عقربه‌ی ترازو چشم بدوزید. مقدار نیرویی که بسته را بالا می کشد، بخوانید و به عنوان مقدار نیرویی که برای بالا کشیدن بسته با قرقره‌ی متحرک لازم است، یادداشت کنید.

۵. وزن بسته را با نیرویی که برای بالا کشیدن آن با قرقره‌ی متحرک لازم است، مقایسه کنید.

۶. مسافتی را که نیروی محرک (ترازوی فنری) به ازای ۲۰ سانتی‌متر بالا رفتن نیروی مقاوم (بسته‌ی کتاب) طی می‌کند، اندازه‌گیری و ثبت کنید.

۷. تخمین بزنید که وقتی نیروی محرک ۳۰ سانتی‌متر طی کند، نیروی مقاوم چه قدر طی خواهد کرد.

۸. در عمل اندازه‌گیری کنید. نتایج را بنویسید و با تخمین خود مقایسه کنید.

۹. هنگام بالا بردن بار به جهت حرکت نیروی محرک و نیروی مقاوم توجه کنید.

۱۰. به اطلاعاتی که در برگه‌ی اندازه‌گیری نوشته‌اید، توجه کنید و به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

الف. آیا قرقره مقدار نیروی لازم برای بالا کشیدن بسته را کاهش می‌دهد؟

ب. قرقره باعث می‌شود که نیروی مقاوم نسبت به نیروی محرک مسافت بیشتری را طی کند یا مسافتی کمتر را؟

پ. قرقره باعث می‌شود نیروی مقاوم در جهت مخالف نیروی محرک حرکت کند یا در جهت آن؟

۱۱. وقتی قرقره، مانند این فعالیت، به بار متصل می‌شود و یک سر طناب به جایی ثابت بسته می‌شود، به این دستگاه قرقره‌ی متحرک می‌گویند. خود قرقره همراه با نیروی محرک و نیروی مقاوم بالا و پایین می‌رود.

۱۲. قرقره‌ی متحرک، روی نیروی لازم برای بالا بردن نیروی مقاوم چه اثری دارد؟

۱۳. قرقره‌ی متحرک، روی مسافتی که نیروی محرک نسبت به مسافت نیروی

مقاوم طی می‌کند، چه اثری می‌گذارد؟

۱۴. قرقره‌ی متحرک بر جهت حرکت نیروی مقاوم نسبت به نیروی محرک چه اثری می‌گذارد؟



شکل ۱-۱۷

دستگاه قرقره‌ی متحرک





## فعالیت ۱۸

وقتی شخصی کوچک اندام شخصی درشت اندام را می‌کشد، چه اتفاقی می‌افتد؟

مواد و وسایل لازم

- قرقره
- طناب
- دو صندلی با پایه‌های محکم

### روش کار

۱. قرقره را به صندلی الف (شکل ۱-۱۸) مهار کنید.
۲. طناب را از روی قرقره رد کنید و یک سر آن را به پایه‌ی صندلی ب ببندید.
۳. از شخصی درشت اندام بخواهید روی صندلی الف بنشیند و شخصی کوچک اندام را روی صندلی ب بنشانید.
۴. اگر سر دیگر طناب را بکشید، کدام صندلی تکان می‌خورد؟
۵. پس از پیش‌بینی، طناب را بکشید.
۶. چه شد؟ چرا؟
۷. نظر خود را با گروهتان در میان بگذارید.

نام ----- تاریخ -----

## اندازه‌گیری با قرقره‌ی متحرک

وزن بسته‌ی کتاب = ----- نیوتون

نیروی لازم برای بالابردن بسته = ----- نیوتون

### مسافت طی شده

مسافتی که نیروی محرک (ترازوی فنری) به ازای ۲۰ سانتی‌متر بالا رفتن نیروی مقاوم (بسته‌ی کتاب‌ها) طی می‌کند، چه قدر است؟

مسافت تخمینی که نیروی مقاوم به ازای ۳۰ سانتی‌متر جابه‌جایی نیروی محرک طی می‌کند، چه قدر است؟

مسافت واقعی که نیروی مقاوم به ازای ۳۰ سانتی‌متر جابه‌جایی نیروی محرک طی می‌کند، چه قدر است؟

### جهت حرکت

وقتی بسته‌ی کتاب بالا می‌رود، جهت نیروی مقاوم و نیروی محرک چیست؟

نیروی محرک -----

نیروی مقاوم -----

## فعالیت ۱۹

### با ترکیب قرقره‌ی ثابت و متحرک چه به دست می‌آوریم؟

#### مواد و وسایل لازم

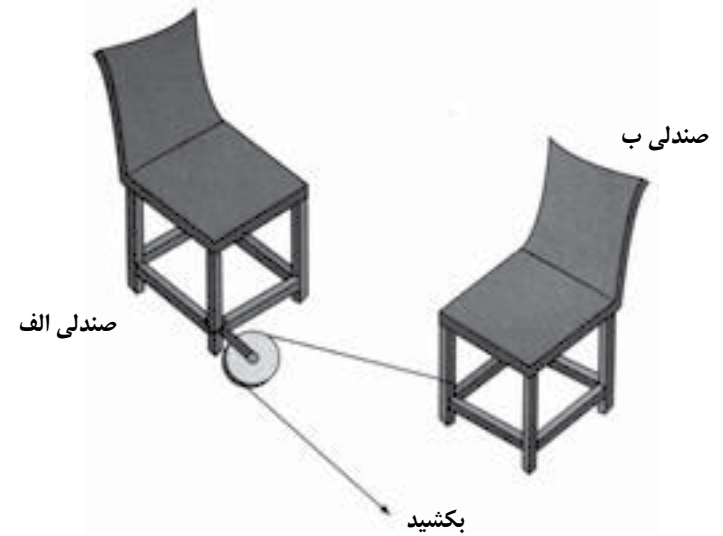
- دو قرقره
- میله‌ی بارفیکس
- ترازوی فنری یا نیروسنج
- خط‌کش مدرج
- طناب باریک یا نخ ضخیم
- مداد
- برگه‌ی «اندازه‌گیری با قرقره‌ی مرکب»
- بسته‌ای کتاب (یا جسم سنگین دیگر)

#### روش کار

۱. برای ثبت اندازه‌گیری‌های خود در این فعالیت از برگه‌ی «ثبت اندازه‌گیری با قرقره‌ی مرکب» استفاده کنید.
۲. بسته‌ی کتاب را وزن کنید و نتیجه را در برگه بنویسید.
۳. قرقره‌ها، میله‌ی بارفیکس، ترازوی فنری، طناب و بسته‌ی کتاب را طبق شکل

## شکل ۱-۱۸

دو صندلی بسته شده به هم، با قرقره‌ای که به صندلی الف مهار شده است.



#### برای مسئله حل کن‌ها

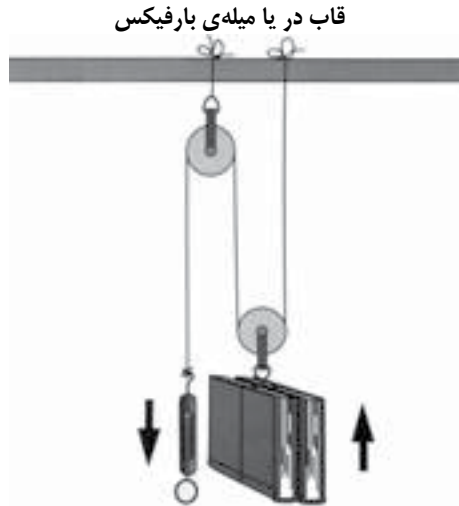
راهی برای اندازه‌گیری نیرویی که به هر یک از صندلی‌ها وارد می‌آید، پیدا کنید. اگر قرقره‌ی دیگری دارید، با استفاده از آن راهی آسان‌تر برای کشیدن شخص درشت اندام پیدا کنید.





شکل ۱- ۱۹

دستگاهی مرکب از قرقره‌ی ثابت و قرقره‌ی متحرک



### برای مسئله حل کن‌ها

سعی کنید جرثقیلی در حال کار پیدا کنید و آن را خوب تماشا کنید. تا جایی که می‌توانید دستگاه‌ها و وسایل اطراف خود ماشین‌های ساده، از جمله سه نوع اهرمی را که می‌شناسید، قرقره‌های ثابت، متحرک و مرکب پیدا کنید.

۱- ۱۹ به هم متصل کنید. توجه کنید که یک قرقره و یک سر طناب به میله بسته شده است.

۴. حالا دستگاهی دارید که در آن هم قرقره‌ی ثابت و هم قرقره‌ی متحرک به کار رفته است.

۵. با استفاده از تجربه‌های قبلی خود ببینید آیا می‌توانید به پرسش‌های زیر پاسخ دهید. پیش‌بینی‌های خود را در بخش یک برگه بنویسید.

الف. وقتی نیروی محرک (ترازوی فنری) را پایین می‌کشید، نیروی مقاوم در چه جهتی حرکت می‌کند؟

ب. با توجه به وزن بسته‌ی کتاب، برای بالا بردن آن چه قدر نیروی محرک لازم است؟

پ. وقتی نیروی محرک ۴۰ سانتی‌متر جابه‌جا شود، نیروی مقاوم چه مسافتی را طی خواهد کرد؟

۶. پس از ثبت پیش‌بینی‌های خود، آن‌ها را در عمل بیازمایید. اندازه‌گیری‌هایتان را نیز بنویسید و با پیش‌بینی خود مقایسه کنید.

۷. حالا در بخش دو برگه، موارد زیر را ثبت کنید:

الف. تعداد کتاب‌های بسته را تغییر دهید و وزن تازه‌ی آن را یادداشت کنید. حالا پیش‌بینی کنید که برای بالا بردن آن با قرقره‌ی مرکب چه قدر نیرو لازم است.

ب. پیش‌بینی کنید که وقتی نیروی مقاوم را ۵ سانتی‌متر بالا می‌برید، نیروی محرک چه قدر جابه‌جا می‌شود.

۸. پس از ثبت پیش‌بینی‌های خود، آن‌ها را در عمل بیازمایید و اندازه‌گیری‌هایتان را نیز ثبت کنید.

۹. آیا پیش‌بینی‌هایتان این بار دقیق‌تر بودند؟

۱۰. فکر می‌کنید قرقره‌ی مرکب برای چه کاری مناسب است؟



## فعالیت ۲۰

### سطح شیب‌دار چیست؟

#### مواد و وسایل لازم

- تخته‌ای به طول حداقل ۱/۵ متر
- کفش اسکیت (یا کامیون اسباب بازی)
- طناب باریک یا نخ ضخیم
- مداد
- برگه‌ی «اندازه‌گیری با سطح شیب‌دار»
- ترازوی فنری یا نیروسنج
- یک جعبه سنگ (یا کتاب جیبی یا وزنه‌های کوچک دیگر)

#### روش کار

۱. برای ثبت اندازه‌گیری‌های این فعالیت از برگه‌ی «اندازه‌گیری با سطح شیب‌دار» که در انتهای فعالیت آمده است، استفاده کنید.
۲. سنگ یا بسته‌ی کتاب یا هر چیز دیگری را که به عنوان وزنه استفاده می‌کنید، با نخ به کفش اسکیت ببندید.
۳. بارتان را که شامل وزنه و کفش اسکیت است، وزن کنید و نتیجه را در برگه بنویسید.
۴. تخته را به گونه‌ای روی پلکان قرار دهید که یک سرش روی زمین و سر

نام ----- تاریخ -----

### اندازه‌گیری با قرقه‌ی مرکب

#### بخش یک

وزن ----- نیوتون	نتایج پیش‌بینی شده	نتایج اندازه‌گیری شده
جهت نیروی مقاوم	-----	-----
نیروی لازم	-----	-----
جابه‌جایی نیروی مقاوم	-----	-----

#### بخش دو

وزن ----- نیوتون	نتایج پیش‌بینی شده	نتایج اندازه‌گیری شده
نیروی لازم	-----	-----
جابه‌جایی نیروی محرک	-----	-----

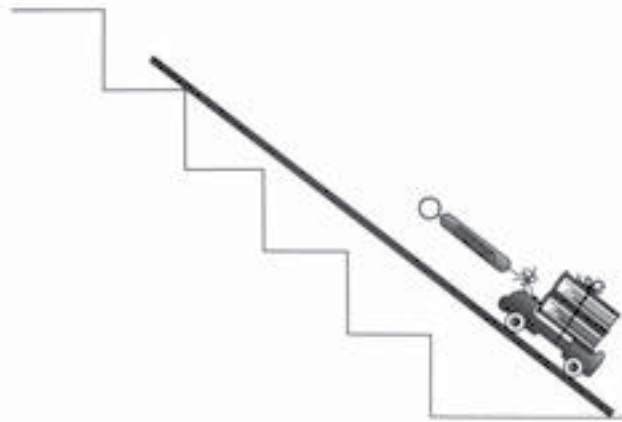
دیگرش روی پله‌ی چهارم قرار گیرد.

۵. ترازوی فنری را به کفش اسکیت وصل کنید و بارتان را از سطح شیب‌دار (تخته) بالا بکشید. هنگامی که با حرکتی یکنواخت آن را بالا می‌کشید، به عقربه‌ی ترازو چشم بدوزید تا نیروی لازم را ببینید و یادداشت کنید.
۶. وزن بار را با نیرویی که برای بالا کشیدن آن از سطح شیب‌دار لازم است، مقایسه کنید.
۷. نیروی لازم برای بالا کشیدن نیروی مقاوم (بار) بیشتر یا کمتر از وزن واقعی بار بود؟ پاسختان را ثبت کنید.
۸. سر بالایی تخته را روی پله‌ی اول بگذارید. (شکل ۲-۲۰)
۹. با توجه به تجربه‌ی قبلی‌تان تخمین بزنید که چه نیرویی برای بالا کشیدن بار از سطح شیب‌دار لازم است. پیش‌بینی خود را ثبت کنید.
۱۰. پس از ثبت پیش‌بینی‌تان، ترازوی فنری را به بار وصل کنید و نیروی واقعی را اندازه‌گیری کنید.
۱۱. نتیجه را یادداشت کنید و ببینید چه قدر به پیش‌بینی شما نزدیک است.
۱۲. حالا پیش‌بینی کنید که اگر سر بالایی تخته روی پله‌ی دوم قرار گیرد، نیروی لازم برای بالا کشیدن بار چه قدر خواهد بود. پس از ثبت پیش‌بینی خود، آن را در عمل بیازمایید.
۱۳. آیا این بار پیش‌بینی‌تان دقیق‌تر بود؟
۱۴. اگر بار شما ۵۰ کیلوگرم و سر بالایی تخته روی پله‌ی اول بود، چه قدر نیرو برای بالا کشیدن آن لازم بود؟
۱۵. به نظر شما سطح شیب‌دار برای چه کارهایی خوب است؟ هرچه به نظرتان رسید، بنویسید و به معلماتان نشان دهید.



شکل ۱-۲۰

کفش اسکیت با وزنه روی سطح شیب‌دار



شکل ۲-۲۰

سطح شیب‌دار در وضعیت جدید





## فعالیت ۲۱

### گوه چیست؟

#### مواد و وسایل لازم

- گوه
- بسته‌ی کتاب
- تخته

#### روش کار

۱. بسته‌ی کتاب‌ها را روی یک سر تخته بگذارید.
۲. انگشت‌های خود را زیر تخته، درجایی که کتاب‌ها قرار دارند، بگذارید و آن را ۳ تا ۸ سانتی‌متر بالا بیاورید. به نیرویی که برای بالا آوردن کتاب‌ها لازم است، توجه کنید.
۳. حالا نوک گوه را زیر همان سر تخته قرار دهید. (شکل ۱-۲۱)
۴. با پا به گوه ضربه بزنید و آن را زیر تخته جلو برانید.
۵. بسته‌ی کتاب چه می‌شود؟
۶. می‌توانید بگویید نیرویی که برای راندن گوه به زیر تخته لازم بود، از بلند کردن مستقیم بار بیشتر است یا کمتر؟
۷. چرا گوه هنگامی که آن را زیر تخته می‌رانید، این قدر مقاومت می‌کند؟

نام ----- تاریخ -----

### اندازه‌گیری با سطح شیب‌دار

وزن ----- نیوتون

جای سربالایی	جای سرپایینی	نیرو
پله‌ی چهارم	زمین	بیشتر/کمتر (دور یکی خط بکشید.)
پله‌ی اول	زمین	پیش‌بینی ----- واقعی -----
پله‌ی دوم	زمین	پیش‌بینی ----- واقعی -----
پله‌ی اول		تخمین نیروی لازم برای تکان دادن ۵۰۰ نیوتون

### کاربردهای سطح شیب‌دار:

۱. -----
۲. -----

## فعالیت ۲۲

### پیچ چیست؟

#### مواد و وسایل لازم

- مداد
- صفحه‌ای کاغذ سفید
- قیچی
- ماژیک سیاه
- پیچ چوب بلند
- خط‌کش

#### روش کار

۱. صفحه‌ی کاغذ را از قطر (طبق شکل ۱-۲۲) ببرید تا به دو مثلث تقسیم شود.
۲. با ماژیک خطی کلفت و سیاه روی وتر (بلندترین ضلع) مثلث بکشید. به شکل ۲-۲۲ توجه کنید.
۳. مثلث را روی میز عمودی نگه دارید. حالا این مثلث شبیه کدام یک از ماشین‌های ساده‌ای است که می‌شناسید؟
۴. مثلث کاغذی را از ضلع کوتاه‌ش (طبق شکل ۳-۲۲) دور مداد بپیچید.

شکل ۱-۲۱  
تخته، بسته‌ی کتاب و گوه



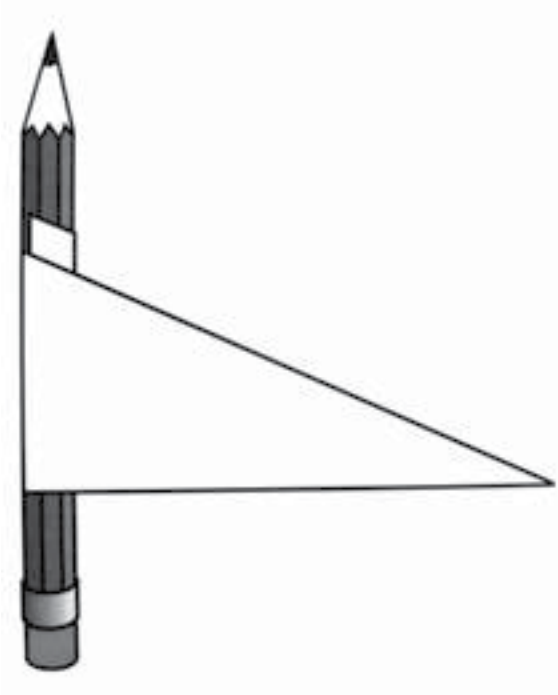
#### برای مسئله حل‌کن‌ها

نمونه‌های گوه را پیدا کنید و فهرست آن‌ها را بنویسید.



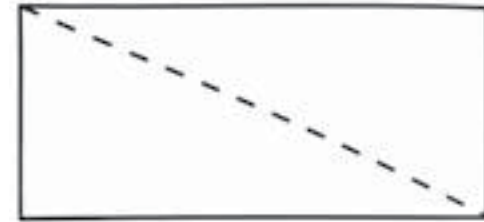
شکل ۳-۲۲

مثلث پیچیده شده به دور مداد



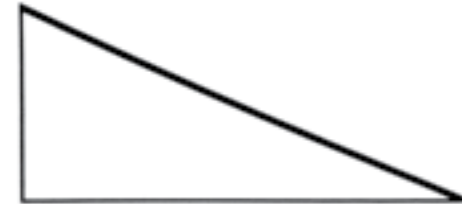
شکل ۱-۲۲

صفحه‌ی مستطیل شکل کاغذ با برش قطری



شکل ۲-۲۲

وتر سیاه شده‌ی مثلث



۵. مداد کاغذپیچی شده را کنار پیچ بلند قرار دهید.

۶. آیا وتر سیاه شده‌ی مثلث شبیه شیارهای پیچ نیست؟

۷. شیارهای پیچ از چه نظر مثل سطح شیب‌دارند؟ برای یافتن پاسخ به مثلث وترسیاهش قبل از پیچیده شدن به دور مداد فکر کنید.



## آچار پیچ‌گوشتی چه نوع ماشین ساده‌ای است؟

### مواد و وسایل لازم

- پیچ چوب
- تکه ای چوب (چوب کاج یا هر چوب نرم دیگر)
- آچار پیچ‌گوشتی

### روش کار

۱. سعی کنید پیچ را با دست داخل چوب فرو ببرید.
۲. سر آچار پیچ‌گوشتی را روی شیار ته پیچ بگذارید و سعی کنید بدون پیچاندن و فقط با فشار دادن، آن را درون چوب فرو کنید.
۳. آیا پیچ بیشتر از وقتی که با دست به آن فشار می‌آوردید، در چوب فرو رفت؟
۴. حالا درحالی که محکم روی آچار پیچ‌گوشتی فشار می‌آورید، آن را بپیچید تا در چوب فرو برود.
۵. آیا این بار موفق شدید پیچ را در چوب فرو ببرید؟
۶. توجه کنید که وقتی پیچ یک دور می‌زند، دسته‌ی آچار پیچ‌گوشتی چه قدر می‌چرخد.
۷. وقتی دسته‌ی آچار پیچ‌گوشتی یک دور می‌گردد، پیچ چه قدر در چوب فرو می‌رود؟

۸. هنگام پیچاندن پیچ و فرو بردن آن در چوب، نیرو بیشتر می‌شود یا کمتر؟ مسافت اثر نیرو چه‌طور؟
۹. فهرستی از کاربردهای پیچ بنویسید.
۱۰. آچار پیچ‌گوشتی چه نوع ماشینی است؟

- مدادتراش
- مخلوط‌کن غذا
- موچین

## روش کار

۱. هریک از وسایلی را که در اختیار دارید، بررسی کنید. ابتدا آن‌ها را به دو دسته تقسیم کنید: ماشین‌های ساده و ماشین‌های مرکب.
  ۲. بعد تمام ماشین‌های ساده را تحت عنوان ماشین‌های ساده‌ای که می‌شناسید، طبقه‌بندی کنید، مثلاً اهرم‌ها، گوه‌ها و ... بعد اهرم‌ها را در سه دسته‌ی نوع اول، نوع دوم و نوع سوم جا دهید.
  ۳. حالا به ماشین‌هایی که در دسته‌ی ماشین‌های مرکب فهرست کرده‌اید، نگاه کنید. ماشین‌های ساده‌ای که در هریک می‌بینید، فهرست کنید.
- برای مسئله حل‌کن‌ها: فهرستی از تمام ماشین‌هایی که امروز استفاده کرده‌اید، تهیه کنید. تمام ماشین‌های ساده‌ای را که در هریک می‌بینید، نام ببرید.
- یک اسباب‌بازی را که قطعات داخلی دارد، بررسی کنید. به دقت درباره‌ی این قطعات فکر کنید و سعی کنید نقشه‌ی داخل آن را بکشید. طبق نقشه‌ی شما، چند ماشین ساده در داخل آن وجود دارد؟ یکی دیگر را بررسی کنید و فکرهایتان را با فکرها‌ی دیگران مقایسه کنید.



## فعالیت ۲۴

## این چه نوع ماشین ساده‌ای است؟

### مواد و وسایل لازم

انواع مختلف ماشین‌های ساده و مرکب موجود، از جمله:

- الک (غزبال)
- بیلچه
- تخم‌مرغ هم‌زن
- جارو
- جک هندلی
- جک پیچی
- چوب ماهیگیری
- چوگان
- درنازکن (هرنوعی که در دسترس دارید).
- رنده
- شن‌کش
- قیچی
- مته دستی



## اطلاعاتی برای معلم

### ماده

#### فعالیت ۱

وقتی تخم‌مرغ‌ها در آب بدون نمک قرار می‌گیرند، به ته فنجان می‌روند. وقتی نمک را به آب اضافه می‌کنید، تخم‌مرغ‌ها بالا می‌آیند. دلیل آن این است که نمک چگالی آب را زیاد می‌کند. چگالی تخم‌مرغ‌ها از آب شیر بیشتر، ولی از آب‌نمک کمتر است. انداختن تخم‌مرغ در آب‌نمک راهی است که بعضی‌ها برای تشخیص این که آب‌نمک برای درست کردن شور مناسب است یا نه، استفاده می‌کنند. تخم‌مرغ (یا تکه‌ای گل کلم) را در آب‌نمک می‌اندازند. اگر بالا آمد، آب نمک برای درست کردن شور مناسب است.

به احتمال قوی مسئله حل‌کن‌های شما متوجه می‌شوند که تخم‌مرغ خام پیش از تخم‌مرغ پخته بالا می‌آید. این دانش‌آموزان نه تنها با انجام دادن این فعالیت یاد می‌گیرند که چگالی آب‌نمک بیشتر و در نتیجه قابلیت شناورسازی آن بیشتر است، بلکه می‌فهمند که تخم‌مرغ پخته هم چگالی بیشتری نسبت به تخم‌مرغ خام دارد. مسئله‌ای که این محققان جوان باید حل کنند این است که چرا تخم‌مرغ پخته بهتر از تخم‌مرغ خام می‌چرخد.

از دانش‌آموزان بخواهید که تخم‌مرغ خام را بچرخانند، رهایش کنند، و دوباره آن را بچرخانند. مواد درون تخم‌مرغ، به سبب لختی، پس از متوقف شدن بخش خارجی تخم‌مرغ به چرخیدن ادامه می‌دهد. گاهی اگر تخم‌مرغ خامی را تکان دهید، تکان خوردن ماده‌ی درونی آن را حس می‌کنید یا می‌شنوید. تخم‌مرغ پخته جامد است، بنابراین از حرکت مواد درونش تأثیر نمی‌پذیرد.

ادغام با: ریاضی، خواندن، زبان آموزی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، اندازه‌گیری، برقراری ارتباط، مقایسه و مقابله، تحقیق

#### فعالیت ۲

با چلانیدن نمی‌توان اسفنج را کاملاً خشک کرد. اگر آن را دوساعت به همان حال بگذارید، بیشتر آب موجود در آن تبخیر می‌شود و بیرون می‌رود. با تبخیر آب، اسفنج سبک‌تر می‌شود و خاکش از حالت تراز بیرون می‌آید. کشیدن شکل خاکش در زمان‌های مختلف، دانش‌آموزان را متوجه تغییرات به وجود آمده می‌کند. احتمالاً آنان می‌خواهند به اسفنج دست بزنند تا مقدار رطوبتش را احساس کنند. باید تا پایان تحقیق از این کار اجتناب کنید زیرا ممکن است نخ روی خاکش جابه‌جا شود و روی نتیجه‌ی کار اثر بگذارد.

دانش‌آموزانی که بخش «برای مسئله حل‌کن‌ها» را انجام می‌دهند، باید ترازوی دقیقی که کمتر از گرم را نشان دهد، در اختیار داشته باشند تا بتوانند آب خارج شده از اسفنج را اندازه‌گیری کنند. با فعالیت حوله‌ی حمام، آنان احتمالاً برای اندازه‌گیری از ترازوی معمولی حمام استفاده کنند، ولی برای اندازه‌گیری‌های دقیق‌تر به ترازوی دقیق‌تر نیاز خواهند داشت. ممکن است از دریافتن این که چه قدر پس از حمام کردن آب روی بدنشان هست، تعجب کنند. برای اندازه‌گیری رطوبت حوله‌ی خشک پس از چند ساعت نیز نیاز به ترازوی دقیق دارند.

ادغام با: ریاضی

مهارت‌ها: مشاهده، اندازه‌گیری، مقایسه و مقابله، استفاده از رابطه‌ی مکان-زمان

### فعالیت ۳

هنگامی که آب گرم می‌شود، میزان تبخیرش افزایش می‌یابد. ظرفی که روی بخار آب می‌گیرید، بخار آب را سرد می‌کند و باعث میعان (مایع شدن) آن می‌شود و آب مایع به صورت قطراتی در کف ظرف ظاهر می‌شود. اگر ظرف را قبل از این که روی بخار آب بگیرید، سرد کنید، این فرایند سریع‌تر صورت می‌گیرد.

میعان را می‌توان با گذاشتن تنگی (یا ظرف مشابهی) پراز یخ بر روی میز مشاهده کرد. بخار آب موجود در هوا روی تنگ سرد می‌شود و به صورت قطرات آب روی بدنه‌ی تنگ در می‌آید.

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر

### فعالیت ۴

مولکول‌های آب یکدیگر را جذب می‌کنند. به نیروی جاذبه‌ای که آن‌ها را به سوی هم می‌کشد، چسبندگی می‌گویند. در درون مایع چون هر مولکول به مولکول‌های مجاور خود چنین نیرویی وارد می‌کند، این نیروها همدیگر را خنثی می‌کنند و حالت تعادل برقرار است. ولی مولکول‌های سطح آب به سمت پایین و اطراف کشیده می‌شوند، نه به سمت بالا. به همین دلیل سطح آب بر اثر نیرویی که به آن کشش سطحی می‌گویند، شبیه پوسته‌ای برآمده می‌شود. انحناى سطح قطره روی کاغذ روغنی نشان دهنده‌ی کشش سطحی است. وقتی چند قطره روی هم قرار گیرند، بر اثر نیروی گرانش کمی تخت می‌شوند.

قطره‌ی آب در غیاب نیروی گرانش، به سبب کشش سطحی به شکل گره در می‌آید. ولی یک قطره آب در فضا بلافاصله تبخیر می‌شود.

اگر تیغ یا گیره‌ی کاغذی را به آرامی روی قطره آبی بگذاریم، پیوندی که کشش سطحی آب بین مولکول‌های آب ایجاد می‌کند، به آن اندازه قوی هست که وزن تیغ یا گیره را تحمل کند. اگر قطره‌ای مایع ظرفشویی به آب اضافه کنیم، این پیوند

قطع می‌شود و جسمی که روی آب است، به زیر آب می‌رود.

بسیاری از مواد دیگر هم کشش سطحی دارند. می‌گویند اگر بلبرینگی در فضا ساخته شود، بسیار آسان‌تر از روی زمین شکل می‌گیرد، زیرا یک قطره فولاد مذاب در فضا به شکل کره‌ای کامل درخواهد آمد.

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، پیش‌بینی، برقراری ارتباط

### فعالیت ۵

هر جسمی که شناور شود، مقداری از مایع را که معادل وزنش است، جابه‌جا می‌کند. (قانون ارشمیدس) هرچه چگالی (وزن مخصوص) مایع بیشتر باشد، جسم در سطحی بالاتر شناور می‌شود، زیرا مقدار مایع هم‌وزنش که باید جابه‌جا کند، کمتر است. هرچه چگالی سنج در مایعی پایین‌تر برود، آن مایع چگالی کمتری دارد.

چگالی سنج‌ها را، با استفاده از قانون ارشمیدس، برای آزمایش کردن مایعاتی مثل ضدیخ یا اسید باتری به کار می‌برند.

### فعالیت ۶

عمق شناوری یک زیر دریایی را در زیر آب می‌توان با تغییر دادن چگالی آن کنترل کرد. چگالی را می‌توان با جایگزین کردن حفره‌ای از هوا (یا بخشی از آن) با آب افزایش داد یا با جایگزین کردن آب با هوا کمتر کرد. این یکی از راه‌های کنترل عمق شناوری زیردریایی است.

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، شناسایی و کنترل متغیرها

### فعالیت ۷

هر ماده‌ای یا جامد است یا مایع یا گاز. ذغال حتی اگر پودر هم شود باز جامد است. آب این خصوصیت بی‌نظیر را دارد که در هر سه حالت جامد، مایع و گاز وجود داشته

باشد. حالت‌های جامد و مایع را می‌توان به آسانی دید. خاطرنشان کنید که آب وقتی به صورت گاز درمی‌آید، دیده نمی‌شود. در بسیاری مواد، از جمله چوب و ذغال، بعضی عناصر هنگام سوختن با اکسیژن ترکیب می‌شوند و گاز تولید می‌کنند و فقط مقداری از آن‌ها به صورت خاکستر، که جامد است، باقی می‌ماند. وقتی در سوختن گاز تولید می‌شود، معمولاً ذرات جامد و مایع به صورت معلق در گاز دیده می‌شوند که به آن دود می‌گوییم.

آن‌هایی که به انجام دادن تحقیق‌های بخش «برای مسئله حل‌کن‌ها» می‌پردازند، واقعاً با مسئله‌ای دشوار مواجه می‌شوند. گلوله‌های نفتالین بدون آن که ابتدا مایع شوند، در دمای اتاق یکسره از جامد به گاز تغییر حالت می‌دهند. شاید این تیزهوشان کوچولو مواد دیگری هم پیدا کنند. تنها ماده‌ای که در طبیعت به هر سه حالت وجود دارد، آب است.

مهارت‌ها: مشاهده، پیش‌بینی، مقایسه و مقابله، استفاده از رابطه‌ی مکان - زمان

## فعالیت ۸

هدف از این فعالیت کمک به دانش‌آموزان در یادگیری شیوه‌ی حل مسئله است. برای این مسئله هیچ‌گونه پاسخ «صحیح» وجود ندارد، بلکه بعضی از راه‌حل‌ها ممکن است عملی‌تر و موثرتر از بقیه باشند. برای مثال برداشتن دانه‌های فلفل، کاری طاقت فرسا و کند است. حل کردن نمک در آب و صاف کردن محلول با تنظیف بسیار موثرتر است. دانش‌آموزان را تشویق کنید که هرچند راه‌حل را که به فکرشان می‌رسد، بیازمایند. به این ترتیب وارد بحثی درباره‌ی ترکیب علم و فناوری برای حل مسائل خواهید شد.

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر

## فعالیت ۹

مخلوط از یک یا چند ماده که پس از مخلوط شدن خصوصیات خود را حفظ می‌کنند، تشکیل می‌شود. محلول وقتی تشکیل می‌شود که ماده‌ی اضافه شده به مایع جزئی از آن شود. محلول در واقع نوعی مخلوط است، مخلوطی که در آن تمام ذرات در اندازه‌ی مولکولی‌اند.

مواد فهرست شده را می‌توان به آسانی با مواد قابل حل و غیرقابل حل دیگر عوض کرد.

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، طبقه‌بندی، مقایسه و مقابله

## فعالیت ۱۰

تغییر فیزیکی معمولاً فقط حالت ماده را تغییر می‌دهد، یعنی مثلاً آن را از جامد به مایع یا از مایع به گاز تبدیل می‌کند یا شکل و بافت آن را تغییر می‌دهد. تغییرات فیزیکی معمولاً برگشت‌پذیرند. مثلاً می‌توان با آب کردن تکه‌ای یخ یا میعان بخار آب موجود در هوا آب به دست آورد. تغییرات شیمیایی ساختار مولکولی را تغییر می‌دهند و برگشت‌پذیر نیستند. در این فعالیت، هنگامی که آب تبخیر می‌شود، بلورهای شکر قابل مشاهده می‌شوند. آن‌ها به هم می‌چسبند و دیگر شکل اولیه‌شان را ندارند، ولی اگر آن‌ها را بجشید باز مزه‌ی شکر می‌دهند.

همچنین می‌توانید مقداری شکر را بسوزانید تا دانش‌آموزان نتیجه‌ی آن را با نتیجه‌ی این فعالیت مقایسه کنند. پس از آن که ماده‌ی سوخته سرد شد، از یک نفر بخواهید که آن را بجشد و بگوید که شکر تغییر فیزیکی کرده است یا تغییر شیمیایی. به جز مقدار اندکی از شکر که سوخته باقی می‌ماند، بقیه مزه‌ی شکر نمی‌دهد. سوختن تغییر شیمیایی ایجاد می‌کند. شکر بر اثر گرما با اکسیژن هوا ترکیب می‌شود و پس مانده‌ای کربنی به جا می‌گذارد.

ادغام با: ریاضی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، طبقه‌بندی، مقایسه و مقابله، اندازه‌گیری

### فعالیت ۱۱

وقتی سیم ظرفشویی برای مدت زیادی در هوای مرطوب قرار گیرد، رطوبت به صورت واسطه عمل می‌کند و مولکول‌های اکسیژن را در تماس نزدیک با مولکول‌های آهن سیم قرار می‌دهد. مولکول‌های اکسیژن و مولکول‌های آهن را هم ترکیب می‌شوند و اکسید آهن تشکیل می‌دهند. این فرایند مقداری از اکسیژن درون ظرف شیشه‌ای را مصرف می‌کند و مقدار گاز (هوای) درون ظرف را کاهش می‌دهد. در نتیجه فشار هوای درون ظرف کم می‌شود و فشار هوای بیرون بیشتر از فشار هوای درون ظرف می‌شود و آب با فشار به داخل ظرف رانده می‌شود. مشاهدات دانش‌آموزان باید شامل اندازه‌گیری سطح آب درون ظرف‌ها و رنگ سیم باشد که بر اثر زنگ‌زدگی تغییر می‌کند.

ادغام با: ریاضی، خواندن

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، مقایسه و مقابله، اندازه‌گیری

### فعالیت ۱۲

هنگامی که شیر، خشک می‌شود، پس ماند آن در زمینه‌ی کاغذ محو می‌شود و نوشته را نمی‌توان دید. وقتی نوشته گرم می‌شود، تغییری شیمیایی در پس ماند شیر ایجاد می‌شود و آن را تیره می‌کند. در نتیجه نوشته در زمینه‌ی سفید کاغذ دیده می‌شود.

دانش‌آموزان می‌توانند به جای شیر از لیموترش برای نوشتن استفاده کنند.

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، پیش‌بینی، مقایسه و مقابله

### فعالیت ۱۳

با بالا رفتن دما، مولکول‌ها سریع‌تر حرکت می‌کنند. رنگ خوراکی در آب گرم آشکارا

سریع‌تر حرکت می‌کند تا در آب سرد. در این آزمایش، دمای آب، متغیر شماسست. « مسئله حل‌کن‌ها» یک بار رنگ را متغیر می‌گیرند. مثلاً می‌توانید در دو لیوان آب با دمای یکسان بریزید و در یکی رنگ زرد و در دیگری رنگ قهوه‌ای (یا قرمز) را امتحان کنید. برای انجام دادن این بخش دانش‌آموزان همچنین تشویق می‌شوند که از کورنومتر و دماسنج استفاده کنند. تشخیص یک‌دست شدن رنگ را به عهده‌ی آنان بگذارید.

ادغام با: ریاضی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، مقایسه و مقابله، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، استفاده از رابطه‌ی مکان- زمان، فرضیه سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن

### فعالیت ۱۴

مولکول‌های آب داغ بسیار سریع‌تر از مولکول‌های آب سرد حرکت می‌کنند. در نتیجه مولکول‌های شکر در حال حل شدن در سراسر مایع بیشتر پخش می‌شود و نسبت به آب سرد، مقدار بیشتری شکر در آن حل می‌شود.

«مسئله حل‌کن‌ها» میزان حل شدن حبه‌های قند در آب را با میزان حل شدن شکر مقایسه می‌کنند. همچنین اثر هم‌زدن را روی حل شدن بررسی خواهند کرد. اگر باز حوصله داشته باشند، میزان حل شدن نمک و شکر را باهم مقایسه می‌کنند. دانشمندان جوان شما احتمالاً به فکر آزمودن متغیرهای دیگری نیز خواهند افتاد.

ادغام با: ریاضی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، مقایسه و مقابله، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، استفاده از رابطه‌ی مکان- زمان، فرضیه سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن

## فعالیت ۱۵

مولکول‌های عطر به اندازه‌ای که بتوانند به داخل بادکنک نفوذ کنند، ریز هستند. وقتی پس از دو ساعت باد از بادکنک بیرون می‌آید، بوی عطر باید در هوای داخل آن محسوس باشد.

گاهی غذاهایی که در یخچال داخل کیسه پلاستیکی یا زیر روکش پلاستیکی قرار دارند، بویشان را به یکدیگر انتقال می‌دهند. «مسئله حل‌کن‌ها» کشف می‌کنند که دلیلش چیست.

ادغام با: ریاضی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، طبقه‌بندی، مقایسه و مقابله، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، استفاده از رابطه‌ی مکان-زمان، فرضیه‌سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن

## فعالیت ۱۶

شما باید بادکنک‌ها را وارسی کنید و مطمئن شوید که گره‌شان محکم است و هوا از آن‌ها بیرون نمی‌رود. این کار را می‌توان با فرو بردن آن‌ها در آب انجام داد. اگر حباب نزنند، سرشان محکم بسته شده است. هنگامی که بادکنک را در جایی بدون حرکت می‌گذارید، حتی اگر هیچ نقطه‌ی قابل مشاهده‌ای برای خروج هوا نداشته باشد، هوا از پوسته‌ی آن به بیرون نفوذ می‌کند. در مدتی که آن را مشاهده می‌کنید، دما باید تا جایی که ممکن است، در محل آزمایش ثابت باشد. اگر دمای هوا تغییر کند، بادکنک (به ترتیب در هوای گرم‌تر و سردتر) منبسط یا منقبض می‌شود و نتایج آزمایش را مخدوش می‌کند.

ادغام با: ریاضی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، طبقه‌بندی، مقایسه و مقابله، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، استفاده از رابطه‌ی مکان-زمان، فرضیه‌سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن

## فعالیت ۱۷

می‌توان مایع‌های دیگری را جایگزین مایع‌های فهرست شده در این فعالیت کرد، ولی چسبندگی (غلظت) آن‌ها باید متفاوت باشد. هرچه چسبندگی مایع بیشتر باشد، تیله در آن کندتر پایین می‌رود. چسبندگی یعنی مقاومت در برابر جریان یافتن. اگر ظرف‌های بلند و باریک پیدا نکردید، سعی کنید به جای آن‌ها ظرف‌های مربا یا ترشی را که بلندترند بگذارید، چون در اینجا ارتفاع ظرف اهمیت دارد. اگر لوله آزمایش در اختیار داشته باشید، برای این کار خیلی مناسب است. البته باید در محکم لاستیکی یا چوب پنبه‌ای داشته باشد.

این فعالیت را حتی می‌توان در کاسه‌های سرباز هم انجام داد. مایع‌ها را در کاسه‌های مختلف بریزید و قاشقی در هریک بگذارید. از دانش‌آموزان بخواهید که از هریک از کاسه‌ها یک قاشق مایع بردارند و آن را دوباره در کاسه‌اش بریزند و ببینند کدام مایع سریع‌تر از قاشق می‌ریزد. این روش دقت و جذابیت کار با تیله را ندارد، ولی عملی است.

«مسئله حل‌کن‌ها» با تحقیق درباره‌ی این که چرا در اتومبیل‌ها روغن‌هایی با چسبندگی مختلف استفاده می‌شود، به کاربردهای عملی این مفهوم پی خواهند برد. یکی از عوامل دماست. روغن‌ها نیز مانند عسل در اثر گرما رقیق‌تر می‌شوند، یعنی چسبندگی‌شان کاهش می‌یابد. به همین دلیل معمولاً روغن‌های سنگین‌تر را در مناطق گرمسیر و روغن‌های سبک‌تر را در مناطق سردسیر به کار می‌برند. روغن‌های جدید را با چند چسبندگی می‌سازند. آن‌ها خواصی ویژه دارند که باعث می‌شوند در گرما سنگین‌تر و در سرما سبک‌تر شوند.

ادغام با: ریاضی، خواندن

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، طبقه‌بندی، مقایسه و مقابله، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، استفاده از رابطه‌ی مکان-زمان، فرضیه‌سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن، تحقیق

## فعالیت ۱۸

موم در حالت جامد نمی‌سوزد. گرما موم را تبدیل به بخار می‌کند که وقتی با اکسیژن هوا ترکیب می‌شود، می‌سوزد. وقتی شعله‌ی شمعی خاموش می‌شود، گازهای داغ آن مدت کوتاهی کماکان بالا می‌روند. این گازها در صورتی که شعله‌ای سر راهشان باشد، مانند فتیله عمل می‌کنند. شعله گازها را تا پایین می‌سوزاند و باعث روشن شدن شمع پایینی می‌شود.

ادغام با: خواندن، زبان آموزی، ریاضی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، طبقه‌بندی، مقایسه و مقابله، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، استفاده از رابطه‌ی مکان-زمان، فرضیه‌سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن، تحقیق

## فعالیت ۱۹

احتیاط: چون با آتش کار می‌کنید، نظارت دقیق بر کار دانش‌آموزان ضروری است. ترکیب جوش شیرین و سرکه دی‌اکسیدکربن می‌سازد که از هوا سنگین‌تر است و در نتیجه هوا را از ظرف بیرون می‌راند و خود در ظرف باقی می‌ماند. هنگامی که شمع در ظرف پایین می‌رود، به اکسیژن نیازمند می‌شود و شعله‌اش بالا می‌رود. ولی گازها تا مدتی کوتاه از شمع خارج می‌شوند و به سوی بالا می‌روند و شعله روی لایه‌ای از دی‌اکسیدکربن، در جایی که اکسیژن وجود دارد، می‌نشیند و گازها را می‌سوزاند.

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط

## فعالیت ۲۰

احتیاط: چون با آتش کار می‌کنید، نظارت دقیق بر کار دانش‌آموزان ضروری است. جوش شیرین، بی‌کربنات سدیم است. سرکه حاوی اسید استیک است. وقتی این دو با هم ترکیب شوند، دی‌اکسیدکربن (CO<sub>2</sub>) تشکیل می‌شود که سنگین‌تر از هواست.

بنابراین وقتی بطری را خم می‌کنید، دی‌اکسیدکربن بیرون می‌ریزد. شما بیرون ریختن آن را نمی‌بینید، چون بی‌رنگ است. وقتی CO<sub>2</sub> بیرون می‌ریزد، شعله را بدون اکسیژن می‌گذارد و خاموش می‌کند. معمولاً برای خاموش کردن آتش از دی‌اکسیدکربن استفاده می‌کنند.

دی‌اکسیدکربن یکی از فراوان‌ترین گازهاست. انسان و جانوران آن را تولید و در هوا آزاد می‌کنند. گیاهان آن را جذب می‌کنند و اکسیژن می‌سازند. دی‌اکسید کربن را در نوشابه‌ها می‌ریزند تا آن‌ها را گازدار کنند. یخ خشک دی‌اکسیدکربن است که با منجمد کردنش آن را جامد می‌کنند. اگر یخ خشک در اختیار دارید، می‌توانید این فعالیت را با استفاده از آن به جای ترکیب سرکه و جوش شیرین تکرار کنید. احتیاط: هر گونه استفاده از یخ خشک باید با نظارت دقیق صورت گیرد. آن را هرگز نباید دهان گذاشت، چون زبان را می‌سوزاند. همچنین آن را نباید در ظرف در بسته نگه داشت چون می‌تواند فشار لازم برای ترکاندن ظرف را تولید کند.

ادغام با: خواندن، ریاضی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن، تحقیق

## فعالیت ۲۱

پس از مدت کوتاهی نیمه‌ی توپ باید بالا بیفتد. وقتی لاستیک دچار واپیچیدگی شود، مولکول‌های آن مانند فنرهایی ریز عمل می‌کنند و آن را وامی‌دارند که با حرکتی جهش‌وار به حالت اولیه‌اش برگردد. همین خصوصیت است که باعث برگشت‌پذیری لاستیک می‌شود. وقتی نیمه توپ می‌خواهد به حالت اولیه برگردد، ابتدا باید بر مقاومت خمی که به سوی عقب برداشته است، غلبه کند. ولی وقتی به نقطه‌ای خاص می‌رسد، این عمل بسیار سریع‌تر صورت می‌گیرد. لبه‌ها با نیروی قابل توجهی برمی‌گردند و نیمه توپ بالا می‌پرد.

هنگامی که دانش‌آموزان درباره‌ی پرسش گام ۴ فکر می‌کنند، شاید بهتر باشد به

آنان بگویند لبه‌ی نیمه توپ را بیشتر ببرند یا لبه‌ی نیمه‌ی دیگر توپ را کمتر از اولی ببرند. برش کمتر باعث تأخیر در برگشت به حالت اولیه و برش بیشتر باعث تسریع آن می‌شود. «مسئله حل کن‌ها» نیز به فکر آزمودن این عوامل خواهند افتاد.

ادغام با: ریاضی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، طبقه‌بندی، مقایسه و مقابله، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، استفاده از رابطه‌ی مکان- زمان، فرضیه‌سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن، تحقیق

## فعالیت ۲۲

پلی اتیلن خاصیت عجیبی دارد و آن این است که وقتی پاره شود، جمع و کوچک می‌شود. وقتی کیسه‌ی پلی اتیلن را سوراخ می‌کنید، جمع می‌شود و جلوی جریان آب را می‌گیرد. این عاملی است که آن را برای ساختن لاستیک‌های مقاوم اتومبیل مناسب می‌سازد.

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، طبقه‌بندی، مقایسه و مقابله، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، استفاده از رابطه‌ی مکان- زمان، فرضیه‌سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن، تحقیق

## فعالیت ۲۳

هنگامی که شکر در آب حل می‌شود، بلورها به مولکول‌هایی چنان خرد تبدیل می‌شوند که حتی با قوی‌ترین میکروسکوپ‌ها قابل دیدن نیستند. یک مولکول شکر کوچک‌ترین ذره از آن است که می‌تواند وجود داشته باشد. اگر کوچک‌تر از آن می‌شد دیگر شکر نبود.

در این فعالیت، بلورهای شکر حل و تا حد مولکول ریز می‌شوند و محلولی فوق اشباع تشکیل می‌دهند (که حاوی مقداری شکر است که دیگر در دمای اتاق قابل حل شدن

نیست). بعد، هنگامی که محلول سرد می‌شود، بلورها از محلول بیرون می‌آیند و دور نخ جمع می‌شوند. وقتی چنین اتفاقی می‌افتد، بلورهای بزرگ‌تر شکر ایجاد می‌شوند که به آن نبات می‌گویند.

«مسئله حل کن‌ها» سعی می‌کنند به همین روش با مواد دیگر مانند نمک و زاج بلور درست کنند.

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، طبقه‌بندی، مقایسه و مقابله، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، استفاده از رابطه‌ی مکان- زمان، فرضیه‌سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن، تحقیق

## فعالیت ۲۴

این فعالیت، دانش‌آموزان را با واژه‌های اسید، باز و خنثی و نیز استفاده از کاغذ تورنسل برای تعیین هریک آشنا می‌کند. همچنین برای مسئله حل کن‌های شما که می‌خواهند این فعالیت را درمورد مایع‌ها و نوشیدنی‌های مختلف انجام دهند، تجربه‌ای عملی و مفید خواهد بود. اگر در منطقه‌ی شما مشکل باران اسیدی وجود دارد، می‌توانید هر بار که باران می‌بارد، آب باران را جمع‌آوری و آزمایش کنید تا مقدار اسید موجود در آن مشخص شود. همین کار را با برف انجام دهید، آن را آب کنید و با کاغذ تورنسل بیازمایید.

یکی از پروژه‌های درازمدتی که می‌توانید به دانش‌آموزان خود پیشنهاد کنید این است که تحقیق کنند آیا در منطقه‌ی شما مقدار اسید آب باران در طول سال تغییر می‌کند یا نه.

اگر کاغذ تورنسل نداشتید یا علاوه بر آن، از آب کلم قرمز استفاده کنید. می‌توانید کلم را بجوشانید و آبش را صاف کنید یا کلم قرمز و آب را در یک مخلوط‌کن بریزید و بعد از خرد شدن و مخلوط شدن آن را صاف کنید. برای استفاده از آن در تشخیص اسید و باز، کمی از آن، مثلاً یک قاشق مرباخوری از آن را در مایع مورد آزمایش بریزید. تغییر رنگ آن را با تغییر رنگ تورنسل مقایسه کنید.

ادغام با: ریاضی، مطالعات اجتماعی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، طبقه‌بندی، مقایسه و مقابله، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، آزمایش کردن

## انرژی

### فعالیت ۱

هدف از این فعالیت این است که دانش‌آموزان تفاوت بین انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی را درک کنند. وقتی تله‌موش را تنظیم می‌کنید، فنر فشرده به آن انرژی پتانسیل می‌دهد. وقتی فنر رها می‌شود، انرژی پتانسیل به انرژی جنبشی یا انرژی متحرک تبدیل می‌شود. باید خیلی مراقب باشید که انگشت کسی لای تله‌موش گیر نکند.

وقتی توپ را بالای زمین نگه می‌دارید، دارای انرژی پتانسیل است. وقتی توپ رها می‌شود و به سوی زمین می‌آید، انرژی پتانسیلش تبدیل به انرژی جنبشی می‌شود. وقتی توپ به زمین می‌خورد، فشرده می‌شود و انرژی جنبشی آن به انرژی پتانسیل تبدیل می‌شود. انرژی پتانسیل موجود در لاستیک فشرده توپ را به سوی بالا می‌راند و در این مرحله باز انرژی پتانسیل تبدیل به انرژی جنبشی می‌شود. وقتی توپ با مقاومت زمین و هوا مواجه می‌شود، مقداری از انرژی آن به صورت گرما آزاد می‌شود. به همین دلیل است که وقتی توپ بالا و پایین می‌رود، هربار ارتفاع بالا رفتنش کمتر می‌شود.

آونگ در حال نوسان نیز دوره‌ای چون بالا و پایین رفتن توپ دارد. وقتی آونگ در بالاترین نقطه‌ی نوسانش قرار دارد، انرژی کل این سیستم پتانسیل است. وقتی آونگ به پایین‌ترین نقطه می‌رسد و دیگر پایین‌تر نمی‌رود و هنوز شروع به بالا رفتن نکرده است، تمام انرژی آونگ جنبشی است.

اگر آونگ بی‌حرکت باشد، نه انرژی پتانسیل دارد و نه انرژی جنبشی. وقتی درجایی است که نیروی گرانش می‌تواند موجب حرکت آن شود، انرژی پتانسیل دارد.

دوستاناران بسکتبال کلاس شما احتمالاً از تقسیم بازی به اعمالی که مرتبط با انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی‌اند، لذت خواهند برد. این فعالیت را در مورد فوتبال یا هر بازی دیگری که کودکان به آن علاقه دارند، می‌توان اجرا کرد تا آنان با تشخیص مراحل تبدیل انرژی‌ها به یکدیگر این مفهوم را بهتر درک کنند.

ادغام با: ریاضی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، طبقه‌بندی، مقایسه و مقابله، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، استفاده از رابطه‌ی مکان-زمان، فرضیه‌سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن

### فعالیت ۲

فرمولی که در اینجا ارائه شده است، تقریبی است و از نظر یکا نیز استاندارد نیست، زیرا یکای کار به جای نیوتون متر یا ژول، کیلوگرم متر گرفته شده است. ولی با این تقریب و بدون درگیر شدن با مبحث گرانش و یکاهای درک این مطلب برای دانش‌آموزان آسان‌تر است. البته در فعالیت بعدی در این باره توضیح داده شده است.

استفاده از فرمول نباید برای دانش‌آموزان دوره‌ی راهنمایی مشکل باشد. در مثال زیر وزن دانش‌آموز ۵۰ کیلوگرم و زمان لازم برای بالا رفتن از ارتفاع سه متری ۳ ثانیه فرض شده است:

اسب بخار

ادغام با: ریاضی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، استفاده از رابطه‌ی مکان-زمان، فرضیه‌سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن



### فعالیت ۳

ژول یا نیوتون متر یکایی استاندارد برای اندازه‌گیری کار یا انرژی پتانسیل است. در بعضی کشورها یکای فوت-پوند به کار می‌رود که در کشور ما معمول نیست.

کیسه‌ای پلاستیکی یا پارچه‌ای که یک کیلو ماسه، لوبیا یا هر ماده‌ی دیگری در آن جا بگیرد، وزنه‌ی خوبی برای این فعالیت است. اگر به جای وزنه از جسمی سخت استفاده می‌کنید، روی میز یا زمین را با روزنامه یا پارچه بپوشانید تا هنگام زمین خوردن وزنه صدای آن کم شود و سطح برخورد صدمه نبیند.

ادغام با: ریاضی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، استفاده از رابطه‌ی مکان-زمان، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن

### فعالیت ۴

با این که تیر و کمان پیشنهاد شده برای این فعالیت اسباب‌بازی و بی‌خطرند، نظارت نزدیک شما بسیار ضروری است. اگر تیر به صورت یک کودک بخورد، ممکن است او را زخمی کند. دانش‌آموزان سال‌های پایین‌تر می‌توانند این فعالیت را با اندازه‌گیری کمتر ولی با پیش‌بینی انجام دهند. می‌توانید خط‌کش یا متر نواری را در نقاط خاص علامت‌گذاری کنید تا اندازه‌گیری فاصله‌ی زه تا قوس کمان آسان‌تر شود. کودکان نیز می‌توانند با علامت‌گذاری روی زمین پیش‌بینی خود را درباره‌ی فاصله‌ای که تیر طی خواهد کرد، نشان دهند.

ادغام با: ریاضی، تربیت‌بدنی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، طبقه‌بندی، مقایسه و مقابله، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، استفاده از رابطه‌ی مکان-زمان، فرضیه‌سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن

### فعالیت ۵

این فعالیت فرصت خوبی به دست می‌دهد تا دانش‌آموزان با اجسام آشنا کار کنند و منابع انرژی را تا سرچشمه دنبال کنند. همچنین فرصت خوبی برای آنان است که خلاقیت خود را به کار گیرند و فکرهايشان را با دیگران درمیان بگذارند. به مرور که با هم کار می‌کنند، به امتیازهای کار مشارکتی پی خواهند برد.

دانش‌آموزان باید درک کنند که کش تا وقتی آن را نیچند (کوک نکنند) انرژی ندارد. انرژی کوک را ماهیچه‌های بدن انسان تأمین می‌کند. ماهیچه‌ها انرژی‌شان را به طور مستقیم یا غیر مستقیم از غذایی که گیاهان-از مواد مغذی زمین و انرژی خورشید-می‌سازند، می‌گیرند.

ادغام با: ریاضی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، طبقه‌بندی، مقایسه و مقابله، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن

### فعالیت ۶

در این فعالیت، دانش‌آموزان باد را به عنوان منبع انرژی به کار می‌برند. این بحث را مطرح کنید که حتی منبع انرژی باد خورشید است. از دانش‌آموزان بخواهید دلیل آن را توضیح دهند.

هنگامی که دانش‌آموزان می‌کوشند چیزهایی اختراع کنند که با استفاده از نیروی باد اجسام را حرکت دهند، مهارت‌های خلاقانه و حل مسئله‌ی خود را به کار می‌گیرند. اگر فکری به خاطر مسئله حل‌کن‌های شما نرسید، می‌توانید آنان را تشویق کنید درباره‌ی وسایلی قدیمی که با نیروی باد کار می‌کرده‌اند و آن‌هایی که هنوز هم به کار می‌روند، تحقیق کنند. شاید وقتی از تاریخچه‌ی استفاده از نیروی باد آگاه شوند، فکرها‌ی بکری به خاطرشان بیاید. همچنین آنان را تشویق کنید که درباره‌ی فکرهايشان با یکدیگر بحث کنند.



شکل ۲-۸  
فاصله‌ی کانونی برای نور و گرما



## فعالیت ۲,۹

وقتی دمای ماده‌ای افزایش می‌یابد، مولکول‌های آن سریع‌تر حرکت می‌کنند، ولی اندازه‌شان تغییری نمی‌کند. هنگام حرکت سریع، مانند دانش‌آموزان در گروه، تعداد دفعاتی که به هم برخورد می‌کنند، بیشتر می‌شود و به فضای بیشتری نیاز خواهند داشت. اگر اعضای گروه با حداکثر سرعت خود بدونند، به فضای وسیع‌تری نیاز خواهند داشت.

ادغام با: تربیت بدنی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، مقایسه و مقابله

ادغام با: خواندن، زبان آموزی، ریاضی، مطالعات اجتماعی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن، تحقیق

## فعالیت ۷

ظرفی که بدون سرپوش است، نمونه‌ای برای کنترل (مقایسه‌ی) اثر رنگ سیاه یا براق بر جذب انرژی است. دمای ظرفی که با کاغذ سیاه پوشانده شده است، احتمالاً بسیار سریع‌تر از دمای دو ظرف دیگر بالا می‌رود. ورق آلومینیومی گرما را بازتاب می‌دهد و افزایش دمای ماسه‌ای که پوشانده است، بسیار کند خواهد بود.

لباس فضانوردان را براق می‌سازند تا آنان را از آسیب پرتوهای مستقیم خورشید حفظ کنند.

ادغام با: ریاضی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، طبقه‌بندی، مقایسه و مقابله، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، استفاده از رابطه‌ی زمان-مکان، فرضیه‌سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن

## فعالیت ۸

هنگامی که نور خورشید را با ذره‌بین متمرکز می‌کنید، پرتوهای فروسرخ یا پرتوهای گرمایی نیز همراه با آن متمرکز می‌شوند. ذره بین می‌تواند نور درخشان خورشید را تا حدی متمرکز کند که کاغذ را بسوزاند و حتی شعله‌ور کند. چنان که در شکل ۲-۸ می‌بینید، فاصله‌ی کانونی برای تمرکز گرما قدری از فاصله‌ی کانونی برای تمرکز نور بیشتر است. به همین دلیل پس از متمرکز کردن نور روی کاغذ باید کمی آن را عقب ببرید تا فاصله‌ی کانونی گرما - یعنی نقطه‌ای از کاغذ را که گرما در آن حداکثر است - پیدا کنید.

## فعالیت ۲,۱۰

احتیاط: در این فعالیت از شعله‌ی باز استفاده می‌شود. نظارت نزدیک شما ضروری است.

هنگامی که سیم را با شمع گرم می‌کنید، انبساط می‌یابد و میخ که قبلاً آزادانه حرکت می‌کرد، ولی با میز یا زمین تماس نداشت، روی سطح زیرش کشیده می‌شود. هنگامی که سیم سرد شود، منقبض می‌شود و میخ دوباره آزادانه به نوسان درمی‌آید. بقیه‌ی جامدها نیز وقتی گرم می‌شوند، مانند این سیم منبسط و وقتی سرد شوند، منقبض می‌شوند.

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، مقایسه و مقابله، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، استفاده از رابطه‌ی زمان- مکان، فرضیه سازی، شناسایی و کنترل متغیرها

## فعالیت ۲,۱۱

لوله ای که برای این فعالیت به کار می‌رود، باید باریک و توخالی باشد.

هنگامی که ظرف آب در آفتاب گرم می‌شود، آب انبساط می‌یابد و سطح آب درون لوله بالا می‌رود و نشان می‌دهد که با بالا رفتن دمای مایع، آن مایع منبسط می‌شود. وقتی دمای آب پایین می‌آید، منقبض می‌شود و سطح آب درون لوله هم پایین می‌آید.

اگر رنگ خوراکی در دسترس دارید، به دانش‌آموزان بگویید چند قطره از آن را به آب اضافه کنند. رنگ باعث می‌شود که سطح آب درون لوله بهتر دیده شود.

اگر دانش‌آموزان کارتی به لوله بچسبانند و با استفاده از یک دماسنج دمای آب را اندازه بگیرند و روی کارت در برابر سطح آب بنویسند، لوله تبدیل به دماسنج می‌شود. ولی آب درون لوله به تدریج تبخیر می‌شود و دقت دماسنج پایین می‌آید و نیاز به درجه‌بندی مجدد خواهد داشت.

در جایگاه‌های سوختگیری، بنزین را در مخازن بزرگی در زیر زمین ذخیره می‌کنند تا بنزین خنک بماند. اگر راننده‌ای که باک اتومبیلش را پر از بنزین کرده است، اتومبیل را زیر آفتاب بگذارد، بنزین گرم و منبسط می‌شود و گاهی در باک را بیرون می‌پراند و بنزین از باک بیرون می‌ریزد.

ادغام با: ریاضی، مطالعات اجتماعی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، طبقه‌بندی، مقایسه و مقابله، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، استفاده از رابطه‌ی زمان- مکان، فرضیه سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن

## فعالیت ۲,۱۲

این فعالیت شبیه فعالیت ۱۱ است، با این تفاوت که این بار تغییر سطح آب درون لوله از انبساط و انقباض هوای درون ظرف حاصل می‌شود، نه از انبساط و انقباض مایع درون آن. هنگامی که هوای درون ظرف در زیر آفتاب گرم می‌شود، منبسط می‌شود و آب را در لوله بالا می‌برد به طوری که حتی ممکن است آب از بالای لوله بیرون بپاشد و این نشان می‌دهد که گاز بر اثر افزایش دما منبسط می‌شود. وقتی دمای هوا کاهش می‌یابد، منقبض می‌شود و سطح آب درون لوله پایین می‌آید.

اگر رنگ خوراکی در اختیار دارید، چند قطره به آب اضافه کنید تا در لوله واضح‌تر دیده شود. این مجموعه نوعی دماسنج است.

ادغام با: ریاضی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، طبقه‌بندی، مقایسه و مقابله، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، استفاده از رابطه‌ی زمان- مکان، فرضیه سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن

### فعالیت ۱۳

هنگامی که میخ را با چکش در چوب فرو می‌کنید، مقداری از انرژی چکش به سبب اصطکاک بین میخ و چکش، تبدیل به انرژی گرمایی می‌شود. هنگامی که میخ را از چوب بیرون می‌کشید، باز اصطکاک مقداری از انرژی را تبدیل به گرما می‌کند. اگر میخ را سریع بیرون بکشید، احتمالاً گرما محسوس‌تر از زمانی خواهد بود که میخ را در چوب کوبیدید.

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، مقایسه و مقابله

### فعالیت ۱۴

این فعالیت نشان می‌دهد که صوت کار انجام می‌دهد. می‌تواند چیزی را به حرکت درآورد. انرژی به وسیله‌ی امواج صوتی از گیتاری به گیتار دیگر منتقل می‌شود، و تارهای گیتار دوم به حرکت درمی‌آید. دو گیتار باید یک کوک داشته باشند تا بسامد ارتعاش در دو مجموعه تارشان یکی باشد.

ادغام با: موسیقی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر

### فعالیت ۱۵

در بخش «به معلمان» کار را این گونه تعریف کردیم: قابلیت جابه‌جا کردن چیزی یا عمل کردن نیرویی در یک فاصله. آهن‌ریا باید بتواند گلوله‌ی فولادی را به سمت خود بکشد. اگر چنین نشد، یا گلوله را به آهن‌ریا نزدیک‌تر کنید یا آهن‌ریای قوی‌تری انتخاب کنید.

اگر گلوله‌ی فولادی در اختیار ندارید، با یک گیره‌ی کاغذ هم می‌توانید این فعالیت را انجام دهید.

ادغام با: ریاضی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، طبقه‌بندی، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، فرضیه‌سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن

### فعالیت ۱۶

نیروی گرانش زمین اجسام را، با هر اندازه و جرمی، با سرعتی یکسان به سمت زمین می‌کشد. مقاومت هوا می‌تواند در سرعت سقوط تأثیر داشته باشد، بنابراین ورق کاغذی که به طور افقی سقوط می‌کند، کندتر پایین می‌رود. ولی به استثنای مواردی که مقاومت هوا مؤثر است، در بقیه‌ی موارد همه‌ی اجسام با یک سرعت سقوط می‌کنند. اگر یک سنگ و یک پر را باهم در اتاقک خلأ رها کنیم، هر دو با هم به زمین می‌رسند.

دانشمندان هنوز می‌کوشند دریابند که گرانش دقیقاً چیست. تا به حال اطلاعات بسیاری درباره‌ی آن به دست آورده‌اند. می‌دانند که تمام اجسام به اجسام دیگر نیروی گرانش وارد می‌کنند، هرچند این نیرو به قدری کم است که محسوس نیست، مگر جسم به اندازه‌ی زمین یا سایر سیارات بزرگ باشد.

ادغام با: خواندن، ریاضی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن، تحقیق

### فعالیت ۱۷

احتیاط: فعالیت‌هایی که با آتش و دمای بالا همراه‌اند، باید با نظارت نزدیک معلم انجام گیرند یا فقط معلم آن را حین نمایش به دانش‌آموزان انجام دهد.

وقتی دو سر شمع را روشن می‌کنید، سری که رو به پایین متمایل است، سریع‌تر موم را می‌سوزاند، سبک‌تر می‌شود و بالا می‌رود. وقتی بالا می‌رود، در سر دیگر همین

اتفاق می‌افتد و موم به سرعت می‌سوزد. با ادامه یافتن این فرایند که مدام جهت عوض می‌کند، شمع به شدت بالا و پایین می‌رود.

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، فرضیه‌سازی

## فعالیت ۱۸

این فعالیت ارتباط نزدیک با فعالیت‌های بخش «ماشین‌های ساده» برای پایه‌های نخست ابتدایی دارد. گرانیگاه یا مرکز ثقل نقطه‌ی تعادل یک جسم است. گرانیگاه اجسام کروی، به شرط آن که توزیع جرم در آن‌ها یکنواخت باشد، در مرکز کره قرار دارد.

آویزهای زینتی را می‌توانید در فروشگاه‌های وسایل نوزادان یا صنایع دستی پیدا کنید. یک نمونه‌ی متداول از آن‌ها مجموعه‌ای از زنگ است که جلو در فروشگاه‌ها و رستوران‌ها می‌آویزند تا به محض ورود مشتری به صدا درآید. طراحی و ساختن این آویزها برای کودکان جالب و سرگرم‌کننده خواهد بود. آنان را چنان که در بخش «مسئله حل‌کن‌ها» آمده است، به ساختن یکی از آن‌ها تشویق کنید.

ادغام با: ریاضی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، شناسایی و کنترل متغیرها

## فعالیت ۱۹

در تمام مدتی که سرپا هستیم، چه در حال راه‌رفتن، چه در حال ایستادن و چه خم‌شدن، مدام برای تعادل گرانیگاه خود را تنظیم می‌کنیم. بدن ما چنان خودکار این تنظیم را انجام می‌دهد که ما حتی متوجه نمی‌شویم.

در بخش «مسئله حل‌کن‌ها» پیشنهاد شده است که دانش‌آموزان این فعالیت را با خانواده و دوستانشان انجام دهند. گذاشتن سکه یا اسکناس به جای مداد به جذابیت این فعالیت اضافه می‌کند. این پول چنان دست نخورده می‌ماند که گویی در

گاوصندوقی دربسته است!

ادغام با: تربیت بدنی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، برقراری ارتباط

## فعالیت ۲۰

ابتدا وسایل را به دانش‌آموزان بدهید و شفاهاً به آنان بگویید که یکی از میخ‌ها را در پایه فرو کنند و بقیه را روی آن به حالت تعادل درآورند. بگذارید مدتی برای این کار کوشش کنند. بعد هر وقت که به نظرتان مناسب است، دستور کار کتبی و تصویر این فعالیت را در اختیارشان بگذارید تا به کمک آن‌ها فعالیت را انجام دهند.

با این که میخ‌ها از دو طرف بیرون زده‌اند، با پیدا کردن گرانیگاه کل مجموعه‌ی میخ‌ها، چهارده میخ روی میخ نخست به حالت تعادل درمی‌آیند. میخ‌های آویزان، برخلاف تصور، به جای واژگون کردن مجموعه، تعادل آن را حفظ می‌کنند. بنابراین به همین دلیل از تیرهایی که کمی خم می‌شوند، برای حفظ تعادل استفاده می‌کنند.

این فعالیت برای انجام دادن درخانه بسیار خوب است. به آنان بگویید که زود راه حل را به دیگران نگویند و بگذارند حسابی با این مسئله سر و کله بزنند!

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، برقراری ارتباط، تحقیق

## فعالیت ۲۱

وقتی نخ پایینی را آهسته می‌کشید، نیروی وارد برنخ پایینی و بالایی به یک اندازه است. علاوه بر این، نخ بالایی وزن سنگ (کشش گرانشی) را تحمل می‌کند. درنتیجه، اگر دو تکه نخ یکسان باشد، نخ بالایی پاره می‌شود.

طبق قانون اول نیوتون، اگر جسمی در حال سکون باشد، تمایل به ماندن در این حالت را دارد و اگر درحال حرکت باشد، تمایل به ادامه‌ی حرکت در همان جهت را دارد مگر نیرویی از خارج به آن وارد شود. به این قانون، قانون لختی یا اینرسی

می‌گویند. لختی مقاومت جسم در برابر تغییر حرکت است. در این مورد، سنگ جسم در حال سکون است. در گام ۶ وقتی نخ پایینی را با تکانی سریع و محکم می‌کشید، مقاومت یا لختی نخ بالایی در برابر تغییر حرکت مانع از آن می‌شود که از کل نیروی پایین سو تأثیر پذیرد. بنابراین بیشتر نیرو به نخ پایینی وارد می‌شود و آن را پاره می‌کند.

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، برقراری ارتباط، مقایسه و مقابله

## فعالیت ۲۲

می‌توانید برای این آزمایش از لوله‌ای مقوایی استفاده کنید. حتی لوله‌ی خودکار هم برای این کار مناسب است. از هر جسم استوانه‌شکلی که سر و ته آن باز باشد، حتی یک مهره، می‌توانید استفاده کنید. فقط باید به آن اندازه بزرگ باشد که آن را بدون آن که مخل حرکت وزنه شود، در دست بگیرید.

نیروی گریز از مرکز نیرویی است که جسم را از مرکز دوران می‌راند. قانون اول نیوتون می‌گوید: «اگر بر جسمی نیروی خارجی وارد نشود، اگر در حال سکون باشد، ساکن می‌ماند و اگر در حال حرکت باشد، در همان جهت به حرکت خود ادامه می‌دهد.» تمایل جسم به ماندن در حال سکون یا ادامه‌ی حرکت با همان سرعت و در مسیر مستقیم را لختی یا اینرسی می‌گویند. اگر نیروی دیگری جلو این حرکت جسم را بگیرد، جسم نمی‌تواند به حرکت خود ادامه دهد و در نتیجه دور خود می‌چرخد. نیرویی که جلو حرکت آن را می‌گیرد، نیروی جانب مرکز نام دارد. نیروی جانب مرکز نیرویی است که جسم را به سمت مرکز دوران می‌کشد. بنابراین آنچه ما نیروی گریز از مرکز می‌خوانیم، در واقع بر هم کنش لختی و نیروی جانب مرکز است.

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، مقایسه و مقابله

## فعالیت ۲۳

این فعالیت باید دانش‌آموزان شما را در مورد مصرف انرژی حساس کند. اگر صلاح

می‌دانید، پیشنهادهای کلاس را با ذکر فقط موارد کلی، و نه اشاره به مشکلات فردی، به خانگی دانش‌آموزان بفرستید تا موجب رنجش خانواده‌ها نشود.

اگر تحقیق درباره‌ی مصرف انرژی در مدرسه، پریار از کار درآمد، از رسانه‌ها دعوت کنید که گزارشی از این فعالیت تهیه کنند و در آن کوشش‌های دانش‌آموزان را برجسته نشان دهند. اگر این کار باعث سرافکنندگی بعضی دیگر می‌شود، از آن اجتناب کنید.

ادغام با: زبان آموزی، ریاضی، مطالعات اجتماعی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، طبقه‌بندی، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، استفاده از رابطه‌ی زمان-مکان، فرضیه‌سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن، تحقیق

## ماشین‌های ساده

### فعالیت ۱

هرگاه سطح دو جسم- در این مورد دو دست- به هم مالیده شوند، اصطکاک حاصل باعث گرما در این اجسام می‌شود. در این فعالیت گرما بلافاصله احساس می‌شود و شدت آن بستگی به مقدار رطوبت (عرق و چربی روی پوست) موجود دارد.

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، مقایسه و مقابله

### فعالیت ۲

آب علاوه بر این که دست‌ها را خنک می‌کند، انگشتان را لیز می‌کند، اصطکاک را کاهش می‌دهد و در نتیجه مقدار گرمای حاصل از مالش را کم می‌کند.

مسئله حل‌کن‌های شما خواهند دید که گرمای حاصل از مالیدن دست‌هایشان به هم، پس از استفاده از روغن و کرم به مقدار قابل‌توجهی کاهش می‌یابد. اگر روغن موتور دارید، به آنان پیشنهاد کنید که آن را هم بیازمایند و با مواد لیزکننده‌ی دیگر مقایسه کنند.

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، مقایسه و مقابله

### فعالیت ۳

اصطکاک درآستانه‌ی حرکت بزرگ‌تر از اصطکاک لغزشی است. برای واداشتن یک جسم به حرکت، نیروی بیشتری لازم است تا لغزاندن آن. یکی از عوامل دخیل لختی- گرایش جسم ساکن به ساکن ماندن و جسم متحرک به ادامه‌ی حرکت- است.

در این فعالیت و فعالیت‌های دیگر این بخش استفاده از ترازوی فنری در صورت نبودن نیروسنج توصیه شده است. درجه‌بندی بیشتر این ترازوها برحسب کیلوگرم و گرم است که در واقع جرم جسم را نشان می‌دهد. برای تبدیل عددی که روی ترازو می‌خوانید به نیوتون که یکای نیروست، آن را باید در ۱۰ ضرب کرد. این روش و لزوم آن را برای دانش‌آموزان توضیح دهید.

دانش‌آموزانی که بخش «برای مسئله حل‌کن‌ها» را انجام می‌دهند، مهارت‌های خود را در طراحی آزمایش، تفسیر داده‌ها و نشان دادن نتایج به صورت نمودار به کار خواهند برد. همچنین اطلاعات سودمندی درباره‌ی اصطکاک و تفاوت اصطکاک بین اجسامی با سطوح مختلف به‌دست خواهند آورد.

ادغام با: ریاضی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، مقایسه و مقابله، فرضیه‌سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن، تحقیق

### فعالیت ۴

اصکاک غلتشی کمتر از اصطکاک لغزشی است. از این اصل در استفاده از چرخ‌ها و بولبرینگ‌ها، از چرخ‌های زیرپایه‌های میز گرفته تا پیچیده‌ترین ماشین‌ها، استفاده می‌کنند. احتمالاً مصری‌های باستان نیز برای کشیدن سنگ‌هایی که برای ساختن اهرام لازم بوده‌اند، از چرخ استفاده کرده‌اند.

ادغام با: ریاضی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، مقایسه و مقابله، فرضیه‌سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن

### فعالیت ۵

تکیه‌گاه اهرم نوع اول را به دو بخش تقسیم می‌کند که بازوی محرک و بازوی مقاوم خوانده می‌شوند. بازوی مقاوم بخشی است که بار در سر آن قرار می‌گیرد. بازوی محرک بخشی است که ما به آن فشار می‌آوریم. (نیرو وارد می‌کنیم) تا بار را جابه‌جا کنیم.

اهرم نوع اول، که تکیه‌گاهش بین بازوی مقاوم و بازوی محرک قرار دارد، جهت کار را عوض می‌کند، یعنی ما با پایین بردن بازوی محرک، بار را بالا می‌بریم.

دراهرم نوع اول، هرچه تکیه‌گاه را به بار بیشتر نزدیک کنیم، نیروی کمتری برای بالا بردن آن لازم است. وقتی تکیه‌گاه به بار نزدیک‌تر شود، نیروی لازم کمتر می‌شود، ولی سرعت و فاصله‌ی جابه‌جایی نیز کاهش می‌یابد. وقتی تکیه‌گاه به سر بازوی محرک نزدیک‌تر شود، سرعت و فاصله بیشتر، ولی اثر نیرو کمتر می‌شود.

قیچی، انبردست و الاکلنگ از نمونه‌های اهرم نوع اول‌اند.

احتیاط: اگر دانش‌آموزان در گام ۹ جسم سنگین و بلندی مثل پیانو یا کمد را امتحان می‌کنند، باید از نزدیک به کار آن‌ها نظارت کنید. از تخته‌ای سنگین و ضخیم و

تکیه‌گاهی محکم و کمک چند بزرگسال برای ثابت نگه داشتن آن جسم استفاده کنید.

ادغام با: ریاضی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، مقایسه و مقابله، فرضیه‌سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن

## فعالیت ۶

شاید ترجیح دهید دانش‌آموزان این فعالیت را در اوقات فراغتشان به تنهایی انجام دهند، ولی شما یا دانش‌آموزی که مطمئنید مفهوم اهرم نوع اول را درک کرده است، باید همراهشان بروید تا مطمئن شوید یادگیری درست انجام می‌گیرد.

الاکلنگ اهرم نوع اول است. هر سر آن را می‌توانید بازوی محرک یا بازوی مقاوم بگیرید، ولی اگر به اختیار خود آن‌ها را نام‌گذاری کردید، آن وقت باید اصول فعالیت ۵ را در مورد آن‌ها به کار برید.

ادغام با: ریاضی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، مقایسه و مقابله، فرضیه‌سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن

## فعالیت ۷

توصیه می‌شود که این فعالیت را خودتان انجام دهید، زیرا کمی مخاطره‌آمیز است. این فعالیت نشان می‌دهد که با نیرویی نسبتاً کم می‌توان بارهایی سنگین را برداشت. شاید در بعضی از کارها بتوانید از دانش‌آموزان کمک بگیرید، ولی باید مراقب خطرهای احتمالی باشید.

پیش از استفاده از اهرم، از دانش‌آموزان بخواهید که یک سر خودرو را بگیرند و بلند کنند. مراقب باشید حرکاتی انجام ندهند که منجر به صدماتی در پشت و کمر آنان

شود. یکی از دانش‌آموزان می‌تواند با اهرم یک طرف خودرو را بلند کند، درحالی که چند دانش‌آموز بدون اهرم نمی‌توانند این کار را انجام دهند.

ادغام با: ریاضی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، مقایسه و مقابله، فرضیه‌سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن

## فعالیت ۸

نیروی لازم برای بلند کردن یک بار با اهرم نوع اول، متناسب با نسبت طول بازوی مقاوم به بازوی محرک است. برای مثال وقتی تکیه‌گاه در نقطه‌ی ۳ است، دو بازو طولی مساوی دارند. اگر بار ۱۰ نیوتون باشد، نیروی لازم برای بلند کردن آن نیز ۱۰ نیوتون خواهد بود.

وقتی تکیه‌گاه در نقطه‌ی ۴ باشد، بازوی مقاوم سه برابر بازوی محرک است و نیروی لازم برای بلند کردن ۱۰ نیوتون بار، حدود ۳۰ نیوتون خواهد بود.

وقتی تکیه‌گاه در نقطه‌ی ۲ باشد، بازوی محرک سه برابر بازوی مقاوم است و نیروی لازم برای بلند کردن ۱۰ نیوتون حدود ۳/۳ نیوتون خواهد بود.

میزان دقت ارقام بستگی به دقت جای بار، تکیه‌گاه و نیروی محرک و وزن خود تخته دارد. بنابراین نتایج تقریبی‌اند.

ادغام با: ریاضی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، مقایسه و مقابله، فرضیه‌سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن

## فعالیت ۵،۹

مجموع کاری که برای بلند کردن باری با اهرم لازم است، نه افزایش می‌یابد نه کم



می‌شود. هنگام استفاده از اهرم نوع اول، چنان که در این فعالیت دیدیم، می‌توانیم با نزدیک کردن تکیه‌گاه به بار، مقدار نیروی لازم را کاهش دهیم. هرچه تکیه‌گاه به بار نزدیک‌تر شود، و نیروی لازم برای جابه‌جا کردن بار کاهش یابد، بازوی محرک جابه‌جایی بیشتر و بازوی مقاوم جابه‌جایی کمتری خواهد داشت. در نیرو صرفه‌جویی خواهیم کرد، به این معنا که نیاز به نیروی کمتری خواهیم داشت، ولی سرعت کار و مقدار جابه‌جایی بار کمتر می‌شود.

نیروی لازم برای بلند کردن باری معین با اهرم نوع اول را می‌توان از فرمول زیر به دست آورد:

$$\text{نیروی مقاوم} \times \text{طول بازوی مقاوم} = \text{نیروی محرک} \times \text{طول بازوی محرک}$$

برای مثال، اگر ۲۰۰۰ نیوتون بار داشته باشیم و بتوانیم ۵۰۰ نیوتون نیرو را برای بالا بردن آن صرف کنیم، طول بازوی محرک باید چهار برابر طول بازوی مقاوم باشد. چون نیروی محرک یک‌چهارم نیروی مقاوم است، سرعت و مقدار جابه‌جایی نیروی مقاوم نیز یک‌چهارم خواهد شد.

« مسئله حل‌کن‌ها » احتمالاً هنگام بررسی فهرست اهرم‌های نوع اول متوجه می‌شوند که کارکرد آن‌ها، گاه ممکن است بنا به جای تکیه‌گاه در دو جهت تغییر کند. اهرم‌های نوع اول می‌توانند نیروی لازم را کمتر کنند که در عوض سرعت و مقدار جابه‌جایی کمتر می‌شود و ممکن است سرعت و مقدار جابه‌جایی را بیشتر کنند که در این صورت نیروی بیشتری لازم خواهد بود. اگر تکیه‌گاه نزدیک بار باشد، نیروی لازم کمتر خواهد شد. اگر تکیه‌گاه نزدیک به نقطه‌ی اعمال نیروی محرک باشد، سرعت و مقدار جابه‌جایی بیشتر خواهند شد. اگر تکیه‌گاه در وسط اهرم باشد، تنها خاصیت آن این است که جهت نیرو را معکوس می‌کند. اهرم نوع اول همیشه جهت نیرو را معکوس می‌کند. دانش‌آموزان با توجه به جای تکیه‌گاه اهرم‌هایی که در فهرست خود دارند، می‌توانند به آسانی مزیت آن را تعیین کنند.

ادغام با: ریاضی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، مقایسه و مقابله،

فرضیه سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن

## فعالیت ۱۰

وقتی در اهرمی بار بین تکیه‌گاه و نیروی محرک باشد، آن اهرم نوع دوم است. طول هر دو بازو را از تکیه‌گاه اندازه می‌گیرند. بنابراین وقتی بار در نقطه‌ی ۳ باشد، طول بازوی محرک دو برابر طول بازوی مقاوم خواهد بود.

در اهرم نوع دوم نیز مانند اهرم نوع اول، هرچه بازوی بار کوتاه‌تر و بازوی محرک بلندتر باشد، نیرویی که برای بلند کردن بار لازم است، کمتر خواهد بود. بازوی محرک نسبت به بازوی مقاوم جابه‌جایی بیشتری خواهد داشت و سریع‌تر حرکت خواهد کرد.

یکی از تفاوت‌های اصلی اهرم نوع اول و نوع دوم این است که اهرم نوع دوم جهت نیرو را معکوس نمی‌کند، یعنی هم بار و هم نیروی لازم برای بلند کردن آن در یک جهت حرکت می‌کنند.

تیغ کاغذبر، فندق‌شکن و چرخ دستی (فرغون) از جمله اهرم‌های نوع دوم‌اند.

ادغام با: ریاضی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، مقایسه و مقابله، فرضیه سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن

## فعالیت ۱۱

فرمول محاسبه‌ی نیروی محرک و طول بازوها برای اهرم نوع اول و دوم یکی است. (نگاه کنید به فعالیت ۹ همین بخش) به خاطر داشته باشید که طول هر بازو را از تکیه‌گاه اندازه بگیرید.

تمام اهرم‌های نوع دوم در ازای کاهش دادن نیروی لازم، سرعت و مسافت اثر نیرو را از دست می‌دهند. «مسئله حل‌کن‌ها» احتمالاً چیزهایی مثل بادام‌شکن، چرخ

دستی و تیغ کاغذ را به فهرست خود اضافه خواهند کرد. مزیت تمام این وسایل صرفه‌جویی در نیروست.

ادغام با: ریاضی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، مقایسه و مقابله، فرضیه‌سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن

## فعالیت ۱۲

چنان که قبلاً در فعالیت‌های دیگر توضیح داده شد، اهرم نوع اول نیروی لازم برای جابه‌جا کردن بار را کاهش می‌دهد، ولی با این عمل مسافتی را که نیروی محرک باید برای بلند کردن باری که در فاصله‌ای معین است، طی کند افزایش می‌یابد. اهرم نوع سوم به عکس عمل می‌کند. نیروی محرک که بین تکیه‌گاه و نیروی مقاوم قرار گرفته است، باید بیشتر از نیروی وزن بار باشد تا آن را بلند کند. ولی نیروی مقاوم (بار) سریع‌تر حرکت می‌کند و مسافتی بیشتر از نیروی محرک می‌پیماید.

در هر نوع اهرمی، بازوی محرک و بازوی مقاوم، هر دو از تکیه‌گاه اندازه‌گیری می‌شوند. در اهرم نوع سوم، بازوی مقاوم همیشه از بازوی محرک بلندتر است.

سرعت و طی مسافت بیشتر در اهرم‌های نوع سوم، مزیتی است که در وسایلی مانند چوب‌های ماهیگیری، تبر و چارو به کار گرفته می‌شود. دست‌ها و پاهای ما اهرم نوع سوم‌اند که تکیه‌گاه آن‌ها مفاصل ما هستند. فاصله‌ی بین مفصل تا کف دست یا کف پا بازوی مقاوم است. بازوی محرک فاصله بین مفصل تا نقطه‌ی اتصال رباط‌هایی است که ماهیچه را به استخوان مهار می‌کنند. وقتی چوگانی را تاب می‌دهیم یا توپی را با دست پرتاب می‌کنیم یا با پا به توپ فوتبال ضربه می‌زنیم، از سرعت و مسافت اثر نیرو که مزیت اهرم نوع سوم است، استفاده می‌کنیم.

ادغام با: ریاضی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، مقایسه و مقابله،

فرضیه‌سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن

## فعالیت ۱۳

فرمول محاسبه‌ی نیروها و بازوهای محرک و مقاوم که برای دونوع اهرم دیگر به کار می‌بردیم، در مورد اهرم نوع سوم نیز صادق است. به خاطر داشته باشید که بازوها را از تکیه‌گاه اندازه‌گیری کنید.

وقتی اهرم را طبق شکل ۱-۱۳ به کار برید، چون طول بازوی مقاوم دو برابر طول بازوی محرک است، نیروی محرکی که بار ۵۰ نیوتونی را بلند می‌کند، ۱۰۰ نیوتون است.

خاصیت تمام اهرم‌های نوع سوم این است که سرعت و مسافت اثر نیرو را افزایش می‌دهند، ولی نیروی محرکی بیشتر از وزن بار برای جابه‌جا کردن آن نیاز دارند. مسئله حل‌کن‌های شما احتمالاً در فهرست خود اهرم‌های نوع سومی از قبیل چوب ماهیگیری، تبر، چارو، چوگان گلف، و دست و پای خودشان را گنجانده‌اند. خاصیت هریک از این‌ها بالا بردن سرعت و مسافت اثر نیرو است.

ادغام با: ریاضی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، مقایسه و مقابله، فرضیه‌سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن

## فعالیت ۱۴

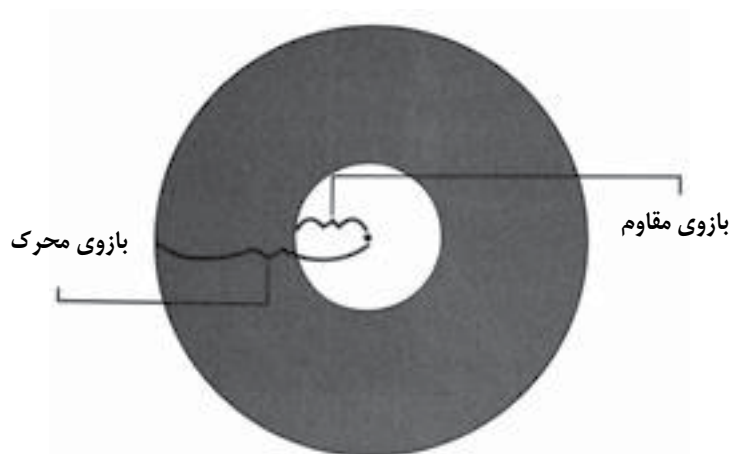
چرخ‌ومحور نوعی اهرم است. وقتی چرخ یا محور بگردد، دیگری را هم می‌گرداند. اگر، مثل بولبرینگ‌ها، چرخ به دور محور بگردد، این مجموعه چرخ و محور نیست.

اگر چرخ، محور را بگرداند، نوعی اهرم نوع دوم است. (شکل ۲-۱۴) تکیه‌گاه در مرکز محور است. شعاع چرخ بازوی محرک اهرم و شعاع محور بازوی مقاوم آن است. نیرو بیشتر، ولی سرعت و مسافت اثر آن کمتر می‌شود.



شکل ۳-۱۴

چرخ و محوری که مثل اهرم نوع سوم عمل می‌کند.



چرخ‌های گردنده‌ی خودروها و چرخ‌های عقب دوچرخه نمونه‌هایی از چرخ و محوری‌اند که مانند اهرم نوع سوم عمل می‌کنند.

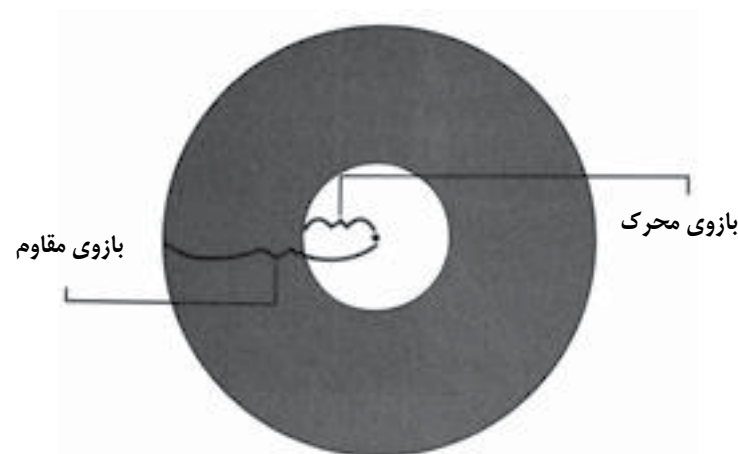
ادغام با: ریاضی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، مقایسه و مقابله، فرضیه‌سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن



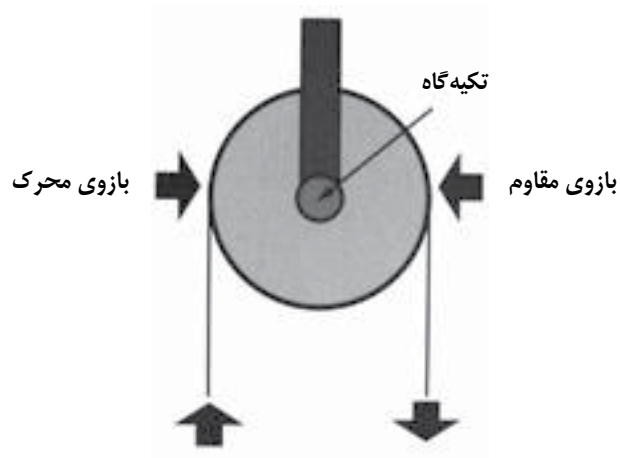
شکل ۲-۱۴

چرخ و محوری که مثل اهرم نوع دوم عمل می‌کند.



از نمونه‌های چرخ و محوری که به مثابه‌ی اهرم نوع دوم کار می‌کند، می‌توان دستگیره‌ی کروی در، آچارپیچ گوشتی و فرمان خودرو را نام برد.

اگر محور چرخ را بگرداند، تبدیل به اهرم نوع سوم می‌شود که در آن نیروی محرک بیشتری لازم است، ولی سرعت و مسافت اثر نیرو بیشتر می‌شود. (شکل ۳-۱۴) تکیه‌گاه در مرکز محور قرار دارد. شعاع چرخ بازوی مقاوم و شعاع محور بازوی محرک است.



ادغام با: ریاضی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، مقایسه و مقابله، فرضیه‌سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن

### فعالیت ۱۷

قرقره‌ی متحرک به بار وصل می‌شود و بنابراین با آن بالا و پایین می‌رود.

وقتی از قرقره‌ی متحرک استفاده می‌کنید، جهت نیرو تغییر نمی‌کند، یعنی نیروی

### فعالیت ۱۵

چرخ لازم نیست به شکل دایره‌ای کامل باشد تا چرخ و محور به شمار آید. می‌تواند مثل مدادتراش یا چرخ چاه، دسته‌ای گردان باشد. دسته‌ی گردان (میل لنگ) درست مثل چرخ هنگام استفاده دایره‌ای کامل رسم می‌کند. نوعی چرخ چاه که به آن چرتقیل دستی می‌گویند اغلب در یدک‌کش‌ها و خودروهای چهارچرخ پیدا می‌شود.

ادغام با: ریاضی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، مقایسه و مقابله، فرضیه‌سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن

### فعالیت ۱۶

وقتی قرقره‌ای ثابت را استفاده می‌کنید، بار بالا و پایین می‌رود، ولی قرقره که به جسمی ثابت بسته شده است، در جایی ثابت می‌ماند.

قرقره‌ی ثابت مقدار نیرویی را که برای بالا بردن یک بار لازم است، تغییر نمی‌دهد، بلکه جهت نیرو را عوض می‌کند، یعنی درحالی که نیرو رو به پایین وارد می‌آید، بار بالا کشیده می‌شود.

قرقره‌ی ثابت شکلی از اهرم نوع اول گردان است. (به شکل ۲-۱۶ نگاه کنید.) مرکز محور را تکیه‌گاه، یک لبه‌ی قرقره را نیروی محرک و لبه‌ی دیگر را نیروی مقاوم فرض کنید. انواع پرده‌های کرکره‌ای نمونه‌هایی از قرقره‌ی ثابت‌اند.

### شکل ۲-۱۶

قرقره‌ی ثابتی که به شکل اهرم نشان داده شده است.

مقاوم هم جهت با نیروی محرک حرکت می‌کند. ولی مقدار نیرویی که برای بالا بردن باری لازم است، از وزن آن بار کمتر خواهد بود. مسافتی که نیروی مقاوم طی می‌کند، نسبت به مسافتی که نیروی محرک می‌پیماید، کمتر است. به این ترتیب مزیت قرقره‌ی متحرک این است که در مصرف نیرو صرفه‌جویی می‌کند، ولی سرعت و مسافت اثر نیرو را کاهش می‌دهد.

برای محاسبه‌ی مقادیر کاهش یافته یا افزایش یافته در قرقره‌ی متحرک، به راهنمایی زیر توجه کنید:

الف. نیروی مقاوم نصف مسافت نیروی محرک را طی می‌کند.

ب. نیروی لازم برای بالا بردن بار (نیروی مقاوم) نصف وزن واقعی بار است.

توجه: نیروی لازم با افزایش اصطکاک‌هایی که در این دستگاه دخالت دارند، مثلاً مالش طناب به شیار قرقره و امثال آن، افزایش می‌یابد.

ادغام با: ریاضی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، مقایسه و مقابله، فرضیه‌سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن

## فعالیت ۱۸

دو تکه طناب صندلی الف را می‌کشند، درحالی که فقط یکی صندلی ب را می‌کشد. دو طنابی که صندلی الف را می‌کشند، کشش یکسانی دارند. نیرویی که بر صندلی الف وارد می‌شود، دو برابر نیروی اعمال شده بر صندلی ب است.

ادغام با: ریاضی، زبان آموزی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، مقایسه و مقابله، فرضیه‌سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن

## فعالیت ۱۹

ترکیب قرقره‌ی ثابت و قرقره‌ی متحرک مزیت هر دو را با هم ترکیب می‌کند. بار را می‌توان با نصف نیرویی که با در نظر گرفتن وزن واقعی جسم انتظار می‌رود، بلند کرد (به خاطر قرقره‌ی متحرک) و با حرکت رو به پایین می‌توان بار را به سمت بالا حرکت داد. (به خاطر قرقره‌ی ثابت)

این دستگاه که شامل یک قرقره‌ی ثابت و یک قرقره‌ی مرکب است، برای بلند کردن موتورخودروها، بالابردن و پایین آوردن داربست‌ها و بسیاری مقاصد دیگر به کار می‌رود.

فعالیت‌های تقویتی

به دانش‌آموزان بگویید قرقره‌ها را به گونه‌های مختلف با هم ترکیب کنند و مزیت مکانیکی آن‌ها را بیازمایند.

ترکیب بیش از یک قرقره‌ی ثابت با تعداد مساوی قرقره متحرک، مزیت مکانیکی قرقره‌ی متحرک را بیشتر می‌کند ولی کارایی را از نظر مسافت اثر نیرو پایین می‌آورد. برای مثال، با دستگاهی مرکب از دو قرقره‌ی ثابت و دو قرقره‌ی متحرک، باری به وزن ۲۰ نیوتون را می‌توان با نیرویی برابر ۵ نیوتون بلند کرد. ولی درازای هرسانی متر جابه‌جایی نیروی مقاوم، نیروی محرک باید ۴ سانتی‌متر طی کند.

اگر در بالای سرتان تیری محکم (مثل شاخه‌ی قطور یک درخت) موجود است، دانش‌آموزان می‌توانند با بالا کشیدن اجسام سنگینی مثل چند دانش‌آموز یا معلم، هم یاد بگیرند و هم تفریح کنند. این گونه فعالیت‌ها باید تحت نظارت مستقیم شما صورت گیرند تا از خطرهای احتمالی جلوگیری شود. برای کم کردن خطر صدمات باید ارتفاع بالا بردن را کم کرد.

ادغام با: ریاضی، مطالعات اجتماعی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، مقایسه و مقابله، فرضیه‌سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن

## فعالیت ۲۰

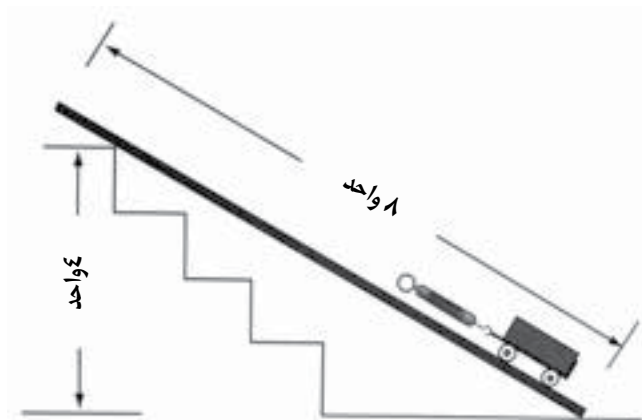
سطح شیب‌دار سطحی مایل است که مزیت آن افزایش نیروست. می‌توان بار را با نیرویی کمتر از وزن واقعی آن از سطح شیب‌دار بالا کشید. (به شرط آن که اصطکاک زیاد نباشد.)

سطح شیب‌دار، مانند هر ماشین دیگری، کار کل را کاهش نمی‌دهد، بلکه آن را پخش مجدد می‌کند. مزیت مکانیکی نیرو به بهای کاهش سرعت و مسافت اثر نیرو به دست می‌آید.

مزیت مکانیکی، چنان که در شکل ۳-۲۰ می‌بینید، از تقسیم طول سطح شیب‌دار به ارتفاع آن به دست می‌آید.



شکل ۳-۲۰  
سطح شیب‌دار



وزن جسم دو برابر نیروی لازم برای شروع حرکت رو به بالای جسم در روی شیب است. (اگر از اصطکاک صرف نظر کنیم)، ولی جسم باید دو برابر مسافتی که در بالابری عمودی بالا می‌رفت، روی سطح شیب‌دار طی کند. (۸ واحد به جای ۴ واحد) کاربردهای سطح شیب‌دار را می‌توان در غلتاندن بشکه‌ها روی سربالایی، بالا رفتن خودروها از گردنه‌های کوهستانی و بالا رفتن مردم از پله‌ها یا کف شیب‌دار سالن‌های سینما دید.

توجه: اگر پلکانی در دسترستان نیست، با چند کتاب یا اجسام با ثبات و قابل تنظیم دیگر پلکان بسازید.

ادغام با: ریاضی، مطالعات اجتماعی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، مقایسه و مقابله، فرضیه‌سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن

## فعالیت ۲۱

می‌توان با ااره کردن یک مکعب مستطیل چوبی از قطر دو گوه ساخت. (شکل ۲-۲۱) توجه کنید که هر گوه شکل سطح شیب‌دار است. فقط کاربردهایش با سطح شیب‌دار فرق می‌کند. وقتی به عنوان سطح شیب‌دار به کار می‌رود، جسم (نیروی مقاوم) از سطح آن بالا می‌رود. وقتی به عنوان گوه استفاده می‌شود، داخل یا زیر جسم رانده می‌شود.

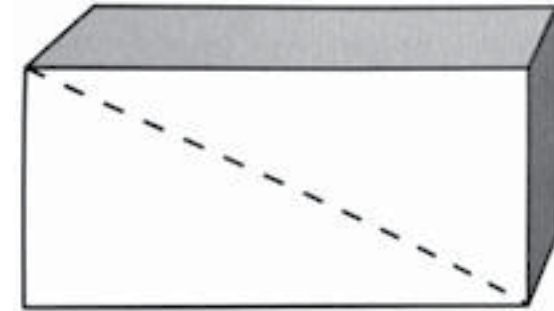
هرچه گوه طول‌تر و باریک‌تر باشد، نیروی لازم برای بلند کردن بار کمتر و مسافت اثر نیرو بیشتر می‌شود، یعنی گوه را باید درفاصله‌ی بیشتری به زیر بار راند.

گوه هم نیرو را افزایش می‌دهد و هم جهت آن را عوض می‌کند.



شکل ۲- ۲۱

مکعب مستطیل چوبی که قطر آن مشخص شده است.



حداکثر جابه‌جایی که با یک گوه انجام می‌شود، ضخامت سر بزرگ آن است.

مزیت مکانیکی ایده‌آل گوه نسبت طول گوه به ضخامت سر بزرگ آن است. ولی چون همیشه در استفاده از گوه مقدار قابل توجهی اصطکاک دخالت دارد، مزیت مکانیکی آن از مقدار ایده‌آل بسیار کمتر می‌شود. ولی معمولاً اصطکاک هنگام استفاده از گوه مفید است، زیرا از لیز خوردن و بیرون آمدن آن جلوگیری می‌کند.

تبر، اسکنه، سوزن، میخ، تیغه‌ی کارت و امثال اینها نمونه‌هایی از گوه‌اند.

### فعالیت تقویتی

اگر بتوانید کُنده‌ای کوتاه، یک پتک و یک گوه‌ی هیزم‌شکن پیدا کنید، می‌توانید کاربرد گوه را با شکستن چوب به دانش‌آموزان نشان دهید که برایشان تجربه‌ی بسیار آموزنده‌ای خواهد بود. احتیاط: هنگام شکستن چوب ممکن است تراشه‌های آن به اطراف پخش شوند. در فاصله‌ای مطمئن از دانش‌آموزان کار کنید.

ادغام با: ریاضی، مطالعات اجتماعی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، مقایسه و مقابله، فرضیه‌سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن

### فعالیت ۲۲

پیچ نوعی سطح شیب‌دار است که به صورت مارپیچ دور محوری پیچیده شده است. به این مارپیچ شیار یا دنده می‌گویند.

ادغام با: ریاضی، مطالعات اجتماعی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، مقایسه و مقابله، فرضیه‌سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن

### فعالیت ۲۳

پیچ نیرو را افزایش می‌دهد، ولی سرعت کار کم می‌شود و مسافت اثر نیرو افزایش می‌یابد. دسته‌ی آچار پیچ‌گوشتی بسیار سریع‌تر از پیچ حرکت می‌کند و مسافتی که در جهت دورانی طی می‌کند، بیشتر از مسافت پیشروی پیچ در چوب است.

پیچ همچنین جهت نیرو را از حرکتی دورانی به حرکتی کششی تغییر می‌دهد.

مزیت مکانیکی ایده‌آل پیچ از تقسیم پیرامون دسته‌ی آچار پیچ‌گوشتی ( مسافتی که در یک دور دوران طی می‌کند) به گام پیچ (فاصله بین دو شیار متوالی پیچ) به‌دست

## منابع پیشنهادی

فرهنگ‌نامه کودکان و نوجوانان، توران میرهادی، تهران: شرکت تهیه و نشر فرهنگ‌نامه ۱۳۷۶.

دانش‌نامه کودکان و نوجوانان آکسفورد، ویراستار مسئول: مجید ملکان؛ مترجمان شهریار بهرامی‌ا قدم [...] و دیگران] تهران: نشر نی، ۱۳۸۰. ج ۲.

فرهنگ‌نامه علمی‌دانش-آموز، ترجمه‌ی محمود سالک، تهران: پیام آزادی، ۱۳۸۰. ج ۵.

کلید دانش، کاظم طلایی و دیگران، تهران: انتشارات طلایی ۱۳۸۵. ج ۲.

ماده، نویسنده: ج.بال و دیگران، مترجم: شهلا مهدوی، تهران: انتشارات فاطمی ۱۳۸۷ (از مجموعه‌ی مفاهیم پایه در علوم تجربی)

نیروها و گرانش، نویسنده: ر.راسول، مترجم: ناصر مقبلی، تهران: انتشارات فاطمی ۱۳۸۷ (از مجموعه‌ی مفاهیم پایه در علوم تجربی)

انرژی، نویسنده: لس کمپ بل، مترجم: شاهده سعیدی، تهران: انتشارات مدرسه ۱۳۷۹ (از مجموعه‌ی علم و عمل)

نیرو انرژی و منابع انرژی، نویسنده: دیوید جولاندز، مترجم: اسفندیار معتمدی، تهران: انتشارات مدرسه ۱۳۸۳

انرژی و منابع آن، اسفندیار معتمدی، تهران: انتشارات مدرسه (مجموعه کتاب‌های

می‌آید. ولی مزیت مکانیکی واقعی پیچ بر اثر اصطکاک بسیار کمتر از مقدار ایده‌آل آن می‌شود.

هنگام پیچاندن پیچ در یک جسم، اصطکاک مفید است، زیرا از بیرون آمدن یا حرکت معکوس پیچ جلوگیری می‌کند. اتلاف نیرو را با ماشینی دیگر، که همان آچار پیچ‌گوشتی است، جبران می‌کنند. آچار پیچ‌گوشتی نوعی چرخ‌ومحور است.

اصلی که در ساختن پیچ به کار رفته است، در طراحی پایه‌ی لامپ‌های روشنایی، آچار لوله بازکن، در بطری‌ها و ظرف‌های شیشه‌ای دردار و صندلی‌های اداری گردان به کار می‌رود.

ادغام با: ریاضی، مطالعات اجتماعی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، مقایسه و مقابله، فرضیه‌سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن

## فعالیت ۲۴

انجام دادن این فعالیت آشکار خواهد کرد که دانش‌آموزان شما چه قدر خوب مبحث ماشین‌های ساده را درک کرده‌اند. تا وقتی به این موضوع علاقه نشان می‌دهند، آنان را تشویق کنید به بخش «برای مسئله حل‌کن‌ها» پردازند. شاید لازم باشد آن‌ها را درخانه انجام دهند.

ادغام با: ریاضی، مطالعات اجتماعی

مهارت‌ها: مشاهده، تفسیر، اندازه‌گیری، پیش‌بینی، برقراری ارتباط، مقایسه و مقابله، فرضیه‌سازی، شناسایی و کنترل متغیرها، آزمایش کردن



دانش پایه)

انرژی، نویسنده: جیل نوریس، مترجم: علیرضا توکلی، تهران: انتشارات مدرسه  
(مجموعه‌ی کشف‌های علمی)

انرژی و نیرو، نویسنده: رزی هارلو، مترجم: مهدی رزاقی کاشانی، تهران: نوای  
مدرسه، ۱۳۸۹ (مجموعه‌ی کاوشگران جوان)

مکانیک (ماده- نیرو- حرکت- کار)، اسفندیار معتمدی، تهران: انتشارات مدرسه  
(مجموعه کتاب‌های دانش پایه)

ماشین‌ها، اسفندیار معتمدی، تهران: انتشارات مدرسه (مجموعه کتاب‌های دانش  
پایه)

ماشین‌های ساده، جیل نوریس، مترجم: علیرضا توکلی، تهران: انتشارات مدرسه  
۱۳۸۷

مکانیک، ماشین‌های ساده، انرژی، جروم ناتکین، مترجم: بهروز بیضایی، تهران:  
قدیانی ۱۳۸۹ (مجموعه چرا و چگونه)

نیرو و حرکت، نویسنده: کارول بلارد، مترجم: شهرام رجب زاده، تهران: ذکر ۱۳۸۹  
(مجموعه‌ی از کاربردهای علوم چه می‌دانیم؟)