

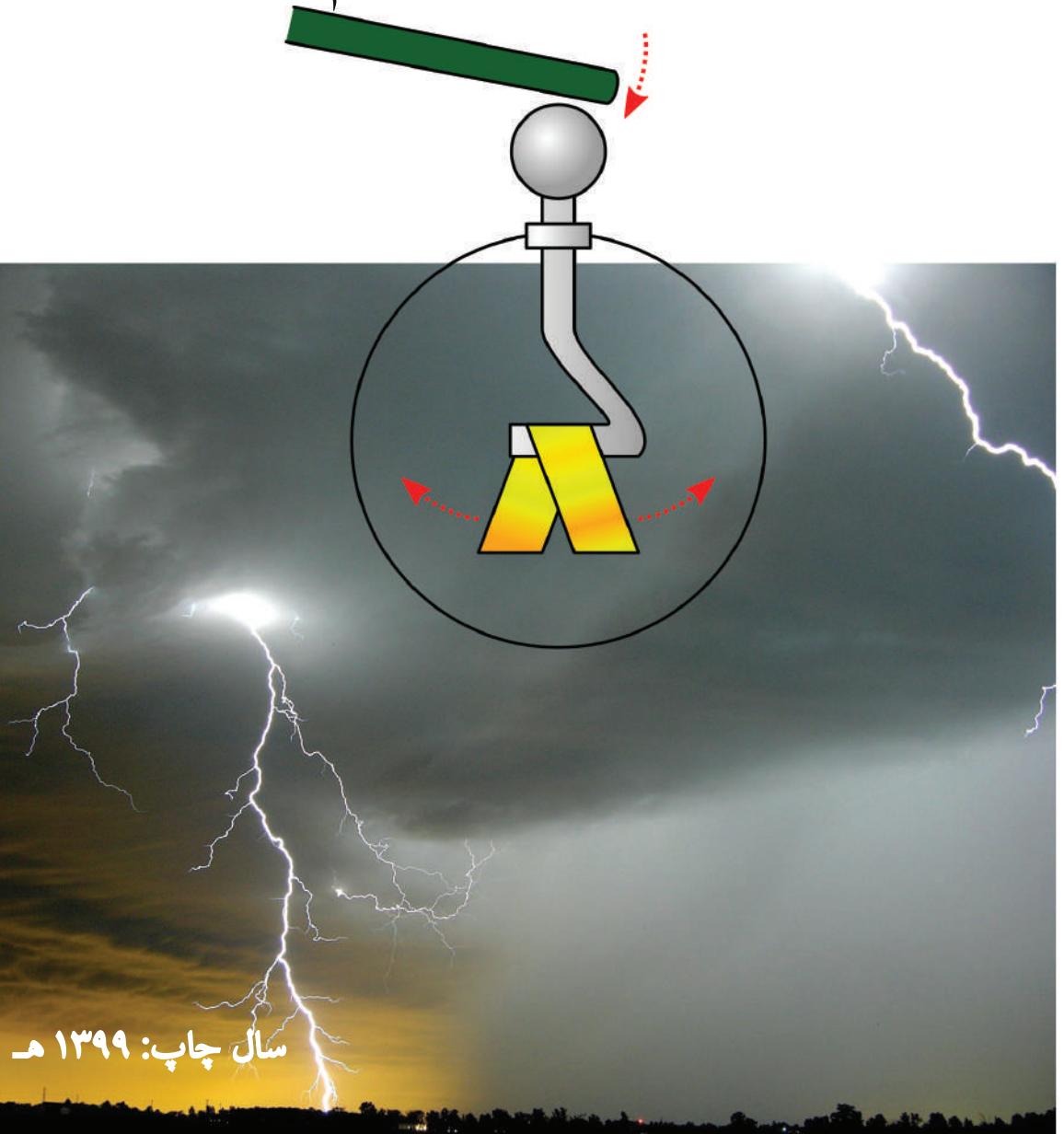


وزارت معارف

# فزیک

P H Y S I C S

## صنف هشتم



سال چاپ: ۱۳۹۹ هـ ش.





## سرود ملی

دا عزت د هر افغان دی	دا وطن افغانستان دی
هر بچی یې قهرمان دی	کور د سولې کور د توري
د بلوخو د ازبکو	دا وطن د ټولو کور دی
د ترکمنو د تاجکو	د پښتون او هزاره وو
پامیریان، نورستانیان	ورسره عرب، گوجردی
هم ايماق، هم پشه ٻان	براھوي دی، قزلباش دی
لکه لمر پرشنه آسمان	دا هيوا د به تل ٿلپري
لکه زره وي جاويдан	په سينه کې د آسيا به
وايو الله اکبر وايو الله اکبر	نوم د حق مودي رهبر

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



فُرْزِيْك

p h y s i c s

صَنْفٌ هَشْتَم

سال چاپ: ۱۳۹۹ ه. ش.

الف

## مشخصات کتاب

---

**مضمون:** فزیک

**مؤلفان:** گروه مؤلفان کتاب‌های درسی بخش فزیک نصاب تعلیمی

**ویراستاران:** اعضای دیپارتمنت ویراستاری و ایدیت زبان دری

**صنف:** هشتم

**زبان متن:** دری

**انکشاف دهنده:** ریاست عمومی انکشاف نصاب تعلیمی و تألیف کتب درسی

**ناشر:** ریاست ارتباط و آگاهی عامه وزارت معارف

**سال چاپ:** ۱۳۹۹ هجری شمسی

**ایمیل آدرس:** curriculum@moe.gov.af

---

حق طبع، توزیع و فروش کتاب‌های درسی برای وزارت معارف جمهوری اسلامی  
افغانستان محفوظ است. خرید و فروش آن در بازار ممنوع بوده و با متخلفان برخورد  
قانونی صورت می‌گیرد.

## پیام وزیر معارف

### اقرأ باسم ربک

سپاس و حمد بیکران آفریدگار یکنایی را که بر ما هستی بخشید و ما را از نعمت بزرگ خواندن و نوشتمن برخوردار ساخت، و درود بی پایان بر رسول خاتم - حضرت محمد مصطفی علیه السلام - که نخستین پیام الهی بر ایشان «خواندن» است.

چنانچه بر همه گان هویداست، سال ۱۳۹۷ خورشیدی، به نام سال معارف مسمی گردید. بدین ملحوظ نظام تعلیم و تربیت در کشور عزیز ما شاهد تحولات و تغییرات بنیادینی در عرصه‌های مختلف خواهد بود؛ معلم، متعلم، کتاب، مکتب، اداره و شوراهای والدین، از عناصر شش گانه و اساسی نظام معارف افغانستان به شمار می‌روند که در توسعه و انکشاف آموزش و پژوهش کشور نقش مهمی را ایفا می‌نمایند. در چنین برهه سرنوشت‌ساز، رهبری و خانواده بزرگ معارف افغانستان، متعهد به ایجاد تحول بنیادی در روند رشد و توسعه نظام معاصر تعلیم و تربیت کشور می‌باشد.

از همین‌رو، اصلاح و انکشاف نصاب تعلیمی از اولویت‌های مهم وزارت معارف پنداشته می‌شود. در همین راستا، توجه به کیفیت، محتوا و فرایند توزیع کتاب‌های درسی در مکاتب، مدارس و سایر نهادهای تعلیمی دولتی و خصوصی در صدر برنامه‌های وزارت معارف قرار دارد. ما باور داریم، بدون داشتن کتاب درسی باکیفیت، به اهداف پایدار تعلیمی در کشور دست نخواهیم یافت.

برای دستیابی به اهداف ذکر شده و نیل به یک نظام آموزشی کارآمد، از آموزگاران و مدرسان دلسوز و مدیران فرهیخته به عنوان تربیت کننده گان نسل آینده، در سراسر کشور احترامانه تقاضا می‌گردد تا در روند آموزش این کتاب درسی و انتقال محتوای آن به فرزندان عزیز ما، از هیچ نوع تلاشی دریغ نورزیده و در تربیت و پژوهش نسل فعل و آگاه با ارزش‌های دینی، ملی و تفکر انتقادی بکوشند. هر روز علاوه بر تجدید تعهد و حس مسؤولیت پذیری، با این نیت تدریس را آغاز کنند، که در آینده نزدیک شاگردان عزیز، شهروندان مؤثر، متبدن و معماران افغانستان توسعه یافته و شکوفا خواهند شد.

همچنین از دانش آموزان خوب و دوست داشتنی به مثابه ارزشمندترین سرمایه‌های فردای کشور می‌خواهم تا از فرصت‌ها غافل نبوده و در کمال ادب، احترام و البته کنجدکاوی علمی از درس معلمان گرامی استفاده بهتر کنند و خوش‌چین دانش و علم استادان گرامی خود باشند.

در پایان، از تمام کارشناسان آموزشی، دانشمندان تعلیم و تربیت و همکاران فنی بخش نصاب تعلیمی کشور که در تهیه و تدوین این کتاب درسی مجدانه شبانه روز تلاش نمودند، ابراز قدردانی کرده و از بارگاه الهی برای آن‌ها در این راه مقدس و انسان‌ساز موقیت استدعا دارم.

با آرزوی دستیابی به یک نظام معارف معیاری و توسعه یافته، و نیل به یک افغانستان آباد و مترقی دارای شهروندان آزاد، آگاه و مرفه.

دکتور محمد میرویس بلخی  
وزیر معارف

## پیشگفتار

انسانها از زمان پیدایش شان تاکنون با ساینس و طبیعت سروکار داشته‌اند. با گذشت زمان در اثر تلاش دانشمندان، وسایل و مایشن‌های پیشرفته از قبیل موتور، طیاره، کشتی، رادیو، تیلفون، موبایل، انترنت وغیره جهت رفاه و آسوده‌گی انسان‌ها به وجود آمده است. در حقیقت علم عبارت از نتایج حاصله از مطالعه طبیعت و روشی برای جستجوی پاسخ به پرسش‌ها است، که همه شاخه‌های علوم این روش را برای درک ذره‌یی از اسرار نا محدود طبیعت در عالم لایتناهی هستی به کار می‌برند.

ابوریحان البیرونی، ابوعلی سینا، ابن هیثم، خوازمی و دیگران از جمله دانشمندان کشورهای اسلامی اند که پس از ظهور و گسترش دین مبین اسلام در زمینه‌های نجوم، ریاضی، اپتیک و بخش‌های دیگر ساینس، علم را گسترش دادند؛ همچنان گالیله، ایساک نیوتون، جمیز جول، ویلیام تامسن، مایکل فارادی، جمیز کلرک، ماکسویل، لودویک بولترمن و البرت انشتاين از فزیک‌دانان بزرگ جهان اند که با کوشش‌ها و خدماتشان پرده از روی هزاران اسرار طبیعت برداشتند و راه را برای انکشاف علوم به روی دیگران گشودند.

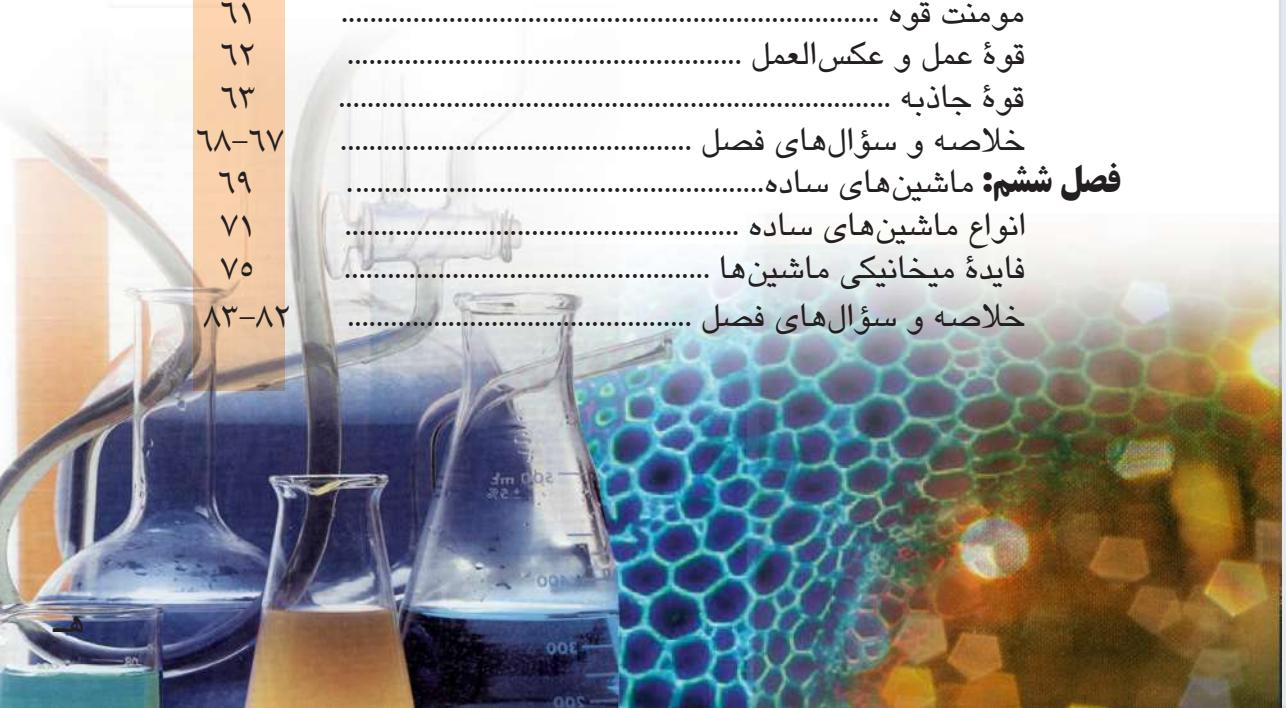
در صنف هفتم درباره مفاهیم؛ مانند: اندازه‌گیری، قوه، کار، انرژی، فشار، خواص نور، انعکاس نور و انكسار نور معلومات حاصل نمودید. امسال مفاهیم دیگری از قبیل حرارت و اثرات آن بر روی مواد، انتقال حرارت، ساحة مقناطیسی، برق ساکن، معلومات بیشتر درباره قوه و ماشین‌های ساده را که از مباحث اساسی و عمده دیگری فزیک اند در داخل شش فصل با همان روش صنف هفتم مطالعه خواهید کرد، که امیدواریم شما شاگردان عزیز از مفاهیم فوق با جزئیات آن آگاهی لازم حاصل نمایید.

### دیپارتمنت فزیک

# فهرست



۱	..... فصل اول: حرارت و اثرات آن روی مواد
۸	..... انبساط و انقباض
۱۱	..... فازهای مواد
۱۹	..... اثرات نا خالصی
۲۲-۲۲	..... خلاصه و سؤالهای فصل
۲۵	..... فصل دوم: انتقال حرارت
۳۰	..... کاربردهای حرارت
۳۱	..... تحفظ حرارت
۳۳	..... انجن‌های احترافی (انجن موتور)
۳۶-۳۵	..... خلاصه و سؤالهای فصل
۳۷	..... فصل سوم: ساحة مقناطیسی
۴۲	..... آهنربای برقی
۴۴-۴۳	..... خلاصه و سؤالهای فصل
۴۵	..... فصل چهارم: برق ساکن
۵۱	..... آزمایش چارج
۵۲	..... ساحة برقی
۵۳	..... القای برقی
۵۶	..... خلاصه و سؤالهای فصل
۵۷	..... فصل پنجم: قوه
۵۹	..... جمع کردن قوه
۶۱	..... مومنت قوه
۶۲	..... قوه عمل و عکس العمل
۶۳	..... قوه جاذبه
۶۸-۶۷	..... خلاصه و سؤالهای فصل
۶۹	..... فصل ششم: ماشین‌های ساده
۷۱	..... انواع ماشین‌های ساده
۷۵	..... فایده میخانیکی ماشین‌ها
۸۳-۸۲	..... خلاصه و سؤالهای فصل



# فصل اول

## حرارت و اثرات آن به روی مواد

پیشتر دربارهٔ حرارت و تغییراتی که به روی مواد ایجاد می‌کند مطالبی آموختید و یاد گرفتید که چگونه از ترمومتر برای اندازه‌گیری میزان گرمی و سردی اجسام استفاده کنید و چگونه درجات آن را بخوانید.

حرارت و پدیده‌های مرتبط با آن نقش عمده‌یی در طبیعت و زنده‌گی ما دارند؛ به طور مثال: موجودات زنده برای ادامهٔ حیات به محیطی که دارای گرمی مناسبی باشد، ضرورت دارند. به وجود آمدن فصل‌های سال در یک منطقه به میزان حرارتی که محیط از آفتاب می‌گیرد، بسته‌گی دارد؛ همچنین در کارخانه‌ها و محیط‌های صنعتی برای تغییر شکل و نوع مواد از حرارت استفاده‌های فراوانی صورت می‌گیرد.

حتماً هنوز سؤالات مختلفی راجع به حرارت و کاربردهای گوناگون آن در ذهن شما وجود دارد؛ به طور مثال:  
آیا مقدار حرارت را می‌توان اندازه‌گیری کرد؟ چه واحدی برای سنجش آن به کار می‌رود؟

وقتی می‌گوییم درجهٔ حرارت، امروز به 37 درجهٔ حرارت سلسیوس می‌رسد، کلمهٔ درجهٔ حرارت چه معنی می‌دهد؟

چرا وقتی ترمومتر را در آب سرد قرار می‌دهید، ارتفاع مایع داخل آن پایین می‌آید و در آب گرم بالا می‌رود؟

شما می‌دانید که ماده به حالت‌های جامد، مایع و گاز وجود دارد که آن را فازهای ماده می‌گویند؛ ولی آیا می‌دانید که حرارت چه نقشی در تغییر فازهای ماده دارد؟

این‌ها نمونه‌هایی از سؤالاتی استند که سعی می‌کنیم پاسخ‌های مناسبی برای آن‌ها در این فصل پیدا کنیم.



## درجة حرارة

ما هر روز چندین بار کلمه درجه حرارت را در موقعیت‌های گوناگون می‌شنویم؛ طور مثال از طریق رادیو، تلویزیون، روزنامه و ... اما آیا تا حال به معنی دقیق کلمه درجه حرارت فکر کرده‌اید؟ آیا می‌دانید که درجه حرارت چگونه اندازه‌گیری می‌شود؟ پیش از این که این موضوع را مورد مطالعه قرار دهیم فعالیت زیر را انجام دهید.

### فعالیت



- ۱- با توجه به شکل (۱-۱) به نظر شما کدام یک از مواد داغ تر و کدام سردتر است؟ آن‌ها را به ترتیب از سرد به گرم بنویسید.



شکل (۱-۱) اجسامی که گرمی متفاوت دارند.

- ۲- برای این که بدانیم آب جوش چقدر از یخ گرم تر است به چه چیزی نیاز داریم؟

۳- شکل (۱-۲) قسمتی از یک خبر است که در روزنامه به چاپ رسیده است. آن را به دقت بخوانید و بگویید که راجع به چه چیزی صحبت می‌کند، به نظر شما کلمه درجه حرارت که در این خبر ذکر شده است چه معنی می‌دهد؟

شکل (۱-۲) قسمتی از گزارش اوضاع جوی

### آب و هوای

گزارش‌ها حاکی از این است که یک جبهه هوای سرد از طرف غرب به سمت کشور ما در حرکت است. این جبهه فردا قسمت‌های غربی کشور را تحت تأثیر قرار خواهد داد و باعث خواهد شد، تا درجه حرارت در بعضی نقاط به شدت کاهش یابد و یخبندان صورت گیرد.

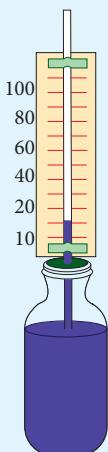
ما پیشتر یاد گرفتیم که برای تعیین میزان سردی و گرمی یک جسم از ترمامتر استفاده کنیم. به این منظور مخزن ترمامتر را در تماس با جسم یا در محیط مورد نظر قرار می‌دادیم و بعد از این که اطمینان پیدا می‌کردیم که مایع داخل ترمامتر دیگر حرکت نمی‌کند، درجه آن را می‌خواندیم.

از طرف دیگر می‌دانیم وقتی که یک جسم سرد در تماس با یک جسم گرم قرار می‌گیرد، کم کم جسم سرد، گرمتر و جسم گرم سرددتر می‌شود. این عمل تا جایی ادامه پیدا می‌کند که میزان سردی و گرمی هردو جسم یکسان گردد. در این حالت گفته می‌شود که این دو جسم در تعادل حرارتی قرار دارند. تعادل حرارتی اساس کار اندازه‌گیری درجه حرارت می‌باشد. وقتی که دو جسم در تعادل حرارتی باشند، می‌گوییم که هر دو جسم گرم قرار می‌دهیم، ترمامتر گرمتر می‌شود و مایع داخل آن بالا می‌رود، این عمل تا زمانی ادامه می‌باشد که ترمامتر با جسم گرم در تعادل حرارتی قرار گیرد. در این حالت درجه حرارت ترمامتر و جسم یکسان می‌شود. درجه گرمی یک جسم را به نام درجه حرارت آن جسم یاد می‌کنند.

## فعالیت



د تجربه زیر یک ترمامتر بسازید.



**سامان و مواد مورده ضرورت:** یک عدد نیچه خالی شده قلم خودکار، کارک، یک عدد بوتل خالی آمپول پنسیلین که سرپوش رابر داشته باشد، مقداری چای، یک عدد میخ کوچک، یک قطعه کاغذ مقوا، خط کش و قلم.

**طرز العمل:** نخست در سرپوش رابری بوتل پنسیلین توسط یک میخ یک سوراخ ایجاد کنید و نیچه خالی قلم خودکار را از آن عبور دهید. بوتل پنسیلین را از چای پر کنید.

- کاغذ مقوا را توسط خط کش درجه بندی نموده؛ سپس نتیجه را روی کاغذ مقوا چسبانیده و مطابق شکل آن را محکم کنید.

- موقعیت اولی چای داخل نیچه را نشانی کنید.

- بوتل را داخل یک ظرف آب داغ کنید و مشاهده نمایید که چه اتفاق می‌افتد. این کار را با آب سرد تکرار کنید و نتیجه را مشاهده نمایید.

- به جای چای، ترمامتر تان را با الکول پر کنید و تجربه را تکرار نمایید. در کدام حالت

ترمامتر بهتر کار می‌کند؟

شکل (1-2) ساختن یک ترمامتر ساده

تغییر درجه حرارت مواد باعث تغییر بعضی از خواص فریکی آن‌ها می‌شود؛ به طور مثال: وقتی که درجه حرارت مایع داخل نل شیشه‌یی ترمامتر بالا می‌رود، حجم آن افزایش می‌یابد و با کم شدن درجه حرارت، کاهش پیدا می‌کند. از همین خاصیت برای اندازه‌گیری درجه حرارت استفاده می‌کنیم و درجه حرارت اجسام گوناگون را با آن می‌سنجدیم. برای این کار نخست باید بتوانیم ترمامتر را درجه بندی کنیم. در دنیا چندین نوع درجه بندی برای درجه حرارت وجود دارد؛ مانند: درجه بندی سلسیوس، درجه بندی فارنهایت و درجه‌بندی کلوین.

معمول ترین نوع درجه‌بندی در کشور ما، درجه بندی سلسیوس است و درجه‌بندی استندرد درجه حرارت در سیستم SI درجه‌بندی کلوین است. درجه‌بندی را برای نخستین بار دانشمند سویدنی آندرس سلسیوس به کار برد و به افتخار او به این نام، نامگذاری شده است. وی ترمامتر سیمابی را نخست در مخلوطی از آب و یخ خالص در حال ذوب شدن قرار داد و جایی را که مایع ترمامتر در آن قرار گرفت، نشانی کرده و آن را صفر درجه حرارت نام نهاد؛ سپس ترمامتر را در بخار آب خالص در حال جوشیدن قرار داده، نقطه‌یی را که مایع داخل ترمامتر در آن توقف می‌کرد، با علامتی مشخص کرده، به آن عدد صد نسبت داد. فاصله این دو نقطه را به صد قسمت مساوی تقسیم نمود که هر قسمت آن یک درجه را نشان می‌دهد. لازم است ذکر شود که فشار هوا در این تجربه باید یک اتموسفیر یعنی فشار سطح بحر باشد.

علامت درجه حرارت سلسیوس به صورت  ${}^{\circ}\text{C}$  نوشته می‌شود. مثال: اگر بخواهیم 20 درجه سلسیوس را نشان بدهیم، آن را به صورت  ${}^{\circ}\text{C} 20$  می‌نویسیم.

## حرارت

انسان‌ها از قدیم حس می‌کردند که یک جسم سرد وقتی در تماس با یک جسم گرم قرار می‌گیرد، به مرور زمان گرم می‌شود، آن‌ها تصور می‌کردند که حرارت یک نوع ماده است که از جسم گرم به داخل جسم سرد می‌رود و جسم سرد را گرم می‌کند.

امروزه دانشمندان اعتقاد دارند که حرارت نوعی از انرژی است و می‌تواند به انواع دیگر انرژی تبدیل شود. هر جسمی در خود مقداری انرژی دارد که آن را انرژی داخلی جسم می‌گویند. انرژی داخلی یک جسم در واقع مجموع انرژی ذخیره‌ی و حرکی تک تک ذرات آن است. به این معنی که هر ذره در داخل یک جسم نظر به حرکت و موقعیت خود دارای مقداری انرژی می‌باشد. هرقدر که تعداد ذرات یک جسم زیاد بوده و انرژی هر ذره آن بیشتر باشد، به همان میزان، انرژی داخلی آن جسم زیادتر می‌باشد.

وقتی یک جسم سرد و یک جسم گرم در تماس هم قرار می‌گیرند، مقدار انرژی از جسمی که درجه حرارت بالا دارد به جسمی که درجه حرارت پایین دارد، انتقال می‌یابد. به این ترتیب انرژی داخلی جسم گرم کاهش و انرژی داخلی جسم سرد افزایش می‌یابد. این همان انرژی است که ما آن را به نام حرارت یاد می‌کنیم. حرارت عبارت از مقدار انرژی حرارتی یک جسم است. انرژی حرارتی به دلیل اختلاف درجه حرارت بین دو جسم انتقال می‌یابد. انرژی حرارتی در بسیاری از تبدیلات انرژی ظاهر می‌شود.

به طور مثال: وقتی که پکه برقی را روشن می‌کنید تا انرژی برقی را به انرژی حرکی تبدیل کند، می‌بینید که در ضمن کار کردن پکه گرم می‌شود. این موضوع نشان می‌دهد که مقداری انرژی حرارتی به صورت ناخواسته تولید شده است.



شکل (1-3) در بسیاری از تبدیلات انرژی، حرارت به وجود می‌آید.



## فعالیت

درباره کار وسایل مختلفی که در جدول داده شده است، مباحثه کنید و جدول را کامل کنید.

آیا انرژی به شکل حرارت ضایع شده است؟	نوع انرژی تبدیل شده	نوع انرژی ورودی	وسیله
			گروپ برق
			تلوزیون
			موتور
			جنراتور تولید برق
			ماشین آب میوه

واحد اندازه‌گیری مقدار حرارت مانند انواع دیگر انرژی ژول است؛ ولی در بسیاری از موارد از واحد دیگری به نام کالوری نیز استفاده می‌شود. کالوری مقدار انرژی حرارتی است که درجه حرارت یک گرام آب را، یک درجه سلسیوس بالا می‌برد. یک کالوری برابر 4.2 ژول می‌باشد.

## منابع انرژی

در تمام دنیا و همچنین در کشور ما، فراهم ساختن انرژی حرارتی مورد نیاز یکی از مسایل مهم می‌باشد. مقدار مصرف انرژی هر جامعه با پیشرفت و انکشاف صنعتی آن جامعه افزایش می‌یابد. منابعی را که انرژی مورد نیاز ما را تأمین می‌کند، به دو دسته اصلی می‌توان تقسیم کرد. دسته اول منابعی استند که در طول میلیون‌ها سال در طبیعت به وجود آمده اند و بنابراین برای تشکیل مجدد آن‌ها نیز زمان بسیار طولانی نیاز است. این گونه منابع را منابع تجدید ناپذیر می‌گوییم. سوخت‌های فُسیلی مانند: نفت، زغال سنگ و گاز طبیعی از این نوع منابع انرژی هستند.

دسته دوم منابع تجدید پذیر نامیده می‌شوند. این‌ها منابعی هستند که دوره به وجود آمدن آن‌ها کوتاه است. به عنوان مثال: آبی را که در پشت یک بند آب قرار دارد در نظر بگیرید. هر سال با باریدن باران مقدار آب زیاد می‌شود و در طول سال با مصرف آن سطح آب در بند پایین می‌آید. پس مقدار آب در هر سال مصرف و دوباره تجدید می‌شود. انرژی باد، حرارت جوف زمین، انرژی جزر و مد، انرژی امواج آب و .... همه از نوع منابع تجدید پذیر انرژی هستند.

منبع اصلی بیشتر انرژی‌هایی که ما استفاده می‌کنیم، آفتاب است. انرژی آفتاب وقتی به زمین می‌رسد به اشكال مختلف انرژی تبدیل می‌شود. برای درک بهتر این موضوع فعالیت زیر را انجام دهید.

در کشور عزیز ما افغانستان انرژی مورد نیاز به طور عموم از چوب، ذغال سنگ، گاز، آفتاب و برق به دست می‌آید؛ پس در جاهای خالی جدول ذیل فیصدی تخمینی انرژی مصرف شده خانه‌های خود را بنویسید.

شماره	منبع انرژی	فیصدی مصرف
۱	چوب	
۲	تیل	
۳	گاز	
۴	برق آبی	
۵	برق آفتابی	
۶	ذغال سنگ	

### معلومات اضافی

جالب است بدانید انرژی که در 10 روز آفتابی، زمین از آفتاب می‌گیرد بیشتر از انرژی تمام سوخت‌های فُسیلی شناخته شده روی کره زمین است.

منابع تجدیدپذیر انرژی محدود است و مصرف انرژی روز به روز در حال افزایش می‌باشد؛ بنابراین در تمام دنیا سعی می‌شود که بیشتر از انرژی‌های قابل تجدید استفاده گردد. خوشبختانه کشور ما یکی از کشورهایی است که ظرفیت بسیار بالایی برای استفاده از انرژی‌های قابل تجدید دارد. ما باید سعی کنیم که در مناطق مختلف این منابع قابل تجدید را شناسایی نموده و راه‌های مناسبی برای استفاده از آن پیدا کنیم.

### فعالیت

تحقیق کنید که در منطقه شما کدام نوع منابع قابل تجدید انرژی بیشتر در دسترس است؟ آیا از آن استفاده می‌شود؟ چه راه‌هایی برای استفاده از آن پیشنهاد می‌کنید؟

## انبساط و انقباض

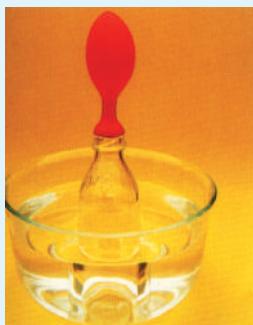
برای دانستن مفاهیم انبساط و انقباض فعالیت ذیل را انجام می‌دهیم.



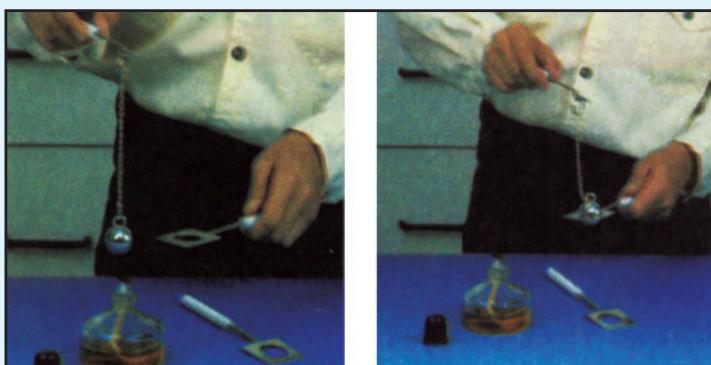
### فعالیت



شکل (4-1-الف) پوچانه و بوتل



شکل (4-1-ب) پوچانه و بوتل در داخل آب داغ



شکل (4-1) عبور گلوله‌ها از حلقه در حالت‌های گرم و سرد

به آن بسته بودید بگذارید که سرد شود، چه چیزی ممکن است اتفاق بیفتد؟ چرا؟

۱- مطابق شکل‌های (۶-۱) یک پوچانه را به دهن یک بوتل محکم کنید و بعد از آن بوتل را داخل یک ظرف محتوی آب داغ قرار دهید.  
چه مشاهده می‌کنید؟

چرا پوچانه به صورت باد کرده در می‌آید؟

۲- در این تجربه مطابق شکل (۶-۱) اول گلوله حلزی را از حلقه عبور دهید. خواهید دید که گلوله به راحتی از حلقه عبور می‌کند.  
بعد از آن گلوله را توسط چراغ الکتریکی گرم کنید.

آیا در این حال باز هم گلوله از حلقه عبور خواهد کرد؟

۳- به نظر شما آیا گرم کردن، تأثیری بر روی حجم هوای داخل بوتل و گلوله داشته است؟

۴- اکنون بگذارید که گلوله سرد شود، امتحان کنید که آیا باز هم از حلقه عبور می‌کند؟

۵- اگر بوتلی را که پوچانه را



### فکر کنید

با استفاده از نتایج مشاهداتتان جمله زیر را کامل کنید.

اگر به جسمی حرارت بدھیم حجم آن ..... می‌باید و اگر جسمی را سرد سازیم حجم آن ..... می‌باید.

جمله که شما به عنوان نتیجه مشاهدات و تجارب خود نوشتید، یکی از اثرات حرارت بالای اجسام است و پدیده انبساط و انقباض را بیان می‌کند.

انبساط به معنی افزایش حجم یک جسم و انقباض به معنی کاهش حجم یک جسم می‌باشد.

با بلند رفتن درجه حرارت جسم، حجم آن زیاد می‌شود و با پایین آمدن درجه حرارت، حجم آن کاهش می‌یابد.

اغلب مواد جامد، مایع و گاز با گرفتن حرارت منبسط می‌شوند و با از دست دادن حرارت منقبض می‌گردند. به طور مثال: شما دیدید که هوای داخل بوتل و گلوله فلزی هر دو در اثر گرفتن حرارت منبسط شدن.

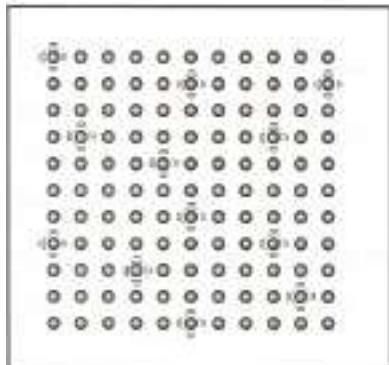
جسم گرم.



اگر بخواهیم انبساط یک جسم را توضیح دهیم، باید ساختمان مواد را در نظر بگیریم.

می‌دانید که مواد از ذرات بسیار کوچک به نام اтом ساخته شده است؛ همچنین وقتی که دو یا چند اтом با هم ترکیب شوند، مالیکول را می‌سازند. اтом‌ها و مالیکول‌های یک جسم همیشه در حال اهتزاز هستند و در بین‌شان فضای خالی وجود دارد. افزایش حرارت باعث می‌شود که انرژی اтом‌ها و مالیکول‌ها افزایش یافته و اهتزاز آن‌ها زیادتر می‌شود. افزایش تحرک باعث می‌شود فاصله بین مالیکول‌ها زیادتر شده فضای خالی بیشتری به وجود آید. این افزایش فضای خالی را ما به شکل انبساط می‌بینیم. هرگاه حرارت جسم کاهش یابد فاصله بین مالیکول‌های آن کم شده و جسم انقباض می‌کند.

جسم سرد



شکل (۱-۵) حرکت مالیکول‌ها را در جسم سرد و گرم نشان می‌دهد.



## فکر کنید

آیا اکنون می‌توانید توضیح دهید که چرا مایع در داخل نل ترمومتر بالا یا پایین می‌رود؟

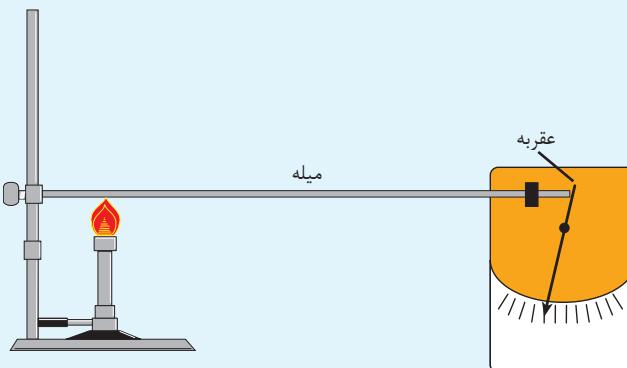
در مایعات، گازها و اجسام جامدی که طول، عرض و ضخامت آن‌ها از حیث اندازه با هم نزدیک باشند، انبساط و انقباض نسبت به قطر آن‌ها به صورت تغییر در حجم اجسام به چشم می‌خورد. به این نوع انبساط و انقباض، انبساط و انقباض حجمی می‌گویند. مانند: مثال‌های گلوله فلزی و پوچانه.

ولی در اجسامی مانند میله‌های باریک که طول شان نسبت به عرض یا ضخامت آن‌ها زیادتر می‌باشد، انبساط و انقباض در طول آن‌ها بیشتر قابل ملاحظه می‌باشد. به این نوع انبساط و انقباض، انبساط و انقباض طولی می‌گویند؛ زیرا تغییر طول آن‌ها نسبت به تغییر ابعاد دیگر‌شان بسیار زیاد می‌باشد.



## فعالیت

تجربه‌بی که در زیر نشان داده شده است برای مشاهده انبساط طولی یک میله طرح ریزی شده است. به کمک شکل و مباحثه با هم‌دیگر در گروپ‌هایتان بنویسید که چگونه این تجربه انجام می‌شود.



شکل (6-1) تجربه‌بی که انبساط طولی را نشان می‌دهد.

در فعالیت (تجربه) فوق به هر اندازه که به میله فلزی حرارت بیشتر داده شود، به همان اندازه طول میله زیاد شده عقربه بیشتر انحراف می‌کند.

## فازهای مواد

شما در سال‌های قبل با حالت‌های جامد، مایع و گاز آشنا شده‌اید. به این سه حالت، حالات سه گانه یا فازهای ماده می‌گویند.

برای این که این حالت‌ها را بهتر به یاد بیاورید، نخست فعالیت زیر را انجام دهید.

### فعالیت



در گروپ‌های تان روی موضوعات ذیل بحث نمایید:  
نام چند ماده جامد، مایع و گاز را بنویسید.

سعی کنید با توجه به خواص مشترک مواد جامد، مایع و گاز برای هریک از آن‌ها تعریفی بنویسید و جمله‌های پایین را به طور مناسب تکمیل کنید.

- جامدات موادی استند که دارای ..... و ..... معینی هستند.
- موادی استند که دارای حجم خاصی بوده؛ ولی ..... معینی ندارند.
- موادی استند که نه دارای ..... بوده و نه ..... معینی دارند.

دادن حرارت یا گرفتن آن از مواد می‌تواند باعث تغییر فاز (حالت) ماده شود، به این معنی که توسط دادن یا گرفتن حرارت می‌توان جامد را به مایع، مایع را به گاز و گاز را به مایع یا جامد تبدیل کرد.

## ذوبان و انجاماد

آیا می‌دانید که چرا شکل یک جسم جامد تغییر نمی‌کند؟

مالیکول‌های یک جسم جامد قوه جاذبه شدیدی بر یکدیگر وارد می‌کنند. به قسمی که هر مالیکول در جای خودش در حال اهتزاز است و نمی‌تواند ارتباط خود را با مالیکول‌های همسایه خود قطع کند و آزادانه حرکت نماید. البته هر مالیکول در جای خود حرکت اهتزازی دارد. وقتی ما به جسم جامد حرارت می‌دهیم، این انرژی را مالیکول‌ها دریافت می‌کنند؛ بنابراین دامنه‌یی اهتزاز آن‌ها زیاد شده، فاصله متوسط آن‌ها از همدیگر افزایش می‌یابد (منبسط می‌شود).

اگر حرارت دادن ادامه پیدا کند، اهتزاز مالیکول‌ها زیاد و زیادتر می‌شود، تا جایی که هر مالیکول می‌تواند از جای خود حرکت کند و جای یک مالیکول دیگر را بگیرد. در این حالت جامد به مایع تبدیل می‌شود. این عمل را ذوبان می‌گویند.

درجه حرارتی را که در آن جامد شروع به ذوب شدن می‌کند نقطه ذوبان می‌گویند.

مواد مختلف، نقطه ذوبان متفاوت دارند. در جدول (1-7) نقطه ذوبان چند ماده داده شده است.

نقطه ذوبان(°C)	ماده
1535	آهن
1083	مس
3410	تنگستن
-39	سیماب
-117	الکول

جدول (1-7) نقطه ذوبان مواد مختلف را نشان می‌دهد

سیم‌های منقل، گروپ، داش، بخاری و دیگر وسایل برقی که مقاومت بلند دارد از فلز تنگستن ساخته شده است.

اگر انرژی حرارتی از مایعی گرفته شود (آن را سرد کنیم) و درجه حرارت آن پایین بیاید، مالیکول‌های آن، انرژی خود را از دست داده، از میزان سرعت حرکت و اهتزاز آن‌ها کاسته می‌شود. اگر سرد کردن را ادامه دهیم به حالتی می‌رسیم که در آن مالیکول‌ها به جای لغزیدن روی هم دیگر و تغییر مکان در جسم، فقط در جاهای خود اهتزاز دارند؛ بنابراین جسم مذکور می‌تواند شکل خود را حفظ کند، پس مایع در حقیقت به جامد تبدیل شد، تبدیل شدن مایع به جامد را انجامد می‌گویند و به درجه حرارتی که در آن مایع به جامد تبدیل می‌شود، نقطه یا درجه انجامدگفته می‌شود.

نقطه ذوبان و نقطه انجامد مواد یکی می‌باشد. مثال: یخ در صفر درجه حرارت ذوب می‌شود و آب نیز در همین درجه حرارت منجمد می‌شود. پس در نقطه ذوبان و انجامد ما می‌توانیم یک ماده را در دو حالت جامد و مایع داشته باشیم.

## فعالیت



### اندازه‌گیری درجه حرارت ذوبان آب

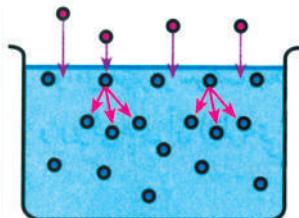
در میان یک گیلاس توتنهای یخ را بیاندازید، یک ترمامتر را در میان آن قرار دهید و در هنگامی که توتنهای یخ شروع به ذوب شدن می‌کند درجه حرارت را بخوانید. نتایج تان را یادداشت کنید. آیا همه گروه‌ها نتایج یکسانی به دست آورده اند؟ اگر جواب تان منفی است، چه دلیلی برای آن می‌توانید ارائه کنید؟

## فکر کنید

آیا می‌توان مقداری آهن را در یک ظرف مسی ذوب کرد؟ توضیح دهید. برای پاسخ دادن از جدول (۱-۶) استفاده کنید.

## تبخیر و میعان

به نظر شما چرا وقتی یک نان تازه مدتی در هوای آزاد می‌ماند، خشک (قاق) می‌شود؟ به شکل (۱-۸) دقت کنید. مالیکول‌هایی که در سطح آب قرار دارند توسط مالیکول‌های اطراف خود جذب می‌شوند و این عملیه جذب باعث می‌شود، که آن‌ها نتوانند از سطح آب وارد هوا شوند؛ بنابراین در سطح آب باقی می‌مانند؛ اما چون مالیکول‌ها در داخل مایع پیوسته در حرکت و جنبش هستند، دائم با هم‌دیگر برخورد می‌کنند. تعدادی از مالیکول‌های سطح مایع در اثر این برخوردها به اندازه‌یی انرژی به دست می‌آورند که برای غلبه بر قوه جذب کافی می‌باشد. این مالیکول‌ها می‌توانند از سطح مایع فرار کنند.



شکل (۱-۸) بر هر مالیکول از طرف مالیکول‌های دیگر قوه وارد می‌شود.

وقتی که مالیکول‌ها از سطح مایع جدا و به هوا فرار می‌کنند؛ یعنی تبخیر می‌شوند، در این نوع تبخیر چون مالیکول‌ها از سطح مایع جدا می‌شوند، آن را تبخیر سطحی می‌گویند. تبخیر به عوامل ذیل بسته‌گی دارد:

۱- مایعات در هر درجه حرارت تبخیر می‌شوند ولی میزان سرعت تبخیر یک مایع به درجه حرارت ارتباط دارد. هرقدر که درجه حرارت یک مایع افزایش یابد سرعت تبخیر آن نیز بیشتر می‌گردد.

۲- یکی از عواملی که سرعت تبخیر را افزایش می‌دهد عبارت از بزرگی سطح تماس مایع است که امکان فرار مالیکول‌ها از آن به محیط اطراف بیشتر می‌گردد.

۳- عامل دیگری که در افزایش سرعت تبخیر نقش دارد، کاهش فشار است. هر اندازه فشار وارد (فشار هوا) بر سطح مایع کم شود، تبخیر آسانتر و زودتر صورت می‌گیرد.



شکل (۱-۹) مالیکول‌های آب از لباس تر وارد هوا شده تبخیر می‌شود

## پروژهٔ تحقیقی

سؤال اصلی پروژه: تبخیر از سطح یک مایع به چه عواملی بسته‌گی دارد؟

۱- عواملی را که فکر می‌کنید در تبخیر نقش دارد، مشخص کنید.

۲- شاگردان به دو گروه تقسیم شوند گروه اول در دو ظرف فلزی هم اندازه، به مقدار مساوی آب بیندازند؛ سپس یکی از ظرف‌ها را  $50^{\circ}\text{C}$  و ظرف دیگرا را  $98^{\circ}\text{C}$  حرارت دهند. ببینند که آب کدام ظرف بیشتر تبخیر شده چرا؟

۳- گروه دوم در یک ظرف کلان و یک ظرف کوچک فلزی به مقدار مساوی آب انداخته و به هر دو ظرف  $98^{\circ}\text{C}$  حرارت دهید. در این صورت نیز ببینند که آب کدام ظرف بیشتر تبخیر شده است و علت چیست؟

۴- نتایج به دست آمده را با یکدیگر شریک سازید.



در هوای خنک صبحگاهی، شاید بارها از دیدن قطرهٔ شبنمی که بر روی گلبرگی نشسته است، لذت برده باشید؛ ولی آیا فکر کرده اید که قطرهٔ شبنم چگونه روی گلبرگ تشکیل شده است؟ فعالیت زیر را انجام دهید تا جواب سوال بالا را بتوانید توضیح دهید.

## فعالیت



**سامان و مواد موره ضرورت:** آب، ظرف برای حرارت دادن آب، یک بشقاب فلزی یا شیشه‌یی، منبع حرارت (چراغ الکولی)، سه پایه و جالی ناسوز.

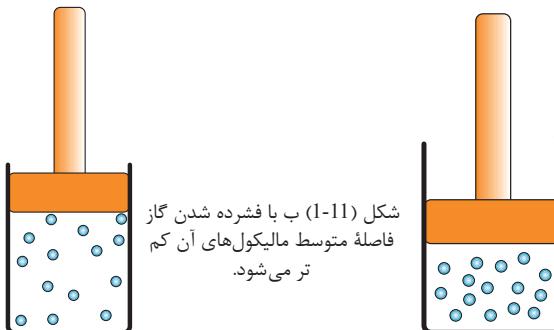
**طرز العمل:** آب را حرارت دهید و بشقاب را بالای ظرف آب مطابق شکل قرار دهید.

نتیجه مشاهدات خود را توضیح دهید و بگویید که قطرات آب در زیر بشقاب از کجا آمده است؟

شکل (1-10)

آموختیم وقتی که یک مایع را حرارت دهیم تبخیر می‌شود و حالت گاز را به خود می‌گیرد. در فعالیت بالا نیز مشاهده کردیم که وقتی آب را حرارت دهیم، تبخیر می‌شود و هنگامی که بخارات آب به یک جسم سرد مانند بشقاب برخورد کند، دوباره به قطرات آب؛ یعنی حالت مایع تبدیل می‌شود. پس همانطور که یک مایع می‌تواند به گاز تبدیل شود (تبخیر گردد)، یک گاز نیز می‌تواند به مایع تبدیل شود. این عمل یعنی تبدیل گاز به مایع را میانع می‌گویند.

وقتی ماده‌یی در حالت گاز قرار دارد مالیکول‌های آن به صورت آزادانه حرکت می‌کنند و هر مالیکول به اندازه‌ای انرژی دارد که تحت تأثیر قوه‌های جاذبه مالیکولی سایر مالیکول‌ها قرار نگیرد. اگر همین گاز را سرد کنیم؛ یعنی انرژی را به شکل انرژی حرارتی از آن خارج کنیم، سرعت مالیکول‌ها کم می‌شود. در صورتی که سرد کردن را ادامه دهیم، سرعت مالیکول‌ها کمتر و کمتر خواهد شد تا جایی که مالیکول‌ها تحت تأثیر قوه جاذبه مالیکولی یکدیگر قرار می‌گیرند. در این حالت فاصله متوسط مالیکول‌ها نسبت به حالت گاز بسیار کم شده، گاز تبدیل به مایع می‌شود. این حالت در تجربه‌یی که شما انجام دادید، اتفاق می‌افتد. مالیکول‌های بخار آب وقتی با یک سطح سرد مثل بشقاب فلزی یا شیشه‌یی برخورد می‌کنند، به صورت ناگهانی سرد شده، انرژی حرارتی خود را از دست می‌دهند و به مایع تبدیل می‌شوند.



شکل (1-11) ب با فشرده شدن گاز فاصله متوسط مالیکول‌های آن کمتر می‌شود.

برای تبدیل کردن یک گاز به مایع از روش فشرده کردن گاز نیز استفاده می‌شود. مانند: شکل (1-11) حجم معینی از گاز را توسط اعمال فشار کم می‌کنند. با کم شدن حجم گاز، برخورد مالیکول‌ها به همدیگر زیاد شده و در اثر این برخوردها، انرژی مالیکول‌ها به صورت انرژی حرارتی به ظرف انتقال می‌یابد و ظرف گرم می‌شود. اگر فشار به اندازه کافی افزایش یابد دیده می‌شود که گاز به مایع تبدیل شده است.



### فکر کنید

سؤال: اگر بالون کوچک گاز را تکان دهید، احساس می‌کنید مایعی که در داخل آن تکان می‌خورد. ولی وقتی که شیر دهن آن را باز می‌کنید گاز از آن خارج می‌شود. چگونه این مطلب را می‌توانید توضیح دهید؟

### غليان

به طور معمول تبخیر از سطح مایع صورت می‌گیرد و هر چه درجهٔ حرارت زیاد شود سرعت تبخیر افزایش می‌یابد؛ اما اگر درجهٔ حرارت به حد معینی برسد که دیگر تغییر نکند، مالیکول‌های داخل مایع هم تبخیر می‌شوند و حباب‌ها گاز را در درون مایع تشکیل داده، به سطح آن آمده وارد هوا می‌شوند. این همان حالتی است که می‌گوییم مایع به جوش آمده است. جوش خوردن مایع را در اصطلاح علمی **غليان** می‌گویند. درجهٔ حرارتی را که مایع در آن می‌جوشد درجهٔ **نقطهٔ غليان** می‌نامند.



### فعالیت



اندازه‌گیری نقطهٔ غليان آب و مشاهدهٔ تغییرات درجهٔ حرارت سامان و مواد مورد ضرورت: ظرف برای حرارت دادن آب، ترمومتر، یک وسیلهٔ گرم‌کننده (چراغ الکولی)، سه پایه، جالی ناسوز و آب به قدر ضرورت.  
طرز العمل: آب را داخل ظرف انداخته بالای وسیلهٔ گرم کننده بگذارید. در ختم هر دقیقه درجهٔ حرارت را یادداشت کنید. وقتی که آب به جوش آمد درجهٔ حرارت را یادداشت کنید و بگذارید آب بجوشد، تا چند دقیقه بعد از جوشیدن آب نیز، هر دقیقه درجهٔ حرارت را یادداشت و نتیجهٔ مشاهدات خود را در صنف بحث نمایید.

شکل (1-12) اندازه‌گیری درجهٔ حرارت غليان آب

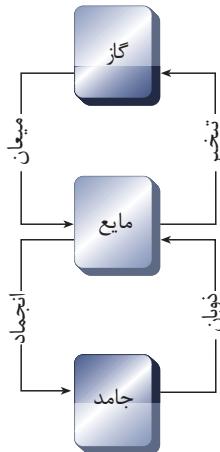
همان‌طوری که در فعالیت مشاهده کردید وقتی که آب را حرارت دهیم درجه حرارت آن به طور مرتب تا رسیدن به نقطه غلیان افزایش می‌یابد؛ ولی مشاهده کردید که در موقع جوشیدن مایع، درجه حرارت آن ثابت می‌ماند. حرارتی که به مایع داده می‌شود فقط باعث تبخیر مایع شده و سرعت تبخیر را افزایش می‌دهد. نقطه غلیان (درجه حرارتی که مایع در آن می‌جوشد) هر مایع نسبت به مایع دیگر فرق می‌کند.



### سؤال

آیا به نظر شما آب همیشه در  $100^{\circ}\text{C}$  به جوش می‌آید؟

عمده ترین عامل در تعیین نقطه غلیان یک مایع، فشاری است که بر سطح مایع وارد می‌شود. مثل: فشار هوا در یک ظرف سرباز. هر قدر که فشار بر سطح مایع افزایش یابد نقطه غلیان بالا می‌رود و هرچه فشار بر سطح مایع کاهش یابد نقطه غلیان نیز پایین می‌آید.



### تصعید و تکائف

به نظر شما آیا هر جسم جامدی را که حرارت دهیم اول به مایع و سپس به گاز تبدیل خواهد شد؟ در شکل (1-14) شما یک توته کاربن دای اکساید را می‌بینید. کاربن دای اکساید جامد را

یخ خشک نیز می‌نامند و از این ماده در بعضی از تجربه‌های ساینس استفاده می‌شود. این ماده خاصیت جالبی دارد. وقتی شما در درجه حرارت معمولی یک تکه از آن را در اختیار داشته باشید مشاهده خواهید کرد که در هر لحظه مقداری از آن تبخیر می‌شود و این تبخیر شدن قسمی است که بر خلاف یک قطعه یخ معمولی چیزی را تر نمی‌کند.

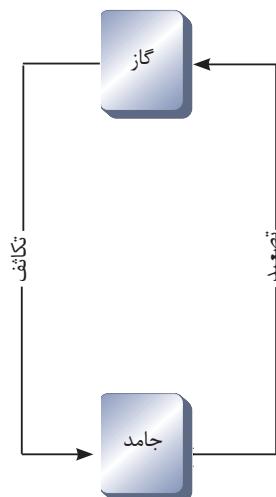
یعنی اینکه کاربن دای اکساید بر خلاف اکثر مواد که نخست از حالت جامد به مایع تبدیل شده و سپس به گاز تبدیل می‌شوند، به طور مستقیم از حالت جامد به گاز تبدیل می‌شود. حالتی که در آن جامد به طور مستقیم تبخیر شده و به گاز تبدیل می‌شود به نام تصعید یاد می‌کنند.

تصعید در موادی مانند آبودین نیز اتفاق می‌افتد. در شرایط خاص، تسعید می‌تواند در یخ معمولی نیز اتفاق بیفتد. مثال: وقتی در یک روز بسیار سرد زمستان لباس‌های شسته شده را روی طناب آویزان کنیم، در ابتدا آب لباس‌ها یخ می‌زنند و بعد به آرامی بدون ذوب شدن به بخار تبدیل می‌شود (تصعید می‌گردد). اگر بعد از چند ساعت لباس‌ها را در درون خانه بیاوریم می‌بینیم که تا حد زیادی خشک شده است.



شکل (13-1) کاربن دای اکساید جامد یا یخ خشک

بعضی اوقات گاز نیز می‌تواند به طور مستقیم به جامد تبدیل شود. مانند: برگ‌هایی که در یخدان تشکیل می‌شود یا برگ‌هایی که در شب‌های سرد زمستان بر روی شیشه کلکین‌ها به وجود می‌آید. به این پدیده که عکس عمل تسعید می‌باشد، تکاشف می‌گویند.





## فکر کنید

قرص‌های نفتالین را که در شکل (15-1) مشاهده می‌کنید به عنوان ادویه ضد کویه به کار می‌رود و آن را در بین لباس‌ها می‌گذارند تا از کویه خورده‌گی جلوگیری شود. اگر چند قرص نفتالین را در بین لباس‌ها بگذارید، مشاهده خواهید کرد که آن‌ها روز به روز کوچک‌تر می‌شوند. آیا این پدیده را می‌توانید توضیح دهید؟



شکل (14-1) قرص‌های نفتالین که برای جلوگیری از کویه خورده‌گی لباس‌ها استفاده می‌شود

## اثرات ناخالصی

در زمستان وقتی که روی سرک‌ها برف باریده است، برای جلوگیری از بخ‌زدن سرک‌ها، نمک ببروی آن می‌پاشند، به نظر شما نمک چگونه می‌تواند از بخ‌بستن سرک‌ها جلوگیری کند؟

برای پاسخ دادن به سؤال بالا شما باید اثر مواد ناخالصی را بر درجه ذوب، انجماد و غلیان مواد بدانید. با انجام فعالیت زیر این اثرات را خواهید فهمید.

## فعالیت

مقداری آب خالص را مطابق شکل حرارت دهید، تا به جوش آید. درجه حرارت را توسط ترمومتر اندازه‌گیری کرده، یادداشت کنید. حالا مقداری نمک به آب اضافه کنید و بگذارید تا به جوش آید. دوباره درجه حرارت غلیان را یادداشت کنید.

چه تغییری در درجه حرارت مشاهده می‌کنید؟

اگر به جای نمک از بوره استفاده کنیم، چه نتیجه خواهیم گرفت؟

این تجربه را انجام داده نتایج را یادداشت کنید.

شکل (15-1) مشاهده درجه حرارت غلیان آب خالص و آب دارای نمک

مادة مانند نمک که با یک ماده خالص مانند آب اضافه می‌شود، ناخالصی می‌نامند. اضافه کردن ناخالصی به یک ماده خالص بعضی از خواص فزیکی آن را تغییر می‌دهد. نقطه ذوب و انجماد و نقطه غلیان از جمله خواصی هستند که با افزودن ناخالصی تغییر می‌کنند. ضمن انجام فعالیت حتماً متوجه شده اید که اگر آب خالص در درجه حرارت خاصی به جوش آید، بعد از اضافه کردن ناخالصی (نمک) درجه حرارت جوشیدن آب افزایش می‌یابد. یعنی نقطه غلیان آب بالا می‌رود. به همین صورت ناخالصی بر نقطه ذوب و انجماد یک ماده خالص نیز اثر می‌کند. نقطه ذوب و انجماد در اثر وجود ناخالصی پایین‌تر می‌آید. به این معنا که اگر آب خالص در صفر درجه سیلیوس منجمد شود، آبی که نمک در آن حل شده است در صفر درجه منجمد نمی‌شود؛ بلکه تا چندین درجه زیر صفر نیز ممکن است بخ نزند.

اکنون شما حتماً قادر خواهید بود که به سؤالی که در ابتدا مطرح شد، پاسخ دهید. مقدار تغییر نقطه ذوبان و انجماد و نقطه غلیان بسته‌گی به مقدار و نوع ماده ناخالصی دارد. این خاصیت موارد استفاده جالبی در زنده‌گی روزمره دارد. شما حتماً می‌دانید مایعی که به نام انتی فریز (ضدیخ) را در زمستان‌ها در داخل رادیاتور موترها می‌ریزند. انتی فریز یک نوع ناخالصی است که به آب رادیاتور موتر اضافه می‌شود و باعث می‌شود که نقطه انجماد آب رادیاتور بسیار پایین باید و حتی در  $20^{\circ}\text{C}$ - و  $30^{\circ}\text{C}$ - بخ نزند. امروزه در ضدیخ‌ها علاوه بر خاصیت ضدانجماد، خواص ضدجوش و ضدزنگ و ضدفسوده‌گی را نیز در نظر می‌گیرند، به همین علت بهتر است که انتی فریز در طول سال در رادیاتور موتر باشد.



شکل (16-1) انتی فریز یا ضدیخ از بخ زدن آب رادیاتور موترها جلوگیری می‌کند.

### فعالیت



کسانی که شیریخ می‌سازند، در هنگام ساختن شیریخ، نمک را با یخ مخلوط می‌کنند. اگر در محل شما شیریخ سازی وجود دارد، از یکی از دکانهای شیریخ سازی بازدید کرده، گزارشی تهیه کنید که در آن مراحل ساخت شیریخ و دلیل به کار بردن نمک مشخص شده باشد و سپس گزارش را به صنف ارائه کنید.

## مقایسه وضعیت مالیکول‌ها

هرگاه به یک توتنه یخ حرارت داده شود در وضعیت مالیکول‌های آن چه تغییراتی به وجود می‌آید؟ برای دریافت پاسخ این سؤال فعالیت زیرا انجام می‌دهیم.

### فعالیت



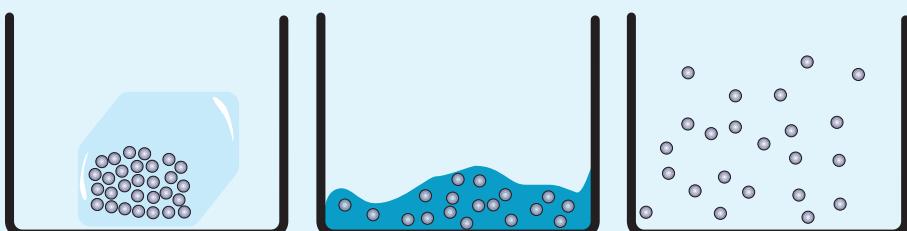
شکل زیر مالیکول‌های یک ماده را در حالت جامد، مایع و گاز نشان می‌دهد. در گروپ‌های تان در این باره گفتگو کنید.

- مطابق شکل (۱-۱۸) ابتدا، یک توتنه یخ را در ظرفی گرم نمایید و ببینید که چگونه آب می‌شود.
- همان آب را تا زمانی حرارت دهید که به گاز تبدیل شود.
- چه تفاوت‌های را می‌توانید در وضعیت مالیکول‌های جامد، مایع و گاز پیدا کنید؟
- اگر یک جسم جامد را حرارت دهیم تا به گاز تبدیل شود، به نظر شما چه تغییراتی در موقعیت مالیکول‌ها و سرعت‌شان در مرحله‌های تبدیل شدن از جامد به مایع و از مایع به گاز، به وجود خواهد آمد؟

الف

ب

ج



شکل (۱-۱۷) حرکت مالیکول‌ها را می‌توان به حرکت این گلوله‌ها تشبیه کرد.

در سال‌های قبل دانستید که در یک جسم جامد، مالیکول‌ها با هم پیوسته‌گی محکمی دارند؛ یعنی هر مالیکول با مالیکول همسایه خود پیوند محکم دارد؛ بنابراین مالیکول‌ها نمی‌توانند موقعیت خود را تغییر دهند و در داخل جسم از یک محل به محل دیگری بروند و حرکت کنند، به همین علت مالیکول‌ها به دو طرف موقعیت تعادل خود حرکت اهتزازی انجام می‌دهند. به همین جهت یک جسم جامد شکل خاص و معینی دارد و اگر آن را در داخل هر ظرف بیاندازیم، شکل آن ظرف را به خود نمی‌گیرد.

در مایعات برخلاف مواد جامد، پیوند مالیکول‌ها با همدیگر ضعیف‌تر است. هر مالیکول می‌تواند جای خود را در داخل مایع تغییر دهد؛ بنابراین وقتی که مایع را در داخل یک ظرف بربزید، مالیکول‌ها در داخل مایع تغییر مکان نموده و مایع شکل ظرف را به خود می‌گیرد. ولی باز هم مالیکول‌ها بر همدیگر تأثیراتی دارند طوری که فاصله یک مالیکول از مالیکول‌های دیگر از حد خاصی نمی‌تواند زیاد و یا کم گردد، به همین جهت حجم یک مایع ثابت است. در گازها پیوند مالیکول‌ها نسبت به مایعات با همدیگر بسیار ضعیف است و هر مالیکول می‌تواند آزادانه در فضا حرکت کند. به همین دلیل گازها شکل خاصی نداشته و حجم معینی نیز ندارند و در داخل هر ظرفی که ریخته شوند، آن را پُر نموده شکل آن را اختیار می‌کند.

اکنون باید به این سؤال پاسخ داد که حرارت چگونه باعث تغییر یک جسم از جامد به مایع و گاز می‌شود؟

وقتی یک جسم جامد را حرارت می‌دهیم، مالیکول‌های جسم انرژی دریافت می‌کنند و سرعت مالیکول‌های آن افزایش می‌یابد. در حالت خاص مالیکول‌ها به اندازه‌ای انرژی دریافت می‌کنند که می‌توانند از قید پیوندهای مالیکول‌های مجاور رها گردند و آزادانه در داخل جسم تغییر موقعیت دهند.

درین حالت جسم نمی‌تواند شکل خود را حفظ کند، می‌گوییم که جسم ذوب شده در حالت مایع قرار دارد. اگر چه مالیکول‌ها در درون مایع می‌توانند آزادانه حرکت نمایند و به این طرف و آن طرف بروند؛ ولی باز هم تحت تأثیر همدیگر قرار دارند و نمی‌توانند به طور کامل آزادانه به هر طرف در فضا حرکت کنند.

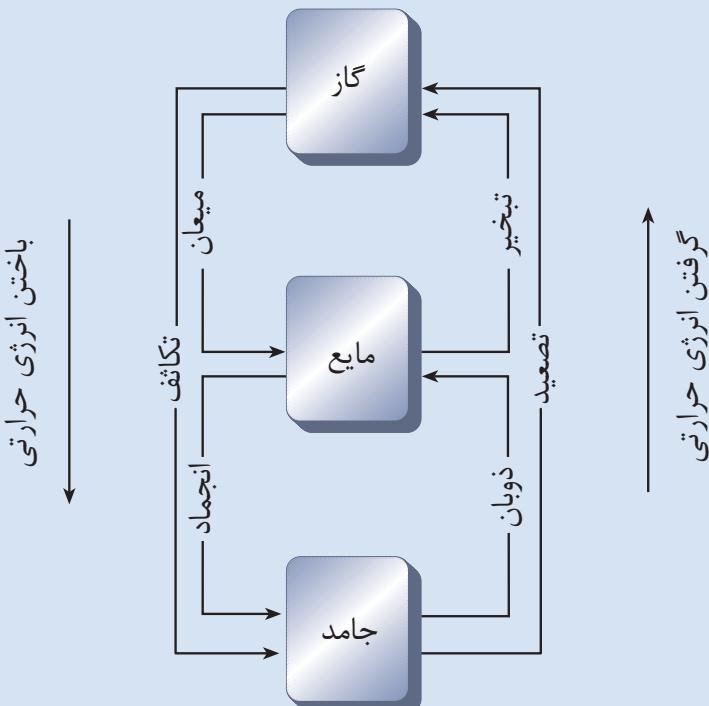


با توجه به توضیحات بالا، اثرات حرارت را در تبدیل مایع به گاز توضیح دهید؟



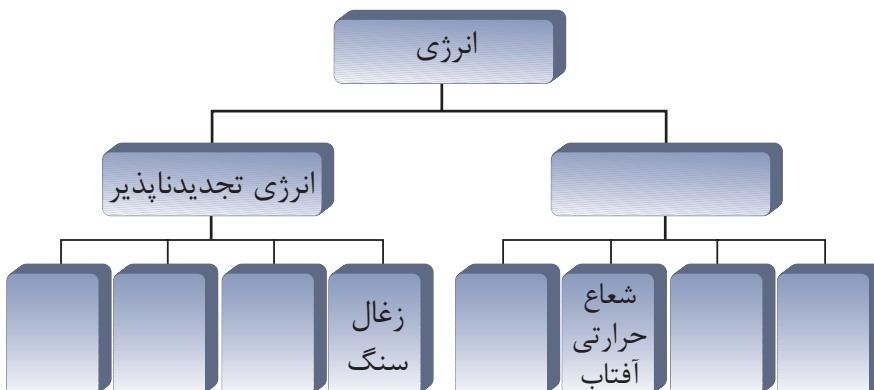
## خلاصه فصل اول

- انرژی حرارتی، عبارت از مجموعه انرژی داخلی (ذخیره و حرکی) تمام ذرات یک جسم است.
- درجه حرارت یک جسم معروف گرمی یک جسم است. به افتخار دانشمند سویدنی آدرس سلسیوس به این نام خوانده شده است. با  $^{\circ}\text{C}$  نشان داده می‌شود.
- سلسیوس واحد اندازه‌گیری درجه حرارت است.
- انبساط عبارت از افزایش حجم یک جسم در اثر بالا رفتن درجه حرارت آن.
- انقباض عبارت از کاهش حجم یک جسم در اثر پایین آمدن درجه حرارت آن.
- در دیاگرام زیر، تغییر فازهای (حالت‌های) مواد و ارتباط آن با گرفتن یا از دست دادن انرژی حرارتی نشان داده شده است. شما می‌توانید نام هر تغییر فاز (حالت) را نیز در این دیاگرام مشاهده کنید.



# سوال‌های فصل اول

- ۱- در هر جفت جمله‌های زیر درجه حرارت کدام یک بالاتر است؟  
الف) آب در حال جوشیدن - یخ در حال ذوب شدن  
ب) آهن مذاب - روغن در حال جوشیدن  
ج) یک روز زمستانی - یک روز تابستانی  
۲- درجه حرارت‌های زیر را با علامت  $^{\circ}\text{C}$  بنویسید.  
۱۰۰ درجه سلسیوس، ۱۲.۵ درجه سلسیوس، ۲۵ درجه سلسیوس،  
۷۲ درجه سلسیوس، ۱۵۰ درجه سلسیوس  
۳- انرژی داخلی را به زبان ساده توضیح دهید.  
۴- انبساط حرارتی چیست؟ با ارائه چند مثال منظورتان را واضح سازید.  
۵- انقباض حرارتی را با چند مثال توضیح دهید.  
۶- با توجه به ساختمان مالیکولی مواد، پدیده انبساط و انقباض را توضیح دهید.  
۷- درجه ذوبان تنگستن از مس بلند‌تر است. در این صورت کدام جمله زیر صحیح است:  
الف) تنگستن در درجه حرارت بالاتر از مس، ذوب می‌شود.  
ب) تنگستن را می‌توان در ظرفی که از مس ساخته شده باشد، ذوب کرد.  
ج) اگر مخلوطی از تنگستن و مس در حالت مایع داشته باشیم و آن را سرد سازیم، اول تنگستن جامد می‌شود و سپس مس.  
۸- درجه حرارت یک قطعه یخ  $^{\circ}\text{C} - 5$  است. اگر آن را حرارت دهیم تا درجه حرارت آن به  $105^{\circ}\text{C}$  برسد، چه تغییراتی در حالت آن به وجود خواهد آمد؟ توضیح دهید.  
۹- می‌خواهیم یک پیراهن تر را که تازه شسته شده است، به صورت سریع خشک کنیم، چه راه حل‌هایی برای آن پیشنهاد می‌کنید؟ دلیل انتخاب خود را بنویسید.  
۱۰- مقداری آب را روی سطح میز پخش کنید و برروی آن پف کنید. بعد از چند لحظه آب ناپدید می‌شود. به نظر شما آب کجا رفته است؟  
۱۱- چرا وقتی مقدار پترول به روی دست تان بریزد احساس می‌کنید دست تان سرد شده است؟  
۱۲- نقشه مفهومی زیر را کامل کنید.



## فصل دوم

### انتقال حرارت

هرگاه دو جسم گرم و سرد با هم در تماس قرار بگیرند، حرارت از جسم گرم به جسم سرد انتقال می‌نماید.

حرارت از آفتاب به زمین چگونه انتقال می‌کند؟ در حالی که بین زمین و آفتاب قسمت عمده‌ی از فضا خلاء می‌باشد.

وقتی با یک قاشق و یا ملاعقه فلزی، غذای داغ داخل دیگ را به هم می‌زنیم، بعد از لحظاتی دست ما می‌سوزد. علت چیست؟ حرارت چگونه به دست ما رسیده است؟

وقتی در یک گوشۀ اتاق بخاری روشن می‌کنیم، بعد از مدتی در فاصله‌های دور، داخل اتاق نیز هوا گرم می‌شود، علت را توضیح دهید.

در بارۀ حرارت و منابع حرارتی در درس‌های قبلی معلومات حاصل نمودید.

آیا شما دربارۀ انتقال حرارت به طریقه‌های هدایت (کاندکشن)، جریان (کانویکشن) و تشعشع (ریدیشن) معلومات دارید؟ در این فصل دربارۀ این سه طریقه انتقال حرارت و کاربردهای آن معلومات داده خواهد شد و جواب سؤال‌های بالا را خواهید یافت.

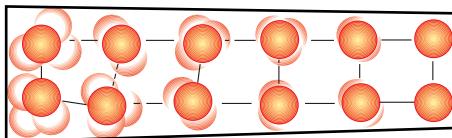


# طریقه های انتقال حرارت

حرارت به سه طریقه از یک جسم به جسم دیگر یا از یک محل به محل دیگر انتقال می کند:

## ۱- هدایت (کاندکشن) Conduction

می دانید که ذرات تشکیل دهنده هر ماده، به طور دائم در حال اهتزاز و نوسان می باشند. مطابق شکل (۲-۱) هرگاه جسمی به یک منبع حرارت در تماس باشد، نوسان ذرات نزدیک به منبع حرارت، افزایش یافته و در اثر برخورد این ذرات با ذرات بعدی، حرارت انتقال می نماید که این طریقه انتقال را هدایت حرارت می نامند.



شکل(۲-۱) انتقال حرارت به طریقه هدایت

آیا تمام اجسام جامد به طور یکسان حرارت را هدایت می نمایند؟  
جهت درک بهتر هدایت حرارتی، فعالیت زیر را انجام می دهیم.

فعالیت

سامان و مواد ضرورت: یک میله فلزی، یک میله شیشه‌یی،  
دو عدد سنچاق، مقداری موم، شمع و گیلاس کاغذی.

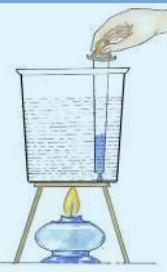
طرز العمل: هر سنجاق را به کمک موم به یک انجام میله‌های  
شیشه‌یی و فلزی بچسبانید. اکنون سر دیگر میله‌ها را به کمک  
گیلاس کاغذی به شمع یا چراغ الکولی به طور همزمان نزدیک  
نمایید. آنچه را مشاهده می نمایید در صنف گزارش دهید.

شکل(۲-۲)

از فعالیت فوق می توان نتیجه گرفت که انتقال حرارت در میله های مختلف، متفاوت است. مثال: در آزمایش بالا چون میله فلزی هادی خوب حرارت است، با سرعت بیشتری حرارت را نسبت به میله شیشه‌یی منتقل می کند. اگر میله های فلزی متفاوت را منتخب نماییم و تجربه فوق را بالای آنها انجام بدھیم، دیده خواهد شد که فلزات در ساختمان مالیکولی شان از هم فرق دارند؛ بنابر آن در انتقال حرارت نظر به هم دیگر متفاوت عمل می نمایند. مثال: خواهید دید که مس و نقره، هادی های حرارتی خوبی هستند.

## ۲- جریان (کانویکشن) Convection

جریان یا کانویکشن یکی از طریقه‌های انتقال حرارت می‌باشد. جهت آشنایی بیشتر با این طریقه فعالیت زیر را انجام می‌دهیم:



**فعالیت**

**مواد مورد ضرورت:** قطره چکان، نیچه قلم، رنگ قلم، بیکر، شمع و یا چراغ الکولی، سه پایه و جالی ناسوز.

**ظرف العمل:** ظرف را تانیمه، پراز آب نموده و به کمک قطره چکان رنگ را آهسته در یک گوشۀ داخل ظرف بچکانید و چراغ الکولی را در زیر گوشۀ دیگر آن بگذارید. چه مشاهده می‌نمایید؟ می‌توانید مسیر حرکت ذرات رنگی درون ظرف را در کتابچه‌های تان رسم نمایید؟

شکل (2-3)

ملاحظه خواهید نمود که در انتقال به طریقۀ جریان (تغییر مکان یا تغییر موقعیت ذرات مایع) قسمتی از مایعی که گرم شده به طرف بالا حرکت می‌کند و جای خود را به قسمت دیگر مایع که سرد است، می‌دهد. به این ترتیب انرژی حرارتی از یک جا به جای دیگر انتقال می‌کند، این عملیه ادامه یافته و بالآخره تمام آب گرم می‌شود.

چه فکر می‌کنید کدام علت باعث گرم شدن مایع به این طریقۀ می‌شود؟ شما پیشتر انبساط را مطالعه نمودید. همین که مالیکول‌های مایع حرارت می‌گیرد، انبساط می‌نماید و در نتیجه انبساط، حجم آن زیاد شده و کثافت آن کم می‌شود. آن قسمتی از

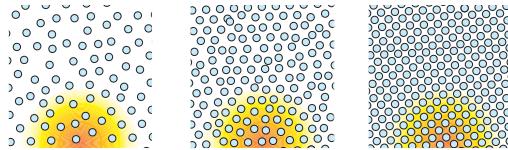
آب که کثافت آن کمتر باشد به سطح مایع می‌رود و جای آن را مایع سرد می‌گیرد. این عمل تا وقتی ادامه می‌یابد تا مایع گرم شود. اگر این تجربه را با گازهای مختلف اجرا نمایید، درخواهید یافت که گازها هم مانند مایعات به همین طریقۀ حرارت را انتقال می‌دهند. گرم ساختن هوای خانه توسط بخاری مثال خوب این نوع انتقال می‌باشد.



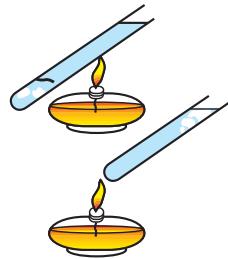
شکل (4-2) جریان هوای گرم و سرد در اتاق



## سؤال‌ها



شکل (2-5) وضعیت ذرات ماده در سه حالت جامد، مایع و گاز



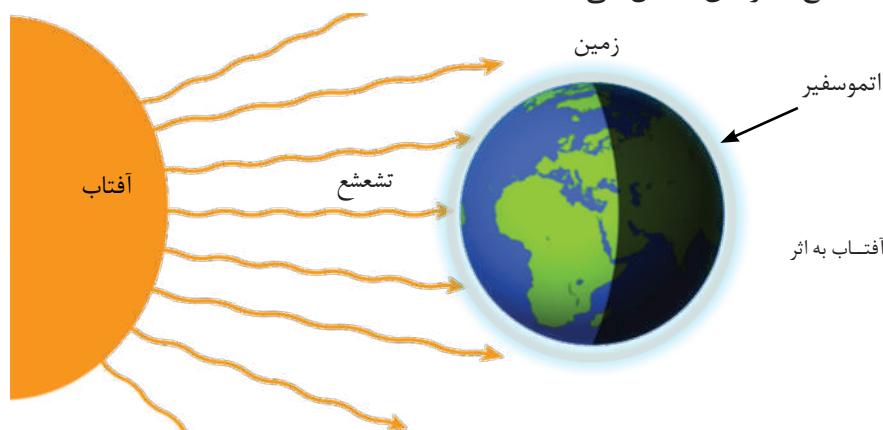
شکل (2-6) حرارت دادن دو تیوب پر از آب از قسمت‌های مختلف

۱- در باره شکل فکر نموده و بگویید کدام جسم به کدام طریقه می‌تواند بهتر حرارت را انتقال بدده؟ چرا؟

۲- هرگاه مطابق شکل (2-6) دو تیوب پر از آب را حرارت بدھیم. بگویید که چرا آب تیوبی که از پایین تیوب حرارت داده می‌شود، زودتر گرم می‌شود؟

## ۳- تشعشع (ریدیشن)

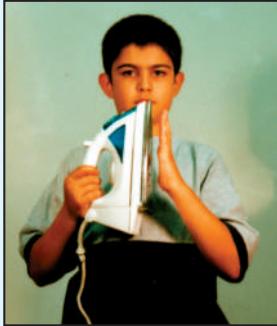
تشعشع سومین طریقه انتقال حرارت است. آفتاب که بزرگترین منبع حرارت می‌باشد، انرژی خود را به شکل تشعشع به زمین انتقال می‌دهد.



شکل (2-7) انتقال حرارت آفتاب به اثر تشعشع

آیا تنها آفتاب انرژی تشعشعی دارد؟ برای درک این مطلب فعالیت زیر را انجام می‌دهیم.

## فعالیت



شکل (2-8)

یک اتو را به برق وصل کرده و پس از مدتی که گرم شد آن را از برق بکشید؛ سپس آن را به صورت عمودی قرارداده و دست خود را در نزدیکی آن همانند شکل قرار دهید.

چون بر اساس طریقه انتقال حرارت، حرارت اتو به طرف بالا می‌رود؛ ولی سوال در این جاست که چرا دست شما در پهلوی اتو گرم می‌شود؟ می‌توانید نتیجه بگیرید که اتو نیز مانند آفتاب از طریق تشعشع، دست شما را گرم می‌کند.

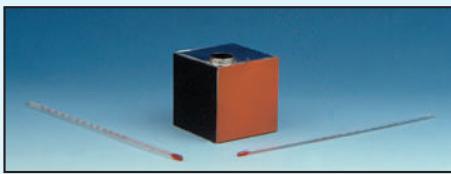
از فعالیت بالا نتیجه می‌گیریم که اجسام گرم نیز از خود انرژی تشعشع می‌کنند که این انرژی به اثر حرارت بلند آن قابل احساس است.

مقدار انرژی تشعشعی یک جسم گرم، علاوه بر درجهٔ حرارت، به عوامل دیگری نیز بسته‌گی دارد. جهت درک بهتر موضوع فعالیت زیر را انجام می‌دهیم:

## فعالیت

**سامان و مواد مورد ضرورت:** ظرف مکعبی پر از آب جوش که چهار طرف آن به ترتیب سفید، سیاه، سرخ و سبز رنگ شده باشد و چهار عدد ترمامتر.

**طرز العمل:** ترمامترها را در چهار طرف ظرف که هر سمت آن دارای رنگ سیاه، سفید، سرخ و سبز می‌باشد.



شکل (2-9)

به فاصله‌های مساوی از ظرف قرار دهید. بعد از مدتی درجه‌های ترمامترها را همزمان یادداشت نمایید. مشاهده خواهید کرد که درجه‌های مختلف را دارا هستند. چرا؟

مشاهده می‌شود ترمامتری که در سمت سطح سفید قرار دارد درجهٔ حرارت آن کم است،

به مقایسه ترمامتری که در سمت سیاه قرار دارد.

به این نتیجه می‌رسیم که سطح سیاه، حرارت بیشتری جذب کرده است، از این‌رو انرژی زیادتری تشعشع می‌کند چرا؟

پوشیدن چه رنگ لباسی در زمستان بهتر است که بدن انسان گرم بماند؟

## کاربردهای حرارت

در زندگی برای ادامه حیات راحت، برای نگهداری بعضی مواد مثل: گوشت، میوه، دوا و سبزی ضرورت به درجه حرارت مناسب داریم. برای ایجاد درجه حرارت مناسب در یک محیط مانند یخچال از خواص انتقال حرارت اجسام استفاده می‌شود، تا از آن‌ها حرارت خارج گردد و یا یک محیط عایق (ترموز) ساخته شود. به شکل (10-2) نگاه نمایید. بعضی اوقات به درجه حرارت بیشتر و گاهی هم به درجه حرارت کمتر ضرورت می‌باشد؛ بنابراین ضرورت است تا موضوعاتی از قبیل تبادل حرارت، تحفظ حرارت، ترموز، کار و حرارت را مورد مطالعه قرار دهیم.



شکل(10-2) بدن انسان به حرارت‌های مختلف ضرورت دارد.

## تبادل حرارت

جهت درک بهتر تبادل حرارت فعالیت ذیل را انجام می‌دهیم.

### تحقیق کنید

از بزرگان فامیل و افراد محل تان معلومات جمع آوری نمایید که ایشان و پدران ایشان از صدها سال قبل تا کنون در گرم ساختن و سرد ساختن منازل از چه روش‌هایی استفاده می‌نمودند و اکنون چطور استفاده می‌نمایند. نتیجه را در صفحه گزارش دهید.

تبادل حرارت عبارت از تغییر درجه حرارت یک محیط بر اثر انتقال حرارت می‌باشد. برای تبادل حرارت در یک محیط ضرورت به منبع حرارتی و طریقه مناسب برای انتقال حرارت

می باشد. مثال:

۱- در تخم پزی حرارت از منبع به فلز انتقال نموده و از فلز تخم پزی مواد غذایی که پخته می شود و همچنان دسته تخم پزی به طریق هدایت انتقال می یابد. برای اینکه دست ما نسوزد دسته تخم پزی را از چوب و یا پلاستیک می پوشانند. تا از هدایت حرارت بیشتر جلوگیری شود. شکل (۲-۱۱) الف

۲- در مرکز گرمی (رادیتیر) که در داخل آن آب گرم جریان دارد، واضح است که حرارت توسط طریقه جریان آب گرم شده از منبع به فلز آبگرمی انتقال می یابد در صورتی که فلز گرم شده رادیتیر حرارت را توسط طریقه تشعشع به محیط خانه ها انتقال می دهد، شکل (۲-۱۱) ب.



شکل (۲-۱۱)

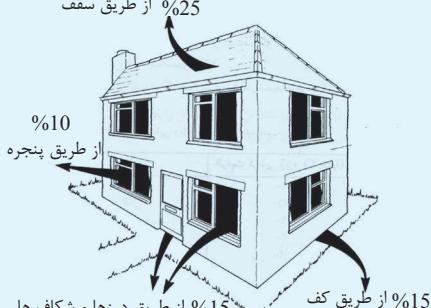


الف)- انتقال حرارت به طریقه هدایت در تخم پزی

ب)- انتقال حرارت در مرکز گرمی به روش تشعشع

## تحفظ حرارت

جهت درک مفهوم تحفظ حرارت فعالیت ذیل را انجام بدھید.



نقطه تبادل حرارتی در یک منزل

شکل (2-12) نقاط تبادل حرارتی در یک منزل

۱۵٪ از طریق کف

۱۵٪ از طریق درزها و شکاف ها

۱۰٪ از طریق پنجره

۶۲۵٪ از طریق سقف



### فعالیت

آیا می توانید مثل شکل مقابل، نقشه خانه تان را ترسیم کنید؟  
به شکل مقابل نگاه نمایید و بگویید که از کدام قسمت خانه حرارت بیشتری ضایع می شود؟ چرا؟  
بعد از بحث و گفتگو با هم چه راهی برای جلوگیری از ضایع شدن حرارت آن خانه پیشنهاد می کنید؟

همان طوری که می‌دانید منابع انرژی گوناگون وجود دارد که بعضی از آن‌ها مثل انرژی آفتاب، باد، آب‌های جاری و غیره تا مدت‌های نامعلوم باقی خواهد ماند و بعضی انرژی‌ها مانند: تیل، زغال سنگ، گاز و غیره بعد از چند مدت تمام خواهد شد.

کمبود انرژی یکی از مشکلاتی است که بشر درباره آن می‌اندیشند. یکی از راه‌های جلوگیری از ختم شدن سریع تیل، زغال سنگ و گاز صرفه‌جویی می‌باشد. در یک ظرف مانند دیگ بخار یا ترموز جلوگیری از ضایع شدن حرارت به دست آمده به عایق شدن خوب رابطه دارد.



۱- در فصل‌های زمستان و تابستان آویختن پرده در روی کلکین چه فایده‌یی دارد؟

۲- اگر دیوارهای شما ضخیم و کلکین‌های خانه‌ای شما بزرگ و رو به آفتاب باشد، هیزم و یا دیگر مواد سوختی زیاد مصرف خواهید کرد و یا کم؟

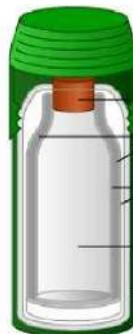
۳- اگر خانه‌های شما خوب عایق ساخته شده باشد، آیا در فصل زمستان برای شما کمک کرده می‌تواند؟ چرا؟

## ترموز

درباره اهمیت تحفظ حرارت در درس گذشته معلومات حاصل نمودید. ترموز ظرفی است که در ساختمان آن از تبادل حرارت با محیط به هر سه طریقه جلوگیری به عمل آمده است. ترموز ظرف استوانه‌یی شکل می‌باشد که دارای یک لایه بیرونی و یک لایه درونی بوده و بین این دو لایه، فضای خالی وجود دارد و دهن این ظرف توسط سرپوش بسته می‌شود. ترموز، مواد غذایی یا مایعی را که در آن قرار دارد گرم یا سرد نگه میدارد. به طور عموم برای گرم نگهداشت آب جوش و گاهی هم برای سرد نگهداشت مایعات از آن استفاده می‌شود (شکل الف و ب ۲-۱۳).

عوامل ثابت باقی ماندن درجه حرارت داخل ترموز عبارت است از:

- ۱- وجود خلاء بین دو لایه ترموز که مانع ضایع شدن حرارت به طریقہ جریان می‌گردد.
- ۲- بسته شدن دهن ترموز توسط سرپوش که مانع ضایع حرارت به طریقہ هدایت می‌گردد.
- ۳- لایه براق (جلادار) داخل ترموز مانع ضایع حرارت به طریقہ تشعشع می‌گردد و حرارت را به سوی داخل دوباره منعکس می‌سازد.



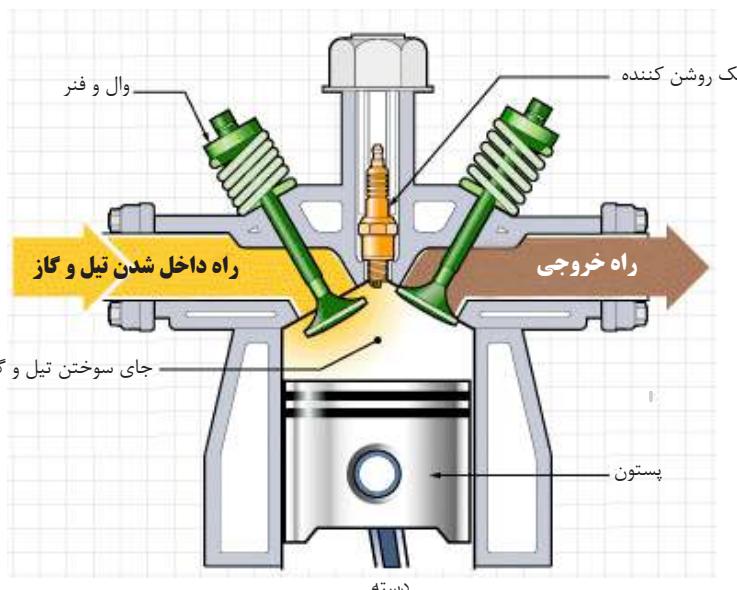
شکل (۲-۱۳) ب، ساختمان ترموز



شکل (۲-۱۳) الف، شکل ظاهری ترموز

## انجن‌های احتراقی (انجن موتور)

بشر امروز توانسته از حرارت در صنعت برای به حرکت آوردن انواع ماشین‌ها استفاده نماید. گرددش در روی زمین توسط موتور سایکل و موتور، پرواز در هوا و فضا توسط طیاره و راکت، همه و همه از برکت حرارت و تلاش‌های بشر است. این انجن‌ها، انرژی حرارتی را به انرژی میخانیکی تبدیل می‌کنند و به نام انجن‌های احتراقی یاد می‌شوند.



شکل (2-14) انجن راکت که توسط حرارت کار می‌کند.

انجن موتر سایکل یک انجن پترولی می‌باشد که یکی از انواع انجن‌های احتراقی است. در این نوع انجن‌ها مقدار حرارتی که از سوختن تیل به دست می‌آید سبب حرکت پستون گردیده و این حرکت از طریق دسته و میله لنگ به حرکت دورانی تبدیل شده و به تایرها منتقل می‌شود. مراحل کار این انجن‌ها قرار ذیل اند:

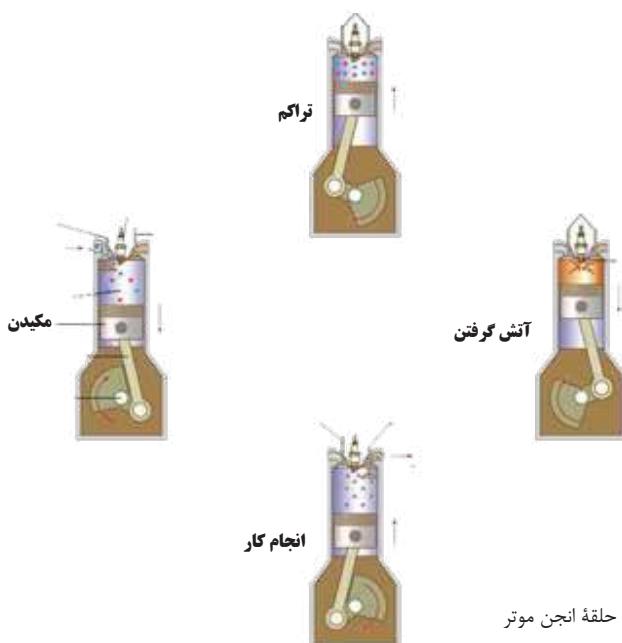
**(الف) مرحله مکیدن:** با پایین آمدن پستون، مخلوط تیل و هوا از طریق دریچه ورودی داخل سلندر استوانوی می‌شود. زمانی که پستون به پایین‌ترین نقطه برسد، دریچه ورودی بسته شده و مخلوط تیل و هوا در داخل سلندر گیر می‌ماند.

**(ب) مرحله تراکم:** در این مرحله پستون به طرف بالا حرکت نموده و مخلوط تیل و هوا را متراکم می‌سازد. در این حالت درجه حرارت مخلوط بسیار بلند می‌رود.

**(ج) مرحله آتش گرفتن:** زمانی که پستون بر بلندترین موقعیت رسید، پلک (شمع) جرقه می‌زند، مخلوط آتش گرفته، حرارت و فشار تاحدی زیادی بلند می‌رود.

**(د) مرحله انجام کار:** در این مرحله در اثر فشار زیاد، مخلوط انبساط نموده و پستون به سمت پایین رانده می‌شود. این کار سبب انجام کار انجن می‌شود.

**(ه)** هنگام رسیدن پستون به پایین‌ترین نقطه سلندر، دریچه خروجی سلندر باز شده و پستون به طرف بالا حرکت می‌نماید، تمام دود و گاز سوخته از سلندر خارج می‌شود.



شکل (2-13) مراحل مختلف حلقة انجن موتر



## خلاصه فصل دوم

- در اثر افزایش نوسانات و برخورد یک ذره به ذره دیگر، حرارت در جسم هدایت می‌شود.
- تغییر موقعیت ذرات گرم با ذرات سرد در مایع‌ها و گازها به اثر حرارت را طریقه جریان (کانویکشن) می‌نامند.
- انتقال حرارت از یک منبع حرارت به یک جسم بر اثر تابش را به نام طریقه تشusus می‌نامند. حرارت به طریقه تشusus از خلاء نیز می‌تواند عبور نماید.
- از انتقال حرارت برای ایجاد درجه حرارت مناسب و حفظ حرارت مواد مورد ضرورت در یک محیط استفاده به عمل می‌آید.
- انتقال حرارت از یک منبع حرارت به محیط یا جسم دیگر، به نام تبادل حرارت یاد می‌شود.
- حفظ درجه حرارت یک محیط به اثر عایق بندی درست محیط، به نام تحفظ حرارت یاد می‌شود.
- ترموز ظرفی است که در آن از انتقال حرارت به هر سه طریقه جلوگیری شده باشد.
- انجن‌های که انرژی حرارتی را به انرژی میخانیکی تبدیل می‌نماید، به نام انجن حرارتی (احتراقی) یاد می‌شود.

## سؤالهای فصل دوم

- ۱- اجسام در کدام حالت حرارت را بهتر به طریقه هدایت انتقال داده می‌توانند؟ چرا؟
- ۲- مواد در کدام حالت‌ها حرارت را به طریقه جریان (کانویکشن) انتقال می‌دهند؟
- ۳- آیا حرارت به طریقه تشعشع از خلاء عبور کرده می‌تواند؟ مثال بیاورید.
- ۴- چند مورد استفاده از حرارت را نام بگیرید.
- ۵- برای جلوگیری از تلف شدن گرمی خانه‌تان از راه کلکین در زمستان چه باید بکنید؟
- ۶- چرا چاینک پر از چای را با پارچه می‌پیچانند؟  
**به دور جواب صحیح دایره بکشید.**
- ۷- کدام موارد زیر هادی خوب حرارت به طریقه هدایت می‌باشند?
  - الف) فلزات
  - ب) مایعات
  - ج) گازات
  - د) در همه موارد
- ۸- انرژی حرارتی آفتاب به کدام طریقه به زمین می‌رسد?
  - الف) طریقه هدایت
  - ب) طریقه جریان
  - ج) طریقه تشعشع
  - د) هر سه طریقه**خانه خالی جمله‌ها را پر نمایید.**
- ۹- فلزات چون ذرات آن باهم ..... است، می‌توانند به صورت بهتر ..... را به طریقه ..... انتقال دهند.
- ۱۰- ترموز ..... است که از ..... حرارت جلوگیری می‌نماید.
- ۱۱- انجن‌های که انرژی (.....) را به انرژی (.....) تبدیل نماید، انجن احتراقی نامیده می‌شود.

# فصل سوم

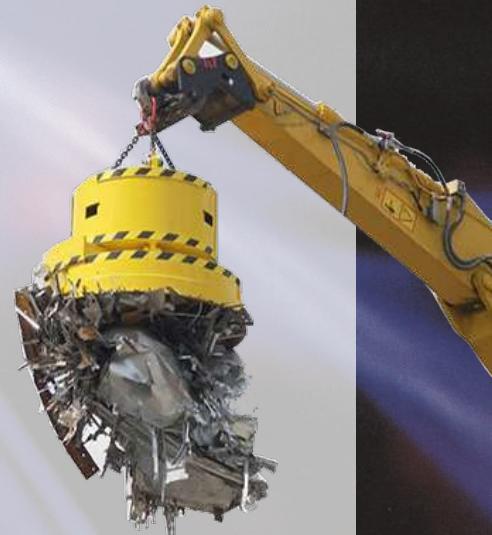
## ساحة مقتنيسي

در صنف پنجم شما مقتنيسي(آهنربا)، خواص مقتنيسي، انواع مقتنيسي و استعمال مقتنيسي را به صورت مختصر آموختيد. به نظر شما از مقتنيسي در کدام وسائل استفاده می گردد؟

شکل (۳-۱) در کدام مورد استفاده مقتنيسي برقی را نشان می دهد.

آیا می دانید ساحة مقتنيسي چیست و خطوط آن چگونه رسم می شود؟

آهنربای برقی را چگونه می سازند؟ شما در این فصل می توانید به سؤال های بالا جواب بدھید و با مطالعه مربوط به آن آشنا شوید.



شکل (۳-۱) موارد استفاده از آهنربای برقی

## قطب‌های مغناطیس



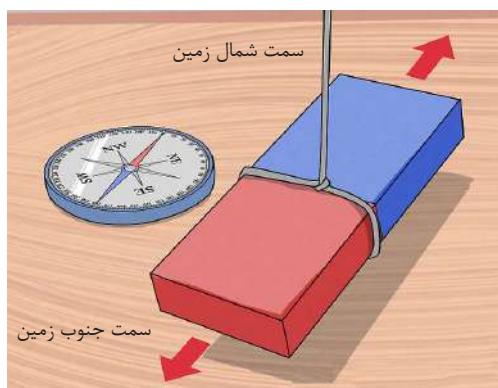
شکل (3-2) اشكال مختلف قطب‌های آهنرباها

### فعالیت

مواد مورد ضرورت: دو آهنربای میله

میله‌های مغناطیسی را به طور جداگانه از قسمت وسط توسط یک تار آویزان نموده، انجامی را که به سمت قطب شمال زمین قرار می‌گیرد به N و انجام دیگر آن را که به سمت جنوب زمین قرار می‌گیرد به S نشان دهید.  
قطب‌های مختلف النوع دو آهنربا را با هم نزدیک بسازید. چه اتفاقی می‌افتد؟

قطب‌های همنوع را با هم نزدیک کنید، ببینید چه واقع می‌شود؟  
نتیجه مشاهدات گروهی خود را به هم‌صنفی‌هایی تان ارائه نمایید.



شکل (3-3) قرار گرفتن قطب شمال آهنربا به طرف شمال زمین

اگر تجربه را درست انجام داده باشد، مشاهده خواهید نمود که قطب‌های هم نوع دو آهنربا، هم‌دیگر را دفع و قطب‌های مختلف‌النوع هم‌دیگر را جذب می‌نمایند. با استفاده از این خاصیت در معلوم نمودن قطب‌های آهنربا از آن استفاده می‌کنند.

از سوی دیگر، هرگاه یک میله مغناطیسی به طور آزاد آویزان شود، قطب شمال زمین آهنربا همیشه به طرف شمال زمین قرار می‌گیرد؛ بنابراین در عمل دیده می‌شود که زمین مانند یک آهنربا عمل می‌نماید. شکل (3-3)

## ساحةً مقناطیسی

برای اینکه ساحةً مقناطیسی را بشناسیم با استفاده از یک آهنربا و یک قطب‌نما فعالیت ذیل را انجام می‌دهیم:



عقربة مقناطیسی

**فعالیت**

آهنربا را به قطب‌نما نزدیک می‌سازیم.

مشاهده می‌کنیم که هنگام نزدیک شدن، عقربه قطب‌نما منحرف می‌شود. اگر آهنربا را دورباره دور بسازیم؛ عقربه دوباره به جای اصلی خود بر می‌گردد. این تجربه را چند بار انجام دهید و باهم روی مشاهداتتان بحث کنید.

شکل (3-4) ساحةً مقناطیسی در اطراف آهنربا

از تجربه نتیجه گرفته می‌شود که اگر در اطراف آهنربا، قطب‌نما یا آهنربای دیگر قرار گیرد؛ در آن ساحه بالای آهنربا قوه وارد می‌شود. اگر به جای قطب نما در اطراف آهنربا براده‌های آهن را بروزیم؛ براده‌های آهن حالت خود را تغییر داده و به استقامات‌های (خطوط) معین تنظیم می‌شوند. مشاهده خواهید کرد که براده‌ها در ساحتات دو قطب مقناطیس نسبت به وسط آن بیشتر جذب می‌شوند و هر چه فاصله براده‌های آهن از آهنربا دورتر شود، حالت‌شان کمتر تغییر می‌نماید و خطوط نا منظم و پراکنده معلوم می‌شود.

ساحةً مقناطیسی آن فضای اطراف آهنربا است که در آن، قوه مقناطیسی عمل می‌کند.

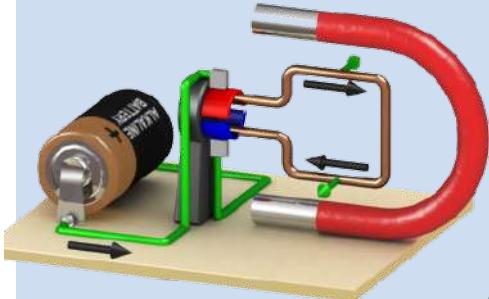


۱- آیا می‌توان از یک توتۀ آهنربای میله‌یی به حیث یک قطب‌نما استفاده کرد؟  
اگر می‌توانیم چطور؟

- ۲- اگر دو آهنربا داشته باشید، چطور می‌توانید قطب‌های هم نوع و مختلف النوع را در آن‌ها مشخص کنید؟  
۳- چگونه با دانستن جهت شمال زمین، قطب‌های یک آهنربای میله‌یی را مشخص می‌کنید؟



## معلومات اضافی



باید بدانید که از آهنرباها جهت جدا سازی فلزات از زباله‌ها، ساختن جرثقیل آهنربایی، در موتورهای برقی و وسایل دیگر در تحقیک به پیمانه وسیع استفاده صورت می‌گیرد. شکل (3-5) مورد استفاده آهنربا در تولید برق را نشان می‌دهد، که به این ابزار جنراتور جریان مستقیم (داینمو) نیز می‌گویند. ملاحظه می‌شود که اگر حلقهٔ فلزی در ساحةٔ مقناطیسی حرکت کند، جریان برق به وجود می‌آید. به شکل (3-5) که اهمیت آهنربا در تولید برق را نشان می‌دهد، نگاه کنید.

شکل (3-5) مورد استفاده آهنربا در تولید برق

## خطوط ساحةٔ مقناطیسی

برای دیدن و درک خطوط ساحةٔ مقناطیسی فعالیت زیر را انجام می‌دهیم.



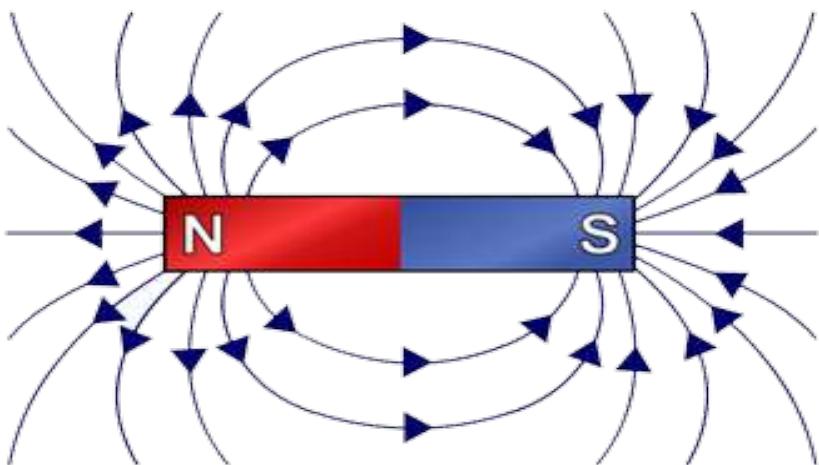
## فعالیت



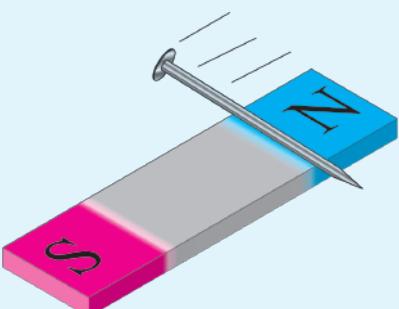
شکل (3-6)

- سامان و مواد مورد ضرورت: آهنربای میله‌یی، براده آهن، یک صفحهٔ شیشه‌یی یا کاغذ کارتون و یک نمک پاش.
- ۱- در هر گروپ آهنربا را در جای هموار قرار داده و روی آن صفحهٔ شیشه‌یی و یا کاغذ کارتون را بگذارد.
- ۲- توسط نمک پاش براده‌های آهن را به طور بسیار نازک روی کاغذ و یا صفحهٔ شیشه‌یی بپاشید.
- ۳- چند ضریب آهسته به صفحهٔ شیشه‌یی و یا کاغذ بزنید و مشاهده نمایید که چه تغییری در براده‌ها به وجود می‌آید. هر گروپ مشاهدات خود را به صفت گزارش بدهد.

اگر فعالیت به طور منظم اجراء شده باشد، متوجه خواهید شد که در اثر تأثیر آهنربا، برادهای آهن به شکل خطوط منظم می‌گردد، این خطوط، را به نام خطوط ساحة مغناطیسی می‌نامند. در شکل (۳-۷) خطوط ساحة مغناطیسی نشان داده شده است. تراکم این خطوط نشان دهنده شدت ساحة مغناطیسی می‌باشد. در نزدیکی قطب‌های مغناطیسی، این خطوط متراکم‌تر بوده و به همین علت شدت ساحة مغناطیسی، بیشتر است.



شکل (۳-۷) خطوط ساحة مغناطیسی



شکل (۳-۸)

فعالیت

\* آیا می‌توانید آهنربای مصنوعی بسازید؟  
**مواد مورد ضرورت:** میخ فولادی و یا آهنی و یک آهنربای میله‌بی.  
 مطابق شکل، آهنربا را چند بار روی میخ فولادی طوری بکشید که از راست به چپ بوده و سمت کشیدن و یا حرکت آهنربا روی میخ یکسان باشد. بعد میخ فولادی را به میخ‌های دیگر نزدیک نموده و ببینید که میخ فولادی دارای خاصیت آهنربایی شده است و یا نه؟

فکر کنید

آیا نوع دیگر آهنربای مصنوعی را می‌شناسید؟

۴۱



شکل (3-9) آهنربای برقی

## آهنربای برقی

در صنف پنجم انواع آهنربا (طبیعی و مصنوعی) را دانستید، آهنربای برقی از جمله آهنربای مصنوعی می‌باشد. شکل مقابل موارد استفاده از آهنربای برقی را نشان می‌دهد.



### فعالیت



شکل (3-10)

**سامان و مواد مورد ضرورت:** 20 تا 30 سانتی‌متر سیم مسی پوش‌دار و یا لاک‌دار، یک میخ آهنی و یا فولادی و یک بتری رادیو.

سیم را به دور میخ فولادی به طور منظم پیچانیده و دو سر سیم را به دو طرف بتری وصل نمایید و به این سوالات جواب بگویید:

۱- آیا میخ فولادی دارای خاصیت مقناطیسی شده است؟

۲- اگر جریان برق قطع شود باز هم میخ دارای خاصیت آهنربایی است؟

نتیجه مشاهدات خود را به هم‌صنفان تان گزارش بدهید.

اگر فعالیت را درست انجام داده باشید، به گونه مشاهده نموده‌اید که میخ فولادی خاصیت آهنربایی را به خود گرفته است؛ پس گفته می‌توانیم زمانی که از یک سیم پیچ (کوایل) جریان برق عبور نماید، سیم و میخ به مقناطیس تبدیل می‌گردد.

قدرت یک آهنربا ارتباط مستقیم به عوامل ذیل دارد:

۱- شدت جریان برق در یک سیم پیچ.

۲- بیشتر شدن تعداد حلقه‌های سیم.

۳- نوعیت میخ (هسته).



## خلاصه فصل سوم

- ساحة مقناطیسی آن فضای اطراف آهنربا است که در آن قوه مقناطیسی عمل می‌کند.
- هرگاه در اطراف آهنربا براده‌های آهن را بrizیم، به شکل خطوط منظم می‌شود که این خطوط را به نام خطوط ساحة مقناطیسی می‌نامند.
- هرگاه از بین یک کوایل که دارای هسته آهنی است، جریان برق عبور نماید، کوایل و هسته آن به آهنربا تبدیل می‌شود.

## سؤال‌های فصل سوم

- ۱- چند مورد را ذکر کنید که از آهن‌ربا استفاده می‌شود.
- ۲- آیا آهن‌ربا تمام فلزات را جذب می‌نماید؟
- ۳- تراکم خطوط مقناطیسی در اطراف مقناطیس چه را نشان می‌دهد؟
- ۴- آیا قدرت آهن‌ربای برقی بسته‌گی به شدت جریان برق دارد؟
- ۵- اگر یک قطب نما در اطراف ..... قرار گیرد بالای قطب نما ..... وارد می‌شود.

به دور جواب صحیح دایره بکشید

- ۶- شدت ساحه در کدام حصة میله مقناطیسی کم است.

- (الف) قطب شمال میله
- (ب) قطب جنوب میله
- (ج) وسط میله

- (د) قطب‌های شمال و جنوب میله

- ۷- هر گاه از بین یک کوایل که داری هسته است، جریان برق عبور نماید:  
الف) تنها کوایل به آهن‌ربا تبدیل می‌شود.

- ب) فقط هسته دارای خاصیت مقناطیسی می‌شود.

- ج) میخ یا هسته فولادی به آهن‌ربای دائمی تبدیل می‌شود.

- د) کوایل با هسته به آهن‌ربا تبدیل می‌شود.

# فصل چهارم

## برق ساکن

شما در صنف پنجم، معلوماتی درباره برق ساکن به دست آورده بودید. حالا به این سؤال جواب بدھید که گاهی متوجه صدای ترق و جرقه‌هایی در لباس‌های پشمی هنگام پوشیدن یا هنگام شانه کردن موهای تان شده‌اید؟

چه فکر می‌کنید عامل این حادثه چه است؟ آیا موضوعاتی همچون چارج برقی، الکتروسکوپ، ساحة برقی، نقش الکترون‌ها در برقی ساختن اجسام و رعد و برق در فضا را می‌دانید؟

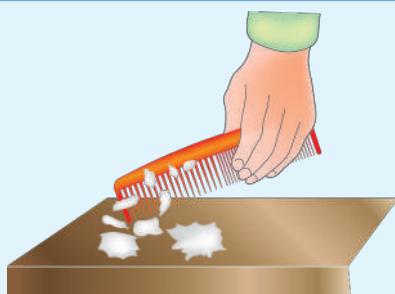
در این فصل با این موضوعات آشنا می‌شوید و به سؤالات فوق جواب داده خواهد شد.

## چارج برقی

در صنف پنجم معلومات مختصر درباره برق ساکن و ساختمان اтом و در کیمیای صنف هفتم درباره اтом معلومات لازم حاصل نمودید. چه فکر می کنید؟ در این باره چقدر می دانید؟ چارچهای برقی چیست؟ برای درک بهتر فعالیت ذیل را انجام می دهیم.



### فعالیت



شکل (4-1)

**مواد مورد ضرورت:** یک شانه موی، تکه های کوچک کاغذ و پارچه پشمی.

**طرز العمل:** ۱- ابتدا شانه را به پارچه های کاغذ نزدیک نموده و مشاهده نمایید که چه تأثیری بالای آن ها وارد می شود؟  
۲- این بار شانه را با تکه پشمی خوب مالش بدھید و سپس آن را به پارچه های کاغذ نزدیک نمایید. چه چیزی را مشاهده می کنید؟ چرا چنین اتفاق می افتد؟

مشاهده نمودید که شانه بعد از مالش با پارچه پشمی، پارچه های کاغذ را جذب می نماید. شما می دانید که اجسام از اтом ها تشکیل گردیده و هر اтом از هسته که در مرکز اatom قرار دارد و الکترون ها که در مدارهایی خود به دور هسته می چرخند ساخته شده است. در هسته اatom ذراتی به نام پروتون (P) که دارای چارج مثبت است و در مدار اatom ذراتی به نام الکترون (e) که دارای چارج منفی است وجود دارند.

در حالت عادی تعداد پروتون ها و الکترون های اatom با هم مساوی می باشد که در این حالت اtom ها خنثی بوده و دارای چارج برقی نمی باشند. زمانی که یک جسم در اثر تماس یا مالش با اجسام دیگر الکترون ها را بگیرد یا ببازد در آن جسم مقداری برق ساکن به وجود می آید؛ یعنی اگر تعداد پروتون ها و الکترون های اatom ها با هم مساوی نباشند، اatom های اجسام، دارای چارج برقی می شوند و گفته می شود که جسم چارج دار شده است.

اجسامی که چارج دار می گردند، برخی ذرات کوچک و سبک را جذب می نمایند.

**چارج کردن یک جسم:** برای درک بهتر مفهوم چارج کردن یک جسم فعالیت ذیل را انجام میدهیم:

### فعالیت

**مواد مورد ضرورت:** میله شیشه‌یی و پارچه ابریشمی یا میله پلاستیکی و پارچه پشمی و توتنهای کاغذ.

**طرز العمل:** میله شیشه‌یی و پارچه ابریشمی را با هم مالش بدهید. اگر میله شیشه‌یی و پارچه ابریشمی نباشد، میله پلاستیکی و پارچه پشمی را با هم مالش بدهید و به ذرات کاغذ نزدیک نمایید و مشاهدات خود را به همصنفی‌های تان گزارش بدهید.

بعد از اجرای فعالیت متوجه خواهید شد که میله شیشه‌یی و پارچه ابریشمی هر دو چارج دار شده و ذرات کاغذ را جذب می‌نمایند. نتیجه گرفته می‌شود که هر گاه دو جسم با هم مالش داده شود، یک تعداد الکترون‌ها از یک جسم به جسم دیگر انتقال نموده و اجسام چارجدار می‌شوند.

### فعالیت

**سامان و مواد مورد ضرورت:** میله شیشه‌یی، پارچه ابریشمی و الکتروومتر (آلایی که وجود چارج را نشان می‌دهد) و یا الکتروسکوپ.

**طرز العمل:** میله شیشه‌یی را به پارچه ابریشمی مالش داده و بعد به الکتروومتر نزدیک نمایید. دفعه دیگر پارچه ابریشمی را آهسته به الکتروومتر نزدیک کنید و در هر دفعه متوجه عکس العمل عقریبه الکتروومتر بوده و نتیجه را یادداشت نمایید و بعد از آن به همصنفان گزارش بدهید.



شکل (4-2) الکتروومتر

متوجه خواهید شد که مطابق شکل با نزدیک کردن میله شیشه‌یی و پارچه ابریشمی به کلاهک الکتروومتر، عقریبه الکتروومتر در مقابل هر یک به جهت‌های مخالف انحراف می‌کند. بنابراین نتیجه می‌گیریم که هر گاه دو جسم مانند میله شیشه‌یی و پارچه ابریشمی یا میله پلاستیکی و پارچه پشمی با هم مالش داده شود، هر دو جسم چارج‌های مختلف می‌گیرند.

## فکر کنید

- ۱- میله شیشه‌یی و پارچه ابریشمی چرا چارج دار گردیده است؟
- ۲- اگر به جای میله شیشه‌یی و پارچه ابریشمی از میله پلاستیکی و پارچه پشمی استفاده نمایید؛ نتیجه چه خواهد بود؟

**چارج مثبت و منفی:** در درس قبلی مطالعه کردید که هرگاه دو جسم به همدیگر مالش داده شوند، هر دو چارج دار می‌شوند که می‌توانند اشیای دیگر را به خود جذب نمایند.

## فعالیت



**سامان و مواد مورد ضرورت:** دو میله پلاستیکی، یک میله شیشه‌یی، پارچه پشمی، تار و پایه.

اول یکی از میله‌های پلاستیکی را آویزان نموده و بعد هر دو میله را با پارچه پشمی مالش بدھید تا چارج دار گردد؛ سپس مطابق شکل (الف) میله آزاد را به میله آویزان شده نزدیک ساخته و نتیجه را یادداشت نمایید. اکنون میله شیشه‌یی را با پارچه ابریشمی مالش دهید تا چارج دار گردد و آن را به میله پلاستیکی مطابق شکل (ب) نزدیک سازید و آنچه واقع می‌شود یادداشت نمایید و به صنف گزارش بدھید.



شکل (4-3) آزمایش دونوع چارج توسط میله پلاستیکی و شیشه‌یی

متوجه خواهید شد که هر دو میله پلاستیکی به خاطر داشتن چارج‌های همنوع همدیگر را دفع و میله‌های پلاستیکی و شیشه‌یی به سبب داشتن چارج‌های مختلف النوع همدیگر را جذب می‌نمایند. این دفع و جذب بسته‌گی به نوع چارج جسم دارد. در صورتی که مقدار چارج‌ها تغییر نکند، هر قدر فاصله بین اجسام چارج دار شده کمتر باشد، قوه برقی زیاد بوده و هر قدر فاصله بین آن‌ها زیاد باشد، قوه برقی کم می‌باشد.

اجسامی که به اثر عواملی الکترون می‌بازند تعداد پروتون‌های آن‌ها زیاد تر از الکترون گردیده و دارای چارج مثبت می‌گردد. آن اجسامی که الکترون می‌گیرند، تعداد الکترون‌ها نسبت به پروتون‌ها زیاد گردیده و دارای چارج منفی می‌گردد.



شکل (4-4) (الکتروسکوپ)

## الکتروسکوپ

الکتروسکوپ آلة حساسی است که توسط آن موجودیت مقدار کم برق ساکن را هم در یک جسم معلوم کرده می‌توانیم.

### ساختمان و طریقه استعمال الکتروسکوپ:

ساده‌ترین الکتروسکوپ در شکل (4-5) نشان داده

شده است از یک میله برنجی که انجام فوکانی آن دارای کلاهک بوده و در انجام تحتانی دو ورقه فلزی قرار دارد، تشکیل گردیده و در بین یک چوکات فلزی با پنجره شیشه‌یی قرار گرفته و بدنه چوکات با زمین وصل است.  
آیا طریق کار کردن الکتروسکوپ را می‌دانید؟  
برای دانستن این موضوع فعالیت ذیل را انجام می‌دهیم:

### فعالیت



**سامان و مواد مورد ضرورت:** میله پلاستیکی، پارچه پشمی، سیم مسی، تسممه رابری و الکتروسکوپ.

**طرز العمل:** ۱- میله پلاستیکی را با پارچه پشمی مالش بدهید تا چارج دار شود.

۲- الکتروسکوپ را با دست زدن به کلاهک آن بی چارج سازید.

۳- میله پلاستیکی را به کلاهک الکتروسکوپ تماس دهید و مشاهده نمایید که چه واقع می‌شود؟

۴- با تسممه رابری، کلاهک الکتروسکوپ را با زمین (تل آب، کلکین فلزی) وصل نمایید و نتیجه را یادداشت نمایید.

۵- بعد با سیم مسی، کلاهک را با زمین وصل نمایید و نتیجه را دوباره یادداشت کنید.

۶- پارچه پشمی را با کلاهک الکتروسکوپ نزدیک ساخته و این بار نیز نتیجه را یادداشت نمایید و در اخیر،

ملاحظات خود را به همسنفان گزارش دهید.

این فعالیت نشان می‌دهد که به اثر نزدیک شدن هرنوع چارج به الکتروسکوپ ورقه‌های الکتروسکوپ از همدیگر دور می‌شود؛ زیرا هردو ورق یک نوع چارج می‌گردد. دورشدن ورق‌ها محض نشان می‌دهد که جسم دارای چارج برقی می‌باشد. الکتروسکوپ صرفاً وصل کردن کلاهک به زمین توسط سیم مسی و یا دست زدن به کلاهک آن بدون چارج می‌گردد؛ ولی توسط تسممه رابری بدون چارج نمی‌گردد.

از فعالیت انجام شده می‌توان به این نتیجه رسید که بعضی اجسام جریان برق را از خود عبور می‌دهند و بعضی اجسام دیگر جریان برق را عبور نمی‌دهند. آن اجسامی که جریان برق را عبور می‌دهند؛ به نام اجسام هادی برق یاد می‌شوند. مثال: فلزات، محلول خاک نمکدار، محلول‌های تیزابی و بدن انسان، هادی‌های خوبی می‌باشند.

آن اجسامی که جریان برق را از خود عبور نمی‌دهند به نام اجسام عایق برق نامیده می‌شوند، مانند: شیشه، کهربا، رابر، ابریشم، تیل، پلاستیک و امثال آن.



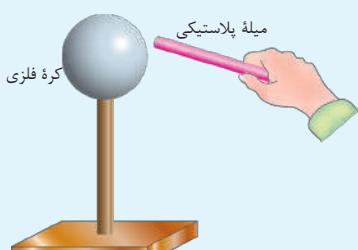
- ۱- به جای دو ورق همجنسب فلزی در الکتروسکوپ، اگردو ورق فلزی ناهمجنسب گذاشته شود، الکتروسکوپ فعالیت خواهد کرد یا خیر؟ چرا؟
- ۲- در مرحله چهارم فعالیت این درس زمانی که کلاهک الکتروسکوپ را با تسمه رابری به زمین وصل نمودید، چرا بی چار نگردید؟
- ۳- چرا ورقه‌های فلزی الکتروسکوپ هنگام چارج دار شدن از هم دور می‌گردند؟

## چارج کردن از طریق تماس

در درس قبلی مطالعه نمودیم که دو جسم به اثر مالش با همدیگر چارجدار می‌شوند. آیا می‌توان به اثر تماس، دو جسم فلزی را چارج دار نمود؟ برای دریافت پاسخ به این سؤال، فعالیت ذیل را انجام می‌دهیم:

### فعالیت

سامان و مواد مورد ضرورت: میله پلاستیکی، پارچه پشمی، یک کره فلزی کوچک با پایه عایق و الکتروسکوپ.



**طرز العمل:** ۱- کره فلزی کوچک را با دست لمس کرده و به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک کنید، مشاهدات خود را یادداشت کنید.

۲- میله پلاستیکی را با پارچه مالش دهید تا چارج دار شود.

۳- میله پلاستیکی را بر روی کره فلزی بکشید.

۴- کره فلزی را به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک کرده و مشاهده کنید آیا

ورقه‌های فلزی الکتروسکوپ از هم دیگر جدا می‌شوند؟ چرا؟

شکل (۵) چارج دار شدن یک جسم به طریق تماس

مشاهده نمودید که کره فلزی بدون چارج در نتیجه تماس میله پلاستیکی دارای چارج، چارج دار می‌گردد.



فکر کنید

۱- اجسام فلزی به اثر تماس چگونه چارج می‌گیرند؟

## آزمایش نوعیت چارج

در درس قبلی ساختمان الکتروسکوپ را مورد مطالعه قرار دادیم و دانستیم که در حالت عادی ورقه‌های فلزی الکتروسکوپ به هم نزدیک بوده، هرگاه جسم چارج دار را به کلاهک الکتروسکوپ نزدیک بسازیم، باعث دورشدن ورقه‌های فلزی الکتروسکوپ می‌گردد، فرقی ندارد که جسم دارای چه نوع چارج باشد.

سؤالی که به نظر می‌آید، این است که آیا توسط الکتروسکوپ نوعیت چارج برقی یک جسم را می‌توانیم مشخص نماییم یا نه؟

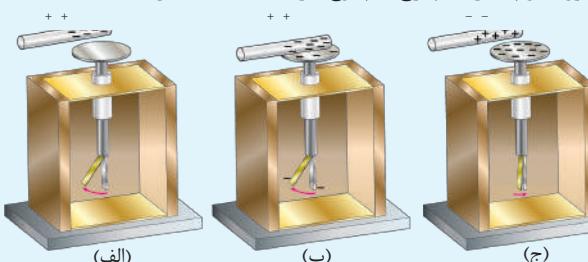
فعالیت ذیل را انجام می‌دهیم:

فعالیت



سامان و مواد مورد ضرورت: دو میله شیشه‌یی، پارچه ابریشمی، میله پلاستیکی، پارچه پشمی و الکتروسکوپ.

**طرز العمل:** ۱- هر دو میله شیشه‌یی را به پارچه ابریشمی مالش داده بعد از مالش دادن، یکی از آنها را به الکتروسکوپ تماس بدهید. در این وقت دیده می‌شود که ورقه‌های فلزی الکتروسکوپ از هم دور می‌گردند، گفته می‌توانیم که ورقه‌های الکتروسکوپ دارای چارج هم نوع گردیده است. شکل (۴-۶) الف



شکل (۴-۶) طریقه آزمایش چارج

۲- میله شیشه‌یی دوم را آهسته به کلاهک نزدیک بسازید و مشاهده نمایید که چه واقع می‌شود؟ شکل (۴-۶) ب.

۳- بعد از آن میله پلاستیکی را ابتدا توسط پارچه پشمی مالش داده، بسیار آهسته به کلاهک نزدیک بسازید و متوجه ورقه‌ها باشید. شکل (۴-۶) ج.

دقت کنید که میله پلاستیکی به کلاهک الکتروسکوپ تماس ننماید، مشاهدات خود را یادداشت کنید.

۴- بعد از انجام این تجربه بگویید که میله پلاستیکی دارای کدام نوع چارج می‌باشد؟

اگر تجربه را درست انجام داده باشید، هنگامی که میله شیشه‌یی دومی را نزدیک به کلاهک نمودید، باعث انحراف بیشتر ورقه‌های الکتروسکوپ گردید، این نشان می‌دهد که جسم دارای چارج هم نوع الکتروسکوپ می‌باشد و هنگامی که میله پلاستیکی را آهسته به کلاهک نزدیک نمودید، باعث نزدیک شدن ورقه‌های فلزی الکتروسکوپ گردید، این نشان می‌دهد که میله پلاستیکی دارای چارج مختلف النوع با الکتروسکوپ می‌باشد. به این اساس از روی نوع چارج الکتروسکوپ می‌توانیم نوعیت چارچه‌های اجسام را بدانیم.



### فکر کنید

اگر چارج الکتروسکوپ مثبت باشد و به الکتروسکوپ، جسمی دارای چارج مثبت نزدیک ساخته شود، ورقه‌های فلزی چه عکس العملی از خود نشان می‌دهند؟

## ساحة برقی

چنانکه در مبحث مقنا طیس مطالعه نمودید؛ در جایی که آهن ربا وجود دارد، ساحة اطراف آن را به نام ساحة مقتاطیسی یاد می‌کنند.  
همین طور در اطراف جسم چارجدار نیز ساحة برقی وجود دارد.  
جهت درک بهتر موضوع فوق، فعالیت ذیل را انجام می‌دهیم:



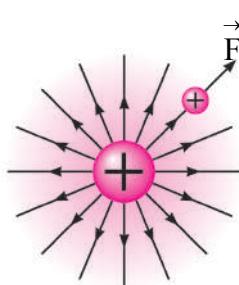
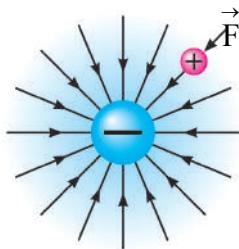
### فعالیت

**سامان و مواد ضرورت:** پوچانه، میله پلاستیکی، پارچه پشمی، میله شیشه‌یی، پارچه ابریشم و تار.  
**طرز العمل:** ۱- پوچانه بادشده را از یک تار به صورت آزاد در یکجا آویزان نموده و با پارچه ابریشمی مالش دهید.  
۲- میله پلاستیکی را با پارچه پشمی مالش داده و بعد به پوچانه نزدیک بسازید و نتیجه را یادداشت نمایید.  
۳- میله شیشه‌یی را با پارچه ابریشمی مالش داده و به پوچانه نزدیک بسازید. شکل (۴-۷) ب

عکس العمل پوچانه را یادداشت نموده، نتیجه را به همصنفان گزارش بدهید.



شکل (۴-۷) تأثیر قوه‌های اجسام چارج دار بالای همدیگر.



شکل (4-8) تأثیر یک جسم چارج دار  
بالای یک ذره چارجدار امتحانی در  
ساحة برقی

اگر فعالیت را درست انجام داده باشدید، متوجه خواهید شد که به اثر نزدیک شدن میله پلاستیکی، پوچانه دور گردیده و با نزدیک شدن میله شیشه‌یی به پوچانه، هر دو با همدیگر نزدیک می‌شوند.

نتیجه نشان می‌دهد که اگر یک ذره با چارج مثبت را به یک جسم چارج دار نزدیک نماییم، این ذره به اثر قوه جسم چارج دار، دور یا نزدیک می‌شود. این قوه که بالای ذره وارد می‌گردد، به نام قوه برقی و ساحة که در آن این قوه اثر می‌گذارد، به نام ساحة برقی یاد می‌شود.

در نتیجه، فضای اطراف یک جسم چارجدار که در آن بالای ذره چارج دار مثبت (چارج امتحانی) قوه وارد می‌شود، به نام ساحة برقی یاد می‌گردد.

شکل (4-8)



### فکر کنید

- ۱- هنگام اجرای فعالیت، چرا با نزدیک شدن میله پلاستیکی، پوچانه دور گردید؟
- ۲- چرا پوچانه به میله شیشه‌یی نزدیک گردید؟
- ۳- چگونه می‌توانید ساحة برقی را در اطراف یک جسم چارج دار امتحان کنید؟

## القای برقی

پیشتر مطالعه نمودیم که به اثر مالش دو جسم با همدیگر، برق ساکن ایجاد می‌شود. با قرار گرفتن یک جسم بی چارج نزدیک جسم چارج دار، آیا جسم می‌تواند چارج دار شود؟ به فعالیت ذیل توجه نموده و آن را به دقت انجام بدھید:

### فعالیت

**سامان و مواد مورد ضرورت:** دو کره فلزی محکم شده در پایه‌های عایق، میله پلاستیکی چارج شده و الکتروسکوپ.

**طرز العمل:** ۱- دو کره فلزی را با هم در تماس قرار بدهید.

۲- اکنون میله پلاستیکی چارج دار را مطابق شکل به یکی از کره‌ها نزدیک بسازید و دقت کنید که با هم تماس پیدا نکنند.

۳- بدون اینکه میله پلاستیکی را از کره‌ها دور بسازید، به کمک پایه عایق کره‌ها را از همدیگر جدا نمایید.



شکل (4-9) چارج القایی

۴- به کره‌ها دست نزنید و توسط الکتروسکوپ معلوم نمایید که آیا هر دو کره چارج دار شده است یا نه؟ مشاهدات خود را بنویسید.

در فعالیت قبلی الکتروسکوپ نشان خواهد داد که هر دو کره فلزی چارج دار شده است. نتیجه این که، هرگاه جسم هادی چارج دار را به جسم هادی بدون چارج نزدیک بسازیم، در این صورت جسم چارج دار، چارج های مخالف جسم را به سمت خود نزدیک نموده و چارج های همنوع آنرا از خود دور (دفع) می نماید. اگر بتوانیم این جسم را نظر به چارج آن به دو قسمت جدا نماییم (مانند جدا نمودن کره های فلزی در فعالیت قبلی)، درنتیجه دو جسم دارای چارج های مختلف به وجود می آید که این طریقہ چارج دار شدن را به نام القای برقی می نامند.



### فکر کنید

اگر به جای میله پلاستیکی از میله شیشه‌یی استفاده شود که دارای چارج مثبت باشد چه واقع خواهد شد؟

## نقش الکترون‌ها در برقی ساختن اجسام

چگونه می توانیم علت برقی شدن یک جسم را به وسیله مالش یا در اثر القا توضیح نماییم؟ به فعالیت ذیل توجه نموده و آن را به دقت انجام بدهید:



### آزمایش کنید

- آیا تا اکنون وقتی خواسته اید لباس تان را از تن بیرون آورید، صدای جرقه را در آن لحظه از لباس تان شنیده اید؟
- آیا در تاریکی شب نیز چنین جرقه‌های روشن را هنگام کشیدن لباس تان دیده اید؟ چه چیز سبب تولید صدای جرقه می شود؟ این صدا ناشی از جهیدن چارج های برقی به هوا بوده و این چارج ها بین لباس و موهای سرتان در هوا به وجود می آید. در لحظه کشیدن لباس ها از بالای سر، شاید موهای سرتان نیز راست باشند. می دانید چرا؟ چون هر یک از موهای سر شما چارج برقی هم نوع دارد و هم دیگر را دفع می کنند.
- عملیه هارا به تنها یی در خانه انجام دهید و نتایج مشاهدات خود را روز آینده با همصنفی های تان مباحثه کنید.

از نتیجه این فعالیت می توانید علت برقی شدن یک جسم را به وسیله مالش یا در اثر القا توضیح نمایید.

می دانید که مالش بین دو جسم به حیث یک عامل، باعث چارج دار شدن آن دو جسم می گردد، که در نتیجه جسمی که الکترون می دهد، دارای چارج مثبت و دیگری که الکترون می گیرد دارای چارج منفی می گردد.

چنانچه آموختیم، چارج‌های هم نوع، هم‌دیگر را دفع و چارج‌های مختلف‌النوع هم‌دیگر را جذب می‌نمایند. به این اساس می‌توانیم چگونه‌گی چارج دار شدن یک جسم را به طریقهٔ القا تشریح نماییم. چنانکه در کره‌های فلزی تجربه نمودیم، نزدیک شدن یک چارج برقی در یک ساحه، باعث دفع چارج‌های هم نوع و جذب چارج‌های مختلف‌النوع گردیده و با جدا کردن کره‌ها، دونوع چارج القایی در هر دو کره به وجود می‌آید.



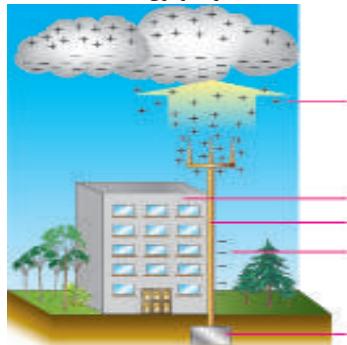
- ۱- بر اساس کدام عامل اجسام در اثر القا دارای چارج برقی می‌شوند؟
- ۲- چرا درحالت عادی اجسام دارای چارج برقی نمی‌باشند؟
- ۳- هرگاه در یک اتموم تعداد پروتون‌ها زیادتر شود آن اتموم دارای کدام نوع چارج می‌شود؟

## رعد و برق

آیا می‌دانید رعد و برق چطور به وجود می‌آید؟ آیا فکر می‌کنید که رعد و برق خطرناک است؟ رعد و برق باعث ایجاد ترس و هراس مردم می‌گردد، عالمی به نام فرانکلن، ثابت ساخت که رعد و برق محصول برق ساکن است که درهوا ایجاد می‌شود و به اثر حرکت کتله‌های عظیم ابر در آسمان، ابر چارج دار گردیده و در نتیجهٔ تخلیهٔ چارج‌ها بین ابر و زمین و یا ابر و ابر صورت می‌گیرد که این از دست دادن چارج‌ها (تخلیه) را به نام رعد و برق (الماسک) یاد می‌کنند.

شکل (4-10) تخلیه برق ساکن

ابر با ابر و ابر با زمین به صورت  
رعد و برق



شکل (4-11) میلهٔ فلزی محافظه‌از الماسک

این الماسک هنگام تخلیه می‌تواند خطرناک باشد و هرگاه با منابع مواد سوختی و یا تعمیرها بر خورد نماید، آتش سوزی به بار می‌آورد. جهت محافظت تعمیرها از خطرات الماسک، میلهٔ بلند فلزی، بلندتر از تعمیر در قسمت بالای تعمیر نصب می‌شود و این میله به نحوی با زمین اتصال دارد که چارج‌ها را به زمین هدایت می‌نماید. شکل (4-11)



- ۱- چطورخانه‌های خود را از خطرات الماسک نجات بدهیم؟



## خلاصه فصل چهارم

- کم وزیاد بودن الکترون نسبت به پروتون، در اтом‌های یک جسم سبب می‌شود که جسم دارای چارج برقی شود.
- زمانی که دو جسم، با همدیگر مالش داده شوند، توازن تعداد الکترون و پروتون در اтом‌های جسم برهم خورده و جسم چارج دار می‌شود.
- اجسام به اثر مالش، تماس و یا القا دارای دونوع چارج برقی مثبت و منفی می‌گردند.
- الکتروسکوپ آله حساسی است که موجودیت مقدار کم برق ساکن را در اجسام معلوم کرده می‌تواند.
- معلوم نمودن هم نوع و یا مختلف النوع بودن چارج‌های اجسام را به نام آزمایش چارج یاد می‌نمایند.
- چارج دار شدن یک جسم هادی بدون چارج، هنگام نزدیک شدن به یک جسم چارج دار را به نام القای برقی یاد می‌کنند.
- تخلیه برق ساکن بین ابر با ابر و یا ابر با زمین را رعد و برق می‌نامند.

## سؤال‌های فصل چهارم

- ۱- آیا اجسام در حالت عادی دارای چارج برقی می‌باشند؟
- ۲- چه وقت یک جسم، چارج دار می‌شود؟ معلومات خود را بنویسید؟
- ۳- چارج‌های برقی به ..... نوع می‌باشند.
- ۴- اجسامی که الکترون می‌دهند دارای چارج:
  - الف) مثبت می‌گردند.
  - ب) منفی می‌گردند.
  - ج) خنثی می‌گردند.
  - د) هیچ کدام
- ۵- جسم چارج دار در یک ..... برقی، بالای ذره چارج دار ..... وارد می‌نماید.
- ۶- درنتیجه تخلیه چارج‌ها بین ..... و یا .....، الماسک و یا ..... به وجود می‌آید.
- ۷- چارج دار شدن جسم به طریقه القا را تشریح نمایید.
- ۸- در باره رعد و برق معلومات خود را بنویسید.

# فصل پنجم

## قوه

ما از قبل با کلمه قوه آشنا هستیم و درباره قوه مطالب مختلفی را مانند: اثرهای گوناگون قوه، واحد قوه و چگونه‌گی اندازه‌گیری قوه آموختیم.

با وسیله اندازه‌گیری قوه که به آن قوه سنج می‌گویند، آشنا شدیم و نیز فهمیدیم که قوه یک کمیت وکتوری است که دارای مقدار و جهت می‌باشد.

می‌دانیم که یک کیلوگرام بوره راه ر وقت که با یک کیلوگرام بوره دیگر جمع کنیم دو کیلوگرام بوره خواهد شد. ولی اگر یک نیوتون قوه را با یک نیوتون قوه دیگر جمع کنیم، حاصل آن چند خواهد شد؟

برای پاسخ دادن به سوال‌های بالا عجله نکنید. جواب‌های دقیق و مناسب این سوال‌ها را بعد از آموختن این فصل خواهید یافت.

- چرا وقتی با پای تان به دیوار ضربه می‌زنید، احساس درد می‌کنید؟

- وقتی کتله جسمی را با ترازو اندازه‌گیری می‌کنید، می‌گویید یک کیلوگرام است و وقتی وزن آن را با قوه سنج اندازه‌گیری می‌کنیم می‌گوییم ده نیوتون است. به نظر شما چه فرقی بین کتله و وزن وجود دارد؟



## قوه کمیت وکتوری است

برای یادآوری مطالبی که درباره قوه آموخته اید؛ فعالیت زیر را انجام دهید:

### فعالیت



(الف) در گروههای تان مشوره نموده، جملات زیر را با کلمات مناسب تکمیل کنید.

● قوه یک کمیت ..... است.

● قوه دارای ..... و هم دارای ..... است.

● قوه را با یک ..... نشان می‌دهیم که ..... آن نشان دهنده مقدار قوه و ..... آن نشان دهنده جهت قوه است.

ب) قوه‌های زیر را توسط رسم در کتابچه‌های تان نشان دهید.

● قوه  $10N$  در جهت شمال

● قوه  $14N$  در جهت جنوب غربی

● قوه  $20N$  در جهت شرق

حال فهمیدیم که قوه یک کمیت وکتوری است و هر کمیت وکتوری مقدار، جهت و نقطه تاثیر دارد. آیا فکر می‌کنید که در اثرات قوه فقط مقدار و جهت قوه دخالت دارد؟ فعالیت زیر را انجام دهید تا درک بهتری از این موضوع به دست آورید.

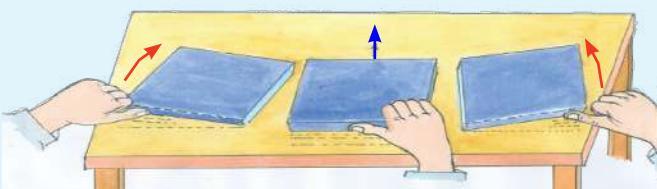
### فعالیت



سه کتاب فزیک را مطابق شکل بالای میز گذاشته و با انگشت تان به نقاط مختلف آنها قوه وارد کنید. سعی کنید که قوه‌ها همه به یک اندازه و به صورت افقی و یک سمت باشد.

آیا همه این قوه‌ها تأثیر یکسانی بر روی کتاب می‌گذارند؟

به نظر شما چه عاملی باعث حرکت کتاب‌ها به جهت‌های مختلف می‌گردد؟



شکل (۱-۵) اثر قوه به نقطه‌یی که قوه در آن وارد می‌شود، بسته‌گی دارد.

چنانچه شما در فعالیت قبل مشاهده کردید؛ حرکت کتاب، به نقطه‌یی که قوه به آن وارد می‌شود؛ بسته‌گی دارد. اگر قوه به گوشه‌های کتاب وارد شود؛ کتاب ممکن است بچرخد و اگر به وسط کتاب وارد شود؛ کتاب بدون چرخش مستقیم به حرکت خواهد آمد؛ پس گفته می‌توانیم عاملی که نقش بسیار مهمی در چگونه‌گی اثر قوه به روی اجسام دارد، نقطه‌یی است که قوه به آن وارد می‌شود.

## جمع کردن قوه‌ها

برای درک بهتر این موضوع ابتدا فعالیت زیر را انجام می‌دهیم.

### فعالیت



حسین و زهره به یک جعبه، مطابق شکل‌های زیر قوه وارد می‌کنند.

با توجه به هر شکل بگویید:

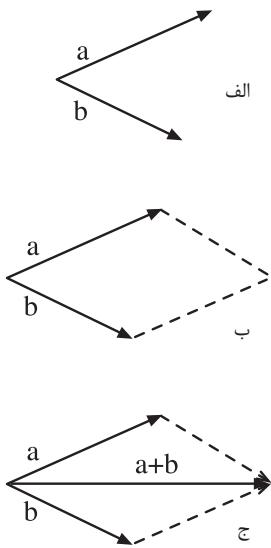
- اگر تنها قوه حسین عمل کند چه اثری خواهد گذاشت؟
- اگر تنها قوه زهره عمل کند چه اثری خواهد گذاشت؟

آیا می‌توانید در هر شکل، قوه‌یی را پیدا کنید که به تنها ی

مانند مجموع هر دو قوه حسین و زهره اثر کند؟

شکل (۵-۲) دو قوه وارد بر یک جسم به صورت وکتوری باهم جمع می‌شوند.

قوه‌ها نیز مانند دیگر کمیت‌ها می‌توانند با هم دیگر جمع شوند؛ ولی با توجه به این که قوه یک کمیت وکتوری است؛ مانند دیگر کمیت‌ها به صورت ساده با هم جمع نمی‌شوند. به نتایج فعالیت توجه کنید. در شکل «الف» دو قوه در یک جهت وارد شده است این دو قوه با هم دیگر جمع می‌شوند و باعث می‌گردد که صندوق به راحتی کش شود.



شکل (۵-۳) نمایش محصلة دو قوه

به طور مثال: اگر قوه حسین برابر با  $100N$  و قوه زهره برابر با  $50N$  باشد، هر دوی آنها با هم مانند یک قوه  $150N$  عمل می‌کنند. در شکل «ب» دو قوه در جهت‌های مخالف همدیگر وارد می‌شوند، اگر قوه‌ها مساوی باشند اثر همدیگر را خنثی می‌کنند؛ بنابراین صندوق به هیچ طرفی حرکت نخواهد کرد. ولی اگر در این حالت مانند بالا قوه حسین  $\vec{a} = 100N$  و قوه زهره  $N = 50N$  باشد؛  $\vec{b}$  برای خنثی کردن قوه  $\vec{b}$  به مصرف می‌رسد و فقط  $50N$  آن برای کش کردن صندوق به کار می‌رود.

بنابراین اگر دو قوه  $\vec{a}$  و  $\vec{b}$  را در شکل «الف» با یک قوه  $150$  نیوتونی در همان جهت تعویض کنیم؛ این قوه همان تأثیر را خواهد داشت. به همین ترتیب اگر در شکل «ب»، قوه‌های  $\vec{a}$  و  $\vec{b}$  را برداشته و در عوض، یک قوه  $50$  نیوتونی را در جهت

قوه  $a$  قرار دهیم باز تأثیری مانند همان دو قوه خواهد داشت. به این قوه که اثری همانند دو قوه قبلی دارد، حاصل جمع آن دو قوه یا محصلة آن دو قوه می‌گویند. در صورتی که دو قوه هم جهت باشند، اندازه محصلة آنها با جمع معمولی آنها برابر است و جهت قوه محصلة نیز هم جهت با آنها است. اگر جهت دو قوه مخالف باشد، برای به دست آوردن قوه محصلة، مقدار قوه کوچکتر را از قوه بزرگ‌تر کم می‌کنیم. جهت قوه محصلة نیز همان جهت قوه بزرگ‌تر خواهد بود.

در مواقعي که قوه‌ها مانند شکل (۵-۳ الف)، با همدیگر زاویه را بسازند، روش زیر را برای یافتن محصلة به کار می‌بریم:

نخست برای نمایش هریک از قوه‌ها یک وکتور رسم می‌کنیم. این وکتورها باید چنان رسم شوند که نقطه شروع مشترک داشته باشند و طول وکتورها متناسب به اندازه قوه‌ها باشند؛ مانند شکل «الف».

سپس از قسمت آخر هر وکتور یک قطعه خط موازی و مساوی با وکتور دیگر رسم می‌کنیم؛ مانند شکل «ب».

از محل شروع مشترک دو وکتور اولی (مبدأ)، قطر متوازی الاضلاع را رسم کرده جهت آن را به طرف محل تقاطع خطوط نقطه چین قرار می‌دهیم؛ مانند شکل «ج».

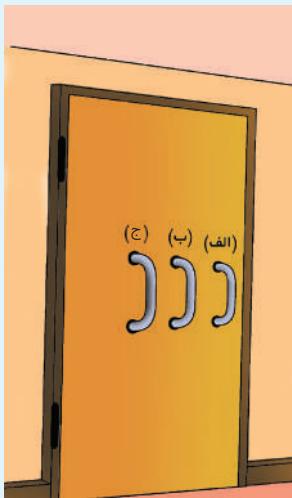
این وکتوری که در آخر رسم شد؛ وکتور محصلة (حاصل جمع) دو وکتور  $\vec{a}$  و  $\vec{b}$  می‌باشد. اگر وکتورها را در اندازه‌های مناسبی رسم کرده باشید؛ مقدار وکتور محصلة را نیز می‌توانید توسط اندازه‌گیری با خط کش به دست آورید.

تمرین: قوه  $\vec{a}$  به اندازه  $15N$  به سمت شرق و قوه  $\vec{b}$  به اندازه  $20N$  به سمت شمال عمل می‌کند. هر  $5N$  قوه را توسط طول یک سانتی‌متر نشان داده، محصلة این دو وکتور را رسم کنید و طول وکتور محصلة را به کمک خط کش اندازه کنید.

## مومنت قوه

بعضی اوقات، برای چرخاندن اجسام، قوه را به کار می‌بریم. در اثر این قوه ممکن است اجسام بچرخند. اثر چرخشی یک قوه به نام مومنت قوه یاد می‌شود. مومنت قوه به بزرگی قوه، جهت قوه و نقطه اثر قوه واردہ بر جسم بسته‌گی دارد.

### فعالیت



- دروازه صنفタン را باز کنید، با قرار دادن انگشت کلان دستان به نقاط مختلف دروازه مطابق شکل «الف، ب و ج» کوشش کنید دروازه را باز کنید. توجه کنید انگشت شما در کجا قرار بگیرد که از آن نقطه دروازه راحت‌تر باز می‌شود، چرا؟

شکل (۴-۵) فاصله نقاط تأثیر قوه از  
چپرائی دروازه را در اندازه مومنت قوه  
نشان می‌دهد.

چرا برای باز کردن پیچ های که با دست باز نمی شود از رنچی که دسته آن دراز است استفاده می شود؟ طوری که دیده شد هر قدر فاصله از چپراس دروازه (بازوی قوه) دورتر انتخاب شود، تطبیق مقدار قوه کم اثر، بیشتر وارد می کند؛ یعنی به راحتی دروازه باز می شود.

یک پیچ به واسطه انگشتان دست باز نمی شود. برای باز کردن آن از رنچی که دسته آن دراز است استفاده می شود. هرگاه قوه که به رنج وارد می شود، بزرگتر شود و محل اثر قوه از پیچ دورتر انتخاب شود، پیچ به آسانی و زودتر باز می شود. به عباره دیگر هر چه قوه بزرگتر و نقطه اثر آن از نقطه دوران دورتر باشد اثر چرخش قوه بیشتر؛ یعنی مومنت قوه بزرگتر است.

بزرگی مومنت قوه به دو چیز بسته گی دارد:

۱- بزرگی قوه؛ یعنی قوه بزرگتر مومنت بزرگتر را به وجود می آورد.

۲- بزرگی بازوی قوه، یعنی به هر اندازه که فاصله بین نقطه تاثیر قوه و نقطه اتکا یا محور دوران زیاد باشد، مقدار مومنت قوه هم بیشتر است.

جهت چرخش به جهت قوه بسته گی دارد. نقطه بی که جسم حول آن می چرخد، نقطه اتکا نامیده می شود. طور مثال: چپراس هر دروازه و هر پیچی که توسط رنج باز می شود، نقاط اتکا یا دوران می باشد.

مومنت قوه، معیاری برای اثر چرخش یک قوه به دور یک نقطه معین است.  
فاصله عمودی قوه از نقطه اتکا  $\times$  قوه = مومنت قوه

## سؤال

چرا برای باز کردن پیچ تایرهای موتور لاری به رنچی با دسته دراز ضرورت است؟

## قوه های عمل و عکس العمل

هنگامی که در جریان بازی به یکدیگر برخورد می کنید وجود هردی تان درد می کند. علت آن این است که وقتی به دوست تان برخورد می کنید بدن شما و دوست تان به

یکدیگر قوه وارد می کند که تاثیر آن را به شکل درد احساس می کنید. قوه وقتی به وجود می آید که دو جسم به یکدیگر اثر متقابل کنند، پس وقتی دو جسم وجود دارد، دو قوه نیز به وجود می آید. اگر جسم به تنها یک وجود داشته باشد، نمی تواند قوه وارد کند و نه قوه بر آن وارد می شود.



شکل (5-4)

## فعالیت



- مطابق شکل (۵-۷) یک تسله کوچک را توسط انگشت تان به سمت تسله بزرگ تر ساکن طوری ضربه بزنید که با هم برخورد کنند و با هم صنفتان بحث کنید که چرا تسله کوچک برگشت می‌کند، و تسله بزرگ به حرکت می‌آید؟



شکل (۵-۶)

قوه‌های عمل و عکس العمل همیشه در دو جهت مخالف وجود دارند که بالای همدیگر عمل می‌کنند. قوه‌یی که شما به کسی و یا چیزی وارد می‌کنید (قوه عمل) و قوه‌یی که کسی یا چیزی به همان اندازه در جهت مخالف به شما و یا یک جسم وارد می‌کند، قوه عکس العمل گفته می‌شود.

این قوه‌ها توسط نیوتون کشف و به شکل یک قانون چنین بیان شده است:  
برای هر عمل یک عکس العمل مساوی و مخالف الجهت وجود دارد.

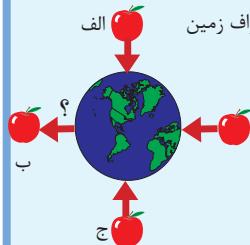
## قوه جاذبه (وزن جسم)

وقتی شما یک جسمی را از دستان رها کنید، به کدام طرف می‌افتد؟ در کتاب ساینس صنف ششم با قوه که اجسام را به سمت پایین می‌کشاند آشنایی داشتید. آیا نام این قوه را به یاد دارید؟ قوه که اجسام را به طرف خود می‌کشاند قوه جاذبه زمین گفته می‌شود. این قوه به همه اجسامی که در اطراف زمین هستند وارد می‌شود و آن‌ها را به سمت مرکز زمین می‌کشاند که وزن جسم نامیده می‌شود.

## فعالیت



شکل (5-7) سقوط سیب در اطراف زمین



طبقه شکل مقابل اگر سیب‌ها از نقاط «الف، ب و ج» رها شوند. به نظر شما به کدام طرف حرکت خواهند کرد؟ در شکل اطراف کره زمین حرکت صحیح ترسیم شده آند؟ در گروه‌ها با هم گفتگو کنید و نتیجه را به همصنفان تان گزارش دهید.

طوری که شما در فعالیت متوجه شدید هرگاه شما نسبت به زمین در موقعیت «الف» قرار داشته باشید و سیب را رها کنید، به طرف زمین سقوط می‌کند. به همین ترتیب اگر در نقاط «ب، ج و د» قرار داشته باشید، وقتی سیب را رها کنید باز هم به طرف زمین جذب و یا می‌افتد. در حالی که در نقطه «ب» جهت قوه جاذبه مخالف رسم شده است؛ ولی حقیقت این است که در هر حالت جهت قوه به طرف مرکز زمین است، این قوه عبارت از قوه جاذبه زمین است که بر بدن ما و هر شی که در اطراف زمین باشد اثر می‌کند و آن را به طرف خود می‌کشاند. جهت قوه جاذبه زمین همیشه به طرف مرکز زمین می‌باشد.

قوه جاذبه، اجسام را روی زمین نگه می‌دارد؛ چنانچه اشیایی را که بالا پرتاب می‌کنیم دوباره به زمین باز می‌گرداند.

قوه جاذبه نه تنها بین زمین و اجسام وجود دارد؛ بلکه قوه جاذبه، مهتاب را در مدارش به دور زمین نگه می‌دارد و قوه جاذبه آفتاب، زمین و سیارات دیگر را در مدارشان نگه می‌دارد. قوه جاذبه به مقدار کتله اجسام و فاصله بین آن‌ها بسته‌گی دارد، یعنی هر قدر کتله اجسام بزرگتر باشد، اثر قوه جاذبه بیشتر است و بر عکس هر قدر فاصله بین اجسام بیشتر باشد، قوه جاذبه بین آن‌ها کمتر است.

## فکر کنید



قوه جاذبه چیست؟ تشریح کنید.

## وزن و کتله

همه ما این تجربه را داریم که هنگام خریدن مواد مورد ضرورت مانند بوره، برنج، میوه وغیره. باید مقدار آن را تعیین کنیم، مثال: وقتی سبب می خریم باید اندازه یا مقدار آن را مشخص بسازیم که چه قدر خریداری کنیم که به طور معمول مقدار آن را با ترازوهای دوپله‌یی و یا ترازوهای که در شکل (۵-۹) مشاهده می کنید، اندازه می گیرند.



شکل (۵-۸) ترازوهای که توسط آنها مقدار مواد را اندازه می کنند.

### فعالیت

در شکل زیر ترازوها با وزنهای مختلف را می بینید.  
توسط ترازوهای زیر در صفتان کتله و وزن اشیای مختلف مانند: بکس کتاب، کتاب درسی وغیره را پیدا نموده با هم مقایسه کنید.



شکل (۵-۹) ترازو با وزنهای مختلف



مقدار موادی که شما آن را توسط ترازوی دو پله‌یی اندازه می گیرید، در حقیقت کتله همان جسم گفته می شود. به طور مثال: کتله سبب به تعداد ذره‌های سازنده آن و اندازه بزرگی هر ذره بسته‌گی دارد. برای تعیین مقدار کتله یک جسم از واحدهای کیلوگرام و گرام استفاده می کنیم، یعنی واحدهای کتله kg و gr می باشد. اکثر اوقات مردم به طور غلط از کیلوگرام و گرام به عنوان واحدهای وزن استفاده می کنند. مثال: گفته می شود که وزن یک تربوز 5kg است. در حالی که 5kg مقدار کتله آن را نشان می دهد و وزن آن همان تأثیر قوّه جاذبّه زمین بالای آن می باشد.

وزن با نیوتن و داین اندازه می‌شود. در سطح زمین بالای هر ۱ کیلو گرام کتله  $9.81N$  و بالای هر یک گرام کتله از طرف زمین  $981dyn$  قوه جاذبه وارد می‌شود که با وزن کتله‌های نامبرده مساوی است. بهتر است بدانیم که قوه را که زمین بالای کتله  $1kg$  وارد می‌کند، یعنی همان  $9.8N$  را یک کیلوگرام قوه نیز می‌گویند و آن را به  $1Kg^*$  یا  $150N$  است.

برای آسانی کار در محاسبه، وزن یک جسم به کتله  $1kg$  را  $10N$  قبول می‌کنیم. طور مثال: اگر کتله شما  $45kg$  باشد، وزن شما در سطح زمین تقریباً  $450N$  است؛ یعنی:

$$45 \times 10 = 450N$$

وزن و کتله با هم ارتباط مستقیم ذیل را دارند:

$$10 \times \text{كتله جسم} = \text{وزن جسم}$$

آیا گفته می‌توانید که وزن یک جسم چطور تغییر می‌کند؟

وزن جسم به اندازه فاصله آن جسم از مرکز زمین بسته‌گی دارد؛ یعنی هر قدر از مرکز زمین دور شده بود، وزن آن کمتر می‌شود.

طور مثال: اگر یک فضانورد به فضای دور از سطح زمین سفر کند، ممکن است به جایی

برسد که دیگر به آن قوه جاذبه اثر نکند؛ یعنی در حالت بی‌وزنی قرار بگیرد. در چنین حالتی هم فضانورد کتله اولی خود را دارد و ذرات سازنده وجود آن پا بر جاست، یعنی کتله آن نه کم شده و نه زیاد، بلکه ثابت می‌باشد.



(5-10) وزن یک فضا نورد در فضا کم می‌شود



وزن و کتله از هم چه فرق دارند؟

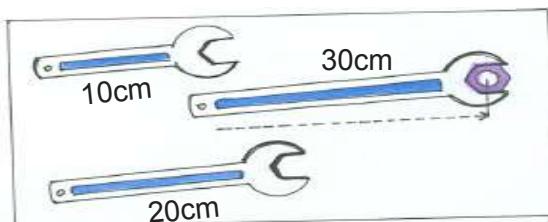


## خلاصه فصل پنجم

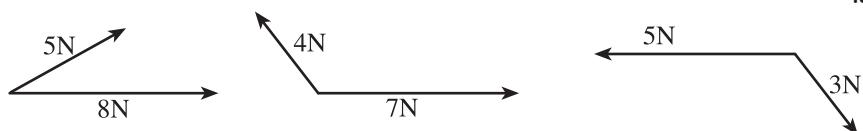
- قوه به انواع مختلف وجود دارد.
- هرگاه به یک جسم قوه وارد شود باعث حرکت، تغییر جهت حرکت و یا باعث تغییر شکل آن جسم می‌شود.
- قوه یک کمیت وکتوری است که هم مقدار و هم جهت دارد.
- دو قوه به صورت وکتوری با هم جمع می‌شوند و حاصل جمع آن‌ها قوه سومی است که محصلة آن‌ها گفته می‌شود.
- یک قوه می‌تواند به دو قوه تجزیه شود و مانند دو قوه مجزا عمل نماید.
- اثر چرخش یا دوران یک قوه به نام مومنت قوه نامیده می‌شود.
- هر قدر قوه بزرگتر یا بازوی قوه طویل شود، مومنت بزرگ‌تر به وجود می‌آید.
- جهت دوران یک قوه به جهت قوه وارد بسته‌گی دارد.
- نقطه‌یی که قوه به حول آن دوران می‌کند نقطه اتکا نامیده می‌شود.
- قوه جاذبۀ زمین، قوه‌ای است که:
  - الف) اشیا را روی زمین نگه می‌دارد.
  - ب) اشیای را که به طرف بالا پرتاب می‌کنیم به زمین باز می‌گرداند.
  - ج) مهتاب را در مدارش به دور زمین نگه می‌دارد.
- اثر قوه جاذبۀ زمین بالای اشیا، وزن نامیده می‌شود؛ چون وزن یک نوع قوه است، پس با نیوتون یا داین اندازه می‌شود.
- وزن اجسام به اندازه فاصلۀ آن‌ها از مرکز زمین بسته‌گی دارد.
- وقتی به یک جسم قوه وارد می‌شود، جسم نیز بالای آن قوه وارد می‌کند که قوه‌های عمل و عکس‌العمل گفته می‌شوند، این قوه‌ها همیشه با هم مساوی؛ ولی جهت‌های شان مخالف است.

## سؤالهای فصل پنجم

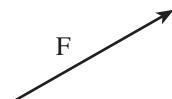
- ۱- چند مورد از کاربرد قوه را در زندگی روزمره‌تان پیدا کنید و چگونه‌گی عمل قوه را در این موارد توضیح دهید.
- ۲- فکر کنید که در دنیا قوه جاذبه وجود ندارد، زندگی را در دنیای بدون قوه جاذبه شرح دهید.
- ۳- قوه جاذبه بسته‌گی به مقدار ..... اجسام و ..... آن از زمین بسته‌گی دارد.
- ۴- برای بازکردن پیچی که بسیار محکم شده است، از کدام یک رنج‌هایی که در شکل نشان داده شده است، استفاده می‌کنید؟ (رنج‌ها دهانه‌های مساوی دارند) علت انتخاب تان را توضیح بدهید.



- ۵- وزن یک جسم به کتله ۱۰ کیلوگرام (در روی زمین) چقدر است؟
- ۶- اثر چرخشی یا مومنت یک قوه به کدام کمیت‌ها بسته‌گی دارد؟
- ۷- هرگاه یک جسم دیگر قوه وارد کند، آیا جسم دوم به جسم اول چقدر و به کدام جهت قوه وارد می‌کند؟ چرا؟ توضیح دهید.
- ۸- کدام یک از کمیت‌های زیر کمیت وکتوری است؟  
الف) انرژی      ب) حرارت      ج) کتله      د) قوه
- ۹- در شکل‌های زیر حاصل جمع هر دو قوه را رسم کرده و طول آن را با خط‌کش اندازه بگیرید.



- ۱۰- وکتور  $F$  داده شده است، دو وکتور عمود برهمدیگر را قسمی رسم کنید که این قوه محصلة آن‌ها باشد.



# فصل ششم

## ماشین‌های ساده

آیا تا به حال به نقش وسایل مختلفی که در اجرای کارهای روزمره از آن‌ها استفاده می‌کنیم، فکر کرده‌اید؟ برای آسان‌کردن اجرای کارهای زیر از چه وسایل استفاده می‌نمایید؟: تبدیل تایر موتر، بازوپسته نمودن پیچ، بریدن کنده درخت خشک و پیمودن یک فاصله در وقت کم. هر وسیله‌یی که انجام کارها را برای ما آسان نماید به نام ماشین یاد می‌شود. ماشین‌ها به دو نوع می‌باشد: ساده و مرکب. بایسکل یک ماشین مرکب است که از چند قسمت (ماشین‌های ساده) ساخته شده است. شکل (6-1) قسمت‌های مختلف بایسکل به صورت‌های گوناگون در انجام کارها مثال: در تغییر جهت قوه، افزایش و یا کاهش مقدار قوه و افزایش سرعت انجام کار به ما کمک می‌کند. ماشین‌ساده چیست؟ آیا انواع ماشین‌های ساده مثل رافعه، چرخ، سطح مایل را می‌شناسید؟ در این فصل به این سوالات جواب ارائه خواهد گردید.

شکل (6-1) بایسکل یک ماشین است.



## ماشین ساده چیست؟

می‌دانیم آن کارهای که توسط دست انجام داده نمی‌توانیم، ضرورت است که از بعضی وسایل استفاده نماییم؛ پس آن وسیله که جهت و مقدار قوه را تغییر داده و کار را به آسانی انجام می‌دهد، ماشین شمرده می‌شود.

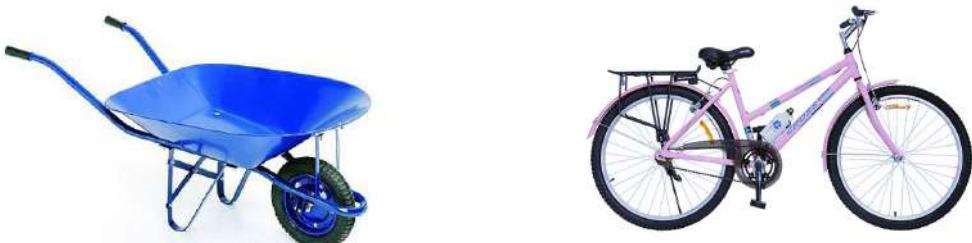
ماشین ساده آن وسیله‌یی است که ساختمان ساده و ابتدایی داشته، جهت و مقدار قوه را تغییر داده و انجام کارهای روزمره را ساده می‌سازد.  
در شکل (۶-۲) چند ماشین ساده نشان داده شده است:



شکل (۶-۲) ماشین‌های ساده

سوال: توسط ماشین‌های ساده فوق کدام کارها انجام داده می‌شود؟ نامهای آن را در کتابچه‌های خود بنویسید.

از ترکیب (یکجا شدن) چندین ماشین ساده، ماشین‌های مرکب یا پیچیده به وجود می‌آید که بعضی از آن‌ها در شکل زیر نشان داده شده است:



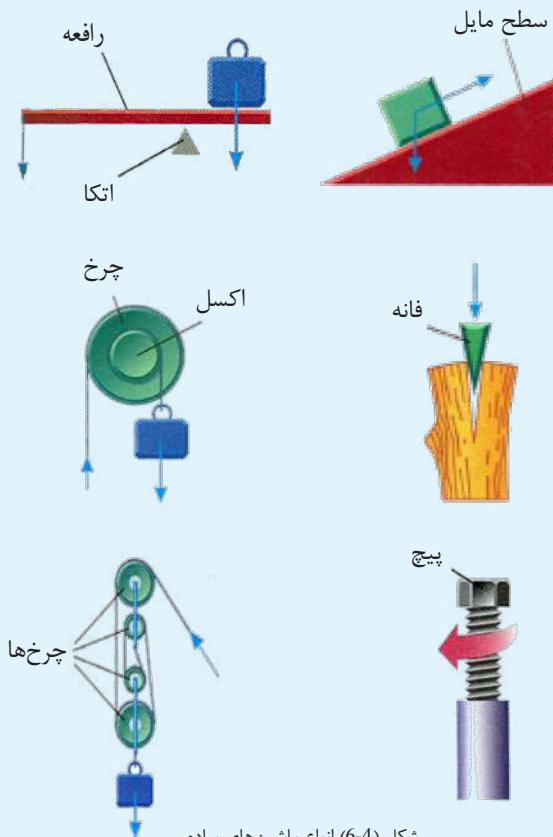
شکل (۶-۳) ماشین‌های مرکب

## انواع ماشین‌های ساده

در درس گذشته دانستیید که ماشین‌ها جهت آسان ساختن کار، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در شکل (6-4) بعضی از انواع دیگر ماشین‌های ساده مانند: رافعه، سطح مایل، فانه، چرخ، پیچ و یک سیستم چرخ‌ها دیده می‌شود با وجود اختلاف در اشکال، همه آن‌ها دارای نقاط قوّه عامل، قوّه مقاوم و نقطه اتکا و همچنین بازویهای قوّه عامل و قوّه مقاوم می‌باشند که هر یک را مورد مطالعه قرار می‌دهیم.

### فعالیت

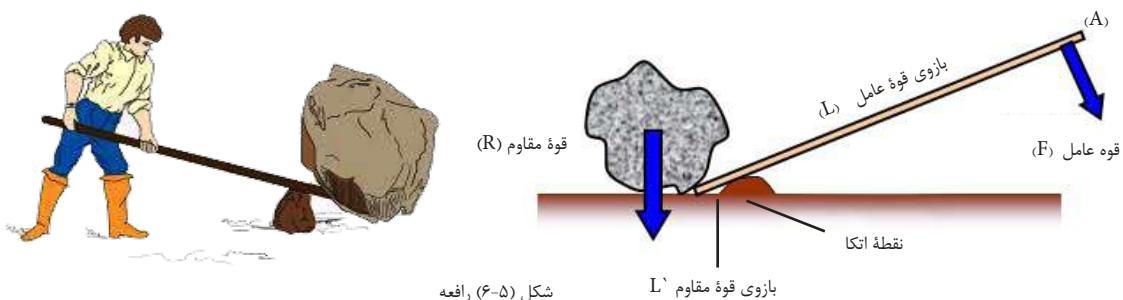
شاغردان در گروه‌های کوچک تقسیم شوند و در شکل‌ها ماشین‌های زیر، قوّه عامل و مقاوم، نقطه تاثیر، نقطه اتکا و بازوی قوّه عامل و مقاوم را پیدا کنند.



شکل (6-4) انواع ماشین‌های ساده

**رافعه:** ماشین ساده است که مقدار و جهت قوه را تغییر داده و کار را به ساده‌گی انجام می‌دهد. رافعه‌ها به طور عموم به سه دسته تقسیم گردیده اند که بعد درباره آن معلومات حاصل خواهیم نمود.

**جبل:** میله سختی است که آزادانه به دور نقطه ثابتی به نام نقطه اتکا و یا محور می‌چرخد. از جبل برای بلند کردن یا جا به جا ساختن وزن‌های سنگین یا مقاومت استفاده می‌شود. شکل (۶-۵) رافعه‌یی را نشان می‌دهد که نقاط قوه عامل و قوه مقاوم و نقطه اتکا و بازوهای قوه‌های عامل و قوه مقاوم در آن مشخص گردیده است.  $R$  قوه مقاوم،  $L'$  بازوی قوه مقاوم،  $L$  بازوی قوه عامل،  $F$  قوه عامل،  $B$  نقطه اثر قوه مقاوم،  $C$  نقطه اتکا و  $A$  نقطه اثر قوه عامل می‌باشد.



شکل (۶-۵) رافعه

### فعالیت

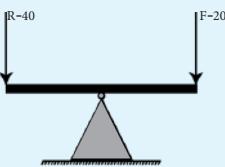


با استفاده از شکل (۶-۶) جاهای خالی را با مشخصات (کمیت‌های) مناسب رافعه پر نمایید.

	<input type="text"/> $C$	<input type="text"/> $\vec{F}$
	<input type="text"/> $A$	<input type="text"/> $\overline{AC}$
	<input type="text"/> $B$	<input type="text"/> $\overline{BC}$
	<input type="text"/>	<input type="text"/> $\overrightarrow{R}$

جهت درک بهتر توازن قوه‌ها در رافعه، فعالیت ذیل را انجام می‌دهیم:

### فعالیت



**سامان و مواد مورد ضرورت:** دو وزن ۲۰ گرامه، دو وزن ۴۰ گرامه، یک میله هموار

### طرز العمل

- ۱ - میله را بالای نقطه اتکا مطابق شکل قرار داده و وزنهای (۲۰ و ۴۰ گرامه) را در دو انجام میله بگذارد.
- ۲ - میله را طوری جا به جا نمایید که در حالت توازن قرار بگیرد.
- ۳ - فاصله‌های قوه عامل و قوه مقاوم را از نقطه اتکا توسط خطکش پیدا نمایید.
- ۴ - نتیجه اندازه‌گیری‌ها را در خانه‌های جدول ذیل بررسانید.
- ۵ - بعد از این مرحله در هر دو انجام میله وزنهای ۴۰ گرامه را قرار داده مراحل ۳ و ۴ را انجام دهید. بعد از مشاوره با هم نتیجه را گزارش بدهید.

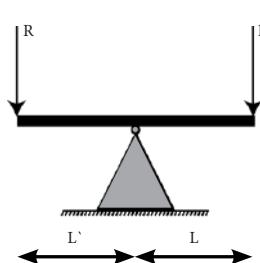
R	قوه مقاوم	L	بازوی قوه مقاوم'	F	قوه عامل	L	بازوی قوه عامل	F.L	L'R	$\frac{R}{F}$	$\frac{L'}{L}$
	40 گرام				20 گرام						
	40 گرام						40 گرام				

اگر فعالیت را درست انجام داده باشید، صرف نظر از وزن میله نتایج ذیل را خواهید گرفت:

- ۱ - هنگام توازن رافعه اگر یکی از قوه‌ها کمتر باشد، به همان تناسب باید بازوی آن قوه درازتر باشد.
- ۲ - نسبت قوه مقاوم بر قوه عامل مساوی به نسبت بازوی قوه عامل بر بازوی قوه مقاوم است.

$$\frac{R}{F} = \frac{L}{L'}$$

يعنى:



۳ - هرگاه قوه عامل و قوه مقاوم هر یک به طول بازوی‌های خودشان ضرب شوند، حاصل ضربشان با هم مساوی است  
شکل (5-6) یعنی:  $F.L = R.L'$

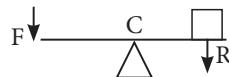
رابطه فوق به نام قانون رافعه‌ها یاد می‌شود.

شکل (6-8) رافعه در حالت توازن

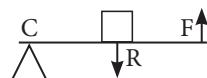
## أنواع رافعه‌ها

رافعه‌ها از نگاه نقاط تأثیر قوه‌های عامل و مقاوم و موقعیت نقطه اتکا به سه دستهٔ ذیل تقسیم شده است:

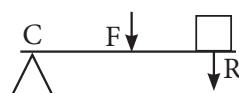
۱- دسته‌یی که در آن‌ها نقطه اتکا در بین قوه عامل و قوه مقاوم قرار دارد مانند اندرچو شکل (6-8).



۲- دسته‌یی که در آن‌ها قوه مقاوم در بین قوه عامل و نقطه اتکا قرار دارد مانند خسته شکن و کراچی شکل (6-9).

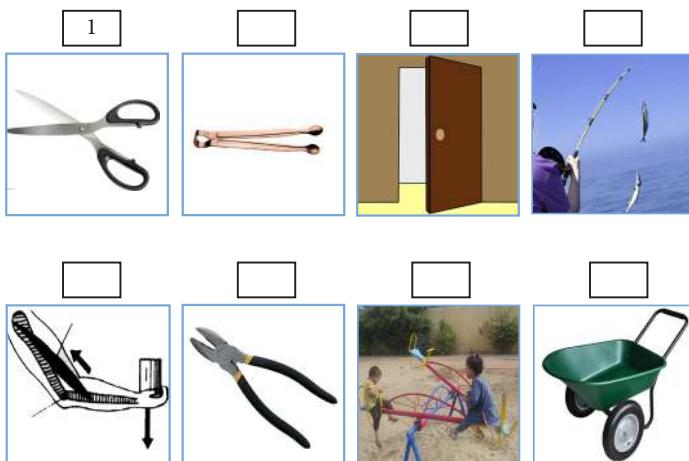


۳- دسته‌یی که در آن‌ها قوه عامل در بین نقطه اتکا و قوه مقاوم قرار دارد مانند سستپلر آتش‌گیر شکل (6-10).



### فعالیت

شاغردان پیدا کنند که ماشین‌های ساده‌یی رسم شده کدام نوع رافعه‌اند. نمبر مربوط آن را در کتابچه‌های خود بنویسید.

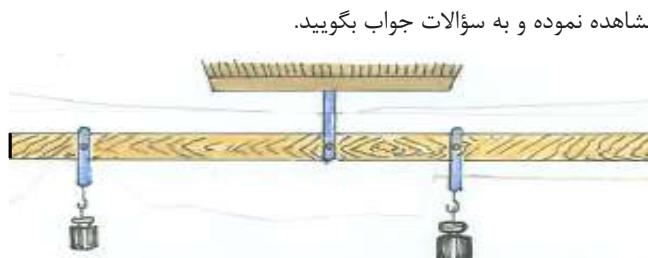


شکل (6-11) انواع رافعه‌ها

## فایدۀ میخانیکی ماشین‌ها

آیا می‌توانید ماشینی را نام ببرید که هر روز از آن‌ها استفاده می‌کنید؟ به چه طریقۀ ماشین‌ها می‌توانند در برابر قوۀ مقاوم مقدار قوۀ واردۀ را کم و یا زیاد سازند؟

### فعالیت



شکل (6-12) رافعه

- الف) شکل بالا کدام نوع رافعه را نشان می‌دهد؟  
ب) از معلومات داده شده، بازوی قوۀ عامل را پیدا نموده، به جدول برسانید.

قوۀ مقاوم R	بازوی قوۀ مقاوم' L'	قوۀ عامل F	بازوی قوۀ عامل L	بازوی قوۀ عامل R/F	L/L'
50 گرم وزن	20 سانتی متر	25 گرم وزن	?	?	?
50 گرم وزن		35 گرم وزن	30 سانتی متر	?	?

در فعالیت رافعه متوجه شده باشید که یک جسم را با استفاده از جبل می‌توانیم آسان‌تر به اندازه دلخواه بیجا نماییم؛ یعنی اگر آن را به همان اندازه بخواهیم با دست بیجا نماییم، قوۀ زیاد مصرف می‌گردد. به این نتیجه می‌رسیم که ماشین کار را نه کم و نه زیاد می‌سازد؛ بلکه انجام کار را آسان‌تر می‌سازد. همین آسان‌تر شدن انجام کارها را توسط یک ماشین به نام فایدۀ میخانیکی ماشین یاد می‌کنند که آن را به M.A نمایش می‌دهند. فایدۀ میخانیکی یک ماشین عبارت از نسبت قوۀ مقاوم بر قوۀ عامل یا نسبت بازوی قوۀ عامل بر بازوی قوۀ مقاوم است؛ یعنی:

$$M.A = \frac{\text{قوۀ مقاوم } R}{\text{قوۀ عامل } F} = \frac{\text{بازوی قوۀ عامل } L}{\text{بازوی قوۀ مقاوم' } L'}$$

## چرخ‌ها

یکی از انواع ماشین‌های ساده چرخ می‌باشد، چرخ عبارت از یک قرص مدور فلزی، پلاستیکی و یا چوبی است که به دور یک محور ثابت آزادانه حرکت می‌کند.

آیا متوجه شده اید که بسیاری از پرزه‌جات ماشین‌ها به شکل چرخ است؟ چرخ چه کارهای را انجام می‌دهد؟ چطور کارها را آسان می‌سازد؟ چرخ چند نوع می‌باشد و فایدهٔ میخانیکی چرخ‌ها چگونه تغییر می‌کند؟ این‌ها سؤالاتی‌اند که جواب‌های شان را در این درس باید دانست.

**(الف) چرخ ثابت:** به یاد داشته باشید که چرخ ثابت مقدار قوّه مقاوم را تغییر نداده، صرف جهت آن را تغییر می‌دهد. جهت شناخت بهتر چرخ ثابت، فعالیت ذیل را انجام می‌دهیم:

🔍فعالیت

سامان و مواد مورد ضرورت: دو وزنه 25 گرامه، یک وزنه 50 گرامه، یک چرخ ثابت و یک ریسمان.

**طرز العمل**

- ۱- مطابق شکل چرخ را به جای ثابت بسته نموده و ریسمان را از آن عبور دهید. در اول به یک طرف ریسمان کتله 50gr و به طرف دیگر آن کتله 25gr را آویزان نمایید. دیده خواهد شد که چرخ به طرف کتله 50gr دوران می‌کند.
- ۲- در مرحله دوم مطابق شکل به طرف کتله 25gr چرخ کتله 25gr را نیز اضافه نمایید تا چرخ در حالت توازن قرار گیرد. در این باره مشاهدت خویش را بنویسید.

اگر فعالیت را درست انجام داده باشید نتیجه‌های ذیل را به دست می‌آورید:

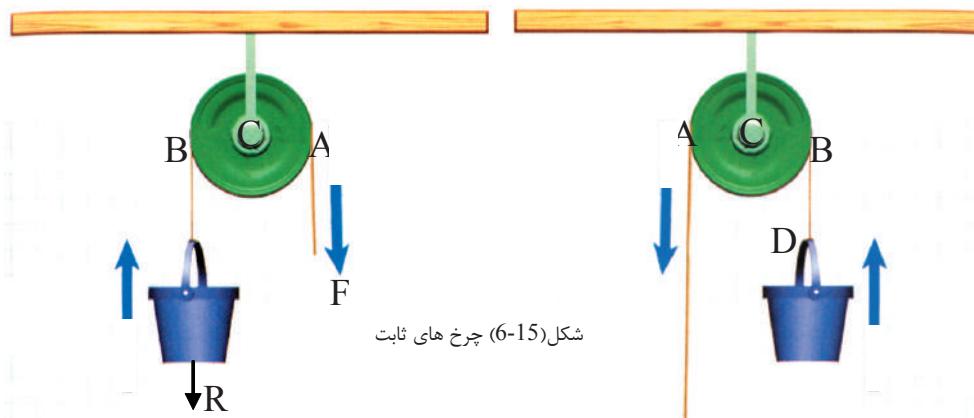
- ۱- چون قوّه عامل برخلاف قوّه مقاوم عمل می‌کند از این رو این چرخ برای تغییر جهت قوّه به کار بردگ می‌شود.
- ۲- چرخ زمانی در حالت توازن قرار می‌گیرد که قوّه‌های عامل و مقاوم با هم مساوی باشند.

۷۶

۳ - فایده میخانیکی چرخ ثابت، مساوی به یک می باشد؛ زیرا شعاع چرخ؛ یعنی بازوی قوه عامل (OA) و بازوی مقاوم (OB) با هم مساوی اند؛ یعنی:

$$\frac{L}{L'} = 1 \quad \text{و یا} \quad L = L'$$

و چون  $\frac{R}{F}$  قوه مقاوم است پس:  $1 = \frac{L}{L'} = \frac{R}{F}$  فایده میخانیکی چرخ ثابت

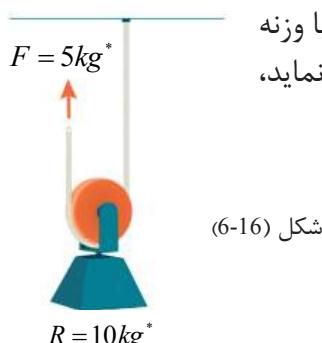


شکل(6-15) چرخ های ثابت

۴ - در چرخ ثابت، تغییر مکان نقطه اثر قوه عامل مساوی به تغییر مکان نقطه اثر قوه مقاوم می باشد؛ یعنی طول ریسمان در سمت قوه مقاوم همان قدر کم می شود که هنگام

حرکت در سمت قوه عامل افزایش می یابد. شکل (6-11)

**ب) چرخ متحرک آزاد:** چون در این حالت چرخ با وزنه یکجا توسط ریسمان به سمت بالا و پایین آزادانه حرکت می نماید، از این رو به نام چرخ متحرک یا آزاد یاد می شود.

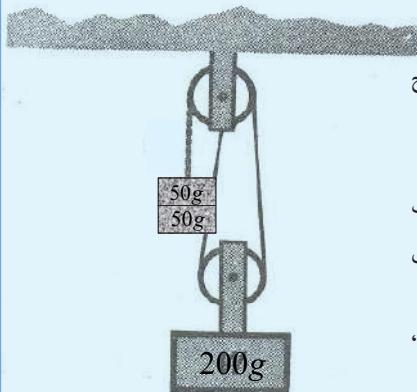


شکل (6-16)

برای شناخت بیشتر چرخ متحرک فعالیت ذیل را انجام می‌دهیم:



### فعالیت



شکل(17-6) سیستم چرخ ها

مواد مورد ضرورت: دو کتله 50gr، یک کتله 200gr، یک چرخ ثابت و یک چرخ متحرک و یک ریسمان

### طرز العمل

۱- یک سیستم چرخ‌ها که یک چرخ ثابت و یک چرخ متحرک یا آزاد در آن بسته شده است، بر یک طرف ریسمان مشترک اول کتله 50gr و به طرف دیگر آن کتله 200gr را آویزان نمایید.

۲- در مرحله دوم مطابق شکل به طرف چپ سیستم کتله 50gr را نیز علاوه نموده و مشاهدات خویش را بنویسید.

اگر فعالیت را درست انجام داده باشید نتیجه‌های ذیل را به دست آورده‌اید:

۱- هر چرخ آزاد برای تغییر جهت قوه به کار رفته و کار را دو چند آسان می‌سازد.

۲- اگر وزن چرخ و ریسمان، بسیار کم باشد و اصطکاک محور با چرخ ناچیز شود، قوه عامل و قوه مقاوم زمانی در توازن قرار می‌گیرند، که قوه مقاوم دو چند قوه عامل باشد، شکل (6-13).

$$\frac{R}{F} = \frac{\text{قوه مقاوم}}{\text{قوه عامل}} = \frac{200\text{gr}^*}{100\text{gr}^*} = 2$$

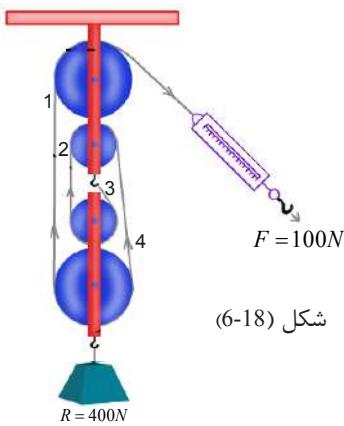
۳- تغییر موقعیت نقطه تأثیر قوه عامل در چرخ آزاد، نسبت به تغییر موقعیت نقطه تأثیر قوه مقاوم دو برابر است.

## چرخ‌های مرکب (سیستم چرخ‌ها)

طوری که از نام آن معلوم می‌شود، چرخ‌های مرکب از ترکیب چرخ‌های ثابت و متحرک ساخته می‌شوند.

### (الف) چرخ‌های مرکب با ریسمان واحد

در این نوع چرخ‌ها یک انجام ریسمان مطابق شکل (6-18) به چرخ ثابت پایینی محکم گردیده و به ترتیب از جری یک چرخ متحرک و یک ثابت عبور می‌کند. در این شکل از دو چرخ ثابت و دو چرخ متحرک استفاده شده است، پس وزن (R) بالای تعداد ریسمان‌های جانبی به طور مساوی تقسیم می‌شود؛ یعنی:



شکل (6-18)

$$\frac{R}{4} = F \Rightarrow R = 4F$$

به صورت عمومی اگر تعداد ریسمان‌های جانبی یا تعداد چرخ‌ها (n) باشد پس:

$$\frac{R}{n} = F \Rightarrow R = n.F$$

$$F = \frac{400}{4} = 100\text{N}$$

همین گونه فایده میخانیکی آن:

$$M.A = \frac{R}{F} = \frac{n.F}{F} = n$$

$$MA = \frac{400}{100} = 4$$

## ب) چرخ‌های مرکب با چندین ریسمان

در یک چرخ آزاد (متحرک) دیدیم که قوه مقاوم (R) بالای ریسمان‌های جانبی به دو حصه مساوی تقسیم می‌شود؛ یعنی:

$$\frac{R}{2} = F \Rightarrow R = 2F$$

هرگاه در یک سیستم چرخ‌ها، چندین چرخ آزاد با ریسمان مستقل استفاده گردد، مطابق

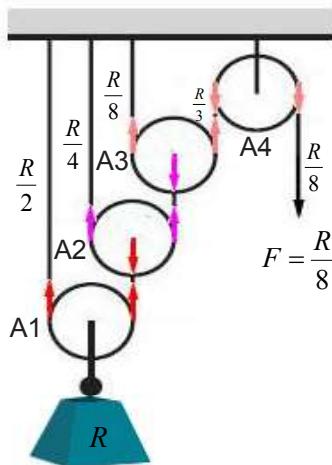
$$\text{شکل (6-19)} \quad \text{چرخ متحرک اول وزن } R \text{ را نصف می‌کند؛ یعنی: } F_1 = \frac{R}{2} = \frac{R}{2^1}$$

چرخ دوم، وزن باقیمانده چرخ اول را باز نصف می‌کند؛ یعنی:

$$F_2 = \frac{R/2}{2} = \frac{R}{4} = \frac{R}{2^2}$$

به همین ترتیب چرخ سوم، باقیمانده وزن چرخ دوم را باز هم نصف می‌کند؛ یعنی:

$$F_3 = \frac{\frac{R}{4}}{2} = \frac{R}{8} = \frac{R}{2^3}$$



شکل (19-6) چرخ‌های مرکب با چندین ریسمان

پس اگر در سیستم به تعداد (n) چرخ متحرک وجود داشته باشد، برای پیدا نمودن قوه عامل (F) رابطه ذیل به دست می‌آید:

$$F = \frac{R}{2^n} \Rightarrow R = 2^n \cdot F$$

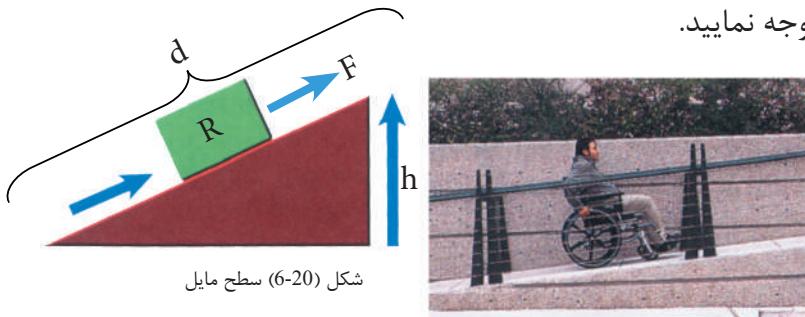
$$MA = \frac{R}{F} = \frac{2^n F}{F} = 2^n$$

$$MA = 2^n$$

فایده میخانیکی این نوع چرخ‌ها:

## سطح مایل

سطحی که با سطح افقی، زاویه حاده را تشکیل دهد به نام سطح مایل یاد می‌گردد؛ آیا سطح مایل می‌تواند کار را آسان کند؟ فایده میخانیکی سطح مایل چند است؟ به شکل (6-15) توجه نمایید.



شکل (6-20) سطح مایل

در سطح مایل همیشه نسبت قوه مقاوم (R) و قوه عامل (F) که قوه سنج نشان می‌دهد، با نسبت طول سطح مایل (d) و ارتفاع (h) مساوی است. این نسبتها فایده میخانیکی سطح مایل را نشان می‌دهد؛ یعنی:

$$M.A = \frac{\text{فایدۀ میخانیکی سطح مایل}}{\text{قوه عامل}} = \frac{\text{طول سطح مایل} d}{\text{ارتفاع سطح مایل} h}$$

$$M.A = \frac{R}{F} = \frac{d}{h}$$

جهت درک بهتر سطح مایل فعالیت ذیل را انجام می‌دهیم:

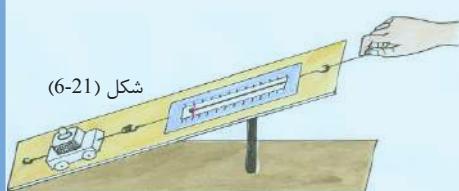
### فعالیت



**مواد مورد ضرورت:** قوه‌سنچ، موترک، وزنه و تخته یک متری به حیث سطح مایل.

#### طرز العمل:

- ۱ - وزنه و موترک را وزن نمایید. (قوه مقاوم)
- ۲ - وزنه و موترک را یکجا روی سطح مایل قرار دهید و با قوه‌سنچ موترک را مطا بق شکل (6-15) به طرف بالا بکشید. دقت کنید هنگام کشیدن قوه‌سنچ موازی با سطح مایل باشد. تجربه را چندین بار با زاویه‌ها یا نشیب‌های مختلف سطح انجام داده و در هر بار فایدۀ میخانیکی سطح را محاسبه نموده و نتیجه را در جدول برسانید.
- ۳ - طول  $d$  و ارتفاع  $h$  سطح مایل را اندازه‌گیری نموده و هر بار در جدول بنویسید.



طول سطح مایل (d)	ارتفاع سطح مایل (h)	$\frac{d}{h}$	$\frac{\text{فایدۀ میخانیکی سطح}}{\text{قوه}} R$	عدد قوه سنچ F	مجموعۀ وزن بار و موترک R
1 متر	20 سانتی متر				
1 متر	30 سانتی متر				
1 متر	40 سانتی متر				

بعد از اجرای فعالیت به سؤالات زیر جواب بدهید.

- ۱ - با افزایش ارتفاع سطح مایل از سطح میز فایدۀ میخانیکی کم می‌شود یا زیاد؟
- ۲ - در جدول، نسبت‌های مربوط قوه مقاوم و قوه عامل را با نسبت‌های طول سطح مایل و ارتفاع سطح مایل مقایسه کنید. به چه نتیجه‌ای می‌رسید؟

اگر فعالیت را به طور درست انجام داده باشید، نتایج ذیل را برای جواب به سؤالات فوق به دست خواهید آورد:

- ۱ - هرگاه طول سطح مایل ( $d$ ) ثابت باشد، با ازدیاد سطح مایل از سطح میز فایدۀ میخانیکی کمتر می‌شود.
- ۲ - در جدول دیده می‌شود که نسبت‌های  $\frac{d}{h}$  و  $\frac{R}{F}$  با هم مساوی اند.



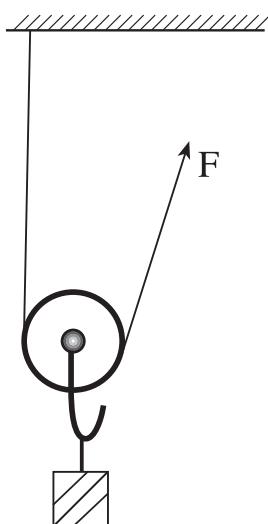
## خلاصه فصل ششم

- هر وسیله‌یی که مقدار و جهت قوه را تغییر داده و کار را آسان سازد ماشین گفته می‌شود.
- فایده میخانیکی یک ماشین ساده عبارت از نسبت مقدار قوه مقاوم و قوه عامل یا بازوی قوه مقاوم بر قوه عامل است، که مقدار آسانی کار را نشان می‌دهد.

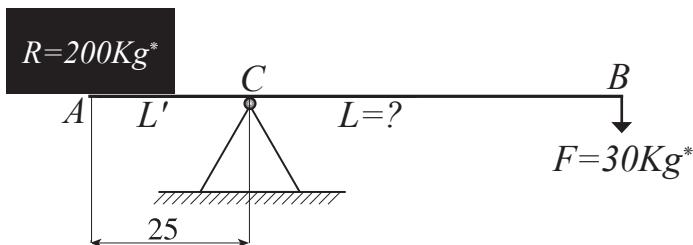
$$\frac{\text{بازوی قوه عامل } L}{\text{بازوی قوه مقاوم } L'} = \frac{\text{قوه مقاوم } R}{\text{قوه عامل } F} = \frac{M.A}{F}$$

- رافعه، چرخ و سطح مایل انواع ماشین‌های ساده اند.
- رافعه ماشین ساده‌یی است که مقدار و جهت قوه را تغییر داده و کار را آسان می‌سازد.
- رابطه  $F.L = R.L'$  به نام قانون رافعه‌ها یاد می‌شود.
- هر سطحی که با سطح افق یک زاویه‌یی حاده بسازد به نام سطح مایل یاد می‌شود.
- چرخ عبارت از یک قرص دور فلزی، پلاستیکی و یا چوبی است که به دور یک محور ثابت آزادانه حرکت می‌کند.
- چرخ‌ها به دو روش بسته می‌شوند، ثابت یا متحرک.

## سوال‌های فصل ششم



- ۱- ماشین ساده چیست؟ چند مثال بیاورید.
- ۲- هرگاه در شکل مقابل  $R = 20kg^*$  و  $L' = 20cm$  باشد، مقدار قوه عامل ( $F_1$ ) و بازوی قوه عامل ( $L$ ) را دریابید.
- ۳- چند نوع ماشین ساده را می‌شناسید؟ نام ببرید.
- ۴- یک رافعه را ترسیم نموده، نقاط قوه عامل، قوه مقاوم و نقطه اتکا و همچنان بازوها و قوه‌های عامل و مقاوم را در آن نشان بدهید.
- ۵- در شکل مقابل،  $M.A$  و  $F$  را محاسبه کنید. در صورتی که:
- $$R = 20Kg^* \text{ و } L' = 20cm$$
- ۶- در شکل ذیل بازوی قوه عامل رافعه را پیدا نمایید، در صورتی که قوه عامل مساوی  $30Kg^*$ ، قوه مقاوم مساوی به  $200Kg^*$  و بازوی قوه مقاوم مساوی  $25$  سانتی‌متر باشد.



- ۷- هر سطحی که با سطح افقی یک زاویه حاده بسازد به نام ..... یاد می‌شود.
- ۸- میله سختی که به دور ..... بچرخد جبل گفته می‌شود.
- ۹- اگر طول یک سطح مایل  $3$  متر و ارتفاع آن  $1$  متر باشد، فایده میخانیکی آن را حساب کنید.
- ۱۰- جسمی که  $800kg^*$  وزن دارد توسط  $4$  چرخ با ریسمان واحد بلند می‌گردد. قوه‌یی عاملی را که برای بلند کردن جسم مذکور لازم است حساب کنید.