فصل ۱ فیزیک و اندازه‌گیری

یکی از وجوه مشترک فیزیک و معماری، اندازه‌گیری است. معماران هنرمند ایرانی از صدها سال پیش با بهره‌گیری از روش‌ها و فنون اندازه‌گیری، اثرهای بدیع و ماندگاری به یادگار گذاشته‌اند.

اگر به‌دنبال ردِ پای فیزیک در زندگی خود باشید، کجا را باید جست‌وجو کنید؟ درست حدس زدید! لازم نیست جای خیلی دوری بروید؛ زیرا فیزیک با زندگی روزانهٔ ما عجین شده است. وسایل برقی، خودروها، گوشی‌های تلفن همراه و بسیاری از وسایل و ابزارهای ساخته‌شدهٔ اطراف ما، با بهره‌گیری از اصول و قانون‌های فیزیکی ساخته شده‌اند. فیزیک‌دانان، گسترهٔ وسیعی از پدیده‌ها را بررسی می‌کنند. این گستره، اندازه‌های خیلی کوچک (مانند اتم‌ها و ذرات سازندهٔ آنها) تا اندازه‌های خیلی بزرگ (مانند کهکشان‌ها و اجزای تشکیل‌دهندهٔ آنها) را در بر می‌گیرد. در این فصل، پس از آشنایی با فیزیک و نظریه‌های فیزیکی، به اهمیت مدل‌سازی در فیزیک پی‌خواهید برد. با کمیت‌های فیزیکی، دستگاه بین‌المللی یکاها، چگونگی تبدیل یکاها، خطا و دقت در اندازه‌گیری و همچنین با فرایند تخمینِ مرتبهٔ بزرگی در حلّ برخی از مسائل فیزیکی آشنا خواهید شد. در پایان فصل، نگاهی به چگالی و کاربردهای آن خواهد شد.

۱ـ۱ فیزیک: دانش بنیادی

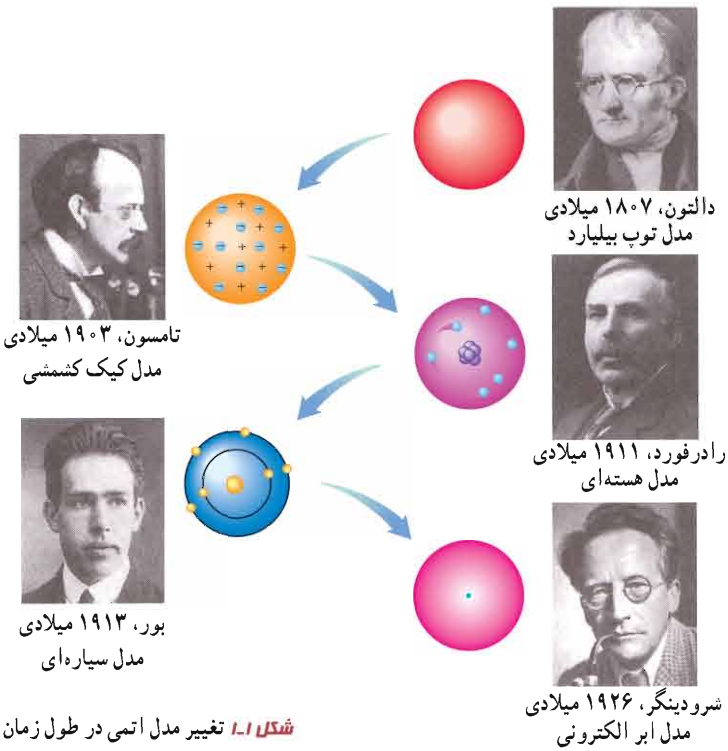
آزمایش و مشاهده در فیزیک، اهمیت زیادی دارد؛ اما آنچه بیش از همه در پیشبرد و تکامل علم فیزیک نقش ایفا کرده و می‌کند، تفکر نقادانه و اندیشه‌ورزی فعال فیزیک‌دانان نسبت به پدیده‌هایی است که با آنها مواجه می‌شوند.

مطالعه و یادگیری فیزیک به این دلیل اهمیت دارد که فیزیک یکی از بنیادی‌ترین دانش‌ها و شالودهٔ تمامی مهندسی‌ها و فنّاوری‌هایی است که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم در زندگی ما نقش دارند.

فیزیک‌دانان، پدیده‌های گوناگون طبیعت را مشاهده می‌کنند و می‌کوشند الگوها و نظم‌های خاصی میان این پدیده‌ها بیابند. دانشمندان فیزیک برای توصیف و توضیح پدیده‌های مورد بررسی، اغلب از قانون، مدل و نظریهٔ فیزیکی استفاده می‌کنند. از آنجا که فیزیک، علمی تجربی است، لازم است این قوانین، مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی توسط آزمایش مورد آزمون قرار گیرند.

مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی در طول زمان همواره معتبر نیستند و ممکن است دستخوش تغییر شوند. به بیان دیگر همواره این امکان وجود دارد که نتایج آزمایش‌های جدید منجر به بازنگری مدل یا نظریه‌ای شود و حتی ممکن است نظریه‌ای جدید جایگزین آن شود. مثلاً در دهه‌های آغازین قرن گذشته، نظریهٔ اتمی با توجه به مشاهده‌ها و کسب اطلاعات جدید در خصوص رفتار اتم‌ها، بارها اصلاح شد (شکل ۱ـ۱).

مدل اتمی در طول زمان توسط دانشمندان گوناگون تکمیل شده و همواره نظریات جدیدی در مورد آن مطرح شده است. این تکامل می‌تواند هم‌چنان ادامه داشته باشد.



شکل ۱ـ۱ تغییر مدل اتمی در طول زمان

ویژگی آزمون‌پذیری و اصلاح نظریه‌های فیزیکی، نقطهٔ قوّت دانش فیزیک است و نقش مهمی در فرایند پیشرفت دانش و تکامل شناخت ما از جهان پیرامون داشته است.

دانشمندان برای بیان قانون‌های فیزیکی، اغلب از گزاره‌های کلی و در عین حال مختصر استفاده می‌کنند. قانون‌های فیزیکی، معمولاً رابطهٔ بین برخی از کمیت‌های فیزیکی را توصیف می‌کنند و در دامنهٔ وسیعی از پدیده‌های گوناگون طبیعت معتبرند (مانند قانون‌های نیوتون که در علوم نهم با آنها آشنا شدید). برای توصیف دامنهٔ محدودتری از پدیده‌های فیزیکی، که عمومیت کمتری دارند، اغلب از اصطلاح اصل استفاده می‌شود (مانند اصل پاسکال که برای شاره‌های ساکن و محصور معتبر است و در علوم نهم با آن آشنا شدید).

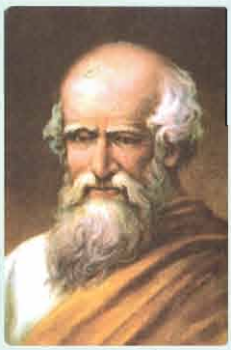
تفاوت میان قانون و اصل فیزیکی

خوب است بدانید

واژهٔ فیزیک، ریشه در یونان باستان دارد و به معنای شناخت طبیعت است. تا آنجا که تاریخ مدون علم نشان می‌دهد، فیلسوفان آسیای صغیر در سدهٔ هفتم قبل از میلاد مسیح نخستین کسانی بودند که پرسش‌هایی دربارهٔ طبیعت مطرح ساختند.

اندیشه‌های علمی این فیلسوفان در سدهٔ پنجم قبل از میلاد در یونان و پس از آن در مناطقی مانند مقدونیه، سوریه، مصر و به‌ویژه در شهر اسکندریه پیگیری شد. کارهای ارشمیدس و برخی دیگر از دانشمندان یونان باستان به همین دوره مربوط می‌شود. بررسی‌های انجام‌شده توسط تاریخ‌نگاران علم نشان می‌دهد روش ارشمیدس به روش‌های علمی امروزه نزدیک بوده است.

پس از ظهور و گسترش اسلام، دانشمندان مسلمان و به‌خصوص ایرانی مانند ابوریحان بیرونی، ابن هیثم، خواجه نصیرالدین طوسی، ابن سینا و بسیاری دیگر در زمینه‌های نجوم، نورشناسی و مکانیک، دانش فیزیک را گسترش دادند که بعدها بخشی از این نتایج پایه‌ای برای کارهای گالیله و دیگران شد.



ارشمیدس
(۲۸۷ تا ۲۱۲ قبل از میلاد)

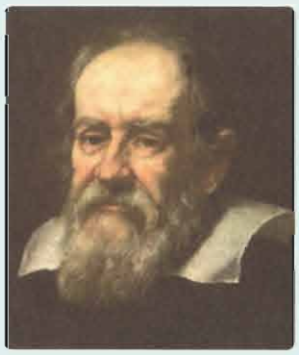
ابن هیثم
(۱۰۴۰ــ ۹۶۵م)

ابوریحان بیرونی
(۱۰۴۸ــ ۹۷۳م)

ابوعلی سینا
(۱۰۳۷ــ ۹۸۰م)

خواجه نصیرالدین طوسی
(۱۲۷۴ــ ۱۲۰۱م)

در کتاب‌های تاریخ علم، روایت کرده‌اند که گالیله جسم‌های سبک و سنگین را از بالای برج کج پیزا رها کرد تا دریابد که آیا زمان سقوط آنها یکسان است یا متفاوت. گالیله تشخیص داد که تنها یک بررسی تجربی می‌تواند به این پرسش پاسخ دهد. وی با تعمق زیاد روی نتیجهٔ آزمایش‌های خود، گام بلندی به سوی این اصل برداشت که شتاب جسم در حال سقوط، مستقل از جرم آن است.



گالیلئو گالیله
(۱۶۴۲ــ ۱۵۶۴م)

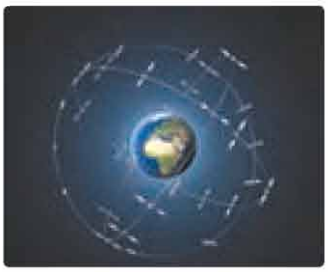
برج کج پیزا واقع در فلورانس ایتالیا

نقش پررنگ فیزیک در علوم مهندسی

فیزیک، پایه و اساس تمامی مهندسی‌ها و فنّاوری‌هاست. هیچ مهندسی نمی‌توانست بدون آنکه نخست قانون‌های اساسی فیزیک را درک کند، یک تلویزیون با صفحهٔ تخت، یک فضاپیمای میان‌سیاره‌ای، یک لامپ کم‌مصرف LED یا حتی یک ابزار ساده طراحی کند. شکل ۱ــ۲ الف تا ج، بخش بسیار کوچکی از دستاوردهای دانش و فنّاوری‌های نوین را نشان می‌دهند که فیزیک، شالودهٔ تمامی آنهاست.

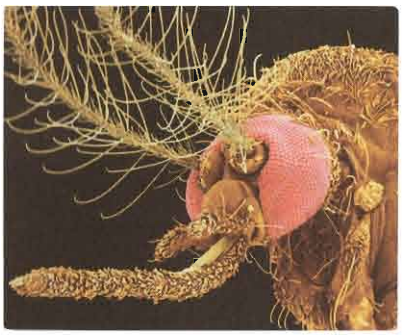
(الف)

(ب)



(پ)

(ت)



(ث)

(ج)

شکل ۱ـ۲ (الف) جُونو (Juno)، کاوشگری که ناسا به سوی مشتری (برجیس)، بزرگ‌ترین سیارهٔ منظومهٔ شمسی پرتاب کرد و پس از پنج سال، در اوایل تابستان ۱۳۹۵ به مداری نزدیک این سیاره رسید. این مدارگرد که به ابزارهای پیشرفته‌ای مجهز شده، اطلاعاتی دربارهٔ جوّ مشتری، ویژگی‌های مغناطیسی و گرانشی و همچنین چگونگی شکل‌گیری این سیاره به زمین ارسال می‌کند. (ب) شتاب‌دهندهٔ ذرات زیر اتمی در تونلی به طول ۲۷ کیلومتر که در عمق ۱۷۵ متری زمین و در مرز کشورهای فرانسه و سوئیس ساخته شده است. در این مرکز پژوهشی بیش از ۳۰۰۰ دانشمند و فیزیک‌دان مشغول به‌کارند. بزرگ‌ترین دستاورد این آزمایشگاه تاکنون، کشف ذرهٔ بوزون هیگز است که خبر تأیید آن در تابستان ۱۳۹۱ اعلام شد. (پ) سامانهٔ مکان‌یابی جهانی (GPS) مکان اجسام را با دقت قابل ملاحظه‌ای روی زمین پیدا می‌کند. بخشی از دقت این سامانه، به این دلیل حاصل می‌شود که GPS براساس نظریهٔ نسبیت اینشتین کار می‌کند. (ت) ترابری مگ لِو (maglev)، یکی از دستاوردهای فیزیک اَبَررساناست. این وسیلهٔ نقلیه موسوم به قطار مغناطیسی حامل پیچه‌های ابررسانا در زیر خود است. همین امر سبب می‌شود تا قطار چند سانتی‌متر بالاتر از ریل به‌صورت شناور درآید و با تندی‌ای فراتر از ۴۰۰ کیلومتر بر ساعت حرکت کند. (ث) این عکس نمای بزرگ‌شده از یک حشره را نشان می‌دهد که با میکروسکوپ الکترونی روبشی(SEM) گرفته شده است. در این نوع میکروسکوپ‌ها، به جای نور مرئی، از باریکه‌ای از الکترون‌ها برای تصویربرداری استفاده می‌شود. (ج) پردازنده یا واحد پردازش مرکزی (CPU) متشکل از صدها میلیون تا چندین میلیارد ترانزیستور بسیار کوچک و ظریف است که در یک محفظهٔ سرامیکی جای گرفته‌اند. این شکل یکی از پردازنده‌های نسل جدید را نشان می‌دهد که فراتر از یک میلیارد ترانزیستور ۲۲ نانومتری در آن به‌کار رفته است.[۱]

فعالیت ۱ـ۱

افزون بر فهرست بالا، شما نیز به اتفاق اعضای گروه خود، فهرست دیگری از کاربردهای فیزیک در فنّاوری تهیه کنید که نقش مهمی در زندگی ما دارند. (این فهرست را می‌توانید به‌صورت پوستر، پاورپوینت، فیلم‌های کوتاه و ... تهیه و ارائه کنید.)

۱ـ مطالب آمده در زیرنویس شکل ۱ـ ۲ جزء ارزشیابی نیست.

۱ـ۲ مدل‌سازی در فیزیک

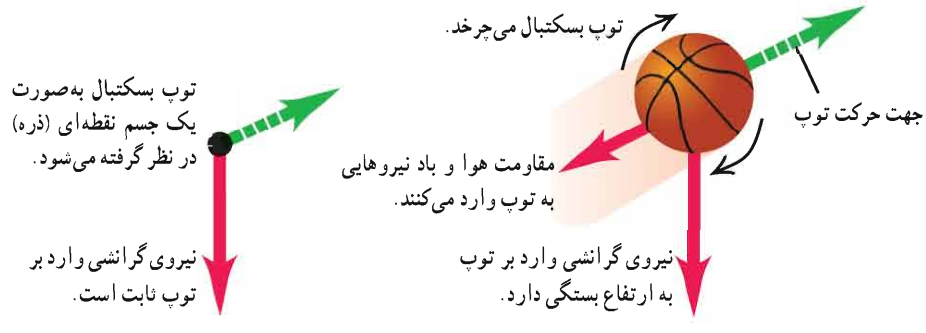
پدیده‌هایی مانند پرتاب توپ، افتادن برگ درخت، تشکیل رنگین‌کمان، آذرخش و ...، ممکن است برای ما عادی شده باشند؛ ولی بررسی و تحلیل آنها در فیزیک معمولاً با پیچیدگی‌هایی همراه است. به همین دلیل فیزیک‌دانان برای بررسی پدیده‌ها، از مدل‌سازی استفاده می‌کنند. مدل‌سازی در فیزیک فرایندی است که طی آن یک پدیدهٔ فیزیکی، آن‌قدر ساده و آرمانی می‌شود تا امکان بررسی و تحلیل آن فراهم شود. *بدون مدل‌سازی، بررسی و تحلیل اغلب پدیده‌های فیزیکی حداقل برای ما کاری بسیار دشوار خواهد بود.*

برای شناخت بهتر فرایند مدل‌سازی در فیزیک، فرض کنید بخواهیم حرکت یک توپ پرتاب‌شده را بررسی کنیم (شکل ۱ـ۳ الف). ممکن است در نگاه اول، بررسی و تحلیل حرکت توپ، ساده به نظر برسد، ولی واقعیت برخلاف این است. توپ، یک کرهٔ کامل نیست (درزها و برجستگی‌هایی روی توپ وجود دارد) و در حین حرکت به دور خود می‌چرخد، باد و مقاومت هوا بر حرکت آن اثر می‌گذارند. وزن توپ با تغییر فاصلهٔ آن از مرکز زمین تغییر می‌کند. اگر بخواهیم تمام این موارد را هنگام بررسی و تحلیل حرکت توپ در نظر بگیریم، تحلیل ما پیچیده خواهد شد.

با مدل‌سازی حرکت توپ، می‌توانیم تا حدود زیادی این پیچیدگی‌ها را کاهش دهیم و بررسی و تحلیل حرکت توپ را به‌طور ساده، امکان‌پذیر سازیم. با چشم پوشیدن از اندازه و شکل توپ، آن را به‌صورت یک جسم نقطه‌ای یا ذره در نظر می‌گیریم. همچنین با فرض اینکه توپ در خلأ حرکت می‌کند، از مقاومت هوا و اثر وزش باد صرف‌نظر می‌کنیم. سرانجام فرض می‌کنیم با تغییر فاصلهٔ توپ از مرکز زمین، وزن آن ثابت می‌ماند (شکل ۱ـ۳ ب). اینک مسئلهٔ ما به قدر کافی ساده شده است و می‌توانیم حرکت آن را بررسی و تحلیل کنیم.

توجه : هنگام مدل‌سازی یک پدیدهٔ فیزیکی، باید اثرهای جزئی‌تر را نادیده بگیریم نه اثرهای مهم و تعیین‌کننده را. برای مثال، اگر به جای مقاومت هوا، نیروی جاذبهٔ زمین را نادیده می‌گرفتیم، آن گاه مدل ما پیش‌بینی می‌کرد که وقتی توپی به بالا پرتاب شود در یک خط مستقیم بالا می‌رود!

مکانیک، یکی از شاخه‌های فیزیک است که در آن به بررسی حرکت اجسام و نیروهای واردشده به آنها می‌پردازد. شکل زیر، مثالی ساده از کاربرد مدل‌سازی در مکانیک است. در فصل دوم، از این مدل‌سازی استفادهٔ زیادی خواهیم کرد.

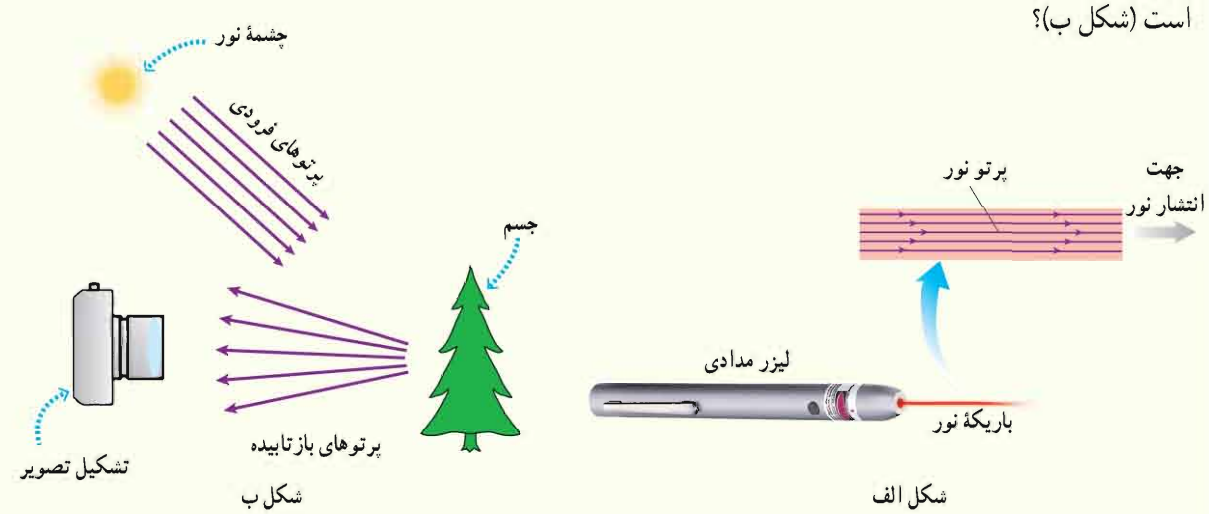


شکل ۱ـ۳ استفاده از یک مدل آرمانی برای ساده‌سازی تحلیل حرکت یک توپ بسکتبال در هوا

نکته: تعیین مقدار، برای یک کمیت فیزیکی را اندازه‌گیری می‌کنیم.

پرسش ۱ــ۱

شکل الف براساس آنچه در علوم سال هشتم در زمینهٔ نورشناسی خواندید آمده است. اجزای این شکل را توضیح دهید و بگویید که در آن، چه چیزی مدل‌سازی شده است. این مدل‌سازی چگونه در تشکیل تصویر در یک دوربین عکاسی به‌کار رفته است (شکل ب)؟



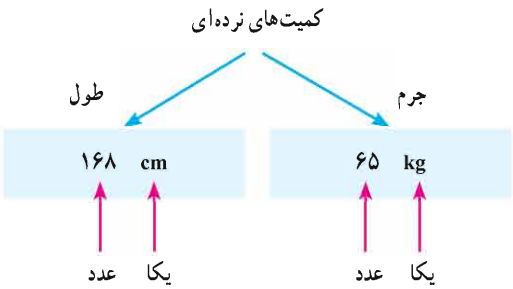
نام دیگر کمیت‌های نرده‌ای، عددی است.

۱ــ۳ اندازه‌گیری و کمیت‌های فیزیکی

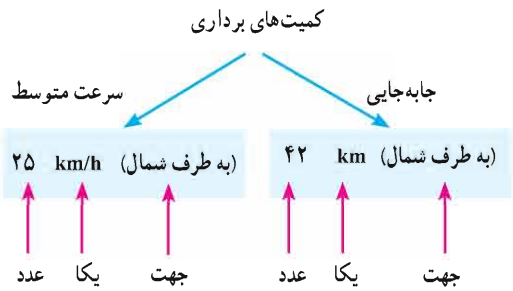
همان‌طور که پیش از این گفتیم فیزیک علمی تجربی است و هدف آن بررسی پدیده‌های فیزیکی در جهان پیرامون است. اساس تجربه و آزمایش، اندازه‌گیری است و برای بیان نتایج اندازه‌گیری، به‌طور معمول از عدد و یکای مناسب آن استفاده می‌کنیم. در فیزیک به هر چیزی که بتوان آن را اندازه گرفت، مانند طول، جرم، تندی، نیرو و زمان سقوط یک جسم، کمیت فیزیکی گفته می‌شود.

برای بیان برخی از کمیت‌های فیزیکی، تنها از یک عدد و یکای مناسب آن استفاده می‌شود. این گونه کمیت‌ها، **کمیت نرده‌ای (اسکالر)** نامیده می‌شوند. برای مثال، وقتی می‌گوییم جرم و طول قد شخصی به ترتیب، ۶۵ kg و ۱۶۸ cm است، از دو کمیت فیزیکی نرده‌ای برای توصیف این شخص استفاده کرده‌ایم (شکل ۱ــ۴).

برای بیان برخی دیگر از کمیت‌های فیزیکی، افزون بر یک عدد و یکای مناسب آن، لازم است به جهت آن نیز اشاره کنیم. این دسته از کمیت‌ها را، **کمیت برداری** می‌نامند. با برخی از این کمیت‌ها مانند جابه‌جایی، سرعت، شتاب و نیرو در علوم سال نهم آشنا شدید. برای مثال، وقتی می‌گوییم جابه‌جایی دوچرخه‌سواری ۴۲ km به طرف شمال و سرعت متوسط آن ۲۵km/h به طرف شمال است، از دو کمیت برداری برای توصیف حرکت این دوچرخه‌سوار استفاده کرده‌ایم (شکل ۱ــ۵). برای نوشتن کمیت‌های برداری، مانند نیرو $\vec{F}$ و شتاب $\vec{a}$، از علامت پیکان بالای نماد آن کمیت استفاده می‌کنیم. اگر علامت پیکان بالای یک کمیت برداری نیاید، مانند F و a، تنها اندازهٔ آن کمیت برداری (شامل عدد و یکا) بیان شده است.



شکل ۱ــ۴ هر کمیت نرده‌ای را باید با عدد و یکای مناسب آن بیان کنیم. بیان یک کمیت فیزیکی، بدون ذکر یکای آن، معنایی ندارد!



شکل ۱ــ۵ هر کمیت برداری را باید با عدد، یکای مناسب و جهت آن بیان کنیم. بیان یک کمیت فیزیکی برداری بدون ذکر یکا و جهت آن، معنایی ندارد!

هر کمیتی در فیزیک دارای یک یا چند واحد و یکا جهت اندازه‌گیری است، مثلاً برای کمیت سرعت می‌توان به واحدهای متر بر ثانیه (m / s) و کیلومتر بر ساعت (km / h) اشاره نمود.

نکته: فرایند جمع و تفریق کمیت‌های نرده‌ای از قانون جمع جبری (همونی که اول دبستان یاد گرفتیدا) پیروی می‌کند. درحالی‌که برای جمع و تفریق کمیت‌های برداری، باید از قوانین جمع برداری استفاده نمود.

نکته: برخی کمیت‌های فرعی مانند سرعت یا تندی دارای یکای مشتق و چرا گاه‌ای نیستند (m/s) و برخی دیگر مانند فشار دارای یکای اختصاصی هستند. (Pa)

۱ــ۴ اندازه‌گیری و دستگاه بین‌المللی یکاها

برای انجام اندازه‌گیری‌های درست و قابل اطمینان به یکاهای اندازه‌گیری‌ای نیاز داریم که ۱) تغییر نکنند و ۲) دارای قابلیت بازتولید در مکان‌های مختلف باشند. دستگاه یکاهایی که امروزه بیشتر مهندسان و دانشمندان علوم در سراسر جهان به‌کار می‌برند را اغلب دستگاه متریک می‌نامند، ولی این دستگاه یکاها از سال ۱۹۶۰ میلادی، به‌طور رسمی، دستگاه بین‌المللی (SI) نامیده شده است[۱].

در سال ۱۹۷۱ میلادی، مجمع عمومی اوزان و مقیاس‌ها، هفت کمیت را به‌عنوان کمیت اصلی انتخاب کرد که اساس دستگاه بین‌المللی یکاها را تشکیل می‌دهند (جدول ۱ــ۱). یکای این کمیت‌ها را یکاهای اصلی می‌نامند. سایر یکاهای دیگر را که برحسب یکاهای اصلی بیان می‌شوند، یکاهای فرعی می‌نامند.

جدول ۱ــ۱ کمیت‌های اصلی و یکای آنها

کمیت	نام یکا	نماد یکا
طول	متر	m
جرم	کیلوگرم	kg
زمان	ثانیه	s
دما	کِلوین	K
مقدار ماده	مُول	mol
جریان الکتریکی	آمپر	A
شدت روشنایی	کَندِلا (شمع)	cd

جدول ۱ــ۲ چند مثال از یکاهای فرعی که در فصل‌های این کتاب استفاده شده‌اند

کمیت	یکای SI	یکای فرعی
تندی و سرعت	m/s	m/s
نیرو	نیوتون (N)	$kg\,m/s^2$
فشار	پاسکال (Pa)	kg/ms^2
انرژی	ژول (J)	$kg\,m^2/s^2$
توان	وات (W)	$kg\,m^2/s^3$
گرمای ویژه	J/kg K	$m^2/s^2\,K$

تندی متوسط به‌صورت نسبت مسافت به زمان تعریف می‌شود. اگر مسافت را که از جنس طول است، با یکای متر (m) و زمان را با یکای ثانیه (s) بیان کنیم، آن گاه یکای تندی متوسط در SI، متر بر ثانیه (m/s) خواهد شد. به این ترتیب، یکای فرعی متر بر ثانیه (m/s)، با یکاهای اصلی طول (m) و زمان (s) مرتبط می‌شود. در جدول ۱ــ۲ نمونه‌هایی از یکاهای فرعی آمده است که در این کتاب از آنها استفاده می‌کنیم. همان‌طور که در این جدول نیز دیده می‌شود برای برخی از یکاهای پرکاربرد فرعی، نامی مخصوص قرار داده‌اند، مثلاً یکای نیرو (kgm/s^2) را نیوتون(N) نامیده‌اند. در این صورت گفته می‌شود : یکای SI نیرو، نیوتون است. معرفی این یکاهای خاص در SI، ضمن احترام به فعالیت‌های علمی دانشمندان گذشته، سبب سهولت در گفتار و نوشتار نیز می‌شود.

خوب است بدانید

در اواسط قرن نوزدهم نیاز به یک دستگاه مقیاس جهانی کاملاً آشکار شد. در سال ۱۸۷۵ میلادی، کنفرانسی بین‌المللی در پاریس در زمینهٔ سنجش تشکیل شد و ۱۷ دولت قرارداد *کنوانسیون* متر را امضا کردند. امضاکنندگان تصمیم گرفتند که یک مؤسسهٔ علمی دائمی به نام *دفتر بین‌المللی اوزان و مقیاس‌ها* تأسیس کنند. ایران نیز کنوانسیونِ متر را در سال ۱۳۵۴ امضا کرد و به عضویت این دفتر در آمد. مرکز اندازه‌شناسی سازمان ملی استاندارد ایران به‌عنوان نقطهٔ اتصال کشور به دستگاه اندازه‌گیری جهانی، وظیفهٔ ارتباط با این سازمان جهانی را دارد.

تست

..... از کمیت‌های اصلی و ..... از کمیت‌های فرعی می‌باشند. (سراسری - ریاضی ۸۶)

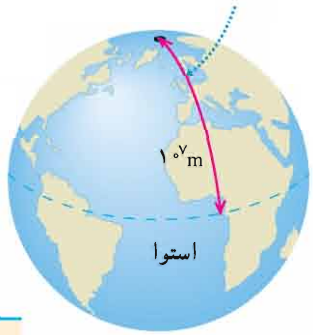
۱) حجم و جرم - زمان و انرژی ۲) جرم و زمان - طول و نیرو ۳) طول و جرم - مساحت و نیرو ۴) نیرو و دما - سرعت و شدت جریان

پاسخ: به جدول‌های ۱ــ۱ و ۱ــ۲ توجه کنید.

پاسخ گزینهٔ ۳ است.

۱ــ SI سرحرف عبارت فرانسوی (Systeme International) به‌معنای دستگاه بین‌المللی است.

متر در آغاز به‌صورت یک‌ده‌میلیونیم این فاصله تعریف شد



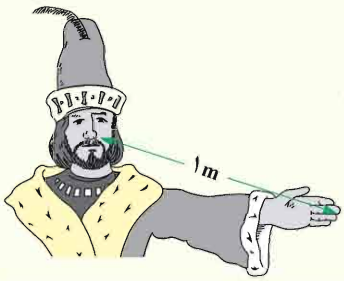
شکل ۱ــ۷ اولین تعریف متر در سال ۱۷۹۱ میلادی

طول : به لحاظ تاریخی، در اواخر قرن هجدهم، یکای طول (متر) به‌صورت یک ده میلیونیم فاصلهٔ استوا تا قطب شمال تعریف شد (شکل ۱ــ۶). تا سال ۱۹۶۰ میلادی، فاصلهٔ میان دو خط نازک حک‌شده در نزدیکی دو سر میله‌ای از جنس پلاتین ــ ایریدیوم، وقتی میله در دمای صفر درجهٔ سلسیوس قرار داشت، برابر یک متر تعریف شده بود. بنابر آخرین توافق جهانی مجمع عمومی وزن‌ها و مقیاس‌ها در سال ۱۹۸۳ میلادی، یک متر برابر مسافتی تعریف شد که نور در مدت زمان $\frac{۱}{۲۹۹۷۹۲۴۵۸}$ ثانیه در خلأ طی می‌کند. این تعریف، تخصصی است و برای اندازه‌گیری‌های بسیار دقیق به‌کار می‌رود[۱]. در جدول ۱ــ۳ مقادیر تقریبی برخی طول‌ها آمده است.

جدول ۱ــ۳ مقادیر تقریبی برخی طول‌های اندازه‌گیری‌شده

جسم	طول (m)	جسم	طول (m)
فاصلهٔ منظومهٔ شمسی تا نزدیک‌ترین کهکشان	$۱۰^{۲۲}$	طول زمین فوتبال	۹×۱۰^{۱}
فاصلهٔ منظومهٔ شمسی تا نزدیک‌ترین ستاره	۴×۱۰^{۱۶}	طول بدن نوعی مگس	۵×۱۰^{-۳}
یک سال نوری	۹×۱۰^{۱۵}	اندازهٔ ذرات کوچک گرد و خاک	۱×۱۰^{-۴}
شعاع مدار میانگین زمین به دور خورشید	$۱/۵۰\times۱۰^{۱۱}$	اندازهٔ سلول‌های بیشتر موجودات زنده	۱×۱۰^{-۵}
فاصلهٔ میانگین ماه از زمین	$۳/۸۴\times۱۰^{۸}$	قطر اتم هیدروژن	۱×۱۰^{-۱۰}
شعاع میانگین زمین	$۶/۴۰\times۱۰^{۶}$	قطر هستهٔ اتم هیدروژن	$۱/۷۵\times۱۰^{-۱۴}$
فاصلهٔ ماهواره‌های مخابراتی از زمین	$۳/۶\times۱۰^{۷}$	قطر پروتون	۱×۱۰^{-۱۵}

پرسش ۱ــ۲



اگر مطابق شکل روبه‌رو، یکای طول را به‌صورت فاصلهٔ نوک بینی تا نوک انگشتان دست کشیده‌شده بگیریم، چه مزایا و چه معایبی دارد؟

به این نکته دقت کنید، آن‌چه به عنوان یکا در نظر گرفته می‌شود، در عین این‌که باید به راحتی در دسترس باشد، نباید متغیر بوده و باید مقدار ثابتی بتوان برای آن در نظر گرفت که در شرایط مختلف تغییری نکند.

فعالیت ۱ــ۲

ذرع و فرسنگ از جمله یکاهای قدیمی ایرانی برای طول است. هر ذرع ۱۰۴ سانتی‌متر و هر فرسنگ ۶۰۰۰ ذرع است[۲]. قشم، بزرگ‌ترین جزیرهٔ خلیج فارس است که مساحت آن از بیش‌از بیست کشور جهان بزرگ‌تر است. طول این جزیره حدود ۱۲۰ کیلومتر برآورد شده است. این طول را بر حسب ذرع و فرسنگ بیان کنید.

۱ــ نیازی به حفظ کردن این تعریف تخصصی نیست.

۲ــ به خاطر سپردن یکاهای قدیمی و غیر SI در فعالیت‌ها و مسئله‌های این فصل برای دانش‌آموزان ضرورتی ندارد و نباید مورد ارزشیابی قرار بگیرند.

تمرین ۱ــ۱

الف) یکای نجومی[1] برابر میانگین فاصلهٔ زمین تا خورشید است ($1AU \approx 1/50\times10^{11}m$). فاصلهٔ زمین (منظومهٔ شمسی) تا نزدیک‌ترین ستاره بعد از خورشید، بر حسب یکای نجومی چقدر است؟

ب) مسافتی را که نور در مدت یک سال در خلأ می‌پیماید یک سال نوری می‌نامند و آن را با نماد ly نمایش می‌دهند[2]. کُوازارها[3] دورترین اجرام شناخته‌شده از منظومهٔ شمسی هستند و به عبارتی در دورترین محل قابل مشاهدهٔ کیهان قرار دارند. فاصلهٔ کوازارها از منظومهٔ شمسی $1/00\times10^{26}$ متر برآورد شده است. این فاصله را بر حسب سال نوری بیان کنید. تندی نور را در خلأ $3/00\times10^{8}$ متر بر ثانیه بگیرید.

جرم : یکای جرم در SI، کیلوگرم (kg) نامیده می‌شود و به‌صورت جرم استوانه‌ای فلزی از جنس آلیاژ پلاتین ــ ایریدیوم تعریف شده است. جرم این استوانه که به دقت درون دو حباب شیشه‌ای جای گرفته، کیلوگرم استاندارد بین‌المللی است که در موزهٔ سِوُر فرانسه نگه‌داری می‌شود[4]. نسخه‌های کاملاً مشابهی از این نمونه ساخته و برای کشورهای دیگر ارسال شده است (شکل ۱ــ۷).

شکل ۱ــ۷ استاندارد ملی کیلوگرم که نسخهٔ دقیقی از استاندارد بین‌المللی سِوِر فرانسه است. این نمونه، در مرکز اندازه‌شناسی در سازمان ملی استاندارد ایران نگه‌داری می‌شود.

در علوم سال هفتم با ابزارهای اندازه‌گیری جرم آشنا شدید. مقادیر تقریبی برخی جرم‌ها در جدول ۱ــ۴ آمده است.

جدول ۱ــ۴ مقادیر تقریبی برخی جرم‌های اندازه‌گیری‌شده

جسم	جرم (kg)	جسم	جرم (kg)
عالم قابل مشاهده	1×10^{52}	انسان	7×10^{1}
کهکشان راه شیری	7×10^{41}	قورباغه	1×10^{-1}
خورشید	2×10^{30}	پشه	1×10^{-5}
زمین	6×10^{24}	باکتری	1×10^{-15}
ماه	$7/34\times10^{22}$	اتم هیدروژن	$1/67\times10^{-27}$
کوسه	1×10^{3}	الکترون	$9/11\times10^{-31}$

فعالیت ۱ــ۳

خروار، من تبریز، سیر، مثقال، نخود و گندم از جمله یکاهای قدیمی ایرانی برای اندازه‌گیری جرم است. این یکاها به‌صورت زیر به یکدیگر مرتبط‌اند :

۱ خروار = ۱۰۰ من تبریز

۱ من تبریز = ۴۰ سیر = ۶۴۰ مثقال

۱ مثقال = ۲۴ نخود = ۹۶ گندم

با توجه به اینکه هر مثقال معادل ۴/۸۶ گرم است، هرکدام از این یکاها را برحسب گرم و کیلوگرم بیان کنید.

۱ــ Astronomical Unit ۲ــ light year ۳ــ Quasars

۴ــ یک استاندارد اتمی برای جرم می‌توانست بنیادی‌تر باشد ولی در حال حاضر نمی‌توانیم جرم را در مقیاس اتمی با دقتی همانند مقیاس ماکروسکوپی اندازه بگیریم.

زمان : در طول سال‌های ۱۲۶۸ تا ۱۳۴۶هـ.ش، یکای زمان، ثانیه (s) به‌صورت $\frac{۱}{۸۶۴۰۰}$ میانگین روز خورشیدی تعریف می‌شد[۱]. استاندارد کنونی زمان که از سال ۱۳۴۶هـ.ش به‌کار گرفته شد براساس دقت بسیار زیاد ساعت‌های اتمی تعریف شده است که در کتاب‌های پیشرفته‌تر فیزیک می‌توانید با آن آشنا شوید[۲].

در بسیاری موارد نیاز به اندازه‌گیری مدت زمان بین شروع و پایان یک رویداد داریم. این مدت زمان را **بازهٔ زمانی** می‌نامیم. مقادیر تقریبی برخی بازه‌های زمانی در جدول ۱ــ۵ آمده است.

جدول ۱ــ۵ مقادیر تقریبی برخی از بازه‌های زمانی اندازه‌گیری‌شده

بازهٔ زمانی	ثانیه
سن عالم	۵×۱۰^{۱۷}
سن زمین	$۱/۴۳\times۱۰^{۱۷}$
میانگین عمر یک انسان	۲×۱۰^{۹}
یک سال	$۳/۱۵\times۱۰^{۷}$
یک روز	$۸/۶\times۱۰^{۴}$
زمان بین دو ضربان عادی قلب	۸×۱۰^{-۱}

فعالیت ۱ــ۴

در خصوص چگونگی اندازه‌گیری زمان از دوران باستان تا عصر حاضر مطالبی را به‌طور مستند تهیه کنید[۳].

مطالب تهیه‌شده را با توجه به مهارت و علاقه‌مندی افراد گروه خود، به یکی از شکل‌های روزنامهٔ دیواری، پاورپوینت، قطعه فیلم کوتاه و... به کلاس درس ارائه دهید.

خوب است بدانید

چندین هزار سال از توجه جوامع بشری به ضرورت اندازه‌گیری و کاربرد آن در زندگی روزمره می‌گذرد. ایجاد تقویم، تعیین زمان، اندازه‌گیری فاصله، مساحت، ساخت وزنه و پیمانه تنها نمونه‌ای از شواهدی هستند که نقش اندازه‌گیری را در زندگی انسان‌های دوره‌های مختلف نشان می‌دهد. اولین قانون اندازه‌گیری در ایران، سال ۱۳۰۴ هـ.ش به تصویب رسید. با تصویب این قانون دستگاه متریک به‌عنوان دستگاه رسمی اندازه‌گیری در کشور تعیین شد. اجرای قانون اندازه‌گیری در کشور به عهدهٔ مرکز *اندازه‌شناسی سازمان ملی استاندارد ایران* است. این مرکز شامل بخش‌هایی مربوط به اندازه‌گیری‌های مکانیکی، فیزیکی و الکتریکی است.

تبدیل یکاها : اغلب در حل مسئله‌های فیزیک، لازم است یکای کمیتی را تغییر دهیم. برای مثال، ممکن است لازم باشد کیلوگرم (kg) را به میکروگرم (μg)، یا متر بر ثانیه (m/s) را به کیلومتر بر ساعت (km/h) تبدیل کنیم. این کار با روش تبدیل زنجیره‌ای انجام می‌شود. در این روش، اندازهٔ کمیت را در یک ضریب تبدیل (نسبتی از یکاها که برابر عدد یک است) ضرب می‌کنیم. برای مثال، چون ۱ m برابر ۱۰۰cm است، داریم :

$$\frac{۱۰۰\text{cm}}{۱\text{m}}=۱ \qquad \text{و} \qquad \frac{۱\text{m}}{۱۰۰\text{cm}}=۱$$

بنابراین، هر دو کسر بالا را که برابر یک هستند می‌توان به‌عنوان ضریب تبدیل به‌کار برد (ذکر یکاها در صورت و مخرج کسر الزامی است.) از آنجا که ضرب کردن هر کمیت در عدد یک، اندازهٔ آن کمیت

۱ــ یک روز خورشیدی، زمانِ بین ظاهرشدن‌های متوالی خورشید در بالاترین نقطهٔ آسمان در هر روز است.

۲ــ ساعت‌های اتمی پس از چندین میلیون سال، تنها یک ثانیه جلو یا عقب می‌افتند!

۳ــ خوب است نگاهی به سایت موزه علوم و فناوری www.irstm.ir نیز داشته باشید.