بخش ۲

راهنمای تدریس فصول

فصل ۱

فیزیک و اندازه‌گیری

فیزیک : دانش بنیادی ۱ـ۱
مدل‌سازی در فیزیک ۱ـ۲
اندازه‌گیری و کمیت‌های فیزیکی ۱ـ۳
اندازه‌گیری و دستگاه بین‌المللی یکاها ۱ـ۴
اندازه‌گیری : خطا و دقت ۱ـ۵
تخمین مرتبه بزرگی در فیزیکی ۱ـ۶
چگالی ۱ـ۷
پرسش‌ها و مسئله‌های فصل ۱

پیامدها

دانش‌آموزان با درک مفاهیم اساسی در مورد فیزیک و اندازه‌گیری به این شناخت می‌رسند که :

- فیزیک علمی تجربی است و اندازه‌گیری در آن اهمیت زیادی دارد.
- می‌توان پدیده فیزیکی را به‌طور کمی توسط کمیت‌های فیزیکی توصیف کرد.

چه شناختی مطلوب است؟

- برای بیان پدیده‌های فیزیکی از قانون‌ها، اصول و مدل‌ها استفاده می‌شود.
- قانون‌ها و اصول و نظریه‌های فیزیکی با توجه به آزمایش‌های جدید ممکن است دستخوش تغییر و یا حتی جایگزینی توسط نظریه‌ها و قانون‌های جدیدی شوند.
- کمیت‌های فیزیکی به دو صورت نرده‌ای و برداری هستند.
- هر اندازه‌گیری همراه با خطا است و دقت اندازه‌گیری در هربار اندازه‌گیری با توجه به ابزار اندازه‌گیری تعیین می‌شود.

چه پرسش‌هایی اساسی است و باید در نظر گرفته شوند؟

- آیا نظریه‌های فیزیکی در طول زمان ثابت‌اند؟
- چرا از مدل‌سازی برای بررسی پدیده‌های فیزیکی استفاده می‌کنیم؟
- تفاوت کمیت‌های فیزیکی (نرده‌ای و برداری) در چیست؟
- دقت ابزار اندازه‌گیری چگونه تعیین می‌شود و چه ارتباطی با خطای اندازه‌گیری دارد؟
- آیا می‌توان در هر بار اندازه‌گیری مستقیم فراتر از دقت ابزار اندازه‌گیری، گزارش داد؟
- چرا از تخمین مرتبهٔ بزرگی برای حل برخی مسئله‌ها در فیزیک استفاده می‌کنیم؟

در پایان این واحد یادگیری دانش‌آموزان چه دانش و مهارت‌های اساسی را کسب می‌کنند؟

دانش‌آموزان خواهند دانست که :

- واژگان کلیدی : پدیدهٔ فیزیکی، نظریه‌ها و مدل‌های فیزیکی، مدل‌سازی، کمیت‌های فیزیکی، دقت، خطا، رقم حدسی، مدرج، دیجیتال (رقمی)، تخمین مرتبهٔ بزرگی.
- نظریه‌های فیزیکی در طول زمان تغییر می‌کنند.

- در مدل‌سازی، عوامل کمتر تأثیرگذار روی مسئله را می‌توان نادیده گرفت.
- کمیت‌های فیزیکی به‌دو صورت نرده‌ای و برداری هستند.
- در ابزارهای مدرج، خطا به صورت $\pm\frac{۱}{۲}$ دقت اندازه‌گیری است.
- برای حل برخی از مسئله‌ها می‌توان از فرایند تخمین مرتبهٔ بزرگی استفاده کرد.

دانش‌آموزان قادر خواهند بود :

- پدیده‌ها و مسائل ساده را در فیزیک مدل‌سازی کنند.
- تفاوت اصل و قانون را با مثال‌های ساده‌ای بیان کنند.
- چند نمونه از کمیت‌های نرده‌ای و برداری را با ذکر ویژگی‌های آنها، بیان کنند.
- به کمک ابزارهای مدرج و دیجیتال (رقمی) اندازه‌گیری کنند و دقت و خطای ابزار را در گزارش خود مشخص کنند.
- به کمک فرایند تخمین مرتبهٔ بزرگی، برخی از مسئله‌های فیزیکی را حل کنند.

بودجه‌بندی پیشنهادی

- **جلسهٔ اول :** نگاهی به مقدمهٔ کتاب (سخنی با دانش‌آموز) + تصویر شروع فصل + بخش ۱ــ۱
- **جلسهٔ دوم :** بخش‌های ۱ــ۲ و ۱ــ۳
- **جلسه‌های سوم و چهارم :** بخش ۱ــ۴
- **جلسهٔ پنجم :** بخش ۱ــ۵
- **جلسهٔ ششم :** بخش ۱ــ۶
- **جلسهٔ هفتم :** بخش ۱ــ۷
- **جلسهٔ هشتم :** جمع‌بندی، رفع اشکال و حل پرسش‌های و تمرین‌های باقیمانده از پایان فصل
- **جلسهٔ نهم :** آزمون تشریحی اول

بررسی پرسش‌ها و مسئله‌های پایان فصل را، در جلسه‌های مختلف توزیع کنید.

راهنمای فرایند آموزش فیزیک ۱

هر فصل این کتاب با تصویری شروع می‌شود و هدف آن جلب توجه دانش‌آموزان به موضوع یا مفاهیمی است که قرار است در آن فصل بررسی شود. این تصویر به این دلیل انتخاب شده است تا توجه دانش‌آموزان را به اهمیت و کاربرد اندازه‌گیری در شاخه‌های مختلف علم و مهندسی جلب کند. افزون بر تصویر کتاب می‌توانید به مثال‌های دیگری، همچون اسطرلاب به‌عنوان مهم‌ترین ابزار اندازه‌گیری دانشمندان مسلمان در صدها سال پیش، برای محاسبه‌های نجومی، یافتن ارتفاع و زاویهٔ خورشید، محل ستارگان و سیاره‌ها، پیدا کردن ارتفاع کوه‌ها و عرض رودخانه‌ها بوده است هم اشاره کنید. این مقدمه می‌تواند شروع مناسبی برای ورود به فصل باشد.

۱ــ۱ــ فیزیک : دانش بنیادی

راهنمای تدریس : در بخش آغازین فصل اول، می‌خواهیم دانش‌آموزان با ماهیت و اهمیت فیزیک، به‌عنوان یک دانش بنیادی و تأثیرگذار در تمامی شاخه‌های علوم و مهندسی شناخت پیدا کنند.

تمامی آنچه در طبیعت پیرامون ما رخ می‌دهد، از رنگ آبی آسمان در طول روز تا شفاف بودن شیشه در برابر عبور نور مرئی، از نوسان یک آونگ تا فروافتادن برگ درختان به طرف زمین، همگی پدیده‌های فیزیکی (Physical Phenomena) نامیده می‌شوند. در این قسمت سعی کنید با آوردن مثال‌های ملموس توجه دانش‌آموزان را به پدیده‌های فیزیکی جلب کنید و اشاره کنید که فیزیکدانان با بررسی این پدیده‌ها می‌کوشند تا آنها را براساس مدل‌ها، نظریه‌ها، اصول و قانون‌های فیزیکی توصیف کنند.

هدف این قسمت تبیین اهمیت تفکر و اندیشه‌ورزی فعال در فرآیند آموزش است. به این منظور در کنار آموزش مفاهیم و توجه به آزمایش، باید مجال و فرصتی نیز فراهم شود یا دانش‌آموزان روی مفاهیم و نتایج آزمایش‌ها با یکدیگر به بحث و گفت‌وگو بپردازند.

هدف این پاراگراف و تصویری که در ادامه آن آمده است این است دانش‌آموزان با ماهیت اصلاح‌پذیری نظریه‌های فیزیکی با توجه به نتایج آزمایش‌های جدید آشنا شوند. به‌عبارت دیگر این در ماهیت هر نظریهٔ فیزیکی نهفته است که می‌توانیم یک نظریه را درصورت یافتن رفتاری که با آن ناسازگار است رد کنیم، ولی هرگز نمی‌توانیم ثابت کنیم که یک نظریهٔ فیزیکی همواره درست است.

در این قسمت سعی شده است تا دانش‌آموزان با مثال‌های ساده به تفاوت بین قانون (Law) و اصل (Principle) در فیزیک آشنا شوند. لازم به توضیح است که در اینجا منظور از اصل، اصل موضوعه (Postulate) نیست که مبنای برخی از نظریه‌های فیزیکی، مانند نظریهٔ نسبیت خاص یا نظریهٔ کوانتومی است.

مطالبی که در کادرهای خوب است بدانید آمده است جزو آموزش و ارزشیابی کلاسی نباید منظور شوند. در صورت فرصت و صلاح‌دید خودتان می‌توانید نگاهی اجمالی به آنها داشته باشید.

دانش‌آموزان باید توجه کنند که نتایج حاصل از نظریه‌های فیزیکی را دانشمندان همهٔ رشته‌ها به‌کار می‌برند. به‌عبارت دیگر فیزیک پایه و اساس تمامی مهندسی‌ها و فناوری‌های است. حتی اگر قرار باشد یک ابزار ساده مانند تله موش، عملکرد بهتری داشته باشد باید به مفاهیم فیزیکی نهفته در آن توجه شود!

در ادامهٔ این بخش سعی شده است تا دانش‌آموزان را با نقش فیزیک در عرصه‌های مختلف فناوری امروز آشنا شوند.

فعالیت پیشنهادی برای بخش ۱ــ۱

از دانش‌آموزان بخواهید منظور از «فرایندی دوسویه است» را در عبارت زیر با یکدیگر به بحث بگذارند.

گسترش نظریه‌های فیزیکی همواره فرایندی دو سویه است که سرآغاز و سرانجام آن مشاهده یا آزمایش است.

هدف این پرسش این است که دانش‌آموزان توجه کنند که از آنجا که فیزیک علمی تجربی است باید نظریه‌های فیزیکی توسط آزمایش مورد آزمون و تأیید قرار بگیرند. عبارت «فرایندی دوسویه» نیز بر این نکته تأکید دارد که در برخی مواقع از یک آزمایش و تجربه به یک نظریهٔ فیزیکی می‌رسند و در برخی مواقع نیز ابتدا نظریه‌ای مطرح می‌شود و آنگاه این نظریه در طول زمان با آزمایش مورد آزمون قرار می‌گیرد.

در اینجا دانش‌آموزان با نمونه‌هایی از کاربرد فیزیک در فناوری‌های مختلف نشان داده شده است. هرچند پرداختن به مبانی مورد نیاز برای شرح هر یک از این تصاویر و فیزیک نهفته در پشت هر کدام، به تخصص‌های بالایی نیاز دارد و خارج از اهداف این کتاب است با این وجود نگاهی اجمالی به شرح هر تصویر و تبیین بیشتر آن برای دانش‌آموزان، می‌تواند موجبات علاقه‌مندی آنها را به فیزیک و آموزش فیزیک فراهم کند. همان‌طور که در پانویس این صفحه نیز اشاره شده است هرگونه ارزشیابی از محتوای این شرح شکل‌ها خارج از اهداف برنامهٔ فیزیک ۱ است.

پاسخ فعالیت ۱ــ۱

در این فعالیت دانش‌آموزان با توجه به علاقه‌مندی خودشان یا راهنمایی شما، می‌توانند (ترجیحاً به‌صورت گروهی) فهرست دیگری از کاربردهای فیزیک را در فناوری یا زندگی روزمره تنظیم کنند و به کلاس درس ارائه دهند.

در ادامه این بخش، تعدادی دیگر از این کاربردهای فیزیک در پدیده‌ها، ابزارها و ورزش، در سه فهرست جداگانه آمده است که در صورت تمایل و داشتن فرصت کافی می‌توانید با دانش‌آموزان در میان بگذارید.

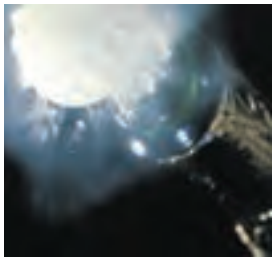
فیزیک در پدیده‌های طبیعی

فیزیک حمل بار سنگین توسط مورچه‌ها

فیزیک تشکیل توفان

فیزیک خانه‌های یخی

فیزیک تارهای عنکبوت



فیزیک تشکیل بخار هنگام باز کردن نوشابهٔ خنک

فیزیک تعریق بدن هنگام ورزش

فیزیک تشکیل حباب‌های آب صابون

فیزیک در ورزش

فیزیک پرش با طناب‌های کشسان

فیزیک هاکی روی یخ

فیزیک اسکیت سواری روی امواج و قایق‌های بادبانی

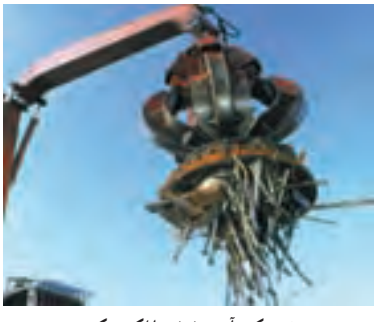
فیزیک بازی بیلیارد

فیزیک در ابزارها

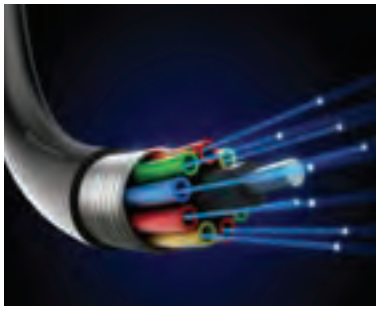
فیزیک باتری‌های شیمیایی

فیزیک سونوگرافی

فیزیک گیتارهای برقی



فیزیک آهنرباهای الکتریکی



فیزیک تارهای نوری

فیزیک کارت‌های بانکی

۱ــ۲ــ مدل‌سازی در فیزیک

هرچند ممکن است دانش‌آموزان در زندگی و گفتگوهای روزانهٔ خود واژهٔ مدل و مدل‌سازی را بارها و بارها شنیده و یا به‌کار برده باشند ولی این نخستین بار است که در کتاب‌های درسی فیزیک به‌مدل‌سازی در فیزیک پرداخته می‌شود و اهمیت آن با بیانی ساده و با مثال‌هایی ملموس تبیین می‌شود.

در آموزش این بخش در گام اول بهتر است سعی کنید تا ذهن دانش‌آموزان را به مفهوم و ماهیت مدل‌سازی در فیزیک نزدیک کنید و تمایز آن را با مفهوم مدل و مدل‌سازی در گفتگوهای روزانه تبیین کنید.

به این ترتیب توصیه می‌شود ابتدا از دانش‌آموزان بخواهید تا درک و شناخت خود را از واژهٔ مدل و مدل‌سازی بیان کنند.

انتظار می‌رود دانش‌آموزان به مدل‌های بدلی و کوچک نظیر مدلی است که برای یک خودرو یا هواپیما ساخته می‌شود اشاره کنند. حتی ممکن است به شخصی که به‌عنوان مدل، لباس‌هایی را به نمایش می‌گذارد نیز اشاره‌ای داشته باشند.

در ادامه از مدل بدلی که برای یک خودرو یا هواپیما ساخته می‌شود شروع کنید و از دانش‌آموزان بخواهید تا شباهت‌ها و تفاوت‌های این مدل بدلی را با نسخهٔ اصلی خودرو یا هواپیما بیان کنند. پس از آن با جمع‌بندی نظر دانش‌آموزان، به مدل و مدل‌سازی در فیزیک بپردازید.

پس از معرفی مدل‌های آرمانی، که در واقع ساده‌ترین مدل‌هایی هستند که برای بررسی یک پدیده یا سامانهٔ (دستگاه) فیزیکی به‌کار می‌بریم (مانند مثال کتاب در شکل ۱ــ۳)، اشاره‌ای نیز به مدل‌های کمتر آرمانی شده، مانند حرکت یک توپ با درنظر گرفتن مقاومت هوا یا حتی منظور کردن چرخش توپ بپردازید که در سطوح بالاتر آموزش فیزیک به آنها می‌پردازند. همچنین نگاهی کنید به مدل‌سازی مثال ساده‌ای که در حاشیه آمده است و در فصل دوم همین کتاب از آن استفادهٔ فراوانی خواهیم داشت. در پایان نیز خوب است تأکید کنید که در کتاب‌های درسی فیزیک سال‌های دهم تا دوازدهم، تمامی مباحث و موضوعات را با مدل‌های آرمانی آموزش می‌دهیم.

پرسش‌های پیشنهادی

۱ شکل الف شخصی را در حالت ایستاده نشان می‌دهد که جعبه‌ای در دست خود گرفته است. نیروهای وارد بر جعبه را مدل‌سازی کنید.

پاسخ : با توجه به وضعیت شخص، دو نیرو به جعبه وارد می‌شود. یکی نیروی دست، که از طرف شخص و رو به بالا به جعبه وارد می‌شود. نیروی دیگر، وزن جعبه است که رو به پایین و از طرف زمین به جعبه وارد می‌شود. در شکل ب، نیروهای وارد بر جعبه، که به‌صورت یک ذره مدل‌سازی شده، نشان داده شده است.

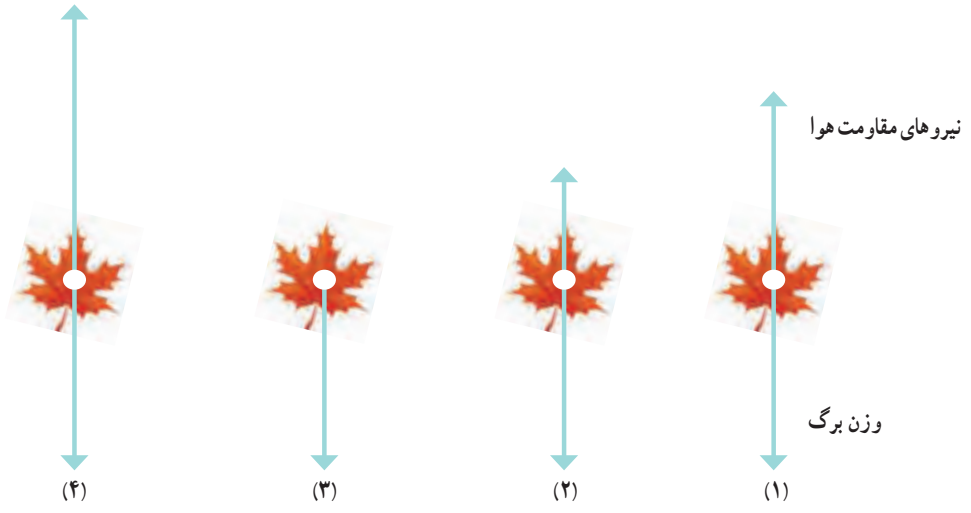
(الف)

(ب)

(پ)

۲ شکل پ سقوط برگ درختی را به‌طرف زمین نشان می‌دهد. کدام گزینه حرکت برگ درخت به‌طرف زمین را بهتر مدل‌سازی کرده است؟

پاسخ : با توجه به نوع حرکت برگ درخت هنگام سقوط به طرف زمین، گزینهٔ ۲ درست است.



در این کتاب هرگاه بالای نماد یک کمیت برداری از نشانهٔ پیکان استفاده نشده باشد، منظور بیان اندازه یا بزرگی (magnitude) آن کمیت برداری (شامل عدد و یکای آن) است.

تأکید دوباره : اگر بگوییم : کمیت نرده‌ای، کمیتی است که فقط دارای مقدار است، منظور این است که این نوع کمیت‌ها مانند جرم، طول و چگالی، تنها شامل عدد و یکا هستند. توجه کنید که در فیزیک، عدد با مقدار تفاوت دارد. عدد ماهیتی ریاضی دارد در حالی که در فیزیک، هر عددی که با یکا مناسب آن بیان شود، یک مقدار فیزیکی نامیده می‌شود. همچنین اگر بگوییم کمیت‌برداری، کمیتی است که افزون بر مقدار، دارای جهت نیز است، منظور این است که این نوع کمیت‌ها شامل عدد، یکا و جهت هستند.

پاسخ پرسش ۱ــ۱

آنچه لازم است تا دانش‌آموزان در پاسخ به این پرسش مورد توجه قرار دهند به شرح زیر است :

شکل الف، باریکه‌ای را نشان می‌دهد که از یک لیزر مدادی خارج شده است. باریکهٔ نور، به‌صورت پرتوهای موازی نور مدل‌سازی شده است. همان‌طور که می‌دانید مدل پرتوی نور در نور هندسی، اهمیت زیادی دارد و دانش‌آموزان در علوم سال هشتم نیز تا حدودی با برخی از جنبه‌های آن آشنا شده‌اند. در شکل ب از مدل پرتوی نور برای انتشار نور از یک چشمهٔ نور استفاده شده است. چون چشمهٔ نور در فاصلهٔ دوری قرار دارد پرتوهایی که به جسم رسیده‌اند به‌صورت موازی مدل‌سازی شده‌اند. برخی از پرتوها پس از بازتاب از جسم، وارد دوربین می‌شوند و تصویری از جسم تشکیل می‌دهند.

توجه : پیش از شروع این بخش لازم است به اشتباه رایجی که در خصوص کمیت‌های فیزیکی وجود دارد توجه شود. کمیت فیزیکی یا مقدار فیزیکی برگردان فارسی عبارت physical quantity است. همان‌طور که دیده می‌شود به جای واژهٔ انگلیسی quantity در فارسی واژهٔ مقدار یا کمیت به‌کار می‌رود. بنابراین به‌کار بردن عبارت مقدار کمیت، یک اشتباه رایج است! که بهتر است از آن اجتناب شود. در این کتاب تنها از عبارت کمیت فیزیکی استفاده شده است.

۱ــ۳ــ اندازه‌گیری و کمیت‌های فیزیکی

در این بخش دوباره توجه دانش‌آموزان را به این نکته جلب کنید که در فیزیک به مطالعه و بررسی پدیده‌های فیزیکی می‌پردازیم و برای توصیف کمی این پدیده‌ها، از کمیت‌های فیزیکی استفاده می‌کنیم. برای مثال، حرکت رفت و برگشتی یک آونگ، یک پدیده فیزیکی است که برای توصیف کمی حرکت آن، از کمیت‌های فیزیکی نظیر جرم آونگ، طول آونگ، دوره تناوب و بسامد آونگ استفاده می‌کنیم.

در ادامه، کمیت‌های نرده‌ای و کمیت‌های برداری را مطابق الگوی کتاب و واژگان به‌کار رفته به دانش‌آموزان معرفی کنید.

۱ــ۴ــ اندازه‌گیری و دستگاه بین‌المللی یکاها

در ابتدا به ویژگی مهم یکاهای استانداردی که برای کمیت‌های اصلی انتخاب می‌کنند اشاره کرده‌ایم. اگر دو آزمایشگاه مبنای اندازه‌گیری خود را بر یک استاندارد پذیرفته شده برای یکای کمیتی (مانند طول) بگذارند، می‌توانند نتیجه‌های اندازه‌گیری خود را به‌راحتی با هم مقایسه کنند. برای ممکن ساختن این کار، استانداردهای پذیرفته شده باید در دسترس کسانی باشد که می‌خواهند استانداردهای ثانویه خود را مدرج و بازتولید کنند و این استانداردها باید با گذشت زمان یا تغییر در شرایط فیزیکی محیط (دما، رطوبت و غیره) تغییرناپذیر باشند.

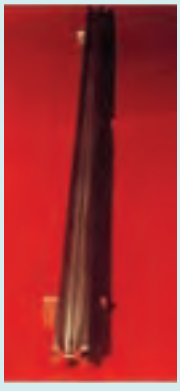
انتخاب هفت کمیت اصلی در SI به معنای استقلال این کمیت‌ها از یکدیگر و یا الزاماً به معنای بنیادی بودن این کمیت‌ها نیست.

به‌عنوان مثال طول را از قرن هفدهم تا دهه‌های میانی قرن بیستم به عنوان یک کمیت بنیادی درنظر می‌گرفتند. اما در دهه‌های پایانی قرن بیستم، تندی نور را با دقتی بسیار بیشتر از استاندارد قبلی طول(متر) اندازه‌گیری کردند. در نتیجه امروزه استاندارد طول (متر) را برحسب تندی نور و ثانیه (که هنوز بنیادی است) تعریف می‌کنند. این مورد نشان می‌دهد که چگونه اندازه‌گیری‌های جدید که دقتی به مراتب بیشتر از گذشته دارند، می‌تواند استانداردهای تثبیت شده را تغییر دهد و استانداردهای جدیدی را جایگزین آنها کند.

توافق بین‌المللی دربارهٔ استانداردها در یک سری نشست‌های جهانی کنفرانس عمومی دربارهٔ اوزان و مقادیر (که با سر واژهٔ CGPM فرانسوی معروف است) انجام می‌شود که از سال ۱۸۸۹ میلادی آغاز و بیست‌وپنجمین نشست آن در سال ۲۰۱۴ برگزار شده است.

برای آگاهی بیشتر اینجا را کلیک کنید.

دانستنی برای معلم



میله‌ای از آلیاژ پلاتین ایریدیم به نام متر استاندارد

در قرن هفدهم میلادی این فکر پدید آمد که استانداردها به گونه‌ای انتخاب شوند که در طبیعت وجود داشته باشند و با گذشت سال‌ها و قرن‌ها تغییر نکنند. براساس همین دیدگاه، در سال ۱۶۶۴ میلادی هویگنس پیشنهاد کرد که طول آونگی که در هر ثانیه یک نوسان می‌کند به‌عنوان یکای طول تعیین شوند. این پیشنهاد پذیرفته شد و تا سال ۱۷۷۱ که پیشنهاد دیگری برای استاندارد طول مطرح شد از آن استفاده می‌شد. درپیشنهاد جدید، طول مسیری را که جسمی پس از رها شدن و با سقوط آزاد در یک ثانیه می‌پیماید به‌عنوان استاندارد جدید طول پذیرفتند.

در سال ۱۷۹۰ و پس از انقلاب فرانسه، کمیسیونی از بهترین فیزیک‌دانان و ریاضی‌دانان آن زمان برای پیشنهاد استانداردهای جدید تشکیل شد که در بین پیشنهادهای مختلف، پیشنهادی که در شکل ۱ــ۶ آمده است به‌عنوان استاندارد طول پذیرفته شد. در سال ۱۷۹۹ استاندارد متر تهیه شد که امروزه در موزه سور فرانسه نگهداری می‌شود. جالب است بدانید با اندازه‌گیری‌های دقیق‌تری که در قرن نوزدهم انجام شد متوجه شدند که استاندارد ساخته شده ۰/۰۸mm کوتاه‌تر از تعریف عملیاتی متر است. با وجود این، میلهٔ استانداردی که در سال ۱۷۹۹ ساخته شده بود تا سال ۱۹۸۳ به‌عنوان یکای استاندارد طول مورد پذیرش بود.

توافق بین‌المللی دربارهٔ استانداردها در یک سری نشست‌های جهانی کنفرانس عمومی دربارهٔ اوزان و مقادیر (که با سرواژهٔ CGPM فرانسوی معروف است) انجام می‌شود که از سال ۱۸۸۹ میلادی آغاز و بیست‌وپنجمین نشست آن در سال ۲۰۱۴ برگزار شده است.
برای آگاهی بیشتر اینجا را کلیک کنید.

پاسخ پرسش ۱ــ۲

یکی از مزیت‌های این استاندارد برای یکای طول، در دسترس بودن آن است در حالی که تغییرپذیری آن بین اشخاص مختلف، یک از معایب آن است.

حل تمرین ۱ــ۱

الف) توجه کنید که چه بگوییم فاصلهٔ زمین و چه بگوییم فاصلهٔ منظومهٔ شمسی تا نزدیک‌ترین ستاره بعد از خورشید، تفاوتی با هم ندارند (به‌دلیل فاصلهٔ بسیار بسیار زیاد نزدیک‌ترین ستاره نسبت به ابعاد منظومهٔ شمسی). به این ترتیب فاصلهٔ زمین تا نزدیک‌ترین ستاره بعد از خورشید برحسب یکای نجومی برابر است با :

$$۴/۰\times۱۰^{۱۶}\text{m}=(۴/۰\times۱۰^{۱۶}\text{m})\left(\frac{۱\text{AU}}{۱/۵\times۱۰^{۱۱}\text{m}}\right)$$
$$\cong ۲/۷\times۱۰^{۵}\,\text{AU}$$

ب) ابتدا یک سال نوری را برحسب متر حساب می‌کنیم :

$$۱\text{ly}=(۳/۱۵\times۱۰^{۷}\text{s})(۳/۰۰\times۱۰^{۸}\text{m/s})$$
$$=۹/۴۵\times۱۰^{۱۵}\text{m}$$

به ترتیب فاصلهٔ کوازارها تا منظومهٔ شمسی برحسب سال نوری برابر است با :

$$۱/۰۰\times۱۰^{۲۶}\text{m}=(۱/۰۰\times۱۰^{۲۶}\text{m})\left(\frac{۱\text{ly}}{۹/۴۵\times۱۰^{۱۵}\text{m}}\right)$$
$$=۱/۰۵\times۱۰^{۱۰}\text{ly}$$

جرم : آشنا کردن دانش‌آموزان با یکاهای مختلف جرم در فرهنگ و تمدن ایران، یکی از اهداف این فعالیت است. هرچند برخی از این یکاها هم اینک در برخی از حرفه‌ها نیز کاربرد دارد. با این وجود خوب است توجه دانش‌آموزان را به این نکته هم جلب کنید که صدها سال قبل، ترازوهایی برای اندازه‌گیری جرم در ایران ساخته بودند که می‌توانستند جرمی تا حدود یک بیستم گرم را اندازه بگیرند.

دانستنی برای معلم

تعیین یکای اندازه‌گیری زمان، بسیار قدیمی‌تر از یکاهای دیگری همچون طول است. دلیل آن هم کاملاً روشن است. چرخش دائمی زمین به دور خودش (روز و شب) و همچنین دور خورشید (سال)، شیوه‌ای طبیعی برای انتخاب یکای زمان در اختیار انسان‌ها قرار داده بود. اصطلاح تعیین وقت از روی خورشید، هم اینک نیز دربرخی از جوامع سنتی، امری رایج است! وقتی خورشید در بالاسو و اصطلاحاً در وسط آسمان قرار دارد، نیمروز یا ظهر است و تعیین این وقت هم کار ساده‌ای است. کافی است چوبی را به‌طور قائم در زمین فرو کنیم و درازای سایهٔ آن را اندازه بگیریم و لحظه‌ای را که سایه چوب به کم‌ترین مقدار خود می‌رسد تعیین کنیم. روز بعد هم به همین شیوه می‌توانیم همان لحظه را مشخص کنیم. فاصلهٔ زمانی بین این دو لحظه یک شبانه‌روز است. بعد می‌توان این بازه را به ساعات، دقایق و ثانیه تقسیم کرد. یکاهای بزرگ اندازه‌گیری زمان، یعنی روز و سال را طبیعت در اختیار ما قرار داده است ولی یکاهای کوچک‌تر شامل ساعت، دقیقه و ثانیه را انسان‌ها وضع کرده اند. تقسیمات کنونی زمان، از تمدن‌های کهن به ما رسیده است! تقسیم شبانه‌روز به ۱۲ قسمت در بین بابلی‌ها و به ۲۴ قسمت در بین مصری‌ها، امری معمول بود. همچنین تقسیم هر ساعت به ۶۰ دقیقه و هر دقیقه به ۶۰ ثانیه، میراث سیستم ۶۰ قسمتی بابلی‌هاست.

در سال ۱۷۹۰ میلادی و پس از انقلاب فرانسه، جرم یک دسی‌متر مکعب (dm^3) آب در دمای $4^\circ C$ به‌عنوان استاندارد جرم (کیلوگرم) پذیرفته شد. بعداً مشخص شد که این تعریف عملیاتی برای جرم مشکلاتی دارد. در سال ۱۷۹۹ استانداردجرم، که وزن آن در ترازوی شاهین‌دار معادل بود با وزن $1dm^3$ آب در دمای $4^\circ C$ به‌عنوان کیلوگرم استاندارد ساخته شد که امروزه در موزهٔ سور فرانسه نگهداری می‌شود. از آن موقع تاکنون این استوانهٔ فلزی به‌عنوان کیلوگرم استاندارد بین‌المللی مورد پذیرش قرار گرفته است.

تبدیل یکاها : روش تبدیل زنجیره‌ای برای تبدیل یکاها به یکاهای موردنظر، روش استاندارد و متعارفی است که در کتاب‌های درسی از آن استفاده می‌شود و اشتباه دانش‌آموزان را نیز به حداقل ممکن می‌رساند. لذا توصیه می‌شود هم در آموزش کلاسی به این شیوه عمل کنید و هم از دانش‌آموزان بخواهید که این روش را برای تبدیل یکاها به‌کار ببرند.

حل تمرین ۱ــ۲

روش تبدیل زنجیره‌ای برای تبدیل یکاها، به‌خصوص وقتی می‌خواهیم چندین یکا را به یکاهای موردنظر تبدیل کنیم روشی مفید و کم اشتباه است.

$$۱۲۵\ cm^۳/s = ۱۲۵\ cm^۳/s\ (۱)\ (۱)$$

$$(۱۲۵\ cm^۳/s\ (\frac{۱L}{۱۰۰۰cm^۳})\ (\frac{۶۰s}{۱min}))= ۷/۵\ L/min$$

تمرین پیشنهادی

آبشارهای نیاگارا (Niagara Falls) به‌مجموعهٔ سه آبشار گفته می‌شود که در مرز آمریکا و کانادا قرار دارد. در زمان پُرآبی فراتر از ۱۶۸ هزار متر مکعب و در حالت عادی حدود ۱۱۰ هزار مترمکعب آب در دقیقه از این آبشار سرازیر می‌شود.

الف) به روش تبدیل زنجیره‌ای، میزان ریزش آب از این آبشار را در حالت عادی ($۱/۱\times۱۰^۵\ m^۳/min$) برحسب لیتر بر شبانه‌روز (L/day) حساب کنید.

ب) اگر مصرف میانگین هر شخص را در شبانه‌روز ۱۲۰ لیتر درنظر بگیریم، این مقدار آب، پاسخ‌گوی نیاز چند نفر خواهد بود؟

حل فعالیت ۱ــ۳

$$\frac{۶۴۰ \text{ مثقال}}{۱ \text{ من تبریز}} \times ۱۰۰ \text{ من تبریز} = ۱ \text{ خروار}$$

$$= ۱۰۰ \times ۶۴۰ \text{ مثقال} \times \frac{۴/۶۸ \text{ گرم}}{۱ \text{ مثقال}} = ۲۹۹ \times ۱۰^{۳} \text{g} = ۲۹۹ \text{kg}$$

$$۱ \text{ من تبریز} = ۱ \times \frac{۱ \text{خروار}}{۱۰۰ \text{ من تبریز}} \times \frac{۲۹۹ \times ۱۰^{۳} \text{g}}{۱ \text{ خروار}}$$

$$= ۲/۹۹ \times ۱۰^{۳} \text{g} = ۲/۹۹ \text{kg}$$

$$۱ \text{ سیر} = ۱ \times \frac{۶۴۰ \text{ مثقال}}{۴۰ \text{ سیر}} = ۱۶ \text{ مثقال}$$

$$= ۱۶ \text{مثقال} \times \frac{۴/۶۸ \text{ g}}{۱ \text{ مثقال}} = ۷۴/۹ \text{g} = ۷/۴۹ \times ۱۰^{-۲} \text{kg}$$

$$۱ \text{ نخود} = ۱ \times \frac{۱ \text{ مثقال}}{۲۴ \text{ نخود}} = ۰/۰۴۲ \text{ مثقال}$$

$$= ۰/۰۴۲ \text{مثقال} \times \frac{۴/۶۸ \text{ g}}{۱ \text{ مثقال}} = ۰/۱۹۵ \text{g} = ۰/۱۹۵ \times ۱۰^{-۳} \text{kg}$$

$$۱ \text{ گندم} = ۱ \times \frac{۱ \text{ مثقال}}{۹۶ \text{ گندم}} = ۰/۰۴۹ \text{g} = ۰/۰۴۹ \times ۱۰^{-۳} \text{kg}$$

پاسخ پرسش ۱ــ۳

$۰/۰۰۰۱۵ \text{kg} = ۱/۵ \times ۱۰^{-۴} \text{kg}$

نگاهی به تاریخچهٔ سازمان ملی استاندارد ایران

در فرهنگ مردم ایران زمین، توجه به استاندارد به گذشته‌ای بسیار کهن باز می‌گردد به‌نحوی که به سادگی می‌توان در آثار علمی، تاریخی و اجتماعی باقیمانده از قرون متمادی آثار و شواهد آن‌را به صورتی آشکار مشاهده نمود. لیکن حرکت نظام یافته آن مربوط به قرون اخیر است.

اولین حرکت مدون در ارتباط با استاندارد و استانداردنویسی در ایران با تصویب قانون اوزان و مقیاس‌ها در سال ۱۳۰۴ شمسی آغاز شد و در سال ۱۳۳۲ به لحاظ ضرورت تعیین ویژگی‌های کالاها و توجه تولیدکنندگان و واردکنندگان به اهمیت کالاهای استاندارد شده، تشکیلاتی برای تهیه و تدوین استانداردهای ملی به‌ویژه نظارت بر کیفیت کالاهای صادراتی و وارداتی به‌صورت یک اداره در وزارت بازرگانی وقت ایجاد شد. در سال ۱۳۳۹ با تصویب قانون تأسیس مؤسسه استاندارد ایران، کار رسمی این مؤسسه در چهارچوب اهداف و مسئولیت‌های تعیین شده در این قانون ادامه یافت و در راستای فعالیت خود در سال ۱۳۴۴ به هنگام تصویب اساسنامه مؤسسه، عبارت «تحقیقات صنعتی» نیز به نام مؤسسه استاندارد ایران افزوده شد.

شایان ذکر است که اولین استاندارد به امر ویژگی و درجه‌بندی کردن کالاهای صادراتی (عموماً محصولات کشاورزی) پرداخته و به‌صورت آزمایشی تدوین شده است. هدف از تدوین استاندارد آزمایشی در واقع اجرای آزمایشی این استانداردها از طرف تهیه‌کنندگان و صادرکنندگان و مشخص شدن نقایص و معایب آن بود. تهیه و تدوین آزمایشی استانداردها تا سال ۱۳۴۳ با تهیه و تدوین ۱۷ استاندارد که عموماً مربوط به کالاهای سنتی و به‌منظور کمک به بهبود صادرات بود ادامه یافت. پس از آن در این سال روش کار تغییر کرد و تصمیم گرفته شد که در تمامی زمینه‌ها استانداردهای لازم تدوین شود. همچنین تهیه استانداردها از حالت آزمایشی به حالت قطعی تغییر کرد. جالب توجه اینکه برای نخستین بار در سال ۱۳۴۵ علامت استاندارد ایران روی کالاهای ایرانی استفاده شد.

پس از انقلاب ۱۳۵۷ و ضرورت دگرگونی در ساختار اقتصادی کشور، توجه بیشتری به امر کیفیت و تدوین استانداردهای ملی و انجام تحقیقات کاربردی شد که با تجمیع مقررات مرتبط، قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران در سال ۱۳۷۱ توسط مجلس شورای اسلامی ایران تصویب گردید.

در سال ۱۳۹۰ با تشکیل شورای عالی اداری به ریاست رئیس جمهور، سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از مجموعه وزارت صنعت، معدن و تجارت جدا و به‌صورت یک مؤسسه مستقل و با نام **سازمان ملی استاندارد ایران** زیر نظر ریاست جمهوری اداره می‌شود. در حال حاضر مشخصات سازمان ملی استاندارد ایران به شرح زیر است :

- سازمان ملی استاندارد ایران یک سازمان مستقل کشوری است.
- سازمان ملی استاندارد تنها سازمانی است که توسط مجلس شورای اسلامی به‌عنوان پژوهشگاه شناخته شده است.
- بالاترین رکن سازمان ملی استاندارد ایران، شورای عالی استاندارد است که ریاست آن برعهده رئیس‌جمهور است.

تعریف استاندارد (از نظر سازمان ملی استاندارد ایران)

تعریف اول : واژهٔ استاندارد به معنی نظم، قاعده، قانون، معیار و شاخص است. یکاها و برسنج‌های اندازه‌گیری

تعریف دوم : استاندارد مدرکی است دربرگیرنده قواعد، راهنمایی‌ها یا ویژگی‌هایی برای فعالیت‌ها یا نتایج آنها به منظور استفاده عمومی و مکرر که از طریق هم‌رأیی فراهم و به‌وسیله سازمان شناخته شده‌ای تصویب شده باشد و هدف از آن دست‌یابی به میزان مطلوبی از نظم در یک زمینه خاص است.

وظایف و مسئولیت‌ها

وظایف و مسئولیت‌های سازمان ملی استاندارد ایران براساس قانون به شرح زیر است :

- تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی.
- ترویج استانداردهای ملی.
- نظارت بر اجرای استانداردهای اجباری.
- نظارت و کنترل بر کیفیت محصولات تولید شده در کشور، خدمات و کالاهای صادراتی مشمول مقررات استاندارد اجباری و جلوگیری از صدور کالاهای نامرغوب به‌منظور فراهم نمودن امکان رقابت با کالاهای مشابه خارجی و حفظ بازارهای بین‌المللی.
- کنترل کیفیت کالاهای وارداتی مشمول مقررات استاندارد اجباری به‌منظور حمایت از مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان داخلی و جلوگیری از ورود کالاهای نامرغوب خارجی.
- ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها (SI) به‌عنوان دستگاه رسمی اوزان و مقیاس‌ها در کشور و کالیبره کردن وسایل سنجش.
- آزمایش و تطبیق نمونه کالاها با استاندارد مربوطه، اعلام مشخصات و اظهارنظر مقایسه‌ای و صدور گواهی‌نامه محصول.
- تعیین عیار مصنوعات فلزی گران‌بها (طلا، نقره، پلاتین و...) و انگ‌گذاری آنها برحسب عیار.
- انجام تحقیقات کاربردی به‌منظور تدوین استانداردهای ملی، بالا بردن کیفیت تولیدات داخلی، کمک به بهبود روش‌های تولید و کارایی صنایع.

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

۱ــ۵ــ اندازه‌گیری : خطا و دقت

مطالب و قواعدی که در بخش اندازه‌گیری، خطا و دقت آمده است براساس آخرین استانداردهایی است که فراتر از یک دهه است در کتاب‌های درسی مرجع و در تمامی سطوح مورد استفاده قرار می‌گیرد.

از آنجا که در کتاب درسی مطالب و قواعد مربوط به اندازه‌گیری، دقت و خطا به اندازه کافی و به‌روشنی تبیین شده است، لذا برای آموزش مؤثرتر این بخش، توجه به مثال‌ها، تمرین‌ها و فعالیت‌های استاندارد، مطابق آنچه در کتاب درسی آمده و نمونه‌هایی نیز در ادامه آمده است توصیه می‌شود.

مثال ۱ــ۲

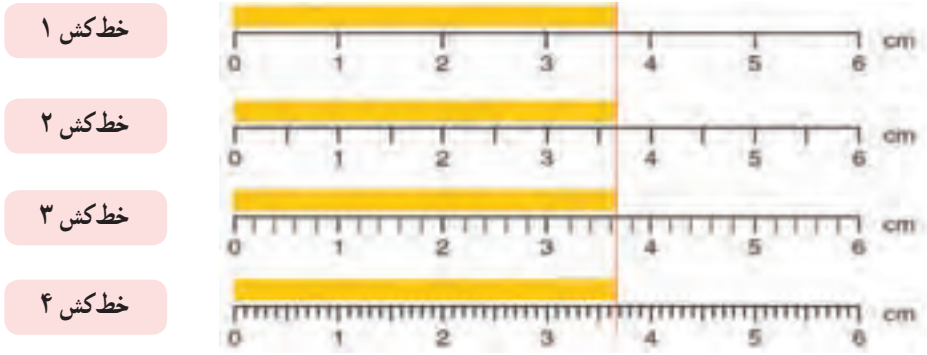
هرگاه لازم باشد مطابق آنچه در مثال ۱ــ۲ (خط‌کش ۲) دیده می‌شود، خطای ابزار اندازه‌گیری گِرد شود بنا به قاعده، همواره خطا را به‌طرف عدد بالاتر گِرد می‌کنند. برای مثال اگر دقت یک ابزار اندازه‌گیری مدرج ۳mm باشد، بنابرقاعده، خطای آن برابر ۱/۵mm ± می‌شود که باید به صورت ۲mm ± گرد شود.

توجه مهم : طرح هر گونه پرسش و مسئله، که به‌طور انتزاعی و معما گونه به موضوع اندازه‌گیری، خطا ودقت می‌پردازد و در آنها نوع، شکل و تصویر ابزار اندازه‌گیری برای دانش‌آموزان مشخص نیست نه تنها کمکی به شناخت و درک بهتر دانش‌آموزان نمی‌کند بلکه آنها را از واقعیت اندازه‌گیری مبتنی بر ابزار دورتر می‌کند. به همین دلیل توجه و پرداختن به این گونه آموزش و ارزشیابی انتزاعی از بحث اندازه‌گیری، خارج از اهداف برنامهٔ درسی این کتاب است.

تأکید می‌شود در هرگونه پرسش و مسئله، مطابق الگوی کتاب درسی، شکل یا تصویر وسیلهٔ اندازه‌گیری و ساختار آن به دانش‌آموزان نشان داده شود. آنگاه دانش‌آموزان براساس آن به ارائه گزارش اندازه‌گیری بپردازند.

تمرین‌های پیشنهادی

۱ خط‌کش‌های موجود در بازار معمولاً به یکی از صورت‌های زیر مدرج می‌شوند. نتیجهٔ اندازه‌گیری توسط هر خط‌کش را به همراه خطای آن بنویسید.



خط‌کش ۱ : ۳/۷cm ± ۰/۵cm = ۳۷mm ± ۵mm

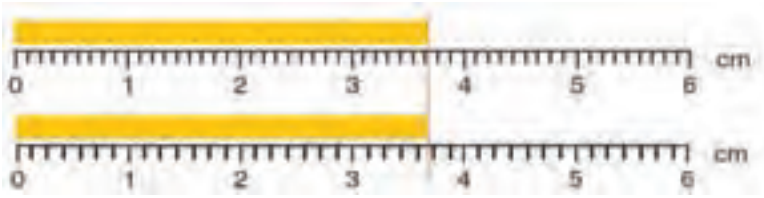
خط‌کش ۲ : ۳/۷cm ± ۰/۳cm = ۳۷mm ± ۳mm

خط‌کش ۳ : ۳/۶cm ± ۰/۱cm = ۳۶mm ± ۱mm

خط‌کش ۴ : ۳/۶۸cm ± ۰/۰۵cm = ۳۶/۸mm ± ۰/۵mm

هرچند گسترهٔ خطای این خط‌کش ±۰/۲۵cm است ولی باید به‌صورت ±۰/۳cm گرد شود تا از نظر فیزیک، جمع و تفریق دو عدد درست باشد.

۲ نتیجهٔ اندازه‌گیری توسط خط‌کش‌های زیر را به همراه خطای آنها بنویسید.



الف

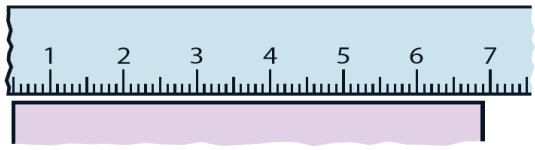
ب

پاسخ :

در خط‌کش الف هر سانتی‌متر به ۹ قسمت مساوی و در خط‌کش ب هر سانتی‌متر به ۷ قسمت مساوی تقسیم شده است. این نوع تقسیم‌بندی یا مدرج کردن یک وسیلهٔ اندازه‌گیری غیرمعمول و نامتعارف است و در عمل چنین وسیله‌ای به‌صورت خط‌کش و ابزارهای مدرج اندازه‌گیری دیگر وجود خارجی ندارد. **توجه کنید ابزارهای اندازه‌گیری را با این منطق مدرج می‌کنند که خواندن و گزارش نتیجه اندازه‌گیری تا حد ممکن ساده و سریع باشد.** همان‌طور که دیده می‌شود خواندن و گزارش نتیجه اندازه‌گیری با خط‌کش‌های الف و ب نیاز به صرف زمان زیادی دارد در حالی که با خط‌کش شکل پ که تا میلی‌متر مدرج شده است و نسبت به خط‌کش‌های الف و ب دقت بیشتری هم دارد بسیار ساده‌تر و سریع‌تر انجام می‌شود. بنابراین **از همکاران گرامی تقاضا داریم که ذهن و وقت دانش‌آموزان را درگیر این نوع ابزارهای مدرج انتزاعی، خودساخته و غیرواقعی نکنند.**

پ

۳ شکل زیر خط‌کشی را نشان می‌دهد که ابتدای آن از بین رفته است. نتیجهٔ اندازه‌گیری توسط این خط‌کش را به همراه خطای آن بنویسید.



پاسخ :

$$\text{طول جسم} = (۶۹/۲\text{mm} - ۵/۰\text{mm}) \pm ۰/۵\text{mm} = ۶۴/۲\text{mm} \pm ۰/۵\text{mm}$$

از آنجا که موقعیت جسم نسبت به ابزار اندازه‌گیری تغییری نکرده است، کافی است فقط یک بار خطا را گزارش کنیم.

۴ نتیجهٔ اندازه‌گیری توسط تندی سنج شکل زیر را به همراه خطای آن بنویسید.

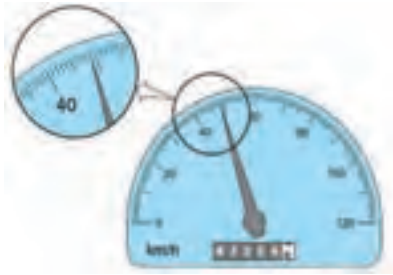
پاسخ :

$$۷۰\ km/h \pm ۵ km/h$$

رقم حدسی (غیرقطعی) — خطای وسیلهٔ اندازه‌گیری

مقدار واقعی تندی خودرو، بین ۶۵km/h و ۷۵km/h قرار دارد.

۵ نتیجهٔ اندازه‌گیری توسط تندی سنج شکل زیر را به همراه خطای آن بنویسید.



پاسخ :

$$۴۸/۹\ km/h \pm ۰/۵\ km/h$$

رقم حدسی (غیر قطعی) — خطای وسیلهٔ اندازه‌گیری

مقدار واقعی تندی خودرو، بین ۴۸/۴ km/h و ۴۹/۴km/h قرار دارد.

حل تمرین ۱ــ۴

۱

خطای وسیلهٔ اندازه‌گیری ۰/۵ cm ← ۴/۵cm ± ۰/۵ cm ← دو رقم بامعنا
رقم حدسی (غیر قطعی)

خطای وسیلهٔ اندازه‌گیری ۰/۰۵ cm ← ۴/۵۸cm ± ۰/۰۵ cm ← سه رقم بامعنا
رقم حدسی

خطای وسیلهٔ اندازه‌گیری ۰/۵ cm ← ۳/۰cm ± ۰/۵ cm ← دو رقم بامعنا
رقم حدسی

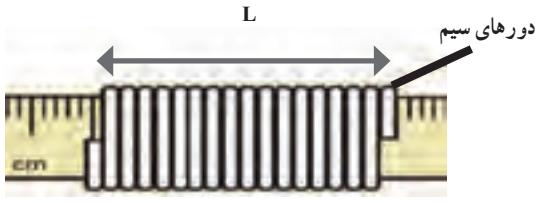
۲ خطای دماسنج برابر $1^{\circ}C$ است. بنابراین عدد غیرقطعی در نمایشگر دمای خارج و داخل گلخانه به ترتیب عدد صفر و ۸ است.

۳ $27^{\circ}C \pm 3^{\circ}C$

پاسخ فعالیت ۱ــ۴

الف) روش‌های متفاوتی برای انجام این فعالیت وجود دارد. یک روش این است که به کمک قطره‌چکان تعداد ۵۰ یا ۱۰۰ قطره آب را داخل یک استوانهٔ مدرج یا یک سرنگ ۱۰ سی‌سی بریزیم. آنگاه با تعیین جرم و حجم این تعداد قطره، جرم و حجم یک قطره را به‌دست آوریم.

ب) سیم را مطابق شکل زیر، (که به مقیاس رسم نشده است) دور یک خط‌کش میلی‌متری و کاملاً مجاور هم بپیچید. با تقسیم طول L بر تعداد دور سیم، قطر سیم به‌دست می‌آید. شرح بیشتری از این فعالیت، در صفحهٔ بعد آمده است.



هر چند در تمامی کتاب و در محاسبه‌های انجام شده در مثال‌ها، در طراحی تمرین‌ها و مسائل پایان هر فصل، به مواردی که در این «خوب است بدانید» آمده، به عنوان استاندارد کتاب درسی، توجه شده است ولی رعایت آنها نه برای دبیران محترم، هنگام آموزش و ارزشیابی و نه برای دانش‌آموزان عزیز، الزامی ندارد.

فعالیت پیشنهادی

چنانچه فرصت کافی در اختیار دارید، آموزش عملی نحوه خواندن و گزارش نتیجه اندازه‌گیری توسط کولیس و ریزسنج مدرج پیشنهاد می‌شود. در این فعالیت با توجه به امکانات آزمایشگاه مدرسه، فرصتی را در اختیار دانش‌آموزان قرار دهید تا با نحوه اندازه‌گیری کولیس و ریزسنج آشنا شوند.

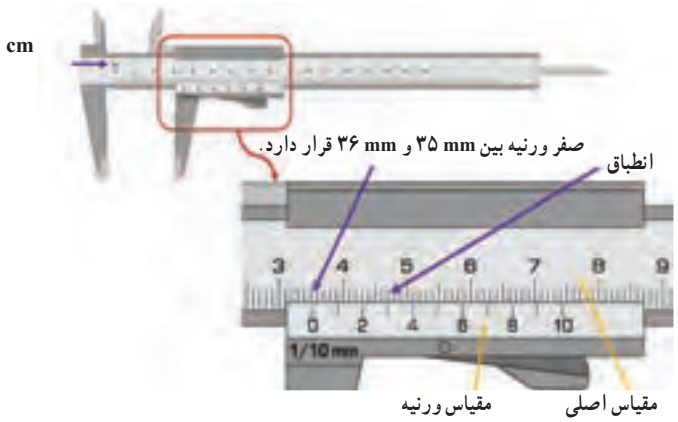
کولیس‌های مدرج معمولاً با دقت ۰/۰۲، ۰/۰۵ و ۰/۱ میلی‌متر ساخته می‌شوند.
در اینجا برای سادگی، تنها به کولیس‌های ۰/۱ میلی‌متر اشاره شده است.

- اگر دقت کولیسی که در اختیار دارید ۰/۱mm باشد در این صورت گسترهٔ خطای آن ±۰/۰۵mm است.
- اگر دقت کولیسی که در اختیار دارید ۰/۰۵ mm باشد در این صورت گسترهٔ خطای آن ±۰/۰۲۵ mm است که باید به صورت ±۰/۰۳ mm گرد شود. دلیل آن را در ادامه خواهید دید.
- اگر دقت کولیسی که در اختیار دارید ۰/۰۲ mm باشد در این صورت گسترهٔ خطای آن ±۰/۰۱ mm است.

ریزسنج‌های مدرج که معمولاً در آزمایشگاه مدارس وجود دارد دارای دقت ۰/۰۱ mm هستند. در این صورت، همان‌طور که در کتاب نیز اشاره شده است گسترهٔ خطای آنها ±۰/۰۰۵ mm است.

با توجه به امکانات آزمایشگاه مدرسه، فعالیت کار با کولیس و ریزسنج باید به‌طور عملی و توسط دانش‌آموزان (ترجیحاً گروه‌های سه تا پنج نفره) انجام شود.

نحوهٔ خواندن و گزارش نتیجهٔ اندازه‌گیری با کولیس $0/1\ mm = \frac{1}{10}\ mm$

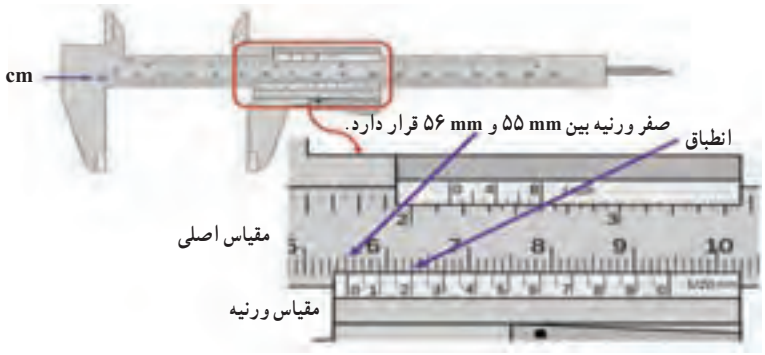


خطای وسیلهٔ اندازه‌گیری ← ۳۵/۳۰ mm ± ۰/۰۵ mm ← رقم غیرقطعی

توجه بسیار مهم : اگر نتیجهٔ اندازه‌گیری را به صورت زیر بنویسید، از نظر فیزیک **نادرست** است هر چند از نظر ریاضیات ایرادی بر آن وارد نیست!

$$۳۵/۳ \text{ mm} \pm ۰/۰۵ \text{ mm}$$

نحوهٔ خواندن و گزارش نتیجهٔ اندازه‌گیری با کولیس $\frac{۱}{۲۰}$ mm = ۰/۰۵ mm



$$۵۵/۲۰ \text{ mm} \pm ۰/۰۳ \text{ mm}$$

رقم غیرقطعی ← ۵۵/۲۰ mm

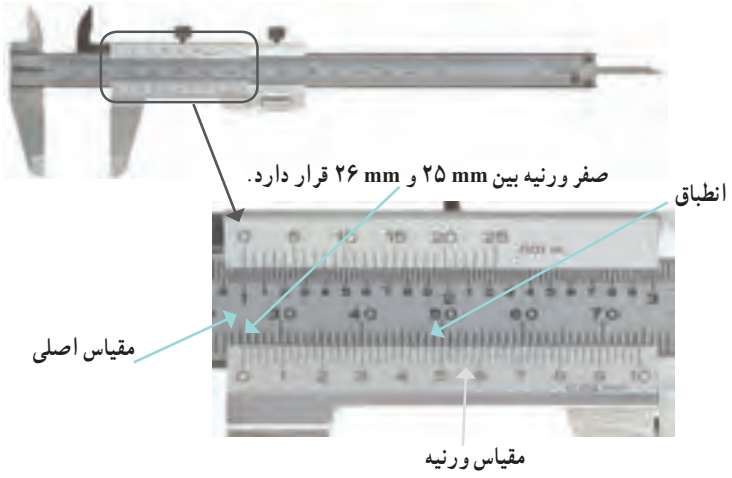
خطای وسیلهٔ اندازه‌گیری ← ±۰/۰۳ mm

توجه بسیار مهم : اگر نتیجهٔ اندازه‌گیری را به صورت زیر بنویسید، از نظر فیزیک **نادرست** است هر چند از نظر ریاضیات ایرادی بر آن وارد نیست!

$$۵۵/۲۰ \text{ mm} \pm ۰/۰۲۵ \text{ mm}$$

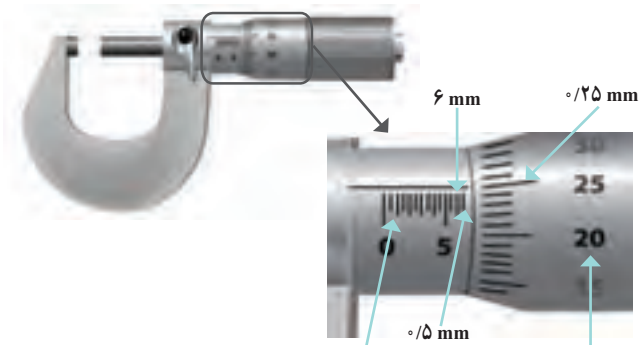
هرچند گسترهٔ خطای این کولیس ±۰/۰۲۵ mm است ولی باید به‌صورت ±۰/۰۳ mm گرد شود تا از نظر فیزیک، جمع و تفریق دو عدد صحیح باشد.

نحوهٔ خواندن و گزارش نتیجهٔ اندازه‌گیری با کولیس $\frac{۱}{۵۰}$ mm = ۰/۰۲ mm



خطای وسیلهٔ اندازه‌گیری ← ۰/۰۱ mm ± ۲۵/۴۶ mm ← رقم حدسی (غیرقطعی)

نحوهٔ خواندن و گزارش نتیجهٔ اندازه‌گیری با ریزسنج ۰/۰۱ mm



فاصلهٔ هر دو درجهٔ متوالی روی استوانهٔ مدرج ثابت برابر ۰/۵ mm است.

با هر دور چرخش کامل استوانهٔ مدرج چرخان، فک متحرک ۰/۵ mm نسبت به فک ثابت (استوانهٔ مدرج ثابت) جابه‌جا می‌شود.

خطای وسیلهٔ اندازه‌گیری ← ۰/۰۰۵ mm ± ۶/۷۵۰ mm ← رقم غیرقطعی

تمرین‌های پیشنهادی

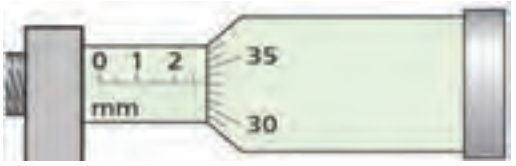
۱ شکل زیر بخشی از یک کولیس ۰/۰۵ mm را نشان می‌دهد. نتیجهٔ اندازه‌گیری را با ذکر خطای وسیله بنویسید.

پاسخ :

۲۴ /۷۰ mm ± ۰/۰۳ mm

رقم غیرقطعی ← خطای وسیلهٔ اندازه‌گیری

۲ شکل زیر بخشی از یک ریزسنج ۰/۰۱ mm را نشان می‌دهد. نتیجهٔ اندازه‌گیری را با ذکر خطای وسیله بنویسید.



پاسخ :

۲ /۸۳۲ mm ± ۰/۰۰۵ mm

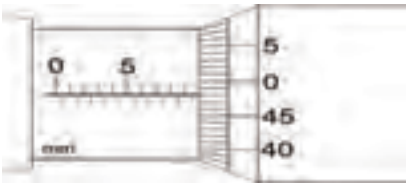
رقم غیرقطعی ← خطای وسیلهٔ اندازه‌گیری

۳ شکل‌های زیر بخشی از یک ریزسنج ۰/۰۱ mm را نشان می‌دهد. نتیجهٔ اندازه‌گیری را با ذکر خطای وسیله بنویسید.

پاسخ :

۱۲ /۴۰۰ mm ± ۰/۰۰۵ mm

رقم حدسی (غیرقطعی) ← خطای وسیلهٔ اندازه‌گیری



پاسخ :

۹ /۹۸۱ mm ± ۰/۰۰۵ mm

رقم حدسی (غیرقطعی) ← ۹ /۹۸۱ mm ± ۰/۰۰۵ mm ← خطای وسیلهٔ اندازه‌گیری

ابزارهای رقمی (دیجیتال)

پاسخ :

۳۶/۵°C ± ۰/۱°C

رقم غیرقطعی ← ۳۶/۵°C ± ۰/۱°C ← خطای وسیلهٔ اندازه‌گیری

مقدار واقعی دما، بین ۳۶/۴°C و ۳۶/۶°C قرار دارد.

پاسخ :

۲۵۰ /۰ g ± ۰/۱ g

رقم غیرقطعی ← ۲۵۰ /۰ g ± ۰/۱ g ← خطای وسیلهٔ اندازه‌گیری

مقدار واقعی جرم، بین ۲۴۹/۹ g و ۲۵۰/۱ g قرار دارد.

۴ نتیجهٔ اندازه‌گیری توسط کولیس رقمی را به همراه خطای آن بنویسید.

پاسخ :

۲۳ /۳۳ mm ± ۰/۰۱ mm

رقم غیرقطعی — خطای وسیلهٔ اندازه‌گیری

مقدار واقعی طول، بین ۲۳/۳۲ mm و ۲۳/۳۴ mm قرار دارد.

۵ نتیجهٔ اندازه‌گیری توسط ریزسنج رقمی را به همراه خطای آن بنویسید.

پاسخ :

۱۹ /۹۷۷ mm ± ۰/۰۰۱ mm

رقم غیرقطعی — خطای وسیلهٔ اندازه‌گیری

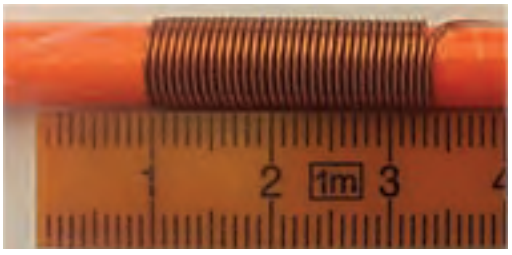
مقدار واقعی طول، بین ۱۹/۹۷۶ mm و ۱۹/۹۷۸ mm قرار دارد.

اندازه‌گیری ضخامت یک سیم مسی نازک

برای اندازه‌گیری ضخامت یک سیم مسی نازک می‌توان از روش مستقیم استفاده کرد. در این روش بهتر است که از یک ابزار با دقت بالا استفاده کنیم. مناسب‌ترین وسیله برای این کار استفاده از ریزسنج است. در صورتی که ریزسنج در اختیار نداشته باشیم چگونه ضخامت سیم مسی نازک را اندازه‌گیری کنیم؟ فرض کنید که یک خط‌کش معمولی در اختیار داریم و می‌خواهیم ضخامت این سیم را اندازه‌گیری کنیم. برای این کار باید سیم را در کنار درجه‌های خط‌کش قرار دهیم و ضخامت سیم را حدس بزنیم. برای مثال در شکل الف می‌توانیم مقدار خوانده شده را به صورت ۰/۶ mm ± ۰/۵ mm گزارش کنیم. چون مقدار گزارش شده در این روش، خیلی به خطای ابزار اندازه‌گیری نزدیک است بنابراین این اندازه‌گیری چندان قابل اطمینان نیست. البته قابل اطمینان بودن یک اندازه‌گیری بستگی به کاربرد ما دارد و گاهی همین قدر از دقت نیز می‌تواند برای ما کافی باشد. اگر بخواهیم دقت اندازه‌گیری را بالا ببریم یا باید از وسیلهٔ دقیق‌تری استفاده کنیم و یا باید روش کاررا تغییر دهیم. روشی که به کار می‌بریم این است که به جای اندازه‌گیری یک دور سیم، ضخامت چند دور سیم را اندازه می‌گیریم (توجه داشته باشید که مطابق شکل ب در این روش باید سیم‌ها بدون فاصله و چسبیده به هم پیچیده شده باشند.) سرانجام مقدار خوانده شده را به تعداد دور سیم‌ها تقسیم می‌کنیم مطابق شکل الف، تعداد **۲۹** دور سیم در ۲۰/۰ میلی‌متر پیچیده شده است. بنابراین قطر یک دور سیم برابر ۰/۶۷۹۶۵۵۱۷۲۴ میلی‌متر می‌شود که باید به صورت ۰/۶۹۰ میلی‌متر و با سه رقم بامعنا گرد شود. **توجه کنید که** در این روش دقت اندازه‌گیری بالا می‌رود و مقدار به‌دست آمده به مقدار واقعی ضخامت سیم نزدیک‌تر است. همچنین در این روش، خطا به کمک روابط آماری محاسبه می‌شود و نحوهٔ بررسی آن خارج از بحث کتاب فیزیک ۱ است. در صورتی که طول سیمی را که در اختیار دارید کم باشد می‌توانید آن را دور مدادی بپیچید و طول دور سیم‌ها را مطابق شکل پ با خط‌کش میلی‌متری یا مطابق شکل ت با کولیس اندازه بگیرید که این باعث می‌شود دقت افزایش یابد.

(الف)

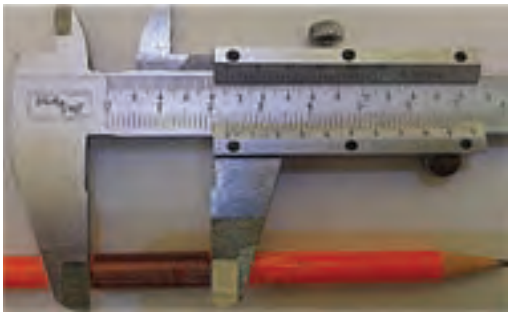
(ب)



(پ)

نتیجه با خط‌کش

۲۳/۵ mm ÷ ۳۵ = ۰/۶۷۱ mm



(ت)

نتیجه با کولیس

۲۳/۳۲ mm ÷ ۳۵ = ۰/۶۶۶۲ mm

۱ــ۶ــ تخمین مرتبهٔ بزرگی در فیزیک

راهنمای تدریس : موضوع تخمین مرتبهٔ بزرگی (order_of_magnitude estimate) در فیزیک، نخستین باری است که در کتاب‌های درسی فیزیک به آن پرداخته می‌شود. پیش از این و در کتاب‌های درسی فیزیک، معمولاً لابه‌لای برخی از فعالیت‌های فصل اندازه‌گیری، از دانش‌آموزان خواسته می‌شد تا برای مثال، ابعاد کلاس خودشان را تخمین بزنند و نتیجه را گزارش کنند. این نوع تخمین، که مبتنی بر حواس و مهارت‌های اندازه‌گیری دانش‌آموزان به‌وجود می‌آید به‌طور کامل با تخمین مرتبهٔ بزرگی که موضوع این بخش از کتاب فیزیک ۱ است تفاوت دارد.

همان‌طور که در این صفحه نیز تأکید شده است نوعی از تخمین در فیزیک، تخمین مرتبهٔ بزرگی است که به کمک آن می‌توان درک و شناختی بهتر از مسئلهٔ مورد بررسی پیدا کرد. نتیجهٔ محاسبات مبتنی بر این نوع تخمین، همواره باید به صورت مرتبه‌ای از ۱۰ بیان شود. در برخی موارد نتیجهٔ به‌دست آمده در مقایسه با مقدار واقعی، ممکن است یک یا دو مرتبه بزرگ‌تر یا کوچک‌تر باشد که اهمیت چندانی ندارد.

در تخمین مرتبهٔ بزرگی، بنا به قاعده‌ای که گفته شده است باید در حین فرایند حل مسئله یا در پایان آن، اعداد گرد شوند و نتیجه به صورت مرتبه‌ای از ۱۰ بیان شود. در صورتی که در تخمین مبتنی بر حواس، وقتی برای مثال طول جسمی را تخمین می‌زنیم باید آن را بدون گرد کردن گزارش کنیم.

توجه : هنگام طراحی مسئله‌های مربوط به تخمین مرتبهٔ بزرگی، برخی از داده‌ها و روابط مورد نیاز را باید در اختیار دانش‌آموزان بگذاریم. برای نمونه، در مثال ۱ــ۳، مساحت شهرستان رشت را به دانش‌آموزان داده‌ایم ولی نحوهٔ محاسبه حجم یک لایه به ضخامت d یا رابطهٔ مربوط به محاسبهٔ حجم یک کره را انتظار می‌رود که دانش‌آموزان از سال‌های قبل بدانند و در صورت نیاز در حل مسئله از آنها استفاده کنند.

مثال ۱ــ۳

به این مثال می‌توانید قسمت‌های دیگری را نیز اضافه کنید و به عنوان تمرین از دانش‌آموزان بخواهید تا درکلاس یا خانه انجام دهند. مثلاً دانش‌آموزان مرتبهٔ بزرگی تعداد قطره‌های یک لیتر آب را تخمین بزنند و بررسی کنند که این تعداد قطرهٔ باران معادل چند لیتر است. همچنین اگر مصرف میانگین روزانهٔ هر فرد را ۱۲۰ لیتر در نظر بگیریم این مقدار باران، برای مصرف چند نفر می‌تواند کافی باشد.

مثال ۱ــ۴

هر چند نتیجهٔ واقعی حدود ۱۵۰ میلیون لیتر می‌شود با وجود این، مرتبهٔ بزرگی این حجم از خون که توسط قلب یک نفر در طول عمرش پمپ می‌شود حکایت از کارکرد شگفت‌انگیز قلب دارد. به همین دلیل توصیه می‌شود تا دانش‌آموزان روی نتیجهٔ به‌دست آمده درنگی داشته باشند و به بزرگی این عدد و شگفتی‌های نهفته در خلقت انسان توجه کنند.

مثال ۱ــ۵

هنگام محاسبهٔ مساحت سطح زمین، برای سادگی و سرعت در محاسبه می‌توانید ابتدا شعاع زمین را گرد کرده و آن‌گاه در رابطهٔ آن قرار دهید ($R=۶/۴ \times ۱۰^{۶}\ m \sim ۱۰^{۷}$).

مقداری که براساس روابط تحلیلی به‌دست آمده است و در منابع به آن اشاره می‌کنند حدود $۱/۵۲ \times ۱۰^{۱۸}\ kg$ است که نشان می‌دهد روش تخمین مرتبهٔ بزرگی، روشی ساده و در عین حال قدرتمند برای حل مسائلی است که به ظاهر پیچیده به نظر می‌رسند!

حل تمرین ۱ــ۵

یکی از اهداف این تمرین توجه به یک مسئلهٔ زیست‌محیطی شهری است که به سادگی از کنار آن گذشته و معمولاً توجهی هم به آن نمی‌شود. در ایران نیز با اجزای طرح ملی کهاب (برای بازیافت ۳۰۰ هزار لیتر بنزین در شبانه‌روز) توسط شرکت ملی پخش فراورده‌های نفتی، کوشش می‌شود تا با اقداماتی از جمله نصب تجهیزاتی در جایگاه‌های سوخت‌رسان، حجم بخار بنزین وارد شده به هوای شهری را کاهش دهند.

همان‌طور که در قسمت راهنمایی تمرین نیز اشاره شده است برای حل این مسئله باید توجه کنیم که به چه روش‌هایی بخار بنزین می‌تواند وارد هوا شود. افزون بر مقدار کمی بنزین که هنگام سوخت‌گیری هدر می‌رود، دست کم به سه روش بخار بنزین به‌طور مستقیم وارد هوا می‌شود. از آنجا که میانگین مصرف روزانهٔ بنزین در تهران ۲۰ میلیون لیتر است لذا داریم :

$$\text{مرتبهٔ بزرگی حجم بخار بنزینی که وارد هوای شهر تهران می‌شود.} = ۲۰\ ML + ۲۰\ ML + ۲۰ ML \sim ۱۰^{۸}\ L$$

- $۲۰\ ML$: از مخزن تانکر، هنگام دریافت سوخت از خطوط لوله
- $۲۰\ ML$: از مخزن جایگاه پمپ‌بنزین هنگام دریافت سوخت از تانکر
- $۲۰\ ML$: از باک یک خودرو هنگام سوخت‌گیری

۱ــ۷ــ چگالی

راهنمای تدریس: همان‌طور که در کتاب نیز اشاره شده است دانش‌آموزان در علوم سال هفتم با تعریف چگالی آشنا شده‌اند و فعالیت‌های ساده‌ای را هم در این خصوص انجام داده‌اند. لذا در این بخش و با توجه به ماهیت فصل اول، ضمن یادآوری این تعریف، دانش‌آموزان را از طریق حل مسئله با یکاهای چگالی و تبدیل آنها با یکدیگر آشنا کرده‌ایم.

حل تمرین ۱ــ۶

به روش تبدیل زنجیره‌ای داریم:

$$۱۰۰۰\,kg/m^۳=(۱۰۰۰\,kg/m^۳)(۱)(۱)$$

$$=(۱۰۰۰\,kg/m^۳)\left(\frac{۱۰۰۰\,g}{۱\,kg}\right)\left(\frac{۱\,m^۳}{۱۰^۶\,cm^۳}\right)=۱\,g/cm^۳$$

پاسخ پرسش ۱ــ۴

با توجه به اینکه چگالی بنزین از چگالی آب کمتر است (با توجه به جدول ۱ــ۸) انتظار می‌رود دانش‌آموزان توضیحی قانع‌کننده برای پاسخ به پرسش ارائه دهند.

حل تمرین ۱ــ۷

$$V=۴/۷۰\,L=۴/۷۰\times۱۰^۳\,cm^۳$$

$$m=\rho V=(۱/۰۵\,g/cm^۳)(۴/۷۰\times۱۰^۲\,cm^۳)=۴۹۳\,g$$

دانستنی برای معلم

اُسمیم (Osmium) از عنصرهای جدول تناوبی و با نشان Os است که نخستین بار در سال ۱۸۰۳ میلادی کشف شد. این عنصر یکی از کمیاب‌ترین فلزها در پوستهٔ زمین است. نقطهٔ ذوب اسمیم کمی بیشتر از ۳۰۰۰ درجهٔ سلسیوس است و به‌طور عمده به عنوان عنصر آلیاژی در آلیاژهای پلاتینیم کاربرد دارد و حضور آن در این دسته از آلیاژها، سبب سختی بسیار زیاد آنها می‌شود. آلیاژ ۹۰٪ پلاتین و ۱۰٪ اسمیوم در ایمپلنت‌های پزشکی مانند ضربان‌ساز قلب و تعویض دریچهٔ قلب کاربرد دارد. همچنین اسمیوم تترااکسید برای بررسی‌های میکروسکوپی جهت تحریک بافت چربی و کشف اثر انگشت کاربرد دارد.

حل تمرین ۱ــ۸

قبل از حل این تمرین، بهتر است از دانش‌آموزان بخواهید تا پیش‌بینی کنند که جرم هوای داخل کلاس تقریباً چقدر است. معمولاً نتیجهٔ پیش‌بینی آنها خیلی کمتر از مقدار واقعی است!

برای تعیین حجم کلاس، ابتدا باید ابعاد کلاس توسط دانش‌آموزان تخمین زده شود. اگر ابعاد یک کلاس فرضی ۴m×۹m×۳m برآورد شود، در این صورت داریم :

$V = ۱۰۸\ m^۳$

$m = \rho V = (۱/۲۹\ kg/m^۳)\ (۱۰۸\ m^۳) = ۱۳۹\ kg$

پاسخ پرسش ۱ــ۵

با توجه به مفهوم چگالی دانش‌آموزان به سادگی می‌توانند به این پرسش پاسخ دهند.

توصیه می‌شود فعالیت‌های ۱ــ۷ و ۱ــ۸ به‌طور گروهی توسط دانش‌آموزان انجام شود.

پرسش پیشنهادی

با توجه به مفهوم چگالی، هر یک از شکل‌های ۱ تا ۴ را به یکی از گزینه‌های (الف) تا (ت) مرتبط کنید.

الف) چگالی جسم از چگالی آب بیشتر است.
ب) چگالی جسم بین ۰/۶ تا ۰/۸ گرم بر میلی‌لیتر است.
پ) چگالی آب و چگالی جسم مساوی‌اند.
ت) چگالی جسم حدود نصف چگالی آب است.

راهنمای پرسش‌ها و مسئله‌های فصل ۱

۱ دانش‌آموزان در پاسخ به این پرسش باید به موارد زیر توجه کنند : هیچ نظریه‌ای در فیزیک به عنوان حقیقت پایانی در نظر گرفته نشده است. این امکان همواره وجود دارد که مشاهده‌های جدید ایجاب کنند که نظریه‌ای بازنگری یا رد شود. این در ماهیت نظریهٔ فیزیکی نهفته است که می‌توانیم یک نظریه را در صورت یافتن رفتاری که با آن ناسازگار است رد کنیم.

۲ در پاسخ به این پرسش توجه کنند که : در فیزیک، مدل صورت ساده شده‌ای از یک دستگاه فیزیکی است که تحلیل آن در شرایط واقعی و با جزئیات کامل، دارای پیچیدگی‌های فراوانی است. مدل آرمانی، ساده‌ترین شکل ممکن برای بررسی یک دستگاه یا پدیدهٔ فیزیکی است. برای ساختن یک مدل آرمانی، باید روی مهم‌ترین ویژگی‌های دستگاه تمرکز کنیم و اثرهای جزئی‌تر را نادیده بگیریم.

۳ به ترتیب از راست به چپ (قسمت بالا) : نرده‌ای، اصلی
به ترتیب از راست به چپ (قسمت پایین) : تغییر نکنند، متر، ثانیه، تندی متوسط، سرعت متوسط، نیرو و شتاب.

۴ در این گونه تخمین یا برآورد طول اجسام اطرافمان، از چشم و ذهن خود کمک می‌گیریم. در این گونه تخمین‌ها، که به تخمین‌های مبتنی بر حواس نیز مرسوم‌اند، مقدار براورد شده را گزارش می‌کنیم.

۵ امروزه ترازوهای آشپزخانه عمدتاً به صورت رقمی (دیجیتال) ساخته می‌شوند و دقت خوبی دارند (مانند ترازوی شکل صفحه بعد که دقت آن یک گرم است). ترازوهای مدرج آشپزخانه، معمولاً دقت کمی دارند و برای انجام این فعالیت توصیه نمی‌شوند (مانند ترازوی شکل صفحه بعد که دقت آن ۲۰گرم است). اگر جرم تعدادی سوزن (مثلاً ۵۰ عدد) را به کمک ترازوی رقمی به‌دست آوریم و مقدار حاصل را بر عدد ۵۰ تقسیم کنیم، مقدار به‌دست آمده به جرم واقعی یک سوزن تقریباً نزدیک است.

ترازوی رقمی آشپزخانه با دقت یک گرم

ترازوی مدرج آشپزخانه با دقت ۲۰ گرم

۶ دانش‌آموزان می‌توانند به حرکت رفت و برگشتی یک آونگ، خروج قطره‌های آب از یک شیر آب که سفت بسته نشده است برای مقیاس‌های کوچک زمان اشاره کنند و برای مقیاس‌های بزرگ زمان نیز می‌توانند به شبانه روز، ماه، فصل و سال به عنوان پدیده‌های تکرار شوندهٔ طبیعی اشاره کنند.

۷ الف) با توجه به جدول ۱ــ۵، هر سال تقریباً $۳/۱۵\times۱۰^{۷}s$ است. بنابراین یک قرن برابر $۳/۱۵\times۱۰^{۹}s$ و یک میکروقرن برابر $۳/۱۵\times۱۰^{۳}s$ خواهد شد که برابر ۵۲/۵ min یا تقریباً ۵۰ min می‌شود. (اشاره : امروزه در بیشتر نظام‌های آموزشی دنیا، هر جلسهٔ مفید کلاس درس را ۵۰ دقیقه که تقریباً برابر با یک میکروقرن است در نظر می‌گیرند.)

ب) به روش تبدیل زنجیره‌ای داریم :

$$۱۰^{۹}s=(۱۰^{۹}s)(۱)=(۱۰^{۹}s)\left(\frac{۱year}{۳/۱۵\times۱۰^{۷}s}\right)=۳۱/۷\ year$$

۸ الف) با توجه به فرض‌های مسئله، ابتدا مساحت سطح زمین را پیدا می‌کنیم.

$$A=۴\pi R^{۲}=۴\times۳/۱۴(۶/۴۰\times۱۰^{۶}m)^{۲}=۵/۱۴\times۱۰^{۱۴}m^{۲}$$

$$A=(۵/۱۴\times۱۰^{۱۴}m^{۲})\left(\frac{\text{هکتار }۱}{۱۰^{۴}m^{۲}}\right)=۵/۱۴\times۱۰^{۱۰}\text{هکتار}$$

ب) مساحت کل کشوری که به دریا دسترسی دارد، شامل مساحت خشکی و مساحت بخشی از دریا (رودخانه‌های مرزی، جزایر و نوار ساحلی) است. برای محاسبه مساحت یک بخش از دریا و برای سادگی، منطقه مورد نظر را به صورت مستطیل در نظر می‌گیریم.

محاسبهٔ مساحت محدوده آب‌های سرزمینی در شمال ایران :

طول خط ساحلی در شمال کشور (طول مستطیل مورد نظر) با در نظر گرفتن مقیاس حدود ۹۰۰ کیلومتر است. از طرفی عرض آب‌های سرزمینی در این منطقه ۱۵ مایل دریایی است (با توجه به توافق سال ۱۳۹۴ شمسی بین رؤسای جمهور پنج کشور حاشیه دریای خزر). با در نظر گرفتن اینکه هر مایل دریایی معادل ۱۸۵۲ متر است، بنابراین عرض آب‌های سرزمینی در شمال کشور ۲۷۷۸۰ متر است. بنابراین مساحت آب‌های سرزمینی منطقه شمالی کشورمان حدود ۲۵۰۰۰ کیلومتر مربع است.

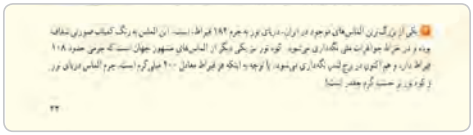
محاسبهٔ مساحت محدوده آب‌های سرزمینی در جنوب ایران :

طول خط ساحلی در جنوب کشور ۴۹۰۰ کیلومتر و عرض آب‌های سرزمینی در این منطقه به استناد یک کوانسیون بین‌المللی، ۱۲ مایل دریایی یا معادل ۲۲/۲۲۴ کیلومتر است. بنابراین مساحت آب‌های سرزمینی منطقه جنوبی کشورمان حدود ۱۰۹۰۰۰ کیلومتر مربع است.

محاسبهٔ مساحت کل سرزمین ایران :

از آنجا که مساحت بخش خشکی ایران برابر ۱۶۴۸۱۹۵ کیلومترمربع است، مساحت کل سرزمین ایران برابر ۱۷۸۲۱۹۵ کیلومتر مربع است که حدود ۷/۵ درصد آن مربوط به بخش دریاهاست.

با توجه به نتیجهٔ قسمت (الف)، مساحت کل سرزمین ایران، حدود ۳۵ صدم درصد از کل مساحت زمین است.



۹ هدف این مسئله، آشنا کردن دانش‌آموزان با یکای قیراط است که ممکن است در رسانه‌های مختلف در خصوص آن مطالبی بخوانند یا بشنوند.

۱۰ با توجه به داده‌های مسئله، آهنگ رشد این گیاه را برحسب میکرومتر بر ثانیه به روش تبدیل زنجیره‌ای پیدا می‌کنیم :

$$\frac{۳/۷\text{m}}{۱۴\text{day}}=(\frac{۳/۷\text{m}}{۱۴\text{day}})(۱)(۱)=(\frac{۳/۷\text{m}}{۱۴\text{day}})(\frac{۱\text{day}}{۸۶۴۰۰\text{s}})(\frac{۱۰^{۶}\mu\text{m}}{۱\text{m}})$$

$$=۳/۰۶\frac{\mu\text{m}}{\text{s}}$$

۱۱ با توجه به داده‌های مسئله داریم :

$$۱\text{ft}=۱۲\text{in}=۱۲\times۲/۵۴\text{cm}=۳۰/۴۸\text{cm}=۰/۳۰۴۸\text{m}$$

$$۳۰۰۰۰\text{ft}=۳۰۰۰۰\times۰/۳۰۴۸=۹۱۴۴\text{m}\approx۹\text{km}$$

۱۲ با توجه به جدول ۱ــ۵، هر سال تقریباً $۳/۱۵\times۱۰^{۷}\text{s}$ است، بنابراین داریم :

$$۲۵۵۰\ \text{year}=۲۵۵۰\times۳/۱۵\times۱۰^{۷}\approx۸\times۱۰^{۱۰}\text{s}\sim۱۰^{۱۱}\text{s}$$

مرتبهٔ بزرگی سن سنگ نوشته بر حسب ثانیه

۱۳ هدف این مسئله، آشنا کردن دانش‌آموزان با برخی از یکاهای متداول در صنعت حمل و نقل دریایی است.

الف) با توجه به داده‌های مسئله داریم :

$$۱\text{Knot}=۰/۵۱۴۴\text{m/s}$$

$$۱۴\text{Knot}=(۱۴\text{Knot})(\frac{۰/۵۱۴۴\text{m/s}}{۱\text{Knot}})\approx۷/۲۰\text{m/s}=۲۶\text{km/h}$$

ب)

$$۷/۲۰\text{m/s}=(۷/۲۰\text{m/s})(۱)(۱)$$

$$=(۷/۲۰\text{m/s})=(\frac{۱\text{mi}}{۱۸۵۲\text{m}})(\frac{۳۶۰۰\text{s}}{۱\text{h}})\approx۱۴\text{mi/h}$$

۱۴ طول جسم = (۵۳/۵mm − ۱۱/۰mm) ± ۰/۵mm = ۴۲/۵mm ± ۰/۵mm

از آنجا که موقعیت جسم نسبت به ابزار اندازه‌گیری تغییری نکرده است، کافی است فقط یک بار خطا را گزارش کنیم.

۱۵ با توجه به شکل، دقت تندی سنج ۲km/h و خطای آن ±۱km/h است.

۱۱۵ km/h ± ۱km/h

رقم غیرقطعی

۱۶ دانش‌آموزان باید توجه کنند که در ابزارهای رقمی، یک واحد از آخرین رقم نمایش داده شده در نمایشگر ابزار رقمی، برابر دقت آن است. مثبت و منفی دقت نیز، برای خطای ابزار رقمی است.

الف)

۲۰/۰۸۳mm ± ۰/۰۰۱mm

ب)

۱۶/۶۷mm ± ۰/۰۱mm

خطای ابزار اندازه‌گیری

رقم غیرقطعی با رنگ آبی مشخص شده است.

۱۷ الف) یک فرد بزرگسال به‌طور میانگین در هر ۴ ثانیه یک مرتبه نفس می‌کشد. با توجه به جدول ۱ـ۵، هر سال تقریباً $۳/۱۵ \times ۱۰^{۷}\,s$ است. بنابراین مرتبهٔ بزرگی نفس‌های یک شخص در مدت یک سال، از مرتبهٔ $۱۰^{۷}$ است. سن میانگین یک فرد نیز ۷۵ سال است که مرتبهٔ بزرگی آن $۱۰^{۲}$ سال است. به این ترتیب تعداد نفس‌هایی که یک شخص در طول عمر خود می‌کشد از مرتبهٔ $۱۰^{۹}$ تخمین زده می‌شود.

ب) چشم هر فرد معمولاً در هر ۱۰ ثانیه یک بار پلک می‌زند و یک سوم هر شبانه‌روز را هم در حال خواب است. به این ترتیب تعداد پلک‌هایی که چشم یک شخص در مدت یک سال می‌زند، از مرتبهٔ $۱۰^{۶}$ و در طول عمرش از مرتبهٔ $۱۰^{۸}$ تخمین زده می‌شود.

۱۸ ابتدا مساحت سطح زمین را پیدا می‌کنیم :

$$A = ۴\pi R^{۲} = ۴ \times ۳/۱۴\ (۶/۴۰ \times ۱۰^{۶}m)^{۲} = ۵/۱۴ \times ۱۰^{۱۴}m^{۲}$$

از آنجا که حدود ۷۰ درصد سطح زمین را آب اقیانوس‌ها فرا گرفته است و عمق اقیانوس‌ها از مرتبهٔ $۱۰^{۳}m$ است، مرتبهٔ بزرگی حجم آب اقیانوس به صورت زیر تخمین زده می‌شود.

$$V = Ah \sim ۱۰^{۱۴}m^{۲} \times ۱۰^{۳}m = ۱۰^{۱۷}\,m^{۳}$$

با توجه به اینکه بزرگی چگالی آب اقیانوس از مرتبه $۱۰^{۳}kg/m^{۳}$ است، می‌توان نوشت :

$$m = \rho V \sim ۱۰^{۲۰}kg$$

خوب است بدانید نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌های دقیق‌تر، مقدار $۱/۴ \times ۱۰^{۲۱}kg$ را گزارش کرده‌اند.

۱۹ الف)با به‌دست آوردن حجم و جرم قطعهٔ طلا، چگالی را به کمک رابطهٔ ۱ــ۱ حساب می‌کنیم. اگر مقدار به‌دست آمده با مقدار درج شده در جدول ۱ــ۸ منطبق باشد، می‌توان ادعای ساخته شدن قطعه از طلای خالص را پذیرفت.

ب) با استفاده از داده‌های مسئله و رابطهٔ ۱ــ۸ داریم :

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{۲۵۰\,kg}{۱/۵۷۳\times۱۰^{-۲}\,m^۳} = ۱۵۸۹۳\,kg/m^۳$$

پ) چگالی طلا در جدول ۱ــ۸ برابر $۱۹۳۰۰\ kg/m^۳$ گزارش شده است. همان‌طور که می‌دانید طلای خالص، فلزی نرم و انعطاف‌پذیر است. برای استحکام قطعه‌هایی که از طلا ساخته می‌شوند مقداری از فلزهای مس، نقره، نیکل، پالادیوم و روی را با آن مخلوط می‌کنند.

۲۰ با توجه به داده‌های روی شکل داریم :

$$m = ۸/۲۴g$$

$$V = (۲۳/۱ - ۱۸/۵)mL = ۴/۶\times۱۰^{-۳}\,L$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{۸/۲۴g}{۴/۶\times۱۰^{-۳}\,L} = ۱۷۹۱\,g/L$$

از آنجا که $1L = ۱۰^۳\,cm^۳$ است، داریم :

$$\rho = ۱/۷۹۱\,g/cm^۳$$

۲۱ الف) اگر ابعاد یک قوطی کبریت را $۵cm\times۳/۵cm\times۱/۵cm$ تخمین بزنیم در این صورت حجم آن حدود $V = ۲۶cm^۳ = ۲/۶\times۱۰^{-۵}m^۳$ می‌شود. به این ترتیب داریم :

$$m = \rho V = (۱۰^۸\,kg/m^۳)\,(۲/۶\times۱۰^{-۵}m^۳) = ۲۶۰۰\,kg$$

ب) ابتدا جرم کل تقریبی جمعیت زمین را به‌دست می‌آوریم :

$$m = ۷\times۱۰^۹\times۶۰\,kg = ۴/۲\times۱۰^{۱۱}\,kg$$

به این ترتیب با توجه به فرض مسئله، که فرضی ناممکن است، داریم :

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{۴/۲\times۱۰^{۱۱}\,kg}{۱۰^۸\,kg/m^۳} = ۴۲۰۰\,m^۳$$

بنابراین در فضایی به ابعاد $۵۶m\times۲۵m\times۳m$ می‌توان کل جمعیت کرهٔ زمین را جای داد!