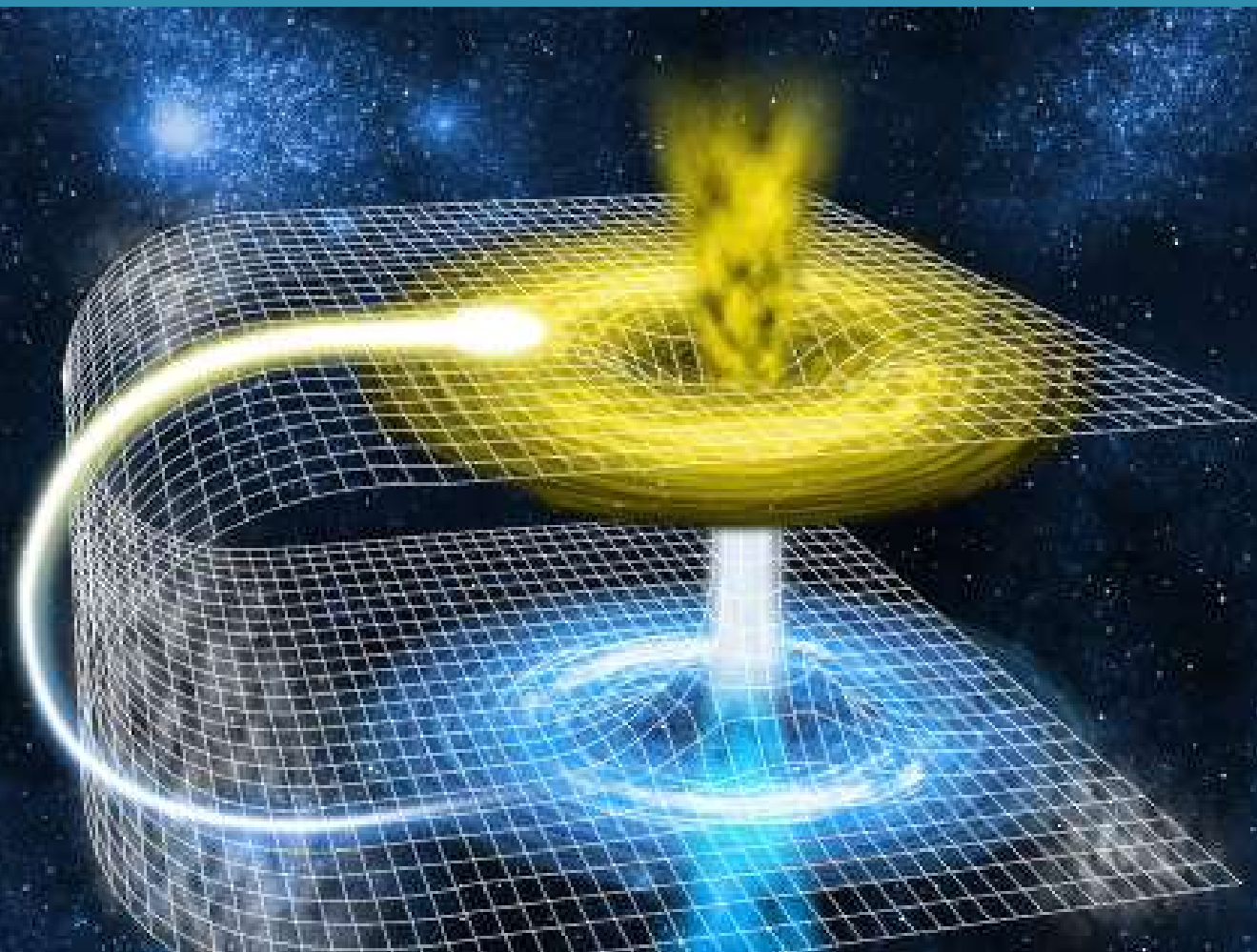


ریاضی فیزیک ۱ پایه دهم

کتاب درسی زیردربین



تألیف و گردآوری:
امد مصلائی- محمد توکلی



نکات کتاب درسی

بررسی خطبه خط کتاب درسی

تست‌ها و پرسش‌های متناسب با درس

سرشناسه : مصلاهی، احمد، ۱۳۵۴-

عنوان : کتاب درسی زیر ذره بین فیزیک (۱) پایه دهم رشته ریاضی / تألیف و گردآوری احمد مصلاهی، محمد توکلی؛

ویراستار علمی نازنین زهرا آذربان.

مشخصات نشر : تهران: کتب آموزشی پیشرفته، ۱۴۰۰

مشخصات ظاهری : ۱۸۸ ص: مصور (رنگی)، جدول؛ ۲۲×۲۹ س.م.

شابک : ۱۲۰۰۰۰۰۰ ریال: ۲-۸۳-۷۰۷۱-۶۲۲-۹۷۸

وضعیت فهرست‌نویسی : فیپای مختصر

شناسه افزوده : توکلی، محمد، ۱۳۷۲-

شناسه افزوده : آذربان، نازنین زهرا، ویراستار

شماره کتابشناسی ملی : ۸۵۳۰۲۳۶

اطلاعات رکورد کتابشناسی : فیپا



نام کتاب : کتاب درسی زیر ذره بین فیزیک (۱) - پایه دهم (رشته ریاضی)

ناشر : کتب آموزشی پیشرفته (کاپ)

عنوان پروژه : کتاب درسی زیر ذره بین

تألیف : احمد مصلاهی - محمد توکلی

ناظر فنی : سیما رائقی نیا

صفحه‌بندی : نازنین احمدی شفق

حروف‌چینی : جواد جعفریان

ویراستار علمی : نازنین زهرا آذربان

ویراستار فنی : مریم مجاور

ایده طرح جلد : احمد مصلاهی

تصویرسازی جلد : امیرحامد پاژتار

طراحی جلد : سپیده زارعی

رسم : نازنین احمدی شفق - سمیرا حاجی‌گلدی

لیتوگرافی و چاپ : گلپا گرافیک/ نگار نقش

سال و نوبت چاپ : ۱۴۰۰ / اول

شابک : ۲-۸۳-۷۰۷۱-۶۲۲-۹۷۸

شمارگان : ۱۰۰۰ نسخه

قیمت : ۱۲۰۰۰۰ تومان

◀ معرفی انتشارات کاپ

انتشارات کاپ در سال ۱۳۹۸ با هدف «تولید محتوای آموزشی» اعلام موجودیت کرد. سیاست ما تولید آثاری است که فقدان و نیاز به آن‌ها در فضای آموزشی کشور احساس می‌شود.

◀ کتاب درسی خیلی مهم است!

مهم‌ترین و اولین منبعی که دانش‌آموز پس از حضور در کلاس درس باید به آن مراجعه کند، «کتاب درسی» است؛ این در حالی است که اکثر دانش‌آموزان قدم اول را به اشتباه با مطالعه کتاب‌های کمک‌درسی که گاهی فاصله زیادی تا کتاب درسی دارند، برمی‌دارند و نتیجه این تصمیم اشتباه و پرش مطالعاتی، یادگیری ناقص و ناآمادگی در آزمون‌های مرتبط با درس مورد نظر است.

◀ با مطالعه «کتاب‌های درسی زیر ذره‌بین» به چه نتایجی می‌رسید؟

واقعیت این است که اکثر دانش‌آموزان یا کتاب درسی را اصلاً نمی‌خوانند یا به‌طور سطحی می‌خوانند. این رویکردانی از کتاب درسی می‌تواند دلایل زیادی داشته باشد:

دلیل اول: ممکن است کتاب درسی برای دانش‌آموز قابل درک نباشد.

دلیل دوم: ممکن است دانش‌آموز با خواندن کتاب درسی به هدف خود در فهم کامل مفاهیم کتاب و گرفتن نتیجه مناسب در آزمون‌های آن درس نرسد.

به دلایل دیگر کاری نداریم! «کتاب‌های درسی زیر ذره‌بین» دقیقاً برای رفع دو اشکال بالا طراحی و تألیف شده‌اند. در این کتاب‌ها، مؤلف خود را در جایگاهی قرار می‌دهد که مفاهیم یک درس را با استفاده مستقیم از متن کتاب درسی به خواننده یاد می‌دهد و هر جا نیاز به تفسیر مطلب، توضیح بیشتر، پرسش یا تست است، آن را به کتاب اضافه می‌کند تا کتاب درسی به‌طور کامل درک شود. با این کتاب‌ها به پایه‌های لازم برای پیشرفت در دروس خود دست پیدا می‌کنید. خیالتان که از بابت درک کتاب راحت شد، می‌توانید به منبع دیگری (مانند کتاب‌های تست) برای افزایش مهارت و رسیدن به تسلط در آن درس مراجعه کنید. تأکید می‌کنیم این کتاب‌ها حل‌المسائل نیستند، هر چند که ممکن است بعضی از پرسش‌های مهم کتاب درسی مورد بررسی قرار گرفته باشند.

◀ درباره این کتاب

این کتاب یک کتاب خاص است! شاید خاص‌ترین کتاب کمک آموزشی‌ای که تا به حال دیده‌اید و اولین کتابی است که با روش قالب‌گذاری (boxing method) طراحی و تألیف شده است. اعتقاد مؤلفان به تأثیر جاذبه‌های بصری در آموزش، باعث خلق کتابی جذاب شده است، با این هدف که خواننده نه از سر اجبار، بلکه از سر اشتیاق به مطالعه کتاب درسی بپردازد.

به نام او که در نام نگنجد

مقدمه مؤلفان

◀ طرز فکر مایکرووی

مدتی که یک روش تبلیغاتی جدید کاسبی در کشورمون شکوفا شده: رؤیا فروشی! مختص یک شغل هم نیست! شخصی در علم تغذیه ادعا می‌کنه با عمل به نسخه او در مدت یک ماه نصف می‌شید! یک جراح صورت ادعا می‌کنه ظرف یک چشم‌به‌هم‌زدن آدم‌ها رو از گودزیلا به آنجیلنا جولی تبدیل می‌کنه! سیاست‌مداری ادعا می‌کنه در مدت یک سال یک میلیون مسکن می‌سازه و! پای این فروشنده‌ها به آموزش هم باز شده و از کانال‌هایی مثل تلویزیون کالاشون رو عرضه می‌کنن! این افراد از نقطه ضعف مشترک آدم‌ها استفاده می‌کنن! آدم‌ها دوست دارن با صرف حداقل‌ها به حداکثرها برسن! به این طرز فکر می‌گن طرز فکر «مایکرووی» یا «فست‌فودی»! آب پاکی رو روی دستتون بریزیم! هیچ مسیر کوتاهی برای رسیدن به موفقیت تحصیلی وجود نداره! تمام کتاب‌های معتبر دنیا رو در مورد «موفقیت» بخونید! همه نویسندگان این کتاب‌ها معتقدند

«هیچ تغییری بی آن‌که سخت بکشیم و دست‌هایمان کثیف شود، حاصل نمی‌شود. (زینکر).»

بعضی‌ها تون ممکنه با یک مثال نقض به من خرده بگیرید. مثلاً عموی فلانی مرده، براش ۲۰ میلیون دلار ارث گذاشته! یا فلانی در قرعه‌کشی فلان بانک، یک ماشین برنده شده! دو تا جواب به دوستانی دارم که این حرف‌ها رو می‌زنن! یکی این‌که ما داریم راجب موفقیت تحصیلی صحبت می‌کنیم و در این زمینه هیچ عصای سحرآمیزی باعث تغییرات یک شبه نمی‌شه! دوم این‌که باید مسیری رو برای رسیدن به آرزوتون انتخاب کنید که به احتمال فراوان شما رو به هدفتون می‌رسونه، نه مسیری که امکان موفقیت در اون‌ها یک در هزاره! گول شومن‌ها رو نخورید! اون‌ها همیشه به شما موفقیت یک یا چند نفر محدود رو نشون میدن (تازه اگه راست باشه که نیست!) ولی از هزاران بازنده حرفی نمی‌زنن! از همین الان یکی از دو مسیر زیر رو انتخاب کنید:

۱) مسیری طولانی که به احتمال بالای ۹۹ درصد به موفقیت ختم می‌شه.

۲) مسیری کوتاه که احتمال موفقیت در اون مسیر کمتر از ۱ درصده!

انتخاب با شماست!

◀ ساختار کتاب

شاید باورتان نشود! ساختار این کتاب پس از ۴۰ روز تفکر (و بعضی مواقع تصور!)، تحقیق و آزمون و خطاهای فراوان به سرانجام رسید و بعد از آن شروع به تألیف کتاب کردیم. تمام اتفاقاتی که در این کتاب افتاده در راستای رسیدن به یک هدف بود: درک کامل کتاب درسی. در لحظه‌لحظه تألیف این کتاب خود را در جایگاه یک فیزیک‌آموز تصور کردیم و کتاب درسی را موشکافانه زیر ذره‌بین قرار دادیم؛ متنی را مبهم دیدیم ← آن متن را توضیح دادیم! جایی نیاز به بیان یک نکته بود ← آن نکته را بیان کردیم! جا داشت که مثال‌هایی را به بخش‌هایی از کتاب اضافه کنیم ← اضافه کردیم! خلاصه الان با یک کتاب درسی غنی‌شده سروکار دارید! کتابی که پاسخ‌گوی نیازهای اولیه (و تا حدی ثانویه!) شما خواهد بود.

این کتاب ۴ ویژگی خاص دارد که در موقع خواندن کتاب با آن‌ها روبه‌رو می‌شوید:

جهت‌دهی به مطالعه

ممکن است دانش‌آموزی وقت نکند همه کتاب درسی را بخواند یا فقط بخواهد کتاب را دوره کند. این دسته از خواننده‌ها کافی است فقط جاهایی را که نشان‌دار کرده‌ایم بخوانند. مطالب مهم را هایلایت کرده‌ایم. مطالب مهمی را که به هم ربط دارند با پیکان‌هایی به هم وصل کرده‌ایم تا نیازی به خواندن متن‌های کم‌اهمیت‌تر بین آن‌ها نداشته باشید. ضمن این‌که زیر واژه‌هایی که باید به آن‌ها بیشتر توجه کنید خط قرمز کشیده‌ایم.



جمع‌بندی مفاهیم کلیدی یک صفحه

مطالب مهم یک صفحه یا مطالب پراکنده‌ای را که از یک مفهوم مشترک ریشه گرفته‌اند در صفحه‌های یادداشت ماندنی به شکل آورده‌ایم.



رفع ابهام از متن

هر متنی را که نیاز به توضیح بیشتر دارد یا در کنار متن توضیح داده‌ایم یا آیکونی کوچک (به شکل ●) کنار متن آورده‌ایم و توضیحات لازم را در استیکری در حاشیه آن صفحه (و با همان رنگ آیکون) بیان کرده‌ایم.



نمونه سؤالات امتحانی زیر ذره‌بین

در پایان هر فصل و در لابه‌لای پرسش‌های کتاب درسی صفحه‌هایی را اضافه کرده‌ایم و در آن صفحه‌ها به بررسی پرسش‌ها و مسئله‌هایی بسیار مهم پرداخته‌ایم. این پرسش‌ها با دقت و وسواس فراوان طراحی و انتخاب شده‌اند. بعضی از آن‌ها شبیه‌ساز سؤال‌های کتاب درسی‌اند؛ بعضی از آن‌ها از آزمون‌های مدارس مختلف کشور گزینش شده‌اند و تعدادی از آن‌ها نیز پرسش‌های خلاقانه‌ای هستند که برای تکمیل آموزش و رشد فکری خواننده طراحی شده‌اند.



کتاب ویژگی‌های دیگری نیز دارد که نیاز به توضیح ما ندارند و خودتان با خواندن چند صفحه متوجه این ویژگی‌ها می‌شوید.

◀ تشکرنامه

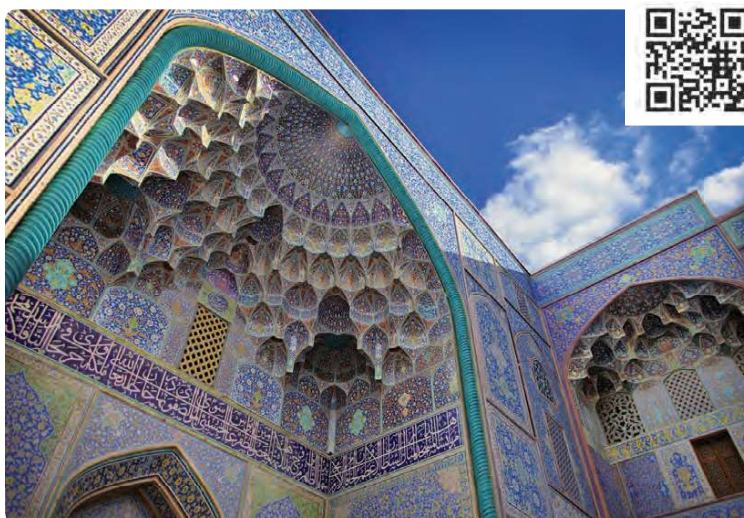
اگر چند صفحه از کتاب را ورق بزنید به زحمتی که در تولید این کتاب کشیده شده پی می‌برید. در این جا بر خود لازم می‌دانیم مراتب سپاس و قدردانی خود را نسبت به تمام عزیزانی که در تولید این کتاب نقش داشتند بیان کنیم، از جمله مدیریت انتشارات (آقای «سید احمد موسوی») که تمام امکانات لازم برای تولید این کتاب را فراهم کردند، «آقای علیرضا حاتمی»، در امور تولید، «خانم مریم مجاور» بابت مدیریت پروژه، «خانم نازنین زهرا آذریان» بابت ویراستاری علمی، «خانم سحر زینال‌نژاد» بابت طراحی کارت‌ها، «آقای جواد جعفریان» بابت تایپ، اساتید گرامی، خانم‌ها «زهرا منتظر» و «منصوره شیرازی» بابت ارسال سؤالات طرحی‌شان، «آقای محمد یوسفی» گرافیست کتاب و بالاخره «خانم نازنین احمدی شفق» که هنرمندانه کتاب را صفحه‌آرایی کردند.

فهرست

۱	فصل ۱: فیزیک و اندازه‌گیری
<p>۱-۱ فیزیک: دانش بنیادی ۲</p> <p>۲-۱ مدل‌سازی در فیزیک ۵</p> <p>۳-۱ اندازه‌گیری و کمیت‌های فیزیکی ۶</p> <p>۴-۱ اندازه‌گیری و دستگاه بین‌المللی یکاها ۷</p> <p>۵-۱ اندازه‌گیری و دقت و وسیله‌های اندازه‌گیری ۱۴</p> <p>۶-۱ جگالی ۱۶</p> <p>برسش‌ها و مسئله‌های فصل ۱ ۱۹</p>	
۲۳	فصل ۲: ویژگی‌های فیزیکی مواد
<p>۱-۲ حالت‌های ماده ۲۴</p> <p>۲-۲ نیروهای بین‌مولکولی ۲۸</p> <p>۳-۲ فشار در شماره‌ها ۳۲</p> <p>۴-۲ شناوری ۴۰</p> <p>۵-۲ شماره در حرکت و اصل برنولی ۴۳</p> <p>برسش‌ها و مسئله‌های فصل ۲ ۴۸</p>	
۵۳	فصل ۳: کار، انرژی و توان
<p>۱-۳ انرژی جنبشی ۵۴</p> <p>۲-۳ کار انجام شده توسط نیروی ثابت ۵۵</p> <p>۳-۳ کار و انرژی جنبشی ۶۱</p> <p>۴-۳ کار و انرژی پتانسیل ۶۴</p> <p>۵-۳ بایستگی انرژی مکانیکی ۶۸</p> <p>۶-۳ کار و انرژی درونی ۷۱</p> <p>۷-۳ توان ۷۳</p> <p>برسش‌ها و مسئله‌های فصل ۳ ۷۸</p>	
۸۳	فصل ۴: دما و گرما
<p>۱-۴ دما و دماسنجی ۸۴</p> <p>۲-۴ انبساط گرمایی ۸۷</p> <p>۳-۴ گرما ۹۶</p> <p>۴-۴ تغییر حالت‌های ماده ۱۰۳</p> <p>۵-۴ روش‌های انتقال گرما ۱۱۱</p> <p>۶-۴ قوانین گازها ۱۱۷</p> <p>برسش‌ها و مسئله‌های فصل ۴ ۱۲۴</p>	
۱۲۷	فصل ۵: ترمودینامیک
<p>۱-۵ معادله حالت و فرایندهای ترمودینامیکی ایستاوار ۱۲۸</p> <p>۲-۵ تبادل انرژی ۱۲۹</p> <p>۳-۵ انرژی درونی و قانون اول ترمودینامیک ۱۳۰</p> <p>۴-۵ برخی از فرایندهای ترمودینامیکی ۱۳۱</p> <p>۵-۵ چرخه ترمودینامیکی ۱۳۹</p> <p>۶-۵ ماشین‌های گرمایی ۱۴۰</p> <p>۷-۵ قانون دوم ترمودینامیک (به بیان ماشین گرمایی) ۱۴۶</p> <p>۸-۵ قانون دوم ترمودینامیک و یخچال‌ها ۱۴۷</p> <p>برسش‌ها و مسئله‌های فصل ۵ ۱۴۸</p>	

فیزیک و اندازه‌گیری

فصل



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 به دنبال رد پای فیزیک در زندگی خود باشید، لازم نیست جای خیلی خیلی دوری بروید؛ زیرا فیزیک با زندگی روزانه ما عجین شده است. وسایل برقی، خودروها، گوشی‌های تلفن همراه و بسیاری از وسایل و ابزارهای ساخته‌شده اطراف ما، با بهره‌گیری از اصول و قانون‌های فیزیکی ساخته شده‌اند. فیزیک‌دانان، گستره وسیعی از پدیده‌ها را بررسی می‌کنند. این گستره، اندازه‌های خیلی کوچک (مانند اتم‌ها و ذرات سازنده آنها) تا اندازه‌های خیلی بزرگ (مانند کهکشان‌ها و اجزای تشکیل‌دهنده آنها) را در بر می‌گیرد. در این فصل، پس از آشنایی با فیزیک و نظریه‌های فیزیکی، به اهمیت مدل‌سازی در فیزیک پی خواهید برد. با کمیت‌های فیزیکی، دستگاه بین‌المللی یکاها و دقت در اندازه‌گیری آشنا خواهید شد. در پایان فصل نیز نگاهی به چگالی و کاربردهای آن خواهد شد.

۱-۱ فیزیک: دانش بنیادی

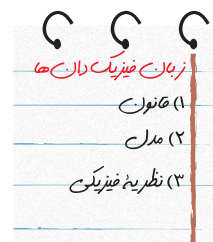
مطالعه و یادگیری فیزیک به این دلیل اهمیت دارد که فیزیک از بنیادی‌ترین دانش‌ها و شالوده تمامی مهندسی‌ها و فناوری‌هایی است که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم در زندگی ما نقش دارند.

فیزیک دانان، 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 نظریه فیزیکی استفاده می‌کنند.** از آنجا که فیزیک، علمی تجربی است، لازم است این قوانین، مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی توسط آزمایش مورد آزمون قرار گیرند.

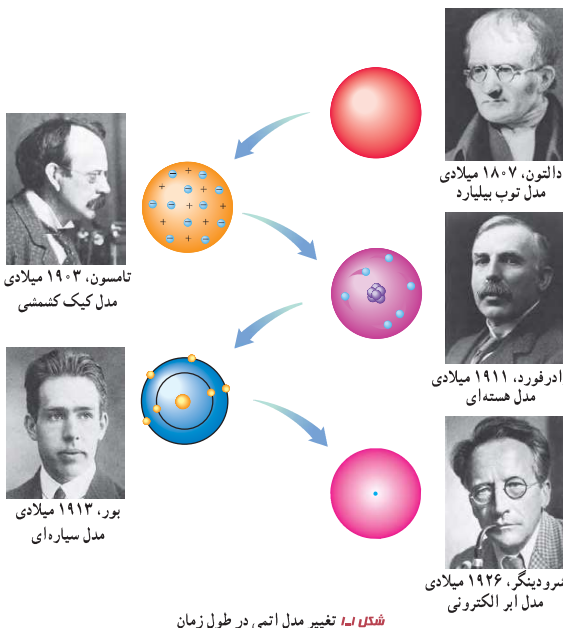
مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی در طول زمان همواره معتبر نیستند و ممکن است دستخوش تغییر شوند. به بیان دیگر همواره این امکان وجود دارد که نتایج آزمایش‌های جدید منجر به بازنگری مدل یا نظریه‌ای شود و حتی ممکن است نظریه‌ای جدید جایگزین آن شود. مثلاً در دهه‌های آغازین قرن گذشته، **نظریه اتمی** با توجه به مشاهده‌ها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



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.



پرسش فیزیک علمی تجربی است و مدل‌ها و نظریه‌های آن در طول زمان همواره معتبر
(دیرستان فرزانگان ۲-۹۵)
پاسخ نیستند



دالتون، ۱۸۰۷ میلادی
مدل توپ بیلیارد

رادرفورد، ۱۹۱۱ میلادی
مدل هسته‌ای

شرودینگر، ۱۹۲۶ میلادی
مدل ابر الکترونی

تامسون، ۱۹۰۳ میلادی
مدل کیک کشمش

بور، ۱۹۱۳ میلادی
مدل سیاره‌ای

شکل ۱-۱ تغییر مدل اتمی در طول زمان

- ترتیب دانشمندان در نظریه اتمی**
- ۱- دالتون
 - ۲- تامسون
 - ۳- رادرفورد
 - ۴- بور
 - ۵- شرودینگر

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

تست کدام یک از گزینه‌های زیر نادرست بیان شده است؟

- (۱) مدل هسته‌ای اتم را رادرفورد بیان کرد.
- (۲) مدل‌ها و نظریه‌های فیزیک در طول زمان همواره معتبر نیستند.
- (۳) ویژگی آزمون‌پذیری و اصلاح نظریه نقطه ضعف دانش فیزیک است.
- (۴) آن چه بیش تر از همه در پیشبرد و تکامل علم فیزیک نقش دارد، اندیشه‌ورزی فعال و تفکر نقادانه است.

پاسخ ۳ دقت کردید طراح بی‌رحم، گزینه ۴ رو از پاورقی کتاب انتقاب کرده!

(آزمایش حرکت - ۹۹)

واژه فیزیک، ریشه در یونان باستان دارد و به معنای شناخت طبیعت است. تا آنجا که تاریخ مدون علم نشان می‌دهد، فیلسوفان دوران باستان در سده هفتم قبل از میلاد مسیح نخستین کسانی بودند که پرسش‌هایی درباره طبیعت مطرح ساختند. اندیشه‌های علمی این فیلسوفان در سده 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 هبثم، 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.



خواجه نصیرالدین طوسی
(۱۲۷۴-۱۲۰۱ م)



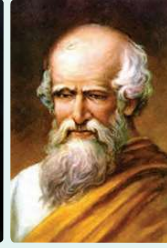
ابوعلی سینا
(۱۰۳۷-۹۸۰ م)



ابوریحان بیرونی
(۱۰۴۸-۹۷۳ م)



ابن هبثم
(۱۰۴۰-۹۶۵ م)



ارشمیدس
(۲۸۷ تا ۲۱۲ قبل از میلاد)



برج کج پیزا واقع در فلورانس ایتالیا



گالیلهو گالیله
(۱۶۴۲-۱۵۶۴ م)

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 نتیجه آزمایش‌های خود، گام بلندی به سوی این اصل برداشت که شتاب جسم در حال سقوط، مستقل از جرم آن است.

اهمیت فیزیک: فیزیک، پایه و اساس تمامی مهندسی‌ها و فناوری‌هاست؛ هیچ مهندسی نمی‌توانست بدون آنکه نخست

قانون‌های اساسی فیزیک را درک کند، یک تلویزیون با صفحه تخت، یک فضاییمای میان‌سیاره‌ای، یک لامپ کم‌مصرف LED یا حتی یک ابزار ساده طراحی کند. شکل ۱-۲ الف تا ج، بخش بسیار کوچکی از دستاوردهای دانش و فناوری‌های نوین را نشان می‌دهند که فیزیک، شالوده تمامی آنهاست.

۱- تمامی مطالب «خوب است بدانید» در تمامی فصل‌های کتاب، جزء ارزشیابی نیستند.

شکل ۱



(ب)



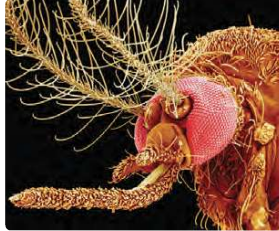
(ب)



(الف)



(ج)



(ت)



(ت)

شکل ۱-۱ الف (الف) جُونو (Juno)، کاوشگری که ناسا به سوی مشتری (برجیس)، بزرگ‌ترین سیاره منظومه 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 جو مشتری، ویژگی‌های مغناطیسی و گرانشی و همچنین چگونگی شکل‌گیری این سیاره به زمین ارسال می‌کند. (ب) شتاب‌دهنده ذرات سازندهٔ اتم 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 به کارند. بزرگ‌ترین دستاورد این آزمایشگاه تانکون، کشف ذرهٔ بوزون هیگز است که خبر تأیید آن در تابستان ۱۳۹۱ اعلام شد. (پ) سامانهٔ موقعیت‌یابی 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) تراپی مگ‌یو (maglev)، یکی از دستاوردهای فیزیک اَبَرساناست. این وسیلهٔ نقلیه موسوم به قطار مغناطیسی حامل پیچه‌های ابرسانا در زیر خود است. همین امر سبب می‌شود تا قطار چند سانتی‌متر بالاتر از ریل به صورت شناور درآید و با تندی ای فراتر از ۴۰۰ کیلومتر بر ساعت حرکت کند. (ت) 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 به کار رفته است.^۱

فعالیت ۱-۱

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

۱- مطالب آمده در شرح قسمت‌های مختلف شکل ۱-۲ جزء ارزشیابی نیست.

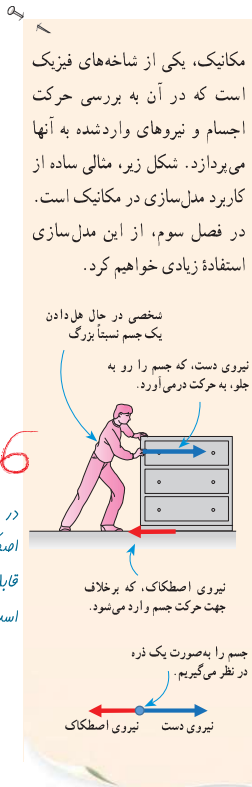
۲-۱ مدل‌سازی در فیزیک

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** فرآیندی است که طی آن یک پدیده فیزیکی، آن قدر ساده و آرمانی می‌شود تا امکان بررسی و تحلیل آن فراهم شود.

برای شناخت بهتر فرایند مدل‌سازی در فیزیک، حرکت یک توپ پرتاب‌شده را بررسی می‌کنیم (شکل ۳-۱ الف). ممکن است در نگاه اول، بررسی و تحلیل حرکت توپ، ساده به نظر برسد، ولی واقعیت برخلاف این است. توپ، یک کره 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 فاصله 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 فاصله توپ از مرکز زمین، وزن آن ثابت می‌ماند (شکل ۳-۱ ب).** اینک مسئله ما به قدر کافی ساده شده است و می‌توانیم حرکت آن را بررسی و تحلیل کنیم.

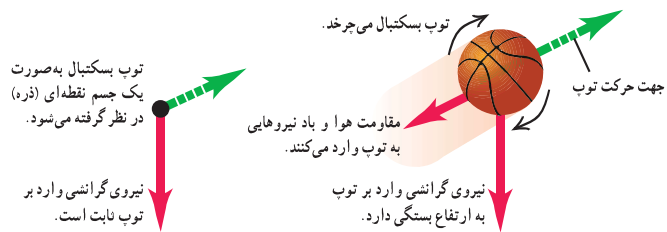
توجه داریم هنگام مدل‌سازی یک پدیده فیزیکی، باید اثرهای جزئی‌تر را نادیده بگیریم نه اثرهای مهم و تعیین‌کننده را. برای مثال، اگر به جای مقاومت هوا، نیروی جاذبه زمین را نادیده می‌گرفتیم، آن‌گاه مدل ما پیش‌بینی می‌کرد که وقتی تویی به بالا پرتاب شود در یک خط مستقیم بالا می‌رود!



در مدل‌سازی حرکت جسم از نیروی اصطکاک نباید صرف‌نظر کرد، چون مقدار قابل ملاحظه‌ای دارد؛ آن قدر که ممکن است نیروی دست را فشرده کند.

مدل‌سازی حرکت توپ

مدل‌سازی حرکت توپ	
اثر مهم	اثرهای جزئی
(غیر قابل صرف‌نظر)	(قابل صرف‌نظر)
(۱) نیروی وزن	(۱) مقاومت هوا و وزش باد
(۲) جهت پرتاب	(۲) ابعاد و شکل توپ
(۳) چرخش توپ	(۳) چرخش توپ
(۴) تغییر نیروی وزن	(۴) تغییر نیروی وزن



شکل ۳-۱ استفاده از یک مدل آرمانی برای ساده‌سازی تحلیل حرکت یک توپ بسکتبال در هوا

نکته در مدل‌سازی سقوط یک برگ پهن درخت (مانند برگ چنار) از لحظه جدا شدن از شاخه تا رسیدن به زمین، با چشم پوشیدن از (a)..... و مدنظر قراردادن (b)..... و (c)..... به یک مدل آرمانی نزدیک می‌شویم. a و b و c کدامند؟

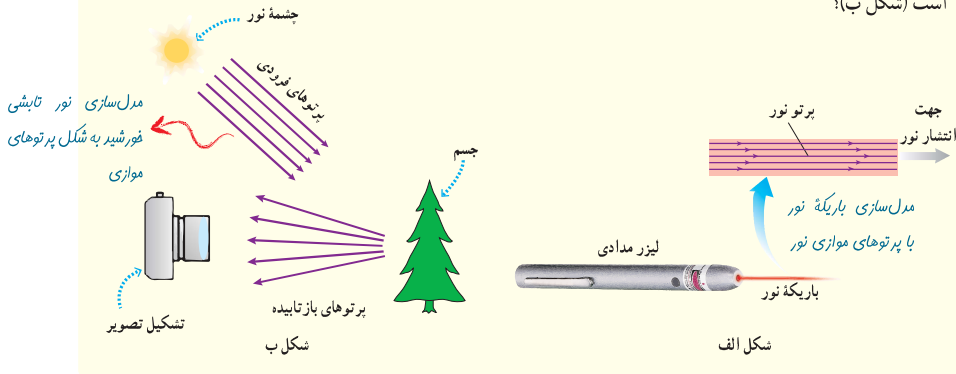
- (۱) (a) - مقاومت هوا، (b) - حرکت چرخشی، (a) - نیروی وزن
- (۲) (a) - مقاومت هوا، (b) - تغییر جاذبه زمین با کاهش ارتفاع، (c) - نیروی وزن
- (۳) (a) - تغییر جاذبه زمین با کاهش ارتفاع، (b) - مقاومت هوا، (c) - نیروی وزن
- (۴) (a) - نیروی وزن، (b) - تغییر جاذبه زمین با کاهش ارتفاع، (c) - مقاومت هوا

پاسخ ۳ در مدل‌سازی باید چیزهایی رو حذف کنیم که با حذفشون وضعیت حرکتی جسم (مسیرش، سرعتش، زمان حرکتش، برآیند نیروهای وارد بهش!...) دیگه چیزی به نظر نمیاد! تغییر محسوسی نکنه. نیروی مقاومت هوا در برابر وزن توپ بسکتبال عددی نیست، ولی در مقابل وزن برگ به راحتی می‌تونه عرض اندام کنه!

فصل ۱

پوشش ۱-۱

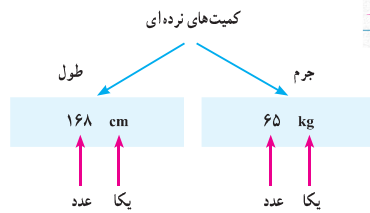
شکل الف براساس آنچه در علوم سال هشتم در زمینه نورشناسی خواندید آمده است. اجزای این شکل را توضیح دهید و بگویید که در آن، چه چیزی مدل سازی شده است. این مدل سازی چگونه در تشکیل تصویر در یک دوربین عکاسی به کار رفته است (شکل ب)؟



انواع کمیت ها	اندازه	جهت
۱) نرده ای	✓	×
۲) برداری	✓	✓

۳-۱ اندازه گیری و کمیت های فیزیکی

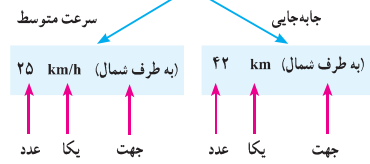
همان طور که پیش از این گفتیم فیزیک علمی تجربی است و هدف آن بررسی پدیده های فیزیکی در جهان پیرامون است. اساس تجربه و آزمایش، اندازه گیری است و برای بیان نتایج اندازه گیری، به طور معمول از عدد و یکای مناسب آن استفاده می کنیم. در فیزیک به هر چیزی که بتوان آن را اندازه گرفت، مانند طول، جرم، تندی، نیرو و زمان سقوط یک جسم، کمیت فیزیکی گفته می شود.



شکل ۱-۳ هر کمیت نرده ای را باید با عدد و یکای مناسب آن بیان کنیم. بیان یک کمیت فیزیکی، بدون ذکر یکای آن، معنایی ندارد!

برای بیان برخی از کمیت های فیزیکی، تنها از یک عدد و یکای مناسب آن استفاده می شود. این گونه کمیت ها، **کمیت نرده ای** نامیده می شوند. برای مثال، وقتی می گویم **جرم** یا **طول** یک شخصی به ترتیب، ۶۵ kg و ۱۶۸ cm است، از دو کمیت فیزیکی نرده ای برای توصیف این شخص استفاده کرده ایم (شکل ۱-۳). برای بیان برخی دیگر از کمیت های فیزیکی، افزون بر یک عدد و یکای مناسب آن، لازم است به جهت آن نیز اشاره کنیم. این دسته از کمیت ها را، **کمیت برداری** می نامند. با برخی از این کمیت ها مانند **جابه جایی**، **سرعت**، **شتاب** و **نیرو** در علوم سال نهم آشنا شدید. برای مثال، وقتی می گویم جابه جایی دوچرخه سواری ۴۲ km به طرف شمال و سرعت متوسط آن ۲۵ km/h به طرف شمال است، از دو کمیت برداری برای توصیف حرکت این دوچرخه سوار استفاده کرده ایم (شکل ۱-۴). برای نوشتن کمیت های برداری، مانند نیرو \vec{F} و شتاب \vec{a} ، از علامت پیکان بالای نماد آن کمیت استفاده می کنیم. اگر علامت پیکان بالای یک کمیت برداری نباشد، مانند F و a ، تنها اندازه آن کمیت برداری (شامل عدد و یکا) بیان شده است.

کمیت های برداری



شکل ۱-۴ 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!

نکته

کمیت برداری: \vec{b}
 کمیت نرده ای: b
 نمونه $\vec{a} = m\vec{b}$ $\vec{b} = a \times \vec{b}$
 نمونه $m = \rho V$ $n = n \times n$
 نمونه $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ $\vec{b} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$
 نمونه $P = \frac{W}{t}$ $n = \frac{W}{t}$

۶

(آزمون پیشرفت تحصیلی - سال ۹۵)

تست کدام کمیت برداری است؟

- (۱) توان
- (۲) مکان
- (۳) زمان
- (۴) کار

پاسخ ۲ کار و انرژی قابل تبدیل به یکدیگرند و یکای هر دوشون ژوله. هر دو هم نرده ای اند.

$$\vec{P} = \frac{W}{t} \rightarrow n$$

توان یعنی کار تقسیم بر زمان:

طول یک کمیت نرده ای ولی مکان جهت داره و برداریه.

نکته

اگر کمیتی برداری باشد، همه انواع آن برداری و اگر کمیتی نرده ای باشد، همه انواع آن نرده ای هستند.

نمونه

همه نیروها (وزن، الکتریکی و ...) برداری هستند. همه انرژی ها (گرما، مکانیکی و ...) نرده ای اند.

ویژگی‌های یکای استاندارد: (۱) تغییر ناپذیری، (۲) قابلیت باز تولید

۴-۱ اندازه‌گیری و دستگاه بین‌المللی یکاها

برای انجام اندازه‌گیری‌های درست و قابل اطمینان به یکاهای اندازه‌گیری‌ای نیاز داریم که **تغییر نکنند** و دارای **قابلیت بازتولید** در مکان‌های مختلف باشند. دستگاه یکاهایی که امروزه بیشتر مهندسان و دانشمندان علوم در سراسر جهان به کار می‌برند را اغلب دستگاه متریک می‌نامند. ولی این دستگاه یکاها از سال ۱۹۶۰ میلادی، به‌طور رسمی، **دستگاه بین‌المللی (SI) نامیده شده است**. **دستگاه متریک = دستگاه SI** 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 ۱-۱). یکای این کمیت‌ها را یکاهای اصلی می‌نامند. سایر یکاهای دیگر را که برحسب یکاهای اصلی بیان می‌شوند، یکاهای فرعی می‌نامند. تعداد کمیت‌های فیزیکی، آن‌چنان زیاد است که تعیین یکای مستقل برای همه آنها در عمل ناممکن است. خوشبختانه، بسیاری از کمیت‌های فیزیکی مستقل از یکدیگر نیستند و توسط رابطه‌ها و تعریف‌های فیزیکی به یکدیگر وابسته‌اند. این وابستگی به ما کمک می‌کند تا لازم نباشد برای همه کمیت‌های فیزیکی، یکای مستقل تعریف کنیم. برای مثال، همان‌طور که در علوم سال نهم دیدید، **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، آن‌گاه 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 ۲-۱ 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/s²) 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.

فیزیک و اندازه‌گیری

جدول ۱-۱ کمیت‌های اصلی و یکای آنها		
کمیت	نام یکا	نماد یکا
طول	متر	m
جرم	کیلوگرم	kg
زمان	ثانیه	s
دما	کلوین	K
مقدار ماده	مول	mol
جریان الکتریکی	آمپر	A
شدت روشنایی	کندلا (شمع)	cd

جدول ۲-۱ چند مثال از یکاهای فرعی که در فصل‌های این کتاب استفاده شده‌اند		
کمیت	یکای SI	یکای فرعی
تندی و سرعت	m/s	m/s
شتاب	m/s ²	m/s ²
نیرو	نیوتون (N)	kg m/s ²
فشار	پاسکال (Pa)	kg/ms ²
انرژی	ژول (J)	kg m ² /s ²

طبقه‌بندی کمیت‌ها

(۱) اصلح: دارای یکای مستقل
 ۷ علامت: طول = جرم = زمان =
 (۶) مقدار ماده = جریان الکتریکی =
 شدت روشنایی
 (۲) فرعی: دارای یکای غیر مستقل

به نام خواننده فیزیک دان
 پدید آورنده طول و جرم و زمان
 ز مقدار ماده جبران آفرید
 (دایش) ز صفر، برح نهایت رسید
 چو جریان در عالم پدیدار شد
 از آنگ روشنایی جبران تاب شد
 (شعر از فروغی!!!)

یکای دما در SI کلوین (نه سلسیوس)
 تنها یکای اصلی دارای پیشوند کیلو گرمه.

پرسش دانشمندان فرانسوی قرن هجدهم جرم ۱ cm³ آب خالص را ۱g نامیدند و آن را به عنوان یکای استاندارد جرم معرفی کردند. چنین استانداری چه اشکال عمده‌ای دارد؟
پاسخ آب همه‌جا در دسترس است (به پیر بهنم!) و به آسانی خالص می‌شود (دارای قابلیت بازتولید)، اما از آنجا که به سادگی تبخیر می‌شود، حجم آن ثابت نیست (فاقد خصوصیت تغییر ناپذیری).

۱- SI سر حرف عبارت فرانسوی (Système International) به معنای دستگاه بین‌المللی است.

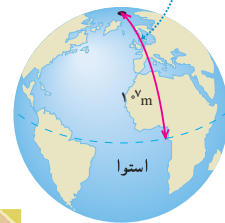
تست در کدام گزینه تمام کمیت‌های آورده شده، دارای یکای اصلی هستند؟

(۱) فاصله کانونی، دمای آب در حال جوش، انرژی توپ در حال حرکت
 (۲) فاصله کانونی، جرم آب در حال جوش، زمان لازم برای رسیدن به دمای جوش
 (۳) مساحت سایه، جرم آب در حال جوش، بار الکتریکی موجود بر روی یک کره
 (۴) حجم یک توپ، دمای آب در حال جوش، بار الکتریکی موجود بر روی یک کره

پاسخ (۲) فاصله کانونی از جنس طول! توجه کنید که طول جزو کمیت‌های اصلی است، اما مساحت یا حجم جزو کمیت‌های اصلی نیستند.

فصل ۱

متر در آغاز به صورت یک ده‌میلیونیم این فاصله تعریف شد



شکل ۱-۲ اولین تعریف متر در سال ۱۷۹۱ میلادی

تعریف اولیه متر

از این بابت که قابل دسترسه، یکای بری نیست ولی دقتش کمه!

طول: به لحاظ تاریخی، در اواخر قرن هجدهم، یکای طول (متر) به صورت یک ده میلیونیم فاصله استوا تا قطب شمال تعریف شد (شکل ۱-۱). تا سال ۱۹۶۰ میلادی، فاصله میان دو خط نازک حک شده در نزدیکی دو سر میله‌ای از جنس پلاتین - ایریدیوم، وقتی میله در دمای صفر درجه سلسیوس قرار داشت، برابر یک متر تعریف شده بود. بنا بر آخرین توافق جهانی مجمع عمومی وزن‌ها و مقیاس‌ها در سال ۱۹۸۳ میلادی، یک متر برابر مسافتی تعریف شد که نور در مدت زمان $\frac{1}{299792458}$ ثانیه در خلأ طی می‌کند. این تعریف، تخصصی است و برای اندازه‌گیری‌های بسیار دقیق به کار می‌رود. در جدول ۱-۳ مقادیر تقریبی برخی طول‌ها آمده است.

آفرین تعریف متر

تاریخچه استاندارد قدیمی برای متر عبارت بود از فاصله میان دو علامت (خراش) روی میله‌ای از آلیاژ پلاتین - ایریدیوم که اکنون این میله در موزه نگه‌داری می‌شود. چرا دیگر از این میله برای واحد طول استفاده نمی‌شود؟

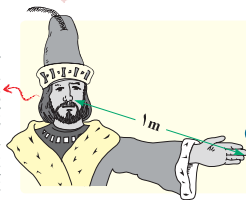
- (۱) میله در آتش‌سوزی آسیب دید.
- (۲) علامت‌ها نادرست روی میله حک شده بود.
- (۳) طول میله با تغییر دما، تغییر می‌کرد.
- (۴) استاندارد طول برحسب سرعت نور تعریف شده است.

پاسخ ۴

بحث بیشتر
به دو دلیل میله را از جنس پلاتین - ایریدیوم انتخاب کردند:
(۱) در برابر خوردگی مقاوم است.
(۲) انبساط پذیری کم دارد.

پرسش ۱-۲

اگر مطابق شکل روبه‌رو، یکای طول را به صورت فاصله نوک بینی تا نوک انگشتان دست کشیده‌شده بگیریم، چه مزایا و چه معایبی دارد؟ (شاه هنری اول یکای یارد رو همین طوری معرفی کرد!)



اگه می‌خوای بفهمی یکایی خوبه یا نه، سه تا سؤال از خودت بپرس.
(۱) در دسترس هست؟
(۲) تغییرناپذیر هست؟
(۳) دقتش بالاست؟

تمرین ۱-۱

الف) یکای نجومی^۱ برابر میانگین فاصله زمین تا خورشید است ($1 \text{ AU} = 1/5 \times 10^{11} \text{ m}$). فاصله زمین (منظومه 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.^۲ اخترش‌ها^۳ دورترین اجرام شناخته‌شده از منظومه شمسی هستند و به عبارتی در دورترین محل قابل مشاهده کیهان قرار دارند. فاصله اخترش‌ها از منظومه شمسی $1/0 \times 10^{24}$ متر برآورد شده است. این فاصله را بر حسب سال نوری بیان کنید. تندی نور را در خلأ^۴ $3/0 \times 10^8$ متر بر ثانیه بگیرد.

۱- نیازی به حفظ کردن این تعریف تخصصی نیست.
۲- light year
۳- Astronomical Unit
۴- Quasars

یکای نجومی: فاصله زمین تا خورشید

$$1 \text{ AU} = 1/5 \times 10^{11} \text{ m}$$

سال نوری: مسافتی که نور در یک سال طی می‌کند.

$$1 \text{ ly} = 9/5 \times 10^{15} \text{ m}$$

۱ با توجه به زمانی که طول می‌کشد تا نور با سرعت $3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ از خورشید به زمین برسد ($\Delta t = 500 \text{ s}$) می‌توانیم یکای نجومی را حساب کنیم.

$$\Delta x = v \Delta t \rightarrow 1 \text{ AU} = (3 \times 10^8) \times 500 = 1/5 \times 10^{11} \text{ m}$$

$$\Delta x = v \Delta t$$

۲ اگر یک سال را ۳۶۵ شبانه‌روز در نظر بگیریم، یک سال نوری برابر است با:

$$1 \text{ ly} = (3 \times 10^8) \times (365 \times 24 \times 3600) = 9/5 \times 10^{15} \text{ m}$$

ثانیه ساعت روز

فیزیک و اندازه‌گیری



شکل ۱-۷ استاندارد ملی کیلوگرم که نسخه دقیقی از استاندارد بین‌المللی سور فرانسه است. این نمونه، در مرکز اندازه‌شناسی در سازمان ملی استاندارد ایران نگهداری می‌شود.

جرم: یکای جرم در SI، کیلوگرم (kg) نامیده می‌شود و به‌صورت جرم استوانه‌ای فلزی از جنس آلیاژ پلاتین-ایریدیوم تعریف شده است. جرم این استوانه که به دقت درون دو حباب شیشه‌ای جای گرفته، کیلوگرم استاندارد بین‌المللی است که در موزه سِیور فرانسه نگهداری می‌شود^۱. نسخه‌های کاملاً مشابهی از این نمونه ساخته و برای کشورهای دیگر ارسال شده است (شکل ۱-۷). در علوم سال هفتم با ابزارهای اندازه‌گیری جرم آشنا شدید. مقادیر تقریبی برخی جرم‌ها در جدول ۱-۴ آمده است.

جسم	جرم (kg)	جسم	جرم (kg)
عالم قابل مشاهده	1×10^{22}	انسان	7×10^1
کهنکشان راه شیری	7×10^{21}	قورباغه	1×10^{-1}
خورشید	2×10^{30}	پشه	1×10^{-3}
زمین	6×10^{22}	باکتری	1×10^{-15}
ماه	$7/34 \times 10^{22}$	اتم هیدروژن	$1/67 \times 10^{-27}$
کوسه	1×10^2	الکترون	$9/11 \times 10^{-31}$

زمان: در طول سال‌های ۱۲۶۸ تا ۱۳۴۶ ه.ش، یکای زمان، ثانیه (s) به‌صورت $\frac{1}{86400}$ میانگین روز خورشیدی تعریف می‌شد^۲. استاندارد کنونی زمان که از سال ۱۳۴۶ ه.ش به‌کار گرفته شد براساس دقت بسیار زیاد ساعت‌های اتمی تعریف شده است که در کتاب‌های پیشرفته‌تر فیزیک می‌توانید با آن آشنا شوید^۳.

در بسیاری موارد نیاز به اندازه‌گیری مدت زمان بین شروع و پایان یک رویداد داریم. این مدت زمان را بازه زمانی می‌نامیم. مقادیر تقریبی برخی بازه‌های زمانی در جدول ۱-۵ آمده است.

بازه زمانی	ثانیه
سن عالم	5×10^{17}
سن زمین	$1/43 \times 10^{17}$
میانگین عمر یک انسان	2×10^9
یک سال	$3/15 \times 10^7$
یک روز	$8/6 \times 10^4$
زمان بین دو ضربان عادی قلب	8×10^{-1}

فعالیت ۱-۲

در خصوص چگونگی اندازه‌گیری زمان از دوران باستان تا عصر حاضر مطالبی را به‌طور مستند تهیه کنید^۴.
مطالب تهیه‌شده را با توجه به مهارت و علاقه‌مندی افراد گروه خود، به یکی از شکل‌های روزنامه دیواری، پاورپوینت، قطعه فیلم کوتاه و... به کلاس درس ارائه دهید.

۱- در بیست‌وششمین مجمع عمومی اوزان و مقیاس‌ها که در آبان ۱۳۹۷ برگزار شد تعریف بکاهای کیلوگرم، آمپر، کلوین و مول تغییر کرد. براساس تعریف‌های جدید کیلوگرم براساس ثابت پلانک (h)، آمپر براساس بار بنیادی (e)، کلوین براساس ثابت بولتزمان (k) و مول براساس ثابت آووگادرو (N_A) باز تعریف شدند.
۲- یک روز خورشیدی، زمان بین ظاهر شدن‌های متوالی خورشید در بالاترین نقطه آسمان در هر روز است.
۳- ساعت‌های اتمی پس از چندین میلیون سال، تنها یک ثانیه جلو یا عقب می‌افتند!
۴- خوب است نگاهی به وبگاه موزه علوم و فناوری www.irstm.ir نیز داشته باشید.

بازه زمانی یک مدت است که بین دو لحظه قرار دارد. به نمونه زیر توجه کنید:

نمونه وقتی می‌گویید ساعت ۷ به مدرسه رسیدم یعنی دقیقاً در لحظه $t \equiv 7h$ وارد مدرسه شده‌اید (یک لحظه پس و پیش این ساعت دیگر لحظه $t \equiv 7h$ نیست). ولی وقتی می‌گویید ۷ ساعت در مدرسه بودم یعنی بازه زمانی حضور شما در مدرسه $\Delta t \equiv 7h$ طول کشیده است. مثلاً ساعت ۸ به مدرسه وارد و ساعت ۱۵ از آن خارج شده‌اید:
 $\Delta t = 15 - 8 = 7h$

فصل ۱

برای تبدیل یکای x به y با فرض $y \equiv ax$ از ضریب تبدیل $(\frac{y}{ax})$ استفاده می‌کنیم. (در $\frac{y}{ax}$ صورت شامل یکایی است که قرار است حذف شود.)

نمونه برای تشخیص این که 2km چند متر است، با توجه به این که $1\text{km} = 1000\text{m}$ است، از ضریب تبدیل $\frac{1000\text{m}}{1\text{km}} = 1$ استفاده می‌کنیم (که قرار است حذف شود).
در مخرج قرار دارد.

$$2\text{km} = 2\text{km} \times 1 = 2\text{km} \times \left(\frac{1000\text{m}}{1\text{km}}\right) = 2000\text{m}$$

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، اندازه کمیت را در یک ضریب تبدیل (نسبتی از یکاها که برابر عدد یک است) ضرب می‌کنیم. برای مثال، چون 1m برابر 100cm است، داریم:

$$\frac{1\text{m}}{100\text{cm}} = 1 \quad \text{و} \quad \frac{100\text{cm}}{1\text{m}} = 1$$

بنابراین، هر دو کسر بالا را که برابر یک هستند می‌توان به‌عنوان ضریب تبدیل به کار برد (ذکر یکاها در صورت و مخرج کسر الزامی است). از آنجا که ضرب کردن هر کمیت در عدد یک، اندازه آن کمیت را تغییر نمی‌دهد، هرگاه ضریب تبدیلی را مناسب بدانیم می‌توان از آن استفاده کرد. برای مثال، یکای cm را در 85cm به‌صورت زیر به یکای m تبدیل می‌کنیم:

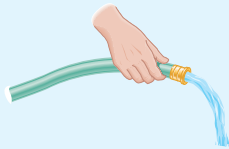
$$85\text{cm} = (85\text{cm})(1) = (85\text{cm})\left(\frac{1\text{m}}{100\text{cm}}\right) = 0.85\text{m}$$

ضریب تبدیل مخرج شامل یکایی است که قراره حذف شه

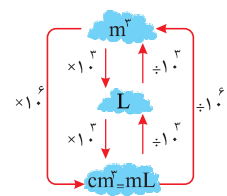
همچنین در مثالی دیگر، تبدیل یکای کمیت 36km/h را بر حسب یکای m/s به‌صورت زیر انجام می‌دهیم:

$$36\text{km/h} = \left(36\frac{\text{km}}{\text{h}}\right)(1)(1) = \left(36\frac{\text{km}}{\text{h}}\right)\left(\frac{1\text{h}}{3600\text{s}}\right)\left(\frac{1000\text{m}}{1\text{km}}\right) = 10\text{m/s}$$

تمرین ۱-۲



در فیزیک، تغییر هر کمیت را نسبت به زمان، معمولاً آهنگ آن کمیت می‌نامیم. از شیلنگ شکل روبه‌رو، آب با آهنگ $125\text{cm}^3/\text{s}$ خارج می‌شود. این آهنگ را به روش تبدیل زنجیره‌ای، بر حسب یکای لیتر بر دقیقه (L/min) بنویسید. (هر لیتر معادل 1000 سانتی‌متر مکعب است.)



۱۰

تست لوله یک ماشین آتش‌نشانی در هر دقیقه 360 لیتر آب روی آتش می‌ریزد این عدد بر حسب $\frac{\text{m}^3}{\text{s}}$ کدام گزینه است؟

(آزمون پیشرفت تحصیلی آموزش و پرورش - ۹۵)

- (۱) 6×10^{-3} (۲) 6×10^{-3} (۳) 10^{-4} (۴) 10^{-3}

پاسخ ۱۲

$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{360\text{L}}{1\text{min}} = (360 \cdot \frac{\text{L}}{\text{min}})(1)(1) = (360 \cdot \frac{\text{L}}{\text{min}})\left(\frac{1\text{m}^3}{10^3\text{L}}\right)\left(\frac{1\text{min}}{60\text{s}}\right) = 6 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

خروار، من تیریز، سیر، منقال، نخود و گندم از جمله یکاهای قدیمی ایرانی برای اندازه‌گیری جرم است.^۱ این یکاها به صورت زیر به یکدیگر مرتبط اند:

$$\begin{aligned} 1 \text{ خروار} &= 100 \text{ من تیریز} \\ 1 \text{ من تیریز} &= 40 \text{ سیر} = 640 \text{ منقال} \\ 1 \text{ منقال} &= 24 \text{ نخود} = 96 \text{ گندم} \end{aligned}$$

با توجه به اینکه هر منقال اندکی بیش از ۴/۶ گرم است، هر کدام از این یکاها را برحسب گرم و کیلوگرم بیان کنید.

سازگاری یکاها: هر کمیت فیزیکی را با نماد مشخصی نشان می‌دهیم. برای مثال اندازه شتاب را با a و جرم را با m نشان می‌دهیم. همچنین برای بیان ارتباط بین کمیت‌های فیزیکی، از روابط و معادله‌ها استفاده می‌کنیم. یکی از این رابطه‌های فیزیکی، قانون دوم نیوتون، $F = ma$ ، است که در علوم سال نهم با آن آشنا شدید. هنگام استفاده از این رابطه و جایگذاری اندازه هر کمیت در آن، باید به سازگاری یکاها در دو طرف رابطه توجه کنیم. اگر بخواهیم حاصل دو طرف رابطه برحسب یکاهای SI بیان شود باید یکای کمیت‌های داده شده را نیز به یکاهای SI تبدیل کنیم. برای مثال، اگر جرم جسمی 325 g و شتاب آن $1/75 \text{ m/s}^2$ باشد، برای سازگاری یکاها در دو طرف معادله، باید یکای جرم جسم را به کیلوگرم تبدیل کنیم. در این صورت مقدار حاصل را می‌توان برحسب یکای نیوتون بیان کرد.

$$F = ma = (0/325 \text{ kg})(1/75 \text{ m/s}^2) = 0/569 \text{ N}$$

یکای دو طرف معادله با هم سازگار است.
(جدول ۲-۱ را ببینید.)

یکای طرفین یک رابطه فیزیکی باید برابر باشد. از این واقعیت می‌توان برای تعیین یکای یک کمیت فرعی برحسب یکاهای اصلی استفاده کرد.

نمونه برای نمایش یکای نیرو (نیوتون) برحسب یکاهای اصلی به صورت زیر عمل می‌کنیم.

$$F = ma = m \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$F \text{ یکای} = \frac{m \text{ یکای} \times v \text{ یکای}}{t \text{ یکای}}$$

$$N = \frac{\text{kg} \cdot \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)}{\text{s}} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$$

پرسش یکای فشار در دستگاه بین‌المللی یکاها به صورت

$$\left(\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}, \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}\right) \text{ است.}$$

(استان اصفهان، دبیرستان شهید آرمادی ۱-۹۷)

پاسخ از رابطه اصلی فشار استفاده می‌کنیم:

$$P = \frac{F}{A}$$

$$P \text{ یکای} = \frac{F \text{ یکای}}{A \text{ یکای}} = \frac{\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}}{\text{m}^2} = \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2}$$

پیشوندهای یکاها: هرگاه در اندازه‌گیری‌ها با اندازه‌های بسیار بزرگ‌تر یا بسیار کوچک‌تر از یکای اصلی آن کمیت مواجه شویم، از پیشوندهایی استفاده می‌کنیم که در جدول ۲-۱ فهرست شده‌اند. همان‌طور که از ضرایب تبدیل جدول پیداست هر پیشوند، توان معینی از 10 را نشان می‌دهد که به صورت یک عامل ضرب به کار می‌رود (به بزرگ و کوچک بودن حروف نمادها توجه کنید). یعنی وقتی پیشوندی به یکایی افزوده می‌شود، آن یکا در ضرب مربوطه ضرب می‌شود، مثلاً یک میکرومتر ($1 \mu\text{m}$) که به آن میکرون نیز می‌گویند برابر $1 \times 10^{-6} \text{ m}$ است یا پیمانه‌هاوات (3 MW) برابر $3 \times 10^6 \text{ W}$ است.

$$1 \text{ میکرون} = 1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$$

۱- در تمامی فصل‌های کتاب، به خاطر سپردن یکاهای قدیمی ضرورتی ندارد و نباید مورد ارزشیابی قرار گیرد.

(آزمایش گزیده دو-۹۶)

تست یکای فرعی کمیت انرژی (ژول: J) برحسب یکاهای اصلی کدام است؟

$$\text{kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \text{ (۴)} \quad \text{kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \text{ (۳)} \quad \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ (۲)} \quad \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \text{ (۱)}$$

پاسخ ۳ از انرژی، رابطه $K = \frac{1}{2}mv^2$ را در ذهن داریم. همین رابطه ما را به جواب می‌رساند.

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

$$K \text{ یکای} = m \text{ یکای} \times (v \text{ یکای})^2 = \text{kg} \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$W = F d \rightarrow J = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$$

↓ ↓ ↓
J N m

البته از رابطه کار هم می‌توانستید به همین جواب برسید:

فصل ۱ پیشوندهای بزرگ‌ساز / پیشوندهای کوچک‌ساز

جدول ۱-۶ پیشوندهای یکاها		
نماد	پیشوند	ضریب
Y	یوتا	10^{24}
Z	زتا	10^{21}
E	اِگزا	10^{18}
P	پتا	10^{15}
T	ترا	10^{12}
G	گیگا (جیگا)	10^9
M	میگا	10^6
k	کیلو	10^3
h	هکتو	10^2
da	دکا	10^1
y	یوکتو	10^{-24}
z	زپتو	10^{-21}
a	آتو	10^{-18}
f	فمتو	10^{-15}
p	پیکو	10^{-12}
n	نانو	10^{-9}
μ	میکرو	10^{-6}
m	میلی	10^{-3}
c	سانتی	10^{-2}
d	دسی	10^{-1}

نمادگذاری علمی: در باره‌ای از اندازه‌گیری‌ها با مقدارهای خیلی بزرگ یا خیلی کوچک سرو کار داریم؛ مثلاً برای نوشتن جرم زمین برحسب کیلوگرم باید تعداد ۲۲ صفر را بعد از عدد ۵۹۸ بنویسیم یا برای نوشتن جرم یک الکترون برحسب کیلوگرم باید بعد از ممیز، ۳۰ عدد صفر قرار دهیم و پس از آن عدد ۹۱۰۹ را بنویسیم.

بدیهی است نوشتن چنین عددهایی به صورت اعشاری یا با صفرهای زیاد، علاوه بر دشواری در خواندن و نوشتن، احتمال اشتباه را نیز افزایش می‌دهد. از این رو، با استفاده از روشی که آن را نمادگذاری علمی می‌نامند، نوشتن و محاسبه مقدارهای خیلی بزرگ یا خیلی کوچک ساده‌تر می‌شود.

- اندازه هر کمیت فیزیکی، که به صورت نمادگذاری علمی بیان می‌شود، باید شامل سه قسمت باشد. قسمت‌های اول و دوم، در برگزیده حاصل ضرب عددی از 10^1 تا 10^0 در توان صحیحی از 10^0 است و در قسمت سوم، یکی آن کمیت نوشته می‌شود. برای آشنایی بیشتر با نمادگذاری علمی، به مثال‌های جدول ۱-۷ توجه کنید.

در نمادگذاری علمی، هر عدد را به شکل حاصل ضرب عددی بین ۱ و ۱۰ و توان صحیحی از عدد ۱۰ می‌نویسند. بنابراین نمایش عدد x با نمادگذاری علمی به شکل زیر است.

$x = a \times 10^n$
 $1 \leq a < 10, (n \in Z)$

نمونه برای نمایش عدد ۴۲۰۱ با نمادگذاری علمی، آن را به صورت $4/201 \times 10^3$ می‌نویسیم.

$4201 = 4201/10 = 4/201 \times 10^3$
 (رقم ۳ به چپ)

نمونه برای نمایش عدد ۰/۴۲ با نمادگذاری علمی به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$0/42 = 4/2 \times 10^{-1}$
 (رقم ۲ به راست)

پیشوندهایی که کاربرد بیشتری دارند و بهتر است آنها را به خاطر بسپارید با رنگ قرمز نشان داده شده‌اند.

دسی (d) = 10^{-1} ← کوچک‌ساز / دکا (da) = 10^1 ← بزرگ‌ساز

جدول ۱-۷ بیان اندازه چند کمیت به صورت نمادگذاری علمی

بیان به صورت نمادگذاری علمی	اندازه کمیت (شامل عدد و یکا)	نمونه
$2/60 \times 10^8 L$	$2600000000 L$	حجم بنزین مصرفی در ایران در سال ۱۳۹۴
$3/00 \times 10^8 m/s$	$300000000 m/s$	تندی نور در هوا
$3/89 \times 10^8 m$	$389000000 m$	طول کل خطوط انتقال نفت، خام، گاز و سایر فراورده‌های سوختی در ایران
$1/59 \times 10^8 L$	$159000000 L$	حجم یک بشکه نفت
$8/01 \times 10^8 m$	$801000000 m$	قطر موی انسان
$1/06 \times 10^8 m$	$106000000 m$	قطر اتم هیدروژن

در مورد اعداد بزرگ‌تر از 10^1 ، برابر تعاریر ارقامی است که ممیز به چپ می‌رود.

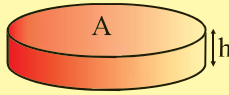
در مورد اعداد کوچک‌تر از 10^0 ، برابر منفی تعاریر ارقامی است که ممیز به راست می‌رود.

تست مقدار 10 cm^3 روغن بر روی سطح استخر آبی به ابعاد $40 \text{ m} \times 20 \text{ m}$ ریخته می‌شود. روغن به صورت یکنواخت تمام سطح آب استخر را می‌پوشاند. ضخامت لایه روغن به صورت نماد علمی و برحسب واحد SI چقدر است؟

(آزمون پایش عملکرد یادگیری مدارس هیات‌مدار دانش پژوهان جوان - ۹۹)

- (۱) $1/25 \times 10^{-2}$
- (۲) $1/25 \times 10^{-8}$
- (۳) $12/5 \times 10^{-9}$
- (۴) $12/5 \times 10^{-3}$

پاسخ (۲) حجم روغن از رابطه $V = Ah$ به دست می‌آید که A مساحت رویه روغن و h ضخامت آن است.



$V = Ah$
 $(10 \times 10^{-6} \text{ m}^3) = (40 \times 20 \text{ m}^2) \times h \rightarrow h = 12/5 \times 10^{-9} \text{ m}$
 $h = 1/25 \times 10 \times 10^{-9} = 1/25 \times 10^{-8} \text{ m}$

عدد بالا درست است، اما به شکل نماد علمی نیست.

مثال ۱-۱

مقدار بار الکتریکی الکترون $1.6 \times 10^{-19} \mu\text{C}$ است. مقدار این بار را بر حسب کولن و با نمادگذاری علمی بنویسید.

پاسخ: با توجه به جدول ۱-۶، پیشوند میکرو (μ) برابر 10^{-6} است. به این ترتیب داریم:

$$1.6 \times 10^{-19} \mu\text{C} = 1.6 \times 10^{-25} \text{C} = 1.6 \times 10^{-19} \text{C}$$

نکته

اگر یکای بدون پیشوند کمی x باشد، برای تبدیل یکای پیشونددار ax به یکای پیشونددار bx می‌توانیم دو کار انجام دهیم:

۱- از دو ضریب تبدیل استفاده می‌کنیم. با یکی از آن‌ها یکای ax را به x و با دیگری یکای x را به bx تبدیل می‌کنیم.

۲- نسبت $\frac{a}{b}$ مشخص می‌کند یکای ax چند برابر یکای bx است.






بررسی ۱-۳

کدام گزینه جرم یک زنبور عسل (0.00015 kg) را به صورت نمادگذاری علمی درست بیان می‌کند؟

$15 \times 10^{-5} \text{ kg}$ $1.5 \times 10^{-4} \text{ kg}$ $1.5 \times 10^{-6} \text{ kg}$ $15 \times 10^{-2} \text{ kg}$

تمرین ۱-۳

با توجه به پیشوندهای یکاهای SI و نمادگذاری علمی جدول زیر را کامل کنید.

	قطر میانگین یک گویچه (گلبول) قرمز	$7/0 \times 10^{-6} \text{ m}$	..... mm	..... μm
	قطر هسته اتم اورانیوم	$1/17 \times 10^{-14} \text{ m}$	..... pm	..... fm
	جرم یک گیره کاغذ	$1/0 \times 10^{-3} \text{ kg}$	..... g	..... mg
	زمانی که نور مسافت $3/0$ متر را در هوا طی می‌کند.	$1/0 \times 10^{-8} \text{ s}$	..... μs}	..... ns
	زمانی که صوت مسافت $35/0$ متر را در هوا طی می‌کند.	$1/0 \times 10^{-3} \text{ s}$	..... ms	..... μs

آزمایشی (بخش ۹۷-)

تست 56 kg چند میکروگرم است؟

$5/6 \times 10^9$ (۴) $5/6 \times 10^8$ (۳) $5/6 \times 10^7$ (۲) $5/6 \times 10^4$ (۱)

پاسخ ۳: راه حل اول: از دو تا ضریب تبدیل استفاده می‌کنیم. یکی ضریب تبدیل kg به g و دیگری ضریب تبدیل g به μg .

$$(56 \text{ kg}) \times (1)(1) = (56 \text{ kg}) \times \left(\frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ kg}}\right) \times \left(\frac{1 \mu\text{g}}{10^{-6} \text{ g}}\right) = 56 \times 10^9 \mu\text{g} = 5.6 \times 10^8 \mu\text{g}$$

راه حل دوم:

$$56 \text{ kg} = (?) \mu\text{g} \rightarrow (?) = 56 \frac{\text{kg}}{\mu\text{g}} = 56 \times \frac{10^3}{10^{-6}} = 56 \times 10^9 \rightarrow 56 \text{ kg} = 5.6 \times 10^8 \mu\text{g}$$

۱۳

نکته

در تبدیل یکاهای توان‌دار به هم باید مضرب معادل آن‌ها را هم به توان برسانید.

نمونه $1 \text{ m} = 10^2 \text{ cm}$

$$(1 \text{ m})^2 = (10^2 \text{ cm})^2 = 10^4 (\text{cm})^2$$

$$(1 \text{ m})^3 = (10^2 \text{ cm})^3 = 10^6 (\text{cm})^3$$

$(\text{cm})^3$ و $(\text{cm})^2$ را به اختصار با cm^3 و cm^2 نشان می‌دهیم.

پرسش

$$200 \text{ km}^2 = ? \text{ cm}^2$$

(گروه فیزیک استان خراسان - ۹۹)

$$(1 \text{ km}) \times (1) \times (1) = (1 \text{ km}) \times \left(\frac{10^3 \text{ m}}{1 \text{ km}}\right) \times \left(\frac{10^2 \text{ cm}}{1 \text{ m}}\right) = 10^5 \text{ cm}$$

پاسخ

$$(1 \text{ km})^2 = (10^5 \text{ cm})^2 = 10^{10} \text{ cm}^2$$

$$200 \text{ km}^2 = 200 \times (10^{10} \text{ cm}^2) = 2 \times 10^{12} \text{ cm}^2$$

تست اگر توان جسم در یکای غیر SI، $216 \frac{g \cdot mm^2}{min^3}$ باشد، توان این جسم در SI چه قدر است؟

(آزمون پیشرفت تحصیلی مدارس سمپاد - ۹۴)

- (۱) 10^{-15} (۲) 10^{-12} (۳) 10^{-9} (۴) 10^{-6}

$1 \text{ kg} = 10^3 \text{ g} \rightarrow 1 \text{ g} = 10^{-3} \text{ kg}$

پاسخ ۲

$1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m} \rightarrow 1 \text{ mm}^2 = 10^{-6} \text{ m}^2$

$1 \text{ min} = 60 \text{ s} \rightarrow 1 \text{ min}^3 = 216 \times 10^3 \text{ s}^3$

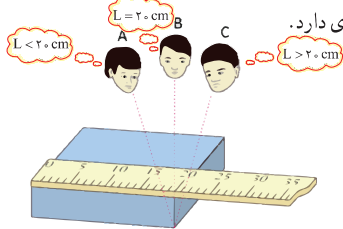
$P = 216 \frac{g \cdot mm^2}{min^3} = 216 \times \frac{(10^{-3} \text{ kg}) \times (10^{-6} \text{ m}^2)}{(216 \times 10^3 \text{ s}^3)} = 10^{-12} \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3}$ (این یکا معادل وات (W) است.)

۵- اندازه‌گیری و دقت وسیله‌های اندازه‌گیری

در اندازه‌گیری کمیت‌های فیزیکی مانند طول، جرم، زمان و ... قطعیت وجود ندارد و همواره مقداری خطا وجود دارد. با انتخاب وسیله‌های دقیق و روش صحیح اندازه‌گیری، تنها می‌توان خطای اندازه‌گیری را کاهش داد، ولی هیچ‌گاه نمی‌توان آن را به صفر رساند. با وجود این، توجه به عوامل زیر نقش مهمی در افزایش دقت اندازه‌گیری دارد.

۱- دقت وسیله اندازه‌گیری: یکی از عوامل مهم در دقت اندازه‌گیری، دقت و حساسیت وسیله اندازه‌گیری است. برای مثال، دقت خط‌کشی که تا میلی‌متر مدرج شده، بیشتر از دقت خط‌کشی است که تا سانتی‌متر درجه‌بندی شده است.

۲- مهارت شخص آزمایشگر: یکی دیگر از عوامل مهم و تأثیرگذار روی دقت اندازه‌گیری، مهارت‌های شخص آزمایشگر است. یکی از این مهارت‌ها، نحوه خواندن نتیجه اندازه‌گیری است. شکل ۸-۱ تأثیر اختلاف منظر در خواندن نتیجه اندازه‌گیری را نشان می‌دهد. خواندن نتیجه اندازه‌گیری از منظرهای A و C خطا را افزایش می‌دهد در حالی که گزارش شخصی که از منظر B نتیجه اندازه‌گیری را می‌خواند دقت بیشتری دارد.



شکل ۸-۱ خطای مشاهده، ناشی از اختلاف منظر، در خواندن و گزارش نتیجه اندازه‌گیری تأثیر مهمی دارد.

عوامل مؤثر در دقت اندازه‌گیری

- دقت و وسیله اندازه‌گیری
- مهارت شخص آزمایشگر
- تعداد دفعات اندازه‌گیری

دقت ابزارهای اندازه‌گیری مدرج، برابر کمینه درجه‌بندی آن ابزار است. برای مثال، دقت خط‌کشی که کمینه درجه‌بندی آن مطابق شکل زیر تا میلی‌متر است برابر ۱ mm است.

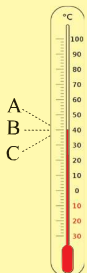
کمینه درجه‌بندی این خط‌کشی، ۱ mm است.

دقت این خط‌کشی ۱ mm است.

تست کدام یک از عوامل زیر نقش مهمی در افزایش دقت اندازه‌گیری ندارد؟ (آزمایشی لایینه - ۹۵)

- مهارت آزمایشگر
- دقت وسیله اندازه‌گیری
- تعداد دفعات اندازه‌گیری
- یکای گزارش شده برای اندازه‌گیری

پاسخ ۴



تست رضا و امیر و علی دمای دماسنج روبه‌رو را به ترتیب اعداد ۴۱، ۴۰ و ۳۹ سانتی‌گراد (درجه سلسیوس) گزارش داده‌اند. در این صورت علی در وضعیت و امیر در وضعیت و رضا در وضعیت به دماسنج نگاه می‌کنند. (آزمایشی نشانه - ۹۴)

- A - B - C (۲) C - B - A (۱)
C - A - B (۴) A - C - B (۳)

پاسخ ۲