

مقدمه‌ی ناشر

گپی راجع به مجموعه‌ی «ماجرای من و درسام»

تا حالا به این فکر کردین که یه دانش‌آموز توی ۲۴ ساعت شبانه‌روز چی کار می‌کنه؟

■ هفت هشت ساعت می‌خوابه و استراحت می‌کنه.

■ حداقل هفت ساعت تو مدرسه‌ست که شیش ساعتش رو سر کلاسه و (احتمالن) داره درس گوش می‌ده.

■ حدود یک ساعت تو راه خونه به مدرسه و مدرسه به خونه‌ست.

■ سه چهار ساعتی هم توی خونه با کتابا و درساش مشغوله و کُشتی می‌گیره.

■ چهار پنج ساعت از وقتش هم می‌ره برای غذاخوردن، حضور در آغوش گرم خانواده و کارای شخصی مهم و بازی گوشی (که شامل گوشی‌بازی هم می‌شه!).

خُب! با این حساب و کتابا معلوم می‌شه یه دانش‌آموز، ۷۵/۶۲۵ درصد از زمان بیداریش رو با درس و مشق و کتاب و مدرسه و معلم می‌گذرونه با کلی اتفاقات تلخ و شیرین؛ پس بی‌راه نیست که بگیم: «ماجرای من و درسام» ماجرای اصلی زندگی یه دانش‌آموزه.

ما توی خیلی‌سبز این مجموعه رو آماده کردیم چون واقعن دلمون می‌خواد داستان مدرسه‌رفتن و درس‌خوندن شما و این عمری که به پاش گذاشتین، پایان خیلی خوش و شکوهمندی داشته باشه!

اگه ماجراهای جالب خودتون با درساتون رو به صورت مطلب، عکس، سلفی، خاطره، فیلم و فیلم‌نامه و ... برامون بفرستین، خیلی رو سرمون منت گذاشتین. ما حتمن ماجراهاتون رو به جایی (مثلن تو سایت خیلی‌سبز یا شاید هم چاپ بعدی کتاب) منتشر می‌کنیم.

ماجرای من و فیزیک ۲

معلم فیزیکیمون وقتی تدریس فصل حرکت‌شناسی رو تموم کردند، رو به بچه‌ها گفتند: همه‌تون این مبحث رو «فهمیدین»؟ ما هم با صدای رسا و بلند داد کشیدیم: بعلهه! ولی معلم عزیزمون چون هنوز مطمئن نشده بودند، دوباره پرسیدند: کسی هست که «نفهمیده» باشه؟ ما این‌دفعه محکم‌تر و مثل شیر نعره زدیم: نخیررر! بعد ایشون لبخند معناداری بر لبانشان نقش بست و در حالی که سرشون رو به آرامی به بالا و پایین نوسان می‌دادند، فرمودند: پس ان‌شالله همه‌تون توی امتحان هفته‌ی بعد ۲۰ می‌گیرین. چشمتون روز بد نبینه؛ سر جلسه همه‌مون سوسک شدیم و جمع نمرات کلاسمون هم به ۲۰ نرسید! تازه این‌جا بود که معنی لبخند معلممون رو درک کردیم و فهمیدیم که تا اون موقع اصلن نمی‌فهمیدیم «فهمیدن» یعنی چی!

آقای نامی و آقای مدنی این کتاب رو برای فهمیدن نوشتن؛ به شرط این‌که شما بدونین فهمیدن فیزیک یعنی چی! بسیاری از فیزیک‌دانان و معلمان باتجربه معتقدند که: «زمانی می‌تونید ادعا کنید فیزیک رو فهمیدین که ارتباط بین مفاهیم، فرمول‌ها و مسائل رو درک کرده باشید». ساده‌تر بگم هر وقت تونستید خودتون فکر کنید و مسئله‌ها رو جواب بدین، یعنی کارتون درسته!

مخلص همه‌ی ماجراهای فیزیک‌فهم هستیم

* مقدمه‌ی مؤلفان *

«هو اللطیف»

کتاب ماجراهای من و درسام - فیزیک ۲ با هدف ایجاد بستری مناسب برای یادگیری هر چه بهتر فیزیک ۲ تدوین شده است. به عبارتی تلاش شده است با بررسی نیازهای تمامی دانش‌آموزان، مفاهیم فیزیکی و شیوه‌های مختلف حل مسئله با زبانی ساده بیان شود.

هر فصل از کتاب پیش‌رو از ۴ بخش اصلی تشکیل شده است:

- ۱ در بخش اول مفاهیم و قوانین فیزیک در قالب درس‌نامه به طور کامل توضیح داده شده است.
- ۲ بخش دوم شامل مثال‌های حل‌شده با درجه کیفی استاندارد است که دانش‌آموزان باید هر مثال را به طور دقیق حل و بررسی کنند.
- ۳ بخش سوم شامل تمرین‌هایی است که حل کردن آن‌ها باعث افزایش مهارت در حل مسئله و آشنایی با انواع سؤال‌ها می‌شود.

نظر هنری فورد کارآفرین، مخترع و مؤسس شرکت خودروسازی فورد در این زمینه شنیدنی است:

راز موفقیت در این است که بتوانیم ایده‌های دیگران را کسب کنیم و به مسائل هم از دید خود و هم از دید دیگران بنگریم.

۴ بخش چهارم در هر فصل به پاسخ تشریحی تمرین‌ها اختصاص داده شده است.

برخی مفاهیم در هر فصل تحت عنوان **➤ بیشتر بدانیم** قرار داده شده است تا دانش‌آموزان کنجکاو بتوانند ضمن یادگیری مباحث اولیه و ضروری به مطالب مورد علاقه‌ی خود نیز بپردازند.

در ضمن خاطرنشان می‌شود جهت جمع‌بندی مطالبی که آموزش داده شده است در پایان کتاب خلاصه‌ی تمامی فصل‌ها به همراه شش آزمون با پاسخ تشریحی قرار گرفته است.

و در پایان تشکر می‌کنیم از مدیریت انتشارات خیلی سبز که این فرصت را فراهم کردند تا این اثر خلق شود.

تشکر می‌کنیم از جناب آقای مهندس سبزمیدانی که با راهنمایی‌های ارزنده‌ی خود کمک بسیاری به بهتر شدن اثر کردند، از مهدی هاشمی عزیز که به شدت پیگیر به موقع رسیدن کتاب بودند، از دوستان واحد تولید، جناب آقای مهندس بقایی، سرکار خانم زهرا شریعت و سرکار خانم فاطمه نوری که با تلاش زیاد مقدمات چاپ کتاب را فراهم کردند، از خانم‌ها فتاحی، شقائی و حیدری‌پور، که با صبر و حوصله، زحمت آماده‌سازی متن اثر را انجام دادند و از آقای میلاد پولادستج و سرکار خانم رویا شریف‌پور که کار بسیار مهم و پرزحمت ویراستاری کتاب را به بهترین نحو ممکن انجام دادند. بی‌صبرانه منتظر شنیدن پیشنهادهای سازنده‌ی شما هستیم.

الهی به امید تو

فرزاد نامی - مجتبی مدنی

بهار ۱۳۹۴

فهرست

فصل اول: اندازه گیری و کمیت های فیزیکی..... ۷

پاسخ نامه ی تشریحی تمرین ها..... ۲۶

فصل دوم: حرکت در خط راست..... ۳۱

پاسخ نامه ی تشریحی تمرین ها..... ۶۴

فصل سوم: دینامیک..... ۷۰

پاسخ نامه ی تشریحی تمرین ها..... ۹۵

آزمون های نوبت اول

آزمون شماره ی ۱ دی ۹۳..... ۱۰۳

آزمون شماره ی ۲ دی ۹۳..... ۱۰۷

فصل چهارم: کار و انرژی..... ۱۱۱

پاسخ نامه ی تشریحی تمرین ها..... ۱۲۹

فصل پنجم: ویژگی های ماده..... ۱۳۵

پاسخ نامه ی تشریحی تمرین ها..... ۱۶۰

فصل ششم: گرما و قانون گازها..... ۱۶۵

پاسخ نامه ی تشریحی تمرین ها..... ۱۹۵

آزمون های نوبت دوم

آزمون شماره ی ۳ خرداد ۹۲..... ۲۰۱

آزمون شماره ی ۴ خرداد ۹۴..... ۲۰۵

آزمون شماره ی ۵ خرداد ۹۳..... ۲۰۹

آزمون شماره ی ۶ شهریور ۹۲..... ۲۱۳

خلاصه ی فصل ها..... ۲۱۷

فصل ۱

اندازه‌گیری و کمیت‌های فیزیکی

مقدمه

هنگامی که به اطراف خود نگاه می‌کنیم، با پدیده‌های مختلفی مواجه می‌شویم که پرسش‌های زیادی را در ذهن ما ایجاد می‌کند. رنگین کمان چگونه تشکیل می‌شود؟ چگونه تصویر شخصی که کیلومترها از شما فاصله دارد، بر صفحه‌ی تلویزیون نقش می‌بندد؟ دمای سطح خورشید چگونه اندازه‌گیری می‌شود؟ یک هواپیمای غول‌پیکر چگونه در آسمان پرواز می‌کند؟ و ...

هر وقت بخواهید پدیده‌های اطراف خود را به طور علمی توضیح دهید، به دنیای فیزیک وارد می‌شوید.

واژه‌ی فیزیک برگرفته از واژه‌ی باستانی یونانی «physis» به معنای «طبیعت و ماهیت» است. تاریخ مدون علم نشان می‌دهد فیلسوفان آسیای صغیر نخستین کسانی بودند که پرسش‌هایی درباره‌ی طبیعت مطرح کردند. دانشمندان بسیاری علم فیزیک را گسترش دادند اما پایه‌گذاری روش‌های به کار رفته در علم فیزیک بر عهده‌ی گالیله دانشمند ایتالیایی بود که پس از او توسط نیوتون ادامه داده شد. گالیله سعی کرد با مشاهده، آزمایش پدیده‌ها و ثبت اندازه‌گیری‌ها، رابطه‌ی ریاضی بین اندازه‌ها بیابد. در روش‌های امروزی نیز دانشمندان در جست‌وجوی روابط ریاضی هستند که نتایج اندازه‌گیری‌ها را به هم مربوط کنند. بنابراین فیزیک مجموعه‌ای است از اندازه‌گیری‌ها و یافتن رابطه‌ی بین نتیجه‌ی آن‌ها که نظریه‌ها و قانون‌های فیزیک را می‌سازند. بسیاری معتقدند «فیزیک» علم اندازه‌گیری است که این جمله اهمیت اندازه‌گیری را نشان می‌دهد. در ادامه‌ی فصل به توضیح اندازه‌گیری می‌پردازیم.

کمیت فیزیکی

هر آن‌چه که در فیزیک قابل اندازه‌گیری است، کمیت نام دارد.

اندازه‌گیری

لحظه‌ای مکث کنید و به یک روز عادی، مثلاً همین دیروز بیندیشید. چند بار کارهایی در اطراف شما انجام شده که با اندازه‌گیری سروکار داشته است؟ مثلاً میوه‌فروشی را دیده‌اید که جرم میوه‌ها را اندازه گرفته است، نجاری که طول قطعه چوبی را اندازه گرفته است، پزشکی که دمای بدن را سنجیده است و ... در تمامی این مثال‌ها به یک وسیله‌ی اندازه‌گیری و یک یکای اندازه‌گیری نیاز است.

یکای اندازه‌گیری

یک جنبه‌ی مشترک بین تمام اندازه‌گیری‌ها وجود دارد و آن یکای (واحد) اندازه‌گیری است. مثلاً برای بیان اندازه‌گیری جرم، کیلوگرم را به کار می‌بریم. به مقدار معینی از یک کمیت که برای اندازه‌گیری آن به عنوان مقیاس انتخاب می‌شود، یکای آن کمیت می‌گویند. یکا باید دو ویژگی داشته باشد: ۱) تغییرناپذیر باشد. ۲) در دسترس باشد.

فرض کنید شما و دوستانتان می‌خواهید طول یک نیمکت را اندازه بگیرید. یکی از شما از خط‌کش استفاده می‌کند، یکی از خودکار خود کمک می‌گیرد و دیگری از وجب خود! آیا این اندازه‌گیری‌ها را می‌توانید با هم مقایسه کنید؟ قطعاً خیر!

برای آن‌که عددهای حاصل از اندازه‌گیری‌های مختلف یک کمیت به راحتی با هم مقایسه‌پذیر باشند، دانشمندان در نشست‌های بین‌المللی توافق کرده‌اند که برای هر کمیت یکای معینی تعریف کنند. دستگاه بین‌المللی SI یکی از مجموعه یکاهای مورد توافق بین‌المللی است.

یکاهای اصل و فرعی

آیا برای هر یک از کمیت‌های فیزیکی یکای مستقلی تعریف می‌شود؟ پاسخ منفی است. فرض کنید می‌خواهیم مساحت یک مستطیل را اندازه‌گیری کنیم. برای این منظور طول و عرض مستطیل را اندازه‌گیری می‌کنیم و مساحت را به دست می‌آوریم؛ یعنی یکای مساحت را می‌توان به کمک یکای طول به دست آورد. بنابراین از کمیت‌های فیزیکی قابل اندازه‌گیری تعدادی را انتخاب می‌کنند و بقیه را برحسب این کمیت‌ها بیان می‌کنند. آن دسته از کمیت‌هایی را که یکای آن‌ها به طور مستقل تعریف شده‌اند، کمیت‌های اصلی و یکاهای آن‌ها را یکاهای اصلی می‌نامند.



پنج کمیت اصلی و یکاهای آن‌ها در جدول زیر آمده است.

کمیت	نام یکا	نماد یکا
طول	متر	m
زمان	ثانیه	s
جرم	کیلوگرم	kg
جریان الکتریکی	آمپر	A
دما	کلوین	K

سایر کمیت‌ها مانند مساحت، حجم، انرژی و ... کمیت‌های فرعی نام دارند و یکای آن‌ها برحسب یکاهای اصلی تعیین می‌شود. در ادامه تعدادی از یکاهای اصلی را تعریف می‌کنیم.

یکای طول

یکای طول در SI، متر نام دارد که آن را با نماد m نمایش می‌دهند. بنابر یک توافق قدیمی برای این یکا (یک متر)، نمونه‌ی استاندارد ساخته شده است که در موزه‌ی سِور در فرانسه نگهداری می‌شود. این نمونه میله‌ای است از جنس آلیاژ پلاتین و ایریدیوم با دو علامت روی آن، که فاصله‌ی بین آن‌ها در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس به طور دقیق برابر طول توافق‌شده‌ی بین‌المللی برای یک متر است.

یکای جرم

یکای جرم در SI، کیلوگرم نام دارد که آن را با نماد kg نمایش می‌دهند. برای این یکا نیز یک نمونه‌ی استاندارد به صورت استوانه‌ای از جنس آلیاژ پلاتین و ایریدیوم در موزه‌ی سِور فرانسه نگهداری می‌شود.

یکای زمان

یکای زمان در SI، ثانیه نام دارد که آن را با نماد s نمایش می‌دهند. طبق یک تعریف قدیمی، یک ثانیه برابر $\frac{1}{86400}$ یک شبانه‌روز است.

پیشوندهای مناسب برای کمیت‌های خیلی بزرگ یا خیلی کوچک

گستره‌ی اندازه‌گیری‌ها در فیزیک بسیار وسیع است. از اندازه‌گیری جرم پروتون گرفته تا جرم خورشید و ... که اعداد خیلی کوچک و یا خیلی بزرگی به دست می‌آید. برای این‌که محاسبات ساده‌تر شوند، از پیشوندهایی استفاده می‌کنیم که در جدول زیر آمده است. هر پیشوند، توان معینی از 10 را نشان می‌دهد.

پیشوند	ضریب تبدیل	نماد	پیشوند	ضریب تبدیل	نماد
دسی	10^{-1}	d	دکا	10	da
سانتی	10^{-2}	c	هکتو	10^2	h
میلی	10^{-3}	m	کیلو	10^3	k
میکرو	10^{-6}	μ	مگا	10^6	M
نانو	10^{-9}	n	گیگا	10^9	G
پیکو	10^{-12}	p	ترا	10^{12}	T

تبدیل یکاها

گاهی اوقات برای حل مسئله‌های فیزیک به تبدیل یکاها به یکدیگر نیاز داریم. برای تبدیل یکاها به یکدیگر ابتدا معادله‌ی تبدیل یکا را می‌نویسیم، سپس ضریب تبدیل هر یکا را در معادله قرار می‌دهیم و آن را حل می‌کنیم.

مثال: ۱۲ گرم چند کیلوگرم است؟

پاسخ: ابتدا معادله‌ی تبدیل یکا را می‌نویسیم:

$$12 \text{ g} = ? \text{ kg} \Rightarrow ? = \frac{12 \text{ g}}{\text{kg}}$$

حالا ضریب تبدیل کیلو (۱۰^۳) را در معادله قرار می‌دهیم و معادله را حل می‌کنیم: $12 \text{ g} = 0.012 \text{ kg}$

مثال: ۴۰۰ میکروثانیه چند گیگاثانیه است؟

پاسخ: ابتدا معادله‌ی تبدیل یکا را می‌نویسیم:

$$400 \mu\text{s} = ? \text{ Gs} \Rightarrow ? = \frac{400 \mu\text{s}}{\text{Gs}}$$

$$? = \frac{400 \times 10^{-6} \text{ s}}{10^9 \text{ s}} \Rightarrow ? = 4 \times 10^{-13} \Rightarrow 400 \mu\text{s} = 4 \times 10^{-13} \text{ Gs}$$

ضریب تبدیل میکرو ۱۰^{-۶} و ضریب تبدیل گیگا ۱۰^۹ است.

مثال: ۰/۰۵ میلی‌متر مربع چند هکتومتر مربع است؟

پاسخ: ابتدا معادله‌ی تبدیل یکا را می‌نویسیم:

$$0.05 (\text{mm})^2 = ? (\text{hm})^2 \Rightarrow ? = \frac{0.05 (\text{mm})^2}{(\text{hm})^2}$$

$$? = \frac{0.05 (10^{-3} \text{ m})^2}{(10^2 \text{ m})^2} = \frac{0.05 \times 10^{-6} \text{ m}^2}{10^4 \text{ m}^2} \Rightarrow ? = 5 \times 10^{-12} \Rightarrow 0.05 (\text{mm})^2 = 5 \times 10^{-12} (\text{hm})^2$$

ضریب تبدیل میلی ۱۰^{-۳} و ضریب تبدیل هکتو ۱۰^۲ است.

توجه: هرگاه یکا به توان عددی برسد، پیشوند یکا نیز به توان همان عدد می‌رسد.

مثال: تبدیل یکای روبه‌رو را انجام دهید.

پاسخ: ضریب تبدیل کیلو ۱۰^۳ و سانتی ۱۰^{-۲} است.

$$13600 \text{ kg} / \text{m}^3 = ? \text{ g} / \text{cm}^3$$

$$13600 \frac{10^3 \text{ g}}{\text{m}^3} = ? \frac{\text{g}}{(10^{-2} \text{ m})^3} \Rightarrow 13600 \times \frac{10^3 \text{ g}}{\text{m}^3} = ? \frac{\text{g}}{10^{-6} \text{ m}^3}$$

$$? = \frac{13600 \times 10^3}{\frac{1}{10^{-6}}} = 13600 \times 10^{-3} \Rightarrow ? = 13/6 \Rightarrow 13600 \text{ kg} / \text{m}^3 = 13/6 \text{ g} / \text{cm}^3$$

نمادگذاری علمی

در برخی اندازه‌گیری‌ها در فیزیک با عددهای خیلی بزرگ مانند فاصله‌ی کره‌ی زمین تا سیاره‌ی ناهید (حدود ۴۲,۰۰۰,۰۰۰ km) و یا عددهای خیلی کوچک سروکار داریم. واضح است که نوشتن چنین عددهایی به صورت اعشاری یا با صفرهای زیاد، علاوه بر آن‌که خواندن و نوشتن را مشکل می‌کند، احتمال اشتباه را هم زیاد می‌کند. از این‌رو با استفاده از روش نمادگذاری علمی هر مقدار را به صورت حاصل ضرب عددی بین بزرگ‌تر یا مساوی ۱ و کوچک‌تر از ۱۰ و ضربی با توان صحیحی از ۱۰ می‌نویسیم، به طوری که در اعداد کوچک‌تر از یک ممیز به سمت راست حرکت می‌کند و به تعداد رقم‌هایی که ممیز جابه‌جا شده است، توان ۱۰ را به صورت عددی منفی می‌نویسیم و در اعداد بزرگ‌تر از ۱۰ ممیز به سمت چپ حرکت می‌کند و به تعداد رقم‌هایی که ممیز جابه‌جا شده است، توان ۱۰ را به صورت عددی مثبت می‌نویسیم.

مثال: عددهای زیر را به صورت نماد علمی بنویسید.

$$4990$$

$$0.00015$$

$$52100$$

پاسخ:

$$52100 = 5.2100 \times 10^4$$

$$0.00015 = 1.5 \times 10^{-4}$$

$$4990 = 4.990 \times 10^3$$

توجه داشته باشید که در نمادگذاری علمی هیچ صفری حذف نمی‌شود. بنابراین اگر پاسخ قسمت «پ» را به صورت $4/99 \times 10^3$ بنویسیم، اشتباه کرده‌ایم.



مثال: داده‌های زیر را با استفاده از نمادگذاری علمی و بر حسب یکاهای خواسته‌شده، بنویسید.

$$R_e = 637 \times 10^6 \text{ m} = \dots\dots\dots \text{ km}$$

۱ شعاع کره زمین

$$M_e = 598 \times 10^{19} \text{ ton} = \dots\dots\dots \text{ kg}$$

۲ جرم کره زمین

$$r = 404 \times 10^{11} \text{ km} = \dots\dots\dots \text{ m}$$

۳ فاصله‌ی زمین تا نزدیک‌ترین ستاره

پاسخ: ابتدا تبدیل یکا را انجام می‌دهیم، سپس عدد را به صورت نمادگذاری می‌نویسیم.

$$637 \times 10^6 \text{ m} = ? \text{ km} \Rightarrow ? = \frac{637 \times 10^6 \text{ m}}{\text{km}} \Rightarrow ? = \frac{637 \times 10^6 \text{ m}}{10^3 \text{ m}} = 637.$$

۱

$$\Rightarrow R_e = 637 \times 10^6 \text{ m} = 637 \times 10^3 \text{ km}$$

$$598 \times 10^{19} \text{ ton} = ? \text{ kg} \Rightarrow ? = \frac{598 \times 10^{19} \text{ ton}}{\text{kg}}$$

۲

$$? = \frac{598 \times 10^{19} \times 10^3 \text{ kg}}{\text{kg}} = 598 \times 10^{22}$$

هر تن برابر ۱۰۰۰ کیلوگرم است:

$$M_e = 598 \times 10^{19} \text{ ton} = 598 \times 10^{22} \text{ kg}$$

$$r = 404 \times 10^{11} \text{ km} = ? \text{ m} \Rightarrow ? = \frac{404 \times 10^{11} \text{ km}}{\text{m}} = \frac{404 \times 10^{11} \times 10^3 \text{ m}}{\text{m}} \Rightarrow ? = 404 \times 10^{14}$$

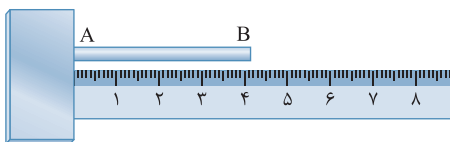
۳

$$r = 404 \times 10^{11} \text{ km} = 404 \times 10^{14} \text{ m}$$

وسيله و روش اندازه‌گیری

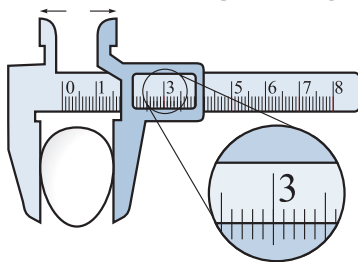
چگونه می‌توان ضخامت یک برگ کاغذ را اندازه‌گیری کرد؟ جرم یک سنجاق ته‌گرد را چه‌طور؟ برای اندازه‌گیری هر یک از کمیت‌های فیزیکی مانند طول، جرم، زمان و ... به یک وسیله‌ی اندازه‌گیری مناسب نیاز داریم که در ادامه با برخی از آن‌ها آشنا می‌شویم.

وسيله‌ی اندازه‌گیری طول

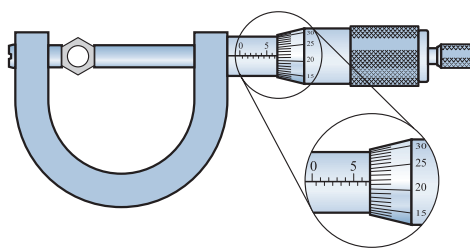


در اندازه‌گیری طول‌های نه‌چندان بزرگ و نه‌چندان کوچک از یک خط‌کش یا نوار استفاده می‌کنیم که بر حسب سانتی‌متر یا میلی‌متر مدرج شده باشد.

برای اندازه‌گیری‌های کمتر از ۱ میلی‌متر از کولیس و کمتر از ۱/۱۰ میلی‌متر از ریزسنج استفاده می‌شود.



کولیس



ریزسنج

برای مناسبه‌ی ضخامت یک برگ کاغذ از ریزسنج استفاده می‌کنیم. اما اگر ریزسنج در اختیار نداشته‌ایم، به کمک خط‌کش نیز می‌توان ضخامت آن را به دست آورد؛ به این ترتیب که تعداد زیادی کاغذ را روی هم قرار می‌دهیم و ضخامت آن‌ها را به کمک خط‌کش به دست می‌آوریم. سپس ضخامت به دست آمده را بر تعداد کاغذها تقسیم می‌کنیم و ضخامت هر برگ کاغذ را حساب می‌کنیم.

وسيله‌ی اندازه‌گیری جرم

جرم را معمولاً با ترازو اندازه می‌گیریم. ترازوها انواع مختلفی دارند، به طور مثال ترازوهای دوکفه‌ای، شاهین‌دار، دیجیتالی و ... برای اندازه‌گیری جرم یک سنجاق ته‌گرد می‌توانیم از ترازوی دیجیتالی دقیق استفاده کنیم. اما اگر ترازوی معمولی در اختیار داشته باشیم، جرم تعداد زیادی سنجاق ته‌گرد را به دست آورده و بر تعداد سنجاق‌ها تقسیم می‌کنیم و به این ترتیب جرم یک سنجاق ته‌گرد را به دست می‌آوریم.

وسيله‌ی اندازه‌گیری زمان

بدون شک متداول‌ترین وسيله‌ی اندازه‌گیری زمان، ساعت است که به صورت‌های مختلف وجود دارد.

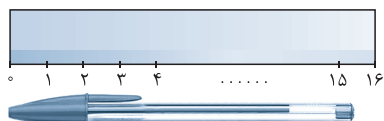
نکته: برای کم کردن خطا در اندازه‌گیری هر کمیت، معمولاً اندازه‌گیری آن چندبار تکرار می‌شود. اگر عددهای به دست آمده متفاوت باشند، میانگین آن عددها به عنوان نتیجه‌ی اندازه‌گیری پذیرفته می‌شود. البته در میان عددهای متفاوت اگر یک یا دو عدد با بقیه اختلاف زیادی داشته باشند، آن‌ها را در میانگین‌گیری در نظر نمی‌گیریم.

دقت اندازه‌گیری

آیا می‌توان ضخامت یک تار مو را به کمک نوار متری به طور مستقیم اندازه‌گیری کرد؟ یا جرم یک قطره‌ی آب را به طور مستقیم به وسیله‌ی یک ترازوی آشپزخانه اندازه‌گیری کرد؟

پاسخ منفی است. اگر جرم یک قطره آب را با ترازوی آشپزخانه اندازه‌گیری کنیم، ترازو جرم آن را صفر نشان خواهد داد. در حالی که به کمک ترازوهای دیجیتال بسیار دقیق می‌توان جرم آن را به دست آورد. بنابراین دقت اندازه‌گیری ترازوهای دیجیتالی بسیار دقیق، بیشتر از ترازوی آشپزخانه است.

به کم‌ترین مقداری که یک وسیله می‌تواند اندازه بگیرد، دقت اندازه‌گیری آن وسیله می‌گوییم.



فرض کنید می‌خواهیم طول یک خودکار را به کمک خط‌کشی که برحسب سانتی‌متر مدرج شده است، اندازه‌گیری کنیم. همان‌طور که در شکل می‌بینیم، طول خودکار از ۱۵ سانتی‌متر بیشتر و از ۱۶ سانتی‌متر کمتر است.

اما معلوم نیست چه قدر از ۱۵ سانتی‌متر بیشتر و چه قدر از ۱۶ سانتی‌متر کمتر است. دقت اندازه‌گیری این خط‌کش ۱ سانتی‌متر است؛ یعنی کم‌تر از ۱ سانتی‌متر را نمی‌تواند اندازه بگیرد. بنابراین با این خط‌کش نمی‌توانیم بگوییم طول خودکار ۱۵/۶ سانتی‌متر است. در اندازه‌گیری به کمک یک وسیله، عدد به دست آمده نباید مقداری کم‌تر از دقت اندازه‌گیری دستگاه را نشان دهد.

پرسش: در یک مسابقه‌ی دو سرعت، مدت زمان رسیدن نفر اول به خط پایان توسط سه زمان‌سنج مختلف اندازه‌گیری شده است و نتیجه‌ی اندازه‌گیری‌ها ۱۲ s، ۱۲/۰ s و ۱۲/۰۰ s گزارش شده است. آیا این نتایج با هم متفاوت هستند؟

پاسخ: هر سه نتیجه‌ی اندازه‌گیری مفهوم ریاضی یکسانی دارند، ولی در اندازه‌گیری اول (۱۲ s) دقت اندازه‌گیری دستگاه ۱ s، در اندازه‌گیری دوم (۱۲/۰ s) دقت اندازه‌گیری ۰/۱ s و در اندازه‌گیری سوم (۱۲/۰۰ s) دقت اندازه‌گیری دستگاه ۰/۰۱ s است. به طور مثال دستگاه دوم و سوم می‌توانند به ترتیب اعداد ۱۲/۶ s و ۱۲/۲۷ s را نیز گزارش کنند. بنابراین دقت اندازه‌گیری دستگاه سوم از همه بیشتر است و عددی که نشان می‌دهد، دقیق‌تر است.

توجه: در مواردی که مقدار اندازه‌گیری شده عدد صحیحی باشد، یکای آن، دقت اندازه‌گیری آن وسیله است. مثلاً در مثال قبل که نتیجه‌ی اندازه‌گیری ۱۲ s گزارش شده است، دقت اندازه‌گیری آن ۱ s می‌باشد.

مثال: در یک اندازه‌گیری، جرم جسمی $526/4 \text{ kg}$ گزارش شده است. دقت اندازه‌گیری آن چند کیلوگرم، چند گرم و چند میلی‌گرم است؟

پاسخ: جرم جسم $526/4 \text{ kg}$ است، بنابراین دقت اندازه‌گیری آن برابر $0/1 \text{ kg}$ است. برای به دست آوردن دقت اندازه‌گیری در

حالت‌های بعدی از تبدیل یکا کمک می‌گیریم:

$$0/1 \text{ kg} = ? \text{ g} \Rightarrow ? = \frac{0/1 \text{ kg}}{\text{g}} = \frac{0/1 \times 10^3 \text{ g}}{\text{g}} \Rightarrow ? = 10^2$$

بنابراین دقت اندازه‌گیری برابر 10^2 g است.

$$0/1 \text{ kg} = ? \text{ mg} \Rightarrow ? = \frac{0/1 \text{ kg}}{\text{mg}} = \frac{0/1 \times 10^6 \text{ g}}{10^{-3} \text{ g}} \Rightarrow ? = 10^5$$

در این حالت دقت اندازه‌گیری برابر 10^5 mg است.

مثال: توسط یک ریزسنج به دقت $0/01 \text{ mm}$ ، طول چند جسم را اندازه‌گیری کرده‌ایم و اعداد زیر گزارش شده است. کدام

اندازه‌گیری صحیح است؟

۳ × ۱۰^{-۵} km **ت**

۳/۴۵۳۲ dm **پ**

۲/۲۳ cm **ب**

۱۲/۱ mm **آ**



✓ **پاسخ:** دقت اندازه‌گیری تمام گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم و با دقت اندازه‌گیری ریزسنج (۰/۰۱ mm) مقایسه می‌کنیم.

آ $۱۲/۱ \text{ mm} \Rightarrow \text{دقت اندازه‌گیری} = ۰/۱ \text{ mm}$

ب $۲/۲۳ \text{ cm} \Rightarrow \text{دقت اندازه‌گیری} = ۰/۰۱ \text{ cm}$

در این حالت باید به کمک تبدیل یکا، دقت اندازه‌گیری را به میلی‌متر تبدیل کنیم:

$۰/۰۱ \text{ cm} = ? \text{ mm} \Rightarrow ? = \frac{۰/۰۱ \text{ cm}}{\text{mm}} = \frac{۰/۰۱ \times ۱۰^{-۲} \text{ m}}{۱۰^{-۳} \text{ m}} \Rightarrow ? = ۰/۱ \Rightarrow \text{دقت اندازه‌گیری} = ۰/۱ \text{ mm}$

پ $۳/۴۵۳۲ \text{ dm} \Rightarrow \text{دقت اندازه‌گیری} = ۰/۰۰۰۱ \text{ dm}$

به کمک تبدیل یکا دقت اندازه‌گیری را به میلی‌متر تبدیل می‌کنیم:

$۰/۰۰۰۱ \text{ dm} = ? \text{ mm} \Rightarrow ? = \frac{۰/۰۰۰۱ \text{ dm}}{\text{mm}} = \frac{۰/۰۰۰۱ \times ۱۰^{-۱} \text{ m}}{۱۰^{-۳} \text{ m}} \Rightarrow ? = ۰/۰۱ \Rightarrow \text{دقت اندازه‌گیری} = ۰/۰۱ \text{ mm}$

ت $۳ \times ۱۰^{-۵} \text{ km} \Rightarrow \text{دقت اندازه‌گیری} = ۱ \times ۱۰^{-۵} \text{ km}$

به کمک تبدیل یکا دقت اندازه‌گیری را به میلی‌متر تبدیل می‌کنیم:

$۱۰^{-۵} \text{ km} = ? \text{ mm} \Rightarrow ? = \frac{۱۰^{-۵} \text{ km}}{\text{mm}} = \frac{۱۰^{-۵} \times ۱۰^۳ \text{ m}}{۱۰^{-۳} \text{ m}} \Rightarrow ? = ۱۰ \Rightarrow \text{دقت اندازه‌گیری} = ۱۰ \text{ mm}$

بنابراین فقط اندازه‌گیری در قسمت «پ» صحیح است.

☞ **توجه:** دقت اندازه‌گیری ریزسنج $۰/۰۱ \text{ mm}$ و دقت اندازه‌گیری کولیس $۰/۱ \text{ mm}$ است.

۱۹؟ **مثال:** با پیمانه‌ای به گنجایش (حجم) $۵ \text{ cm}^۳$ ، حجم مقداری مایع را اندازه‌گیری کرده‌ایم. کدام یک از داده‌های زیر می‌تواند نتیجه‌ی اندازه‌گیری با این پیمانه باشد؟

ت $۲۰/۵ \text{ cm}^۳$

پ $۱۹ \text{ cm}^۳$

ب $۲۱ \text{ cm}^۳$

آ $۲۰ \text{ cm}^۳$

✓ **پاسخ:** وقتی حجم پیمانه $۵ \text{ cm}^۳$ است، یعنی این پیمانه می‌تواند حداقل حجم $۵ \text{ cm}^۳$ را اندازه‌گیری کند؛ پس دقت اندازه‌گیری آن $۵ \text{ cm}^۳$ است. اگر حجم مایع کم‌تر از $۵ \text{ cm}^۳$ باشد، نمی‌توانیم به کمک این پیمانه حجم آن را به دست آوریم. اما اگر حجم مایع بیشتر از $۵ \text{ cm}^۳$ باشد، اندازه‌گیری‌هایی قابل قبول است که مضرب درستی از $۵ \text{ cm}^۳$ باشد. در این مثال تنها گزینه‌ی «الف» مضرب درستی از $۵ \text{ cm}^۳$ است:

$\frac{۲۰ \text{ cm}^۳}{۵ \text{ cm}^۳} = ۴$

تمرین

۱- هر یک از جاهای خالی را با عبارت مناسب پر کنید.

آ کم‌ترین مقداری را که یک وسیله می‌تواند اندازه بگیرد، آن وسیله می‌گویند.

ب ۵ سانتی‌متر مربع میلی‌متر مربع است.

پ کمیتی که در علم فیزیک مستقل است و توسط آن سایر کمیت‌ها تعریف می‌شوند را کمیت می‌گویند.

ت معیار و مبنای اندازه‌گیری هر کمیت را می‌گویند.

۲- در هر یک از موارد زیر عبارت مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

آ دقت ریزسنج‌ها معمولاً برابر ($۰/۰۱ \text{ mm}$ - $۰/۱ \text{ mm}$) است.

ب یک پیکومتر برابر ($۱۰^{-۱۲}$ - $۱۰^{-۹}$) متر است.

پ از کمیت‌های اصلی در دستگاه SI می‌توان (طول - مساحت) را نام برد.

ت بسیاری معتقدند فیزیک علم (نظریه‌ها و قانون‌ها - اندازه‌گیری) است.

۳- آزمایشی طراحی کنید که به کمک آن بتوان حجم یک قطره آب را اندازه گرفت.

۴- چگونه می‌توان زمان نوسان (زمان یک رفت‌وبرگشت کامل) یک آونگ را اندازه‌گیری کرد؟

۵- تبدیل یکاهای زیر را انجام دهید.

ب $۴ \text{ cm} / \text{ms} = \dots \text{ m} / \text{s}$

آ $۸ \text{ TA} = \dots \text{ daA}$

ت $۰/۰۲۱ \text{ kg} / \text{m}^۳ = \dots \text{ g} / \text{lit}$

پ $۳۷/۵ \text{ hm}^۳ = \dots \text{ Mm}^۳$

۶- اعداد زیر را با استفاده از نمادگذاری علمی بنویسید.

پ $۲۱۷/۷۵۱ \times ۱۰^{-۳}$

ب ۵۲۲۰

آ $۰/۰۰۰۰۳۵۱$

۷- مقادیر زیر را محاسبه کنید و پاسخ خود را با استفاده از نمادگذاری علمی بنویسید.

۱ ساعت چند میلی‌ثانیه است؟ **ا** ۲۵ / °

۸۶۰۰ کیلومتر مربع چند دسی‌متر مربع است؟ **ب**

21×10^8 پیکوکلوین چند نانوکلوین است؟ **پ**

۸- سریع‌ترین رشد گیاه متعلق به گیاهی موسوم به هسپروبوکاوپیلی است که طی ۱۴ روز، $3/7 \text{ m}$ رشد می‌کند. آهنگ رشد این گیاه برحسب میکرومتر بر ثانیه چه قدر است؟

۹- چرا «وجب» یکای مناسبی برای اندازه‌گیری طول نیست؟

۱۰- ضخامت جسمی توسط یک وسیله 0.261 cm گزارش شده است. دقت اندازه‌گیری این وسیله چند میلی‌متر است؟

۱۱- طول میله‌ای 20 cm است. کدام یک از طول‌های زیر با این میله اندازه‌گیری شده است؟

ا 8400 m **ب** 98 cm **پ** 0.24 dam **ت** 0.0018 km

۱۲- مساحت جسمی 0.43° متر مربع گزارش شده است. دقت اندازه‌گیری وسیله چند سانتی‌متر مربع است؟

۱۳- نتیجه‌ی چند اندازه‌گیری با یک وسیله (با دقت اندازه‌گیری 1 mm) به صورت زیر است. کدام یک از اعداد زیر نمی‌تواند نتیجه‌ی اندازه‌گیری با این وسیله باشد؟

ا $12/25 \text{ dm}$ **ب** 72 mm **پ** 0.35 m **ت** $7/5 \text{ cm}$

۱۴- جرم جسمی به کمک چهار ترازو اندازه‌گیری شده است. دقت اندازه‌گیری کدام ترازو بیشتر است؟

ا ترازوی A: $57/82 \times 10^5 \text{ mg}$ **ب** ترازوی B: $57/82 \text{ g}$ **پ** ترازوی C: $5782 \times 10^3 \text{ hg}$ **ت** ترازوی D: 57820 kg

کمیت‌های فیزیکی

تعریف کمیت را به خاطر دارید؟ گفتیم که هر چیزی که بتوان آن را اندازه‌گیری کرد، کمیت می‌نامیم. اما تعریف یک کمیت فیزیکی هنگامی کامل می‌شود که برای آن یک یکای مناسب و یک روش اندازه‌گیری تعریف کرده باشیم. مثلاً جرم یک کمیت فیزیکی است که یکای آن کیلوگرم و وسیله‌ی اندازه‌گیری آن ترازو است.

پیش از این، کمیت‌ها را به دو دسته‌ی کمیت‌های اصلی و فرعی تقسیم‌بندی کردیم و حالا می‌خواهیم کمیت‌ها را به روش دیگری دسته‌بندی کنیم.

کمیت‌های نرده‌ای و برداری

فرض کنید شخصی در خیابان از شما بپرسد که چند دقیقه‌ی دیگر می‌تواند به نزدیک‌ترین ایستگاه مترو برسد؟ به طور مثال شما پاسخ خواهید داد: «۵ دقیقه!» این یک پاسخ کامل است و شخص قانع خواهد شد. اما اگر از شما مکان مترو را بپرسد، چه می‌گویید؟ آیا می‌گویید ۳۰۰ متر دورتر از این‌جا؟! قطعاً این پاسخ قانع‌کننده نخواهد بود و شخص منظور شما را درک نخواهد کرد. باید جهت حرکت را نیز مشخص کنید. مثلاً بگویید: «۳۰۰ متر به طرف شرق بروید.» متوجه شدیم بین کمیت زمان و مکان تفاوت وجود دارد. برای بیان زمان تنها یک عدد کافی است ولی برای بیان مکان علاوه بر عدد، به جهت نیز نیاز داریم. با این توضیح می‌توانیم کمیت‌ها را به دو دسته تقسیم کنیم.

۱- کمیت نرده‌ای

کمیتی که تنها دارای مقدار است و با یک عدد مشخص می‌شود، کمیت نرده‌ای (اسکالر) نام دارد.

کمیت‌هایی مانند زمان، دما، انرژی، حجم، شدت جریان الکتریکی، بار الکتریکی، جرم و ... کمیت‌های نرده‌ای هستند.

برای محاسبه‌ی ریاضی کمیت‌های نرده‌ای، از قاعده‌های جبری و متداول ریاضی استفاده می‌کنیم. مثلاً درون سطحی 200 cm^2 آب وجود دارد. اگر به آن 100 cm^3 آب اضافه کنیم، حجم آب درون سطل در مجموع $300 \text{ cm}^3 = 100 + 200$ می‌شود.

۲- کمیت برداری

کمیتی است که علاوه بر اندازه (بزرگی)، دارای جهت (راستا و سو) است و از قاعده‌ی جمع برداری پیروی می‌کند.

کمیت‌هایی مانند مکان، سرعت، نیرو و ... کمیت‌هایی برداری هستند.



پاسخ نامه‌ی تشریحی تمرین‌ها

۱- الف) دقت اندازه‌گیری

۷- ب) هر ساعت ۳۶۰۰ s است. بنابراین:

$$0.25 \text{ h} = ? \text{ ms} \Rightarrow ? = \frac{0.25 \text{ h}}{\text{ms}} = \frac{0.25 \times 3600 \text{ s}}{10^{-3} \text{ s}} \Rightarrow ? = 900000$$

$$\Rightarrow 0.25 \text{ h} = 9 \times 10^5 \text{ ms}$$

$$\text{ب) } 8600 \text{ km}^2 = ? \text{ dm}^2 \Rightarrow ? = \frac{8600 \text{ km}^2}{\text{dm}^2} = \frac{8600 (10^3 \text{ m})^2}{(10^{-1} \text{ m})^2}$$

$$= \frac{8600 \times 10^6 \text{ m}^2}{10^{-2} \text{ m}^2} \Rightarrow ? = 8600 \times 10^8$$

$$\Rightarrow 8600 \text{ km}^2 = 8.6 \times 10^{11} \text{ dm}^2$$

$$\text{ب) } 21 \times 10^8 \text{ pK} = ? \text{ nK} \Rightarrow ? = \frac{21 \times 10^8 \text{ pK}}{\text{nK}}$$

$$= \frac{21 \times 10^8 \times 10^{-12} \text{ K}}{10^{-9} \text{ K}} \Rightarrow ? = 21 \times 10^5$$

$$\Rightarrow 21 \times 10^8 \text{ pK} = 2.1 \times 10^6 \text{ nK}$$

۸- یک روز ۲۴ ساعت و هر ساعت ۳۶۰۰ s است، بنابراین یک روز

برابر $24 \times 3600 \text{ s}$ است.

$$\frac{3/7 \text{ m}}{14 \text{ روز}} = ? \mu\text{m/s}$$

$$\frac{3/7 \text{ m}}{14 \times 24 \times 3600 \text{ s}} = ? \frac{10^{-6} \text{ m}}{\text{s}} \Rightarrow ? = 3/05$$

$$\Rightarrow \frac{3/7 \text{ m}}{14 \text{ روز}} = 3/05 \mu\text{m/s}$$

۹- یکای اندازه‌گیری باید دو ویژگی داشته باشد: ۱) در دسترس

باشد. ۲) تغییرناپذیر باشد. وجب افراد مختلف، با هم متفاوت است،

بنابراین با آن که این یکا در دسترس است، اما تغییر می‌کند و یکای

مناسبی برای اندازه‌گیری طول نیست.

۱۰- ضخامت اندازه‌گیری شده 0.0261 cm است، بنابراین دقت

اندازه‌گیری وسیله 0.0001 cm است.

$$0.0001 \text{ cm} = ? \text{ mm} \Rightarrow ? = \frac{0.0001 \text{ cm}}{\text{mm}} = \frac{0.0001 \times 10^{-2} \text{ m}}{10^{-3} \text{ m}}$$

$$\Rightarrow ? = 0.001$$

دقت اندازه‌گیری این وسیله 0.001 mm است.

$$\Delta \text{ cm}^2 = ? \text{ mm}^2 \Rightarrow ? = \frac{\Delta \text{ cm}^2}{\text{mm}^2} = \frac{\Delta \times (10^{-2} \text{ m})^2}{(10^{-3} \text{ m})^2}$$

$$= \frac{\Delta \times 10^{-4} \text{ m}^2}{10^{-6} \text{ m}^2} = \Delta \times 100$$

اصلی [ب] یکا (واحد)

$$0.01 \text{ mm} \quad \text{ب) } 10^{-12}$$

طول [ب] اندازه‌گیری

۳- تعداد مشخصی قطره‌ی آب را داخل یک استوانه‌ی مدرج می‌ریزیم

تا جایی که بتوانیم حجم آن را بخوانیم. سپس حجم به دست آمده را بر تعداد قطره‌ها تقسیم می‌کنیم تا حجم یک قطره به دست آید.

۴- به کمک یک زمان‌سنج مثلاً کرونومتر، زمان تعداد مشخصی

نوسان کامل را اندازه‌گیری می‌کنیم. زمان به دست آمده را بر تعداد

نوسان‌ها تقسیم کرده و زمان یک نوسان را به دست می‌آوریم.

۵-

$$\text{ا) } \Delta \text{ TA} = ? \text{ daA} \Rightarrow ? = \frac{\Delta \text{ TA}}{\text{daA}} = \frac{\Delta \times 10^{12} \text{ A}}{10^1 \text{ A}} \Rightarrow ? = \Delta \times 10^{11}$$

$$\text{ب) } 4 \text{ cm/ms} = ? \text{ m/s} \Rightarrow 4 \frac{10^{-2} \text{ m}}{10^{-3} \text{ s}} = ? \text{ m/s} \Rightarrow ? = 40$$

$$\text{ب) } 37/5 \text{ hm}^2 = ? \text{ Mm}^2 \Rightarrow ? = \frac{37/5 \text{ hm}^2}{\text{Mm}^2}$$

$$= \frac{37/5 \times (10^2 \text{ m})^2}{(10^6 \text{ m})^2} = \frac{37/5 \times 10^4 \text{ m}^2}{10^{12} \text{ m}^2} \Rightarrow ? = 37/5 \times 10^{-12}$$

[ت] به خاطر بسپارید که 1 m^3 برابر 1000 lit است:

$$0.021 \text{ kg/m}^3 = ? \text{ g/lit} \Rightarrow 0.021 \frac{10^3 \text{ g}}{1000 \text{ lit}} = ? \text{ g/lit}$$

$$\Rightarrow ? = 0.021$$

$$\text{ا) } 0.000351 = 3/51 \times 10^{-5}$$

۶-

$$\text{ب) } 5220 = 5/220 \times 10^3$$

$$\text{ب) } 217/751 \times 10^{-3} = 2/17751 \times 10^{-1}$$

۱۴- دقت اندازه‌گیری تمام گزینه‌ها را برحسب گرم به دست می‌آوریم تا بتوانیم با هم مقایسه کنیم.

Ⓐ $57/82 \times 10^5 \text{ mg}$: ترازوی A

\Rightarrow دقت اندازه‌گیری $= 0.01 \times 10^5 \text{ mg}$

$0.01 \times 10^5 \text{ mg} = ? \text{ g} \Rightarrow ? = \frac{0.01 \times 10^5 \times 10^{-3} \text{ g}}{\text{g}} = 1$

\Rightarrow دقت اندازه‌گیری $= 1 \text{ g}$

Ⓑ $57/82 \text{ g}$: ترازوی B \Rightarrow دقت اندازه‌گیری $= 0.01 \text{ g}$

Ⓒ $0.5782 \times 10^3 \text{ hg}$: ترازوی C

\Rightarrow دقت اندازه‌گیری $= 0.0001 \times 10^3 \text{ hg}$

$0.0001 \times 10^3 \text{ hg} = ? \text{ g} \Rightarrow ? = \frac{10^{-4} \times 10^3 \times 10^2 \text{ g}}{\text{g}} = 10$

\Rightarrow دقت اندازه‌گیری $= 10 \text{ g}$

Ⓓ $5/7820 \text{ kg}$: ترازوی D \Rightarrow دقت اندازه‌گیری $= 0.0001 \text{ kg}$

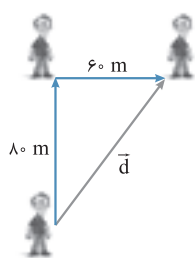
$0.0001 \text{ kg} = ? \text{ g} \Rightarrow ? = \frac{0.0001 \times 10^3 \text{ g}}{\text{g}} = 0.1$

\Rightarrow دقت اندازه‌گیری $= 0.1 \text{ g}$

بنابراین ترازوی B از بقیه‌ی ترازوها دقیق‌تر است.

۱۵- Ⓐ 18° Ⓑ هم جهت - هم اندازه

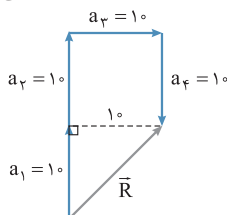
Ⓒ 90° Ⓓ ندارد



۱۶- بردار جابه‌جایی برداری است که مکان اولیه را به مکان انتهایی وصل می‌کند. با استفاده از رابطه‌ی فیثاغورس می‌توانید بزرگی بردار جابه‌جایی را به دست آورید:

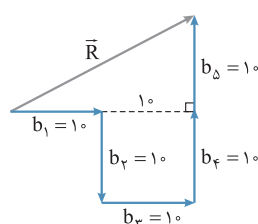
$d^2 = 60^2 + 80^2 = 3600 + 6400 = 10000$
 $\Rightarrow d = \sqrt{10000} = 100 \text{ m}$

۱۷- Ⓐ ابتدای بردار \vec{a}_1 را به انتهای بردار \vec{a}_2 وصل کرده و بردار برآیند را رسم کنید. سپس با استفاده از رابطه‌ی فیثاغورس بزرگی بردار برآیند را به دست آورید.



$R^2 = 10^2 + 10^2 = 200 \Rightarrow R = \sqrt{200} = 10\sqrt{2}$

Ⓑ ابتدای بردار \vec{b}_1 را به انتهای بردار \vec{b}_2 وصل کرده و بردار برآیند را رسم کنید. با توجه به شکل و به کمک رابطه‌ی فیثاغورس می‌توانید بزرگی بردار برآیند را به دست آورید.



$R^2 = 20^2 + 10^2 = 500$
 $\Rightarrow R = \sqrt{500} = 10\sqrt{5}$

۱۱- دقت اندازه‌گیری 20 cm است. ابتدا طول‌های زیر را به سانتی‌متر تبدیل کنید؛ اندازه‌گیری‌هایی صحیح هستند که مضرب درستی از 20 cm باشند.

Ⓐ $8400 \text{ m} = ? \text{ cm} \Rightarrow ? = \frac{8400 \text{ m}}{\text{cm}} = \frac{8400 \text{ m}}{10^{-2} \text{ m}}$

$\Rightarrow ? = 84 \times 10^4 \Rightarrow \frac{84 \times 10^4 \text{ cm}}{20 \text{ cm}} = 42 \times 10^3$

بنابراین می‌توان 8400 m را با این میله اندازه‌گیری کرد.

Ⓑ $\frac{98 \text{ cm}}{20 \text{ cm}} = 4/9$

Ⓒ $0/24 \text{ dam} = ? \text{ cm} \Rightarrow ? = \frac{0/24 \text{ dam}}{\text{cm}} = \frac{0/24 \times 10^1 \text{ m}}{10^{-2} \text{ m}}$

$\Rightarrow ? = 240 \Rightarrow \frac{240 \text{ cm}}{20 \text{ cm}} = 12$

بنابراین می‌توان $0/24 \text{ dam}$ را با این میله اندازه‌گیری کرد.

Ⓓ $0/0018 \text{ km} = ? \text{ cm} \Rightarrow ? = \frac{0/0018 \text{ km}}{\text{cm}} = \frac{0/0018 \times 10^3 \text{ m}}{10^{-2} \text{ m}}$

$\Rightarrow ? = 180 \Rightarrow \frac{180 \text{ cm}}{20 \text{ cm}} = 9$

بنابراین می‌توان $0/0018 \text{ km}$ را با این میله اندازه‌گیری کرد.

۱۲- مساحت $0/430 \text{ m}^2$ گزارش شده است که دقت اندازه‌گیری آن $0/0001 \text{ m}^2$ است.

$0/0001 \text{ m}^2 = ? \text{ cm}^2 \Rightarrow ? = \frac{10^{-4} \text{ m}^2}{\text{cm}^2} = \frac{10^{-4} \text{ m}^2}{(10^{-2} \text{ m})^2} = \frac{10^{-4} \text{ m}^2}{10^{-4} \text{ m}^2}$
 $\Rightarrow ? = 1$

بنابراین دقت اندازه‌گیری این وسیله 1 cm^2 است.

۱۳- Ⓐ $12/25 \text{ dm} \Rightarrow$ دقت اندازه‌گیری $= 0/01 \text{ dm}$

$0/01 \text{ dm} = ? \text{ mm} \Rightarrow ? = \frac{0/01 \text{ dm}}{\text{mm}} = \frac{0/01 \times 10^{-1} \text{ m}}{10^{-3} \text{ m}}$

\Rightarrow دقت اندازه‌گیری $= 1 \text{ mm}$

Ⓑ $72 \text{ mm} \Rightarrow$ دقت اندازه‌گیری $= 1 \text{ mm}$

Ⓒ $0/35 \text{ m} \Rightarrow$ دقت اندازه‌گیری $= 0/01 \text{ m}$

$0/01 \text{ m} = ? \text{ mm} \Rightarrow ? = \frac{0/01 \text{ m}}{\text{mm}} = \frac{0/01 \text{ m}}{10^{-3} \text{ m}} = 10$

\Rightarrow دقت اندازه‌گیری $= 10 \text{ mm}$

Ⓓ $7/5 \text{ cm} \Rightarrow$ دقت اندازه‌گیری $= 0/1 \text{ cm}$

$0/1 \text{ cm} = ? \text{ mm} \Rightarrow ? = \frac{0/1 \text{ cm}}{\text{mm}} = \frac{0/1 \times 10^{-2} \text{ m}}{10^{-3} \text{ m}} = 1$

\Rightarrow دقت اندازه‌گیری $= 1 \text{ mm}$

بنابراین قسمت «پ» یعنی $0/35 \text{ m}$ نمی‌تواند نتیجه‌ی اندازه‌گیری این وسیله باشد.



خلاصه‌ی فصل‌ها

فصل اول

یکای اندازه‌گیری

هر آن‌چه در دنیای اطراف ما قابل اندازه‌گیری باشد، کمیت فیزیکی محسوب می‌شود. اما یک کمیت فیزیکی وقتی کامل تعریف می‌شود که برای آن یکای مناسب و یک روش اندازه‌گیری تعریف شود.

یکاهای اندازه‌گیری باید دارای دو شرط اساسی باشند: تغییر نکنند، در دسترس باشند.

برای اندازه‌گیری کمیت‌های فیزیکی به واحدهای استاندارد بین‌المللی نیاز داریم که اندازه‌گیری این واحدها در دستگاه بین‌المللی (SI) مشخص شده است.

کمیت‌های فیزیکی به دو دسته‌ی اصلی و فرعی تقسیم می‌شوند. کمیت‌های اصلی به طور مستقل و کمیت‌های فرعی از روی کمیت‌های اصلی ساخته می‌شوند.

هرگاه در اندازه‌گیری‌ها با اندازه‌های بسیار بزرگ و یا بسیار کوچک مواجه شویم، از پیشوندهای SI مانند کیلو (k)، نانو (n)، میکرو (μ) و ... استفاده می‌کنیم.

در نوشتن عدد به روش علمی ابتدا یک رقم صحیح را نوشته و سپس بقیه‌ی عدد را پشت ممیز می‌نویسیم و از ضرایب تبدیل با توان‌های منفی یا مثبت استفاده می‌کنیم، مثلاً:

$$8/1200 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \quad \text{یا} \quad 3/0250 \times 10^2 \text{ kg}$$

وسیله و روش اندازه‌گیری

کم‌ترین مقداری را که یک وسیله می‌تواند اندازه بگیرد، دقت اندازه‌گیری آن وسیله می‌نامیم. به طور مثال دقت اندازه‌گیری خط‌کش‌های معمولی 1mm است.

برای اندازه‌گیری دقیق کمیت طول، از ابزارهایی به نام کولیس و ریزسنج استفاده می‌کنیم که دقت اندازه‌گیری آن‌ها به ترتیب 0/02mm و 0/01mm است.

برای اندازه‌گیری جرم می‌توان از ترازوهایی با دقت و ابعاد مختلف استفاده کرد.

کمیت‌های فیزیکی

کمیت‌های فیزیکی را می‌توان به دو دسته‌ی نرده‌ای و برداری تقسیم کرد.

کمیت‌های نرده‌ای تنها با یک عدد بیان می‌شوند.

کمیت‌های برداری از قواعد جمع برداری تبعیت می‌کنند. این کمیت‌ها علاوه بر اندازه دارای جهت و راستا هستند.

بردارها

بردار، یک پاره‌خط جهت‌دار است که طول آن معرف اندازه‌ی کمیت و جهت آن، جهت کمیت را نشان می‌دهد.

چنان‌چه دو یا چند بردار هم‌جهت و هم‌اندازه باشند، آن‌ها را بردارهای مساوی یا هم‌سنگ می‌گوییم.

حاصل‌ضرب یک عدد در بردار: هرگاه عددی مانند m در برداری مانند \vec{a} ضرب شود، حاصل آن برداری مانند $b\vec{a}$ خواهد بود که دارای ویژگی‌های زیر است:

۱) اگر m عددی مثبت باشد، بردارهای \vec{a} و $b\vec{a}$ هم‌جهت خواهند بود.

۲) اگر m عددی منفی باشد، بردارهای \vec{a} و $b\vec{a}$ در خلاف جهت هم خواهند بود.

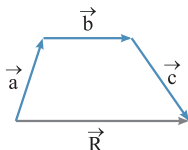
۳) اندازه‌ی بردار $b\vec{a}$ همواره $|m|$ برابر اندازه‌ی بردار \vec{a} خواهد بود:
 $b = |m|a$

برآیند بردارها

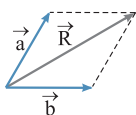
به حاصل جمع دو یا چند بردار که خود یک بردار است، برآیند بردارها می‌گوییم.

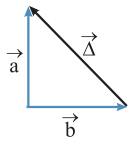
برای یافتن بردار برآیند از دو روش «چندضلعی» و «متوازی‌الاضلاع» استفاده می‌کنیم.

در روش چندضلعی ابتدا هم‌سنگ یکی از بردارها را رسم کرده، سپس از انتهای اولی، هم‌سنگ بردار دوم را رسم می‌کنیم و به همین ترتیب ادامه می‌دهیم. سپس از ابتدای بردار اول به انتهای بردار آخر، برداری را رسم می‌کنیم. این بردار، برآیند این چند بردار است.



در روش متوازی‌الاضلاع ابتدای دو بردار را از یک نقطه رسم می‌کنیم، سپس از انتهای هر بردار خطی موازی بردار دیگر می‌کشیم تا یک متوازی‌الاضلاع رسم شود. قطری از متوازی‌الاضلاع که ابتدای آن در ابتدای دو بردار باشد، بردار برآیند است.



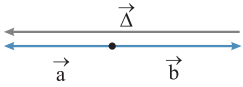


۲ دو بردار بر هم عمود باشند:

$$|\vec{R}| = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$|\vec{R}| = a + b$$

۳ دو بردار در خلاف جهت یکدیگر باشند:



➤ بیشتر بدانید

۱ در حالت کلی اندازه‌ی دو بردار دلخواه \vec{a} و \vec{b} به روش متوازی‌الاضلاع از رابطه‌ی $R = \sqrt{a^2 + b^2 + 2ab\cos\alpha}$ به دست

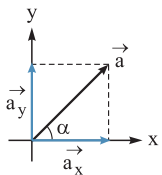
می‌آید. (α زاویه‌ی بین دو بردار هم‌مبدأ است).

۲ در حالت کلی اندازه‌ی تفاضل دو بردار دلخواه \vec{a} و \vec{b} از رابطه‌ی

$\Delta = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab\cos\alpha}$ به دست می‌آید. (α زاویه‌ی بین دو بردار هم‌مبدأ است).

$$\vec{a} = \vec{a}_x + \vec{a}_y$$

۲ تجزیه‌ی یک بردار به بردارهای عمود بر هم:



$$a_x = a \cos \alpha$$

$$a_y = a \sin \alpha$$

$$\tan \alpha = \frac{a_y}{a_x}$$

$$\vec{a} = a_x \vec{i} + a_y \vec{j}$$

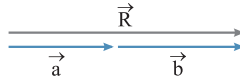
۱ بردار \vec{a} را به کمک بردارهای یک‌به‌صورت زیر نمایش می‌دهند:

$$|\vec{a}| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$$

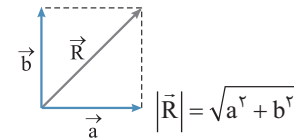
۱ بزرگی بردار برآیند در سه حالت خاص به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$|\vec{R}| = a + b$$

۱ دو بردار هم‌جهت باشند:



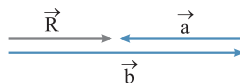
۲ دو بردار بر هم عمود باشند:



$$|\vec{R}| = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$|\vec{R}| = |a - b|$$

۳ دو بردار در خلاف جهت یکدیگر باشند:

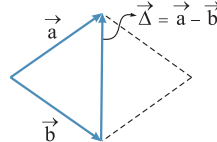


تفاضل بردارها:

۱ تفاضل دو بردار در واقع جمع برداری است و به این معنی است که

برداری اول را با قرینه‌ی بردار دوم جمع کنیم: $\vec{a} - \vec{b} = \vec{a} + (-\vec{b})$

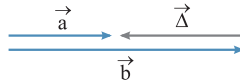
۲ در روش متوازی‌الاضلاع، قطری از متوازی‌الاضلاع که از انتهای دو بردار عبور می‌کند، بردار تفاضل آن‌ها است.



۱ بزرگی بردار تفاضل در سه حالت خاص به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$|\vec{R}| = |a - b|$$

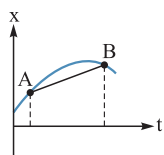
۱ دو بردار هم‌جهت باشند:



فصل دوم

۲ شیب خطی که دو نقطه از نمودار $x - t$ را به هم متصل می‌کند،

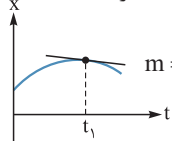
سرعت متوسط را بین آن دو لحظه نشان می‌دهد.



$$m_{AB} = \bar{v}$$

۳ شیب خط مماس بر هر نقطه از نمودار $x - t$ ، سرعت لحظه‌ای

متحرک را در آن نقطه نشان می‌دهد.



$$m = v_1$$

۱ حرکت یکنواخت، حرکتی است که سرعت متحرک در تمام طول

مسیر (هم از بابت اندازه و هم از بابت جهت) ثابت است و تغییر نمی‌کند.

۱ با داشتن مکان اولیه و ثانویه متحرک روی محور x ، می‌توان

جابه‌جایی متحرک را از رابطه‌ی $\Delta x = x_f - x_i$ محاسبه کرد.

۲ به نسبت جابه‌جایی متحرک به مدت زمان جابه‌جایی سرعت متوسط گفته می‌شود.

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad \text{در جابه‌جایی‌های متوالی} \quad \bar{v} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2 + \dots}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \dots}$$

۱ سرعت متحرک را در یک لحظه‌ی خاص از حرکتش، سرعت لحظه‌ای می‌گویند.

نمودار مکان - زمان و نکات مربوط به آن

۱ هر نقطه روی این نمودار، نشان می‌دهد که متحرک در لحظه‌ی

موردنظر در چه مکانی قرار دارد.