

درس ۲

کمیت‌های فیزیکی و یکاهای اندازه‌گیری

اگر از شما بپرسند قدتان چقدر است؟ به راحتی قد خود را با یک عدد و یکا بیان می‌کنید؛ مثلاً 150 cm یا $1/5\text{ m}$. اما اگر از شما بپرسند میزان علاقه شما به «سواری با سگ گله» چقدر است؟ نمی‌توانید علاقه و احساس خود را به صورت یک عدد بیان کنید. به طور کلی چیزهایی مثل زیبایی، پاکیزگی، احساسات (غم و شادی، ترس، دوست داشتن و ...)، سواد و ... را نمی‌توان اندازه‌گیری کرد و حاصل اندازه‌گیری را با یک عدد نشان داد.

کمیت فیزیکی

در فیزیک به هر چیزی که بتوان آن را اندازه گرفت و مقدار اندازه‌گیری شده را حداقل با یک عدد بیان کرد، کمیت فیزیکی گفته می‌شود، مثل طول، جرم، تندی و ...

کمیت‌های فیزیکی را به دو صورت «نردهای و برداری» و «اصلی و فرعی» می‌توان دسته‌بندی کرد:

کمیت‌های نردهای و برداری

۱. **کمیت نردهای (اسکالر):** برای بیان آن تنها از یک عدد و یکای مناسب استفاده می‌شود. به طور مثال هنگامی که به یک مغازه الکتریکی می‌رویم، برای بیان توان مصرفی لامپ، می‌گوییم یک لامپ 30 W (30 وات) می‌خواهیم یعنی توان مصرفی لامپ را فقط با یک عدد به همراه یکای مناسب آن بیان می‌کنیم. در ادامه برخی از کمیت‌های نردهای را آورده‌ایم:

مسافت، تندی، فشار، انرژی، دما، جرم، زمان، مقدار ماده، شدت روشنایی، چگالی، کار و ...

۲. **کمیت برداری:** برای بیان آن علاوه بر یک عدد و یکای مناسب، از جهت نیز استفاده می‌شود. به طور مثال اگر بخواهیم جابه‌جایی یک متحرک را بیان کنیم، می‌گوییم متحرک 10 m به طرف شرق حرکت کرده است. توجه کنید که اگر جهت را مشخص نکنیم، فقط مقدار (اندازه) جابه‌جایی را بیان کرده‌ایم. بعضی از کمیت‌های برداری را در زیر می‌توانید ببینید:

نیرو، وزن، سرعت، شتاب، میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی، تکانه و ...

نکته کمیت‌های برداری از جمع و تفریق‌های معمولی پیروی نمی‌کنند، بلکه به روش جمع برداری (همون روش‌های مثلثی و متوازی‌الاضلاعی که در ریاضی هشتم فوندرین!) می‌توان آن‌ها را با یکدیگر جمع و تفریق کرد.

هشدار: برخی کمیت‌ها جهت دارند ولی از رفتار بردارها (قوانین جمع برداری) تبعیت نمی‌کنند، بلکه از جمع و تفریق‌های معمولی پیروی می‌کنند، مثل جریان الکتریکی، بنابراین این کمیت‌ها نردهای محسوب می‌شوند.

نکته برای نوشتن کمیت‌های برداری از علامت پیکان بالای نماد آن کمیت استفاده می‌کنیم (\vec{F}) و اگر علامت پیکان بالای یک کمیت برداری نیاید، تنها اندازه آن بیان می‌شود ($F = 10\text{ N}$).

هشدار: اگر $\vec{F} = 10\text{ N}$ بنویسیم، انگار قیمة‌ها رو ریختیم تو ماست‌ها! چون برای بیان بردار \vec{F} ، علاوه بر مقدار باید جهت آن نیز بیان گردد؛ پس همیشه به طرف تساوی کمیت برداری باشه و به طرف دیگه فقط مقدار نوشته شده باشه!

توجه به تفاوت برخی از کمیت‌هایی که شبیه هم هستند، دقت کنید:

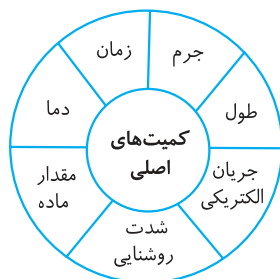
● **وزن** از جنس نیرو است، بنابراین کمیتی برداری است اما جرم کمیتی نردهای است.

● **جابه‌جایی** کمیتی برداری است اما مسافت کمیتی نردهای (اسکالر) است.

● **سرعت** کمیتی برداری است که در آن جهت حرکت نیز لحاظ شده است اما تندی کمیتی نردهای است و تنها برابر اندازه سرعت است.

کمیت‌های اصلی و فرعی

۱. **کمیت اصلی:** مجمع عمومی اوزان و مقیاس‌ها، هفت کمیت را به‌عنوان کمیت اصلی انتخاب کرد که اساس دستگاه بین‌المللی یکاها را تشکیل می‌دهند:



۲. **کمیت فرعی:** همه کمیت‌ها به غیر از کمیت‌های اصلی، کمیت فرعی نامیده می‌شوند. کمیت‌های فرعی از ترکیب ضرب یا تقسیم کمیت‌های اصلی به وجود می‌آیند؛ به طور مثال کمیت‌های سرعت یا تندی از تقسیم کمیت طول بر کمیت زمان ساخته شده‌اند.

نکته‌ها

- ۱. کمیت طول ذاتاً یک کمیت نرده‌ای (اسکالر) است؛ اما در برخی شرایط خاص فیزیکی می‌توان برای آن جهت نیز تعریف کرد؛ مانند بردار جابه‌جایی.
 - ۲. کمیت طول وابسته به شرایط مختلف مسئله، نام‌های متفاوتی دارد (یعنی هر‌جا به پیزی صداس می‌کنن!) به برخی از این نام‌ها توجه کنید:
- | | | |
|-------------------|-----------------------------|--------------|
| ضلع در چندضلعی‌ها | قطر، شعاع و وتر در دایره‌ها | ارتفاع |
| ضخامت | جابه‌جایی | مسافت طی شده |

تست و پاسخ

تست: کدام کمیت‌ها همگی فرعی و نرده‌ای هستند؟

- ۱) نیرو - جرم - زمان
 ۲) انرژی جنبشی - مقدار ماده - فشار
 ۳) وزن - مسافت - شدت روشنایی
 ۴) تندی - انرژی پتانسیل - توان

پاسخ | گزینه «۴».

یکاهای اندازه‌گیری

برای انجام اندازه‌گیری‌ها به یکاهای اندازه‌گیری نیاز داریم. با انتخاب یکا برای هر کمیت فیزیکی می‌توان به هر مقداری از آن کمیت یک عدد نسبت داد و در واقع اندازه‌گیری کرد. **یکای (واحد)** هر کمیت در واقع مقدار مشخصی از همان کمیت است و اندازه‌گیری یک کمیت به معنی مقایسه آن کمیت با یکای آن است، مثلاً وقتی می‌گوییم طول جسمی ۵ متر است، یعنی طول آن ۵ برابر یکای اندازه‌گیری طول (متر) است. برای اینکه یک اندازه‌گیری درست و قابل اطمینان باشد، یکای اندازه‌گیری باید دارای دو ویژگی مهم باشد:

- تغییر نکند. ۲. قابل بازتولید در مکان‌ها و زمان‌های مختلف باشد (در دسترس باشد).

به‌طور مثال زمان بین دو ضربان متوالی قلب را نمی‌توانیم به‌عنوان یکای زمان در نظر بگیریم. می‌پرسین چرا؟! شب معلومه! چون تغییر می‌کنه! به شکل زیر نگاه کنین؛



دستگاه یکاها

- دستگاه بین‌المللی (SI) یا متریک:** به مجموعه یکاهایی که مورد توافق مجمع بین‌المللی اوزان و مقیاس‌ها است. دستگاه بین‌المللی یکاها (SI) گفته می‌شود. امروزه بیشتر مهندسان و دانشمندان از این دستگاه استفاده می‌کنند. در این دستگاه یکای طول، متر است، یکای جرم، کیلوگرم و یکای زمان، ثانیه است.
- دستگاه بریتانیایی:** مجموعه یکاهایی است که به‌صورت توافقی در برخی از کشورها مانند آمریکا و انگلیس استفاده می‌شود. در این دستگاه یکای طول، پا (فوت) و یکای جرم، پوند است.

انواع یکاها

- یکاهای اصلی:** یکای هفت کمیتی را که توسط مجمع عمومی اوزان و مقیاس‌ها، به‌عنوان کمیت اصلی انتخاب شده است، یکای اصلی می‌نامند که هر یک دارای نام مخصوص به خود است.
- یکاهای فرعی:** یکاهای فرعی تعریف مستقل ندارند؛ در واقع یکاهای دیگر را که برحسب یکاهای اصلی بیان می‌کنند، یکاهای فرعی می‌نامند. بسیاری از کمیت‌های فیزیکی مستقل از یکدیگر نیستند و توسط رابطه‌ها و تعاریف فیزیکی به یکدیگر وابسته‌اند. این وابستگی به ما کمک می‌کند تا لازم نباشد برای همه کمیت‌های فیزیکی یکای مستقل تعریف کنیم.

مثال: تندی، یک کمیت فرعی است که یکای آن حاصل تقسیم دو یکای اصلی طول (m) و زمان (s) یعنی m/s است.

$$[یکای تندی] = m/s \Rightarrow \frac{مسافت}{زمان} = تندی$$

چراغ قوه

روش پیدا کردن یکاهای فرعی: برای پیدا کردن یکای فرعی یک کمیت، ابتدا باید رابطه ریاضی که آن کمیت را به کمیت‌های دیگر ارتباط می‌دهد، پیدا کنیم (این روابط همان قوانین فیزیکی است که دانشمندان با آزمایش به دست آورده‌اند). سپس به جای کمیت‌ها، یکاهای آن‌ها را قرار می‌دهیم. به طور مثال، فرض کنید می‌خواهیم یکای فرعی نیرو را پیدا کنیم. یکی از روابطی که این کمیت را به کمیت‌های دیگر ارتباط می‌دهد، قانون دوم نیوتون یعنی $F = ma$ است. یکای جرم برابر کیلوگرم (kg) و یکای شتاب برابر m/s^2 است، بنابراین یکای نیرو برابر $\frac{kg \cdot m}{s^2}$ خواهد شد.

$$F = ma \Rightarrow [\text{یکای فرعی نیرو}] = [\text{یکای شتاب}] \times [\text{یکای جرم}] = (kg) \times \left(\frac{m}{s^2}\right) = \frac{kg \cdot m}{s^2}$$

۳. یکاهای SI:

کمیت اصلی	نام یکای اصلی	نماد یکای اصلی
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

(الف) یکاهای اصلی SI: یکای تمام کمیت‌های اصلی، همان یکاهای مورد پذیرش دستگاه بین‌المللی یکاها (SI) هستند؛ یعنی یکاهای اصلی همگی یکاهای SI نیز هستند.

(ب) یکاهای فرعی SI: بعضی از این یکاها نام مخصوصی ندارند و یکای فرعی یک کمیت، همان یکای SI آن کمیت است؛ مثل یکای تندی (m/s) و یکای شتاب (m/s^2). در دستگاه بین‌المللی یکاها (SI)، برای برخی از یکاهای پرکاربرد فرعی، نامی مخصوص قرار داده‌اند، مثلاً یکای نیرو ($\frac{kg \cdot m}{s^2}$) را نیوتون (N) نامیده‌اند. معرفی این یکاهای خاص، ضمن احترام به فعالیت‌های علمی دانشمندان، سبب سهولت در گفتار و نوشتار نیز می‌شود.

در جدول زیر، یکاهای فرعی و یکاهای SI برخی از کمیت‌های فرعی را مشاهده می‌کنید:

کمیت فرعی	تندی و سرعت	شتاب	نیرو	فشار	انرژی	توان
یکای SI	m/s	m/s^2	نیوتون (N)	پاسکال (Pa)	ژول (J)	وات (W)
یکای فرعی	m/s	m/s^2	$\frac{kg \cdot m}{s^2}$	$\frac{kg}{m \cdot s^2}$	$\frac{kg \cdot m^2}{s^2}$	$\frac{kg \cdot m^3}{s^3}$

تعریف یکاهای طول، جرم و زمان

یکای طول

یکای طول در SI، متر است. یک متر در گذر زمان تعریف‌های متعددی داشته است:

اولین تعریف: یک ده‌میلیونیم فاصله استوا تا قطب شمال

دومین تعریف: فاصله دو خط نازک حک شده در میله‌ای از جنس پلاتین - ایریدیوم در دمای صفر درجه سلسیوس

سومین تعریف (جدیدترین): مسافت پیموده شده توسط نور در مدت زمان $\frac{1}{299792458}$ ثانیه در خلأ

یکای جرم

یکای جرم در SI، کیلوگرم است. براساس کتاب درسی، یک کیلوگرم به صورت زیر تعریف می‌شود:

تعریف کیلوگرم: یک کیلوگرم برابر با جرم استوانه‌ای فلزی از جنس آلیاژ پلاتین - ایریدیوم است که در موزه سور فرانسه نگهداری می‌شود.

یکای زمان

یکای زمان در SI، ثانیه است. دو تعریف آن را ببینید:

اولین تعریف: $\frac{1}{86400}$ میانگین روز خورشیدی. یک روز خورشیدی، زمان بین ظاهر شدن‌های متوالی خورشید در بالاترین نقطه آسمان در هر روز است.

دومین تعریف (جدیدترین): براساس ساعت‌های اتمی. این ساعت‌ها بسیار دقیق هستند و پس از چندین میلیون سال، تنها چند ثانیه جلو یا عقب می‌افتند.

خوب است بدانید

در آبان ۱۳۹۷ ه.ش تعریف برخی از یکاهای اصلی تغییر کرد. طبق تعریف‌های جدید، کیلوگرم براساس ثابت پلانک (h)، آمپر براساس بار بنیادی (e)، کلوین براساس ثابت بولتزمن (k) و مول براساس ثابت آووگادرو (N_A) بازتعریف شدند.

مجموعه‌ای از یکاهای غیر SI

در این قسمت تعدادی از یکاهای غیر SI که برخی در قدیم استفاده می‌شده و برخی امروزه نیز استفاده می‌شود، ذکر شده است. حفظ کردن برخی از ضرایب تبدیل این واحدها لازم نیست ولی دانستن تعریف بعضی از آن‌ها و اینکه هر یکا مربوط به چه کمیتی است، بسیار مهم است.

برخی یکاهای غیر SI طول

۱. یکای نجومی (AU): برابر میانگین فاصله زمین تا خورشید است.
۲. پا (فوت) (ft):
۳. اینچ (in):
۴. مایل (mi):
۵. ذرع:
۶. فرسنگ:
۷. سال نوری (ly): مسافتی است که نور در مدت یک سال در خلأ طی می کند (تندی نور در خلأ 3×10^8 m/s است).

$$1 \text{ AU} = 1.5 \times 10^{11} \text{ m}$$

$$1 \text{ ft} = 30.48 \text{ cm}$$

$$1 \text{ in} = 2.54 \text{ cm}$$

$$1 \text{ mi} = 1609 \text{ m} \text{ مایل در خشکی}, 1 \text{ مایل دریایی} = 1852 \text{ m}$$

$$1 \text{ ذرع} = 104 \text{ cm}$$

$$6000 \text{ ذرع} = 1 \text{ فرسنگ}$$

توجه اگرچه در ساختار اسم آن از کلمه «سال» استفاده شده، ولی یاد تون باشه سال نوری یکای اندازه گیری طول (مسافت های بزرگ) است. از تعریفش همیشه یکهایی مثل دقیقه نوری و ثانیه نوری رو هم به دست آورد. مثلاً یک دقیقه نوری یعنی مسافتی که نور در مدت یک دقیقه در خلأ طی می کنه. حالا شما سعی کنین به تعریف مشابه برای ثانیه نوری بگین!

برخی یکاهای غیر SI زمان

۱. دقیقه (min):
 ۲. ساعت (h):
 ۳. روز، ماه، سال، قرن و ...
- بازه زمانی: به مدت زمان بین آغاز و پایان یک رویداد. بازه زمانی می گویند که به صورت مقابل نوشته می شود:

$$1 \text{ min} = 60 \text{ s}$$

$$1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$$

زمان آغاز رویداد

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

زمان پایان رویداد

برخی یکاهای غیر SI جرم

۱. یکاهای قدیمی ایرانی: خروار، من تبریز، سیر، مثقال، نخود، گندم:
۲. قیراط:

$$1 \text{ من تبریز} = 40 \text{ سیر} = 640 \text{ مثقال}, 100 \text{ من تبریز} = 1 \text{ خروار}$$

$$1 \text{ گ} = 4/6 \text{ مثقال} = 24 \text{ نخود} = 96 \text{ گندم}$$

$$1 \text{ قیراط} = 200 \text{ mg}$$

برخی یکاهای غیر SI تندی

۱. گره دریایی:
۲. کیلومتر بر ساعت (km/h):

$$1 \text{ گره دریایی} = 0.5144 \text{ m/s}$$

$$1 \text{ m/s} = 3.6 \text{ km/h}$$

برخی یکاهای غیر SI حجم

۱. لیتر:
۲. سی سی:
۳. بشکه:

$$1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$1 \text{ cc} = 1 \text{ cm}^3, 1 \text{ cc} = 10^{-3} \text{ L}$$

$$1 \text{ بشکه} = 159 \text{ L}$$

یکای غیر SI مساحت

هکتار: هر هکتار در واقع یک هکتومتر مربع (hm^2) است.

$$1 \text{ هکتار} = 10^4 \text{ m}^2$$

تست و پاسخ

تست: چه تعداد از گزاره های زیر صحیح است؟

- الف) کمیت شدت روشنایی جزء کمیت های اصلی بوده و یکای آن در SI، آمپر است.
- ب) کمیت دما جزء کمیت های اصلی بوده و یکای آن در SI، درجه سلسیوس است.
- پ) آخرین تعریف یکای طول مبتنی بر مسافت پیموده شده توسط نور است.

(۴) صفر

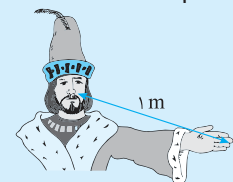
(۳) ۳

(۲) ۲

(۱) ۱

پاسخ گزینه «۱». بررسی گزاره ها: الف: نادرست است؛ زیرا هر چند شدت روشنایی کمیت اصلی است، ولی یکای آن کنده است. / ب: نادرست است؛ زیرا هر چند دما کمیت اصلی است، ولی یکای آن کلون است. / پ: درست است.

تست: اگر مطابق شکل زیر، یکای طول را به صورت فاصله نوک بینی تا نوک انگشتان دست کشیده شده بگیریم، کدام گزینه در مورد این انتخاب درست است؟



(۱) این انتخاب نامناسب بوده و هیچ مزیتی ندارد.

(۲) مزیت انتخاب این یکا در دسترس بودن آن است.

(۳) اشکال این انتخاب تغییرپذیر بودن آن نسبت به افراد مختلف است.

(۴) گزینه های «۲» و «۳» هر دو درست است.

پاسخ گزینه «۴». چنین انتخابی باعث می شود که به راحتی بتوانیم در هر جایی که می خواهیم یک متر (یکای طول) را تولید کنیم، اما ایراد بزرگی وجود دارد؛ این تعریف از یک فرد به فرد دیگر متغیر است.

سازگاری یکاها

هنگام استفاده از روابط فیزیکی و جای‌گذاری اندازه هر کمیت در آن رابطه، باید به سازگاری یکاها در دو طرف رابطه توجه کنیم؛ یعنی اگر بخواهیم حاصل دو طرف رابطه برحسب یکاهای SI بیان شود، باید یکاهای کمیت‌های داده‌شده را نیز به یکاهای SI تبدیل کنیم.

مثال: یکی از رابطه‌های فیزیکی، قانون دوم نیوتون است که برای جای‌گذاری یکاها باید به صورت روبه‌رو عمل کنیم:

$$F = m a$$

N kg m/s²

در برخی موارد، یکاهای کمیت‌هایی را که برای ما مجهول هستند می‌توان به کمک سازگاری یکاها پیدا کرد. به طور مثال اگر بدانیم بین مسافتی که یک متحرک طی می‌کند (x) و زمان سپری‌شده (t) رابطه $x = At^2$ برقرار است، با نظر به اینکه یکای x برابر m و یکای t برابر s است و با توجه به سازگاری یکاها، یکای A الزاماً m/s^2 می‌شود. از همین‌جا می‌توان فهمید کمیت A از جنس شتاب است، چراکه یکای شتاب m/s^2 است.

نکته: اگر دو کمیت فیزیکی بخواهند با هم جمع یا تفریق شوند، الزاماً باید دارای یکای یکسانی باشند.

تست و پاسخ

تست: بین تندی یک جسم (v) و تندی اولیه (v_0) و جابه‌جایی یک متحرک (x)، رابطه $v = \sqrt{v_0^2 + Ax}$ برقرار است. یکای کمیت A کدام است؟

(۱) m/s (۲) m²/s² (۳) m/s² (۴) m/s³

پاسخ: گزینه «۳». ابتدا باید از رابطه $v = \sqrt{v_0^2 + Ax}$ مقدار A را برحسب بقیه کمیت‌ها حساب کرد و سپس یکای آن را به دست آورد:

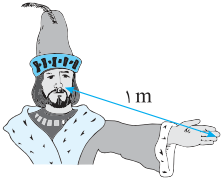
$$v = \sqrt{v_0^2 + Ax} \xrightarrow{\text{دو طرف به توان ۲}} v^2 = v_0^2 + Ax \Rightarrow A = \frac{v^2 - v_0^2}{x} \Rightarrow [A \text{ یکای}] = \frac{(m/s)^2}{m} = m/s^2$$

پرسش‌های چهارگزینه‌ای درس دوم

دسته‌بندی کمیت‌ها و یکاها از مهم‌ترین و در عین حال ساده‌ترین مباحث کنکور این فصل هستند.

۹. از کمیت‌های اصلی و از کمیت‌های فرعی هستند.
- ۱ حجم و جرم - زمان و انرژی ۲ جرم و زمان - طول و نیرو
 ۳ طول و جرم - مساحت و نیرو ۴ نیرو و دما - سرعت و جریان الکتریکی
۱۰. در کدام یک از موارد زیر، همه کمیت‌ها فرعی هستند؟
- ۱ جرم، زمان و فشار ۲ چگالی، تندی و انرژی
 ۳ چگالی، جریان الکتریکی و حجم ۴ شدت روشنایی، مقدار ماده و زمان
۱۱. در کدام یک از گزینه‌های زیر، همه کمیت‌ها نرده‌ای هستند؟
- ۱ فشار، نیرو، جریان الکتریکی ۲ زمان، تندی، وزن
 ۳ آهنگ تغییر حجم، تندی، جرم ۴ سرعت، شتاب، دما
۱۲. به ترتیب از راست به چپ، چه تعداد از کمیت‌های زیر اصلی و چه تعداد برداری هستند؟
- «نیرو، فشار، جریان الکتریکی، سرعت، انرژی، دما، شتاب»
- ۱ - ۳ ۲ - ۴ ۳ - ۲ ۴ - ۲
۱۳. چه تعداد از گزاره‌های زیر نادرست است؟
- الف) کمیت‌های انرژی، نیرو و توان، جزء کمیت‌های نرده‌ای محسوب می‌شوند.
 ب) مجموع عمومی اوزان و مقیاس‌ها، ۷ کمیت را به‌عنوان کمیت اصلی انتخاب کرد.
 پ) سرعت برخلاف تندی، یک کمیت برداری است.
 ت) کمیت‌های فیزیکی از یکدیگر مستقل هستند.
- ۱ ۲ ۳ ۴
۱۴. کدام یک از گزینه‌های زیر نادرست است؟
- ۱ در فیزیک به هر چیزی که بتوان اندازه گرفت، کمیت فیزیکی گفته می‌شود.
 ۲ به مدت‌زمان آغاز تا پایان یک رویداد، بازه زمانی گفته می‌شود.
 ۳ تعداد کمیت‌های فیزیکی محدود است و هر یک دارای یکای مستقلی هستند.
 ۴ دستگاه بین‌المللی یکاها (SI) همان دستگاه متریک است.

۱۵. شکل زیر، یکی از یكاهای قدیمی طول به صورت فاصله نوک بینی تا نوک انگشتان دست كشیده شده را نشان می‌دهد. به ترتیب از راست به چپ، چه مزیت و چه ایرادی در استفاده از این یكا وجود دارد؟



- ۱ قابلیت بازتولید در مکان‌های مختلف را دارد. - تغییرناپذیر است.
 ۲ به راحتی در دسترس همه است. - تغییرپذیر است.
 ۳ تغییرپذیر است. - قابلیت بازتولید در مکان‌های مختلف را دارد.
 ۴ تغییرناپذیر است. - به راحتی در دسترس همه است.

۱۶. سال نوری (ly) یكای اندازه‌گیری و یكای نجومی (AU) یكای اندازه‌گیری است.

- ۱ طول - طول ۲ زمان - زمان ۳ طول - زمان ۴ زمان - طول

۱۷. استفاده از کدام گزینه برای یكای زمان مناسب‌تر است؟

- ۱ زمان بین دو ضربان متوالی نبض انسان ۲ زمان بین دو ضربان متوالی قلب انسان

- ۳ $\frac{1}{86400}$ میانگین روز خورشیدی ۴ زمان بین دو تیک‌تاک ساعت اتمی

۱۸. کدام گزینه اولین تا سومین توافق در مورد تعریف یكای طول (یک متر) را به درستی نشان می‌دهد؟

(الف) یک ده‌میلیونیم فاصله استوا تا قطب شمال

(ب) پیمودن مسافتی توسط نور در خلأ در مدت زمان معین

(پ) فاصله میان دو خط نازک حك شده در نزدیکی دو سر میله‌ای از جنس پلاتین - ایریدیم در دمای 0°C

- ۱ الف ← ب ← پ ۲ الف ← پ ← ب ۳ پ ← ب ← الف ۴ ب ← الف ← پ

۱۹. کدام تعریف در مورد یكای سال نوری (ly) درست است؟

۱ یكای اندازه‌گیری طول است و برابر با مسافتی است که نور در مدت یک سال در خلأ می‌پیماید.

۲ یكای اندازه‌گیری طول است و برابر با میانگین فاصله زمین تا خورشید است.

۳ یكای اندازه‌گیری زمان است و برابر با زمان رسیدن نور خورشید به زمین است.

۴ یكای اندازه‌گیری زمان است و برابر با زمان بین ظاهر شدن‌های متوالی خورشید در بالاترین نقطه آسمان در هر روز است.

۲۰. یکی از کمیت‌های اصلی است که یكای اندازه‌گیری آن در SI، است.

- ۱ تندى - متر بر ثانیه ۲ دما - درجه سلسیوس ۳ وزن - کیلوگرم ۴ زمان - ثانیه

۲۱. کدام یكاهای همگی مربوط به کمیت‌های اصلی هستند؟

۱ ژول، کولن و مول

۲ کیلوگرم، کولن و کندلا (شمع)

۳ کیلوگرم، آمپر و مول

۴ ژول، آمپر و کندلا (شمع)

۲۲. کدام گزاره (گزاره‌ها) در مورد یكای اصلی و فرعی درست است؟

(الف) یكای فرعی یک کمیت فرعی از یكاهای اصلی به دست می‌آید.

(ب) یكای SI در یک کمیت فرعی همواره همان یكای فرعی آن کمیت است.

(پ) در تمام کمیت‌ها، همواره یكای SI با یكای فرعی آن کمیت متفاوت است.

- ۱ الف - پ ۲ ب - پ ۳ فقط الف ۴ فقط ب

۲۳. چه تعداد از یكاهای زیر، جزء یكاهای غیر SI برای طول هستند؟

«مثقال، سال نوری، قیراط، اینچ، مایل، گره دریایی، فرسنگ»

- ۱ ۵ ۲ ۴ ۳ ۳ ۴ ۲

۲۴. کدام گزینه یكای کمیت‌های «دما»، «وزن» و «مقدار ماده» را در SI به ترتیب از راست به چپ، به درستی بیان می‌کند؟

۱ کلون - کیلوگرم - گرم

۲ درجه سلسیوس - کیلوگرم - مول

۳ درجه سلسیوس - نیوتون - کیلوگرم

۴ کلون - نیوتون - مول

۲۵. یكای آهنگ تغییر طول یک فنر با یكای SI با یكای فرعی آن کمیت‌های زیر یکسان است؟

۱ مسافت

۲ تندى متوسط

۳ شتاب متوسط

۴ وزن

۲۶. یكای فرعی انرژی کدام است؟

۱ $\frac{\text{kg}\cdot\text{m}^2}{\text{s}^2}$

۲ $\frac{\text{kg}\cdot\text{m}^2}{\text{s}^2}$

۳ $\frac{\text{kg}\cdot\text{m}^2}{\text{s}}$

۴ $\frac{\text{kg}\cdot\text{m}^2}{\text{s}}$

۲۷. یكای فرعی فشار کدام است؟

۱ Pa

۲ $\frac{\text{kg}}{\text{m}\cdot\text{s}^2}$

۳ $\frac{\text{kg}\cdot\text{m}}{\text{s}^2}$

۴ $\frac{\text{N}}{\text{m}\cdot\text{s}}$

سازگاری یكها

۲۸. A و B دو کمیت فیزیکی متفاوت هستند. کدام یک از گزینه‌های زیر از نظر فیزیکی امکان‌پذیر است؟

۱ $A + B$

۲ $\frac{1}{A} + \frac{1}{B}$

۳ $A + B^2$

۴ $\frac{A - B}{A + B}$

(ریاضی دی ۱۴۰۱)

(تجربی بهرانی ۱۴۰۰)

(ریاضی خارج از کشور ۱۴۰۰)

۲۹. کار نیروی وزن (W) جسمی به جرم m که از ارتفاع h از سطح زمین سقوط می‌کند، از رابطه $W = mgh$ به دست می‌آید که در آن g بیانگر شتاب جاذبه زمین است. یکای کار (W) برحسب یکاهای اصلی کدام است؟

- ۱ $\frac{kg \cdot m}{s^2}$ ۲ $\frac{kg \cdot m^2}{s^2}$ ۳ $\frac{kg \cdot m^2}{s^3}$ ۴ $\frac{kg \cdot m}{s}$

۳۰. در رابطه $\frac{A}{B} = \frac{C}{D}$ ، کمیت‌های A ، B و C به ترتیب از جنس جرم، مساحت و فشار هستند. کمیت‌های D و BC به ترتیب از راست به چپ از جنس و هستند.

- ۱ سرعت - نیرو ۲ شتاب - نیرو ۳ سرعت - انرژی ۴ شتاب - انرژی

۳۱. در رابطه $A = Fv + \frac{1}{2} \frac{mv^2}{t}$ ، F بیانگر نیرو، v نشان‌دهنده تندی و m و t به ترتیب بیانگر کمیت‌های جرم و زمان هستند و ضریب عددی $\frac{1}{2}$ بدون یکا است. یکای اندازه‌گیری کمیت x برحسب یکاهای اصلی کدام است و کمیت A از جنس چه نوع کمیتی است؟

- ۱ m/s - توان ۲ m/s - فشار ۳ m^2/s^2 - توان ۴ m^2/s^2 - فشار

۳۲. بین اندازه سرعت حرکت یک متحرک (v) و فاصله آن از مبدأ حرکت (x)، رابطه $Ax^2 + \frac{1}{4}B = v^2$ برقرار است. یکای اندازه‌گیری کمیت‌های A و B به ترتیب از راست به چپ، کدام است؟ (ضریب عددی $\frac{1}{4}$ بدون یکا است.)

- ۱ $m^2/s^2 - 1/s^2$ ۲ $m/s - 1/s^2$ ۳ $m/s - 1/s$ ۴ $m^2/s^2 - 1/s$

۳۳. در رابطه $M = \frac{\gamma FA}{d}$ ، F نشان‌دهنده نیرو، A بیانگر مساحت و d از جنس طول است. اگر کمیت M از جنس انرژی باشد، یکای کمیت γ برحسب یکاهای اصلی کدام است؟

- ۱ $\frac{kg \cdot m}{s^2}$ ۲ $\frac{kg \cdot m^2}{s^2}$ ۳ $\frac{kg \cdot m^2}{s}$ ۴ کمیتی بدون یکا است.

درس ۳

پیشوندها، تبدیل یکا و نمادگذاری علمی

پیشوندها

هرگاه در اندازه‌گیری‌ها با اندازه‌های بسیار بزرگ و یا بسیار کوچک‌تر از یکای اصلی آن کمیت مواجه شویم، از پیشوندهایی استفاده می‌کنیم که موارد مهم و پرکاربرد آن در جدول زیر آمده است.

ضریب	10^{12}	10^9	10^6	10^3	10^2	10^1	10^0	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}
پیشوند	ترا	گیگا	مگا	کیلو	هکتو	دکا	دسی	سانتی	میلی	میکرو	نانو	پیکو	
نماد	T	G	M	k	h	da	d	c	m	μ	n	p	

مثال: پیشوند مگا دارای ضریب 10^6 است، بنابراین هر مگاژول که با نماد MJ نشان داده می‌شود، برابر 10^6 J است.

نکته: هر میکرومتر (μm) برابر 10^{-6} m است که آن را میکرون می‌گویند.

تبدیل یکاها

در حل اغلب مسئله‌های فیزیک لازم است یکای کمیتی را تغییر دهیم، مثلاً m/s را به km/h تبدیل کنیم. این تبدیل به سه روش امکان‌پذیر است:

۱. روش زنجیره‌ای

در این روش، اندازه کمیت را در یک ضریب تبدیل ضرب می‌کنیم. ضرب تبدیل نسبتی از یکاها است که برابر عدد یک است. در تبدیل یکا به روش زنجیره‌ای، باید کمیت را به تعداد یکاهایی که می‌خواهیم تبدیل کنیم، در ضریب‌های تبدیلی که برابر ۱ هستند، ضرب کنیم. در هنگام تبدیل یکاها ضریب را طوری بنویسید که یکاها با هم ساده شوند.

چراغ قوه

مثال: می‌خواهیم بدانیم $36 km/h$ چند m/s است؟

گام اول: در این مسئله دو یکا باید تبدیل شود؛ یعنی کیلومتر باید به متر تبدیل شود ($km \rightarrow m$) و همچنین ساعت را نیز باید به ثانیه تبدیل کرد ($h \rightarrow s$).

پس به دو تا ضریب تبدیل نیاز داریم، یعنی در $36 km/h$ دو تا عدد ۱ ضرب می‌کنیم:

$$36 \frac{km}{h} = (36 \frac{km}{h}) \times 1 \times 1$$

گام دوم می‌دانیم $1 \text{ km} = 10^3 \text{ m}$ است. از طرفی در عبارت $36 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ ، km در صورت یکای ما است؛ پس به جای عدد ۱ اول (اولین ضریب تبدیل) عبارت $\frac{10^3 \text{ m}}{1 \text{ km}}$ را قرار می‌دهیم که این عدد، هم برابر ۱ است و هم km در مخرج آن قرار دارد تا به راحتی بتوانیم آن را با km در صورت عبارت $36 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ ساده کنیم.

گام سوم می‌دانیم $1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$ است. از طرفی در عبارت $36 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ ، h در مخرج یکای ما است؛ پس به جای عدد ۱ دوم (ضریب تبدیل دوم) عبارت $\frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}}$ را قرار می‌دهیم که این عدد هم برابر ۱ است و هم h در صورت آن قرار دارد تا به راحتی بتوانیم آن را با h در مخرج عبارت $36 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ ساده کنیم.

گام آخر پس از جای گذاری‌های گام‌های قبلی، یکاها با هم ساده می‌شوند و ما به پاسخ مورد نظرمان خواهیم رسید.

$$36 \frac{\text{km}}{\text{h}} = (36 \frac{\text{km}}{\text{h}}) \times 1 \times 1 = 36 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{10^3 \text{ m}}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = \frac{36 \times 10^3}{3600} \frac{\text{m}}{\text{s}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

تیزشیم تبدیل m/s و km/h به یکدیگر، بسیار پر کاربرد است. پیشنهاد می‌کنیم رابطه تبدیل این دو یکا به یکدیگر را به خاطر بسپارید:

$$\text{km/h} \xrightarrow{\div 3/6} \text{m/s} \quad \text{m/s} \xrightarrow{\times 3/6} \text{km/h}$$

$$36 \text{ km/h} = 36 \div 3/6 = 10 \text{ m/s}$$

برای تبدیل 36 km/h به m/s ، کافی است آن را بر $3/6$ تقسیم کنید:

۲. روش جای گذاری

در این روش به جای هر یکایی که می‌خواهیم تغییر دهیم، معادل آن را جای گذاری می‌کنیم.

چراغ قوه

مثال: می‌خواهیم بدانیم 5000 kg/m^3 چند g/cm^3 است؟

می‌دانیم $1 \text{ kg} = 10^3 \text{ g}$ و $1 \text{ m}^3 = 10^6 \text{ cm}^3$ است؛ بنابراین در یکای kg/m^3 به جای kg ، عبارت 10^3 g و به جای m^3 عبارت 10^6 cm^3 را جای گذاری می‌کنیم:

$$5000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 5000 \times \frac{10^3 \text{ g}}{10^6 \text{ cm}^3} = 5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

۳. روش تساوی عبارت‌ها

برای تبدیل یکاهای غیر کسری که فقط پیشوندهای متفاوتی دارند، از روش ساده‌تری نیز می‌توان استفاده کرد. مثال زیر را ببینید:

چراغ قوه

مثال: می‌خواهیم ببینیم $2000 \mu\text{s}$ برابر با چند میلی‌ثانیه (ms) است؟

$$2000 \mu\text{s} = \square \text{ ms}$$

گام اول برای این کار ابتدا تساوی بین دو عبارت را به صورت مقابل می‌نویسیم:

گام دوم یکای مشترک در دو طرف تساوی را خط زده و به جای نماد هر پیشوند، معادل آن را جای گذاری می‌کنیم:

$$2000 \times 10^{-6} \cancel{\text{s}} = \square \times 10^{-3} \cancel{\text{s}}$$

گام سوم حالا شما ببینید و به معادله ساده که سال سوم پیش‌دستانی یاد گرفتین 😊:

$$\square = \frac{2000 \times 10^{-6}}{10^{-3}} = 2000 \times 10^{-6} \times 10^{+3} = 2000 \times 10^{-3} = 2$$

بنابراین $2000 \mu\text{s}$ ، برابر با 2 ms است.

نکته هنگام تبدیل یکاهایی که در آن یک پیشوند به توان رسیده است، ضریب معادل پیشوند را نیز باید به توان برسانیم:

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

$$1 \mu\text{s} = 10^{-6} \text{ s} \Rightarrow 1 \mu\text{s}^3 = (10^{-6})^3 \text{ s}^3 = 10^{-18} \text{ s}^3$$

تست و پاسخ

تست: جرم یک گیره کاغذ 10^{-4} kg است. جرم این گیره چند میلی گرم است؟

- ۱) 10^{-2} (۱) ۲) 10^{-1} (۲) ۳) 10^3 (۳) ۴) 10^2 (۴)

پاسخ: گزینه «۴». روش اول می دانیم $1 \text{ kg} = 10^3 \text{ g}$ و $1 \text{ kg} = 10^3 \text{ mg}$ و $1 \text{ g} = 10^3 \text{ mg}$ است، پس $1 \text{ kg} = 10^6 \text{ mg}$ است.

$$10^{-4} \text{ kg} = 10^{-4} \text{ kg} \times 1 = 10^{-4} \text{ kg} \times \frac{10^6 \text{ mg}}{1 \text{ kg}} = 10^2 \text{ mg}$$

روش دوم از روش جای گذاری استفاده می کنیم. به جای یکای kg، معادل آن یعنی 10^6 mg را جای گذاری می کنیم:

$$10^{-4} \text{ kg} = 10^{-4} \times (10^6 \text{ mg}) = 10^2 \text{ mg}$$

روش سوم از روش تساوی عبارت ها استفاده می کنیم:

$$10^{-4} \text{ kg} = \square \text{ mg} \Rightarrow 10^{-4} \times 10^3 = \square \times 10^{-3} \Rightarrow \square = \frac{10^{-1}}{10^{-3}} \Rightarrow \square = 10^2$$

تست: مساحت یک برگه کاغذ 620 cm^2 است. این اندازه گیری برحسب mm^2 (میلی متر مربع) کدام است؟

- ۱) $6/2$ (۱) ۲) 62 (۲) ۳) 6200 (۳) ۴) 62000 (۴)

پاسخ: گزینه «۴». تبدیل یکا کسری نیست و فقط تبدیل پیشوندها به هم نقش اساسی دارند؛ پس داریم:

$$620 \text{ cm}^2 = \square \text{ mm}^2 \Rightarrow 620 \times (10^{-2})^2 = \square \times (10^{-3})^2$$

$$\Rightarrow \frac{620 \times 10^{-4}}{10^{-6}} = \square \Rightarrow \square = 620 \times 10^{-4} \times 10^{+6} = 620 \times 10^2 = 62000$$

تست: ژول ورن، رمان نویس مشهور فرانسوی، کتاب مشهوری به نام «بیست هزار فرسنگ زیر دریا» دارد. می دانیم هر فرسنگ 6000 ذرع و

هر ذرع 10^4 cm است. بیست هزار فرسنگ چند کیلومتر است؟

- ۱) 624 (۱) ۲) 1248 (۲) ۳) 62400 (۳) ۴) 124800 (۴)

$$20000 \text{ فرسنگ} = 20000 \times \frac{6000 \text{ ذرع}}{1 \text{ فرسنگ}} \times \frac{10^4 \text{ cm}}{1 \text{ ذرع}} \times \frac{1 \text{ km}}{10^5 \text{ cm}} = \frac{20000 \times 6000 \times 10^4}{10^5} \text{ km} = 124800 \text{ km}$$

پاسخ: گزینه «۴». روش اول

روش دوم $20000 \text{ فرسنگ} = 20000 \times (6000 \text{ ذرع}) = 20000 \times 6000 \times (10^4 \text{ cm}) = 1248 \times 10^7 \text{ cm} = 1248 \times 10^7 \times (10^{-5} \text{ km}) = 124800 \text{ km}$

تست: هر μs^2 m / چند km / s^2 است؟

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

پاسخ: گزینه «۲».

$$1 \frac{\text{m}}{\mu\text{s}^2} = 1 \frac{\text{m}}{\mu\text{s}^2} \times 1 \times 1 = 1 \frac{\text{m}}{\mu\text{s}^2} \times \frac{10^6 \text{ s}^2}{(10^{-6} \text{ s})^2} \times \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} = 1 \times \frac{1}{10^{-12} \times 10^3} \frac{\text{km}}{\text{s}^2} = 10^9 \frac{\text{km}}{\text{s}^2}$$

تست: به جای مربع در عبارت مقابل، کدام یک از پیشندهای زیر را قرار دهیم تا تساوی برقرار شود؟

- ۱) m (۱) ۲) k (۲) ۳) M (۳) ۴) G (۴)

$$100 \frac{\text{mg} \cdot \square \text{ m}}{\text{s}^2} = 0/1 \text{ kN} = 0/1 \times 10^3 \text{ N} = 0/1 \times 10^3 \times \frac{\text{kg} \times \text{m}}{\text{s}^2}$$

پاسخ: گزینه «۳». گام اول می دانیم هر نیوتون معادل $1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$ است:

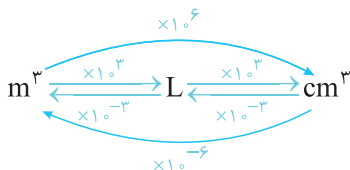
گام دوم به جای mg معادل آن را که برابر 10^{-6} kg است، جای گذاری می کنیم:

$$100 \frac{(10^{-6} \text{ kg}) \times \square \text{ m}}{\text{s}^2} = 10^2 \frac{\text{kg} \times \text{m}}{\text{s}^2} \Rightarrow 1 \square \text{ m} = 10^6 \text{ m}$$

گام سوم $1 \text{ Mm} = 10^6 \text{ m}$ است؛ بنابراین جای خالی در عبارت بالا توسط پیشوند مگا (M) تکمیل می شود.

نکته: سه یکای لیتر (L)، متر مکعب (m^3) و سانتی متر مکعب (cm^3) از یکاهای پر کاربرد حجم هستند.

با توجه به اهمیت تبدیل این سه یکا به یکدیگر، به خاطر سپاری شکل مقابل می تواند کمک کننده باشد:



آهنگ تغییر کمیت

در فیزیک، تغییر هر کمیت نسبت به زمان را معمولاً **آهنگ آن کمیت** می‌نامیم.
مثال ۱: آهنگ حجم مایع خروجی برابر حجم مایع خارج شده در واحد زمان است. برای به دست آوردن این کمیت، کافی است حجم خروجی را بر زمان تقسیم کنیم:

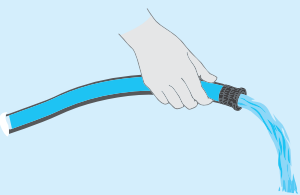
$$\text{آهنگ حجم خروجی مایع} = \frac{V}{\Delta t}$$

مثال ۲: آهنگ مصرف انرژی برابر انرژی مصرف شده در واحد زمان است و کافی است انرژی مصرف شده را بر زمان تقسیم کنیم:

$$\text{آهنگ مصرف انرژی} = \frac{W}{\Delta t}$$

تست و پاسخ

تست: از یک شیلنگ، آب با آهنگ $125 \text{ cm}^3 / \text{s}$ خارج می‌شود. آهنگ خروج آب چند L / min است؟



۷/۵ (۱)

۲۵ (۲)

۱۲

۷۵ (۳)

۲۵ (۴)

۳

پاسخ | گزینه «۱»: **روش اول** از تبدیل زنجیره‌ای استفاده می‌کنیم. یک بار باید cm^3 را به L و بار دیگر باید s را به min تبدیل کنیم؛ پس نیازمند ۲ ضرب تبدیل هستیم:

$$125 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} = 125 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} \times 1 \times 1 = 125 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ cm}^3} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 7.5 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

$$125 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} = 125 \times \frac{10^{-3} \text{ L}}{1 \text{ min}} = 60 \times 125 \times 10^{-3} \frac{\text{L}}{\text{min}} = 7.5 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

روش دوم: از روش جای گذاری استفاده می‌کنیم:

نمادگذاری علمی

در برخی از اندازه‌گیری‌ها با مقدارهای خیلی بزرگ یا خیلی کوچک سروکار داریم؛ مثلاً برای نوشتن جرم زمین برحسب کیلوگرم باید تعداد ۲۱ صفر را بعد از عدد ۵۹۷۲ بنویسیم و یا برای نوشتن جرم یک الکترون برحسب کیلوگرم باید بعد از ممیز، ۳۰ 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 هم افزایش می‌دهد. از این‌رو با استفاده از روشی که آن را **نمادگذاری علمی** می‌نامند، نوشتن و محاسبه مقدارهای خیلی بزرگ یا خیلی کوچک ساده‌تر می‌شود. در این روش عدد بسیار بزرگ یا بسیار کوچک طوری بیان می‌شود که شامل سه قسمت باشد؛ قسمت‌های اول و دوم دربرگیرنده حاصل ضرب عددی از ۱ تا ۱۰ در توان صحیحی از ۱۰ است و در قسمت سوم یکای آن کمیت نوشته می‌شود:

$$\text{عدد به صورت نماد علمی: } a \times 10^n, (1 \leq a < 10, n \in \mathbb{Z})$$

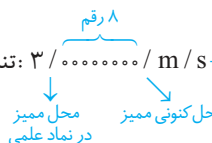
چرتکه

برای نمایش نماد علمی یک عدد، دو حالت وجود دارد:

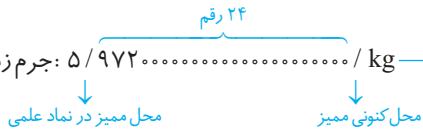
۱. عدد بزرگ‌تر از 10^1 : اگر عدد مورد نظر بزرگ‌تر از 10 باشد، ابتدا با قرار دادن ممیز در جای مناسب، آن را به عددی بین 1 تا 10 تبدیل می‌کنیم. سپس آن را در 10^n ضرب می‌کنیم. اما حالا مقدار n رو چه پهوری حساب کنیم؟! دقت کنید قبل از نوشتن عدد به صورت نماد علمی، ممیز آن کجا قرار دارد و بعد از نوشتن آن عدد به صورت نماد علمی، ممیز به کجا منتقل شده است. n برابر با تعداد ارقامی است که بین این دو ممیز قرار دارند.

مثال:

تندی نور در هوا: 300000000 m/s $\xrightarrow{\text{به صورت نماد علمی}}$ $3 \times 10^8 \text{ m/s}$

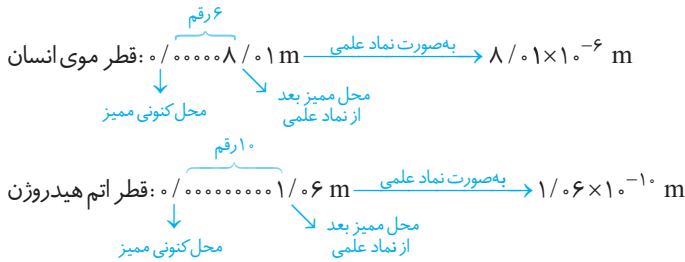


جرم زمین: $5972000000000000 \text{ kg}$ $\xrightarrow{\text{به صورت نماد علمی}}$ $5.972 \times 10^{24} \text{ kg}$



۲. عدد کوچک‌تر از ۱: اگر عدد مورد نظر کوچک‌تر از ۱ باشد، ابتدا با قرار دادن ممیز در جای مناسب، آن را به عددی بین ۱ تا ۱۰ تبدیل می‌کنیم، سپس آن را در 10^{-n} ضرب می‌کنیم. حالا این بار n رو په پوری به دست بیاریم؟! باید بگم که هیچ فرقی نداره! دوباره به محل ممیز قبل و بعد از نماد علمی توجه می‌کنیم. n برابر با تعداد ارقام مابین این دو ممیز است.

مثال:



نکته در جمع و تفریق دو عدد که به صورت نماد علمی هستند، ابتدا باید بخش توان صحیح ۱۰ آن‌ها را یکسان کنیم و سپس بخش عددی را جمع یا تفریق کنیم.

مثال:

$$1/2 \times 10^5 + 6/5 \times 10^3 = 1/2 \times 10^5 + (6/5 \times 100) \times 10^3 = 1/2 \times 10^5 + 0.65 \times 10^5 = 1/265 \times 10^5$$

تست و پاسخ

تست مقدار بار الکتریکی الکترون $1.6 \times 10^{-19} \mu C$ است (یکای بار الکتریکی کولن است که با نماد C نمایش داده می‌شود). کدام گزینه مقدار بار برحسب کولن را به صورت نمادگذاری علمی درست بیان می‌کند؟

- (۱) $1/6 \times 10^{-18}$ (۲) 0.16×10^{-17} (۳) $1/6 \times 10^{-19}$ (۴) 0.16×10^{-18}

پاسخ: گزینه «۳».

نمادگذاری علمی $q = 1/6 \times 10^{-19} C \rightarrow q = 160 \times 10^{-21} C = 160 \times 10^{-15} \times 10^{-6} C = 160 \times 10^{-15} \mu C = 160 \times 10^{-15}$ مقدار بار الکتریکی الکترون

پرسش‌های چهارگزینه‌ای درس سوم

تبدیل یگای توی همه فصل‌های فیزیک کاربرد داره. فوب فوب یاد بگیرین که همیشه توی درس‌هایی مثل فیزیک یا شیمی به کارتون میاد. سفت نیست! فقط نیازمند تکرار و تمرینه.

۳۴. طول بدن نوعی مگس $5 \times 10^3 \mu m$ است. طول بدن این مگس چند دسی‌متر (dm) است؟
 (۱) 5×10^{-2} (۲) 5×10^{-3} (۳) 5×10^{-4} (۴) 5×10^{-5}
۳۵. فاصله زمین تا نزدیک‌ترین کهکشان $2/85 \times 10^{18} km$ است. این فاصله برحسب یکای نجومی (AU) چقدر است؟ ($1 AU = 1/5 \times 10^{11} m$)
 (۱) $1/9 \times 10^7$ (۲) $1/9 \times 10^{10}$ (۳) 8×10^6 (۴) 8×10^9
۳۶. جرم یک زنبور عسل $15 \times 10^{-3} kg$ است. این اندازه‌گیری به صورت نمادگذاری علمی کدام است؟
 (۱) $0.15 \times 10^{-3} kg$ (۲) $1/5 \times 10^{-4} kg$ (۳) $1/5 \times 10^{-5} kg$ (۴) $15 \times 10^{-5} kg$
۳۷. یکی از بزرگ‌ترین الماس‌های موجود در ایران، دریای نور به جرم ۱۸۲ قیراط است. جرم این الماس در SI چقدر است؟ (هر قیراط معادل ۲۰۰ میلی‌گرم است.)
 (۱) $36/4$ (۲) $9/1$ (۳) $9/1 \times 10^{-2}$ (۴) $3/64 \times 10^{-2}$
۳۸. انرژی الکتریکی مصرفی در مدت یک ماه برای یک منزل مسکونی، $200 kWh$ است. مقدار این انرژی برحسب ژول و به صورت نمادگذاری علمی کدام است؟
 (۱) $7/2 \times 10^6$ (۲) $7/2 \times 10^8$ (۳) 720×10^6 (۴) 72×10^8
۳۹. یکای طول در دستگاه بریتانیایی یگاها، پا (فوت) است که آن را با ft نشان می‌دهند و یکای کوچک‌تر آن اینچ (in) است، به طوری که $1 ft = 12 in$ است. ارتفاع هواپیمایی که در ارتفاع $25000 ft$ از سطح دریاهای آزاد در حال پرواز است، چند متر است؟ (هر اینچ را برابر با $2/5$ سانتی‌متر در نظر بگیرید.)
 (۱) 1200 (۲) 4000 (۳) 6200 (۴) 7500
۴۰. با توجه به اینکه « $4/6$ گرم = 1 مثقال = 24 نخود» و « 40 سیر = 640 مثقال» است، $6/9 kg$ به ترتیب از راست به چپ برابر با چند سیر و چند نخود است؟
 (۱) $62/5 - 93/75$ (۲) $36000 - 93/75$ (۳) $62/5 - 24000$ (۴) $36000 - 24000$
۴۱. حجم مکعبی به ضلع 20 میکرون، به ترتیب از راست به چپ چند سانتی‌متر مکعب و چند لیتر است؟
 (۱) $8 \times 10^{-15} - 8 \times 10^{-18}$ (۲) $8 \times 10^{-6} - 8 \times 10^{-9}$ (۳) $8 \times 10^{-12} - 8 \times 10^{-9}$ (۴) $8 \times 10^{-15} - 8 \times 10^{-18}$

۴۲. مساحت صفحه نمایش یک گوشی همراه، 18 (in)^2 (۱۸ اینچ مربع) است. این مقدار برحسب سانتی‌متر مربع و به صورت نمادگذاری عملی کدام است؟ (هر اینچ را برابر 2.5 سانتی‌متر در نظر بگیرید.)

- ۱ $4/5 \times 10^1$ ۲ $4/5 \times 10^2$ ۳ $1/125 \times 10^2$ ۴ $1/125 \times 10^3$

(ریاضی ۱۳۰)

۴۳. تندی 216 کیلومتر بر ساعت، معادل چند مایل بر دقیقه است؟ (یک مایل را 1600 متر فرض کنید.)

- ۱ 2 ۲ $2/5$ ۳ 3 ۴ $3/6$

۴۴. کدام گزینه تبدیل یکا به درستی انجام شده است؟

- ۱ $20 \text{ ng} = 2 \times 10^{-3} \mu\text{g}$ ۲ $100 \text{ cm}^2/\text{s} = 6 \times 10^4 \text{ mm}^2/\text{min}$

- ۳ $80 \text{ dJ}/\text{mm} = 8 \times 10^{-3} \mu\text{J}/\text{pm}$ ۴ $36 \text{ L}/\text{h} = 100 \text{ cm}^3/\text{s}$

۴۵. کدام یک از تبدیل یکاهای زیر نادرست است؟

- ۱ $9 \times 10^{-2} \text{ N}/\text{m} = 0.9 \text{ mN}/\text{cm}$

- ۲ $50 \text{ cm}^2 = 0.5 \text{ mm}^2$

- ۳ $800 \text{ g}/\text{mL} = 0.8 \text{ kg}/\text{cm}^3$

- ۴ $7 \times 10^{-4} \text{ mm}/\text{s} = 42 \mu\text{m}/\text{min}$

۴۶. به جای x در عبارت مقابل، کدام گزینه قرار بگیرد تا تساوی برقرار شود؟

- ۱ 2×10^{-6} ۲ 2×10^{-9}

- ۳ 6×10^{-12} ۴ 6×10^{-9}

$$7/2 \frac{\mu\text{s}^2}{\text{mL}} = x \frac{\text{min}^2}{\text{m}^3}$$

$$3/5 \times 10^{-4} \frac{\text{mm}^3}{\text{kJ}\cdot\text{s}} = 1/26 \times 10^9 \frac{\square}{\mu\text{J}\cdot\text{h}}$$

۴۷. جای خالی روبه‌رو توسط کدام گزینه به درستی کامل می‌شود؟

- ۱ cm^3 ۲ μm^3

- ۳ nm^3 ۴ pm^3

۴۸. تندی نور در خلأ $3 \times 10^8 \text{ km}/\text{s}$ است. نور فاصله 5 AU را در مدت چند میکروثانیه طی می‌کند؟ ($1 \text{ AU} = 1/5 \times 10^{11} \text{ m}$)

- ۱ $1/5 \times 10^6$ ۲ $1/5 \times 10^9$ ۳ $2/5 \times 10^6$ ۴ $2/5 \times 10^9$

۴۹. قشم بزرگ‌ترین جزیره خلیج فارس است و طول آن 120 km است. اگر یک کشتی حمل کالا بخواهد با تندی ثابت 16 گره طول این جزیره را به طور کامل طی کند، چه مدت طول خواهد کشید؟ (هر گره دریایی را $0.5 \text{ m}/\text{s}$ در نظر بگیرید.)

(برگرفته از کتاب درسی)

- ۱ 2 ساعت و 50 دقیقه ۲ 3 ساعت و 40 دقیقه ۳ 4 ساعت و 10 دقیقه ۴ 6 ساعت و 15 دقیقه

تبدیل یکاهای مربوط به آهنگ تغییر یک کمیت

۵۰. آهنگ خروج آب از لوله‌ای $1500 \text{ cm}^3/\text{s}$ است. آهنگ خروج آب از این لوله برحسب متر مکعب بر دقیقه و به صورت نمادگذاری علمی کدام است؟

- ۱ $2/5 \times 10^{-1}$ ۲ $2/5 \times 10^{-2}$ ۳ 9×10^{-2} ۴ 9×10^{-1}

۵۱. سریع‌ترین رشد گیاه متعلق به گیاهی موسوم به هسپروپوکا است که در مدت 14 روز، $3/7$ متر رشد می‌کند. آهنگ رشد تقریبی این گیاه برحسب میکرومتر بر ثانیه چقدر است؟

(برگرفته از کتاب درسی)

- ۱ 3 ۲ 0.3 ۳ 9 ۴ 0.9

۵۲. از یک شیلنگ، آب با آهنگ ثابت $20 \text{ L}/\text{min}$ خارج می‌شود. اگر بخواهیم با این شیلنگ استخری به طول 6 m ، عرض 3 m و عمق 2 m را به طور کامل پر از آب کنیم، چند ساعت زمان لازم است؟

- ۱ 20 ۲ 25 ۳ 30 ۴ 35

۵۳. تونل سوم کوه‌رنگ در استان چهارمحال و بختیاری، یکی از پروژه‌های ملی کشور است که با هدف انتقال آب از این استان به استان اصفهان طراحی شده است. اگر آهنگ انتقال آب توسط این تونل به طور متوسط $25 \text{ m}^3/\text{s}$ باشد، آهنگ انتقال آب برحسب لیتر بر شبانه‌روز و با نماد علمی کدام است؟

- ۱ $4/32 \times 10^9$ ۲ $4/32 \times 10^6$

- ۳ $2/16 \times 10^9$ ۴ $2/16 \times 10^6$



درس ۴

دقت اندازه‌گیری

دقت اندازه‌گیری

در اندازه‌گیری کمیت‌های فیزیکی مانند طول، جرم، زمان و ... قطعیت وجود نداشته و همواره 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.

عوامل افزایش دقت اندازه‌گیری

سه عامل در افزایش دقت اندازه‌گیری نقش مهمی دارند که به ترتیب به بیان هر یک می‌پردازیم.

۳۰. **گزینه ۲** **گام اول** کمیت A از جنس جرم است. پس یکای اصلی آن kg است. به همین ترتیب یکای کمیت‌های B (از جنس مساحت) و C (از جنس فشار) برابر m^2 و $\frac{kg}{m \cdot s^2}$ است. حال کافی است یکای همه کمیت‌ها را به جای هر کمیت در رابطه داده شده قرار دهیم تا یکای D یافت شود:

$$\frac{A}{B} = \frac{C}{D} \Rightarrow \frac{[یکای A]}{[یکای B]} = \frac{[یکای C]}{[یکای D]} \Rightarrow \frac{kg}{m \cdot s^2} = \frac{kg}{[یکای D]}$$

$$\Rightarrow [یکای D] = m^2 \times \frac{kg}{m \cdot s^2} \times \frac{1}{kg} = \frac{m}{s^2}$$

متر بر مجذور ثانیه، یکای اندازه‌گیری شتاب است؛ پس کمیت D از جنس شتاب است.

گام دوم مشابه گام قبلی، یکای اندازه‌گیری BC را می‌یابیم:

$$[BC] = [یکای B] \times [یکای C] = m^2 \times \frac{kg}{m \cdot s^2} = \frac{kg \cdot m}{s^2}$$

همان نیوتون یعنی یکای اندازه‌گیری نیرو است؛ پس کمیت BC از جنس نیرو است.

۳۱. **گزینه ۳** **گام اول** همواره کمیت‌هایی را می‌توان با یکدیگر جمع یا تفریق کرد که یکای یکسانی داشته باشند، بنابراین داریم:

$$[یکای] = \frac{2mx}{t} = [Fv] = [یکای A]$$

گام دوم یکای فرعی نیرو (F) برابر $\frac{kg \cdot m}{s^2}$ و یکای تندی (v) برابر m/s است:

$$[Fv] = \frac{2mx}{t}$$

$$\Rightarrow \frac{kg \cdot m}{s^2} \times \frac{m}{s} = \frac{kg \times [یکای x]}{s} \Rightarrow [یکای x] = m^2 / s^2$$

گام سوم تا این‌های کار، گزینه‌های «ا» و «ب» باید برن بوق بزنن! گفتیم یکای کمیت A و یکای کمیت Fv یکسان است، یعنی این دو کمیت هم‌جنس هستند، پس داریم:

$$A = Fv \xrightarrow{v=\frac{d}{t}} A = \frac{Fd}{t} = \frac{W}{t}$$

$$\Rightarrow A = \frac{\text{کار (انرژی)}}{\text{زمان}}$$

۳۲. **گزینه ۱** با توجه به سازگاری یکاها، یکای جمله‌های مختلف یک رابطه فیزیکی یکسان است، پس می‌توان نتیجه گرفت:

$$Ax^2 + \frac{1}{y}B = v^2 \Rightarrow A(m^2) + B = \frac{m^2}{s^2} \Rightarrow \begin{cases} A = \frac{1}{s^2} \\ B = \frac{m^2}{s^2} \end{cases}$$

۳۳. **گزینه ۴**

$$M = \frac{\gamma FA}{d} \Rightarrow [یکای انرژی] = \frac{[یکای مساحت] \times [یکای نیرو] \times [یکای \gamma]}{[یکای طول]}$$

$$\Rightarrow \frac{kg \cdot m^2}{s^2} = \frac{[یکای \gamma] \times (kg \cdot \frac{m}{s^2}) \times (m^2)}{m}$$

$$\Rightarrow \frac{kg \cdot m^2}{s^2} = \frac{[یکای \gamma] (kg) (m^3)}{m (s^2)} \Rightarrow [یکای \gamma] = 1$$

پس کمیت γ بدون یکا است.

۳۴. **گزینه ۱**

$$5 \times 10^3 \mu m = \square \times d m \Rightarrow 5 \times 10^3 \times 10^{-6} = \square \times 10^{-1}$$

$$\Rightarrow \square = \frac{5 \times 10^{-3}}{10^{-1}} = 5 \times 10^{-2}$$

۲۰. **گزینه ۴** بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه «۱»: تندی: کمیت فرعی ← متر بر ثانیه / گزینه «۲»: دما: کمیت اصلی ← کلوین / گزینه «۳»: وزن: کمیت فرعی ← نیوتون

۲۱. **گزینه ۲** هفت کمیت اصلی به همراه یکاهای آنها عبارت‌اند از:
۱. جرم \leftarrow یکا \leftarrow کیلوگرم ۲. طول \leftarrow یکا \leftarrow متر ۳. زمان \leftarrow یکا \leftarrow ثانیه ۴. دما \leftarrow یکا \leftarrow کلوین ۵. مقدار ماده \leftarrow یکا \leftarrow مول ۶. جریان الکتریکی \leftarrow یکا \leftarrow آمپر ۷. شدت روشنایی \leftarrow یکا \leftarrow کندلا (شمع)

۲۲. **گزینه ۳** فقط گزاره «الف» درست است.

بررسی سایر گزاره‌ها: ب: نادرست؛ یکای فرعی برخی از کمیت‌های فرعی پرکاربرد، در دستگاه SI نام مخصوصی دارند؛ مثلاً یکای فرعی نیرو $\frac{kg \cdot m}{s^2}$ است که در دستگاه SI، نیوتون نامیده می‌شود. / پ: نادرست؛ برخی از کمیت‌های فرعی وجود دارند که یکای آنها در SI، همان یکای فرعی آنها است؛ مثل شتاب و یا تندی و سرعت.

۲۳. **گزینه ۲** متقال و قیراط، یکاهای غیر SI اندازه‌گیری جرم هستند. سال نوری، اینچ، فرسنگ و مایل یکاهای غیر SI اندازه‌گیری طول هستند. گره دریایی یکای غیر SI اندازه‌گیری تندی است.

۲۴. **گزینه ۴** دما (کلوین)، وزن (نیوتون)، مقدار ماده (مول)

۲۵. **گزینه ۲** تندی متوسط = $\frac{\text{طول}}{\text{زمان}}$ = آهنگ تغییر طول

۲۶. **گزینه ۲** طبق تعریف کار که از جنس انرژی است، یکای انرژی از حاصل ضرب یکای نیرو در یکای طول به دست می‌آید:

$$W = Fd \xrightarrow{F=ma} W = ma \times d$$

$$\Rightarrow [یکای انرژی] = kg \times \frac{m}{s^2} \times m = \frac{kg \cdot m^2}{s^2}$$

۲۷. **گزینه ۲**

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow [یکای فشار] = \frac{[یکای نیرو]}{[یکای مساحت]} = \frac{N}{m^2} \xrightarrow{N = \frac{kg \cdot m}{s^2}} \frac{kg \cdot m}{m^2 \cdot s^2} = \frac{kg}{m \cdot s^2}$$

$$[یکای فشار] = \frac{kg \cdot m}{m^2 \cdot s^2} = \frac{kg}{m \cdot s^2}$$

تذکره: یکای فرعی فشار $\frac{kg}{m \cdot s^2}$ است و از اون‌هایی که یکی از یکاهای پرکاربرد فیزیکه،

واسه راهتی پاسکال صدایش می‌کنن! بنابراین پاسکال (Pa) یکای SI فشار همیشه نه فرعی!

۲۸. **گزینه ۳** **گام اول** در فیزیک کمیت‌هایی را می‌توان با هم جمع یا تفریق کرد که هم‌جنس باشند، بنابراین چون A و B دو کمیت فیزیکی متفاوتی هستند، A + B و A - B امکان‌پذیر نیست (رد گزینه‌های «۱» و «۴»).

گام دوم اگر هر یک از کمیت‌های A و B را معکوس کنیم، باز هم با یکدیگر متفاوت خواهند بود، پس نمی‌توان معکوس آنها را نیز با هم جمع کرد (رد گزینه «۲»).

گام سوم درست است که A با B متفاوت است اما ممکن است کمیت B^2 ، هم‌جنس با کمیت A باشد (مثلاً کمیت A از جنس مساحت و کمیت B از جنس طول باشد؛ بنابراین کمیت B^2 ، یعنی طول به توان ۲ از جنس مساحت می‌شود)؛ پس از نظر فیزیکی این امکان وجود دارد که بتوانیم B^2 را با A جمع کنیم؛ بنابراین گزینه «۳» از نظر فیزیکی امکان‌پذیر است.

۲۹. **گزینه ۲**

$$W = mgh$$

$$\Rightarrow [یکای کار] = [یکای شتاب] \times [یکای جرم] = [یکای کار]$$

$$\Rightarrow [یکای کار] = kg \times \frac{m}{s^2} \times m = \frac{kg \cdot m^2}{s^2}$$

۴۳. گزینه ۱ | به کمک روش تبدیل زنجیره‌ای داریم:

$$216 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{10^3 \text{ m}}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ mi}}{1800 \text{ m}} = 216 \times \frac{10^3}{60 \times 1800} \frac{\text{mi}}{\text{min}} = 2 \frac{\text{mi}}{\text{min}}$$

۴۴. گزینه ۳ | بهتر است از ابتدا گزینه‌ها را بررسی کنیم:

گزینه «۱»: $20 \text{ ng} = 20 \text{ ng} \times \frac{10^{-6} \text{ mg}}{1 \text{ ng}} = 2 \times 10^{-2} \text{ mg}$

گزینه «۲»: $100 \frac{\text{cm}^2}{\text{s}} = 100 \frac{\text{cm}^2}{\text{s}} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} \times \frac{10^2 \text{ mm}^2}{1 \text{ cm}^2} = 6 \times 10^5 \frac{\text{mm}^2}{\text{min}}$

گزینه «۳»: $80 \frac{\text{dJ}}{\text{mm}} = 80 \frac{\text{dJ}}{\text{mm}} \times \frac{10^5 \text{ J}}{1 \text{ dJ}} \times \frac{10^{-9} \text{ mm}}{1 \text{ pm}} = 8 \times 10^{-3} \frac{\text{J}}{\text{pm}}$

گزینه «۴»: $36 \frac{\text{L}}{\text{h}} = 36 \frac{\text{L}}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \times \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ L}} = 10 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$

کاملاً واضح که گزینه «۳» درسته!

۴۵. گزینه ۲ | بررسی گزینه‌ها:

گزینه «۱»: $9 \times 10^{-2} \frac{\text{N}}{\text{m}} \times \frac{10^3 \text{ mN}}{1 \text{ N}} \times \frac{1 \text{ m}}{10^2 \text{ cm}} = 0.9 \frac{\text{mN}}{\text{cm}}$

گزینه «۲»: $50 \frac{\text{cm}^2}{\text{s}} \times \frac{10^2 \text{ mm}^2}{1 \text{ cm}^2} = 5 \times 10^3 \text{ mm}^2$

گزینه «۳»: $800 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \times \frac{10^{-3} \text{ kg}}{1 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ mL}}{10^{-3} \text{ L}} \times \frac{1 \text{ L}}{10^3 \text{ cm}^3} = 800 \times 10^{-3} \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}\right) = 0.8 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}$

گزینه «۴»: $7 \times 10^{-4} \frac{\text{mm}}{\text{s}} \times \frac{10^3 \text{ } \mu\text{m}}{1 \text{ mm}} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 42 \frac{\mu\text{m}}{\text{min}}$

۴۶. گزینه ۲ |

$$7/2 \frac{\mu\text{s}^2}{\text{mL}} = 7/2 \frac{\mu\text{s}^2}{\text{mL}} \times \frac{10^6 \text{ mL}}{1 \text{ m}^3} \times \frac{(10^{-6})^2 \text{ s}^2}{1 \mu\text{s}^2} \times \frac{1 \text{ min}^2}{(60 \times 60) \text{ s}^2} = \frac{7/2 \times 10^6 \times 10^{-12}}{3/6 \times 10^3} = 2 \times 10^{-6} \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-9} \frac{\text{min}^2}{\text{m}^3}$$

۴۷. گزینه ۳ |

$$3/5 \times 10^{-4} \frac{\text{mm}^3}{\text{kJ.s}} \times \frac{1 \text{ kJ}}{10^3 \text{ J}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 3/5 \times 10^{-4} \times 3600 \times 10^{-9} \frac{\text{mm}^3}{\mu\text{J.h}}$$

$$\Rightarrow 1/26 \times 10^{-9} \frac{\text{mm}^3}{\mu\text{J.h}} = 1/26 \times 10^9 \frac{\square}{\mu\text{J.h}}$$

$$\Rightarrow \square = 10^{-9} \times 10^{-9} \text{ mm}^3 = 10^{-18} \text{ mm}^3$$

می‌دانیم که $10^{-6} \text{ mm} = 1 \text{ nm}$ است؛ بنابراین داریم:

$$\square = 10^{-18} \text{ mm}^3 = \underbrace{10^{-6} \text{ mm}}_{1 \text{ nm}} \times \underbrace{10^{-6} \text{ mm}}_{1 \text{ nm}} \times \underbrace{10^{-6} \text{ mm}}_{1 \text{ nm}} = 1 \text{ nm}^3$$

$$\Rightarrow \square = 1 \text{ nm}^3$$

بنابراین گزینه «۳» درست است.

۴۸. گزینه ۱ | ابتدا مسافت طی شده توسط نور را برحسب متر

$$d = 5 \text{ AU} \times \frac{1/5 \times 10^{11} \text{ m}}{1 \text{ AU}} = 7/5 \times 10^{11} \text{ m}$$

۳۵. گزینه ۲ | می‌دانیم که $1 \text{ km} = 10^3 \text{ m}$ و $1 \text{ AU} = 1/5 \times 10^{11} \text{ m}$ است؛ بنابراین با استفاده از تبدیل زنجیره‌ای، ابتدا km را به m و سپس m را به AU تبدیل می‌کنیم:

$$2/85 \times 10^{18} \text{ km} \times \frac{10^3 \text{ m}}{1 \text{ km}}$$

$$= 2/8 \times 10^{21} \text{ m} \times \frac{1 \text{ AU}}{1/5 \times 10^{11} \text{ m}} = 1/9 \times 10^{10} \text{ AU}$$

۳۶. گزینه ۲ |

$$0.00015 \text{ kg} = 1/5 \times 10^{-4} \text{ kg}$$

محل ممیز بعد از نماد علمی محل کتونی ممیز

۳۷. گزینه ۴ |

$$200 \text{ mg} \times \frac{10^{-3} \text{ g}}{1 \text{ mg}} \times \frac{1 \text{ فیراط}}{182 \text{ فیراط}} = 200 \text{ mg} \times \frac{10^{-3} \text{ g}}{1 \text{ mg}} \times \frac{1}{182}$$

$$= 364 \times 10^{-1} \text{ g} \xrightarrow{1 \text{ kg} = 10^3 \text{ g}} \text{m} = 3/64 \times 10^{-2} \text{ kg}$$

۳۸. گزینه ۲ | همان‌طور که می‌دانید رابطه بین توان و کار به صورت $P = \frac{W}{t}$ است که با یک طرفین وسطین ساده به $W = Pt$ می‌رسیم. اگر یکای SI

کمیت‌ها را جای‌گذاری کنیم، یکای کار (یعنی ژول) برابر با حاصل ضرب وات در ثانیه است. این بدان معناست که $1 \text{ J} = 1 \text{ W.s}$ است؛ پس برای حل این سؤال کافی است یکای kWh را به Ws که معادل با J است، تبدیل کنیم:

$$200 \text{ kWh} = 200 \text{ kW h} \times \frac{10^3 \text{ W}}{1 \text{ kW}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 72 \times 10^7 \text{ J}$$

$$\xrightarrow{\text{نماد علمی}} 7/2 \times 10^8 \text{ J}$$

۳۹. گزینه ۴ | تبدیل زنجیره‌ای و دیگه هیچ!

$$25000 \text{ ft} = (25000 \text{ ft}) \times \left(\frac{12 \text{ in}}{1 \text{ ft}}\right) \times \left(\frac{2/5 \text{ cm}}{1 \text{ in}}\right) \times \left(\frac{10^{-2} \text{ m}}{1 \text{ cm}}\right) = 7500 \text{ m}$$

۴۰. گزینه ۱ | گام اول

$$6/9 \text{ kg} \times \frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ متقال}}{4/6 \text{ g}} \times \frac{40 \text{ سیر}}{640 \text{ متقال}} = 93/75 \text{ سیر}$$

گام دوم

$$6/9 \text{ kg} \times \frac{10^3 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ متقال}}{4/6 \text{ g}} \times \frac{24 \text{ نخود}}{1 \text{ متقال}} = 36000 \text{ نخود}$$

۴۱. گزینه ۳ | گام اول | ابتدا حجم مکعب را برحسب متر مکعب به دست

$$\text{متر مکعب} = a^3 = 20 \text{ میکرون} \times \frac{10^{-6} \text{ متر}}{1 \text{ میکرون}} = 20 \times 10^{-6} \text{ متر}$$

$$\text{حجم مکعب} = V = a^3 = (20 \times 10^{-6})^3 = 8 \times 10^{-15} \text{ m}^3$$

گام دوم | متر مکعب را برحسب سانتی‌متر مکعب می‌نویسیم:

$$8 \times 10^{-15} \text{ متر مکعب} \times \frac{10^6 \text{ سانتی‌متر مکعب}}{1 \text{ متر مکعب}} = 8 \times 10^{-9} \text{ cm}^3$$

گام سوم | حجم را از متر مکعب به لیتر تبدیل می‌کنیم:

$$8 \times 10^{-15} \text{ m}^3 \times \frac{10^3 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} = 8 \times 10^{-12} \text{ L}$$

۴۲. گزینه ۳ | به کمک روش تبدیل زنجیره‌ای داریم:

$$18 \text{ (in)}^2 \times \left(\frac{2/5 \text{ cm}}{1 \text{ (in)}}\right)^2 = 18 \text{ (in)}^2 \times \frac{(2/5)^2 \text{ cm}^2}{1 \text{ (in)}^2} = 1/125 \times 10^2 \text{ cm}^2$$

گام دوم: حالا تندی نور را بر حسب متر بر ثانیه (m/s) محاسبه می کنیم:

$$c = 3 \times 10^8 \frac{\text{km}}{\text{s}} \times \frac{10^3 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

گام سوم: اکنون تندی و مسافت مستقیم طی شده را بر حسب یکاهای SI داریم. کافیه از اون پیزی که توی علوم متوسطه اول یاد گرفتیم، استفاده کنیم:

$$d = ct \Rightarrow 7/5 \times 10^{11} \text{ (m)} = 3 \times 10^8 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right) \times t$$

$$\Rightarrow t = \frac{7/5 \times 10^{11} \text{ m}}{3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

گام چهارم: تبدیل ثانیه به میکروثانیه یادت تره!

$$t = 2/5 \times 10^3 \text{ s} \times \frac{1 \mu\text{s}}{10^{-6} \text{ s}} = 2/5 \times 10^9 \mu\text{s}$$

گزینه ۳: طول را که بر حسب کیلومتر است، به متر تبدیل

$$x = 120 \text{ km} \times \frac{10^3 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 12 \times 10^4 \text{ m}$$

می کنیم:

گام دوم: تندی کشتی را به کمک روش تبدیل زنجیره‌ای بر حسب m/s به

$$v = 16 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times \frac{10^{-3} \text{ km}}{1 \text{ km}} = 16 \text{ m/s}$$

دست می آوریم:

گام سوم: مقدار زمان را از رابطه زیر به دست می آوریم:

$$x = vt \Rightarrow t = \frac{x}{v} = \frac{12 \times 10^4 \text{ m}}{16 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = \frac{3}{2} \times 10^4 \text{ s} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}}$$

$$= \frac{100}{24} \text{ h} = 4 \frac{4}{24} \text{ h} = 4 \frac{1}{6} \text{ h}$$

پس می توان گفت مدت زمان طول کشیده برای سفر این کشتی حمل کالا، ۴ ساعت و ۱۰ دقیقه است.

گزینه ۳: به کمک روش تبدیل زنجیره‌ای داریم:

$$9 \times 10^{-2} \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} \times \frac{10^{-6} \text{ m}^3}{1 \text{ cm}^3} \times 1500 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} = 1500 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$$

گزینه ۱: باز هم تبدیل زنجیره‌ای!

$$\frac{3/7 \text{ m}}{14 \text{ day}} \times \frac{10^6 \mu\text{m}}{1 \text{ m}} \times \frac{1 \text{ day}}{86400 \text{ s}} = 3/05 = 3 \frac{\mu\text{m}}{\text{s}}$$

گزینه ۳: ابتدا حجم استخر را به دست می آوریم:

$$V = 6 \times 3 \times 2 = 36 \text{ m}^3$$

گام دوم: آهنگ خروج آب از شیلنگ را بر حسب متر مکعب بر دقیقه حساب

$$20 \frac{\text{L}}{\text{min}} = 20 \frac{\text{L}}{\text{min}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{10^3 \text{ L}} = 2 \times 10^{-2} \frac{\text{m}^3}{\text{min}}$$

می کنیم:

گام سوم: با توجه به اینکه در هر دقیقه $2 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ آب به استخر اضافه می شود، زمان پر شدن استخر (t) را می توان به صورت زیر حساب کرد:

$$V = \text{زمان} \times \text{آهنگ ورود آب به استخر}$$

$$\Rightarrow 36 \text{ m}^3 = 2 \times 10^{-2} \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \times t \Rightarrow t = 1800 \text{ min} \xrightarrow{1 \text{ h} = 60 \text{ min}} t = 30 \text{ h}$$

گزینه ۳: به کمک روش تبدیل زنجیره‌ای داریم:

$$25 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times \frac{10^3 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} \times \frac{86400 \text{ s}}{1 \text{ شبانه روز}} = 25 \times 10^3 \times 86400 \frac{\text{لیتر}}{\text{شبانه روز}}$$

$$= 2/16 \times 10^9 \frac{\text{لیتر}}{\text{شبانه روز}}$$

گزینه ۳: عوامل مؤثر در افزایش دقت اندازه گیری عبارت اند از:

۱. استفاده از وسیله‌ای با دقت اندازه گیری بالاتر ۲. کاهش خطاهای انسانی (مهارت شخص آزمایشگر) ۳. افزایش تعداد دفعات اندازه گیری

در اندازه گیری کمیت‌های فیزیکی مانند طول، جرم، زمان و ... قطعیت وجود ندارد و همواره مقداری خطا وجود دارد. با انتخاب وسیله‌های دقیق و روش صحیح اندازه گیری، تنها می توان خطای اندازه گیری را کاهش داد، ولی هیچ گاه نمی توان آن را به صفر رساند.

گزینه ۴: شکل سؤال، تفاوت زاویه دید افراد مختلف

را در اندازه گیری نشان می دهد، شخص B که به صورت عمود بر جسم نتیجه اندازه گیری را قرائت می کند، عملاً بیشترین دقت را در اندازه گیری داشته و خطای آن از سایرین کمتر است.

پس گزینه‌های «۱» و «۳» میرن قاطی باقیالیا!

گام دوم: شخص C که در طرف راست شخص B قرار دارد، مقدار بیشتری را نسبت به شخص B اندازه می گیرد و به همین ترتیب، شخص A که در سمت چپ شخص B قرار دارد، نسبت به B مقدار کمتری را می خواند.

گزینه ۴: دقت اندازه گیری خط کش، برابر کمینه درجه بندی خط کش

$$= 5 \text{ mm} = 0.5 \text{ cm}$$

هشدار: اونایی که گزینه «۳» رو انتخاب کردن، بدانید و آگاه باشید که دقت خط کش را بر حسب میلی متر می خواهد نه سانتی متر! بهتره که رقتونو ببرین بالاتر!

گزینه ۱: اسم وسیله ریزسنجه! فامیلیش دیجیتال (رقمی)؛ شما روی هم دیگه بفونین؛ «ریزسنج دیجیتالی (رقمی)»

گام دوم: دقت اندازه گیری ابزار دیجیتالی (رقمی)، یک واحد از آخرین رقمی است که دستگاه می خواند، بنابراین داریم:

$$20/083 \text{ mm} \Rightarrow \text{دقت اندازه گیری} = 0.001 \text{ mm}$$

آخرین رقم

گزینه ۲: بارها گفته ایم و باز تکرار می کنیم: دقت اندازه گیری ابزار دیجیتالی (رقمی)، برابر یک واحد از آخرین رقمی است که دستگاه می خواند، بنابراین:

$$2/004 \text{ mA} \Rightarrow \text{دقت اندازه گیری} = 0.001 \text{ mA} \xrightarrow{1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A}}$$

آخرین رقم

$$= 0.001 \times 10^3 = 1 \mu\text{A}$$

گزینه ۴: ترازو دیجیتالی است و دقت اندازه گیری آن 0.01 kg یا به عبارتی

دیگر 10 g است. با توجه به گزینه‌ها که بر حسب کیلوگرم و گرم هستند، می توان گفت اعدادی که فقط ضرب‌های درستی از 0.01 kg یا 10 g باشند، می توانند نتیجه اندازه گیری با این ترازو باشند. در گزینه «۴»، عدد 25 g مضرب صحیحی از 10 g نیست؛ پس این مورد نمی تواند با ترازوی مورد نظر ما اندازه گیری شده باشد.

گزینه ۴: در صفحه نمایش تندی سنخ، هر 20 واحد

آن ($20 \text{ km/h} = 100 - 120$) به 10 قسمت مساوی تقسیم شده است؛ پس کمینه درجه بندی تندی سنخ اتومبیل، برابر $2 \text{ km/h} = 20 \div 10$ است، بنابراین دقت اندازه گیری این تندی سنخ برابر 2 km/h است.

گام دوم: برای دماسنج دیجیتالی، دقت اندازه گیری، برابر یک واحد از آخرین رقمی است که دستگاه می خواند، بنابراین:

$$36/2 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow \text{دقت اندازه گیری} = 0.1 \text{ }^\circ\text{C}$$

گزینه ۴: برای مقایسه دقت‌های اندازه گیری با یکدیگر، همگی را بر اساس یکای یکسان (مثلاً گرم) می نویسیم:

بررسی گزینه‌ها: گزینه «۱»: شکل A: در ترازوی مدرج (عقربه‌ای) فاصله بین ۱ تا ۲ به دو قسمت تقسیم شده است، بنابراین دقت اندازه گیری این ترازو به صورت زیر به دست می آید:

$$A = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ kg} = 500 \text{ g}$$

گزینه «۲»: شکل B: دقت ترازوی رقمی (دیجیتال)، برابر یک واحد از آخرین رقمی است که دستگاه می خواند، یعنی:

$$20/80 \text{ kg} \Rightarrow \text{دقت اندازه گیری} = 0.01 \text{ kg} = 10 \text{ g}$$

آخرین رقم