

بخش اول: کمیت، یکا، و اندازه گیری آن

- ۱- آشنایی با کمیت‌ها و یکاهای اصلی و فرعی، نرده‌ای و برداری
- ۲- آشنایی با پیشوندها و نمادگذاری علمی
- ۳- دقت اندازه‌گیری

A زیر شاخه‌های بخش اول

1-A آشنایی با کمیت‌ها و یکاهای اصلی و فرعی، نرده‌ای و برداری

بسیاری از شما تاکنون بارها اصطلاحات کمیت و یکا را شنیده‌اید ولی احتمالاً معنی دقیق آن را نمی‌دانید. در شروع این بحث، ابتدا به تعریف کمیت و یکا پرداخته و سپس آن‌ها را تقسیم‌بندی می‌کنیم:

کمیت: به‌طور کلی هر پدیده‌ی فیزیکی که قابلیت افزایش یا کاهش داشته باشد و بتوان مقدار آن را اندازه‌گیری کرد، کمیت نام دارد.

به عنوان مثال دمای هوا، فاصله‌ی دو جسم، سرعت یک جسم و ...، از مواردی هستند که می‌توانند افزایش یا کاهش یابند و از سوی دیگر می‌توان به آن‌ها مقدار اختصاص داد و در نتیجه کمیت محسوب می‌شوند.

تذکره: پدیده‌هایی مانند خوشحالی یک نفر، شور و اشتیاق افراد برای انجام یک کار و ... که نمی‌توان مقدار آن‌ها را اندازه‌گیری کرد، کیفیت نامیده می‌شود. **یکای:** فیزیک‌دانان برای آن‌که عددهای حاصل از اندازه‌گیری‌های مختلف یک کمیت به راحتی با هم مقایسه شوند، برای هر کمیت، یکای معینی تعریف می‌کنند. به‌طور کلی یکای هر کمیت، مقدار ثابتی از همان کمیت است که واحد اندازه‌گیری آن کمیت محسوب می‌شود. به‌طور مثال یکای کمیت فاصله‌ی بین دو جسم، متر است و یا یکای اندازه‌گیری سرعت یک جسم، $\frac{\text{متر}}{\text{ثانیه}}$ است.

تذکره: یکای تعریف‌شده برای یک کمیت، باید به گونه‌ای انتخاب شود که هم تغییرناپذیر و هم در دسترس باشد.

کمیت‌ها و یکاهای اصلی

با کمی مرور کردن دانسته‌های خود، به احتمال زیاد می‌دانید که بین کمیت‌های مختلف فیزیکی، توسط روابط ریاضی ارتباط برقرار می‌شود (مثلاً رابطه‌ی $V = RI$ در فیزیک اول دبیرستان، ارتباط بین پارامترهای V ، R و I را به ما یاد می‌داد). این ارتباط به ما اجازه می‌دهد که بعضی از کمیت‌ها را برحسب کمیت‌های دیگر بیان کنیم و نیازی به تعریف تعداد زیادی یکا نداشته باشیم. به‌طور کلی کمیت‌هایی که یکای آن‌ها به‌طور مستقل از هم تعریف شده‌اند و توانایی این را داریم که تمام کمیت‌های دیگر را برحسب آن‌ها تعریف کنیم، **کمیت‌های اصلی** نام دارند و قاعده‌تاً به یکای آن‌ها نیز **یکای اصلی** می‌گوییم.

در فیزیک دبیرستان، معمولاً از سیستم بین‌المللی (SI) برای اندازه‌گیری کمیت‌ها استفاده می‌شود. کمیت‌های اصلی تعریف‌شده در این سیستم که در دبیرستان به آن‌ها احتیاج داریم، به همراه یکای (واحد) آن کمیت‌ها در جدول زیر آورده شده است:

| کمیت اصلی | جرم (m) | طول (L) | زمان (t) | دما (T) | مقدار ماده (M) | شدت جریان (I) |
|-----------------|--------------|---------|-----------|-----------|----------------|---------------|
| یکای اصلی مرتبط | کیلوگرم (kg) | متر (m) | ثانیه (s) | کلوین (K) | مول (mol) | آمپر (A) |

کمیت‌ها و یکاهای فرعی

سایر کمیت‌های فیزیک، کمیت‌هایی هستند که یکای آن‌ها مستقل نبوده و برحسب یکای کمیت‌های اصلی بیان می‌شوند. این کمیت‌ها، **کمیت‌های فرعی** نام دارند و در جدول زیر برخی از آن‌ها را آورده‌ایم (بد نیست که با نگاهی ظریف به وابستگی یکای این کمیت‌ها به یکاهای اصلی دقت کنید):

| کمیت فرعی | سرعت | شتاب | حجم | سطح |
|------------|--------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------|
| یکای مرتبط | متر بر ثانیه (m/s) | متر بر مجذور ثانیه (m/s^2) | مترمکعب (m^3) | مترمربع (m^2) |

(سراسری ریاضی ۸۶ فارغ از کشور)

تمرین ۱: جرم و زمان از و کیلوگرم و ثانیه از می‌باشند.

۱) یکاهای فرعی - یکاهای اصلی

۲) یکاهای اصلی - کمیت‌های فرعی

۳) کمیت‌های اصلی - یکاهای اصلی

۴) کمیت‌های اصلی - کمیت‌های فرعی

پاسخ: با توجه به تعریف کمیت و یکا و همچنین با درنظر گرفتن جدول کمیت‌ها و یکاهای اصلی که در بالا به شما یاد دادیم، باید با ما موافق باشید که جرم و زمان از کمیت‌های اصلی و کیلوگرم و ثانیه از یکاهای اصلی محسوب می‌شوند و در نتیجه گزینه‌ی (۳) صحیح است.

آشنایی با یک مهارت

در برخی از مواقع در سؤالات از شما خواسته می‌شود که یکای یک کمیت فرعی را برحسب یکاهای فرعی و اصلی دیگر بیان کنید. به‌عنوان یک روش ساده برای پاسخ به این‌گونه سؤالات، به شما توصیه می‌کنیم که ابتدا با توجه به گزینه‌ها، یک رابطه‌ی فیزیکی مناسب را بین آن کمیت‌ها به‌خاطر آورده و پارامتری که واحد آن موردنظر است را در یک طرف تساوی نگه داشته و سایر پارامترها را به‌طرف دیگر تساوی منتقل کنید. در ادامه به جای کمیت‌های رابطه، یکای آن‌ها را بگذارید تا یکای (واحد) کمیت موردنظرمان به‌دست آید. به‌طور مثال برای پیدا کردن واحد انرژی برحسب kg ، m و s داریم:

$$K = \frac{1}{2} mV^2 \Rightarrow \begin{cases} K \text{ واحد} = J \text{ (ژول)} \\ m \text{ واحد} = \text{kg (کیلوگرم)} \\ V \text{ واحد} = \text{m/s (متر بر ثانیه)} \end{cases} \Rightarrow J \equiv (\text{kg}) \times (\text{m/s})^2 = \text{kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^2$$

در تمرین بعد، می‌خواهیم مهارت ارائه شده را بهتر یاد بگیریم.

تمرین ۲: در کدام یک از گزینه‌های زیر، به ترتیب از راست به چپ یکای کمیت‌های سرعت، شتاب جاذبه، بار الکتریکی و توان عدسی برحسب یکاهای اصلی به‌درستی بیان شده است؟

(کتاب درسی)

$$(۱) \text{m}, \frac{\text{A}}{\text{s}}, \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (۲) \frac{1}{\text{m}}, \frac{\text{A}}{\text{s}}, \frac{\text{m}}{\text{s}}, \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad (۳) \frac{1}{\text{m}}, \text{A} \cdot \text{s}, \frac{\text{m}}{\text{s}}, \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad (۴) \frac{1}{\text{m}}, \text{A} \cdot \text{s}, \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

پاسخ: همان‌طور که از فیزیک سال اول دبیرستان به‌خاطر دارید، یکای سرعت m/s و یکای شتاب گرانش m/s^2 است. از سوی دیگر با توجه به روابط ریاضی بین کمیت‌های فیزیکی، یکای کمیت‌های فرعی بار الکتریکی و توان عدسی را می‌یابیم:

$$\frac{1}{m} \equiv \text{یکای توان عدسی} \Rightarrow D = \frac{1}{f} \text{ : توان عدسی} \quad \text{و} \quad \text{A} \cdot \text{s} \equiv \text{یکای بار الکتریکی} \Rightarrow q = It \text{ : بار الکتریکی}$$

شدت جریان الکتریکی

فاصله‌ی کانونی عدسی (برحسب m)

بنابراین گزینه‌ی (۴) صحیح است.

در فیزیک کمیت‌ها از یک دیدگاه دیگر، به دو دسته‌ی نرده‌ای (اسکالر) و برداری تقسیم می‌شوند. در ادامه‌ی درس می‌خواهیم به معرفی این دیدگاه بپردازیم.

کمیت‌های نرده‌ای (اسکالر)

کمیت‌هایی که برای نشان دادن آن‌ها از یک عدد استفاده کرده و جمع، تفریق و ضرب آن‌ها از قوانین جبری پیروی می‌کند، **کمیت‌های نرده‌ای** نام دارند.

تذکره: برخی از کمیت‌های نرده‌ای مهم در فیزیک دبیرستان عبارت‌اند از:

زمان، جرم، طول، دما، فشار، حجم، مساحت، چگالی، مقاومت، ولتاژ، شدت جریان، بار الکتریکی، انرژی، کار، توان و ...
دقت شود که شما برخی از این کمیت‌ها را شناخته و برخی دیگر را تا انتهای کتاب خواهید شناخت.

کمیت‌های برداری

کمیت‌هایی که برای نشان دادن آن‌ها علاوه بر مقدار از جهت نیز استفاده می‌شود، **کمیت‌های برداری** نام دارند. این کمیت‌ها لزوماً از قاعده‌ی جمع برداری (که در بخش بعدی فصل یاد می‌گیریم) پیروی می‌کنند.

تذکره: برخی از کمیت‌های برداری مهم در فیزیک دبیرستان عبارت‌اند از:

جابه‌جایی، سرعت، شتاب، نیرو و ...

تذکره: از حاصل‌ضرب یک کمیت نرده‌ای در یک کمیت برداری، یک کمیت برداری جدید به‌دست می‌آید. به‌طور مثال کمیت برداری نیرو، از حاصل‌ضرب جرم که یک کمیت نرده‌ای است در کمیت برداری شتاب به‌دست می‌آید (این موضوع قانون دوم نیوتون نام دارد که در فصل سوم کتاب، به‌طور کامل آن را بررسی می‌کنیم). در مورد جهت بردارها نیز می‌توان گفت:

$$\vec{F} = m\vec{a} \xrightarrow{\text{جرم، عددی مثبت است}} \vec{F} \text{ و } \vec{a} \text{، همواره در جهت یک‌دیگر هستند.}$$

$$\vec{A} = k\vec{M} \xrightarrow{\text{اگر } k \text{ منفی باشد}} \vec{A} \text{ و } \vec{M} \text{، همواره در خلاف جهت یک‌دیگر هستند.}$$

(سؤالات امتحانی)

تمرین ۳: کدام یک از بیان‌های زیر، در مورد کمیت‌های برداری دقیق‌تر است؟

- (۱) همه‌ی کمیت‌های جهت‌دار برداری هستند زیرا هیچ کمیت نرده‌ای جهت‌داری وجود ندارد.
- (۲) کمیتی که مقدار و جهت دارد، لزوماً برداری است.
- (۳) کمیتی که از قوانین جمع بردارها پیروی کند، لزوماً برداری است.
- (۴) هر سه گزینه، بیان دقیقی از کمیت‌های برداری را ارائه کرده‌اند.

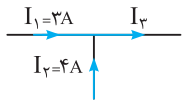
پاسخ: به طور کلی برای برداری بودن یک کمیت، باید هر سه شرط زیر همزمان برقرار باشد. قابل ذکر است که اگر شرط سوم برقرار باشد، دو شرط اول نیز لزوماً برقرار است.

۱- دارای جهت بودن. ۲- دارای مقدار بودن. ۳- پیروی از قوانین جمع و تفریق برداری که در بخش دوم درسنامه با آن آشنا خواهیم شد.

بنابراین گزینه ی (۳) صحیح است.

کمی توجه

جهت دار بودن یک کمیت، الزاماً به معنی برداری بودن آن نیست و کمیت موردنظر حتماً باید از قوانین جمع بردارها نیز پیروی کند. به عنوان مثال کمیت شدت جریان با این که یک کمیت جهت دار است ولی کمیت نرده ای محسوب می شود، زیرا مانند بردارها نمی توانیم جریان ها را با یکدیگر جمع کنیم (شدت جریان از قوانین جبری پیروی می کند). این موضوع را در فیزیک سوم دبیرستان به طور کامل یاد خواهید گرفت و در این جا صرفاً برای تکمیل درس آن را تذکر دادیم.



$$I_3 = 3 + 4 = 7A$$

2-A آشنایی با پیشوندها و نمادگذاری علمی

در این قسمت می خواهیم به معرفی دو روشی که ما را در نوشتن و خواندن اعداد کمک می کنند، بپردازیم. این روش ها عبارتند از:

۱ استفاده از پیشوندها

۲ نمایش اعداد به کمک نمادگذاری علمی

استفاده از پیشوندها

در فیزیک گاهی اوقات که کمیت اندازه گیری شده خیلی کوچک و یا خیلی بزرگ هستند، اگر بخواهیم از یکای استاندارد آن کمیت استفاده کنیم، باید از اعداد با رقم های زیاد استفاده کنیم که این موضوع کمی کار کردن با این اعداد را سخت می کند. برای جلوگیری از این موضوع از پیشوندها استفاده می کنیم، این پیشوندها همگی به شکل 10^n هستند و کار ما را در نوشتن اعداد ساده تر می سازند. به عنوان مثال به جای این که بگوییم ۱۰۰۰ متر، می گوییم یک کیلومتر یا به جای ۰/۱ متر از یک سانتی متر استفاده می کنیم.

تذکر: پیشوندهای مورد استفاده در فیزیک می توانند به صورت پیشوندهای بزرگ تر از واحد (برای مقادیر بزرگ) و یا کوچک تر از واحد (برای مقادیر کوچک) باشند. در ادامه پیشوندهای مهم و پرکاربرد را برای یادگیری شما آورده ایم:

| نام | ترا | گیگا | مگا | کیلو | هکتو | دکا |
|------|------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| نماد | T | G | M | k | h | da |
| معنا | $\times 10^{12}$ | $\times 10^9$ | $\times 10^6$ | $\times 10^3$ | $\times 10^2$ | $\times 10^1$ |

پیشوندهای بزرگ تر از واحد \Leftarrow

| نام | پیکو | نانو | میکرو | میلی | سانتی | دسی |
|------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| نماد | p | n | μ | m | c | d |
| معنا | $\times 10^{-12}$ | $\times 10^{-9}$ | $\times 10^{-6}$ | $\times 10^{-3}$ | $\times 10^{-2}$ | $\times 10^{-1}$ |

پیشوندهای کوچک تر از واحد \Leftarrow

* توجه کنید که d نماینده ی دسی (10^{-1}) بوده و da نماینده ی دکا (10^1) می باشد.

تذکر: گاهی اوقات در حل مسائل باید یک کمیت را از یک مقیاس به مقیاس دیگر منتقل کنیم، به طور مثال فرض کنید می خواهیم ببینیم که یک لیتر چند میلی متر مکعب است.

برای شروع این موضوع، احتمالاً از دوره ی راهنمایی به خاطر دارید که یک لیتر هزار سانتی متر مکعب است و از سوی دیگر هر سانتی متر معادل ده میلی متر است. با توجه به این موضوع، به شیوه ی زیر عمل می کنیم:

$$V = 1 \text{ lit} \xrightarrow[\text{سانتی متر مکعب}]{\text{تبدیل لیتر به}} V = 1 \times 10^3 \text{ cm}^3 \xrightarrow[\text{به میلی متر مکعب}]{\text{تبدیل سانتی متر مکعب}} V = 10^3 \times (10 \text{ mm})^3 = 10^6 \text{ mm}^3$$

دانش آموزان عزیز دقت کنید که میلی متر مکعب که معادل $(\text{mm})^3$ است را به شکل mm^3 می نویسند، نه $\text{m}^3 \text{m}^3$.

تمرین ۴: ۷۲ کیلومتر بر ساعت، چند متر بر ثانیه است؟

$$\text{پاسخ: نحوه ی حل به شکل مقابل است:} \quad V = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} \xrightarrow[\text{و تبدیل ساعت به ثانیه}]{\text{تبدیل کیلومتر به متر}} V = 72 \times \frac{1000 \text{ m}}{60 \times 60 \text{ s}} = 72 \times \frac{1000}{3600} \text{ m/s} = 20 \text{ m/s}$$

سرعت: $V = 72$

در ادامه با حل یک تمرین نسبتاً دشوارتر، این بحث را بهتر یاد می‌گیریم.

(سؤالات امتحانی)

تمرین ۵: هر پیکومتر دکامتر و هر هکتومتر مکعب میکرومتر مکعب است.

$$(۱) ۱۰^{-۱۳} \text{ m}, ۱۰^{-۲۴} \quad (۲) ۱۰^{-۱۳} \text{ m}, ۱۰^{-۸} \quad (۳) ۱۰^{-۱۱} \text{ m}, ۱۰^{-۸} \quad (۴) ۱۰^{-۱۱} \text{ m}, ۱۰^{-۲۴}$$

پاسخ: با توجه به جدول پیشوندها، هر پیکومتر برابر $۱۰^{-۱۲} \text{ m}$ و هر دکامتر برابر ۱۰ m می‌باشد ($۱ \text{ dam} = ۱۰ \text{ m}$ یا $۱ \text{ m} = ۱۰^{-۱} \text{ dam}$) و می‌توان نوشت:

$$۱ \text{ pm} \xrightarrow{\text{تبدیل pm به m}} ۱ \times (۱۰^{-۱۲} \text{ m}) \xrightarrow{\text{تبدیل m به dam}} ۱ \times ۱۰^{-۱۲} \times (۱۰^{-۱} \text{ dam}) = ۱۰^{-۱۳} \text{ dam}$$

از سوی دیگر هر هکتومتر برابر $۱۰^۲ \text{ m}$ و هر میکرومتر برابر $۱۰^{-۶} \text{ m}$ می‌باشد ($۱ \mu\text{m} = ۱۰^{-۶} \text{ m}$ یا $۱ \text{ m} = ۱۰^۶ \mu\text{m}$):

$$(گزینه ی ۱) ۱ \text{ hm}^۳ \xrightarrow{\text{تبدیل m}^۳ \text{ به } (\mu\text{m})^۳} ۱ \times (۱۰^۲ \text{ m})^۳ = ۱۰^۶ \text{ m}^۳ \xrightarrow{\text{تبدیل m}^۳ \text{ به } (\mu\text{m})^۳} ۱۰^۶ \times (۱۰^۶ \mu\text{m})^۳ = ۱۰^۶ \times ۱۰^{۱۸} \mu\text{m}^۳ = ۱۰^{۲۴} \mu\text{m}^۳$$

لـ تبدیل متر به میکرومتر لـ معادل هکتومتر

نمایش اعداد به کمک نمادگذاری علمی

یک روش دیگر جهت نمایش اعداد خیلی بزرگ یا خیلی کوچک، استفاده از نمادگذاری علمی است. در این روش مقدار یک پارامتر را به فرم کلی $A = a \times ۱۰^{\pm n}$ نمایش داده که در آن a یک عدد حقیقی در بازه ی $۱ \leq a < ۱۰$ و n یک عدد طبیعی است. برای درک بهتر این موضوع به مثال‌های زیر توجه کنید:

| | |
|--|---|
| (۱) $۰/۰۰۰۰۰۱۲ = ۱/۲ \times ۱۰^{-۶}$ رقم ۶ | (۲) $۱۲۰۰۰ = ۱/۲ \times ۱۰^۴$ رقم ۴ |
| (۳) $۰/۰۰۴۰۸۰۱ = ۴/۰۸۰۱ \times ۱۰^{-۳}$ رقم ۳ | (۴) $۱۰۳۴۸۰۰۱ = ۱/۰۳۴۸۰۰۱ \times ۱۰^۷$ رقم ۷ |

از مثال‌های ساده‌ی فوق می‌توان فهمید:

۱) ممیز را به سمت راست (جلو) جابه‌جا کنیم \Leftarrow عدد منفی ۱۰^{\pm} \Leftarrow مثال‌های (۱) و (۳)

۲) ممیز را به سمت چپ (عقب) جابه‌جا کنیم \Leftarrow عدد مثبت ۱۰^{\pm} \Leftarrow مثال‌های (۲) و (۴)

در ادامه با حل دو تمرین، مهارت شما را در این بحث مهم افزایش خواهیم داد.

تمرین ۶: زمان انجام یک واکنش بسیار سریع، ۴۰ میکروثانیه است. زمان انجام این واکنش مطابق شیوه‌ی نمادگذاری علمی، چند پیکوثانیه است؟

$$(۱) ۴۰ \times ۱۰^{-۶} \quad (۲) ۴ \times ۱۰^{-۷} \quad (۳) ۴۰ \times ۱۰^{-۳} \quad (۴) ۴ \times ۱۰^{-۴} \quad (\text{تألیفی})$$

پاسخ: برای بررسی این سؤال، ابتدا روند تبدیل واحد را انجام می‌دهیم. به همین منظور در ابتدا میکروثانیه را به ثانیه و سپس ثانیه را به پیکوثانیه تبدیل می‌کنیم.

$$۱ \text{ s} = ۱۰^{۱۲} \text{ ps} \quad \leftarrow \text{یا} \quad ۱ \text{ s} = ۱۰^{-۱۲} \text{ s} \quad (۱ \text{ ps} = ۱۰^{-۱۲} \text{ s})$$

$$t = ۴۰ \mu\text{s} \xrightarrow{\text{تبدیل میکروثانیه به ثانیه}} t = ۴۰ \times (۱۰^{-۶} \text{ s}) \xrightarrow{\text{تبدیل ثانیه به پیکوثانیه}} t = ۴۰ \times ۱۰^{-۶} \times (۱۰^{۱۲} \text{ ps}) = ۴۰ \times ۱۰^۶ \text{ ps}$$

در ادامه‌ی کار، مقدار به‌دست آمده را به روش نمادگذاری علمی می‌نویسیم:

$$t = ۴۰ \times ۱۰^۶ \text{ ps} = ۴ \times ۱۰^۱ \times ۱۰^۶ \text{ ps} = ۴ \times ۱۰^۷ \text{ ps} \quad (\text{گزینه ی ۲})$$

رقم ۱ ↑

(تألیفی)

تمرین ۷: با استفاده از شیوه‌ی نمادگذاری علمی، ۲۷ کیلومتر چند میکرومتر و ۲۵۰۰۰ مترمربع چند دسی‌مترمربع است؟

$$(۱) ۲۷ \times ۱۰^۹, ۲/۵ \times ۱۰^{-۵} \quad (۲) ۲/۵ \times ۱۰^۵, ۲/۷ \times ۱۰^{-۲} \quad (۳) ۲/۵ \times ۱۰^۶, ۲/۷ \times ۱۰^{-۱۰} \quad (۴) ۲۵ \times ۱۰^۵, ۲/۷ \times ۱۰^{-۱۰}$$

پاسخ: با توجه به مقادیر مربوط به پیشوندها در نام‌گذاری و نمادگذاری علمی داریم:

$$۱ \text{ dm} = ۱۰^{-۱} \text{ m} \Rightarrow ۱ \text{ m} = ۱۰^۱ \text{ dm} \quad , \quad ۱ \mu\text{m} = ۱۰^{-۶} \text{ m} \Rightarrow ۱ \text{ m} = ۱۰^۶ \mu\text{m}$$

$$(۱) ۲۷ \text{ km} \xrightarrow{\text{تبدیل km به m}} ۲۷ \times (۱۰^۳ \text{ m}) \xrightarrow{\text{تبدیل m به } \mu\text{m}} ۲۷ \times ۱۰^۳ \times (۱۰^۶ \mu\text{m}) = ۲۷ \times ۱۰^۹ \mu\text{m}$$

$$\Rightarrow ۲۷ \times ۱۰^۹ \mu\text{m} = ۲/۷ \times ۱۰^۱ \times ۱۰^۹ \mu\text{m} = ۲/۷ \times ۱۰^{۱۰} \mu\text{m}$$

رقم ۱

$$(۲) ۲۵۰۰۰ \text{ m}^۲ \xrightarrow{\text{تبدیل m}^۲ \text{ به } (\text{dm})^۲} ۲۵۰۰۰ \times (۱۰ \text{ dm})^۲ = ۲۵۰۰۰ \times ۱۰^۲ \text{ dm}^۲ = ۲۵ \times ۱۰^۳ \times ۱۰^۲ \text{ dm}^۲ = ۲۵ \times ۱۰^۵ \text{ dm}^۲$$

$$\Rightarrow ۲۵ \times ۱۰^۵ \text{ dm}^۲ = ۲/۵ \times ۱۰^۱ \times ۱۰^۵ \text{ dm}^۲ = ۲/۵ \times ۱۰^۶ \text{ dm}^۲ \quad (\text{گزینه ی ۳})$$

رقم ۱

3-A دقت اندازه‌گیری

احتمالاً مشاهده کرده‌اید که در هنگام زدن ضربه‌ی آزاد در بازی فوتبال، داور مسابقه با شمردن تعداد قدم‌های خود، فاصله‌ی بین توپ فوتبال و دیوار دفاعی را تخمین می‌زند. از سوی دیگر این اندازه‌گیری با یک متر فلزی نیز قابل انجام است. به نظر شما آیا در دو حالت، داور با یک دقت فاصله‌ی بین توپ و دیوار دفاعی را اندازه گرفته است؟ برای این‌که پاسخ این سؤال را بدهید، باید با مفهومی به نام دقت اندازه‌گیری آشنا شوید، که در این قسمت ما آن را به شما یاد می‌دهیم.

مفهوم دقت اندازه‌گیری

کم‌ترین مقداری را که یک وسیله‌ی اندازه‌گیری می‌تواند اندازه بگیرد، **دقت اندازه‌گیری** آن وسیله می‌نامند و باید بدانید که حاصل اندازه‌گیری با هر وسیله‌ی اندازه‌گیری، مضرب صحیحی از دقت اندازه‌گیری آن وسیله است. حتماً از خود می‌پرسید که این جمله چه معنایی دارد؟ برای درک مفهوم این جمله، خط‌کشی که دقت اندازه‌گیری آن یک میلی‌متر است (برحسب میلی‌متر مدرج است) را در نظر بگیرید، این خط‌کش نمی‌تواند طول‌های کوچک‌تر از ۱ میلی‌متر را اندازه بگیرد، پس نمی‌تواند عددی مانند ۱/۱ mm را ارائه کند، زیرا این عدد مضرب صحیحی از ۱ mm نیست، اما می‌تواند بگوید فاصله‌ی A و B برابر ۱۰ mm است.

نتیجه: ۱) یک دستگاه، نمی‌تواند مقادیر کم‌تر از دقت اندازه‌گیری‌اش را اندازه بگیرد.
۲) مقداری که یک دستگاه اندازه می‌گیرد، باید مضرب صحیحی از دقت اندازه‌گیری آن باشد.

در ادامه به حل چند تمرین از این بحث می‌پردازیم.

تمرین ۸: کدام یک از گزینه‌های زیر، می‌تواند نتیجه‌ی اندازه‌گیری حجم یک مایع با پیمانه‌ای با حجم 6 cm^3 باشد؟ (تألیف)

۱) 18 cm^3 ۲) 20 cm^3 ۳) 16 cm^3 ۴) 15 cm^3

پاسخ: با کمی فکر می‌توان گفت کم‌ترین مقداری را که این پیمانه می‌تواند اندازه‌گیری کند، برابر 6 cm^3 است و در نتیجه دقت اندازه‌گیری آن 6 cm^3 می‌باشد (دقت کنید با یک پیمانه با حجم 6 cm^3 نمی‌توان حجم 3 cm^3 را اندازه گرفت. در این پیمانه می‌توان گفت هر بار که پیمانه پر باشد، 6 cm^3 مایع داریم)، بنابراین نتیجه‌ی اندازه‌گیری با این پیمانه باید مضرب صحیحی از 6 cm^3 (یعنی مقادیری مانند 6 cm^3 ، 12 cm^3 ، 18 cm^3 ، 24 cm^3 و ...) باشد که فقط گزینه‌ی (۱) این ویژگی را دارد.

نکته‌ی دیگر: در این‌گونه سؤالات حاصل تقسیم مقادیر اندازه‌گیری شده توسط پیمانه بر دقت اندازه‌گیری پیمانه، باید عددی صحیح شود (یعنی بر هم بخش پذیر باشد).

$$\begin{aligned} \text{گزینه‌ی (۱): } \frac{18}{6} &= 3 \quad \checkmark & \text{گزینه‌ی (۲): } \frac{20}{6} &= \frac{10}{3} \quad \times \\ \text{گزینه‌ی (۳): } \frac{16}{6} &= \frac{8}{3} \quad \times & \text{گزینه‌ی (۴): } \frac{15}{6} &= \frac{5}{2} \quad \times \end{aligned}$$

چند تذکر:

- در مقایسه‌ی چند دستگاه اندازه‌گیری، هر دستگاهی که بتواند مقادیر کوچک‌تری را اندازه‌گیری کند، دقت اندازه‌گیری بیشتری دارد.
- در نشان دادن اعداد، تعداد صفرهای بعد از ممیز نشان‌دهنده‌ی دقت اندازه‌گیری دستگاه است و نباید آن‌ها را حذف کرد. این موضوع در تست‌ها بارها مورد توجه قرار گرفته است، برای درک بهتر به دو تمرین زیر توجه کنید.

تمرین ۹: سه دستگاه سرعت‌سنج A، B و C، سرعت جسمی را به ترتیب 25 m/s ، 25.0 m/s و 25.00 m/s اندازه‌گیری کرده‌اند. مفهوم دقت اندازه‌گیری این سه دستگاه را تفسیر کرده و مقایسه کنید. (سؤالات امتحانی)

پاسخ: ابتدا دقت اندازه‌گیری هر وسیله را برحسب یک واحد یکسان به دست می‌آوریم:
عدد سرعت‌سنج A: این عدد به صورت یک عدد تنها و بدون ممیز نشان داده شده است. در این حالت، دقت اندازه‌گیری به اندازه‌ی واحد نوشته شده در جلوی عدد است.

$$V_A = 25\text{ m/s} \Rightarrow A: \text{دقت اندازه‌گیری } a = 1\text{ m/s}$$

تفسیر: این موضوع یعنی در اندازه‌گیری سرعت توسط این سرعت‌سنج، 1 m/s خطا وجود دارد و اندازه‌ی سرعت واقعی جسم در این حالت، بین 24 m/s و 26 m/s می‌باشد.

$$24\text{ m/s} < \text{مقدار واقعی سرعت} < 26\text{ m/s} \Rightarrow 24\text{ m/s} < x + a < x - a < \text{مقدار واقعی}$$

توجه کنید که این اندازه‌گیری با سرعت‌سنجی انجام شده است که یک واحد یک واحد برحسب متر بر ثانیه درجه‌بندی شده و به‌طور مثال نمی‌تواند عدد 25.5 m/s را نشان دهد.

عدد سرعت سنج B: این عدد به صورت یک عدد با یک رقم اعشار نشان داده شده است. در این حالت، دقت اندازه‌گیری به اندازه‌ی ۱٪ واحد نوشته شده در جلوی عدد است.

$V_B = 25 \text{ m/s} \Rightarrow B$ دقت اندازه‌گیری $a = 0.1 \text{ m/s}$

تفسیر: این موضوع یعنی در اندازه‌گیری سرعت توسط این سرعت‌سنج، 1 m/s خطا وجود دارد و اندازه‌ی سرعت واقعی جسم بین $24/9\text{ m/s}$ و $25/1\text{ m/s}$ می‌باشد.

$$x - a < \text{مقدار واقعی} < x + a \Rightarrow 24/9 \text{ m/s} < \text{مقدار واقعی} < 25/1 \text{ m/s}$$

عدد سرعت سنج C: این عدد به صورت یک عدد با دو رقم اعشار نوشته شده است. در این حالت، دقت اندازه‌گیری به اندازه‌ی ۱٪ واحد نوشته شده در جلوی عدد است.

$$V_C = 2500 \text{ m/s} \Rightarrow C: \text{دقت اندازه‌گیری} = 0.1 \text{ m/s}$$

تفسیر: اندازه‌ی واقعی سرعت در این حالت، بین $24/99 \text{ m/s}$ و $25/01 \text{ m/s}$ می‌باشد.

ملاحظه می‌کنیم سرعت‌سنج C مقادیر کوچک‌تری را می‌تواند اندازه بگیرد. بنابراین دقت اندازه‌گیری سرعت‌سنج C بیشتر از B و دقت اندازه‌گیری سرعت‌سنج B بیشتر از A است.

نکاهی دیگر به این تمرین: می‌توان گفت که برای محاسبه دقت اندازه‌گیری، می‌توان به‌جای آخرین رقم سمت راست، عدد یک و به‌جای بقیه‌ی رقم‌ها عدد صفر گذاشت و ممیز در سر جای خود باقی بماند. با این روش، دقت اندازه‌گیری برحسب واحد داده شده به‌دست می‌آید:

محاسبه‌ی دقت اندازه‌گیری $25/00 \text{ m/s} \rightarrow 00/01 \text{ m/s}$ یا $00/01 \text{ m/s}$

تمرین ۱۰: با ترازویی که دقت آن 0.1° گرم است، جرم جسمی را اندازه گرفته‌ایم. کدام مقدار، می‌تواند گزارش نتیجه‌ی این اندازه‌گیری برحسب گرم باشد؟

(سراسری ترمبی ۸۸ فارغ از کشور)

३२/०१ (५)

۳۲ (۳

३२/०९ (२)

३२/० (१)

پاسخ: با توجه به سؤال قبل، دقت اندازه‌گیری اعداد هریک از گزینه‌ها را محاسبه می‌کنیم ($1\text{ gr} = 0.1\%$ دقت اندازه‌گیری ترازو):

(۲) 0.01 gr : دقت اندازه‌گیری $\Rightarrow 0.32 \text{ gr}$

(۱) $1\text{ gr} \pm 0.32\text{ gr} \Rightarrow$ دقت اندازه‌گیری

(۴) $0.01 \text{ gr} : \text{دقت اندازه گیری} \Rightarrow 0.01 \text{ gr}$

(۳) ۱ gr : دقت اندازه‌گیری $\Rightarrow 32 \text{ gr}$

بنابراین تنها گزینه‌ی (۱) می‌تواند نتیجه‌ی اندازه‌گیری با این ترازو باشد.





آشنایی با کمیت‌ها (کمیت‌های اصلی، فرعی، برداری و نرده‌ای)

(سؤالات امتحانی)

۱- کدام یک از عبارت‌های زیر، در مورد یکای اندازه‌گیری یک کمیت صحیح نیست؟

(۱) در دسترس باشد و مقدار معینی از آن کمیت باشد.

(۲) یکای اندازه‌گیری باید در حد امکان کوچک باشد.

(۳) به‌گونه‌ای انتخاب شود که در شرایط فیزیکی تعیین شده برای آن، تغییر نکند.

(۴) دستگاه بین‌المللی SI، شامل مجموعه‌ای از یکاهای مورد توافق بین‌المللی است.

(آزمایشی سنجش ۸۴)

۲- در عمل نیازی نیست که برای هر یک از کمیت‌های علم فیزیک یکای مستقل تعریف شود، زیرا:

(۱) منابع انتخاب یکا محدود است.

(۲) در عمل با تمام کمیت‌ها در ارتباط نیستیم.

(۳) قوانین فیزیک و ریاضی کمیت‌ها را به هم مربوط می‌کند.

(۴) تعدادی از کمیت‌ها بدون یکا (واحد) می‌باشند.

(کتاب درسی)

۳- کدام یک از عبارت‌های زیر، بیانگر اصلی‌ترین ویژگی کمیت‌های اصلی است؟

(۱) یکای آن‌ها مستقل نمی‌باشد.

(۲) در دسترس هستند.

(۳) یکای آن‌ها به‌طور مستقل تعریف شده است.

(۴) دارای یکای کوچک هستند.

(تألیفی)

۴- در مورد کمیت‌ها و یکاهای اصلی، کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

(۱) شدت جریان الکتریکی و کلون از یکاهای اصلی می‌باشند.

(۲) طول و ثانیه از کمیت‌های اصلی می‌باشند.

(۳) دما کمیتی اصلی و کولن از یکاهای فرعی می‌باشد.

(۴) سرعت کمیتی اصلی و گرم نیز از یکاهای اصلی می‌باشد.

(سؤالات امتحانی)

۵- کدام یک از گزینه‌های زیر، یکای کمیت «انرژی» را برحسب یکاهای کیلوگرم (kg)، متر (m) و ثانیه (s) درست نشان می‌دهد؟

(راهنمایی: از رابطه $K = \frac{1}{2} m v^2$ کمک بگیرید.)

(۱) $kg \cdot m \cdot s^{-1}$ (۲) $kg \cdot m \cdot s$ (۳) $kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}$ (۴) $kg \cdot m^2 \cdot s^2$

(آزمایشی سنجش ۸۶)

۶- کدام مورد، هم دربارهی کمیت‌های برداری و هم دربارهی کمیت‌های نرده‌ای درست است؟

(۱) دارای جهت‌اند.

(۲) قابل اندازه‌گیری هستند.

(۳) عمل تفریق برای هر دو به یک صورت تعریف شده است.

(۴) عمل جمع برای هر دو به یک صورت تعریف شده است.

(آزاد ریاضی ۸۳ فارغ از کشور)

۷- حاصل ضرب عدد K در کمیت برداری \vec{M} :

(۱) برداری عمود بر بردار \vec{M} را ایجاد می‌کند.

(۲) برداری هم‌جهت با بردار \vec{M} را ایجاد می‌کند.

(۳) برداری در خلاف جهت بردار \vec{M} را ایجاد می‌کند.

(۴) برداری هم‌راستا با بردار \vec{M} را ایجاد می‌کند.

(سؤالات امتحانی)

۸- اگر A و B دو کمیت فیزیکی با دو یکای متفاوت باشند، کدام یک از گزینه‌های زیر از لحاظ فیزیکی نادرست است؟

(۱) AB (۲) BA^2 (۳) $A + B$ (۴) $\frac{A}{B}$

(آزاد پیشکشی ۸۴)

۹- کمیت‌های انرژی، جابه‌جایی، جرم و نیرو به‌ترتیب چه نوع کمیت‌هایی هستند؟

(۱) نرده‌ای، نرده‌ای، برداری، برداری

(۲) برداری، برداری، نرده‌ای، برداری

(۳) برداری، نرده‌ای، برداری، نرده‌ای

(۴) نرده‌ای، برداری، نرده‌ای، برداری

(سؤالات امتحانی)

۱۰- کدام یک از کمیت‌های زیر، کمیتی نرده‌ای و اصلی می‌باشد؟

(۱) شدت جریان (۲) انرژی پتانسیل (۳) میدان گرانشی (۴) توان



آشنایی با پیشوندهای مورد استفاده برای واحدها و نمادگذاری علمی

(کتاب درسی)

۱۱- کدام یک از عبارت‌های زیر، در مورد نمادگذاری علمی صحیح است؟

(۱) این روش، فقط برای نمایش اعداد بزرگ استفاده می‌شود.

(۲) در نمادگذاری علمی، هر مقدار را به‌صورت حاصل ضرب عددی بزرگ‌تر از صفر و کوچک‌تر از 10^1 که در توان صحیحی از 10 ضرب می‌شود، می‌نویسند.

(۳) استفاده از نمادگذاری علمی، احتمال اشتباه در خواندن و نوشتن اعداد را کاهش می‌دهد.

(۴) این روش فقط برای نمایش اعداد مثبت استفاده می‌شود.

(تألیفی)

۱۲- کدام یک از عبارت‌های زیر، با توجه به شیوهی نمادگذاری علمی صحیح است؟

(۱) $3/18 \times 10^{-1}$ (۲) $10/1 \times 10^{-7}$ (۳) $730 \times 10^5 = 73 \times 10^8$ (۴) $0/173 \times 10^{-3} = 1/73 \times 10^{-2}$

- ۱۳- کدام یک از پیشوندهای زیر در SI، نشان‌دهنده‌ی 10^9 و 10^{-1} است؟
 (۱) نانو، دکا (۲) ترا، دسی (۳) پیکو، هکتو (۴) گیگا، دسی
 (کتاب درسی)
- ۱۴- هر میلی‌لیتر معادل است با یک
 (۱) سانتی‌متر مکعب (۲) سانتی‌متر مربع (۳) دسی‌متر مکعب (۴) دسی‌متر مربع
 (آزمون پیش‌دانشگاهی ۷۷)
- ۱۵- عرض یک صفحه مستطیلی 9 nm و طول آن $2\text{ }\mu\text{m}$ است. مساحت آن به شیوه‌ی نمادگذاری علمی چند m^2 است؟
 (۱) 18×10^{-16} (۲) $1/8 \times 10^{-16}$ (۳) $1/8 \times 10^{-15}$ (۴) $1/8 \times 10^{-14}$
 (تألیفی)
- ۱۶- گیاهی در طی ۱۴ روز، 34 mm رشد می‌کند. آهنگ رشد این گیاه بر حسب میکرومتر بر ثانیه تقریباً چه قدر است؟
 (۱) $0/28$ (۲) $2/43$ (۳) $1/68$ (۴) $0/672$
 (کتاب درسی)

دقت اندازه‌گیری و وسایل اندازه‌گیری



- ۱۷- کم‌ترین مقداری را که یک وسیله‌ی اندازه‌گیری می‌تواند اندازه بگیرد، چه می‌نامند؟
 (۱) کمیت اصلی (۲) کمیت فرعی (۳) دقت اندازه‌گیری (۴) واحد اندازه‌گیری
 (آزمایشی سنجش ۸۳)
- ۱۸- با پیمانهای می‌توان حجم مایع‌ها را به‌صورت 8 cm^3 ، 12 cm^3 ، 20 cm^3 و ... اندازه‌گیری کرد. دقت اندازه‌گیری این پیمان، چند سانتی‌متر مکعب می‌تواند باشد؟
 (۱) 8 cm^3 (۲) 4 cm^3 (۳) 5 cm^3 (۴) 6 cm^3
 (سوالات امتحانی)
- ۱۹- برای انجام یک آزمایش در آزمایشگاه، از یک ترازو استفاده کرده و جرمی را اندازه می‌گیریم. این ترازو دارای وزنه‌های ۱، ۲ و ۳ کیلوگرمی و همچنین وزنه‌های ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۵۰۰ گرمی است. اگر شخص به تعداد کافی از این وزنه‌ها در اختیار داشته باشد، کدام یک از اعداد زیر نمی‌تواند حاصل اندازه‌گیری با این ترازو بر حسب گرم باشد؟
 (۱) ۲۰۰۰ (۲) ۱۱۰۰ (۳) ۱۱۵۰ (۴) ۲۲۰۰
 (تألیفی)
- ۲۰- ترازوی A جرم جسمی را $2/400\text{ kg}$ و ترازوی B جرم یک جسم دیگر را $4/901\text{ kg}$ اندازه‌گیری کرده است. دقت ترازوی A چند کیلوگرم و دقت ترازوی B چند گرم است؟
 (۱) $0/1 - 0/01$ (۲) $0/1 - 1$ (۳) $0/1 - 0/001$ (۴) $0/0001 - 0/001$
 (تألیفی)
- ۲۱- خط‌کشی بر حسب میلی‌متر درجه‌بندی شده است. کدام یک از اندازه‌گیری‌های زیر توسط این خط‌کش درست است؟
 (۱) $4/5$ میلی‌متر (۲) $1/35$ سانتی‌متر (۳) $5/4$ سانتی‌متر (۴) $0/0025$ متر
 (سراسری ریاضی فارغ از کشور ۹۳)
- ۲۲- سه دانش‌آموز طول حیاط مدرسه‌شان را به ترتیب $8/3500 \times 10^3\text{ m}$ ، 835000 cm و $8/35\text{ km}$ اندازه‌گیری کرده‌اند. دقت اندازه‌گیری کدام یک بیشتر است؟
 (۱) دانش‌آموز اول (۲) دانش‌آموز دوم (۳) دانش‌آموز سوم (۴) هر سه برابرند.
 (تألیفی)
- ۲۳- دقت اندازه‌گیری در کدام یک از گزینه‌ها با بقیه متفاوت است؟
 (۱) $35/43\text{ gr}$ (۲) $78/5\text{ dgr}$ (۳) $4/74 \times 10^{-3}\text{ kg}$ (۴) 456 mgr
 (تألیفی)
- ۲۴- یک ساعت دیجیتال، نیمه‌ی روز را با عدد $12:00$ و ساعت دیگر آن را با $12:00:00$ نشان می‌دهد. دقت اندازه‌گیری این دو ساعت به ترتیب از راست به چپ چند ثانیه است؟
 (۱) $1 - 60$ (۲) $60 - 60$ (۳) $1 - 1$ (۴) $60 - 1$
 (تألیفی)
- ۲۵- با استفاده از یک ترازو که تا $0/1$ کیلوگرم را می‌تواند اندازه‌گیری کند، جرم جسمی را $4/30\text{ kg}$ اندازه‌گیری می‌کنیم. با اطمینان می‌توان گفت که جرم این جسم است.
 (۱) 4 کیلوگرم (۲) $4/30$ کیلوگرم (۳) بین $4/29$ کیلوگرم و $4/31$ کیلوگرم (۴) $4/300$ کیلوگرم
 (آزمایشی سنجش ۸۷)
- ۲۶- کدام یک از عبارتهای زیر نادرست است؟
 (۱) در اندازه‌گیری طول‌های نه چندان بزرگ و نه چندان کوچک، از یک خط‌کش معمولی استفاده می‌کنیم.
 (۲) یک خط‌کش معمولی، نمی‌تواند عددهایی مانند $41/8$ یا $42/1$ میلی‌متر را نشان دهد.
 (۳) دقت اندازه‌گیری ریزسنج، کم‌تر از دقت اندازه‌گیری کولیس است.
 (۴) دقت اندازه‌گیری ریزسنج، بیشتر از دقت اندازه‌گیری خط‌کش معمولی است.
 (کتاب درسی، سوالات امتحانی)
- ۲۷- به ترتیب چه ابزاری برای اندازه‌گیری بلندی موی سر نسبتاً بلند، ضخامت کتاب درسی فیزیک (۲) و ضخامت یک برگه‌ی کاغذ از آن، مناسب‌تر است؟
 (۱) خط‌کش میلی‌متری، خط‌کش میلی‌متری، خط‌کش میلی‌متری (۲) کولیس، خط‌کش میلی‌متری، ریزسنج
 (۳) کولیس، ریزسنج، ریزسنج (۴) خط‌کش میلی‌متری، کولیس، ریزسنج

۱ ۲ ابتدا باید توجه شود که یکاهای اندازه‌گیری باید به‌گونه‌ای انتخاب شوند، که هم در شرایط فیزیکی تعیین شده برای آن (مانند دما، فشار و ...) تغییرناپذیر بوده (گزینه‌ی ۳) و هم در دسترس باشند (گزینه‌ی ۱). از سوی دیگر این یکا باید مقدار معینی از همان کمیت باشد و لازم نیست در حد امکان کوچک در نظر گرفته شود (یکاهای می‌توانند مقدار بزرگی از یک کمیت نیز باشند).

۲ ۳ قوانین فیزیک با کمک روابط ریاضی، کمیت‌های مختلف فیزیکی را به یکدیگر مرتبط می‌سازند. با توجه به این موضوع، واحد کمیت‌های فرعی برحسب کمیت‌های اصلی بیان می‌شوند و نیازی به تعریف تعداد زیادی یکا (واحد) برای کمیت‌های مختلف نمی‌باشد. برای درک بهتر، به مثال‌های مطرح شده در درسنامه توجه کنید.

۳ ۳ اصلی‌ترین ویژگی کمیت‌های اصلی، تعریف کردن یکاهای مستقل برای آن‌ها است که در گزینه‌ی (۳) به این موضوع اشاره شده است.

تذکر: توجه داشته باشیم که یکای کمیت‌های فرعی به‌طور مستقل تعریف نشده و به‌صورت ترکیبی از یکاهای اصلی معرفی می‌شوند.

(آزمایشی سنجش ۸۱)

تمرین: یکای هر کمیت:

(۲) نمی‌تواند مستقل از کمیت‌های دیگر باشد.

(۱) از اول پیدایش علم مقدار ثابتی بوده است.

(۴) الزاماً مستقل از کمیت‌های دیگر است.

(۳) مقدار معینی از همان کمیت است.

پاسخ: گزینه‌ی (۳) صحیح است.

۴ ۳ در این سؤال در واقع تفاوت مفهوم کمیت و یکا را مورد توجه قرار داده‌ایم. با توجه به جدول مطرح شده در درسنامه، دما کمیتی اصلی و کولن از یکاهای فرعی می‌باشد و گزینه‌ی (۳) صحیح است. به‌عنوان تمرین، سایر گزینه‌ها را بررسی کنید. [توجه شود که سرعت، کمیتی فرعی است].

۵ ۳ همان‌طور که می‌دانیم، انرژی کمیتی فرعی است. برای پیدا کردن یکای آن برحسب یکاهای اصلی، با توجه به راهنمایی سؤال می‌توان از رابطه‌ی انرژی جنبشی استفاده کرد:

$$(m) \quad \text{با توجه به فیزیک اول دبیرستان} \quad \text{یکای سرعت (V)} \equiv \frac{m}{s} \quad \text{یکای جرم (m)} \equiv kg$$

$$K = \frac{1}{2} m V^2 \Rightarrow \text{یکای انرژی} \equiv kg \times \left(\frac{m}{s}\right)^2 \Rightarrow \text{یکای انرژی} \equiv kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}$$

۶ ۲ با توجه به تعریف کمیت (پدیده‌ای فیزیکی که قابلیت افزایش یا کاهش داشته و قابل اندازه‌گیری باشد)، قابل اندازه‌گیری بودن، ویژگی مشترک همه‌ی کمیت‌ها محسوب شده و این موضوع مستقل از برداری بودن یا ندره‌ای بودن آن‌ها است.

۷ ۴ اگر بردار حاصل ضرب عدد K در بردار \vec{M} را \vec{A} بنامیم، داریم:

$$\begin{cases} \vec{A} = K \vec{M} \xrightarrow{\text{اگر } K > 0 \text{ باشد}} \vec{A} \text{ و } \vec{M} \text{ در یک راستا و هم‌جهت هستند.} \\ \vec{A} = K \vec{M} \xrightarrow{\text{اگر } K < 0 \text{ باشد}} \vec{A} \text{ و } \vec{M} \text{ در یک راستا و در خلاف جهت یکدیگر هستند.} \end{cases}$$

بنابراین بردارهای \vec{A} و \vec{M} لزوماً با یکدیگر هم‌راستا هستند و در مورد هم‌جهت بودن یا در خلاف جهت بودن آن‌ها، بدون دانستن علامت K نمی‌توان اظهار نظر کرد.

۸ ۳ در صورتی می‌توان دو کمیت فیزیکی را با هم جمع و یا از هم کم کرد که هم‌جنس بوده و دارای یکاهای یکسان اندازه‌گیری باشند. از سوی دیگر کمیت‌های فیزیکی (و نه لزوماً دو کمیت یکسان) را می‌توان در هم ضرب یا تقسیم کرد و یا حتی به توان رساند. به‌طور مثال همان‌طور که در فیزیک اول دبیرستان مشاهده کردیم، از ضرب کمیت شدت جریان الکتریکی و زمان در یکدیگر، به کمیت بار الکتریکی شارش شده می‌رسیم:

$$q = It \Rightarrow \text{واحد بار الکتریکی} \equiv A \cdot s$$

یادآوری: به یاد داریم که واحد بار الکتریکی را با کولن نمایش می‌دادیم که معادل با آمپرثانیه است.

۹ ۴ با توجه به تعریف کمیت‌های ندره‌ای و برداری، انرژی و جرم از کمیت‌های ندره‌ای و جابه‌جایی و نیرو از کمیت‌های برداری محسوب می‌شوند.

۱۰ ۱ از بین گزینه‌های ذکر شده در این سؤال، فقط شدت جریان الکتریکی کمیتی اصلی محسوب می‌شود.

* با کمی دقت، به سادگی می‌توان فهمید که کمیت‌های اصلی همگی ندره‌ای هستند.

۱۱ ۳ با توجه به بحث نمادگذاری علمی در درسنامه، این روش برای راحت‌تر بودن و احتمال اشتباه کم‌تر در خواندن و نوشتن، برای نمایش اعداد خیلی بزرگ یا خیلی کوچک استفاده می‌شود و گزینه‌ی (۳) صحیح است.

۱۲ در نمادگذاری علمی هر مقدار را به صورت حاصل ضرب عددی بین ۱ تا 10^1 ($1 \leq a < 10$) در توان صحیحی از 10^0 می‌نویسند. بنابراین گزینه‌های (۲) و (۳) مسلماً نادرست است و با رعایت شیوه‌ی نمادگذاری علمی داریم:

(۱) $3/18 \times 10^2 = 3/18 \times 10^{-3} \times 10^5 = 3/18 \times 10^{-2}$ (گزینه‌ی ۱)
 ۳ رقم بعد از ممیز

(۲) $1/01 \times 10^{-6} = 1/01 \times 10^{-6}$ (گزینه‌ی ۲)
 ۶ رقم بعد از ممیز

(۳) $7/30 \times 10^5 = 7/30 \times 10^{-2} \times 10^7 = 7/30 \times 10^{-2}$ (گزینه‌ی ۳)
 ۲ رقم به سمت چپ می‌بریم.

(۴) $1/73 \times 10^{-3} = 1/73 \times 10^{-1} \times 10^{-2} = 1/73 \times 10^{-2}$ (گزینه‌ی ۴)
 ۱ رقم بعد از ممیز

بنابراین گزینه‌ی (۱) صحیح است.

۱۳ با توجه به جدول اشاره شده برای پیشوندها در درسنامه، گزینه‌ی (۴) صحیح است.

تذکر: دقت کنیم که دسی (10^{-1}) را با d و دکا (10^0) را با da نشان می‌دهند.

۱۴ می‌دانیم که هر لیتر (معادل با) 1000 سانتی‌متر مکعب است و داریم:

$V = 1 \text{ m lit} \xrightarrow{\text{تبدیل میلی‌لیتر به لیتر}} V = 10^{-3} \text{ lit} \xrightarrow{\text{تبدیل لیتر به سانتی‌متر مکعب}} V = 10^{-3} \times (10^3 \text{ cm}^3) = 1 \text{ cm}^3$

بنابراین گزینه‌ی (۱) صحیح است.

تذکر: به‌عنوان یک مثال دیگر، برای پیدا کردن رابطه‌ی بین میلی‌لیتر و دسی‌متر مکعب داریم ($1 \text{ dm} = 10^{-1} \text{ m}$ یا $1 \text{ m} = 10 \text{ dm}$):

$V = 1 \text{ m lit} \xrightarrow{\text{تبدیل میلی‌لیتر به لیتر}} V = 10^{-3} \text{ lit} \xrightarrow{\text{تبدیل لیتر به متر مکعب}} V = 10^{-3} \times (10^{-3} \text{ m}^3) = 10^{-6} \text{ m}^3$

$\xrightarrow{\text{تبدیل } \text{m}^3 \text{ به } (\text{dm})^3} V = 10^{-6} \times (10 \text{ dm})^3 = 10^{-3} \text{ dm}^3$

همان‌طور که احتمالاً شما هم متوجه شده‌اید، دسی‌متر مکعب در واقع همان لیتر است:

$1 \text{ lit} = 1 \text{ dm}^3$

تذکر: لیتر (یا میلی‌لیتر) از واحدهای حجم هستند. بنابراین گزینه‌های (۲) و (۴) که از واحدهای سطح محسوب می‌شوند، مسلماً نادرست‌اند.

۱۵ برای به‌دست آوردن مساحت برحسب m^2 ، کافی است طول و عرض آن را برحسب m بنویسیم و داریم:

$\left\{ \begin{array}{l} \text{عرض صفحه} = 9 \text{ nm} = 9 \times 10^{-9} \text{ m} \\ \text{طول صفحه} = 0/2 \mu\text{m} = 0/2 \times 10^{-6} \text{ m} \end{array} \right. \Rightarrow \text{مساحت صفحه‌ی مستطیلی} = \text{طول} \times \text{عرض} = 0/2 \times 10^{-6} \times 9 \times 10^{-9} \text{ m}^2 = 1/8 \times 10^{-15} \text{ m}^2$

دقت کنید که مقدار به‌دست آمده برای مساحت با توجه به شیوه‌ی نمادگذاری علمی صحیح است و نیاز به اصلاح ندارد.

۱۶ این گیاه در طی ۱۴ روز، 34 mm رشد می‌کند. در ادامه محاسبه می‌کنیم که در طی ۱ ثانیه، گیاه چند mm رشد می‌کند:

$\frac{34 \text{ mm}}{14 \times 24 \times 60 \times 60} = \frac{34 \times 1}{14 \times 24 \times 60 \times 60} \Rightarrow \text{میزان رشد گیاه در ۱ ثانیه برحسب mm}$

حال باید مقدار به‌دست آمده را برحسب μm بیان کنیم و داریم:

$\frac{34}{14 \times 24 \times 60 \times 60} \text{ mm} \xrightarrow{\text{تبدیل mm به m}} \frac{34}{14 \times 24 \times 60 \times 60} \times (10^{-3} \text{ m}) \xrightarrow{\text{تبدیل m به } \mu\text{m}} \frac{34 \times 10^{-3}}{14 \times 24 \times 60 \times 60} \times (10^6 \mu\text{m})$

$\text{آهنگ رشد گیاه} = \frac{34 \times 10^3}{14 \times 24 \times 60 \times 60} \mu\text{m} / \text{s} \approx 0/28 \mu\text{m} / \text{s}$

این سؤال را که از مسائل کتاب درسی برگرفته شده است، برای بالا بردن قدرت محاسباتی شما آورده‌ایم.

۱۷ با توجه به تعریفی که در درسنامه ارائه شده است، کم‌ترین مقداری را که یک وسیله‌ی اندازه‌گیری می‌تواند اندازه بگیرد، دقت اندازه‌گیری آن وسیله می‌نامند.

۱۸ با توجه به مفاهیم ارائه شده در درسنامه، باید حجم‌های اندازه‌گیری شده توسط پیمانه بر دقت اندازه‌گیری پیمانه بخش‌پذیر باشند و در بین گزینه‌ها تنها 4 cm^3 است که هر سه عدد 8 cm^3 ، 12 cm^3 و 20 cm^3 بر آن بخش‌پذیرند.

تذکر: به بیان دقیق‌تر، دقت اندازه‌گیری پیمانه باید مقسوم‌علیه مشترکی بین سه مقدار 8 cm^3 ، 12 cm^3 و 20 cm^3 باشد. مقسوم‌علیه مشترک بین این اعداد، می‌تواند مقادیر 4 cm^3 ، 1 cm^3 و 2 cm^3 باشد (چرا؟)، بنابراین گزینه‌ی (۲) صحیح است.

۱۹ فرد آزمایش‌کننده تنها مقداری را می‌تواند اندازه بگیرد که به صورت جمع مضرب‌های صحیح وزنه‌ها باشد، بنابراین نمی‌تواند عدد 50° گرم را اندازه بگیرد (وزنه‌ی آن را در اختیار ندارد)، در صورتی‌که در گزینه‌ی (۳) (یعنی 1150 g) نیاز به وزنه‌ی 50° گرمی دارد. حال آن‌که گزینه‌های دیگر را می‌تواند اندازه بگیرد (یک حالت برای اندازه‌گیری آن‌ها در زیر اشاره شده است که البته حالت‌های دیگری نیز امکان دارد):

(۱) $2000 = 2 \times 1000$ یا $2000 = 2 \times 1000$ وزنه‌ی ۲ کیلوگرمی ۱ کیلوگرمی

(۲) $1100 = 1000 + 100$ وزنه‌ی ۱۱۰۰

(۴) $2200 = 2000 + 200$ یا $2 \times 1000 + 200$ یا $2 \times 1000 + 2 \times 100$ وزنه‌ی ۲۲۰۰

درک بهتر: برای حل این مسأله می‌توان فرض کرد که در جیب شما، اسکناس‌های 100° ، 200° و 500° تومانی موجود است. شما در این حالت هرگز نمی‌توانید 1150° تومان پول داشته باشید (چون اسکناس 50° تومانی ندارید!).

۲۰ ۳ برای محاسبه‌ی دقت اندازه‌گیری ترازوی A برحسب کیلوگرم، با توجه به این‌که این عدد به‌صورت یک عدد با سه رقم اعشار نشان داده شده است، دقت اندازه‌گیری به‌اندازه‌ی ۰/۰۰۱ واحد نوشته شده در جلوی عدد است:

$$۲/۴۰۰ \text{ kg} \Rightarrow \text{دقت اندازه‌گیری} : ۰/۰۰۱ \text{ kg}$$

از طرفی برای محاسبه‌ی دقت اندازه‌گیری ترازوی B برحسب گرم (gr)، ابتدا دقت اندازه‌گیری را برحسب واحد نوشته شده در جلوی عدد، یعنی kg به‌دست می‌آوریم و سپس دقت اندازه‌گیری را برحسب گرم محاسبه می‌کنیم:

$$۴/۹۰۱ \text{ kg} \Rightarrow \text{دقت اندازه‌گیری} : ۰/۰۰۰۱ \text{ kg} = ۰/۰۰۰۱ \times (۱۰^۳ \text{ gr}) = ۰/۱ \text{ gr}$$

بنابراین گزینه‌ی (۳) صحیح است.

سؤال: به‌نظر شما دقت اندازه‌گیری ترازوی A برحسب گرم چه قدر است؟

۲۱ ۳ با توجه به این‌که خط‌کش برحسب میلی‌متر درجه‌بندی شده است، دقت اندازه‌گیری آن برابر ۱ mm است (بنابراین مقادیر اندازه‌گیری شده توسط این خط‌کش باید مضرب صحیحی از ۱ mm باشد). اکنون گزینه‌ها را برحسب میلی‌متر می‌نویسیم:

$$۱) ۴/۵ \text{ mm} \Rightarrow \text{دقت اندازه‌گیری} : ۰/۱ \text{ mm} \times$$

$$۲) ۱/۳۵ \text{ cm} \Rightarrow \text{دقت اندازه‌گیری} : ۰/۰۱ \text{ cm} = ۰/۰۱ \times ۱۰ \text{ mm} = ۰/۱ \text{ mm} \times$$

$$۳) ۵/۴ \text{ cm} \Rightarrow \text{دقت اندازه‌گیری} : ۰/۱ \text{ cm} = ۰/۱ \times ۱۰ \text{ mm} = ۱ \text{ mm} \checkmark$$

$$۴) ۰/۰۰۲۵ \text{ m} \Rightarrow \text{دقت اندازه‌گیری} : ۰/۰۰۰۱ \text{ m} = ۰/۰۰۰۱ \times ۱۰^۳ \text{ mm} = ۰/۱ \text{ mm} \times$$

۲۲ ۲ برای مقایسه‌ی دقت اندازه‌گیری، اعداد اندازه‌گیری‌شده توسط هر سه دانش‌آموز را برحسب یک واحد یکسان (مثلاً متر) محاسبه می‌کنیم:

دقت دانش‌آموز اول: برای محاسبه‌ی دقت اندازه‌گیری، عدد توان‌دار جلوی عدد را نیز باید درنظر بگیریم و به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$۸/۳۵۰۰ \times ۱۰^۳ \text{ m} \Rightarrow \text{دقت اندازه‌گیری} : ۰/۰۰۰۱ \times ۱۰^۳ \text{ m} = ۰/۱ \text{ m}$$

دقت دانش‌آموز دوم: این عدد به‌صورت یک عدد تنها و بدون ممیز نشان داده شده است. در این حالت دقت اندازه‌گیری به‌اندازه‌ی واحد نوشته شده در جلوی عدد است:

$$۸۳۵۰۰۰ \text{ cm} \Rightarrow \text{دقت اندازه‌گیری} : ۱ \text{ cm} \xrightarrow{\text{تبدیل cm به m}} ۱ \times (۱۰^{-۲} \text{ m}) = ۰/۰۱ \text{ m}$$

دقت دانش‌آموز سوم: در این حالت نیز داریم:

$$۸/۳۵ \text{ km} \Rightarrow \text{دقت اندازه‌گیری} : ۰/۰۱ \text{ km} \xrightarrow{\text{تبدیل km به m}} ۰/۰۱ \times (۱۰^۳ \text{ m}) = ۱۰ \text{ m}$$

بنابراین دقت اندازه‌گیری توسط دانش‌آموز دوم، از دو دانش‌آموز دیگر بیشتر است. شایان ذکر است که هر چه‌قدر وسیله‌ای، مقادیر کوچک‌تری را بتواند اندازه‌گیری کند، وسیله‌ی موردنظر دقت اندازه‌گیری بیشتری دارد.

تمرین: یک ترازو، جرم بخشی از یک میوه را ۸۷/۹ gr نشان می‌دهد. با این ترازو، جرم سیبی را اندازه می‌گیریم. کدام‌یک از عددهای زیر می‌تواند نتیجه‌ی این اندازه‌گیری برحسب گرم باشد؟

(کتاب درسی)

| | | | |
|------------|------------|-----------|------------|
| ۲۱۱/۳۰ (۴) | ۲۱۱/۲۷ (۳) | ۲۱۱/۲ (۲) | ۲۱۱/۲۵ (۱) |
|------------|------------|-----------|------------|

راهنمایی: دقت این ترازو ۰/۱ gr است.

۲۳ ۴ دقت اندازه‌گیری هریک از گزینه‌ها را برحسب gr به‌دست می‌آوریم:

$$۱) ۳۵/۴۳ \text{ gr} \Rightarrow \text{دقت اندازه‌گیری} : ۰/۰۱ \text{ gr}$$

$$\text{معادل با dgr (دسی‌گرم)}$$

$$۲) ۷۸/۵ \text{ dgr} \Rightarrow \text{دقت اندازه‌گیری} : ۰/۱ \text{ dgr} = ۰/۱ \times (۱۰^{-۱} \text{ gr}) = ۰/۰۱ \text{ gr}$$

$$\text{دقت : } ۰/۱ \text{ dgr}$$

$$\text{معادل با kg}$$

$$۳) ۴/۷۴ \times ۱۰^{-۳} \text{ kg} \Rightarrow \text{دقت اندازه‌گیری} : ۰/۰۱ \times ۱۰^{-۳} \text{ kg} = ۰/۰۱ \times ۱۰^{-۳} \times (۱۰^۳ \text{ gr}) = ۰/۰۱ \text{ gr}$$

$$\text{دقت : } ۰/۰۱ \times ۱۰^{-۳} \text{ kg}$$

$$\text{معادل با mgr}$$

$$۴) ۴۵۶ \text{ mgr} \xrightarrow{\text{به‌صورت یک عدد تنها و بدون ممیز}} \text{دقت اندازه‌گیری} : ۱ \text{ mgr} = ۱ \times (۱۰^{-۳} \text{ gr}) = ۰/۰۰۱ \text{ gr}$$

دقت اندازه‌گیری در هر سه گزینه‌ی (۱)، (۲) و (۳) برابر ۰/۰۱ gr و در گزینه‌ی (۴) برابر ۰/۰۰۱ gr است.

۲۴ ۱ کم‌ترین مقداری که ساعت اول می‌تواند اندازه‌گیری کند، ۱ دقیقه می‌باشد و در نتیجه دقت اندازه‌گیری این ساعت برابر ۱ دقیقه یا همان ۶۰ ثانیه است.

از سوی دیگر دقت اندازه‌گیری ساعت دوم، برابر یک ثانیه است (چون کم‌ترین مقداری که می‌تواند اندازه‌گیری کند، برابر یک ثانیه است).

| | |
|--|--|
| دقت اندازه‌گیری ۱ ثانیه است. $۱۲:۰۰ \rightarrow ۱۲:۰۱$ | دقت اندازه‌گیری ۱ دقیقه یا ۶۰ ثانیه است. $۱۲:۰۰ \rightarrow ۱۲:۰۱$ |
| ثانیه \rightarrow | دقیقه \rightarrow |