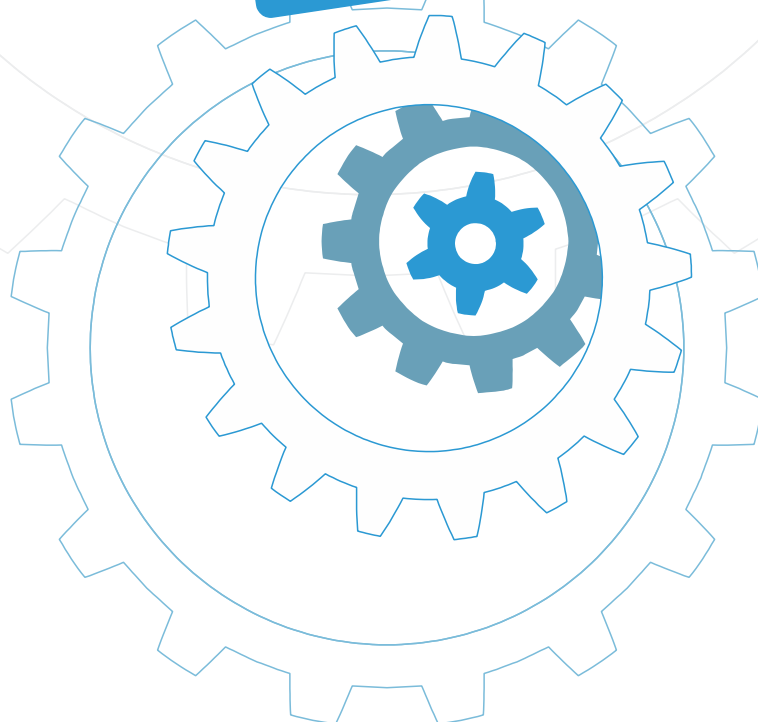


فیزیک دهم کیمیا

رشته علوم تجربی

از مجموعه مرشد



حسین ایروانی

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

به نام خداوند جان و خرد

کزین برتر اندیشه برنگذرد

دانش آموزان گرامی

ورود شما را به دوره دوم متوسطه تبریک می‌گوییم. این دوره، شما را برای زندگی و کار در جامعه و تحصیل در دوره‌های بالاتر آماده می‌کند. اگر بگوییم آینده شما بستگی به موفقیت تحصیلی شما در این دوره سه ساله دارد، اغراق نکرده‌ایم. شما برای موفقیت در این دوره باید تلاش کنید و از مشاوران و معلمان و کتاب‌های مناسب برخوردار شوید.

ما در انتشارات مبتکران، بسیار خرسندیم که کتاب‌های «فیزیک کیمیا» را در اختیار شما قرار می‌دهیم. این کتاب‌ها که از مجموعه کتاب‌های «مرشد» به حساب می‌آیند، موفقیت تحصیلی شما را تضمین می‌کنند. این مجموعه، برای دانش‌آموزانی به رشته تحریر درآمده است که مایلند در بهترین رشته‌های گروه آزمایشی ریاضی فیزیک و علوم تجربی دانشگاه‌های بنام کشور یا خارج از ایران تحصیل کنند. کتاب «فیزیک دهم کیمیا» شما را برای شرکت در امتحانات و آزمون‌های ورودی دانشگاه‌ها آماده می‌کند. از ویژگی‌های کتاب «فیزیک دهم کیمیا» می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

🔗 درس‌نامه با پوشش تمام مفاهیم کتاب درسی همراه با تست‌های آموزشی

🔗 بیش از ۸۰۰ پرسش چهارگزینه‌ای تألیفی به همراه پرسش‌های کنکور سراسری سال‌های اخیر

🔗 پرسش‌های مرحله اول المپیاد فیزیک، مناسب برای دانش‌آموزان پایه دهم

🔗 آزمون‌های پایان فصل برای ارزیابی عملکرد دانش‌آموزان و دوره مفاهیم طول فصل

🔗 پاسخنامه کاملاً تشریحی همراه با نکته‌های کلیدی بر مبنای طرحی جدید با عنوان داده‌های سؤال

🔗 سطح‌بندی پرسش‌ها در پاسخنامه در سه سطح: آسان (A)، متوسط (B) و سخت (C)

🔗 پرسش‌های ستاره‌دار (*) برای دانش‌آموزان ممتاز

در پایان، وظیفه خود می‌دانیم از مؤلف محترم این کتاب، آقای حسین ایروانی و از آقایان فرهاد ایروانی، محمد ایروانی، آریا عابدی، امین کمالی و خانم صغری ابراهیمی که بنا به گزارش مؤلف در ویرایش و بازخوانی کتاب با ایشان همکاری داشته‌اند و دبیر محترم مجموعه که کتاب زیر نظر ایشان تألیف شده است، تشکر کنیم.

همچنین از خانم‌ها سمیه بهرامی (صفحه‌آرا) و فرشته کلاهی حشمت (حروفچین) و خانم‌ها سارا لطفی مقدم و بهاره خدای (گرافیک‌ها) بسیار ممنونیم و برای همه این عزیزان آرزوی موفقیت می‌کنیم.

انتشارات مبتکران

فصل اول: فیزیک و اندازه‌گیری

| | |
|----|----------------|
| ۸ | درس‌نامه |
| ۲۴ | سؤالات |
| ۴۰ | آزمون فصل |
| ۴۳ | پاسخ سؤالات |
| ۸۲ | پاسخ آزمون فصل |

فصل دوم: کار، انرژی و توان

| | |
|-----|----------------|
| ۹۰ | درس‌نامه |
| ۱۰۵ | سؤالات |
| ۱۳۱ | آزمون فصل |
| ۱۳۵ | پاسخ سؤالات |
| ۱۸۸ | پاسخ آزمون فصل |

فصل سوم: ویژگی‌های فیزیکی مواد

| | |
|-----|----------------|
| ۱۹۸ | درس‌نامه |
| ۲۱۸ | سؤالات |
| ۲۵۰ | آزمون فصل |
| ۲۵۴ | پاسخ سؤالات |
| ۳۱۲ | پاسخ آزمون فصل |

فصل چهارم: دما و گرما

| | |
|-----|----------------|
| ۳۲۰ | درس‌نامه |
| ۳۴۹ | سؤالات |
| ۳۸۵ | آزمون فصل |
| ۳۸۹ | پاسخ سؤالات |
| ۴۵۹ | پاسخ آزمون فصل |

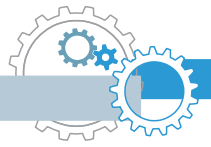


- ۴۶۸ کنکور تجربی ۹۵ داخل و خارج از کشور
- ۴۷۰ پاسخ کنکور تجربی ۹۵
- ۴۷۳ کنکور ریاضی ۹۵ داخل و خارج از کشور
- ۴۷۶ پاسخ کنکور ریاضی ۹۵



فصل اول

فیزیک و اندازه گیری



درس نامه

فیزیک و اندازه گیری



مدل سازی در فیزیک



فرآیندی است که طی آن پدیده فیزیکی، آن قدر ساده و آرمانی شود تا امکان بررسی و تحلیل آن فراهم شود؛ به عبارت دیگر پیچیدگی‌های موجود در مسئله را، با در نظر گرفتن فرض‌هایی تا حد امکان ساده می‌کنیم.

نکته ۱ در مدل‌سازی یک پدیده، باید اثرهای جزئی‌تر را نادیده بگیریم، نه اثرهای مهم و تعیین کننده را.

نمونه در مدل‌سازی پرتاب رو به بالای یک توپ، اگر به جای مقاومت هوا، وزن جسم را نادیده بگیریم، توپ پس از پرتاب به بالا در یک خط مستقیم بالا می‌رود و دیگر بر نمی‌گردد !!!

مدل‌ها و نظریه‌های فیزیکی



برای توصیف پدیده‌ها در فیزیک، از آن‌ها استفاده می‌شود.
باید توسط آزمایش مورد آزمون قرار گیرند.
در طول زمان همواره معتبر نیستند، بلکه می‌توانند دستخوش تغییر شوند.

اندازه‌گیری و کمیت‌های فیزیکی



کمیت: هر آنچه قابل اندازه‌گیری باشد.
یکا (واحد): مقدار ثابتی از یک کمیت که مبنای مقایسه بزرگی آن کمیت است.

نکته ۲ یکای هر کمیت باید ثابت (اندازه آن)، دقیق و از جنس همان کمیت باشد و دارای قابلیت بازتولید در مکان‌های مختلف باشد.

مجموعه یکاهای مورد توافق بین‌المللی را به اختصار یکاهای SI می‌نامند.

کمیت‌ها به دو دسته اصلی و فرعی تقسیم می‌شوند:

کمیت‌های اصلی

هفت کمیت که مستقل بوده به عنوان کمیت اصلی انتخاب شده‌اند و یکاهای آن‌ها را یکای اصلی می‌نامند.



| ناماد یکا | یکای SI | نام کمیت |
|---|---------------|--------------------|
| m | متر | طول |
| kg | کیلوگرم | جرم |
| s | ثانیه | زمان |
| K | کلوین | دما |
| mol | مُول | مقدار ماده |
| A | آمپر | شدت جریان الکتریکی |
| Cd | شمع (کَندِلا) | شدت روشنایی |
| جدول کمیت‌های اصلی، یکاها و نمادهای آن‌ها در SI | | |

کمیت‌های فرعی

کمیت‌هایی که مستقل نبوده و برحسب کمیت‌های اصلی بیان می‌شوند.

نمونه مساحت، حجم، سرعت، شتاب، نیرو، کار، توان، انرژی، چگالی، فشار، گشتاور و

نکته ۱۳ یکای هر کمیت فرعی را می‌توان از روی روابط فیزیکی وابسته به آن به دست آورد و برحسب یکاهای اصلی

نوشت. به این صورت که:

- فرمول فیزیکی مناسب را که کمیت مورد نظر در آن وجود دارد، می‌نویسیم.
- نماد کمیت مورد نظر (مجهول) را در یک طرف تساوی نگه داشته و بقیه نمادها را به طرف دیگر تساوی منتقل می‌کنیم.
- به جای کمیت‌های معلوم، یکای آن‌ها را برحسب کمیت‌های اصلی جایگذاری می‌کنیم.

تست ۱ یکای نیرو (نیوتون) برحسب یکاهای اصلی با کدام گزینه سازگار است؟

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

پاسخ رابطه‌ای که برای نیرو داریم، $F = ma$ (قانون دوم نیوتون) است. در این فرمول کمیت مورد نظر نیرو است که نماد آن در یک طرف تساوی قرار دارد. یکای جرم (kg) است که جزء یکاهای اصلی است و یکای شتاب (a) برحسب یکاهای اصلی

$$F = m \cdot a \rightarrow N \equiv \text{kg} \times \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$$

است. بنابراین: $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

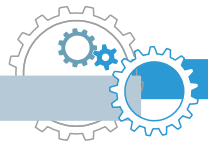
بنابراین گزینه «۳» درست است.

کمیت‌های فیزیکی

به دو دسته کمیت‌های فیزیکی **نرده‌ای** یا **اسکالر** و کمیت‌های **برداری** تقسیم می‌شوند:

۱ کمیت‌های **نرده‌ای (عددی، اسکالر)**: فقط دارای **اندازه** هستند و با یک عدد به همراه یکای مناسب بیان می‌شوند:

مثال جرم $\rightarrow 60 \text{ kg}$
 یکا عدد



نمونه جرم، حجم، چگالی، فشار، دما، جریان الکتریکی، توان، مسافت، **تندی (اندازه سرعت)** و ...

عملیات جمع، تفریق، ضرب و تقسیم کمیت‌های نرده‌ای به صورت جبری (یعنی همون روش معمولی که بلدیم) انجام می‌شود. به عنوان مثال جمع ۱۰۰ آمپر با ۲۰۰ آمپر می‌شود ۳۰۰ آمپر.

نکته ۴ هر کمیتی از جنس انرژی (که واحد ژول دارند)، اسکالر می‌باشد. مانند: کار، گرما، انرژی جنبشی، انرژی پتانسیل و ...

۲ کمیت‌های برداری: دارای اندازه و جهت هستند و برای بیان آن‌ها، افزون بر عدد و یکا، باید جهت آن را مشخص کنیم.

مثال سرعت $\rightarrow 10 \frac{m}{s}$ (به طرف جنوب)
 عدد \downarrow $\frac{m}{s}$ \downarrow \downarrow
 یکا \downarrow جهت

نمونه جابجایی، سرعت، شتاب، گشتاور، نیرو، وزن، انواع میدان (مغناطیسی، الکتریکی، گرانشی و ...)

سرعت و جابه‌جایی کمیت‌های برداری هستند ولی تندی و مسافت طی شده کمیت‌های نرده‌ایند.

نکته ۵ برای جمع، تفریق و ضرب کمیت‌های برداری باید از قوانین بردارها استفاده کرد؛ در واقع جمع، تفریق و ضرب

این کمیت‌ها جبری نیست. به عنوان مثال جمع دو سرعت به بزرگی ۱۰ و ۳۰ متر بر ثانیه با توجه به جهت آن‌ها می‌تواند عددی بین ۲۰ تا ۴۰ متر بر ثانیه شود (دلیل این موضوع را سال بعد بهتر می‌فهمیم).

نکته ۶ در جمع و تفریق کمیت‌ها باید توجه داشت که جنس و یکای یکسانی داشته باشند. به عنوان مثال جرم را نمی‌توانیم با

جابه‌جایی جمع کنیم. یا برای جمع جرم دو جسم که یکی برحسب کیلوگرم و دیگری برحسب گرم است باید ابتدا یکای هر دو را یکی کرده (مثلاً هر دو را برحسب گرم بنویسیم). و سپس عملیات جمع را انجام دهیم.

تست ۲ معادله سرعت جسمی (v) برحسب مکان آن (x) به صورت $v = \frac{a}{x^2} - bx$ است. یکای a و b در دستگاه SI به

ترتیب از راست به چپ کدام است؟ (راهنمایی: مکان جسم برحسب m بیان می‌شود).

(۱) $m \cdot s, \frac{m^3}{s}$ (۲) $s^{-1}, m^3 \cdot s$ (۳) $\frac{s}{m}, \frac{s}{m^2}$ (۴) $s^{-1}, \frac{m^3}{s}$

پاسخ دقت شود چون واحد v در سمت چپ تساوی، $\frac{m}{s}$ (متر بر ثانیه) است، پس واحد سمت راست تساوی نیز باید

برحسب $\frac{m}{s}$ باشد. همچنین چون بین عبارات سمت راست تساوی علامت تفریق (-) وجود دارد، پس هر دو کمیت از یک جنس بوده و یکایشان $\frac{m}{s}$ است. بنابراین داریم:

$$v = \frac{a}{x^2} - bx \Rightarrow \begin{cases} \frac{m}{s} = \frac{a}{m^2} \rightarrow a = \frac{m^3}{s} \\ \frac{m}{s} = b \cdot m \rightarrow b = \frac{1}{s} = s^{-1} \end{cases}$$

بنابراین گزینه «۴» درست است.




پیشوندهای افزاینده و کاهنده در SI

در مواردی که اندازه یک کمیت از یکای انتخاب شده برای آن بسیار بزرگتر یا کوچکتر باشد، از پیشوندها استفاده می‌کنیم. هر پیشوند، توان معینی از 10 می‌باشد و هنگامی که به ابتدای یکایی اضافه می‌شود، آنرا بزرگتر یا کوچکتر می‌کند.

| پیشوند | نماد | ضریب |
|--------------------|------|-----------|
| دِکا | da | 10^1 |
| هکتو | h | 10^2 |
| کیلو | k | 10^3 |
| مگا | M | 10^6 |
| گیگا | G | 10^9 |
| ترا | T | 10^{12} |
| پیشوندهای افزاینده | | |

| پیشوند | نماد | ضریب |
|------------------|-------|------------|
| دسی | d | 10^{-1} |
| سانتی | c | 10^{-2} |
| میلی | m | 10^{-3} |
| میکرو | μ | 10^{-6} |
| نانو | n | 10^{-9} |
| پیکو | p | 10^{-12} |
| پیشوندهای کاهنده | | |

هیچ‌گاه دو پیشوند با هم پشت یک‌ی نمی‌آیند.  μkg نادرست است.

نمادگذاری علمی

در این روش هر عدد را به صورت $x \times 10^n$ می‌نویسیم که در آن: $1 \leq x < 10$ } n عددی صحیح است.

در واقع در این روش وقتی عدد را به صورت $x \times 10^n$ می‌نویسیم، n برابر تعداد ارقامی است که ممیز را بایه‌جا می‌کنیم؛ هر وقت ممیز را جلو بکشیم (به سمت راست)، $n < 0$ و هر وقت آن را عقب ببریم (به سمت چپ)، $n > 0$ است.

تست ۱۳ در یک اندازه‌گیری، دو عدد 109830 و 0.0722×10^{-6} به دست آمده است. کدام گزینه نمایش این اعداد به صورت

نمادگذاری علمی را درست نشان می‌دهد؟

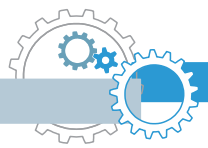
(۱) 109830×10^5 ، $7/22 \times 10^{-8}$ (۲) 109830×10^4 ، $72/2 \times 10^{-7}$

(۳) 10983×10^4 ، $7/22 \times 10^{-4}$ (۴) 109830×10^5 ، $7/22 \times 10^{-8}$

پاسخ گزینه «۴» درست است. زیرا:

(ممیز را ۵ رقم عقب کشیدیم $\leftarrow n = 5$) $\Rightarrow 109830 = 109830 \times 10^5$

(ممیز را ۲ رقم جلو کشیدیم $\leftarrow n = -2$) $\Rightarrow 0.0722 \times 10^{-6} = 7/22 \times 10^{-8}$



تبدیل یکاها

در اندازه گیری‌های فیزیکی و محاسبه‌های عددی گاهی اوقات نیاز به تبدیل یکاها به یکدیگر داریم.

نکته ۷ برای بیان برخی از کمیت‌ها، از یکاهاى خاصی استفاده می‌شود که باید آن‌ها را به‌خاطر داشته باشید:

| رابطه یکاها | نماد یکا | نام یکای خاص | کمیت |
|--|--------------------------|------------------------|-------|
| $1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{m}$ | μm | میکرون | طول |
| $1 \text{A}^\circ = 10^{-10} \text{m}$ | A° | آنگستروم | طول |
| $1 \text{HA} = 1(\text{hm})^2 = 10^4 \text{m}^2$ | HA | هکتار | مساحت |
| $1 \text{cm}^3 = 1 \text{cc} = 10^{-6} \text{m}^3$ | $(\text{cc})\text{cm}^3$ | سانتی‌متر مکعب (سی‌سی) | حجم |
| $1 \text{L} = 10^{-3} \text{m}^3 = 1000 \text{cm}^3$ | L | لیتر | حجم |
| $1 \text{ton} = 10^3 \text{kg} = 10^6 \text{g}$ | ton | تن | جرم |

⚠ برای طول یکاهایی مانند ذرع، فرسنگ، یکای نجومی (AU)، سال نوری (ly)، فوت، اینچ، مایل و ... و برای جرم نیز یکاهایی مانند فروار، من تبریز، سیر، مثقال، قیراط، اونس و ... وجود دارد که نیازی به حفظ کردن روابط آن‌ها با یکدیگر نیست و در مسائل درازه می‌شوند.

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

یکای نجومی (AU): برابر فاصله میانگین زمین تا خورشید است.

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

سال نوری (ly): مسافتی است که نور در مدت یک سال در خلأ می‌پیماید.

↓
سرعت نور در خلأ

تبدیل یکا به روش زنجیره‌ای

مراحل این روش را با یک مثال بیان می‌کنیم. به عنوان مثال می‌خواهیم بدانیم ۲۵ تن چند کیلوگرم است؟

۱. ابتدا ضریب تبدیل مناسب را به‌دست می‌آوریم؛ ضریب تبدیل عبارتی کسری است که از تساوی بین دو یکا به‌دست خواهد آمد و مقدار آن برابر ۱ است:

$$1 \text{ton} = 1000 \text{kg} \xrightarrow{\text{ضرایب تبدیل}} \frac{1 \text{ton}}{1000 \text{kg}} = 1 \quad \text{یا} \quad \frac{1000 \text{kg}}{1 \text{ton}} = 1$$

۲. بر اساس این که کدام کمیت را می‌خواهیم به کدام کمیت تبدیل کنیم، ضریب تبدیل را انتخاب می‌کنیم. مثلاً چون در این مثال می‌خواهیم تن را به کیلوگرم تبدیل کنیم، پس باید تن در مخرج و کیلوگرم در صورت کسر آورده شود. (یکایی که در مخرج قرار می‌گیرد در مرحله بعد ساده می‌شود):

$$\text{ضریب تبدیل مناسب: } \frac{1000 \text{kg}}{1 \text{ton}} = 1$$

۳. مقدار داده شده را در ضریب تبدیل انتخاب شده ضرب می‌کنیم تا تبدیل یکا صورت گیرد:

$$25 \text{ ton} = (25 \text{ ton})(1) = (25 \text{ ton}) \left(\frac{1000 \text{kg}}{1 \text{ton}} \right) = 25000 \text{kg} = 2.5 \times 10^4 \text{kg}$$

⚠ به‌طور کلی یکایی را که می‌خواهیم از صورت حذف کنیم، در ضریب تبدیل باید در مخرج باشد و یکایی را که می‌خواهیم از مخرج حذف کنیم، در ضریب تبدیل باید در صورت باشد.



تست ۱۴ ۵ فرسنگ معادل چند متر است؟ (هر فرسنگ ۶۰۰۰ ذرع و هر ذرع ۱۰۴ cm است.)

- (۱) $3/12 \times 10^4$ (۲) $3/12 \times 10^6$ (۳) $1/248 \times 10^3$ (۴) $1/248 \times 10^5$

پاسخ در این سؤال باید فرسنگ را به ذرع و ذرع را به متر تبدیل کنیم. (به مرحله رو فاکتور می‌گیریم چون باید ذرع رو به cm و سپس cm رو به m تبدیل می‌کردیم.) پس ضریب تبدیل‌های مناسب را انتخاب می‌کنیم:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{۱ \text{ فرسنگ}}{۱ \text{ فرسنگ}} = ۱ \rightarrow \frac{۶۰۰۰ \text{ ذرع}}{۶۰۰۰ \text{ ذرع}} = ۱ \\ \frac{۱ \text{ ذرع}}{۱ \text{ ذرع}} = ۱ \rightarrow \frac{۱۰۴ \text{ m}}{۱۰۴ \text{ cm}} = ۱ \end{array} \right.$$

حالا به صورت زنجیره‌ای ۵ فرسنگ را به متر تبدیل می‌کنیم:

$$۵ \text{ فرسنگ} = ۵ \times \frac{۶۰۰۰ \text{ ذرع}}{۱ \text{ فرسنگ}} \times \frac{۱۰۴ \text{ m}}{۱۰۴ \text{ cm}} = ۵ \times ۶۰۰۰ \times ۱۰۴ \text{ m} = ۳۱۲۰۰ \text{ m} = ۳/۱۲ \times ۱۰^۴ \text{ m}$$

بنابراین گزینه «۱» درست است.



۲ تبدیل یکا با استفاده از پیشوندها:

روش X: در تبدیل یکاهای پیچیده‌تر که در یکاها از پیشوندها استفاده شده است می‌توان مثل حل یک معادله ساده یک مجهولی

عمل کرد؛ به این صورت که معادله تبدیل یکا را می‌نویسیم، سپس معادل هریک از پیشوندها را در معادله قرار می‌دهیم.

مثلاً به جای μ مقدار $۱۰^{-۶}$ را می‌گذاریم و مانند یک معادله ساده حل می‌کنیم. به ۲ تست زیر توجه کنید:



تست ۵ ۱۵ میکروگرم چند کیلوگرم است؟

- (۱) ۱۵×۱۰^{-۸} (۲) $۱/۵ \times ۱۰^{-۹}$ (۳) $۱/۵ \times ۱۰^{-۸}$ (۴) ۱۵×۱۰^{-۶}

پاسخ (روش اول: تبدیل زنجیره‌ای) ابتدا ضریب تبدیل مناسب را به دست می‌آوریم. باید μg را به g و g را به kg تبدیل کنیم،

بنابراین:

$$\left\{ \begin{array}{l} ۱ \mu\text{g} = ۱۰^{-۶} \text{ g} \rightarrow \frac{۱۰^{-۶} \text{ g}}{۱ \mu\text{g}} = ۱ \\ ۱ \text{ g} = ۱۰^{-۳} \text{ kg} \rightarrow \frac{۱۰^{-۳} \text{ kg}}{۱ \text{ g}} = ۱ \end{array} \right. \Rightarrow ۱۵ \mu\text{g} = ۱۵ \mu\text{g} \times \frac{۱۰^{-۶} \text{ g}}{۱ \mu\text{g}} \times \frac{۱۰^{-۳} \text{ kg}}{۱ \text{ g}} = ۱۵ \times ۱۰^{-۶} \times ۱۰^{-۳} \text{ kg} = ۱۵ \times ۱۰^{-۹} \text{ kg} = ۱/۵ \times ۱۰^{-۸} \text{ kg}$$

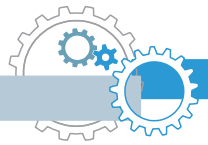
روش دوم: (روش X) ابتدا معادله تبدیل یکا را می‌نویسیم:

حال معادل هریک از پیشوندها را در معادله قرار می‌دهیم. یک میکرو، $۱۰^{-۶}$ و یک کیلو $۱۰^۳$ است:

$$\underline{X} = \frac{۱۵ \mu\text{g}}{\text{kg}} = \frac{۱۵ \times ۱۰^{-۶} \text{ g}}{۱۰^۳ \text{ g}} = ۱۵ \times ۱۰^{-۹} = ۱/۵ \times ۱۰^{-۸}$$



روش X بسیار سریع‌تر از تبدیل زنجیره‌ای است و همچنین در تمامی تبدیل یکاها (به ساده، به سفت) کارگشا است.



تست ۶ در کدام گزینه معادلها درست نوشته شده است؟

$$۶۷۰ \text{ mm}^۲ = ۶/۷ \times ۱۰^{-۱۰} \text{ km}^۲ \quad (۲)$$

$$۰/۰۳۵ \text{ cm}^۳ = ۳/۵ \times ۱۰^{-۶} \text{ L} \quad (۱)$$

$$۲۶ \text{ ton} = ۲/۶ \times ۱۰^{۱۲} \text{ ng} \quad (۴)$$

$$۴۲ \frac{\text{ms}}{\text{g} \cdot \text{km}} = ۴/۲ \times ۱۰^{-۳} \frac{\text{s}}{\text{kg} \cdot \text{m}} \quad (۳)$$

پاسخ با توجه به جدول پیشوندها، گزینه‌ها را بررسی می‌کنیم:

$$(۱) \text{ گزینه } ۰/۰۳۵ \text{ cm}^۳ = \underline{X} \text{ L} \rightarrow \underline{X} = \frac{۰/۰۳۵ (\text{cm})^۳}{\text{L}} = \frac{۰/۰۳۵ \times (۱۰^{-۲})^۳ \text{ m}^۳}{۱۰^{-۳} \text{ m}^۳} = ۰/۰۳۵ \times ۱۰^{-۳} = ۳/۵ \times ۱۰^{-۵} \quad \times$$

$$(۲) \text{ گزینه } ۶۷۰ \text{ mm}^۲ = \underline{X} \text{ km}^۲ \rightarrow \underline{X} = \frac{۶۷۰ (\text{mm})^۲}{(\text{km})^۲} = \frac{۶۷۰ \times (۱۰^{-۳})^۲ \text{ m}^۲}{(۱۰^۳)^۲ \text{ m}^۲} = ۶۷۰ \times ۱۰^{-۱۲} = ۶/۷ \times ۱۰^{-۱۰} \quad \checkmark$$

$$(۳) \text{ گزینه } ۴۲ \frac{\text{ms}}{\text{g} \cdot \text{km}} = ۴۲ \frac{(۱۰^{-۳}) \text{s}}{(۱۰^{-۳}) \text{kg} \times (۱۰^۳) \text{m}} = ۴۲ \times ۱۰^{-۳} \frac{\text{s}}{\text{kg} \cdot \text{m}} \quad \times$$

$$(۴) \text{ گزینه } ۲۶ \text{ ton} = \underline{X} \text{ ng} \rightarrow \underline{X} = \frac{۲۶ \times ۱۰^۶ \text{ g}}{۱۰^{-۹} \text{ g}} = ۲۶ \times ۱۰^{۱۵} = ۲/۶ \times ۱۰^{۱۶} \quad \times$$

⚠ همان‌طور که در گزینه‌های (۱) و (۲) مشاهده می‌کنیم، اگر واحد یک کمیت توان‌دار باشد، توان باید برای پیشوند هم در نظر گرفته شود. در تبدیل یک‌گاهی که یگانه به صورت کسری است (مانند گزینه «۳») از **جایگزاری مستقیم پیشوندها** برای تبدیل یکا استفاده می‌کنیم.

بنابراین گزینه «۲» درست است.



اندازه‌گیری

در اندازه‌گیری کمیت‌های فیزیکی قطعیت وجود ندارد و همواره مقداری خطا وجود دارد. (اصل عدم قطعیت در اندازه‌گیری)

با انتخاب وسیله‌های دقیق و روش صحیح اندازه‌گیری، تنها می‌توان خطای اندازه‌گیری را کاهش داد ولی هیچ‌گاه نمی‌توان آن را به صفر رساند.

دقیق بودن یک اندازه‌گیری به سه عامل زیر بستگی دارد:

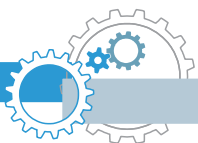
۱ دقت وسیله اندازه‌گیری

وسایل اندازه‌گیری اغلب به دو صورت مدرج (درجه‌بندی شده) و یا رقمی (دیجیتال) ساخته می‌شوند. در ادامه با تعیین دقت و خطای این دو نوع ابزار اندازه‌گیری آشنا می‌شویم.

الف. دقت و خطای وسایل اندازه‌گیری مدرج (آنالوگ)

خط کش، متر نواری، کولیس، ریزسنج، دماسنج جیوه‌ای و ... مثال‌هایی از ابزارهای اندازه‌گیری مدرجند.

⚠ کولیس و ریزسنج دیجیتال هم وجود دارد.



در این وسایل، دقت اندازه‌گیری برابر کمیته درجه‌بندی آن وسیله است. همچنین خطای اندازه‌گیری ابزارهای مدرج برابر $\pm \frac{1}{2}$ کمیته تقسیم‌بندی آن وسیله (دقت آن) است:

| | |
|--|--|
| $\Delta = \pm \frac{\text{کمیته تقسیم‌بندی وسیله}}{2} = \pm \frac{d}{2}$ <p>(خطای اندازه‌گیری)</p> | $d = \text{کمیته تقسیم‌بندی وسیله} = \text{دقت اندازه‌گیری وسیله}$ |
|--|--|



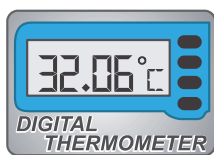
نمونه دقت خط‌کشی که مطابق شکل مقابل، کمیته تقسیم‌بندی آن تا میلی‌متر است برابر 1 mm و خطای آن $\pm 0.5 \text{ mm}$ است.

$$\Delta = \pm \frac{1 \text{ mm}}{2} = \pm 0.5 \text{ mm}$$

ب. دقت و فضای وسایل اندازه‌گیری رقمی (دیجیتال)

دقت اندازه‌گیری در این ابزارها برابر یک واحد از آخرین رقمی است که آن ابزار نمایش می‌دهد؛ در واقع مرتبه اولین رقم سمت راست نتیجه اندازه‌گیری، بیانگر دقت اندازه‌گیری است. همچنین خطای اندازه‌گیری در این ابزارها برابر مثبت و منفی دقت آن‌ها است.

| | |
|---|------------------------------------|
| $\Delta = \pm d \text{ (دقت)} = \pm d \text{ (خطای اندازه‌گیری)}$ | $d = \text{دقت (دقت اندازه‌گیری)}$ |
|---|------------------------------------|



نمونه در دماسنج دیجیتال شکل مقابل، که عدد 32.06°C را می‌خواند، دقت دماسنج برابر 0.1°C و خطای آن برابر $\pm 0.1^\circ\text{C}$ است.

$$32.06^\circ\text{C} \rightarrow d = 0.1^\circ\text{C} \quad \text{و} \quad \Delta = \pm d = \pm 0.1^\circ\text{C}$$

نکته ۸ در وسایل اندازه‌گیری (چه مدرج، چه دیجیتال)، وسیله‌ای دقیق‌تر است که دقت و یا خطای آن کوچک‌تر باشد. به عنوان مثال خط‌کشی که برحسب میلی‌متر (0.001 m) مدرج شده از خط‌کشی که برحسب سانتی‌متر (0.01 m) مدرج شده، دقیق‌تر است.

نکته ۹ نتیجه اندازه‌گیری باید مضرب صحیحی از دقت اندازه‌گیری باشد. مثلاً اگر کوچک‌ترین وزنه ترازویی 100 g باشد، این ترازو می‌تواند جرم جسمی را 2500 g گزارش کند ولی 2450 g را نمی‌تواند.

تست ۷ جرم جسمی را توسط وزنه‌های 50 g گرمی اندازه می‌گیریم. کدام گزینه بیان درستی از این اندازه‌گیری است؟

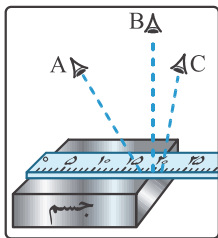
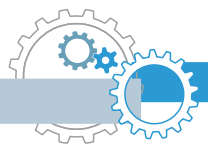
(۱) 510 g (۲) $4/1 \times 10^2 \text{ kg}$ (۳) $3/2 \text{ kg}$ (۴) $4/90 \text{ kg}$

پاسخ نتیجه اندازه‌گیری باید مضرب صحیح 50 g گرم باشد، بنابراین گزینه (۱) نادرست است ولی سایر گزینه‌ها می‌تواند پاسخ باشد. چون وزنه‌ها 50 g گرمی است، داریم:

$$m = 50 \text{ g} = 5 \times 10^1 \text{ g} = 5 \times 10^{-2} \text{ kg} = 0.05 \text{ kg} \rightarrow \text{دقت اندازه‌گیری} \quad d = 0.01 \text{ kg}$$

پس باید دقت اندازه‌گیری 0.01 kg باشد، بنابراین گزینه «۴» درست است.





۲ مهارت ششم آزمایشگر

یکی از این مهارت‌ها نحوه خواندن نتیجه اندازه‌گیری است. مثلاً در شکل مقابل خواندن نتیجه اندازه‌گیری از منظرهای A و C خطا را افزایش می‌دهد. در حالی‌که اگر شخص از B که خط دیدش عمود بر خط کش است، نتیجه اندازه‌گیری را بخواند این اندازه‌گیری دقیق‌تر خواهد بود.

۳ تعداد دفعات اندازه‌گیری

برای کاهش خطا در اندازه‌گیری، معمولاً اندازه‌گیری را چندبار تکرار می‌کنیم و در نهایت میانگین داده‌های به‌دست آمده را به عنوان نتیجه اندازه‌گیری گزارش می‌کنیم. در میانگین‌گیری باید به دو نکته زیر توجه شود:

- ۱ اگر یک یا دو عدد اختلاف زیادی با بقیه داده‌ها داشته باشند، در میانگین‌گیری به حساب نمی‌آیند.
- ۲ اگر تعداد رقم‌های میانگین بیشتر از تعداد رقم‌های هر یک از عددهای گزارش شده باشد، آن را طوری گرد می‌کنیم که تعداد رقم‌هایش با اعداد گزارش یکی شود.



تست ۸ با تکرار اندازه‌گیری طول یک مداد، داده‌های $۱۰/۳۷$ ، $۱۰/۲۷$ ، $۱۰/۳۸$ ، $۱۰/۴۰$ ، $۱۰/۳۵$ ، $۱۰/۴۱$ ، $۱۰/۵۴$ بر حسب سانتی‌متر گزارش شده است. نتیجه اندازه‌گیری قابل قبول کدام است؟

- ۱ $۱۰/۳۸۲\text{cm}$ (۲) $۱۰/۳۸\text{cm}$ (۳) $۱۰/۳۹\text{cm}$ (۴) $۱۰/۳۸۸\text{cm}$

پاسخ با مقایسه داده‌ها مشاهده می‌شود اختلاف دو داده $۱۰/۲۷$ و $۱۰/۵۴$ از سایر عددها بیشتر است، بنابراین در میانگین‌گیری به حساب نمی‌آیند. داریم:

$$\text{میانگین} = \frac{۱۰/۳۵ + ۱۰/۳۷ + ۱۰/۳۸ + ۱۰/۴۰ + ۱۰/۴۱}{۵} = ۱۰/۳۵ + \frac{۰ + ۰/۰۲ + ۰/۰۳ + ۰/۰۵ + ۰/۰۶}{۵} = ۱۰/۳۵ + ۰/۰۳۲ = ۱۰/۳۸۲$$

(اختلاف از $۱۰/۳۵$)

چون گزارش‌ها با ۴ عدد با معنا (در قسمت بعدی می‌فهمیم) بیان شده است، بنابراین میانگین به‌دست آمده را تا ۴ رقم با معنا گرد می‌کنیم. یعنی خواهیم داشت:
بنابراین گزینه «۲» درست است.



ارقام با معنا

رقم‌هایی را که بعد از اندازه‌گیری یک کمیت فیزیکی ثبت می‌کنیم، رقم‌های با معنا گوئیم.

نمونه فرض کنید یک ترازوی دیجیتال جرم جسمی را $۱۰/۳\text{g}$ و ترازوی دیجیتال دیگری جرم آن را $۱۰/۳۰\text{g}$ نشان دهد. در این صورت این دو اندازه‌گیری با یکدیگر فرق می‌کنند، زیرا اولی با ۳ رقم با معنا و دومی با ۴ رقم با معنا بیان شده است. در واقع دقت ترازوی اول برابر $۰/۱\text{g}$ و دقت ترازوی دوم $۰/۰۱\text{g}$ است.

تمام رقم‌های غیرصفر در یک عدد با معنا هستند؛ مثلاً $۸۷/۶$ سه رقم با معنا دارد.



نکته ۱۰

در مورد رقم صفر به موارد زیر توجه کنید:

۱. تمام صفرهایی که بین اعداد غیرصفر قرار دارند با معنا هستند: به عنوان مثال ۲۰۰۶ چهار رقم با معنا دارد.
۲. صفرهایی که در طرف چپ اولین عدد غیرصفر قرار دارند، با معنا نیستند: به عنوان مثال ۰/۰۳۰۸ سه رقم با معنا دارد.
۳. صفرهای سمت راست اعداد با معنا که در سمت راست ممیز قرار دارند، با معنا هستند: به عنوان مثال ۱۰/۳۰ چهار رقم با معنا دارد.

⚠ صفرهایی که در سمت راست اعداد غیراعشاری قرار دارند می‌توانند با معنا باشند یا نباشند. مثلاً اگر طول جسمی 130 cm گزارش شده باشد، تعداد رقم‌های با معنا ممکن است ۲ یا ۳ رقم باشد. اگر نتیجه اندازه‌گیری با نام‌گذاری علمی، به صورت $130\text{ cm} = 1/3 \times 10^2\text{ cm}$ نوشته شود، دارای دو رقم با معنا و اگر به صورت $130\text{ cm} = 1/30 \times 10^2\text{ cm}$ نوشته شود دارای سه رقم با معنا می‌باشد.

رقم غیرقطعی و رقم مدسی

چون هیچ اندازه‌گیری‌ای قطعی و بدون خطا نیست بنابراین همواره در رقم سمت راست یک گزارش اندازه‌گیری، احتمال خطا وجود دارد. به همین دلیل به رقم سمت گزارش رقم غیرقطعی یا مشکوک می‌گوییم. در ابزارهای مدرج مانند خط‌کش، دماسنج و ... می‌توانیم با توجه به مشاهده خود رقم سمت راست گزارش را حدس بزنیم. مثلاً با خط‌کشی که برحسب سانتی‌متر مدرج شده مجازیم طول یک جسم را تا دهم سانتی‌متر حدس بزنیم.



همان‌طور که در شکل مقابل می‌بینید طول جسم بین ۵ و ۶ سانتی‌متر می‌باشد و ما می‌توانیم حدس بزنیم که طول آن حدود $5/2\text{ cm}$ یا $5/3\text{ cm}$ است. در این صورت رقم ۲ یا ۳ حدسی (و غیرقطعی) است و در گزارش ۲ رقم با معنا داریم.

مجمع‌بندی: ① در اندازه‌گیری با ابزارهای مدرج ← رقم سمت راست حدسی و غیرقطعی است.

② در اندازه‌گیری با ابزارهای دیجیتال ← رقم سمت راست غیرقطعی است ولی حدسی نیست چون ما آن را حدس نمی‌زنیم و توسط دستگاه گزارش می‌شود.

نکته ۱۱ رقم غیرقطعی (و حدسی) جزء ارقام با معنا هستند.

تست ۹

یک کولیس دیجیتال قطر یک ساچمه ریز را $0/9230\text{ m}$ نشان داده است. به

ترتیب از راست به چپ تعداد ارقام با معنا و رقم غیرقطعی کدام است؟

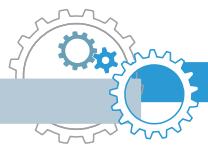


- (۱) ۳ و ۴
(۲) ۵ و ۰
(۳) ۴ و ۰
(۴) ۵ و ۳

پاسخ

صفرهای سمت چپ عدد ۹ با معنا نیستند، بنابراین گزارش با ۴ رقم با معنا (یعنی ۰، ۳، ۲ و ۹) بیان شده است و آخرین رقم سمت راست (یعنی صفر) غیرقطعی است. بنابراین گزینه «۳» درست است.





گزارش نتیجه اندازه گیری

وقتی می خواهیم گزارش یک اندازه گیری را بیان کنیم، این گزارش باید شامل ۲ قسمت باشد:

۱) مقدار اندازه گیری شده

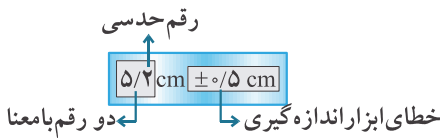
۲) میزان خطای ابزار اندازه گیری



در قسمت قبل طول جسم را $5/2 \text{ cm}$ اندازه گرفتیم. چون کمینه

تقسیم بندی خط کش 1 cm است، بنابراین خطای آن $\pm 0/5 \text{ cm}$ می باشد.

پس نتیجه اندازه گیری به صورت مقابل گزارش می شود:



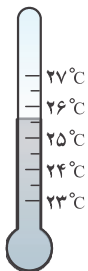
نکته ۱۲ در گزارش نتیجه یک اندازه گیری، باید تعداد اعشار خطای دستگاه و مقدار اندازه گیری شده، یکسان باشد. مثلاً

اگر کمینه تقسیم بندی یک ترازو $0/1 \text{ kg}$ باشد، خطای آن برابر نصف این مقدار یعنی $\pm 0/05 \text{ kg}$ می شود و ما نیز

باید گزارش خود را تا صدم کیلوگرم گزارش کنیم:

درست: $25/40 \text{ kg} \pm 0/05 \text{ kg}$ ✓

نادرست: $25/4 \text{ kg} \pm 0/05 \text{ kg}$ ✗



تست ۱۰ دماسنج جیوه ای شکل مقابل دمای هوای اتاقی را نشان می دهد. کدام گزارش دقیق تر و قابل قبول

است؟

(۱) $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$ (۲) $(25/75 \pm 0/025)^\circ\text{C}$

(۳) $(25/7 \pm 0/5)^\circ\text{C}$ (۴) $(25/7 \pm 0/3)^\circ\text{C}$

پاسخ

با توجه به شکل، کمینه تقسیم بندی این دماسنج برابر $0/5^\circ\text{C}$ است، بنابراین خطای آن برابر $\pm 0/25^\circ\text{C}$ بیان می شود که باید به صورت $\pm 0/3^\circ\text{C}$ گرد شود چون در غیر این صورت باید ۲ رقم را حدس می زدیم (به گزینه ۲ توجه کن). هم چنین

سطح جیوه بین $25/5^\circ\text{C}$ تا 26°C قرار دارد، پس می شود حدس زد دمای اتاق حدوداً $25/7^\circ\text{C}$ است.

گزارش نتیجه اندازه گیری: $(25/7 \pm 0/3)^\circ\text{C}$

بنابراین گزینه «۴» درست است.



تخمین مرتبه بزرگی در فیزیک

معمولاً در موارد زیر از تخمین استفاده می کنیم:

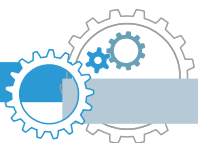
۱) دقت بالا در محاسبه ها، اهمیت چندانی برای ما نداشته باشد.

۲) زمان کافی برای محاسبه های دقیق نداشته باشیم.

۳) همه یا بخشی از داده های مورد نیاز، در دسترسی ما نباشد.

برای به دست آوردن مرتبه بزرگی یک عدد (a) باید:

۱) ابتدا عدد مورد نظر را به شکل نماد علمی یعنی $a = x \times 10^n$ بنویسیم ($1 \leq x < 10$).



۲ اگر x کمتر از ۵ باشد به جای آن $(x \sim 1)$ و اگر بزرگ‌تر یا مساوی ۵ باشد، به جای آن $(x \sim 10)$ قرار می‌دهیم.

$$\begin{cases} 1 \leq x < 5 & : a = x \times 10^n \sim 1 \times 10^n = 10^n \\ 5 \leq x < 10 & : a = x \times 10^n \sim 10 \times 10^n = 10^{n+1} \end{cases}$$



۱ $7 = 7 \times 10^0 \sim 10 \times 10^0 = 10^1$

۲ $0.3 = 3 \times 10^{-1} \sim 1 \times 10^{-1} = 10^{-1}$

۳ $138 = 1.38 \times 10^2 \sim 1 \times 10^2 = 10^2$

۴ $0.05 = 5 \times 10^{-2} \sim 10 \times 10^{-2} = 10^{-1}$

۵ $85360 = 8.536 \times 10^4 \sim 10 \times 10^4 = 10^5$

۶ $0.000499 = 4.99 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-4} = 10^{-4}$

نکته ۳ اگر بخواهیم بهترین تخمین (با دقت زیاد) را بزنیم، دیگر به جای x ، ۱ یا ۱۰ قرار نمی‌دهیم بلکه x را به

نزدیک‌ترین عدد صحیح گرد می‌کنیم. به عنوان مثال:

$73650 = 7.365 \times 10^4 \sim 7 \times 10^4$ و $0.00283 = 2.83 \times 10^{-3} \sim 3 \times 10^{-3}$

حل مسائل با استفاده از تخمین مرتبه بزرگی:

۱ ابتدا رابطه مورد استفاده برای رسیدن به پاسخ نهایی (کمیت مجهول) را مشخص می‌کنیم. (راه‌حل مسئله)

۲ مرتبه بزرگی هر یک از کمیت‌های معلوم موجود در رابطه را محاسبه می‌کنیم. در این مرحله شاید مجبور باشیم مقدار کمیتی را خودمان به طور منطقی حدس بزنیم (البته وسواس زیادی برای حدس زدن نداریم).

۳ با جایگذاری تخمین مرتبه بزرگی کمیت‌های معلوم و حدسی در رابطه حل مسئله، تخمین مرتبه بزرگی کمیت مجهول به دست می‌آید.



تست ۱۱ مرتبه بزرگی تعداد پلک‌هایی که یک فرد در طول عمر خود می‌زند، به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟

10^{12} (۴) 10^{10} (۳) 10^8 (۲) 10^6 (۱)

پاسخ ابتدا باید تعداد پلک‌هایی را که به طور متوسط در هر دقیقه می‌زنیم حدس بزنیم. اگر فرض کنیم هر ۴ ثانیه یک بار پلک

بزنیم، پس در هر دقیقه حدود ۱۵ بار پلک می‌زنیم. (اگر در یک دقیقه تعداد پلک‌هایمان را بشماریم همین حدود می‌شود). بنابراین تخمین مرتبه بزرگی تعداد پلک‌ها در هر دقیقه برابر است با:

$$10^1 = 1 \times 10^1 \sim 1/5 \times 10^1 = 15 = \text{تعداد پلک‌ها در هر دقیقه}$$

حال باید تعداد دقیق عمر فرد را تخمین بزنیم. عمر فرد را ۷۰ سال و تعداد روزهای سال را ۳۶۵ روز در نظر می‌گیریم.

پس تخمین مرتبه بزرگی تعداد دقیقه‌های عمر فرد برابر است با:

$$10^7 = 100 \times 100 \times 100 \times 100 \sim 100 \times 365 \times 24 \times 60 = 70 \times \left(\frac{365}{\text{روز}}\right) \times \left(\frac{24}{\text{ساعت}}\right) \times \left(\frac{60}{\text{دقیقه}}\right) = 70 \times 365 \times 24 \times 60 \sim 100 \times 100 \times 100 \times 100 = 10^7$$

بنابراین:

$$10^8 = 10 \times 10^7 = \text{تعداد دقیق عمر فرد} \times \text{تعداد پلک‌ها در هر دقیقه} = \text{تعداد پلک‌های فرد در کل عمرش}$$

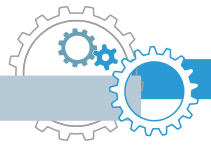
❗ عدد دقیق‌تر محاسبات تعداد پلک‌ها $5/5 \times 10^8$ می‌شد که با توجه به گزینه‌ها به 10^8 (گزینه «۲») نزدیک‌تر است، پس نیاز به

محاسبات دقیق‌تر نداریم. معمولاً در تست‌های تخمین، فاصله گزینه‌ها از یکدیگر زیاد است و به همین دلیل زیاد در حدس زدن

وسواس به فرج نمی‌دهیم.

بنابراین گزینه «۲» صحیح است.





چگالی

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V \text{ و } V = \frac{m}{\rho}$$

جرم واحد حجم جسم است و واحد آن در SI، $\frac{kg}{m^3}$ است:

یکاهای فرعی چگالی عبارتند از: $\frac{g}{cm^3}$ ، $\frac{g}{L}$ ، $\frac{kg}{L}$ و ...

$$\frac{1 \frac{g}{cm^3}}{1000} = 1000 \frac{kg}{m^3} = 1000 \frac{g}{L} = 1 \frac{kg}{L} \Rightarrow \rho \left(\frac{g}{cm^3} \right) \begin{matrix} \times 1000 \\ \div 1000 \end{matrix} \rho \left(\frac{kg}{m^3} \right)$$

تبدیل واحد: چگالی یک جسم به جنس آن و هم چنین **دما** بستگی دارد.

تست ۱۲ در ظرفی که از مایعی به چگالی $\frac{9}{10} \frac{g}{cm^3}$ لبریز است، سنگی به جرم ۴۵۰ گرم را به آرامی غوطه‌ور می‌کنیم. اگر با این کار

۲۷ گرم مایع از ظرف بیرون بریزد، چگالی سنگ چند واحد SI است؟

- ۱) ۷/۵ ۲) ۷۵۰۰ ۳) ۱۵۰۰۰ ۴) ۱۵

پاسخ حجم مایعی که از ظرف بیرون می‌ریزد، برابر با حجم سنگ است. پس ابتدا این حجم را به دست می‌آوریم:

$$V_{\text{مایع}} = \frac{m_{\text{مایع}}}{\rho_{\text{مایع}}} = \frac{27g}{\frac{9}{10} \frac{g}{cm^3}} = 30 \text{ cm}^3 \rightarrow V_{\text{سنگ}} = 30 \text{ cm}^3$$

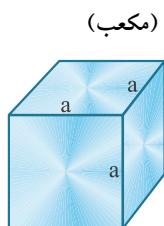
$$\rho_{\text{سنگ}} = \frac{m}{V} = \frac{450g}{30 \text{ cm}^3} = 15 \frac{g}{cm^3} = 15000 \frac{kg}{m^3}$$

بنابراین گزینه «۳» درست است.

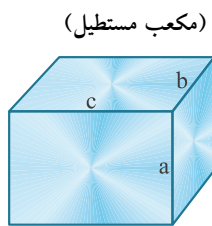
نکته ۱۴ برای اندازه‌گیری حجم یک جسم نامتقارن به دو صورت عمل می‌شود:

- جسم را درون ظرفی پر از مایعی می‌اندازیم و مایع به حجم V از ظرف بیرون می‌ریزد. در این صورت حجم جسم نیز V است.
- جسم را درون استوانه‌ای مدرجی که مقداری مایع درون آن است، می‌اندازیم. در این صورت حجم مایع به اندازه حجم جسم زیاد می‌شود.

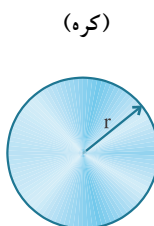
یادآوری: فرمول حجم تعدادی از پرکاربردترین اشکال هندسی



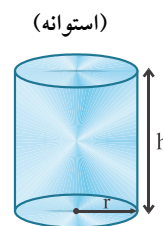
$$V = a^3$$



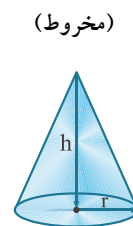
$$V = abc$$



$$V = \frac{4}{3} \pi r^3$$



$$V = \pi r^2 h$$



$$V = \frac{1}{3} \pi r^2 h$$