

## اندازه‌گیری در علوم و ابزارهای آن



### اندازه‌گیری در علوم

برای بررسی بسیاری از پدیده‌ها و همین‌طور انجام آزمایش‌ها، به اندازه‌گیری نیاز داریم. اندازه‌گیری به ما کمک می‌کند تا اشیاء را از لحاظ اندازه، مقدار، بزرگی، کوچکی و ... با هم مقایسه کنیم.

• داشتن ابزارهای مناسب و دقت فرد اندازه‌گیری‌کننده، دو عامل مهم در اندازه‌گیری هستند.

• چون نمی‌توان به نتایج حاصل از مشاهدات که ناشی از حواس پنج‌گانه انسان است، اطمینان کرد، بنابراین برای مشاهده دقیق به ابزار و وسایل اندازه‌گیری دقیق نیاز است.

**اندازه‌گیری:** یک مرحله مهم برای جمع‌آوری اطلاعات، اندازه‌گیری است.

**کمیت:** هر چیز قابل اندازه‌گیری که بتوان اندازه آن را با یک عدد بیان نمود، کمیت نام دارد. مانند جرم، طول، حجم، زمان و ... کمیت‌های مختلف یکاهای متفاوتی دارند.

برای مقایسه مقادیر مختلف از یک کمیت، باید آن‌ها را اندازه گرفت. داشتن واحد (یکا) استاندارد، برای اندازه‌گیری لازم است. به عنوان نمونه فاصله ۴۰ قدم برای دو شخص فرق می‌کند. در این مورد «قدم» یکای اندازه‌گیری است. دانشمندان برای این‌که عددهای حاصل از اندازه‌گیری‌های مختلف یک کمیت با هم مقایسه‌پذیر باشند، در نشست‌های بین‌المللی توافق کرده‌اند که برای هر کمیت، یکای معینی را تعریف کنند. به عنوان نمونه کمیت طول با یکای متر اندازه‌گیری می‌شود.

**بیشتر بدانید:** استاندارد در واقع میزان، معیار و شاخصی برای سنجش و اندازه‌گیری است. اولین استانداردهای پایه‌گذاری شده در جهان، مربوط به یکسان شدن واحدهای اندازه‌گیری طول، جرم و زمان است.

حال به بررسی برخی کمیت‌ها می‌پردازیم:

**جرم:** مقدار ماده تشکیل‌دهنده هر جسم، جرم آن جسم نام دارد. یکای اندازه‌گیری جرم کیلوگرم (kg) یا گرم (g) است. (به‌طور کلی، کیلو یعنی ۱۰۰۰) جرم اجسام به وسیله ترازو اندازه‌گیری می‌شود. در نوشتن فرمول‌ها این کمیت را با نماد m نشان می‌دهند.

**تبدیل یکاهای مختلف جرم:**

$$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g} \quad \text{یا} \quad \text{kg} \xrightarrow{\times 1000} \text{g} \quad \text{و} \quad \text{g} \xrightarrow{\div 1000} \text{kg}$$

۱ تن = ۱۰۰۰ کیلوگرم (kg)

**نکته:** به‌طور کلی اگر بخواهیم یکای بزرگ را به یکای کوچک تبدیل کنیم، عدد داده شده را در ضریب مربوطه ضرب می‌کنیم و اگر بخواهیم یکای کوچک را به یکای بزرگ تبدیل کنیم، عدد داده شده را به ضریب مربوطه تقسیم می‌کنیم.

**مثال:** جرم یک مگس ۲۰ گرم است. جرم این جاندار چند کیلوگرم است؟

**پاسخ:** با توجه به این‌که می‌دانیم هر کیلوگرم معادل ۱۰۰۰ گرم است، داریم:

$$m = 20 \div 1000 = 0.02 \text{ kg}$$

**طول:** فاصله بین دو نقطه و یا مسافتی که جسم طی می‌کند، طول نام دارد. یکاهای متداول اندازه‌گیری آن «میلی‌متر - سانتی‌متر - متر و کیلومتر» هستند.

ابزارهای مختلفی برای اندازه‌گیری طول استفاده می‌شود. مثلاً برای فاصله‌های بسیار کوچک مانند ضخامت نوک مداد یا تار مو از وسیله‌ای مثل کولیس و ریزسنج استفاده می‌شود. برای اندازه‌گیری فاصله‌های در حد سانتی‌متر، خط‌کش به کار می‌رود. متر خیاطی و ابزارهای دیگر نیز برای فاصله‌های بزرگ‌تر استفاده می‌شود.

**مثال** با اندازه‌گیری متوجه می‌شویم قطر نوک مداد ۱ میلی‌متر، طول حیاط یک خانه ۲۰ متر و فاصله تهران تا مشهد تقریباً ۹۰۰

کیلومتر است. چرا برای اندازه‌گیری طول، واحدهای متفاوتی به کار می‌بریم؟

**پاسخ:** نوشتن طول‌های بسیار کوچک و یا بسیار بزرگ برحسب واحد استاندارد «متر» باعث می‌شود با اعدادی بسیار کوچک (چندین رقم اعشار) یا اعدادی بسیار بزرگ (با چندین رقم صفر جلوی عدد) سروکار داشته باشیم. کار کردن با این اعداد دشوار است و ممکن است در محاسبات باعث ایجاد اشتباه شوند.

**یادآوری** برای تبدیل یكاهای مختلف طول می‌توان به موارد زیر توجه کرد:

$$\begin{aligned} 1 \text{ (m) متر} &= 100 \text{ (cm) سانتی‌متر} & 1 \text{ (km) کیلومتر} &= 1000 \text{ (m) متر} \\ 1 \text{ (mm) میلی‌متر} &= 10 \text{ (cm) سانتی‌متر} & 1 \text{ (m) متر} &= 1000 \text{ (mm) میلی‌متر} \end{aligned}$$

**مثال** فاصله دو خانه ۰/۷۰۵ کیلومتر است. این فاصله چند متر و چند میلی‌متر است؟

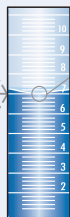
$$1 \text{ km} = 1000 \text{ m} \Rightarrow 0.705 \text{ km} \times 1000 = 705 \text{ m}$$

$$1 \text{ m} = 1000 \text{ mm} \Rightarrow 705 \text{ m} \times 1000 = 705000 \text{ mm}$$

**بیشتر بدانید:** یکی از یكاهای متداول طول که در مهندسی کاربرد فراوان دارد، اینچ نام دارد. هر اینچ معادل ۲/۵۴ سانتی‌متر است.

**حجم:** مقدار فضایی که جسم اشغال می‌کند، حجم جسم نام دارد. این کمیت را معمولاً برحسب مترمکعب، سانتی‌مترمکعب، لیتر و یا میلی‌لیتر اندازه‌گیری می‌کنند. برای اندازه‌گیری حجم مایعات به مقدار کم، معمولاً از استوانه مدرج استفاده می‌کنند. این ابزار معمولاً برحسب میلی‌لیتر مدرج شده است. مایعات شکل خاصی ندارند و شکل ظرف خود را می‌گیرند. به همین دلیل می‌توان از فرمول‌های هندسی برای اندازه‌گیری حجم مایعات در مخازن و استخرها استفاده کرد.

روش نادرست  
روش درست  
روش نادرست



برای خواندن حجم اغلب مایعات به سطح زیر منحنی توجه می‌کنیم.

**نکته** برای خواندن حجم اغلب مایعات (مانند آب) به سطح زیر منحنی توجه می‌کنیم. (برای به دست آوردن مقدار دقیق حجم مایع باید عمود بر سطح استوانه نگاه کنیم.)

**یادآوری** برای تبدیل یكاهای مختلف حجم می‌توان به موارد زیر توجه کرد:

$$1 \text{ (cm}^3\text{) سانتی‌متر مکعب} = 1,000,000 \text{ (m}^3\text{) مترمکعب}$$

$$1 \text{ (L) لیتر} = 1000 \text{ (m}^3\text{) مترمکعب}$$

$$1 \text{ (mL) میلی‌لیتر} = 1000 \text{ (L) لیتر}$$

$$1 \text{ (cc) سی‌سی} = 1 \text{ (mL) میلی‌لیتر} = 1 \text{ (cm}^3\text{) سانتی‌متر مکعب}$$

**نکته** یک لیتر برابر حجم یک مکعب به اضلاع ۱۰cm است.

**توجه** برای تعیین حجم اجسامی که شکل هندسی منظم ندارند از استوانه مدرج یا مانند آن استفاده می‌شود. به مثال زیر توجه کنید.



**مثال** درون یک استوانه مدرج ۵۸ سانتی‌متر مکعب آب وجود دارد. اگر یک مهره فلزی را درون آن قرار دهیم و حجم مایع به عدد ۶۶ سانتی‌متر مکعب برسد، حجم مهره فلزی چقدر است؟

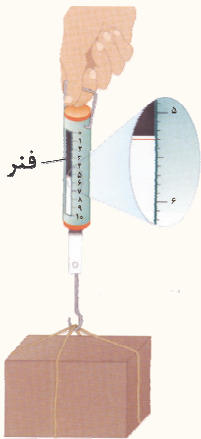
**پاسخ:** اختلاف این دو عدد، حجم مهره فلزی خواهد بود.

$$(cm^3) \text{ سانتی‌متر مکعب } ۸ = ۶۶ - ۵۸ = \text{ حجم مهره فلزی}$$

**زمان:** زمان کمیتی است که توسط آن، مدت انجام یک فعالیت یا ترتیب و توالی پدیده‌ها اندازه‌گیری می‌شود. برای اندازه‌گیری زمان از ساعت یا زمان‌سنج (کرونومتر) استفاده می‌شود. یکای اندازه‌گیری زمان، ثانیه (s) است اما در زندگی روزمره از یكاهای دقیقه، ساعت، شبانه‌روز، سال و ... هم استفاده می‌شود. زمان را اندازه می‌گیریم تا بتوانیم به سؤال «چه وقت» و یا «چه مدت» پاسخ دهیم.

دانش‌آموزان عزیز! هم‌اکنون می‌توانید به سؤالات با کادر **پاسخ دهید**. سؤالات با کادر **مربوط به ادامه درس می‌باشند**.

بعضی کمیت‌ها از ترکیب کمیت‌های اصلی مانند طول، جرم و زمان ایجاد می‌شوند. حال به بررسی برخی از این کمیت‌ها می‌پردازیم.  
**وزن:** نیروی گرانشی (جاذبه‌ای) که از طرف زمین به جسم وارد می‌شود و جسم را به طرف مرکز زمین می‌کشد، وزن نام دارد. یکای اندازه‌گیری آن «نیوتون» (N) است.



**نکته** وزن یک جسم توسط نیروسنج اندازه‌گیری می‌شود. مقدار کشیدگی فنر درون نیروسنج به اندازه نیرویی بستگی دارد که به نیروسنج وارد می‌شود.

وزن یک جسم ۱۰۰ گرمی در سطح کره زمین، تقریباً برابر یک نیوتون (N) است. بنابراین وزن یک جسم ۱۰۰۰ گرمی (۱kg) برابر ده نیوتون (۱۰N) است.

**محاسبه وزن:** برای محاسبه وزن اجسام باید جرم جسم را در شتاب جاذبه زمین که تقریباً برابر ۹/۸ است، ضرب کرد. باید دقت کرد که جرم جسم، حتماً باید بر حسب کیلوگرم باشد تا وزن آن بر حسب نیوتون به دست آید.

$$\text{شتاب جاذبه} \times \text{جرم} = \text{وزن}$$

$$W = m \times g$$

**نکته** گاهی اوقات برای حل مسائل، شتاب جاذبه زمین را تقریباً ۱۰ در نظر می‌گیرند.

**بیشتر بدانید:** یکای اندازه‌گیری شتاب جاذبه، نیوتون بر کیلوگرم ( $\frac{N}{kg}$ ) یا متر بر مجذور ثانیه ( $\frac{m}{s^2}$ ) است.

**مثال** جرم یک کرگدن ۷۹۵ کیلوگرم است. وزن آن روی کره زمین، چقدر است؟ (شتاب جاذبه زمین را ۱۰ در نظر بگیرید).

شتاب جاذبه  $\times$  جرم = وزن

$$W = m \times g \Rightarrow W = ۷۹۵ \times ۱۰ = ۷۹۵۰ \text{ نیوتون (N)}$$

**نکته** وزن جسم همیشه مقدار ثابتی نیست و بسته به شتاب گرانش، تغییر می‌کند، اما جرم جسم همیشه ثابت است.

**مثال**

جدول زیر، شتاب جاذبه چند سیاره را نشان می‌دهد. اگر جرم یک موش ۲۵۰ گرم باشد، وزن موش را در مکان‌های داده شده محاسبه کنید.

زمین	ماه	مشتری	مریخ	زهرة	عطارد
۹/۸	۱/۶۲	۲۴/۷	۳/۷۱	۸/۸	۳/۷

**پاسخ:** برای محاسبه وزن، جرم باید بر حسب کیلوگرم باشد.  $250 \text{ g} \div 1000 = 0.25 \text{ kg}$  جرم (m)

وزن موش روی زمین = جرم  $\times$  شتاب جاذبه زمین =  $0.25 \times 9.8 = 2.45 \text{ N}$

وزن موش روی ماه = جرم  $\times$  شتاب جاذبه ماه =  $0.25 \times 1.62 = 0.41 \text{ N}$

وزن موش روی مشتری = جرم  $\times$  شتاب جاذبه مشتری =  $0.25 \times 24.7 = 6.18 \text{ N}$

وزن موش روی مریخ = جرم  $\times$  شتاب جاذبه مریخ =  $0.25 \times 3.71 = 0.93 \text{ N}$

وزن موش روی زهرة = جرم  $\times$  شتاب جاذبه زهرة =  $0.25 \times 8.8 = 2.2 \text{ N}$

وزن موش روی عطارد = جرم  $\times$  شتاب جاذبه عطارد =  $0.25 \times 3.7 = 0.93 \text{ N}$

**چگالی:** مقدار جرمی که در حجم معینی از یک جسم وجود دارد، چگالی نام دارد. به عبارت دیگر نسبت جرم جسم به حجم آن برابر چگالی جسم است.

**محاسبه چگالی**

$$\text{چگالی جسم} = \frac{\text{جرم جسم}}{\text{حجم جسم}}$$

چگالی هر جسم از رابطه روبه‌رو به دست می‌آید:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

در رابطه فوق اگر جرم را با m، حجم را با V و چگالی را با  $\rho$  نشان دهیم، فرمول را به این شکل نیز می‌توان نوشت. معمولاً یکای چگالی بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب یا کیلوگرم بر متر مکعب بیان می‌شود.

$$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \xrightarrow{\times 1000} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

برای تبدیل واحدهای مختلف چگالی، می‌توان از دستورالعمل مقابل استفاده کرد:

**توجه:**  $1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  به عبارت دیگر واحد  $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  یکای بزرگ‌تری از (برابر) واحد  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  است.

**مثال**

مکعبی به جرم ۱۲۰ گرم داریم که طول هر ضلع آن ۲ سانتی‌متر است. چگالی این مکعب را بر حسب دو واحد

$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  و  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  به دست آورید.

**پاسخ:** ابتدا باید حجم مکعب را به دست آوریم:

$(V) = 2 \times 2 \times 2 = 8 \text{ cm}^3$  سانتی‌متر مکعب

چگالی =  $\frac{\text{جرم}}{\text{حجم}} \Rightarrow \rho = \frac{120}{8} = 15 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  یا چگالی =  $15 \times 1000 = 15000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

**نکته:** چگالی، یک فاصیبت فیزیکی هر جسم است و مقدار آن برای هر ماده مشخص با هر اندازه‌ای، ثابت است.

**مثال**

چگونه می‌توان چگالی یک کلید را به دست آورد؟

**پاسخ:** ابتدا جرم کلید را با ترازو اندازه‌گیری می‌کنیم. چون کلید شکل هندسی مشخصی ندارد، برای تعیین حجم آن باید از استوانه مدرج استفاده کنیم. مقدار مشخصی آب در استوانه مدرج می‌ریزیم، سپس کلید را در آن می‌اندازیم. میزان افزایش حجم آب در استوانه مدرج، حجم کلید را نشان می‌دهد. با تقسیم جرم کلید به حجم آن، چگالی کلید به دست می‌آید.

**مثال** چگالی آب ۱۰۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب است. جرم یک لیتر آب چند کیلوگرم است؟

$$\text{حجم (V)} = 1\text{L} \div 1000 = 0/001\text{m}^3$$

**پاسخ:** ابتدا باید واحد حجم را به مترمکعب تبدیل کنیم:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 1000 = \frac{m}{0/001} \Rightarrow m = 1000 \times 0/001 = 1 \Rightarrow m = 1\text{kg}$$

**نکته** ۱ لیتر آب برابر یک کیلوگرم است.



وقتی جسمی روی آب شناور می‌شود یا در آب فرو می‌رود با مقایسه چگالی آن‌ها درمی‌یابیم، جسم شناور، چگالی کم‌تری نسبت به آب دارد و جسم فرو رفته در آب، چگالی بیش‌تری نسبت به آب دارد.

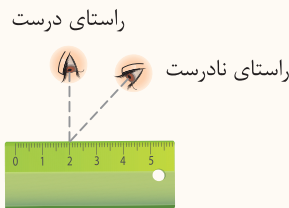
**نوع** چنانچه جسمی درون آب غوطه‌ور بماند، چگالی آن برابر با چگالی آب است. (چگالی آب برابر  $1\text{g/cm}^3$  یا  $1000\text{kg/m}^3$  است.)

**جمع‌بندی:** یکای برخی کمیت‌های مهم به شرح زیر است:

کمیت	طول	جرم	زمان	حجم	چگالی	«وزن» و «نیرو»	سرعت
یکا	متر (m)	کیلوگرم (kg)	ثانیه (s)	مترمکعب ( $\text{m}^3$ )	کیلوگرم بر مترمکعب ( $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ )	نیوتون (N)	متر بر ثانیه ( $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ )

**دقت در اندازه‌گیری**

وقتی کمیتی را اندازه‌گیری می‌کنیم، عدد به‌دست آمده با تقریب همراه است. به‌طور نمونه با دو بار اندازه‌گیری ممکن است اعداد  $0/1$  و  $0/14$  به‌دست آید. دقت اندازه‌گیری به دقت شخص و دقت وسیله اندازه‌گیری بستگی دارد. مثلاً با یک خط‌کش که برحسب سانتی‌متر مدرج شده باشد، نمی‌توان فاصله‌های کم‌تر از یک سانتی‌متر را اندازه‌گیری کرد. پس دقت این وسیله در حد سانتی‌متر است. در اندازه‌گیری با این خط‌کش نباید در اعلام نتیجه اندازه‌گیری اعداد کوچک‌تر از یک سانتی‌متر را بیان کنیم. به عنوان مثال ذکر عدد  $2/5\text{cm}$  با خط‌کشی که برحسب سانتی‌متر مدرج شده، نادرست است. دقت شخص اندازه‌گیری‌کننده نیز مهم است. باید از صفر دستگاه اندازه‌گیری مطمئن شد و در هنگام خواندن، راستای چشم باید هم‌تراز با راستای عدد باشد.



**نکته** برای بالا بردن دقت اندازه‌گیری هر کمیت، تکرار اندازه‌گیری و میانگین گرفتن از اعداد به‌دست آمده لازم است.

**مثال** فاصله بین دو درجه متوالی در یک ترازو ۵ گرم می‌باشد. کدام اندازه‌گیری نمی‌تواند نتیجه اندازه‌گیری با این ترازو باشد؟

- (آ) ۱۸۵ گرم      (ب) ۲۹۰ گرم      (پ)  $1/7$  کیلوگرم      (ت) ۱۱۷ گرم

**پاسخ:** مقادیری قابل اندازه‌گیری است که مضرب صحیحی از دقت اندازه‌گیری (در این جا ۵) باشد.

(آ) ۱۸۵ مضرب ۵ است. پس قابل اندازه‌گیری است.

(ب) ۲۹۰ مضرب ۵ است. پس قابل اندازه‌گیری است.

(پ)  $1/7$  کیلوگرم معادل ۱۷۰۰ گرم است که مضرب ۵ است. پس قابل اندازه‌گیری است.

(ت) ۱۱۷ مضرب ۵ نیست. پس قابل اندازه‌گیری نیست.

## سوالات فصل ۲

### کامل کنید (.....)

- ۱ برای بررسی بسیاری از پدیده‌ها و همین‌طور انجام آزمایش‌ها به ..... نیاز داریم.
- ۲ به یکای اندازه‌گیری، ..... نیز می‌گویند.
- ۳ یکاهای استاندارد کمیت جرم، .....، کمیت طول، ..... و کمیت زمان، ..... است.
- ۴ مقدار ماده تشکیل‌دهنده هر جسم، ..... نام دارد. این کمیت با ..... اندازه‌گیری می‌شود.
- ۵ فاصله بین دو نقطه و یا مسافتی که جسم طی می‌کند، ..... نام دارد.
- ۶ یک وسیله مناسب برای اندازه‌گیری مایعات کم‌حجم، ..... است که معمولاً بر حسب ..... مدرج شده است.
- ۷ هر متر مکعب برابر ..... لیتر است.
- ۸ دستگاه اندازه‌گیری‌کننده نیروی وزن، ..... است.
- ۹ یکای اندازه‌گیری وزن ..... است.
- ۱۰ وزن هر جسم از حاصل ضرب ..... در ..... آن جسم، به‌دست می‌آید.
- ۱۱ مقدار جرم موجود در واحد حجم را ..... آن جسم می‌نامند.
- ۱۲ هر گرم بر سانتی‌متر مکعب معادل ..... کیلوگرم بر مترمکعب است.
- ۱۳ دقت اندازه‌گیری به دقت ..... و ..... بستگی دارد.

### صیح یا غلط (ص غ)

- ۱۴ برای اندازه‌گیری جرم، از ترازو استفاده می‌شود.
- ۱۵  $0/04$  مترمکعب معادل ۴ سانتی‌مترمکعب است.
- ۱۶ در اندازه‌گیری دقیق، فقط داشتن ابزار مناسب کافی است.
- ۱۷ از استوانه مدرج، می‌توان برای اندازه‌گیری حجم اجسام جامدی که شکل مشخصی ندارند، استفاده کرد.
- ۱۸ برای خواندن حجم آب در استوانه مدرج به سطح بالای منحنی توجه می‌کنیم.
- ۱۹ وزن جسم به وسیله ترازو اندازه‌گیری می‌شود.
- ۲۰ مقدار کشیدگی فنر درون نیروسنج به اندازه جسمی بستگی دارد که به نیروسنج بسته شده است.
- ۲۱ یک کیلوگرم آب، تقریباً یک لیتر حجم دارد.
- ۲۲ یکای اصلی چگالی، گرم بر مترمکعب است.
- ۲۳ چگالی جسمی که در آب فرو می‌رود، از چگالی آب کم‌تر است.

### تعریف کنید

- ۲۴ جرم
- ۲۵ وزن
- ۲۶ چگالی

ص غ

ص غ

ص غ

ص غ

ص غ

ص غ

ص غ

ص غ

ص غ

ص غ

پاسخ دهید

۲۷ هر یک از کمیت‌های زیر را به یکای مناسب خودش وصل کنید.

- میلی لیتر (آ) جرم
- نیوتون (ب) طول
- متر بر ثانیه (پ) نیرو
- روز (ت) سرعت
- گرم (ث) حجم
- کیلومتر (ج) زمان

۲۸ تبدیل واحدهای زیر را انجام دهید.

۴/۰۵ kg = ..... g (آ)      ۸۰۰ L = ..... cm<sup>۳</sup> (ب)      ۷۶ دقیقه = ..... s (پ)      ۰/۰۱۱ km = ..... cm (ت)

۲۹ جدول زیر را کامل کنید.

خطکش	استوانه‌ مدرج	(پ)	کولیس	ساعت	ابزار اندازه‌گیری
(ث)	(ت)	جرم	(ب)	(آ)	کمیت

۳۰ کمیت‌های زیر را با توجه به اندازه‌شان، معمولاً با چه یکایی اندازه می‌گیرند؟

- (آ) ضخامت نوک مداد
- (پ) حجم یک استخر
- (ث) حجم نصف لیوان آب
- (چ) زمان حل کردن تمرین شماره ۵
- (ب) فاصله تهران تا کرج
- (ت) جرم یک خودکار
- (ج) طول حیاط مدرسه
- (ح) جرم یک دوچرخه

۳۱ کمیت‌های داده شده در جدول را بر حسب یکاهای خواسته شده بنویسید.

۱۲۰ g	۴۱۰ mL	۰/۰۱۲ m <sup>۳</sup>	میلی گرم ۸۵۶۰	۰/۱۰۸ km
kg ..... (ث)	cm <sup>۳</sup> ..... (ت)	cm <sup>۳</sup> ..... (پ)	کیلوگرم ..... (ب)	m ..... (آ)

۳۲ برای اندازه‌گیری طول یک جسم مراحل زیر را طی می‌کنیم. آن‌ها را به ترتیب اولویت انجام کار شماره‌گذاری کنید.

- تکرار اندازه‌گیری
- انتخاب ابزار مناسب اندازه‌گیری
- گزارش درست بر اساس دقت ابزار
- انطباق صفر خط‌کش بر ابتدای جسم
- خواندن با دید مناسب
- میانگین‌گیری

۳۳ یک تخم‌مرغ را درون لیوان آبی می‌اندازیم. تخم‌مرغ به ته لیوان فرو می‌رود. اگر مقداری نمک درون آب لیوان حل کنیم، تخم‌مرغ بالا می‌آید. چگونه این پدیده را توجیه می‌کنید؟

۳۴ یکاهای اصلی چگالی را بنویسید.

۳۵ جرم یک توپ ۶۵۰ گرم است. اگر شتاب جاذبه زمین را ۱۰ در نظر بگیریم، وزن این توپ چند نیوتون است؟

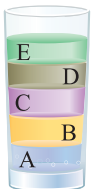
۳۶ در یک سیاره وزنه ۳ کیلوگرمی را به نیروسنجی متصل می‌کنیم. اگر نیروسنج عدد ۱۲/۶ نیوتون را نشان دهد، شتاب جاذبه در این سیاره چقدر است؟

۳۷ وزن جسمی روی یک سیاره ۴۸۰ نیوتون است. اگر شتاب جاذبه در آن سیاره ۵ برابر زمین باشد، جرم این جسم روی کره زمین چند کیلوگرم است؟ (شتاب جاذبه زمین را تقریباً ۱۰ در نظر بگیرید.)

۳۸ جرم یک جسم ۷۰۰ گرم و حجم آن ۵۰ میلی لیتر است. چگالی آن چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟

۳۹ در شکل مقابل چند مایع مخلوط نشدنی را روی هم ریخته‌ایم. چند عدد مربوط به چگالی آن‌ها را هم

داریم. آیا می‌توانید بگویید چگالی هر کدام چقدر است؟ (۱/۷۳, ۱/۲, ۲/۷, ۴/۰۱, ۰/۷۸)

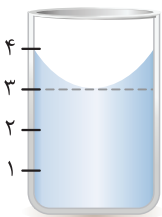


- ۴۰ چگالی جسمی  $1/2$  گرم بر سانتی‌متر مکعب است. اگر جرم این جسم ۳ کیلوگرم باشد، حجم آن چند مترمکعب است؟
- ۴۱ یک کره فلزی توخالی داریم. با اندازه‌گیری جرم و حجم آن، چگالی کره را حساب می‌کنیم. اگر بتوانیم هوای درون کره فلزی را تخلیه کنیم، آیا تغییری در اندازه چگالی این جسم ایجاد می‌شود؟ توضیح دهید.
- ۴۲ سه مایع داریم که چگالی مایع اول  $1/9$  گرم بر سانتی‌متر مکعب، چگالی مایع دوم  $1200$  کیلوگرم بر مترمکعب و مایع سوم ۴ کیلوگرم جرم و ۲ لیتر حجم دارد. چگالی کدام یک از بقیه کم تر است؟
- ۴۳ در یک طرف مکعب مستطیل شکل به مساحت قاعده ۴۰ سانتی‌متر مربع، مایعی می‌ریزیم که تا ارتفاع ۸ سانتی‌متر بالا می‌آید. اگر جرم مایع  $160$  گرم باشد، چگالی این مایع چند کیلوگرم بر مترمکعب است؟
- ۴۴ سه خط‌کش داریم که فاصله هر واحد در آن‌ها یکسان است و هر واحد در اولی به ۳ قسمت، دومی به ۵ قسمت و سومی به ۲ قسمت تقسیم شده است. برای اندازه‌گیری، کدام یک دقت بیش تری دارد؟
- ۴۵ جرم یک سکه را چند بار اندازه‌گیری می‌کنیم و اعداد ۴۲، ۴۸، ۳۹ و ۴۵ گرم به دست می‌آید. به نظر شما نزدیک‌ترین عدد به جرم این سکه چه عددی می‌تواند باشد؟
- ۴۶ دقت یک ترازو ۲ گرم است. کدام یک از مقادیر زیر را توسط اندازه‌گیری با این ترازو می‌توان به دست آورد؟  
 «  $1/5$  کیلوگرم، ۱۸۶ گرم،  $82/6$  گرم، ۲۳ گرم،  $0/0004$  کیلوگرم »

انتخاب کنیند

- ۴۷ یک مرحله مهم برای ..... اندازه‌گیری است.  
 (۱) جمع‌آوری اطلاعات (۲) آزمایش (۳) مشاهده (۴) نتیجه‌گیری
- ۴۸  $7/02$  لیتر، معادل چند سانتی‌متر مکعب است؟  
 (۱)  $70/2$  (۲)  $702$  (۳)  $7020$  (۴)  $7/02$
- ۴۹ کدام گزینه از واحدهای اندازه‌گیری حجم نیست؟  
 (۱) سی‌سی (۲) میلی‌متر مربع (۳) لیتر (۴) مترمکعب
- ۵۰ یک سوم ساعت، معادل چند ثانیه است؟  
 (۱) ۲۰ (۲) ۱۲۰ (۳) ۳۶۰۰ (۴) ۱۲۰۰

۵۱ حجم یک مایع که درون استوانه مدرج روبه‌رو ریخته شده است را می‌خواهیم به دست آوریم. شما این حجم را چه عددی می‌خوانید؟



- (۱) ۳  
 (۲) ۴  
 (۳)  $3/5$   
 (۴)  $3/25$

- ۵۲ جرم یک سفینه فضایی در ماه ۹۵۰ کیلوگرم است. جرم آن در روی کره زمین چقدر است؟  
 (۱) ۹۵ (۲) ۵۷۰۰ (۳) ۹۵۰ (۴) ۸۰۰

۵۳ وسیله اندازه‌گیری کدام کمیت اشتباه نوشته شده است؟

- (۱) وزن / نیروسنج (۲) جرم / ترازو (۳) طول / متر خیاطی (۴) حجم / مترمکعب

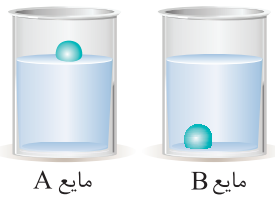
۵۴ وزن جسمی روی ماه ۴۲۶ نیوتون است. اگر شتاب جاذبه ماه  $1/6$  شتاب جاذبه زمین باشد، وزن این جسم روی زمین چند نیوتون است؟

- (۱) ۴۲۶ (۲) ۷۱ (۳) ۸۴۳ (۴) ۲۵۵۶

۵۵ جرم یک موش روی زمین ۳۰۰ گرم است. اگر شتاب جاذبه یک سیاره ۶ برابر زمین باشد، وزن این موش در آن سیاره چند نیوتون است؟ (شتاب جاذبه زمین را  $10$  در نظر بگیرید.)

- (۱) ۳۰۰ (۲)  $0/3$  (۳) ۳ (۴) ۱۸





- ۵۶ با توجه به شکل، چه نتیجه‌ای می‌توان گرفت؟ (دو گلوله هم‌جنس و هم‌اندازه هستند.)
- (۱) چگالی گلوله از مایع A بیش‌تر است.
- (۲) چگالی گلوله از مایع B بیش‌تر است.
- (۳) چگالی مایع A و B برابر است.
- (۴) چگالی مایع B از مایع A بیش‌تر است.

۵۷ چگالی یک تکه چوب  $\frac{g}{cm^3}$   $0.42$  است. اگر این تکه چوب را نصف کنیم، چگالی آن چقدر خواهد شد؟

- (۱)  $0.42$        (۲)  $0.21$        (۳)  $0.84$        (۴)  $0.3$

۵۸ یک مکعب مستطیل توپر به ابعاد  $5 \times 10 \times 4$  سانتی‌متر داریم. اگر جرم مکعب  $8$  کیلوگرم باشد، چگالی مکعب مستطیل چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟

- (۱)  $0.004$        (۲)  $0.4$        (۳)  $0.4$        (۴)  $4$

۵۹ تکه سنگی به جرم  $56$  گرم و چگالی  $8$  گرم بر سانتی‌متر مکعب را درون استوانه‌ی مدرجی که حاوی مقداری آب است، می‌اندازیم. آب درون استوانه چند میلی‌لیتر بالا می‌آید؟

- (۱)  $8$        (۲)  $7$        (۳)  $6$        (۴)  $5$

۶۰ علت این‌که جسمی در یک مایع فرو می‌رود، این است که:

- (۱) چگالی مایع بیش‌تر از چگالی جسم است.
- (۲) چگالی جسم بیش‌تر از چگالی مایع است.
- (۳) جرم جسم بیش‌تر از جرم مایع است.
- (۴) جسم لبه‌های تیزی دارد.

۶۱ به وسیله‌ی چند وزنه  $50$  گرمی و یک ترازوی دو کفه‌ای، جرم جسمی را  $1/2$  کیلوگرم اندازه‌گیری کردیم. دقت این اندازه‌گیری چقدر است؟

- (۱)  $1$  گرم       (۲)  $10$  گرم       (۳)  $50$  گرم       (۴)  $0.2$  کیلوگرم

۶۲ دقت اندازه‌گیری یک خط‌کش  $2$  میلی‌متر است. کدام گزینه نمی‌تواند عدد حاصل از اندازه‌گیری طول، توسط این خط‌کش باشد؟

- (۱)  $4/2$  سانتی‌متر       (۲)  $75$  میلی‌متر       (۳)  $0.8$  سانتی‌متر       (۴)  $1/02$  متر

۶۳ حجم یک پیمانه  $6$  میلی‌لیتر است. کدام گزینه می‌تواند نتیجه‌ی اندازه‌گیری حجم یک مایع با این پیمانه باشد؟

- (۱)  $1/5$  لیتر       (۲)  $20$  میلی‌لیتر       (۳)  $15$  میلی‌لیتر       (۴)  $2$  لیتر

پایخ سوالات فصل ۲

۱۰ شتاب جاذبه- جرم	۱ اندازه‌گیری
۱۱ چگالی	۲ واحد
۱۲ ۱۰۰۰	۳ کیلوگرم- متر- ثانیه
۱۳ وسیله‌ی اندازه‌گیری- شخص اندازه‌گیرنده	۴ جرم- ترازو
۱۴ صحیح	۵ طول
۱۵ غلط، هر مترمکعب معادل $1,000,000$ سانتی‌متر مکعب است پس $4 \times 1,000,000 = 40,000 \text{ cm}^3$	۶ استوانه‌ی مدرج- میلی‌لیتر
۱۶ غلط، دقت شخص هم مهم است.	۷ ۱۰۰۰
۱۷ صحیح	۸ نیروسنج
	۹ نیوتون

## فصل دوم | اندازه‌گیری در علوم و ابزارهای آن

۳۴ یکاهای اصلی چگالی کیلوگرم بر مترمکعب و گرم بر سانتی‌متر مکعب است.

۳۵ جرم توپ باید برحسب کیلوگرم باشد.  
 $۶۵۰\text{g} \div ۱۰۰۰ = ۰/۶۵\text{kg}$   
 $W = ۰/۶۵ \times ۱۰ = ۶/۵\text{N} \Rightarrow$  شتاب جاذبه  $\times$  جرم = وزن

۳۶  $W = mg \Rightarrow ۱۲/۶ = ۳ \times g \Rightarrow g = \frac{۱۲/۶}{۳} = ۴/۲ \frac{\text{N}}{\text{kg}}$

۳۷  $۵ \times ۱۰ = ۵۰ \frac{\text{N}}{\text{kg}}$  شتاب جاذبه سیاره  
 $۴۸۰ = m \times ۵۰ \Rightarrow m = ۹/۶\text{kg}$   
 جرم این جسم روی آن سیاره و کره زمین یکسان است.

۳۸ می‌دانیم که یک میلی‌لیتر برابر با یک سانتی‌متر مکعب است.

$\rho = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}} = \frac{۷۰۰}{۵۰} = ۱۴ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

۳۹ چگالی مایع A که در ته ظرف قرار گرفته است باید از همه بیش‌تر و چگالی مایع E باید از همه کم‌تر باشد.

چگالی A =  $۴/۰۱$  ، چگالی B =  $۲/۷$   
 چگالی C =  $۱/۷۳$  ، چگالی D =  $۱/۲$  ، چگالی E =  $۰/۷۸$

۴۰  $\rho = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}} \Rightarrow ۱/۲ = \frac{۲۰۰۰}{V}$   
 $\Rightarrow V = ۲۵۰۰\text{cm}^3 (\div ۱,۰۰۰,۰۰۰) = ۰/۰۰۲۵\text{m}^3$

۴۱ جرم کره فلزی (کمی) کم می‌شود ولی حجم آن ثابت می‌ماند. بنابراین چگالی این کره فلزی (کمی) کاهش می‌یابد.

۴۲ باید یکای اندازه‌گیری هر سه یکسان باشد تا بتوان مقایسه کرد.

$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = ۱۹۰۰ = \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times ۱۰۰۰ \Rightarrow$  چگالی مایع اول =  $۱/۹$   
 چگالی مایع دوم =  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = ۱۲۰۰$   
 چگالی مایع سوم =  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = ۲۰۰۰ = \frac{۴}{۰/۰۰۲}$   
 مشخص است که چگالی مایع دوم از بقیه کم‌تر است.

۴۳  $۴۰ \times ۸ = ۳۲۰\text{cm}^3 =$  ارتفاع  $\times$  مساحت قاعده = حجم مایع

$\rho = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}} = \frac{۱۶۰}{۳۲۰} = ۰/۵ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$   
 $\rho = ۰/۵ \times ۱۰۰۰ = ۵۰۰ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

۴۴ خط‌کش دومی، چون کوچک‌ترین واحد اندازه‌گیری این خط‌کش از بقیه خط‌کش‌ها کوچک‌تر است.

۱۸ غلط، به سطح زیر منحنی توجه می‌کنیم.

۱۹ غلط، وزن به وسیله نیروسنج اندازه‌گیری می‌شود.

۲۰ غلط، به نیرویی که به نیروسنج وارد می‌شود بستگی دارد.

۲۱ صحیح

۲۲ غلط، یکای اصلی آن کیلوگرم بر مترمکعب است.

۲۳ غلط، چگالی جسمی که در آب فرو می‌رود از چگالی آب

بیش‌تر است.

۲۴ مقدار ماده تشکیل‌دهنده هر جسم، جرم آن جسم نام دارد.

۲۵ نیروی گرانشی که از طرف زمین به جسم وارد می‌شود و جسم را به طرف زمین جذب می‌کند، وزن نام دارد.

۲۶ مقدار جرمی که در حجم معینی از یک جسم وجود دارد، چگالی نام دارد.

۲۷ (آ) جرم ← گرم (ب) طول ← کیلومتر

(پ) نیرو ← نیوتون (ت) سرعت ← متر بر ثانیه

(ث) حجم ← میلی‌لیتر (ج) زمان ← روز

۲۸ (آ)  $۴/۰۵ \times ۱۰۰۰\text{g} = ۴۰۵۰\text{g}$

(ب)  $۸۰۰ \times ۱۰۰۰\text{mL} = ۸۰۰,۰۰۰\text{mL} = ۸۰۰,۰۰۰\text{cm}^3$

(پ)  $۷۶ \times ۶۰\text{s} = ۴۵۶۰\text{s}$

(ت)  $۰/۰۱۱ \times ۱۰۰۰\text{m} = ۱۱\text{m} \Rightarrow ۱۱ \times ۱۰۰\text{cm} = ۱۱۰۰\text{cm}$

۲۹ (آ) زمان (ب) طول (پ) ترازو

(ت) حجم (ث) طول

۳۰ (آ) میلی‌متر (ب) کیلومتر (پ) مترمکعب

(ت) گرم (ث) میلی‌لیتر (ج) متر

(چ) ثانیه (ح) کیلوگرم

۳۱ (آ)  $۰/۱۰۸\text{km} \times ۱۰۰۰ = ۱۰۸\text{m}$

(ب)  $۸۵۶۰\text{mg} \div ۱۰۰۰ = ۸/۵۶\text{g}$

$\Rightarrow ۸/۵۶\text{g} \div ۱۰۰۰ = ۰/۰۰۸۵۶\text{kg}$

(پ)  $۰/۰۱۲\text{m}^3 \times ۱,۰۰۰,۰۰۰ = ۱۲۰۰۰\text{cm}^3$

(ت)  $۴۱۰\text{mL} = ۴۱۰\text{cm}^3$

(ث)  $۱۲۰\text{g} \div ۱۰۰۰ = ۰/۱۲\text{kg}$

۳۲ ۱- انتخاب ابزار مناسب اندازه‌گیری ۲- انطباق صفر

خط‌کش با ابتدای جسم ۳- خواندن با دید مناسب ۴- گزارش درست

بر اساس دقت ابزار ۵- تکرار اندازه‌گیری ۶- میانگین‌گیری

۳۳ وقتی تخم‌مرغ به ته مایع فرو می‌رود، یعنی چگالی آن از

آب بیش‌تر است. با حل کردن نمک درون آب، چگالی آب نمک زیادتر

از تخم‌مرغ می‌شود و تخم‌مرغ به روی آب می‌آید.

۵۶ گزینۀ (۲) - گلوله به ته مایع B فرو رفته است، پس گلوله چگالی بیش‌تری نسبت به مایع B دارد.  
همچنین گلوله روی سطح مایع A شناور است، پس گلوله چگالی کم‌تری نسبت به مایع A دارد.  
از مقایسهٔ دو شکل می‌توان نتیجه گرفت که چگالی مایع A بیش‌تر از چگالی مایع B است.

۵۷ گزینۀ (۱) - چگالی هر جسم همیشه ثابت است.

۵۸ گزینۀ (۴)

$$m = 0.8 \times 1000 = 800 \text{ g}$$

$$V = 4 \times 10 \times 5 = 200 \text{ cm}^3 \Rightarrow \rho = \frac{m}{V} = \frac{800}{200} = 4 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

۵۹ گزینۀ (۲) - آب به اندازهٔ حجم سنگ بالا می‌آید.

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \lambda = \frac{56}{V} \Rightarrow V = \frac{56}{\lambda} = 7 \text{ cm}^3$$

۶۰ گزینۀ (۲)

۶۱ گزینۀ (۳) - چون جرم کوچک‌ترین وزنهٔ استفاده شده، ۵۰ گرم است، پس دقت اندازه‌گیری این ترازو ۵۰ گرم است.

۶۲ گزینۀ (۲) - اعداد به‌دست آمده برحسب میلی‌متر، بایستی مضرب ۲ باشند.

$$4/2 \text{ cm} = 42 \text{ mm} , 0.8 \text{ cm} = 8 \text{ mm} ,$$

$$1/0.2 \text{ m} = 1020 \text{ mm}$$

۷۵ میلی‌متر مضرب ۲ نیست.

۶۳ گزینۀ (۱) - عدد به‌دست آمده باید مضرب صحیحی از دقت اندازه‌گیری باشد. تنها در گزینۀ (۱) مقدار ۱/۵ لیتر یا ۱۵۰۰ میلی‌لیتر مضرب ۶ است.

۴۵ برای به‌دست آوردن یک عدد منطقی و نزدیک به واقعیت باید میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده را به‌دست آوریم.

$$\text{جرم} = \frac{42 + 48 + 39 + 45}{4} = 43.5 \text{ g}$$

۴۶ عدد به‌دست آمده باید مضرب صحیحی از دقت ابزار اندازه‌گیری باشد.

قابل اندازه‌گیری  $\Rightarrow$  گرم  $1.5 \text{ kg} = 1500 \text{ g}$

قابل اندازه‌گیری  $\Rightarrow 186 \text{ g}$

غیرقابل اندازه‌گیری  $\Rightarrow$  مضرب ۲ نیست  $\Rightarrow 82/6 \text{ g}$

غیرقابل اندازه‌گیری  $\Rightarrow$  مضرب ۲ نیست  $\Rightarrow 23 \text{ g}$

$$0.0004 \text{ kg} = 0.4 \text{ g}$$

عدد به‌دست آمده کم‌تر از ۲ گرم است، پس غیرقابل اندازه‌گیری است.

۴۷ گزینۀ (۱)

۴۸ گزینۀ (۳) - هر میلی‌لیتر برابر با یک سانتی‌متر مکعب است.

$$7/0.2 \times 1000 = 7020 \text{ mL} = 7020 \text{ cm}^3$$

۴۹ گزینۀ (۲) - میلی‌متر مربع یکای مساحت است.

$$\frac{1}{3} \times 60 = 20 \text{ دقیقه} \Rightarrow 20 \times 60 = 1200 \text{ s} \quad \text{گزینۀ (۴)}$$

۵۱ گزینۀ (۱) - باید پایین‌ترین سطح خوانده شود.

۵۲ گزینۀ (۳) - جرم یک جسم همیشه ثابت است.

۵۳ گزینۀ (۴) - مترمکعب یکای اندازه‌گیری حجم است نه وسیلهٔ اندازه‌گیری.

۵۴ گزینۀ (۴) - وزن جسم یا شتاب جاذبه نسبت مستقیم دارد. با افزایش شتاب جاذبه، وزن هم به همان نسبت افزایش می‌یابد.

$$426 \times 6 = 2556 \text{ N} = \text{وزن جسم روی زمین}$$

$$10 \times 6 = 60 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = \text{شتاب جاذبهٔ سیاره} \quad \text{گزینۀ (۴)}$$

$$300 \div 1000 = 0.3 \text{ kg} = \text{جرم موش}$$

$$0.3 \times 60 = 18 \text{ N} = \text{وزن موش روی سیارهٔ جدید}$$