

# فیزیک سال ہفتم

## (فصل دوم)



## دیپارٹمنٹ دفترانہ جنت

مدرس : دکتر مهرخ الیاسی

## اندازه گیری در علوم و ابزارهای آن

در این فصل می خوانیم:

اندازه گیری چیست؟

کمیت چیست؟

استاندارد یعنی چه؟

یکاهای اصلی کدامند؟

جرم چیست و چگونه اندازه گیری می شود؟

تفاوت جرم و وزن چیست؟

طول چیست و چگونه اندازه گیری می شود؟

چگالی چیست و چگونه اندازه گیری می شود؟

زمان یعنی چه؟

دقت در اندازه گیری یعنی چه؟

## اندازه گیری:

زندگی ما به اندازه گیری و ابزارهای آن وابسته است. اندازه گیری یک مرحله مهم برای جمع آوری اطلاعات است. اندازه گیری به ما کمک می کند تا اشیا را از لحاظ اندازه، مقدار، بزرگی و کوچکی، بلندی و کوتاهی و ... با هم مقایسه کنیم. به عنوان مثال برای اینکه مشخص کنید در مدت یکسال چقدر رشد کرده اید، قد و وزن خود را اندازه می گیرید.

## واحد اندازه گیری (یکا):

برای تمام اندازه گیری ها، وجود واحد یا یکای اندازه گیری لازم است. به بیان دیگر اندازه هر چیز را با یک عدد و یکای آن گزارش می کنیم. یکای هر کمیت مبنای مقایسه ای برای سنجش آن کمیت است.

## برای اندازه گیری یک کمیت، باید دو کار را انجام دهیم:

(۱) انتخاب یکای اندازه گیری مناسب برای آن کمیت.

(۲) مقایسه بزرگی آن کمیت با یکای انتخاب شده.

به عنوان مثال، هنگامیکه می گوئیم جرم هندوانه ای  $5/2$  کیلوگرم است؛ یعنی:

(۱) یکای کیلوگرم را به عنوان یکای اندازه گیری مناسب برای جرم هندوانه انتخاب کرده ایم.

(۲) جرم این هندوانه،  $5/2$  برابر یکای انتخاب شده (یعنی کیلوگرم) است.

## دستگاه بین المللی یکاهای اندازه گیری:

استفاده از یکاهایی که در همه جای کره زمین با استفاده از آنها بتوان به راحتی کالاهای متفاوت را با یکدیگر مبادله کرد، یک ضرورت مهم است. دانشمندان برای آنکه عددهای حاصل از اندازه گیری های مختلف یک چیز با هم مقایسه پذیر باشند، در نشست های بین المللی توافق کردند که برای هر کمیت یکای معینی را تعریف کنند؛ مثلاً برای جرم یکای کیلوگرم، برای زمان یکای ثانیه، برای طول یکای متر و ... را تعریف کردند.

بنابراین برای آنکه نتیجه همه اندازه گیری هایی که بر روی یک کمیت انجام می شود یکسان باشد، باید از یکاهای یکسانی استفاده شود که مجمع اوزان و مقیاس ها، هفت کمیت را به عنوان کمیت های اصلی انتخاب کرده است که اساس دستگاه بین المللی یکاها (SI) را تشکیل می دهد.

**نکته:** میزان، معیار و شاخصی برای سنجش و اندازه‌گیری کیفیت فرآورده‌ها را استاندارد می‌گویند. یکی از اولین استانداردهای پایه گذاری شده در جهان، مربوط به یکسان شدن واحدهای اندازه‌گیری طول، جرم و زمان است.

| نام کمیت | یکای بین‌المللی    | نماد<br>یکا |
|----------|--------------------|-------------|
| 1        | طول                | m           |
| 2        | جرم                | Kg          |
| 3        | زمان               | S           |
| 4        | دما                | K           |
| 5        | شدت جریان الکتریکی | A           |
| 6        | شدت روشنایی        | cd          |
| 7        | مقدار ماده         | mol         |

ویژگی‌های واحد اندازه‌گیری:

- ۱- در دسترس باشد.
- ۲- در شرایط فیزیکی، تغییرناپذیر باشد.
- ۳- با دقت زیاد قابل اندازه‌گیری باشد.

**نکته:** هر آنچه در فیزیک قابل اندازه‌گیری باشد و بتوان آن را با یک عدد گزارش کرد را **کمیت** می‌گوییم. کمیت‌ها به دو دسته اصلی و فرعی تقسیم می‌شوند:

**کمیت‌های اصلی:** کمیت‌هایی هستند که وجود مستقل دارند که طبق جدول عبارتند از طول، جرم، زمان، دما، شدت جریان الکتریکی، شدت روشنایی، مقدار ماده. به واحدهای این کمیت‌ها نیز واحدهای اصلی گفته می‌شود که عبارتند از متر، کیلوگرم، ثانیه، کلون، آمپر، شمع و مول.

**کمیت‌های فرعی:** کمیت‌هایی هستند که توسط کمیت‌های اصلی تعریف می‌شوند که به هر کمیتی غیر از هفت مورد اشاره شده در بالا، کمیت فرعی می‌گوییم.

طبق یک دسته بندی ديگر، کمیت ها به دو دسته برداری و نرده ای (اسکالر یا عددی) هم تقسیم می شوند:

**کمیت برداری:** کمیتی که علاوه بر مقدار دارای جهت هم می باشد، مثل سرعت، نیرو، شتاب، وزن، جابجایی و ...

**کمیت نرده ای:** کمیتی که فقط دارای مقدار است، مثل کار، انرژی، زمان، چگالی، دما، جرم، مقدار ماده، طول، مسافت و ...

### اندازه گیری جرم:

- ماده جرم و حجم دارد.
- به مقدار ماده تشکیل دهنده هر جسم، جرم آن جسم گفته می شود.
- جرم یک جسم در تمام دنیا ثابت است و ارتباطی به جاذبه ندارد.
- یکای اندازه گیری جرم در دستگاه بین المللی یکاها (SI)، کیلوگرم است که با Kg نمایش داده می شود.
- در گذشته کیلوگرم را استوانه توپر از آلیاژ پلاتین و ایریدیوم می دانستند که اکنون در موزه پاریس نگهداری می شود.
- برای اندازه گیری جرم های کمتر از یک کیلوگرم می توانیم از یکای گرم که با نماد gf نمایش می دهند استفاده کنیم.

$$1000 \text{ گرم} = 1 \text{ کیلوگرم}$$

$$\text{kg} \xrightarrow{\times 1000} \text{gr}$$

**نکته:** برای تبدیل گرم به کیلوگرم، آن را بر عدد 1000 تقسیم می کنیم:

$$\text{gr} \xrightarrow{\div 1000} \text{kg}$$

**نکته:** ابزار اندازه گیری جرم، ترازو می باشد که به شکل های مختلفی همچون ترازوی یک کفه ای عقربه ای (دیجیتالی)، ترازوی یک کفه ای سه محوری، ترازوی دو کفه ای معمولی (شاهین دار) و باسکول و ... وجود دارد.



مثال: ۳ کیلو و ۴۵۰ گرم، معادل چند کیلوگرم است؟

مثال: ۳ کیلو و ۴۵۰ گرم، معادل چند گرم است؟

نکته: برای جرم‌های بیش از ۱۰۰۰ کیلوگرم، می‌توان از یکای تن استفاده کرد. هر یک تن برابر است با ۱۰۰۰ کیلوگرم.

**Ton**  $\xrightarrow{\times 1000}$  **Kg**

مثال: جرم کدام دو گزینه با هم برابر است؟

(۱) ۴۵ گرم      (۲) ۴۵۰ گرم      (۳) ۴۵ تن      (۴) ۰/۰۴۵ کیلوگرم

مثال: جرم یک فضاپرد در زمین ۵۰ کیلوگرم می‌باشد. جرم او را در کره ماه به دست آورید؟

اندازه‌گیری وزن:

وزن یک جسم بر روی یک سیاره برابر است با نیروی گرانشی (جاذبه‌ای) وارد بر جسم که از طرف آن سیاره به آن جسم وارد می‌شود.

عوامل مؤثر بر وزن:

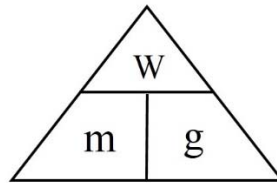
(۱) جرم جسم

(۲) شدت جاذبه (شتاب گرانش)

شتاب جاذبه  $\times$  جرم جسم = وزن جسم

$$W = m \times g$$

یکای نیوتن (N)
یکای کیلوگرم (Kg)
یکای  $\frac{N}{Kg}$  نیوتن کیلوگرم



**نکته:** شتاب جاذبه بر روی زمین حدود  $\frac{9}{8}$  نیوتن بر کیلوگرم است که گاهی اوقات برای سادگی در حل مسائل، آن را  $10$  نیوتن بر کیلوگرم در نظر می‌گیرند.

**مثال:** وزن یک هندوانه  $\frac{2}{4}$  کیلوگرمی بر روی زمین چند نیوتن است؟

**مثال:** وزن یک هندوانه  $\frac{2}{4}$  کیلوگرمی بر روی ماه چند نیوتن است؟

**نتیجه‌گیری:** وزن هندوانه  $\frac{2}{4}$  کیلوگرمی، بر روی زمین  $24$  نیوتن و بر روی ماه  $4$  نیوتن بدست آمد، که اگر نسبت وزن هندوانه در ماه را به وزن آن در زمین محاسبه کنیم به عدد  $\frac{1}{6}$  می‌رسیم که همان نسبت شتاب جاذبه ماه به شتاب جاذبه زمین است.

$$\frac{\text{وزن هندوانه بر روی ماه}}{\text{وزن هندوانه بر روی زمین}} = \frac{4}{24} = \frac{1}{6}$$

**نکته:** وزن ما در کرات مختلف با هم یکسان نیست. به عنوان مثال، وزن ما در زمین حدوداً ۶ برابر وزن ما در ماه است؛ زیرا شتاب جاذبه در زمین، ۶ برابر شتاب جاذبه در ماه است.

**نکته:** وزن اجسام را با نیروسنج اندازه‌گیری می‌کنند. داخل نیروسنج یک فنر قرار دارد که می‌تواند کشیده شود. مقدار کشیدگی فنر داخل نیروسنج به اندازه نیرویی بستگی دارد که به نیروسنج وارد می‌شود. شکل زیر، یک نیروسنج را نشان می‌دهد که بر حسب یکای نیرو (یعنی نیوتن: N) درجه‌بندی شده است:



**نکته:** وزن یک جسم در نقاط مختلف روی زمین یکسان نیست. برای مثال وزن جسم در قطب‌ها بیشتر از استوا است، زیرا زمین یک کره کامل نیست.

**نکته:** وزن یک جسم با دور شدن از زمین کاهش می‌یابد و حتی در خارج از جو، وزن جسم صفر می‌شود.

**نکته:** یک نیوتن، نیروی کوچکی محسوب می‌شود. مثلاً وزن یک سیب کوچک ۱۰۰ گرمی تقریباً یک نیوتن است. بنابراین یک نیوتن تقریباً معادل نیرویی است که به جسمی به جرم ۱۰۰ گرم بر روی زمین وارد می‌شود.

**نکته:** شکل زیر به ما کمک می‌کنند تا از بزرگی نیروهایی که وارد می‌شوند، تصور بهتری داشته باشیم:



وقتی دری را باز می‌کنید نیرویی حدود ۱۰ نیوتن را وارد می‌کنید.



نکته: در هنگام استفاده از رابطه  $W=m \times g$  به یکای جرم توجه داشته باشید که باید حتما بر حسب کیلوگرم باشد.

مثال: وزن کدام گزینه بر روی زمین بیشتر است؟

(۱) جعبه ای به جرم ۲۰۰ گرم

(۲) سیبی به جرم ۰/۰۰۰۲ تن

(۳) کتابی به جرم ۰/۲۵ کیلوگرم

(۴) توپی به وزن ۲ نیوتن

اندازه گیری طول :

برای اندازه گیری فاصله بین دو نقطه یا مسافت طی شده توسط یک جسم از یكاهای طول استفاده می کنیم که رایج ترین آن ها متر، کیلومتر، سانتی متر و میلی متر هستند:

۱۰۰۰ میلی متر = ۱۰۰ سانتی متر = ۱ متر

m  $\xrightarrow{\times 100}$  cm  $\xrightarrow{\times 10}$  mm

۱۰۰۰ متر = ۱ کیلومتر

Km  $\xrightarrow{\times 1000}$  m

نکته: یکی از ابزارهای اندازه گیری طول اجسام کوچک، خط کش است. طول خط کش های آزمایشگاهی بر حسب سانتی متر و میلی متر درجه بندی شده است.

نکته: سال نوری یکی از یكاهای بزرگ طول است و مقدار آن برابر مسافتی است که نور در مدت یک سال می پیماید. سال نوری برای اندازه گیری فاصله ستارگان به کار می رود.

مثال: برای اندازه گیری فاصله بین دو شهر از چه یكایی استفاده می کنیم؟

نکته: یکی از یکاهای متداول اندازه‌گیری طول، اینچ است:

$$1 \text{ in} = 2/54 \text{ cm}$$

وقتی گفته می‌شود تلویزیون شما ۲۴ اینچ است، یعنی قطر صفحه تلویزیون شما ۲۴ اینچ است که معادل:

$$24 \times 2/54 = 60/96 \text{ cm}$$

اندازه‌گیری سطح:

سطح هر جسم، مقدار مساحتی است که آن جسم دارد و معمولاً بر حسب متر مربع  $m^2$  یا سانتی‌متر مربع  $cm^2$  بیان می‌شود.

به طور مثال، مساحت میز کار به طول ۲ متر و عرض ۱ متر برابر است با:

$$2 \times 1 = 2 \text{ m}^2$$



نکته: واحد مساحت در سیستم بین‌المللی یکاها (SI)، متر مربع می‌باشد.

نکته: مساحت یک کمیت فرعی است که برای اندازه‌گیری آن، باید دو بار از کمیت طول استفاده کنیم.

نکته: هر مترمربع برابر است با ۱۰۰۰۰ سانتی‌متر مربع.

$$\begin{aligned} 1 \text{ m}^2 &= 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \\ &= 100 \text{ cm} \times 100 \text{ cm} \\ &= 10000 \text{ (cm}^2\text{)} \end{aligned}$$

## اندازه‌گیری حجم:

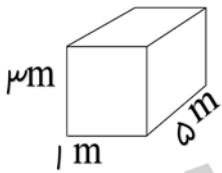
به مقدار فضایی که یک جسم اشغال می‌کند، حجم آن جسم گفته می‌شود که با نماد  $V$  نمایش داده می‌شود.

نکته: حجم جامدات منظم مکعب شکل از حاصلضرب (طول  $\times$  عرض  $\times$  ارتفاع) بدست می‌آید که معمولاً بر حسب متر مکعب  $m^3$  یا سانتی‌متر مکعب  $cm^3$  بیان می‌شود.

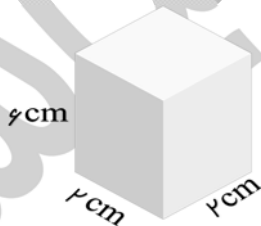
نکته: حجم نیز یک کمیت فرعی است که برای اندازه‌گیری آن باید سه بار از کمیت طول استفاده کنیم.

نکته: هر متر مکعب برابر است با  $1000000$  سانتی‌متر مکعب.

$$\begin{aligned} 1 m^3 &= 1 m \times 1 m \times 1 m \\ &= 100 \text{ cm} \times 100 \text{ cm} \times 100 \text{ cm} \\ &= 1000000 \text{ (cm}^3\text{)} \end{aligned}$$



مثال: حجم مکعب مستطیل روبرو چند متر مکعب است؟



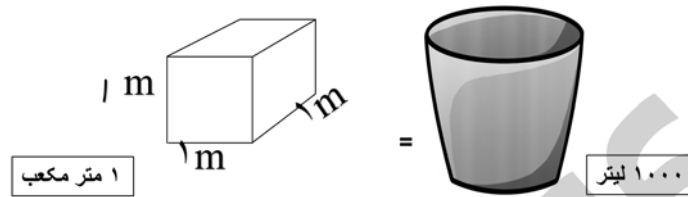
مثال: حجم مکعب مستطیل روبرو چند سانتی متر مکعب است؟

نکته: یکای رایج اندازه‌گیری حجم مایع‌ها لیتر (Lit) و میلی‌لیتر (mLit) است.

نکته: برای اندازه‌گیری حجم مقدار کمی مایع، از ظروف مدرج استفاده می‌کنیم.

نکته: هر متر مکعب برابر است با ۱۰۰۰ لیتر.

$$1 m^3 = 1000 lit = 1000 dm^3$$

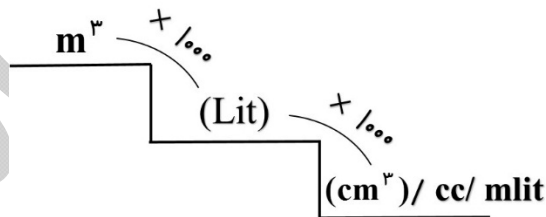


نکته: هر لیتر برابر است با ۱۰۰۰ سانتی متر مکعب، یعنی یک لیتر برابر است با حجم ظرف مکعبی به طول و عرض و ارتفاع ۱۰ سانتی متر:

$$1 Lit = 1000 cm^3 = 1000 cc = 1000 mlit$$

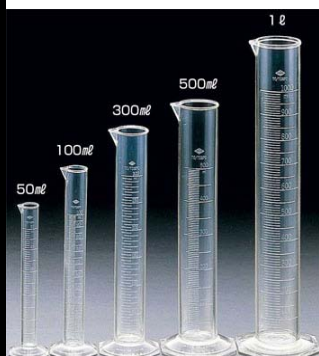
پس هر متر مکعب برابر است با یک میلیون سانتی متر مکعب یا یک میلیون سی سی:

$$1 m^3 = 1000000 cm^3 = 1000000 cc = 1000000 mlit$$



نکته: حجم جامدات نامنظم را می‌توان با استفاده از یک ظرف مدرج (مثل استوانه مدرج یا بشر) بدست آورد.

### روش اندازه گیری:



۱- در یک استوانه مدرج مقداری آب می‌ریزیم.

۲- ماده مورد نظر را درون استوانه مدرج می‌اندازیم تا آب درون استوانه بالا آید.

۳- اختلاف سطح آب اولیه با سطح جدید، مقدار حجم ماده می‌باشد.

مثلاً می‌خواهیم حجم سنگ زیر را اندازه‌گیری کنیم:



یک استوانه مدرج را از مقدار معینی آب به دلخواه پر می‌کنیم (مثلاً ۵۰ سانتی‌متر مکعب یا ۵۰ سی‌سی). سپس سنگ را درون استوانه می‌اندازیم و حجم مایع به همراه سنگ را اندازه می‌گیریم (مثلاً ۶۰ سی‌سی).

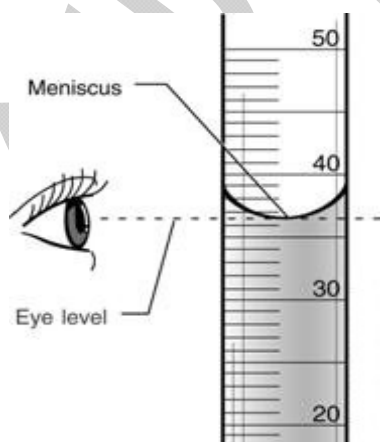
$$\text{حجم مایع} - \text{حجم (مایع + سنگ)} = \text{حجم سنگ}$$

$$= 60 - 50 = 10 \text{ cc} = 10 \text{ cm}^3$$

نکته: اغلب برای مشاهده دقیق حجم مایع درون استوانه مدرج کافی است که

چشم در راستای پایین انحنای مایع قرار گیرد.

(در مورد جیوه چشم در راستای انحنای بالای جیوه قرار می‌گیرد).



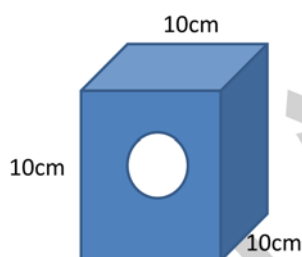
نکته : در صورتیکه جسم دارای حفره باشد، می توان حجم ماده و حجم حفره را تعریف کرد.



حجم ماده:

یعنی حجمی که ماده تشکیل دهنده جسم اشغال کرده است، نه حجم کل اشغال شده توسط جسم.

مثال : اگر مکعب آهنی به ابعاد  $10\text{ cm} \times 10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$  داشته باشیم که در داخل آن حفره ای به حجم  $100$  سانتی متر مکعب وجود داشته باشد داریم:



$$\text{حجم حفره} = 100\text{ cm}^3$$

$$\text{ارتفاع} \times \text{عرض} \times \text{طول} = \text{حجم مکعب}$$

$$= 10 \times 10 \times 10 = 1000\text{ cm}^3$$

$$\text{حجم ماده (آهن)} = \text{حجم مکعب} - \text{حجم حفره} = 1000 - 100 = 900\text{ cm}^3$$

نکته : بشر، استوانه مدرج، پیپت و بورت وسیله هایی برای اندازه گیری حجم مایعات هستند.



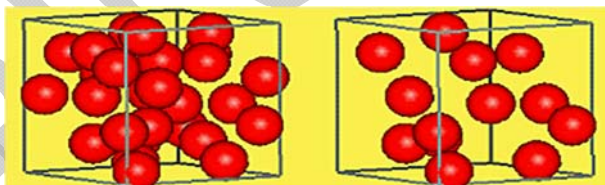
ارلن و بالن دو وسیله برای نگهداری و حرارت دادن مایعها هستند، اما برای اندازه گیری دقیق حجم مایعات ساخته نشده اند.



### اندازه گیری چگالی :

یکی از ویژگی های اصلی هر ماده در همه حالتها (جامد، مایع، گاز) چگالی است. چگالی نشان می دهد که ذره های تشکیل دهنده ماده تا چه حد سنگین یا فشرده اند. بنابراین چگالی، مبنای سنجش سبکی و سنگینی مواد است. اینکه یک جسم در آب فرو برود یا روی آب شناور بماند، به کمیتی به نام چگالی بستگی دارد. به عنوان مثال آهن در آب ته نشین می شود، زیرا چگالی آهن از آب بیشتر است ولی چوب پنبه بر روی آب شناور می ماند، زیرا چگالی چوب پنبه از آب کمتر است.

نکته : چگالی را با نام های «جرم حجمی»، «دانسیته» و جرم مخصوص نیز می شناسند.



نکته : چگالی ماده از تقسیم جرم آن بر حجم ( فضایی که آن ماده اشغال کرده است) بدست می آید. به عبارتی چگالی، جرم واحد حجم ماده می باشد.

نکته : معمولا چگالی بر حسب واحدهای کیلوگرم بر مترمکعب  $\frac{Kg}{m^3}$  یا گرم بر سانتی متر مکعب  $\frac{gr}{cm^3}$  بیان می شود.

نکته : یکای چگالی در دستگاه بین المللی یکاها (SI)، کیلوگرم بر مترمکعب است.

$$\rho = \frac{\text{جرم مقدار مشخص ماده}}{\text{حجمی که آن ماده اشغال کرده}}$$

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



نکته: برای تبدیل واحد چگالی مواد از  $\frac{gr}{cm^3}$  به  $\frac{Kg}{m^3}$ ، کافی است عدد داده شده را در ۱۰۰۰ ضرب کنیم:

$$\frac{gr}{cm^3} \xrightarrow[\frac{1}{1000}]{\frac{1}{1000}} \frac{Kg}{m^3}$$

$$\Rightarrow \frac{gr}{cm^3} \xrightarrow{\times 1000} \frac{Kg}{m^3}$$

نکته: برای تبدیل واحد  $\frac{Kg}{m^3}$  به  $\frac{gr}{cm^3}$ ، باید عدد مربوطه را بر ۱۰۰۰ تقسیم کنیم:

$$\frac{Kg}{m^3} \xrightarrow[\frac{1}{1000}]{1000} \frac{gr}{cm^3}$$

$$\Rightarrow \frac{Kg}{m^3} \xrightarrow{\div 1000} \frac{gr}{cm^3}$$

به عنوان مثال، چگالی آب  $\frac{gr}{cm^3}$  ۱ یا  $\frac{Kg}{m^3}$  ۱۰۰۰ است، یعنی ۱ مترمکعب آب، ۱۰۰۰ کیلوگرم جرم دارد. یا چگالی طلا، برابر است با

$\frac{gr}{cm^3}$  ۱۹/۳ یا  $\frac{Kg}{m^3}$  ۱۹۳۰۰، یعنی ۱ مترمکعب طلا، ۱۹۳۰۰ کیلوگرم جرم دارد.



نکته:

$$\frac{Kg}{Lit} = \frac{gr}{cm^3}$$

روش اندازه‌گیری چگالی:

(۱) اندازه‌گیری جرم ماده بر حسب گرم یا کیلوگرم

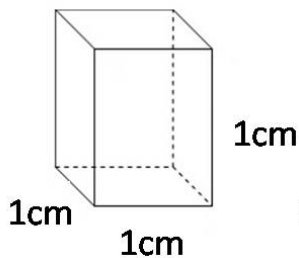
(۲) محاسبه حجم بر حسب  $m^3$  یا  $cm^3$

(۳) تقسیم جرم بر حجم

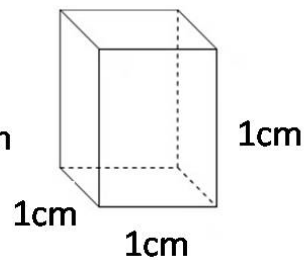
مثال: در شکل زیر، سه مکعب آلومینیومی، آهنی و مسی با حجم یکسان  $1cm \times 1cm \times 1cm = 1cm^3$  را داریم. به نظر شما کدام

چگال‌تر هستند؟

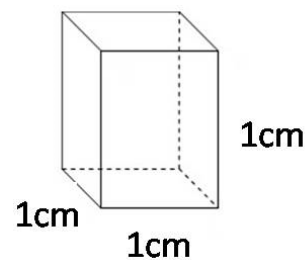
2/7 گرم آلومینیوم



7/8 گرم آهن



9 گرم مس



مثال: یک مکعب مستطیل توپر آهنی به ابعاد  $10 cm^3$  را داریم. در صورتی که چگالی آهن  $\frac{7}{8} \frac{gr}{cm^3}$  باشد، جرم این قطعه آهنی چند گرم

است؟

نکته: در صورتی که جسم توخالی باشد یا حفره داشته باشد، باید حجم حفره را از حجم کل کم کرد و سپس چگالی را محاسبه نمود. زیرا حجم حفره، جزء «حجم ماده» به حساب نمی‌آید.

مثال: جرم یک مکعب آهنی به حجم  $100 \text{ cm}^3$  که یک حفره توخالی به حجم  $20 \text{ cm}^3$  در آن وجود دارد، چند گرم است؟ (چگالی آهن را  $\frac{7}{8} \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$  در نظر بگیرید.)

مثال: یک استوانه از جنس آلومینیوم به حجم  $60 \text{ cm}^3$  داریم که حفره‌هایی در داخل این استوانه وجود دارد. اگر جرم این استوانه  $27 \text{ gr}$  و چگالی آلومینیوم  $\frac{2}{7} \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$  باشد، حجم حفره‌ها چند سانتی‌متر مکعب است؟

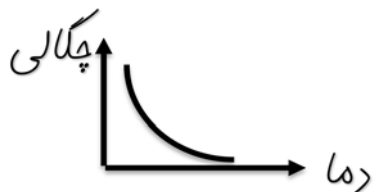
مثال: در یک بطری که گنجایش  $10$  گرم آب با چگالی  $1 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$  را دارد، پس از خالی کردن آب، چند گرم روغن با چگالی  $0.8 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$  می‌توان ریخت؟

نکات لازم در مورد چگالی:

- \* برای اندازه‌گیری حجم اجسام نامنظم، حتماً تمام ماده باید در زیر آب قرار گیرد.
- \* یک ماده چگال است، یعنی مقدار ماده زیادی در حجم کوچکی متراکم شده است.

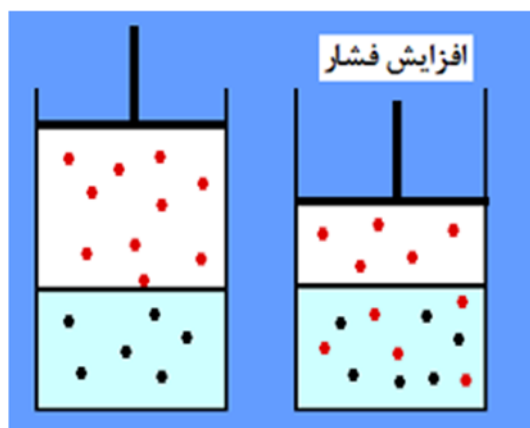
\* چگالی مایعات و گازها به تعداد مولکول‌های موجود در واحد حجم وابسته است.

\* با افزایش دما، فعالیت مولکولی زیاد شده و تعداد مولکول‌ها در واحد حجم کم می‌شود، در نتیجه چگالی کاهش می‌یابد، زیرا با افزایش دما، حجم ماده افزایش می‌یابد.



\* با افزایش فشار بر روی گازها (برخلاف مایعات و جامدات)، می‌توانیم آن‌ها را متراکم

کنیم و حجم آن را کاهش دهیم. با کم شدن حجم مقدار معینی از گاز، چگالی آن افزایش می‌یابد زیرا:



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

افزایش چگالی  $\Rightarrow$  کاهش مفرج کسر

نکته: اگر چگالی جسمی کمتر از مایع باشد، در آن مایع شناور می‌ماند، در غیر این صورت در آن غرق می‌شود. دقیقاً به همین دلیل است

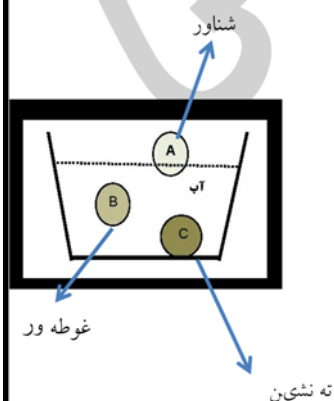
که چوب روی آب شناور می‌ماند.

با توجه به شکل، اگر جسمی را داخل یک مایع قرار دهیم، ممکن است حالات زیر اتفاق بیفتد:

■ اگر چگالی جسم کمتر از آب باشد، بر سطح آب شناور می‌شود.

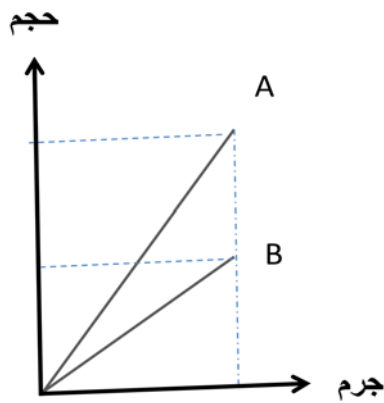
■ اگر چگالی جسم بیشتر از آب باشد، در آب غرق می‌شود.

■ اگر چگالی جسم برابر با آب باشد، در آب غوطه‌ور می‌شود.



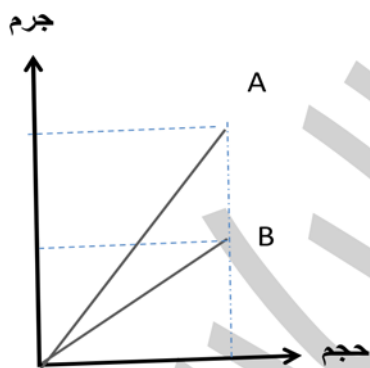
در حالت کلی: چگالی گازها > چگالی مایعات > چگالی جامدات

نکته: در جرم‌های یکسان، ماده‌ای که حجم بیشتری دارد، چگالی کمتری دارد.



چگالی A > چگالی B

نکته: در حجم‌های یکسان، ماده‌ای که جرم بیشتری دارد، چگالی بیشتری دارد.



چگالی B > چگالی A

آلیاژ:

به مخلوط دو یا چند فلز، هم‌جوشه (آلیاژ) گفته می‌شود. مانند آلیاژ برنج که مخلوطی از مس و روی است.

چگالی آلیاژ:

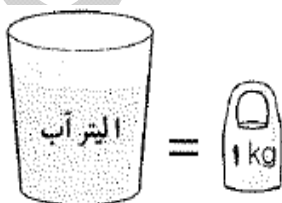
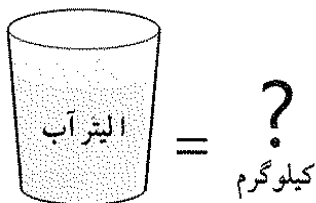
اگر دو یا چند ماده با جرم‌های مشخص و حجم‌های معین را با هم مخلوط کنیم، به طوری که حجم مخلوط برابر با مجموع حجم مواد اولیه شود، آن‌گاه چگالی آلیاژ حاصل، از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\text{چگالی آلیاژ} = \frac{\text{مجموع جرم‌ها}}{\text{مجموع حجم مواد}}$$

مثال: قطعه آهنی به جرم  $4/5 \text{ Kg}$  و حجم  $500 \text{ cm}^3$  را با فلز نقره به جرم  $2/5 \text{ Kg}$  و حجم  $200 \text{ cm}^3$  ذوب و مخلوط کرده و آلیاژ ساخته‌ایم. چگالی ماده آلیاژ تقریباً چقدر است؟

مثال: طول، عرض و ارتفاع اتاقی به ترتیب  $5 \text{ m}$  و  $4 \text{ m}$  و  $2/5 \text{ m}$  است. جرم و وزن هوای درون این اتاق در یک روز نسبتاً سرد زمستانی (دمای هوای صفر درجه سلسیوس) چقدر است؟ (چگالی هوا  $= \frac{1}{29} \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$ )

مثال: جرم یک لیتر آب خالص چند کیلوگرم است؟ (چگالی آب  $= \frac{1000 \text{ Kg}}{\text{m}^3}$ )



## اندازه‌گیری زمان:

- زمان، کمیت بسیار مهمی است، زیرا مفاهیم قبل و بعد کاملاً به آن وابسته است.
  - زمان را اندازه می‌گیریم تا بتوانیم به سوال چه وقت و یا چه مدت پاسخ دهیم.
  - از ابزارهای اندازه‌گیری زمان می‌توان به انواع ساعت‌ها، کرونومتر و یا در گذشته ساعت‌های آبی، سنی، آفتابی و ... اشاره کرد. کرونومتر برای اندازه‌گیری ثانیه، دهم‌ثانیه و حتی صدم‌ثانیه استفاده می‌شود.
  - یکای اندازه‌گیری زمان در سیستم بین‌المللی یکاها (SI)، ثانیه نام دارد که آن را با نماد S نمایش می‌دهیم.
  - برای تعیین یکای زمان و نیز ساخت وسیله اندازه‌گیری زمان، همواره از پدیده‌های تکرار شونده استفاده می‌شود. حرکت زمین همواره برای انسان ساعتی طبیعی بوده است. وقتی زمین به دور خورشید می‌چرخد، سال‌ها را می‌شمارد و وقتی به دور خود می‌چرخد (حرکت وضعی)، روزها را شمارش می‌کند.
  - برای مدت طولانی، حرکت وضعی زمین مبنایی برای تعیین یکای زمان بوده است. مطابق این مبنا، هر شبانه‌روز یعنی مدتی که زمین یک بار به دور محور خود می‌چرخد، به ۲۴ قسمت تقسیم شده و هر قسمت یک ساعت نام گرفته است.
  - هر ساعت به ۶۰ دقیقه و هر دقیقه به ۶۰ ثانیه تقسیم شده است.
- به این ترتیب یکای زمان،  $\frac{1}{86400}$  برابر مدتی است که زمین یک بار به دور محور خود می‌چرخد، تعریف شده است:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{ساعت } 1 = 24 \text{ روز} \\ \text{دقیقه } 1 = 60 \text{ ساعت} \\ \text{ثانیه } 1 = 60 \text{ دقیقه} \end{array} \right. \Rightarrow 1 \text{ روز} = 24 \times 60 \times 60 = 86400 \text{ ثانیه}$$



| مقدار    | علامت اختصاری | نام یکا   |
|----------|---------------|-----------|
| ۶۰ ثانیه | min           | دقیقه     |
| ۶۰ دقیقه | (h یا hr)     | ساعت      |
| ۲۴ ساعت  | D             | شبانه‌روز |

## بازه زمانی:

به مدت زمان انجام یک فرآیند، بازه زمانی گفته می شود. مثل مدت پخت غذا یا مدت زمان انجام تکالیف.

مثال: تعیین کنید ۲ ساعت و ۴۰ دقیقه چند ثانیه است؟

مثال: اگر قلب شما در هر دقیقه ۷۰ بار بزند، در ۱۲۰ ثانیه چند بار تپیده است؟

## سرعت:

سرعت اجسام بر مبنای جابجایی آن‌ها در یک مدت زمان معین محاسبه می شود. هنگامیکه گفته می شود سرعت اتومبیلی ۶۰ کیلومتر بر ساعت است، یعنی این ماشین در هر یک ساعت، ۶۰ کیلومتر جابجا می شود.



$$\text{سرعت اتومبیل} = 60 \frac{\text{کیلومتر}}{\text{ساعت}} = 60 \frac{\text{km}}{\text{hr}}$$

نکته: واحد سرعت در سیستم بین‌المللی یکاها (SI)، متر بر ثانیه ( $\frac{m}{s}$ ) است. برای تبدیل واحد کیلومتر بر ساعت ( $\frac{Km}{h}$ ) به متر بر ثانیه ( $\frac{m}{s}$ ) داریم:

$$\frac{\text{Km}}{\text{h}} \xrightarrow[3600]{1000} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\Rightarrow \frac{\text{Km}}{\text{h}} \xrightarrow[36]{10} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

## دقت اندازه‌گیری:

اندازه‌گیری‌ها همواره با تقریب همراه هستند.

### عوامل مؤثر در دقت اندازه‌گیری:

(۱) دقت شخص

(۲) دقت وسیله اندازه‌گیری

#### (۱) دقت شخص (خطای فردی):

وقتی اندازه‌گیری را انجام می‌دهیم، برای اعتبار پاسخ بدست آمده به تکرار آزمایش می‌پردازیم و پاسخ‌های بدست آمده را با هم جمع می‌کنیم و بر تعداد آزمایش تقسیم می‌کنیم تا میانگین بدست آید.

**نکته:** بر اساس تحقیق، تأثیر خطاهای مربوط به دقت مشاهده کننده که معمولاً جنبه تصادفی دارد، با تکرار آزمایش و میانگین‌گیری، کمتر می‌شود.

**مثال:** جرم یک لوله آزمایش را با یک ترازوی عقربه‌ای نسبتاً دقیق، ۶ بار اندازه‌گیری کردیم و نتایج زیر (برحسب گرم) بدست آمد. میانگین جرم آن را تا حد امکان بصورت دقیق محاسبه کنید.

۶۹/۹ و ۶۴ و ۷۰/۷ و ۷۰/۲ و ۷۱/۳ و ۷۰/۴

#### (۲) دقت وسیله اندازه‌گیری (خطای ابزاری):

دقت وسیله اندازه‌گیری، کوچکترین تقسیم‌بندی روی وسیله اندازه‌گیری است و نباید هنگام اندازه‌گیری، عددی کوچکتر از دقت آن نوشته شود و اگر مقدار اندازه‌گیری شده بین دو درجه وسیله قرار گرفت، خواننده ما باید عددی باشد که به آن نزدیکتر است. مثلاً اگر طول جسمی را با خط‌کش سانتی‌متری اندازه‌گیری می‌کنیم، دقت ما حدود سانتی‌متر است و در هنگام خواندن، عدد ما نباید کوچکتر از سانتی‌متر ثبت شود.

**نکته:** کمترین مقداری که یک ابزار اندازه‌گیری می‌تواند اندازه بگیرد، دقت اندازه‌گیری آن ابزار می‌باشد.

مثلاً با خط‌کش میلی‌متری، نمی‌توان طول پاره‌خط را با عددهایی نظیر  $۱۲/۳$  میلی‌متر یا  $۱۲/۵$  میلی‌متر بیان کرد، زیرا دقت اندازه‌گیری خط‌کش میلی‌متری، ۱ میلی‌متر است.

**نکته:** دقت و مناسب بودن همه ابزارهای مربوط به یک روش اندازه‌گیری یکسان نیست. به کار بستن ابزارهای گوناگون برای اندازه‌گیری، دارای نتایج نسبتاً متفاوتی است. به عنوان مثال، دقت حاصل از اندازه‌گیری حجم مایع در استوانه باریک‌تر، بیش‌تر از استوانه قطور است.



مثال: با خط کش میلی متری، کدام اندازه را نمی توان اندازه گیری کرد؟

۱) ۱۲/۵ سانتی متر      ۲) ۱۰۹ میلی متر      ۳) ۱/۲ سانتی متر      ۴) ۸/۵ میلی متر

مثال: کدام یک از گزینه های زیر می تواند دقت اندازه گیری پیمانهای به حجم ۴ سانتی متر مکعب باشد؟

۱) ۱۰ سانتی متر مکعب      ۲) ۱۲ سانتی متر مکعب  
 ۳) ۱۶/۵ سانتی متر مکعب      ۴) ۱۵ سانتی متر مکعب

پیشوندها :

برای بیان اندازه کمیت های مختلف از پیشوندهایی استفاده می شود که برخی از آنها در جدول زیر آورده شده است. پیشوندها به دو صورت کوچک کننده و بزرگ کننده استفاده می شوند.

| پیشوندهای بزرگ کننده |               |            | پیشوندهای کوچک کننده |               |            |
|----------------------|---------------|------------|----------------------|---------------|------------|
| ضریب                 | علامت اختصاری | نام پیشوند | ضریب                 | علامت اختصاری | نام پیشوند |
| $10^1$               | D             | دکا        | $10^{-1}$            | d             | دسی        |
| $10^2$               | H             | هکتو       | $10^{-2}$            | c             | سانتی      |
| $10^3$               | K             | کیلو       | $10^{-3}$            | m             | میلی       |
| $10^6$               | M             | مگا        | $10^{-6}$            | $\mu$         | میکرو      |
| $10^9$               | G             | گیگا       | $10^{-9}$            | n             | نانو       |
| $10^{12}$            | T             | ترا        | $10^{-12}$           | p             | پیکو       |

چگونگی تبدیل واحدهای مختلف:

الف) حالت اول: باقی ماندن پیشوند در سمت چپ: ضرب در پیشوند باقی مانده

$$25 \text{ nm} \rightarrow ? \text{ m}$$

$$0/02 \text{ kg} \rightarrow ? \text{ gr}$$

$$57 \text{ ps} \rightarrow ? \text{ s}$$

$$89/3 \text{ DA} \rightarrow ? \text{ A}$$

ب) حالت دوم: باقی ماندن پیشوند در سمت راست: تقسیم بر پیشوند باقی مانده

$$25 \text{ m} \rightarrow ? \text{ nm}$$

$$0/02 \text{ gr} \rightarrow ? \text{ kg}$$

$$57 \text{ s} \rightarrow ? \text{ ps}$$

$$89/3 \text{ A} \rightarrow ? \text{ DA}$$

ج) حالت سوم: باقی ماندن پیشوند هم در سمت راست و هم در سمت چپ: ضرب در پیشوند سمت چپ و تقسیم بر پیشوند سمت راست

$$0/876 \text{ Mm} \rightarrow ? \text{ nm}$$

$$754 \text{ Hs} \rightarrow ? \text{ Gs}$$

$$12 \text{ d mol} \rightarrow ? \text{ D mol}$$

$$0/02 \text{ cA} \rightarrow ? \text{ TA}$$

$$29 \text{ Mm} \rightarrow ? \text{ Km}$$