

## درسنامه ۲

### تبدیل یکاها - اندازه‌گیری و دقت وسیله‌های اندازه‌گیری

**تبدیل یکاها:** با توجه به زمینه کاری، گاهی اوقات لازم است تا یکای کمیتی را تغییر دهیم. به عنوان مثال  $\frac{m}{s}$  را به  $\frac{km}{h}$  تبدیل کنیم و ... یکی از روش‌های تبدیل یکاها، روش زنجیره‌ای است. فرض کنید که می‌خواهیم عدد  $76 \text{ cm}$  را بر حسب متر به دست آوریم. ابتدا رابطه بین  $m$  و  $cm$  را مشخص می‌کنیم. ( $1m = 100 \text{ cm}$ ) سپس رابطه بین این دو یکا را به صورت کسری می‌نویسیم که به آن ضریب تبدیل می‌گویند. یعنی ضریب تبدیل نسبتی از دو یکا است که برابر عدد ۱ است:

$$\frac{1m}{100 \text{ cm}} = 1 \quad \text{یا} \quad \frac{100 \text{ cm}}{1m} = 1$$

حال باید از ضریب تبدیلی استفاده کنیم که با یکای اولیه ساده شود:

$$76 \text{ cm} \times (1) = 76 \text{ cm} \times \frac{1m}{100 \text{ cm}} = 0.76 \text{ m}$$

$$76 \text{ cm} \times (1) = 76 \text{ cm} \times \frac{100 \text{ cm}}{1m}$$

**توجه:** گاهی اوقات به بیش از یک ضریب تبدیل نیاز داریم، مانند تبدیل  $\frac{km}{h}$  به  $\frac{m}{s}$  که برای کمیت تندی استفاده می‌کردید.

$$72 \frac{km}{h} \times (1) \times (1) = 72 \frac{km}{h} \times \frac{1h}{3600s} \times \frac{1000m}{1km} = 20 \frac{m}{s}$$

**توجه:** به تعداد تبدیل‌ها از ضریب تبدیل استفاده می‌شود. در تبدیل یکای بالا به دو تبدیل نیاز داشتیم تا  $km$  و  $h$  را به ترتیب به  $m$  و  $s$  تبدیل کنیم. به دلیل کاربرد زیاد این تبدیل یکا، اگر فقط می‌خواهید جواب را به دست آورید. می‌توانید از ضرایب زیر استفاده کنید:

$$\frac{km}{h} \times \frac{10}{36} \Rightarrow \frac{m}{s}$$

$$\frac{m}{s} \times \frac{36}{10} \Rightarrow \frac{km}{h}$$

**مثال** با استفاده از روش زنجیره‌ای، تبدیل یکاهای زیر را انجام دهید.

(آ) هر یک روز چند ثانیه است؟

(ب) هر  $10 \frac{g}{s}$  معادل چند  $\frac{kg}{h}$  (کیلوگرم بر ساعت) است؟

**پاسخ:**

$$1 \text{ day} \times \frac{24h}{1 \text{ day}} \times \frac{3600s}{1h} = 24 \times 3600s = 86400s$$

(آ) هر یک روز ۲۴ ساعت و هر ساعت ۳۶۰۰ ثانیه است:

ضریب تبدیل‌ها را طوری نوشتیم که با هم ساده شوند.

$$10 \frac{g}{s} \times (1) \times (1) = 10 \frac{g}{s} \times \frac{3600s}{1h} \times \frac{1kg}{1000g} = 36 \frac{kg}{h}$$

(ب) در این تبدیل یکا به دو ضریب تبدیل نیاز داریم:

### آهنگ کمیت

تغییر هر کمیت نسبت به زمان را آهنگ کمیت می‌گویند و یکای آن به صورت  $\frac{\text{یکا}}{\text{زمان}}$  نوشته می‌شود. به عنوان مثال وقتی می‌گویند آهنگ رشد موی

سر  $1/5 \frac{mm}{\text{ماه}}$  است، یعنی در هر یک ماه مو به اندازه  $1/5$  میلی‌متر رشد می‌کند و یا هنگامی که آهنگ انتقال آب در لوله را به صورت  $5 \frac{L}{\text{min}}$  بیان

می‌کنند، یعنی در هر یک دقیقه مقدار ۵ لیتر آب از لوله عبور می‌کند.

## ۲ درسامه

مثال

آب با آهنگ  $\frac{cm^3}{s}$  ۴۲۵ از لوله‌ای عبور می‌کند. این آهنگ چند لیتر بر دقیقه  $(\frac{L}{min})$  است؟ (هر یک لیتر معادل  $1000cm^3$  است).  
پاسخ:

$$425 \frac{cm^3}{s} = 425 \frac{cm^3}{s} \times (1) \times (1) = 425 \frac{cm^3}{s} \times \frac{1L}{1000cm^3} \times \frac{60s}{1min} = 25.5 \frac{L}{min}$$

**سازگاری یکاها:** در جایگذاری یکاها در روابط فیزیکی باید به سازگاری آن‌ها توجه شود. به‌عنوان مثال در رابطه فشار  $P = \frac{F}{A}$ ، اگر فشار برحسب پاسکال (Pa) باشد، باید نیرو (F) بر حسب نیوتون (N) و مساحت (A) بر حسب مترمربع ( $m^2$ ) باشد و یا در رابطه  $F = ma$  باید شتاب (a) را برحسب  $\frac{m}{s^2}$  و جرم (m) را برحسب kg قرار دهیم تا نیرو بر حسب نیوتون (N) به‌دست آید.

**پیشوندهای یکاها:** برای بیان عددهای بزرگ و کوچک از پیشوندهایی که توان معینی از ده هستند، استفاده می‌شود که مشابه مثال‌های زیر به‌صورت یک عامل ضرب به کار می‌رود:

$$0.000002m = 2 \times 10^{-6}m = 2\mu m \text{ (میکرومتر (میکرون))}$$

$$3000W = 3 \times 10^3W = 3kW \text{ کیلووات}$$

بنابراین عددی مانند ۷۵ nJ (نانوژول) معادل  $75 \times 10^{-9} J$  می‌باشد. پیشوند یکاها به‌صورت جدول زیر می‌باشد:

پیشوندهای یکاها

ضریب	پیشوند	نماد	ضریب	پیشوند	نماد
$10^{24}$	یوتا	Y	$10^{-24}$	یوکتو	y
$10^{21}$	زتا	Z	$10^{-21}$	زپتو	z
$10^{18}$	اِگزا	E	$10^{-18}$	آتو	a
$10^{15}$	پتا	P	$10^{-15}$	فمتو	f
$10^{12}$	ترا	T	$10^{-12}$	پیکو	p
$10^9$	گیگا (جیگا)	G	$10^{-9}$	نانو	n
$10^6$	میگا	M	$10^{-6}$	میکرو	$\mu$
$10^3$	کیلو	k	$10^{-3}$	میلی	m
$10^2$	هکتو	h	$10^{-2}$	سانتی	c
$10^1$	دکا	da	$10^{-1}$	دسی	d

پیشوندهایی که کاربرد بیش‌تری دارند و بهتر است آن‌ها را به خاطر بسپارید با زمینه رنگی نشان داده شده‌اند.

مثال

با توجه به پیشوندهای جدول، تبدیل‌های زیر را انجام دهید.

$$84cm = \square m \text{ (پ)} \quad 36\mu s = \square s \text{ (ب)} \quad 54Tm = \square m \text{ (آ)}$$

$$61ng = \square g \text{ (ج)} \quad 72pm = \square m \text{ (ث)} \quad 45kg = \square g \text{ (ت)}$$

پاسخ: هر یک از پیشوندها، مشابه عامل ضرب است، یعنی می‌توانید به جای پیشوند، مقدار عددی پیشوند را قرار دهید:

$$\text{آ) } 54Tm = 54 \times 10^{12} m \quad \text{ب) } 36\mu s = 36 \times 10^{-6} s \quad \text{پ) } 84cm = 84 \times 10^{-2} m$$

$$\text{ت) } 45kg = 45 \times 10^3 g \quad \text{ث) } 72pm = 72 \times 10^{-12} m \quad \text{ج) } 61ng = 61 \times 10^{-9} g$$

۲ درسنامه

نکته

برای تبدیل دو پیشوند متفاوت به یکدیگر، می‌توانید به جای پیشوندها، مقدار عددی قرار دهید. به تبدیل زیر توجه کنید:

$$3 \mu s = ? Ms \Rightarrow ? = \frac{3 \times 10^{-6} s}{10^6 s} = 3 \times 10^{-12}$$

مثال

تبدیل‌های زیر را انجام دهید.

۸ Gm = ? cm (پ)      ۶ kg = ? mg (ب)      ۲۴ Tg = ? pg (آ)

پاسخ:

آ)  $? = \frac{24 \times 10^{12} g}{10^{-12} g} = 24 \times 10^{24}$       ب)  $? = \frac{6 \times 10^3 g}{10^{-3} g} = 6 \times 10^6$       پ)  $? = \frac{8 \times 10^9 m}{10^{-2} m} = 8 \times 10^{11}$

نکته

در تبدیل پیشوند یکاها به یکدیگر اگر یکا دارای توان باشد، ضریب تبدیل هم به توان موردنظر می‌رسد. به مثال ساده‌ی زیر توجه کنید:

$1 m^3 = ? cm^3$   
 $1 m^3 \times (1)^3 = 1 m^3 \times \left(\frac{100 cm}{1 m}\right)^3 = 1 m^3 \times \frac{100^3 cm^3}{1 m^3} = 10^6 cm^3$

مثال

تبدیل یکاهای توان‌دار زیر را با روش زنجیره‌ای انجام دهید.

۲۴ g<sup>۲</sup> = □ kg<sup>۲</sup> (پ)      ۱ m<sup>۳</sup> = □ Gm<sup>۳</sup> (ب)      ۱ m<sup>۳</sup> = □ nm<sup>۳</sup> (آ)  
 ۷ ps<sup>۳</sup> = □ Ms<sup>۳</sup> (ج)      ۵ ng<sup>۲</sup> = □ Mg<sup>۲</sup> (ث)      ۲ mm<sup>۲</sup> = □ km<sup>۲</sup> (ت)

پاسخ: در سه تبدیل اول به یک ضریب تبدیل و در سه تبدیل بعدی به دو ضریب تبدیل نیاز داریم:

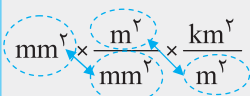
آ)  $1 m^3 \times (1)^3 = 1 m^3 \times \left(\frac{1 nm}{10^{-9} m}\right)^3 = 1 m^3 \times \frac{1 nm^3}{10^{-27} m^3} = 10^{27} nm^3$

ب)  $1 m^3 \times (1)^3 = 1 m^3 \times \left(\frac{1 Gm}{10^9 m}\right)^3 = 1 m^3 \times \frac{1 Gm^3}{10^{27} m^3} = 10^{-27} Gm^3$

پ)  $24 g^2 \times (1)^2 = 24 g^2 \times \left(\frac{1 kg}{10^3 g}\right)^2 = 24 g^2 \times \frac{1 kg^2}{10^6 g^2} = 24 \times 10^{-6} kg^2$

ت)  $2 mm^2 \times (1)^2 \times (1)^2 = 2 mm^2 \times \left(\frac{10^{-3} m}{1 mm}\right)^2 \times \left(\frac{1 km}{10^3 m}\right)^2 = 2 mm^2 \times \frac{10^{-6} m^2}{1 mm^2} \times \frac{1 km^2}{10^6 m^2} = 2 \times 10^{-12} km^2$

توجه: ضریب تبدیل دوم را طوری می‌نویسیم که با ضریب تبدیل اول ساده شود. به قسمت «ت» دقت کنید.



ث)  $5 ng^2 \times (1)^2 \times (1)^2 = 5 ng^2 \times \left(\frac{10^{-9} g}{1 ng}\right)^2 \times \left(\frac{1 Mg}{10^6 g}\right)^2 = 5 ng^2 \times \frac{10^{-18} g^2}{1 ng^2} \times \frac{1 Mg^2}{10^{12} g^2} = 5 \times 10^{-18} \times 10^{-12} Mg^2$   
 $= 5 \times 10^{-30} Mg^2$

ج)  $7 ps^3 \times (1)^3 \times (1)^3 = 7 ps^3 \times \left(\frac{10^{-12} s}{1 ps}\right)^3 \times \left(\frac{1 Ms}{10^6 s}\right)^3 = 7 ps^3 \times \frac{10^{-36} s^3}{ps^3} \times \frac{1 Ms^3}{10^{18} s^3} = 7 \times 10^{-36} \times 10^{-18} Ms^3$   
 $= 7 \times 10^{-54} Ms^3$

## درسنامه ۲

مثال

$24 \frac{\mu\text{m}^2}{\text{s}^3}$  برابر چند  $\frac{\text{m}^2}{\text{ns}^3}$  است؟

**پاسخ:** دو تبدیل واحد داریم بنابراین نیاز به دو ضریب تبدیل داریم و به توان ۲ و ۳ نیز توجه کنید.

$$24 \frac{\mu\text{m}^2}{\text{s}^3} \times (1)^2 \times (1)^3 = \left(24 \frac{\mu\text{m}^2}{\text{s}^3}\right) \times \left(\frac{10^{-6}\text{m}}{1\mu\text{m}}\right)^2 \times \left(\frac{10^{-9}\text{s}}{1\text{ns}}\right)^3 = 24 \frac{\mu\text{m}^2}{\text{s}^3} \times \frac{10^{-12}\text{m}^2}{1\mu\text{m}^2} \times \frac{10^{-27}\text{s}^3}{1\text{ns}^3} = 24 \times 10^{-39} \frac{\text{m}^2}{\text{ns}^3}$$

نکته

برای تبدیل پیشوند یکاها به یکدیگر می‌توانید علاوه بر روش زنجیره‌ای، مانند مثال زیر به جای پیشوند، مقدار عددی آن را جایگذاری کنید:

$$4/2\text{km}^2 = x\text{mm}^2 \Rightarrow x = \frac{4/2\text{km}^2}{\text{mm}^2} \Rightarrow x = 4/2 \times \frac{(10^3\text{m})^2}{(10^{-3}\text{m})^2} = \frac{4/2 \times 10^6\text{m}^2}{10^{-6}\text{m}^2} = 4/2 \times 10^{12}$$

مثال

حجم مواد استفاده‌شده در ساخت قطعه‌ای  $38/2\text{cm}^3$  است. این حجم چند  $\text{nm}^3$  است؟

پاسخ:

$$38/2\text{cm}^3 = x\text{nm}^3 \Rightarrow x = 38/2 \times \frac{(10^{-2}\text{m})^3}{(10^{-9}\text{m})^3} = \frac{38/2 \times 10^{-6}\text{m}^3}{10^{-27}\text{m}^3} = 38/2 \times 10^{21}$$

## نمادگذاری علمی

برای گزارش اعداد بسیار کوچک و بسیار بزرگ، نوشتن تعدادی صفر، خواندن و نوشتن عدد را مشکل می‌کند. به عنوان مثال نوشتن سن زمین به صورت ۱۴۳ با پانزده صفر مقابل آن، خواندن آن را سخت می‌کند.

برای نوشتن عددهای بسیار بزرگ و بسیار کوچک از نمادگذاری علمی استفاده می‌شود که می‌تواند شامل سه بخش باشد:

$$a \times 10^n \square$$

$a$ : عددی بین ۱ تا ۱۰ ( $1 \leq a < 10$ )  $n$ : توان صحیحی از ده  $\square$ : یکای مناسب

به‌عنوان مثال جرم زمین بر حسب کیلوگرم، ۵۹۸ به همراه ۲۲ صفر مقابل آن به‌صورت روبه‌رو نوشته می‌شود:

$$598 \times 10^{22}\text{kg} = 5/98 \times 10^{24}\text{kg}$$

**توجه:** در حقیقت  $n$ ، برابر تعداد رقم‌هایی است که ممیز را به سمت راست یا چپ جابه‌جا می‌کند تا عدد اصلی ساخته شود:

$$76000 = 7/6 \times 10^{+4} \quad \text{و} \quad 0/00092 = 9/2 \times 10^{-5}$$

رقم ۴  رقم ۵

مثال

اعداد زیر را به‌صورت نماد علمی بنویسید.

(ت) ۰/۰۰۰۱۶

(پ) ۰/۰۷۴

(ب) ۱۵۲۰

(آ) ۶۰۸۰۰۰

**پاسخ:** طبق توضیحات بالا مقدار و علامت توان را تعیین می‌کنیم:

$$\text{آ) } 608000 = 6/08 \times 10^{+5}$$

رقم ۵

$$\text{ب) } 1520 = 1/52 \times 10^{+3}$$

$$\text{پ) } 0/074 = 7/4 \times 10^{-2}$$

رقم ۲

$$\text{ت) } 0/00016 = 1/6 \times 10^{-4}$$

رقم ۴

مثال

فاصله زمین تا نزدیک‌ترین ستاره (به‌جز خورشید)  $39 \times 10^4\text{Tm}$  (ترا متر) است. این فاصله را با استفاده از نمادگذاری علمی برحسب متر بنویسید.

پاسخ:

$$39 \times 10^4\text{Tm} = 39 \times 10^4 \times 10^{12}\text{m} = 39 \times 10^{16}\text{m} = 3/9 \times 10^{17}\text{m}$$

۲ درسامه

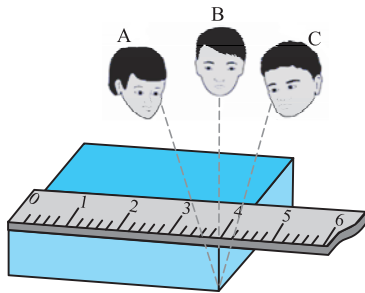
اندازه‌گیری و دقت وسیله‌های اندازه‌گیری

در اندازه‌گیری کمیت‌های فیزیکی همواره مقداری خطا و عدم قطعیت وجود دارد. سه عامل مهم، نقش اساسی در افزایش دقت اندازه‌گیری و کاهش خطای اندازه‌گیری دارند:

**(۱) دقت وسیله اندازه‌گیری:** در ابزارهای اندازه‌گیری مدرج، هر چه تقسیم‌بندی وسیله کوچک‌تر باشد، دقت وسیله بیش‌تر می‌شود و هر چه دقت وسیله بیش‌تر باشد، خطای اندازه‌گیری آن کم‌تر است.

به کمینه تقسیم‌بندی هر وسیله مدرج، دقت وسیله می‌گویند. در خط‌کشی که برحسب سانتی‌متر مدرج شده است، دقت وسیله اندازه‌گیری برابر ۱cm است، ولی در خط‌کشی که برحسب میلی‌متر مدرج شده است، دقت وسیله اندازه‌گیری برابر ۱mm است.

**توجه:** برای وسیله‌های دیجیتال (رقمی)، یک واحد از آخرین رقم، نشانگر دقت وسیله است. به عنوان مثال در دماسنج دیجیتالی که عدد  $32.4^{\circ}\text{C}$  را نشان می‌دهد، دقت دماسنج برابر  $0.1^{\circ}\text{C}$  است.



**(۲) مهارت شخص آزمایش‌گر:** مهارت شخص آزمایش‌کننده تأثیر بسیار مهمی روی دقت اندازه‌گیری دارد. یکی از این مهارت‌ها نحوه مشاهده و خواندن است. شخصی که دقیقاً از روبه‌رو و به‌صورت عمود مشاهده کند، دقت بیش‌تری در خواندن و در بیان نتیجه اندازه‌گیری دارد.

**(۳) تعداد دفعات اندازه‌گیری:** برای کاهش خطا در اندازه‌گیری، معمولاً اندازه‌گیری را چند بار تکرار می‌کنند. اگر آزمایش چندین بار تکرار شود، ابتدا عددهایی که با بقیه اختلاف زیادی دارند را حذف کرده و سپس میانگین بقیه اعداد را به‌عنوان نتیجه اندازه‌گیری می‌نویسند.

مثال

دقت اندازه‌گیری هر خط‌کش چقدر است؟



**پاسخ:** کم‌ترین مقداری را که هر وسیله می‌تواند اندازه‌گیری کند، دقت وسیله می‌گویند؛ بنابراین دقت خط‌کش (آ) برابر ۲cm، دقت خط‌کش (ب) برابر ۱cm و دقت خط‌کش (پ) برابر ۱mm است.

سؤالات امتحانی

۱۲. با استفاده از روش زنجیره‌ای، تبدیل‌های زیر را انجام دهید.

$$۸۰ \frac{\text{L}}{\text{s}} = ? \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \quad (پ) \quad ۴۸ \frac{\text{mile}}{\text{h}} = ? \frac{\text{km}}{\text{h}} \quad (ب) \quad (۱ \text{ mile} = ۱/۶ \text{ km}) \quad ۱۲ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = ? \frac{\text{g}}{\text{L}} \quad (ا) \quad (۱ \text{ m}^3 = ۱۰۰۰ \text{ L})$$

۱۳. تبدیل یکاهای زیر را انجام دهید.

- (ا) هر میکرو قرن چند دقیقه است؟
- (ب) یک میلیارد ثانیه چند سال است؟
- (پ) ۱۰۸ قیراط چند گرم است؟ (هر قیراط ۲۰۰ میلی‌گرم است).
- (ت) ۳۰۰۰ پا (فوت) چند متر است؟ (۱ in = ۲/۵۴۰ cm) ، (اینچ) ۱۲ in = ۱ فوت (۱ ft)

۱۴. با توجه به جدول پیشنهادی SI، تبدیلات زیر را انجام دهید.

- (ا) شعاع هسته اتمی  $۴/۱ \times 10^{-۱۵} \text{ m}$  است. شعاع هسته چند «فتمومتر» و چند «نانومتر» است؟
- (ب) اندازه سلول بیش‌تر موجودات تقریباً  $۱ \times 10^{-۵} \text{ m}$  است. این اندازه چند «میکرومتر» است؟
- (پ) جرم هر الکترون حدوداً  $۹ \times 10^{-۳۱} \text{ kg}$  است. این جرم چند «یوکتوگرم» است؟
- (ت) میانگین عمر انسان  $۲ \times 10^۹ \text{ s}$  است. این مدت چند «مگانانیه» است؟

۱۵. هر «گره دریایی» معادل  $\frac{m}{s}$  ۵۱۴۴/۰ است. تندی  $\frac{km}{h}$  ۱۰۰ معادل چند گره دریایی است؟

۱۶. گیاهی در مدت ۱۰ روز به اندازه  $\frac{1}{6}$  متر رشد می‌کند. آهنگ رشد این گیاه چند میکرومتر بر ثانیه است؟

۱۷. شعاع کره زمین حدود  $6400 km$  است. اگر زمین را کره کامل فرض کنید، مساحت کره زمین چند هکتار است؟ هر هکتار  $10^4$  مترمربع است. ( $\pi = 3$ )

۱۸. اعداد زیر را به صورت نماد علمی بنویسید.

(آ)  $6280000 nm = ? m$  (ب)  $0.000070 s = ? s$  (پ)  $0.0020 \mu C = ? C$  (ت)  $1775 \times 10^{-4} m = ? pm = ? fm$

۱۹. تبدیل یکاهای زیر را انجام دهید و پاسخ را به صورت نماد علمی بنویسید.

(آ)  $2 s = ? ms$  (ب)  $5 g = ? \mu g$  (پ)  $9 m = ? pm$

(ت)  $2 s = ? ks$  (ث)  $5 g = ? Mg$  (ج)  $9 m = ? Tm$

(چ)  $3 ns = ? s$  (ح)  $5 Gg = ? g$  (خ)  $9 km = ? m$

۲۰. تبدیل یکاهای توان دار زیر را انجام دهید.

(آ)  $6 s^2 = ? ns^2$  (ب)  $12 g^3 = ? kg^3$  (پ)  $17 m^2 = ? \mu m^2$

(ت)  $22 ps^2 = ? s^2$  (ث)  $76 Mg^3 = ? g^3$  (ج)  $52 Gm^2 = ? m^2$

۲۱. تبدیل یکاهای کسری زیر را انجام دهید.

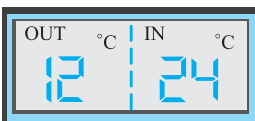
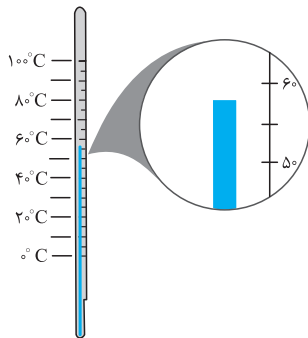
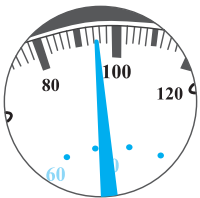
(آ)  $25 \frac{m}{s} = ? \frac{\mu m}{ms}$  (ب)  $62 \frac{g}{m} = ? \frac{kg}{\mu m}$  (پ)  $9 \frac{g}{s} = ? \frac{Mg}{ns}$

(ت)  $42 \frac{\mu m}{ns} = ? \frac{m}{s}$  (ث)  $14 \frac{Tg}{pm} = ? \frac{g}{m}$  (ج)  $18 \frac{mg}{\mu s} = ? \frac{g}{s}$

۲۲. تبدیل یکاهای کسری زیر را انجام دهید.

(آ)  $6/4 \frac{\mu g^2}{ns^3} = x \frac{Tg^2}{s^3}$  (ب)  $7/1 \frac{mA^3}{cm^2} = x \frac{kA^3}{dm^2}$

۲۳. با توجه به صفحه تندی سنج اتومبیل، دقت تندی سنج چقدر است؟ (تندی سنج برحسب  $\frac{km}{h}$  تقسیم بندی شده است.)



۲۴. دقت دماسنج مقابل چند درجه سلسیوس است؟

۲۵. یک دماسنج دیجیتالی، دمای داخل و بیرون گلخانه را به ترتیب  $24^{\circ}C$  و  $12^{\circ}C$  نشان می‌دهد.

دقت این دماسنج برحسب درجه سانتی‌گراد چقدر است؟

۲۶. آزمایش‌های زیر را طراحی کنید:

(آ) تعیین جرم و حجم یک قطره آب

(ب) تعیین ضخامت یک سیم نازک یا نخ به وسیله خطکش

۲۷. زمان سقوط توپی از ارتفاع  $2m$  توسط دانش آموزی در ۶ مرحله به صورت اعداد زیر اندازه‌گیری شده است. این دانش آموز زمان سقوط را چه

$0.39s, 0.38s, 0.25s, 0.42s, 0.61s, 0.38s$

عددی باید گزارش دهد؟

پاسخ‌های تشریحی

$$A = 4\pi R^2 \Rightarrow A = 4 \times 3 \times (6400 \times 10^3 \text{ m})^2$$

$$= 49152 \times 10^4 \times 10^6 \text{ m}^2 = 49152 \times 10^{10} \text{ m}^2$$

$$49152 \times 10^{10} \text{ m}^2 \times \frac{\text{هکتار}}{10^4 \text{ m}^2} = 49152 \times 10^6 \text{ هکتار}$$

$$6/28 \times 10^6 \text{ nm} = 6/28 \times 10^6 \times 10^{-9} \text{ m} = 6/28 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$7/0 \times 10^{-5} \text{ s}$$

$$2/0 \times 10^{-3} \mu\text{C} = 2/0 \times 10^{-3} \times 10^{-6} \text{ C} = 2/0 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$1/75 \times 10^{-4} \text{ m} \times \frac{1 \text{ pm}}{10^{-12} \text{ m}} = 1/75 \times 10^8 \text{ pm}$$

$$1/75 \times 10^{-4} \text{ m} \times \frac{1 \text{ fm}}{10^{-15} \text{ m}} = 1/75 \times 10^{11} \text{ fm}$$

برای تبدیل یکا باید از ضریب تبدیل مناسب استفاده کنید.

$$2 \text{ s} \times (1) = 2 \text{ s} \times \frac{1 \text{ ms}}{10^{-3} \text{ s}} = 2 \times 10^3 \text{ ms}$$

$$5 \text{ g} \times (1) = 5 \text{ g} \times \frac{1 \mu\text{g}}{10^{-6} \text{ g}} = 5 \times 10^6 \mu\text{g}$$

$$9 \text{ m} \times (1) = 9 \text{ m} \times \frac{1 \text{ pm}}{10^{-12} \text{ m}} = 9 \times 10^{12} \text{ pm}$$

$$2 \text{ s} \times (1) = 2 \text{ s} \times \frac{1 \text{ ks}}{10^3 \text{ s}} = 2 \times 10^{-3} \text{ ks}$$

$$5 \text{ g} \times (1) = 5 \text{ g} \times \frac{1 \text{ Mg}}{10^6 \text{ g}} = 5 \times 10^{-6} \text{ Mg}$$

$$9 \text{ m} \times (1) = 9 \text{ m} \times \frac{1 \text{ Tm}}{10^{12} \text{ m}} = 9 \times 10^{-12} \text{ Tm}$$

$$3 \text{ ns} \times (1) = 3 \text{ ns} \times \frac{10^{-9} \text{ s}}{1 \text{ ns}} = 3 \times 10^{-9} \text{ s}$$

$$5 \text{ Gg} \times (1) = 5 \text{ Gg} \times \frac{10^9 \text{ g}}{1 \text{ Gg}} = 5 \times 10^9 \text{ g}$$

$$9 \text{ km} \times (1) = 9 \text{ km} \times \frac{10^3 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 9 \times 10^3 \text{ m}$$

در تبدیل یکای توان دار، ضریب تبدیل نیز به توان می‌رسد.

$$6 \text{ s}^2 \times (1)^2 = 6 \text{ s}^2 \times \left(\frac{1 \text{ ns}}{10^{-9} \text{ s}}\right)^2 = 6 \text{ s}^2 \times \frac{1 \text{ ns}^2}{10^{-18} \text{ s}^2}$$

$$= 6 \times 10^{18} \text{ ns}^2$$

$$12 \text{ g}^3 \times (1)^3 = 12 \text{ g}^3 \times \left(\frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ g}}\right)^3 = 12 \text{ g}^3 \times \frac{1 \text{ kg}^3}{10^9 \text{ g}^3}$$

$$= 12 \times 10^{-9} \text{ kg}^3$$

$$17 \text{ m}^2 \times (1)^2 = 17 \text{ m}^2 \times \left(\frac{1 \mu\text{m}}{10^{-6} \text{ m}}\right)^2 = 17 \text{ m}^2 \times \frac{1 \mu\text{m}^2}{10^{-12} \text{ m}^2}$$

$$= 17 \times 10^{12} \mu\text{m}^2$$

$$12 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 12 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times (1) \times (1)$$

$$= 12 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} = 12 \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

$$48 \frac{\text{mile}}{\text{h}} = 48 \frac{\text{mile}}{\text{h}} \times (1) = 48 \frac{\text{mile}}{\text{h}} \times \frac{1/6 \text{ km}}{1 \text{ mile}} = 76/8 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$800 \frac{\text{L}}{\text{s}} = 800 \frac{\text{L}}{\text{s}} \times (1) \times (1) = 800 \frac{\text{L}}{\text{s}} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}}$$

$$= 48 \frac{\text{m}^3}{\text{min}}$$

$$1 \mu\text{ قرن} = 10^{-6} \text{ قرن}$$

$$= 10^{-6} \times \frac{100 \text{ سال}}{1 \text{ قرن}} \times \frac{365 \text{ روز}}{1 \text{ سال}} \times \frac{24 \text{ ساعت}}{1 \text{ روز}} \times \frac{60 \text{ دقیقه}}{1 \text{ ساعت}}$$

$$= 10^{-6} \times 100 \times 365 \times 24 \times 60 = 52/56 \text{ دقیقه}$$

$$1 \times 10^9 \text{ s} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \times \frac{1 \text{ day}}{24 \text{ h}} \times \frac{1 \text{ year}}{365 \text{ day}} \approx 31/71 \text{ year}$$

$$108 \text{ قیراط} \times \frac{200 \text{ mg}}{1 \text{ قیراط}} \times \frac{10^{-3} \text{ g}}{1 \text{ mg}} = 21/6 \text{ g}$$

$$30000 \text{ ft} \times \frac{12 \text{ in}}{1 \text{ ft}} \times \frac{2/54 \text{ cm}}{1 \text{ in}} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 9/44 \times 10^3 \text{ m}$$

$$4/1 \times 10^{-15} \text{ m} \times \frac{1 \text{ fm}}{10^{-15} \text{ m}} = 4/1 \text{ fm}$$

$$4/1 \times 10^{-15} \text{ m} \times \frac{1 \text{ nm}}{10^{-9} \text{ m}} = 4/1 \times 10^{-6} \text{ nm}$$

$$1 \times 10^{-5} \text{ m} \times \frac{1 \mu\text{m}}{10^{-6} \text{ m}} = 10 \mu\text{m}$$

$$9 \times 10^{-31} \text{ kg} \times \frac{1 \text{ yg}}{10^{-24} \text{ g}} = \frac{9 \times 10^{-31} \times 10^3}{10^{-24}} \text{ yg} = 9 \times 10^{-4} \text{ yg}$$

$$2 \times 10^9 \text{ s} \times \frac{1 \text{ Ms}}{10^6 \text{ s}} = 2 \times 10^3 \text{ Ms}$$

$$100 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times (1) \times (1) = 100 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \times \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}}$$

$$= \frac{100}{36} \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 27/8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$27/8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ گره}}{0/5144 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 54 \text{ گره}$$

$$1 \text{ day} \times \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ day}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 86400 \text{ s}$$

$$\frac{1/6 \text{ m}}{10 \text{ day}} \times (1) \times (1) = \frac{1/6 \text{ m}}{10 \text{ day}} \times \frac{1 \mu\text{m}}{10^{-6} \text{ m}} \times \frac{1 \text{ day}}{86400 \text{ s}} = 1/864000 \frac{\mu\text{m}}{\text{s}}$$

## درسنامه ۳

### چگالی

احتمالاً شنیده‌اید که مردم می‌گویند، آب سنگین‌تر از نفت است و یا آهن، فلز سنگینی است. آن‌چه به عنوان سنگینی بیان می‌شود، در حقیقت کمیتی به نام چگالی است.

چگالی ماده همگنی به جرم  $m$  و حجم  $V$  از رابطه  $\rho = \frac{m}{V}$  به دست می‌آید. یکای چگالی در SI کیلوگرم بر متر مکعب  $\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$  است. وقتی می‌گوییم چگالی آب  $1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  است، یعنی هر یک متر مکعب آب، جرمی برابر  $1000 \text{ kg}$  دارد و یا اگر چگالی روغن  $0.8 \frac{\text{kg}}{\text{L}}$  باشد یعنی هر یک لیتر روغن، جرمی برابر  $0.8 \text{ kg}$  یا  $800 \text{ گرم}$  دارد.

جدول زیر را تکمیل کنید.

جرم (m)	حجم (V)	چگالی ( $\rho$ )
۲۰g	۱۰cm <sup>۳</sup>	$\rho_1$
۵kg	۱L	$\rho_2$
۸۰۰۰kg	۱m <sup>۳</sup>	$\rho_3$
۲۰۰۰kg	۰.۵m <sup>۳</sup>	$\rho_4$

**پاسخ:** هر یکایی که برای جرم و حجم انتخاب کنید، چگالی نیز بر حسب آن‌ها به دست می‌آید:

$$\rho_1 = \frac{m_1}{V_1} = \frac{20 \text{ g}}{10 \text{ cm}^3} = 2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$\rho_2 = \frac{m_2}{V_2} = \frac{5 \text{ kg}}{1 \text{ L}} = 5 \frac{\text{kg}}{\text{L}}$$

$$\rho_3 = \frac{m_3}{V_3} = \frac{8000 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3} = 8000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\rho_4 = \frac{m_4}{V_4} = \frac{2000 \text{ kg}}{0.5 \text{ m}^3} = 4000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

### نکات چگالی:

$$1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{L}}$$

(۱) یکاهای متداول و رابطه بین آن‌ها به صورت مقابل است:

(۲) اگر چگالی جسم جامد کم‌تر از مایع باشد، جسم جامد روی مایع شناور می‌شود.

(۳) اگر چگالی جسم جامد برابر چگالی مایع باشد، جسم جامد درون مایع غوطه‌ور می‌شود.

(۴) اگر چگالی جسم جامد بیش‌تر از چگالی مایع باشد، جسم جامد ته‌نشین می‌شود.

(۵) اگر چند مایع مخلوط‌نشده را درون ظرف بریزیم، هر مایعی که چگالی بیش‌تری داشته باشد، پایین‌تر قرار می‌گیرد.

فردی برای استحمام مقدار  $50 \text{ L}$  آب استفاده می‌کند. اگر چگالی آب  $1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  باشد. این فرد چند کیلوگرم آب استفاده کرده است؟

$$1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{L}}$$

**پاسخ:** ابتدا باید یکای چگالی را به  $\frac{\text{kg}}{\text{L}}$  تبدیل کنید:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 1 \frac{\text{kg}}{\text{L}} = \frac{m}{50 \text{ L}} \Rightarrow m = 50 \text{ kg}$$

حال از رابطه چگالی کمک بگیرید:

جسمی به جرم  $4 \text{ kg}$  دارای حجمی به اندازه  $6 \text{ L}$  است. اگر این جسم را در آب نمک با چگالی  $1.1 \frac{\text{kg}}{\text{L}}$  قرار دهیم، وضعیت شناوری و ته‌نشینی را تعیین کنید.

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{4 \text{ kg}}{6 \text{ L}} = \frac{2}{3} \frac{\text{kg}}{\text{L}} \approx 0.66 \frac{\text{kg}}{\text{L}}$$

**پاسخ:** ابتدا باید چگالی جسم را به دست آورید و سپس با چگالی مایع مقایسه کنید:

جسم روی آب نمک شناور می‌شود.  $\Rightarrow$  آب نمک  $\rho < \rho$  جسم



## درسمانه ۳

## تعیین چگالی جسم جامد

برای تعیین چگالی جسم باید مراحل زیر را انجام دهید:

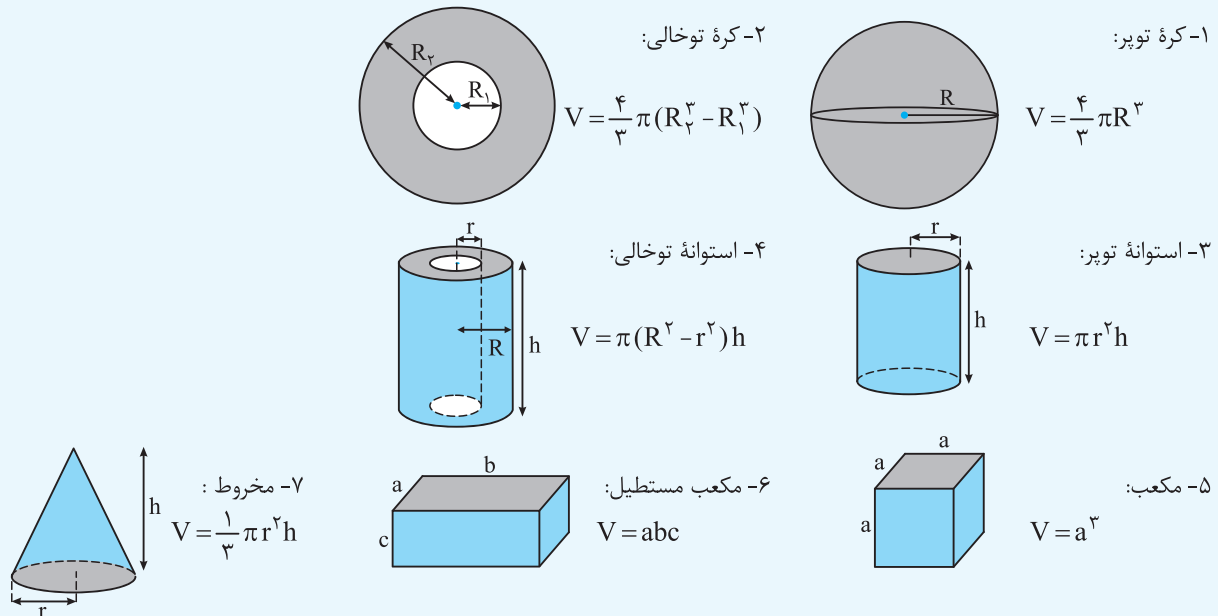
(۱) جرم جسم را به کمک ترازو اندازه‌گیری کنید.

(۲) برای تعیین حجم:

ا) اگر جسم جامد شکل هندسی منظم مانند کره یا مکعب و ... داشته باشد، با اندازه‌گیری دقیق ابعاد و استفاده از فرمول‌های هندسی، حجم را محاسبه کنید.

## نکته

در هنگام محاسبه چگالی، گاهی نیاز به محاسبه حجم جسم‌هایی داریم که دارای شکل مشخصی هستند. برای یادآوری، چند نمونه از این جسم‌ها و نحوه به‌دست آوردن حجم آن‌ها را در زیر می‌بینید:



ب) اگر شکل هندسی منظم نداشته باشد، با استفاده از ظرف مدرج حاوی آب، حجم را اندازه‌گیری کنید.

مقداری آب درون ظرف مدرج بریزید و عدد حجم را مشخص کنید. سپس جسم موردنظر را داخل آب قرار دهید، به طوری که کل جسم زیر سطح آب قرار گیرد و سپس عدد حجم را از روی استوانه مدرج مشخص کنید. اختلاف دو عدد، برابر حجم جسم است.

## مثال

مکعبی فلزی با ابعاد  $5\text{cm} \times 10\text{cm} \times 20\text{cm}$  دارای جرمی به اندازه  $4\text{kg}$  است. چگالی این فلز در SI چقدر است؟

$$V = 5\text{cm} \times 10\text{cm} \times 20\text{cm} = 1 \times 10^3 \text{cm}^3$$

پاسخ: حجم مکعب از حاصل ضرب ابعاد آن به‌دست می‌آید:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{4 \times 10^3 \text{g}}{1 \times 10^3 \text{cm}^3} = 4 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \xrightarrow{\frac{1 \text{g}}{\text{cm}^3} = 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \rho = 4 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

## مثال

درون استوانه مدرجی تا حجم  $400\text{cm}^3$  آب ریخته‌ایم. پرتقالی را به آرامی درون استوانه قرار می‌دهیم و پرتقال روی آب شناور می‌شود. با استفاده از میله نازکی پرتقال را به طرف پایین هل می‌دهیم تا به‌طور کامل زیر سطح آب قرار گیرد. سطح آب به عدد  $520\text{cm}^3$  می‌رسد. سپس پرتقال را خشک کرده و روی ترازو قرار می‌دهیم و ترازو عدد  $60\%$  را نشان می‌دهد. چگالی پرتقال چند  $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  است؟

پاسخ: حجم پرتقال برابر است با اختلاف اعداد روی استوانه مدرج:

$$V = 520\text{cm}^3 - 400\text{cm}^3 = 120\text{cm}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{60\% \text{g}}{120\text{cm}^3} = 0.5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

۳ درسیانه

تعیین چگالی یک مایع

ظرف مدرج را روی ترازو قرار دهید و جرم ظرف را به دست آورید. سپس تا حجم معینی داخل ظرف مدرج مایع بریزید و جرم مجموع مایع و ظرف را به دست آورید. اختلاف عدد جرم‌های دو مرحله، برابر جرم مایع است و با داشتن جرم و حجم مایع، چگالی را به راحتی محاسبه کنید.

**مثال**  
جرم ظرف مدرجی برابر  $85\text{ g}$  است. داخل ظرف تا حجم  $150\text{ mL}$  روغن سرخ کردنی می‌ریزیم و ظرف را روی ترازو قرار می‌دهیم، ترازو عدد  $97\text{ g}$  را نشان می‌دهد. چگالی روغن در SI چقدر است؟  
**پاسخ:** ابتدا جرم روغن را محاسبه می‌کنیم و سپس چگالی را به دست می‌آوریم. هر میلی‌لیتر برابر یک سانتی‌مترمکعب است. بنابراین:

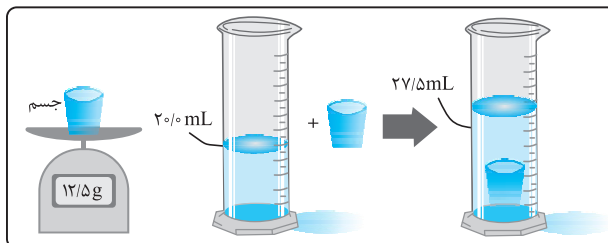
$$150\text{ mL} = 150\text{ cm}^3 \quad m = (97\text{ g}) - (85\text{ g}) = 12\text{ g}$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{12\text{ g}}{150\text{ cm}^3} = 0.08 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \xrightarrow{1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \rho = 800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

سؤالات امتحانی

۲۸. به سؤالات زیر پاسخ دهید:  
(آ) شمش نقره‌ای دارای حجم  $3 \times 10^4 \text{ cm}^3$  و جرم  $33\% \text{ kg}$  است. چگالی این شمش چند  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  و چند  $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  است؟  
(ب) چگونه می‌توان تشخیص داد که قطعه‌ای از جنس طلای خالص است؟

۲۹. با توجه به شکل زیر، چگالی جسم را بر حسب  $\frac{\text{g}}{\text{mL}}$ ،  $\frac{\text{g}}{\text{L}}$  و  $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  بیان کنید.



۳۰. چگالی ستاره‌های کوتوله سفید بسیار زیاد و حدود  $100 \times 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  است.

(آ) ابعاد کتاب شما تقریباً  $3\text{ cm} \times 20\text{ cm} \times 1\text{ cm}$  است. اگر جنس کتاب شما مشابه جنس ستاره کوتوله سفید بود، جرم آن چند کیلوگرم می‌شد؟  
(ب) جمعیت تهران حدوداً ۱۲ میلیون نفر و جرم میانگین هر شخص  $70\% \text{ kg}$  است. اگر جنس بدن انسان مشابه ستاره کوتوله سفید بود، حجم تمام افراد شهر تهران چند مترمکعب می‌شد؟

۳۱. اگر حجم خون در گردش یک فرد بالغ  $4.7\text{ L}$  و چگالی خون  $1.05 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  باشد، جرم خون شخص چند کیلوگرم است؟

۳۲. اگر پرتقال را با پوست درون ظرف آب بیندازید، روی آب شناور می‌ماند، ولی اگر بدون پوست درون آب بیندازید، ته‌نشین می‌شود. استنباط شما از این آزمایش چیست؟

۳۳. چگالی هوا در دمای  $20^\circ \text{ C}$  برابر  $1.2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  است. در اتاقی با ابعاد  $3\text{ m} \times 8\text{ m} \times 5\text{ m}$  چند کیلوگرم هوا وجود دارد؟

۳۴. جرم کره همگنی  $10\% \text{ kg}$  و شعاع آن  $20\text{ cm}$  است. چگالی کره چند کیلوگرم بر مترمکعب است؟ ( $\pi = 3$ )

۳۵. چگالی چوب  $800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  است. اگر بخواهیم جرم مکعبی از جنس چوب برابر با  $20\% \text{ kg}$  باشد، هر ضلع مکعب تقریباً چند سانتی‌متر باید باشد؟

۳۶. درون ظرفی حداکثر  $272\text{ g}$  جیوه می‌توان ریخت. در این ظرف حداکثر چند گرم آب می‌توان ریخت؟ ( $\rho_{\text{آب}} = 10 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ،  $\rho_{\text{جیوه}} = 13.6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ )

۳۷. جرم یک لیوان خالی با حجم داخلی  $500\text{ cm}^3$  برابر  $110\text{ g}$  است و وقتی با مایعی پر می‌شود برابر  $710\text{ g}$  می‌شود. چگالی مایع چند واحد SI است؟

۳۸. سه مایع مخلوط نشدنی با چگالی‌های  $\rho_1 = 2/3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ،  $\rho_2 = 900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  و  $\rho_3 = 1200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  را درون ظرفی می‌ریزیم. پس از سکون مایع‌ها، ترتیب قرار گرفتن مایع‌ها درون ظرف چگونه است؟

### پاسخ‌های تشریحی

۳۳. ابتدا حجم و سپس جرم را محاسبه می‌کنیم:

$$V = \Delta m \times \lambda m \times \gamma m = 120 \text{ m}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = 1/2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 120 \text{ m}^3 = 144 \text{ kg}$$

۳۴. حجم کره از رابطه  $V = \frac{4}{3} \pi R^3$  به دست می‌آید:

$$V = \frac{4}{3} \times \pi \times (20 \text{ cm})^3 = 4 \times \pi \times 10^3 \text{ cm}^3 = 32 \times 10^3 \text{ cm}^3$$

$$\frac{1 \text{ cm}^3 = 10^{-6} \text{ m}^3}{\rightarrow} V = 32 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{100 \text{ kg}}{32 \times 10^{-3} \text{ m}^3} = \frac{10^4}{32} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 312.5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

۳۵. ابتدا حجم مورد نیاز را به دست می‌آوریم و سپس طول هر ضلع مکعب را محاسبه می‌کنیم:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow 800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{200 \text{ kg}}{V} \Rightarrow V = \frac{200}{800} \text{ m}^3 = \frac{1}{40} \text{ m}^3$$

$$\frac{1 \text{ m}^3 = 10^6 \text{ cm}^3}{\rightarrow} V = \frac{10^6 \text{ cm}^3}{40} = 25 \times 10^4 \text{ cm}^3$$

$$V = a^3 \xrightarrow{\text{هر ضلع مکعب } a} a = \sqrt[3]{25 \times 10^4} = \sqrt[3]{25} \times 10 \approx 30 \text{ cm}$$

۳۶. حجم طرف‌ها یکسان است.

$$V = \frac{m}{\rho} \xrightarrow{V \text{ یکسان}} \frac{m}{\rho_{\text{جیوه}}} = \frac{m_{\text{آب}}}{\rho_{\text{آب}}} \Rightarrow \frac{2720}{13/6} = \frac{m_{\text{آب}}}{1}$$

$$\Rightarrow m_{\text{آب}} = 200 \text{ g}$$

۳۷. طبق اعداد، جرم مایع برابر  $600 \text{ g} = 110 \text{ g} - 70 \text{ g}$  و حجم مایع همان حجم لیوان است:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{600 \text{ g}}{500 \text{ cm}^3} = 1/2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$\frac{1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{\rightarrow} \rho = 1200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1/2 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

۳۸. هر چه چگالی مایعی بیشتر باشد، آن مایع پایین‌تر قرار می‌گیرد،

چگالی مایع اول  $2300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  است. بنابراین به ترتیب از پایین به بالا ابتدا مایع ۱، سپس مایع ۳ و مایع ۲ قرار می‌گیرد.

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{3300 \times 10^3 \text{ g}}{3/145 \times 10^4 \text{ cm}^3} \approx 10/5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \quad (28)$$

$$\frac{1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{\rightarrow} \rho = 10/5 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

ب) چگالی از مشخصات جسم است که به جنس جسم بستگی دارد، بنابراین با انجام آزمایش چگالی قطعه را به دست آورده و با چگالی طلای خالص (جدول‌های مرجع) مقایسه می‌کنیم.

۲۹. طبق شکل:

$$V = 27/5 \text{ mL} - 20/0 \text{ mL} = 7/5 \text{ mL}, m = 12/5 \text{ g}$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{12/5 \text{ g}}{7/5 \text{ mL}} \approx 1/7 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$$

$$1/7 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \times \frac{1 \text{ mL}}{10^{-3} \text{ L}} = 1/7 \times 10^3 \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

$$1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3 \Rightarrow \rho = 1/7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

۳۰. ابتدا حجم را بر حسب  $\text{m}^3$  به دست می‌آوریم و سپس جرم را محاسبه کنیم.

$$V = 1 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} = 6 \times 10^2 \text{ cm}^3$$

$$\frac{1 \text{ cm}^3 = 10^{-6} \text{ m}^3}{\rightarrow} V = 6 \times 10^2 \text{ cm}^3 \times \frac{10^{-6} \text{ m}^3}{1 \text{ cm}^3} = 6 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = 100 \times 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 6 \times 10^{-4} \text{ m}^3 = 6 \times 10^4 \text{ kg}$$

$$m_{\text{کل}} = 12 \times 10^6 \times 70/0 \text{ kg} = 84/0 \times 10^7 \text{ kg}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{84/0 \times 10^7 \text{ kg}}{100 \times 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 8/4 \text{ m}^3$$

یعنی تقریباً مکعبی به ضلع  $2 \text{ m}$  می‌شود.

۳۱. هر لیتر معادل  $1000 \text{ cm}^3$  است:

$$V = 4/70 \text{ L} \times \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ L}} = 4/70 \times 10^3 \text{ cm}^3$$

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

$$\Rightarrow m = \left(10/5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\right) \times (4/70 \times 10^3 \text{ cm}^3) = 4/94 \times 10^3 \text{ g} = 4/94 \text{ kg}$$

۳۲. چگالی پرتقال با پوست کم‌تر از چگالی آب است، بنابراین روی آب

شناور می‌ماند. در واقع پوست پرتقال دارای منافذی است که هوا در آن قرار دارد و چگالی آن را کم می‌کند. بنابراین پرتقال و پوستش در کل دارای چگالی کم‌تر از آب هستند، ولی پرتقال بدون پوست دارای چگالی بیش‌تری نسبت به آب است و در آب ته‌نشین می‌شود.