

## الوحدة الرابعة

### Density الكثافة

كثافة الماء	وحدة الكثافة	وحدة الحجم	وحدة الكتلة
1000 kg/m <sup>3</sup>	كيلوغرام لكل متر مكعب	متر مكعب (m <sup>3</sup> )	كيلوغرام (kg)
1.0 kg/L	كيلوغرام لكل لتر	(L)	كيلوغرام (kg)
1.0 g/mL	غرام لكل ملليلتر	ملليلتر (mL)	غرام (g)

الكثافة: هي نسبة كتلة المادة إلى حجمها.

وحدة قياس الكثافة في النظام الدولي هي (kg/m<sup>3</sup>)

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

$\frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$

يبلغ حجم عينة من الإيثanol (240 mL) وكتلتها (190.0 g). احسب كثافة الإيثانول.

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{190}{240} = 0.79 \text{ g/mL}$$

احسب كثافة عينة من الزئبق حجمها (500 mL) وكتلتها (6.80 kg) بوحدة (g/mL).

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{6.8}{500} = 0.0136 \text{ g/mL}$$

المنطاد بالون كبير يمكن استخدامه لرفع الأشياء أو عرض الإعلانات. يبلغ الحجم الداخلي للمنطاد الواحد (10 m<sup>3</sup>) ويحتوي على (1.8 kg) من غاز الهيليوم. احسب كثافة غاز الهيليوم داخل هذا المنطاد بوحدة (kg/m<sup>3</sup>).

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{1.8}{10} = 0.18 \text{ kg/m}^3$$

احسب كثافة قطعة مكعب من الفولاذ كتلتها (40 g) وطول ضلعها (1.74 cm).

$$V = 1.74 \times 1.74 \times 1.74 = 5.3 \text{ cm}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{40}{5.3} = 7.6 \text{ g/cm}^3$$

احسب كثافة الثلج إذا كان لديك مكعب من الثلج طول حرفه (2 cm) وكتلته (7.39 g).

$$V = 2 \times 2 \times 2 = 8 \text{ cm}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{7.39}{8} = 0.92 \text{ g/cm}^3$$

تحتوي أسطوانة على غاز ميثان حجمه ( $250 \text{ cm}^3$ ) ، وتبعد كثافته ( $55 \times 10^{-4} \text{ g/cm}^3$ ). احسب كتلة غاز الميثان داخل الأسطوانة.

$$m = \rho V = 55 \times 10^{-4} \times 250 = 1.38 \text{ g}$$

### ملاحظات على قيم الكثافة

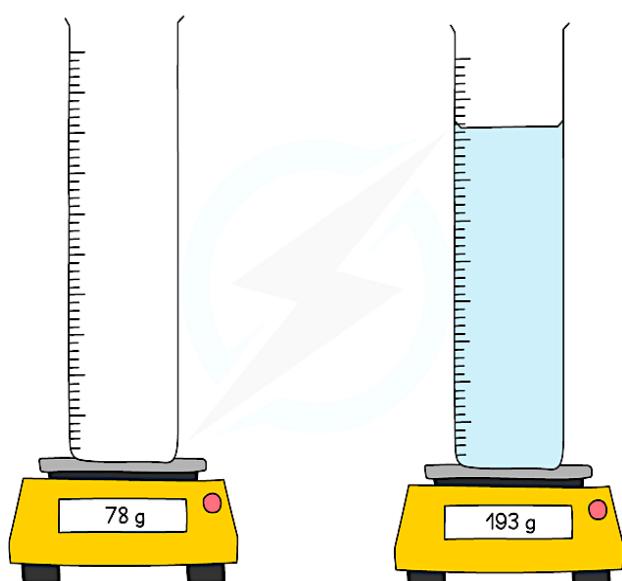
- الكثافة تعتمد على نوع المادة. فكل مادة قيمة ثابتة لكتافتها ويمكننا معرفة كثافة مادة معينة من البحث في المراجع.
- بشكل عام، تكون كثافة المواد الغازية أقل بكثير من كثافة المواد الصلبة أو السائلة.
- الكثافة تسبب الطفو، فمثلاً: الجليد أقل كثافة من الماء، وبالتالي تطفو الجبال الجليدية على سطح البحر.
- تطبيقات عملية على الكثافة:

- يمكن معرفة نوع مادة مجهرولة عن طريق حساب كثافتها. فمثلاً: إذا شكلت في كون القطعة الذهبية التي بين يديك من الذهب الخالص نفس كثافتها، فإن كانت  $19.32 \text{ g/cm}^3$  فهي من الذهب الخالص.
- يمكنك معرفة نقاوة المادة. فمثلاً إذا شكلت في كون الماء الذي في الكوب من ماء نقيا نفس كثافته، فإن كانت  $1 \text{ g/cm}^3$  فهو ماء نقي. وأيضاً يمكنك الحكم على كمية الفضة المضافة لقطعة ذهبية بقياس كثافتها.

**بـ تفسر طفو الجليد على سطح الماء؟**

لأن الجليد أقل كثافة من الماء.

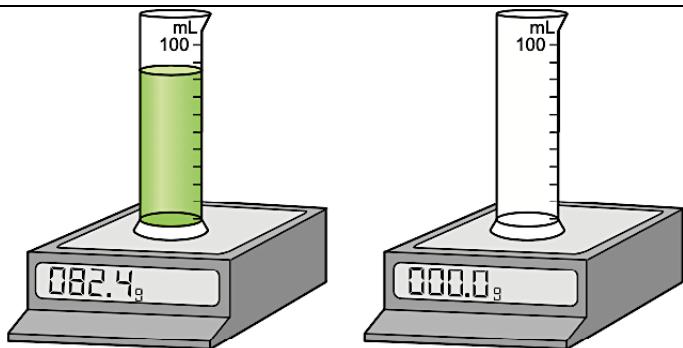
### طريقة قياس الكثافة:



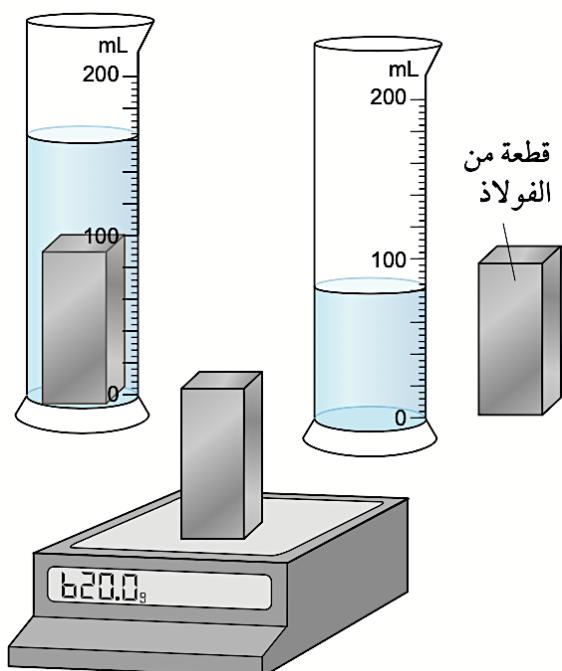
كيفية قياس كتلة سائل باستخدام الميزان: (انظر الشكل المقابل)

- قياس كتلته (m) باستخدام الميزان.
- قياس حجمه (V).
- حساب كتلته باستخدام القانون ( $\rho = \frac{m}{V}$ ).

$$m = 193 - 78 = 115 \text{ g}$$



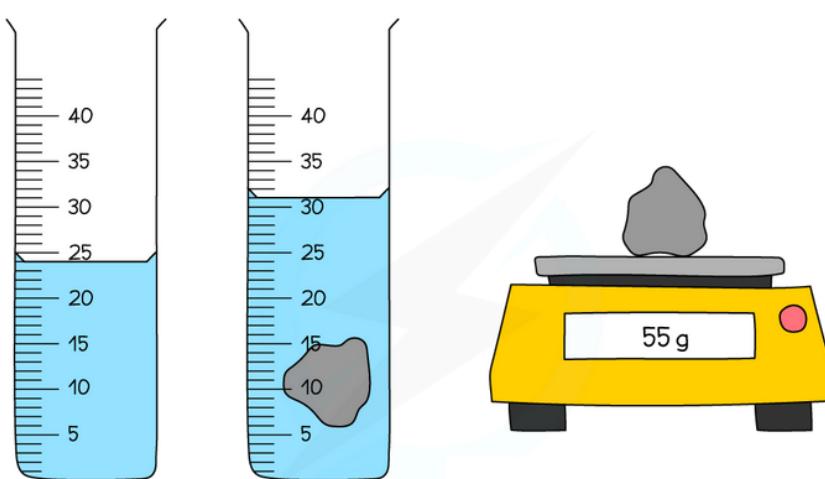
الشكل المقابل يوضح طريقة أكثر تطورا لحساب كتلة سائل باستخدام الميزان. وهي كالتالي: بعد وضع المخارف على الميزان يتم حذف كتلته من شاشة الميزان بالضغط على أحد الأزرار. ثم يتم سكب السائل ببطء في المخارف، وعندما سيقرأ الميزان كتلة السائل فقط. (ليس مطلوبا منك معرفة هذه الطريقة)



تقيس مني كثافة قطعة فولاذ، فتستخدم طريقة الإزاحة لإيجاد حجمها.  
تظهر القياسات التي توصلت إليها مني على الرسم التخطيطي أدناه.  
احسب حجم قطعة الفولاذ وكثافتها.

$$\text{حجم قطعة الفولاذ: } 160 - 80 = 80 \text{ cm}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{620}{80} = 7.75 \text{ g/cm}^3$$



احسب كثافة الحجر الموضح في الشكل المقابل

$$\text{حجم الحجر: } 31 - 24 = 7 \text{ cm}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{55}{7} = 7.86 \text{ g/cm}^3$$

## العلاقات مع الكثافة



من القانون ( $\rho = \frac{m}{V}$ ) يتبيّن لنا أن:

- الكثافة تتناسب طردياً مع الكتلة (عند ثبات الحجم).
- الكثافة تتناسب عكسيّاً مع الكتلة (عند ثبات الكتلة).
- الكتلة تتناسب طردياً مع الحجم (عند ثبات الكثافة، أي لنفس المادة).

### جرب المقارنات التالية:

جسمان (أ، ب) لها نفس الحجم:

1. إذا كانت كتلة (أ) ضعف كتلة (ب)، كم تكون كثافة (ب) بالنسبة لكتافة (أ)؟
2. إذا كانت كثافة (أ) نصف كثافة (ب)، كم تكون كتلة (ب) بالنسبة لكتلة (أ)؟

جسمان (أ، ب) لها نفس الكتلة:

3. إذا كانت كثافة (أ) ضعف كثافة (ب)، كم يكون حجم (ب) بالنسبة لحجم (أ)؟
4. إذا كان حجم (أ) نصف حجم (ب)، كم تكون كثافة (ب) بالنسبة لكتافة (أ)؟

جسمان (أ، ب) مصنوعان من نفس المادة:

5. إذا كانت كتلة (أ) ضعف كتلة (ب)، كم يكون حجم (ب) بالنسبة لحجم (أ)؟
6. إذا كان حجم (أ) نصف حجم (ب)، كم تكون كتلة (ب) بالنسبة لكتلة (أ)؟
7. جسم مصنوع من مادة كثافتها ( $6 \text{ g/cm}^3$ )، تم تقطيعه إلى ثلاثة قطع متساوية، كم تبلغ كثافة القطعة الواحدة؟

### الإجابات:

1. النصف
2. الضعف
3. الضعف
4. النصف
5. النصف
6. الضعف

7.  $6 \text{ g/cm}^3$ . كثافة المادة هي خاصية للمادة، لذا فقيمتها ثابتة مهما كان حجمها.

١

أ. عَرِفِ الْكُثافةً.

ب. اكتب المُعادلة الرياضية لحساب الكثافة ( $\rho$ ) بالاعتماد على الكتلة ( $m$ ) والحجم ( $V$ ).

٢

أيّ من الآتي ليس وحدة كثافة؟

أ.  $\text{mg/cm}^3$       ب.  $\text{kg/m}^3$

ج.  $\text{m/kg}^3$       د.  $\text{g/mL}$

١

أ. حاصل قسمة كتلة الجسم على حجمه، أو الكتلة لكل وحدة حجم لجسم ما، أو نسبة كتلة المادة إلى حجمها.

ب.  $\rho = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$

(د)  $\text{m/kg}^3$

٢

يبين الجدول كثافة بعض الفلزات.

الفلز	الكثافة ( $\text{g/cm}^3$ )
الألومنيوم	2.7
حديد	7.9
رصاص	11
ذهب	19

لدى بلال مكعب فلزي طول ضلعه (2.0 cm)، وكتلته (63 g). يتكون المكعب من فلز واحد، ولا تخلله فراغات هواء.

استخدم تلك المعلومات لتحديد نوع الفلز المصنوع منه المكعب.

$$\text{حجم المكعب} = 2 \times 2 \times 2 = (2)^3 \text{ أو}$$

$$V = 8 \text{ cm}^3$$

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

$$\rho = \frac{63}{8}$$

$$\rho = 7.9 \text{ g/cm}^3$$

هذا يتطابق مع قيمة كثافة الحديد في الجدول،

ب. وجدت سارة أن حجم الحصاة يبلغ ( $6.1 \text{ cm}^3$ )، وحدّدت نوعها، واستخدمت مصدرًا ثانويًا لتعرف كثافتها، فوجدتها تساوي ( $2.4 \text{ g/cm}^3$ ). احسب كتلة تلك الحصاة.

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

$$m = \rho V$$

$$m = 2.4 \times 6.1$$

$$= 14.6 \text{ g}$$

يعرض الجدول ٤-١ بيانات حول كثافة بعض المواد الصلبة والسائلة والغازية.

المادة	الحالة / النوع	الكثافة / (kg/m <sup>3</sup> )	الكثافة / (g/cm <sup>3</sup> )
الماء	سائل/لافلزي	1000	1
الإيثانول	سائل/لافلزي	790	0.790
زيت الزيتون	سائل/لافلزي	915	
الزئبق	سائل/فلزي	13 600	
الثلج	صلب/لافلزي	920	
الفلين	صلب/لافلزي	250	
الماس	صلب/لافلزي	3520	
الحديد	صلب/فلزي	7900	
التنفستين	صلب/فلزي	19 300	
الألومنيوم	صلب/فلزي	2700	
الذهب	صلب/فلزي	19 300	
الهواء	غاز/لافلزي	1.29	
الهيدروجين	غاز/لافلزي	0.09	
ثاني أكسيد الكربون	غاز/لافلزي	1.98	

تم استخدام وحدتين للكثافة،  $(\text{kg}/\text{m}^3)$  و  $(\text{g}/\text{cm}^3)$ .

- أ** أكمل العمود الرابع عن طريق تحويل كل كثافة بوحدة  $(\text{kg}/\text{m}^3)$  إلى القيمة المكافئة لها بوحدة  $(\text{g}/\text{cm}^3)$ .
- ب** يطفو الثلج على سطح الماء، لأن كثافته أقل من كثافة الماء. اذكر مادة صلبة أخرى مُدرجة في الجدول تطفو على سطح الماء.
- هـ** احسب بوحدة  $(\text{kg})$  كتلة قطعة من الذهب أبعادها  $(10 \text{ cm}), (15 \text{ cm}), (20 \text{ cm})$ .
- وـ** احسب بوحدة  $(\text{g})$  كتلة الهواء داخل صندوق فارغ أبعاده  $(40 \text{ cm}), (20 \text{ cm}), (100 \text{ cm})$ .

ز

وجد عامل من عمال المناجم جسمًا فلزياً لونه فضيّ. قاس كتلته وحجمه، وهذه نتائجه:

$$m = 0.270 \text{ kg} \quad \text{كتلة الجسم}$$

$$V = 14 \text{ cm}^3 \quad \text{حجم الجسم}$$

١. احسب كثافة الجسم.
٢. تنبأ ما يمكن أن يكون هذا الفلز.

الكثافة (g/cm <sup>3</sup> )	الكثافة (kg/m <sup>3</sup> )	الحالة/النوع	المادة
1.000	1 000	سائل/لافلزي	الماء
0.790	790	سائل/لافلزي	الإيثانول
0.915	915	سائل/لافلزي	زيت الزيتون
13.600	13 600	سائل/فلزي	الزئبق
0.920	920	صلب/لافلزي	الثلج
0.250	250	صلب/لافلزي	الفلين
3.520	3520	صلب/لافلزي	الماس
7.900	7 900	صلب/فلزي	الحديد
19.300	19 300	صلب/فلزي	التنفستين
2.700	2 700	صلب/فلزي	الألومنيوم
19.300	19 300	صلب/فلزي	الذهب
0.00129 أو $1.29 \times 10^{-3}$	1.29	غاز/لافلزي	الهواء
0.00009 أو $9 \times 10^{-5}$	0.09	غاز/لافلزي	الهيدروجين
0.00198 أو $1.98 \times 10^{-3}$	1.98	غاز/لافلزي	ثاني أكسيد الكربون

الفلين  
ب

١. تحويل كتلة الجسم من kg إلى g:

$$0.270 \text{ kg} = 270 \text{ g}$$

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

$$\rho = \frac{270}{14.0}$$

$$\rho = 19.3 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{حجم قطعة الذهب} = 0.20 \times 0.15 \times 0.10$$

$$V = 0.003 \text{ m}^3$$

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

$$m = \rho V$$

$$m = 19.300 \times 0.003$$

$$= 57.9 \text{ kg}$$

و

٢. هذا يتطابق مع كثافة التفستين في الجدول ٤-١

$$\text{حجم الهواء في الصندوق} = 100 \times 20 \times 40$$

$$V = 80\,000 \text{ cm}^3$$

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

$$m = \rho V$$

$$m = 0.00129 \times 80\,000$$

$$= 103.2 \text{ g}$$

يمتلك حمد الأدوات الآتية:

- مخارجاً مدرجًا
- مسطرة
- ميزاناً إلكترونياً
- ساعة إيقاف

صف كيف يستطيع حمد استخدام تلك الأدوات لإيجاد كثافة زيت الزيتون. (لست مضطراً إلى استخدام كل الأدوات).