القسم 1

1 التركيز

الفكرة الرئيسة

أنظمة القياسات أخبر الطلاب بأنّ الولايات المتحدة وليبريا هما الدولتان الوحيدتان اللتان تستخدمان "النظام الإنجليزي" للقياسات (الياردات والأميال والجالونات وغير ذلك). واعرض عدة عناصر تُستخدم لقياس الحجم وملعقة شاي وإبريق بسعة جالون وملعقة مائدة. اعرض أيضًا عناصر تُستخدم لقياس الحجم في مختبر الكيمياء: مخابير مدرجة سعتها 10 mL و 50 mL و 100 mL و 1000 mL. اسأل الطلاب عن العوامل المشتركة بين كل مجموعة أدوات والمجموعات الأخرى. تُستخدم جميعها لقياس الحجم. اسأل الطلاب عن سبب استخدام المخابير المدرجة في مختبر الكيمياء. يجب أن يوضّح الطلاب أنّ المخابير المدرجة تعطي قياسًا أكثر دقّة وتستخدم كلها وحدات القياس نفسها. اطلب إلى الطلاب سرد أوجه الاختلاف في نظامي القياس. يستخدم النظام الإنجليزي مجموعة متنوعة من الكميات، في حين يستخدم النظام المتري المعيار نفسه. اطلب إلى الطلاب مناقشة سبب أهمية وحدات القياس المعيارية بالنسبة إلى العلماء. يجب أن يشير الطلاب إلى أنّه باستخدام وحدة معيارية لقياس كمية، سوف يتأكد الجميع إلى أنّ الكمية التي تم قياسها هي نفسها. ش م

■ **سؤال حول الشكل 1** إنّ الأوقية السائلة هي الوحدة الأكبر؛ تقترن الوحدة الأكبر بالقيمة العددية الأصغر.

القسم 1

تمهيد للقراءة

الأسئلة الرئيسة

- ما الوحدات الأساسية في النظام الدولي لقياس الزمن والطول والكتلة ودرجة الحرارة؟
- كيف تغير إضافة بادئة إلى وحدة معيّنة معناها؟
- كيف تختلف الوحدات المشتقة للحجم عن تلك المشتقة للكثافة؟

مفردات للمراجعة

الكتلة mass: قياس يشير إلى كمية المادة التي يحتوي عليها جسم ما

مفردات جديدة

base unit	الوحدة الأساسية
second	الثانية
meter	المتر
kilogram	الكيلوجرام
kelvin	الكلفن
derived unit	الوحدة المشتقة
liter	اللتر
density	الكثافة

الوحدات والقياسات

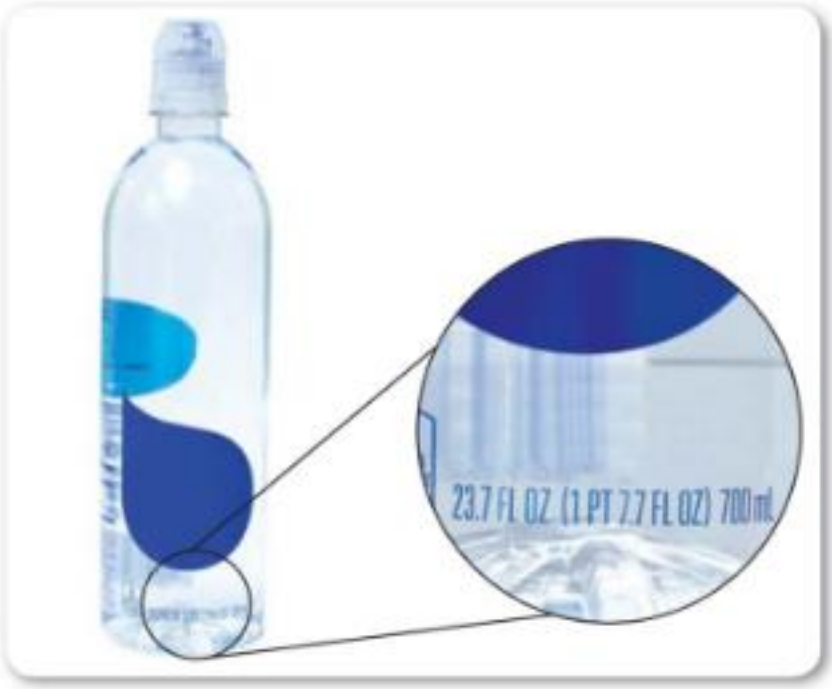
الفكرة الرئيسة **يستخدم علماء الكيمياء نظام وحدات متعارفًا عليه دوليًا لمشاركة النتائج التي توصلوا إليها.**

الكيمياء في حياتك هل لاحظت من قبل أنّ حجم مشروب من القياس الكبير يختلف بناءً على مكان شرائه؟ أليس من الأفضل لو كنت تعلم دائمًا كمية المشروب التي ستحصل عليها عند طلب هذا القياس الكبير من المشروب؟ يستخدم علماء الكيمياء وحدات معيارية للتأكد من توافق قياس الكمية المُعطاة.

الوحدات

أنت تستخدم القياسات كل يوم تقريبًا. على سبيل المثال، تساعدك قراءة الملصق الموجود على زجاجة الماء المعبّأ في **الشكل 1** في تحديد حجم زجاجة الماء التي ستشتريها. لاحظ أنّ الملصق يشتمل على عدد مرفق بوحدة قياس، مثل 700 mL وذلك لمعرفة حجم هذه الزجاجة. إضافةً إلى ذلك، يحتوي هذا الملصق على قياس آخر لحجم زجاجة الماء. ولكن باستخدام وحدة قياس مختلفة. الحجم الآخر لهذه الزجاجة هو 23.7 أونصة سائلة. تُعدّ الأونصات السائلة والباينت والملليلترات وحدات تستخدم في قياس الحجم.

النظام الدولي للوحدات (Système Internationale d'Unités) منذ قرون، لم تكن وحدات القياس دقيقة. فكان الشخص يقيس المسافة من خلال عد الخطوات أو يقيس الزمن باستخدام ساعة شمسية أو ساعة رملية مليئة بالرمال. الجدير بالذكر أنّ هذه التقديرات كانت تصلح للمهام العادية. نظرًا إلى حاجة العلماء إلى تسجيل البيانات التي قد يعيد إنتاجها العلماء الآخرون، فهُم بحاجة إلى وحدات معيارية للقياس. في العام 1960، انعقدت لجنة دولية من العلماء لتحديث النظام المتري الحالي، وقد أطلق على النظام الدولي للوحدات الذي تم تنقيحه آنذاك اسم Système Internationale d'Unités، واختصاره SI.



■ **الشكل 1** يوضح الملصق حجم الماء في الزجاجة بثلاث وحدات مختلفة، أونصات سائلة والباينت والملليلترات. لاحظ أنّ كل حجم يتضمن عدداً واحداً مصحوباً بوحدة قياس. **استدلّ** ما وحدة الحجم الأكبر، الأونصة السائلة أم الملليلتر؟

دفتر الكيمياء

المعنى نفسه لكن بلغة مختلفة اطلب إلى الطلاب أن يكتبوا عن وضعيات عبروا عنها بطريقة اختلفت عن تعبيرات زملائهم، ليدركوا لاحقًا أنهم كانوا يعنون الشيء نفسه، لكنهم استخدموا لغة تعبير مختلفة. اسألهم كيف ساعد نظام الوحدات الدولية في حل هذه المشكلة بين العلماء. ش م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

404 الوحدة 15 • تحليل البيانات

الوحدات الأساسية وبادئات النظام الدولي

توجد سبع وحدات أساسية في النظام الدولي. **الوحدة الأساسية** هي وحدة معرّفة في نظام القياس تعتمد على جسم أو حدث في العالم المادي، ولا تستند إلى الوحدات الأخرى. يوضّح الجدول 1 الوحدات الأساسية السبع للنظام الدولي والكميات التي تقيسها واختصاراتها. من الكميات المألوفة التي يتم التعبير عنها في الوحدات الأساسية الزمن والطول والكتلة ودرجة الحرارة.

يضيف العلماء بادئات إلى الوحدات الأساسية لوصف مدى القياسات المحتملة بشكل أفضل، وأصبحت هذه المهمة أسهل لأنّ النظام المتري نظام عشري، بمعنى أنّه نظام قائم على وحدات العدد 10. تعتمد البادئات الواردة في الجدول 2 على عوامل عشرية ويمكن استخدامها مع كل وحدات النظام الدولي. على سبيل المثال البادئة كيلو- تعني ألفًا، بالتالي، إنّ 1 km يساوي 1000 m. وكذلك البادئة ملّي- تعني جزءًا من الألف؛ بالتالي، إنّ 1 mm يساوي 0.001 m. تستخدم العديد من أقلام الرصاص الميكانيكية رصاصًا بقطر 0.5 mm. فكم من الأمتار يساوي 0.5 mm؟

الزمن إنّ الوحدة الأساسية للزمن في النظام الدولي هي **الثانية** (الثواني). والمعيار الفيزيائي المستخدم لتعريف الثانية هو تردد الشعاع المنبعث من ذرة السيزيوم-133. تُستخدم الساعات المصنوعة من مادة السيزيوم عند الحاجة إلى تسجيل الزمن بدقة بالغة. تبدو الثانية فترة زمنية قصيرة للمهام اليومية، بينما في الكيمياء، تحدث تفاعلات كيميائية عديدة خلال جزء من الثانية.

الطول إنّ الوحدة الأساسية للطول في النظام الدولي هي **المتر** (m). والمتر هو المسافة التي يقطعها الضوء في الفراغ خلال 1/299,792,458 من الثانية. يطلق اسم الفراغ حيث لا يحتوي الحيز على مادة.

يصلح المتر لقياس طول وعرض مساحة صغيرة مثل الغرفة. ويُستخدم الكيلومتر لقياس المسافات الأكبر مثل المسافة بين مدينتين. كما يُستخدم الملليمتر على الأرجح في قياس الأطوال الأصغر مثل قطر القلم الرصاص.

الجدول 1 الوحدات الأساسية للنظام الدولي

الكمية	الوحدة الأساسية
الزمن	ثانية (s)
الطول	متر (m)
الكتلة	كيلو جرام (kg)
درجة الحرارة	كلفن (K)
كمية المادة	مول (mol)
التيار الكهربائي	أمبير (A)
شدّة الإضاءة	شمعة (cd)

المفردات

الاستخدام العلمي مقابل الاستخدام العام

المتر meter

الاستخدام العلمي: الوحدة الأساسية للطول في النظام الدولي
كان طول التشييب الملزي *1 m*.
الاستخدام العام: جهاز يُستخدم لقياس الزمن المستند في العداد المُخصص لركن السيارات.

الجدول 2 بادئات النظام الدولي للوحدات

البادئة	الرمز	القيمة العددية في الوحدات الأساسية	مكافئ أس 10
جيجا	G	1,000,000,000	10^9
ميجا	M	1,000,000	10^6
كيلو	k	1000	10^3
–	–	1	10^0
ديسي	d	0.1	10^{-1}
سنتي	c	0.01	10^{-2}
ملّي	m	0.001	10^{-3}
مايكرو	μ	0.000001	10^{-6}
نانو	n	0.000000001	10^{-9}
بيكو	p	0.000000000001	10^{-12}

التنوع الثقافي

الصفر كان أول استخدام للصفر بواسطة براهماغوبتا الهندوسي في القرن السابع. وكان علماء الرياضيات من المصريين القدماء والإغريق يجرون العمليات الحسابية من دون الصفر. كما استخدم البابليون عنصرًا نائبًا يشبه الصفر. واستخدم علماء الرياضيات الإغريق والأتراك حرف h مقلوب كرمز للصفر.

التدريس المتمايز

الطلاب دون المستوى تأكد من تعامل الطلاب مع جهاز القياس وإجراء القياسات، بدلًا من مجرد القراءة والملاحظة. مد

2 التدريس

تطوير المفاهيم

قياسات علمية اطلب إلى الطلاب ذوي أطوال مختلفة إحصاء عدد الخطوات التي يجب أن يخطوها عبر الصف. واستنبط من الطلاب أنّ الخطوة يمكن أن تختلف في الطول من شخص إلى آخر، وأنّ أوجه الاختلاف هذه تُعدّ مشكلة عند تطوير نظام قياس، إذ يجب أن تكون القياسات العلمية دقيقة، ويجب أن يتمكن عالمان من مقارنة القياس نفسه. لهذا السبب، تعتمد القياسات على وحدات محددة، مثل المتر. ض م

التقويم

المعرفة اطلب إلى الطلاب تحديد العناصر التي سيقيسونها باستخدام الوحدات الأساسية للزمن والطول والكتلة. قد تتضمن الأمثلة مقدار الزمن المستغرق لارتداد كرة (s) ومسافة عرض غرفة (m) وكتلة طالب (kg). تذ م

عرض توضيحي سريع

الكتل المترية أحضر كتلًا ذات قياسات متنوعة مثل 1 g و 1 dg و 1 kg و 1 mg. إذا توفرت. واطلب إلى الطلاب تحسس الكتل ومقارنتها. وذكّرهم بأنّ البادئات الموجودة على الميزان المتري تمثّل فرقًا مقداره عشرة أمثال في الخاصية التي تم قياسها (الكتلة في هذه الحالة).

■ **سؤال عن النص**
$0.5\ \text{mm} \times (1\ \text{m})/(1000\ \text{mm}) = 0.0005\ \text{m}$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة ماكجروهيل للتعليم McGraw-Hill Education

■ سؤال عن النص 1 g = 1000 mg

التأكد من فهم النص 25°C أكثر دفئًا من 25°F

تحديد المفاهيم الخاطئة

يخلط العديد من الطلاب بين الدقة والضبط.

كشف المفهوم الخاطئ ضع وعاءً شفافًا مع وجود هدف صغير مرسوم في الأسفل على جهاز العرض العلوي. واملأ ثلاثة أرباع الوعاء بالماء. ثم اطلب من أحد الطلاب إسقاط دراهم معدنية في الوعاء، محاولًا إصابة الهدف. وبعد إسقاط عدة دراهم معدنية، اطلب إلى الطلاب مناقشة الدقة والضبط التي أظهرتها النتائج.

توضيح المفهوم اختر درهم معدني واحد وجففه تمامًا. ثم قِس كتلة الدرهم المعدني الجاف بعناية. ثم قسّم الطلاب إلى مجموعات. واعط كل مجموعة ميزانًا. اطلب إلى كل مجموعة أخذ العديد من قراءات الكتلة للدرهم المعدني الجاف وتسجيل بياناتها.

تقويم المعرفة الجديدة أخبر الطلاب بكتلة الدرهم المعدني الجاف التي قستها. واطلب إليهم مناقشة نتائجهم. يجب أن يلاحظوا أنّه إذا أُخذت القراءات بعناية، فستصبح كلها مضبوطة. ثم ناقش ما إذا كانت كل القراءات دقيقة أم لا. واطلب إلى الطلاب المقارنة بين الضبط والدقة.

■ **الشكل 2** يجري العلماء في المعهد الوطني للمعايير والتكنولوجيا تجارب لإعادة تعريف الكيلوجرام باستخدام جهاز يُعرف بميزان الواط. ويستخدم ميزان الواط نيّازًا كهْرَبائيًّا ومجالًا مَغْناطيسيًّا لقياس القوة المطلوبة لوزن كتلة كيلوجرام واحد في مقابل قوة الجاذبية. بحسب علماء آخرون عدد الذرات في كتلة الكيلوجرام الواحد لإعادة تعريف الكيلوجرام.

الكتلة تذكَّر أنّ الكتلة هي قياس كمية المادة التي يحتوي عليها جسم ما. والوحدة الأساسية للكتلة في النظام الدولي هي **الكيلوجرام** (kg). في الزمن الحالي، لا تزال أسطوانة البلاتين والإيريديوم المحفوظة في فرنسا هي التي تحدد الكيلوجرام. تجدر الإشارة إلى أنّ الأسطوانة محفوظة أسفل إناء زجاجي ثلاثي مفرغ الهواء على شكل جرس لمنع تأكسد الأسطوانة. وكما هو موضّح في الشكل 2، يعمل العلماء على إعادة تعريف الكيلوجرام باستخدام الخصائص الأساسية للطبيعة.

يُعادل الكيلوجرام 2.2 رطلًا. ويقيس العلماء الكميات غالبًا بالجرامات (g) أو المليجرامات (mg) لأنّ الكتل التي يتم قياسها في معظم المختبرات تكون أقل من كيلوجرام. على سبيل المثال، قد تتطلب التجربة المختبرية منك إضافة 35 mg من مادة غير معروفة إلى 350 g من الماء. من المفيد أن تتذكر أنّ الكيلوجرام الواحد يحتوي على 1000 g عند التعامل مع قيم الكتلة. كم عدد المليجرامات الموجودة في الجرام؟

درجة الحرارة يستخدم الأشخاص الأوصاف النوعية غالبًا مثل ساخن وبارد عند وصف الطقس أو الماء الموجود في حوض السباحة. أما درجة الحرارة فهي تُعدّ درجة الحرارة قياسًا كميًا لمتوسط الطاقة الحركية للجسيمات التي تتألف منها المادة. كلما ازدادت حركة الجسيم في جسم ما، ازدادت درجة حرارته.

يتطلب قياس درجة الحرارة استخدام مقياس درجة الحرارة أو ميزان الحرارة. ويتكوّن مقياس درجة الحرارة من أنبوب ضيق يحتوي على سائل. يشير ارتفاع السائل إلى درجة الحرارة. وبتسبب تغيّر درجة الحرارة في تغير حجم السائل، مما يؤدي إلى تغير ارتفاع السائل في الأنبوب. يستخدم نوع من مقاييس درجة الحرارة المزدوجات الحرارية. وتنتج المزدوجة الحرارية نيّازًا كهْرَبائيًّا قد يكون معايرًا ليشير إلى درجة الحرارة.

إضافةً إلى ذلك، تطورت العديد من مقاييس درجة الحرارة المختلفة. تُستخدم المقاييس الثلاثة لدرجة الحرارة وهي كلفن والسيليزية والفهرنهايت بشكل شائع لوصف ما إذا كان الجسم ساخنًا أم باردًا.

فهرنهايت يُستخدم مقياس الفهرنهايت في الولايات المتحدة لقياس درجة الحرارة. ابتكر العالم الألماني دانيال غابرييل فهرنهايت المقياس عام 1724. وفي مقياس الفهرنهايت، يتجمّد الماء عند 32°F ويغلي عند 212°F.

الدرجة المئوية يُستخدم مقياس السيليزية في كثير من دول العالم الأخرى، وهو مقياس آخر لدرجة الحرارة. ابتكر عالم الفلك السويدي أندرس سلزيوس مقياس السيليزية. ويعتمد المقياس على درجة تجمد وغليان الماء. وقد حدد أندرس درجة تجمد الماء على أنها 0 ودرجة غليان الماء على أنها 100. ثم قسّم المسافة بين هاتين النقطتين الثابتتين إلى 100 وحدة أو درجة متساوية. للتحويل من الدرجة السيليزية (°C) إلى درجات الفهرنهايت (°F)، يمكنك استخدام المُعادلة التالية.

$$°F = 1.8(°C) + 32$$

تخيل أنّ صديقًا يتصل بك من كندا ويخبرك بأنّ درجة الحرارة 35°C في الخارج. ما درجة الحرارة بالفهرنهايت؟ للتحويل إلى درجات الفهرنهايت، اكتب 35°C كبديل في المُعادلة السابقة وحل المسألة.

$$1.8(35) + 32 = 95°F$$

إذا كانت درجة الحرارة 35°F في الخارج، فما درجة الحرارة بالسيليزية؟

$$\frac{35°F - 32}{1.8} = 1.7\,°C$$

التأكد من فهم النص استدلّ على أيهما الأكثر دفئًا. 25°F أم 25°C؟

عرض توضيحي

قياس درجة الحرارة

الهدف التحقق من قياس درجة الحرارة بالثيرموميتر وبتحسس درجة الحرارة على الجلد

المواد كؤوس سعتها (3) 1 L ؛ ثلج؛ لوح ساخن؛ مناشف ورقية؛ مُؤَقِت؛ ثيرموميتر (عدد 3)

احتياطات السلامة تحسس الماء الدافئ للتأكد من أنّها لن تحرق الطلاب. واحترس من الأرضيات الزلقة إذا انسكب الماء.

التخلص من النفايات يمكن تنظيف المواد وإعادة استعمالها.

الإجراء ضع ثلاث كؤوس معنونة جنبًا إلى جنب. ويجب أن تحتوي على ماء في درجة حرارة الغرفة وماء مثلج وماء دافئ على التوالي. قم بقياس درجة حرارة الماء في كل كأس، واطلب من أحد الطلاب وضع إحدى يديه في الماء المثلج واليد الأخرى في الماء الدافئ لمدة دقيقتين، واطلب منه وصف درجة حرارة كل يد. ثم، اطلب منه وضع كلتا يديه في آن واحد في الكأس التي تحتوي على ماء في درجة حرارة الغرفة. واطلب من الطالب وصف درجة حرارة هذا الماء كما شعر بها على كل يد.

النتائج ستكون الماء في درجة حرارة الغرفة دافئة بالنسبة إلى اليد القادمة من الماء المثلج لكن باردة بالنسبة إلى اليد القادمة من الماء الدافئ.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

كلفن إنّ الوحدة الأساسية لدرجة الحرارة في النظام الدولي هي **كلفن** (K). ابتكر عالم الفيزياء والرياضيات الأسكتلندي وليام طومسون والذي كان يُعرف كذلك باسم لورد كلفن مقياس كلفن. ويُعتبر صفر كلفن النقطة التي تصل عندها كل الجسيمات إلى حالة أقل طاقة ممكنة. يتجمد الماء عند 273.15 K يغلي عند 373.15 K على مقياس كلفن. وستعرف في ما بعد سبب استخدام العلماء لمقياس كلفن لوصف خصائص الغاز.

يقارن الشكل 3 بين مقياس الدرجة السيليزية ومقياس كلفن. من السهل التحويل بين مقياس الدرجة السيليزية ومقياس كلفن أو العكس باستخدام المعادلة التالية.

معادلة التحويل بين كلفن والدرجة السيليزية

$$K = °C + 273$$

يمثل حرف K درجة الحرارة بالكلفن.
يُمثل °C درجة الحرارة بالدرجات السيليزية.

تعادل درجة الحرارة بالكلفن درجة الحرارة بالدرجات المئوية زائد 273.

وهكذا، لكي تحول درجات الحرارة المسجلة بالدرجات السيليزية إلى درجات كلفن أضف 273 كما هو موضّح في المعادلة السابقة. على سبيل المثال، فكّر في عنصر الزئبق الذي ينصهر عند درجة حرارة −39°C. ما درجة حرارته بالكلفن؟

$$-39°C + 273 = 234\ K$$

للتحويل من درجات كلفن إلى درجات سيليزية، كل ما عليك فعله هو طرح 273. على سبيل المثال، فكّر في عنصر البروم الذي ينصهر عند درجة حرارة 266 K. ما درجة حرارته بالسيليزية؟

$$266\ K - 273 = -7°C$$

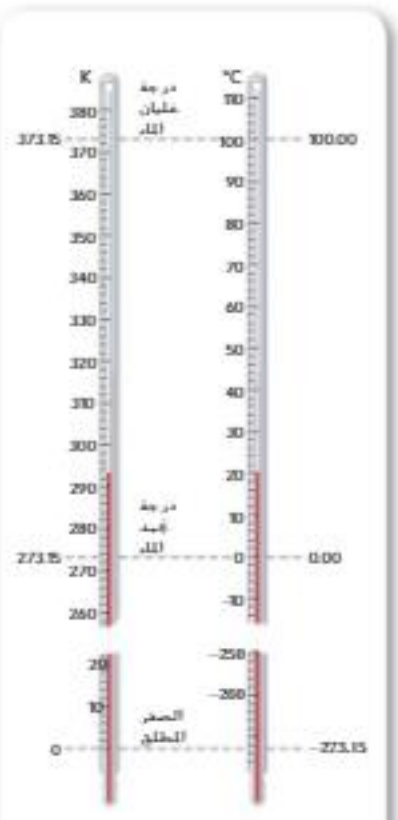
ستستخدم هذه التحويلات بصورة متكررة أثناء دراسة الكيمياء، خاصةً عند دراسة طريقة تفاعل الغازات. وتعتمد قوانين الغازات التي ستدرسها على درجات الحرارة بمقياس كلفن.

الوحدات المشتقة

لا يمكن قياس كل الكميات بوحدات النظام الدولي الأساسية، على سبيل المثال، إنّ وحدة النظام الدولي للسرعة هي أمتار لكل ثانية (m/s). لاحظ أنّ الأمتار لكل ثانية تتضمن وحدتين أساسيتين من النظام الدولي للوحدات، وهما المتر والثانية. يُطلق على الوحدة المحددة من خلال مزيج من الوحدات الأساسية **وحدة مشتقة**. هناك كميتان أخريان يتم قياسهما في الوحدات المشتقة وهما الحجم (cm^3) والكثافة (g/cm^3).

الحجم يمثّل الحجم الحيز الذي يشغله جسم ما. يمكن تحديد حجم جسم مكعب أو مستطيل الشكل من خلال ضرب أبعاد الطول والعرض والارتفاع. وعند قياس كل بعد بالأمتار، يكون الحجم المحتسب بوحدات بالمتر المكعب (m^3). في الحقيقة، يُعدّ المتر المكعب وحدة النظام الدولي المشتقة لقياس الحجم. ومن السهل تصوّر المتر المكعب: تخيل مكعبًا كبيرًا بيلغ طول كل جانب من جوانبه 1 m. يمكنك أن تحدد حجم جسم صلب غير منتظم باستخدام طريقة إزاحة الماء، وهي طريقة تُستخدم في التجربة المصغرة في هذا القسم.

يُعدّ المتر المكعب حجمًا كبيرًا يصعب التعامل معه، لذلك يستخدم اللتر كوحدة أكثر فائدة للاستخدام اليومي. يعادل **اللتر** (L) ديسيمترًا مكعبًا واحدًا (dm^3). ما يعني أنّ 1 L يساوي $1\ dm^3$. تُستخدم اللترات بشكل شائع لقياس حجم الماء وأواني المشروبات.



الشكل 3 يعادل قياس التغيير الذي يبلغ 1 K على مقياس كلفن التغيير الذي يبلغ 1°C على مقياس الدرجات السيليزية. لاحظ أيضًا أنّ علامة الدرجة (°) لا تُستخدم في مقياس كلفن.

التحليل

1. كيف تصنف شيئًا على أنّه ساخن أو بارد؟
عن طريق تدفق الحرارة منه أو إليه؛ فهما مصطلحان نوعيان.

2. كيف يصنف الثيرموميتر شيئًا على أنّه ساخن أو بارد؟ يقدم قيمة رقمية لدرجة الحرارة. فهو كمي.

تطوير المفاهيم

وحدات مشتقة اسأل الطلاب سبب اعتبار الحجم وحدة مشتقة. يُحسب الحجم بالطول × العرض × الارتفاع. ويُقاس الكل بوحدات الطول. ش م

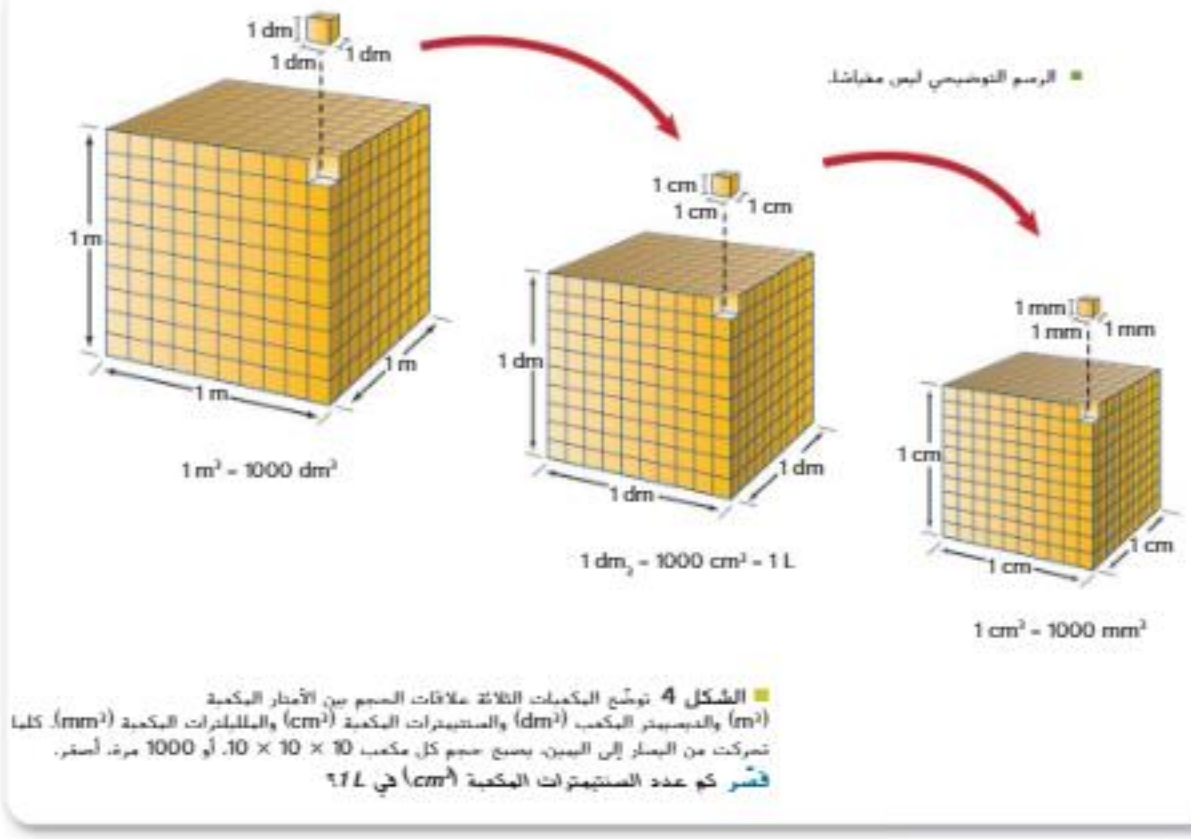
الإثراء

درجة الحرارة يعبّر الطلاب الموجودون في الصف، عن درجة الحرارة بالدرجة السيليزية، بينما يعبّر الكيميائيون عن درجة الحرارة بالكلفن. اطلب إلى الطلاب تحويل 245 K إلى درجة سيليزية و 25.6°C إلى كلفن.

$245\ K - 273 = -28°C$
ش م $25.6°C + 273 = 299\ K$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 1 • الوحدات والقياسات 407



■ الرسم التوضيحي ليس مقياسًا.

■ **الشكل 4** توضّح المكعبات الثلاثة علاقات الحجم بين الأمتار المكعبة (m^3) والديسيمتر المكعب (dm^3) والسنتيمترات المكعبة (cm^3) والمليمترات المكعبة (mm^3). كلما تحركت من اليسار إلى اليمين، يصبح حجم كل مكعب 10 × 10 × 10، أو 1000 مرة، أصغر.
فسّر كم عدد السنتيمترات المكعبة (cm^3) في 1 L؟

عندما تكون كميات السوائل في المختبر صغيرة، يُقاس الحجم غالباً بالسنتيمترات المكعبة (cm^3) أو المليلترات (mL). تتساوى المليلترات والسنتيمتر المكعب في الحجم.

$$1\ mL = 1\ cm^3$$

تذكر أنّ البادئة مللي- تعني جزءًا من الألف. إذًا، يعادل المليلتر الواحد جزءًا من ألف من اللتر. أي، يوجد 1000 mL في 1 L.

$$1\ L = 1000\ mL$$

يوضّح الشكل 4 العلاقات بين العديد من وحدات النظام الدولي المختلفة للحجم.

الكثافة لماذا يكون من الأسهل رفع حقيبة ظهر مليئة بالملابس الرياضية مقارنة برفع الحقيبة نفسها عندما تكون مليئة بالكتب؟ يمكن التفكير في الإجابة من حيث الكثافة. فالحقيبة المليئة بالكتب تحتوي على كتلة أكبر في الحجم نفسه. إنّ **الكثافة** هي خاصية فيزيائية للمادة وتُعرف بأنها مقدار الكتلة الحجمية. والوحدات الشائعة للكثافة هي الجرامات لكل سنتيمتر مكعب (g/cm^3) للأجسام الصلبة وجرامات لكل مليلتر (g/mL) للسوائل والغازات.

فكّر في حبة العنب وقطعة الفوم في الشكل 5. على الرغم من أنّ لهما كتلة واحدة، إلا أنهما يشغلان حيزين مختلفين، ولأنّ حبة العنب التي تمتلك كتلة الفوم نفسها، تشغل حيزاً أقل، يجب أن تكون كثافتها أكبر من كثافة الفوم.

■ **سؤال حول الشكل 4**
1000 cm^3

المتعلّمون بالوسائل البصرية

قوى العشرة بعد مشاهدة مقطع فيديو عن قوى العشرة، ناقش أهمية عامل العشرة. واسأل الطلاب عن سبب اعتبار النظام المتري نظامًا عشريًا. يجب أن يستوعب الطلاب أنّ كل بادئة في النظام تمثّل عامل عشرة. اطلب إلى الطلاب مناقشة أوجه الاختلاف بين السنتيمتر والمليمتر. يجب أن يدرك الطلاب أنّ المليمتر أصغر من السنتيمتر بعشرة أضعاف وبناء عليه نوجد عشرة ملليمترات في السنتيمتر الواحد. ش م

خلفية عن المحتوى

تاريخ المتر استُخدِم النظام المتري لأول مرة في فرنسا عام 1791. وصُمّمت الوحدات لتكون منطقية وعملية ومحايدة ومتبعة عالميًا. فوُضعت تعريفات الوحدات الأساسية بحيث يمكن لمختبر مجهز بأدوات مناسبة صنع النماذج الخاصة به من تلك الوحدات الأساسية. وكان التعريف التاريخي للمتر من قِبَل أكاديمية العلوم الفرنسية على أنّه 1/10,000,000 من ربع محيط الأرض الذي يمتد من القطب الشمالي إلى خط الاستواء، عبر مدينة باريس. مع مرور الزمن، أصبحت التعريفات أكثر دقة. وبحلول ستينيات القرن العشرين، عُرّف المتر بدلالة خط انبعاث النظير M-86 لغاز Kr، وبالتحديد 1 m = 1,650,763.73 طولًا موجيًا لخط الانبعاث البرتقالي هذا. حظي هذا بالطبع بميزة كبيرة تتمثّل بأنّ أي مختبر مجهز جيدًا يمكنه الوصول إلى المعيار الأساسي للطول. كما قدمت التطورات التكنولوجية تعريفًا إضافيًا للمتر على أنّه المسافة التي يقطعها الضوء في فراغ ما في 1/299,792,458 جزءًا من الثانية.

التدريس المتمايز

طالب دون المستوى اطلب إلى الطلاب لصق ثيرموميتر بالدرجة السيليزية وآخر بالفهرنهايت جنبًا إلى جنب على قطعة من الورق المقوى. قم بقياس درجة حرارة عدة مواقع. واطلب إلى الطلاب إنشاء مخطط لتسجيل القراءات على كل ثيرموميتر. قارن المقاييس المستخدمة لقياس درجات الحرارة نفسها. واطلب إلى الطلاب تدوين العديد من الاستدلالات من ملاحظاتهم. الإجابات المحتملة: يعتمد مقياس الدرجة السيليزية على زيادات قدرها 100 درجة بين الغليان والتجمد. الأعداد التي تشير إلى درجات الحرارة على مقياس فهرنهايت ترتفع إلى أعلى وتنخفض إلى أسفل، وينتج عن ذلك انتشار كبير لهذه الدرجات. إن العدد الذي يعبر عن درجة حرارة مقاسة بالفهرنهايت هو أكبر من العدد الذي يعبر عن درجة الحرارة نفسها مقاسة بالدرجة السيليزية ش م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الشكل 5 إنّ كتلة حبة العنب وكتلة قطعة الجوم الواحدة متساويتان، ولكن لهما حجمين مختلفين لأنّ كثافة حبة العنب أكبر.
فسّر كيف يمكن المقارنة بين الكتلتين إذا كان الحيزّان متساويين؟

عادةً لا يمكن قياس كثافة مادة بشكل مباشر، فبدلًا من ذلك، يتم احتسابها باستخدام قياسات الكتلة والحجم. ويمكنك أن تحسب الكثافة باستخدام المعادلة التالية.

معادلة الكثافة

$$\text{الكثافة} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$$

تساوي كثافة جسم ما أو مادة من مادة كتلتها مقسومة على حجمها.

نظرًا إلى أنّ الكثافة خاصية فيزيائية للمادة، يمكن استخدامها في بعض الأحيان لتحديد عنصر مجهول. على سبيل المثال، تخيل أنك حصلت على البيانات التالية لقطعة من عنصر فلزي مجهول.

$$\text{الحجم} = 5.0\ \text{cm}^3$$
$$\text{الكتلة} = 13.5\ \text{g}$$

عوّض هذه القيم في المعادلة لتحصل على ناتج الكثافة.

$$\text{الكثافة} = \frac{13.5\ \text{g}}{5.0\ \text{cm}^3} = 2.7\ \text{g/cm}^3$$

اطّلع الآن على قيم الكثافة المتوافرة بين يديك وابحث عن قيمة الكثافة التي تعادل القيمة التي احتسبتها وهي $2.7\ \text{g/cm}^3$. ما هوية العنصر المجهول؟

الربط بعلم الأرض عندما تتم تدفئة الهواء عند خط الاستواء، تبتعد الجسيمات في الهواء بعضها عن بعض وتقلّ كثافة الهواء. عند القطبين، يبرد الهواء وتزداد كثافته كلما اقتربت الجسيمات بعضها من بعض. وعندما تهبط الكتلة الهوائية الأكثر كثافة والأكثر برودة أسفل كتلة هوائية دافئة مرتفعة، تنتج الرياح. وتتشكل أنماط الطقس من خلال الكتل الهوائية المتحركة ذات الكثافات المختلفة.

التأكد من فهم النص **اذكر** الكميات التي يجب معرفتها لاحتساب الكثافة.

الكيمياء في الحياة اليومية

قياس كثافة السائل

مقاييس كثافة السوائل إنّ مقياس كثافة السوائل هو جهاز لقياس الثقل النوعي (نسبة كثافة المائع مقارنة بكثافة الماء) لمائع ما. تنتج من السوائل ذات الكثافات المختلفة قراءات مختلفة. وتُستخدم مقاييس كثافة السوائل غالبًا في محطات الوقود لتشخيص المشاكل في بطارية السيارة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

سؤال حول الشكل 5
ستصبح كتلة الرغوة أقل.

الإثراء

تيارات المحيط تُعدّ الحركة المستمرة في المحيط كثافةً تدفعها أوجه الاختلاف في درجة الحرارة (حراري) والملوحة (ملحي). تتحمل الحركة المستمرة الحرارية الملحية في المحيط مسؤولية تيارات المحيط. وتدفع الرياح السطحية الماء الموجود عند السطح باتجاه القطبين من خط الاستواء. عندما تتحرك ماء السطح الأكثر دفئًا باتجاه القطبين، تبرد وتصبح أكثر كثافة. كما يزيد تبخر الماء من ملوحته، ينخفض في نهاية الأمر أسفل السطح عند خطوط عرض مرتفعة. فينحدر الماء الأكثر برودة وكثافة إلى داخل أحواض أعماق المحيط حيث يمكن أن يبقى حتى 1200 عام قبل الظهور إلى السطح مجددًا. وتنقل تيارات المحيط هذه الحرارة والملح عبر المحيطات وتؤدي دورًا محوريًا في مناخ الأرض.

اطلب إلى الطلاب إذابة الملح في الماء عند درجات حرارة مختلفة. يجب أن يسجلوا حجم المحاليل الناتجة وكتلتها ويحسبوا كثافة كل محلول. اطلب إلى الطلاب أن يتوقعوا كيف سوف تتشكل هذه المحاليل في طبقات. ستصبح المحاليل الأعلى كثافة في القاع. ش م ق م

سؤال عن النص الألمنيوم

التأكد من فهم النص الكتلة والحجم

مشروع الكيمياء

الكثافة والجاذبية اطلب إلى الطلاب توقع الطريقة التي ستؤثر بها الجاذبية في أجسام بالحجم نفسه لكن ذات كثافات مختلفة. واطلب إليهم البحث عن تأثير الجاذبية في الأجسام عندما لا توجد مقاومة من الهواء. في الفراغ، ما الذي سيصل إلى الأرض أولًا، طلقة رصاص أم كرة بوليستيرين بالحجم نفسه؟ سيصلان في الزمن نفسه. ش م

القسم 1 • الوحدات والقياسات 409

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

يتضمن كتابك أمثلة عن مسائل عديدة ثم حل كل منها باتباع استراتيجية مكوّنة من ثلاث خطوات. اقرأ مثال المسألة 1 واتبع الخطوات لحساب كتلة الجسم باستخدام الكثافة والحجم.

مثال 1

استخدام الكثافة والحجم لإيجاد الكتلة عند وضع قطعة من الألمنيوم في مخبار مدرج سعته 25 mL ويحتوي على 10.5 mL من الماء، يرتفع مستوى الماء إلى 13.5 mL. ما كتلة الألمنيوم؟

1 تحليل المسألة

إنّ كتلة الألمنيوم مجهولة. تتضمن القيم المعلومة الحجمين الأولي والنهائي وكثافة الألمنيوم. ويساوي حجم العينة حجم الماء المُزاح في المخبار المدرج. يبيّن الجدول RH-7 أن كثافة الألمنيوم تساوي 2.7 g/mL. استخدم معادلة الكثافة لإيجاد كتلة عينة الألمنيوم.

المعطيات	المجهول
الكثافة = 2.7 g/mL	الكتلة = g ؟
الحجم الأولي = 10.5 mL	
الحجم النهائي = 13.5 mL	

2 إيجاد القيمة المجهولة

اكتب معادلة تساعدك في الحصول على حجم العينة.

حجم العينة = الحجم النهائي − الحجم الأولي

عوّض الحجم النهائي = 13.5 mL والحجم الأولي = 10.5 mL.

حجم العينة = 13.5 mL − 10.5 mL

حجم العينة = 3.0 mL

اذكر معادلة الكثافة.

$\text{الكثافة} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$

حل معادلة الكثافة لتحصل على الكتلة.

الكتلة = الحجم × الكثافة

عوّض الحجم = 3.0 mL والكثافة = 2.7 g/mL.

الكتلة = 3.0 mL × 2.7 g/mL

اضرب واحذف وحدات.

الكتلة = 3.0 mL × 2.7 g/mL = 8.1 g

3 تقييم الإجابة

تحقق من صحة إجابتك باستخدامها لإيجاد كثافة الألمنيوم.

$\text{الكثافة} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}} = \frac{8.1\ \text{g}}{3.0\ \text{mL}} = 2.7\ \text{g/mL}$

بما أنّ كثافة الألمنيوم التي وجدتها صحيحة، لا بدّ أن تكون قيمة الكتلة صحيحة أيضًا.

المسألة
1. اقرأ المسألة بعناية.
2. تأكد من فهمك للمطلوب.

تحليل المسألة
1. اقرأ المسألة مرة أخرى.
2. حدّد البيانات المعلومة في المسألة ثم ضع قائمة بها. وإذا لزم الأمر، اجمع معلومات من التمثيلات البيانية أو الجداول أو الأشكال.
3. حدّد القيم المجهولة وضع قائمة بها.
4. نظم الخطوات التي ستتبعها لإيجاد الإجابة.

إيجاد القيمة المجهولة
1. حدّد ما إذا كنت بحاجة إلى رسم توضيحي ليساعدك في حل المسألة.
2. إذا كان الحل رياضيًا، اكتب المعادلة واعزل العوامل المجهولة.
3. عوّض القيم المعلومة في المعادلة.
4. حل المسألة.
5. استمر في عملية الحل حتى تحل المسألة.

التحقق من صحة
1. أعِد قراءة المسألة. هل الإجابة معقولة؟
2. تأكد من العمليات الحسابية التي أجريتها. هل الوحدات والأرقام المعنوية صحيحة؟ (راجع القسم 3)

تطبيق

1. هل المكعب الظاهر في الصورة على اليسار مصنوع من الألمنيوم الخالص؟ اشرح إجابتك.
2. ما حجم عينة كتلتها 20 g وكثافتها 4 g/mL؟
3. **تحفيز** قطعة معدنية كتلتها 147 g وكثافتها 7.00 g/mL. أسطوانة مدرجة سعتها 50 mL وتحتوي على 20.0 mL من الماء. إذا وضعت القطعة المعدنية في الأسطوانة المدرجة، ماذا يصبح حجمه النهائي؟

التقويم

المهارة اطلب إلى الطلاب إيجاد مكافئ 437 K بالدرجة السيليزية. 164°C ما هو مكافئ 23°C بالكلفن؟ 296 K ش م

مثال في الصف

السؤال يُستخدم 116 g من زيت دوار الشمس في وصفة ما. وتبلغ كثافة الزيت 0.925 g/mL. ما حجم زيت دوار الشمس بوحدة mL؟

الإجابة

الكثافة = الكتلة/الحجم
الكثافة = 0.925 g/mL
الكتلة: 116 جرامًا
الحجم= الكتلة/الكثافة
الحجم = 116 g/0.925 g/mL
الحجم = 125 mL

تطبيق

1. لا؛ فكثافة الألمنيوم تساوي 2.7 g/cm³؛ وكثافة المكعب تساوي 4 g/cm³.
2. الحجم = 5 mL
3. الحجم = 41 mL

3 التقويم

التأكد من الفهم

اسأل الطلاب ما إذا كان اللتر وحدة أساسية أم وحدة مشتقة.

إنّ اللتر هو وحدة مشتقة من الحجم؛ نظرًا إلى أنّ الحجم يُحسب بالطول × العرض × الارتفاع. ش م

إعادة التدريس

اطلب إلى الطلاب الإمساك برغوة صغيرة في يد واحدة ورغوة كبيرة في اليد الأخرى. واسألهم ما إذا كانت الرغوتان لهما الكتلة نفسها أم لا. لا اسأل ما إذا كان لهما الحجم نفسه أم لا. لا ثم اسألهم ما إذا كانت كثافتا الرغوتين متماثلتين أم لا. واطلب إليهم تفسير إجاباتهم. نعم، إنّهما المادة نفسها. ش م

التوسّع

اطلب إلى الطلاب شرح أوجه الاختلاف بين طريقة استجابة الجلد وثيرموميتر لدرجة الحرارة. يستجيب الجلد لدرجة الحرارة بطريقة نوعية وذلك بالإشارة إلى دفء أو برودة نسبية لجسمٍ ما مقارنةً بدرجة حرارة جسمك. ويقيس الثيرموميتر درجة الحرارة بشكل كمي، مقابل معيار ما. ش م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تجربة مصغرة

الهدف قياس الطلاب الحجم والكتلة وحساب الكثافة.

مهارات العملية استخدم الأعداد وقس المعلومات واكتسبها وحللها

احتياطات السلامة اطلب إلى الطلاب تحديد المخاطر المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة واتباع الإجراء.

استراتيجيات التدريس

- نظرًا إلى صغر حجم الحلقة المعدنية، قد يحصل الطلاب على قياس أكثر دقة من خلال تحديد متوسط حجم عدة حلقات معدنية.
- إذا استخدم الطلاب الحلقات المعدنية أو أجسامًا أخرى ذات تركيب معلوم، فاطلب إليهم مقارنة قيم الكثافة المحسوبة بقيم الكثافة المقبولة للمادة.

النتائج المتوقعة تُحدَّد الكثافة بوحدة g/mL وذلك بقسمة الكتلة على الحجم.

التحليل

1. $V_{جسم} = V_{نهائي} - V_{أولي}$
2. ستتنوع الإجابات تبعًا للجسم المختار. وسيستخدم الطلاب المعادلة الكتلة = الحجم × الكثافة.
3. سيذوب مكعب السكر في الماء.
4. قِس القطر الخارجي للحلقة المعدنية واحسب مساحتها. واعمد إلى قياس قطر الفتحة واحسب مساحتها. ثم اطرح مساحة الفتحة من مساحة الحلقة المعدنية واضرب الإجابة في سمك الحلقة المعدنية.

تجربة مصغرة

حدّد الكثافة

ما كثافة جسم صلب مجهول وغير منتظم؟ لحساب كثافة الجسم، ستحتاج إلى معرفة كتلته وحجمه. يمكن تحديد حجم جسم صلب غير منتظم بقياس كمية الماء التي يزيحها.

الإجراء

1. اقرأ ما عليك القيام به في هذه التجربة وحدد الإجراءات المتعلقة بالسلامة قبل البدء بتنفيذ التجربة.
2. احصل على العديد من الأجسام المجهولة من معلمك. ملحوظة: سيحدد معلمك كل جسم كالتالي A، B، C وما إلى ذلك.
3. أنشئ جدول بيانات لتسجيل ملاحظاتك.
4. قِسْ كتلة الجسم مستخدماً ميزانًا. سجّل الكتلة والحرف الخاص بالجسم في جدول بياناتك.
5. أضف نحو 15 mL من الماء إلى مخبار مدرج. قِس الحجم الأولي وسجله في جدول بياناتك. تنظرًا إلى أنّ سطح الماء في المخبار منحنٍ، اقرأ قياس الحجم عند مستوى نظرك لأدنى نقطة في المنحنى كما هو موشّح في الشكل. يُطلق على السطح المنحني السطح الهلالي.
6. قم بإمالة المخبار واسحب الجسم إلى أسفل إلى داخل المخبار بعناية، واحرص على عدم تناثر الماء. قِس الحجم النهائي وسجله في جدول بياناتك.

التحليل

1. **احسب** استخدم قراءات الحجم الأولي والنهائي لإيجاد حجم كل جسم غامض.
2. **احسب** استخدم الحجم الذي وجدته والكتلة التي قستها لاحتساب كثافة كل جسم مجهول.
3. **اشرح** لماذا لا يمكنك استخدام طريقة إزاحة الماء للحصول على حجم مكعب من السكر؟
4. **صف** طريقة تحديد حجم حلقة فلزية من دون استخدام طريقة إزاحة الماء. لاحظ أنّ الحلقة الفلزية مماثلة لأسطوانة قصيرة مثقوبة من الداخل.

القسم 1 مراجعة

ملخص القسم

- تسمح وحدات قياس النظام الدولي للعلماء بتسجيل البيانات للعلماء الآخرين.
- إن إضافة بادئات إلى وحدات النظام الدولي يوسّع مدى القياسات المحتملة.
- للتحويل إلى درجة كلفن، أضف 273 إلى الدرجة السيليزية.
- تتوفر وحدات مشتقة للحجم والكثافة. يمكن استخدام الكثافة، وهي نسبة الكتلة إلى الحجم، لتحديد هوية عينة مجهولة من المادة.

1. **عرّف** وحدات النظام الدولي الخاصة بالكتلة والزمن ودرجة الحرارة.
2. **صف** طريقة تأثير إضافة البادئة ميجا إلى وحدة في الكمية الموسوفة.
3. **قارن** وحدة أساسية ووحدة مشتقة. ثم ضع قائمة بالوحدات المشتقة التي تُستخدم للحصول على الكثافة والحجم.
4. **عرّف** العلاقات بين كتلة وحجم وكثافة المادة.
5. **طبّق** لماذا يطفو الزيت فوق الماء؟
6. **احسب** العينات A وB وC التي تبلغ كتلتها 80 g و12 g و33 g وأحجامها 20 mL و4 cm^3 و11 mL على التوالي. أي من العينات لها الكثافة نفسها؟
7. **صمم** خريطة مفاهيم تُظهر العلاقات بين المصطلحات التالية: الحجم والوحدة المشتقة والكتلة والوحدة الأساسية والزمن والطول.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 1 مراجعة

1. الطول: متر؛ الكتلة: كيلوجرام، الزمن: ثانية؛ درجة الحرارة: كلفن (K)
2. يضرب الكمية في 10^6.
3. تُعرَّف الوحدات الأساسية استنادًا إلى الجسم المادي أو العملية. وتُعرَّف الوحدات المشتقة استنادًا إلى مجموعة مؤلفة من الوحدات الأساسية. إنّ الوحدات المشتقة للكثافة هي g/cm^3 أو g/mL. أما الوحدات المشتقة للحجم، فهي cm^3 أو m^3.
4. إنّ الكثافة هي نسبة الكتلة إلى الحجم لمادة ما.
5. يطفو الزيت على سطح الماء نظرًا إلى أنّ كثافة الزيت أقل من كثافة الماء.
6. كثافة A = 80 g/20 mL = 4 g/mL؛ كثافة B = 12 g/4 cm^3 = 3 g/cm^3؛ كثافة C = 33 g/11 mL = 3 g/mL؛ B و C لهما الكثافة نفسها.
7. ستختلف خرائط مفاهيم الطلاب لكن يجب أن توضّح العلاقات التالية: تُقسّم وحدات النظام الدولية إلى وحدات أساسية ووحدات مشتقة؛ فالحجم والكثافة وحدتان مشتقتان؛ والكتلة والزمن والطول وحدات أساسية.