الوحدة 15

التجربة الاستهلالية

كيف يمكنك تكوين طبقات من السوائل؟

الهدف سيستخدم الطلاب سوائل متنوعة لتوضيح خاصية الكثافة.

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

تحذير: إنّ الكحول قابل للاشتعال. راجع ورقة بيانات سلامة المواد مع الطلاب. وذكّرهم بالامتناع منعًا باتًا عن تذوق أي شيء في المختبر.

التخلص من النفايات اطلب من الطلاب إضافة الصابون السائل إلى محتويات الأسطوانة، ثم أضف على هذه المحتويات كمية كبيرة من الماء.

استراتيجيات التدريس

- أكد للطلاب على أهمية سكب السوائل ببطء على جانب الأسطوانة. إذا جرى سكب هذه السوائل بسرعة، ستختلط الطبقات عند الحدود الفاصلة بينها.
- تأكد من إضافة الطلاب للسوائل بالترتيب المحدد. فقد تتسبب إضافة سائل أكثر كثافة إلى سائل أقل كثافة في اختلاط الطبقات.

النتائج المتوقعة لا تختلط السوائل المختلفة لكنها تكوّن طبقات مميزة.

الإجراء

1. اطلب من الطلاب تحديد المخاطر المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة واتباع الإجراء أدناه.
2. راقب عينات ذات حجم 5 mL من من السوائل التالية: الكحول (صبغة حمراء)، والجليسرول (صبغة زرقاء)، وزيت الذرة، والماء. فكر في كيفية ترتيب هذه السوائل خلال إضافتها إلى مخبار مدرج، من أجل تكوين طبقات.

تحذير: احتفظ بالكحول بعيدًا عن ألسنة اللهب المكشوفة.

3. اختبر خطتك بإضافة السوائل، واحد تلو الآخر، إلى المخبار المدرّج. وعند إضافة كل سائل، قم بإمالة المخبار المدرج واسكب السائل ببطء حتى يتدفق إلى الداخل. أما عند إضافة الجليسرول، فاتركه حتى يستقر قبل إضافة السائل التالي.
4. هل كوّنت السوائل أربع طبقات مميزة؟ إذا لم تتكون الطبقات، اغسل المخبار المدرج وكرّر الخطوتين 2 و 3 متبعًا ترتيبًا مختلفًا.

التحليل

1. **حدّد** ترتيب الطبقات في المخبار المدرج من الأعلى إلى الأسفل. إنّ الطبقات من أعلى إلى أسفل هي الكحول وزيت الذرة والماء والجليسرول.
2. **ضع فرضية** بشأن خاصية السوائل المسؤولة عن ترتيب الطبقات. يجب أن تعكس فرضيات الطلاب أوجه الاختلاف في كثافات السوائل، على الرغم من أنّ هذا المصطلح لن يُستخدم على الأرجح. وقد يشير الطلاب إلى أوجه الاختلاف في "الثقل".

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 15
تحليل البيانات
التجربة الاستهلالية
كيف يمكنك تكوين طبقات من السوائل؟

أنت تعلم أنّ المظلي الظاهر في الصورة يقفز عبر الهواء. وتعلم أنّ الجليد يطفو على المياه، في حين أنّ الصخرة تغرق في الماء. في هذه التجربة ستتحقق مما يحدث عندما تصب سائلًا في سائل آخر.

المطويات

أنواع التمثيلات البيانية
قم بإنشاء مطوية متدرجة. وسمّها على النحو الموضّح. ثم استخدمها لتنظيم البيانات المرتبطة بأنواع التمثيلات البيانية المختلفة.

يقفز المظليون عادة من ارتفاع يصل إلى نحو 4000 m. قد تصل سرعاتهم إلى 190 km/h أو حتى أكثر. يعتبر جمع البيانات وتحليلها أمراً مهماً بالنسبة الى المظليين لأنه يزيد من مستوى الأمان لديهم إلى حده الأقصى.

الفكرة الرئيسة يجمع الكيميائيون البيانات ويحللونها لتحديد كيفية تفاعل المادة.

- القسم 1 • الوحدات والقياسات
- القسم 2 • الترميز العلمي والتحليل البُعدي
- القسم 3 • الشك في البيانات
- القسم 4 • تمثيل البيانات

تقديم الفكرة الرئيسة

تحليل البيانات اطلب إلى الطلاب قياس أطوالهم باستخدام المساطر المترية والمساطر بطول باردة واحدة التي وضعتها على بعد 1 m من الأرضية في أرجاء الغرفة. وضع مخططًا على الحائط كي يسجّل الطلاب أطوالهم بالسنتيمترات واليوصات. ذكّرهم بإجراء قياسات دقيقة قدر الإمكان.

الربط بالمعرفة السابقة

اطلب من الطلاب مراجعة المفاهيم التالية قبل دراسة هذه الوحدة.

- المتغيّرات والتحليل النوعي والكمي

استخدام الصورة

المعايرة والدقة اطلب إلى الطلاب ملاحظة الألتيمتر الموجود على المظليين. وأخبرهم أنّ الألتيمتر هو جهاز يُستخدم في القفز بالمظلات، وهو يستخدم التغيّرات في الضغط الجوي لتحديد التغيّر في الارتفاع. ثم اطلب من مجموعة من الطلاب مناقشة أهمية الألتيمتر بالنسبة إلى المظليين في السقوط الحر. يستخدم المظليون الألتيمتر لتحديد وقت فتح مظلة الهبوط. يجب معايرة أجهزة الألتيمتر باستخدام ارتفاع معلوم قبل أن يستخدمها المظليون في السقوط الحر. يمكن أن يسقط المظليون بمعدل 52 m/sec. اسأل مجموعات الطلاب عن سبب أهمية القراءة الدقيقة للألتيمتر. إذا كانت القراءة غير دقيقة، فقد يفتح المظليون مظلة الهبوط متأخرًا أو مبكرًا جدًا. عن م

استقصاء في رأيك، ماذا سيحدث إذا أضيفت قطع صغيرة من الفلز والبلاستيك والخشب إلى طبقات السوائل في المخبار المدرج؟ ستذكر إجابات الطلاب على الأرجح أنّ الأشياء ستستقر عند مستوى معين يتناسب مع طبقات السوائل.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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 دقة 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. ختم

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

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** يوضّح الملصق حجم الماء في الزجاجة بثلاث وحدات مختلفة: أونصات سائلة والباينت والملليلترات. لاحظ أنّ كل حجم يتضمن عددًا واحدًا مصحوبًا بوحدة قياس. **استدلّ** ما وحدة الحجم الأكبر: الأونصة السائلة أم المليلتر؟

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. ختم

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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. تستخدم 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 المليمتر 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 القضيب 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}

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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. ص 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). تقدم

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

■ 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 أُخذَت 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 نيّارًا كهْربائيًّا ومجالًا مَغْناطيسيًّا لقياس القوة المطلوبة لوزن كتلة كيلوجرام واحد في مقابل قوة الجاذبية. بحسب علماء آخرين عدد الذرات في كتلة الكيلوجرام الواحد لإعادة تعريف الكيلوجرام.

الكتلة تذكّر 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 نيّارًا كهْربائيًّا 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؟

$$266\ K - 273 = -7°C$$

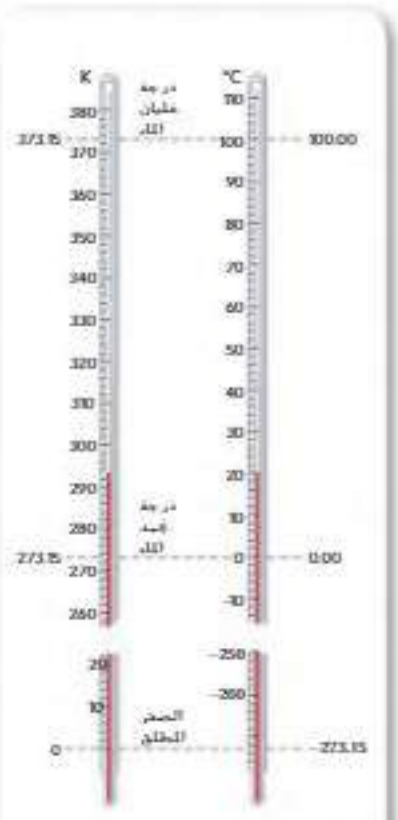
ستستخدم هذه التحويلات بصورة متكررة أثناء دراسة الكيمياء، خاصةً عند دراسة طريقة تفاعل الغازات. وتعتمد قوانين الغازات التي ستدرسها على درجات الحرارة بمقياس كلفن.

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 يبلغ 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 بصعب 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.

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 $25.6°C + 273 = 299\ K$

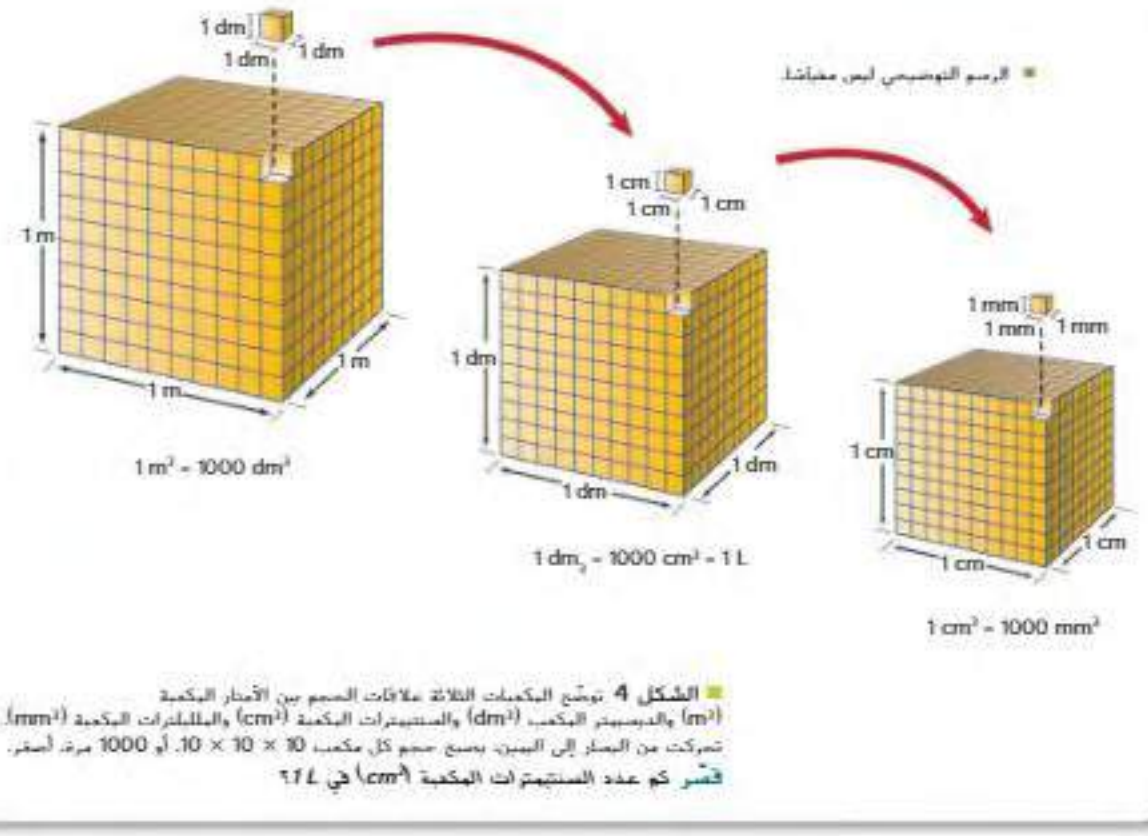
التحليل

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.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 1 • الوحدات والقياسات 407



■ **الشكل 4** توضّح المكعبات الثلاثة علاقات الحجم بين الأمتار المكعبة (m^3) والديسيمتر المكعب (dm^3) والسنتيمترات المكعبة (cm^3) والمليلترات 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 توجد عشرة ملليمترات في السنتيمتر الواحد. ش م

خلفية عن المحتوى

تاريخ المتر استُخدم 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 1,650,763.73 = 1 m 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 إن كتلة سبة العنب وكتلة قطعة الفوم الواحدة متساويتان، ولكن لهما حجمين مختلفين لأن كثافة سبة 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.

تنظرًا 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.

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

عوض 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؟

التربة وعلم 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 عالميًا في محطات الوقود لتشخيص المشاكل في بطارية السيارة.

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. ف 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 بولستيرين بالحجم نفسه؟ سيصلان في الزمن نفسه. ف م

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.

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؟

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)

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. تم

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. تم

التوسّع

اطلب إلى الطلاب شرح أوجه الاختلاف بين طريقة استجابة الجلد وثيرمومتر لدرجة الحرارة. يستجيب الجلد لدرجة الحرارة بطريقة نوعية وذلك بالإشارة إلى دفء أو برودة نسبية لجسم ما مقارنةً بدرجة حرارة جسمك. ويقيس الثيرمومتر درجة الحرارة بشكل كمي، مقابل معيار ما. تم

التقويم

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

410 الوحدة 15 • تحليل البيانات

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. قِس كتلة الجسم مستخدماً ميزانك. 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 موضّح 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، B، C التي تبلغ كتلتها 80 g، 12 g، 33 g وأحجامها 20 mL، 4 cm^3، 11 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

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 تُحدّد الكثافة بوحدة g/mL وذلك بقسمة الكتلة على الحجم.

التحليل

1. $V_{\text{جسم}} = V_{\text{نهائي}} - V_{\text{أولي}}$
2. ستتنوع الإجابات ثبعًا 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.

القسم 1 مراجعة

1. الطول: متر؛ الكتلة: كيلوجرام؛ الزمن: ثانية؛ درجة الحرارة: كلفن (K)
2. يضرب الكمية في 10^6.
3. تُعرّف الوحدات الأساسية استنادًا إلى الجسم المادي أو العملية. وتُعرّف 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.

352 / 58

القسم 2

1 التركيز

الفكرة الرئيسة

الأعداد بالنسبة إلى العلوم
أخبر الطلاب أنّ شخصًا يبلغ طوله 5 أقدام و 9 بوصات يساوي طوله 175.3 cm. واطلب إلى الطلاب تحويل هذا الطول بالسنتيمترات إلى طول بالأمتار والكيلومترات والملليمترات. 1.753 m، 1753 mm ،0.001753 km اسألهم ما إذا كانت هذه القياسات كلها تعبر عن نفس الكمية أم لا. نعم. كلها الكمية نفسها فقط عنها بوحدات مختلفة. اسأل الطلاب عن كيفية كتابة القياس المعبر عنه بالكيلومتر لتسهيل حسابه باستخدام الآلة الحاسبة. 1.753×10^{-4} km تدريس تقويم

2 التدريس

عرض توضيحي سريع

الترميز العلمي اعرض على الطلاب إناءً كبيرًا من الفشار واطلب إليهم تخمين عدد الحبات. ثم اعرض عليهم عدد الحبات نفسه، لكن قسّم الحبات بالتساوي في كؤوس ورقية صغيرة. أخبر الطلاب بعدد الحبات الموجودة في كل كأس تقريبًا واطلب إليهم تخمين عدد الحبات التي يمكنها ملء الإناء الكبير. واشرح أنّ الترميز العلمي يشبه تقسيم عدد كبير من الحبات على كؤوس صغيرة، مما يسهّل تحديد الكميات الكبيرة أو الصغيرة. تدريس

القسم 2

تمهيد للقراءة

الأسئلة الرئيسة

- لماذا تستخدم الترميز العلمي للتعبير عن الأعداد؟
- كيف يُستخدم التحليل البُعدي لتحويل الوحدات؟

مفردات للمراجعة

البيانات الكمية quantitative data: بيانات عددية تصف الأشياء من حيث الطول، القياس (كبير، صغير)،السرعة الكمية (كثير ، قليل)

مفردات للمراجعة

الترميز العلمي scientific notation
التحليل البُعدي dimensional analysis
معامل تحويل conversion factor

الترميز العلمي والتحليل البُعدي

الفكرة الرئيسة **غالبًا ما يعبّر العلماء عن الأعداد بالترميز العلمي ويحلون المسائل باستخدام التحليل البُعدي.**

الكيمياء في حياتك إذا شغلت وظيفة من قبل، فربما كان أحد الأشياء التي اهتممت بها هو حساب دخلك في الأسبوع. إذا كان دخلك 10 دراهم في الساعة وتعمل 20 ساعة في الأسبوع، فكم ستجني من المال؟ بعدّ إجراء هذه العملية الحسابية مثالًا على التحليل البعدي.

الترميز العلمي

تحتوي ألماسة الأمل، الظاهرة في الشكل 6 على ما يقارب 460,000,000,000,000,000,000,000 ذرة كربون. وكل ذرة من ذرات الكربون هذه لها كتلة تبلغ 0.0000000000000000000000002 g. إذا كان من المفترض أن تستخدم هذه الأعداد لاحتساب كتلة ماسة الأمل، فستجد أنّ الأصفار تمثّل عائقًا. لن يجدي نفعًا استخدام آلة حاسبة، لأنها لن تتيح لك إدخال أعداد بهذا الحجم الكبير أو الصغير. تُعتبر أفضل طريقة للتعبير عن مثل هذه الأعداد هي الترميز العلمي. يستخدم العلماء هذه الطريقة لإعادة كتابة عدد ما بصورة مناسبة بدون تغيير قيمته.

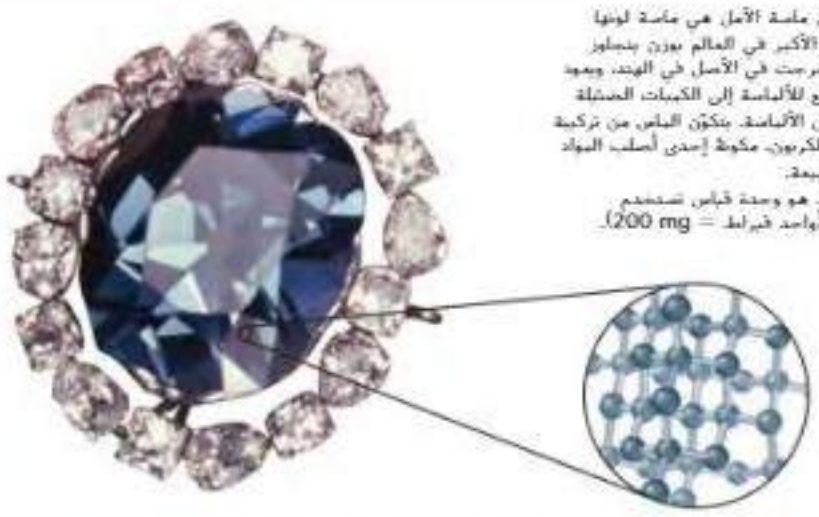
الترميز العلمي يستخدم للتعبير عن عدد على أنه عدد يقع بين 1 و10 (يعرف باسم المعامل) مضروبًا في 10 مرفوعة إلى أس ما. عند الكتابة بالترميز العلمي، يظهر العددان المذكوران أعلاه كما يلي.

المعامل، الأس

ذرات الكربون في ألماسة الأمل $= 4.6 \times 10^{23}$

كتلة ذرة كربون واحدة $= 2 \times 10^{-23}$ g

الشكل 6 إنّ ماسة الأمل هي ماسة لونها أزرق غامق وهي الأكبر في العالم بوزن مجلوز 45 قيراطًا. استُخرجت في الأصل في الهند، ويعود اللون الأزرق اللامع للألماسة إلى الكميات الضئيلة جدًا للبورون داخل الألماسة. يتكوّن الماس من تركيبة فريدة من ذرات الكربون، مكوّنة إحدى أصلب المواد المعروفة في الطبيعة.
لاحظ أنّ القيراط هو وحدة قياس تستخدم للأحجار الكريمة (واحد قيراط = 200 mg).



التدريس المتمايز

الطلاب دون المستوى اطلب إلى الطلاب تخمين عدد حبات الفول في كومة من حبات الفول المجففة. واطلب إليهم فصل الكومة إلى مجموعات من عشر حبات فول ثم استخدام عدد الأكوام لاحتساب عدد حبات الفول. اسألهم ما إذا كان من السهل إحصاء عدد حبات الفول بتجميعها في مجموعات من عشر حبات أم لا. واربط النشاط بالترميز العلمي. دعم

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

412 الوحدة 15 • تحليل البيانات

فلنتفحّص هذين العددين. في كل حالة، لقد حل العدد 10 المرفوع إلى أس مكان الأصفار التي سبقت الأعداد غير الصفرية أو تلتها. بالنسبة إلى الأعداد الأكبر من 1، يُستخدم أس موجب للإشارة إلى عدد المرات اللازمة لضرب المعامل في 10 للحصول على العدد الأصلي. وبالمثل، بالنسبة إلى الأعداد الأقل من 1، يشير الأس السالب إلى عدد المرات اللازمة لقسمة المعامل على 10 للحصول على العدد الأصلي.

يُعدّ تحديد الأس المراد استخدامه عند كتابة عدد ما بالترميز العلمي أمرًا سهلاً. بكل بساطة، عليك حساب عدد المكانات العشرية التي يجب أن تُحرك النقطة العشرية وفقها، لتجعل المعامل بين 1 و10. تجدر الإشارة إلى أنّ عدد المنازل العشرية التي تم تحريكها يساوي قيمة الأس. يصبح الأس موجبًا حين تتحرك النقطة العشرية باتجاه اليسار ويصبح سالبًا حين تتحرك النقطة العشرية باتجاه اليمين.

$460{,}000{,}000{,}000{,}000{,}000{,}000. \rightarrow 4.6 \times 10^{23}$

بما أن النقطة العشرية تحركت 23 مكانة إلى اليسار، الأس هو 23.

$0.00000000000000000000002 \rightarrow 2 \times 10^{-23}$

بما أن النقطة العشرية تحركت 23 مكانة إلى اليمين، الأس هو 23-.

مثال 2

الترميز العلمي اكتب البيانات التالية بالترميز العلمي.

a. يبلغ قطر الشمس 1,392,000 km.

b. تبلغ كثافة الغلاف الجوي السطحي للشمس $0.000000028\ g/cm^3$.

1 تحليل المسألة

لديك قيمتان عدديتان. القيمة الأولى أكبر بكثير من 1، والقيمة الأخرى أصغر بكثير من 1. لكن سوف تتضمن الإجابة في الحالتين معاملاً، يقع بين 1 و 10، مضروباً بقوى.

2 إيجاد القيمة المجهولة

حرّك النقطة العشرية لتكون النتيجة معاملاً بين 1 و10. قم بحساب عدد المنازل العشرية التي حرّكت النقطة العشرية وفقها ولاحظ الاتجاه.

1,392,000. — حرّك النقطة العشرية ست منازل عشرية إلى اليسار.

0.000000028 — حرّك النقطة العشرية ثماني منازل عشرية إلى اليمين.

a. 1.392×10^6 km — اكتب المعاملين واضربهما في 10^n حيث يساوي n عدد المنازل العشرية التي تم تحريكها عندما تتحرك النقطة العشرية إلى اليسار، يكون n موجبًا وعندما تتحرك النقطة العشرية إلى اليسار، يكون n سالبًا. أضف وحدات إلى الإجابات.

b. $2.8 \times 10^{-8}\ g/cm^3$

3 تقييم الإجابة

تُكتب الإجابات بصورة صحيحة على شكل معامل، بين 1 و10 مضروبًا في قوى 10. بما أنّ قطر الشمس هو عدد أكبر من 1، فإنّ أسه يكون موجبًا. بما أنّ كثافة الغلاف الجوي السطحي للشمس هي عدد أقل من 1، فإن أسها سالب.

تطبيق

1. عبّر عن كل عدد بالترميز العلمي.

a. 700	c. 4,500,000	e. 0.0054	g. 0.000000076
b. 38,000	d. 685,000,000,000	f. 0.00000687	h. 0.00000000008

2. **تحفيز** اكتب كل كمية بالترميز العادي، مضبوطاً الوحدة المناسبة لها.

a. 3.60×10^5 s
b. $5.4 \times 10^{-5}\ g/cm^3$
c. 5.060×10^{-3} km
d. 8.9×10^{10} Hz

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التدريس المتمايز

ضعاف البصر اطلب إلى الطلاب المبصرين استخدام الورق لصناعة مكعبات مقاسها 1 cm و1 dm على كل جانب، بحجوم تبلغ $1\ cm^3$ و$1\ dm^3$، على التوالي. واطلب إلى الطلاب ضعاف البصر تحديد الأبعاد التي يجب قياسها لاحتساب الحجم باللمس، واشرح كيف أنّ الحجم وحدة مشتقة. ش م

مثال في الصف

السؤال تحتوي كل خلية في جسم الإنسان على جينوم كامل يتألف من أزواج قاعدية. يساوي طول كل زوج قاعدي 0.000,000,034 m. ويوجد 6,000,000,000 زوج قاعدي في كل خلية بشرية. حوّل المعلومات الواردة أعلاه إلى ترميز علمي.

الإجابة تذكر أنّ المعامل هو عدد بين 1 و 10. حرّك النقطة العشرية إلى اليسار أو اليمين إلى أن تحصل على عدد بين 1 و 10. ثم قم بإحصاء عدد المنازل العشرية التي تحركت النقطة العشرية وفقها. يعطي الاتجاه إلى اليمين أسًا سالبًا وإلى اليسار أسًا موجبًا.

a. 3.4×10^{-8} m
b. 6×10^9 أزواج قاعدية

تطبيق

1. a. 7×10^2
   b. 3.8×10^4
   c. 4.5×10^6
   d. 6.85×10^{11}
   e. 5.4×10^{-3}
   f. 6.87×10^{-6}
   g. 7.6×10^{-8}
   h. 8×10^{-10}
2. a. 360,000 s
   b. 0.000054 g/cm³
   c. 5060 km
   d. 89,000,000,000 Hz

التقويم

المعرفة اطلب إلى الطلاب كتابة الأعداد التالية بالترميز العلمي:
4.803×10^6 km; 4,803,000 km
0.000000342 ng
3.42×10^{-7} ng ش م

تطبيقات الكيمياء

القياس المشترك اطلب إلى الطلاب التحقق من كارثة مسبار مناخ المريخ. أي من نظامي القياس استخدمهما المهندسون؟ استخدم فريق الأول النظام الإنجليزي بينما استخدم الفريق الآخر النظام المتري. ما الذي يفعله العلماء الآن لمنع تكرار هذه المشكلة؟ يوجد الآن نظام شامل لعمليات الفحص والموازين وتواصل رسمي بشكل أكبر بين المهندسين لمنع حدوث ذلك مجددًا. هدم

التأكد من فهم النص

تأكد من أنّ كلا العددين لهما الأس نفسه ثم اجمع المعاملات.

تطبيق

1. a. 7×10^{-5}
   b. 3×10^{8}
   c. 2×10^{2}
   d. 5×10^{-12}
2. a. 1.51×10^{4} kg
   b. 7.18×10^{-3} kg
   c. 4.11×10^{5} kg
   d. 4.62×10^{2} g

■ **الشكل 7** تتسبب السفوح غير المتساوية لسطح الأرض بهبوب الرياح، مما يزود هذه التربينات بالطاقة وبولد الكهرباء.

المفردات

مفردات أكاديمية

المجموع sum
الكمية ككل، ناتج جمع الأعداد عند مقاولة الدفع. ومسلت كل الصلع إلى مجموع ضخم.

الجمع والطرح لكي تجمع الأعداد المكتوبة بالترميز العلمي أو طرحها، يجب أن تكون الأسس متماثلة. فلنفترض أنك تريد جمع العددين 7.35×10^{2} m و2.43×10^{2} m. بما أن الأسين متماثلان، يمكنك جمع المعاملين بسهولة.

$$(7.35 \times 10^{2}\ \text{m}) + (2.43 \times 10^{2}\ \text{m}) = 9.78 \times 10^{2}\ \text{m}$$

كيف تجمع الأعداد المكتوبة بالترميز العلمي عندما تكون الأسس غير متماثلة؟ للإجابة عن هذا السؤال، فكّر في كميات الطاقة التي ولّدتها مصادر الطاقة المتجددة. تُعتبر التربينات التي تعمل بطاقة الرياح، الظاهرة في الشكل 7، أحد الأشكال المتعددة للطاقة المتجددة. تتضمن المصادر الأخرى للطاقة المتجددة الطاقة الكهرومائية والكتلة الحيوية والطاقة الحرارية الأرضية والطاقة الشمسية. في العام 2008، بلغت كميات إنتاج الطاقة من مصادر متجددة ما يلي.

الطاقة الكهرومائية	2.643×10^{18} J*
الكتلة الحيوية	4.042×10^{18} J
الطاقة الحرارية الأرضية	3.89×10^{17} J
الرياح	5.44×10^{17} J
الطاقة الشمسية	7.8×10^{16} J

* ترمز J إلى الجول وهي وحدة الطاقة.

لكي تجمع هذه القيم، عليك إعادة كتابتها كي تصبح جميعها تحتوي على الأس نفسه. بما أن أس كلتا القيمتين الكبيرتين هو 10^{18}، من المنطقي تحويل بقية الأعداد إلى قيم تحتوي كل منها على هذا الأس. يجب أن تتزايد أسس هذه الأعداد لكي تصبح 10^{18}. كما تعلمت سابقاً، عندما تحرك النقطة العشرية مكانة واحدة إلى اليسار، يزداد الأس 1. إن إعادة كتابة القيم بأسس 10^{18} ثم جمعها يؤدي إلى ما يلي:

الطاقة الكهرومائية	2.643×10^{18} J
الكتلة الحيوية	4.042×10^{18} J
الطاقة الحرارية الأرضية	0.389×10^{18} J
الرياح	0.544×10^{18} J
الطاقة الشمسية	0.078×10^{18}
الإجمالي	7.696×10^{18} J

التأكد من فهم النص أعد سرد وكتابة العملية المتبقية لجمع عددين كتب كل منهما بالترميز العلمي.

تطبيق

1. حلّ كل مسألة واكتب إجابتك بالترميز العلمي.
   a. $(5 \times 10^{-5}) + (2 \times 10^{-5})$
   b. $(7 \times 10^{8}) - (4 \times 10^{8})$
   c. $(9 \times 10^{2}) - (7 \times 10^{2})$
   d. $(4 \times 10^{-12}) + (1 \times 10^{-12})$
2. **تحفيز** اكتب كل إجابة بالترميز العلمي وفق الوحدة المشار إليها.
   a. $(1.26 \times 10^{4}\ \text{kg}) + (2.5 \times 10^{6}\ \text{g})$ بوحدة kg
   b. $(7.06\ \text{g}) + (1.2 \times 10^{-4}\ \text{kg})$ بوحدة kg
   c. $(4.39 \times 10^{5}\ \text{kg}) - (2.8 \times 10^{7}\ \text{g})$ بوحدة kg
   d. $(5.36 \times 10^{-1}\ \text{kg}) - (7.40 \times 10^{-2}\ \text{kg})$ بوحدة g

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

مشروع الكيمياء

سعر البنزين اطلب إلى الطلاب تحديد عوامل التحويل المطلوبة للمسألة التالية وحل المسألة. افترض أنّ الجازولين يباع في الإمارات العربية المتحدة بسعر AED 1.9 لكل لتر والسعر الحالي في الولايات المتحدة هو AED 8.7/جالون. أين يكون سعر الجازولين الأغلى؟ يساوي 1 L كوارتًا واحدًا تقريبًا، و 4 كوارتات تساوي جالونًا واحدًا. يساوي سعر الجازولين في الإمارات 1.9 AED/L × 1 L/1 كوارت × 4 كوارتات/1 جالون= 7.6 AED/جالون. لذا الجازولين يعتبر أغلى بالسعر في أمريكا. هدم

الضرب والقسمة تتكون عملية ضرب أعداد مكتوبة بترميز علمي وقسمتها عملية من خطوتين ولكنها لا تتطلب تماثل الأسس. بالنسبة إلى الضرب، اضرب المعاملات ثم اجمع الأسس. بالنسبة إلى القسمة، اقسم المعاملات ثم اطرح أس المقسوم عليه من أس المقسوم.

لحساب كتلة الماسة الأمل، اضرب عدد ذرات الكربون في كتلة ذرة كربون واحدة.

$(4.6 \times 10^{23}$ ذرة كربون$)(2 \times 10^{-23}$ g/ذرة$) = 9.2 \times 10^{0}$ g $= 9.2$ g

لاحظ أنّ أي عدد مرفوع إلى أس 0 يساوي 1؛ وهكذا، 9.2×10^{0} g يساوي 9.2 g.

مثال 3

ضرب أعداد مكتوبة بالترميز العلمي وقسمتها حل المسألتين التاليتين.

a. $(2 \times 10^{3}) \times (3 \times 10^{2})$

b. $(9 \times 10^{8}) \div (3 \times 10^{-4})$

1 تحليل المسألة

لديك عددان مكتوبان بالترميز العلمي، وعليك ضربهما وقسمتهما. بالنسبة إلى مسألة الضرب، اضرب المعاملين واجمع الأسين. بالنسبة إلى مسألة القسمة، اقسم المعاملين ثم اطرح أس المقسوم عليه من أس المقسوم.

$\frac{9 \times 10^{8}}{3 \times 10^{-4}}$ — إنّ أس المقسوم هو 8.
وأس المقسوم عليه هو -4.

2 إيجاد القيمة المجهولة

a. $(2 \times 10^{3}) \times (3 \times 10^{2})$ — اكتب المسألة.

$2 \times 3 = 6$ — اضرب المعاملين.

$3 + 2 = 5$ — اجمع الأسين.

6×10^{5} — جمّع جزأي حل المسألة.

b. $(9 \times 10^{8}) \div (3 \times 10^{-4})$ — اكتب المسألة.

$9 \div 3 = 3$ — اقسم المعاملين.

$8 - (-4) = 8 + 4 = 12$ — اطرح الأسين.

3×10^{12} — جمّع جزأي حل المسألة.

3 تقييم الإجابة

للتحقق من صحة إجابتك، اكتب البيانات الأصلية للمسألة. ثم أجر عليها العمليات الحسابية المطلوبة على سبيل المثال، إنّ المسألة a تصبح $600{,}000 = 300 \times 2000$. وهي مثل 6×10^{5}.

تطبيق

1. حلّ كل مسألة واكتب إجابتك بالترميز العلمي.

a. $(4 \times 10^{2}) \times (1 \times 10^{8})$

b. $(2 \times 10^{-4}) \times (3 \times 10^{2})$

c. $(6 \times 10^{2}) \div (2 \times 10^{1})$

d. $(8 \times 10^{4}) \div (4 \times 10^{1})$

2. تحفيز احسب المساحات والكثافات. اكتب الإجابات بالوحدات الصحيحة.

a. مساحة مستطيل طول ضلعيه 3×10^{1} cm و 3×10^{-2} cm

b. مساحة مستطيل طول ضلعيه 1×10^{2} cm و 5×10^{-1} cm

c. كثافة مادة كتلتها 9×10^{5} g حجمها 3×10^{-1} cm³

d. كثافة مادة كتلتها 4×10^{-3} g وحجمها 2×10^{-2} cm³

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

مثال في الصف

السؤال حل المسائل التالية.

a. $(2.5 \times 10^{-4}) \times (2.8 \times 10^{5})$

b. $(4.6 \times 10^{5}) / (2.3 \times 10^{-3})$

الإجابة

a. $2.5 \times 2.8 = 7$
$10^{-4+5-1} = 10^{1}$
7×10^{1}

b. $4.6/2.3 = 2$
$10^{5-(-3)-8} = 10^{8}$
2×10^{8}

تطبيق

1. a. 4×10^{10}
b. 6×10^{-2}
c. 3×10^{1}
d. 2×10^{3}

2. a. المساحة $= 9 \times 10^{-1}$ cm²
b. المساحة $= 5 \times 10^{2}$ cm²
c. الكثافة $= 3 \times 10^{6}$ g/cm³
d. الكثافة $= 2 \times 10^{-1}$ g/cm³

دفتر الكيمياء

تحديات الترميز العلمي اطلب إلى الطلاب تحديد الصعوبة التي يواجهونها في إجراء العمليات الحسابية بالترميز العلمي. واطلب من مجموعات ثنائية من الطلاب إجراء عصف ذهني وتحديد الاستراتيجيات لتساعدهم في التغلب على الصعوبات. ELL الصف الصفوي

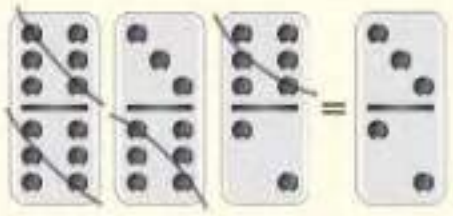
القسم 2 • الترميز العلمي والتحليل البُعدي 415

إعداد نموذج

إعداد نموذج التحليل البُعدي

سيستخدم الطلاب قطع الدومينو لإعداد نموذج التحليل البُعدي. أخبر الطلاب بأنّ النقاط الموجودة على قطع الدومينو تمثّل الوحدات التي قيست القيم وفقها. إنّ الهدف هو تغيير نمط النقاط الأولي إلى نمط النقاط المطلوب باستخدام أقل عدد من قطع الدومينو. ويجب أن يطابق الطلاب النصف العلوي لقطعة الدومينو الأولى مع النصف السفلي لقطعة الدومينو الثانية كي تلغي الوحدة (نمط النقاط). كما يجب أن يتوافق النصف السفلي لكل قطعة دومينو لاحقة مع النصف العلوي لقطعة الدومينو السابقة.

اطلب إلى الطلاب مواصلة ترتيب قطع الدومينو حتى يصلوا إلى النصف العلوي المطلوب أو النصفين العلوي والسفلي معًا. عند تحويل النصف السفلي، يجب أن يطابق الطلاب النصف العلوي لقطعة الدومينو الثانية مع النصف السفلي لقطعة الدومينو السابقة. وعند تحويل قطعة دومينو يتضمن طرفاها ست نقاط إلى قطع دومينو عدد نقاط كل منها ثلاثة على اثنتين، يمكن للطلاب استخدام قطع الدومينو التالية.



ش م د م

الشكل 8 يمكن استخدام التحليل البعدي لحساب عدد علب البيتزا التي سوف تحتاج إليها إذا، سيتناول 32 شخصًا البيتزا المتوافرة في هذه العلب
-قسمت كل بيتزا إلى شرائح
-تحتوي كل علبة بيتزا على 8 شرائح

$$(32 \text{ شخصًا})\left(\frac{3 \text{ شرائح}}{\text{شخص}}\right)\left(\frac{1 \text{ علبة بيتزا}}{8 \text{ شرائح}}\right) =$$

12 علبة بيتزا

التحليل البُعدي

عند التخطيط لإقامة حفلة بيتزا لمجموعة من الأشخاص، قد ترغب في استخدام التحليل البعدي لحساب عدد علب البيتزا التي ستطلبها. يُعتبر **التحليل البعدي** هو مقاربة نظامية لحل المسائل. يستخدم **التحليل البعدي** عوامل التحويل للانتقال، أو التحويل، من وحدة إلى أخرى. إنّ **عامل التحويل** هو نسبة لقيم متكافئة ذات وحدات مختلفة.

ما عدد علب البيتزا التي تحتاج إلى طلبها إذا كان 32 شخصًا سيحضرون الحفلة، ويتناول كل شخص 3 شرائح من البيتزا، وكل بيتزا تحتوي على 8 شرائح؟ يوضّح الشكل 8 طريقة استخدام عوامل التحويل لحساب عدد علب البيتزا المطلوبة للحفلة.

كتابة عوامل التحويل كما قرأت توًا، إنّ معاملات التحويل هي نسب لقيم متكافئة. ليس عجبًا أنّ عوامل التحويل هذه تُشتق من علاقات التساوي، مثل 12 بيضة = دزينة بيض واحدة، أو 100 سنتيمتر = متر واحد. يغيّر ضرب كمية في عامل تحويل وحدات الكمية من دون تغيير قيمتها.

تستخرج غالبية عوامل التحويل من العلاقات بين الوحدات. على سبيل المثال، تُعتبر البادئات الموجودة في الجدول 2 مصدر العديد من عوامل التحويل. تساعدنا العلاقة 1 km = 1000 m، لكتابة عوامل التحويل التالية.

$$\frac{1\text{ km}}{1000\text{ m}} \quad \text{و} \quad \frac{1000\text{ m}}{1\text{ km}}$$

كما يمكن استخدام وحدة مشتقة، مثل كثافة 2.5 g/mL، كعامل تحويل. توضّح قيمة هذه الكثافة أنّ 1 mL من المادة له كتلة تبلغ 2.5 g. الآن، يمكنك كتابة عاملي التحويل التاليين.

$$\frac{2.5\text{ g}}{1\text{ mL}} \quad \text{و} \quad \frac{1\text{ mL}}{2.5\text{ g}}$$

كما يمكن استخدام النسب المئوية عوامل تحويل. إنّ النسبة المئوية هي معدل: إنها تربط عدد أجزاء مكوّن واحد بالعدد 100 الذي يمثل العدد الإجمالي لجميع الاجزاء. على سبيل المثال، نسبة كتلة السكر في مشروب فاكهة هي 10%. وهذا يعني أن كل 100 g من مشروب الفاكهة يحتوي على 10 g من السكر.

$$\frac{10\text{ g من السكر}}{100\text{ g من مشروب فاكهة}} \quad \text{و} \quad \frac{100\text{ g من مشروب فاكهة}}{10\text{ g من السكر}}$$

التدريس المتمايز

الطلاب دون المستوى أعط الطلاب بطاقات فهرسة فارغة. واطلب إليهم كتابة عامل تحويل على كل بطاقة فهرسة وكتابة المعكوس الضربي لعامل التحويل هذا على الجانب المقابل. ثم أعط الطلاب نموذج لمسألة تتضمن استخدام هذا العامل. واطلب إليهم تعريف الكمية المعلومة وكتابتها على بطاقة مستقلة. اطلب إلى الطلاب تحديد الهدف المنشود وكتابة الوحدة على بطاقة فهرسة. ثم اطلب إليهم ترتيب البطاقات من المعلوم إلى المطلوب مع توفير مسار ربط بين المعلوم والنتيجة المطلوبة.

بمجرد إتقان الطلاب لمسائل المتغيّر الواحد، يمكنهم البدء في مسائل المتغيّرين وكتابة بطاقات تحويل لكل عملية تحويل ضرورية لإيجاد قيمة الوحدات المطلوبة في الإجابة. ت م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

416 الوحدة 15 • تحليل البيانات

تطبيق

1. اكتب عاملي تحويل لكل مما يلي.
   a. 16% (على حسب الكتلة) محلول ملح
   b. كثافة تبلغ 1.25 g/mL
   c. سرعة تبلغ 25 m/s
2. **تحفيز** جد عامل التحويل الذي تحتاج إليه لكي تحوّل.
   a. النانومتر إلى أمتار؟
   b. كثافة معطاة بوحدة g/cm^3 إلى قيمة بوحدة kg/m^3؟

استخدام عوامل التحويل يجب أن يحقق عامل التحويل المستخدم في التحليل البعدي شيئين: يجب أن يُلغي إحدى الوحدات ويقدم وحدة جديدة. خلال عملية الحل، يجب شطب كل الوحدات باستثناء الوحدة المطلوبة. فلنفترض أنك ترغب في معرفة عدد الأمتار الموجودة في 48 km. والعلاقة بين الكيلومتر والمتر هي 1 km = 1000 m. تصبح عوامل التحويل كما يلي.

$$\frac{1000\ \text{m}}{1\ \text{km}} \quad \text{و} \quad \frac{1\ \text{km}}{1000\ \text{m}}$$

ونظرًا إلى أنك بحاجة إلى تحويل km إلى m، فينبغي عليك استخدام عامل التحويل الذي يتسبب في شطب وحدة km.

$$48\ \text{km} \times \frac{1000\ \text{m}}{1\ \text{km}} = 48{,}000\ \text{m}$$

عند تحويل قيمة ذات وحدة كبيرة، مثل km، إلى قيمة ذات وحدة أصغر، مثل m، تزداد قيمتها العددية. على سبيل المثال، تتحوّل 48 km (قيمة ذات وحدة كبيرة) إلى 48,000 m (قيمة عددية أكبر ذات وحدة أصغر). يوضّح الشكل 9 العلاقة بين القيمة العددية وبين قياس وحدتها في أحد عوامل التحويل.

فكّر الآن في هذا السؤال، ما عدد علب زجاجات المياه التي ستحتاج إليها إذًا،

- تحتوي كل علبة على ثماني زجاجات
- سيحضر 32 شخصًا الحفلة
- سيتناول كل شخص زجاجتين

حدّد الكميات المعطاة والنتيجة المطلوبة. يوجد 32 شخصًا وكل شخص يشرب زجاجتين من المياه. إنّ النتيجة المطلوبة هي عدد العلب التي تتكون كل منها من ثماني زجاجات. ينتج من استخدام التحليل البعدي ما يلي.

$$(32\ \text{شخصًا})\left(\frac{2\ \text{زجاجة}}{\text{شخص}}\right)\left(\frac{1\ \text{كرتونة تتضمن ثماني عبوات}}{8\ \text{زجاجات}}\right) = \text{ثمان كراتين في كل منها ثماني عبوات}$$

تطبيق

استخدم الجدول 2 لحل كل مما يلي.

1. a. حوّل 360 s إلى ms.
   b. حوّل 4800 g إلى kg.
   c. حوّل 5600 dm إلى m.
   d. حوّل 72 g إلى mg.
   e. حوّل 2.45×10^2 ms إلى s.
   f. حوّل 5 μm إلى km.
   g. حوّل 6.800×10^3 cm إلى km.
   h. حوّل 2.5×10^1 kg إلى Mg.
2. **تحفيز** اكتب عوامل التحويل المطلوبة لتحديد عدد الثواني في العام الواحد.

التوسّع

اطلب إلى الطلاب إجراء بحث عن عدد النجوم في مجرتنا والتعبير عنه بالترميز العلمي. خ م ف م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تطبيق

1. a. (100 g محلول)/(16 g ملح)
   (16 g ملح)/(100 g محلول)
   b. (1.25 g)/(1 mL)،
   (1 mL)/(1.25 g)
   c. (25 m)/(1 s)، (25 m)/(1 s)
2. a. $(10^{-9}\ \text{m})/(1\ \text{nm})$
   b. (1 kg)/(1000 g)
   و $(10^6\ \text{cm}^3)/(1\ \text{m}^3)$
3. a. 360,000 ms
   b. 4.8 kg
   c. 560 m
   d. 72,000 mg
   e. 0.245 s
   f. 5×10^{-9} km
   g. 0.068 km
   h. 0.025 Mg
4. (365 d/1 yr)(24 h/1 d)(60 min/1 h) (60 s/1 min)

$$\frac{1\ \text{km}}{1000\ \text{m}}$$

الشكل 9 تتساوى الكميتان الموصوفتان أعلاه بمعنى، 1 km = 1000 m. لاحظ أنّ القيمة العددية الأصغر (1) تكون مصحوبة بالوحدة الأكبر (km) والقيمة العددية الأكبر (1000) تكون مصحوبة بالوحدة الأصغر (m).

التقويم

المهارة اطلب إلى الطلاب تحديد عوامل تحويل مشتركة وإعداد جدول فيها. واطلب من كل طالب كتابة سؤال واحد باستخدام إحدى عوامل التحويل التي دونتها في الجدول. يمكن أن تكون عوامل التحويل تلك المستخدمة في النظام الإنجليزي، أو النظام المتري، أو تلك المستخدمة للتحويل بين النظامين الإنجليزي والمتري خ م

3 التقويم

التأكد من الفهم

اسأل الطلاب ما البادئة المترية التي تساوي 1×10^6. ميجا، M خ م

إعادة التدريس

اكتب مسائل إضافية تتضمن عمليات حسابية بالترميز العلمي على قطع من لوحة الملصقات. وعلّق القطع في أرجاء الصف الدراسي. ثم اطلب إلى مجموعات من الطلاب استكمال المسائل ثم عرض عملهم على بقية الصف. ف م خ م

مثال في الصف

السؤال تساوي كثافة زيت الفول السوداني 0.92 g/mL. لديك كوب سعته 237 mL. إذا كان ثمة وصفة تتطلب ¼ كوب من زيت الفول السوداني، فما عدد الجرامات المطلوبة؟

الإجابة

المعلوم:

الكثافة = 0.920 g/mL

1 كوب = 237 mL

المجهول:

عدد g من زيت الفول السوداني

نحتاج إلى ¼ كأس (0.250 من الكوب).

$$0.250 \text{ من الكوب} \times \frac{237 \text{ mL}}{\text{كوب}} \times \frac{0.920 \text{ g}}{\text{mL}}$$

$$= 54.5 \text{ g}$$

تطبيق

1. 1.0×10^2 km/h
2. 86,400 s
3. الكتلة = 9.45 g من حمض الأسيتيك

مثال 4

استخدام عوامل التحويل في مصر القديمة، كانت تقاس المسافات الصغيرة بالأذرع المصرية. الذراع المصرية الواحدة كانت تساوي 7 كفّات يد وكانت كفّة اليد الواحدة تساوي 4 أصابع. إذا كانت إصبع واحدة تساوي 18.75 mm، حوّل 6 أذرع مصرية إلى أمتار.

1 تحليل المسألة

يجب تحويل طول 6 أذرع مصرية إلى أمتار.

المعلوم

الطول = 6 أذرع مصرية
7 كفّات يد = 1 ذراع
1 كفّة يد = 4 أصابع
1 إصبع = 18.75 mm
1 m = 1000 mm

المجهول

الطول = ? m

2 إيجاد القيمة المجهولة

استخدم التحليل البُعدي لتحويل الوحدات وفق الترتيب التالي:
أذرع ← راحات يد ← أصابع ← ملليمتر ← أمتار

$$6 \text{ أذرع} \times \frac{7 \text{ راحات يد}}{1 \text{ ذراع}} \times \frac{4 \text{ أصابع}}{1 \text{ راحة يد}} \times \frac{18.75 \text{ mm}}{\text{إصبع}} \times \frac{1 \text{ متر}}{1000 \text{ mm}} = ? \text{ m}$$

$$6 \text{ أذرع} \times \frac{7 \text{ راحات يد}}{1 \text{ ذراع}} \times \frac{4 \text{ أصابع}}{1 \text{ راحة يد}} \times \frac{18.75 \text{ mm}}{\text{إصبع}} \times \frac{1 \text{ متر}}{1000 \text{ mm}} = 3.150 \text{ m}$$

اضرب في سلسلة من عوامل التحويل لكي تشطب كل الوحدات باستثناء المتر، وهي الوحدة المطلوبة.

اضرب الأعداد وقسّمها كما هو مشار إليه واشطب الوحدات.

3 تقييم الإجابة

إنّ كل عامل تحويل هو إعادة صياغة صحيحة للعلاقة الأساسية، وتم شطب كل الوحدات باستثناء الوحدة المطلوبة، وهي الأمتار.

مسائل تحفيزية

1. تظهر مقياس السرعة على اليمين سرعة السيارة بالأميال في الساعة. كم تبلغ سرعة السيارة بوحدة km/h؟ (1 km = 0.62 ميلًا)
2. كم عدد الثواني في 24 h؟
3. تحضير يحتوي الخل على 5.00% من حمض الخليك (حسب الكتلة) وتبلغ كثافته 1.02 g/mL. ما كتلة حمض الخليك، بالجرامات، الموجودة في 185 mL من الخل؟

القسم 2 مراجعة

ملخص القسم

- يُكتب العدد بالترميز العلمي على شكل معامل بين 1 و10 مضروبًا في 10، مرفوعًا إلى أس.
- لجمع أعداد مكتوبة بترميز علمي أو طرحها، يجب أن تتضمن الأعداد الأس نفسه.
- لضرب أعداد مكتوبة بالترميز العلمي أو قسمتها، اضرب المعاملات أو اقسمها ثم اجمع الأسس أو اطرحها على التوالي.
- يستخدم التحليل البُعدي عوامل التحويل لحل المسائل.

1. **صف** كيف أن الكتابة بالترميز العلمي تسهّل التعامل مع الأعداد الكبيرة جدًا أو الصغيرة جدًا.
2. **عبّر عن** العددين 0.00087 و54,200,000 بالترميز العلمي.
3. **اكتب** المسافتين التاليتين بالترميز العادي 3×10^{-4} cm و 3×10^{4} km.
4. **اكتب** عامل تحويل يربط بين السنتيمترات المكعبة والملليمترات.
5. **حلّ** كم عدد الملليمترات في 2.5×10^{2} km؟
6. **اشرح** طريقة استخدام التحليل البُعدي لحل المسائل.
7. **طبّق المفاهيم** يحوّل أحد الزملاء 68 km إلى أمتار ويحصل على 0.068 m كإجابة. اشرح لماذا هذه الإجابة غير صحيحة، وحدد المصدر المرجح للخطأ.
8. **نظّم** أنشئ خريطة تدفقية توضّح متى تستخدم التحليل البُعدي ومتى تستخدم الترميز العلمي.

القسم 2 مراجعة

1. عند التعبير عن الأعداد بالترميز العلمي، تُحذف أصغار العناصر النائبة التي تشغل حيزًا لا جدوى منه، مما يسهل إجراء العملية الحسابية بشأن الأعداد.
2. 8.7×10^{-4}؛ 5.42×10^{7}
3. 0.0003 cm؛ 30,000 km
4. $1 \text{ cm}^3 / 1 \text{ mL}$
5. 2.5×10^{8} mm
6. إنّها طريقة لحل المسائل تركز على الوحدات المستخدمة لوصف المادة. فتُضرب قيمة معطاة في عامل تحويل يربط بين الوحدة المعطاة والوحدة المطلوبة.
7. نظرًا إلى أنّ الأمتار أصغر من الكيلومترات، فيجب أن يكون هناك أمتار أكثر من الكيلومترات. وقد تمت قسمة 68 km على 1000، وليس ضربها في 1000.
8. يجب أن تتضمن المخططات الانسيابية للطلاب أفرع القرارات بنعم/لا التالية: 1) هل تتضمن القيمة المعطاة أصغارًا في النهاية أو أصغارًا في البداية؟ (إذا كانت الإجابة نعم، استخدم الترميز العلمي)؛ 2) هل وحدة القيمة المعطاة هي الوحدة المطلوبة؟ (إذا كانت الإجابة لا، استخدم التحليل البُعدي).

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 3

تمهيد للقراءة

الأسئلة الرئيسة

- ما أوجه المقارنة بين الدقة والضبط؟
- كيف يمكن وصف دقة بيانات تجريبية باستخدام الخطأ والنسبة المئوية للخطأ؟
- ما قواعد الأرقام المعنوية وكيف يمكن استخدامها للتعبير عن الشك في القيم التي جرى قياسها و حسابها؟

مفردات للمراجعة

التجربة experiment: مجموعة من الملاحظات المضبوطة التي تختبر فرضية

مفردات جديدة

accuracy	الدقة
precision	الضبط
error	الخطأ
percent error	النسبة المئوية للخطأ
significant figure	الرقم المعنوي

الشك في البيانات

سبب القراءة **تحتوي القياسات على شكوك تؤثر في طريقة تقديم نتيجة حسابية.**

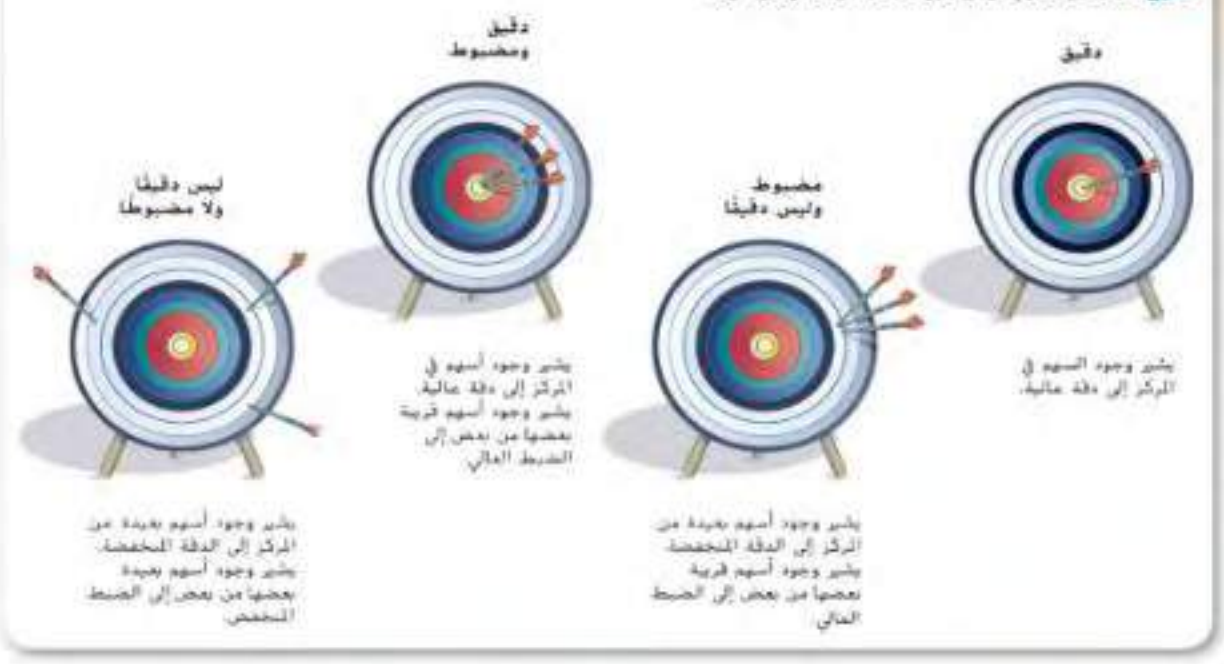
الكيمياء في حياتك عند استخدام وصفة معينة لصناعة الكعك، تقاس الكميات بالأكواب وملاعق المائدة وملاعق الشاي. هل ستصبح عجينة الكعك جيّدة إذا قست كل المقادير باستخدام ملعقة شاي فحسب؟ على الأرجح لا، حيث ستتراكم أخطاء القياس.

الدقة والضبط

مثلما تحتوي كل ملعقة شاي تستخدمها كمقياس في المطبخ، على قدر ما من الخطأ، كذلك الأمر مع كل قياس علمي يجري تنفيذه في المختبر. عندما يجري العلماء قياسات، فإنهم يقوّمون دقة القياسات وانضباطها معًا. على الرغم من أنك قد تعتقد أنّ المصطلحين الدقة والضبط يعنيان الشيء نفسه في الأساس، إلا أنهما يحملان معاني مختلفة جدًا بالنسبة إلى العالم.

تشير **الدقة** إلى مدى قرب قيمة تم قياسها من قيمة مقبولة. ويشير **الضبط** إلى مدى قرب سلسلة قياسات بعضها من بعض. يوضّح هدف الرماية في الشكل 10 الفرق بين الدقة والضبط. على سبيل المثال، تمثّل الأسهم كل قياس ومركز الهدف هو القيمة المقبولة.

■ **الشكل 10** يوضّح هدف الرماية الفرق بين الدقة والضبط. تقع التسوية الدقيقة بالقرب من مركز الهدف، بينما تتجمع الرميات المضبوطة قريبًا بعضها من بعض.
طبّق لماذا من المهم قياس البيانات نفسها أكثر من مرة؟



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 3

1 التركيز

الفكرة الرئيسة

طرق القياس اطلب إلى الطلاب النظر إلى البيانات التي جمعوها من نشاط الفكرة الرئيسة. ثم اسألهم ما إذا كانت بيانات أطوالهم منطقية أم لا. وينبغي عليهم ملاحظة أنّ قيمهم المسّجلة لا تساوي طولهم الحقيقي. يرجع هذا إلى أنّه تم وضع العصا المترية والمقياس المعياري على ارتفاع متر واحد عن الأرض. ثم اسأل الطلاب عما يجب عليهم القيام به لجعل قراءاتهم دقيقة. ينبغي عليهم إضافة 100 سنتيمتر إلى قراءة السنتيمتر و39.37 بوصة إلى القراءة المقدرة بالبوصة. اسأل الطلاب ما إذا كانت قيم أطوالهم المسّجلة دقيقة أم لا. سيقول بعضهم إنّ أحذيتهم تجعلهم أطول. في حين سيدرك الآخرون أنّهم لم يقيسوا بدقة. اطلب إلى الطلاب تكرار قياساتهم. ثم اسألهم ما إذا كانت ارتفاعاتهم المسّجلة مضبوطة أم لا. سيتوصلون إلى قياسات مختلفة. لكن ستكون متقاربة إلى حدٍ ما على الأرجح. وستكون القياسات مضبوطة على نحوٍ معقول. ض م

2 التدريس

عرض توضيحي سريع

الدقة والضبط

أحضر لعبة النيشان بالأسهم التي تستخدم أسهم الخطاطيف والأهداب. واطلب من الطلاب الانقسام إلى فرق من أربعة طلاب وممارسة جولة من لعبة النيشان بالأسهم. أكد على أنّه حتى في العلوم، تتطلب الدقة والضبط المهارة والمجهود المتكرر. ض م

■ **سؤال حول الشكل 10**
لتقييم دقة القياسات وضبطها

دفتر الكيمياء

الدقة والضبط في الحياة اليومية اطلب إلى الطلاب الكتابة عن جوانب حياتهم التي تتطلب الدقة والضبط. وقد تكون بعض الأمثلة الشائعة الألعاب الرياضية والعزف على الآلات الموسيقية وهواية ما وحتى الدراسات الأكاديمية. اطلب إلى الطلاب تحديد دور الدقة والضبط في كل مثال، وكذلك الاستراتيجيات التي يستخدمونها لتحقيق هدفهم. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التوسّع

النسبة المئوية للخطأ بعد حساب النسبة المئوية للخطأ لبيانات كل طالب في الجدول 3، اطلب من مجموعات الطلاب مقارنة النسبة المئوية للخطأ بمتوسط الكثافة الذي حصل عليه كل طالب في الجدول 3. ثم اسألهم ما إذا كان من الأسهل تحديد الطالب الذي حصل على البيانات الأكثر دقة من خلال النظر إلى المتوسط أم النسبة المئوية للخطأ في الجدول 3. وساعد مجموعات الطلاب في قراءة قيم النسبة المئوية للخطأ؛ حيث إنّها تُحدد دقة القياس بسرعة وسهولة. ش م

التعلم التعاوني

تحديد المفاهيم الخاطئة

كشف المفهوم الخاطئ

كثيرًا ما يفترض الطلاب أنّ كل قياس أجروه في المختبر دقيق ومضبوط. كما يفترضون أنّ القيم التي توصلوا إليها من خلال التجربة المخبرية دقيقة.

وضّح المفهوم

ساعد الطلاب في معرفة أنّ القيمة التجريبية هي قيمة مُلاحظة. وقد يحتاجون إلى مراجعة الجداول المرجعية للحصول على قيمة حقيقية أو دقيقة أو مقبولة.

تقويم المعرفة الجديدة

أعط الطلاب مجموعة متنوعة من البيانات التجريبية، واطلب إليهم النظر إلى القيمة المقبولة وتحديد النسبة المئوية للخطأ.

1. توصل الطلاب إلى أنّ الحجم المولي للغاز هو 21.8 L/mol. خطأ بنسبة 2.7%
2. توصل الطلاب إلى أنّ كثافة الألمنيوم هي 2.55 g/cm³. خطأ بنسبة 5.5%
3. توصل الطلاب إلى أنّ الحرارة النوعية للماء هي 4.28 J/g•°C. خطأ بنسبة 2.3% ش م

الجدول 3 قوّم الكثافات التي حصل عليها الطلاب وبيانات الخطأ (كان المجهول هو السكروز؛ الكثافة = 1.59 g/cm³)

	الطالب A		الطالب B		الطالب C	
	الكثافة	الخطأ (g/cm³)	الكثافة	الخطأ (g/cm³)	الكثافة	الخطأ (g/cm³)
التجربة 1	1.54 g/cm³	−0.05	1.40 g/cm³	−0.19	1.70 g/cm³ ⓒ	+0.11
التجربة 2	1.60 g/cm³	+0.01	1.68 g/cm³	+0.09	1.69 g/cm³	+0.10
التجربة 3	1.57 g/cm³	−0.02	1.45 g/cm³	−0.14	1.71 g/cm³	+ 0.12
المتوسط	1.57 g/cm³ ⓑ		1.51 g/cm³		1.70 g/cm³	

ⓒ إنّ قيم التجربة هذه هي الأكثر انضباطًا.
ⓑ هذا المتوسط هو الأكثر دقة.

انظر البيانات الواردة في الجدول 3. كانت مهمة الطلاب إيجاد كثافة مسحوق أبيض مجهول. قاس كل طالب حجم العينات الثلاث المستقلة وكتلتها. دوّنوا الكثافات التي توصلوا إليها، إضافةً إلى متوسط العمليات الحسابية الثلاث. يمتلك مسحوق السكروز (سكر المائدة)، كثافة تبلغ 1.59 g/cm³. من الطالب الذي توصل إلى البيانات الأكثر دقة؟ مَن توصل إلى البيانات الأكثر انضباطًا؟ إنّ قياسات الطالب A هي الأكثر دقة لأنها الأقرب إلى القيمة المقبولة البالغة 1.59 g/cm³. وقياسات الطالب C هي الأكثر انضباطًا لأنها الأقرب بعضها إلى بعض.

تذكر أنّ القياسات المضبوطة ربّما لا تكون دقيقة. وعليه فإن قراءة متوسط الكثافات قد تكون مضلّلة. فإذا نظرنا فقط إلى المتوسط يبدو لنا أن البيانات التي حصل عليها الطالب B موثوق بها إلى حدٍّ ما. لكنّها في الحقيقة ليست لا دقيقة ولا مضبوطة، كونها غير قريبة من القيمة المقبولة ولا قريبة بعضها من بعض.

الخطأ والنسبة المئوية للخطأ إنّ قيم الكثافة الواردة في الجدول 3 هي قيم تجريبية، ما يعني أنها قيم تم قياسها أثناء تجربة. إنّ الكثافة المعلومة للسكروز هي قيمة مقبولة، وهي قيمة تعدّ صحيحة. لتقويم دقة البيانات التجريبية، يمكنك مقارنة مدى قرب القيمة التجريبية من القيمة المقبولة. يُعرَّف **الخطأ** بأنه الفرق بين قيمة تجريبية وقيمة مقبولة. إنّ أخطاء قيم الكثافة التجريبية واردة أيضًا في الجدول 3.

معادلة الخطأ

$$\text{خطأ} = \text{القيمة التجريبية} - \text{القيمة المقبولة}$$

إنّ الخطأ المرتبط بقيمة تجريبية هو الفرق بين القيمة التجريبية والقيمة المقبولة.

غالبًا ما يريد العلماء معرفة النسبة المئوية للخطأ التي تتضمنها القيمة المقبولة. تُعبّر **النسبة المئوية للخطأ** عن الخطأ كنسبة مئوية من القيمة المقبولة.

معادلة النسبة المئوية للخطأ

$$\text{النسبة المئوية للخطأ} = \frac{\text{الخطأ}}{\text{القيمة المقبولة}} \times 100$$

المفردات

أصل الكلمة

النسبة المئوية percent
تشتق من الكلمات اللاتينية *per*، ومعناها بنسبة و*centum*، ومعناها *100*

التدريس المتمايز

الطلاب دون المستوى اطلب من مجموعات ثنائية من الطلاب شرح مفاهيم الدقة والضبط إلى بعضهم البعض. واطلب من كل مجموعة ثنائية العمل على مثال المسألة 6 والمسألتين للتمرين 35 و 36. د م الصلع التعاوني

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

لاحظ أنّ معادلة النسبة المئوية للخطأ تستخدم القيمة المطلقة للخطأ. ويرجع ذلك إلى أنّ حجم الخطأ فقط هو المهم؛ فمن غير المهم ما إذا كانت القيمة التجريبية أكبر من القيمة المقبولة أو أصغر منها أم لا.

التأكد من فهم النص لخّص ما سبب أهمية الخطأ.

إنّ النسبة المئوية للخطأ هي مفهوم مهم بالنسبة إلى الميكانيكي الذي صنع الصامولة الموضّحة في الشكل 11. يجب أن يفحص الميكانيكي قيم التفاوت للصامولة. وقيم التفاوت تمثل بمدى ضيق من الأبعاد المسموح بها. وذلك وفق الكميات المقبولة من الخطأ. إذا لم تقع أبعاد الصامولة ضمن المدى المقبول، بمعنى، الصامولة تتجاوز قيم التفاوت المسموحة لها، فسيعاد تشكيلها أو قد يتم التخلص منها.

الشكل 11 يستخدم المقياس المكي الرقمي للتحقق من حجم صامولة حتى جزء من المئة من المليمتر (0.01 mm). إنّ المهارة مطلوبة لتحديد وضع الجزء في المقياس المكي بصورة صحيحة. سيحصل الميكانيكيون أصحاب الخبرة على قراءات أكثر ضبطًا ودقة من الميكانيكيين غير الخبراء.

مثال 5

حساب النسبة المئوية للخطأ استخدم بيانات التي توصل إليها الطالب والواردة في الجدول 3 لحساب النسبة المئوية للخطأ في كل محاولة. اكتب إجاباتك مقربة إلى منزلتين عشريتين بعد النقطة العشرية.

1 تحليل المسألة

لديك قائمة بقيم الأخطاء في قياس الكثافات. لحساب النسبة المئوية للخطأ، أنت بحاجة إلى معرفة القيمة المقبولة للكثافة والأخطاء ومعادلة النسبة المئوية للخطأ.

المعلوم

القيمة المقبولة للكثافة = $1.59\ g/cm^3$

الأخطاء: $-0.05\ g/cm^3$; $0.01\ g/cm^3$; $-0.02\ g/cm^3$

المجهول

النسبة المئوية للأخطاء = ?

2 إيجاد القيمة المجهولة

اكتب معادلة النسبة المئوية للخطأ.

$$\text{النسبة المئوية للخطأ} = 100 \times \frac{\text{الخطأ}}{\text{القيمة المقبولة}}$$

عوّض عن الخطأ = $-0.05\ g/cm^3$، وحلّ المسألة.

$$\text{النسبة المئوية للخطأ} = 100 \times \frac{|-0.05\ g/cm^3|}{1.59\ g/cm^3} = 3.14\%$$

عوّض عن الخطأ = $0.01\ g/cm^3$، وحلّ المسألة.

$$\text{النسبة المئوية للخطأ} = 100 \times \frac{|0.01\ g/cm^3|}{1.59\ g/cm^3} = 0.63\%$$

عوّض عن الخطأ = $-0.02\ g/cm^3$، وحلّ المسألة.

$$\text{النسبة المئوية للخطأ} = 100 \times \frac{|-0.02\ g/cm^3|}{1.59\ g/cm^3} = 1.26\%$$

3 تقييم الإجابة

إنّ النسبة المئوية للخطأ هي الأكبر للتجربة 1 والتي تضمنت الخطأ الأكبر، والأصغر للتجربة 2 والتي كانت الأقرب إلى القيمة المقبولة.

تطبيق

أجب عن الأسئلة التالية باستخدام البيانات الواردة في الجدول 3.

1. احسب النسبة المئوية للأخطاء الناتجة من التجارب التي أجراها الطالب B.
2. احسب النسبة المئوية للأخطاء الناتجة من التجارب التي أجراها الطالب C.
3. تحدي استناداً للعمليات الحسابية التي أجريتها في السؤالين 32 و33، تجربة أي طالب كانت الأكثر دقة؟ الأقل دقة؟

مثال في الصف

السؤال إنّ درجة انصهار بارا ديكلورو بنزين هي 53.0°C. في نشاط مختبري، يحاول طالبان التحقق من هذه القيمة. فسجل الطالب الأول 51.5°C و53.5°C و 55.0°C و 52.3°C و 54.2°C. وسجّل الطالب الثاني 52.3°C و53.2°C و 54.0°C و 52.5°C و 53.5°C.

a. احسب متوسط القيمة للطالبين.

b. احسب النسبة المئوية للخطأ لكل طالب.

c. من الطالب صاحب القيم الأكثر انضباطًا؟ والأكثر دقة؟ اشرح.

الإجابة

a. الطالب 1: 51.5°C و 53.5°C و 55.0°C و 52.3°C و 54.2°C.
متوسط القيمة = 53.3°C
الطالب 2: 52.3°C و 53.2°C و 54.0°C و 52.5°C و 53.5°C.
متوسط القيمة = 53.1°C

b. الطالب 1:
النسبة المئوية للخطأ = (53.0 − 53.3)/(100 × 53.0) = خطأ بنسبة 0.566%
الطالب 2:
النسبة المئوية للخطأ = (53.0 − 53.1)/(100 × 53.0) = خطأ بنسبة 0.189%

c. قيم الطالب 2 هي الأكثر انضباطًا. بمدى قيم يتراوح بين 52.3 و 54.0. وقيم الطالب 2 هي الأكثر دقة كذلك، بنسبة مئوية للخطأ تساوي 0.189%.

التأكد من فهم النص

يُعتبر الخطأ مهمًا لتقييم دقة بيانات تجريبية.

تطبيق

1. |11.40 − 1.59|/(1.59) × 100 = 11.9%
|11.68 − 1.59|/(1.59) × 100 = 5.66%
|11.45 − 1.59|/(1.59) × 100 = 8.80%
2. (0.11)/(1.59) × 100 = 6.92%
(0.10)/(1.59) × 100 = 6.29%
(0.12)/(1.59) × 100 = 7.55%
3. الأكثر دقة: الطالب B، التجربة 2
أقل دقة: الطالب B، التجربة 1

مشروع الكيمياء

دقة أدوات القياس اطلب إلى الطلاب البحث عن أدوات قياس متنوعة في منازلهم. مع تدوين نوع الأداة ودقة جهاز القياس. واطلب إليهم تشارك نتائجهم من خلال إعداد مخطط على جدار الصف. 30

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

■ **سؤال حول الشكل 12** إنّ الرقم المقدر هو الصفر الأخير في قياس معلن يبلغ 5.00 cm.

مساحة حل المسائل

الهدف سيُحدد الطلاب قيمة مجهولة من البيانات.

مهارات العملية تحليل البيانات وتفسيرها وتطبيق المفاهيم

استراتيجيات التدريس

- وضّح طريقة حساب كثافة جسم بواسطة إزاحة الماء.
- اطلب إلى الطلاب التدرب على عمليات حساب الكثافة باستخدام بيانات العرض التوضيحي.

التفكير الناقد

1. الحجم: عينة 1، 10.2 mL؛ عينة 2، 12.7 mL؛ عينة 3، 11.3 mL؛ عينة 4، 11.1 mL؛ عينة 5، 15.0 mL؛ عينة 6، 13.3 mL الكثافة: عينة 1، 4.93 g/mL؛ عينة 2، 5.00 g/mL؛ عينة 3، 5.10 g/mL؛ عينة 4، 4.99 g/mL؛ عينة 5، 4.99 g/mL؛ عينة 6، 5.10 g/mL متوسط الكثافة = 5.02 g/mL
2. بلغ متوسط كثافة العينات 5.02 g/mL وهي قيمة قريبة جدًا من القيمة المقبولة للبيريت البالغة 5.01 g/cm³. إذًا قد تكون العينات تخص البيريت.
3. الأخطاء: عينة 1، 0.08 g/mL؛ عينة 2، 0.01 g/mL؛ عينة 3، 0.09 g/mL؛ عينة 4، 0.02 g/mL؛ عينة 5، 0.02 g/mL؛ عينة 6، 0.09 g/mL النسبة المئوية للأخطاء: عينة 1، 1.6%؛ عينة 2، 0.20%؛ عينة 3، 1.8%؛ عينة 4، 0.40%؛ عينة 5، 0.40%، عينة 6، 1.8%
4. تتراوح قيم الطلاب بين نسبة خطأ 0.20% و1.8%. وبلغ متوسط الخطأ 1.03%. البيانات دقيقة.

مساحة حل المسائل

تحديد المجهول

كيف يمكن استخدام بيانات الكتلة والحجم لعينة مجهولة لتحديد المجهول؟ جمعت طالبة عدة عينات من قاع المجرى كانت شبيهة بالذهب. وقاست كتلة كل عينة واستخدمت إزاحة الماء لتحديد حجم كل عينة. يتضمن الجدول البيانات التي حصلت عليها.

بيانات الكتلة والحجم لعينة مجهولة

العينة	الكتلة	الحجم الأولي (الماء فقط)	الحجم النهائي (الماء + عينة)
1	50.25 g	50.1 mL	60.3 mL
2	63.56 g	49.8 mL	62.5 mL
3	57.65 g	50.2 mL	61.5 mL
4	55.35 g	45.6 mL	56.7 mL
5	74.92 g	50.3 mL	65.3 mL
6	67.78 g	47.5 mL	60.8 mL

التحليل

بالنسبة إلى عينة ما، إن الفرق بين حجمها الأولي وحجمها النهائي، واللذين جرى تحديدهما باستخدام الأسطوانة المدرجة، أدى إلى قياس حجم هذه العينة بالتالي. بالنسبة إلى كل عينة، إنّ الكتلة والحجم معلومان ويمكن حساب الكثافة. لاحظ أنّ الكثافة هي خاصيّة من خصائص المادة التي يمكن استخدامها غالبًا للتعرف على هوية عينة مجهولة.

التفكير الناقد

1. **احسب** حجم كل عينة وكثافتها ومتوسط كثافة العينات الست. تأكد من استخدام قواعد الأرقام المعنوية.
2. **طبّق** تأمل الطالبة في أن تكون العينات ذهبًا، والذي تبلغ كثافته 19.3 g/cm³. اقترح عالم جيولوجي محلي أنّ العينات قد تكون بيريت، وهو معدن تبلغ كثافته 5.01 g/cm³. حدد هوية العينة المجهولة؟
3. **احسب** الخطأ والنسبة المئوية للخطأ لكل عينة. استخدم قيمة الكثافة المقدمة في السؤال 2 على أنها القيمة المقبولة.
4. **استنتج** هل البيانات التي جمعتها الطالبة دقيقة؟ اشرح إجابتك.

الأرقام المعنوية

غالبًا ما يكون الضبط مهيئًا بالأدوات المتاحة. على سبيل المثال، يمكن للساعة الرقمية التي تعرض الوقت على شكل 12:47 أو 12:48 تسجيل الوقت إلى أقرب دقيقة فحسب. إلا أنه باستخدام ساعة توقيت، يمكنك تسجيل الوقت إلى أقرب جزء من مئة من الثانية. وحيث إنّ العلماء قد طوروا أجهزة قياس أفضل، حينئذٍ بمقدورهم إجراء قياسات أكثر دقة. حتى تكون القياسات دقيقة ومضبوطة، يجب أن تكون أجهزة القياس بحالة جيدة طبعًا. علاوةً على ذلك، تعتمد القياسات الدقيقة والمضبوطة على مهارة الشخص الذي يستخدم الجهاز؛ فيجب أن يكون المستخدم مدرّبًا ويتبع تقنيات مناسبة.

يُشار إلى ضبط القياس بعدد الأرقام الواردة. إنّ القيمة البالغة 3.52 g هي أكثر انضباطًا من قيمة تبلغ 3.5 g. ويطلق على الأرقام المعلنة اسم الأرقام المعنوية. تتضمّن **الأرقام المعنوية** كل الأرقام المعلومة إضافةً إلى رقم واحد مقدّر. انظر إلى القضيب الوارد في الشكل 12. يقع طرف القضيب بين 5.2 cm و 5.3 cm. والرقمان 5 و2 هما رقمان معلومان يطابقان علامتين على المسطرة. يضاف رقم مقدّر إلى هذه الأرقام المعلومة. يُقدّر هذا العدد الأخير موقع القضيب بين علامتي المليمتر الثانية والثالثة. وبما أنه تقدير، فقد يقول أحد الأشخاص إنّ القياس يبلغ 5.22 cm ويقول شخص آخر إنّه 5.23 cm. في كلتا الحالتين، يتضمن القياس ثلاثة أرقام معنوية، رقمين معلومين وواحدًا مقدرًا.

تذكّر أنّ القياسات المعلنة متضمنة الكثير من الأرقام المعنوية قد تكون مضبوطة ولكن غير دقيقة. على سبيل المثال، تتضمن بعض مختبرات الكيمياء موازين تحدد الكتلة إلى أقرب جزء من مئة من الجرام. إذا قمت أنت وكل من زملائك أسطوانة النحاس نفسها على الميزان نفسه، فربما نتوصّل إلى مجموعة من القياسات المضبوطة للغاية. لكن ماذا لو كان الميزان قد تعرض للتلف من قبل بفعل جسم كان كبيرًا جدًا بالنسبة إليه؟ لن تصبح القياسات المضبوطة الخاصة بك دقيقة جدًا.

■ **الشكل 12** تمثل العلامات الموجودة على المسطرة أرقامًا معلومة. ويتضمن القياس المعلن الأرقام المعلومة إضافةً إلى الرقم المقدّر. إنّ القياس هو 5.23 cm.

استدلّ ما الرقم المقدّر إذا أشار الطول الخاص لجسم ما يجري قياسه إلى العلامة 5 cm بالضبط؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

422 الوحدة 15 • تحليل البيانات

■ **سؤال حول الشكل 12** إنّ الرقم المقدر هو الصفر الأخير في قياس معلن يبلغ 5.00 cm.

مساحة حل المسائل

الهدف سيُحدد الطلاب قيمة مجهولة من البيانات.

مهارات العملية تحليل البيانات وتفسيرها وتطبيق المفاهيم

استراتيجيات التدريس

- وضّح طريقة حساب كثافة جسم بواسطة إزاحة الماء.
- اطلب إلى الطلاب التدرب على عمليات حساب الكثافة باستخدام بيانات العرض التوضيحي.

التفكير الناقد

1. الحجم: عينة 1، 10.2 mL؛ عينة 2، 12.7 mL؛ عينة 3، 11.3 mL؛ عينة 4، 11.1 mL؛ عينة 5، 15.0 mL؛ عينة 6، 13.3 mL الكثافة: عينة 1، 4.93 g/mL؛ عينة 2، 5.00 g/mL؛ عينة 3، 5.10 g/mL؛ عينة 4، 4.99 g/mL؛ عينة 5، 4.99 g/mL؛ عينة 6، 5.10 g/mL متوسط الكثافة = 5.02 g/mL
2. بلغ متوسط كثافة العينات 5.02 g/mL وهي قيمة قريبة جدًا من القيمة المقبولة للبيريت البالغة 5.01 g/cm³. إذًا قد تكون العينات تخص البيريت.
3. الأخطاء: عينة 1، 0.08 g/mL؛ عينة 2، 0.01 g/mL؛ عينة 3، 0.09 g/mL؛ عينة 4، 0.02 g/mL؛ عينة 5، 0.02 g/mL؛ عينة 6، 0.09 g/mL النسبة المئوية للأخطاء: عينة 1، 1.6%؛ عينة 2، 0.20%؛ عينة 3، 1.8%؛ عينة 4، 0.40%؛ عينة 5، 0.40%، عينة 6، 1.8%
4. تتراوح قيم الطلاب بين نسبة خطأ 0.20% و1.8%. وبلغ متوسط الخطأ 1.03%. البيانات دقيقة.

مساحة حل المسائل

تحديد المجهول

كيف يمكن استخدام بيانات الكتلة والحجم لعينة مجهولة لتحديد المجهول؟ جمعت طالبة عدة عينات من قاع المجرى كانت شبيهة بالذهب. وقاست كتلة كل عينة واستخدمت إزاحة الماء لتحديد حجم كل عينة. يتضمن الجدول البيانات التي حصلت عليها.

بيانات الكتلة والحجم لعينة مجهولة

العينة	الكتلة	الحجم الأولي (الماء فقط)	الحجم النهائي (الماء + عينة)
1	50.25 g	50.1 mL	60.3 mL
2	63.56 g	49.8 mL	62.5 mL
3	57.65 g	50.2 mL	61.5 mL
4	55.35 g	45.6 mL	56.7 mL
5	74.92 g	50.3 mL	65.3 mL
6	67.78 g	47.5 mL	60.8 mL

التحليل

بالنسبة إلى عينة ما، إن الفرق بين حجمها الأولي وحجمها النهائي، واللذين جرى تحديدهما باستخدام الأسطوانة المدرجة، أدى إلى قياس حجم هذه العينة بالتالي. بالنسبة إلى كل عينة، إنّ الكتلة والحجم معلومان ويمكن حساب الكثافة. لاحظ أنّ الكثافة هي خاصيّة من خصائص المادة التي يمكن استخدامها غالبًا للتعرف على هوية عينة مجهولة.

التفكير الناقد

1. **احسب** حجم كل عينة وكثافتها ومتوسط كثافة العينات الست. تأكد من استخدام قواعد الأرقام المعنوية.
2. **طبّق** تأمل الطالبة في أن تكون العينات ذهبًا، والذي تبلغ كثافته 19.3 g/cm³. اقترح عالم جيولوجي محلي أنّ العينات قد تكون بيريت، وهو معدن تبلغ كثافته 5.01 g/cm³. حدد هوية العينة المجهولة؟
3. **احسب** الخطأ والنسبة المئوية للخطأ لكل عينة. استخدم قيمة الكثافة المقدمة في السؤال 2 على أنها القيمة المقبولة.
4. **استنتج** هل البيانات التي جمعتها الطالبة دقيقة؟ اشرح إجابتك.

الأرقام المعنوية

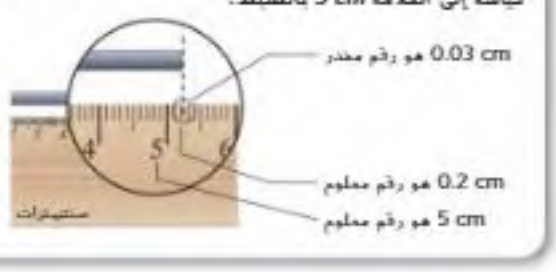
غالبًا ما يكون الضبط مهيئًا بالأدوات المتاحة. على سبيل المثال، يمكن للساعة الرقمية التي تعرض الوقت على شكل 12:47 أو 12:48 تسجيل الوقت إلى أقرب دقيقة فحسب. إلا أنه باستخدام ساعة توقيت، يمكنك تسجيل الوقت إلى أقرب جزء من مئة من الثانية. وحيث إنّ العلماء قد طوروا أجهزة قياس أفضل، حينئذٍ بمقدورهم إجراء قياسات أكثر دقة. حتى تكون القياسات دقيقة ومضبوطة، يجب أن تكون أجهزة القياس بحالة جيدة طبعًا. علاوةً على ذلك، تعتمد القياسات الدقيقة والمضبوطة على مهارة الشخص الذي يستخدم الجهاز؛ فيجب أن يكون المستخدم مدرّبًا ويتبع تقنيات مناسبة.

يُشار إلى ضبط القياس بعدد الأرقام الواردة. إنّ القيمة البالغة 3.52 g هي أكثر انضباطًا من قيمة تبلغ 3.5 g. ويطلق على الأرقام المعلنة اسم الأرقام المعنوية. تتضمّن **الأرقام المعنوية** كل الأرقام المعلومة إضافةً إلى رقم واحد مقدّر. انظر إلى القضيب الوارد في الشكل 12. يقع طرف القضيب بين 5.2 cm و 5.3 cm. والرقمان 5 و2 هما رقمان معلومان يطابقان علامتين على المسطرة. يضاف رقم مقدّر إلى هذه الأرقام المعلومة. يُقدّر هذا العدد الأخير موقع القضيب بين علامتي المليمتر الثانية والثالثة. وبما أنه تقدير، فقد يقول أحد الأشخاص إنّ القياس يبلغ 5.22 cm ويقول شخص آخر إنّه 5.23 cm. في كلتا الحالتين، يتضمن القياس ثلاثة أرقام معنوية، رقمين معلومين وواحدًا مقدرًا.

تذكّر أنّ القياسات المعلنة متضمنة الكثير من الأرقام المعنوية قد تكون مضبوطة ولكن غير دقيقة. على سبيل المثال، تتضمن بعض مختبرات الكيمياء موازين تحدد الكتلة إلى أقرب جزء من مئة من الجرام. إذا قمت أنت وكل من زملائك أسطوانة النحاس نفسها على الميزان نفسه، فربما نتوصّل إلى مجموعة من القياسات المضبوطة للغاية. لكن ماذا لو كان الميزان قد تعرض للتلف من قبل بفعل جسم كان كبيرًا جدًا بالنسبة إليه؟ لن تصبح القياسات المضبوطة الخاصة بك دقيقة جدًا.

■ **الشكل 12** تمثل العلامات الموجودة على المسطرة أرقامًا معلومة. ويتضمن القياس المعلن الأرقام المعلومة إضافةً إلى الرقم المقدّر. إنّ القياس هو 5.23 cm.

استدلّ ما الرقم المقدّر إذا أشار الطول الخاص لجسم ما يجري قياسه إلى العلامة 5 cm بالضبط؟



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

422 الوحدة 15 • تحليل البيانات

استراتيجية حل المسائل

التعرف على الأرقام المعنوية

ستساعدك معرفة هذه القواعد الخمس للتعرف على الأرقام المعنوية عند حل المسائل. إنّ أمثلة كل قاعدة موضّحة أدناه. لاحظ أنّ كل مثال من الأمثلة المميزة يتضمّن ثلاثة أرقام معنوية.

القاعدة 1.	الأرقام غير الصفرية هي أرقام معنوية دومًا.	72.3 g يتضمن ثلاثة.
القاعدة 2.	كل الأصفار الأخيرة على يمين النقطة العشرية هي أرقام معنوية.	6.20 g يتضمن ثلاثة.
القاعدة 3.	أي صفر بين الأرقام المعنوية هو رقم معنوي.	60.5 g يتضمن ثلاثة.
القاعدة 4.	الأصفار النائبة ليست أرقامًا معنوية. لإزالة الأصفار النائبة، أعد كتابة العدد بالترميز العلمي.	0.0253 g و 4320 g (كل رقم يتضمن ثلاثة)
القاعدة 5.	تتضمن الأعداد الإحصائية و الثوابت المحددة عددًا لانهائيًا من الأرقام المعنوية.	60 s = 1 min

مثال 6

الأرقام المعنوية حدّد عدد الأرقام المعنوية في الكتل التالية.

a. 0.00040230 g

b. 405,000 kg

1 تحليل المسألة

لديك قيمتان عائدتان لقياس كتلتين. طبّق القواعد المناسبة لتحديد عدد الأرقام المعنوية في كل قيمة.

2 إيجاد القيمة المجهولة

أحمِ كل الأرقام غير الصفرية والأصفار بين الأرقام غير الصفرية والأصفار الأخيرة على يمين المنزلة العشرية. (القواعد 1 و2 و3)

تجاهل الأصفار التي تعمل كعناصر نائبة. (القاعدة 4)

a. 0.00040230 g يتضمن خمسة أرقام معنوية.

b. 405,000 kg يتضمن ثلاثة أرقام معنوية.

3 تقييم الإجابة

إحدى الطرق المتبعة للتحقق من صحة إجاباتك هي كتابة القيم بالترميز العلمي. 4.0230 $\times 10^{-4}$ g و 4.05×10^{5} kg. من دون أصفار نائبة. يتضح أنّ 0.00040230 g يتضمن خمسة أرقام معنوية وأنّ 405,000 kg يتضمن ثلاثة أرقام معنوية.

تطبيق

حدد عدد الأرقام المعنوية في كل قياس.

1. a. 508.0 L
   b. 820,400.0 L
   c. 1.0200×10^{5} kg
   d. 807,000 kg
2. a. 0.049450 s
   b. 0.000482 mL
   c. 3.1587×10^{-4} g
   d. 0.0084 mL
3. **تحدي** اكتب الأعداد 10 و100 و1000 بالترميز العلمي متضمنة رقمين معنويين وثلاثة وأربعة أرقام معنوية.

تحديد المفاهيم الخاطئة

كشف المفهوم الخاطئ

لا يفهم الطلاب غالبًا أهمية الأرقام المعنوية عند استخدام القيم التي تم قياسها.

وضّح المفهوم

اطلب إلى الطلاب مناقشة ضبط العديد من أجهزة القياس وتحديد العلاقة بين الضبط والأرقام المعنوية. واشرح لهم أنّه يجب وضع تلك الأرقام المعلومة من الميزان بالإضافة إلى أول رقم مشكوك به.

تقويم المعرفة الجديدة اطلب إلى الطلاب إحصاء الطلاب في الصف. ثم اسألهم عن الأرقام المعنوية في العدد الناتج. ويكون هذا العدد عددًا كليًا يتضمن أرقامًا معنوية غير محدودة.

مثال في الصف

سؤال حدد عدد الأرقام المعنوية في القيم التالية التي تم قياسها.

a. 0.0546 — 3
b. 298.206 — 6
c. 102000 — 3
d. 0.003145 — 4
e. 7.847000 — 7

تطبيق

1. a. 4 b. 7 c. 5 d. 3
2. a. 5 b. 3 c. 5 d. 2
3. رقمان معنويان:
1.0×10^{1}, 1.0×10^{2}, 1.0×10^{3}
ثلاثة أرقام معنوية:
1.00×10^{1}, 1.00×10^{2}, 1.00×10^{3}
أربعة أرقام معنوية:
1.000×10^{1}, 1.000×10^{2}, 1.000×10^{3}

مشروع الكيمياء

أهمية الأرقام المعنوية ناقش مع الطلاب الحالات التي تكون فيها القياسات التقريبية التي تتضمن أرقامًا معنوية قليلة كافية. واطلب إليهم قياس خزانة كتب أو جسمًا طويلًا آخر في الصف. ثم اطلب إلى الطلاب قياس هذا الجسم إلى رقم معنوي واحد. إذا بلغ قياس الجسم 93 cm، سيكون القياس إلى رقم معنوي واحد 90 cm. اطلب إلى الطلاب قياس الجسم نفسه إلى رقمين معنويين. إذا بلغ قياس الجسم 93 cm، سيكون القياس إلى رقمين معنويين 93 cm.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التعزيز

التقريب قسّم الطلاب إلى ثماني مجموعات. واعط كل مجموعة قطعة كبيرة من لوحة ملصقات أو ورق يمكن عرضها في الصف وأحد الأرقام الواردة في المسألتين للتمرين 32 و 33. ثم اطلب من كل مجموعة كتابة العدد المطلوب تقريبه وعدد الأرقام المعنوية المطلوبة وقاعدة التقريب المُتَّبعة والإجابة متضمنةً عدد الأرقام المعنوية الصحيح. وضع لوحات الملصقات أو اللوحات الورقية في أرجاء الغرفة ليرجع إليها الطلاب أثناء إجراء التقريب والأرقام المعنوية. ELL م

التصاميم التعليمي

الرياضيات في الكيمياء

تقريب العدد اطلب إلى الطلاب تقريب العدد 45.867 إلى أقرب 3 أرقام معنوية. 45.9 اطلب إلى الطلاب تقريب 20,856 إلى أقرب رقمين معنويين. 21,000 اطلب إلى الطلاب تقريب إجابات المسائل التالية إلى عدد الأرقام المعنوية الصحيح.
2.53 + 6.0095 + 4.725 + 12.78654 26.05 25.4231 − 6.34 19.08 ELL م

استخدام المصطلحات العلمية

الأرقام المعنوية اليومية
اطلب إلى الطلاب مقارنة تعريف مصطلح معنوي في الاستخدام اليومي والاستخدام العلمي. ELL م

الشكل 13 أنت بحاجة إلى تطبيق قواعد الأرقام المعنوية والتقريب لإعلان قيمة معنوية بصورة صحيحة.

تقريب الأعداد

تجري الآلات الحاسبة عملية حسابية من دون أخطاء، ولكنها لا تهتم بعدد الأرقام المعنوية التي يجب إظهارها في الإجابة. على سبيل المثال، يجب ألّا تتضمن عملية احتساب الكثافة أرقامًا معنويةً عددها أكثر من الأرقام المعنوية الظاهرة في البيانات الأصلية. لإعلان قيمة بصورة صحيحة، ستحتاج غالبًا إلى التقريب. فكّر في جسم له كتلة تبلغ 22.44 g وحجم يبلغ $14.2\ cm^3$. عند احتساب كثافة الجسم باستخدام آلة حاسبة، ستصبح الإجابة المعروضة $1.5802817\ g/cm^3$. كما هو موضّح في الشكل 13. نظرًا إلى أنّ الكتلة التي جرى قياسها تضمنت أربعة أرقام معنوية وتضمن الحجم الذي تم قياسه ثلاثة، فمن غير الصحيح الإعلان عن قيمة الكثافة المحسوبة بثمانية أرقام معنوية. وبدلًا من ذلك، يجب تقريب الكثافة إلى ثلاثة أرقام معنوية أو $1.58\ g/cm^3$.

فكّر في القيمة 3.515014. كيف تقرّب هذا العدد إلى خمسة أرقام معنوية؟ إلى ثلاثة أرقام معنوية؟ في كل حالة، أنت بحاجة إلى النظر إلى الرقم الذي يلي آخر رقم معنوي مطلوب.

للتقريب إلى خمسة أرقام، حدّد الرقم المعنوي الخامس أولًا، وهو في هذه الحالة 0. ثم انظر إلى العدد الموجود على يمينه، وهو في هذه الحالة 1.

3.515014
آخر رقم معنوي
العدد على يمين آخر رقم معنوي

لا تُغيّر آخر رقم معنوي إذا كان الرقم على يمينه أقل من خمسة. نظرًا إلى أنّ العدد 1 موجود على اليمين، فسيتم تقريب العدد إلى 3.5150. إذا كان العدد 5 أو أكبر، فيجب عليك تقريبه.

للتقريب إلى ثلاثة أرقام، حدّد الرقم المعنوي الثالث أولًا، وهو في هذه الحالة 1. ثم انظر إلى العدد الموجود على يمينه، وهو في هذه الحالة 5.

3.515014
آخر رقم معنوي
العدد على يمين آخر رقم معنوي

إذا كانت الأرقام الموجودة على يمين آخر رقم معنوي هي 5 يليه 0، فانظر إلى آخر رقم معنوي. إذا كان فرديًا فقرّبه؛ وإذا كان زوجيًا فلا تقرّبه. ونظرًا إلى أنّ آخر رقم معنوي هو رقم فردي (1)، فإنه يتم تقريب العدد إلى 3.52.

استراتيجية حل المسائل

تقريب الأعداد

تعلّم قواعد التقريب الأربع هذه واستخدمها عند حل المسائل. إنّ أمثلة كل قاعدة موضحة أدناه. لاحظ أنّ كل مثال يتضمن ثلاثة أرقام معنوية.

2.532	← 2.53	**القاعدة 1.** إذا كان الرقم الموجود على يمين آخر رقم معنوي أقل من 5، فلا تُغيّر آخر رقم معنوي.
2.536	← 2.54	**القاعدة 2.** إذا كان الرقم الموجود على يمين آخر رقم معنوي أكبر من 5، فقرّب آخر رقم معنوي.
2.5351	← 2.54	**القاعدة 3.** إذا كانت الأرقام الموجودة على يمين آخر رقم معنوي 5 يليه رقم غير صفري، فقرّب آخر رقم معنوي.
2.5350	← 2.54	**القاعدة 4.** إذا كانت الأرقام الموجودة على يمين آخر رقم معنوي 5 يليه 0 أو لا يليه عدد آخر مطلقًا، فانظر إلى آخر رقم معنوي. إذا كان فرديًا فقرّبه؛ وإذا كان زوجيًا فلا تقرّبه.
2.5250	← 2.52	

دفتر الكيمياء

التقدير اليومي اطلب إلى الطلاب كتابة أمثلة عن حالات تقريب الأرقام في حياتهم اليومية. قد تتضمن الأمثلة تقدير تكلفة العديد من السلع للتأكد من توفر المال الكافي لديهم أو تقدير كتلة شيء لتحديد ما إذا كان ثقيلًا جدًا بحيث لا يمكن رفعه أم لا. ELL م

3 التقويم

التأكد من الفهم

اطلب إلى الطلاب حل المسألة التالية. تم بيع لوحة قياسها 5.00 m لطاقم الإنشاء. وقاموا بقياسها أربع مرات وحصلوا على القيم التالية: 4.98 m و 4.95 m و 5.08 m و 5.03 m. ما مدى دقة هذه القيم؟ غير دقيقة إلى حد ما؛ حيث يتراوح الخطأ بين −0.05 m و +0.08 m. ELL م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تطبيق

1. قرّب كل عدد إلى أربعة أرقام معنوية.

a. 84,791 kg c. 256.75 cm

b. 38.5432 g d. 4.9356 m

2. **تحدي** قرّب كل عدد إلى أربعة أرقام معنوية واكتب الإجابة بترميز علمي.

a. 0.00054818 g c. 308,659,000 mm

b. 136,758 kg d. 2.0145 mL

الجمع والطرح عندما نجمع القياسات أو نطرحها، حدد القيمة الأصلية التي تحتوي على أقل عدد من الأرقام إلى يمين نقطتها العشرية. إن عدد الأرقام الواقعة إلى يمين النقطة العشرية في إجابتك يجب أن يساوي عدد الأرقام الظاهرة إلى يمين النقطة العشرية للقيمة الأصلية التي حددتها للتو. على سبيل المثال، تتضمن القياسات 1.24 mL و 12.4 mL و 124 mL رقمين ورقمًا واحدًا وصفرًا من الأرقام إلى يمين النقطة العشرية، على التوالي. عند الجمع أو الطرح، رتّب القيم بحيث تتحاذى النقاط العشرية. حدّد القيمة التي تتضمن أقل عدد من المنازل العشرية بعد النقطة العشرية وقرّب الإجابة إلى عدد المنازل العشرية هذا.

الضرب والقسمة عند ضرب الأعداد أو قسمتها، يجب أن تتضمن إجابتك عدد الأرقام المعنوية نفسه الذي تتضمنه القيم ذات الأرقام المعنوية الأقل.

مثال 7

تقريب الأعداد عند الجمع قاس أحد الطلاب طول أحذية زملائه في المختبر. إذا كانت الأطوال هي 28.0 cm و 23.538 cm و 25.68 cm، فما إجمالي طول الأحذية؟

1 تحليل المسألة

يجب محاذاة القياسات الثلاثة وفقًا لنقاطها العشرية وجمعها. إنّ القياس ذا الأرقام الأقل بعد النقطة العشرية هو 28.0 cm، برقم واحد.
بالتالي، يجب تقريب الإجابة إلى رقم واحد فقط بعد النقطة العشرية.

2 إيجاد القيمة المجهولة

28.0 cm
23.538 cm — قم بمحاذاة القياسات واجمع القيم.
+ 25.68 cm
77.218 cm

الإجابة هي 77.2 cm. — قرّب إلى منزلة عشرية واحدة بعد النقطة العشرية؛ كطبق القاعدة 1.

3 تقييم الإجابة

تتضمن الإجابة، 77.2 cm، الضبط نفسه الخاص للقياس الأقل انضباطًا، 28.0 cm.

تطبيق

1. اجمع واطرح كما هو موضّح. قرّب عند الضرورة.

a. 43.2 cm + 51.0 cm + 48.7 cm

b. 258.3 kg + 257.11 kg + 253 kg

2. تحدي اجمع واطرح كما هو موضّح. قرّب عند الضرورة.

a. $(4.32 \times 10^3\ cm) - (1.6 \times 10^4\ mm)$

b. $(2.12 \times 10^7\ mm) + (1.8 \times 10^3\ cm)$

تطبيق

1. a. 84,790 kg
   b. 38.54 g
   c. 256.8 cm
   d. 4.936 m
2. a. 5.482×10^{-4} g
   b. 1.368×10^5 kg
   c. 3.087×10^8 mm
   d. 2.014×10^0 mL أو 2.014 mL

مثال في الصف

الأسئلة

a. اطلب إلى الطلاب تقريب 51.379 m إلى ثلاثة أرقام معنوية.

b. اطلب إلى الطلاب تقريب 20,236 L إلى رقمين معنويين.

الإجابات

a. 51.4 m

b. 2.0×10^4 L

تطبيق

1. a. 142.9 cm
   b. 768 kg
2. a. 2.7×10^3 cm
   b. 2.12×10^7 cm

إعادة التدريس

اطلب إلى الطلاب إيجاد متوسط قياسات اللوحة الواردة أعلاه. وتأكد من شرحهم لعدد الأرقام المعنوية في إجاباتهم. ما مدى دقة القياسات؟ يبلغ متوسط القياس 5.01 m وهو قياس متوسط دقيق جدًا. نعم

التوسّع

اطلب إلى الطلاب احتساب النسبة المئوية للخطأ لمتوسط طول اللوحة. وتأكد من شرحهم لعدد الأرقام المعنوية في إجاباتهم. تبلغ النسبة المئوية للخطأ 0.2%. ويتضمن الخطأ، 0.01 m، رقمًا معنويًا واحدًا فقط. لذا تتضمن الإجابة واحدًا فقط كذلك. نعم

التقويم

المعرفة تابع تناول المثال عن طاقم الإنشاء بسؤال الطلاب عن مدى القيم التي تمثل قياس اللوحة 5.00 m. واطلب إليهم شرح إجاباتهم. ستختلف الإجابات؛ ربما يقول الطلاب إنّ القيمة التي يتم تقريبها إلى 5.00 تُعتبر لوحة قياسها 5.00 m. نعم

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

مثال في الصف

السؤال قرّب إجابة المسائل التالية إلى العدد الصحيح من الأرقام المعنوية.

a. 4,980,000 km × 0.0028 km
b. 364.5300 mm/0.00204 s

الإجابة

a. $14000\ km^2$
b. $179,000$ أو $1.79 \times 10^5\ mm/s$

تطبيق

1. a. $78\ m^2$ b. $12\ m^2$ c. $2.5\ m^2$ d. $81.1\ m^2$
2. a. $2.0\ m/s$ b. $3.00\ m/s$ c. $2.00\ m/s$ d. $2.9\ m/s$
3. قسمة المعاملات:
$1.32/2.5 = 0.528$
قسمة الأسس: $10^3/10^2 = 10^1$
دمج الأجزاء وتقريبها:
$0.528 \times 10^1\ g/cm^3$؛ $5.3\ g/cm^3$

تجربة كيميائية

يمكن استخدام التجارب الكيميائية الموجودة في نهاية الوحدة في هذه المرحلة من الدرس.

مثال 8

تقريب الأعداد عند الضرب احسب حجم كتاب بالأبعاد التالية. الطول = 28.3 cm، العرض = 22.2 cm، الارتفاع = 3.65 cm.

1 تحليل المسألة

يُحتسَب الحجم بضرب الطول في العرض في الارتفاع. ونظرًا إلى أنّ كل القياسات تتضمن ثلاثة أرقام معنوية، فستكون الإجابات كذلك أيضًا.

المعلوم		المجهول
الطول = 28.3 cm	الارتفاع = 3.65 cm	الحجم = ? cm^3
العرض = 22.2 cm		

2 إيجاد القيمة المجهولة

احتسب الحجم وطبّق قواعد الأرقام المعنوية والتقريب.

اكتب قانون حجم المستطيل.
الحجم = الطول × العرض × الارتفاع
عوّض عن القيم وحلّ المسألة.
الحجم = 3.65 cm × 22.2 cm × 28.3 cm = 2293.149 cm^3
قرّب الإجابة إلى ثلاثة أرقام معنوية.
الحجم = 2290 cm^3

3 تقييم الإجابة

للتأكد مما إذا كانت إجابتك منطقية، قرّب كل قياس إلى رقم معنوي واحد وأعد حساب الحجم. الحجم = 30 cm × 20 cm × 4 cm = 2400 cm^3. نظرًا إلى أنّ هذه القيمة قريبة من القيمة التي حسبتها والبالغة 2290 cm^3، فمن المنطقي استنتاج أنّ الإجابة صحيحة.

تطبيق

أجر العمليات الحسابية التالية. قرّب الإجابات.

1. a. 24 m × 3.26 m b. 120 m × 0.10 m
   c. 1.23 m × 2.0 m d. 53.0 m × 1.53 m
2. a. 4.84 m ÷ 2.4 s b. 60.2 m ÷ 20.1 s
   c. 102.4 m ÷ 51.2 s d. 168 m ÷ 58 s
3. تحدي $(1.32 \times 10^1\ g) \div (2.5 \times 10^2\ cm^3)$

القسم 3 مراجعة

ملخص القسم

- إنّ القياس الدقيق قريب من القيمة المقبولة. تُظهر مجموعة القياسات الدقيقة اختلافًا بسيطًا.
- يُحدد جهاز القياس درجة الدقة الممكنة.
- الخطأ هو الفرق بين القيمة التي تم قياسها والقيمة المقبولة. تُعطي النسبة المئوية للخطأ النسبة المئوية للانحراف عن القيمة المقبولة.
- يوضّح عدد الأرقام المعنوية دقة البيانات التي تم الإفصاح عنها.
- غالبًا ما تُقرّب العمليات الحسابية إلى العدد الصحيح للأرقام المعنوية.

1. **اكتب** اذكر طريقة للإفصاح عن قيمة تم قياسها باستخدام الأرقام المعلومة والمتدرّجة.
2. **عرّف** الدقة والضبط.
3. حدّد عدد الأرقام المعنوية في كل قياس من القياسات التالية الخاصة بطول جسم. 76.48 cm و 76.47 cm و 76.59 cm.
4. طلبتْ المعلمة للجسم الوارد في السؤال 3 هو 76.49 cm. هل القياسات الواردة في السؤال 3 دقيقة؟ هل هي مضبوطة؟
5. **احسب** الخطأ والنسبة المئوية للخطأ لكل قياس في السؤال 3.
6. **طبّق** اكتب تمييزًا للكمية 506,000 cm تبيّن أنّ كل الأصفار أرقام معنوية.
7. **حلّل البيانات** جمع الطلاب بيانات الكتلة لمجموعة من العملات المعدنية. تساوي كتلة العملة الواحدة 5.00 g. حدّد دقة القياسات وانضباطها.

عدد العملات المعدنية	5	10	20	30	50
الكتلة (g)	23.2	54.5	105.9	154.5	246.2

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 3 مراجعة

1. يتم الإعلان عن قيمة تم قياسها بتضمين كل الأرقام المعروفة ورقمًا مقدرًا واحدًا.
2. يتم تعريف الدقة على أنها مدى قرب قيمة من القيمة المقبولة. ويتم تعريف الضبط على أنه مدى قرب سلسلة قياسات بعضها من بعض.
3. لكل منهما أربعة أرقام معنوية.
4. ستختلف الإجابات لكن قد تتضمن ما يلي: لم تكن مضبوطة للقيم التي تم تسجيلها مقربة إلى أربعة أرقام معنوية. والقيمتان الأولى والثانية قريبتان بما يكفي من القيمة المقبولة ليُطلق عليهما دقيقتان.
5. $(76.49\ cm - 76.48\ cm)/(76.49\ cm) \times 100 = 0.01307\%$
$(76.49\ cm - 76.47\ cm)/(76.49\ cm) \times 100 = 0.02615\%$
$(76.49\ cm - 76.59\ cm)/(76.49\ cm) \times 100 = 0.1307\%$
6. $5.06000 \times 10^5\ cm$
7. تبلغ كتلة درهم معدني واحد ثم حسابها لكل تجربة وفق ما يلي: 5 دراهم معدنية 4.6 g و 10 دراهم معدنية 5.5 g و 20 درهم معدني 5.3 g و 30 درهم معدني 5.2 g و 50 درهم معدني 4.9 g. مع العلم أنّ القيمة المقبولة لكتلة الدرهم المعدني هي 5.0 g. تتنوع البيانات الواردة في الجدول بشدة بحيث لا يمكن اعتبارها مضبوطة وتختلف بصورة كبيرة للغاية عن القيمة المقبولة بحيث لا يمكن اعتبارها دقيقة.

352 / 73

القسم 4

تمهيد للخرائط

الأسئلة الرئيسة

- لماذا يتم إنشاء التمثيلات البيانية؟
- كيف يمكن تفسير التمثيلات البيانية؟

مفردات للمراجعة

المتغيّر المستقل independent variable: هو المتغير الذي يتغير أثناء تجربة

مفردات جديدة

graph تمثيل بياني

تمثيل البيانات

الفكرة الرئيسة **تصوّر التمثيلات البيانية البيانات بصورة مرئية، مما يجعل اكتشاف الأنماط والاتجاهات أسهل.**

الكيمياء في حياتك هل سبق لك أن سمعت المقولة، "الصورة بألف كلمة"؟ إنّ التمثيل البياني هو "صورة" عن البيانات. يستخدم العلماء التمثيلات البيانية لعرض البيانات بصورة تتيح لهم تحليل نتائجهم ونقل معلومات عن تجاربهم.

التمثيل البياني

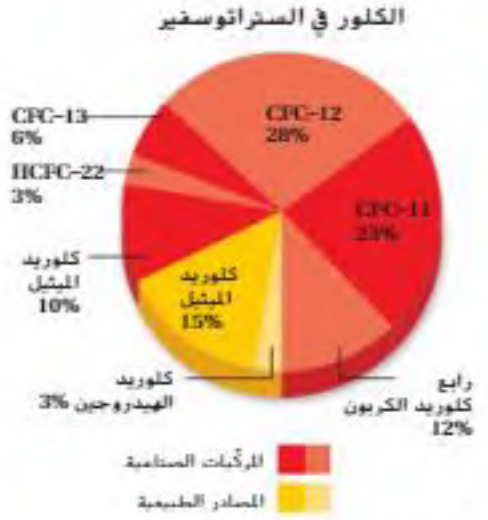
عند تحليل بيانات معيّنة، ربما تقوم بإنشاء معادلة وإيجاد القيمة المجهولة. لكنها ليست الطريقة الوحيدة التي يستخدمها العلماء لتحليل البيانات. إنّ الهدف من التجارب يكمن في اكتشاف ما إذا كان ثمة نمط في موقف معيّن. هل إنّ ازدياد درجة الحرارة يغيّر في سرعة التفاعل؟ هل يؤثر التغيير في النظام الغذائي للفأر في قدرته على اجتياز المتاهة؟ عند تسجيل البيانات كما هو موضّح في الجدول 4، ربما لا يكون ثمّة نمط واضح. إلا أنّ استخدام البيانات لإنشاء تمثيل بياني يمكن أن يساعد في الكشف عن نمط ما، في حال وُجد. إنّ **التمثيل البياني** هو عرض مرئي للبيانات.

التمثيل بالقطاعات الدائرية غالبًا ما تعرض الصحف والمجلات تمثيلات بالقطاعات الدائرية. يطلق في الكثير من الأحيان على التمثيل بالقطاعات الدائرية. مثل ذلك الوارد في الشكل 14. ويُعتبر التمثيل بالقطاعات الدائرية مفيدًا لإظهار أجزاء من قيمة إجمالية محددة. عادة ما تتم تسمية الأجزاء في صورة نسب مئوية ضمن دائرة كاملة تُمثّل 100%. يعتمد التمثيل بالقطاعات الدائرية المُوضّح في الشكل 14 على بيانات النسبة المئوية الواردة في الجدول 4.

الشكل 14 على الرغم من أنّ بيانات النسبة المئوية الموضّحة في الجدول والتمثيل بالقطاعات الدائرية هي نفسها في الأساس، فإنّ التمثيل بالقطاعات الدائرية يجعل التحليل أسهل.

الجدول 4 مصادر الكلور في الستراتوسفير

المصدر	النسبة المئوية
كلوريد الهيدروجين (HCl)	3
كلور الميثيل (CH_3Cl)	15
رابع كلوريد الكربون (CCl_4)	12
كلوروفورم الميثيل ($C_2H_3Cl_3$)	10
CFC 11	23
CFC 12	28
CFC 13	6
HCFC 22	3



التأكد من فهم التمثيل البياني
التحليل ما النسبة المئوية للمصادر الطبيعية للكلور؟ ما النسبة المئوية للمركبات الصناعية؟

القسم 4

1 التركيز

الفكرة الرئيسة

تحويل الوحدات باستخدام ورقة التمثيل البياني أو حاسبة التمثيل البياني، اطلب إلى الطلاب تمثيل بيانات الصف المجمعة من نشاط الفكرة الرئيسة بيانيًا باستخدام البوصات كمتغيّر مستقل والسنتيمترات كمتغيّر تابع. وبمجرد انتهاء الطلاب من تمثيل النتائج بيانيًا، اطلب إليهم حساب ميل المستقيم. ويُمثل الميل التحويل من السنتيمترات إلى البوصات. ويجب أن تساوي القيمة الفعلية 2.54 cm/inch. اسأل الطلاب ما إذا كان الميل دقيقًا أم لا. تحدّ

2 التدريس

تطوير المفاهيم

تمثيل البيانات بيانيًا اطلب إلى الطلاب تمثيل البيانات الواردة من إحصائيات إصلاح السيارة بيانيًا. عدد مرات الصيانة المجدولة التي أُجريت على مدار فترة استخدام السيارة مقارنةً بتكاليف الإصلاح الرئيسة: AED 5500.3؛ AED 7500.2؛ AED 7500.2؛ AED 5000.5؛ AED 4500.4؛ AED 6500.1؛ AED 3000.5؛ AED 1000.6؛ AED 4500.4؛ AED 4500.3؛ AED 6000.3؛ AED 700.7؛ AED 8000.1؛ AED 800.6. اسأل الطلاب عن نوع التمثيل البياني الأنسب لهذه البيانات. خطي اطلب إلى الطلاب رسم خط يربط كل النقاط؛ ثم اطلب إليهم رسم خط يوضّح اتجاه التمثيل البياني. ينبغي أن يكون ميل الخط سالبًا. اسأل الطلاب عن مغزى الميل السلبي للمستقيم. ربما تصبح تكلفة الإصلاحات الرئيسة أقل إذا أُجريت الصيانة المجدولة بشكل دوري. تحدّ

التأكد من فهم التمثيل البياني
18% من المصادر الطبيعية؛ و82% من المركّبات الصناعية

دفتر الكيمياء

التصوير المرئي اطلب إلى الطلاب شرح كيف أن الدوائر البيانية توفر معلومات نوعية وكمية. إن النظر إلى التمثيل بالقطاعات الدائرية يجعلك تحصل على معلومات نوعية، مثل أي قطاع من الدائرة هو الأكبر. إن النسبة المئوية المحددة للقطاع يوفر لك معلومات كمية. تحدّ

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الشكل 15 إنّ التمثيل البياني بالأعمدة هو طريقة فعّالة لعرض البيانات ومقارنتها. ويوضّح هذا التمثيل البياني العديد من المصادر الغذائية لعنصر المغنسيوم الذي يؤدّي دورًا مهمًا في صحة العضلات والأعصاب والعظام.

التأكد من فهم التمثيل البياني

فسّر ما الحصّتان الغذائيتان اللتان توفّران كميات متساوية من المغنسيوم؟

التأكد من فهم التمثيل البياني، الشكل 15 السبانخ والكاجو

■ **سؤال عن النص** قيمة المتغيّر المستقل هي $20.0\ cm^3$ وقيمة المتغيّر التابع هي $54\ g$

التوسّع

أنواع التمثيل البياني اطلب من مجموعات الطلاب إعداد قائمة من تجاربهم تتضمن بيانات يُمكن تمثيلها بيانيًا. واطلب إليهم مناقشة أفضل طريقة لتمثيل تلك البيانات بيانيًا. اطلب من المجموعات تشارك المعلومات ومناقشة طرق التمثيل البياني والاستنتاج والتوصل إلى إجماع بشأن أفضل طريقة لتمثيل تلك المعلومات بيانيًا.

خ م | التعلم التعاوني

المطويات®

المطويات® أضف معلومات من هذا القسم إلى مطويتك.

التمثيلات البيانية بالأعمدة غالبًا ما يُستخدم التمثيل البياني بالأعمدة لإظهار الاختلاف في كميّة معيّنة من فئة إلى أخرى. تشمل الأمثلة على الفئات والوقت والموقع ودرجة الحرارة. يتمّ تمثيل الكمّية موضوع القياس المحور الرأسي (المحور *y*)، فيما يتم تمثيل المتغيّر المستقل على المحور الأفقي (المحور *x*). وتُظهر الارتفاعات النسبية للأعمدة التغيّر الذي يطرأ على الكمية. يمكن استخدام التمثيل البياني بالأعمدة لمقارنة أعداد السكان في بلد واحد على حسب العمر أو للمقارنة بين أعداد سكان بلدان متعددة في الفترة الزمنية نفسها. يُظهر الشكل 15، أنّ الكمية التي تم قياسها هي المغنسيوم، والفئة المتغيّرة هي الحصص الغذائية. عند دراسة هذا التمثيل البياني، بالإمكان، وبسرعة، ملاحظة مدى اختلاف محتوى المغنسيوم في هذه الحصص الغذائية.

التمثيلات البيانية بالخطوط في علم الكيمياء، تكون غالبية التمثيلات البيانية التي يتم إنشاؤها تمثيلات بالخطوط. وتمثّل النقاط الموجودة على التمثيل البياني بالخطوط تقاطع البيانات لمتغيّرين.

المتغيّرات المستقلة والتابعة يتم تمثيل المتغيّر المستقل على المحور *x*. بينما يتم تمثيل المتغيّر التابع على المحور *y*. تذكّر أنّ المتغيّر المستقل هو المتغيّر الذي يغيره العالم عمدًا أثناء التجربة. في الشكل 16a، المتغيّر المستقل هو الحجم والمتغيّر التابع هو الكتلة. ما قيمة كلّ من المتغيّر المستقل والتابع عند النقطة B؟ الشكل 16b هو تمثيل بياني لدرجة الحرارة مقابل الارتفاع. بما أنّ نقاط البيانات لا تتوافق بشكلٍ تام، لا يمكن لخط المرور بها كلها. يجب رسم الخط بحيث يكون عدد النقاط الواقعة أعلاه مساويًا تقريبًا لعدد النقاط الواقعة أسفله. يُسمى هذا الخط بـ الخط الأفضل تمثيلًا للبيانات.

العلاقات بين المتغيّرات إذا كان الخط الأفضل تمثيلًا لمجموعة بيانات مستقيمًا، فتكون العلاقة خطية بين المتغيّرات ويُقال حينها إن المتغيّرات ذات علاقة طردية. يُمكن تقديم وصف إضافي للعلاقة بين المتغيّرات بواسطة تحليل انحدار، أو ميل، الخط.

مهن في الكيمياء

فنّي المعايرة تمثّل القياسات الدقيقة والمتكررة ضرورة ملحة للكيميائيين الذين يعملون في الأبحاث والصناعة. يقوم فنّي معايرة الأجهزة بضبط الأجهزة المستخدمة في المختبرات والمصانع واستكشاف مشاكلها وصيانتها وإصلاحها. ويتطلب عمله فهم المكونات الإلكترونية للجهاز واستخدام أجهزة الكمبيوتر وبرامج المعايرة.

التدريس المتمايز

ضعاف البصر استخدم لوحة مغنطة ومغناطيسات أو عجينة لاصقة للورق لإنشاء تمثيلات بيانية مختلفة. وأنشئ تمثيلات بيانية بالأعمدة وتمثيلات بيانية خطية، تتضمن محاور. ثم اطلب إلى الطلاب ضعاف البصر تحسس التمثيل البياني وشرح البيانات التي يتضمنها حجم عمود في التمثيل البياني للأعمدة والتي يتضمنها ميل المستقيم في التمثيل البياني الخطي. خ م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

428 الوحدة 15 • تحليل البيانات

إذا ارتفع المستقيم الأفضل تمثيلًا للبيانات متجهًا نحو اليمين، يكون ميله موجبًا. يشير الميل الموجب إلى أنّ المتغيّر التابع يزداد مع ازدياد المتغيّر المستقل. أما إذا انخفض المستقيم الأفضل مطابقة للبيانات متجهًا نحو اليمين، فيكون ميله سالبًا. يشير الميل السالب إلى أنّ المتغيّر التابع ينخفض مع ازدياد المتغيّر المستقل. وفي كلتا الحالتين، يكون ميل المستقيم ثابتًا.

يُمكنك استخدام زوجين من نقاط البيانات لحساب ميل المستقيم. إنّ الميل هو الارتفاع أو التغيّر في y. ويُرمز له بالرمز Δy، مقسومًا على المسافة، أو التغيّر في x. ويُرمز لها بالرمز Δx.

معادلة الميل

$$\text{الميل} = \frac{\text{الارتفاع}}{\text{المسافة}} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

إن y_2 وy_1 وx_2 وx_1 هي قيم من نقاط البيانات (x_2 وy_2) و(x_1 وy_1).

ميل المستقيم يساوي التغيّر في y مقسومًا على التغيّر في x.

عند تعيين كتلة مادة مقابل حجمها في مستوى إحداثي، فإنّ ميل المستقيم يُمثل كثافتها. يرد مثال على ذلك في الشكل 16a. لحساب ميل المستقيم، استبدل القيمتين x وy بالنقطتين A وB في معادلة الميل ثم أوجد ناتج القسمة.

$$\text{الميل} = \frac{54\text{ g} - 27\text{ g}}{20.0\text{ cm}^3 - 10.0\text{ cm}^3}$$
$$= \frac{27\text{ g}}{10.0\text{ cm}^3}$$
$$= 2.7\text{ g/cm}^3$$

بالتالي، يساوي ميل المستقيم، أي الكثافة، 2.7 g/cm^3.

عندما يكون الخط الأفضل تمثيلًا للبيانات منحنيًا، تكون العلاقة بين المتغيّرات غير خطية. في علم الكيمياء، ستطّلع على علاقات غير خطية تسمى العلاقات العكسية. راجع كُتيب الرياضيات للاطلاع على المزيد من التعمق في التمثيلات البيانية.

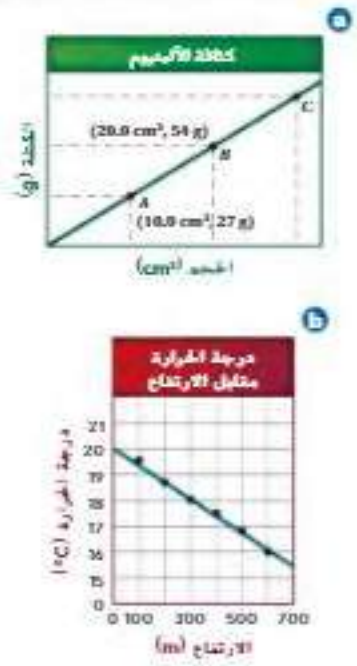
تفسير التمثيلات البيانية

عليك استخدام منهج منظم عند تحليل التمثيلات البيانية. أولًا، لاحظ كلًّا من المتغيّرات المستقلة والتابعة. ثم، قرر ما إذا كانت العلاقة بين المتغيرات خطية أم غير خطية. وإذا كانت خطية، فهل الميل موجب أم سالب؟

الاستيفاء والاستقراء عندما تكون النقاط على تمثيل بياني خطي متّصلة، تُعتبر البيانات متصلة. تتيح لك البيانات المتصلة قراءة قيمة أي نقطة تقع بين نقاط البيانات المُسجلة. تُسمى هذه العملية الاستيفاء. على سبيل المثال، بالرجوع إلى الشكل 16b، ما درجة الحرارة على ارتفاع 350 m؟ لاستيفاء هذه القيمة، حدد موقع 350 m أولًا على المحور x. تقع هذه القيمة في المنتصف بين 300 m و 400 m. أجر إسقاطًا إلى الأعلى انطلاقًا من هذه القيمة وصولًا إلى المستقيم الذي سبق تعيينه. ثمّ، انطلاقًا من نقطة التقاطع، أجر إسقاطًا أفقيًا متجهًا نحو اليسار حتى تصل إلى المحور y. إذًا، درجة الحرارة عند ارتفاع 350 m تساوي 17.8°C تقريبًا.

كما يُمكنك مد الخط إلى خارج نطاق البيانات المتاحة التي سبق تعيينها بهدف تقدير قيم جديدة. تُسمى هذه العملية الاستقراء. من الضروري أن تتوخى الحذر الشديد أثناء الاستقراء، إذ يمكن أن يؤدي إلى أخطاء وأن تنتج منه توقعات أبعد ما تكون عن الدقة.

التأكد من فهم النص **اشرح** السبب الذي يجعل الاستقراء أقل موثوقية من الاستيفاء.



الشكل 16 يوضّح كلا التمثيلين البيانيين هذين علاقات خطية. يتم تعريف ميل كل مستقيم على أنه نسبة الارتفاع إلى المسافة.

التأكد من فهم التمثيل البياني **حدّد** التمثيل البياني الذي يُظهر علاقة طردية.

التأكد من فهم التمثيل البياني
التمثيل البياني A

التقويم

الأداء اطلب من كل طالب رسم تمثيل بالقطاعات الدائرية وتمثيل بياني بالأعمدة وتمثيل بياني خطي، ثم اطلب منهم تحديد استخدامات كل منها. يوضّح التمثيل بالقطاعات الدائرية علاقة الجزء بالكل. ويشير التمثيل البياني بالأعمدة إلى طريقة اختلاف الكمية باختلاف العوامل، مثل الموقع أو الزمن. ويُشير التمثل البياني الخطي إلى العلاقة بين متغيّرين. كما يمكن استيفاء البيانات. ش م

التوسّع

حاسبات التمثيل البياني يستخدم العديد من طلاب الكيمياء والجبر في المدارس الثانوية حاسبات التمثيل البياني، لكن لوائح استخدامها تختلف من بلد إلى آخر. يرشد العديد من معلمي الرياضيات في المدارس الثانوية الطلاب إلى استخدام حاسبات التمثيل البياني، وبالرغم من ذلك، يُسمح باستخدام أنواع معينة منها فقط في امتحانات AP و SAT. في فنلندا، لا يُسمح باستخدام حاسبات التمثيل البياني ثلاثية الأبعاد في امتحانات القبول في الجامعة. وفي النرويج، لا يُسمح باستخدام الحاسبات المزودة بإمكانيات الاتصالات اللاسلكية. اسأل الطلاب عن وجهة نظرهم في مزايا وعيوب استخدام حاسبة التمثيل البياني. ش م

التأكد من فهم النص

يتعامل الاستقراء مع القيم التي تقع خارج نطاق القيم التي تم قياسها.

مشروع الكيمياء

العلاقات الخطية وغير الخطية
اطلب إلى الطلاب ملاحظة السبب والنتيجة والمتغيّرات المستقلة والتابعة في حياتهم اليومية. واطلب إليهم توقع ما إذا كانت العلاقات المُلاحظة خطية أم غير خطية. ش م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التأكد من فهم التمثيل البياني إنّ الحد الأقصى هو تقريبًا 280 DU، الحد الأدنى هو تقريبًا 140 DU؛ التنوع = 280 DU − 140 DU = 140 DU

3 التقويم

التأكد من الفهم

اكتب $y = mx + b$ على السبورة واطلب إلى الطلاب تحديد معنى كل رمز. وأعطهم إحدى النقاط التي يتضمنها التمثيل البياني، بالإضافة إلى نقطة التقاطع مع محور y واطلب إليهم حساب الميل. ش م

إعادة التدريس

اطلب من طلاب بأطوالهم متفاوتة الوقوف أمام اللوحة. ثم علم ارتفاع كل واحد منهم لتشكل تمثيلا بيانيًا أوليًا بالأعمدة. ويُمكن للطلاب الوقوف بالترتيب تصاعديًا ثم تنازليًا بحيث يقف الطالب الأطول في الوسط، أو يمكن للطلاب ان يقفوا بترتيب عشوائي اسأل طلاب الصف ما إذا كان ترتيب الطلاب يؤثر في الصورة والمعلومات التي يحصلون عليها من التمثيل البياني أم لا. بالطبع، ينتج عن الوقوف بترتيب مختلف معلومات مختلفة. ش م

التوسّع

ارسم خطين على تمثيل بياني، أحدهما بميل موجب والآخر بميل سالب. وبالنسبة إلى كل خط، اطلب إلى الطلاب شرح ما يحدث للمتغيّر التابع عند زيادة المتغيّر المستقل. موجب: يزداد المتغيّر التابع؛ سالب: يتناقص المتغيّر التابع. ش م

الشكل 17 يمثّل الخطان في هذا التمثيل البياني متوسط مستويات الأوزون خلال فترتين زمنيتين، 1957–1972، و1979–2010. يُظهر التمثيل البياني جليًا أنّ مستويات الأوزون انخفضت في السنوات الأخيرة مبتعدًا عن نظيراتها في الفترة الممتدة بين 1957 و 1972. تعتبر ثقب الأوزون بشكل عام المنطقة التي يكون فيها إجمالي الأوزون أقلّ من 220 وحدة دوبسون (DU).

التأكد من فهم التمثيل البياني
فسّر ما مقدار اختلاف إجمالي الأوزون خلال الفترة البالغة 9 أشهر في الفترة بين 1979 و 2010؟

تفسير بيانات الأوزون يبيّن الشكل 17 قيمة استخدام التمثيلات البيانية في تصوير البيانات. تم أخذ قياسات الأوزون المهمة هذه عند محطة أبحاث هالي في القارة القطبية الجنوبية. يُظهر التمثيل البياني الاختلاف في مستويات الأوزون من أغسطس إلى أبريل، حيث المُتغيّران المستقل والتابع هما، على التوالي، الشهر وإجمالي الأوزون.

إنّ كلّ خط على التمثيل البياني يمثّل فترة زمنية مختلفة. يُمثّل الخط الأحمر متوسط مستويات الأوزون من 1957 إلى 1972. وخلال هذه الفترة تباينت مستويات الأوزون من 285 DU (وحدة دوبسون) إلى 360 DU تقريبًا. بينما يمثّل الخط الأخضر مستويات الأوزون من 1979 إلى 2010. ولم تصل مستويات الأوزون خلال هذه الفترة إلى مستويات مرتفعة كما وصلت إليها في الفترات الممتدة من 1957 إلى 1972.

يجعل التمثيل البياني حالة ثقب الأوزون جليّة بوضوح. ويشير الانحدار في الخط الأخضر إلى وجود ثقب الأوزون. يتيح وجود بيانات من فترتين زمنيتين على التمثيل البياني نفسه، للعلماء، مقارنة البيانات الحديثة مع بيانات فترة زمنية سابقة على ظهور ثقب الأوزون. ساعدت التمثيلات البيانية المشابهة للشكل 17 العلماء في تحديد اتجاه مهم متعلق بمستويات الأوزون والتحقق من نفاد مستويات الأوزون مع مرور الوقت.

القسم 4 مراجعة

ملخص القسم

- يوضّح التمثيل بالقطاعات الدائرية أجزاء من الكل. تُبيّن التمثيلات البيانية بالأعمدة كيفية اختلاف عامل مع الوقت أو الموقع أو درجة الحرارة.
- يُمكن أن تكون المُتغيرات المستقلة (المحور x) والتابعة (المحور y) ذات صلة في ما بينها بطريقة خطية أو غير خطية. يُعرف ميل خط مستقيم على أنه الارتفاع/المسافة أو $\Delta y/\Delta x$.
- بما أنّ بيانات التمثيل البياني الخطي متصلة، يمكن استيفاء قيمة بين نقاط البيانات أو استقراء قيمة أبعد منها.

1. **تفكير ناقد** اشرح سبب اعتبار التمثيل البياني أداة مهمة لتحليل البيانات.
2. **استدلّ** ما نوع البيانات التي يجب تمثيلها على تمثيل بياني لميل الخط بهدف تمثيل الكثافة؟
3. **اربط** إذا كان ميل التمثيل البياني الخطي سالبًا، فماذا يُمكنك قوله عن المُتغيّر التابع؟
4. **لخّص** ما البيانات التي يظهرها بالصورة الأفضل تمثيل بالقطاعات الدائرية؟ تمثيل بياني بالأعمدة؟
5. **أنشئ** تمثيلًا بالقطاعات الدائرية لمكونات الهواء، N_2 78.08%، O_2 20.95%، Ar 0.93%، CO_2 0.04% ومغازات أخرى.
6. **استدلّ** من الشكل 17 على مدة استمرار ثقب الأوزون.
7. **طبّق** ارسم تمثيلًا بيانيًا للكتلة مقابل الحجم للبيانات الواردة في الجدول. ما ميل الخط؟

الحجم (cm^3)	7.5	12	15	22
الكتلة (g)	24.1	38.5	48.0	70.1

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 4 مراجعة

1. غالبًا، لا تُرى الاتجاهات في البيانات بسهولة عند عرض البيانات في جدول. وينتج تمثيل البيانات تحديد الأنماط والاتجاهات وتفسيرها بسهولة أكبر. كما يوفّر التمثيل البياني معلومات مرئية عن العلاقات بين المتغيّرات والكميات النسبية وأجزاء من الكل.
2. يجب تمثيل بيانات الكتلة والحجم؛ حيث تمثل قيمة y الكتلة وقيمة x الحجم.
3. تتناقص القيمة كلما زاد المتغيّر المستقل.
4. التمثيل بالقطاعات الدائرية: أجزاء من الكل؛ التمثيل البياني بالأعمدة: طريقة اختلاف كمية مع عامل مثل الموقع
5. يجب أن تتضمن التمثيلات البيانية للطلاب أربعة قطاعات دائرية يتغيّر قياسها بما يتناسب مع النسب المئوية للتركيب المعطى.
6. من سبتمبر إلى نوفمبر، مدة تبلغ ثلاثة أشهر تقريبًا
7. ينبغي أن توضّح التمثيلات البيانية للطلاب الكتلة على المحور y والحجم على المحور x. يساوي ميل المستقيم $3.2\ g/cm^3$.

علم السُّمّيات:
تقويم المخاطر الصحية

من المرجح أن تحتوي خزانة في منزلك أو مدرستك على منتجات تحمل الرمز الظاهر في **الشكل 1**. تتضمّن المذيب من منتجات التنظيف والدهان والبستنة مواد كيميائية سامة. وقد يكون التعرّض لهذه المواد الكيميائية خطرًا. تشمل آثارها المحتملة الصداع والغثيان والطفح الجلدي والتشنجات والذيبوبة. وقد يصل الأمر إلى الوفاة. يعمل عالم السموم على حماية صحة الإنسان من خلال دراسة الآثار الضارة للمواد الكيميائية وتحديد المستويات الآمنة للتعرض لها.

الشكل 2 تتوافق نقاط البيانات السبع مع سبع مجموعات من الفئران التي تم إعطاؤها جرعات مختلفة من مادة مسرطنة.

الشكل 1 يشير رمز الجمجمة والعظمتين المتقاطعتين إلى السم.

العوامل الرئيسة للسمية إنّ الوارفارين عقار يُستخدم لمنع جلطات الدم لدى الأشخاص الذين سبق أن تعرضوا لسكتة دماغية أو أزمة قلبية، كما إنه سمّ فعال لمكافحة الفئران. كيف يمكن ذلك؟ إنّ أحد العوامل الرئيسة للسمية هي الجرعة وهي مقدار المادة الكيميائية التي يتناولها كائن حي. ويمكن أن تكون مدة التعرّض عاملًا أيضًا؛ فحتى التعرض لجرعة صغيرة من بعض المواد الكيميائية على مدى فترات زمنية طويلة يُمكن أن يشكّل خطرًا. كما تتأثر السمية بوجود مواد كيميائية أخرى في الجسم. وكذلك بالسنّ وجنس الفرد وقابلية المادة الكيميائية من حيث امتصاصها وإخراجها.

يربط منحنى الاستجابة للجرعة، الموضّح في**الشكل 2**، بين سمية مادة ما وآثارها البدنية. ويوضّح منحنى الاستجابة للجرعة هذا نتائج تجربة تم فيها إعطاء جرعات مختلفة من مادة مسرطنة إلى مجموعة فئران. لقد خضعت الفئران لفحص الأورام بعد 90 يومًا من التعرض. يبيّن التمثيل البياني ازديادًا واضحًا في حدوث الأورام.

تطبيق بيانات السمية كيف يتوقع علماء السموم المخاطر الصحية المحيطة بالأشخاص؟ قد تتوافر بيانات السُّمّية من دراسات تتعلق بالتعرض المنتظم للمواد الكيميائية في أماكن العمل، وكذلك من السجلات الطبية للتعرّض العرضي لمادة كيميائية. وغالبًا ما يجري اختبار السُّمّية باستخدام مزارع البكتيريا والخلايا. يلاحظ علماء السموم تأثير الجرعات الكيميائية في البكتيريا. في حال حدثت طفرات، فتُعتبَر المادة الكيميائية ضارة.

ورقة بيانات سلامة المواد يطبّق علماء السموم نماذج رياضية وخبرة بالمواد المماثلة على بيانات السُّمّية لتقدير مستويات التعرض الآمنة للبشر.

كيف يمكنك الحصول على هذه المعلومة؟ يُطلب من كل ساحب عمل الاحتفاظ بأوراق بيانات سلامة المواد (MSDS) للمواد الكيميائية الخطرة التي يستخدمها العاملون في أماكن عملهم، إذ تشرح ورقة بيانات سلامة المواد الآثار الصحية المحتملة والملابس ووافيات العين التي يجب ارتداؤها، وخطوات الإسعافات الأولية اللازم اتباعها بعد التعرّض. كما يُمكنك مراجعة قواعد بيانات المنتجات المنزلية، التي توفر معلومات الصحة والسلامة لأكثر من 5000 منتج شائع الاستخدام.

الكتابة في ◀ الكيمياء

بحث احصل على ورقة بيانات سلامة المواد للعديد من المنتجات المستخدمة في المنزل. ثم قارن الآثار الصحية السلبية المحتملة للتعرض للمنتجات وسجّل متطلبات الإسعافات الأولية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الهدف

سيتعرف الطلاب على مجال علم السميات ويستكشفون العوامل التي تؤثر في سمية المواد الكيميائية في الكائنات الحية. ويفهمون طريقة تطبيق البيانات المستخلصة من اختبارات علم السميات في المنزل والمدرسة ومكان العمل.

الخلفية

تُعتبَر السمية الانتقائية تطبيقًا مهمًا لأبحاث علم السميات. ويستند هذا المفهوم إلى حقيقة أنّ الأنواع المختلفة قد تستجيب بطريقة مختلفة عقب التعرض المتزامن لجرعة من مادة كيميائية محددة. على سبيل المثال، تُعتبَر المضادات الحيوية قاتلة للبكتيريا، لكنها أقل سمية بكثير للإنسان. وقد صُنعت بعض المبيدات الحشرية للقضاء على أنواع الحشرات، في حين لا يكون لها آثار سلبية على النباتات التي تصيبها.

استراتيجيات التدريس

- ناقش أمثلة لطريقة حماية جسم الإنسان لنفسه من التعرض للمواد السامة. تُفكك خلايا الكبد والكلى المواد السامة ويتخلّص منها الجسم، ويُمكن للقيء العفوي لفظ المواد الضارة التي يتم ابتلاعها
- اطلب إلى الطلاب إجراء عصف ذهني للخصائص والمعلومات العامة التي قد يحتاج إليها الطبيب عند تحديد المخاطر الصحية المحتملة لمريض في غرفة الطوارئ تعرض لمادة كيميائية. العمر أو النوع أو طول فترة التعرض أو مسار التعرض أو الطعام أو السائل المتناول قبل التعرض

الكتابة في ◀ الكيمياء

البحث ستتنوع الإجابات وفقًا لاختيار الطالب للمنتج. نموذج الإجابة: تشير ورقة بيانات سلامة المواد لسائل غسيل الأطباق الأنوماتيكي إلى أنّه يسبب تهيج العينين والجلد. وفي حال ابتلاعه، سيهيج الفم والحلق والمعدة. تكون الإسعافات الأولية كالتالي: بالنسبة إلى العينين، تُغسل بالماء الجاري لمدة 15 دقيقة؛ وبالنسبة إلى الجلد، يُغسل بالماء والصابون؛ وفي حالة البلع، يتم شرب كميات كبيرة من اللبن أو الماء. ولا تستحث القيء. اتصل بالطبيب في حالة الابتلاع أو استمرار تهيج العينين والجلد.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

ملاحظاتي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 15 دليل الدراسة

استخدام المفردات

لتعزيز المفردات الواردة في الوحدة، اطلب إلى الطلاب كتابة جملة باستخدام كل مصطلح. خ م

استراتيجيات المراجعة

- اطلب إلى الطلاب سرد نظام الوحدات الدولية ووحدة أخرى شائعة الاستخدام للحجم والضغط ودرجة الحرارة. خ م
- اطلب إلى الطلاب سرد قواعد تقريب الأرقام المعنوية وتحديد العدد الصحيح من الأرقام المعنوية عقب العمليات الحسابية. خ م

الوحدة 15 دليل الدراسة

المفردة الرئيسة يجمع الكيميائيون البيانات ويحللونها لتحديد كيفية تفاعل المادة.

القسم 1 الوحدات والقياسات

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

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

- تسمح وحدات قياس النظام الدولي للعلماء بتسجيل البيانات للعلماء الآخرين.
- إنّ إضافة بادئات إلى وحدات النظام الدولي يوسّع مدى القياسات المحتملة.
- للتحويل إلى حرارة كلفن، أضف 273 إلى الدرجة السيليزية.

$$K = °C + 273$$

- تتوفر وحدات مشتقة للحجم والكثافة. يمكن استخدام الكثافة، وهي نسبة الكتلة إلى الحجم، لتحديد هوية عينة مجهولة من المادة.

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

القسم 2 الترميز العلمي والتحليل البُعدي

الترميز العلمي scientific notation
تحليل بُعدي dimensional analysis
معامل تحويل conversion factor

المفردة الرئيسة غالبًا ما يعبّر العلماء عن الأعداد بالترميز العلمي ويحلّون المسائل باستخدام التحليل البُعدي.

- يُكتب العدد الذي يتم التعبير عنه بالترميز العلمي على شكل معامل بين 1 و10 مضروبًا في 10 مرفوعًا إلى أس.
- لجمع أعداد مكتوبة بترميز علمي أو طرحها، يجب أن تتضمن الأعداد الأس نفسه.
- لضرب أعداد مكتوبة بالترميز العلمي أو قسمتها، اضرب المعاملات أو قسّمها ثم اجمع الأسس أو اطرحها، على التوالي.
- يستخدم التحليل البُعدي عوامل التحويل لحل المسائل.

القسم 3 الشك في البيانات

الدقة accuracy
الضبط precision
الخطأ error
النسبة المئوية للخطأ percent error
الرقم المعنوي significant figure

المفردة الرئيسة تحتوي القياسات على شكوك تؤثر في طريقة تقديم نتيجة حسابية.

- إنّ القياس الدقيق قريب من القيمة المقبولة. تُظهر مجموعة القياسات الدقيقة اختلافًا بسيطًا.
- يُحدد جهاز القياس درجة الدقة الممكنة.
- الخطأ هو الفرق بين القيمة التي تم قياسها والقيمة المقبولة. تُعطي النسبة المئوية للخطأ النسبة المئوية للانحراف عن القيمة المقبولة.

$$\text{خطأ} = \text{القيمة التجريبية} - \text{القيمة المقبولة}$$

$$\text{النسبة المئوية للخطأ} = \frac{\text{الخطأ}}{\text{القيمة المقبولة}} \times 100$$

- يوضّح عدد الأرقام المعنوية دقة البيانات التي تم الإفصاح عنها.
- غالبًا ما تُقرّب العمليات الحسابية إلى العدد الصحيح للأرقام المعنوية.

القسم 4 تمثيل البيانات

تمثيل بياني graph

المفردة الرئيسة تصوّر التمثيلات البيانية البيانات بصورة مرئية، مما يجعل اكتشاف الأنماط والاتجاهات أسهل.

- يوضّح التمثيل بالقطاعات الدائرية أجزاء من الكل. تبيّن التمثيلات البيانية بالأعمدة كيفية اختلاف عامل مع الوقت أو الموقع أو درجة الحرارة.
- يمكن أن تكون التغيرات المستقلة (المحور x) والتابعة (المحور y) ذات صلة في ما بينها بطريقة خطية أو غير خطية. يُعرف ميل خط مستقيم على أنه الارتفاع/المسافة أو $\Delta y/\Delta x$.

$$\text{الميل} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2}$$

- بما أنّ بيانات التمثيل البياني الخطي متصلة، يمكنك استيفاء قيمة بين نقاط البيانات أو استقراء قيمة أبعد منها.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 15 • دليل الدراسة 433

القسم 1

إتقان المفاهيم

1. يعطيك العدد قيمة كمية، وتُشير الوحدة إلى ما تم قياسه.
2. يتحدث العلماء من مختلف الدول لغات مختلفة ويتحدرون من ثقافات مختلفة لكن يجب أن يكونوا قادرين على مشاركة البيانات ومقارنتها.
3. تشير البادئات إلى حجم القياس.
4. $1\ km = 1000\ m;\ 1\ dm = 0.1\ m$
5. نظام الوحدات الدولية للحجم هي المتر المكعب، m^3، التي تساوي ناتج ثلاثة قياسات طول بنظام الوحدات الدولية.
6. أحجام الوحدات متساوية:
$°C + 273 = K$
7. ينبغي أن توضّح رسومات الطلاب الطبقات بالترتيب التالي من أعلى إلى أسفل: الغلين والكحول الإيثيلي والخشب (البلوط) وزيوت المحركات وكحول أيزوبروبيل وزيت نباتي والبلاستيك (عند المستوى نفسه) والماء والجلسرين وشراب الذرة وعظمة.

إتقان حل المسائل

8. الكثافة $= 1\ g/mL$
9. الحجم $= 3.0\ mL$
10. الكثافة $= 1.5\ g/mL$
11. لا. لا يُمكن استخدام الثيرموميتر بالمقياس السيليزي لصُنع هذه الحلوى لأنّه خارج نطاق درجة الحرارة.

القسم 2

إتقان المفاهيم

12. يستخدم الترميز العلمي عددًا بين 1 و10 مرفوعًا إلى أس عشرة للإشارة إلى حجم الأعداد الكبيرة أو الصغيرة جدًا.
13. موجب
14. a. $X.XXXX \times 10^{2}$
b. $X.XX \times 10^{-7}$
15. اطرحها.
16. تظل القيمة.
17. ستكون الأمتار في المقام بحيث ستشطب الوحدات عند ضرب القيمة البادئة في عامل التحويل.

القسم 1

إتقان المفاهيم

1. لماذا يجب أن يتضمن القياس عددًا ووحدة معًا؟
2. اشرح سبب اعتبار وحدات القياس المعيارية ذات أهمية خاصة للعلماء.
3. ما الدور الذي تؤديه البادئات في النظام المتري؟
4. كم عدد الأمتار في الكيلومتر الواحد؟ في الديسيمتر الواحد؟
5. **النظام الدولي للوحدات** ما العلاقة بين وحدة الحجم ووحدة الطول وفق النظام الدولي؟
6. اشرح العلاقة التي تحوّل الحرارة من مقياس الدرجة السيليزية إلى مقياس كلفن.
7. افحص قيم الكثافة لمجموعة من السوائل والأجسام الصلبة الواردة في **الجدول 5**. ارسم نتائج التجربة التي قسمت كلًا من السوائل والأجسام الصلبة إلى طبقات في أسطوانة مدرجة سعتها 1000 mL.

الجدول 5 قيم الكثافة

السوائل (g/mL)		الأجسام الصلبة (g/cm³)	
الكحول الإيثيلي	0.789	العظم	1.85
الجلسرين	1.26	الغلين	0.24
كحول أيزوبروبيلي	0.870	البلاستيك	0.91
شراب الذرة	1.37	خشب (البلوط)	0.84
زيت المحركات	0.860		
زيت نباتي	0.910		
ماء عند درجة حرارة 4°C	1.000		

إتقان حل المسائل

8. عينة من الماء حجمها 5 mL وكتلتها 5 g. جد كثافة الماء؟
9. تساوي كثافة الألمنيوم 2.7 g/mL. ما حجم كتلة تبلغ 8.1 g؟
10. حجم كتلته 7.5 g وُضع في أسطوانة مدرجة فرفع مستوى الماء فيها من 25.1 mL إلى 30.1 mL. ما كثافة هذا الجسم؟
11. **صناعة الحلوى** تحتوي وصفة تحضير حلوى البرالين على إرشادات تنبه الطاهي إلى ضرورة إزالة النار من تحت الإناء الذي يحتوي على خليط الحلوى عندما يصل هذا الخليط إلى مرحلة الكرة اللينة، وذلك عندما تبلغ درجة الحرارة 236°F. وبعد بلوغ هذه المرحلة، يضاف الجوز الأمريكي والفانيليا. هل يمكن استخدام مقياس حرارة بالدرجة السيليزية يتراوح مداه بين −10°C و 110°C لتحديد متى يبلغ خليط الحلوى مرحلة الكرة اللينة؟

القسم 2

إتقان المفاهيم

12. كيف يختلف الترميز العلمي عن الترميز العادي؟
13. إذا حركت المنزلة العشرية إلى اليسار لتحويل عدد إلى ترميز علمي، فهل سيكون أس 10 موجبًا أم سالبًا؟
14. تجد أدناه عددان غير معرفين كُتبا بالترميز العادي، مع ذكر عدد المنازل العشرية التي يجب أن تتحرك النقطة العشرية وفقها، من أجل إعادة كتابة كلٍ من العددين بالترميز العلمي. إذا مثّل X رقمًا معلومًا، فاكتب كل عدد بالترميز العلمي.
a. XXX.XX
b. 0.000000XXX
15. عند قسمة عددين مكتوبين بالترميز العلمي، ماذا تعمل بالأسس؟
16. عند التحويل من وحدة صغيرة إلى أخرى كبيرة، ماذا يحدث لعدد الوحدات؟
17. عند التحويل من أمتار إلى سنتيمترات، كيف تحدد القيم التي ينبغي وضعها في البسط والمقام لعامل التحويل؟

إتقان حل المسائل

18. اكتب الأعداد التالية بالترميز العلمي.
a. 0.0045834 mm
b. 0.03054 g
c. 438,904 s
d. 7,004,300,000 g
19. اكتب الأعداد التالية بالترميز العادي.
a. 8.348×10^{6} km
b. 3.402×10^{3} g
c. 7.6352×10^{-3} kg
d. 3.02×10^{-5} s
20. أكمل مسائل الجمع والطرح التالية بالترميز العلمي.
a. $(6.23 \times 10^{6}\ kL) + (5.34 \times 10^{6}\ kL)$
b. $(3.1 \times 10^{4}\ mm) + (4.87 \times 10^{5}\ mm)$
c. $(7.21 \times 10^{3}\ mg) + (43.8 \times 10^{2}\ mg)$
d. $(9.15 \times 10^{-4}\ cm) + (3.48 \times 10^{-4}\ cm)$
e. $(4.68 \times 10^{-5}\ cg) + (3.5 \times 10^{-6}\ cg)$
f. $(3.57 \times 10^{2}\ mL) - (1.43 \times 10^{2}\ mL)$
g. $(9.87 \times 10^{4}\ g) - (6.2 \times 10^{3}\ g)$
h. $(7.52 \times 10^{5}\ kg) - (5.43 \times 10^{5}\ kg)$
i. $(6.48 \times 10^{-3}\ mm) - (2.81 \times 10^{-3}\ mm)$
j. $(5.72 \times 10^{-4}\ dg) - (2.3 \times 10^{-5}\ dg)$
21. أكمل مسائل الضرب والقسمة التالية بالترميز العلمي.
a. $(4.8 \times 10^{5}\ km) \times (2.0 \times 10^{3}\ km)$
b. $(3.33 \times 10^{-4}\ m) \times (3.00 \times 10^{-5}\ m)$
c. $(1.2 \times 10^{6}\ m) \times (1.5 \times 10^{-7}\ m)$
d. $(8.42 \times 10^{8}\ kL) \div (4.21 \times 10^{3}\ kL)$
e. $(8.4 \times 10^{6}\ L) \div (2.4 \times 10^{-3}\ L)$
f. $(3.3 \times 10^{-4}\ mL) \div (1.1 \times 10^{-6}\ mL)$

إتقان حل المسائل

18. a. 4.5834×10^{-3} mm
b. 3.054×10^{-2} g
c. $4.389\ 04 \times 10^{5}$ s
d. 7.0043×10^{9} g
19. a. 8,348,000 km
b. 3402 g
c. 0.0076352 kg
d. 0.0000302 s
20. a. 1.157×10^{7} kL
b. 5.18×10^{5} mm
c. 1.159×10^{4} mg
d. 1.263×10^{-3} cm
e. 5.03×10^{-5} cg
f. 2.14×10^{2} mL
g. 9.25×10^{4} g
h. 2.09×10^{5} kg
i. 3.67×10^{-3} mm
j. 5.49×10^{-4} dg
21. a. $9.6 \times 10^{8}\ km^2$
b. $9.99 \times 10^{-9}\ m^2$
c. $1.8 \times 10^{-1}\ m^2$
d. 2.00×10^{5} kL
e. 3.5×10^{9} L
f. 3.0×10^{2} mL

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

22. حوّل القياسات التالية.
a. 5.70 g إلى ملليجرامات
b. 4.37 cm إلى أمتار
c. 783 kg إلى جرامات
d. 45.3 mm إلى أمتار
e. 10 m إلى سنتيمترات
f. 37.5 g/mL إلى kg/L

23. **الذهب** تساوي الأوقية الترويسية 480 حبة. وتساوي الحبة الواحدة 64.8 ملليجراما. إذا كان سعر الذهب يساوي AED 560 للأوقية، فما سعر 1 g من الذهب؟

24. **القشار** يساوي متوسط كتلة حبة القشار 0.125 g. فإذا كان الرطل الواحد = 16 أوقية، والأوقية الواحدة = 28.3 g. ما عدد حبات القشار الموجودة في 0.500 رطلًا من القشار؟

25. **الدم** يوجد 15 g من الهيموجلوبين في كل 100 mL من دمك. وكل 10.0 mL من الدم تستطيع حمل 2.01 mL من الأكسجين. ما عدد الملليلترات من الأكسجين التي يحملها كل جرام من الهيموجلوبين؟

26. **التغذية** تساوي جرعة الكالسيوم اليومي بها للبراهمين 1300 mg يوميًا. ويحتوي لتر الحليب على 650 mg من الكالسيوم. كم لترًا من الحليب ينبغي على البراهمة شربها يوميًا للحصول على المقدار اليومي به من الكالسيوم؟

القسم 3

إتقان المفاهيم

27. أي صفر هو المحتوى في العدد 50,540؟ ماذا ينطبق على الصفر الآخر؟

28. لماذا لا تكون قيم النسبة المئوية للخطأ سالبة أبدًا؟

29. إذا أُعيدت قياسين للكتلة، 7.42 g و 7.56 g، فهل القياسان دقيقان؟ كيف يمكنك تقييم دقة هذين القياسين؟ اشرح إجابتك.

30. أي من الأعداد التالية ينتج العدد نفسه عند تقريبه إلى ثلاثة أرقام معنوية، 3.456 أو 3.450 أو 3.448؟

الشكل 18

31. اكتب القياس الوارد في **الشكل 18** إلى العدد الصحيح من الأرقام المعنوية.

32. عند طرح 61.45 g من 242.6 g، ما القيمة التي تحدّد عدد الأرقام المعنوية في الإجابة؟ اشرح.

إتقان حل المسائل

33. فرّغ كل عدد إلى أربعة أرقام معنوية.
a. 431,801 kg
b. 10,235.0 mg
c. 1.0348 m
d. 0.004384010 cm
e. 0.00078100 mL
f. 0.0098641 cg

34. فرّغ إجابة كل مسألة إلى العدد الصحيح من الأرقام المعنوية.
a. $(7.31 \times 10^4) + (3.23 \times 10^3)$
b. $(8.54 \times 10^{-3}) - (3.41 \times 10^{-4})$
c. 4.35 dm × 2.34 dm × 7.35 dm
d. 4.78 cm + 3.218 cm + 5.82 cm
e. 38,736 km ÷ 4784 km

35. إذا كان الطول المقبول لأنبوب من الصلب هو 5.5 m فاحسب النسبة المئوية للخطأ لكل من هذه القياسات.
a. 5.2 m
b. 5.5 m
c. 5.7 m
d. 5.1 m

36. إذا كانت الكثافة المقبولة للنحاس هي 8.96 g/mL. فاحسب النسبة المئوية للخطأ لكل من هذه القياسات.
a. 8.86 g/mL
b. 8.92 g/mL
c. 9.00 g/mL
d. 8.98 g/mL

القسم 4

إتقان المفاهيم

37. **وقود التدفئة** أي تمثيل بياني قد تستخدم لتبين عدد الأشر التي تتدفأ باستخدام الغاز أو النفط أو الكهرباء؟ اشرح.

38. **استهلاك الجازولين** ما نوع التمثيل البياني الذي ستختاره لتبين استهلاك الجازولين على مدار 10 أعوام؟ اشرح.

39. كيف يمكنك إيجاد ميل التمثيل البياني الخطي؟

إتقان حل المسائل

الشكل 19

40. استخدم **الشكل 19** للإجابة عن الأسئلة التالية.
a. ما المادة ذات الكثافة الأكبر؟
b. ما المادة ذات الكثافة الأقل؟
c. ما المادة التي تبلغ كثافتها 7.87 g/cm³؟
d. ما المادة التي تبلغ كثافتها 11.4 g/cm³؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

22. a. 5.70×10^3 mg
b. 4.37×10^{-2} m
c. 7.83×10^5 g
d. 4.53×10^{-2} m
e. 1000 cm
f. 37.5 kg/L

23. AED 18/g ذهب

24. 1810 حبة قشار

25. 1.34 mL أكسجين/g هيموجلوبين

26. 1 L حليب

القسم 3

إتقان المفاهيم

27. الأول: الناشب

28. نظرًا إلى أنّ معادلة النسبة المئوية للخطأ تستخدم القيمة المطلقة للخطأ

29. يجب أن تعرف القيمة المقبولة لمعرفة ما إذا كانت القياسات دقيقة أم لا. وقد يقترح الطلاب التحقق من الضبط وذلك بمقارنة القياسات بتلك التي أجراها الآخرون وتلك التي أُجريت على موازين أخرى.

30. 3.450 و 3.448

31. 5.85 cm

32. 242.6. هو الرقم الذي يتضمن أقل أعداد على يمين النقطة العشرية: وهو أقل ضبطًا.

إتقان حل المسائل

33. a. 431,800 kg
b. 10,240 m
c. 1.035 m
d. 0.004384 cm
e. 0.0007810 mL
f. 0.009864 cg

34. a. 7.63×10^4
b. 8.20×10^{-3}
c. 74.8 dm³
d. 13.82 cm
e. 8.097 km

35. a. نسبة الخطأ = 5.5%
b. الخطأ = 0
c. نسبة الخطأ = 3.6%
d. نسبة الخطأ = 7.3%

36. a. النسبة المئوية للخطأ = 1.12%
b. النسبة المئوية للخطأ = 0.446%
c. النسبة المئوية للخطأ = 0.446%
d. النسبة المئوية للخطأ = 0.223%

القسم 4

إتقان المفاهيم

37. يُمكن استخدام التمثيل البياني بالأعمدة مع تمثيل طريقة التدفئة على المحور x وعدد الأسر على المحور y. وإذا تضمنت البيانات كل أسر منطقة ما، يُمكن تحويل الأعداد النسبية إلى نسبة مئوية وتمثيلها على هيئة تمثيل بالقطاعات الدائرية.

38. على هيئة تمثيل بياني خطي أو بالأعمدة نظرًا إلى أنها تستطيع توضيح مدى اختلاف الاستهلاك مع الزمن

39. اختر نقطتين على الخط. وقسّم الفرق في قيم y على الفرق في قيم x.

إتقان حل المسائل

40. a. الزئبق
b. الخشب
c. الحديد
d. الرصاص

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

مراجعة جامعة

41. a. $1.31 \times 10^4\ cm^2$
b. $2.73 \times 10^6\ m^2$
c. $9.26 \times 10^{-8}\ m^2$
d. 3.1×10^2
e. 2.2×10^{-5}
f. 2.00×10^1

42. a. 301 cg
b. 6.2 km
c. $6.24 \times 10^{-1}\ \mu g$
d. $0.2\ dm^3$
e. 0.00013 kcal/g
f. 0.00321 L

43. الكثافة = 6.82 g/mL
الخطأ % = 1.87%

44. لا. التحويل غير صحيح نظرًا إلى أنّ وحدات المعدل ينبغي أن تكون m/min. يكون ناتج هذا التعبير الوحدات $m \cdot h/min^2$. ينبغي أن يساوي عامل التحويل الأخير 60 min/1 h.

45. الحجم = 29 mL

46. الكتلة = 445.20 g
الكثافة = 7.15 g/mL

47. 12.5 g من الرصاص

48. إنّ إجابة الطالب الثالث (2.87 cm) صحيحة. تحتوي العصا المترية على علامات بالملليمتر، لذلك ينبغي تقدير رقم ثالث.

49. كثافة الأسود =
$4.5273 \times 10^{10}\ g/cm^3$

50. تفوق كثافة الثقب الأسود $4.5273 \times 10^{10}\ g/cm^3$ (خمسين مليار نقريبًا) نظيرتها للماء بأضعاف.

51. تحدد القيمة 3.72 m عدد الأرقام المعنوية في الإجابة لأنّها القيمة الأصلية التي تتضمن أقل عدد من الأرقام المعنوية.

52. a. 0.00321 g
b. 3.88 kg
c. 219,000 m
d. 25.4 L
e. 0.0876 cm
f. 0.00311 mg

53. الميل = 2.7 g/mL

54. 0.24 g من الديكستروميثورفان/زجاجة

مراجعة جامعة

41. أكمل هذه المسائل بالترميز العلمي. قرّب إلى العدد الصحيح للأرقام المعنوية.
a. $(5.31 \times 10^{-2}\ cm) \times (2.46 \times 10^5\ cm)$
b. $(3.78 \times 10^3\ m) \times (7.21 \times 10^{-2}\ m)$
c. $(8.12 \times 10^{-3}\ m) \times (1.14 \times 10^{-5}\ m)$
d. $(9.33 \times 10^4\ mm) \div (3.0 \times 10^2\ mm)$
e. $(4.42 \times 10^{-3}\ kg) \div (2.0 \times 10^2\ kg)$
f. $(6.42 \times 10^{-2}\ g) \div (3.21 \times 10^{-3}\ g)$

42. حوّل كل كمية إلى الوحدات المشار إليها.
a. 3.01 g → cg
b. 6200 m → km
c. 6.24×10^{-7} g → µg
d. 0.2 L → dm^3
e. 0.13 cal/g → kcal/g
f. 3.21 mL → L

43. استخدم الطلاب ميزانًا وأسطوانة مدرجة لتجميع البيانات الموضّحة في **الجدول 6**. احسب كثافة العينة. إذا كانت الكثافة المقبولة لهذه العينة هي 6.95 g/mL، فاحسب النسبة المئوية للخطأ.

الجدول 6 بيانات الحجم والكتلة

كتلة العينة	20.46 g
حجم الماء	40.0 mL
حجم الماء + العينة	43.0 mL

44. ما مدى صحة التحويل التالي. هل ستكون الإجابة صحيحة؟ اشرح.
$$\text{المعدل} = \frac{75\ m}{1\ s} \times \frac{60\ s}{1\ min} \times \frac{1\ h}{60\ min}$$

45. إذا كان لديك عينة إيثانول كتلتها 23 g وتبلغ كثافتها 0.7893 g/mL. فما حجم الإيثانول لديك؟

46. **الزئبق** تم قياس كتلتين متحصلتين من الزئبق على ميزان المختبر. بلغت كتلة عينة الزئبق الأولى 210.10 g وبلغت كتلة الثانية 235.10 g. ثم تم دمج الكتلتين. ووُجد أنّ حجم العينة المدمجة هو 62.3 mL. حدد كثافة عينة الزئبق وكثافتها مستخدمًا العدد الصحيح من الأرقام المعنوية.

47. ما كتلة الرصاص (الكثافة $11.4\ g/cm^3$) التي تمتلك حجمًا يعادل 15.0 g من الزئبق (الكثافة $13.6\ g/cm^3$)؟

48. يستخدم ثلاثة طلاب مسطرة طولها متر تحيل علامات الملليمتر لقياس طول سلك. وكانت قياساتهم 3 cm، 3.3 cm و 2.87 cm، على الترتيب. وضّح الإجابة التي تم تسجيلها بشكلٍ صحيح.

49. **الفلك** تبلغ كتلة الثقب الأسود في المجرة M82 حوالي 500 أمثال كتلة الشمس. وحجمه يساوي حجم الغير تقريبًا. ما كثافة هذا الثقب الأسود؟
كتلة الشمس = $1.9891 \times 10^{30}\ kg$
حجم الغير = $2.1968 \times 10^{10}\ km^3$

التفكير الناقد

55. يُمدد استقراء البيانات التي تم قياسها الخط الواصل إلى هذه النقطة. ويوضّح التمثيل البياني أنّ جسمًا بدون كتلة لن يكون له حجم.

56. 8.1956 m. لأنّه يحتوي على أكبر عدد من الأرقام المعنوية.

57. ينبغي إضافة القيم المكانية المتساوية بعضها إلى بعض.

58. ستتنوع الإجابات لكنها قد تتضمن تلك الوحدات استنادًا إلى أنّ أسس العشرة يسهل تحويلها من وحدة إلى أخرى. وتتضمن غالبية العيوب التغيير الأولي من نظام آخر إلى نظام الوحدات الدولية.

59. لا توجد فرصة لتداخل مادة مع قياس السرعة في الفراغ.

50. تساوي كثافة الماء $1\ g/cm^3$. استخدم إجابتك من السؤال 49 لتقارن بين كثافة الماء والثقب الأسود.

51. عند ضرب 602.4 m في 3.72 m. ما القيمة التي تُحدّد عدد الأرقام المعنوية في الإجابة؟ اشرح.

52. قرّب كل عدد إلى ثلاثة أرقام معنوية.
a. 0.003210 g
b. 3.8754 kg
c. 219,034 m
d. 25.38 L
e. 0.08763 cm
f. 0.003109 mg

53. مثّل البيانات الواردة في **الجدول 7** بيانيًا مع رسم الحجم على المحور x والكتلة على المحور y. ثم احسب ميل الخط.

الجدول 7 بيانات الكثافة

الحجم (mL)	الكتلة (g)
2.0	5.4
4.0	10.8
6.0	16.2
8.0	21.6
10.0	27.0

54. **شراب السعال** تتوفّر ماركة معروفة من شراب السعال في زجاجة حجمها 4 أوقيات سائلة. إنّ المكوّن الفعّال في شراب السعال هو ديكستروميثورفان. وتبلغ الجرعة المناسبة للبالغين ملعقتين صغيرتين وتحتوي الجرعة الواحدة على 20.0 mg من ديكستروميثورفان. استخدم العلاقات التالية، الأوقية السائلة = 29.6 mL وملعقة صغيرة واحدة = 5.0 mL، لتحدد عدد جرامات ديكستروميثورفان الموجودة في الزجاجة.

التفكير الناقد

55. **فسّر** لماذا من المنطقي أن يمتد الخط الوارد في **الشكل 16a** إلى النقطة (0, 0) على الرغم من أن هذه النقطة لم يتم قياسها؟

56. **استدلّ** أي من هذه القياسات تم باستخدام جهاز القياس الأكثر دقة: 8.1956 m أو 8.20 m أو 18.196 m؟ اشرح إجابتك.

57. **طبق** عند طرح عددين مكتوبين بترميز علمي أو جمعهما، لماذا يجب أن تكون الأسس متماثلة؟

58. **قارن وقابل** ما الميزات التي تتمتع بها وحدات النظام الدولي مقارنة بالوحدات الشائعة الإستخدام في الولايات المتحدة الأمريكية؟ هل هناك أي سلبيات لاستخدام وحدات النظام الدولي؟

59. **ضع فرضية** لماذا اعتمد معيار النظام الدولي لوحدة الزمن على المسافة التي يقطعها الضوء في الفراغ من وجهة نظرك؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

436 الوحدة 15 • تحليل البيانات

60. **استدلّ** لماذا لا تساعدك معرفة كتلة جسم على تحديد المادة المكونة له؟

61. **استنتج** لماذا يستأجر مالكو العقارات مثمنا لتحديد حدود الملكية بدلًا من قياسها بأنفسهم؟

المعلومات الغذائية

حجم الوجبة ¼ كوب (29 g)
عدد الوجبات لكل علبة 12 تقريبًا

السعرات من الدهون 10	120 سعرًا حراريًا
	% من القيمة الموصى بها يوميًا
	إجمالي الدهون 1 g 2%
	دهون مشبعة 1 g 5%
	كوليسترول 0 mg 0%
	صوديوم 160 mg 7%
	بوتاسيوم 25 mg 1%
	إجمالي الكربوهيدرات 25 g 9%
	ألياف غذائية أقل من 1 g 2%
	سكريات 13 g
	بروتين 1 g

الشكل 20

62. **طبق التحليل البُعدي** قيّم البلصق الغذائي للحبوب الماثل لوجبة الفطور والظاهر في **الشكل 20**. **يحتوي هذا المنتج على** 160 mg من الصوديوم في كل وجبة. إذا تناولت كوبين من الحبوب في اليوم، فكم عدد جرامات الصوديوم التي تتناولها؟ ما النسبة التي **تمثلها ذلك من جرعة الصوديوم اليومية الموصى** بها؟

63. **توقّع** لديك أربع اسطوانات مدرجة يحتوي كل منها على **سائل واحد يختلف عن باقي السوائل المتوفرة في الأسطوانات** الأخرى. السوائل هي: A، B، C، D.

السائل A، الكتلة = 18.5 g، الحجم = 15.0 mL
السائل B، الكتلة = 12.8 g، الحجم = 10.0 mL
السائل C، الكتلة = 20.5 g، الحجم = 12.0 mL
السائل D، الكتلة = 16.5 g، الحجم = 8.0 mL

افحص المعلومات المعطاة عن كل سائل، وتوقّع كيفية تقسيم السوائل إلى طبقات إذا ما تم صب السوائل جميعها بعناية في اسطوانة كبيرة مدرجة.

مسألة تحفيزية

64. كاربوبلاتين ($C_8H_{12}N_2O_4Pt$) هو مركب يحتوي على البلاتين يستخدم لمعالجة أنواع معينة من السرطان. ويحتوي هذا المركب على 52.5% من البلاتين. إذا كان سعر البلاتين يساوي 1047 AED/الأوقية الترويسية، فما تكلفة البلاتين الموجود في 2.00 g **من هذا المركب؟ تساوي الأوقية الترويسية** 480 حبة. والحبة الواحدة تساوي 64.8 mg.

مراجعة تراكمية

65. لقد دونت في كتيب التجارب الخاص بك البيانات التالية: سائل سميك، وتبلغ كثافته 4.58 g/mL. أي من هذه البيانات كمية؟ أي منها نوعية؟

66. **معيار الكيلوجرام (kg)** على الرغم من أنّ الكيلوجرام المعياري يخزن في درجة حرارة ورطوبة ثابتة، إلا أنّ بعض المواد غير المرغوب فيها قد تتراكم على سطحه. لذلك ظلّ العلماء يبحثون عن معيار أكثر وثوقية للكتلة. ابحث عن المعايير البديلة التي تم اقتراحها وصفها. بين سبب عدم اختيار معايير بديلة.

67. **الوحدات** ابحث عن وحدات قياس غير عادية مثل البوشل والبكاتيل والغيركن والقمة وأعلن عنها.

68. **حجم المنتج** ابحث عن مجموعة من الأحجام المستخدمة لتعبئة السوائل التي تباع في المتاجر.

69. **خطأ في الجرعة** تُعطى الأدوية في المستشفيات حصب الجرعة. أوجد كمية الخطأ المقبولة في الجرعة المعطاة لمجموعة متنوعة من الأدوية.

أسئلة حول مستند

ماء المحيط تبلغ كثافة الماء النقي $1.00\ g/cm^3$ عند درجة حرارة 4°C، ويكون ماء المحيط أكثر كثافة نظرًا إلى احتوائه على الملح ومواد مذابة أخرى. يوضّح التمثيل البياني في **الشكل 21** العلاقات بين كل من درجة الحرارة والكثافة والملوحة، وعمق ماء المحيط.

أعدت البيانات من موقع Windows to the Universe، التابع لاتحاد الجامعات لأبحاث الغلاف الجوي (UCAR).

الشكل 21

70. كيف ترتبط درجة الحرارة بكثافة ماء المحيط على أعماق أقل من 1000 m؟

71. صف تأثير العمق في الملوحة.

72. صف طريقة تغير الملوحة مع برودة ماء المحيط.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

60. إنّ الكتلة في حد ذاتها عديمة المعنى من دون قياس حجمها. إذا كان الجسم مادة نقية وكتلته وحجمه معروفين، فيمكن لكثافته المساعدة في تحديد هويته.

61. يتمتع المساحون بالحيادية ويستخدمون أداة لا تتأثر بالتضاريس أو العقبات.

62. 0.43 g من الملح؛ 19%

63. كثافة السائل A = 1.23 g/mL
كثافة السائل B = 1.28 g/mL
كثافة السائل C = 1.71 g/mL
كثافة السائل D = 2.1 g/mL
من أعلى إلى أسفل، سيكون ترتيب السوائل هو السائل A والسائل B والسائل C والسائل D.

مسألة تحدٍّ

64. AED 35.30

مراجعة تراكمية

65. السُمك نوعي؛ الكثافة البالغة 4.58 g/mL كمّيّة.

66. تُوجد طريقتان بديلتان لتعريف الكيلوجرام المعياري نجعلان أساس الوحدة هو ثابت أفوجادرو، وهو عدد الذرات في 12 جرامًا من الكربون 12 النقي. وتعتمد إحداهما جزئيًا على قياسات الأشعة السينية في بلورات السيليكون. بينما تعتمد الأخرى على القياسات الكهربائية التي تُحدد نسبة الواط الميكانيكي إلى الواط الكهربائي. في هذه الأثناء، لم يحصل العلماء على الموافقة الدولية لأي طريقة بديلة.

67. ستتنوع إجابات الطلاب. على سبيل المثال، الغيركن (وعاء خشبي صغير يُستخدم للزبد والدهن) هو وحدة قياس الحجم وتساوي ¼ برميل.

68. من المحتمل أن تتضمن إجابات الطلاب أوقيات سائلة وأرباع الجالون وأنصاف الجالون وجالونات وليترات وملليمترات.

69. ستتنوع إجابات الطلاب. للحصول على معلومات محددة عن الموضوع، حث الطلاب على التواصل مع الشركات المصنعة أو الصيادلة أو صيدليات المستشفيات.

أسئلة حول مستند

تم الحصول على البيانات من موقع Windows to the Universe، التابع لاتحاد الجامعات لأبحاث الغلاف الجوي (UCAR).

70. درجة الحرارة مستقرة إلى حد ما عند الـ 200 m الأولى، ثم تنخفض بسرعة عند عمق 1000 m. وكلما انخفضت درجة الحرارة، زادت كثافة المحيط. وتظل كثافة المحيط ثابتة تحت مستوى 1000 m مع انخفاض طفيف في درجة الحرارة.

71. تنخفض درجة الملوحة بسرعة عبر الـ 500 m الأولى، ثم تزداد بازدياد العمق.

72. كلما زادت برودة ماء المحيط تحت مستوى 1000 m، زادت الملوحة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تراكمي
تدريب على الاختبار المعياري
الاختيار من متعدد
C .1
C .2
C .3
A .4
B .5
D .6
D .7
D .8
D .9
B .10
C .11

تدريب على الاختبار المعياري

تراكمي

الاختيار من متعدد

1. أي مما يلي لا يُعتبر وحدة نظام دولي أساسية؟
   A. الثانية
   B. الكيلوجرام (kg)
   C. الدرجة المئوية
   D. المتر

2. ما القيمة غير المساوية للقيم الأخرى؟
   A. 500 m
   B. 0.5 km
   C. 5000 cm
   D. 5×10^{11} nm

3. ما التمثيل الصحيح للقيمة 702.0 g في الترميز العلمي؟
   A. 7.02×10^{3} g
   B. 70.20×10^{1} g
   C. 7.020×10^{2} g
   D. 70.20×10^{2} g

استخدم الجدول التالي للإجابة عن السؤالين 4 و5.

القيم التي تم قياسها لطول طابع البريد			
	الطالب 1	الطالب 2	الطالب 3
التجربة 1	2.60 cm	2.70 cm	2.75 cm
التجربة 2	2.72 cm	2.69 cm	2.74 cm
التجربة 3	2.65 cm	2.71 cm	2.64 cm
المتوسط	2.66 cm	2.70 cm	2.71 cm

4. قاس ثلاثة طلاب طول طابع بريدي يبلغ طوله المقبول 2.71 cm. طبقًا للجدول، ما العبارة الصحيحة؟
   A. الطالب 2 دقيق ومضبوط معًا.
   B. الطالب 1 أكثر دقة من الطالب 3.
   C. الطالب 2 أقل ضبطًا من الطالب 1.
   D. الطالب 3 دقيق ومضبوط معًا.

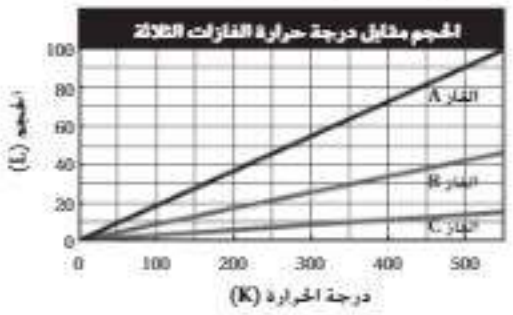
5. ما النسبة المئوية للخطأ لمتوسط القيم التي حصل عليها الطالب 1 ؟
   A. 1.48%
   B. 1.84%
   C. 3.70%
   D. 4.51%

6. حلّ المسألة التالية مستخدماً العدد الصحيح من الأرقام المعنوية.
   5.31 cm + 8.4 cm + 7.932 cm
   A. 22 cm
   B. 21.64 cm
   C. 21.642 cm
   D. 21.6 cm

7. اكتشف علماء الكيمياء أنّ التفاعل المركّب يحدث على ثلاث خطوات. يستغرق اكتمال الخطوة الأولى 2.5731×10^{2} s والخطوة الثانية 3.60×10^{-1} s والخطوة الثالثة 7.482×10^{1} s. أوجد إجمالي المدة الزمنية المنقضية أثناء التفاعل؟
   A. 3.68×10^{1} s
   B. 7.78×10^{1} s
   C. 1.37×10^{1} s
   D. 3.3249×10^{2} s

8. ما عدد الأرقام المعنوية الموجودة في مسافة بلغ قياسها 20.070 km؟
   A. 2
   B. 3
   C. 4
   D. 5

استخدم التمثيل البياني أدناه للإجابة عن السؤالين 9 و10.



9. ما الحجم الذي سيشغله الغاز A عند 450 K؟
   A. 23 L
   B. 31 L
   C. 38 L
   D. 82 L

10. عند أي درجة حرارة سيكون حجم الغاز B 30 L؟
    A. 170 K
    B. 350 K
    C. 443 K
    D. 623 K

11. أي مما يلي ليس قياسًا كميًا لقلم الرصاص؟
    A. الطول
    B. الكتلة
    C. اللون
    D. القطر

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

أسئلة ذات إجابات قصيرة

استخدم الرسم التخطيطي أدناه للإجابة عن السؤالين 12 و13.

12. أي مسطرة سوف تستخدم لتحصل على قياس أكثر دقة؟ اشرح

13. ما طول القضيب باستخدام الأرقام المعنوية الرقمية؟

أسئلة ذات إجابات مفتوحة

استخدم الجدول التالي للإجابة عن الأسئلة من 14 إلى 16.

درجة حرارة محلول أثناء التسخين	
الزمن (s)	درجة الحرارة (°C)
0	22
30	35
60	48
90	61
120	74
150	87
180	100

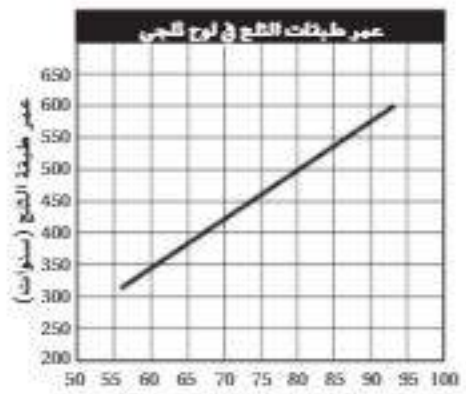
14. سجّل أحد الطلاب درجة حرارة محلول كل 30 s وذلك لمدة 3 min في الوقت الذي كان يتم تسخين المحلول على موقد بنزن. مثّل البيانات بيانيًا.

15. بيّن بالتفصيل كيفية حساب ميل التمثيل البياني الذي أنشأته في السؤال 14.

16. اختر اثنين من احتياطات السلامة التي ينبغي على الطالب اتباعهما في هذه التجربة واشرحهما.

أسئلة من اختبار الكفاءة الدراسية (SAT): الكيمياء

استخدم التمثيل البياني أدناه للإجابة عن الأسئلة من 17 إلى 20.



17. أفاد أحد الطلاب أنّ عمر طبقة جليدية على عمق 70 m هو 425 عامًا. إذا كانت القيمة المقبولة لعمر هذه الطبقة الجليدية هي 427 عامًا، أوجد النسبة المئوية للخطأ في القيمة التي حصل عليها الطالب.

A. 0.468%
B. 0.471%
C. 1.00%
D. 49.9%
E. 99.5%

18. ما الميل التقريبي للخط؟

A. 0.00 m/y
B. 0.13 m/y
C. 0.13 y/m
D. 7.5 m/y
E. 7.5 y/m

19. ما عمق طبقة جليدية عمرها 450 عامًا؟

A. 74 m
B. 75 m
C. 76 m
D. 77 m
E. 78 m

20. ما العلاقة بين عمق الجليد وعمره؟

A. ميل خطي موجب
B. ميل خطي سالب
C. ميل خطي = 0
D. ميل غير خطي موجب
E. ميل غير خطي سلبي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

أسئلة ذات إجابات قصيرة

12. تسمح المسطرة العلوية بإجراء قياسات أكثر انضباطًا لأنّها تتضمن تقسيمات أكثر.

13. 9.50 mm (مقبولة من 9.48 mm إلى 9.52 mm نتيجة التقدير)

أسئلة ذات إجابات مفتوحة

14. ينبغي أن يوضّح التمثيل البياني ميلًا خطيًا موجبًا ثابتًا.

15. الميل = Δ درجة الحرارة/Δ الزمن = (87°C − 74°C)/(150 s − 120 s) = 0.43°C/s

16. تتضمن الإجابات المقبولة ارتداء نظارات واقية وربط الشعر إلى الخلف واستخدام وسائل حماية اليدين وحفظ المواد الكيميائية القابلة للاشتعال بعيدًا ومعرفة موقع معدات السلامة ضد الحرائق.

أسئلة من اختبار الكفاءة الدراسية (SAT): الكيمياء

17. A
18. E
19. A
20. A

منظِّم الوحدة 16: المواد الصلبة والسائلة والغازية

الفكرة الرئيسة لكل حالة من حالات المادة، صلبة أو سائلة أو غازية، خصائص فريدة تحدِّدها حركة جسيماتها.

الأسئلة المهمة	موارد لتقويم الاتقان
القسم 1 1. ما النظرية الحركية للمادة؟ 2. كيف تتحرّك الجسيمات في حالات المادة المختلفة؟ 3. ما سلوكيات الجسيمات عند درجات الغليان والانصهار؟ 3 حصص	**مراقبة التطوُّر** الأسئلة حول الشكل التقويم التكويني أسئلة التأكد من فهم النص مراجعة القسم
القسم 2 1. ما هو مبدأ أرخميدس؟ 2. ما هو مبدأ باسكال؟ 3. ما هو مبدأ برنولي؟ 4. ما بعض تطبيقات مبادئ أرخميدس وباسكال وبرنولي؟ حصتان	**مراقبة التطوُّر** الأسئلة حول الصور التقويم التكويني تطبيق أسئلة التأكد من فهم النص مراجعة القسم
القسم 3 1. كيف يبذل الغاز ضغطًا على الإناء الذي يوجد فيه؟ 2. كيف يتأثر الغاز عند تغيُّر الضغط أو درجة الحرارة أو الحجم؟ حصتان	**مراقبة التطوُّر** أسئلة حول الشكل التقويم التكويني التطبيق أسئلة التأكد من فهم النص مراجعة القسم **التقويم الختامي** مراجعة الوحدة

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

موارد حسب المستوى	مواد التجارب
الملف السريع موارد الوحدة: ورقة عمل التجربة الاستهلالية ض م التعزيز د م الإثراء ض م ف م ورقة عمل التجربة ض م **أساسيات القراءة** د م **دفتر العلوم** ض م	**تجربة استهلالية:** فارورة ماء مع غطاء للاستعمال مرة واحدة، ماء، ميزان زنبركي، حوض أو إناء كبير *10 min* **عرض توضيحي سريع** : بلورات ملح، عدسة مكبرة أو مجهر *10 min* **عرض توضيحي:** بالون، منكّه الفانيليا (5 قطرات)، فطّارة *10 min* **مختبر الاستقصاء:** عينة من مواد الشحن، أدلة مستلزمات الشحن *15 min* (في غرفة الصف)، وأسبوع خارج غرفة الصف **عرض توضيحي سريع** : إناءان صعبا الفتح، وعاء (عميق بما يكفي لغمس أحد الإناءين)، ماء ساخن *10 min* **تجربة:** كأس سعتها 500 mL، ثلج، ثيرموميترات، لوح تسخين *40 min*
الملف السريع موارد الوحدة: التعزيز د م الإثراء ض م ف م ورقة عمل التجربة المصغرة ض م **أساسيات القراءة** د م **دفتر العلوم** ض م	**تجربة مصغرة:** كأسان سعتهما 100 mL، مخبار مدرج، ساق تحريك، شراب ذرة (10 mL)، ماء (10 mL)، زيت نباتي (10 mL)، ملوّن غذائي، رقائق ألمنيوم، قطعة فولاذية، حبوب الفلفل *20 min*
الملف السريع موارد الوحدة: التعزيز د م الإثراء ض م ف م ورقة عمل التجربة المصغرة ض م ورقة عمل التجربة، الإصدار A د م ورقة عمل التجربة، الإصدار B ض م ف م **أساسيات القراءة** د م **دفتر العلوم** ض م	**عرض توضيحي سريع:** بالون، دبوس *5 min* د م ض م **تجربة مصغرة:** بالون، كأسان، ثلج، لوح مسخّن **تجربة:** 3 سوائل متزلية، 3 أشكال كروية صغيرة، 3 مخابير مدرجة متماثلة، مسطرة مترية، ساعة توقيت *30 min*

د م دون المستوى ض م ضمن المستوى ف م فوق المستوى التعلُّم التعاوني التعلم التعاوني

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education