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

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

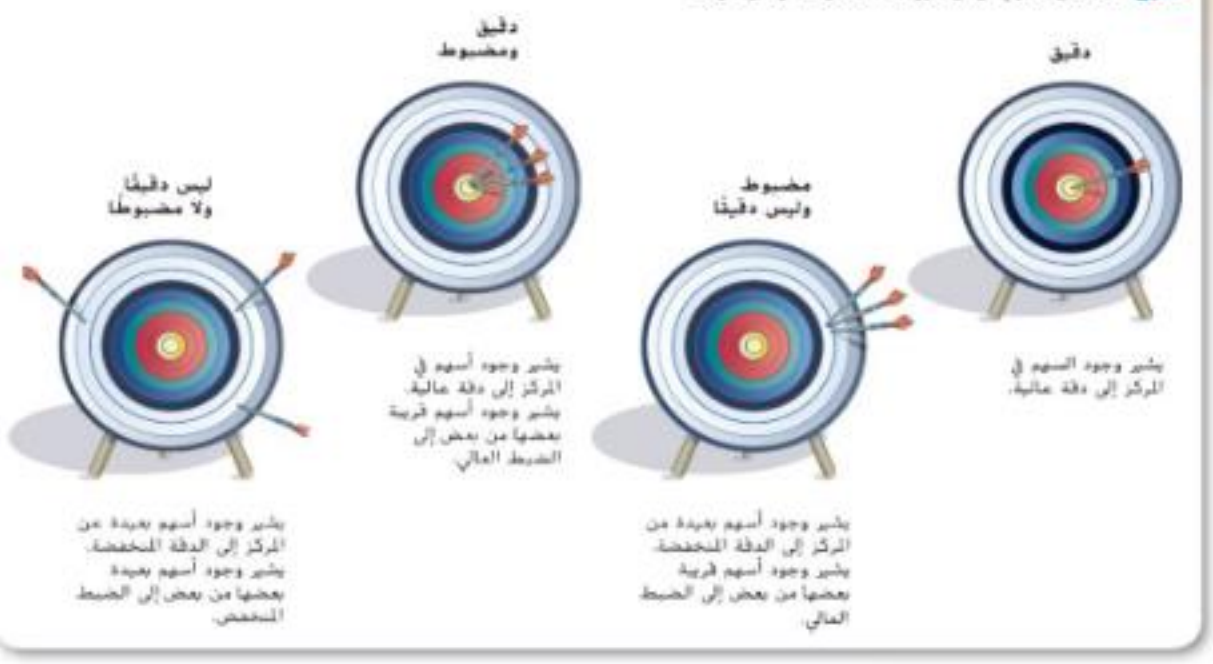
الكيمياء في حياتك عند استخدام وصفة معينة لصناعة الكعك، تقاس الكميات بالأكواب وملاعق المائدة وملاعق الشاي. هل ستصبح عجينة الكعك جيّدة إذا قست كل المقادير باستخدام ملعقة شاي فحسب؟ على الأرجح لا، حيث ستتراكم أخطاء القياس.

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 والأهداف. 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

الصالح الصفوي

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. بمتلك 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 فحسب 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. يُعرّف **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 الصالح الصفوي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

420 الوحدة 15 • تحليل البيانات

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 تتمثل 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 تستخدم 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

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

اكتب معادلة النسبة المئوية للخطأ.

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

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

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

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

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

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

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؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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. ع

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. إذا 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 خاصية 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.

تذكر أنّ القياسات المعلنة متضمنةً 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 الحالك 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. إذا 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 خاصية 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.

تذكر أنّ القياسات المعلنة متضمنةً 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 الحالك 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

أحص 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، 4.0230×10^{-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، على الترتيب، رقمين معنويين وثلاثة وأربعة أرقام معنوية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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. ض م

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. ض م

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. 5 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}

352 / 70

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. ش م

الصمم الصفوي

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 د م

استخدام المصطلحات العلمية

الأرقام المعنوية اليومية

اطلب إلى الطلاب مقارنة تعريف مصطلح معنوي في الاستخدام اليومي والاستخدام العلمي. ش م د م

الشكل 13 أنت بحاجة إلى تطبيق قواعد الأرقام المعنوية والتقريب لإعلان قيمة محسوبة 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.

القاعدة 1. إذا كان الرقم الموجود على يمين آخر رقم معنوي أقل من 5، فلا تُغيّر آخر رقم معنوي.	2.532 ←	2.53
القاعدة 2. إذا كان الرقم الموجود على يمين آخر رقم معنوي أكبر من 5، فقرّب آخر رقم معنوي.	2.536 ←	2.54
القاعدة 3. إذا كانت الأرقام الموجودة على يمين آخر رقم معنوي 5 يليه رقم غير صفري، فقرّب آخر رقم معنوي.	2.5351 ←	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.	2.5350 ←	2.54
	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. ش 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 حدٍ ما؛ حيث يتراوح الخطأ بين −0.05 m و +0.08 m. ش 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
+ 25.68 cm
  77.218 cm
```

قم بمحاذاة القياسات واجمع القيم.

الإجابة هي **77.2 cm**. قرّب إلى منزلة عشرية واحدة بعد النقطة العشرية، تُطبق القاعدة 1.

3 تقييم الإجابة

تتضمن الإجابة، 77.2 cm، الضبط نفسه الماثل 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. $(4.32 \times 10^3\ \text{cm}) - (1.6 \times 10^4\ \text{mm})$
   b. $(2.12 \times 10^7\ \text{mm}) + (1.8 \times 10^3\ \text{cm})$

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 تُعتبَر 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 1.79×10^5 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:
0.528×10^1 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 = 28.3 cm × 22.2 cm × 3.65 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

أجرِ 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 $(1.32 \times 10^3 \text{ g}) \div (2.5 \times 10^2 \text{ cm}^3)$

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 والمقدّرة.
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. طبّق الطول العملي 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 تعبيرًا 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 أنّها مدى قرب قيمة من القيمة المقبولة. ويتم تعريف الضبط على أنّه 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. $(76.49 \text{ cm} - 76.48 \text{ cm})/(76.49 \text{ cm}) \times 100 = 0.01307\%$
$(76.49 \text{ cm} - 76.47 \text{ cm})/(76.49 \text{ cm}) \times 100 = 0.02615\%$
$(76.49 \text{ cm} - 76.59 \text{ cm})/(76.49 \text{ cm}) \times 100 = 0.1307\%$
6. 5.06000×10^5 cm
7. تبلغ كتلة درهم معدني واحد تم 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.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education