القسم 4

تمهيد للقراءة

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.**

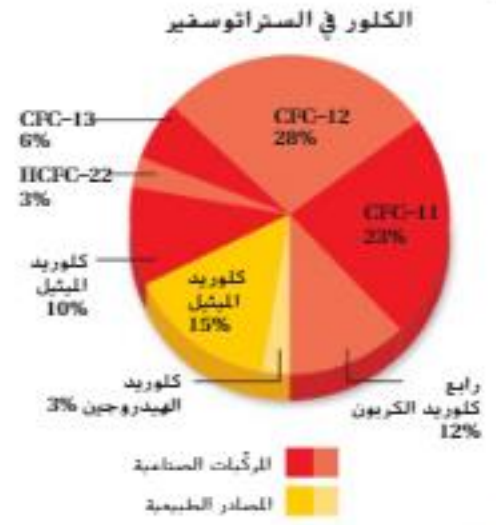
الكيمياء في حياتك هل سبق لك أن سمعت المقولة، "الصورة بألف كلمة"؟ إنّ التمثيل البياني هو "صورة" عن البيانات. يستخدم العلماء التمثيلات البيانية لعرض البيانات بصورة تتيح لهم تحليل نتائجهم ونقل معلومات عن تجاربهم.

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؟

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. ش م

دفتر الكيمياء

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 4

1 التركيز

الفكرة الرئيسة

تحويل الوحدات باستخدام ورقة التمثيل البياني أو حاسبة التمثيل البياني، اطلب إلى الطلاب تمثيل بيانات الصف المُجمعة 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. ش م

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 5000.5؛ AED 7500.2؛ AED 4500.4؛ AED 6500.1؛ AED 3000.5؛ AED 1000.6؛ AED 4500.4؛ AED 4500.3؛ AED 700.7؛ AED 6000.3؛ 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 بشكلٍ دوري. ش م

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

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؟

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.

المطويات®

أضف معلومات من هذا القسم إلى مطويتك.

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 المُستخدمة في المختبرات والمصانع واستكشاف مشاكلها وصيانتها وإصلاحها. ويتطلب عمله فهم المكونات الإلكترونية للجهاز واستخدام أجهزة الكمبيوتر وبرامج المعايرة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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®

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

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_1, y_1) و(x_2, y_2).

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.

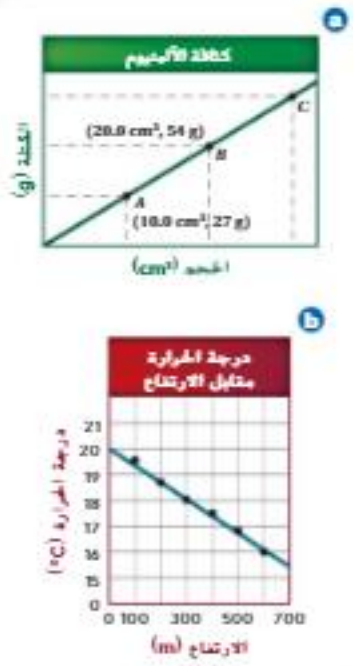
تفسير التمثيلات البيانية

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، تُعتبَر 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 و400 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.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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

القسم 4 • تمثيل البيانات 429

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

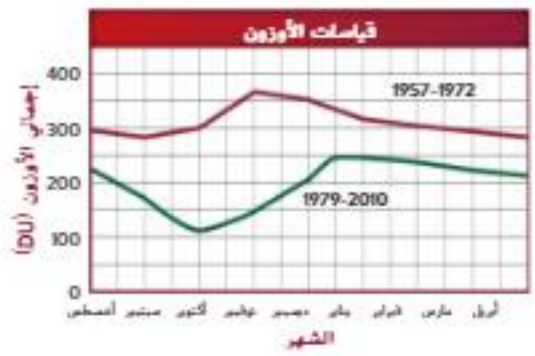
إعادة التدريس

اطلب من طلاب بأطوالهم متفاوتة الوقوف أمام اللوحة. ثم علّم 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 عمومًا عن نظيراتها في الفترة الممتدة بين 1957 و 1972. يُعتبر 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. **مفردات** اشرح سبب اعتبار التمثيل البياني أداة مهمة لتحليل البيانات.
2. **استدلّ** ما نوع البيانات التي يجب تعيينها 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% وO_2 20.95% وAr 0.93% وCO_2 0.04% وغازات 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

القسم 4 مراجعة

1. غالبًا، لا تُرى الاتجاهات في البيانات بسهولة عند عرض البيانات في جدول. ويتيح 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 $3.2\ g/cm^3$.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

علم السُّمّيات: تقويم المخاطر الصحية

من المرجح أن تحتوي خزانة في منزلك أو مدرستك على منتجات تحمل الرمز الظاهر في **الشكل 1**. تتضمّن العديد من منتجات التنظيف والدهان والبستنة مواد كيميائية سامة، وقد يكون التعرّض لهذه المواد الكيميائية خطرًا. تشمل آثارها المحتملة الصداع والغثيان والطفح الجلدي والتشنجات والغيبوبة، 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 1 يشير رمز الجمجمة والعظمتين المتقاطعتين إلى السم.

العوامل الرئيسة للسمية إنّ الوارفارين عقّار 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. ويُوضّح 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.

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

تطبيق بيانات السمية كيف يتوقع علماء السموم المخاطر الصحية المحيطة بالأشخاص؟ قد تتوافر بيانات السُّمّية من دراسات تتعلق بالتعرض المتنظم 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 الأثار 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

استخدام المفردات

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

استراتيجيات المراجعة

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

الوحدة 15 دليل الدراسة

الفكرة الرئيسة يجمع الكيميائيون البيانات ويحللونها لتحديد كيفية تفاعل المادة.

القسم 1 الوحدات والقياسات

الفكرة 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.

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

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

القسم 2 الترميز العلمي والتحليل البُعدي

الفكرة 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.

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

القسم 3 الشك في البيانات

الفكرة 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.

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

القسم 4 تمثيل البيانات

الفكرة 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.

تمثيل بياني	graph

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 وينحدرون 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: الفلين 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. تغل 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/cm^3)	
الكحول الإيثيلي	0.789	العظم	1.85
الجلسرين	1.26	الفلين	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. جسم 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 يُمكن 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. $(3.3 \times 10^{-4}\ mL) \div (1.1 \times 10^{-6}\ mL)$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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

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 ملليجرامًا. 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 الموصي بها للبراهفين 1300 mg يوميًا. ويحتوي لتر الحليب على 650 mg من الكالسيوم. كم لترًا من الحليب ينبغي على البراهق شربها يوميًا للحصول على المقدار الموصى به من الكالسيوم؟

القسم 3

إتقان المفاهيم

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

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

29. إذا أُجريت 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 تُحدّد 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

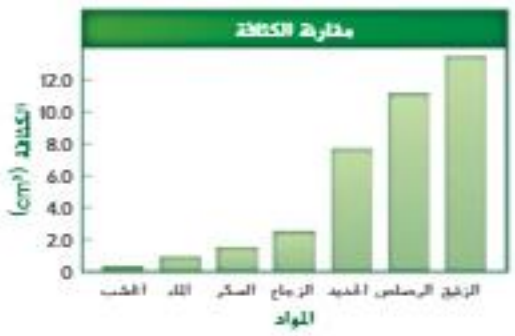
إتقان المفاهيم

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

الوحدة 15 مراجعة

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: النائب

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 أنّها 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

الوحدة 15 • مراجعة 435

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 عنب 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

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.

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.
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. جد كثافة عينة الزئبق وكثافتها مستخدمًا العدد الصحيح من الأرقام المعنوية.

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

48. يستخدم ثلاثة طلاب مسطرة طولها متر تحمل 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 القمر تقريبًا. ما كثافة هذا الثقب الأسود؟
كتلة الشمس = $1.9891 \times 10^{30}\ kg$
حجم القمر = $2.1968 \times 10^{10}\ km^3$

50. تساوي كثافة الماء $1\ g/cm^3$. استخدم إجابتك عن 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 الاستخدام 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

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

61. **استنتج** لماذا يستأجر مالكو المعلّبات مشاعا لتحديد حدود البلكية بدلًا من قياسها بأنفسهم؟

الشكل 20

62. **طبق التحليل البُعدي** قيّم الملصق الغذائي للحبوب الموجود في الوسط 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 **يمثلها 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، فقد عمل العلماء يبحثون عن معيار أكثر وثوقية للكتلة. ابحث عن المعايير البديلة التي تم اقتراحها وسهلها. بين سبب عدم اختيار معايير بديلة.

67. **الوحدات** ابحث عن وحدات قياس غير عادية مثل البوشل والبكاتيبل والفيركن والقمة وأعلن عنها.

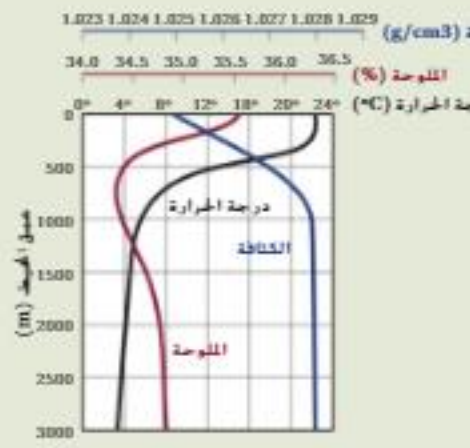
68. **حجم المنتج** ابحث عن مجموعة من الأحجام المستخدمة لتعبئة السوائل التي تباع في المتاجر.

69. **خطأ في الجرعة** تُعطى الأدوية في المستشفيات حسب 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.

أُعدت 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 تغيّر 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 كَمِيّة.

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، الفيركن (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 ومليمترات.

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

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.

70. درجة الحرارة مستقرة إلى حدٍ 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.

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 للكتلة 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

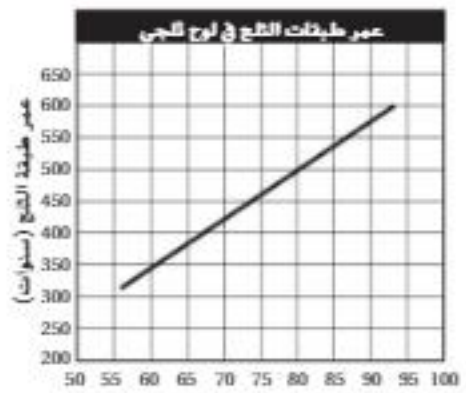
14. سجّل أحد الطلاب درجة حرارة محلول كل 30 s وذلك لمدة 3 min في الوقت الذي كان يتم تسخين المحلول على موقد بنزن. مثّل البيانات بيانيًا.

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