الإمارات العربية المتحدة
وزارة التربية والتعليم

رؤية VISION 2021

نسخة المعلم

العلوم

9

McGraw-Hill Education

العلوم المتكاملة

نسخة الإمارات العربية المتحدة

Mc Graw Hill Education

الإمارات العربية المتحدة
وزارة التربية والتعليم

رؤية VISION 2021

نسخة المعلم

McGraw-Hill Education

العلوم المتكاملة

نسخة الإمارات العربية المتحدة

للصف 9 مجلد 3

صورة الغلاف: RF Company/Alamy

mheducation.com/prek-12

جميع الحقوق محفوظة © للعام 2017 لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

جميع الحقوق محفوظة. لا يجوز إعادة إنتاج أي جزء من هذا المنشور أو توزيعه في أي صورة أو بأي وسيلة كانت أو تخزينه في قاعدة بيانات أو نظام استرداد من دون موافقة خطية مسبقة من McGraw-Hill Education ، بما في ذلك، على سبيل المثال لا الحصر، التخزين على الشبكة أو الإرسال عبرها أو البث لأغراض التعليم عن بُعد.

الحقوق الحصرية للتصنيع والتصدير عائدة لمؤسسة McGraw-Hill Education. لا يمكن إعادة تصدير هذا الكتاب من البلد الذي باعته له McGraw-Hill Education. هذه النسخة الإقليمية غير متاحة خارج أوروبا والشرق الأوسط وإفريقيا.

طُبع في دولة الإمارات العربية المتحدة.

رقم النشر الدولي: 978-1-52-680233-0 (نسخة الطالب)
MHID: 1-52-680233-3 (نسخة الطالب)
رقم النشر الدولي: 978-1-52-681844-7 (نسخة المعلم)
MHID: 1-52-681844-2 (نسخة المعلم)

XXX 17 16 15 14 13 12 9 8 7 6 5 4 3 2 1

صاحب السّمو الشّيخ خليفة بن زايد آل نهيان

رئيس دولة الإمارات العربيّة المتّحدة، حفظه الله

"يجب التزوُّد بالعلوم الحديثة والمعارف الواسعة، والإقبال عليها
بروح عالية ورغبة صادقة؛ حتى تتمكّن دولة الإمارات خلال
الألفيّة الثّالثة من تحقيق نقلة حضاريّة واسعة."

من أقوال صاحب السّمو الشّيخ خليفة بن زايد آل نهيان

موجز بالمحتويات

المطويات® إرشادات إنشاء المطويات xiv

0 طبيعة العلم P0
1 المعادن P38
2 الصخور النارية 26
3 الصخور الرسوبية والصخور المتحولة 48
4 التجوية والتعرية والتربة 76
5 النجوم 106
6 المجرات والكون 138
7 مبادئ علم البيئة 168
8 المجتمعات الأحيائية والأقاليم الأحيائية والأنظمة البيئية 196
9 التنوع الأحيائي والحفاظ عليه 228
10 المادة–الخواص والتغيرات 258
11 تركيب الذرة 282
12 الإلكترونات في الذرات 316
13 تكاثر الإنسان وتطوره 346
14 مقدمة إلى الكيمياء 374
15 تحليل البيانات 402
16 المواد الصلبة والسائلة والغازية 440
17 التفاعلات الكيميائية 470
18 الحركة 504
19 الشغل والطاقة 532
20 النشاط الإشعاعي والتفاعلات النووية 564
21 مصادر الطاقة والبيئة 592

موارد الطالب

الكتيّب المرجعي RH-2
القاموس/ Glossary GL01
موارد العلوم SR-1

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

المحتويات

المطويات® إرشادات انشاء المطويات. . xiv

الوحدة 0

طبيعة العلم..... P0
القسم 1 طرائق في العلم P2
القسم 2 معايير القياس P10
القسم 3 التواصل باستخدام التمثيلات البيانية . . . P17
القسم 4 العِلم والتكنولوجيا. P22

الوحدة 1

المعادن..... P38
القسم 1 ما المعدن؟ 2
القسم 2 أنواع المعادن 12

الوحدة 2

الصخور النارية 26
القسم 1 ما المقصود بالصخور النارية؟ 28
القسم 2 تصنيف الصخور النارية 34

الوحدة 3

الصخور الرسوبية والصخور المتحولة... 48
القسم 1 تكوُّن الصخور الرسوبية. 50
القسم 2 أنواع الصخور الرسوبية. 57
القسم 3 الصخور المتحولة 61

الوحدة 4

التجوية والتعرية والتربة..... 76
القسم 1 التجوية. 78
القسم 2 التعرية والترسيب 85
القسم 3 التربة. 90

الوحدة 5

النجوم..... 106
القسم 1 الشمس. 108
القسم 2 قياس النجوم 115
القسم 3 تطوّر نجمي. 125

الوحدة 6

المجرات والكون 138
القسم 1 مجرة درب التبانة 140
القسم 2 المجرات الأخرى في الكون 147
القسم 3 علم الكون. 156

الوحدة 7

مبادئ علم البيئة 168
القسم 1 الكائنات الحية وعلاقاتها المتبادلة 170
القسم 2 انتقال الطاقة في النظام البيئي 179
القسم 3 تدوير المادة. 183

الوحدة 8

المجتمعات الأحيائية والأقاليم الأحيائية والأنظمة البيئية..... 196
القسم 1 علم بيئة المجتمعات الأحيائية. 198
القسم 2 الأقاليم الأحيائية البرية. 203
القسم 3 الأنظمة البيئية المائية 212

الوحدة 9

التنوع الأحيائي والحفاظ عليه 228
القسم 1 التنوع الأحيائي 230
القسم 2 تهديدات التنوع الأحيائي. 236
القسم 3 المحافظة على التنوع الأحيائي. 243

McGraw-Hill Education حقوق الطبع محفوظة © لصالح

المحتويات

الوحدة 10

المادة–الخواص والتغيرات..... 258

القسم 1 خصائص المادة. 260
القسم 2 التغيرات في المادة 266
القسم 3 المخاليط. 270

الوحدة 11

تركيب الذرة 282

القسم 1 الأفكار السابقة حول المادة. 284
القسم 2 تعريف الذرة 291
القسم 3 كيف تختلف الذرات؟. 294
القسم 4 الأنوية غير المستقرة والانحلال الإشعاعي. . . 300

الوحدة 12

الإلكترونات في الذرات 316

القسم 1 الضوء والطاقة الكميّة. 318
القسم 2 نظرية الكم والذرّة. 321
القسم 3 الترتيب الإلكتروني. 330

الوحدة 13

تكاثر الإنسان وتطوره..... 346

القسم 1 الأجهزة التناسلية 348
القسم 2 مراحل نمو الإنسان قبل الولادة. 354
القسم 3 الولادة والنمو والتقدم في العمر. 362

الوحدة 14

مقدمة إلى الكيمياء..... 374

القسم 1 قصة مادتين. 376
القسم 2 الكيمياء والمادة. 381
القسم 3 الطرق العلمية 384
القسم 4 البحث العلمي. 389

الوحدة 15

تحليل البيانات 402

القسم 1 الوحدات والقياسات. 404
القسم 2 الترميز العلمي والتحليل البُعدي 412
القسم 3 الشك في البيانات. 419
القسم 4 تمثيل البيانات 427

الوحدة 16

المواد الصلبة والسائلة والغازية..... 440

القسم 1 المادة والطاقة الحرارية. 442
القسم 2 خصائص الموائع. 451
القسم 3 سلوك الغازات. 457

الوحدة 17

التفاعلات الكيميائية..... 470

القسم 1 التغيّرات الكيميائية. 472
القسم 2 تصنيف التفاعلات الكيميائية 480
القسم 3 التفاعلات الكيميائية والطاقة. 484
القسم 4 سرعة التفاعلات والاتزان 488

الوحدة 18

الحركة..... 504

القسم 1 وصف الحركة. 506
القسم 2 السرعة المتجهة والزخم. 513
القسم 3 العجلة. 521

الوحدة 19

الشغل والطاقة..... 532

القسم 1 الشغل والآلات 534
القسم 2 وصف الطاقة 542
القسم 3 بقاء الطاقة. 548

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

المحتويات

الوحدة 20

النشاط الإشعاعي والتفاعلات النووية 564

القسم 1 النواة 566
القسم 2 الانحلالات والتفاعلات النووية 571
القسم 3 تكنولوجيا الإشعاع وتطبيقاته 579

الوحدة 21

مصادر الطاقة والبيئة 592

القسم 1 الوقود الأحفوري 594
القسم 2 الطاقة النووية 601
القسم 3 موارد الطاقة المتجدّدة 608
القسم 4 التأثيرات البيئية 615

موارد الطالب

الكتيّب المرجعي RH-2

السلامة في المختبر RH-2
رموز السلامة RH-3
الخريطة الفيزيوغرافية للأرض RH-4
رموز الخريطة الطبوغرافية RH-6
رموز خريطة الطقس RH-7
الجدول الدوري للعناصر RH-8
الرطوبة النسبية % RH-9
المعادن ذات البريق الفلزي RH-10
المعادن ذات البريق اللافلزي RH-11
الصخور الشائعة RH-12
مخططات النظام الشمسي: الكواكب RH-13

القاموس/Glossary GL01

موارد العلوم SR-1

McGraw-Hill Education حقوق الطبع © محفوظة لصالح شركة

352 / 9

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

نبذة عن المؤلفين

الدكتور تشارلز ويليام ماكلوغلين حاصل على البكالوريوس في تدريس العلوم من جامعة شمال غرب ولاية ميسوري، ودرجة الماجستير في الكيمياء من جامعة ولاية كانساس – بيتسبرغ، والدكتوراه في الكيمياء التحليلية من جامعة نبراسكا. وقد ظل الدكتور ماكلوغلين يدرس الكيمياء لأكثر من 35 عامًا تتضمن التدريس بالمدارس الثانوية ودورات تدريس العلوم وبرامج البعثات الخارجية فضلًا عن عمله كأستاذ زائر. وهو الآن يدرس الكيمياء العامة ويشغل منصب منسق الكيمياء العامة في جامعة نبراسكا – لينكولن. وقد حاز جائزة المدرس المتميز في الولاية، وهي جائزة رئاسية قومية لتدريس العلوم، وجائزة معلم الحرم الجامعي المتميز ثلاث مرات.

الدكتورة ماريلين ثومبسون حصلت على درجة البكالوريوس في الكيمياء من كلية كارلتون، وماجستير في منهج العلوم والتدريس من جامعة كانساس والدكتوراه في التربية من جامعة كانساس. لقد تضمنت وظيفة الدكتورة ثومبسون تدريس الفيزياء والكيمياء والعلوم الطبيعية عندما كانت تعمل رئيسًا لقسم العلوم. وتشغل الدكتورة ثومبسون حاليًا منصب أستاذ مساعد في جامعة ولاية أريزونا.

دينا زايك مستشارة دولية للمناهج ومخترعة عملت على تصميم وتطوير منتجات تعليمية ومنظمة للتمثيلات البيانية التفاعلية ثلاثية الأبعاد لأكثر من ثلاثين عامًا. وقد حصلت دينا على البكالوريوس والماجستير في المنهج التعليمي والتدريس من جامعة تكساس إيه إم. وكثيرًا ما تكون متحدثة بارزة في مؤتمرات مدرسي العلوم المحلية والإقليمية والخاصة بالولاية.

المؤلفون المساهمون

نانسي روس فلانيجان
مؤلفة في مجال العلوم
ديترويت، ميتشيجان

نيكولاس هاينين
مؤلف في مجال العلوم
كارول، أوهايو

مارجاريت كيه زورن
مؤلفة في مجال العلوم
يوركتاون، فيرجينيا

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

المراجعون والمستشارون

مراجعو المدارس الثانوية

راجع كل مدرس وحدات معينة من كتاب جلينكو للعلوم الطبيعية وقدم ملاحظاته واقتراحاته بشأن مدى فعالية التعليم.

دانييل كيريب
مدرسة يونيفرسيتي الثانوية
أورلاندو، فيلادلفيا

دوايت دوتون
مدرسة إيست شابيل الثانوية
شابيل هيل، نورث كارولينا

كانديس هيبرت
مدرسة ألفريد إم باربي الثانوية
ليك تشارلز، لوس أنجلوس

الدكتورة كارول جونز
مستشارة العلوم
الإدارة التعليمية للتعليم المتوسط في منطقة ماكومب
بلدة كلينتون، ميسوري

سي ماكراي
مدرسة ليزفيل رود الثانوية
راليغ، نورث كارولينا

شيلي بيس
مدرسة كابتن شريف الثانوية
شريفبورت، لوس أنجلوس

بالماتي ساجرامسينغ
مدرسة سايبريس كريك الثانوية
أورلاندو، فيلادلفيا

تيفاني تاماسيني
مدرسة سايبريس كريك الثانوية
أورلاندو، فيلادلفيا

جوزفين كيه ثيروناياجام
مدرسة سايبريس كريك الثانوية
أورلاندو، فيلادلفيا

سارة توندرا
مدرسة ماريسفيل الثانوية
ماريسفيل، أوهايو

إليزابيث تراجيزر
إدارة بنتوورث التعليمية
بتليفيل، بتسلفانيا

مستشارو المحتوى

راجع كل من مستشاري المحتوى وحدات معينة من كتاب جلينكو للعلوم الطبيعية للتأكد من دقة المحتوى ووضوحه.

دي جي هاز
أستاذ الفيزياء
جامعة ولاية نورث كارولينا
راليغ، نورث كارولينا

مايكل أو هيرست
أستاذ مشارك في الكيمياء الحيوية
جامعة جورجيا الجنوبية
ستيتسبورو، جورجيا

سالي كوتسوليوتاس
أستاذة مشاركة في الفيزياء
جامعة بكنيل
لويزبيرغ، بنسلفانيا

الدكتورة ماريا باشيكو
أستاذة مشاركة الكيمياء
كلية بافالو الحكومية
بافالو، نيويورك

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

المؤلفون والمستشارون المساهمون

المؤلفون المساهمون

ساعد المؤلفون المساهمون في تطوير مزايا الوحدات.

أندرو شرودر
كولومبوس، أوهايو

كارين سوتوسانتي
بيكرينغتون، أوهايو

ستيفن ويت
كولومبوس، أوهايو

جينيفر ويلوغبي
فوريست، فيرجينيا

مستشار السلامة

راجع مستشار السلامة التجارب والمواد المستخدمة فيها للتأكد من السلامة وإمكانية تنفيذ التجارب.

الدكتور كينيث آر روي
مدير إدارة الصحة البيئية والسلامة
مدارس جلاستونبيري العامة
جلاستونبيري، كونكتيكت

McGraw-Hill Education حقوق الطبع © محفوظة، لصالح

استيعاب العلوم الطبيعية

تم تنظيم الكتاب بحيث ينقسم إلى وحدات تعتمد على العلوم الطبيعية. الفكرة الرئيسة

في بداية كل وحدة،

ستجد عنوانين يستعرضان الفائدة التي سيقدمها ما ستدرسه لاستيعاب المفهوم الشامل للعلوم.

الموضوع المحوري

الموضوعات هي مفاهيم شاملة نستخدم في كل أنحاء الكتاب. وهي تساعدك في الربط بين ما تتعلمه.

الفكرة الرئيسة

الفكرة الرئيسة هي محور تركيز الوحدة. أما التجارب والنصوص والأنشطة الأخرى فستعمل على ضمان الاستيعاب الدقيق لهذه المفاهيم الأساسية. وأثناء تصفح الكتاب، ستجد أنشطة وأسئلة مختلفة لتقييم مدى تقدمك.

في بداية كل قسم،

ستجد "تمهيد للقراءة" يلخص ما ستتعلمه أثناء استكشاف القسم.

الأسئلة المهمة

تعكس "الأسئلة المهمة" الأهداف المهمة في القسم. وعندما تجتمع معًا، فإن استيعاب هذه الأسئلة سيؤدي إلى استيعاب الفكرة الرئيسة للوحدة.

حقوق الطبع © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

إرشادات الطي

تقدم الصفحات التالية إرشادات تفصيلية لإنشاء أدلة دراسة على شكل مطويات.

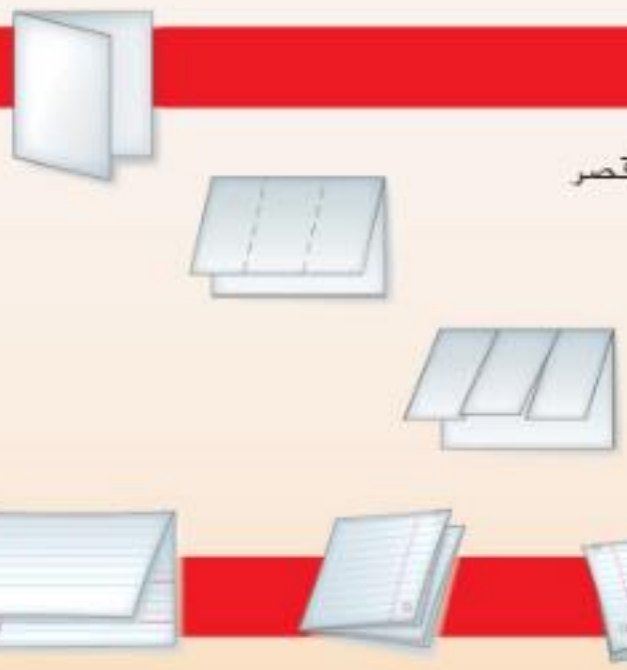
المطوية المتدرجة

1. اجمع ثلاث ورقات وضعها في طبقات بحيث تبعد كل منها عن الأخرى 1 cm تقريبًا أفقيًا. اجعل الحواف مستوية.
2. قم بطي الحواف السفلية للورق لتشكل 6 ورقات متساوية.
3. قم بطي الورق وتجعيده جيدًا كي تستقر الأوراق في مكانها. قم بالتدبيس بطول موضع الطي. ضع اسمًا على كل ورقة.

المطوية الثلاثية

1. قم بطي ورقة أفقية إلى أثلاث.
2. افتح الورقة واكتب اسمًا لكل صف.

مطوية البطاقات الثلاث



1. قم بطي ورقة أفقية من جانب إلى جانب. اجعل الحافة الأمامية أقصر من الخلفية بمعدل 2 cm تقريبًا.
2. أدر الورقة بالطول وقم بطيها إلى أثلاث.
3. افتح الورقة واقطع الطبقة العليا فقط بطول كلا الطيتين لإنشاء ثلاث ورقات. ضع تسمية على كل ورقة.

مطوية البطاقتين ومطوية البطاقات الأربعة

1. قم بطي ورقة إلى نصفين.
2. قم بطيها إلى نصفين مرة أخرى. إذا كنت تريد إنشاء كتيب رباعي الورقات، فقم بطيها إلى نصفين مرة أخرى لإنشاء ثلاث طبقات.
3. افتح الطبقة العليا فقط بطول الطيات لإنشاء ورقتين أو أربع ورقات. ضع اسمًا على كل ورقة.

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح شركة

المطويات

مطوية الأبواب الأربعة

1. حدد موضع منتصف ورقة أفقية. قم بطي كلتا الحافتين إلى المنتصف وتجعيد الثنايا.
2. قم بطي الورق المطوي إلى نصفين من أعلى إلى أسفل.
3. افتح الورقة واقطع بطول خطوط الطي في الطبقات العليا لإنشاء أربع ورقات. ضع اسمًا على كل ورقة.

مطوية خرائط المفاهيم

1. قم بطي ورقة أفقية من أعلى إلى أسفل. اجعل الحافة العلوية أقصر من السفلية بمعدل 2 cm تقريبًا.
2. أدر الورقة بالطول وقم بطيها إلى أثلاث.
3. افتح الورقة واقطع الطبقة العليا فقط بطول كلا الطيتين لإنشاء ثلاث ورقات. ضع اسمًا على الورقة العلوية وكل ورقة.

مطوية المفردات

1. قم بطي ورقة أفقية من الكراسة إلى نصفين.
2. اقطع بطول كل سطر ثالث من الطبقة العلوية فقط لتكوين الورقات. ضع اسمًا على كل ورقة.

مطوية المخطط

1. قم بطي ورقة بالطول إلى أثلاث.
2. قم بطي الورقة بالعرض إلى أخماس.
3. افتح الورقة وضعها بالطول وارسم خطوطًا بطول الثنايا. اكتب اسمًا للجدول.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

منظّم الوحدة 14: مقدمة إلى الكيمياء

الفكرة الرئيسة الكيمياء هي علم محوري لحياتنا.

الأسئلة الرئيسة	موارد لتقييم الإجادة
القسم 1 قصة مادتين 1. ما المقصود بالمادة؟ 2. كيف يتكوّن الأوزون وما سبب أهميته؟ 3. ما المقصود بمُركّبات الكلوروفلوروكربون وكيف تدخل إلى الغلاف الجوي؟ حصّة واحدة	**مراقبة التقدم** التقويم التكويني التأكد من فهم النص التأكد من فهم التمثيل البياني مراجعة القسم
القسم 2 الكيمياء والمادة 1. كيف يمكن مقارنة ومقابلة الكتلة والوزن؟ 2. لماذا يهتم علماء الكيمياء بالوصف دون المجهري للمادة؟ 3. ما الذي يحدد الفروع المتعددة للكيمياء؟ حصّة واحدة	**مراقبة التقدم** التقويم التكويني التأكد من فهم النص مراجعة القسم
القسم 3 الطرق العلمية 1. ما الخطوات الشائعة للطرق العلمية؟ 2. ما أوجه الشبه والاختلاف بين البيانات النوعية والبيانات الكمية؟ 3. في تجربة، أي متغيّر هو المتغيّر المستقل وما المتغيّر التابع وما الضوابط؟ 4. ما الفرق بين النظرية والقانون العلمي؟ حصّة واحدة	**مراقبة التقدم** التقويم التكويني التأكد من فهم النص مراجعة القسم
القسم 4 البحث العلمي 1. كيف يمكن المقارنة والمقابلة بين البحث النظري والبحث التطبيقي والتكنولوجيا؟ 2. ما هي بعض القواعد المهمة للسلامة في المختبر؟ حصّة واحدة	**مراقبة التقدم** التقويم التكويني التأكد من فهم النص التأكد من فهم التمثيل البياني مراجعة القسم **التقويم الختامي** تقويم الوحدة

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

موارد حسب المستوى	مواد التجارب
دفتر العلوم 1.1 ض م الملف السريع موارد الوحدة: دليل الدراسة د م	التجربة الاستهلالية/ 15 min ميزان المختبر أو شمعة أو عود ثقاب أو ساعة توقيت أو ساعة ذات مؤشر للثواني
دفتر العلوم 1.2 ض م الملف السريع موارد الوحدة: دليل الدراسة د م	
دفتر العلوم 1.3 ض م الملف السريع موارد الوحدة: ورقة عمل التجربة المصغرة ض م دليل الدراسة د م	التجربة المصغرة / 20 min ماء وطبقان بتري ومخبار مدرج وزيت نباتي وعود أسنان وإضافة إلى سائل غسل الأطباق وحليب كامل الدسم وأربعة ملوّنات غذائية مختلفة
دفتر العلوم 1.4 ض م الملف السريع موارد الوحدة: ورقة عمل تجربة كيميائية ض م دليل الدراسة د م	تجربة كيميائية /45 min أنابيب اختبار بسدادات وحامل أنابيب الاختبار وقلم شحم ومخبار مدرج سعتها 25 mL وماء مقطر وقطّارة وكأس سعتها 250 mL وعيّنة ماء 1 وعينة ماء 2 ومنظف أطباق ومسطرة مترية

د م دون المستوى ض م ضمن المستوى ف م متعلمون فوق المستوى التعلّم التعاوني التعلم التعاوني

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تجربة استهلالية

احتياطات السلامة نبّه الطلاب إلى ضرورة توخّي الحذر عند وجود لهب مكشوف.

التخلص من المواد كلّف الطلاب بأن يضعوا أعواد الثقاب المستخدمة في إناء مقاوم للّهب أو في إناء فيه ماء.

استراتيجيات التدريس

- اسأل الطلاب عن الدليل الذي لاحظوا أنّه يشير إلى حدوث تغيّر في المادة. قد تتضمن الإجابات تغيّرًا في الشكل أو الرائحة الصادرة منها أو الغاز أو الطاقة المُنتجة.
- استخدم الرائحة الناتجة عن هذه التجربة لبدء مناقشة عن تلوث الهواء. يمكن استخدام هذه التجربة لتوضيح مشكلة الأوزون التي تمّت مناقشتها في هذه الوحدة.

النتائج المتوقعة تفقد الشمعة كتلتها بعد اشتعالها.

الإجراء

1. إسأل الطلاب تحديد المخاطر المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة واتباع الإجراء أدناه.

2. استخدم ميزان المختبر لقياس كتلة الشمعة. سجّل هذا القياس وملاحظات مُفصّلة عن الشمعة.

3. ضع الشمعة على سطح مقاوم للاشتعال مثل طاولة المختبر. أشعل عود ثقاب بحذر وأشعل الشمعة. استخدم ساعة التوقيت أو ساعة بمؤشر للثواني لقياس الوقت. اترك الشمعة تشتعل لمدة 5 دقائق ثم أطفئ اللهب. سجّل ملاحظاتك.
تحذير: لا تضع الثقاب في الحوض.

4. اترك الشمعة حتى تبرد، وقم بقياس كتلة الشمعة المنطفئة وسجّلها.

5. ضع الشمعة المنطفئة في إناء بحدّده معلّمك.

التحليل

1. **لخّص** ملاحظاتك عن الشمعة أثناء اشتعالها وبعد انطفاء اللهب. تلخيص العيّنات: انبعث الدخان من الشمعة بكمية ضئيلة وأصبح حجم الشمعة أصغر عند اشتعالها. بعد اشتعال الشمعة، بدا حجمها أصغر ممّا كان قبل اشتعالها.

2. **تقييم** أين المادة التي تبدو أنّها فُقدت؟ تحولت إلى غاز وانطلقت داخل الغرفة.

استقصاء هل يمكن أن يتفاوت التغيّر في كتلة الشمعة؟ خطّط تحقيقًا لتحديد العوامل التي قد تسهم في التوصل إلى نتيجة مغايرة. نعم، إنّ كمية المادة المفقودة متغيّرة. تتمثّل العوامل المحتملة التي قد تسهم في التوصل إلى نتيجة مغايرة في التركيبة الكيميائية للشمعة والتركيبة الكيميائية للفتيل وقطر الشمعة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

مقدمة إلى الكيمياء

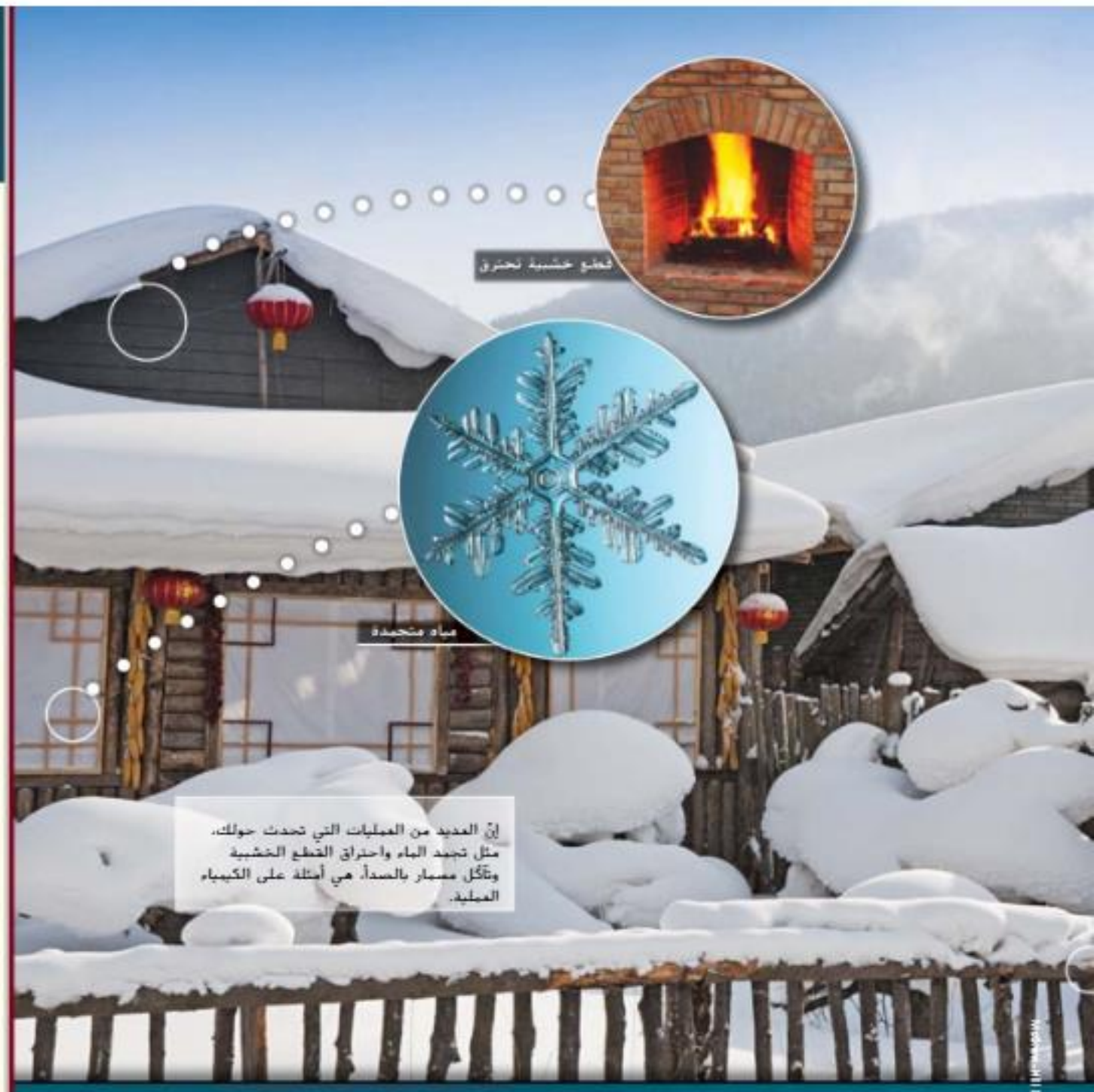
التجربة الاستهلالية
أين ذهبت الكتلة؟

عندما يحترق جسمٌ ما، تصبح الكتلة المتبقية أقل من كتلة الجسم الأولية. ماذا يحدث لكتلة الجسم؟

المطويات

الطرق العلمية أنشئ مطوية لخريطة المفاهيم. عنون الصفحات كما يلي: الملاحظة والفرضية والتجارب والاستنتاج ثم استخدمها لتلخيص ما تعلمته عن الطرق العلمية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education



الفكرة الرئيسة الكيمياء هي علم محوري لحياتنا.

القسم 1 - قصة مادتين

القسم 2 - الكيمياء والمادة

القسم 3 - الطرق العلمية

القسم 4 - البحث العلمي

تقديم الفكرة الرئيسة

الكيمياء والحياة لتقديم الفكرة الرئيسة لهذه الوحدة، قم بإدارة مناقشة بين الطلاب بشأن الكيمياء التي تحدث من حولهم يوميًا. كلّف الطلاب أن يقدموا مثالاً للكيمياء التي تحدث في الصف والتي لا ترتبط بالتجارب المختبرية. اقبل بكل الإجابات المعقولة. الإجابات المحتملة: التنفس والهضم وأمثلة متنوعة لنقل الحرارة. كلّف الطلاب أن يقدموا أمثلة عن الكيمياء التي تحدث في منازلهم. اقبل بكل الإجابات المعقولة. الإجابات المحتملة: طهي الطعام والشموع المشتعلة والماء المغلي.

استخدام الصورة

الكيمياء في المنزل كلّف الطلاب بأن ينظروا إلى صورة الكوخ. واطلب منهم أن يقترحوا أمثلة لتفاعلات كيميائية إضافية قد تحدث داخل الكوخ أو داخل منازلهم. الإجابات المحتملة: طهي الطعام أو الغاز الطبيعي المشتعل أو زيت الوقود أو غاز البروبان للحرارة أو الشموع المشتعلة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 1

1 التركيز

الفكرة الرئيسة

الكيمياء من حولك كلّف الطلاب بأن يتذكروا المرة الأخيرة التي قام فيها شخص في المنزل بخبز شيء ما مثل الكعك أو الخبز أو البسكويت. واسألهم ما إذا كان للكيمياء دور في ذلك. نعم. تحدث العديد من التفاعلات الكيميائية عادةً عند خبز شيء ما، مثل التفاعل الكيميائي الذي يحدث عند خلط خميرة الخبز مع الماء ويُنتج غازًا، أو التفاعل الكيميائي الذي يحدث عند خلط بيكربونات الصوديوم مع الخل ويُنتج غازًا. اسأل الطلاب ما إذا كان للكيمياء دور عند تشغيل مشغل MP3. نعم. يحدث تفاعل كيميائي في البطارية. أمسك بآلة حاسبة واسأل الطلاب عن نوع التفاعل الكيميائي الذي يحدث أثناء تصنيع الآلة الحاسبة. الإجابات المحتملة: تُستخدم الكيمياء أثناء عملية تصنيع الهيكل والشرائح التي تجري العمليات الحسابية. ش م

2 التدريس

تطوير المفاهيم

المواد الكيميائية اسأل الطلاب عما يخطر ببالهم عند سماع المصطلح مادة كيميائية. فهذا المصطلح يحمل غالبًا مفهومًا سلبيًا. أكّد وجود المواد الكيميائية في كل مكان، وأكّد أن لا وجود للبشر لولا وجود الكيمياء. قد تكون بعض المواد الكيميائية مضرّة لكن بعضها الآخر ليس مفيدًا فحسب بل ضروريًا أيضًا. ش م

تمهيد للقراءة

الأسئلة الرئيسة

- ما المقصود بالمادة؟
- كيف يتكوّن الأوزون وما سبب أهميته؟
- ما المقصود بفرزُبات الكلوروفلوروكربون وكيف تدخل إلى الغلاف الجوي؟

مفردات للمراجعة

المادة matter: أي شيء له كتلة ويشغل حيزًا

مفردات جديدة

الكيمياء chemistry
المادة substance

قصة مادتين

الفكرة الرئيسة **إنّ الكيمياء هي دراسة كل شيء من حولنا.**

الكيمياء في حياتك هل نقلت قطعة أثاث من قبل إلى موقع جديد، لتكتشف أنّ الموقع الجديد غير صالح؟ أحيانًا، يؤدي نقل الأثاث إلى التسبب في مشكلة جديدة، مثل عدم امتلاك الباب بالكامل أو عدم وصول سلك كهربائي إلى المقبس. ويحدث في العلوم كذلك أن تحل مشكلة لتكتشف أنّ الحل يؤدي إلى مشكلة جديدة.

لماذا ندرس الكيمياء؟

راقب الأشياء المحيطة بك للحظة وراجع الشكل 1. من أين جاءت كل هذه "المواد"؟ تتألف كل المواد الموجودة في الكون، بما في ذلك كل ما ورد في الصور، من وحدات بناء تتشكل في النجوم. ويطلق العلماء على وحدات البناء هذه "والمواد" التي تتشكل من وحدات البناء هذه اسم المادة.

عندما تبدأ في دراسة **الكيمياء**، وهي دراسة المادة والتغيّرات التي تخضع لها، ربما تسأل نفسك، "ما سبب أهمية الكيمياء بالنسبة إليّ؟" يمكن توضيح الإجابة عن هذا السؤال بواسطة الأحداث الواقعية التي تتضمن اكتشافين. إذ يتضمن أحد الاكتشافين شيئًا ربما تستخدمه يوميًا هو التبريد. إذا ذهبت إلى مدرستك وكان في المبنى مكيّف هواء، أو إذا حميت طعامك من الفساد باستخدام ثلاجة، فإن هذا الاكتشاف يمثّل أهمية بالنسبة إليك. ويتضمن الاكتشاف الآخر الطاقة المستمدّة من الشمس. إنّ هذا الاكتشاف مهمّ بالنسبة إليك أيضًا.لأنّك تتناول غذاءك وتمضي أوقاتًا خارج البيت. لقد أصبح هذان الاكتشافان غير المرتبطين بعضهما ظاهريًا، متلازمين بطريقة غير متوقعة، كما ستتعلم قريبًا.

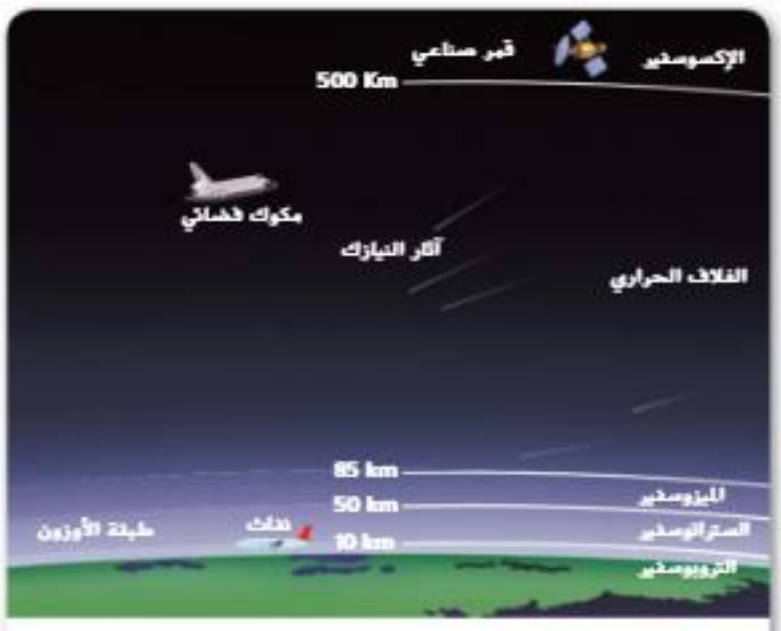
الشكل 1

يتألف كل شيء في الكون، بما في ذلك الجسيمات الموجودة في الهواء والأشياء من حولك، من المادة.

دفتر الكيمياء

الكيمياء كلّف الطلاب بأن يكتبوا بعض الفقرات في دفتر الكيمياء لوصف ما يريدون أن يتعلموه في حصة الكيمياء وما يتوقعون تعلّمه. راجع هذه الفقرات لاحقًا خلال العام الدراسي لمعرفة ما إذا حصلت التوقعات. د م ش م ق م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education



الشكل 2 يتكوّن الغلاف الجوي للأرض من عدة طبقات. تقع طبقة الأوزون الواقية في طبقة الستراتوسفير.

طبقة الأوزون

إذا أصبت بحروق الشمس من قبل، فقد تعرضت للآثار الضارة للأشعة فوق البنفسجية الصادرة من الشمس. وبسبب التعرض المفرط للأشعة فوق البنفسجية ضررًا للنباتات والحيوانات، إذ يمكن أن تتسبب المستويات المتزايدة من أحد أنواع الأشعة فوق البنفسجية، يطلق عليه اسم UVB، في إصابة البشر بماء العين وسرطان الجلد ونقص المحاصيل الزراعية وتدمير السلاسل الغذائية في الطبيعة.

تطورت الكائنات الحية نظرًا لوجود الأشعة فوق البنفسجية UVB وللخلايا قدرة لإصلاح نفسها إلى حدٍ ما عند التعرض إلى مستويات منخفضة من الأشعة فوق البنفسجية. لكن بعض العلماء يعتقدون أنّه عندما تصل مستويات الأشعة فوق البنفسجية UVB إلى نقطة معينة، فلن تتمكن خلايا الكائنات الحية من التأقلم وسيموت العديد من الكائنات الحية.

الغلاف الجوي للأرض توجد الكائنات الحية على الأرض لأنها تتمتع بحماية من مستويات عالية من الأشعة فوق البنفسجية UVB بفضل طبقة الأوزون. فالأوزون، المؤلف من الأكسجين، عبارة عن مادة موجودة في الغلاف الجوي تمتص معظم الأشعة الضارة قبل وصولها إلى سطح الأرض. **والمادة**، المعروفة أيضًا بالمادة الكيميائية، هي شيء له تركيبة محددة ومتماثلة.

ينتشر نحو 90% من أوزون الأرض في طبقة تحيط بكوكبنا وتحميه. كما ترى في الشكل 2، يتكوّن الغلاف الجوي للأرض من عدة طبقات. ويطلق على أدنى طبقاتها اسم التروبوسفير وهي تحتوي على الهواء الذي تتنفسه. والتروبوسفير هو مكان ظهور السحاب وتحليق الطائرات. يتشكّل طقس الأرض بأكمله في التروبوسفير. أما الستراتوسفير، فهي الطبقة التي تقع أعلى التروبوسفير. وتمتد من 10 إلى 50 كيلو مترًا (km) تقريبًا فوق سطح الأرض. تقع طبقة الأوزون التي تحمي الأرض في الستراتوسفير.

التأكد من فهم النص اشرح فوائد وجود طبقة الأوزون في الغلاف الجوي.

الكيمياء في الحياة اليومية

طبقة الأوزون

مستحضر الوقاية من الشمس لتوفير بعض الحماية من الأشعة فوق البنفسجية الضارة، يمكن وضع مستحضر الوقاية من الشمس على الجلد. ويساعد مستحضر الوقاية من الشمس على الوقاية من حروق الشمس وسرطان الجلد. لذلك، يوصي أخصائيو الصحة باستخدام مستحضر الوقاية من الشمس عندما تكون خارج المنزل وتتعرض للأشعة فوق البنفسجية الصادرة من الشمس.

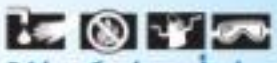
المفردات

أصل الكلمة

الأوزون ozone

مشتقة من الكلمة الإغريقية ozon، وتعني يشم

عرض توضيحي سريع



مواد أم مواد كيميائية

وضّح أنّ المواد الكيميائية متواجدة في كل مكان. وأشعل شمعة كبيرة أمام طلاب الصف. اشرح أنّ الشمع الموجود في الشمعة مادة كيميائية ضرورية، كما الأكسجين الموجود في الهواء، لإشعال الشمعة. إذا بسطت يدك بالقرب من اللهب، فسيحرق اللهب المواد الكيميائية التي تتكوّن منها بشرتك. إنّ بإمكان الأشعة فوق البنفسجية (UV) القادمة من الشمس أيضًا إحراق بشرتك. تحتوي مستحضرات الوقاية من الشمس على مواد كيميائية تمتص الأشعة فوق البنفسجية (UV) قبل أن تصل إلى بشرتك. أما الأوزون، فهو عبارة عن مادة كيميائية في الهواء تمتص الأشعة فوق البنفسجية (UV) قبل أن تصل إلى سطح الأرض.

التقويم

المعرفة قدّم للطلاب قائمتين تحتوي إحداهما على طبقات الغلاف الجوي بترتيب عشوائي. وتحتوي القائمة الأخرى على خاصية واحدة لكل طبقة. ينبغي أن ترتبط الخصائص بكيمياء الطبقة. لذلك، كلف الطلاب المطابقة بين كل طبقة وخاصيّتها. ش م

التأكد من فهم النص

يمتص الأوزون الأشعة فوق البنفسجية (UV) الضارة من الشمس مانعًا إياها من الوصول إلى سطح الأرض حيث يمكنها إلحاق الأذى بالكائنات الحية.

مشروع الكيمياء

الأشعة فوق البنفسجية المتوسطة (UV-B) والكائنات الحية قسّم الطلاب إلى مجموعات صغيرة واطلب منهم البحث عن تأثيرات الأشعة فوق البنفسجية المتوسطة (UV-B) المتزايدة على الكائنات الحية. يجب أن يحضّر الطلاب عرضًا توضيحيًا شفهيًا يتضمّن وسائل بصرية، لتقديمه إلى باقي الصف الدراسي. ش م العلم التطبيقي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 1 • قصة مادتين 377

■ **سؤال حول الشكل 3** تتفكك جزيئات الأوزون وغاز الأكسجين بشكل مستمر ثم تتكوّن مرة أخرى في الستراتوسفير.

التقويم

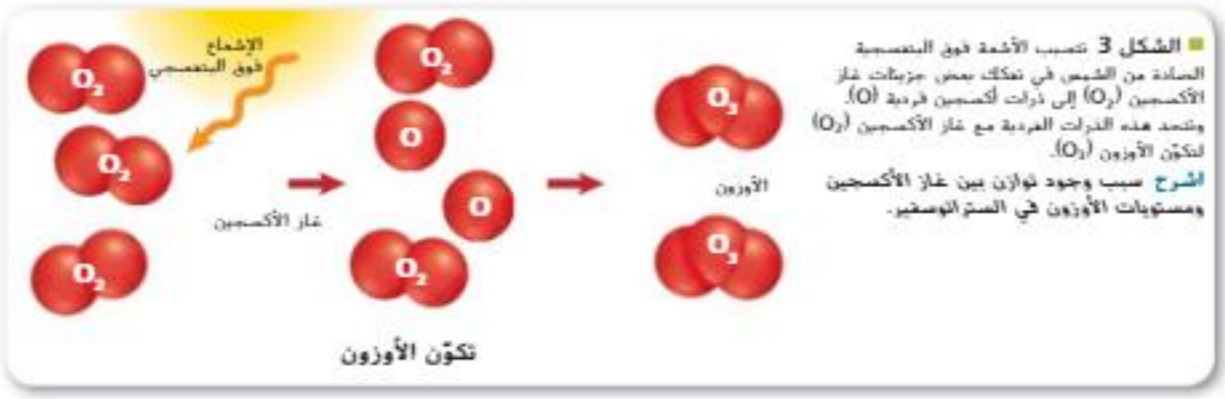
مهارة كلّف الطلاب رسم طبقات الغلاف الجوي وتحديد مكان تكوّن الأوزون وتخزينه. ش م

عرض توضيحي سريع

خط الاستواء أحضر مجسّمًا للكرة الأرضية ومصباحًا كهربائيًا. إسأل الطلاب تحديد خط الاستواء حيث يُنتج الأوزون بأكبر كمية، وبيّن لهم كيفيّة سقوط أشعة الضوء على الأرض مباشرة عند خط الاستواء. كلّف طالب متطوع إثبات أنّ الشعور بالطاقة في الأماكن التي تسقط عليها أشعة الضوء مباشرة، يكون أكثر ممّا يكون عليه في الأماكن التي تسقط عليها في زاوية. بيّن للطلاب أيضًا طريقة تسبُّب تيارات الحمل الناتجة عن السخونة المتباينة في الغلاف الجوي، في تدفق الأوزون من خط الاستواء إلى القطبين. ش م

التعزيز

تكوّن الأوزون اسأل الطلاب عن سبب تكوّن النسبة الأكبر من الأوزون فوق خط الاستواء. يعتمد تكوّن الأوزون في الستراتوسفير على الأشعة فوق البنفسجية (UV) الصادرة من الشمس المسلطة على الأكسجين وتفككه. ويكون تركيز الأشعة المباشرة عند خط الاستواء أكبر من تركيز الأشعة التي تسقط على أجزاء أخرى من كوكب الأرض. ش م



■ **الشكل 3** تتسبب الأشعة فوق البنفسجية الصادرة من الشمس في تفكك بعض جزيئات غاز الأكسجين (O_2) إلى ذرات أكسجين فردية (O). وتتحد هذه الذرات الفردية مع غاز الأكسجين (O_2) لتكوّن الأوزون (O_3).
الشرح سبب وجود توازن بين غاز الأكسجين ومستويات الأوزون في الستراتوسفير.

تكوّن الأوزون

تكوّن الأوزون كيف يدخل الأوزون الستراتوسفير؟ عندما يتعرض غاز الأكسجين (O_2) إلى الأشعة فوق البنفسجية في المناطق العلوية من الستراتوسفير، يتكوّن الأوزون (O_3). تتكوّن جزيئات غاز الأكسجين من ذرتي أكسجين أصغر. تُحطّم طاقة الإشعاع غاز الأكسجين إلى ذرات أكسجين فردية (O) تتفاعل بعد ذلك مع O_2 لتكوّن O_3. ويوضّح الشكل 3 هذه العملية. كما يمكن للأوزون امتصاص الإشعاع والانقسام لإعادة تكوين غاز الأكسجين. لذلك، يرجّح وجود توازن بين مستويات غاز الأكسجين والأوزون في الستراتوسفير.

تم التعرف على الأوزون وقياسه لأول مرة في أواخر القرن التاسع عشر، لذا فقد تمت دراسة وجوده لفترة طويلة. كان الأوزون محطّ اهتمام العلماء، لأن تيارات الهواء في الستراتوسفير تحرّكه حول الأرض. يتكوّن الأوزون فوق خط الاستواء، حيث تكون أشعة الشمس في أقوى مستوياتها، ثم يتدفق باتجاه القطبين. بالتالي، يعطي الأوزون علامة ملائمة لتتبع تيار الهواء في الستراتوسفير.

في عشرينيات القرن العشرين، بدأ العالِم البريطاني جي.إم.بي. دوبسون (1889–1976) بقياس مقدار الأوزون في الستراتوسفير. على الرغم من تكوّن الأوزون في المناطق الأعلى من الستراتوسفير، إلا أنّ معظمه يُخزّن في الستراتوسفير الأدنى. يمكن قياس الأوزون في الستراتوسفير الأدنى بالأجهزة الموجودة على الأرض أو في البالونات والأقمار الصناعية والصواريخ. ساعدت قياسات دوبسون العلماء على تحديد المقدار الطبيعي للأوزون الذي يجب وجوده في الستراتوسفير. وتُعد ثلاث مئة وحدة دوبسون (DU) المقدار الطبيعي للأوزون في الستراتوسفير. تراقب الأجهزة، مثل تلك المبيّنة في الشكل 4 مقدار الأوزون الموجود في الستراتوسفير اليوم.

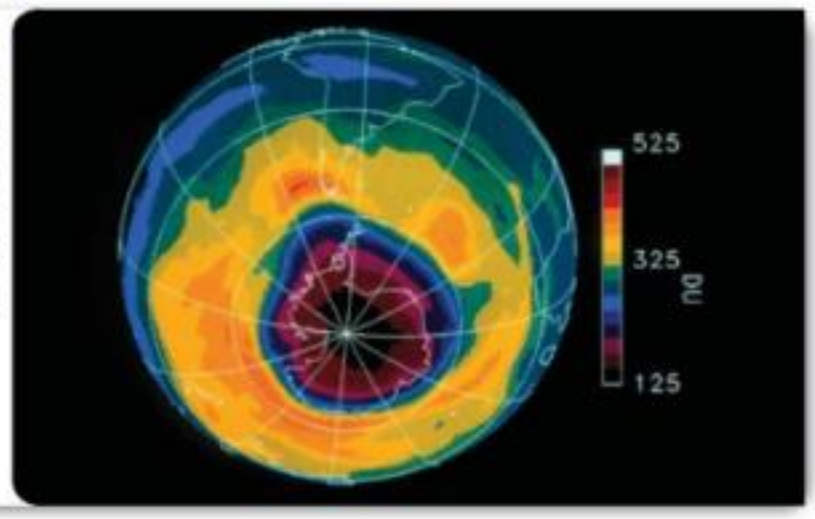
في الفترة بين 1981 و1983، كانت مجموعة بحث الهيئة البريطانية لمسح القطب الجنوبي تراقب الغلاف الجوي فوق القارة القطبية الجنوبية. فقاست المجموعة مستويات من الأوزون كانت منخفضة بصورة مفاجئة إذ وصلت القراءات إلى مستويات منخفضة بلغت 160 DU، وخاصةً أثناء فصل الربيع في القطب الجنوبي في أكتوبر. وقد فحصوا أجهزتهم وكرروا عمليات القياس.

■ **الشكل 4** يستخدم العلماء مجموعة متنوعة من المعدات، بما في ذلك مطياف Brewer، لقياس الأوزون.

التدريس المتمايز

درجات لون البشرة توفر درجات ألوان البشرة الداكنة حماية أكبر من الأشعة فوق البنفسجية (UV) الضارة في ضوء الشمس. لذلك، فقد تطورت درجات ألوان بشرة مَن يعيشون بالقرب من خط الاستواء، لتصبح أغمق، بسبب قوة أشعة الشمس هناك. تصبح الأشعة فوق البنفسجية أقل شدة كلما ابتعدنا عن خط الاستواء، لذا فإنّ درجات ألوان بشرة الإنسان تكون أفتح هناك. على الرغم من أنّ شعب الإسكيمو يعيش في أقصى شمال خط الاستواء، إلا أنّ درجات ألوان بشرتهم هي أغمق من المتوقع، بسبب الثلج الذي يعكس الأشعة فوق البنفسجية (UV). لذلك، يحتاج شعب الإسكيمو إلى ألوان بشرة أغمق لحمايتهم من مستويات الأشعة فوق البنفسجية (UV) المرتفعة التي يحصلون عليها من الانعكاس.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education



الشكل 5 أكدت صور القمر الصناعي الخاص بفريق الهيئة البريطانية لمسح القطب الجنوبي أنّ طبقة الأوزون كانت آخذة في الترقق فوق الهالة المغنطيسية الجنوبية. تظهر على خريطة القمر الصناعي هذه، البقعة فوق الهالة المغنطيسية الجنوبية باللون الفرنفلي واللون الأرجواني واللون والأسود. يشير مفتاح الألوان على اليمين إلى أنّ مستوى الأوزون يتراوح بين 125 و200 وحدة دوبسون تقريبًا، وهو مستوى أقل من المستوى الطبيعي البالغ 300 وحدة دوبسون.

في أكتوبر 1985، أبلغوا عن انخفاض مؤكد في مقدار الأوزون في الستراتوسفير وتوصلوا إلى أنّ طبقة الأوزون كانت آخذة في الترقق. يبيّن **الشكل 5** الشكل الذي بدت عليه طبقة الأوزون الآخذة في الترقق في أكتوبر 1990.

على الرغم من إطلاق تسمية "ثقب الأوزون" في أغلب الأحيان على ترقق طبقة الأوزون، إلا أنّه ليس ثقبًا. فالأوزون لا يزال موجودًا في الغلاف الجوي، غير أنّ الطبقة الواقية أرق بكثير من المعتاد. شكّلت هذه الحقيقة إنذارًا للعلماء الذين لم يتوقعوا قط اكتشاف مثل هذه المستويات المنخفضة. إضافةً إلى ذلك، فقد دعمت القياسات التي تم الحصول عليها من البالونات والطائرات التي تحلق على ارتفاع عالٍ والأقمار الصناعية القياسات التي تم الحصول عليها من الأرض. ما العوامل التي تتسبب في ثقب الأوزون؟

مُرَكَّبات الكلوروفلوروكربون

بدأت قصة المادة الثانية في هذه الوحدة في عشرينيات القرن العشرين. إنّ الإنتاج الضخم للثلاجات، التي استخدمت في البداية غازات سامة مثل الأمونيا كمواد مبردة، كان مجرّد البداية. إنّ إمكانية تسرّب أدخنة الأمونيا من الثلاجة وإلحاقها الضرر بأفراد الأسرة، دفعت بالكيميائيين إلى البحث عن مواد مبردة أكثر أمانًا. وبالفعل توصل توماس ميدجلي جونيور إلى توليف مركّب الكلوروفلوروكربون الأول من نوعه عام 1928. إنّ الكلوروفلوروكربون (CFC) مادة تتكوّن من الكلور والفلور والكربون. يصنّف العديد من المواد المختلفة كمركّبات كلوروفلوروكربون. وتُصنّع كلها في المختبر ولا تتواجد بصورة طبيعية. إضافةً إلى ذلك، فإنّ مركّبات الكلوروفلوروكربون غير سامة ومستقرة ولا تتفاعل بسرعة مع المواد الأخرى. في الوقت ذاته، كانت تبدو مواد مبردة مثالية للثلاجات. وبحلول 1935، استخدمت أول وحدات تكييف هواء منزلية مستقلة وثمانية ملايين ثلاجة جديدة في الولايات المتحدة مركّبات الكلوروفلوروكربون كمواد مبردة. بالإضافة إلى استخدامها كمواد مبردة، استُخدمت مركّبات الكلوروفلوروكربون أيضًا في الرغاوي البلاستيكية والمذيبات وكوقود داسر في علب الرش.

التأكد من فهم النص اشرح سبب اعتقاد العلماء أنّ مركّبات الكلوروفلوروكربون كانت آمنة على البيئة.

مهن في الكيمياء

الكيمياني البيئي يستخدم الكيمياني البيئي أدوات من الكيمياء والعلوم الأخرى لدراسة طريقة تفاعل المواد الكيميائية مع البيئة الطبيعية والبيولوجية. ويتضمن هذا تحديد مصادر المواد الملوّثة مثل الأوزون، وتأثيراتها في الكائنات الحية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

دفتر الكيمياء

توماس ميدجلي كلّف الطلاب إجراء بحث عن توماس ميدجلي جونيور. ثم اطلب منهم كتابة ملخص قصير عن حياته. **ش م**

التدريس المتمايز

ضعاف البصر كلّف الطلاب المبصرين العمل مع الطلاب ضعاف البصر لإنشاء نموذج محسوس ثلاثي الأبعاد لطبقات الغلاف الجوي. إسأل الطلاب المبصرين شرح مكان التروبوسفير والستراتوسفير وعملية تكوّن الأوزون وتخزينه. **ش م**

التعلم التعاوني

تطوير المفاهيم

المبرّدات اطلب من ميكانيكي محلي أو أخصائي تكييف هواء أن يتحدث أمام طلاب الصف الدراسي عن وسائل الحماية الموجودة حاليًا لحماية الغلاف الجوي من تأثير المبرّدات الضارة. واطلب منه توضيح أنّ بالإمكان التخلص من المواد المبرّدة المضرة بالبيئة، أو استبدالها بمبرّد أقل ضررًا.

التعلم بالوسائل البصرية

الشكل 5 كلّف الطلاب النظر إلى الشكل 5 ووصف ما تبيّنه الصورة بالتفصيل. ناقش الصورة على مستوى الصف للتأكد من فهم جميع الطلاب لها. **ش م**

التأكد من فهم النص

لا تتفاعل مركّبات الكلوروفلوروكربون بسهولة مع المواد الأخرى، ممّا دفع العلماء إلى الاعتقاد أنّ الجزيئات كانت مستقرة.

التقويم

المعرفة اسأل الطلاب عن حقول استخدام الكيمياء في حياتهم اليومية. قد تتضمن الأجوبة الوقود المستخدم في تشغيل السيارات أو تدفئة المنازل والملابس التي يرتدونها والطعام الذي يأكلونه. **ش م**

الشكل 6 جمّع العلماء بيانات عن الاستخدام العالمي لمُركّبات الكلوروفلوروكربون وتراكمها فوق القارة القطبية الجنوبية. يُعتبر CFC-11 نموذجًا خاصًا من الكلوروفلوروكربون. وفي التمثيل البياني، يظهر تركيز CFC-11 في الغلاف الجوي بأجزاء لكل تريليون (ppt).

التأكد من فهم التمثيل البياني
صف الاتجاه الموجود في البيانات من 1979 إلى 2010.

في البداية، بدأ العلماء باكتشاف وجود مُرَكّبات الكلوروفلوروكربون في الغلاف الجوي في سبعينيات القرن العشرين حيث قرروا قياس مقدار مُرَكّبات الكلوروفلوروكربون في الستراتوسفير واكتشفوا أنّ الكميات الموجودة في الستراتوسفير تزداد عامًا تلو الآخر. وبحلول 1996، وصل تركيز مُرَكّبات الكلوروفلوروكربون إلى أعلى مستوياته، كما هو مبيّن في الشكل 6. مع ذلك، ساد اعتقاد بأنّ مُرَكّبات الكلوروفلوروكربون لم تشكل تهديدًا للبيئة نظرًا إلى استقرارها الشديد، وبالتالي لم يشعر الكثير من العلماء بالقلق.

لاحظ العلماء ظاهرتين منفصلتين وقاسوهما: فقد كانت طبقة الأوزون الواقية في الغلاف الجوي آخذة في الترقق، في حين كانت كميات كبيرة من مُرَكّبات الكلوروفلوروكربون تدخل إلى الغلاف الجوي بشكلٍ متزايد. هل يمكن أن يكون هناك صلة بين الحدثين؟ قبل معرفة الإجابة عن هذا السؤال، إنّك بحاجة إلى فهم بعض الأفكار الأساسية عن الكيمياء ومعرفة طريقة حل الكيميائيين، ومعظم العلماء، للمسائل العلمية.

القسم 1 مراجعة

ملخص القسم

- إنّ الكيمياء هي دراسة المادة.
- تُعرف المواد الكيميائية أيضًا بالمواد.
- إنّ الأوزون هو مادة تكوّن طبقة واقية في الغلاف الجوي للأرض.
- إنّ مُرَكّبات الكلوروفلوروكربون هي مواد صناعية تتكوّن من الكلور والفلور والكربون والتي اعتُقد في الأصل بأنها مواد مبردة مثالية للتبريد.

1. **اشرح** سبب أهمية دراسة الكيمياء بالنسبة إلى الجميع.
2. **عرّف** المادة واعطِ مثالين على أشياء تعتبر مواد.
3. **صف** آلية تكوين طبقة الأوزون وسبب أهميتها.
4. **اشرح** سبب تطوير مركّبات الكلوروفلوروكربون وطريقة استخدامها.
5. **اشرح** إذا كانت الخلايا قادرة على إصلاح نفسها بعد التعرض للأشعة UVB، فلماذا تُقلق المستويات المتزايدة للأشعة UVB الموجودة في الغلاف الجوي العلماء؟
6. **اشرح** سبب زيادة تركيز مُرَكّبات الكلوروفلوروكربون في الغلاف الجوي.
7. **قيّم** سبب أهمية التأكد من بيانات دوبسون عن طريق صور القمر الصناعي.

التأكد من فهم التمثيل البياني

استمر ارتفاع نسبة التركيز العالمي لثلاثي كلورو فلورو الميثان (CFC-11) في الغلاف الجوي حتى العام 1993 تقريبًا، حيث أصبح مستويًا. وبدأت النسبة في التضاؤل منذ العام 1994 تقريبًا.

3 التقويم

التأكد من الفهم

ما المستوى الطبيعي للأوزون في الستراتوسفير؟ 300 DU ما هي المستويات الأدنى التي وجدها العلماء فوق القارة القطبية الجنوبية في بداية ثمانينيات القرن العشرين؟ 160 DU كلف الطلاب شرح سبب قلق العلماء من هذه النتائج. ش م

إعادة التدريس

أحضر جوربًا رقيقًا أو قطعة من الملابس. ووضّح أنّ المادة لا تزال موجودة لكنها أصبحت أقل سماكة من المعتاد وتسمح بمرور المزيد من الضوء من خلالها. إسأل الطلاب شرح وجه الشبه بين هذا النموذج وثقب الأوزون. ف م

التوسّع

ناقش مع الطلاب الطريقة التي تغيّرت بها العمليات المستخدمة في تصنيع المنتجات بمرور الزمن. ضمّن المناقشة الدور الذي تلعبه الكيمياء في هذه التغيّرات. اذكر تطور المواد المبرّدة وفقًا للمناقشة الواردة في النص. أحضر عبوة حليب كرتونية وإبريق حليب بلاستيكيًا إلى الصف. كلّف الطلاب وصف مزايا وعيوب كل نوع من هذه الأواني. ستتحلل العبوة الكرتونية مع مرور الزمن، على عكس البلاستيك. يمكن إعادة تدوير كل منهما. سيبقى الحليب طازجًا أكثر في البلاستيك. ف م

القسم 1 مراجعة

1. إنّ الكيمياء هي دراسة المادة وكل شيء وكلّ شخص يتكوّن منها.
2. إنّ المادة، التي تُعرف كذلك باسم المادة الكيميائية، هي مادة لها تركيبة محددة. أمثلة محتملة: ملح الطعام ($NaCl$) وسكر المائدة (السكروز، $C_{12}H_{22}O_{11}$).
3. عندما يتعرّض غاز الأكسجين (O_2) إلى الأشعة فوق البنفسجية في المناطق العليا من الستراتوسفير، يتفكك الجزيء. وتتحد جزيئات الأكسجين الفردية (O) مع جزيئات غاز الأكسجين الأخرى لتكوّن الأوزون (O_3). إنّ الأوزون مهم نظرًا إلى أنّه يكوّن طبقة واقية في الغلاف الجوي تحمي الكائنات الحية من الأشعة الضارة.
4. تطورت مركّبات الكلوروفلوروكربون كبديل آمن للأمونيا، وهي المادة المبرّدة الشائعة. وتُستخدم مركّبات الكلوروفلوروكربون كمواد مبرّدة في الفوم وكوقود دافع في علب الرش.
5. تمتلك الخلايا القدرة على إصلاح نفسها لكن بعض العلماء يعتقدون أنّ للخلايا حدًا معيّنًا من كمية الأشعة فوق البنفسجية المتوسطة (UVB) التي تستطيع تحمّلها عند التعرض لها.
6. استمر استخدام مركّبات الكلوروفلوروكربون في التزايد.
7. يجب تأكيد كل الفرضيات العلمية والاختبارات والتجارب والبيانات بشكل مستقل لتثبت صحتها.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

380 الوحدة 14 • مقدمة إلى الكيمياء

القسم 2

تمهيد للقراءة

الأسئلة الرئيسة

- ما أوجه المقارنة والمقابلة بين الكتلة والوزن؟
- ما سبب اهتمام الكيميائيين بالوصف غير المرئي بالمجهر للمادة؟
- ما الذي يحدد الفروع المتنوعة للكيمياء؟

مفردات للمراجعة

التكنولوجيا technology: تطبيق عملي للمعلومات العلمية

مفردات جديدة

الكتلة	mass
الوزن	weight
النموذج	model

الكيمياء والمادة

الفكرة الرئيسة تتضمن فروع الكيمياء دراسة الأنواع المختلفة للمادة.

الكيمياء في حياتك يُطلق أحيانًا على الكيمياء اسم العِلم المركزي. فالأبحاث والتكنولوجيا مثل الطاقة الخضراء وأدوية الأمراض تعتمد على الكيمياء. حتى عندما تغسل أسنانك بالفرشاة أو تهضم وجبة الإفطار، تحدث عمليات كيميائية مهمة.

المادة وخصائصها

إنّ للمادّة، وهي ما يُشكّل الكون، العديد من الأشكال المُختلفة. فكلّ ما يُحيط بك، مثل الأشياء المُبيّنة في الشكل 7، هي مادّة. بعض المواد طبيعيّ، مثل الأوزون والبعض الآخر منها غير طبيعيّ مثل مُرَكّبات الكلوروفلوروكربون، التي قرأت عنها في القسم 1.

قد تدرك أنّ الأشياء التي تصادفها يوميًا تتألف من مادة، لكن كيف تعرّف المادة؟ تذكر أنّ المادة هي أي شيء له كتلة ويشغل حيزًا. وتذكر أيضًا أنّ **الكتلة** هي مقياس يعكس مقدار المادة. أنت تعلم أنّ كتابك المدرسي له كتلة ويشغل حيزًا. لكن هل الهواء مادة؟ فالهواء لا يُمكن رؤيته أو الشعور به دومًا. ومع ذلك، عندما تنفخ بالونًا، فإنه يتمدد لتوفير مساحة للهواء. ويزداد البالون ثقلًا. بالتالي، يجب أن يكون الهواء مادة. هل كل شيء مادة؟ إنّ المعتقدات والأفكار التي تملأ ذهنك ليست مادّة. وكذلك الأمر بالنسبة إلى الحرارة والضوء والموجات اللاسلكية والمجالات المغناطيسية. هل تستطيع ذكر أشياء أخرى لا تندرج تحت إطار المادة؟ ما هي؟

الكتلة والوزن هل استخدمت يومًا مقياس الوزن لقياس وزنك؟ إنّ **الوزن** ليس قياس مقدار المادة فحسب، بل أيضًا قياس تأثير قوّة جاذبيّة الأرض في تلك المادة. وهذه القوة ليست هي نفسها بالضبط في كل مكان على سطح الأرض وتقل بالفعل مع الابتعاد عن سطح الأرض عند مستوى سطح البحر. قد لا تلاحظ وجود اختلاف في وزنك من مكان إلى آخر، لكن ثمّة اختلافات دقيقة بالفعل.

الشكل 7 إنّ كل شيء مبين في هذه الصورة هو مادة وله كتلة ووزن.
قارن وقابل بين الكتلة والوزن.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التدريس المتمايز

ضعاف البصر كلّف الطلاب اختيار العديد من الأجسام، مثل كتبهم، ووصفها. قد تتضمن الخصائص أنّ لها وزنًا وشكلًا. ساعد الطلاب على فهم هذه الخواص، كالكتلة والحجم. انفخ بالونًا، كلّف الطلاب لمسه "ليشعروا" بكتلة البالون وحجم الهواء الذي في داخله. **دم**

مشروع الكيمياء

السفر إلى الفضاء إسأل الطلاب البحث عن كيفية قيام رواد الفضاء بالمهام التقليدية، مثل العمل باستخدام الأدوات والأكل، أثناء انعدام الوزن في الفضاء. كلّف الطلاب تجهيز تقرير قصير يفصّل نتائجهم. **دم** **ضم** **دم**

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 2

1 التركيز

الفكرة الرئيسة

فروع الكيمياء اكتب المصطلح الكيمياء الحيوية على اللوحة. واسأل الطلاب عمّا يدرسه عالم الكيمياء الحيوية برأيهم. كيمياء الحياة اكتب المصطلح الكيمياء البيئية على اللوحة. كلّف الطلاب الاستدلال على ما يدرسه الكيميائي البيئي. الكيمياء والبيئة وضّح للطلاب أنّ دراسة الكيمياء واسعة النطاق وتتضمّن العديد من المجالات. يتخصص العديد من علماء الكيمياء في دراساتهم ويركزون على جانب ضيّق من الكيمياء.

2 التدريس

- **سؤال عن النص** قد تتضمن الإجابات المشاعر والانفعالات والموجات المتناهية الصغر والصوت.
- **سؤال حول الشكل 7** إنّ الكتلة هي قياس كمية المادة ولا تستند إلى الجاذبية. إنّ الوزن، هو تأثير الجاذبية على المادة

عرض توضيحي سريع

الكيمياء والمادة أشعل شمعة تُستخدم في التجربة الاستهلالية. ناقش اشتعال الشمعة من حيث المادة. تنطوي الكيمياء على دراسة تركيب المادة، مثل الشمع في الشمعة والأكسجين في الهواء، والتغيّرات في المادة، مثل التغيّرات التي تحدث في الشمع أثناء اشتعاله.

تطوير المفاهيم

المادة أحضر إلى الصف الدراسي مكعبات من أشكال وأحجام ومواد مختلفة. يمكنك استخدام مكعبات مصنوعة من الخشب والبلاستيك والورق والفوم. كلّف الطلاب مقارنة ومقابلة المكعبات. اسألهم ما إذا كانت المكعبات مادة، واطلب منهم تبرير إجاباتهم. إنّها كلّها مواد لأنّ لها كتلة وتشغل حيزًا. تختلف المكعبات في أنّ كل صنف منها يحتوي على نوع وكمية من المادة مختلفين. ض م

■ **سؤال حول الشكل 8** يصعب استيعاب مفهوم الذرات لأنّ رؤيتها بالعين المجردة غير ممكنة. تساعد النماذج علماء الكيمياء على "رؤية" الذرات ودراستها.

التأكد من فهم النص

ستتنوّع الإجابات، لكنها قد تتضمن نماذج عن السيارات والمنتجات الاستهلاكية، والغلاف الجوي وما إلى ذلك.

نموذج مبنى إداري

نموذج طائرة

■ **الشكل 8** يستخدم العلماء نماذج لتصور الأفكار المعقدة، مثل المواد والبنية المستخدمة لبناء مبانٍ إدارية. قد يستخدمون النماذج لاختبار مفهوم ما، مثل تصميم طائرة جديدة قبل إنتاجها بكميّات كبيرة.

استدل على سبب استخدام الكيميائيين النماذج لدراسة الذرات.

قد يبدو استخدام الوزن بدلًا من الكتلة أمرًا مريحًا بالنسبة إلى العلماء. لماذا يُعتبر من المهمّ التفكير بالمادة من حيث كتلتها؟ يجب أن يتمكن العلماء من مقارنة القياسات التي يقومون بها في مناطق مختلفة من العالم. ويمكنهم تحديد قوّة الجاذبيّة في كل مرة يزنون فيها شيئًا ما، لكنّ هذا لن يكون عمليًا ولا مناسبًا. إضافةً إلى ذلك، إنهم يستخدمون الكتلة كوسيلة لقياس المادة بصورة مستقلة عن قوّة الجاذبيّة.

البنية والخصائص الملاحظة ما الذي تلاحظه بشأن الشكل الخارجي لمبنى مدرستك؟ أنت تعلم أنه توجد أمور تتعلق بالمبنى أكثر مما يمكنك ملاحظته من الخارج. إنّ من بين الأشياء الأخرى الموجودة، دعامات داخل الجدران تمنح المبنى البنية والاستقرار والأداء. فكّر في مثال آخر. عندما تثني ذراعك عند المرفق، تلاحظ أنّ ذراعك يتحرك، لكن ما لا يمكنك رؤيته هو أنّ العضلات أسفل الجلد تتقلص وتسترخي لتحرك ذراعك.

إنّ معظم خصائص المادة وسلوكها، يُرى بالعين المجرّدة. أي لا يحتاج إلى مجهر لملاحظته. ستتعلم في الوحدة 3 أنّ المجموعة المتنوعة الهائلة من المواد المحيطة بك يمكن أن تنقسم إلى أكثر من مئة نوع من المادة تسمى العناصر. وتتألف تلك العناصر من جسيمات تسمى الذرات. إنّ الذرات دقيقة جدًا لدرجة أنها لا تُرى حتى بالمجاهر الضوئية. لذلك، توصف الذرات بأنها دون مجهرية. وتتميز بأنها صغيرة جدًا لدرجة أنه يمكن احتواء ما يزيد عن تريليون ذرة في النقطة الموجودة في نهاية هذه الجملة. كما يمكن شرح تركيب وتكوين وسلوك أي مادة على المستوى دون المجهري أو الذري. إنّ كل ما تلاحظه عن المادة، يعتمد على الذرات والتغيّرات التي تمر بها.

تسعى الكيمياء إلى شرح الأحداث دون المجهرية التي تؤدي إلى الملاحظات العيانيّة. إنّ إحدى الطرق لإجراء ذلك تكون عبر إنشاء نموذج. **والنموذج هو شرح** مرئي أو لفظي أو رياضي للبيانات التجريبية. يستخدم العلماء عدة أنواع من النماذج لتمثيل الأشياء التي يصعب تصورها، مثل البنية والمواد المستخدمة في إنشاء مبنى والنموذج الحاسوبي للطائرة المبيّن في **الشكل 8**. إضافةً إلى ذلك، يستخدم الكيميائيون أنواع عديدة مختلفة من النماذج لتمثيل المادة، كما ستتعلم قريبًا.

التأكد من فهم النص **حدّد** نوعين إضافيين من النماذج التي يستخدمها العلماء.

ستتعلم
ستتعلم معلومات من هذا القسم في مطويتك.

المفردات

الاستخدام العلمي مقابل الاستخدام العام

الوزن weight

الاستخدام العلمي: قياس مقدار المادة وقوة الجاذبية الواقعة على جسم ما

وزن جسم ما هو ناتج ضرب كتلته والتسارع الموضعي للجاذبية.

الاستخدام العام: الثقل النسبي لجسم ما

تمت الهرة بسرعة كبيرة حيث ضاعفت وزنها خلال أسابيع.

دفتر الكيمياء

انعدام الوزن كلّف الطلاب بالكتابة عمّا قد يشعرون به عند تواجدهم في بيئة منعدمة الجاذبية، حسب اعتقادهم. كيف سيؤثر نقص الجاذبية في وزنهم؟ هل يُحتمَل أن يبقى تعريف الكتلة مناسبًا لهم؟ نعم، ستكون لديهم كتلة وسيشغلون حيزًا. استخدم هذا السيناريو للتفريق بين الكتلة والوزن. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

382 الوحدة 14 • مقدمة إلى الكيمياء

الجدول 1 بعض فروع الكيمياء

الفرع	مجال الدراسة	أمثلة
الكيمياء العضوية	معظم المواد الكيميائية التي تتضمن كربون	المستحضرات الدوائية، المنتجات البلاستيكية
الكيمياء غير العضوية	بوجه عام، المادة التي لا تحتوي على كربون	المعادن والطرات واللافلزات وأشباه الموصلات
الكيمياء الفيزيائية	سلوك المواد وتغيّراتها وتغيّرات الطاقة ذات الصلة	سرعات التفاعل وآلياته
الكيمياء التحليلية	مكونات المواد وتركيبها	المواد الغذائية ومراقبة الجودة
الكيمياء الحيوية	مواد الكائنات الحية وعملياتها	الأيض، التخمر
الكيمياء البيئية	المادة والبيئة	التلوّث، دورات الكيمياء الحيوية
الكيمياء الصناعية	العمليات الكيميائية في الصناعة	الدهانات، الطلاءات
كيمياء البوليمر	البوليمرات والمنتجات البلاستيكية	المنسوجات، الطلاءات، المنتجات البلاستيكية
الكيمياء النظرية	تفاعلات كيميائية	العديد من مجالات الدراسة
الكيمياء الحرارية	الحرارة الداخلة في العمليات الكيميائية	حرارة التفاعل

الكيمياء: العلم المركزي

نذكّر من القسم 1 أنّ الكيمياء هي دراسة المادة والتغيّرات التي تمر بها. إنّ الفهم الأساسي للكيمياء أمرٌ محوريّ لكل العلوم، مثل علم الحياة والفيزياء وعلم الأرض وعلم البيئة والعلوم الأخرى. إنّ المجالات الدراسية في الكيمياء متعددة، نظرًا إلى وجود أنواع كثيرة للغاية من المادة، تنقسم الكيمياء إلى فروع تركز على مجالات معينة، مثل تلك الواردة في الجدول 1. على الرغم من تقسيم الكيمياء إلى مجالات دراسية معينة، إلا أنّ العديد منها يتداخل بعضه ببعض. على سبيل المثال، كما نرى في الجدول 1، يمكن لأخصائي الكيمياء العضوية دراسة المنتجات البلاستيكية، لكن يمكن أيضًا أن يركز أخصائي الكيمياء الصناعية أو كيميائي البوليمر على المنتجات البلاستيكية.

القسم 2 مراجعة

ملخص القسم

- إنّ النماذج هي أدوات يستخدمها العلماء، بما فيهم الكيميائيون.
- تعكس الملاحظات المباشرة للمادة سلوكيات الذرات على مقياس دون مجهري.
- توجد عدة فروع للكيمياء، بما فيها الكيمياء العضوية والكيمياء غير العضوية والكيمياء الفيزيائية والكيمياء التحليلية والكيمياء الحيوية

1. **سهل/متوسط** **اشرح** سبب وجود فروع مختلفة من الكيمياء.
2. **اشرح** سبب استخدام العلماء للكتلة بدلًا من الوزن لعمليات القياس.
3. **لخّص** لماذا تعتبر دراسة التغيّرات في العالم على المستوى دون المجهري مهمّة بالنسبة للكيميائيين.
4. **استدل** لماذا يستخدم الكيميائيون النماذج لدراسة المواد دون المجهرية.
5. **حدّد** ثلاثة نماذج يستخدمها العلماء، واشرح سبب اعتبار كل نموذج مفيدًا.
6. **قيّم** كيف قد تختلف كتلتك ووزنك على سطح القمر؟ تبلغ قوّة الجاذبية على سطح القمر سدس قوة الجاذبية على سطح الأرض.
7. **قيّم** إذا ما وضعت ميزانًا في أحد المصاعد ووزنت نفسك عند الصعود ثم عند الهبوط، فهل ستكون قراءة الميزان نفسها في كلتا الحالتين؟ اشرح إجابتك.

التقويم

المعرفة كلّف الطلاب تحديد قضية راهنة، وتحديد مجال الكيمياء الذي يرجّح أن يدرسها. الإجابات المحتملة: علاج للسرطان أو الإيدز، الكيمياء الحيوية. **ش م ف د**

3 التقويم

التأكد من الفهم

كلّف الطلاب تعريف المصطلحين الكتلة والوزن. إنّ الكتلة هي قياس يعكس كمية المادة. أما الوزن، فهو قوة السحب الناتجة عن جاذبية الأرض للمادة. **ش م**

إعادة التدريس

استخدم المعادلة الوزن = الكتلة × العجلة بسبب الجاذبية الأرضية ($W = mg$) لتبيّن للطلاب طريقة ارتباط الكتلة والوزن رياضيًا. إلفت الانتباه إلى وجوب ضرب الكتلة في العجلة بسبب الجاذبية الأرضية للحصول على قيمة عددية للوزن. **ش م**

التوسّع

كلف الطلاب توضيح التطبيقات أو المنتجات أو العمليات التي تحدث في حياتهم اليومية والتي قد يتضمنها فرع محدد من الكيمياء. الإجابات المحتملة: قد يدرس كيميائي البوليمرات المواد المستخدمة في صنع الأحذية الرياضية. وقد يدرس عالم الكيمياء الحيوية العمليات الحيوية في جسم الإنسان. **ش م**

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 2 مراجعة

1. إنّ دراسة الكيمياء مجال واسع، لذا يتخصص علماء الكيمياء في مجالات صغيرة.
2. إنّ الكتلة ثابتة ولا تتأثر بالجاذبية. يختلف الوزن باختلاف الجاذبية.
3. تبدأ التغيّرات التي نراها بالعين المجرّدة، بتغيّرات على المستوى دون المجهري.
4. تمكّن النماذج علماء الكيمياء من فهم المفاهيم الصعبة التي لا يمكنهم رؤيتها عادةً.
5. الإجابات المحتملة: تسمح نماذج الطائرات للعلماء باختبار تصاميمهم قبل إنفاق المال على الطائرة. تسمح النماذج الحاسوبية للعمليات الكيميائية لعلماء الكيمياء باختبار العمليات قبل بناء مرافق التصنيع.
6. قد تظل كتلتك نفسها لكن وزنك قد يصبح 1/6 وزنك على كوكب الأرض.
7. عند تحرك المصعد إلى الأعلى وإلى الأسفل بسرعة متجهة ثابتة، ستظل القراءة على الميزان نفسها عند ثبات المصعد في مكانه. لكن، أثناء تسارع المصعد إلى الأعلى، ستشير القراءة على الميزان إلى وزنٍ أعلى؛ أثناء تسارعه إلى الأسفل، ستشير القراءة إلى وزنٍ أقل.

القسم 3

1 التركيز

الفكرة الرئيسة

الطرق العلمية كلّف الطلاب إعطاء أمثلة عن الأسئلة التي قد يرغب العلماء في الإجابة عنها. السؤال المحتمل: كيف تكون الكفاءة في استخدام الوقود نموذجًا أوليًا للسيارة؟ اكتب بضعة أسئلة على السبورة. كلّف الطلاب اقتراح طرق قد يجد العلماء من خلالها إجابة أو أكثر عن كل سؤال. الإجابات المحتملة: صمّم نموذجًا واختبره. ص م

2 التدريس

التقويم

المهارة كلّف الطلاب برسم خطوات إحدى الطرق العلمية على شكل مخطط انسيابي. واطلب منهم كتابة جملة واحدة لوصف الخطوة تحت كل عنوان. ص م

■ **سؤال حول الشكل 10** البيانات النوعية: إنّ إحدى المواد لونها أزرق والأخرى لونها أخضر؛ البيانات الكمية: يحتوي الدورق على 500 mL بينما يحتوي المخبار المدرج على 100 mL.

التأكد من فهم النص

ليست الفرضيات حقائق ثابتة، إنّما هي تخمينات مدروسة، وهي تخضع للتغيير عند توفّر بيانات أو أدلة جديدة.

القسم 3

تمهيد للقراءة

الأسئلة الرئيسة

- ما الخطوات الشائعة للطرق العلمية؟
- ما أوجه الشبه والاختلاف بين البيانات النوعية والكمية؟
- في تجربة، ما المتغيّر الذي نطلق عليه المتغيّر المستقل وما المتغيّر التابع وما الضوابط؟
- ما الفرق بين النظرية والقانون العلمي؟

مفردات للمراجعة

الأسلوب المنهجي: systematic approach: هو طريقة منظمة لحل مشكلة

مفردات جديدة

scientific method	الطريقة العلمية
qualitative data	البيانات النوعية
quantitative data	البيانات الكمية
hypothesis	الفرضية
experiment	التجربة
independent variable	المتغيّر المستقل
dependent variable	المتغيّر التابع
control	الضابط
conclusion	الاستنتاج
theory	النظرية
scientific law	القانون العلمي

الطرق العلمية

الفكرة الرئيسة **يتّبع العلماء الطرق العلمية لطرح حلول للمشكلات واختبارها بشكلٍ منهجي وتقويم نتائج اختباراتهم.**

الكيمياء في حياتك عند التجهيز لرحلة طويلة، كيف تبدأ؟ هل تلقي كل ملابسك في حقيبة، أم تخطط لما سترتديه؟ يكون عادةً وضع خطة أمرًا أكثر فاعلية. كذلك الأمر، يُطوّر العلماء خطة تساعدهم في استكشاف العالم ويتبعون هذه الخطة.

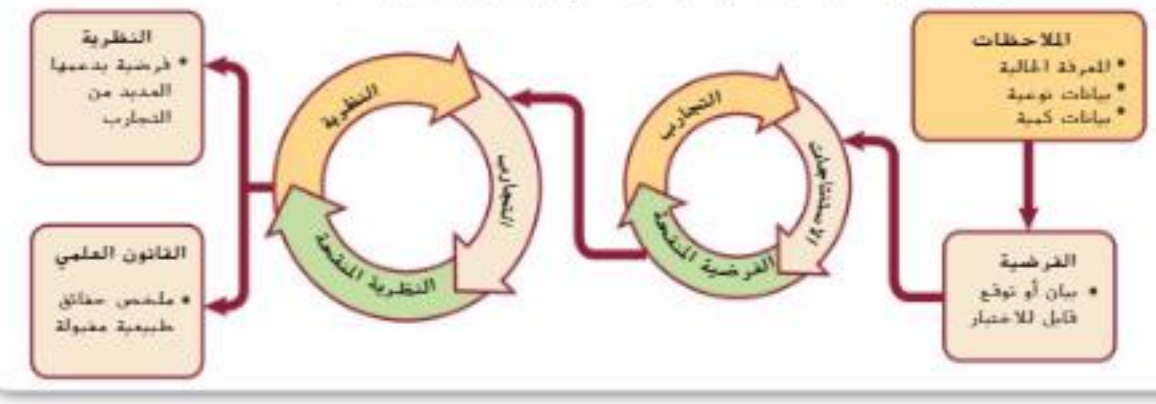
الأسلوب المنهجي

ربما سبق لك أن تعاونت مع مجموعة في تجربة مختبرية في مقرر علوم سابق. إذا كان الأمر كذلك، فأنت تعلم أنه ربما يكون لكلّ شخص في المجموعة فكرة مختلفة في ما يخص طريقة إجراء التجربة. يُعتبر وجود العديد من الأفكار المختلفة عن طريقة إجراء تجربة ما إحدى فوائد العمل الجماعي. لكن، قد يكون من الصعب في العمل الجماعي تبادل الأفكار بفاعلية بين الأفراد ودمج المبادرات الفردية للتوصّل إلى حل.

يتناول العلماء عملهم بطريقة مماثلة، إذ يحاول كل منهم فهم عالَمه وفقًا لوجهة نظر شخصية وإبداع فردي. في معظم الأحيان، يتم دمج عمل العديد من العلماء للحصول على رؤية جديدة. من المفيد أن يستخدم جميع العلماء إجراءات مشتركة أثناء إجراء تجاربهم.

إنّ **الطريقة العلمية** هي أسلوب منهجي يُتّبع في الدراسة العلمية، سواء أكانت الكيمياء أو علم الأحياء أو الفيزياء أو أي علم آخر. هي عملية منظّمة يتبعها العلماء لإجراء بحث، كما إنها توفّر وسيلة يتحقق بها العلماء من عمل الآخرين. يُظهر الشكل 9 عرضًا عامًا للخطوات النموذجية في الطريقة العلمية؛ مع العلم أنّ الفرض من الخطوات ليس استخدامها كقائمة مراجعة أو إجراءها بالترتيب نفسه في كل مرة. لذلك، يجب أن يذكر العلماء الطرق التي اتبعوها عند الإبلاغ عن نتائجهم. في حال تعذر على علماء آخرين تأكيد النتائج بعد تكرار الطريقة نفسها التي اتبعها العالم، فستُثار شكوك بشأن صحة النتائج التي توصلوا إليها.

■ **الشكل 9** يتم تكرار الخطوات المتبعة في طريقة علمية حتى يتم دعم فرضية ما أو نفيها.



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

عرض توضيحي

سحر الكيمياء

الهدف

توضيح إمكانية تغيّر مادة ما إلى مادة أخرى لها خواص مختلفة

المواد

$KMnO_4$ (0.05 g)؛ $NaHSO_3$ (1 g)؛ $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ (1 g)؛ كؤوس 400 mL (3)؛ أنبوبة اختبار صغيرة (2)

احتياطات السلامة

التخلص من المواد قم بتصفية المحلول من خلال ورقة الترشيح. وتخلّص من الجسم الصلب في مكب نفايات مُعد لاستقبال النفايات الكيميائية. اسكب السائل في بالوعة الصرف.

الإجراء

قبل العرض التوضيحي، قم بإذابة ثلاث أو أربع بلورات صغيرة من $KMnO_4$ في 250 mL من الماء في كأس. وأضِفْ 1 g من $NaHSO_3$ إلى 1 mL من الماء في أنبوب اختبار. وفي أنبوب اختبار آخر، أضِفْ 1 g $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ إلى 1 mL من الماء. **تحذير: إنّ المحاليل سامة.** ضع محلول $NaHSO_3$ في الكأس رقم 1 ومحلول $BaCl_2$ في الكأس رقم 2. لبدء العرض التوضيحي، اعرض محلول $KMnO_4$ للطلاب. أفرغ محلول $KMnO_4$ في الكأس 1، ثم أفرغ المحلول الناتج في الكأس 2.

تجربة مصغرة

تطوير مهارات الملاحظة

لماذا تُعتبر مهارات الملاحظة مهمة في الكيمياء؟ تُستخدم غالبًا الملاحظات للوصول إلى استدلالات. والاستدلال هو شرح أو تفسير للملاحظات.

الإجراء

1. اقرأ الإجراءات وحدد المخاطر المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. أضف ماء إلى طبق بتري حتى ارتفاع 0.5 cm. واستخدم مخبارًا مدرجًا لقياس 1 mL من الزيت النباتي ثم أضفه إلى طبق بتري.
3. اغمس طرف عود أسنان في سائل تنظيف الأطباق.
4. إلمس الماء بطرف عود الأسنان عند مركز طبق بتري. وسجّل ملاحظاتك المفصّلة.
5. أضف حليبًا كامل الدسم إلى طبق بتري ثانٍ حتى ارتفاع 0.5 cm.
6. ضع قطرة واحدة من كلٍ من أربعة ملوّنات غذائية مختلفة في أربعة مواقع مختلفة على سطح الحليب. ولا تضع قطرة من أي ملوّن غذائي في المركز.
7. كرّر الخطوتين 3 و4.

التحليل

1. **صِف** ما لاحظته في الخطوة 4.
2. **صِف** ما لاحظته في الخطوة 7.
3. **استدل** بنتمي الزيت والدهن في الحليب والشحم إلى ذلك من المواد تُسمى الدهون. ما الاستدلال الذي تتوصل إليه بشأن إضافة منظف إلى ماء غسيل الأطباق؟
4. **اشرح** لماذا كانت مهارات الملاحظات مهمة في التجربة الكيميائية هذه.

الملاحظة تقوم بتدوين ملاحظاتك على مدار اليوم لتتمكن من اتخاذ قرارات. عادةً ما تبدأ الدراسة العلمية بملاحظة بسيطة. إنّ الملاحظة هي عملية جمع المعلومات. غالبًا ما تكون أنواع الملاحظات التي يدوّنها العلماء في البداية **بيانات نوعية**—أي معلومات تصف اللون أو الرائحة أو الشكل أو بعض الخصائص الفيزيائية الأخرى. بصفة عامة، إنّ كل ما يتعلق بالحواس الخمس يُعتبر نوعيًا. هيئة الشيء أو ملمسه أو مظهره أو مذاقه أو رائحته.

في غالبية الأحيان، يجمع علماء الكيمياء نوعًا آخر من البيانات. على سبيل المثال، يمكنهم قياس درجة الحرارة أو الضغط أو الحجم أو كمية المادة الكيميائية التي تكونت أو مقدار المادة الكيميائية المستهلكة في تفاعل. تُسمى هذه المعلومات العددية **بيانات كمية** وهي تشير إلى الكمية أو مدى الضآلة أو الكبر أو الطول أو السرعة. ما نوع البيانات النوعية والكمية التي يمكنك جمعها من الشكل 10؟

الفرضية تذكر قصّتيّ المادتين اللتين قرأت عنهما في القسم 1. حتى قبل أن تُظهر البيانات الكَميّة انخفاض مستويات الأوزون في طبقة الستراتوسفير، لاحظ العلماء وجود مُرَكّبات الكلوروفلوروكربون. وقد انتاب عالما الكيمياء م. مولينا وف. شيروود رولاند الفضول بشأن المدة التي يمكن لمُرَكّبات الكلوروفلوروكربون البقاء خلالها في الغلاف الجوي.

اختبر كلٌ من مولينا ورولاند التفاعلات التي يمكن أن تحدث بين المواد الكيميائية المختلفة في طبقة الترويوسفير. وتوصلا إلى أنّ مُرَكّبات الكلوروفلوروكربون كانت ثابتة هناك لفترات زمنية طويلة. لكنهما عرفا أيضًا أنّ مُرَكّبات الكلوروفلوروكربون تتجه نحو الأعلى إلى طبقة الستراتوسفير. وقد كوّنا فرضية تفيد بأنّ مُرَكّبات الكلوروفلوروكربون تتفكك في طبقة الستراتوسفير نتيجة للتفاعلات مع الأشعة فوق البنفسجية الصادرة من الشمس. بالإضافة إلى ذلك، قادتهما الحسابات التي قاما بها إلى افتراض أنّ الكلور الناتج عن هذا التفاعل من شأنه تفكيك الأوزون.

إنّ **الفرضية** هي توقع أو بيان أولي منبثق من الملاحظات وقابل للاختبار. وتنص فرضية مولينا ورولاند على اعتقادهما لما يحدث، حتى وإن لم يوجد دليل رسمي في تلك المرحلة يدعم بيانهم.

التأكد من فهم النص استدلّ على السبب في كون الفرضية أولية.

■ **الشكل 10** إنّ البيانات الكمية هي معلومات رقمية. والبيانات النوعية هي ملاحظات تم التوصل إليها باستخدام الحواس البشرية.
حدّد البيانات الكمية والنوعية في الصورة.

التقويم

المعرفة اسأل الطلاب عن الطريقة التي أوضحت هذه التجربة من خلالها، سبب أهمية عدم تذوق شيء في المختبر حتى في حال كان يشبه الأطعمة أو المشروبات المعروفة. قد تبدو النواتج في التجربة كالأطعمة المعروفة، لكنّها قد تكون مواد سامة. من المهم عدم تذوق شيء داخل المختبر بتاتًا. ش م

النتائج

سيتحول المحلول الأرجواني إلى محلول شفاف، ثمّ سيتحول المحلول الشفاف إلى محلول بلون الحليب. لن تكون لهذا العرض التوضيحي قيمة تذكر كيميائيًا في هذا الوقت. اشرح أنّ عالم الكيمياء يدرس كيفية تغيير المادة إلى مادة أخرى لها خواص مختلفة. وضّح كذلك أنّ تغيّر اللون هو علامة على حدوث تفاعل كيميائي.

التحليل

هل كانت ملاحظاتك لهذه التغيّرات بيانات نوعية أم كمية؟
بيانات نوعية؛ استخدم الطلاب حاسة البصر لديهم لملاحظة تغيّرات اللون.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تجربة مصغرة

الهدف تطوير الطلاب لفرضية باستخدام ملاحظاتهم.

مهارات العملية لاحظ واستدل، استنتج خلاصة، ضع فرضية، صمّم تجربة

احتياطات السلامة كلّف الطلاب تحديد المخاطر المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة، واتباع الإجراء أدناه.

استراتيجيات التدريس

إنّ بإمكان الطلاب وضع الفلفل فوق الحليب لتتبع الحركة، في حال عدم توفر الملوّن الغذائي.

النتيجة المتوقعة عندما يلمس عود الأسنان الحليب، يقضي المنظّف على التوتر السطحي مؤقتًا. تنتقل الألوان إلى خارج الطبق ويحوّل المنظف الدهون في الحليب إلى مستحلب. تتسبب التيارات المشابهة للحمل الحراري في تحرك الألوان من الخارج إلى المركز.

التحليل

1. نحرّك الزيت بعيدًا عن المنظف.
2. تحرّكت الألوان إلى خارج الطبق.
3. يساعد ذلك على إزالة الشحم والزيت من العناصر التي يتم غسلها.
4. إذا لم يتم إجراء الملاحظات بعناية، فقد لا تتوفر المعلومات الكافية لشرح ما يحدث أو الاستدلال عليه.

التقويم

الأداء اطلب من المجموعات المختلفة في المختبر اختبار عيّنات الحليب التي تحتوي على محتويات دهنية مختلفة وكلّف الطلاب مقارنة ملاحظاتهم. ش م الصف الصفي

352 / 30

عرض توضيحي سريع

النُهج المنظمة اطلب من مجموعات مكوّنة من أربعة طلاب أن يقوم كل منها بكتابة قائمة بالخطوات التي سيتخذونها لإعداد شطيرة زبدة الفول السوداني والهلام. ثم اطلب من كل مجموعة كتابة خطواتها على اللوحة. اطلب من الصف المقارنة بين القوائم. قد تختلف أساليب الإعداد، على الرغم من توصل كل مجموعة إلى الناتج ذاته. كلّف الطلاب ربط هذا التشبيه بتطوير الطرق العلمية واستخدامها. ش م | التعلم التعاوني

التوسّع

الذائية كلّف الطلاب تصميم تجربة لتحديد كمية الملح المذابة في درجات حرارة مختلفة، باستخدام مثال إذابة الملح في الماء. اطلب منهم تحديد ثوابت، مثل كمية الماء وإعداد الضابط، وتحديد متغيّر مستقل مثل درجة حرارة الماء وذكر طريقة تغييرها. بعد ذلك، اطلب منهم تحديد المتغيّر التابع مثل كمية الملح المذابة. إذا توفر الوقت، كلّف الطلاب القيام بالتجربة وتحليل البيانات. ش م

التأكد من فهم النص

إنّ المتغيّرات المستقلة هي المتغيّرات التي يتمّ تغييرها أثناء التجربة. تتغيّر المتغيّرات التابعة استجابةً للتغيّرات في المتغيّر المستقل.

سؤال حول الشكل 12
بمقارنة تغيّر لون المحلول المجهول بالضوابط.

الرياضيات في الكيمياء

مركّبات الكلوروفلوروكربون يقدر العلماء أنّ ذرة الكلور الواحدة يمكنها تدمير ما يقارب 100,000 جزيء أوزون. كم جزيء أوزون سيتم تدميره، إذا ما أفرزت 7000 ذرة من الكلور نتيجة لانسكاب مركّب الكلوروفلوروكربون عن طريق الخطأ؟
7×10^8 جزيئات أوزون ش م

التدريس المتمايز

متعلمون فوق المستوى كلّف الطلاب الموهوبين البحث عن مقالات في مجلة علمية حديثة النشر، تتناول موضوع بحث يحظى بالاهتمام. اطلب منهم تحديد كل خطوة من خطوات الطريقة العلمية المستخدمة في البحث الموصوف في المقال. ش م

دفتر الكيمياء

النوعية والكمية كلّف الطلاب وصف أنفسهم باستخدام البيانات النوعية والكمية. يجب أن تستخدم أمثلة البيانات النوعية أكبر عدد ممكن من الحواس: لون الشعر وطوله ولون العيون لدى الطلاب وما إلى ذلك. قد تتضمن البيانات الكمية أطوالهم وطول شعرهم. ش م

الشكل 11 يمكن استخدام هذه المواد لتحديد تأثير درجة الحرارة على معدل ذوبان ملح الطعام.

التجارب لا قيمة للفرضية ما لم توجد بيانات تدعمها. لذلك، يساعد تكوين فرضية العالم في التركيز على الخطوة التالية من خطوات الطريقة العلمية، وهي **التجربة** التي تُعتبَر مجموعة من الملاحظات المضبوطة والتي تختبر الفرضية. ينبغي على العالم تصميم تجربة مختبرية واحدة أو أكثر وإعدادها بعناية لتغيير متغيّر واحد في كل مرة واختباره. إنّ المتغيّر هو كمية أو شرط يمكن أن تكون له أكثر من قيمة واحدة.

فلنفترض أنّ معلم الكيمياء يطلب من طلاب صفك استخدام المواد الظاهرة في الشكل 11 لتصميم تجربة بهدف اختبار الفرضية التي تفيد بأنّ ملح الطعام يذوب في الماء الساخن أسرع من ذوبانه في ماء عند درجة حرارة الغرفة (20°C). بما أنّ درجة الحرارة هي المتغيّر الذي ننوي تغييره، تكون هي **المتغيّر المستقل**. تقرر مجموعتك أنّ كمية محددة من الملح تذوب بالكامل في الماء خلال 1 min عند درجة حرارة 40°C، لكن كمية الملح نفسها تذوب بعد 3 min عند درجة حرارة 20°C. بالتالي، تؤثر درجة الحرارة في سرعة ذوبان الملح. تُسمى السرعة هنا **المتغيّر التابع** نظرًا إلى أنّ قيمتها تتغيّر استجابةً لتغيّر في المتغيّر المستقل. على الرغم من أنّ مجموعتك يمكنها تحديد الطريقة التي يتغيّر بها المتغيّر المستقل، إلا أنّه لا يمكنها التحكم بالطريقة التي يتغير بها المتغيّر التابع.

التأكد من فهم النص اشرح الفرق بين المتغير التابع والمتغير المستقل

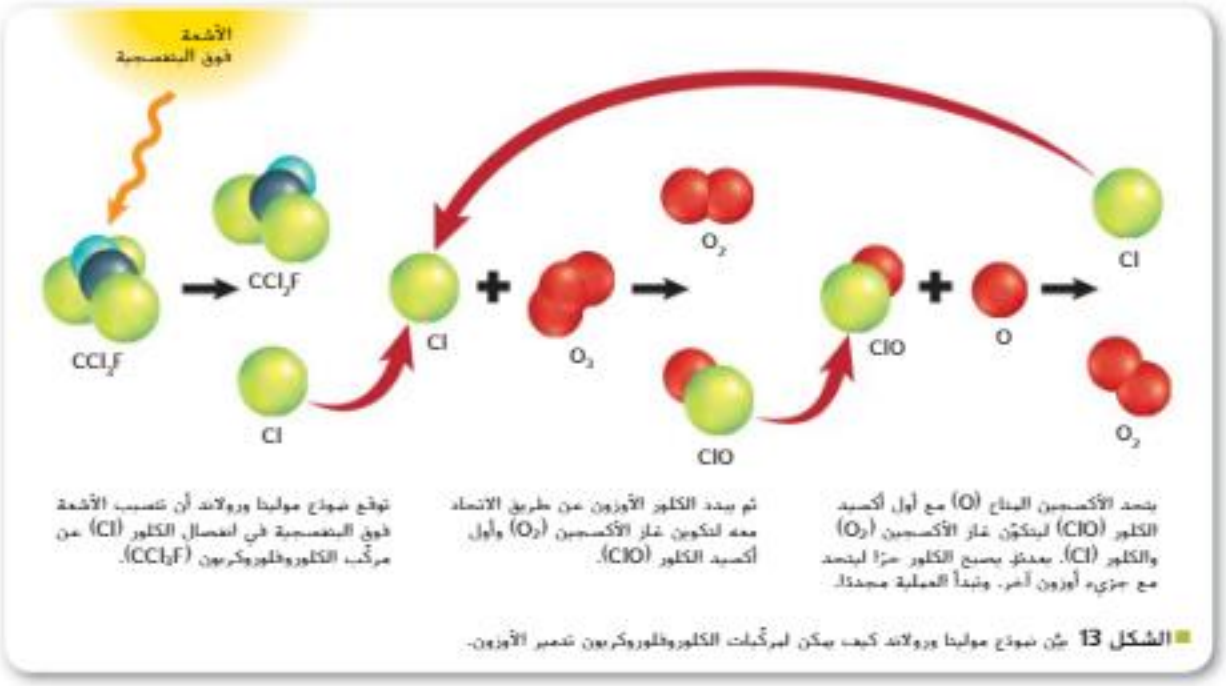
العوامل الأخرى ما العوامل الأخرى التي يمكنك تغييرها في تجربتك؟ هل يمكن لكمية الملح التي تحاول إذابتها إحداث فارق؟ ماذا عن كمية الماء التي تستخدمها؟ هل سيؤثر تقليب الخليط في نتائجك؟ قد تكون الإجابة عن كل هذه الأسئلة هي نعم. يجب عليك التخطيط لتجربتك بشكل تكون معه هذه المتغيّرات متطابقة عند كل درجة حرارة، وإلا فلن تتمكن من تحديد السبب وراء النتائج بوضوح. وفي تجربة جيدة التخطيط، يجب أن يكون المتغيّر المستقل هو الشرط الوحيد المؤثر في نتيجة التجربة. الثابت هو عامل لا يُسمح له بالتغيّر أثناء التجربة؛ يجب أن يكون كلٌ من كمية الملح والماء ومدة التقليب ثابتًا عند كل درجة حرارة في هذه التجربة.

في العديد من التجارب، من المفيد وجود **ضابط**، وهو معيار للمقارنة. في التجربة السابقة، يُعدّ الماء عند درجة حرارة الغرفة الضابط. يُظهر الشكل 12 نوعًا مختلفًا من الضوابط. تمت إضافة كاشف كيميائي لكل أنبوب من أنابيب الاختبار الثلاثة. ثمة محلول حمضي في أنبوب الاختبار إلى اليسار، ويتحول لون الكاشف إلى الأحمر. أنبوب الاختبار الذي في الوسط يحتوي على ماء، ولون الكاشف أصفر. ويحتوي أنبوب الاختبار إلى اليمين على محلول قاعدي، ويتحوّل لون الكاشف إلى الأزرق.

ضبط المتغيرات إنّ التفاعلات التي تم وصفها بين مُرَكّبات الكلوروفلوروكربون والأوزون في فرضية مولينا وروولاند تحدث في الطبقات العليا. وتشمل التفاعلات العديد من المتغيّرات. على سبيل المثال، ثمّة العديد من الغازات في طبقة الستراتوسفير. بالتالي، سيكون من الصعب تحديد ما إذا كانت كل الغازات أو بعض الغازات، هي التي تتسبّب في خفض مستويات الأوزون. وتعداد هذه

الشكل 12 بما أنّ حموضة المحاليل في أنابيب الاختبار هذه معلومة، يمكن استخدام هذه المحاليل كضوابط في تجربة.
استدل إذا تمت إضافة الكاشف الكيميائي نفسه إلى محلول ذي حموضة غير معلومة، كيف يمكنك تحديد ما إذا كان حمضيًا أو متعادلًا أو قاعديًا؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education



■ **الشكل 13** بيّن نموذج مولينا ورولاند كيف يمكن لمركّبات الكلوروفلوروكربون تدمير الأوزون.

الغازات. يمكن للرياح والاختلافات في الأشعة فوق البنفسجية وعوامل أخرى، تغيير نتيجة التجربة في يوم معيّن، ما يجعل المقارنات صعبة. أحيانًا يكون من الأسهل محاكاة الظروف في المختبر، حيث يمكن التحكم بالمتغيرات بسهولة.

الاستنتاج قد ينتج عن التجربة قدر كبير من البيانات. فيحصل العلماء على البيانات ويحللونها ويقارنونها مع الفرضية للوصول إلى الاستنتاج. إنّ **الاستنتاج** رأي مبني على المعلومات التي تم الحصول عليها. لا يمكن إثبات فرضية مطلقًا. لذلك، عندما تدعم البيانات فرضيةً ما، فإنّ ذلك يشير فقط إلى أنّ الفرضية قد تكون صحيحة. وإذا لم يدعمها دليل آخر، فعندئذٍ يجب تجاهل الفرضية أو تعديلها. إنّ غالبية الفرضيات غير مدعومة، لكن البيانات قد تستمر في إعطاء معلومات جديدة ومفيدة.

وضع مولينا ورولاند فرضية عن استمرار مُزكّبات الكلوروفلوروكربون في طبقة الستراتوسفير. وقد دعمت البيانات التي قاما بجمعها فرضيتهما. حيث أعدّا نموذجًا يمكن فيه للكلور الذي تكوّن من تفكك مُزكّبات الكلوروفلوروكربون، من التفاعل مع الأوزون مرارًا وتكرارًا.

يمكن اختبار نموذج واستخدامه للتوصل إلى توقعات. توقع نموذج مولينا ورولاند تكوُّن الكلور وخسوب الأوزون، كما هو مبيّن في الشكل 13. توصلت مجموعة بحث أخرى إلى دليل على التفاعلات بين الأوزون والكلور عند تسجيل القياسات في طبقة الستراتوسفير، لكنها لم تتوصل إلى مصدر الكلور. توقع نموذج مولينا ورولاند مصدر الكلور. فقد توصلا إلى الاستنتاج الذي يفيد بأنّ الأوزون الموجود في طبقة الستراتوسفير قد تلاشى بفعل مُزكّبات الكلوروفلوروكربون. وكان لديهم الدعم الكافي لنشر اكتشافهم. وفازا بجائزة نوبل عام 1995.

المطويات ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

حقوق النشر والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التدريس المتمايز

الطلاب دون المستوى شكّل ثنائيات من الطلاب دون المستوى والطلاب الآخرين الذين يفهمون التفاعل الكيميائي الذي يتم في الشكل 13. كلف الطالب دون المستوى بشرح التفاعل للطالب الآخر، واسأل الطالب الآخر تصحيح المفاهيم الخاطئة لدى الطالب دون المستوى.

د م | التعلم التعاوني

مشروع الكيمياء

السير الذاتية قسّم الصف الدراسي إلى مجموعات صغيرة. اطلب من كل مجموعة اختيار أحد العلماء الذين تمت دراستهم في هذه الوحدة، وإجراء أبحاث عن حياته. اطلب من كل مجموعة تحضير عرض توضيحي قصير للصف الدراسي.

د م | ش م | ذ م | التعلم التعاوني

387 القسم 3 • الطرق العلمية

تحديد المفاهيم الخاطئة

لا يفهم الطلاب غالبًا النظرية العلمية. يستخدم العديد من الأشخاص المصطلح النظرية لشرح شيء في العالم من حولهم أو سلوك بشري، إنّ ما يسمّونه نظرية قد يكون فرضية أو مجرد فكرة أو توقّعًا.

كشف المفهوم الخاطئ

كلّف الطلاب العمل في مجموعات للتمييز بين الحقيقة والتوقع. يجب أن تتضمن الاستنتاجات أنّ الحقيقة قد تمّ اختبارها وتبيان صحتها. قد يكون التوقع مبنيًّا على معلومات، لكنّه يحتاج إلى الدعم. اربط هذه المصطلحات بالنظرية والفرضية.

وضّح المفهوم

قم بإعداد خريطة مفاهيم سلسلة الأحداث مع الطلاب، لتوضيح تسلسل المصطلحات التالية: النظرية والفرضية والتجارب والملاحظات. يجب أن توضّح خرائط المفاهيم أنّ النظرية تتطلب فرضيات عديدة تدعمها التجارب التي تحتوي على الملاحظات.

تقويم المعرفة الجديدة

كلّف الطلاب بوصف نظرية شائعة. وساعدهم على إدراك أنّ العبارات البسيطة المُعتمدة على الملاحظات غالبًا ما تكون فرضيات. ش م | التعلم التعاوني

الشكل 14 بصرف النظر عن عدد المرات التي يقفز فيها هواة القفز بالمظلات من طائرة ما، فإنّ قانون الجذب العام لنيوتن يسري في كل مرة.

النظرية والقانون العلمي

إنّ **النظرية** هي تفسير لظاهرة طبيعية وفقًا لعدة ملاحظات وتحقيقات على مرّ الوقت. لعلّك سمعت عن نظرية النسبية لأينشتاين أو النظرية الذرية. تنص النظرية على مفهوم شامل عن الطبيعة تم دعمه عبر الوقت. ولا تزال كل النظريات تخضع لبيانات تجريبية جديدة ويمكن تعديلها. كما أنّ النظريات تؤدي في الغالب إلى استنتاجات جديدة. تُعتبر النظرية صحيحة إذا كان بالإمكان استخدامها لإجراء توقعات تثبت صحتها.

أحيانًا، يتوصل العديد من العلماء إلى الاستنتاج نفسه، عن علاقات معينة في الطبيعة ولا يجدون استثناءات لهذه العلاقات. على سبيل المثال، أنت تعلم أنّه بصرف النظر عن عدد المرات التي يقفز فيها هواة القفز بالمظلات من الطائرة، كما هو مبيّن في الشكل 14، فإنهم يعودون إلى سطح الأرض دومًا. كان العالم إسحاق نيوتن على يقين تام من وجود قوة جاذبة بين كل الأجسام الأمر الذي أدى إلى افتراض قانون الجذب العام الخاص به. إنّ قانون نيوتن هو **قانون علمي**. إنّها علاقة في الطبيعة مدعومة بالعديد من التجارب. يعود الأمر إلى العلماء لتطوير فرضيات وتجارب أخرى لشرح سبب وجود هذه العلاقات.

القسم 3 مراجعة

ملخص القسم

- إنّ الطرق العلمية هي مناهج منظمة لحل المسائل.
- تصف البيانات النوعية ملاحظةً ما، تستخدم البيانات الكمية الأرقام.
- إنّ المتغيرات المستقلة في تجربةٍ ما تتغيّر. وتتغيّر المتغيرات التابعة استجابةً للمتغيرات المستقلة.
- إنّ النظرية هي فرضية يدعمها العديد من التجارب.

1. **اشرح** سبب عدم استخدام العلماء لمجموعة قياسية من الخطوات لكل تحقيق يجرونه.
2. **ميّز** أعطِ مثالًا على البيانات النوعية والكمية.
3. **قيّم** مطلوب منك دراسة تأثير درجة الحرارة على حجم بالون. يزيد حجم البالون عند تسخينه. ما المتغير المستقل؟ وما المتغير التابع؟ ما العامل الذي يُترك ثابتًا؟ كيف يمكنك إنشاء ضابط؟
4. **ميّز** وصف جاك شارل العلاقة المباشرة بين درجة الحرارة والحجم لكل الغازات عند ضغط ثابت. هل ينبغي أن يطلق على ذلك قانون شارل أو نظرية شارل؟ اشرح.
5. **اشرح** يمكن اختبار نماذج علمية جيدة واستخدامها للتوصل إلى توقّعات. ماذا توقع نموذج موليا ورولاند لتفاعلات مُركّبات الكلوروفلوروكربون والأوزون في الغلاف الجوي، أن يحدث لكمية الأوزون في طبقة الستراتوسفير، مع ازدياد مستوى مُركّبات الكلوروفلوروكربون؟

3 التقويم

التأكد من الفهم

كلّف الطلاب بشرح وجه الاختلاف بين البيانات النوعية و البيانات الكَمية. تُلاحظ البيانات النوعية بالحواس مثل اللون والرائحة. أما البيانات الكَمية، فهي معلومات رقمية مثل 3 m أو 5 mL. خ م

إعادة التدريس

إسأل الطلاب توضيح الفرق بين النظرية والقانون العلمي. إنّ النظرية هي عبارة تقدم شرحًا مبنيًا على فرضيات مدعومة. أما القانون العلمي، فيصف شيئًا معروفًا بحدوثه بدون خطأ مثل الجاذبية لكنه لا يشرح طريقة حدوثه. خ م

التوسّع

أحضر جريدة أو مقالًا صحفيًا عن التطور في الكيمياء البيئية. كلّف الطلاب بتحديد خطوات الطريقة العلمية المستخدمة، بالإضافة إلى الضوابط والمتغيّرات المستخدمة.

خ م

التقويم

الأداء قص قطعًا كبيرة من الورق واكتب مصطلحًا من هذا القسم على كل قطعة. كلّف الطلاب بوضع هذه الأوراق حسب ترتيب استخدامها في الطريقة العلمية. قد تكون بعض الكلمات مجموعات جزئية لخطوات محددة. اقبل بالترتيب الذي يستطيع الطلاب تبريره. خ م

القسم 3 مراجعة

1. تختلف طبيعة التحقيقات كثيرًا، ويجب أن تختلف الخطوات اللازمة لإجراء مجموعة كبيرة من التحقيقات أيضًا.
2. الإجابات المحتملة: النوعية، سائل فضي اللون؛ الكَمية، 5 mL.
3. المتغيّر المستقل، درجة الحرارة؛ المتغيّر التابع، حجم البالون؛ العامل الثابت، كمية الهواء داخل البالون؛ الضابط، بالون متطابق متروك في درجة حرارة الغرفة
4. يُطلق على ذلك قانون شارل لأنّه يصف ظاهرة تحدث بانتظام.
5. توقعت نماذجهم أنّ مستويات الأوزون قد تتناقص، عند ازدياد تركيزات مركّب الكلوروفلوروكربون.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 4

تمهيد للقراءة

الأسئلة الرئيسة

- كيف يمكن المقارنة والمقابلة بين البحث النظري والبحث التطبيقي والتكنولوجيا؟
- ما هي بعض القواعد المهمة للسلامة في المختبر؟

مفردات للمراجعة

صناعي synthetic: شيء من صنع الإنسان ولا يحدث بالضرورة في الطبيعة

مفردات جديدة

البحث النظري pure research
البحث التطبيقي applied research

البحث العلمي

الفكرة الرئيسة **تؤدي بعض التحقيقات العلمية إلى تطور التكنولوجيا التي يمكنها أن تحسّن حياتنا والعالم من حولنا.**

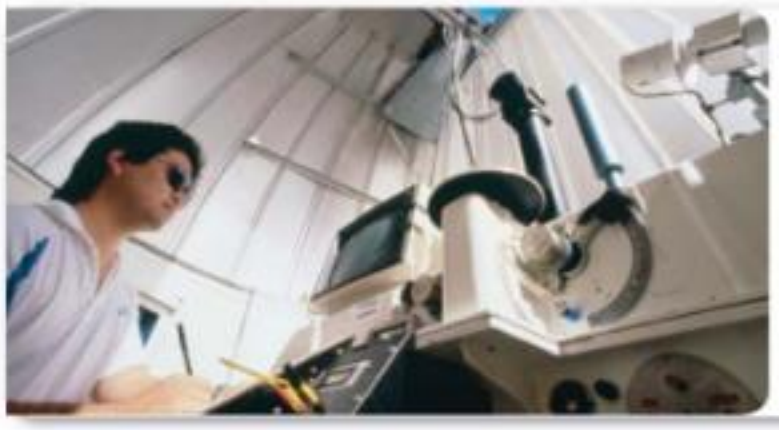
الكيمياء في حياتك تُستخدم معظم المعلومات التي يحصل عليها العلماء من خلال البحث الأساسي لتلبية حاجة معيّنة. على سبيل المثال، اكتشف العلماء الأشعة السينية عن طريق إجراء بحث أساسي عن التفريغ الكهربائي من خلال الغازات. وفي ما بعد، تمّ اكتشاف امكانية استخدام الأشعة السينية في تشخيص المشكلات الطبية.

أنواع التحقيقات العلمية

يتلقى الجمهور يوميًا من خلال وسائل الإعلام، سواء التلفاز أو الجرائد أو المجلات أو الإنترنت، وابلًا من نتائج التحقيقات العلمية. يتناول الكثير منها البيئة أو الأدوية أو الصحة. يُطلب منك تقييم نتائج البحث العلمي والتطوير، بصفتك مستهلكًا. فكيف يستخدم العلماء البيانات النوعية والكمية لحل أنواع مختلفة من المسائل العلمية؟

يجري العلماء **البحث النظري** لاكتساب المعرفة بغرض المعرفة نفسها. فكان الفضول هو الدافع لكل من مولينا وروولاند والذي جعلهما يُجريان بحثًا حول مركّبات الكلوروفلوروكربون وتفاعلاتها مع الأوزون كبحث نظري. ولم يتوفّر دليل بيئي في ذلك الوقت يشير إلى وجود ارتباط بنموذجهم في طبقة الستراتوسفير، حيث أوضح البحث الذي أجروه فقط أنّ مركّبات الكلوروفلوروكربون يمكنها تعجيل تحلل الأوزون في بيئة المختبر.

في الوقت الذي رُصد فيه ثقب الأوزون في العام 1985، أجرى العلماء قياسات لمستويات مركّبات الكلوروفلوروكربون في الستراتوسفير والتي دعمت فرضية أنّ مركّبات الكلوروفلوروكربون قد تكون مسؤولة عن نضوب طبقة الأوزون. وأصبح البحث النظري الميكر الذي تم إجراؤه فقط بغرض المعرفة بحثًا تطبيقيًا. إنّ **البحث التطبيقي** بحث يتم إجراؤه لحل مسألة معينة. يواصل العلماء رصد كمية مركّبات الكلوروفلوروكربون في الغلاف الجوي والتغيّرات السنوية التي تطرأ على كمية الأوزون في الستراتوسفير كما هو مبيّن في الشكل 15. إضافةً إلى ذلك، يتم إجراء البحث التطبيقي للعثور على مواد كيميائية بديلة لمركّبات الكلوروفلوروكربون المحظورة الآن.



الشكل 15 تستخدم مطيافات الأشعة فوق البنفسجية – المرئية (UV-Vis) هذا لقياس غازات طبقة الأوزون وتبرها من الغازات في طبقة الستراتوسفير خلال أشهر الشتاء المظلمة في القارة القطبية الجنوبية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

دفتر الكيمياء

بحث أم اكتشاف كلّف الطلاب قص مقال صحفي يصف دراسة علمية. اطلب منهم مناقشة ما إذا كان هذا المثال بحثًا نظريًا أم بحثًا تطبيقيًا أم اكتشافًا وليد الصدفة.
ش م

القسم 4

1 التركيز

الفكرة الرئيسة

التكنولوجيا كلّف الطلاب القيام بعصف ذهني حول الأنواع المختلفة من التكنولوجيا وطريقة تأثيرها في حياة الأشخاص، واسألهم ما إذا كانت كل التكنولوجيا مفيدة للبشر. اسمح للطلاب بمناقشة ذلك بإيجاز لأنّ العديد من الموضوعات جدلي. مع ذلك، فإنّ من المهم أن يفهم الطلاب أنّ للتكنولوجيا مزايا وعيوب. ش م

2 التدريس

عرض توضيحي سريع

البحث النظري أحضر عينات من قماش وشريط نايلون. إنّ النايلون مثال جيد على مركّب اصطناعي له استخدامات عديدة. اشرح أنّ كثيرًا من هذه التطبيقات هي اكتشافات وليدة الصدفة وهي نواتج ثانوية للبحث النظري.

■ **سؤال عن النص** الإجابة المحتملة: قد تكون البيانات النوعية تغيّر لون المحلول كإشارة إلى حدوث تفاعل كيميائي. قد تُستخدم البيانات الكمية في تحديد تركيز المحلول الذي ينتج أكبر كمية من النواتج في العملية الكيميائية.

التجربة الكيميائية

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

تطبيق الكيمياء

مركّبات الكلوروفلوروكربون اسأل الطلاب ما إذا كان اكتشاف مركّبات الكلوروفلوروكربون نتيجةً للبحوث النظرية أم البحوث التطبيقية أم الاكتشافات وليدة الصدفة. كانت نتيجة للبحوث التطبيقية لإيجاد مصدر آخر للمواد المبرّدة. ص م

خلفية عن المحتوى

أربطة الأهداب والخطاطيف يرتكز تصميم شريط رباط الأهداب والخطاطيف على الطبيعة. فبعد نزهة على الأقدام في الريف، كان المخترع السويسري جورج دي ميسترال مهتمًا بمعرفة سبب تعلّق الشبيط بملابسه بشدة. اكتشف ميسترال، بمساعدة المجهر، أنّ الشبيط مغطى بخطاطيف صغيرة للغاية وأنّ ملابسه مغطاة بخطاطيف صغيرة للغاية من الخارج. بدأ المخترع السويري البحث عن مادة يمكن استخدامها لعمل نسخة مطابقة لما صمّمته الطبيعة. اكتشف ميسترال بالصدفة أنّ النايلون المخيوط تحت الأشعة فوق البنفسجية يكوّن خطاطيف صغيرة للغاية. لقد تم إنتاج أول شريط رباط أهداف وخطاطيف بكمية كبيرة، في فرنسا في خمسينيات القرن العشرين.

يمكن سحب خيوط النايلون من الطبيعة العليا المصهور.

تُستخدم ألياف النايلون لصنع شريط الأهداب والخطاطيف اللاصق.

الشكل 16 بعد اكتشافه، أصبح النايلون يستخدم بشكل أساسي للمواد الحربية ولم يكن متوفرًا للاستخدام المنزلي إلا بعد الحرب العالمية الثانية. لكنه يُستخدم اليوم في منتجات متنوعة.

اكتشافات بالصدفة غالبًا ما يجري العالِم التجارب ويتوصل إلى نتيجة مختلفة تمامًا عما كان متوقّعًا. لقد تم التوصل إلى بعض الاكتشافات الرائعة في العلم بشكل غير متوقع، وقد يكون المثالان المبيّنان أدناه مألوفين لك.

ربط بالعلم يشتهر ألكسندر فلمنج بالتوصّل إلى عدة اكتشافات تمت عن طريق الصدفة. في أحد الاكتشافات التصادفيّة، وجد فلمنج إحدى صفائح بكتيريا المكورات العنقودية الرئوية لديه، ملوّثة بعفن مخضر. غرف في ما بعد باسم البنيسيليوم. وقد لاحظه بعناية، فرأى منطقة واضحة حول العفن ماتت فيها البكتيريا. في هذه الحالة، فإنّ مادة كيميائية في العفن كانت مسؤولة عن قتل البكتيريا، هي البنسلين.

إنّ اكتشاف النايلون هو مثال آخر على أحد الاكتشافات التي تمت صدفةً. ففي 1930، قام جوليان هيل، أحد الموظفين في شركة E.I.DuPont de Nemours and Company، بغمس قضيب زجاجي ساخن في خليط من المحاليل، وفجأة سحب أليافًا طويلة تشبه تلك المبيّنة في **الشكل 16**. وقد سعى هيل وزملاؤه وراء تطوير هذه الألياف كحرير صناعي يتحمل درجات الحرارة العالية، وفي النهاية قاموا بتطوير النايلون عام 1934. خلال الحرب العالمية الثانية، تم استخدام النايلون كبديل للحرير في المظلات. اليوم، يُستخدم النايلون على نطاق واسع في المنسوجات وبعض أنواع البلاستيك. كما يُستخدم في صنع شرائط الأهداب والخطاطيف، كما هو مبيّن في الشكل 16.

الطلاب في المختبر

أثناء دراسة الكيمياء، ستتعلم الكثير من الحقائق حول المادة. كما ستجري تحقيقات وتجارب ستتمكن فيها من وضع الفرضيات واختبارها وجمع البيانات وتحليل البيانات واستنتاج الخلاصات.

عندما تعمل في مختبر الكيمياء، ستكون مسؤولًا عن سلامتك وسلامة الأشخاص الذين يعملون بالقرب منك. غالبًا، يعمل الكثير من الأشخاص في حيّز صغير أثناء التجربة، لذلك فإنّ من المهم أن يمارس الجميع إجراءات المختبر الآمنة. يسرد الجدول 2 بعض قواعد السلامة التي عليك اتباعها في كل مرة تدخل فيها المختبر، مع العلم أنّ الكيميائيين وجميع العلماء الآخرين يتبعون قواعد السلامة هذه أيضًا.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

390 الوحدة 14 • مقدمة إلى الكيمياء

الجدول 2	السلامة في المختبر
1. ادرس مهمّتك المختبرية قبل الحضور إلى المختبر. وإذا كانت لديك أسئلة، اطرحها على معلمك للحصول على مساعدة.	13. لا تُعِد المواد الكيميائية غير المستخدمة إلى زجاجة المخزون.
2. لا تُجرِ التجارب من دون إذن من معلمك. تجنّب العمل بمفردك في المختبر. وتعلم كيفية طلب المساعدة، إذا لزم الأمر.	14. لا تُدخل الصمّامات داخل زجاجات الكواشف. واسكب كمية قليلة من المادة الكيميائية داخل الإناء.
3. استخدم الجدول المبيّن على الغلاف الأمامي الداخلي من هذا الكتاب المدرسي لفهم رموز السلامة. واقرأ كل العبارات التحذيرية والتزم بها.	15. تجنب تذوق المادة الكيميائية، ولا تسحب أي منها داخل ماصّة بفمك.
4. ارتدِ النظارات الواقية ومعطف المختبر حين تذهب إلى المختبر. إرتدِ القفازات حين تستخدم المواد الكيميائية التي تسبب تهيجات أو التي يمكن للجلد امتصاصها. إذا كان شعرك طويلًا، فيجب ربطه إلى الخلف.	16. أبعد المواد القابلة للاشتعال عن اللهب المكشوف.
5. لا ترتدِ العدسات اللاصقة في المختبر، حتى وإن كانت تحت النظارات، فقد تمتص العدسات الأبخرة ويصعب إزالتها في حالة الطوارئ.	17. تعامل مع الغازات السامة والقابلة للاشتعال بناءً على توجيهات معلمك فقط. واستخدم غطاء الأبخرة عند وجود هذه المواد.
6. تجنب ارتداء الملابس الفضفاضة التي تحتوي على شيات والمجوهرات المتدلّية. إرتدِ فقط الأحذية التي تغطي الأصابع في المختبر.	18. عند تسخين مادة في أنبوب اختبار، احرص على عدم توجيه فتحة أنبوب الاختبار نحو شخص آخر أو نحوك. ولا تنظر مطلقًا داخل فتحة أنبوب الاختبار.
7. احتفظ بالأطعمة والمشروبات والملكة خارج المختبر، وتجنب الأكل داخل المختبر.	19. تجنب تسخين المخابير المدرّجة أو المسّاحات، أو الماصات باستخدام موقد المختبر.
8. تعرّف على المكان الذي توجد فيه مطفأة الحريق وشبكة السلامة وبطانية الحريق وحنفية الإسعافات الأولية ومفاتيح قفل الغاز والقاطعة الكهربائية وتعلّم كيفيّة استخدامها.	20. توخ الحذر واستخدم الأدوات المناسبة عند التعامل مع إناء زجاجي أو جهاز ساخن. فمظهر الزجاج الساخن يشبه مظهر الزجاج البارد.
9. نظّف على الفور الانسكابات الموجودة على الأرض واحرص على إخلاء جميع المرات من الأشياء، مثل حقائب الظهر، لمنع السقوط أو التعثر المفاجئ. وأبلغ المعلم لدى وقوع حادث أو إصابة أو إجراء غير صحيح أو أدوات تالفة.	21. تخلص من الزجاج المكسور والمواد الكيميائية غير المستخدمة ونواتج التفاعلات طبقًا لتوجيهات معلمك فقط.
10. في حال ملامسة المواد الكيميائية لعينيك أو جلدك، اغسل المنطقة المصابة على الفور بكمية كبيرة من الماء. وأخبر معلمك على الفور بطبيعة الانسكاب.	22. إعرف الإجراء الصحيح لتحضير المحاليل الحمضية. وأضف دائمًا الحمض إلى الماء ببطء.
11. تعامل مع كل المواد الكيميائية بحذر، وتحقق من ملصقات كل الزجاجات قبل التخلص من المحتويات. اقرأ الملصق ثلاث مرات، قبل أخذ الإناء، وعندما يكون في يدك، وعند إعادة الزجاجة إلى مكانها.	23. حافظ على نظافة منطقة الميزان، ولا تضع المواد الكيميائية أبدًا على كفة الميزان مباشرة.
12. لا تأخذ زجاجات الكواشف إلى منطقة عملك إلا إذا طُلب منك ذلك. استخدم أنابيب الاختبار أو الورق أو الأواني للحصول على المواد الكيميائية. خذ كمية صغيرة فقط. فتوفير المواد أسهل من التخلص من الفائض.	24. بعد اكتمال التجربة، نظف الأدوات وضعها بعيدًا. ثم نظّف مساحة العمل المخصصة لك. وتأكد من إيقاف تشغيل الغاز والماء، واغسل يديك بالصابون والماء قبل مغادرة المختبر.

التعزيز

الحماية قسّم الطلاب إلى مجموعات مكوّنة من أربعة. أعطِ لكل مجموعة نصائح متعددة للسلامة من الجدول 2، واطلب منهم إعداد قصة فكاهية سريعة لتوضيح المخاطر المحتملة والسلامة في المختبر. ش م التعلم التعاوني

تطوير المفاهيم

السلامة في المختبر تمشّى في المختبر موضّحًا ما يعرّض السلامة للخطر في المختبر، مثل ارتداء الملابس الفضفاضة ومضغ العلكة. كلّف الطلاب تحديد أكبر عدد ممكن من القواعد التي تتم مخالفتها. وقدّم جائزة مثل نظارة المختبر الواقية الخاصة، للطالب أو للمجموعة التي تُحدد أكبر عدد من القواعد التي تمت مخالفتها. شدّد على أنّ السلامة في المختبر أمر جدي، على الرغم من المثل الهزلي الذي أعطي. ش م

التقويم

المعرفة كلّف الطلاب اختيار قاعدة سلامة من المختبر، واطلب منهم قراءة القاعدة بصوت مرتفع، ثم اسألهم أن يشرحوا بأسلوبهم الخاص، سبب أهمية هذه القاعدة لناحية ضمان السلامة في المختبر.

الإجابات المحتملة: لا ترتدِ عدسات لاصقة في المختبر لأنّ بإمكانها امتصاص الأبخرة أو قد تدخل المواد الكيميائية تحتها مما قد يؤدي إلى تعرض العين للمخاطر. ش م م ش م

مشروع الكيمياء

السلامة في المختبر اطلب من مجموعات من الطلاب إنشاء ملصقات أو لوحة إعلانات للتأكيد على إجراءات السلامة في المختبر. تأكد من كون النواتج تعكس ماهية سلوك السلامة والهدف من اتباعه. ش م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 4 • البحث العلمي 391

الإثراء

الخط الزمني قسّم الصف الدراسي إلى مجموعات صغيرة. كلّف كل مجموعة ببهمة البحث عن أحداث أو مراحل مهمة حدثت خلال الفترة الزمنية المحددة لها في مناطق نضوب الأوزون، وتراكم مُرَكّب الكلوروفلوروكربون في الغلاف الجوي ومُرَكّبات الكلوروفلوروكربون الجديدة أو المواد الكيميائية البديلة في الأسواق التي تُعدّ أكثر ملاءمة للبيئة. فكّر في تقسيم الصف الدراسي إلى الفترات الزمنية التالية: 1970–1975؛ 1976–1981؛ 1982–1987؛ 1988–2003؛ 2003– حتى أيامنا هذه. كلّف الطلاب كتابة التاريخ ووصف قصير للحدث أو المرحلة على ورقة. ثم استخدم الورق لإنشاء خط زمني للأحداث واعرضه على حائط الصف.

خ ع | الصالم الصفوي

التأكد من فهم التمثيل البياني

CFC-11: تقريبًا العام 1992؛ CFC-12: تقريبًا العام 1998

التأكد من فهم النص

عندما تنخفض درجات الحرارة عن 78– درجة سيليزية، تحفز سُحُب الستراتوسفير الثلجية إنتاج الكلور والبروم النشطين كيميائيًا. عندما تبدأ درجات الحرارة في الارتفاع في الربيع، يتفاعل الكلور والبروم النشطان كيميائيًا مع الأوزون. تستهلك هذه التفاعلات الكيميائية الكثير من الأوزون ما يؤدي إلى حدوث ثقب فوق القارة القطبية الجنوبية.

التدريس للتمايز

الشكل 17 يبيّن هذا التمثيل البياني تركيز مركّبين شائعين من مركّبات الكلوروفلوروكربون في الغلاف الجوي فوق القارة القطبية الجنوبية والاستهلاك العالمي لمركّبات الكلوروفلوروكربون من العام 1980 إلى العام 2000. فبينما بدأ استهلاك مركّبات الكلوروفلوروكربون في الانخفاض بدرجة كبيرة بعد بضعة أعوام من توقيع بروتوكول مونتريال، استمر تركيز مركّبات الكلوروفلوروكربون فوق القارة القطبية الجنوبية في التزايد لفترة قبل أن يستقر.

التأكد من فهم التمثيل البياني حدّد متى بدأت مركّبات الكلوروفلوروكربون في القارة القطبية الجنوبية في الثبات بعد توقيع الزعماء الوطنيين لبروتوكول مونتريال.

تستمر القصة

سنعود الآن إلى المادتين اللتين كنت تقرأ عنهما. وقعت أحداث كثيرة منذ سبعينيات القرن العشرين، عندما افترض مولينا ورولاند أنّ مركّبات الكلوروفلوروكربون حلّلت الأوزون في طبقة الستراتوسفير. تنشط حاليًا الإدارة الوطنية لدراسة المحيطات والغلاف الجوي (NOAA) والكثير من المجموعات الأخرى، في جمع البيانات التاريخية والحالية حول مركّبات الكلوروفلوروكربون في الغلاف الجوي، وتركيزات الأوزون في طبقة الستراتوسفير. من خلال البحث التطبيقي، حدّد العلماء أنّ مركّبات الكلوروفلوروكربون ليست الوحيدة التي تتفاعل مع الأوزون، بل إنّ بعض المواد الأخرى تتفاعل أيضًا. إنّ رباعي كلوريد الكربون وميثيل الكلوروفورم مادتان تضران بالأوزون أيضًا. كما يمكن للمواد التي تحتوي على البروم أن تضرّ بطبقة الأوزون.

بروتوكول مونتريال نظرًا إلى كون نضوب الأوزون يشكل قلقًا دوليًا، تكاتفت الأمم لتحاول حل هذه المشكلة. ففي عام 1987، اجتمع الزعماء من عدة دول في مونتريال في كندا، ووقّعوا بروتوكول مونتريال. بالتوقيع على هذه الاتفاقية، فإنّ الأمم وافقت على التخلص التدريجي من استخدام هذه المركّبات وفرض قيود على طريقة استخدامها في المستقبل. كما ترى في الشكل 17، بدأ الاستخدام العالمي لمركّبات الكلوروفلوروكربون في الانخفاض بعد توقيع بروتوكول مونتريال. مع ذلك، فإنّ التمثيل البياني يبيّن أنّ كمية مركّبات الكلوروفلوروكربون التي تم قياسها فوق القارة القطبية الجنوبية لم تنخفض على الفور.

ثقب الأوزون اليوم عرف العلماء أيضًا أنّ ثقب الأوزون يتشكل كل عام فوق القارة القطبية الجنوبية خلال فصل الربيع. تتكوّن سحب الجليد في طبقة الستراتوسفير فوق القارة القطبية الجنوبية عندما تنخفض درجات الحرارة لأقل من 78°C–. تحدث هذه السحب تغيّرات تعزز إنتاج الكلور والبروم النشطين كيميائيًا. وعندما تبدأ درجات الحرارة في الارتفاع في الربيع، يتفاعل الكلور والبروم النشطين كيميائيًا مع الأوزون، ما يتسبب في نضوب الأوزون. ويتسبب نضوب الأوزون هذا في تكوّن ثقب الأوزون فوق القارة القطبية الجنوبية. كما يحدث جزء من نضوب طبقة الأوزون فوق المنطقة القطبية، لكن درجات الحرارة لا تظل منخفضة لمدة طويلة، مما يعني أنّ استهلاك الأوزون يكون أقل في المنطقة القطبية. بعد المزيد من البحث، حدّد العلماء أيضًا أنّ ترقق طبقة الأوزون حدث فوق كل قارة.

التأكد من فهم النص اشرح ما الذي يحفز تكوّن ثقب الأوزون فوق القارة القطبية الجنوبية.

التقويم

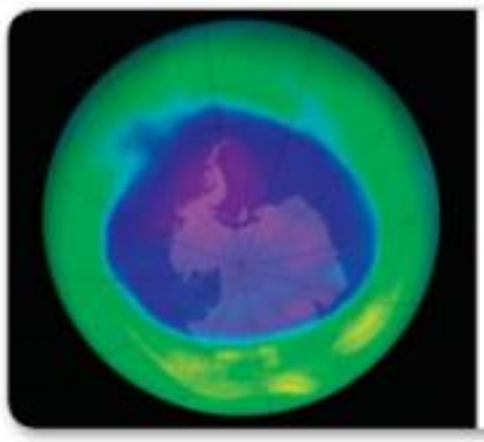
حسّن معلوماتك من هذا القسم.

مشروع الكيمياء

طبقة الأوزون قسّم الطلاب إلى مجموعات صغيرة واطلب منهم إجراء بحث حول الحالة الراهنة لطبقة الأوزون. اطلب منهم تحضير عرض توضيحي شفهي يتضمّن وسائل مرئية وتقديمه للصف الدراسي. خ م | الصالم الصفوي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

392 الوحدة 14 • مقدمة إلى الكيمياء



الشكل 18 وصل ثقب الأوزون فوق القارة القطبية الجنوبية إلى أقصى مستوى ترقق له في سبتمبر 2005. يبيّن دليل الألوان أدناه ما تمثله الألوان في صورة القمر الصناعي الملوّنة.

قارن كيف يمكن مقارنة مستويات الأوزون هذه مع المستويات التي تعتبر طبيعية؟

يظهر الشكل 18 ثقب الأوزون فوق القارة القطبية الجنوبية في سبتمبر 2005. لقد بلغ ترقق الأوزون فوق القارة القطبية الجنوبية أقصى حد له خلال العام في هذا الشهر. إذا ما قارنت دليل الألوان بصورة القمر الصناعي، يمكنك أن ترى أنّ مستوى الأوزون يتراوح بين 110 و200 وحدة دوبسون. لاحظ المنطقة المحيطة بثقب الأوزون. يبلغ مستوى الأوزون في معظم هذه المنطقة 300 وحدة دوبسون تقريبًا. وهو ما يُعتبر نسبة طبيعية.

لا يستطيع العلماء الجزم متى ستبدأ طبقة الأوزون في التعافي. ففي البداية، توقّع العلماء أنها ستبدأ في التعافي في العام 2050. لكن النماذج الحاسوبية الجديدة تتوقع أنها لن تبدأ في التعافي حتى العام 2068. إنّ الموعد الدقيق لتعافيه ليس مهمًا بقدر أهمية كونها ستتعافى في وقت معيّن.

المفردات

أصل الكلمة

التعافي recover

العودة إلى الوضع الطبيعي

يستغرق الأمر عدة أيام للتعافي من الإنفلونزا.

مختبر تحليل البيانات

استنادًا إلى بيانات حقيقية*

فسّر التمثيل البياني

كيف تتفاوت مستويات الأوزون على مدار السنة فوق القارة القطبية الجنوبية؟ يراقب العديد من الوكالات تركيز الأوزون في الستراتوسفير فوق القارة القطبية الجنوبية.

التفكير الناقد

1. **صِف** الاتجاه في البيانات للفترة من 1979 إلى 2008.
2. **قيّم** طريقة مقارنة بيانات 2009 بالبيانات في الفترة من 1979 إلى 2008.
3. **حدّد** الشهر الذي كانت مستويات الأوزون خلاله هي الأدنى في الفترة من 1979 إلى 2008؟
4. **التقويم** هل تدعم نقاط البيانات هذه ما تعلمته في هذه الوحدة حول ثقوب الأوزون؟ اشرح إجابتك.

البيانات والملاحظات

يعرض هذا التمثيل البياني بيانات من ناسا تم جمعها فوق القارة القطبية الجنوبية. وتُعرف قيم البيانات الأقل من 220 وحدة دوبسون بأنها منطقة ثقب الأوزون.

*البيانات التي تم الحصول عليها من رصد ثقب الأوزون. 2010. الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء.

مختبر تحليل البيانات

توضيحات عن الموضوع

- تم تجميع البيانات الواردة في هذه التجربة من قبل وكالة ناسا، منذ العام 1979 حتى العام 2009، باستخدام أجهزة مطياف رسم خريطة الأوزون الكلي (TOMS) الموجودة على الأقمار الصناعية نيمبوس. منذ العام 2004، بدأ استخدام جهاز مراقبة الأوزون (OMI) الموجود على القمر الصناعي أورا.

التفكير الناقد

1. تراجع الحد الأدنى للأوزون من 250 DU في يناير إلى ما يقارب 220 DU في مارس، وارتفع الوسيط قليلًا منذ مارس وحتى منتصف يوليو. وفي منتصف يوليو حدث انخفاض حاد ليصل إلى ما يقارب 120 DU في بداية أكتوبر حيث توجد أقل كمية من الأوزون. تبع ذلك زيادة حادة لما يزيد عن 250 DU لتتساوى في منتصف ديسمبر.
2. تتبع بيانات 2009 اتجاه القيمة المتوسطة نفسه للسنوات 1979-2008.
3. بداية أكتوبر/نهاية سبتمبر
4. نعم، تسمح درجات الحرارة الباردة للكلور والبروم النشطين كيميائيًا بالتكوّن. عندما تصبح درجات الحرارة أكثر دفئًا، يبدأ الكلور والبروم بالتفاعل مع الأوزون حتى ينضبا.

■ **سؤال حول الشكل 18** إنّ النسبة الطبيعية هي 300 DU. إذًا من 110 حتى 200 DU هي أقل من الطبيعية.

التدريس المتمايز

ضعاف البصر كلّف أحد الطلاب مساعدة طالب ضعيف البصر في تتبّع التمثيل البياني للأوزون بإصبعه. ليتمكّنا من فهم الاتجاهات في التمثيل البياني. التعلم التعاوني

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

3 التقويم

التأكد من الفهم

اسأل الطلاب ما إذا كان البحث الذي يتناول المواد المبرّدة الجديدة غير الضارة للبيئة، بحثًا نظريًا أم بحثًا تطبيقيًا. إنّه بحث تطبيقي لأنّه يُجرى لحل مشكلة. خ م

إعادة التدريس

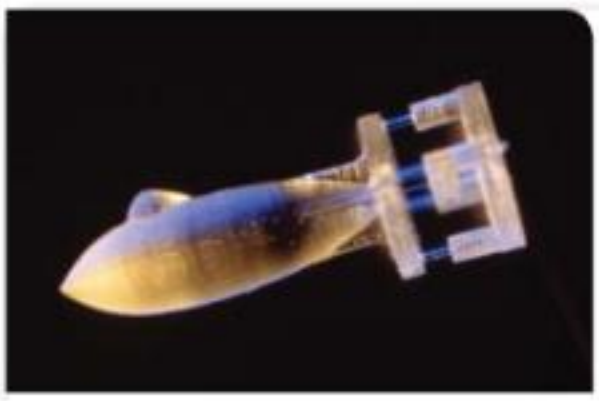
أكّد على أنّ البحث النظري غالبًا ما يكون هو الأساس للبحث التطبيقي. يمكن أن يُنشئ البحث النظري مركّبات أو يزيد المعرفة التي ربما لم يعرف العلماء طريقة استخدامها لسنوات. رغم ذلك، فإنّ المعرفة أو المادة تتوفر بسهولة عند الحاجة إليها. خ م

التوسّع

كلّف الطلاب إحضار جريدة أو مقالات من مجلات حول البحث العلمي، وشرح طريقة تطابق هذا البحث مع حياتهم اليومية. قد تتضمن الأمثلة عقارًا أو علاجًا جديدًا لمرض يؤثر في شخص يعرفونه أو تكنولوجيا جديدة تؤثر في البيئة. خ م

التقويم

المعرفة كلّف الطلاب تلخيص المقالات المستخدمة في موضوع التوسّع. خ م



الشكل 19 إنّ هذه السيارة، التي تعمل بالهواء المضغوط، وهذه القواسة الصغيرة التي يبلغ طولها 4 mm فقط، هي أمثلة على التقنيات التي أصبحت ممكنة بفضل دراسة المادة.

فوائد الكيمياء

يمثّل الكيميائيون جزءًا مهمًا من فريق العلماء الذين يجدون الحلول للعديد من المشاكل أو القضايا التي نواجهها اليوم. لم يشارك الكيميائيون في حل مشكلة نضوب الأوزون فحسب، بل إنّهم يشاركون أيضًا في العثور على علاجات أو لقاحات للأمراض، مثل الإيدز والإنفلونزا. في الغالب يشارك الكيميائي في كل موقف يمكنك أن تتخيله، لأن كل شيء في الكون مكوّن من المادة.

يبيّن الشكل 19 بعض جوانب التقدم التكنولوجي التي أصبحت ممكنة نتيجة لدراسة المادة. فالسيارة الموجودة على اليسار تعمل بالهواء المضغوط. عند السماح للهواء المضغوط بالتمدد، فإنه يدفع المكابس التي تحرك السيارة. نظرًا لكون السيارة تعمل بالهواء المضغوط، فإنها لا تفرز ملوثات. تبيّن الصورة على اليمين غواصة صغيرة مصنوعة من أشعة الليزر بمساعدة الحاسوب. قد تستخدم هذه الغواصة، التي يبلغ طولها 4 mm فقط، لاكتشاف الأمراض في جسم الإنسان وعلاجها.

القسم 4 مراجعة

ملخص القسم

- يمكن استخدام الطرق العلمية في البحث النظري أو في البحث التطبيقي.
- إنّ بعض الاكتشافات العلمية تتم صدفةً، بينما يتمّ بعضها الآخر نتيجة للبحث الجاد استجابة لحاجة ما.
- تُعدّ السلامة في المختبر مسؤولية الجميع في المختبر.
- إنّ العديد من وسائل الراحة التي نستمتع بها اليوم هي تطبيقات تكنولوجية للكيمياء.

1. **الفكرة الرئيسة** اذكر ثلاثة منتجات تكنولوجية حسّنت حياتنا أو العالم من حولنا.
2. **قارن وقابل** بين البحث النظري والبحث التطبيقي.
3. **صنّف** هل التكنولوجيا هي نتيجة البحث النظري أم البحث التطبيقي؟ اشرح.
4. **لخّص** السبب وراء كل مما يلي.
   a. ارتداء النظارات الواقية والمعطف في المختبر حتى وإن كنت ملاحظًا فقط.
   b. عدم إعادة المواد الكيميائية غير المستخدمة إلى زجاجة المخزون.
   c. عدم ارتداء عدسات لاصقة في المختبر.
   d. تجنب ارتداء الملابس الفضفاضة والتي تحتوي على ثنيات والمجوهرات المتدلية.
5. **فسّر الرسومات التخطيطية العلمية** ما احتياطات السلامة التي يجب اتخاذها عند ورود رموز السلامة التالية؟

القسم 4 مراجعة

1. الإجابات المحتملة: الحاسوب ومحرك الاحتراق الداخلي والتلقيحات.
2. يُجرى البحث النظري من أجل المعرفة. ويُجرى البحث التطبيقي من أجل حل مشكلة محددة.
3. قد تكون التكنولوجيا نافعًا لأي منهما. وقد تكون نافعًا للبحث النظري حين يدرك العلماء أنّ لاكتشافهم تطبيقًا عمليًا. كما قد تكون نافعًا للبحث التطبيقي عندما يُجري العلماء البحث لحل مشكلة محددة.
4. a. قد تدخل المواد الضارة إلى عينيك أو على ملابسك عندما تُجري تجربة أو تشاهدها أثناء إجرائها.
   b. قد تكون المواد الكيميائية ملوثة ولا تريد أن تتلوث زجاجة التخزين.
   c. قد تمتص العدسات اللاصقة الغازات التي يمكن أن تلحق الضرر بعينيك وتصعب إزالتها في حالة الطوارئ.
   d. إنّ من السهل تأثر هذه الملابس والمجوهرات من خلال المواد الكيميائية وعبر اللهب مما يؤدي إلى حدوث موقف خطر.
5. اغسل يديك من الأجسام الساخنة أو الباردة؛ واغسل نفسك من الأبخرة الخطيرة المحتملة؛ واغسل نفسك من المواد التي قد تهيّج جلدك والأغشية المخاطية في الجهاز التنفسي؛ فالمواد قابلة للاشتعال، ولا تُحدث لهبًا مكشوفًا في المختبر

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

المهنة: مُرمِّم فنّي

ترميم اللوحات الفنية

لا يدوم الفن إلى الأبد، فهو يتضرر بفعل أحداث مثل عطس الأشخاص عليه أو لمسه أو الدخان الذي تسببه الحرائق. ويختص المُرمم الفني بإصلاح الأضرار التي تلحق بالأعمال الفنية. مهمة إصلاح الأعمال الفنية ليست سهلة دائمًا لأنّ المواد المستخدمة في إصلاح الضرر قد تضر بالأعمال الفنية أيضًا.

المساعدة مما سبق يشكّل الأكسجين نسبة 21% من الغلاف الجوي للأرض. إنّ معظم الأكسجين الموجود بالقرب من الأرض، هو عبارة عن غاز أكسجين (O_2). مع ذلك، فإنّ الأشعة فوق البنفسجية الصادرة من الشمس في أعلى الغلاف الجوي، تفصل غاز الأكسجين إلى أكسجين ذري (O). في حين أنّ غاز الأكسجين يتفاعل كيميائيًا، يُعدّ الأكسجين الذري أكثر تفاعلًا، إذ يمكنه تدمير مركبة فضائية في المدار، ولهذا السبب تنشط وكالة ناسا في دراسة التفاعلات بين الأكسجين الذري والمواد الأخرى.

الأكسجين والفن يتفاعل الأكسجين الذري مع عنصر الكربون بشكل خاص، وهو المادة الأساسية الموجودة في السناج النابع من الحرائق. عندما أصلح العلماء في ناسا اللوحة الفنية التي أصابها الضرر بسبب السناج باستخدام الأكسجين الذري، تفاعل الكربون الموجود في السناج مع الأكسجين ونتج عن ذلك غازات تطايرت بعيدًا.

على السطح لم تتأثر طبقات الطلاء المتواجدة تحت السناج أو شوائب السطح الأخرى، لأنّ الأكسجين الذري يؤثر في ما يلمسه فقط، ما يعني أنّ اللوحة لم تتأذّ عند إزالة السناج. يتناقض هذا مع الطرق التقليدية التي تُستخدم فيها المذيبات العضوية لإزالة السناج. تتفاعل هذه المذيبات غالبًا مع العمل الفني كما تتفاعل مع السناج.

تعذرت إزالة بقعة طلاء الشفاه باستخدام التقنيات التقليدية، لكن الأكسجين الذري أزال البقعة دون إلحاق أي ضرر بالعمل الفني.

القبلة إنّ من بين الترميمات الأخرى الناجحة، لوحة آندي وارهول المسمّاة المخطّص. دُمرت اللوحة عندما قبّلت إحدى المشاهدات اللوحة الحامضية وهي تضع طلاء الشفاه. كان من الممكن أن تتسبب مُعظم تقنيات الترميم التقليدية في تعمُّق بقعة طلاء الشفاه داخل اللوحة أكثر، ما أدّى إلى ترك بقعة وردية دائمة. عندما وُضع الأكسجين الذري على البقعة باستخدام الأدوات المبيّنة في الصورة أعلاه، اختفى اللون الوردي.

الكتابة في ◀ الكيمياء

ابحث مشروع ترميم عمل فني حديث. جهّز مقالًا صحفيًا لشرح سبب حاجة العمل الفني إلى الترميم، والتحديات المطروحة، والكيمياء المُستخدمة لإنجاز المشروع.

الكتابة في ◀ الكيمياء

بحث ينبغي أن تتضمن المقالات معلومات مماثلة لتلك الموجودة في الموضوع الذي يتناول طريقة استخدام الأكسجين الذري في ترميم الأعمال الفنية. يجب أن تتضمن مقالات الطلاب أيضًا المعلومات الإضافية التي يجدها الطلاب خلال إعدادهم أبحاثهم.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الهدف

سيدرس الطلاب الخصائص التفاعلية للأكسجين الذري وطريقة استخدامه في إصلاح الأعمال الفنية المتضررة.

الخلفية

يمكن استخدام الأكسجين الذري لإزالة السخام والشوائب الأخرى من الرسومات، لأنّه أكثر تفاعلًا من الأكسجين الجزيئي. يمكن استعمال الأكسجين باستخدام جهاز يدوي أو من خلال وضع اللوحة كاملة في غرفة مليئة بالأكسجين الذري.

لا يحل الأكسجين الذري محل التقنيات الأخرى الخاصة بترميم الأعمال الفنية. في حين لا يتفاعل العديد من صبغات الطلاء مع الأكسجين الذري، فإنّ بعضها الآخر، الرصاص مثلًا، يفقد لونه لدى معالجته بالأكسجين.

استراتيجيات التدريس

- اكتب قائمة بالمواد التي قد تسبّب البقع وقائمة أخرى بالمواد التي تستخدم لإزالتها. من أمثلة المواد التي قد تسبب البقع: السوائل الداكنة والأوساخ وبصمات الأصابع الدهنية. كلّف الطلاب التحقيق في كيمياء البقع والمنظفات. قد تخفف المواد الكيميائية في المنظفات البقع الداكنة أو تُسهل عملية غسل البقعة وإزالتها باستخدام الماء أو المواد اللامائية.
- ناقش بعض الصعوبات التي يتضمنها ترميم الأعمال الفنية. من أمثلة تلك الصعوبات الحفاظ على القيمة التاريخية وعدم تعرض العمل الفني الأصلي للخطر أثناء الترميم.
- لأي مدة يُتوقع أن تدوم الرسومات؟ قد تدوم اللوحات لفترات زمنية متفاوتة، حسب الوسائل المستخدمة وظروف تخزين العمل الفني، مثل درجة الحرارة والرطوبة. ناقش بعض أسباب تضرر الأعمال الفنية وطرائق الحد من هذه الأضرار. إنّ من أمثلة الأسباب والأضرار التي تلحق بالأعمال الفنية، الحروق الحمضية وبقع العفن والأشرطة والمواد اللاصقة والضرر الناتج عن الماء والتجعد والتآكل والأوساخ السطحية وفقدان الصبغة. ويمكن الحد من ذلك عن طريق تعرض الأعمال الفنية فقط إلى الظروف البيئية الملائمة والتعامل معها بشكل سليم.

المهنة: مُرمِّم فنّي

ترميم اللوحات الفنية

لا يدوم الفن إلى الأبد، فهو يتضرر بفعل أحداث مثل عطس الأشخاص عليه أو لمسه أو الدخان الذي تسببه الحرائق. ويختص المُرمم الفني بإصلاح الأضرار التي تلحق بالأعمال الفنية. مهمة إصلاح الأعمال الفنية ليست سهلة دائمًا لأنّ المواد المستخدمة في إصلاح الضرر قد تضر بالأعمال الفنية أيضًا.

المساعدة مما سبق يشكّل الأكسجين نسبة 21% من الغلاف الجوي للأرض. إنّ معظم الأكسجين الموجود بالقرب من الأرض، هو عبارة عن غاز أكسجين (O_2). مع ذلك، فإنّ الأشعة فوق البنفسجية الصادرة من الشمس في أعلى الغلاف الجوي، تفصل غاز الأكسجين إلى أكسجين ذري (O). في حين أنّ غاز الأكسجين يتفاعل كيميائيًا، يُعدّ الأكسجين الذري أكثر تفاعلًا، إذ يمكنه تدمير مركبة فضائية في المدار، ولهذا السبب تنشط وكالة ناسا في دراسة التفاعلات بين الأكسجين الذري والمواد الأخرى.

الأكسجين والفن يتفاعل الأكسجين الذري مع عنصر الكربون بشكل خاص، وهو المادة الأساسية الموجودة في السناج النابع من الحرائق. عندما أصلح العلماء في ناسا اللوحة الفنية التي أصابها الضرر بسبب السناج باستخدام الأكسجين الذري، تفاعل الكربون الموجود في السناج مع الأكسجين ونتج عن ذلك غازات تطايرت بعيدًا.

على السطح لم تتأثر طبقات الطلاء المتواجدة تحت السناج أو شوائب السطح الأخرى، لأنّ الأكسجين الذري يؤثر في ما يلمسه فقط، ما يعني أنّ اللوحة لم تتأذّ عند إزالة السناج. يتناقض هذا مع الطرق التقليدية التي تُستخدم فيها المذيبات العضوية لإزالة السناج. تتفاعل هذه المذيبات غالبًا مع العمل الفني كما تتفاعل مع السناج.

تعذرت إزالة بقعة طلاء الشفاه باستخدام التقنيات التقليدية، لكن الأكسجين الذري أزال البقعة دون إلحاق أي ضرر بالعمل الفني.

القبلة إنّ من بين الترميمات الأخرى الناجحة، لوحة آندي وارهول المسمّاة المخطّص. دُمرت اللوحة عندما قبّلت إحدى المشاهدات اللوحة الحائطية وهي تضع طلاء الشفاه. كان من الممكن أن تتسبب مُعظم تقنيات الترميم التقليدية في تعمُّق بقعة طلاء الشفاه داخل اللوحة أكثر، ما أدّى إلى ترك بقعة وردية دائمة. عندما وُضع الأكسجين الذري على البقعة باستخدام الأدوات المبيّنة في الصورة أعلاه، اختفى اللون الوردي.

الكتابة في ◀ الكيمياء

ابحث مشروع ترميم عمل فني حديث. جهّز مقالًا صحفيًا لشرح سبب حاجة العمل الفني إلى الترميم، والتحديات المطروحة، والكيمياء المُستخدمة لإنجاز المشروع.

الكتابة في ◀ الكيمياء

بحث ينبغي أن تتضمن المقالات معلومات مماثلة لتلك الموجودة في الموضوع الذي يتناول طريقة استخدام الأكسجين الذري في ترميم الأعمال الفنية. يجب أن تتضمن مقالات الطلاب أيضًا المعلومات الإضافية التي يجدها الطلاب خلال إعدادهم أبحاثهم.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الهدف

سيدرس الطلاب الخصائص التفاعلية للأكسجين الذري وطريقة استخدامه في إصلاح الأعمال الفنية المتضررة.

الخلفية

يمكن استخدام الأكسجين الذري لإزالة السخام والشوائب الأخرى من الرسومات، لأنّه أكثر تفاعلًا من الأكسجين الجزيئي. يمكن استعمال الأكسجين باستخدام جهاز يدوي أو من خلال وضع اللوحة كاملة في غرفة مليئة بالأكسجين الذري.

لا يحل الأكسجين الذري محل التقنيات الأخرى الخاصة بترميم الأعمال الفنية. في حين لا يتفاعل العديد من صبغات الطلاء مع الأكسجين الذري، فإنّ بعضها الآخر، الرصاص مثلًا، يفقد لونه لدى معالجته بالأكسجين.

استراتيجيات التدريس

- اكتب قائمة بالمواد التي قد تسبّب البقع وقائمة أخرى بالمواد التي تستخدم لإزالتها. من أمثلة المواد التي قد تسبب البقع: السوائل الداكنة والأوساخ وبصمات الأصابع الدهنية. كلّف الطلاب التحقيق في كيمياء البقع والمنظفات. قد تخفف المواد الكيميائية في المنظفات البقع الداكنة أو تُسهل عملية غسل البقعة وإزالتها باستخدام الماء أو المواد اللامائية.
- ناقش بعض الصعوبات التي يتضمنها ترميم الأعمال الفنية. من أمثلة تلك الصعوبات الحفاظ على القيمة التاريخية وعدم تعرض العمل الفني الأصلي للخطر أثناء الترميم.
- لأي مدة يُتوقع أن تدوم الرسومات؟ قد تدوم اللوحات لفترات زمنية متفاوتة، حسب الوسائل المستخدمة وظروف تخزين العمل الفني، مثل درجة الحرارة والرطوبة. ناقش بعض أسباب تضرر الأعمال الفنية وطرائق الحد من هذه الأضرار. إنّ من أمثلة الأسباب والأضرار التي تلحق بالأعمال الفنية، الحروق الحمضية وبقع العفن والأشرطة والمواد اللاصقة والضرر الناتج عن الماء والتجعد والتآكل والأوساخ السطحية وفقدان الصبغة. ويمكن الحد من ذلك عن طريق تعرض الأعمال الفنية فقط إلى الظروف البيئية الملائمة والتعامل معها بشكل سليم.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تجربة كيميائية

الأدلّة الجنائية: تحديد مصدر الماء

الخلفية: تختلف محتويات ماء الصنبور بين مجتمع أحيائي وآخر. يتمّ تصنيف الماء إلى ماء عسر أو ماء يسر وفقًا لكمية الكالسيوم أو المغنيسيوم الموجودة في الماء، والتي يتم قياسها بالملليجرامات في اللتر (mg/L). تخيّل وجود عيّنتين من الماء في مختبر للأدلّة الجنائية، إحداهما من المجتمع الأحيائي A الذي يتضمن ماءً يسرًا، والأخرى من المجتمع الأحيائي B، الذي يتضمن ماءً عسرًا.

السؤال: أي مجتمع أحيائي هو مصدر كل من عيّنتيّ الماء؟

المواد

أنابيب اختبار بسدادات (3)
حامل أنبوب الاختبار
قلم شحم
مخبار مدرج (25 mL)
ماء مقطر
قطارة
وعاء (250 mL)
عينة الماء 1
عينة الماء 2
سائل تنظيف أطباق
مسطرة مترية

احتياطات السلامة

الإجراء

1. اقرأ الإجراءات وحدّد المخاطر المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. حضّر جدول بيانات مثل ذلك المبيّن. ثم، استخدم قلم شحم لتسمية ثلاثة أنابيب اختبار كبيرة، *D* (للماء المقطر) و*1* (للعينة 1) و*2* (للعينة 2).
3. استخدم مخبارًا مدرجًا لقياس 20 mL من الماء المقطر. وقم بصب الماء في أنبوب الاختبار D.
4. ضع أنبوبي الاختبار 1 و2 بجوار أنبوب الاختبار D ضع علامة على كل أنبوب اختبار. تتوافق مع ارتفاع الماء في أنبوب الاختبار D.
5. أحضر 50 mL من عينة الماء 1 في كأس من عند معلمك. صبّ عينة الماء ببطء في أنبوب الاختبار 1 حتى تصل إلى الارتفاع المحدد.
6. أحضر 50 mL من عينة الماء 2 في كأس من عند معلمك. صبّ عيّنة الماء 2 ببطء في أنبوب الاختبار 2 حتى تصل إلى الارتفاع المحدد.
7. أضف قطرة واحدة من سائل تنظيف الأطباق إلى كل أنبوب اختبار. شدّ الأنابيب بإحكام. ثم، رجّ كل عينة لمدة 30s حتى تتكوّن رغوة. استخدم مسطرة مترية لقياس ارتفاع الرغوة.
8. استخدم بعض المحاليل السايونية لإزالة علامات الشحم من أنابيب الاختبار.

جدول البيانات

العينة	ارتفاع الرغوة
D	
1	
2	

9. **التنظيف والتخلص من النفايات** أغسل كل الإنسكابات بماء الصنبور. وقم بإعادة كل أدوات المختبر إلى المكان المخصص لها.

حلّل واستنتج

1. **قارن وقابل** أي عيّنة كوّنت المقدار الأكبر من الرغوة؟ أي عيّنة كوّنت المقدار الأقل من الرغوة؟
2. **استنتج** ينتج الماء اليسر مقدارًا من الرغوة أكثر ممّا ينتج الماء العسر. حدد المجتمع الأحيائي المصدر لكل من عيّنتي الماء.
3. **احسب** إذا كان 50 mL من الماء العسر الذي حصلت عليه يتضمن 6.3 mg من المغنيسيوم، فما مدى عسر الماء وفقًا للجدول أدناه؟ (50 mL = 0.05 L)

تصنيف عسر الماء

التصنيف	mg من الكالسيوم أو المغنيسيوم /L
يسر	0 60
معتدل	61 120
عسر	121 180
شديد العسر	180<

4. **تطبيق الطرق العلمية** حدّد المتغيّرات المستقلة وغير المستقلة في هذه التجربة. هل تضمنت التجربة ضابطًا؟ اشرح. هل حصل كل زملائك على النتائج نفسها التي حصلت عليها؟ لم أو لم لا؟
5. **تحليل الخطأ** هل يمكن تغيير الإجراء لجعل النتائج أكثر دقّة؟ اشرح.

التوسع في الاستقصاء

التحقق يدّعي العديد من المنتجات أنّه يخفّف من عسر الماء. اذهب إلى متجر البقالة أو متجر أدوات تحسين المنزل، للبحث عن هذه المنتجات وإجراء تجربة لاختبار هذه الادعاءات.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التجربة الكيميائية

التحضير

الزمن المخصص حصة واحدة

المهارات العملية احصل على المعلومات وحللها وصنّف وقارن وقابل واستنتج خلاصة وضع فرضية وقم بالقياس ولاحظ واستدل وفكّر بشكل ناقد واستخدم الأرقام

احتياطات السلامة كلّف الطلاب تحديد المخاطر المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة واتباع الإجراء أدناه. قد يتسبب الماء العسر الذي يحتوي على كلوريد المغنسيوم سداسي الهيدرات في تهيّج العينين والجهاز التنفسي.

تحضير المواد يمكن استخدام أي نوع من المنظفات السائلة في هذه التجربة.

تحضير المحاليل تصفّح كتيّب المعلم لتحضير كل المحاليل.

الإجراء

- يجب استخدام أنابيب اختبار من الحجم نفسه.
- تأكد من قيام الطلاب بتنظيف أنابيب الاختبار عند الانتهاء.
- تأكد من تغطية كلوريد المغنسيوم سداسي الهيدرات؛ فهو ماص للرطوبة وسيمتص الماء من الهواء.

النتائج المتوقعة

إنّ الماء المقطر هو الضابط، وسيتم اعتباره مائًا يسرًا وفقًا لجدول تصنيف عسر الماء. ينبغي أن يحتوي الضابط على الكثير من الرغوة، بينما تحتوي عيّنة الماء العسر على كمية قليلة من الرغوة.

حلّل واستنتج

1. ينتج عن الماء المقطر الكثير من الرغوة. وينتج عن الماء العسر القليل من الرغوة.
2. وفقًا لمقدمة الخلفية، ينتمي الماء اليسر للمجتمع الأحيائي A. أمّا الماء العسر، فينتمي للمجتمع الأحيائي B.
3. 6.3 mg Mg/0.05L = 126 mg Mg/L؛ عسر
4. المتغيّر المستقل: حجم عينات الماء وكمية المنظف؛ المتغيّر التابع: كمية الرغوة الصادرة؛ نعم، كان الماء المقطر هو الضابط بسبب نقص المعادن المذابة فيه. ستختلف مقارنة النتائج.
5. إنّ بالإمكان قياس حجم السوائل والمنظف بشكل أكثر دقة.

التوسّع في الاستقصاء

يزعم بعض المنتجين أنّ منتجاتهم تسبّب يسر الماء. قم بزيارة متجر بقالة أو متجر مواد تحسين المنازل للبحث عن هذه المنتجات وتصميم تجربة لاختبار هذا الافتراض.
ستتنوّع تصاميم الطلاب لكن ينبغي أن يحتوي كلّ منها على متغيّر مستقل ومتغيّر تابع وضابط.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 14 دليل الدراسة

الرئيسة الكيمياء هي العلم المركزي في حياتنا.

القسم 1 قصة مادتين

الكيمياء chemistry
المادة substance

الرئيسة إنّ الكيمياء هي دراسة كل شيء من حولنا.

- إنّ الكيمياء هي دراسة المادة.
- تُعرف المواد الكيميائية أيضًا بالمواد.
- إنّ الأوزون هو مادة تكوّن طبقة واقية في الغلاف الجوي للأرض.
- إنّ مُركّبات الكلوروفلوروكربون هي مواد مصاعية تتكوّن من الكلور والفلور والكربون، ساد الاعتقاد قديمًا أنها مواد مبردة مثالية للتبريد.

القسم 2 الكيمياء والمادة

الكتلة mass
الوزن weight
النموذج model

الرئيسة تتضمن فروع الكيمياء دراسة أنواع المواد المختلفة.

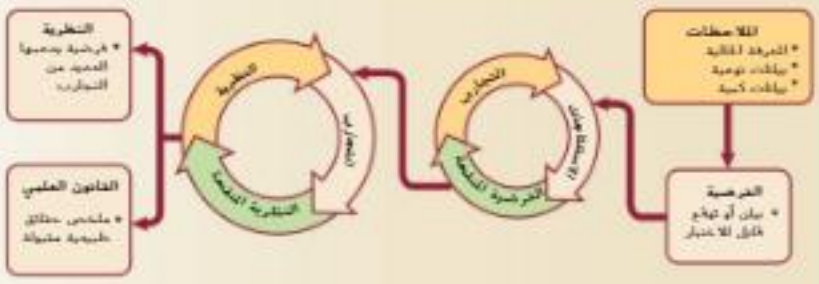
- النماذج هي الأدوات التي يستخدمها العلماء بما في ذلك علماء الكيمياء.
- تعكس الملاحظات المباشرة للمادة تفاعلات الذرات على نطاق لا يمكن رؤيته بالمجهر.
- توجد فروع عديدة للكيمياء مثل الكيمياء العضوية والكيمياء اللاعضوية والكيمياء الفيزيائية والكيمياء التحليلية والكيمياء الحيوية.

القسم 3 الطرق العلمية

الطريقة العلمية scientific method
البيانات النوعية qualitative data
البيانات الكمّية quantitative data
الفرضية hypothesis
التجربة experiment
المتغيّر المستقل independent variable
المتغيّر التابع dependent variable
الضابط control
الاستنتاج conclusion
النظرية theory
القانون العلمي scientific law

الرئيسة يتبع العلماء الطرق العلمية لطرح حلول للمسائل واختبارها بشكلٍ منهجي وتقويم نتائج الاختبارات.

- إنّ الطرق العلمية هي نَهج منظمة لحل المسائل.
- تصف البيانات النوعية ملاحظة ما، تستخدم البيانات الكمية الأرقام.
- يتم تغيير المتغيرات المستقلة في التجربة. وتتغير المتغيرات غير المستقلة استجابةً للمتغيرات المستقلة.
- إنّ النظرية هي فرضية يدعمها العديد من التجارب.



القسم 4 البحث العلمي

البحث النظري pure research
البحث التطبيقي applied research

الرئيسة يؤدي بعض التحقيقات العلمية إلى تطور التكنولوجيا التي يمكنها أن تحسّن حياتنا والعالم من حولنا.

- يمكن استخدام الطرق العلمية في البحث النظري أو في البحث التطبيقي.
- إنّ بعض الاكتشافات العلمية يتمّ صدفةً، وبعضها الآخر يتمّ نتيجة للبحث الجاد استجابة لحاجة ما.
- تُعدّ السلامة في المختبر مسؤولية الجميع في المختبر.
- إنّ العديد من وسائل الراحة التي نستمتع بها اليوم هو تطبيقات تكنولوجية للكيمياء.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

استخدام المفردات

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

استراتيجيات المراجعة

- كلّف الطلاب تعريف المصطلحات الكيمياء والمواد الكيميائية والمادة والكتلة والوزن. ش م
- كلّف الطلاب تلخيص تسلسل الخطوات المحتمل في نهج الطريقة العلمية وتقديم مثال لكل خطوة. ش م
- كلّف الطلاب شرح الممارسات الآمنة في التجربة. ش م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

397 الوحدة 14 • دليل الدراسة

القسم 1

إتقان المفاهيم

1. عرّف المادة والكيمياء.
2. **الأوزون** أين يقع الأوزون في الغلاف الجوي لكوكب الأرض؟
3. ما العناصر الثلاثة التي تتكوّن منها مركّبات الكلوروفلوروكربون؟
4. **مركّبات الكلوروفلوروكربون** ما الاستخدامات التي كانت شائعة لمركّبات الكلوروفلوروكربون؟
5. لاحظ العلماء أنّ طبقة الأوزون كانت تترقّق. ما الذي كان يحدث في الوقت نفسه؟

الشكل 20

6. لماذا يدرس علماء الكيمياء مناطق من الكون كالمنطقة المبيّنة في **الشكل 20**؟

إتقان حل المسائل

7. إذا دعمت الحاجة إلى ثلاثة ذرات أكسجين لتكوين الأوزون، فكم وحدة من الأوزون ستتكوّن من 6 ذرات أكسجين؟ ومن 9؟ ومن 27؟
8. **قياس التركيز** يبيّن **الشكل 6** أنّ مستوى مركّبات الكلوروفلوروكربون قد تم قياسه بحوالي 272 ppt (ppt جزءًا في الألف) في العام 1995. لأنّ النسبة المئوية تعني أجزاء في المئة، فأي نسبة تمثل 272 ppt؟

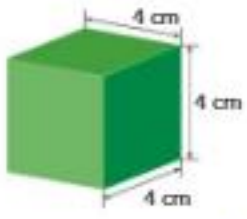
القسم 2

إتقان المفاهيم

9. لماذا تُسمى الكيمياء بالعلم المركزي؟
10. أي قياس يعتمد على قوّة الجاذبيّة — الكتلة أم الوزن؟ اشرح.
11. أي فرع من الكيمياء يدرس تركيب المواد؟ أي فرع يدرس الأثر البيئي للمواد الكيميائية؟

إتقان حل المسائل

12. توقّع ما إذا كان وزنك في مدينة دنفر، التي يبلغ ارتفاعها 1.7 km فوق مستوى سطح البحر، سيكون مثل وزنك أو أكثر منه أو أقل منه في مدينة نيو أورليانز التي تقع على مستوى سطح البحر.
13. يخبرك النص أنّه يمكن دمج تريليون ذرة في نقطة عند نهاية هذه الجملة. اكتب الرقم تريليون باستخدام العدد الصحيح من الأصفار.



الشكل 21

14. كم تكون كتلة المكعب المبيّن في **الشكل 21** إذا كانت كتلة مكعب حجمه $2\ cm^3$ مصنوع من المادة نفسها تبلغ 4.0 g؟

القسم 3

إتقان المفاهيم

15. ما أوجه الاختلاف بين البيانات النوعية والبيانات الكمية؟ اذكر مثالًا على كلٍّ منها.
16. ما وظيفة الضابط في التجربة؟
17. ما الفرق بين الفرضية والنظرية والقانون؟
18. **تجارب مخبرية** إنّ المطلوب هو تحديد كمية سكر المائدة التي يمكن مزجها أو إذابتها في الماء في درجات حرارة مختلفة. تزداد كمية السكر التي يمكن إذابتها في الماء كلما ارتفعت درجة حرارة الماء. ما المتغيّر المستقل؟ ما المتغيّر التابع؟ ما العامل الذي يُترك ثابتًا؟
19. قم بتصنيف كل من البيانات التالية إمّا نوعية وإمّا كمية.
   a. وعاء يزن 6.6 g.
   b. إنّ بلورات السكّر بيضاء ومتراصّة.
   c. إنّ الألعاب النارية ملوّنة.
20. ما الذي يجب أن يحدث لفرضيتك، في حال لم تدعمها الأدلة التي جمعتها خلال تجربتك؟

إتقان حل المسائل

21. تتفاعل ذرة كربون (C) وجزيء أوزون (O_3) لتكوّنا جزيئ من أول أكسيد كربون (CO) وجزيئ من غاز الأكسجين (O_2). كم جزيء أوزون يلزم لتكوين 24 جزيئ من غاز الأكسجين (O_2)؟

القسم 4

إتقان المفاهيم

22. **السلامة في المختبر** أكمل كل جملة تتحدث عن السلامة في المختبر كي تُعبّر بشكل صحيح عن قاعدة من قواعد السلامة.
   a. دراسة مهمتك العملية
   b. حفظ الأطعمة والمشروبات
   c. معرفة مكان وكيفية استخدام

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 14 مراجعة

القسم 1

إتقان المفاهيم

1. المادة — أي مادة لها تركيبة معيّنة؛ الكيمياء — دراسة المادة والتغييرات التي نطرأ عليها.
2. 90% في الستراتوسفير
3. الكربون والفلور والكلور
4. مواد مبرّدة ورغاوي ووقود دفع للرش
5. الاستخدام المتزايد لمُركّبات الكلوروفلوروكربون
6. لأنّ علماء الكيمياء يدرسون المادة، والمادة موجودة في الكون بأكمله

إتقان حل المسائل

7. وحدتان؛ 3 وحدات؛ 9 وحدات
8. 27.2%

القسم 2

إتقان المفاهيم

9. يُعدّ فهم الكيمياء أمرًا أساسيًا للعلوم كلها ولحياتنا اليومية.
10. الوزن؛ يتم حساب الوزن باستخدام العجلة بسبب الجاذبية؛ إنّ الكتلة لا تعتمد على الجاذبية.
11. تدرس الكيمياء التحليلية تركيبة المواد؛ تدرس الكيمياء البيئية الأثر البيئي للمواد الكيميائية.

إتقان حل المسائل

12. قد يصبح وزنك في دنفر أقل لأنّ العجلة ستكون في دنفر أقل ممّا هي في نيو أورلينز، ذلك بسبب الجاذبية
13. 1,000,000,000,000
14. $x = 128\ g$

القسم 3

إتقان المفاهيم

15. يتم تحديد البيانات النوعية، مثل اللون أو الشكل، باستخدام الحواس الخمس. إنّ البيانات الكَمّية، مثل الكتلة أو الطول، هي قياسات.
16. إنّ الضابط هو مقياس يُستخدم في المقارنة.
17. إنّ الفرضية هي شرح أولي لما تمّت ملاحظته، أمّا النظرية، فهي شرح يدعمه العديد من التجارب. يصف القانون العلمي علاقةً ما في الطبيعة.
18. درجة الحرارة؛ كمّية السكّر المُذاب؛ كمية الماء
19. a. كمية
    b. نوعية
    c. نوعية
20. يجب إعادة كتابة الفرضية بناءً على المعلومات الجديدة ويجب اختبار الفرضيات الجديدة.

إتقان حل المسائل

21. 1 جسيم O_3 / 1.5 جسيم O_2؛ x = 24 جسيم O_2 : 24 جسيم O_3

القسم 4

إتقان المفاهيم

22. a. قبل الدخول إلى المختبر.
    b. مضغ العلكة خارج المختبر.
    c. مطفأة الحريق ومزشّ السلامة وبطانية الحريق وحقيبة الإسعافات الأولية.

398 الوحدة 14 • مقدمة إلى الكيمياء

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 14 مراجعة

إتقان حل المسائل

23. إذا كانت إجراءات التجربة توجيهك لإضافة جزأين من الأحماض إلى كل جزء من الماء وبدأت بكمية 25 mL من الماء، فما كمية الأحماض التي ستضيفها وكيف ستضيفها؟

التفكير الناقد

24. **قارن وقابل** طابق كلًا من مواضيع البحث التالية بفرع الكيمياء المختص بدراسته: تلوث الماء، عملية هضم الطعام في جسم الإنسان، تركيب ألياف تصنيع جديدة، فلزات لصناعة عملات جديدة، علاج لمرض الإيدز.

25. **تفسير الرسوم التخطيطية العلمية** قرر ما إذا كان كل من الرسوم التخطيطية التالية في **الشكل 22a و b** يعرض بيانات نوعية أم كمية.

أنواع التفاح الذي ينمو في مستنبت زجاجي للبيولوجيا الخاصة

ب

البيانات: خواص الناتج المكوَّن	
اللون	أبيض
شكل البلورة	إبرية
الرائحة	لا يوجد

الشكل 22

26. **صنِّف** تتمثل مركّبات الكلوروفلوروكربون لتكوّن مواد كيميائية تتعامل مع الأوزون. هل تُرى هذه المواد كيميائية أم مجهرية؟

27. **استدلّ** تُشير تقارير مقدم النشرة الإخبارية إلى أنّ "جودة الهواء اليوم متخفضة" وأنّ مدى الرؤية 1.7 km فقط. ومن المتوقع أن ترتفع نسبة الملوثات في الهواء بمقدار يزيد عن 0.085 جزءا في المليون (ppm) خلال متوسط الساعات الثمانية القادمة. أمضِ أقل وقت ممكن خارج المنزل اليوم إذا كنت تعاني من داء الربو أو مشاكل أخرى في التنفس". أي من الجمل التالية نوعية وأي منها كمية؟

الكتابة في الكيمياء

28. **نضوب طبقة الأوزون** صف الأبحاث التي تتناول نضوب طبقة الأوزون بواسطة مركّبات الكلوروفلوروكربون، من خلال إعداد جدول زمني، بناء على معلوماتك الكيميائية.

29. **الحد من استخدام مركّبات الكلوروفلوروكربون** ابحث عن آخر الإجراءات التي اتخذتها الدول حول العالم للتقليل من مركّبات الكلوروفلوروكربون في الغلاف الجوي مثل بروتوكول مونتريال. أكتب تقريرًا قصيرًا يصف بروتوكول مونتريال والإجراءات البيئية الأخيرة التي تم اتخاذها لتقليل مركّبات الكلوروفلوروكربون.

30. **التكنولوجيا** اذكر تطبيقًا تكنولوجيًا للكيمياء تستخدمه يوميًا. وجهّز كتيبًا عن اكتشافه وتطوره.

أسئلة حول مستند

نضوب طبقة الأوزون تتفاوت مساحة طبقة الأوزون المنخفض من منطقة إلى أخرى فوق القطب الجنوبي. تجمع الإدارة الوطنية لدراسة المحيطات والغلاف الجوي (*NOAA*) البيانات وتراقب مساحة الأوزون المنخفض عند القطبين.

يبيّن الشكل 23 المساحة القصوى لثقب الأوزون في يوم واحد في كل عام من *1995* إلى *2009*.

أخذت البيانات من ملخص الشتاء في نصف الكرة الأرضية الجنوبي، 2009. الإدارة الوطنية لدراسة المحيطات والغلاف الجوي.

الشكل 23

31. في أي عام كانت أكبر مساحة لثقب الأوزون؟ وأصغر مساحة؟

32. ما متوسط أقصى مساحة لثقب الأوزون بين العامين 2005 و2009؟ وبين العامين 2000 و2004؟ وبين العامين 1995 و1999؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 14 مراجعة

إتقان حل المسائل

23. إذا كانت إجراءات التجربة توجيهك لإضافة جزأين من الأحماض إلى كل جزء من الماء وبدأت بكمية 25 mL من الماء، فما كمية الأحماض التي ستضيفها وكيف ستضيفها؟

50 mL من الحمض؛ أضف الحمض إلى الماء ببطء شديد دائمًا.

التفكير الناقد

24. الإجابات المحتملة: تلوث الماء، الكيمياء البيئية؛ هضم الطعام، الكيمياء الحيوية؛ الألياف الصناعية، كيمياء البوليمرات؛ العملات المعدنية، الكيمياء اللاعضوية؛ علاج لمرض الإيدز، الكيمياء الحيوية.

25. a. البيانات الكمية

b. البيانات النوعية

26. ملاحظات مجهرية

27. إنّ العبارات النوعية هي أنّ نوعية الهواء سيئة وأنّه يجب على الأشخاص عدم تمضية الكثير من الوقت في الخارج. تتضمن العبارات الكمية أنّ مدى الرؤية هو 1.7 km فقط وأنّ المواد الملوّثة سترتفع لتصل إلى ما يزيد عن 0.085 ppm في متوسط الثماني ساعات القادمة.

الكتابة في الكيمياء

28. ستتنوّع الإجابات لكن ينبغي أن تشتمل على الاستخدام المتزايد لمَركّبات الكلوروفلوروكربون وانخفاض طبقة الأوزون، بما في ذلك تأثيرات نضوب الحياة على كوكب الأرض.

29. ستتنوّع الإجابات لكن يجب أن تشتمل على التدابير التي يتم اتخاذها للحد من استخدام مركّبات الكلوروفلوروكربون ومراقبة التخلص منها. كما ينبغي أن تشتمل الإجابات على التدابير التي يتم اتخاذها من جانب العديد من الدول الأخرى.

30. راجع كتيّبات الطلاب للتحقق من الدقة. وتأكد من شرح الطلاب لطريقة ربط التطبيق بالكيمياء بوضوح.

أسئلة حول مستند

أخذت البيانات من ملخص الشتاء في نصف الكرة الأرضية الجنوبي، 2009.
الإدارة الوطنية لدراسة المحيطات والغلاف الجوي.

31. الأكبر، 2000؛ الأصغر، 2002

32. 2005–2009: 25.0 مليون km^2؛
2000–2004: 23.7 مليون km^2؛
1995–1999: 23.4 مليون km^2

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تراكمي

تدريب على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

1. B
2. C
3. A
4. D
5. D
6. A
7. A

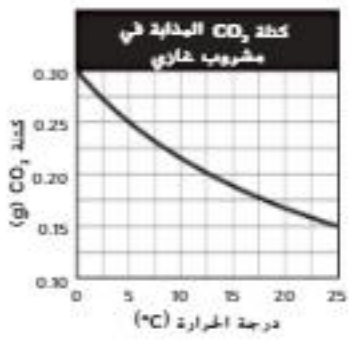
تدريب على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

1. عند استخدام المواد الكيميائية في المختبر، ما الذي **لا** يجب أن تفعله؟
   - **A.** قراءة الملصق الموجود على الزجاجات الكيميائية قبل استخدام محتوياتها.
   - **B.** إفراغ المواد الكيميائية غير المستخدمة مجدداً في زجاجاتها الأصلية.
   - **C.** استخدام الكثير من الماء لغسل الجلد الذي تعرض للمواد الكيميائية.
   - **D.** أخذ القدر الذي تحتاجه فقط من المواد الكيميائية المشتركة.

استخدم الجدول والتمثيل البياني التالي للإجابة عن الأسئلة 2 و5.

صفحة من كتيب تجارب المختبرات الخاص بالطالب	
الخطوة	**ملاحظات**
الملاحظة	تسبح المشروبات الغازية فوارة بشكل أكبر عندما تكون دافئة ممّا يكون عليه عندما تكون باردة. (تكون المشروبات الغازية فوارة لأنها تحتوي على غاز ثاني أكسيد الكربون مذابًا فيها).
الفرضية	في درجات الحرارة المرتفعة، ستذوب كميات أكبر من غاز ثاني أكسيد الكربون في السائل. وهذه هي العلاقة نفسها بين درجة الحرارة والذائبية الموجودة في الأجسام الصلبة.
التجربة	قم بقياس كتلة ثاني أكسيد الكربون (CO_2) في عينات مختلفة من المشروب الغازي نفسه في درجات حرارة مختلفة.
تحليل البيانات	انظر التمثيل البياني التالي.
الاستنتاج	



2. ما الذي يجب أن يكون ثابتًا أثناء التجربة؟
   - **A.** درجة الحرارة
   - **B.** كتلة CO_2 المذابة في كل عينة
   - **C.** كمية المشروب الغازي في كل عينة
   - **D.** المتغيّر المستقل

3. إذا اعتبرنا أنّ كل بيانات التجربة صحيحة، فما تكون النتيجة المعقولة لهذه التجربة؟
   - **A.** كميات أكثر من CO_2 مذابة في سائل في درجات حرارة منخفضة.
   - **B.** لقد احتوت العينات المختلفة من الشراب على كمية CO_2 نفسها في كل درجة حرارة.
   - **C.** إنّ العلاقة بين درجة الحرارة والذائبية المرئية في الأجسام الصلبة هي نفسها المرئية في CO_2.
   - **D.** يذوب CO_2 بشكل أفضل في درجات الحرارة المرتفعة.

4. أظهرت الطريقة العلمية التي استخدمها هذا الطالب أنّ
   - **A.** الفرضية مدعومة بالبيانات التجريبية.
   - **B.** الملاحظة تصف ما يحدث في الطبيعة بدقة.
   - **C.** تخطيط التجربة لم يكن جيدًا.
   - **D.** ينبغي رفض الفرضية.

5. إنّ المتغيّر المستقل في هذه التجربة هو
   - **A.** عدد العينات المفحوصة.
   - **B.** كتلة CO_2 التي تم قياسها.
   - **C.** نوع الشراب المستخدم.
   - **D.** درجة حرارة الشراب.

6. أي مما يلي يُعدّ مثالًا على البحوث النظرية؟
   - **A.** إنشاء عناصر صناعية لدراسة خواصّها
   - **B.** إنتاج مواد بلاستيكية مقاومة للحرارة لاستخدامها في الأفران المنزلية
   - **C.** إيجاد طرق لإبطاء الصدأ في حديد السفن
   - **D.** البحث عن وقود غير الجازولين لتشغيل السيارات

استخدم الجدول التالي للإجابة عن السؤال 7.

ما تأثير شرب الصودا في معدل ضربات القلب؟		
الطالب	**علب المياه الغازية**	**معدل ضربات القلب (الضربات لكل دقيقة)**
1	0	73
2	1	84
3	2	89
4	4	96

7. في هذه التجربة التي تختبر تأثير الصودا في ضربات قلب الطلاب، أي طالب يمثّل الضابط؟
   - **A.** الطالب 1
   - **B.** الطالب 2
   - **C.** الطالب 3
   - **D.** الطالب 4

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

إجابة قصيرة

استخدم الجدول التالي للإجابة عن السؤالين *8* و *9*.

الخواص الفيزيائية لثلاثة عناصر

العنصر	الرمز	درجة الانصهار (°C)	اللون	الكثافة (g/cm^3)
السوديوم	Na	97.79	رمادي	0.986
الفوسفور	P	44.2	أبيض	1.83
النحاس	Cu	1085	برتقالي	8.92

8. اذكر أمثلة على البيانات النوعية الصحيحة لعنصر السوديوم.

9. اذكر أمثلة على البيانات الكمّية الصحيحة لعنصر النحاس.

10. أعلن طالب في الصف الدراسي أنّ لديه نظرية لشرح سبب حصوله على درجات منخفضة في الاختبار القصير. هل يُعدّ هذا استخدامًا سليمًا للمصطلح نظرية؟ اشرح إجابتك.

إجابة موسّعة

11. اشرح سبب استخدام العلماء للكتلة لقياس كمية المواد بدلًا من استخدام الوزن.

فكّر في التجربة التالية أثناء الإجابة عن السؤالين *12* و*13*.

تحقق طالبة تدرس الكيمياء في طريقة تأثير حجم الجسيم في معدل الإذابة. وتضيف الطالبة في تجربتها مكعبًا من السكّر أو بلورات سكّر أو سكّرًا ناعمًا في ثلاثة أواني من الماء، وتحرك الخليط لمدة 10 ثوانٍ ثم تسجّل المدة التي احتاجها السكر كي يذوب في كل إناء.

12. حدّد المتغيّرات المستقلة والتابعة في هذه التجربة. كيف يمكن التمييز بينها؟

13. حدّد عاصبة يجب أن تظل ثابتة في هذه التجربة. واشرح سبب أهمية الحفاظ على هذه العاصبة ثابتة.

14. إلى أي مجال من الكيمياء ينتمي العالم الذي يحقق في شكل جديد من مواد التعبئة التي تتفكك سريعًا في البيئة؟

أسئلة من اختبار الكفاءة الدراسية (SAT): الكيمياء

A. الكيمياء الحيوية
B. الكيمياء النظرية
C. الكيمياء البيئية
D. الكيمياء اللاعضوية
E. الكيمياء الفيزيائية

استخدم رموز السلامة التالية للإجابة عن الأسئلة *15-18*. يمكن استخدام بعض الاختيارات أكثر من مرة ولا يُستخدم البعض الآخر على الإطلاق.

A.
B.
C.
D.
E.

اختر رمز السلامة الخاص بقاعدة السلامة التي تم وصفها في كل حالة.

15. يجب ارتداء النظارات الواقية عند العمل في التجربة.

16. استخدم المواد الكيميائية في غرف ذات تهوية مناسبة في حالة الأدخنة الكثيفة.

17. ارتد الملابس الواقية المناسبة لمنع البقع والحروق.

18. قد تكون الأجسام ساخنة للغاية أو باردة للغاية؛ لذا استخدم واقي اليدين.

19. أي من العبارات التالية لا ينطبق على الكتلة؟
A. لها قيمة واحدة في أي مكان على كوكب الأرض.
B. لا تعتمد على قوّة الجاذبية.
C. تصبح أقل في الفضاء الخارجي بعيدًا عن كوكب الأرض.
D. تُعدّ مقياسًا ثابتًا لكمية المادة.
E. تتواجد في كل المواد.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

أسئلة ذات إجابة قصيرة

8. إنّ الصوديوم رمادي اللون، رمزه هو Na. وكثافته منخفضة. إنّ درجة انصهاره هي بين القيم الأخرى.

9. تبلغ درجة انصهار النحاس 1085 درجة سيليزية وكثافته تبلغ $8.92\ g/cm^3$.

10. لا؛ إنّ النظرية هي شرح لسلوك الطبيعة وتستند إلى العديد من التجارب المتكررة. قد يكون هذا الطالب بصدد اقتراح فرضية.

أسئلة ذات إجابة مفتوحة

11. قد يتغيّر الوزن مع تغيّر المكان على كوكب الأرض لأنّه يتأثر بالجاذبية. تقيس الكتلة كمية المادة في جسم ما، بغض النظر عن تأثير الجاذبية في الجسم، ما يجعل منها قياسًا أكثر دقة عند مقارنة القياسات التي تم إجراؤها في أنحاء مختلفة من العالم.

12. إنّ المتغيّر التابع هو مقدار الزمن المطلوب للإذابة، بينما المتغيّر المستقل هو كمية السكر المطحون قبل إضافته. يمكن تحديد المتغيّر المستقل لأنّه العامل الذي يغيره الباحث، بينما يتغيّر المتغيّر التابع استجابةً لتغيّر ما في المتغيّر المستقل.

13. ستتنوّع الإجابات لكنها قد تتضمن درجة حرارة الماء أو حجم الماء أو كتلة السكر المضافة. إنّ من المهم المحافظة على ثبات هذه العوامل لتتم مقارنة المحاولات المختلفة بشكل ملائم. في حال تغيّر عوامل كثيرة جدًا في تجربة ما، يصبح من غير الممكن للباحث تحديد تأثير كل عامل في ناتج التجربة بشكل منفرد.

أسئلة من اختبار الكفاءة الدراسية (SAT): الكيمياء

14. C
15. C
16. E
17. D
18. B
19. C

منظِّم الوحدة 15: تحليل البيانات

الفكرة الرئيسة يجمع الكيميائيون البيانات ويحللونها لتحديد طريقة تفاعل المادة.

الأسئلة الرئيسة	موارد لتقويم الإجادة
القسم 1 الوحدات والقياسات 1. ما الوحدات الأساسية في نظام الوحدات الدولية لقياس الزمن والطول والكتلة ودرجة الحرارة؟ 2. كيف يغيّر إضافة بادئة إلى وحدة معيّنة من معناها؟ 3. كيف تختلف الوحدات المشتقة للحجم عن تلك المشتقة للكثافة؟ حصة واحدة	**مراقبة التقدم** التقويم التكويني التأكد من فهم النص مراجعة القسم
القسم 2 الترميز العلمي والتحليل البُعدي 1. لماذا نستخدم الترميز العلمي للتعبير عن الأعداد؟ 2. كيف يُستخدم التحليل البُعدي لتحويل الوحدات؟ حصة واحدة	**مراقبة التقدم** التقويم التكويني التأكد من فهم النص مراجعة القسم
القسم 3 الشك في البيانات 1. ما أوجه المقارنة بين الدقة والضبط؟ 2. كيف يمكن وصف دقة بيانات تجريبية باستخدام الخطأ والنسبة المئوية للخطأ؟ 3. ما قواعد الأرقام المعنوية وكيف يمكن استخدامها للتعبير عن الشك في القيم التي تم قياسها والمحسوبة؟ حصة واحدة	**مراقبة التقدم** التقويم التكويني التأكد من فهم النص مراجعة القسم
القسم 4 تمثيل البيانات 1. لماذا يتم إنشاء التمثيلات البيانية؟ 2. كيف يُمكن تفسير التمثيلات البيانية؟ حصة واحدة	**مراقبة التقدم** التقويم التكويني التأكد من فهم النص التأكد من فهم التمثيل البياني مراجعة القسم **التقويم الختامي** تقويم الوحدة

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

موارد حسب المستوى	مواد التجارب
دفتر العلوم 2.1 ض م **الملف السريع موارد الوحدة:** ورقة عمل التجربة المصغرة ض م دليل الدراسة د م ض م	**التجربة الاستهلالية:** مخبار مدرج، الكحول المحمّر، ملوّن غذائي أحمر، زيت ذرة، ماء، جليسرول 15 min **تجربة مصغرة:** أشياء مجهولة، ميزان، ماء، مخبار مدرج 15 min
دفتر العلوم 2.2 ض م **الملف السريع موارد الوحدة:** دليل الدراسة د م	
دفتر العلوم 2.3 ض م **الملف السريع موارد الوحدة:** ورقة عمل التجربة الكيميائية ض م دليل الدراسة د م	**تجربة:** ماء، مخبار مدرج سعته 100 mL وكأس بلاستيكية صغيرة وميزان ومسطرة مترية وقلم رصاص وحاسبة التمثيل البياني (اختيارية) وعملات معدنية قبل العام 1982 وبعده وورقة تمثيل بياني 45 min
دفتر العلوم 2.4 ض م **الملف السريع موارد الوحدة:** دليل الدراسة د م	

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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

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.

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 والبوصات. 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 دقّة وتستخدم كلها وحدات القياس نفسها. اطلب إلى الطلاب سرد أوجه الاختلاف في نظامي القياس. يستخدم النظام الإنجليزي مجموعة متنوعة من الكميات، في حين يستخدم النظام المتري المعيار نفسه. اطلب إلى الطلاب مناقشة سبب أهمية وحدات القياس المعيارية بالنسبة إلى العلماء. يجب أن يشير الطلاب إلى أنّه باستخدام وحدة معيارية لقياس كمية، سوف يتأكد الجميع إلى أنّ الكمية التي تم قياسها هي نفسها. ش م

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

القسم 1

تمهيد للقراءة

الأسئلة الرئيسة

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

مفردات للمراجعة

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

مفردات جديدة

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

الوحدات والقياسات

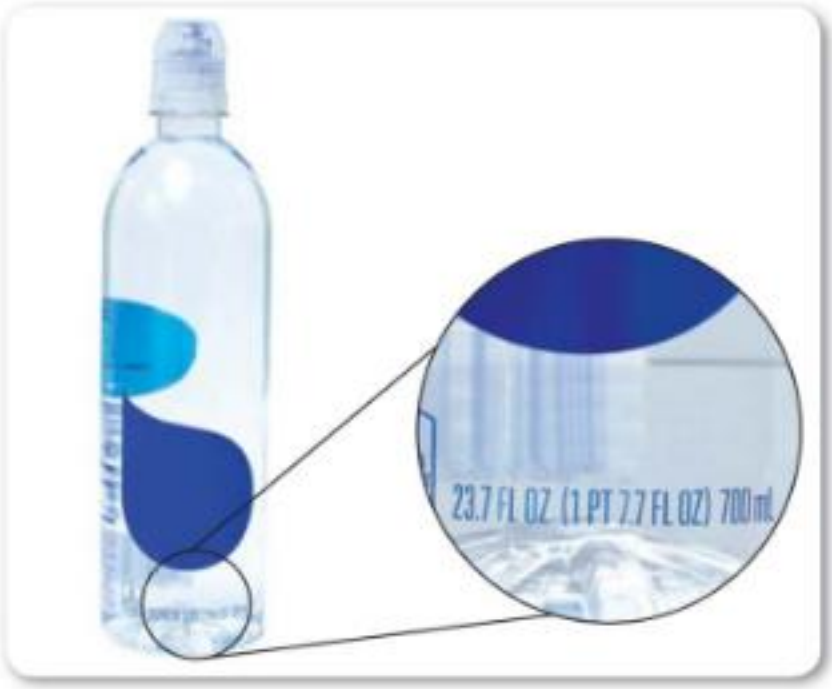
الفكرة الرئيسة **يستخدم علماء الكيمياء نظام وحدات متعارفًا عليه دوليًا لمشاركة النتائج التي توصلوا إليها.**

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

الوحدات

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

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



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

دفتر الكيمياء

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

404 الوحدة 15 • تحليل البيانات

الوحدات الأساسية وبادئات النظام الدولي

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

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

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

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

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

الجدول 1 الوحدات الأساسية للنظام الدولي

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

المفردات

الاستخدام العلمي مقابل الاستخدام العام

المتر meter

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

الجدول 2 بادئات النظام الدولي للوحدات

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

التنوع الثقافي

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

التدريس المتمايز

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

2 التدريس

تطوير المفاهيم

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

التقويم

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

عرض توضيحي سريع

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

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

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

■ سؤال عن النص 1 g = 1000 mg

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

تحديد المفاهيم الخاطئة

يخلط العديد من الطلاب بين الدقة والضبط.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$°F = 1.8(°C) + 32$$

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

$$1.8(35) + 32 = 95°F$$

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

$$\frac{35°F - 32}{1.8} = 1.7\,°C$$

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

عرض توضيحي

قياس درجة الحرارة

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

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

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

التخلص من النفايات يمكن تنظيف المواد وإعادة استعمالها.

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

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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

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

معادلة التحويل بين كلفن والدرجة السيليزية

$$K = °C + 273$$

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

تعادل درجة الحرارة بالكلفن درجة الحرارة بالدرجات المئوية زائد 273.

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

$$-39°C + 273 = 234\ K$$

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

$$266\ K - 273 = -7°C$$

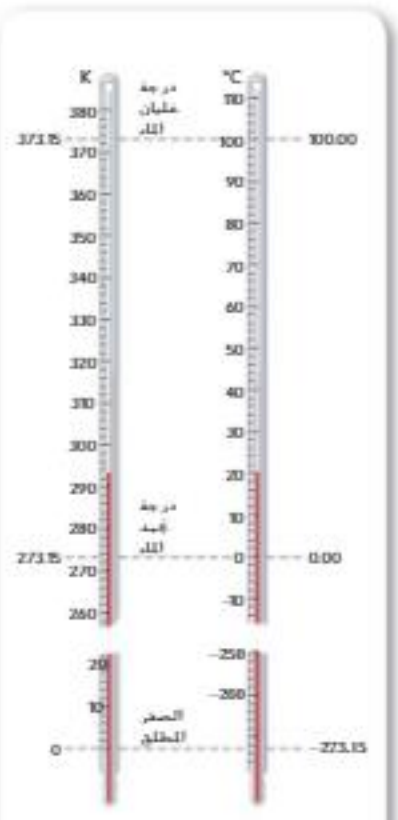
ستستخدم هذه التحويلات بصورة متكررة أثناء دراسة الكيمياء، خاصةً عند دراسة طريقة تفاعل الغازات. وتعتمد قوانين الغازات التي ستدرسها على درجات الحرارة بمقياس كلفن.

الوحدات المشتقة

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

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

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



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

التحليل

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

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

تطوير المفاهيم

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

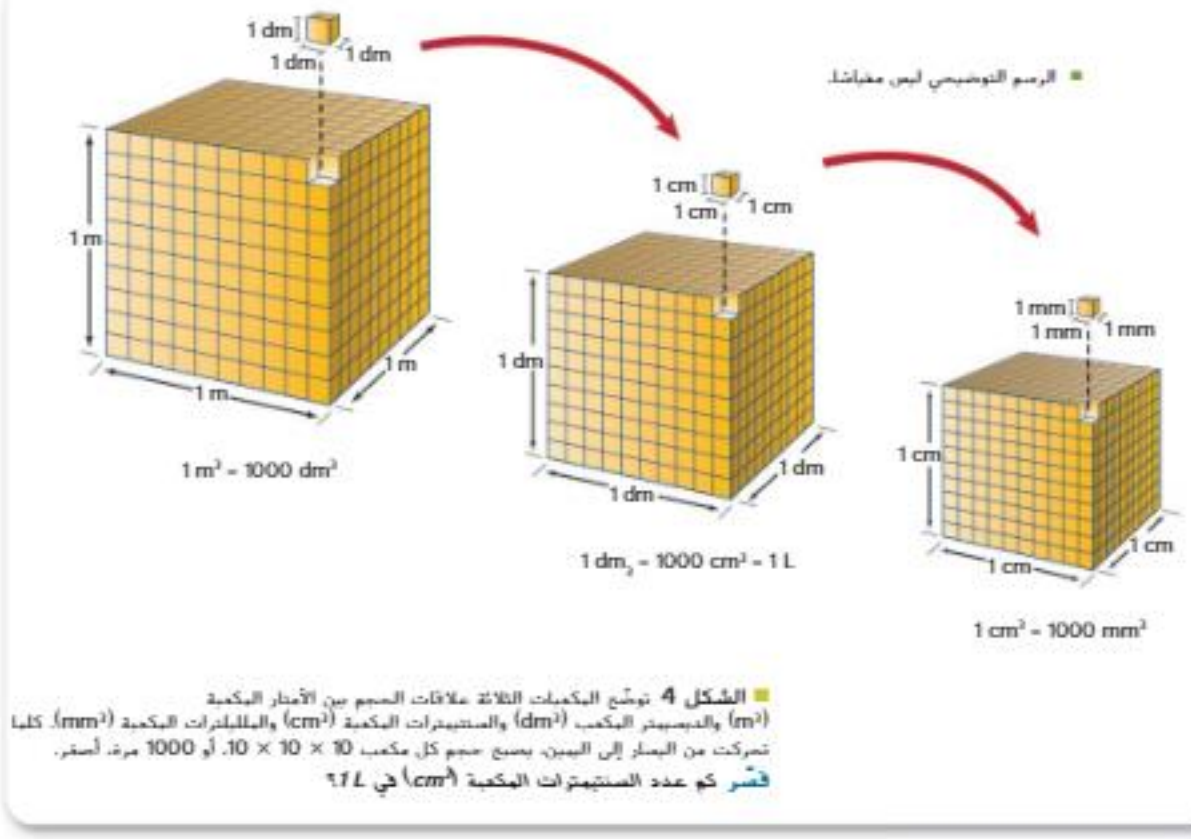
الإثراء

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

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 1 • الوحدات والقياسات 407



■ الرسم التوضيحي ليس مقياسًا.

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

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

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

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

$$1\ L = 1000\ mL$$

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

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

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

■ **سؤال حول الشكل 4**
1000 cm^3

المتعلّمون بالوسائل البصرية

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

خلفية عن المحتوى

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

التدريس المتمايز

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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

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

معادلة الكثافة

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

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

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

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

عوّض هذه القيم في المعادلة لتحصل على ناتج الكثافة.

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

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

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

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

الكيمياء في الحياة اليومية

قياس كثافة السائل

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

سؤال حول الشكل 5
ستصبح كتلة الرغوة أقل.

الإثراء

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

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

سؤال عن النص الألمنيوم

التأكد من فهم النص الكتلة والحجم

مشروع الكيمياء

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

القسم 1 • الوحدات والقياسات 409

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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

مثال 1

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

1 تحليل المسألة

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

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

2 إيجاد القيمة المجهولة

اكتب معادلة تساعدك في الحصول على حجم العينة.

حجم العينة = الحجم النهائي − الحجم الأولي

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

حجم العينة = 13.5 mL − 10.5 mL

حجم العينة = 3.0 mL

اذكر معادلة الكثافة.

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

حل معادلة الكثافة لتحصل على الكتلة.

الكتلة = الحجم × الكثافة

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

الكتلة = 3.0 mL × 2.7 g/mL

اضرب واحذف وحدات.

الكتلة = 3.0 mL × 2.7 g/mL = 8.1 g

3 تقييم الإجابة

تحقق من صحة إجابتك باستخدامها لإيجاد كثافة الألمنيوم.

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

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

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

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

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

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

تطبيق

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

التقويم

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

مثال في الصف

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

الإجابة

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

تطبيق

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

3 التقويم

التأكد من الفهم

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

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

إعادة التدريس

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

التوسّع

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تجربة مصغرة

الهدف قياس الطلاب الحجم والكتلة وحساب الكثافة.

مهارات العملية استخدم الأعداد وقس المعلومات واكتسبها وحللها

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

استراتيجيات التدريس

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

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

التحليل

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

تجربة مصغرة

حدّد الكثافة

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

الإجراء

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

التحليل

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

القسم 1 مراجعة

ملخص القسم

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

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 1 مراجعة

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

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 والمليمترات. 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 مُعَبّر عنها بوحدات مختلفة. اسأل الطلاب عن كيفية كتابة القياس المعبر عنه بالكيلومتر لتسهيل حسابه باستخدام الآلة الحاسبة. 1.753×10^{-4} km خ م د م

2 التدريس

عرض توضيحي سريع

الترميز العلمي اعرض على الطلاب إناءً كبيرًا من الغشار 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. خ م

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؟ يعدّ إجراء هذه العملية الحسابية مثالًا على التحليل البعدي.

الترميز العلمي

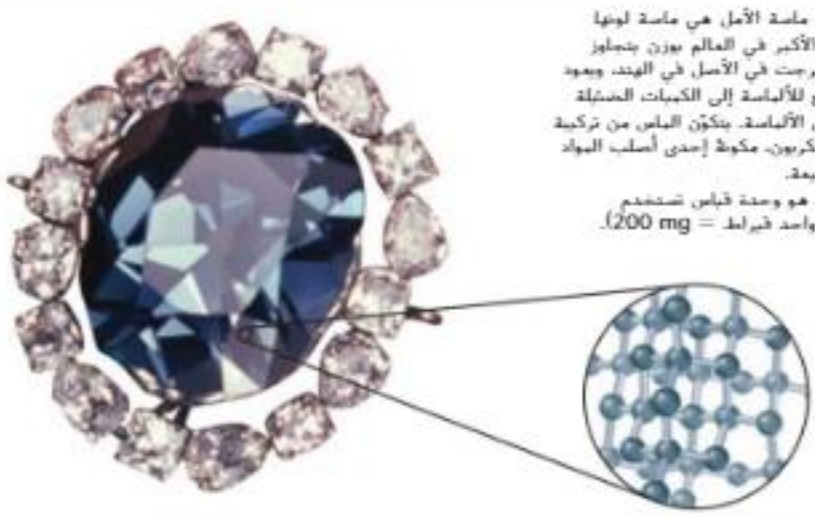
تحتوي ألماسة الأمل، الظاهرة في الشكل 6 على ما يقارب 460,000,000,000,000,000,000,000 ذرة كربون. وكل ذرة من ذرات الكربون هذه لها كتلة تبلغ 0.00000000000000000000002 g. إذا كان من المفترض أن نستخدم هذه الأعداد لاحتساب كتلة ماسة الأمل، فستجد أنّ الأصفار تمثّل عائقًا. لن يجدي نفعًا استخدام آلة حاسبة، لأنها لن تتيح لك إدخال أعداد بهذا الحجم الكبير أو الصغير. لُعتبَر 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 يتجاوز 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. م د

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 معاملًا 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

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

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

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 أسّها 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. 0.0000000008

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

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة تعليم ماكجرو-هيل 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:
4,803,000 km; 4.803×10^6 km
0.000000342 ng
3.42×10^{-7} ng ش م

352 / 60

تطبيقات الكيمياء

القياس المشترك اطلب إلى الطلاب التحقق من كارثة مسبار مناخ المريخ. أي من نظامي القياس استخدمهما المهندسون؟ أستخدم 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. خ م

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 السحونة غير المتساوية لسطح الأرض بهبوب الرياح، مما يزود هذه التربينات بالطاقة وبولد الكهرباء.

المفردات

مفردات أكاديمية

المجموع sum
الكمية ككل، ناتج جمع الأعداد عند طاولة الدفع. ومسلت كل السلع 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. تُعتبَر 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 المتبعة 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. $(7 \times 10^{8}) - (4 \times 10^{6})$
   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

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة مكغرو هيل التعليم والتأليف
حقوق الطبع والتأليف

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. خ م

414 الوحدة 15 • تحليل البيانات

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

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

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 أجرِ 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^{3} 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

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

دفتر الكيمياء

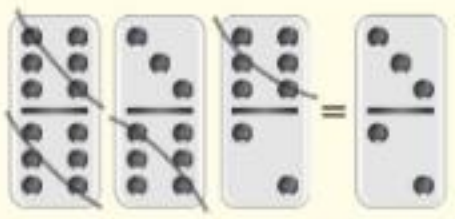
تحديات الترميز العلمي اطلب إلى الطلاب تحديد الصعوبة التي يواجهونها في إجراء العمليات الحسابية بالترميز العلمي. واطلب من مجموعات ثنائية من الطلاب إجراء عصف ذهني وتحديد الاستراتيجيات لتساعدهم في التغلب على الصعوبات. خ م الصف الصفوي

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.



ض 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

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

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.

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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. ض م د م

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. فلنفرض أنك ترغب في معرفة عدد الأمتار الموجودة في 48 km. والعلاقة بين الكيلومتر والمتر هي 1 km = 1000 m. تصبح عوامل التحويل كما يلي.

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

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 2.45×10^7 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.

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

الشكل 9 تتساوى الكميتان الموضحتان 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).

التوسّع

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

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. (1 s)/(25 m)؛ (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)

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 ش م

3 التقويم

التأكد من الفهم

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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 القصيرة 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 البعدي لتحويل الوحدات وفق الترتيب التالي.
أذرع ← راحات يد ← أصابع ← ملليمتر ← أمتار

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

اضرب الأعداد وقسّمها كما هو مشار إليه واشطب الوحدات.

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

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

3 تقييم الإجابة

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

مسائل تحفيزية

1. يظهر 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. تحفيز 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، 54,200,000 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 البعدي 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 أصفار 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 أصفارًا في النهاية أو أصفارًا 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

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

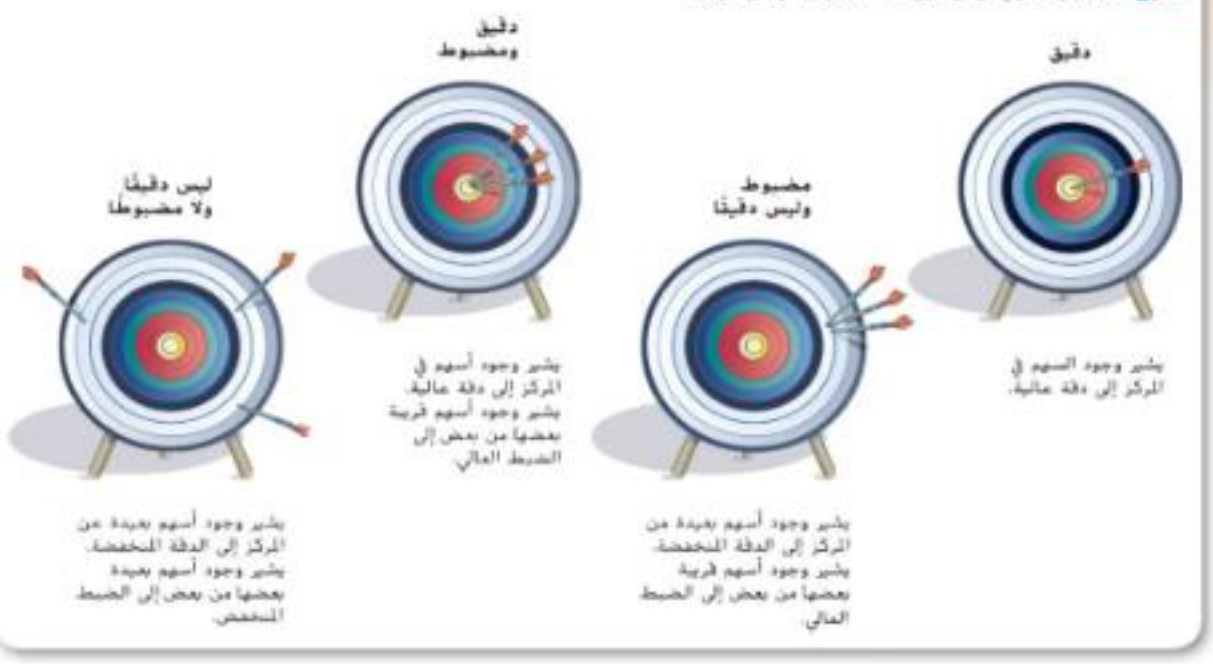
الكيمياء في حياتك عند استخدام وصفة معينة لصناعة الكعك، تقاس الكميات بالأكواب وملاعق المائدة وملاعق الشاي. هل ستصبح عجينة الكعك جيّدة إذا قست كل المقادير باستخدام ملعقة شاي فحسب؟ على الأرجح لا، حيث ستتراكم أخطاء القياس.

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

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.**

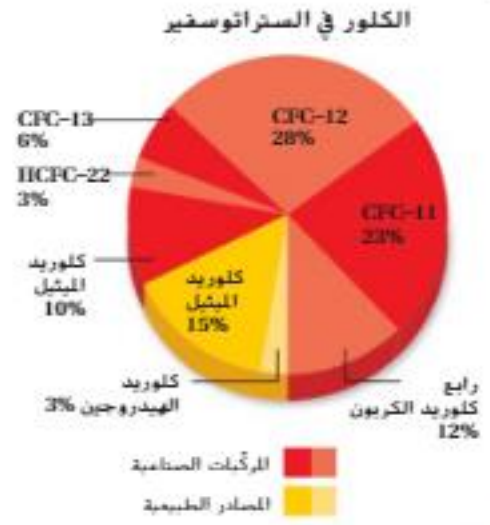
الكيمياء في حياتك هل سبق لك أن سمعت المقولة، "الصورة بألف كلمة"؟ إنّ التمثيل البياني هو "صورة" عن البيانات. يستخدم العلماء التمثيلات البيانية لعرض البيانات بصورة تتيح لهم تحليل نتائجهم ونقل معلومات عن تجاربهم.

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

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 7500.5؛ AED 5000.2؛ 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

دفتر الكيمياء

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.

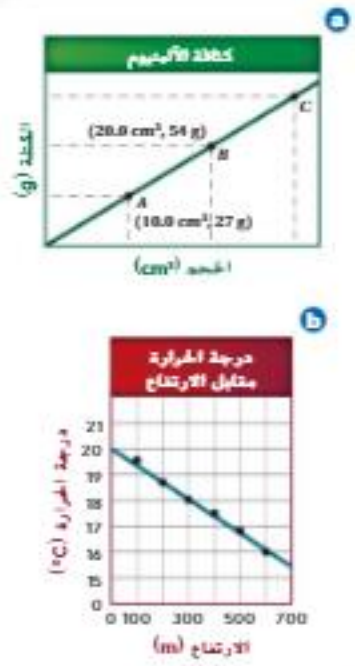
تفسير التمثيلات البيانية

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

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

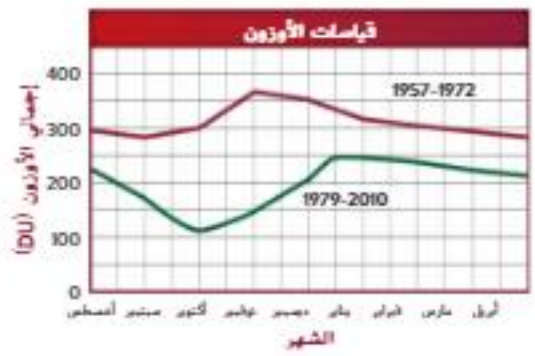
إعادة التدريس

اطلب من طلاب بأطوالهم متفاوتة الوقوف أمام اللوحة. ثم 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 جديدة** 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% 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 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

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

الوحدة 15 دليل الدراسة

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

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 الآخرون.
- 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، يُمكنك 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 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: 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. 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	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. 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 بالأس؟
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 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 اليومي 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 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 أجريت 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. فرّق 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. فرّق 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

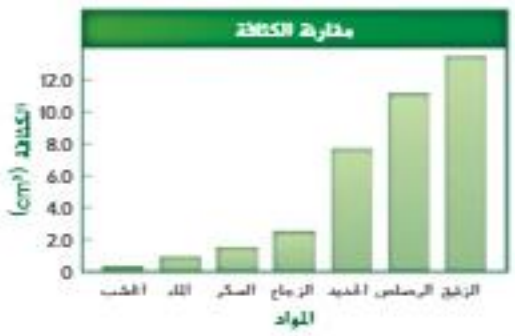
إتقان المفاهيم

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 أجريت 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

الوحدة 15 • مراجعة 435

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

مراجعة جامعة

41. أكمل هذه المعادلات 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. جد كتلة 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 المليمتر 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 = $2.1968 \times 10^{10}\ km^3$

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، لأنه 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. 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. 6.24×10^{-1} µg
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 بالمليمتر، لذلك ينبغي تقدير رقم ثالث.

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

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

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 المعدات مشاعا لتحديد حدود الملكية بدلًا من قياسها بأنفسهم؟

الشكل 20

62. **طبق التحليل البُعدي** قيّم الملصق الغذائي للحبوب الممثل 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 **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 وسعيها. بين سبب عدم اختيار معايير بديلة.

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

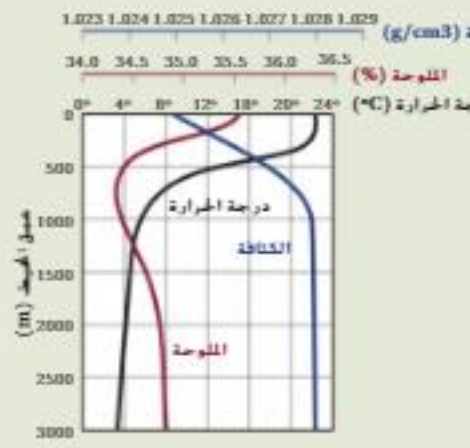
68. **حجم المنتج** ابحث عن مجموعة من الأحجام المستخدمة لتعبئة السوائل التي تباع في المتاجر.

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.

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 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

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

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.

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 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.

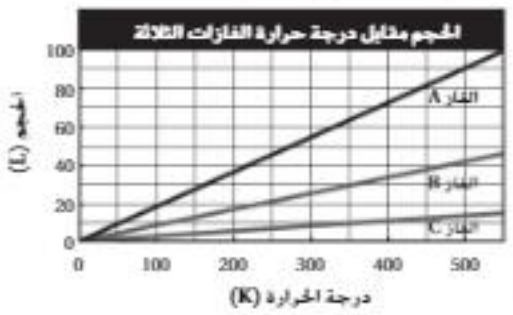
$5.31\ \text{cm} + 8.4\ \text{cm} + 7.932\ \text{cm}$

   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

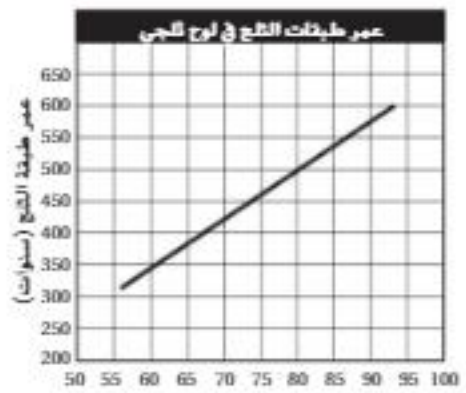
14. سجّل أحد الطلاب درجة حرارة محلول كل 30 s وذلك لمدة 3 min في الوقت الذي كان يتم تسخين المحلول على موقد بنزن. مثّل البيانات بيانيًا.

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:** قارورة 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)، قطّارة *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

التجربة الاستهلالية

الطفو والكثافة

الهدف استخدام التجربة الاستهلالية لتعريف الطلاب بخواص الموائع.

التحضير قبل أن يؤدي الطلاب هذا النشاط، احضر شريط قياس مترًا.

المواد قارورة ماء بلاستيكية يمكن التخلّص منها (ذات غطاء) وماء وميزان زنبركي وحوض أو إناء كبير

استراتيجيات التدريس ساعد الطلاب على إعداد جداول بيانات لتسجيل قياساتهم فيها.

الإجراء اطلب من الطلاب تحديد المخاطر المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة واتباع الإجراء أدناه.

1. املأ قارورة ماء بلاستيكية للاستعمال مرة واحدة بالماء تمامًا. ضع الغطاء على قارورة الماء.
2. قُم بتعليق قارورة الماء في ميزان زنبركي لوزنها.
3. أثناء توصيل الميزان الزنبركي، اغمر قارورة الماء تمامًا في حوض ماء كبير بحيث لا تمس القاع. دوّن القراءة الجديدة الظاهرة على الميزان الزنبركي.

التفكير الناقد

4. هل سيكون حمل صخرة كبيرة من الأرض أسهل أم من قاع حوض سباحة؟ اشرح إجابتك.

سيكون حمل الصخرة من قاع حوض السباحة أسهل لأنّ الماء سيدفع الصخرة إلى أعلى.

التقويم

العملية اسأل الطلاب عن طريقة اختلاف نتيجة هذا النشاط إذا وضعوا رمالًا في القارورة بدلًا من الماء. كان وزن القارورة سيقل في الماء عنه في الهواء، لكن القارورة كانت لتغوص إلى القاع.

الوحدة 16

المواد الصلبة والسائلة والغازية

التجربة الاستهلالية
الطفو والكثافة

لماذا تطفو السفن؟ هل وزنها أقل فعلًا أم توجد قوة أخرى تدفعها إلى أعلى؟ ماذا عن الأجسام التي تغوص، مثل الصخر؟ هل توجد قوة تدفعها إلى أعلى أيضًا؟

المطويات

قم بإنشاء مطوية لخريطة المفاهيم. ضع اسمًا للصفحات كما هو موضّح. استخدمها لتنظيم ملاحظاتك حول المواد الصلبة والسائلة والغازية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تقديم الوحدة

المسافة بين الجسيمات
وفّر للطلاب عددًا من العملات المعدنية الصغيرة أو قطع حلوى صغيرة قرصية الشكل. اطلب من الطلاب توزيع العملات المعدنية الصغيرة بالتساوي على مسطرتين متوازيتين تفصل بينهما مسافة تبلغ حوالي 20 cm. أخبر الطلاب أن يُحرّكوا المسطرتين باتجاه بعضهما حتى تكونا على بُعد حوالي 10 cm عن بعضهما. اسأل الطلاب عن طريقة تغيُّر المسافة بين العملات المعدنية الصغيرة. ثم اطلب من الطلاب تحريك المسطرتين باتجاه بعضهما حتى تكونا قريبتين قدر الإمكان. اسأل الطلاب عن طريقة تغيُّر ترتيب العملات المعدنية الصغيرة. إذا كانت العملات المعدنية الصغيرة تُمثّل جزيئات غاز، فكيف تغيّرت كثافة الغاز؟

الفكرة الرئيسة

الجسيمات في المادة تتكوّن كل المواد من جسيمات — ذرات أو أيونات أو جزيئات — موجودة في حالة حركة مستمرة عشوائية. تمتلك تلك الجسيمات قوى كهربائية بعضها على بعض وتعتمد على طبيعة الجسيمات والمسافة بينها. وكلما أصبحت الجسيمات أكثر بُعدًا عن بعضها، انخفضت شدة القوى بينها. في المواد الصلبة والسائلة، تكون المسافة بين الجسيمات حوالي 10^{-10} m. ونتيجةً لذلك، تكون كثافة الحالة الصلبة والحالة السائلة لأغلب المواد متشابهة. وفي الغازات عند ضغط الغلاف الجوي ودرجة حرارة الغرفة، تكون المسافة بين الجسيمات أكبر بحوالي 1,000 ضعف عادة.

استخدام الصورة

حالات المادة يمكن تصنيف أغلب المواد الموجودة على كوكب الأرض إلى واحدة من ثلاث مجموعات: الصلبة والسائلة والغازية. اطلب من الطلاب تحديد أمثلة على كل حالة من حالات المادة الموضّحة في الصورة. الهواء وبخار الماء غازات؛ والماء سائل؛ والصخور والثلج والجبل والجليد مواد صلبة. اطلب من الطلاب شرح ما يحتاج إليه الماء ليتحوّل من حالة إلى أخرى. إضافة أو فقد طاقة حرارية (حرارة)

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 1

1 التركيز

الفكرة الرئيسة

الطاقة الحركية عرّف الطلاب بمقياس كلفن. اطلب من الطلاب تحويل الحرارة من 0°C إلى كلفن. 273 K عرّف الطلاب بفكرة الصفر المطلق أو 0 K. أخبرهم أنّ العلماء يعتقدون أنّ المادة عند 0 K لديها أقل كمية ممكنة من الطاقة الحرارية وتتحرّك الجسيمات التي تكوّن المادة ببطء شديد لدرجة أنها تبدو وكأنّها لا تتحرّك على الإطلاق. اسأل الطلاب عمّا يعنيه ذلك بخصوص الجسيمات التي تُكوّن المادة عند درجة حرارة 273 K. يجب أن تتحرّك الجسيمات المفردة، حتى في المواد الصلبة.

سؤال عن النص

إنهما متشابهان لأنهما يتكوّنان من جزيئات من الماء. ويختلفان في كمية الطاقة الحركية التي تحتوي عليها الجزيئات وفي المسافة بين الجسيمات.

الربط بالمعرفة السابقة

درجة الحرارة والوقود اسأل الطلاب إذا سبق لهم أن سمعوا عن تجمُّد أنبوب وقود أو عن الحبس البخاري. في حالة الحبس البخاري، الذي يحدث عادةً في الصيف، يتبخّر الوقود عند نقطة ساخنة، مُسبّبًا امتلاء أنبوب الوقود جزئيًا بالبخار. يسبّب ذلك مشكلات لمضخة وقود السيارة التي صُمّمت لضخ سائل لا بخار. وفي الشتاء، يمكن أن يتجمّد الماء الناتج عن التكاثف في خزان البنزين ويسد أنبوب الوقود. ناقش مع الطلاب طريقة تأثير درجة الحرارة في حالة مادة الوقود.

التوقُّع والاستباق

يُرجّح أن يكون الطلاب على معرفة بمفاهيم حالات المادة الصلبة والسائلة والغازية. اطلب منهم تفحّص القسم للبحث عن مفردات جديدة. اقترح عليهم قراءة الأشكال والتعليقات للحصول على تلميحات عن المعنى. اطلب من الطلاب إعداد قائمة بالكلمات التي ليسوا على معرفة بها وملء التعريفات أثناء قراءتهم للقسم.

القسم 1

تمهيد للقراءة

الأسئلة الرئيسة

- ما النظرية الحركية للمادة؟
- كيف تتحرّك الجسيمات في حالات المادة المختلفة؟
- ما سلوكيات الجسيمات عند درجات الغليان والانصهار؟

مفردات للمراجعة

الطاقة الحركية kinetic energy: طاقة الحركة energy of motion

مفردات جديدة

النظرية الحركية kinetic theory
درجة الانصهار melting point
حرارة الانصهار heat of fusion
درجة الغليان boiling point
حرارة التبخير heat of vaporization
التسامي sublimation
البلازما plasma
التمدّد الحراري thermal expansion

المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

المادة والطاقة الحرارية

فكرة رئيسة **قد توجد المادة في حالة صلبة أو سائلة أو غازية أو بلازمية.**

روابط من القراءة بالحياة اليومية يمكن أن يكون الماء مشروبًا باردًا منعشًا أو سطحًا صلبًا للتزحلق عليه أو غازًا ساخنًا خطيرًا. فسلوك الماء يعتمد على حالته.

النظرية الحركية

تلاحظ المواد الصلبة والسائلة والغازية في كل يوم. انظر إلى **الشكل 1**. هل يمكنك تحديد حالات المادة الواردة؟ الشاي هو في الحالة السائلة. ومكعّبات الثلج التي جرى وضعها في الشاي لتبريده هي في الحالة الصلبة. ويحيط بالكوب ماء في الحالة الغازيّة، كجزء من الهواء. ما أوجه الإختلاف بين تلك الحالات؟

الحالة الغازية لفهم حالات المادة، يجب علينا التفكير في الجسيمات التي تكوّن المادة. فكّر في الهواء المحيط بك، إنّه يتكوّن من النيتروجين والأكسجين وبخار الماء، بالإضافة إلى غازات أخرى. وتكون تلك الذرات والجزيئات، وهي الجسيمات التي تكوّن الهواء، في حالة حركة مستمرة. **النظرية الحركية هي** تفسير لسلوك الجسيمات الموجودة في الغازات. لشرح سلوكيات الجسيمات، من الضروري وضع بعض الافتراضات الأساسية. في ما يلي افتراضات النظرية الحركية:

1. تتكوّن المادة من جسيمات دقيقة (ذرات وجزيئات وأيونات).
2. تكون تلك الجسيمات في حالة حركة مستمرة عشوائية.
3. تصطدم الجسيمات بعضها ببعض وبجدران أي وعاء توضع فيه.
4. إنّ كمية الطاقة التي تفقدها الجسيمات نتيجة لتلك التصادمات طفيفة.

الشكل 1 الماء هو مادة يمكن أن يوجد في حالات المادة الثلاثة الثلاث في الوقت نفسه.
حدّد حالتي الماء الصلبة والسائلة في هذه الصورة.

محفوظة لصالح مؤسسة ماكجرو هيل للتعليم © McGraw-Hill Education

سؤال حول الشكل 1

إنّ الماء الموجود في الشاي والتكاثف خارج الإبريق عبارة عن سائل. إنّ مكعبات الثلج الموجودة في الشاي عبارة عن مادة صلبة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

يوضّح **الشكل 2** النظرية الحركية مُبيّنًا الجسيمات التي تُكوّن المادة في الحالة الغازية. وليس للغازات حجم أو شكل ثابتان لأن جسيماتها تكون في حالة حركة مستمرة، متصادمة بعضها مع بعض ومع جدران أوعيتها. بدلًا من ذلك، فإنّ الجسيمات التي تُكوّن أي غاز تنتشر لتملأ أي وعاء توجد فيه.

الحالة السائلة على الرغم من أنّ النظرية الحركية تفسّر سلوكيات جسيمات الغاز، إلا أنّ بعض افتراضات النظرية تنطبق على المواد السائلة والصلبة أيضًا. تكون جسيمات المادة في الحالة السائلة، المُبيّنة في **الشكل 2**، أيضًا في حالة حركة مستمرة، على الرغم من كونها لا تتحرّك بالسرعة نفسها التي كانت ستتحرّك بها إذا كانت المادة في الحالة الغازية. لذلك، إنّ الجسيمات التي تُكوّن مادة ما في حالة سائلة لها طاقةُ حركيةُ أقل من الطاقة الحركيّة للمادة نفسها عندما تكون في الحالة الغازيّة.

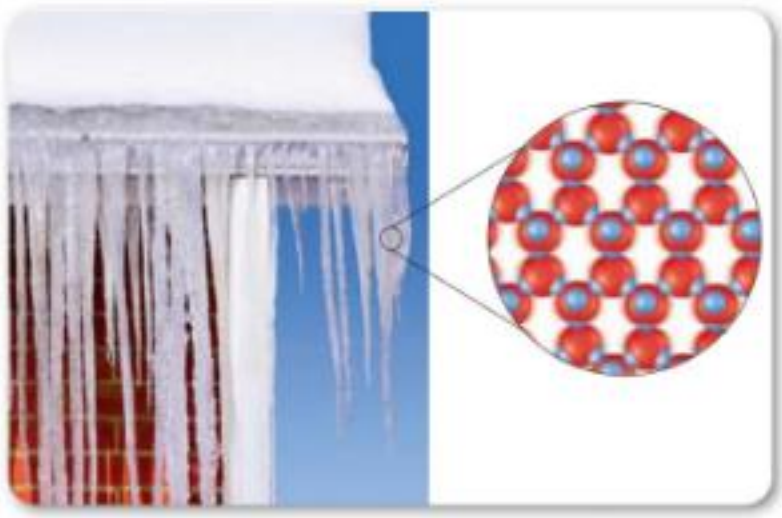
بما أنّ طاقة الجسيمات أقل، فإنّ قدرتها على التغلُّب على قوى الجذب التي تربطها معًا أقل. لذا يُمكن لحركة الجسيمات أن تنزلق بمحاذاة بعضها البعض، سامحةً للسائل بالتدفُّق وأخذ شكل الوعاء الموجود فيه. غير أنّ الجسيمات التي تُكوّن السائل تتماسك مع بعضها، لأنها لم تتغلّب تمامًا على قوى الجذب بينها، مما يمنح السائل حجمًا محدّدًا.

الحالة الصلبة بعكس الغاز أو السائل، فإنّ المادة الصلبة لها شكل وحجم مُحدّدان. تكون الجسيمات التي تُكوّن المادة الصلبة متقاربة من بعضها بإحكام، كما هو مُبيّن في **الشكل 2**. لا تزال تلك الجسيمات في حالة حركة، إلّا أنّ لها طاقة حركية ضئيلة جدًا لدرجة أنّ الجسيمات لا تقدر على التغلّب على قوى الجذب التي تربطها معًا.

يكون الكثير من المواد الصلبة بلورية، مما يعني أنّ لجسيماتها ترتيبات هندسية معيّنة. يُبيّن **الشكل 3** الترتيب الهندسي للثلج. لاحظ أنّ ذرات الهيدروجين والأكسجين تتناوب في الترتيب.

■ **الشكل 2** تختلف المواد الصلبة والسائلة والغازية في طريقة حركة جسيماتها. وتُفسّر أوجه الاختلاف تلك خصائصها الميزيائية.

قارن بين كل حالة من حالات المادة من حيث الشكل والحجم.



■ **الشكل 3** الثلج هو مادة صلبة بلورية. أي أنّ لجسيماتها ترتيب هندسيّ معيّن. بالرغم من أنّ الثلج لا تبدو عليه الحركة، إلّا أنّ جزيئاته تهتز في أماكنها.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

2 التدريس

عرض توضيحي سريع

ملاحظة بلورات الملح

المواد بلورات ملح أو مجهر أو عدسة مكبرة

الزمن المقدَّر 10 دقائق

الإجراء اطلب من الطلاب ملاحظة الشكل المكعَّب المنتظم لبلورات الملح تحت مجهر أو بواسطة عدسة مكبرة.

استخدام تشبيه

الأحداث الرياضية تُشبه حالات المادة الجمهور الموجود في حدث رياضي. يُشبه الأشخاص عند جلوسهم، الجسيمات في المادة الصلبة، إذ يمكنهم الحركة في أماكنهم من دون الذهاب إلى أي مكان. ويشبه الأشخاص الموجودون في الممرات الجسيمات في السائل، إذ يتحرّك بعضهم بمحاذاة بعض لكنهم ليسوا أحرارًا ليتحركوا مبتعدين بعضهم عن بعض. وعند الوصول إلى موقف السيارات، يصبح الأشخاص أحرارًا في الحركة بعشوائية. وكذلك تكون الجسيمات في الغاز.

■ **سؤال حول الشكل 2**

إنّ شكل المادة الصلبة وحجمها ثابتان. وحجم السائل ثابت، إلا أنّ شكله يتغيّر ليأخذ الإناء الموجود فيه. ويتغيّر كل من حجم وشكل الغاز ليأخذا حجم وشكل الإناء الموجود فيه.

التعلم بالوسائل البصرية

الثقوب في الجليد اطلب من الطلاب شرح سبب تمثيل **الشكل 3** طبقة واحدة من جزيئات الماء فقط.

القسم 1 • المادة والطاقة الحرارية 443

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

تحديد المفاهيم الخاطئة

البخار قد يعتقد الطلاب أنّ البخار هو الماء في الحالة الغازية. في الواقع، إنّ البخار هو قُطيرات الماء السائل الذي تكثّف من الماء الغازي في الهواء. ويكون الماء في الحالة الغازية غير مرئيّ.

النشاط

الارتفاع والطهي اطلب من الطلاب فحص ملصقات الأطعمة مثل خلطات الكعك. على الأرض، ينخفض ضغط الهواء مع ازدياد الارتفاع. اطلب من الطلاب تحديد تأثير الارتفاع في زمن الطهي ودرجة الحرارة بالنسبة إلى تلك العناصر. خ م ت م

المفردات

مفردات أكاديمية

محدّد definite

ذو حدود ظاهرة أو مميّزة لحد وضع المعلم معايير محدّدة للطلاب ليستوفوها.

الطاقة الحرارية فكّر في الثلج المَبيّن في **الشكل 3**. كيف يمكن أن يكون للثلج المتجمّد حركة؟ تبقى الجسيمات التي تُكوّن المواد الصلبة في أماكنها بإحكام بواسطة قوى الجذب بينها. فتمنح قوى الجذب تلك المواد الصلبة شكلًا وحجمًا محدّدين. ومع ذلك، تبقى الجسيمات التي تُكوّن المادة الصلبة في حالة حركة مستمرة، إذ تُسبّب الطاقة الحرارية اهتزاز الجسيمات.

إنّ الطاقة الحرارية هي الطاقة الإجمالية لجسيمات مادة ما. يتضمّن ذلك الطاقة الحركية للجسيمات بالإضافة إلى طاقة الوضع الخاصة بها. ويُعتبَر كلٌّ من الطاقة الناتجة عن حركة الجسيمات المنفردة والطاقة الناتجة عن القوى التي تعمل داخل الجسيمات أو بينها من أشكال الطاقة الحرارية. بينما لا تُعتبر الطاقة الناتجة عن حركة الجسم ككل ولا الطاقة الناتجة عن تفاعل الجسم مع ما يحيط به طاقةً حراريةً.

درجة الحرارة درجة الحرارة هي المصطلح المستخدَم للتعبير عن مدى سخونة أو برودة جسم ما. تمثّل درجة الحرارة معدّل الطاقة الحركية للجسيمات التي تتألّف منها المادة. وفي المتوسط، يكون لجزيئات الماء عند درجة حرارة 0°C طاقة حركية أقل من جزيئات الماء عند درجة حرارة 100°C.

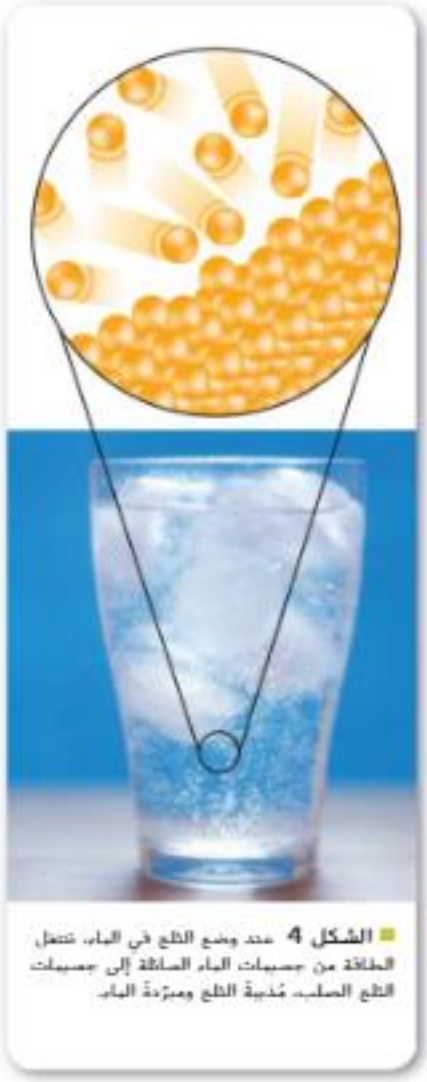
تغيُّرات الحالة

ما الذي يحدث لمادة صلبة عند إضافة طاقة حرارية إليها؟ فكّر في الثلج المَبيّن في **الشكل 4**. تتحرّك الجسيمات التي تُكوّن الماء بسرعة وتتصادم مع الجسيمات التي تُكوّن مكعب الثلج. تنقل تلك التصادمات الطاقة من الماء إلى مكعّب الثلج. تهتزّ الجسيمات الموجودة عند سطح مكعب الثلج بشكل أسرع، ناقلةً الطاقة إلى جسيمات أخرى موجودة في مكعب الثلج.

الانصهار والتجمُّد سرعان ما تكتسب الجسيمات التي تُكوّن مكعب الثلج طاقة حركية كافية للتغلُّب على قوى الجذب التي تُبقيها في تركيبها البلوري، ويذوب الثلج. إنّ **درجة الانصهار** هي درجة الحرارة التي تتحوّل عندها المادة الصلبة إلى مادة سائلة. من الضروريّ وجود طاقة لتتحرّر الجسيمات من الترتيب المنظَّم للمادة الصلبة. أما **حرارة الانصهار**، فهي الطاقة اللازمة لتحويل مادة ما من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة عند درجة انصهارها.

يسبّب انتقال الطاقة بين جسيمات المادة السائلة والمادة الصلبة انصهار الجليد. ولكن ما الذي يحدث لجسيمات المادة السائلة عندما تتصادم مع المادة الصلبة؟ تَبطؤ جسيمات المادة السائلة لأنّ لها طاقة حركية أقل. وعندما يحدث المزيد من تلك التصادمات، يقلّ متوسط الطاقة الحركية لجسيمات المادة السائلة فتبرد.

التجمُّد هو عكس الانصهار. فعند انخفاض درجة حرارة مادة سائلة، يقلّ متوسط الطاقة الحركية للجزيئات. وعند إزالة قدر كافٍ من الطاقة، تصبح الجزيئات ثابتة في مواقعها. إنّ درجة التجمُّد هي درجة الحرارة التي تتحوّل عندها المادة السائلة إلى مادة صلبة.



الشكل 4 عند وضع الثلج في الماء، تنتقل الطاقة من جسيمات الماء السائلة إلى جسيمات الثلج الصلب. مُذيبة الثلج ومبرّدة الماء.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

عرض توضيحي

انتشار جسيمات الغاز

الهدف توضيح حركة جسيمات الغاز

المواد بالون، و5 قطرات من نكهة الفانيليا، وقطّارة

الإجراء استخدم القطّارة لوضع 5 قطرات من الفانيليا في بالون. أغلق قارورة منكّه الفانيليا بحيث ينبعث منها القليل من الرائحة.

قم بنفخ البالون، واربطه جيدًا، ثم قم بالشم بالقرب من سطح البالون.

نتيجة متوقّعة سيشمّ الطلاب رائحة الفانيليا وهي تتبخّر داخل البالون.

التقويم اسأل الطلاب عن سبب تمكُّنهم من شم الفانيليا بالقرب من سطح البالون. نفذت جسيمات الفانيليا المتحركة بين جزيئات البالون المُتمدِّد.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التبخير والتكاثف كيف يصبح السائل غازًا؟ تذكَّر أنّ الجسيمات التي تُكوّن السائل تكون في حالة حركة دائمة. وعندما تتحرّك الجسيمات بالسرعة الكافية للهروب من قوى جذب جسيمات أخرى، تدخل إلى الحالة الغازية. تُسمّى هذه العملية بالتبخير. يمكن أن يحدث التبخير بطريقتين، التبخُّر والغليان. وتُسمى العملية التي يتحوّل فيها الغاز إلى سائل بالتكاثف. التكاثف هو عكس التبخُّر.

التبخُّر يحدث التبخُّر عند سطح السائل ويمكن أن يحدث عند أي درجة حرارة تقريبًا. ولكي تتبخَّر الجسيمات، يجب أن تكون عند سطح السائل وأن يكون لها طاقة حركية كافية للتحرُّر من قوى جذب السائل.

الغليان إنّ الغليان المبيّن في **الشكل 5**، هو الطريقة الثانية التي يمكن أن يتبخَّر بها السائل. على عكس التبخُّر، يحدث الغليان السائل عند درجة حرارة معيّنة، اعتمادًا على الضغط الموجود عند سطح السائل.

إنّ **درجة غليان** السائل هو درجة الحرارة التي يتساوى عندها ضغط البخار الموجود في السائل مع الضغط الخارجي المؤثر على سطح السائل. يدفع ذلك الضغط الخارجي السائل نحو الأسفل، مانعًا الجسيمات من التحرُّر. تحتاج الجسيمات إلى طاقة للتغلُّب على هذا الضغط. إنّ **حرارة التبخُّر** هي كمية الطاقة التي يحتاج إليها السائل عند درجة غليانه ليصبح غازًا.

التسامي عند مستويات معيّنة من الضغط، يمكن لبعض المواد التحوّل بشكل مباشر من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية من دون المرور بمرحلة الحالة السائلة. إنّ **التسامي** هو عملية تحوُّل مادة صلبة إلى مادة غازية من دون تكوين مادة سائلة. يُبيّن **الشكل 6** ثاني أكسيد الكربون الصلب، الذي يُعرف أيضًا بالثلج الجاف، وهو مادة شائعة تخضع للتسامي.

الشكل 5 عندما ترتفع درجة الحرارة، تتحرّك الجسيمات التي تُكوّن المادة في حالتها السائلة بشكل أسرع. يغلي السائل عندما تُتيح طاقة هذه الجسيمات ضغطًا كافيًا لتجاوز ضغط الهواء الموجود أعلى السائل.

استدلّ ماذا يوجد داخل فقاعات السائل الذي يغلي؟

الشكل 6 يتحوّل ثاني أكسيد الكربون (CO_2) من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية مباشرة. ولأنّ هذا الغاز يكون شديد البرودة، فإنّه يُسبّب تكاثف الماء الموجود في الهواء، فكوّنًا ضبابًا أبيض.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

سؤال حول الشكل 5
تحتوي الفقاعات على ماء في الحالة الغازية (بخار الماء).

مختبر الاستقصاء

الحفاظ على الحالة الصلبة

السؤال كيف يجب عليك حزم قالب هش من الشوكولاتة ونقله إذا كان يجب شحنه إلى طقس استوائي دافئ؟

المواد المحتملة مواد مرجعية، مواقع إنترنت معتمدة، ورق وأقلام رصاص، عينات لمواد تعبئة، موارد ومعلومات عن التكاليف من شركات شحن

الزمن المقدَّر أسبوع واحد خارج الحصص الدراسية

استراتيجيات التدريس

- يجب أن تحفظ تصميمات التعبئة الخاصة بالطلاب الشوكولاتة من الانصهار والكسر والتعرض للبلل.
- يجب أن يصل القالب إلى وجهته خلال ثلاثة أيام.
- يجب أن يعتمد الطلاب العصف الذهني للوصول إلى طريقة حزم قوالبهم.
- يجب أن تكون تكاليف التعبئة والشحن معتدلة ويمكن أن تتحملها الشركة المصنّعة والعميل.
- يجب أن يرسم الطلاب تصاميمهم وأن يوفروا تكاليف مقدّرةً لشحن القالب.
- اسمح للطلاب باستكشاف الأسئلة الأخرى التي تُطرح.

النشاط

الجوانب الجمالية والهندسة المعمارية اطلب من الطلاب زيارة مراكز التسوُّق وملاحظة طريقة استخدام الحالات المختلفة للمادة في تزيين المركز وجعل التسوُّق أكثر متعة. واطلب منهم الكتابة عمّا يرونه. قد تتضمّن العناصر التي يرونها النافورات (سائلة) وبالونات مملوءة بالهيليوم (غازية) وأرضيات رخامية (صلبة) وإضاءة فلورية ونيونية (غازات). تم

القسم 1 • المادة والطاقة الحرارية 445

التعلم بالوسائل البصرية

الشكل 7 اطلب من طالب قراءة جزء النص الذي يصف فيه الطالب التمثيل البياني بصوت مرتفع أثناء متابعة بقية الطلاب للتمثيل البياني بأصابعهم. ناقش مع الطلاب تأثير إضافة حرارة إلى الماء عند درجات حرارة مختلفة. ع م

سؤال حول الشكل 7

بغض النظر عن كمية الماء، سيبقى شكل التمثيل البياني كما هو في الأساس، بالرغم من تغيُّر الزمن. يجب أن يعادل الزمن المطلوب الضعف تقريبًا في حالة 2.0 kg من الماء ونصف الزمن تقريبًا في حالة 0.5 kg من الماء (بافتراض إضافة الحرارة بمعدل ثابت).

تحديد المفاهيم الخاطئة

الحجم ذكّر الطلاب بأنه على الرغم من أنّ الغازات تملأ حجم إنائها، إلّا أنّ أغلب حجم الإناء عبارة عن مساحة فارغة، إذ يكون حجم إناء غاز ما أكبر بكثير من الحجم الإجمالي لجسيمات الغاز.

استخدام الكلمات العلمية

معنى الكلمة اطلب من الطلاب البحث عن معنى كلمة بلازما كما يستخدمه علماء الأحياء ومقارنة ذلك بالمعنى الذي يستخدمه علماء الفيزياء. بالنسبة إلى عالم الأحياء، إنّ البلازما هي الجزء السائل عديم اللون من الدم، أي الدم منزوعًا منه خلايا الدم الحمراء. أمّا بالنسبة إلى عالم الفيزياء، فإنّ البلازما هي حالة من حالات المادة انتُزعت فيها الإلكترونات بعيدًا عن البروتونات والنيوترونات. ش م

■ **الشكل 7** بالرغم من أنّ الطاقة الحرارية تُضاف بمعدل ثابت، ترتفع درجة حرارة الماء عند النقاط E وC وA فقط. وعند D وB، تُستخدم الطاقة المضافة للتغلُّب على قوى الجذب بين الجسيمات.

استدلّ كيف كان سيختلف هذا التمثيل البياني إذا كانت كمية الماء التي تُسخَّن 2.0 kg بدلًا من 1.0 kg؟ وكيف كان سيختلف إذا كانت كمية الماء التي تُسخَّن 0.5 kg؟

منحنيات التسخين إنّ التمثيل البياني للحرارة في مقابل الزمن لتسخين كمية من الماء قدرها 1.0 kg مُبيّن في **الشكل 7**. يُسمّى هذا النوع من التمثيل البياني بمنحنى التسخين. وهو يُبيّن كيفية تغيُّر درجة الحرارة بمرور الزمن مع إضافة الطاقة الحرارية باستمرار. لاحظ المنطقتين الموجودتين على التمثيل البياني حيث لا تتغيّر درجة الحرارة. عند 0°C، يتصهر الثلج. تُستخدم كل الطاقة المضافة إلى الثلج عند درجة الحرارة تلك في التغلُّب على قوى الجذب بين الجسيمات. يشير الخط المستقيم الموجود في التمثيل البياني إلى أنّ درجة الحرارة تبقى ثابتة أثناء الانصهار.

بعد التغلُّب على قوى الجذب، تتحرّك الجسيمات بحرية أكثر وترتفع درجة حرارتها. عند 100°C، يغلي الماء وتبقى درجة الحرارة ثابتة مرة أخرى ويكون التمثيل البياني خطًا مستقيمًا. وتُستخدم كل الطاقة المضافة إلى الماء في التغلُّب على قوى الجذب المتبقية بين الجسيمات. وعند التغلُّب على كل قوى الجذب بين الجسيمات، تُوجَّه الطاقة لرفع درجة الحرارة مرة أخرى.

الحالة البلازمية

لقد تناولنا حتى الآن حالات المادة الثلاث المألوفة: الصلبة والسائلة والغازية. غير أنّه ثمة حالة للمادة بعد الحالة الغازية. إنّ **البلازما** هو مادة لها طاقة كافية ليس للتغلُّب على قوى الجذب بين جسيماتها فحسب، بل على قوى الجذب داخل ذراتها أيضًا. تتصادم الذرات التي تُكوّن البلازما بتلك القوة فتُنتزع الإلكترونات تمامًا من الذرات.

قد تندهش لمعرفة أنّ أغلب المواد العادية الموجودة في الكون توجد في الحالة البلازمية. إنّ أي نجم يمكنك رؤيته في السماء، بما في ذلك الشمس، يتكوّن من مواد في الحالة البلازمية. كذلك، فإنّ معظم المواد الواقعة بين النجوم والمجرات موجودة في الحالة البلازمية أيضًا. إنّ الحالات المألوفة للمادة، الصلبة والسائلة والغازية، نادرة للغاية في الكون.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

دعم محتوى المعلّم

تأثيرات الضغط عند 1 atm (أو 100 kPa تقريبًا)، يتجمّد الماء عند 0°C ويغلي عند 100°C. وعند مستويات ضغط أخرى، يمرّ الماء بتلك التغيُّرات عند درجات حرارة مختلفة. في الواقع، عندما يكون الضغط 0.61 kPa وتكون درجة الحرارة 0.01°C، يمكن أن يكون الماء في صورة صلبة وسائلة وغازية. ويُعرف ذلك بالنقطة الثلاثية.

446 الوحدة 16 • المواد الصلبة والسائلة والغازية

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التمدُّد الحراري

هل سبق أن تساءلت لماذا توجد فراغات في الطريق الخرساني؟ عندما تنتقل الطاقة الحرارية إلى الطريق الخرساني، فإنّه يتمدَّد. ومن دون الفراغات، قد يتحطَّم الطريق الخرساني في الطقس الحار. يمكن أن تساعد النظرية الحركية في شرح هذا السلوك.

تذكَّر أنّ الجسيمات تتحرّك بشكل أسرع وأبعد بعضها عن بعض عند ارتفاع درجة الحرارة. يؤدّي انفصال الجسيمات هذا إلى تمدُّد الجسم ككل، وهو ما يُطلق عليه اسم **التمدُّد الحراري**. وهو ازدياد حجم المادة عند ارتفاع درجة الحرارة. الجدير بالذكر أنّ المواد تنكمش أيضًا عندما تبرد.

الثيرموميترات أحد الأمثلة الشائعة على السوائل التي تخضع للتمدُّد الحراري هو الثيرموميتر، كالمبيّن في **الشكل 8**. تؤدي إضافة الطاقة إلى الجسيمات التي تُكوّن السائل الموجود في أنبوب الثيرموميتر الضيّق إلى تحرّكها بشكل أسرع بعيدًا بعضها عن بعض. الأمر الذي يؤدي إلى تمدّد هذا السائل الموجود في الثيرموميتر وارتفاعه.

بالونات الهواء الساخن إنّ أحد استخدامات الغازات التي تخضع للتمدُّد الحراري مُبيّن في **الشكل 9**. تتمكّن بالونات الهواء الساخن من الارتفاع بفعل التمدُّد الحراري للهواء. وعندما يجري تسخين الهواء الموجود في البالونات، تزداد المسافة بين الجسيمات التي تُكوّن الهواء. وعندما يتمدّد بالون الهواء الساخن، يقلّ عدد الجسيمات الموجودة في كل سنتيمتر مكعّب. يؤدّي هذا التمدُّد إلى انخفاض كثافة الهواء الساخن. وبما أنّ كثافة الهواء الموجود في بالون الهواء الساخن أقلّ من كثافة الهواء الأبرد خارج البالون، يرتفع البالون.

الشكل 8 عندما ترتفع درجة حرارة الهواء، يسخن السائل الموجود في الثيرموميتر ويتمدَّد. نتيجة لذلك، يرتفع مستوى السائل. وينكمش السائل الموجود في الثيرموميتر مع انخفاض درجة الحرارة.

الشكل 9 عند تسخين الهواء الموجود داخل بالون الهواء الساخن، تتحرّك جسيماته بعيدًا بعضها عن بعض. ويرتفع البالون لأنّ الهواء الموجود بداخله أقل كثافة من الهواء المحيط به.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

عرض توضيحي سريع

التمدُّد الحراري

المواد وعاءان متماثلان بأغطية صعبة الفتح، إناء، وماء ساخن

الزمن المقدَّر 10 دقائق

الإجراء اطلب من أحد الطلاب محاولة فتح أحد الوعاءين. ضع الغطاء الآخر في ماء ساخن لبضع دقائق.

تحذير: ستسخن الأغطية الفلزية للأوعية عند وضعها في ماء ساخن. وعندما يبرد الغطاء قليلًا، اطلب من الطالب نفسه محاولة فتح ذلك الوعاء. تسبب تدفئة غطاء الوعاء التمدُّد الحراري، مما يُسهّل فتح الوعاء.

التعلم بالوسائل البصرية

الشكل 8 يحتوي معظم الثيرموميترات على الكحول أو على الزئبق. اسأل الطلاب عن طريقة اعتماد تصميم الثيرموميتر على السائل المستخدَم فيه. يُحدَّد حجم المستودع والأنبوب بحسب معدل تمدُّد السائل المستخدم في الثيرموميتر المحدد. ش م

مناقشة

حفظ الطعام يُعتبَر اغلاق حاويات الطعام مُهمًّا للحفاظ على نضارته ولمنع تلفه. ما السببان اللذان يجعلان الغطاء الموضوع على حاوية طعام عندما تكون دافئة أكثر إحكامًا عندما يبرد الطعام؟ في داخل الحاوية، تبرد الغازات الدافئة بالتدريج مُسبّبة انخفاض الضغط داخل الحاوية. فيصبح الضغط الموجود خارج الحاوية أكبر من الضغط داخلها، فيُغلق الغطاء بإحكام أكثر. كما أنّه عندما يبدأ الغطاء الموضوع على الحاوية الدافئة في البرودة فإنه ينكمش قليلًا مسبّبًا ملاءمته للحاوية بشكل أكثر إحكامًا. ف م

استراتيجية القراءة

توضيح الرسوم أثناء قراءتك للتعليق على **الشكل 9** بصوت مرتفع، اطلب من الطلاب استخدام أصابعهم لقياس المسافة بين جسيمات الغاز داخل البالون وخارجه. اطلب منهم رفع أيديهم إذا توافق الرسم التخطيطي والتعليق. توقف ووضّح المفهوم للطلاب الذين لا يرفعون أيديهم.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

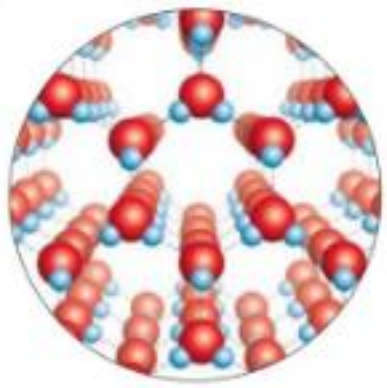
على مستوى المقرّر ككلّ

التاريخ أدت أعمال بيير دي جين إلى استيعاب خصائص البلورات السائلة بشكل أفضل. وتستخدم اليوم الكثير من المنتجات الشائعة البلورات السائلة. أحضر إلى الصف عدة أجهزة تستخدم البلورات السائلة مثل الثيرموميترات والساعات الرقمية والآلات الحاسبة ومجموعات التلفاز المصغّرة وأجهزة الحاسوب المحمولة. بعد قراءة الطلاب للنص حول البلورات السائلة، اسأل ما الذي يُميّز الثيرموميترات التي تستخدم البلورات السائلة عن تلك التي تستخدم الزئبق. تُقلل من مخاطر الزئبق لأنه سام. اسأل ما الذي يُميّز شاشات البلورات السائلة عن أنواع الشاشات الأخرى. تكون شاشات البلورات السائلة أكثر دقةً وتستخدم طاقة أقل من أنواع الشاشات الأخرى.

■ **سؤال حول الشكل 10**
عندما يتجمّد الماء، يكوّن نمطًا بلوريًا يحتوي على فتحات أو فجوات صغيرة. يجعل ذلك الجليد الصلب أقل كثافةً من الماء فيطفو.

بعد القراءة

مقارنة حالات المادة اطلب من الطلاب مراجعة أوجه الاختلاف بين حالات المادة التي جرت مناقشتها في هذا القسم. ما أوجه الاختلاف بين حالات المادة؟ تختلف حالات المادة في ما إذا كان لها شكل ثابت أو تأخذ شكل الإناء؛ وما إذا كان حجمها متغيّرًا أم ثابتًا؛ وسرعة حركة جسيماتها ومدى تجاذُب تلك الجسيمات إلى بعضها. ماذا تُسمى التحوُّلات المختلفة بين حالات المادة؟ الانصهار: من الصلبة إلى السائلة؛ التسامي: من الصلبة إلى الغازية دون المرور بالحالة السائلة؛ التجمُّد: من السائلة إلى الصلبة؛ التبخُّر والغليان: من السائلة إلى الغازية؛ التكاثف: من الغازية إلى السائلة



■ **الشكل 10** عندما يتجمّد الماء، تتداخل الأطراف موجبة الشحنة والأطراف سالبة الشحنة فتنشأ مساحات فارغة في الشبكة البلورية.

اشرح سبب طفو الثلج في الماء.

السلوك الغريب للماء تتكمش المواد عادةً عند انخفاض درجة حرارتها. إلّا أنّ الماء يُعتبر استثناءً لتلك القاعدة. فضمن نطاق محدود من درجات الحرارة، يتمدّد الماء عند انخفاض درجة الحرارة. في البداية، يسلك الماء سلوك المواد الأخرى. عند بدء انخفاض درجة الحرارة، تتحرّك الجسيمات التي تكوّن الماء مقتربةً من بعضها. يستمرّ ذلك حتى يصل الماء إلى درجة حرارة 4°C.

تُعتبر جزيئات الماء جزيئات غير عادية إذ إنّها تتضمّن أطراف موجبة الشحنة الإيجابية وأخرى سالبة الشحنة . وتؤثر تلك المناطق المشحونة في سلوك الماء. وبينما تستمر درجة الحرارة في الانخفاض إلى أقل من 4°C، تصطف الجزيئات بحيث تكون الأطراف موجبة الشحنة والأطراف سالبة الشحنة فقط بجانب بعضها البعض، كما هو مُبيّن في **الشكل 10**. نتيجةً لذلك، تنشأ مساحات فارغة في التركيب. يتمدّد الماء بينما تنخفض درجة حرارته من حوالي 4°C إلى 0°C ويصبح أقلّ كثافة من الماء السائل. لذا، يطفو الجليد في الماء السائل.

صلبة أو سائلة؟

تُبدي مواد أخرى أيضًا سلوكيات غير عادية عند تغيير حالتها. إنّ المواد الصلبة غير المتبلورة والبلورات السائلة هي من فئات المواد التي لا تُبدي ردود فعل متوقّعة عند تغيُّر حالاتها.

المواد الصلبة غير المتبلورة ينصهر الثلج عند درجة حرارة 0°C. وينصهر الرصاص عند درجة حرارة 327°C. ولكن لا توجد لكل المواد الصلبة درجة حرارة محدّدة تنصهر عندها. فكّر في قالب من الزبدة. فبدلًا من أن تكون له درجة انصهار محدّدة، تلين الزبدة وتنصهر ضمن نطاق من درجات الحرارة.

تُشبه بعض المواد الصلبة الزبدة. بدلًا من أن يكون لها درجة انصهار محدّدة، تلين تلك المواد وتتحوّل تدريجيًا إلى سائل ضمن نطاق من درجات الحرارة. تفتقر تلك المواد الصلبة إلى بنية بلورية وتُسمّى مواد صلبة غير متبلورة. أحد الأمثلة على المواد الصلبة غير المتبلورة الشائعة هو الزجاج، المبيّن في الشكل 11.

المفردات
أصل الكلمة
غير متبلور amorphous
مشتقّة من الكلمة اليونانية *amorphos*، وتعني من دون صيغة أو عديم الشكل أو مشوّهًا
إنّ السلسال، الذي يمكن تشكيله وتهيئته بسهولة، غير متبلور.

■ **الشكل 11** يعتبر الزجاج إلى البنية البلورية المتكرّرة في المواد الصلبة مثل الثلج. فبدلًا من الانصهار عند درجة حرارة محدّدة، يصبح الزجاج ليّنًا ومرنًا بشكل متزايد كلما ارتفعت درجة الحرارة.

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف

دفتر العلوم

الثلج الجاف عند ضغط الغلاف الجوي، تتحوّل بعض المواد، مثل اليود وثاني أكسيد الكربون، من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية مباشرةً من دون المرور بالحالة السائلة. استخدم النظرية الحركية لتفسير ما يحدث عند إضافة حرارة إلى ثاني أكسيد الكربون الصلب (الثلج الجاف). تزيد طاقة الجسيمات بقدر كافٍ للتحوُّل من الاهتزاز في أماكنها إلى الإفلات من سطح الثلج الجاف. ش م

التجوية تتكوّن التربة نتيجة تكسُّر الصخور. اطلب من الطلاب اكتشاف الدور الذي يلعبه الماء في تجوية الصخور وكتابته في يومياتهم في العلوم. تتكسّر الصخور عادةً، أو تُجوّى، عندما يدخل الماء إلى الشقوق الموجودة في الصخور ويتجمّد. إنّ تمدّد الماء عند تجمُّده يكسر الصخور. ش م

352 / 97

البلورات السائلة تُشكّل البلورات السائلة مجموعة أخرى من المواد التي لا تُغيّر من حالاتها بالنمط المعهود. فعادةً ما يُفقد الترتيب الهندسي المنظَّم عندما تتحوّل المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة. فتبدأ البلورات السائلة في التدفُّق أثناء مرحلة الانصهار، بشكل مشابه للسائل. لكنها لا تفقد ترتيبها المنظَّم تمامًا، كما تفعل معظم المواد. بل تحتفظ بتنظيمها الهندسي في اتجاهات مُعيّنة.

تُصنَّف البلورات السائلة إلى فئات بحسب نوع التنظيم الذي تحتفظ به عندما تتحوّل إلى مادة سائلة. تستجيب البلورات السائلة بشكل كبير للتغيُّرات في درجة الحرارة والمجالات الكهربائية. ويستخدم العلماء الخصائص الفريدة للبلورات السائلة في صناعة شاشات البلورات السائلة (LCD) للهواتف الخلوية والآلات الحاسبة والحواسيب المحمولة الصغيرة (نت بوك)، كما هو مُبيّن في **الشكل 12**. تتكوّن شاشات البلورات السائلة من عناصر صور بلورية منفردة، أو "بكسل" للاختصار. ويحدّد تفاوت كمية الكهرباء المارة عبر البكسل كيفية اصطفاف البلورات وما إذا كان الضوء يستطيع النفاذ خلالها أم لا.

الشكل 12 تستخدم الكثير من أجهزة الموسبة والإلكترونيات الصغيرة مثل مُشغّلات MP3 والهواتف الخلوية وأجهزة التليفزيون والحواسب المحمولة الصغيرة (نت بوك) شاشات بلورات سائلة (LCD).

القسم 1 مراجعة

ملخص القسم

- ثمّة أربع حالات رئيسة للمادة: الصلبة والسائلة والغازية والبلازمية.
- إنّ النظرية الحركية هي تفسير لسلوك الجسيمات التي تُكوّن الغازات.
- إنّ الطاقة الحرارية هي الطاقة الإجمالية للجسيمات التي تُكوّن مادة ما، بما في ذلك الطاقة الحركية وطاقة الوضع.
- إنّ درجة الحرارة هي متوسط الطاقة الحركية لمادة ما.

1. **صِف** حركة الجسيمات في كل من المواد الصلبة والسائلة والغازية.
2. **اذكر** الافتراضات الأساسية للنظرية الحركية.
3. **صِف** سلوك جسيمات مادة ما عند درجة الانصهار.
4. **صِف** سلوك جسيمات مادة ما عند درجة الغليان.
5. **التفكير الناقد** كيف يختلف منحنى تسخين الزجاج عن منحنى تسخين الماء؟

تطبيق مفاهيم رياضية

6. **فسّر البيانات** باستخدام التمثيل البياني الوارد في **الشكل 7**، صِف تغيُّرات الطاقة التي تحدث عندما ينتقل الماء من درجة حرارة 15°C− إلى 120°C.
7. **إنشاء التمثيلات البيانية واستخدامها** درجة انصهار حمض الخليك هي 17°C،ودرجة غليانه هي 118°C. ارسم تمثيلًا بيانيًا مشابهًا للتمثيل البياني الوارد في **الشكل 7** موضّحًا تغيُّرات المراحل لحمض الخليك. وضّح المراحل الثلاث ودرجة الغليان ودرجة الانصهار على التمثيل البياني بدقة.

3 التقويم

التأكد من الفهم

بصري مكاني كلّف الطلاب إنشاء رسم توضيحي لسلوك جسيمات المواد الصلبة والسائلة والغازية وتفاعلها.

إعادة التدريس

توضيح حالات المادة اطلب من الطلاب صُنع كرة ثلج لتقديم نموذج لسلوك المواد الصلبة والسائلة والغازية. اطلب منهم استخدام وعاء صغير ذي غطاء على أنه الإناء. املأ الوعاء بحبيبات لامعة بكمية تكفي لتغطية قاع الوعاء إلى عمق 1 cm. املأ الوعاء بالماء أو بزيت معدني أو بزيت أطفال. ستتحرك الجسيمات بشكل أبطأ في الزيت. اطلب من الطلاب استخدام كرة الثلج الخاصة بهم لتقديم نموذج لسلوك المواد الصلبة والسائلة والغازية.

التقويم

العملية اطلب من الطلاب إنشاء رسوم تخطيطية توضّح ما يحدّد درجة غليان سائل. عند درجة الغليان، يكون الضغط الناتج عن الجزيئات التي تترك السائل لتصبح غازًا مساويًا لضغط الغلاف الجوي أعلاها.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة ماكجرو-هيل Mcgraw-Hill Education

القسم 1 مراجعة

1. الصلبة: تهتز في أماكنها؛ السائلة: ينزلق بعضها بمحاذاة بعض؛ الغازية: تتحرك بحرية
2. تتكوّن كل المواد من جسيمات صغيرة؛ تكون الجسيمات في حالة حركة مستمرة؛ تتصادم تلك الجسيمات باستمرار؛ الطاقة المفقودة في التصادمات طفيفة جدًا.
3. تبدأ في التحرر من ترتيبها المُنظَّم.
4. تتغلب على الضغط الجوي وتفلت من السائل.
5. نظرًا إلى أنّ الزجاج يلين عند تسخينه، سيكون المنحنى خطًّا مستقيمًا في أغلبه، يُبيّن ارتفاع درجة الحرارة مع إضافة الطاقة بشكل مستمر.

تطبيق مفاهيم رياضية

6. من 15°C− إلى 0°C، يمتص الماء الصلب الطاقة. عند 0°C، تكسر الطاقة الإضافية قوى الجذب الموجودة في المادة الصلبة. بعد انصهار المادة الصلبة، ترتفع درجة حرارة السائل حتى تصل إلى 100°C. لا ترتفع درجة الحرارة مرة أخرى حتى يتحول كل السائل إلى غاز.
7. يجب أن تُبيّن التمثيلات البيانية ارتفاع درجة الحرارة حتى تصل إلى 17°C، حيث تستقر. ثم ترتفع إلى 118°C، حيث تستقر مرة أخرى. وفي النهاية، ترتفع مجددًا.

القسم 1 • المادة والطاقة الحرارية 449

تجربة

التحضير

الهدف تسخين الطلاب للجليد وتمثيل التغيُّرات في درجة الحرارة مع مرور الزمن بيانيًا.

مهارات العملية جمع البيانات وإنشاء الجداول واستخدامها وتسجيل الملاحظات وإنشاء التمثيلات البيانية واستخدامها

الزمن المطلوب 40 دقيقة

احتياطات السلامة حذِّر الطلاب من استخدام الثيرموميترات للتحريك، ومن تركها تستقرّ في قاع الكأس.

الإجراء

استراتيجيات التدريس ذكّر الطلاب بأنّ درجة الحرارة تُعرف بأنها متوسط الطاقة الحركية لمادة ما.

استنتج وطبّق

1. تحقّق من رسومات الطلاب. وشجّعهم على جعل رسومات إعداد التجربة تامةً بقدر الإمكان.
2. تحقّق من رسومات الطلاب.
3. تحقّق من التمثيلات البيانية للطلاب. يجب أن تكون التمثيلات البيانية مشابهة في شكلها لمنحنى التسخين المُبيّن في الشكل 7، ويجب أن تكون معتمدة على بيانات جرى جمعها في التجربة.
4. تُمثّل الخطوط المستقيمة الطاقة أثناء امتصاصها التي سمحت لجزيئات الماء بالإفلات من ترتيبها المُنظّم (عند الانصهار)، أو بالإفلات من تجاذب بعضها لبعض (عند الغليان).

تجربة

تغيُّرات الحالات

الهدف

- **لاحظ** تغيُّرات الطاقة الحرارية التي تحدث عند تحوُّل المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية.

الخلفية: **يمكن أن تتغيّر المادة من حالة إلى أخرى. غالبًا يلاحظ التغيرات في حالتي انصهار الثلج وغليان الماء.**

السؤال: ما مقدار الطاقة الذي يشترك في تغيُّرات الحالات التي تلاحظها؟

التحضير

المواد

كأس مدرج سعته 500 mL
ثلج
ثيرموميتر
لوح تسخين

احتياطات السلامة

الإجراء

1. اقرأ الإجراءات وحدّد المخاطر المتعلّقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. قُم بإعداد الأدوات كما هو مُبيّن في الصورة. يجب وضع الثلج في الكأس المدرج . حضّر جدول بيانات لتتبُّع درجة حرارة الماء الموجود في الكأس بمرور الزمن.
3. قُم بتسخين الثلج الموجود في الكأس المدرج ببطء، وسجّل ملاحظاتك ودرجة حرارة الماء الموجود في الكأس المدرج كل 3 دقائق. لا تدع الثيرموميتر يلامس قاع الكأس أو جوانبه.
4. بعد أن ينصهر الثلج في الكأس ويبدأ الماء في الغليان، لاحظ التجربة لمدة دقائق أخرى وسجّل ملاحظاتك.
5. قم بإطفاء الحرارة، ودع جهازك ليبرد تمامًا قبل التنظيف.

استنتج وطبّق

1. **ارسم** صورة للجهاز المُستخدَم في هذه التجربة.
2. **اذكر** حالة الماء في الكأس عند بداية التجربة والحالة التي تحوّل إليها في الكأس والحالة التي وُجدت أعلى الكأس.
3. **إنشاء التمثيلات البيانية واستخدامها** ارسم تمثيلًا بيانيًا لدرجة الحرارة في مقابل الزمن باستخدام البيانات التي توصّلت إليها في هذه التجربة.
4. **التطبيق** اشرح شكل التمثيل البياني الخاص بك في ما يخص الطاقة. لماذا توجد خطوط مستقيمة في التمثيل البياني لدرجة الحرارة رغم الإضافة المستمرة للحرارة؟

شارك

بياناتك

قارن تمثيلك البياني مع التمثيلات البيانية لزملائك في الصف. حدّد الشكل الذي سيكون عليه المنحنى الخاص بك إذا بدأت بيخار الماء وقمت بتبريده.

التقويم

العملية اطلب من الطلاب كتابة تلخيصات لتمثيلاتهم البيانية. احرص على تضمينهم أوصافًا لمنطقة لم تتغيّر فيها درجة الحرارة بشكل سريع أو لم تتغيّر من الأصل.

شارك

بياناتك

يجب أن يناقش الطلاب سبب توافق خلاصاتهم أو عدم توافقها. من المرجّح أن تُشبه التمثيلات البيانية للتبريد منحنى التسخين إلى حدّ بعيد، إلا أنها ستكون في اتجاه معاكس.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

450 الوحدة 16 • المواد الصلبة والسائلة والغازية

القسم 2

تهيئ للقراءة

الأسئلة الرئيسة

- ما هو مبدأ أرخميدس؟
- ما هو مبدأ باسكال؟
- ما هو مبدأ برنولي؟
- ما بعض تطبيقات مبادئ أرخميدس وباسكال وبرنولي؟

مفردات للمراجعة

الكثافة density: كتلة وحدة الحجوم من المادة

مفردات جديدة

الطفو	buoyancy
الضغط	pressure
اللزوجة	viscosity

خصائص الموائع

الفكرة الرئيسة **تتدفّق الموائع ولها قوى تؤثّر بها في الأجسام.**

روابط من القراءة بالحياة اليومية هل رأيت من قبل حاملة طائرات؟ بالرغم من أنّ هذه السفن تتكوّن من فلز، وتصل كتلتها أحياناً إلى أكثر من 100,000 طن، إلا أنّها لا تزال تطفو. كيف يمكن ذلك؟

مبدأ أرخميدس والطفو

تشبه بعض السفن المدن الطافية. فعلى سبيل المثال، تكون حاملات الطائرات كبيرة بشكل كافٍ يسمح للطائرات بالإقلاع والهبوط على أسطحها. تطفو هذه السفن رغم أوزانها، وذلك لوجود قوة تدفع السفينة إلى الأعلى، تتعارض مع قوة الجاذبية التي تشد السفينة إلى الأسفل.

ما القوة التي تدفع السفينة إلى الأعلى؟ يُطلق على هذه القوة اسم قوة الطفو. إذا كانت قوة الطفو تساوي وزن الجسم، سيطفو الجسم. وإذا كانت قوة الطفو أقل من وزن الجسم، سيغوص الجسم. إنّ **الطفو** هو قدرة المائع (سائل أو غاز)، على التأثير بقوة دفع إلى الأعلى في الجسم المغمور فيه.

مبدأ أرخميدس في القرن الثالث قبل الميلاد، وضع عالم الرياضيات اليوناني أرخميدس اكتشافه حول الطفو. وجد أرخميدس أنّ قوة الطفو المؤثّرة في الجسم تساوي وزن المائع الذي أزاحه الجسم. فعلى سبيل المثال، إذا وضعت قطعة خشبية في الماء، فإنها ستدفع الماء بعيدًا عن طريقها عندما تبدأ في الغوص — ولكن ذلك سيحدث فقط حتى يتساوى وزن الماء المُزاح مع وزن القطعة.

عندما يتساوى وزن الماء المُزاح، أي قوة الطفو، مع وزن القطعة، ستطفو القطعة. أما إذا كان وزن الماء المُزاح أقل من وزن القطعة، ستغوص القطعة. يُبيّن **الشكل 13** القوى التي تؤثر في الأجسام في الموائع.

التأكد من فهم النص استدلّ على سبب غوص الصخر في الماء وطفو الكرات المطاطية.

الشكل 13 يغوص القالب الفولاذي لأن قوة الطفو التي يؤثّر بها المائع في الجسم أقل من قوة الجاذبية. عندما تساوي قوة الطفو قوة الجاذبية أو تزيد عنها، يطفو الجسم مثلما حدث مع القطعة الخشبية.

قارن بين حجم القطعة الخشبية وحجم القالب الفولاذي. كيف يمكن المقارنة بين كتلة القطعة الخشبية وكتلة القالب الفولاذي؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 2

1 التركيز

الفكرة الرئيسة

مظلات الهبوط والضغط

اطلب من الطلاب شرح سبب إبطاء المظلة لنزول الشخص (أو الشيء) الذي يهبط. تمتلئ مظلات الهبوط بالهواء. تكون مساحة سطح المظلة أكبر بكثير من مساحة سطح الشيء الذي يهبط. أخبر الطلاب أنّ الهواء مائع. اطلب منهم ابتكار تعريف للمائع. ستتنوّع الإجابات. قد يعتقد الطلاب أنّ الموائع هي سوائل. أخبر الطلاب أنّ الموائع لها خصائص مشتركة، مثل بذل القوى، كما في مثال مظلة الهبوط.

الربط بالمعرفة السابقة

يغوص أم يطفو اطلب من الطلاب تسمية أشياء يعرفون أنها تغوص أو تطفو في الماء. وكلّفهم بوضع فرضية حول سبب طفو شيء ثقيل مثل المركب.

تحليل الكلمة اكتب كلمة طافية على السبورة. اسأل الطلاب ما إذا كانوا رأوا أو سمعوا هذه الكلمة من قبل. إذا لم يكن الطلاب على دراية بالمصطلح، اعرض صورة للطافية وناقش الغرض منها. اطلب منهم ابتكار تعريف مناسب لكلمة الطفو بناءً على معرفتهم أو فهمهم لماهية الطافية ووظيفتها.

التأكد من فهم النص

تغوص الصخور لأنّ وزنها أكبر من قوة الطفو. وتطفو الكرات المطاطية لأنّ قوة طفو الماء أكبر من وزن الكرة.

سؤال حول الشكل 13

تكون أحجام القطع متماثلة. ولكن كتلة القطعة الخشبية أقل من كتلة القالب الفولاذي.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

2 التدريس

تجربة مصغرة

الهدف سيحقق الطلاب في خصائص الكثافة والطفو.

المواد إناءان تبلغ سعة كلّ منهما 100 mL؛ ومخبار مدرج؛ وساق تحريك؛ وشراب الذرة؛ وماء؛ وزيت نباتي (10 mL لكل واحد)؛ وملوّن غذائي؛ قطعة من رقائق الألمنيوم يبلغ مقاسها 0.5 cm × 0.5 cm؛ وقطعة فولاذية؛ وحبوب الفلفل

استراتيجيات التدريس احرص على تخلص الطلاب من القطع الفولاذية ورقائق الألمنيوم وحبوب الفلفل في سلة المهملات لا في الحوض.

احتياطات السلامة يجب أن يرتدي الطلاب نظارات واقية ومعطف المختبر للقيام بهذا النشاط.

التحليل

1. إنّ المواد مرتبة في طبقات وفقًا لكثافاتها. فستجد شراب الذرة (أعلى كثافة) في القاع والماء (متوسّط الكثافة) في الوسط والزيت (أقل كثافة) في الأعلى.
2. كان وزن الرقائق أقل من قوة طفو الزيت المُزاح، لذا طفت إلى سطح الزيت. كان وزن حبوب الفلفل أقل من قوة طفو الماء المُزاح وأكبر من قوة طفو الزيت. وكان وزن القطعة الفولاذية أكبر من قوة طفو كل السوائل، لذا غاصت إلى القاع.

التقويم

العملية اطلب من الطلاب إنشاء رسومات تُبيّن الطبقات الموجودة في الأواني. ويجب أن يسموا بوضوح كل قسم وكل عنصر في الرسم.

■ **الشكل 14** تكون الكثافة الكلية لسفينة عميلاقة أقل من كثافة الماء. وذلك لأنّ جسم السفينة الفارغ يحتوي في الأغلب على الهواء.

استدلّ على سبب عدم صنع مركب من الفولاذ الصلب.

تجربة مصغرة

الربط بين الكثافة والطفو

الإجراء

1. اقرأ الإجراءات وحدّد المخاطر المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. اسكب 10 mL من شراب الذرة في كأس تبلغ سعته 100 mL. أضف في كأس آخر من 3 إلى 4 قطرات من الملوّن الغذائي فوق 10 mL من الماء. اسكب الماء المصبوغ في الكأس الذي يحتوي على شراب الذرة وتبلغ سعته 100 mL. أضف 10 mL من الزيت النباتي في الكأس.
3. ألقِ قطعة من رقائق الألمنيوم تبلغ مساحتها 0.5 cm^2 وقطعة فولاذية وكيسًا كاملًا من حبوب الفلفل في الكأس.

التحليل

1. اشرح، باستخدام مفهوم الكثافة، سبب انقسام محتويات الكأس إلى طبقات.
2. اشرح، باستخدام مفهوم الطفو، سبب استقرار كل من الرقائق والقطعة الفولاذية وحبيبات الفلفل في الأماكن الخاصة بها.

إجراء مقارنة بين الطفو والوزن انظر مرة أخرى إلى قطعتي الخشب والفولاذ في **الشكل 13**. أزاحت كلتاهما الكتلة والوزن أنفسهما من الماء عندما غُمرتا. لذا، تتساوى قوى الطفو المؤثّرة في القطعتين. ومع ذلك، يغوص القالب الفولاذي وتطفو القطعة الخشبية. ما أوجه الاختلاف؟

وزن القالب الفولاذي أثقل بكثير من وزن القطعة الخشبية. لذا تكون قوة الجاذبية المؤثّرة في القالب الفولاذي كافية للتسبُّب في غوصه. بينما تكون قوة الجاذبية المؤثّرة في القطعة الخشبية غير كافية للتسبُّب في غوصها.

الكثافة والطفو تُعدّ المقارنة بين كثافة الجسم وكثافة المائع الذي وُضِع فيه إحدى الطرق لمعرفة ما إذا كان الجسم سيطفو أم سيغوص. يطفو الجسم إذا كانت كثافته أقل من كثافة المائع. تذكّر أنّ الكثافة هي كتلة وحدة الحجوم من المادة. إنّ كثافة القالب الفولاذي أكبر من كثافة الماء، في حين أنّ كثافة القطعة الخشبية أقل من كثافة الماء.

افترض أنّك حوّلت شكل القالب الفولاذي ليشبه شكل هيكل السفينة الممتلئ بالهواء، كما في **الشكل 14**. تشغل الكتلة نفسها الآن حجمًا أكبر. وبالتالي، ستكون الكثافة الكلية للقارب الفولاذي والهواء أقل من كثافة الماء. لذا، سيطفو القارب الآن.

التأكد من فهم النص اشرح سبب غوص القالب الفولاذي وطفو السفينة الفولاذية.

مبدأ باسكال والضغط

اكتشف بليز باسكال (1623–1662)، وهو عالم فرنسي، أنّ الضغط المؤثّر في المائع ينتقل عبر المائع. لذلك، يفسّر سبب خروج معجون الأسنان من أحد طرفَي أنبوب معجون الأسنان عند الضغط على الطرف الآخر. فقد انتقل الضغط عبر معجون الأسنان. يجب أن نفهم الضغط أولًا حتى نفهم مبدأ باسكال.

■ **سؤال حول الشكل 14**
إنّ كثافة الفولاذ الصلب أكبر من كثافة الماء. لذا، لن تطفو سفينة مصنوعة من الفولاذ الصلب.

التأكد من فهم النص
تكون كثافة السفينة الفولاذية أقل بكثير من القالب الفولاذي لأنها ممتلئة بالهواء. إذا كانت الكثافة الكلية أقل من كثافة الماء، فسيطفو الجسم.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الضغط يؤثّر فيك الآن ضغط الهواء من كافة الجوانب مثل الضغط الذي تشعر به تحت الماء في حمام السباحة. و**الضغط** هو القوة المؤثّرة في وحدة المساحة.

معادلة الضغط

$$\text{الضغط (Pa)} = \frac{\text{القوة (N)}}{\text{المساحة } (m^2)}$$

$$P = \frac{F}{A}$$

يُقاس الضغط وفق النظام الدولي للوحدات بالباسكال (Pa). واحد باسكال يساوي نيوتن واحدًا لكل متر مربع (N/m^2). وذلك لأن الضغط يساوي مقدار القوة المؤثّرة مقسومًا على المساحة. تُعطى معظم الضغوط بالكيلو باسكال (kPa). وذلك لأنّ 1 Pa يمثّل مقدارًا صغيرًا جدًا من الضغط.

المفردات

الاستخدام العلمي مقابل الاستخدام العام

الضغط pressure

الاستخدام العلمي *science usage*
القوة في كل وحدة مساحة
زيادة الضغط على الغاز تقلل من حجمه.

الاستخدام العام *common usage*
العبء الناتج عن الاضطراب الجسدي أو العقلي
يشعر المدرّسون غالبًا بالكثير من الضغوطات حتى يتمكّنوا من مساعدة طلابهم على القيام بعمل جيد في المدرسة.

مثال المسألة 1

احسب القوة يبلغ ضغط الغلاف الجوي عند مستوى سطح البحر حوالي 101 kPa. كم مقدار القوة الكلية التي يضغط بها الغلاف الجوي للأرض على الإنسان العادي عند مستوى سطح البحر؟ افترض أنّ مساحة السطح للإنسان العادي تساوي $1.80\ m^2$.

وضع قائمة بالمجهول:
القوة، F

ضَعْ قائمة بالمعلوم:
الضغط، $P = 101\ kPa = 101{,}000\ Pa$
المساحة، $A = 1.80\ m^2$

إعداد المسألة:

$$P = \frac{F}{A}$$

حلُّ المسألة:

$$101{,}000\ Pa = P = \frac{F}{1.80\ m^2}$$

$$F = 101{,}000\ Pa \times 1.80\ m^2$$

$$= 182{,}000\ Pa \cdot m^2 = 182{,}000\ \frac{N}{m^2} \cdot m^2 = 182{,}000\ N$$

التحقق من الإجابة:
لقد أعددت المسألة بطريقة صحيحة إذا كانت الوحدات متماثلة على كلا الجانبين، وحدات الضغط = N/m^2 = Pa و(وحدات القوة)/(وحدات المساحة) = N/m^2.
تتطابق الوحدات الموجودة على طرفَي المعادلة.
ليس عليك سوى أن تتحقّق مجددًا من العملية الحسابية.

تطبيق

1. يشعر غواص وصل إلى عمق يبلغ 10.0 m تحت الماء بضغط يبلغ مقداره 202 kPa. إذا بلغت مساحة سطح الغواص $1.50\ m^2$، فما مقدار القوة الكلية التي يضغط بها الماء على الغواص؟
2. يبلغ وزن السيارة 15,000 N. ونفخت إطاراتها لضغط يبلغ مقداره 190 kPa.
فكم ستبلغ مساحة إطارات السيارة التي تلامس الطريق؟
3. **تحدي** يساوي ضغط الغلاف الجوي على سطح كوكب الزهرة 91 مثل الضغط عند مستوى سطح البحر على كوكب الأرض. كم يبلغ تقريبًا مقدار القوة الكلية التي يضغط بها الغلاف الجوي لكوكب الزهرة على الإنسان العادي عند مستوى سطح البحر؟ افترض أنّ مساحة السطح للإنسان العادي تساوي $1.8\ m^2$.

تحديد المفاهيم الخاطئة

اتجاه الضغط قد يعتقد الطلاب أنّ ضغط الهواء أو الماء يُبذل فقط إلى الأسفل عندما يعلمون أنّ عمودًا من الهواء أو الماء يبذل ضغطًا على المساحة أسفله. اشرح أنّ الضغط يُبذل في كل الاتجاهات، حتى إلى الجانب أو إلى الأعلى. اذكر مثال ملء البالون بالهواء.

الضغط والقوة قد يخلط بعض الطلاب بين الضغط والقوة. شدّد على أنّ الضغط هو ناتج قسمة القوة على المساحة التي بُذلت فوقها. سيؤدي مربع **معادلة الضغط (ومثال مسألة 1)** إلى استيعاب أفضل للعلاقة بين الضغط والقوة.

تطبيق

1. 303,000 N
2. $0.079\ m^2$
3. 17,000,000N (16,543,800N)

القراءة النشطة

خريطة فقاعات يساعد استخدام خريطة الفقاعات الطلاب على بدء تدفق الأفكار حول موضوع محدد. تُجمع الكلمات لتصف موضوعًا أو فكرة تُدرَس. يمكن أن يستخدم الطلاب خريطة الفقاعات كوسيلة للتحضير قبل الكتابة، أو لابتكار أفكار قبل الكتابة في يومياتهم في العلوم، أو للمراجعة قبل الاختبار. اطلب من الطلاب تصميم خريطة فقاعات تبيّن خصائص الموائع التي تمّت مناقشتها في هذا القسم.

التدريس المتمايز

الطالب دون المستوى راجع العملية الحسابية في **مثال مسألة 1** مع هؤلاء الطلاب ببطء وبتمعُّن. اسمح للطلاب باستخدام الآلة الحاسبة لحل مثال المسألة. تحقق من كل عدد يدخلونه في الآلة الحاسبة لتتأكد من صحته.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التعلم بالوسائل البصرية

الشكل 15 ذكّر الطلاب بأنّ الضغط هو القوة المؤثّرة في وحدة المساحة. راجع معهم الضغط ومساحة كل جانب من الآلة الهيدروليكية في هذا الشكل والقوى المؤثّرة في كل جانب. ش م

مناقشة

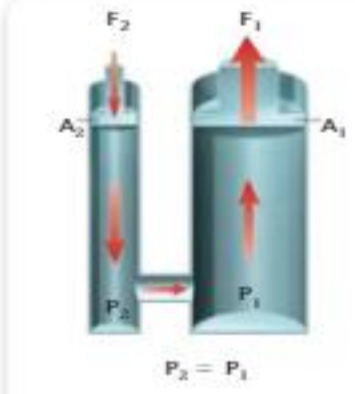
الاستنتاج الرياضي إذا تحرّك المكبس الموجود جهة اليسار في **الشكل 15** إلى الأسفل مسافة 10 cm، فهل سيتحرّك المكبس الموجود جهة اليمين إلى الأعلى مسافة 10 cm، أم أقل من 10 cm، أم أكثر من 10 cm؟ أقل من 10 cm ف م

استخدام تشبيه

نقل حمولات ثقيلة يشبه المصعد الهيدروليكي رافعة حديثة نقطة ارتكازها قريبة من الحمولة أكثر من قربها من قوة الجهد. وفي كليهما، تنتقل قوة قليلة نسبيًا مسافة طويلة لتنقل حمولة ثقيلة مسافة قصيرة.

تطبيق

1. $1.4\ m^2$
2. 50 N



الشكل 15 ضغط المائع المؤثّر في أحد جوانب المصعد الهيدروليكي يساوي الضغط المؤثّر في الجانب الآخر.

مبدأ باسكال يمكن كتابة فكرة انتقال الضغط عبر المائع في معادلة: الضغط الداخل = الضغط الخارج. وبما أنّ الضغط يساوي القوة مقسومة على المساحة، فيمكن كتابة مبدأ باسكال بطريقة أخرى.

مبدأ باسكال

$$\frac{\text{القوة الداخلية (N)}}{\text{مساحة المنطقة الداخلية } (m^2)} = \frac{\text{القوة الخارجية (N)}}{\text{مساحة المنطقة الخارجية } (m^2)}$$

$$\frac{F_{\text{داخلة}}}{A_{\text{داخلة}}} = \frac{F_{\text{خارجة}}}{A_{\text{خارجة}}}$$

المصاعد الهيدروليكية غالبًا ما تستغل ورش التصليح الآلي المصاعد الهيدروليكية التي تنقل الحمولات الثقيلة وفقًا لمبدأ باسكال. يربط أنبوب ممتلئ بمائع بين أسطوانات صغيرة وكبيرة، كما هو مبيّن في **الشكل 15**. ينتقل الضغط المؤثّر في الأسطوانة الصغيرة عبر المائع إلى الأسطوانة الكبيرة. يمكنك أن تستخدم وزنك لرفع شيء ما أثقل منك بكثير باستخدام المصعد الهيدروليكي.

مثال المسألة 2

احسب القوى استُخدم المصعد الهيدروليكي لرفع آلة ثقيلة تدفع منصة تبلغ مساحتها $2.8\ m^2$ إلى الأسفل بقوة تبلغ 3,700 N. ما القوة التي يجب أن تؤثّر في مكبس تبلغ مساحته $0.072\ m^2$ لرفع الآلة الثقيلة؟

وضع قائمة بالمجهول:

القوة المؤثّرة في المكبس: $F_{\text{داخلة}}$

ضع قائمة بالمعلوم:

القوة المؤثّرة في المنصة: $F_{\text{خارجة}} = 3{,}700\ N$

مساحة المنصة: $A_{\text{خارجة}} = 2.8\ m^2$

مساحة المكبس: $A_{\text{داخلة}} = 0.072\ m^2$

إعداد المسألة:

$$\frac{F_{\text{داخلة}}}{A_{\text{داخلة}}} = \frac{F_{\text{خارجة}}}{A_{\text{خارجة}}}$$

حلُّ المسألة:

$$F_{\text{داخلة}} = A_{\text{داخلة}}\left(\frac{F_{\text{خارجة}}}{A_{\text{خارجة}}}\right)$$

$$95\ N = 0.072\ m^2\left(\frac{3{,}700\ N}{2.8\ m^2}\right)$$

التحقق من الإجابة: يجب أن تساوي النسبة بين القوى النسبة بين المساحات. تساوي مساحة المنصة حوالي 40 مثل مساحة المكبس. لذا، تساوي القوة المؤثّرة في المنصة حوالي 40 مثل القوة المؤثّرة في المكبس. يكون المقدار 3,700 N تقريبًا أكبر بـ 40 مثل من المقدار 95 N. لذا تُعدّ الإجابة معقولة.

تطبيق

1. تقف سيارة تزن 15,000 N على منصة مصعد هيدروليكي تبلغ مساحتها $10\ m^2$. ما مساحة المكبس الصغير إذا استُخدمت قوة ببلغ مقدارها 1,100 N لرفع السيارة؟
2. **تحدي** يؤثّر صندوق شحن ثقيل بقوة ببلغ مقدارها 1,500 N في مكبس تبلغ مساحته $25\ m^2$. يبلغ حجم المكبس الصغير 1/30 من حجم المكبس الكبير. ما القوة الضرورية لرفع صندوق الشحن؟

دعم محتوى المعلّم

تطبيق مبدأ باسكال يخرج معجون الأسنان من الطرف المفتوح من الأنبوب عندما تضغط على الطرف المعاكس، وذلك لأنّ الضغط ينتقل عبر المائع. وبالمثل، سيتسبب الضغط على أحد أطراف البالون في انتفاخ الطرف الآخر.

استراتيجية القراءة

رسوم توضيحية اطلب من الطلاب العمل في مجموعات ثنائية لإنشاء رسوماتهم التوضيحية لنظام المصعد الهيدروليكي. اطلب منهم قراءة النصّ، وإلقاء نظرة على معادلة مبدأ باسكال، وعنونة رسوماتهم باستخدام المصطلحات التالية: القوة الداخلة ومساحة المنطقة الداخلة والقوة الخارجية ومساحة المنطقة الخارجة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

مبدأ برنولي

دانيال برنولي (1700–1782) هو عالم سويسري درس خصائص الموائع المتحرّكة مثل الماء والهواء. وجد برنولي أنّ السرعة المتجهة للمائع تزيد عندما يكون تدفق المائع محدودًا. يوضّح وضعك لإبهامك عند فتحة خرطوم حديقة مفتوح هذا التأثير، كما هو مبيّن في **الشكل 16**. عندما يقل حجم فتحة الخرطوم، يتدفق الماء بسرعة أكبر.

تفحّص برنولي العلاقة بين تدفق المائع والضغط. قد تظن أنّ زيادة السرعة المتجهة لتدفق المائع سيزيد من ضغطه، لكن برنولي وجد أنّ العكس صحيح. فوفقًا لمبدأ برنولي، كلما زادت السرعة المتجهة للمائع، قلّ الضغط الذي يؤثّر فيه هذا المائع. وقد نشر هذا الاكتشاف في العام 1738.

يُعدّ الخرطوم المنتهي برشاش أحد تطبيقات مبدأ برنولي. يُستخدَم هذا الرشاش لرش الأسمدة والمبيدات الحشرية في الأماكن المزروعة والحدائق. لكي تستخدم هذا الرشاش، يجب أن تضع محلولًا مركّزًا من المادة الكيميائية التي تريد رشّها في الرشاش. ثم توصل الرشاش بخرطوم الحديقة. كما هو مبيّن في **الشكل 17**. يوجد أنبوب يشبه الشفاطة متصل بغطاء الوحدة. فتكون نهاية الأنبوب مغمورة في المادة الكيميائية المركّزة. يجب أن تجعل معدّل الماء المتدفق إلى خرطوم الحديقة عاليًا.

عندما تكون مستعدًا لرش المواد الكيميائية على العشب أو منطقة النباتات، يجب أن تضغط على مفتاح موجود على اليد الملحقة بالرشاش. يسمح هذا الأمر للماء بالتدفق في الخرطوم بمعدل سرعة عالٍ، ويكوّن ذلك منطقة ذات ضغط منخفض فوق الأنبوب الذي يشبه الشفاطة. يُمتصّ المحلول الكيميائي المركّز عبر الشفاطة، ثم يخرج مع تيار الماء. يختلط المحلول المركّز مع الماء، مما يقلّل التركيز إلى مستوى مناسب، كما يكوّن رذاذًا يسهل رشّه.

التأكد من فهم النص صِف كيف يتغيّر الضغط مع زيادة السرعة المتجهة للمائع.

الشكل 16 يعتبر مبدأ برنولي لماذا تؤدي تغطية نهاية الخرطوم إلى تدفق أسرع للماء. عندما يصبح تدفق المائع محدودًا، تزيد سرعته.

الشكل 17 يوظف الخرطوم المنتهي برشاش مبدأ برنولي.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التعلم بالوسائل البصرية

الشكل 17 اطلب من الطلاب تتبع مسار تدفق الماء في الخرطوم المنتهي برشاش. أشر إلى أنّ تدفق الماء محدود أثناء دخوله إلى مقبض الرشاش. اسأل الطلاب عن تأثير هذا في السرعة المتجهة للماء. سيزيد منها.

التأكد من فهم النص

ينخفض الضغط مع ازدياد السرعة المتجهة للمائع.

على مستوى المقرّر ككلّ

علم الحياة تُعدّ الصهارة، أو الصخور المسالة من البركان، مثالًا على السائل ذي اللزوجة المتنوعة. تعتمد لزوجة الصهارة على تركيبتها. وتحدّد لزوجة تدفق الحمم البركانية الناتجة شكل المخروط البركاني. اطلب من الطلاب تحديد طريقة تأثير لزوجة الحمم البركانية في شكل البركان.

يرتبط البركان الدرعي بحمم بركانية ذات لزوجة منخفضة. وتُنتِج الحمم البركانية ذات اللزوجة العالية مخاريط شديدة الانحدار.

البحث شجّع الطلاب على اكتشاف المزيد حول الصهارة وأنواع المخاريط التي تكوّنها، واطلب منهم إنشاء ملصق يعرض طريقة تكوُّن أنواع مختلفة من المخاريط.

التدريس المتمايز

تحدي أخبر الطلاب أنّ تأثير فنتوري يُعدّ مثالًا خاصًا حول مبدأ برنولي. اطلب منهم اكتشاف ماهية تأثير فنتوري وإنشاء نموذج يوضّحه.

وفقًا لتأثير فنتوري، تزيد سرعة المائع عندما يتحرّك عبر ممر ضيق. قد تشمل النماذج جدولًا ذا قاع رملي فيه جزء ضيق. ELL

دعم محتوى المعلّم

مساحات ضيقة تزيد سرعة تدفق الموائع عندما تُدفع إلى التدفق عبر مساحات ضيقة. يُعدّ نقص الضغط الناتج في هذه المساحات حالة خاصة لمبدأ برنولي. عندما تهب الرياح بين صفوف ناطحات السحاب، قد يتسبب ضغط الهواء المنخفض خارج المباني في انهيار النوافذ.

■ **سؤال حول الشكل 18**
اقبل بكل الإجابات الصحيحة علميًا.

بعد القراءة

تمثيل الأدوار العلمية اطلب من الطلاب إجراء بحث عن برنولي وباسكال وإنجازاتهما التي ساعدت في استيعابنا للموائع. اطلب من طالبين تمثيل دور برنولي وباسكال ليقدما نتائج أبحاثهما إلى المجتمع العلمي. ويؤدّي باقي الطلاب دور علماء أقران يراجعون عملهما.

3 التقويم

التأكد من الفهم

حركي اطلب من الطلاب ملاحظة مبدأ باسكال عن طريق الضغط برفق على أحد أطراف البالون وملاحظة تأثير ذلك. اطلب استخدام مصطلحي الضغط والمائع لشرح الأمر الذي حدث عندما ضغط الطلاب برفق على البالون.

إعادة التدريس

الطفو اطلب من الطلاب اختيار العديد من الأشياء التي تغوص أو تطفو في الماء. اطلب منهم استخدام مصطلحات الكثافة والحجم والوزن لشرح سبب غوص الشيء أو طفوه. خ م

التقويم

العملية اطلب من كل طالب وضع فرضية حول ما سيحدث إذا أطلقوا الهواء بين علبتين فارغتين لمشروبات غازية، وذلك بعد وضعهما على جانبيهما على بُعد 2 cm بعضهما من بعض. اطلب منهم اختبار فرضياتهم. ستقترب العلبتان بعضهما من بعض.

■ **الشكل 18** يتدفق شراب نبات الفيفب ببطء لأنّ لديه لزوجة عالية.

حدّد أمثلة أخرى للسوائل التي لديها لزوجة عالية.

اللزوجة

تُعدّ قابلية المائع على التدفّق خاصية أخرى يتّصف بها المائع. على الرغم من أنّ كل الموائع تتدفّق، إلا أنّها تختلف في معدلات تدفقها. إنّ **اللزوجة** هي مقاومة المائع للتدفق. على سبيل المثال، عندما تأخذ شرابًا من الثلاجة وتسكبه، كما هو مبيّن في **الشكل 18** ستجد أنّ معدل تدفق الشراب بطيء. لكن إذا سخّنت هذا الشراب، فستزيد سرعة تدفقه كثيرًا. يتدفق الماء بسهولة لأنّ لديه لزوجة قليلة. بينما يتدفق الشراب البارد ببطء لأن لديه لزوجة عالية.

ما الذي يتسبّب في حدوث اللزوجة؟ عند إمالة وعاء السائل لتسمح له ببدء التدفق، ينقل الجزء المتدفق من السائل الطاقة إلى الجزء الساكن من السائل. نتيجة لذلك، يشدّ الجزء المتدفق من السائل الجزء الساكن، مما يتسبب في تدفقه أيضًا.

إذا لم يشد الجزء المتدفق الأجزاء الأخرى من السائل لتتحرّك بفاعلية، فيعني ذلك أنّ السائل لديه لزوجة عالية، ألا وهي المقاومة العالية للتدفق. إذا شدّ الجزء المتدفق الأجزاء الأخرى من السائل لتتحرّك بسهولة، فيعني ذلك أنّ السائل لديه لزوجة قليلة، ألا وهي المقاومة المنخفضة للتدفق.

القسم 2 مراجعة

ملخص القسم

- إذا كانت قوة الطفو المؤثّرة في جسم ما مساوية أو أكبر من قوة الجاذبية المؤثّرة في هذا الجسم، سيطفو الجسم. إذا كانت قوة الطفو المؤثّرة في جسم ما أقل من قوة الجاذبية المؤثّرة في هذا الجسم، سيغوص الجسم.
- ينص مبدأ باسكال على أنّ الضغط المؤثّر في المائع ينتقل خلال المائع.
- ينص مبدأ برنولي على أنّه كلما زادت السرعة المتجهة للمائع، قلّ الضغط الذي يؤثّر فيه هذا المائع.
- تُسمى مقاومة المائع للتدفق باللزوجة.

1. **صف** كيفية بذل الموائع للقوة على الأجسام. مراجعة
2. **اشرح** سبب طفو مركب من الفولاذ على الماء وغوص قالب من الفولاذ.
3. **اشرح** لماذا يؤدي الضغط على زجاجة الكاتشب البلاستيكية إلى دفع الكاتشب إلى الخارج من الأعلى.
4. **صف**، باستخدام مبدأ برنولي، طريقة رفع أسطح المباني في الأعاصير الضمية.
5. **التفكير الناقد** إذا نفخت بالونًا وربطته ثم أطلقته، فسيقع على الأرض. لماذا يقع بدلًا من أن يطفو؟ اشرح ما كان سيحدث لو احتوى البالون على الهيليوم بدلًا من الهواء.

تطبيق مفاهيم رياضية

6. **احسب القوة** تبلغ كثافة الماء 1.0 g/cm^3. ما حجم الماء بالكيلوجرام الذي يزيحه قالب مغمور يبلغ حجمه 120 cm^3؟ تذكر أنّ 1.0 kg يزن 9.8 N على الأرض. ما قوة الطفو المؤثّرة في القالب؟
7. **حل المعادلة** ما مقدار القوة الضرورية لرفع جسم يبلغ وزنه 21,000 N فوق مكبس تبلغ مساحته 0.060 m^2 إذا كانت مساحة المنصة التي تُرفع تبلغ 3.0 m^2؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 2 مراجعة

1. تبذل الموائع ضغطًا، وتنقل القوة بتساوٍ في كل مكان، ثم تتدفق.
2. إنّ الكثافة الكلية لسفينة ممتلئة بالهواء أقل من كثافة الماء. وكذلك كثافة القالب الفولاذي أكبر من كثافة الماء.
3. عندما تضغط على أحد أطراف حاوية الخردل، سينتقل الضغط عبر الخردل ليدفعه إلى أعلى الحاوية ليخرج.
4. تكوّن رياح الأعاصير السريعة الحركة منطقة ذات ضغط منخفض فوق السطح. فيصبح الضغط تحت السطح أكبر من الضغط فوق السطح، مما يدفع السطح إلى الأعلى.
5. إنّ الهواء الموجود في البالون مضغوط. لذلك، سيزيد وزنه عن قوة الطفو الخاصة بالهواء المحيط. بينما كثافة الهيليوم أقل من الهواء، لذا سيطفو البالون.

تطبيق مفاهيم رياضية

6. تبلغ كتلة الماء المُزاح 1.0 $g/cm^3 \times 120\ cm^3$، أو 120 g. وذلك يساوي 0.12 kg. تبلغ قوة الطفو 0.12 kg × 9.8 N/kg، أو 1.2 N.
7. $F_{\text{داخلة}} = A_{\text{داخلة}}/A_{\text{خارجة}} F_{\text{خارجة}}$ / $(0.060\ m^2)(21{,}000\ N) = 3.0\ m^2$ 420 N

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تهيئة للقراءة

الأسئلة الرئيسة

- كيف يضغط الغاز على الإناء الذي يوجد فيه؟
- كيف يتأثر الغاز عند تغيُّر الضغط أو درجة الحرارة أو الحجم؟

مفردات للمراجعة

درجة الحرارة temperature: مقياس متوسط الطاقة الحركية لكل الجسيمات الموجودة في جسم ما

مفردات جديدة

قانون بويل — boyle's law
قانون شارل — charles's law

سلوك الغازات

الفكرة الرئيسة **تستجيب الغازات للتغيُّرات في الضغط ودرجة الحرارة والحجم بطرق يمكن توقعها.**

روابط من القراءة بالحياة اليومية إذا سبق لك أن تسلّقت جبلًا، فمن المحتمل أن تكون قد عانيت من اللهاث لأنّ التنفّس يزداد صعوبة. تطير الطائرات النفاثة الحديثة على ارتفاعات أعلى بكثير يكون عندها التنفّس شبه مستحيل. يجب أن تكون مقصورات تلك الطائرات مزودة بهواء مضغوط بشكل خاص من أجل الأشخاص الذين على متنها. وللقيام بذلك بشكل فعّال، يجب فهم سلوك الغازات.

قانون بويل – الحجم والضغط

هل سبق لك أن رأيت بالون رصد جوي مثل ذلك المبيّن في **الشكل 19**؟ تحمل تلك البالونات أدوات استشعار إلى ارتفاعات عالية جدًا لاستكشاف معلومات عن الطقس. يُملأ بالون الرصد الجوي بالقرب من سطح الأرض بغاز منخفض الكثافة.

تذكّر أنّ الغاز يملأ الوعاء تمامًا. يبقى البالون منتفخًا بفعل التصادمات التي تحدث بين جسيمات الغاز داخل البالون والبالون نفسه. بمعنى آخر، ستؤدّي تلك التصادمات بين جسيمات الغاز والوعاء إلى ممارسة الغاز ضغطًا على الوعاء. كلما ارتفع البالون، قلّ ضغط الغلاف الجوي خارج البالون. يسمح هذا الانخفاض في الضغط للبالون بالتمدُّد، ليصل في النهاية إلى حجم يعادل ما بين 30 إلى 200 مثل حجمه الأصلي. يصف قانون بويل العلاقة بين ضغط الغاز وحجمه التي تفسّر سلوك بالونات الرصد الجوي.

التأكد من فهم النص صِف ما يحدث لبالونات الرصد الجوي أثناء ارتفاعها.

الشكل 19 يتمدّد بالون الرصد الجوي أثناء ارتفاعه بفعل نقص الضغط الخارجي. في نهاية الأمر، يتمزّق البالون وتسقط الأدوات مرة أخرى إلى الأرض.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 3

1 التركيز

الفكرة الرئيسة

الضغط قد يكون لدى الطلاب مسبقًا فكرة عن العلاقة بين درجة الحرارة والضغط والحجم. اسأل الطلاب عما قد يحدث إذا سخّنت إناء (وعاء أو علبة) مغلقًا ممتلئًا بالغاز أو وضعته في النار. ستختلف الإجابات، لكن سيشير معظمه إلى احتمالية انفجار الحاوية أو تمدُّدها. أخبر الطلاب أنّ الغازات تبذل ضغطًا زائدًا وغالبًا تزيد أحجامها بزيادة درجات الحرارة

الربط بالمعرفة السابقة

طقطقة الأذنان اسأل الطلاب ما إذا شعروا من قبل بطقطقة في آذانهم عند زيادة الارتفاع. ناقش تغيُّرات الضغط التي تتسبب في هذا.

الغازات المثالية أدى عمل بويل وشارل (بجانب برنولي، وباسكال، وآخرين) إلى تكوين نظرية عامة تشرح خواص الغازات، وهي النظرية الحركية. اطلب من الطلاب مراجعة الافتراضات الأربعة الخاصة بالنظرية الحركية (الموصوفة في القسم 1). 1. تتكوّن كل المواد من جسيمات دقيقة. 2. تكون الجسيمات في حالة حركة مستمرة عشوائية. 3. تصطدم الجسيمات ببعضها وبجُدُر الوعاء. 4. يمكن إهمال كمية الطاقة التي تفقدها الجسيمات نتيجة لتلك التصادمات. بينما يتعلّم الطلاب قانوني بويل وشارل، اطلب منهم محاولة شرح هذه القوانين من حيث سلوك الجسيمات التي تكوّن الغازات.

التأكد من فهم النص

تستمر بالونات الرصد الجوي في التمدُّد حتى تتمزق في النهاية وتهبط إلى الأرض.

القسم 3 • سلوك الغازات 457

2 التدريس

النشاط

البارومتر أحضر بارومترًا إلى الصف الدراسي. اطلب من الطلاب قياس الضغط وتسجيله، والاحتفاظ بسجل لحالات الطقس كل يوم لعدة أيام. اطلب منهم البحث في البيانات عن الارتباطات. قد يلاحظون أنّ الأيام ذات الضغط المنخفض تميل إلى أن تكون ملبدة بالغيوم مع وجود هطول، ولكن الأيام ذات الضغط المرتفع تكون على الأرجح صافية. تدم

مناقشة

غازات مضغوطة في رأيك، لماذا تُحفظ الغازات المستخدمة في الصناعة في أسطوانات مضغوطة؟ لتقليل الحجم الذي تشغله الغازات، مما يُسهّل عملية تخزينها ونقلها تعم

التأكد من فهم النص

بنقص الحجم، يزيد الضغط.

عرض توضيحي سريع

تغيير الحجم

المواد بالون، دبوس

الزمن المقدَّر 5 دقائق

الإجراء انفخ البالون واربط نهايته. اسأل الطلاب ما إذا كان مقدار الضغط أكبر داخل البالون أم خارجه. في الداخل اسأل الطلاب عما سيحدث إذا وخزت البالون بدبوس وسبب ذلك. سيصبح مقدار الضغط أكبر داخل البالون، لذا سيتدفق الهواء من الضغط المرتفع (داخل البالون) إلى الضغط المنخفض (خارج البالون). سيقلّ حجم البالون لأنّ الضغط قل عند وخز البالون بالدبوس.

■ **سؤال حول الشكل 20**
إذا تضاعف الضغط، ينخفض الحجم إلى النصف.

الحجم والضغط يمكن أن يتغيّر حجم البالون لأنّه مرن. وفي حالة بالون الرصد الجوي، يزداد الحجم عند انخفاض الضغط الخارجي. يستمر حجم الغاز الموجود داخل بالون الرصد الجوي في الازدياد حتى لا يتمكّن البالون من احتوائه. عند تلك المرحلة، يتمزّق البالون وتسقط أدوات الاستشعار التي كان يحملها على الأرض.

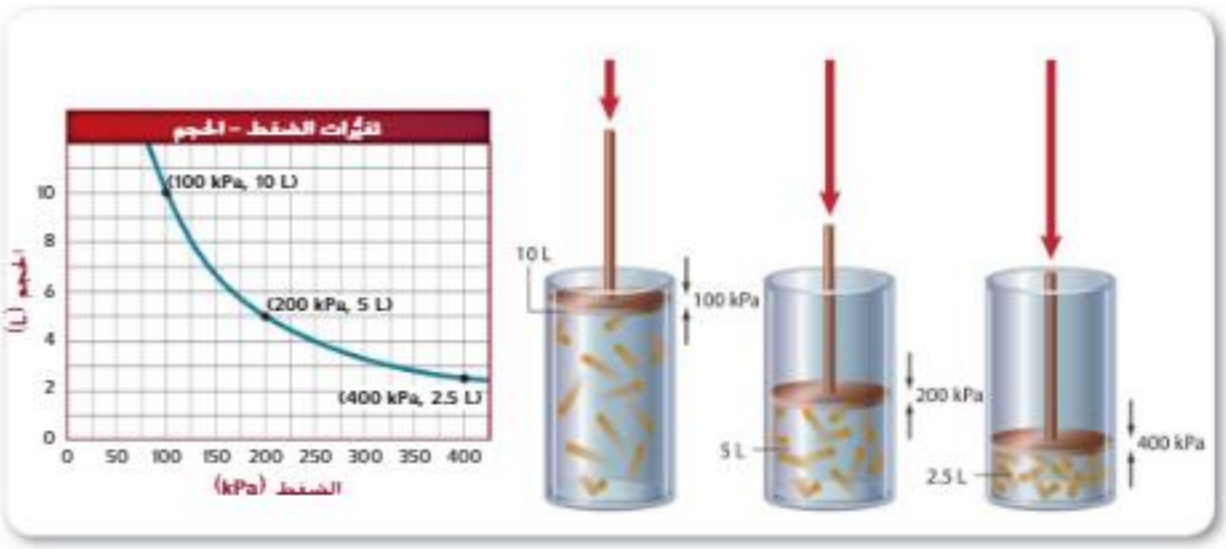
تستطيع من خلال بالون الرصد الجوي أن تعرف ما يحدث للحجم عند خفض الضغط. ماذا يحدث للضغط الناتج عن غاز إذا قلّصت حجمه — على سبيل المثال، بتقليل حجم الوعاء الذي يحتوي الغاز؟ فكّر في النظرية الحركية للمادة. يعتمد الضغط الناتج عن غاز على عدد مرات اصطدام جسيماته بجدران الوعاء. إذا أدخلت غازًا في مساحة أصغر، فستتصادم جسيماته مع الجدران بمعدّل أكبر، مسبّبة ازدياد الضغط. والعكس صحيح أيضًا. أي إذا منحت الجسيمات التي تكوّن الغاز مزيدًا من المساحة، بزيادة الحجم، فإنّها ستتصادم مع الجدران بمعدل أقل وسيقلّ الضغط الناتج عن الغاز.

التأكد من فهم النص اشرح العلاقة بين الضغط والحجم.

قام العالم البريطاني روبرت بويل (1627–1691) بوصف خاصية الغازات تلك. وفقًا **لقانون بويل**، إذا قلّلت حجم وعاء غاز مع إبقاء درجة الحرارة ثابتة، فإنّ الضغط الناتج عن الغاز سيزيد. كما تؤدّي زيادة حجم الوعاء إلى انخفاض الضغط، إذا بقيت درجة الحرارة ثابتة. يُبيّن **الشكل 20** هذه العلاقة عند تقليل حجم الغاز من 10 L إلى 5 L ثم إلى 2.5 L. لاحظ النقاط الواردة على التمثيل البياني التي تعبّر عن كل واحد من هذه الأحجام.

■ **الشكل 20** عند خفض الحجم، يزداد ضغط الغاز على جدران الوعاء الذي يحتويه. يوضح التمثيل البياني أدناه ما يحدث في الأسطوانات الصغيرة المجاورة له.

صِف ما يحدث لحجم الغاز إذا تمت مضاعفة الضغط عليه.



التدريس المتمايز

تحدي ذكر الطلاب بأنّ 1 باسكال يساوي 1 N من القوة المبذولة على مساحة تساوي $1\ m^2$. اطلب منهم تحويل هذا ليكتشفوا مقدار القوة التي يبذلها 1 باسكال على مساحة تساوي $1\ cm^2$. ثم اطلب منهم استخدام نتائجهم لاحتساب مقدار القوة التي يبذلها الضغط الجوي على مساحة تبلغ $1\ cm^2$.

$1\ m^2 = 10{,}000\ cm^2$؛ لذا، 1 باسكال = 1 N / $10{,}000\ cm^2$ = $0.0001\ N/cm^2$.
$1\ kPa = 0.1\ N/cm^2$؛ لذا، يبذل مقدار 101.3 kPa (من الضغط الجوي) قوة مقدارها 10.13 N على مساحة تبلغ $1\ cm^2$. تدم

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

معادلة للتعبير عن قانون بويل يمكن التعبير عن قانون بويل بواسطة معادلة رياضية. عند ثبوت درجة حرارة الغاز، لا يتغيّر أيٌّ من ناتج ضغط هذا الغاز أو حجمه.

معادلة قانون بويل

الضغط الابتدائي × الحجم الابتدائي = الضغط النهائي × الحجم النهائي

$$P_i V_i = P_f V_f$$

يساوي ناتج الضغط والحجم الابتدائيين، المشار إليهما بالرمز *i*، ناتج الضغط والحجم النهائيين، المشار إليهما بالرمز *f*. يمكنك استخدام تلك المعادلة لإيجاد قيمة مجهولة واحدة إذا كانت القيم الثلاث الأخرى معلومة.

تصحّ المعادلة أيًّا كانت وحدات الحجم أو الضغط، ما دمتَ تستخدم الوحدات نفسها لـ P_i وP_f وكذلك الوحدات نفسها لـ V_i وV_f.

مثال المسألة 3

قانون بويل بلغ حجم بالون رصد جوي 100.0 L عند إطلاقه من مستوى البحر، حيث بلغ الضغط 101 kPa. كم سيكون حجم البالون عندما يصل إلى ارتفاع يكون الضغط عنده 43.0 kPa؟

تحديد المجهول:
الحجم النهائي، V_f

وضع قائمة بالمعلوم:
الضغط الابتدائي، $P_i = 101\ kPa$
الحجم الابتدائي، $V_i = 100.0\ L$
الضغط النهائي، $P_f = 43.0\ kPa$

إعداد المسألة:

$$P_i V_i = P_f V_f$$

$$V_f = V_i \left(\frac{P_i}{P_f}\right)$$

حلُّ المسألة:

$$V_f = 100.0\ L \left(\frac{101\ kPa}{43.0\ kPa}\right) = 235\ L$$

التحقّق من الإجابة: يمكنك القيام بتقدير سريع للتحقُّق من إجابتك. انخفض الضغط إلى أكثر من النصف بقليل. لذلك، يجب أن يزيد الحجم إلى أكثر من الضعف بقليل. يبلغ الحجم النهائي الذي يساوي 235 L أكثر بقليل من ضعف الحجم الابتدائي الذي يساوي 100.0 L. لذا، تبدو الإجابة معقولة.

تطبيق

1. تشغل كمية من الهيليوم حجمًا قدره 11.0 L عند ضغط يبلغ 98.0 kPa. ما الحجم الجديد إذا انخفض الضغط إلى 86.2 kPa؟
2. **تحدٍّ** لبالون الرصد الجوي حجم قدره 90.0 L عند إطلاقه من مستوى البحر. ما ضغط الغلاف الجوي على البالون عندما يزداد حجمه إلى 175.0 L؟

استخدام الكلمات العلمية

أصل الكلمة إنّ كلمة غاز gas مشتقة من الكلمة اللاتينية *chaos*. اطلب من الطلاب البحث عن كلمة *chaos* في القاموس وتفسير سبب كونها المصطلح الملائم لشرح الغازات. تعني كلمة الفوضى حالة من الاضطراب. تبقى جسيمات الغاز في حالة من الاضطراب. ش م

دعم محتوى المعلّم

كرات التنس المضغوطة

عندما تكون الغازات في كرات التنس ذات ضغط مرتفع، سيزيد ارتداد الكرة إلى الأعلى. تأتي كرات التنس في عُلب مضغوطة حتى لا تتسرب الغازات التي تحتويها الكرات. ستفقد الكرات ضغط الغاز مع مرور الزمن بمجرد خروجها من العلبة.

تطبيق

1. $V_f = P_i V_i / P_f = 11.0\ L\ (98.0\ kPa) / 86.2\ kPa = 12.5\ L$
2. $P_i = 101\ kPa$; $P_f = (P_i V_i) / V_f = (90.0\ L \times 101\ kPa) / 175\ L = 51.9\ kPa$

استراتيجية القراءة

استدلّ تتطلب هذه المهارة القراءة بتمعّن لتفسير المعنى. قد يقرأ الطلاب: إذا انخفض الحجم، سيزيد الضغط. وقد يستدلون على: إذا زاد الحجم، سينخفض الضغط. اطلب منهم التدرب على تكوين استدلالات أثناء قراءتهم عن قوانين الغازات.

التدريس المتمايز

الطالب دون المستوى قبل أن يحل الطلاب مسألة حول قوانين الغازات، اطلب منهم وضع توقُّع حول الإجابة. وبعد أن يحلوا المسألة، اطلب منهم مقارنة توقعاتهم مع إجاباتهم. فعلى سبيل المثال، عندما يحل الطلاب مسألة عن قانون بويل حيث يزيد الضغط، يجب أن يتوقع الطلاب انخفاض الحجم. د م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

459 القسم 3 • سلوك الغازات

التعلم بالوسائل البصرية

الشكل 21 زوّد الطلاب بالعديد من درجات الحرارة المختلفة من التمثيل البياني، واطلب منهم أن يقرؤوا لك الحجم المرتبط بكل واحدة. ش م

■ **سؤال حول الشكل 21**
الغاز A

تجربة مصغرة

الهدف سيوضّح الطلاب قانون شارل

المواد بالون، وكأسان وماء مثلج ولوح تسخين

استراتيجيات التدريس

- إذا كان الطلاب يعانون حساسية تجاه اللاتكس، فاستخدم بالونات غير مصنوعة من اللاتكس.
- يجب على الطلاب ترك البالونات فوق الكؤوس لعدة دقائق.

استكشاف المشكلات وإصلاحها

ستزيد سرعة انكماش البالون إذا كان ملامسًا للماء البارد.

التحليل

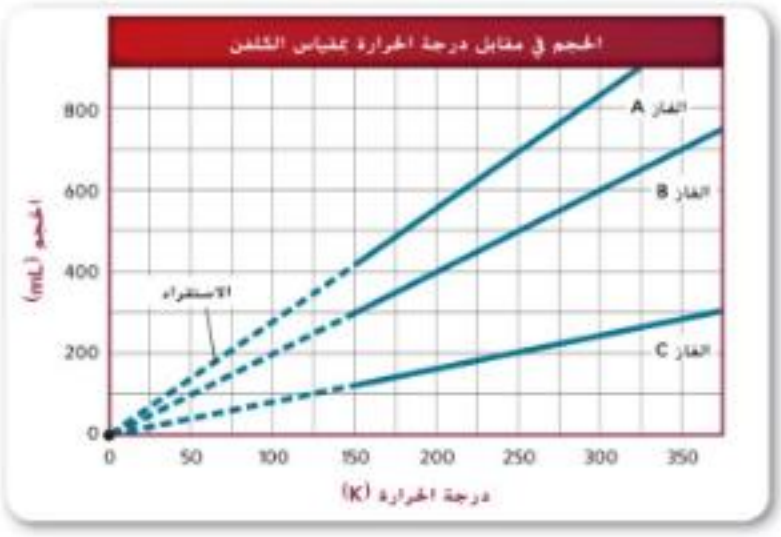
1. قلت سرعة الجسيمات المكوّنة للغاز، مما قلل الضغط على البالون، فانكمش.
2. زادت سرعة الجسيمات المكوّنة للغاز، مما زود الضغط على البالون، فزاد حجمه.

التقويم

العملية اطلب من الطلاب إعادة البالون إلى درجة حرارة الغرفة وتدوين ملاحظاتهم.

■ **الشكل 21** عند ارتفاع درجة حرارة عيّنة من غاز عند ثبوت الضغط، فإنّ الحجم أيضًا يزيد. تمثّل الخطوط المنقّطة استقراءات لبيانات التجربة. لاحظ أنّ كلّ الخطوط المنقطة تلتقي عند درجة الحرارة 0 K.

حدّد الغاز الذي حصل له أكبر تغيُّر في الحجم.



تجربة مصغرة

ملاحظة الضغط

الإجراء

1. اقرأ الإجراء وحدّد المخاطر المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. انفخ بالونًا حتى نصف حجمه تقريبًا.
3. ضع البالون على إناء مملوء بماء مثلج لمدة خمس دقائق. ولاحظ النتائج.
4. قم بتسخين إناء آخر مملوء بالماء على لوح تسخين حتى يقترب من الغليان. أزل الإناء من فوق لوح التسخين.
5. ضع البالون على إناء مملوء بماء ساخن لمدة خمس دقائق ولاحظ النتائج. احرص على عدم ملامسة البالون للوح التسخين.

التحليل

1. اشرح ما حدث للبالون عندما وضعته على الإناء المملوء بالماء المثلج.
2. اشرح ما حدث للبالون عندما وضعته على الإناء المملوء بالماء الساخن.

قانون شارل — درجة الحرارة والحجم

إذا شاهدت بالون الهواء الساخن أثناء نفخه، فستعرف أنّ الغازات تتمدّد عند تسخينها. لاحظ العالم الفرنسي جاك شارل (1746–1823) ذلك أيضًا. بحسب **قانون شارل**، يزداد حجم الغاز عند ارتفاع درجة الحرارة، طالما أنّ الضغط على الغاز لا يتغيّر. على غرار قانون بويل، فإنّ العكس صحيح أيضًا. ينكمش حجم المادة الغازية عند خفض درجة الحرارة، كما هو مُبيّن في **الشكل 21**.

النظرية الحركية وقانون شارل يمكن تفسير قانون شارل باستخدام النظرية الحركية للمادة. عند تسخين الغاز، تزداد سرعة حركة الجسيمات التي تكوّن الغاز. ونتيجة لذلك، تصطدم تلك الجسيمات بجدران وعائها بمعدل أكبر وبقوة أكثر. في بالون الهواء الساخن، لدى الجدران مساحة للتمدّد. لذلك، فبدلًا من ازدياد الضغط، يزداد الحجم.

معادلة للتعبير عن قانون شارل مثل قانون بويل، يمكن التعبير عن قانون شارل رياضيًا. عند ثبوت الضغط الواقع على غاز ما، لا تتغيّر النسبة بين الحجم ودرجة الحرارة المطلقة. إنّ درجة الحرارة المطلقة عبارة عن درجة الحرارة بمقياس كلفن.

معادلة قانون شارل

$$\frac{\text{الحجم الابتدائي}}{\text{درجة الحرارة الابتدائية (K)}} = \frac{\text{الحجم النهائي}}{\text{درجة الحرارة النهائية (K)}}$$

$$\frac{V_i}{T_i} = \frac{V_f}{T_f}$$

يوضّح هذا الأمر أنّ النسبة بين الحجم الابتدائي ودرجة الحرارة الابتدائية تساوي النسبة بين الحجم النهائي ودرجة الحرارة النهائية. تذكّر أنّ درجة الحرارة يجب أن تكون بمقياس كلفن.

تحديد المفاهيم الخاطئة

مقاييس درجة الحرارة قد لا يفهم الطلاب الأحجام النسبية لوحدات درجة الحرارة. قد يعتقدون أنّ $1K = 1°C = 1°F$. وعلى الرغم من أنّ حجم وحدة من الكلفن يساوي حجم درجة سيليزية بالفعل، إلا أنّ درجة الفهرنهايت أقل بكثير (تقريبًا نصف الحجم).

بعد القراءة

قوانين الغازات بصورة عملية اطلب من الطلاب القيام بالعصف الذهني للوصول إلى أمثلة على قوانين الغازات في الحياة اليومية. ومع كل مثال، اطلب منهم شرح طريقة تمثيل هذا العلاقة بين كل من الضغط والحجم ودرجة الحرارة. ستختلف الإجابات. قد تشمل الأمثلة أواني الطهي بالضغط (ضغط متزايد مع درجة حرارة متزايدة)؛ وبالونات الرصد الجوي (حجم متزايد مع ضغط منخفض)؛ وإطارات عجلة أو سيارة مفرغة جزئيًا من الهواء في يوم بارد (حجم وضغط منخفضان مع درجة حرارة منخفضة).

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

460 الوحدة 16 • المواد الصلبة والسائلة والغازية

مثال المسألة 4

استخدام قانون شارل وُضع بالون حجمه 2.0 L في درجة حرارة الغرفة (20.0°C) في ثلاجة عند 3.0°C. ما حجم البالون بعد أن يبرد في الثلاجة؟

تحديد المجهول: الحجم النهائي، V_f

وضع قائمة بالمعلوم: الحجم الابتدائي، $V_i = 2.0\ L$

درجة الحرارة الابتدائية، $T_i = 20°C = 20.0°C + 273 = 293\ K$

درجة الحرارة النهائية، $T_f = 3.0°C = 3.0°C + 273 = 276\ K$

إعداد المسألة:

$$\frac{V_i}{T_i} = \frac{V_f}{T_f}$$

$$V_f = V_i\left(\frac{T_f}{T_i}\right)$$

حلُّ المسألة:

$$V_f = 2.0\ L\left(\frac{276\ K}{239\ K}\right)$$
$$= 2.3\ L$$

التحقّق من الإجابة: لنعتبر التجربة **طريقة جيدة للتحقُّق من إجابتك في هذه المسألة!** إذا وضعت البالون في ثلاجة، ستلاحظ أنّ البالون ينكمش، لكن ليس بدرجة كبيرة، الأمر الذي يتوافق مع إجابتنا أعلاه.

تطبيق

1. كم سيكون الحجم النهائي للبالون المذكور في مثال المسألة أعلاه إذا وُضع في مُبرِّد درجة حرارته 18°C-؟
2. **تحفيز** يجري تسخين غاز حتى يتمدَّد من حجم قدره 1.0 L إلى حجم قدره 1.5 L. فإذا كانت درجة الحرارة الابتدائية للغاز 5.0°C، ما درجة الحرارة النهائية له؟

القسم 3 مراجعة

ملخص القسم

- ينص قانون بويل على أنّه إذا كانت درجة الحرارة ثابتة، فإنّ ضغط غاز ما يزيد عندما ينخفض حجمه.
- ينص قانون شارل على أنّه، عند ثبات الضغط، فإنّ حجم غاز ما يزيد مع ارتفاع درجة الحرارة.
- يمكن التعبير عن كل من قانون بويل وقانون شارل بمعادلات رياضية.

1. **صِف** ما الذي قد يحدث لحجم غاز ما إذا انخفض الضغط عليه ثم ارتفعت درجة حرارته.
2. **توقَّع**، باستخدام قانون بويل، ما سيحدث لبالون يأخذه أحد غواصي المحيط إلى ضغط يساوي 202 kPa.
3. **التفكير الناقد** توقَّع ما قد يحدث لحجم غاز ما إذا تضاعف الضغط عليه ثم تضاعفت درجة حرارته المطلقة.

تطبيق مفاهيم رياضية

4. **احسب الحجم** لبالون هيليوم حجم يساوي 2.00 L عند ضغط يساوي 101 kPa. وبارتفاع البالون، ينخفض الضغط إلى 97.0 kPa. ما الحجم الجديد؟
5. **حُلّ معادلات ذات خطوة واحدة** إذا جرى تسخين بالون يساوي حجمه 5 L بيطء بحيث ترتفع درجة حرارته من 25°C إلى 30°C. فما الحجم الجديد للبالون؟

تطبيق

1. 1.7 L
2. 144°C

3 التقويم

التأكد من الفهم

مرئي مكاني ضع مقدار 20 mL من الماء في علبة مشروبات غازية فارغة مصنوعة من الألمنيوم، وضعها على لوح تسخين لتغلي. بعد امتلاء العلبة بالبخار، أمسكها بملقط أو مماسك مقاومة للحرارة، ثم أسقطها في ماء مثلج حتى تنغلص إلى الداخل. اطلب من الطلاب الاستدلال على العلاقة بين كل من الحجم ودرجة الحرارة والضغط، بناء على النتائج التي توصلوا إليها. كلما انخفضت درجة الحرارة، انخفض الضغط والحجم. ش م

إعادة التدريس

تغيير الحجم اطلب من الطلاب احتجاز عينة من الهواء في أكياس بلاستيكية قوية قابلة للغلق، ووضعها في بيت الثلج. اطلب منهم إخراج الكيس في اليوم التالي، وأن يتركوه مغلقًا، ثم يقوموا بتدفئته بواسطة مجفف الشعر أو الماء الدافئ. اطلب من الطلاب شرح ملاحظاتهم. انخفض حجم الهواء في بيت الثلج وزاد عندما زادت درجة الحرارة. ش م

التقويم

المحتوى اطلب من الطلاب كتابة أسئلة عن سلوك الغازات. واطلب من طلاب آخرين الإجابة عنها. تحقق من الإجابات للتأكد من دقتها.

القسم 3 مراجعة

1. سيزيد الحجم. سيسبّب التغييران زيادة في الحجم.
2. سينخفض حجم البالون إلى النصف تقريباً، لأنّ الضغط تضاعف.
3. إذا تضاعف الضغط، فسينخفض الحجم إلى النصف. إذا تضاعفت درجة الحرارة، فسيتضاعف الحجم. فيلغي هذان التغييران بعضهما، وهكذا يظل الحجم ثابتًا.

تطبيق مفاهيم رياضية

4. $V_f = P_iV_i / P_f = (101\ kPa)(2.00\ L) / 97.0\ kPa = 2.08\ L$
5. $5\ L(303\ K / 298\ K) = 5.1\ L$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تجربة

التحضير

الهدف سيلاحظ الطلاب حركة مادة صلبة ويقيسونها من خلال السوائل ذات اللزوجات المختلفة

مهارات العملية الملاحظة والقياس واستخدام الأعداد وإنشاء جداول واستخدامها وإنشاء تمثيلات بيانية واستخدامها وإدراك السبب والنتيجة والتحكّم بالمتغيّرات وتفسير البيانات

الزمن المطلوب 30 دقيقة

المواد احرص على تضمين مواد تتنوع لزوجاتها. تكون لزوجة الماء والكحول وزيت الذرة منخفضة نسبيًا، لكن لزوجة العسل الأسود تكون عالية نسبيًا.

الإجراء

- سيكون من الأسهل على الطلاب القيام بهذه التجربة في مجموعات ثنائية.
- سينسكب بعض هذه السوائل على الأرجح أثناء القيام بهذه التجربة. لذا احرص على أنّ ينظف الطلاب مناطق عملهم ويغسلوا أيديهم بعد القيام بهذه التجربة.
- اطلب من طلابك اتّخاذ قرارت حكيمة حول إعادة استخدام المواد لكل محاولة من محاولاتهم.

استكشاف المشكلات وإصلاحها قد يحتاج الطلاب إلى استخدام الماء الساخن والصابون لتنظيف الجسم الكروي قبل نقله بين السوائل.

تجربة لزوجة السوائل الشائعة

الأهداف

- **لاحظ وقارن** بين لزوجة السوائل الشائعة.

الخلفية: تُسمى مقاومة السائل للتدفق باللزوجة ويمكن قياسها والمقارنة بينها. وتحظى اللزوجة بأهمية خاصة في زيوت المحركات. فلزوجة زيت المحرك مهمّة للسيارة لأنّ الزيت يحافظ على تشحيم المحرك. يجب أن يلتصق الزيت بالأجزاء المتحرّكة ولا يتسرّب. إذا لم يكن المحرك مشحمًا بشكل جيد، فسيتلف في النهاية. يجب أن يحافظ زيت المحرك على لزوجته في كل أحوال الطقس، من الحرارة الشديدة في الصيف إلى البرد القارس في الشتاء.

السؤال: كيف يمكن أن يدرس المهندسون الكيميائيون اللزوجة حتى ينتجوا زيوت محركات أفضل؟

التحضير

المواد

(3) سوائل منزلية عند درجة حرارة الغرفة، مثل منظف الأطباق وشراب الذرة وشراب نحلية الحلوى والشامبو والزيت النباتي والخل والعسل الأسود والماء
(3) مخابير مدرجة متماثلة
جسم كروي (كرة زجاجية أو كرة من الفولاذ)
مسطرة مترية
ساعة توقيت

احتياطات السلامة

تخلّص من السوائل بحسب إرشادات معلمك.

الإجراء

1. اقرأ الإجراء وحدد المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. قم بقياس كميات متساوية من السوائل لاختبارها في المخابير المدرجة.

3. قم بقياس ارتفاعات السوائل بواسطة المسطرة.
4. انسخ جدول البيانات الوارد في الصفحة التالية على ورقة منفصلة.
5. ضع الجسم الكروي على سطح السائل. باستخدام ساعة توقيت، قم بقياس الزمن الذي يستغرقه الجسم ليصل إلى قاع السائل ثم سجّله.
6. احسب سرعة الجسم الكروي بواسطة قياسات المسافة والزمن لديك.
7. أزل الجسم الكروي ثم كرّر الخطوتين 5 و6 مرتين إضافيتين للسائل نفسه.
8. اغسل الجسم الكروي وجفّفه.
9. كرّر الخطوات 5 و6 و7 لسائلين آخرين.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تجربة استقصائية بديلة

نقل السوائل اللزجة لكي تجعل هذه التجربة تجربة للاستقصاء، اطلب من الطلاب القيام بعصف ذهني للتوصل إلى أنواع مختلفة من الظروف الصناعية التي يجب التحكم بلزوجة المائع فيها. على سبيل المثال، هل سيكون من الأسهل تفريغ حمولة عربة قطار ناقلة للسوائل ممتلئة بشراب الذرة إذا كانت درجة الحرارة 5°C؟ ما الذي يمكن القيام به لتسهيل هذه المهمة؟ كيف سيتمكن المهندسون من التحكم بلزوجة شراب الذرة وتصميم نظام ضخ يستطيع ضخ الكمية المناسبة من شراب الذرة في أحواض من الكانشب أثناء المعالجة؟ قد يجري الطلاب تجارب أو يرسمون رسومًا تخطيطية لاختبار أفكارهم أو شرحها. وستسهم هذه التجربة في تحسين مهارات حل المشكلات لدى الطلاب.

462 الوحدة 16 • المواد الصلبة والسائلة والغازية

تجربة

حلّل بياناتك

1. **مثّل** متوسط سرعة الجسم الكروي لكل سائل تمثيلًا بيانيًا بالأعمدة.
2. **فسّر البيانات** ما السائل الذي تحرّك فيه الجسم الكروي بأقصى سرعة؟ هل ستكون لزوجة هذا السائل عالية أم منخفضة؟ اشرح.
3. **حدّد** على الأقل ثلاثة مصادر محتملة للخطأ في هذه التجربة.

استنتج وطبّق

1. **استدلّ** هل سيختلف الأمر إذا رميت أو ألقيت الكرة في السائل بدلًا من وضعها فيه؟ اشرح إجابتك.
2. **صمّم** تحقيقًا لتحديد تأثير درجة الحرارة في لزوجة السائل.
3. **اشرح** أيّ من السوائل التي اختبرتها سيمثّل على الأرجح أفضل مادة تشحيم لمحرك السيارة؟ اشرح إجابتك.

جدول البيانات

المادة	المحاولات	ارتفاع السائل (cm)	الزمن (s)	السرعة (cm/s)

شارك

بياناتك

نشاط تعاوني تشارك مع زملائك في إجراء بحث عن أنواع مختلفة من السوائل تُستخدم لتشحيم محركات السيارات. هل ستوصي السائق باستخدام النوع نفسه طوال العام؟ اشرح.

حلّل بياناتك

1. تحقق من عمل الطلاب. تأكد من أنهم مثلوا السرعة بيانيًا وليس الزمن.
2. ستتنوّع الإجابات بحسب السوائل المستخدمة. السائل الذي تحرّك فيه الجسم الكروي بأقصى سرعة ستكون لزوجته منخفضة.
3. اقبل بكل الإجابات الصحيحة علميًا . تتضمن المصادر المحتملة للخطأ اختلاف الارتفاعات التي أسقط الجسم الكروي منها، عدم تساوي ارتفاعات السوائل، اختلاف درجة الحرارة بين السوائل. قد يكون لدى الطلاب أمثلة أخرى.

تحليل الخطأ قد تحدث مشكلات إذا ألقى الطلاب الجسم الكروي أو أسقطوه في السوائل، أو إذا لم يكونوا حريصين على ملاحظة حركة الجسم الكروي وتوقيته.

استنتج وطبّق

1. إذا إسقطت الجسم الكروي في السائل، فستزيد سرعة تحركه لأنّ قوة إسقاطك زوّدته بسرعة متجهة مبدئية. ما دمت تسقطه بالقوة نفسها كل مرة، فلن تتغيّر نتائجك.
2. إذا قمت بتبريد السائل الأبطأ، فستزيد لزوجته لأنّ جسيماته ستقل سرعتها.
3. ستتنوّع الإجابات. يجب أن يشير الطلاب إلى أنّ إحدى المواد اللزجة يمكن أنّ تكون مفيدة في تشحيم أجزاء المحرّك، لأنّ لزوجة هذا السائل قد تمنع أجزاء المحرّك من الاحتكاك ببعضها.

التقويم

العملية اطلب من الطلاب وضع فرضية حول طريقة اختلاف نتائجهم إذا استخدموا مشابك الورق بدلًا من الأجسام الكروية في النشاط. ثم اطلب منهم اختبار فرضياتهم باستخدام أحد السوائل.

القراءة النشطة

يوميات تأملية في هذه الاستراتيجية، يحدّد الطلاب الأنشطة وما تعلموه ويدونون إجاباتهم عن الأنشطة. اطلب من الطلاب تقسيم الورق إلى عدّة أعمدة. اطلب منهم تدوين أفكارهم تحت عناوين مثل ما تعلمته وأسئلة لدي ومفاجآت اختبرتها. اطلب من كل طالب كتابة يوميات تأملية كمدخل إلى هذه التجربة.

شارك

بياناتك

اطلب من الطلاب استخدام برنامج متعدّد الوسائط لعرض نتائجهم. يجب أن يستخدم الطلاب بيانات المختبر أو أبحاثه لدعم توصياتهم.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الهدف

توجد الغالبية العظمى لكتلة الكون في شكل غير معروف. تُعدّ قصة طريقة تحوُّل المادة المظلمة إلى موضوع بحث مهم مثالًا جيدًا على أنّ المعرفة العلمية آخذة في التقدم.

الخلفية

- أدى عمل روبين حول مجرة المرأة المسلسلة إلى قياس السرعة المتجهة الدورانية للأجسام في المجرة على بُعد مسافات مختلفة من مركز المجرة. تتوقع قوانين نيوتن للحركة والجاذبية أنّ الأجسام الأبعد عن المركز يجب أن تدور ببطء أكثر. وأظهرت قياساتها أنّ السرعة الدورانية لم تنخفض، مما يشير إلى أنه على الرغم من تركُّز معظم المادة الطبيعية في المركز، إلا أنّ معظم كتلة المجرة لا تتركز في المركز.
- إنّ الكاشف المُبيّن في **الشكل 2** موجود على عمق 730 m تحت الأرض في منجم حديد مينيسوتا الذي تحوّل إلى منشأة أبحاث حديثة. يساعد وجود الجهاز تحت الأرض على حمايته من التدخل الخارجي. على الرغم من أنّ الجهاز لم يكشف عن المادة المظلمة بعد، إلا أنّه ساعد على حصر مجال جسيمات المادة المظلمة المحتملة عن طريق القياسات التي أخذها.

استراتيجيات التدريس

- ناقش مصطلحَي "المجرة" و"الكون". لا يزال عدد المجرات في الكون سؤالًا مفتوحًا، لكنّ أفضل التقديرات تشير إلى أنّ العدد يبلغ 100 مليار على الأقل وربما يصل إلى 500 مليار.
- ناقش مع الطلاب أنّ معظم ما نعرفه عن الكون يعتمد على ملاحظة الضوء القادم من مصادر بعيدة. تُستخدم كل ألوان طيف المجهر الإلكتروني، ليس فقط الضوء المرئي، لدراسة الأجسام الفلكية. إنّ حقيقة عدم إصدار المادة المظلمة للضوء تعني أنّ وجودها يجب الاستدلال عليه من الملاحظات حول أجسام فلكية أخرى.

الكشف عن المادة المظلمة

إنّ مجرة المرأة المسلسلة، المبيّنة في **الشكل 1**، هي مجموعة مكوّنة من تريليون نجم تقريبًا تربطها قوة الجاذبية معًا. يقدّر العلماء أنّ المادة التي نراها والتي تكوّن النجوم والكواكب وسحب الغازات في المجرة، تشغل حوالي 15 % من كتلة المجرة. بينما تظهر نسبة 85 % المتبقية من كتلة المجرة في شكل لا نفهمه حاليًا.

الكتلة "المفقودة" اقترح فريتز زفيكي الذي عمل في ثلاثينيات القرن العشرين على تأثيرات الجاذبية في حركة المجرات، أنّ هذا القدر من المادة في الكون لا يصدر الضوء أو يمتصه. وعلى الرغم من أنّ بيانات زفيكي أشارت إلى وجود "مادة مظلمة" غامضة، إلا أنّ الكثيرين تجاهلوا فكرته لأنّ قياساته لم تكن دقيقة بالشكل الكافي لإقناعهم.

بيانات جديدة، اهتمام متجدّد في سبعينيات القرن العشرين، استخدمت عالمة الفلك فيرا روبين تكنولوجيا متطوّرة حديثًا لتدرس الضوء القادم من مجرة المرأة المسلسلة. دعمت بياناتها الدقيقة للغاية وجود المادة المظلمة وجدّدت الاهتمام بالتحقيق في اقتراح زفيكي. يحقّق العلماء اليوم في المادة المظلمة في محاولة لفهم نسبة 85 % من الكون التي لم تفسّرها المعرفة العلمية الحالية.

الشكل 2 تحاول هذه الكاشفات قياس التداخلات النادرة من خلال البحث عن المادة المضادة والمادة المظلمة، وقياس الأشعة الكونية.

جسيمات غير مكتشفة يحاول العلماء في سعيهم لتفسير المادة المظلمة الكشف عن الجسيمات الضخمة التي لا تتفاعل عادةً مع جسيمات أخرى. يتطلّب الكشف عن هذه الجسيمات أدوات حساسة، مثل الأدوات المبيّنة في **الشكل 2**. لقد باءت كل المحاولات للكشف عن جسيمات المادة المظلمة حتى الآن بالفشل.

نظرية جديدة للجاذبية يحاول بعض العلماء تطوير نظرية عن الجاذبية تشرح حركة المجرات البعيدة من دون الاعتماد على الجسيمات الغامضة غير المكتشفة. ومع ذلك، لم تقدر أيّ من هذه الافتراحات على تفسير الظاهرة الملاحظة حتى الآن. ستظل المادة المظلمة لغزًا علميًا حتى يتمّ اكتشاف جسيم جديد أو صياغة نظرية جديدة.

الشكل 1 يتركّز الكثير من المادة المرئية في مركز مجرة المرأة المسلسلة، بينما تنتشر المادة المظلمة في كلّ مكان.

وصف المادة المظلمة

تُعرَف الجسيمات غير المكتشَفة من المادة المظلمة عادة بالاختصار الوسفي WIMP. ماذا يعني WIMP؟ لماذا يُعدّ ذلك وصفًا دقيقًا للجسيمات موضوع البحث؟

النتائج المتوقعة

يرمز الاختصار WIMP إلى الجسيمات الضخمة ضعيفة التفاعل. على الرغم من أنّ الطبيعة المحددة للجسيمات الضخمة ضعيفة التفاعل غير معروفة، إلا أنّ خصائصها المميّزة تتمثّل في أنها لا تتفاعل بسهولة، وأنّ لديها الكتلة الكافية لإحداث تأثيرات الجاذبية الملاحَظة في المجرات البعيدة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 16 دليل الدراسة

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

القسم 1 المادة والطاقة الحرارية

درجة الغليان	boiling point
حرارة الانصهار	heat of fusion
حرارة التبخر	heat of vaporization
النظرية الحركية	kinetic theory
درجة الانصهار	melting point
البلازما	plasma
التسامي	sublimation
التمدّد الحراري	thermal expansion

الفكرة الرئيسة يمكن أن توجد المادة في صورة صلبة أو سائلة أو غازية أو بلازمية.

- إنّ النظرية الحركية هي تفسير لسلوك الجسيمات التي تكوّن الغازات.
- إنّ الطاقة الحرارية هي الطاقة الإجمالية للجسيمات التي تكوّن مادة ما، بما في ذلك الطاقة الحركية وطاقة الوضع.
- إنّ درجة الحرارة هي متوسط الطاقة الحركية لمادة ما.

القسم 2 خواص الموائع

الطفو	buoyancy
الضغط	pressure
اللزوجة	viscosity

الفكرة الرئيسة تتدفّق الموائع ولها قوى تؤثّر في الأجسام.

- إذا كانت قوة الطفو المؤثرة في جسم ما مساوية أو أكبر من قوة الجاذبية المؤثرة في هذا الجسم، سيطفو الجسم. إذا كانت قوة الطفو المؤثرة في جسم ما أقل من قوة الجاذبية المؤثرة في هذا الجسم، سيغوص الجسم.
- ينص مبدأ باسكال على أنّ الضغط المؤثر في المائع ينتقل خلال المائع.
- ينص مبدأ برنولي على أنّه كلما ازدادت السرعة المتجهة للمائع، قلّ الضغط الذي يؤثر فيه هذا المائع.
- تُسمى مقاومة المائع للتدفق باللزوجة.

القسم 3 سلوك الغازات

قانون بويل	boyle's law
قانون شارل	charles's law

الفكرة الرئيسة تستجيب الغازات للتغيُّرات في الضغط ودرجة الحرارة والحجم بطرق يمكن توقعها.

- ينص قانون بويل على أنّه إذا كانت درجة الحرارة ثابتة، فإنّ ضغط غاز ما يزيد عندما ينخفض حجمه.
- ينص قانون شارل على أنه عند ثبات الضغط، فإن حجم غاز ما يزيد مع ارتفاع درجة الحرارة.
- يمكن التعبير عن كل من قانون بويل وقانون شارل بمعادلات رياضية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 16 • دليل الدراسة 465

الوحدة 16 دليل الدراسة

استخدام المفردات

1. ينص قانون شارل على أنّ الحجم يزيد بزيادة درجة الحرارة (تحت ضغط ثابت).
2. يُقاس الضغط وفق النظام الدولي للوحدات بالباسكال.
3. إنّ الضغط عبارة عن كمية القوة المبذولة على وحدة المساحة.
4. تبدأ المادة الصلبة في التحول إلى سائلة عندما تصل إلى درجة انصهارها.
5. تُستخدم النظرية الحركية لتفسير سلوك الجسيمات في الغازات.
6. إنّ الطفو عبارة عن قدرة المائع على بذل قوة دفع إلى الأعلى على جسم مغمور فيه.

التأكد من المفاهيم

7. B
8. D
9. A
10. B
11. C
12. C
13. A

تفسير المخططات

14. a. يُدفأ الجليد حتى يصل إلى درجة انصهاره.
b. يمتص الجليد الطاقة وينصهر.
c. يُدفأ الماء في الحالة السائلة.
d. يمتص السائل الطاقة ويغلي.
e. يُدفأ الماء في الحالة الغازية.

الوحدة 16 مراجعة

استخدام المفردات

أجب عن كل سؤال باستخدام المصطلح الصحيح من دليل الدراسة.

1. ما القانون الذي ينص على أنّ الحجم يزداد مع ارتفاع درجة الحرارة (تحت ضغط ثابت)؟
2. ما وحدة قياس الضغط وفقًا للنظام الدولي للوحدات؟
3. ما المصطلح المستخدم لوصف مقدار القوة المؤثرة في كل وحدة مساحة؟
4. ما درجة الحرارة التي تبدأ عندها المادة الصلبة في التحوُّل إلى مادة سائلة؟
5. ما النظرية التي تُستخدم لتفسير سلوك الجسيمات في الغازات؟
6. ما المقصود بقدرة المائع على التأثير بقوّة دفع إلى الأعلى في الجسم؟

التأكد من المفاهيم

7. عند أي درجة حرارة يساوي ضغط البخار في السائل الضغط الخارجي المؤثّر في هذا السائل؟
A) الصفر المطلق C) درجة الانصهار
B) درجة الغليان D) حرارة الانصهار

8. ما أكثر حالات المادة شيوعًا في الكون؟
A) الصلبة C) السائلة
B) الغازية D) البلازمية

9. ما مقدار الطاقة المطلوبة لتحويل مادة صلبة إلى سائلة عند درجة انصهارها؟
A) حرارة الانصهار
B) درجة الحرارة
C) حرارة التبخر
D) الصفر المطلق

10. أي مما يلي هو وحدة قياس الضغط؟
A) الجرام C) النيوتن
B) الكيلو باسكال D) الكيلوجرام

استخدم الشكل أدناه للإجابة عن السؤال 11.

11. ما القوة التي يمثّلها السهم المتجه إلى الأعلى في الرسم التخطيطي أعلاه؟
A) الضغط C) قوة الطفو
B) الكثافة D) قوة الجاذبية

12. أي مما يلي يستخدم مبدأ باسكال؟
A) الديناميكا الهوائية C) المصعد الهيدروليكي
B) الطفو D) تغيُّرات الحالة

13. أي مما يلي يوظف مبدأ برنولي؟
A) الخرطوم المنتهي برشاش C) المكبس
B) الزلاجة D) لوح التزلج

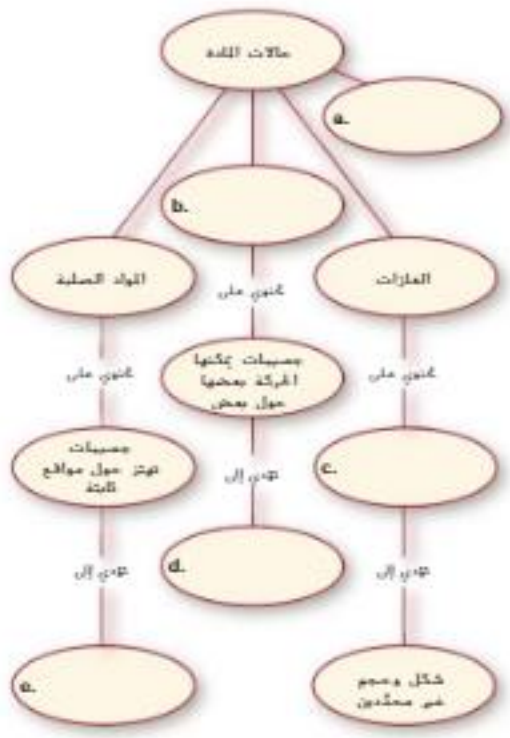
تفسير المخططات

استخدم الشكل أدناه للإجابة عن السؤال 14.

14. فكرة رئيسة قام طالب بتسخين الجليد بشكل مستمر حتى تحوّل إلى بخار، ثم مثّل بيانيًا التغيُّر في درجة الحرارة مع مرور الزمن. اشرح ماذا يحدث عند كل حرف (A وB وC وD وE) في التمثيل البياني المبيّن أعلاه.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

15. **الموضوع المحوري** انسخ خريطة المفاهيم الواردة وأكملها.



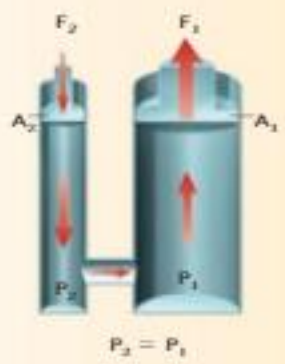
التفكير الناقد

16. **صِف** التغيّرات التي تحدث داخل بالون من الهيليوم أثناء ارتفاعه عن مستوى سطح البحر.
17. **اشرح** تعد مياه البحر الميت محلولًا كثيفًا جدًا لدرجة أنّه يمكنك الطفو عليه بسهولة. اشرح لماذا تكون قادرًا على الطفو بسهولة باستخدام مصطلحَي الكثافة وقوة الطفو.
18. **صِف** كيف ستشكل قطعة من رقائق الألمنيوم لتكون قادرة على الطفو على سطح الماء.
19. **توقّع** ماذا سيحدث للبلازما إذا وضعتها في غرفة جدرانها موجبة الشحنة.

تطبيق مفاهيم رياضية

20. **احسب** يبلغ حجم عينة من الغاز 25 L عند ضغط 200 kPa ودرجة حرارة 25°C. ماذا سيكون حجم هذه العيّنة إذا ارتفع الضغط إلى 250 kPa وانخفضت درجة الحرارة إلى 0°C؟
21. **احسب** يبلغ ضغط الماء عند قاع خندق ماريانا (وهي أعمق منطقة في سطح الأرض) 1,100 kPa تقريبًا. ما مقدار القوة التي يؤثر بها ضغط الماء عند قاع خندق ماريانا في سمكة تبلغ مساحة سطحها 0.50 m^2؟

استخدم الشكل أدناه للإجابة عن السؤال 22.



22. **حُلّ المعادلات ذات الخطوة الواحدة** استخدم مصعد هيدروليكي لرفع صندوق ثقيل يدفع مكبسًا تبلغ مساحته 3.0 m^2 إلى أسفل بقوة تبلغ 1,500 N. ما مقدار القوة التي يجب أن تؤثر في مكبس تبلغ مساحته 0.08 m^2 لرفع الصندوق؟
23. **احسب** يبلغ حجم بالون 1.5 L عند درجة حرارة 25.0°C. ماذا سيكون حجم البالون إذا وضع في إناء يحتوي على ماء ساخن عند درجة حرارة 90.0°C؟
24. **استخدم النسب** يبلغ حجم البالون 25.0 L عند ضغط 98.7 kPa. ماذا سيكون الحجم الجديد عندما يصبح الضغط 51.2 kPa؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

15. a. البلازما
b. السوائل
c. الجسيمات التي تتحرّك بحرية
d. حجم محدد لكن الشكل غير محدد
e. شكل وحجم محددان

التفكير الناقد

16. ينخفض الضغط خارج البالون أثناء صعوده، وتدفع جزيئات الهيليوم جدران البالون إلى الخارج. في مرحلة ما، سيصل البالون إلى أقصى مستوى من الضغط نستطيع جدرانه تحمُّله ثم سيتمزق.
17. تزيد كثافة الماء عن المستوى الطبيعي بسبب المعادن المذابة فيه. يقدر الماء على بذل مقدار أكبر من قوة الطفو على الجسم الطافي، بسبب كثافته الزائدة.
18. يجب أن يسمح تشكيل الألمنيوم على هيئة كوب أو وعاء له بالطفو لأنّ كثافته الكلية ستصبح أقل من كثافة الماء.
19. ستنجذب الأيونات موجبة الشحنة داخل البلازما إلى مركز الإناء، بينما ستنجذب الإلكترونات الحرة في البلازما إلى جدران الإناء.

تطبيق مفاهيم رياضية

20. $(200\ kPa \times 25\ L) / 298\ K = (250\ kPa \times V_f) / 273\ K$
$V_f = 18.3\ L$
21. $P = F / A$; $F = 1{,}100{,}000\ Pa \times 0.50\ m^2 = 550{,}000\ N$
22. $F_f = (1{,}500\ N)(0.08\ m^2) / 3.0\ m^2 = 40\ N$
23. $V_f = (1.5\ L)(363\ K) / 298\ K = 1.8\ L$
24. $V_f = (98.7\ kPa)(25.0\ L) / 51.2\ kPa = 48.2\ L$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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

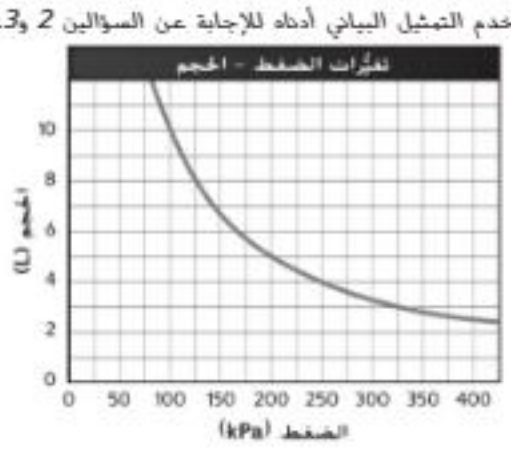
تدريب على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

دوّن إجابتك في ورقة الإجابات التي زوّدك بها المعلّم أو أي ورقة عادية.

1. في أي حالات المادة نتوقع أنّ نجد الماء على سطح الأرض، إذا كانت درجة الحرارة تبلغ -25°C؟
   - A. صلبة
   - B. سائلة
   - C. غازية
   - D. بلازمية

استخدم التمثيل البياني أدناه للإجابة عن السؤالين 2 و3.



2. ماذا سيكون حجم الغاز عندما يبلغ الضغط عليه 325 kPa؟
   - A. 1 L
   - B. 2 L
   - C. 3 L
   - D. 4 L

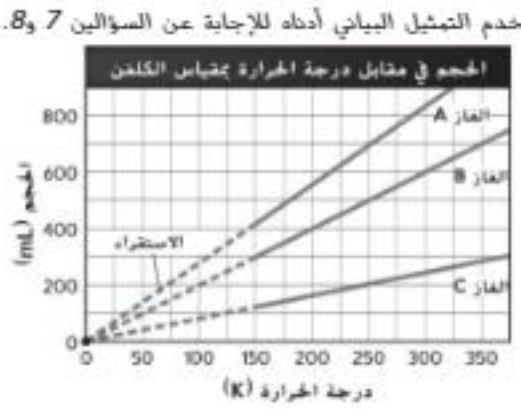
3. أي من المفاهيم العلمية الآتية يمثّله هذا التمثيل البياني على النحو الأمثل؟
   - A. قانون بويل
   - B. قانون شارل
   - C. مبدأ باسكال
   - D. مبدأ برنولي

4. أي مما يلي لا يُرجح احتواؤه على البلازما؟
   - A. النجم
   - B. صاعقة البرق
   - C. ضوء النيون
   - D. كوب ماء

5. أي مما يلي يصف الطاقة اللازمة ليتحوّل السائل عند درجة غليانه إلى غاز؟
   - A. حرارة التبخر
   - B. الانتشار
   - C. حرارة الانصهار
   - D. الطاقة الحرارية

6. في أي من حالات المادة تبقى الجسيمات قريبة بعضها من بعض، ومع ذلك تستطيع أن تنزلق بمحاذاة بعضها؟
   - A. صلبة
   - B. سائلة
   - C. غازية
   - D. بلازمية

استخدم التمثيل البياني أدناه للإجابة عن السؤالين 7 و8.



7. ما العبارة الصحيحة مما يلي؟
   - A. بلغ الغاز A أقصى زيادة في الحجم مع ارتفاع درجة الحرارة.
   - B. بلغ الغاز B أقصى زيادة في الحجم مع ارتفاع درجة الحرارة.
   - B. بلغ الغاز C أقصى زيادة في الحجم مع ارتفاع درجة الحرارة.
   - D. بلغت الغازات الزيادة نفسها في الحجم.

8. عند أي درجة حرارة تقريبًا سيبلغ حجم الغاز B حوالي 600 mL؟
   - A. 100 K
   - B. 200 K
   - C. 300 K
   - D. 400 K

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

إجابة قصيرة

دوّن إجابتك في ورقة الإجابات التي زوّدك بها المعلّم أو أي ورقة عادية.

9. إذا وضعت قطعتين خشبيتين في الماء، ثم غاصت إحداهما وطفت الأخرى، فما الذي تستنتجه عن كثافة القطعتين؟

استخدم الشكل أدناه للإجابة عن السؤال 10.

10. يُملأ بالون الرصد الجوي بالغاز من سطح الأرض بغاز منخفض الكثافة. اشرح سبب صعود البالون عند إطلاقه.

11. إذا كان الحجم ثابتًا، فما الذي سيحدث لضغط الغاز عندما تنخفض درجة الحرارة؟ اشرح.

12. تقف سيارة وزنها 15,000 N فوق منصة مصعد هيدروليكي تبلغ مساحته 25 m^2. إذا كانت القوة المؤثّرة في المكبس الصغير لرفع السيارة تساوي 1/100 من وزنه، فما مساحة المكبس الصغير؟

إجابة موسّعة

سجّل إجاباتك على ورقة.

13. اشرح سبب استمرار طفو المنطاد في الهواء حتى عندما يحمل أشخاصًا.

14. اشرح سبب هبوط المنطاد عندما يتوقف الموقد عن العمل أثناء وجود المنطاد في الهواء.

15. صف آلية عمل الجهاز أعلاه.

16. يرتدي الغواصون غالبًا سترات الطفو للحفاظ على مستوى محايد من الطفو، حتى لا يغوصون إلى القاع ولا يصعدون إلى السطح. عندما يستنشق الغواص، يصعد ببطء. وعندما يزفر، يغوص ببطء. اشرح سبب حدوث ذلك.

17. اشرح سبب غوص درهم معدني في كأس الماء وطفوه في كأس الزئبق.

18. قارن وقابل بين التبخر والغليان.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

أسئلة ذات إجابة قصيرة

9. كثافة القطعة التي طفت أقل من كثافة الماء. بينما كثافة القطعة التي غاصت أكبر من كثافة الماء.
10. يرتفع البالون لأنّ كثافة الغاز الموجود بداخله أقل من كثافة الهواء المحيط.
11. إذا كان الحجم ثابتًا، فستنخفض درجة الحرارة عندما ينخفض الضغط. يوضّح الجمع بين قانوني شارل وبويل أنّه ثمّة علاقة مباشرة بين درجة الحرارة والضغط (عندما يكون الحجم ثابتًا).
12. 0.25 m^2

أسئلة ذات إجابة مفتوحة

13. يؤدي الهواء الساخن إلى ارتفاع البالون بسبب التمدُّد الحراري للهواء. إنّ كثافة الهواء الموجود في البالون أقل من الهواء البارد المحيط به. ما دام مجموع كثافة البالون والسلة والأشخاص أقل من الهواء البارد المحيط، فسيطفو البالون.
14. عندما يتوقف الموقد عن العمل، يبدأ الهواء الموجود في البالون بالتحوُّل إلى هواء بارد وينكمش. يتسبب هذا الانكماش في ازدياد كثافة الهواء. عندما تصبح كثافة البالون والسلة والأشخاص أكبر من كثافة الهواء المحيط، يبدأ البالون في الهبوط.
15. عندما يمرّ الماء من الخرطوم فوق الأنبوب الذي يشبه الشفاطة، تتكوّن منطقة ذات ضغط منخفض، مما يسحب السائل الموجود في الرشاش إلى أعلى الأنبوب ثم إلى مجرى الماء. وينجح هذا بسبب مبدأ برنولي.
16. عندما يستنشق الغواص، يزيد الهواء المضاف إلى الرئتين حجم الغواص قليلًا ويقلل من كثافته، حتى يتمكن من الصعود ببطء. عندما يزفر الغواص، تزيد كثافته قليلًا، حتى يتمكن من الغوص ببطء.
17. لكي تتمكن العملة من الطفو، يجب أن تكون كثافتها أقل من كثافة المائع الذي وضعت فيه، لذا يجب أن تكون كثافة الزئبق أكبر من كثافة العملة.
18. إنّ التبخُّر عبارة عن التبخير الذي يحدث فقط عند سطح السائل. قد يحدث عند درجات حرارة أقل من درجة غليان السائل. أمّا الغليان فيحدث في كل أجزاء السائل عند درجة حرارة معينة تُسمى درجة الغليان.

352 / 118

منظِّم الوحدة 17: التفاعلات الكيميائية

الفكرة الرئيسة يغيّر التفاعل الكيميائي مادة أو أكثر إلى مادة مختلفة أو أكثر.

الأسئلة الرئيسة	موارد لتقويم الاتقان
القسم 1 1. ما المتفاعلات والنواتج في التفاعل الكيميائي؟ 2. هل تُحفَظ الكتلة في التفاعل الكيميائي؟ 3. لماذا تُعدّ المعادلات الكيميائية مهمة؟ 4. كيف تُوازَن المعادلة الكيميائية؟ 3 حصص	**مراقبة التطوُّر** التقويم التكويني تطبيق أسئلة التأكد من فهم النص مراجعة القسم
القسم 2 1. ما الأنواع الخمسة العامة للتفاعلات الكيميائية؟ 2. كيف يمكنك أن تتنبأ بما إذا كان فلز ما سيحل محل آخر في مركّب ما أم لا؟ 3. ماذا يعني المصطلحان أكسدة واختزال؟ 4. كيف يجري تحديد تفاعلات الأكسدة – الاختزال؟ حصة واحدة	**مراقبة التطوُّر** أسئلة حول الشكل التقويم التكويني أسئلة التأكد من فهم النص مراجعة القسم
القسم 3 1. كيف يمكن تحديد مصدر تغيُّرات الطاقة في التفاعلات الكيميائية؟ 2. كيف يمكن المقارنة بين التفاعلات الطاردة للطاقة والتفاعلات الماصة للطاقة؟ 3. كيف يمكن المقارنة بين التفاعلات الطاردة للحرارة والتفاعلات الماصة للحرارة؟ 4. هل تُحفظ الطاقة أثناء التفاعل الكيميائي؟ حصّتان	**مراقبة التطوُّر** أسئلة حول الشكل التقويم التكويني التأكد من فهم النص مراجعة القسم
القسم 4 1. كيف يُعبّر علماء الكيمياء عن سرعات التفاعلات الكيميائية؟ 2. كيف تؤثر الحفّازات والمُثبّطات في سرعة التفاعلات؟ 3. ما المقصود بالاتزان؟ 4. كيف يُفسّر مبدأ لو شاتيليه التغيُّرات في الاتزان؟ حصّتان	**مراقبة التطوُّر** سؤال حول الشكل التقويم التكويني 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 المصغرة ض م **أساسيات القراءة** د م **دفتر العلوم** ض م	**تجربة استهلالية:** خليط أجار agar وأطباق بتري ومسامير مصنوعة من الألمنيوم ومسمار (مصنوع من الحديد أو الفولاذ) *15 min* **تجربة مصغرة:** 15 بطاقة فهرسة *15 min* **عرض توضيحي سريع:** ماء وسلك نحاسي وسكر وملح و4 كؤوس كبيرة وشريط لاصق وقلم تخطيط وآلة حاسبة *15 min*
الملف السريع موارد الوحدة: التعزيز د م الإثراء ض م ف م **أساسيات القراءة** د م **دفتر العلوم** ض م	**عرض توضيحي سريع:** شريط مغنسيوم وموقد بنزن وقدّاحة وملقط وبوتقة أو طبق تجميع زجاجي *15 min*
الملف السريع موارد الوحدة: التعزيز د م الإثراء ض م ف م **أساسيات القراءة** د م **دفتر العلوم** ض م	**عرض توضيحي:** محلول أسيتات صوديوم فوق مشبع، وبلورة أسيتات الصوديوم *35 min*
الملف السريع موارد الوحدة: التعزيز د م الإثراء ض م ف م ورقة عمل التجربة المصغرة ض م ورقة عمل التجربة 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:** 3 أقراص فوّارة مضادة للحموضة، و3 أكياس بلاستيكية وماء مثلج وماء ساخن وماء عادي و3 دوارق مخروطية و3 أشرطة مطاطية *15 min* **عرض توضيحي:** مسحوق الليكوبوديوم (2 g)، وسطح خزفي وموقد مختبر أو قدّاحة بيوتان *5 min* **عرض توضيحي سريع:** محلول فوق أكسيد الهيدروجين (H_2O_2) بتركيز 12% وكأس صغيرة ويوديد البوتاسيوم ومنظّف سائل وشرائح خشبية *10 min* **تجربة مصغرة:** مخبار مدرج وكأس تبلغ سعتها 100 mL وملوّن غذائي وماء وأنبوبان زجاجيان بقُطر متساوٍ *20 min* **تجربة:** 3 عصي ضوئية 3 كؤوس تبلغ سعتها 400 mL وماء وثلج ولوح تسخين والثيرموميتر ومخبار مدرج *30 min* **تجربة:** ماء وصودا خبز و3 فوارير مشروبات غازية بلاستيكية تبلغ سعتها 0.5 L وقلم تخطيط وساعة توقيت وخل، 3 بالونات وأنبوب اختبار و3 كؤوس تبلغ سعتها 150 mL، ومخبار مدرج تبلغ سعته 100 mL، وشريط لاصق *45 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

التجربة الاستهلالية
الصدأ — تفاعل كيميائي

الهدف تعريف الطلاب بالتفاعلات الكيميائية والأدلة على التغيُّر الكيميائي.

تحذير: قد يكون لشرائح الألمنيوم حواف حادة. استخدم مسامير غير مصقولة فقط في هذا التجربة. تعامل مع الأغار الساخن بحذر.

التحضير حضِّر الأجار عن طريق إذابة حوالي $\frac{1}{2}$ ملعقة صغيرة من الأجار في حوالي 240 mL من الماء. قم بتسخينه حتى يغلي، ثم قم بتبريده وتحريكه في 2 mL من محلول فينول فثالين (في كحول) بتركيز 1%. اسكب كمية كافية من المحلول في أطباق بتري لتغمر المسامير جزئيًا. يمكن استخدام شرائح الألمنيوم المقطوعة من علب الفطائر المصنوعة من الألمنيوم بدلًا من المسامير المصنوعة من الألمنيوم.

المواد خليط الأغار وأطباق بتري ومسامير مصنوعة من الألومنيوم ومسامير مصنوعة من الألمنيوم

استراتيجيات التدريس اسأل الطلاب عن طريقة معرفتنا بالتغيُّر الكيميائي. نبحث عن أدلة مثل تغيُّر اللون.

الإجراء اطلب من الطلاب تحديد المخاطر المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة واتباع الإجراء أدناه.

1. ضع مسمارًا نظيفًا مصنوعًا من الحديد أو الفولاذ في طبق جهّزه معلمك.
2. ضع مسمارًا مصنوعًا من الألمنيوم في طبق ثانٍ. تحتوي هذه الأطباق على جل من الأغار ومؤشر يكشف عن التفاعل مع الأكسجين.
3. لاحظ كلا المسمارين بعد ساعة واحدة. سجِّل ملاحظاتك. لاحظ التغيُّرات التي تحدث حول المسمارين.
4. افحص كلا الطبقين بعناية في اليوم التالي.

التفكير الناقد

5. سجِّل الاختلافات التي لاحظتها بين الطبقين. توقَّع إذا حدث تفاعل. كيف يمكنك معرفة ذلك؟ ماذا الذي قد يتسبب في الاختلافات التي لاحظتها بين المسمارين؟ اشرح.

يتضمن الصدأ العديد من التفاعلات الكيميائية، ومن بينها تكوُّن هيدروكسيد الحديد، الذي يسبب تحوُّل الفينول فثالين إلى اللون الوردي. يدل ظهور اللون البني المحمر لاحقًا على تكوُّن أكسيد الحديد الثلاثي. يتفاعل الألمنيوم ببطء مع الأكسجين، ولكن ذلك لن يكون مرئيًا هنا.

التقويم

العملية اطلب من الطلاب استخدام أقلام تخطيط ملونة لرسم اللونين اللذين لاحظوهما مع المسمار المصنوع من الحديد. وضِّح أنّ اللونين يمثلان تفاعلين مختلفين.

الوحدة 17

التفاعلات الكيميائية

التجربة الاستهلالية
الصدأ — تفاعل كيميائي

إنّ الصدأ عبارة عن تفاعل كيميائي يتّحد فيه فلز الحديد مع الأكسجين. تتّحد الفلزات الأخرى مع الأكسجين أيضًا، وبعضها يتفاعل بسهولة أكثر من الفلزات الأخرى. في هذه التجربة، ستقارن بين طريقة تفاعل الحديد والألمنيوم مع الأكسجين.

المطلوبات

أنشئ مطوية مفردات باستخدام العناوين المُبيَّنة. واستخدمها لتنظيم ملاحظاتك حول أنواع التفاعلات الكيميائية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الفكرة الرئيسة يغيّر التفاعل الكيميائي مادة أو أكثر إلى مادة مختلفة أو أكثر.

القسم 1 • التغيُّرات الكيميائية

القسم 2 • تصنيف التفاعلات الكيميائية

القسم 3 • التفاعلات الكيميائية والطاقة

القسم 4 • سرعة التفاعلات والاتزان

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة Houghton Mifflin Harcourt Education

تقديم الوحدة

التغيُّرات الكيميائية اطلب من الطلاب سرد أنواع التغيُّرات التي يعتقدون أنّها تحدث أثناء التفاعلات الكيميائية. ثم اسألهم لماذا يعتقدون أنّ التفاعلات الكيميائية تحدث أو لا تحدث عند حرق الخشب أو البنزين وعند طهي الطعام.

الفكرة الرئيسة

سرعة التفاعل ودرجة الحرارة يجب أن تصطدم الذرات أو الجزيئات المتفاعلة حتى يحدث تفاعل كيميائي. إذا تحركت هذه الجسيمات بسرعة كافية، فستؤدي التصادمات إلى تكسير الروابط الكيميائية وتكوين روابط كيميائية جديدة. تتحرّك الذرات والجزيئات في نطاق من السرعات عند درجة حرارة محددة. وبزيادة درجة الحرارة، تزيد سرعة تحرّك هذه الجسيمات في المتوسط، وتكتسب المزيد من الجسيمات طاقة حركية كافية للتسبب في حدوث التفاعل عند تصادمها. نتيجة لذلك، تزيد عادةً سرعة التفاعل مع زيادة درجة الحرارة.

استخدام الصورة

التفاعل الانفجاري اطلب من الطلاب تخمين ماذا يحدث في الصورة الواردة في افتتاحية الوحدة. هذا جسر يُهدم. اسأل الطلاب عن طريقة ارتباط هذا بفكرة التفاعلات الكيميائية. تُنتِج الانفجارات التي تهدف إلى هدم الجسر عن التفاعلات الكيميائية التي تحدث في مادة متفجرة مثل الديناميت. اشرح للطلاب أنّ التفاعل الكيميائي في المادة المتفجرة، مثل تلك المستخدَمة لهدم الجسر، يطلق قدرًا كبيرًا من الطاقة بسرعة عالية. اسأل الطلاب عن أمثلة للتفاعلات الكيميائية المماثلة التي تطلق الكثير من الطاقة في فترة زمنية قصيرة. الإجابات المحتملة: الصواريخ والنار والألعاب النارية وفلاش كاميرا تريد التخلص منه اطلب من الطلاب إجراء عصف ذهني حول أمثلة لتفاعلات تحدث ببطء شديد أو تتطلب إدخالًا للطاقة. الإجابات المحتملة: الخبز والصدأ وورق التصوير وكمادات الثلج وفساد الطعام

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 1

1 التركيز

الفكرة الرئيسة

الوصفات والتفاعلات اكتب وصفة الكعك المَبشّطة تلك على اللوحة: بيضتان + كوب من السكر + كوبان من الدقيق = 24 كعكة. اسأل الطلاب عن عدد الكعكات التي ستُصنع باستخدام 4 بيضات وكوبين من السكر و4 أكواب من الدقيق. 48 كعكة اسأل عن وجه الشبه بين هذا التشبيه والتفاعلات الكيميائية. تؤدي زيادة كمية المتفاعلات إلى زيادة كمية النواتج.

الربط بالمعرفة السابقة

ملاحظة التفاعلات اطلب من الطلاب وصف أدلة لاحظوها على التفاعلات الكيميائية. ستختلف الأمثلة لكن يمكن أن تتضمّن تطوُّر غاز (صودا الخبز والخل) وإنتاج الحرارة والضوء (حرق وقود) وتغيُّر اللون (طهي شريحة من اللحم على النار) وتكوُّن راسب (فساد اللبن). ش م

تفعيل الخلفية المعرفية قسّم الطلاب إلى مجموعات واطلب منهم إجراء العصف الذهني حول معاني المفردات الجديدة. قُم بتعيين مسجِّل في كل مجموعة لتدوين الملاحظات ومشاركة أفكار المجموعة. الصمم التعاوني

القسم 1

تمهيد للقراءة

الأسئلة الرئيسة

- ما المتفاعلات والنواتج في التفاعل الكيميائي؟
- هل تُحفظ الكتلة في التفاعل الكيميائي؟
- لماذا تُعدّ المعادلات الكيميائية مهمة؟
- كيف تُوازن المعادلة الكيميائية؟

مفردات للمراجعة

الصيغة الكيميائية chemical formula: اختصار يمثّل العناصر الداخلة في المركّب ونسبها

مفردات جديدة

التفاعل الكيميائي chemical reaction	
reactants	المتفاعلات
products	النواتج
chemical equation	المعادلة الكيميائية
coefficient	المُعامل
المعادلة الكيميائية الموزونة balanced chemical equation	
mole	المول
molar mass	الكتلة المولية

التغيُّرات الكيميائية

الفكرة الأساسية **تصف المعادلة الكيميائية الموزونة إعادة ترتيب الذرات في التفاعل الكيميائي.**

روابط من القراءة بالحياة اليومية ماذا سيحدث للتفاحة عندما تأكلها؟ تحدث في جسمك تفاعلات كيميائية تتحلل التفاحة وتزوّدك بالطاقة والمواد المغذية.

لافوازييه وحفظ الكتلة

تحدث التفاعلات الكيميائية في كل مكان من حولك وحتى في داخلك. إنّ **التفاعل الكيميائي** عبارة عن تغيُّر تتحوّل فيه مادة أو أكثر إلى مواد جديدة. تُسمى المواد البادئة التي تتفاعل **المتفاعلات**. وتُسمى المواد الجديدة التي تُنتج **النواتج**. يمكن تمثيل العلاقة بين المتفاعلات والنواتج كالآتي: النواتج ← المتفاعلات.

بحلول سبعينيات القرن الثامن عشر، بدأت الكيمياء تحل محل علم الكيمياء القديمة الزائف. وعلى الرغم من أنّ الكيمياء القديمة كانت تفتقد العلم، لم يقدّم علماؤها تفسيرات علمية حول العالم الطبيعي. مع ذلك، درس العلماء أمثال الكيميائي الفرنسي أنطوان لافوازييه التفاعلات الكيميائية باستخدام الطرق العلمية. ونتيجةً لمثل هذه الدراسة، أثبت لافوازييه أنّ الكتلة الكلية للنواتج دائمًا تساوي الكتلة الكلية للمتفاعلات. ويتضح هذا المبدأ في **الشكل 1**.

أثار اللغز المرتبط بحفيفة ما حدث بالضبط عندما تتغيّر المواد فضول لافوازييه. وفي إحدى التجارب، وضع لافوازييه كتلة ثم قياسها بعناية من أكسيد الزئبق (II) الصلب في إناء مغلق وعندما سخّن هذا الإناء، لاحظ تغيُّرًا هائلًا. تحوّل المسحوق الأحمر إلى سائل فضي أدرك أنّه فلز الزئبق، ونتج غاز أيضًا. وعندما حدّد كتلتي الزئبق السائل والغاز، وجد أنّ مجموع الكتل يساوي تمامًا كتلة المسحوق الأحمر الذي بدأ بها.

الشكل 1 تساوي كتلة الشمعة والأكسجين قبل الاحتراق كتلة الشمعة والنواتج الغازية بعد الاحتراق.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

دفتر العلوم

دليل على التغيُّر اطلب من الطلاب الاحتفاظ بقائمة مفتوحة للتفاعلات الكيميائية التي يستخدمونها أو يلاحظونها في يومياتهم في العلوم. اطلب منهم تضمين التغيُّرات المجهرية التي تُصاحب كل تفاعل كيميائي. ف م ض م

472 الوحدة 17 • التفاعلات الكيميائية

كما أثبتت تجربة لافوازييه أنّ الغاز الناتج عن طريق تسخين أكسيد الزئبق (II) كان أحد مكوّنات الهواء. وقد قام بهذا عن طريق تسخين فلز الزئبق مع الهواء. ورأى أنّ جزءًا من الهواء اتحد مع فلز الزئبق لإنتاج أكسيد الزئبق (II) الأحمر.

أكسيد الزئبق (II)		الأكسجين	زائد	الزئبق
10.0 g	=	0.7 g	+	9.3 g

لاحظ أنّ كتلة أكسيد الزئبق (II) المتفاعل تساوي مجموع كتل فلز الزئبق وغاز الأكسجين الناتجين. أكدت مئات التجارب التي أجريت في مختبر لافوازييه أنّ المادة لا تُستحدث ولا تفنى، ولكن تُحفظ في التفاعل الكيميائي. ويُعرف هذا المبدأ المهم بقانون حفظ الكتلة. هذا يعني أنّ الكتلة الكلية البادئة لكل المتفاعلات تساوي الكتلة الكلية النهائية لكل النواتج.

التأكد من فهم النص اشرح قانون حفظ الكتلة.

كتابة المعادلات

إذا أردت وصف التفاعل الكيميائي المبيّن في **الشكل 2**، يمكنك كتابة شيء مثل التالي:

يَنتج عن التفاعل بين محلول كلوريد النيكل (II) ومحلول هيدروكسيد الصوديوم كل من هيدروكسيد النيكل (II) الصلب ومحلول كلوريد الصوديوم.

إنّ هذا التسلسل من الكلمات صعب إلى حد ما، لكن كل المعلومات مهمة. وينطبق الشيء نفسه على أوصاف معظم التفاعلات الكيميائية.

المفردات

مفردات أكاديمية

يثبت establish
يوضّح أنّ الشيء صحيح أو صحيحي، يبرهن أثبت المحامي وقائع القضية.

الشكل 2 عندما يختلط محلولي كلوريد النيكل (II) وهيدروكسيد الصوديوم، يحدث تفاعل كيميائي ينتج عنه هيدروكسيد النيكل (II) المبين بالشكل كمادة صلبة بيضاء.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة Glencoe/McGraw-Hill Education

2 التدريس

النشاط

جدول العناصر كان لافوازييه أحد المساهمين المبكّرين في ما أصبح يُعرف بالجدول الدوري للعناصر. اطلب من الطلاب استخدام المكتبة أو الإنترنت للبحث عن أسماء علماء آخرين ساعدوا في تشكيل الجدول وملئه. ش م

تحديد المفاهيم الخاطئة

التسمية قد يعتقد الطلاب أنّه ثمة نوع واحد فقط من التسمية يخدم كل فروع العلم. اشرح أنّ التخصُّصات المختلفة لها صور مختلفة من التسمية الخاصة، ولكن أكّد على أنّ التسمية تتوافق مع كل ناحية. وأكّد على أنّ الإرشادات موضوعة للحفاظ على التناسق والوحدة وأنّ إرشادات التسمية غالبًا ما تكون متشابهة عبر التخصُّصات. ويتيح هذا للعلماء الذين تتجاوز أعمالهم الحدود العلمية التواصل بشكل فعّال.

التأكد من فهم النص

إنّ الكتلة لا تُفنى ولا تُستحدث في التفاعل الكيميائي. تساوي الكتلة الإجمالية للمتفاعلات الكتلة الإجمالية للنواتج

التدريس المتمايز

تحدي تُصنع الصور الفوتوغرافية باستخدام تفاعل كيميائي يُحفَّز بالتعرُّض للضوء. اطلب من الطلاب البحث عن الفلز الذي يشترك بشكل نمطي في العملية. يمكن أن تتغيّر أيونات الفضة الموجودة في بروميد الفضة (AgBr) إلى فلز الفضة عند تعرُّضها للضوء. ش م

القسم 1 • التغيُّرات الكيميائية 473

التأكد من فهم النص

تصف المعاملات عدد وحدات كل متفاعل أو ناتج في المعادلة الكيميائية.

تجربة مصغرة

الهدف سيكتشف الطلاب أنّ المعاملات قد لا تُحفظ في معادلة كيميائية ما بينما تُحفظ الكتلة. فهم الطلاب أيضًا أنّ متفاعلًا مفردًا يمكنه أن يُحدّد كمية النواتج.

المواد 15 بطاقة فهرسة لكل طالب

استراتيجيات التدريس اقترح إعادة قيام الطلاب بالنشاط مع تغيير تشكيل الفريق.

التحليل

1. C_2F_2G؛ لاعبا دفاع + لاعبا هجوم + لاعب وسط← فريق
2. تستخدم المعادلة معاملات مثل المعادلة الكيميائية، وتوضّح حفظ الكتلة. يمكن استخدام عدد مُعيّن من كل نوع في كل فريق. ويجلس الباقون على المقعد (لا يمكن استخدامهم).
3. يساوي العدد الكلي للبطاقات في البداية عدد البطاقات المُتبقية بالإضافة إلى عدد البطاقات المستخدَمة للفريق.

التقويم

شفهي اسأل الطلاب عن عدد لاعبي الدفاع اللازم لتكوين أربعة أفرقة. $4 \times 2 = 8$ كم عدد الأفرقة المكتملة التي يمكن تكوينها بواسطة 5 لاعبي وسط؟ $5 \times 1 = 5$ فرق كم عدد اللاعبين الذين سيتبقون عند جمع اللاعبين التالين لتكوين الفرق: 10 لاعبي دفاع و9 لاعبي هجوم و5 لاعبي وسط؟ $\frac{9}{2} = 4$ فرق مع لاعب هجوم واحد إضافي ولاعب وسط واحد إضافي ولاعبي دفاع إضافيين

الجدول 1 الرموز المستخدَمة في المعادلات الكيميائية

الرمز	المعنى
→	يُنتج
+	زائد
(s)	مادة صلبة
(l)	سائل
(g)	غاز
(aq)	محلول مائي — مادة مذابة في الماء
حرارة	تتعرّض المتفاعلات للتسخين.
ضوء	تتعرّض المتفاعلات للضوء.
كهرباء	تتعرّض المتفاعلات لتيار كهربائي.

تجربة مصغرة

تصميم معادلة للفريق

الإجراء

1. اقرأ الإجراء وحدّد المخاطر المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. احصل على 15 بطاقة فهرسة واكتب كلمة على كل بطاقة كالتالي: خمس بطاقات "الدفاع" وخمس بطاقات "الهجوم" وخمس بطاقات "الوسط".
3. اجمع البطاقات لتكوين أكبر عدد ممكن من فرق كرة السلة المكتملة. يحتاج كل فريق إلى لاعبَي دفاع، ولاعبَي هجوم، وواحد في الوسط.

التحليل

1. اكتب صيغة الفريق. اكتب تشكيل الفريق في صورة معادلة. واستخدم المعاملات أمام كل نوع من اللاعبين المطلوبين في الفريق.
2. اشرح أوجه الشبه بين معادلة فريقك والمعادلة الكيميائية. لماذا لا تستطيع استخدام البطاقات المتبقية؟
3. استدلّ كيف توضّح البطاقات المتبقية قانون حفظ المادة في هذا المثال؟

تحتاج إلى العديد من الكلمات لذكر المعلومات المهمة عن التفاعلات. نتيجة لذلك، طوّر العلماء طريقة موجزة لوصف التفاعلات الكيميائية. إنّ **المعادلة الكيميائية** هي طريقة لوصف التفاعل الكيميائي باستخدام صيغ كيميائية ورموز أخرى. ستجد بعض الرموز المستخدَمة في المعادلات الكيميائية مذكورة في **الجدول 1**.

ستبدو المعادلة الكيميائية للتفاعل المبيّنة في **الشكل 2** على النحو التالي:

$$NiCl_2(aq) + 2NaOH(aq) \rightarrow Ni(OH)_2(s) + 2NaCl(aq)$$

سيكون من الأسهل كثيرًا تحديد ماذا يحدث بسرعة وبوضوح عن طريق كتابة المعلومات بهذه الصورة. توصل المعادلات الكيميائية المعلومات بسرعة مثل حالات المادة للمتفاعلات والنواتج. لاحقًا، ستتعلم طريقة تسهيل المعادلات الكيميائية احتساب كميات المتفاعلات الضرورية والنواتج المتكوّنة.

المعاملات

تذكُر المعادلة الكيميائية أكثر من مجرد الصيغ الكيميائية للمتفاعلات والنواتج. لاحظ الأعداد الموجودة قبل صيغ هيدروكسيد الصوديوم ($NaOH$) وكلوريد الصوديوم ($NaCl$) أعلاه. ماذا تعني هذه الأعداد؟ تمثّل هذه الأعداد، التي تُسمى **المعاملات**، عدد وحدات كل مادة تشارك في التفاعل.

عندما لا يظهر مُعامل قبل المادة في المعادلة الموزونة، يُعتبَر المعامل يواحد. في المعادلة أعلاه، على سبيل المثال، تتحد وحدة واحدة من كلوريد النيكل (II) ($NiCl_2$) مع وحدتين من هيدروكسيد الصوديوم ($NaOH$). وتكون النواتج وحدة واحدة من هدروكسيد النيكل (II) ($Ni(OH)_2$) ووحدتين من كلوريد الصوديوم ($NaCl$). تذكّر أنه وفقًا لقانون حفظ الكتلة، يُعاد تنظيم الذرات ولكنها لا تفنى أبدًا في التفاعل الكيميائي. لاحظ أنّه في المعادلة أعلاه توجد أعداد متساوية من كل نوع من الذرات على كل طرف من السهم.

التأكد من فهم النص لخّص صف الغرض من المعاملات في المعادلة الكيميائية.

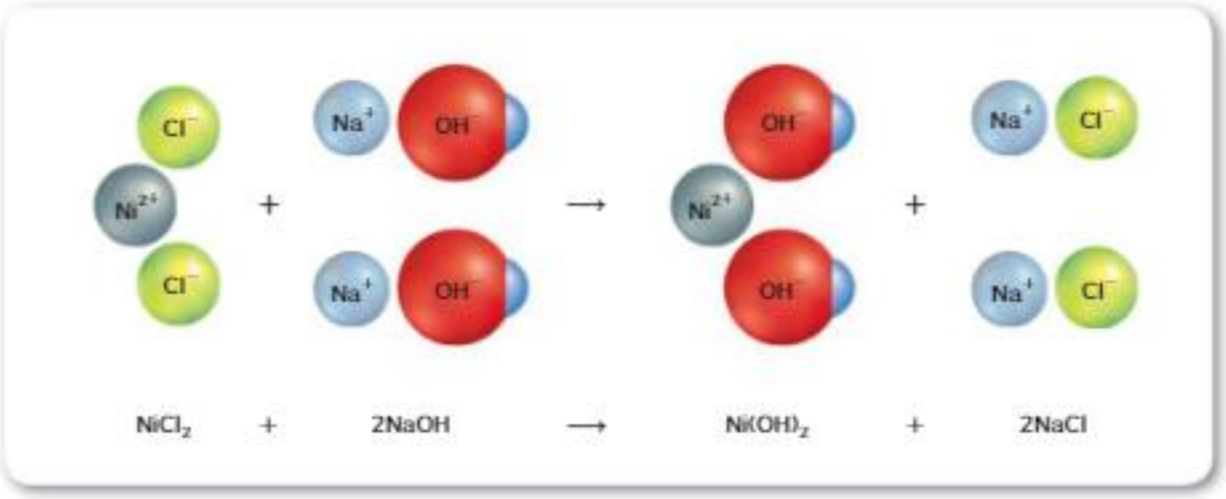
استخدام تشبيه

مجموع النقاط في البيسبول اطلب من مدرب بيسبول أو طالب مهتم إحضار كتاب تسجيل هدّاف ما في لعبة بيسبول. يجري الاحتفاظ بالسجلات لكل شوط مع وجود رموز مقبولة للأحداث مثل الرمية (K)، ومسار الضربة (HR)، والمجال الداخلي الذي يحدث برمية من القاعدة الثالثة إلى الأولى (3-5)، وما إلى ذلك. تسمح الرموز في البيسبول بتسجيل قدر كبير من المعلومات في مساحة صغيرة على غرار المعادلات الكيميائية. ض م

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة تعليم وتأليف

474 الوحدة 17 • التفاعلات الكيميائية

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education



■ **الشكل 3** توجد أعداد متساوية من كل نوع من الذرات في طرفَي السهم.

نسمح معرفة علماء الكيمياء لعدد وحدات المتفاعلات بإضافة الكميات الصحيحة منها إلى التفاعل. كذلك، تبيّن لهم هذه المعاملات كمية النواتج المتكوّنة بالضبط. على سبيل المثال، ستتفاعل وحدة واحدة من كلوريد النيكل (II) $NiCl_2$ مع وحدتين من هيدروكسيد الصوديوم NaOH لإنتاج وحدة واحدة من هيدروكسيد النيكل (II) $Ni(OH)_2$ ووحدتين من كلوريد الصوديوم NaCl. يمكنك رؤية هذا التفاعل في **الشكل 3** أعلاه.

موازنة المعادلات

يمكن كتابة تفاعل أكسيد الزئبق (II) للافوازييه، المبيّن في **الشكل 4** كالآتي:

$$HgO(s) \xrightarrow{\text{حرارة}} Hg(l) + O_2(g)$$

لاحظ أنّ عدد ذرات الزئبق متماثل على كلا طرفَي المعادلة لكن عدد ذرات الأكسجين ليس متماثلًا.

أعداد الذرات وأنواعها			
	$HgO(s)$ →	$O_2(g)$ +	$Hg(l)$
Hg	1		1
O	1	2	

في هذه المعادلة، تظهر إحدى ذرات الأكسجين في طرف المتفاعلات من المعادلة وتظهر ذرتان في طرف النواتج. ولكن وفقًا لقانون حفظ الكتلة، لا يمكن أن تصبح ذرة الأكسجين الواحدة اثنتين هكذا. كما لا يمكن أن تضيف الرمز السفلي 2 ببساطة وتكتب HgO_2 بدلًا من HgO. لا تمثّل الصيغتان HgO_2 وHgO المركّب نفسه. في الواقع، لا توجد صيغة اسمها HgO_2. يجب أن تمثّل الصيغ في المعادلة الكيميائية المركّبات التي تتفاعل بدقة. يتطلب إصلاح هذه المعادلة عملية تُسمى الموازنة. لا تغيّر موازنة المعادلات ما يحدث في التفاعل، بل إنّها ببساطة تغيّر الطريقة التي يمثّل بها التفاعل.

■ **الشكل 4** يتكوّن فلز الزئبق والأكسجين عندما يتعرض أكسيد الزئبق للتسخين.

أكسيد الزئبق الصلب

الزئبق السائل والأكسجين

دعم محتوى المعلّم

رموز علماء الكيمياء يستخدم بعض علماء الكيمياء الرمز (cr) لتمثيل المواد الصلبة التي تكون عبارة عن بلورات، والرمز (amor) لتمثيل المواد الصلبة غير المتبلورة، التي ليس لها تركيب محدد.

دفتر العلوم

معاملات الصودا اطلب من الطلاب حساب الكمية الإجمالية للمشروب الغازي في زجاجتين تبلغ سعتهما L 2، وثلاث مجموعات سداسية من العلب تبلغ سعتها mL 355، وصندوق واحد من العلب التي تبلغ سعتها mL 355. الإجمالي mL = 4,000 + 6,390 + 8,520 = 18,910. تعبّر المعاملات في الزجاجتين والمجموعات السداسية الثلاثة والصندوق عن عدد الوحدات المعبأة. وتعبّر المعاملات في المعادلة الكيميائية عن عدد وحدات الذرات. ش م

استخدام تشبيه

وزن دفتر حسابات تضمّنت خلفية لافوازييه جمع الضرائب ومراجعة الحسابات. وتتشابه وزن دفتر الحسابات مع وزن معادلة كيميائية، حيث يجب على الشخص مراقبة الوارد والصادر بدون فقدان أي شيء. ش م

مناقشة

حرق النحاس سيؤدي حرق قطعة من النحاس في لهب إلى تكوّن ناتج له كتلة أكبر من كتلة النحاس الأصلي. لماذا لا يُخلّ هذا بقانون حفظ الكتلة؟ يجب احتساب كتلة الأكسجين المشارك في عملية الاحتراق كجزء من كتلة المتفاعلات. ش م

حقوق الطبع © محفوظة لصالح مؤسسة Glencoe/McGraw-Hill Education

القسم 1 • التغيّرات الكيميائية 475

دعم محتوى المعلّم

حساب الكسور

يمكن استخدام الكسور لوزن معادلة كيميائية. $Na + Cl_2 \rightarrow NaCl$ يمكن وزنها كالتالي $2Na + Cl_2 \rightarrow 2NaCl$ أو كالتالي $Na + Cl_2 \rightarrow NaCl$.

تُستخدم الكسور بشكل رئيس عندما تتضمّن الحسابات تكوّن وحدة واحدة فقط من الناتج.

مناقشة

استراتيجيات الوزن ناقش مع الصف الدراسي تقنيات أو استراتيجيات متنوعة قد تكون نافعةً للطلاب لتصوُّر عدد الذرات في طرفَي المعادلة ولتنفيذ عملية تعيين المعاملات. شجّع الطلاب على مشاركة عملياتهم الخاصة.

استراتيجية القراءة

البناء والتلخيص

اطلب من الطلاب تلخيص الخطوات المطلوبة لوزن معادلة كيميائية. ذكّرهم بأنّ عليهم جمع الأفكار مع بعضها في صورة مُكثّفة باستخدام كلماتهم الخاصة. ويتطلب ذلك البناء. اطلب من الطلاب تضمين مثال في تلخيصاتهم للتوضيح.

اختيار المعاملات تتضمّن عملية الموازنة تغيير المعاملات في التفاعل لتحقيق **معادلة كيميائية موزونة**، وهي معادلة كيميائية تحتوي على العدد نفسه من الذرات لكل عنصر في طرفَي السهم. في المعادلة الخاصة بتجربة لافوازييه، ستجد أنّ عدد ذرات الزئبق موزون، لكن توجد ذرة أكسجين واحدة على الطرف الأيسر وذرتان في الطرف الأيمن. يمكن موازنة الأكسجين عن طريق وضع رقم 2 قبل HgO في الطرف الأيسر. ثم، ضع رقم 2 قبل Hg في الطرف الأيمن لموازنة الزئبق.

أعداد الذرات وأنواعها				
	$2HgO(s)$	→	$O_2(g)$	+ $2Hg(l)$
Hg	2			2
O	2		2	

تجربة القيام بالموازنة يحترق المغنسيوم (Mg) الصلب بوجود الأكسجين وينتج ضوء أبيض لامع يُستخدم عادةً في الألعاب النارية. كما هو مبيّن في **الشكل 5**. يترك الاحتراق مسحوقًا أبيض يُسمى أكسيد المغنسيوم (MgO). لكي تكتب معادلة كيميائية موزونة، اتبع هذه الخطوات.

الخطوة 1 اكتب معادلة كيميائية لتصف التفاعل بين المغنسيوم والأكسجين. تذكّر أنّ الأكسجين جزيء ثنائي الذرات.

$$Mg(s) + O_2(g) \rightarrow MgO(s)$$

الخطوة 2 احتسب عدد الذرات في المتفاعلات والنواتج. ستجد أنّ عدد ذرات المغنسيوم متوازن، لكن عدد ذرات الأكسجين ليس متوازنًا.

أعداد الذرات وأنواعها				
	$Mg(s)$	+ $O_2(g)$	→ $MgO(s)$	
Mg	1		1	
O		2	1	

الخطوة 3 اختر معاملات لموازنة المعادلة. تذكّر ألاّ تغيّر نهائيًا الرموز السفلية لصيغة صحيحة لتوازن المعادلة. جرب أن تضع المعامل 2 قبل MgO.

$$Mg(s) + O_2(g) \rightarrow 2MgO(s)$$

الخطوة 4 تحقق مجددًا من عدد كل ذرة على كل طرف من المعادلة وعدّل المعاملات مرة أخرى إذا لزم الأمر. توجد الآن ذرتا المغنسيوم Mg على الطرف الأيمن وذرة واحدة على الطرف الأيسر. لذا سيحتاج المغنسيوم Mg إلى المعامل 2 لموازنة المعادلة.

$$2Mg(s) + O_2(g) \rightarrow 2MgO(s)$$

الشكل 5 عندما يتحد المغنسيوم مع الأكسجين، ينتج لونًا أبيض لامعًا، مما يجعله مثاليًا لاستخدامات مثل مطلقات الشرر والألعاب النارية ومصادر اللهب.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

476 الوحدة 17 • التفاعلات الكيميائية

مثال 1

موازنة المعادلات وضعت عينة من كبريتات الباريوم ($BaSO_4$) فوق ورقة. ثم أُشعلت الورقة. تفاعلت كبريتات الباريوم مع الكربون (C) الناتج عن الورقة المحترقة منتجة كبريتيد الباريوم الصلب (BaS) وغاز أول أكسيد الكربون (CO). اكتب معادلة موزونة لهذا التفاعل.

وضع قائمة بالمعلوم: تعرف المواد المشاركة في هذا التفاعل: كبريتات الباريوم ($BaSO_4$)، والكربون (C)، وكبريتيد الباريوم (BaS)، وأول أكسيد الكربون (CO).

إعداد المسألة: ومن هذا، يمكن أن نكتب معادلة كيميائية توضّح المتفاعلات والنواتج:

$$BaSO_4(s) + C(s) \rightarrow BaS(s) + CO(g)$$

ثم، احتسب عدد الذرات الموجودة في طرفَي المعادلة واسردها.

أعداد الذرات وأنواعها

	$BaSO_4(s)$	+ $C(s)$	→ $BaS(s)$	+ $CO(g)$
Ba	1		1	
S	1		1	
O	4			1
C		1		1

حلُّ المسألة: ستجد أنّ ذرات الأكسجين غير متوازنة. لذا حاول أن تضع المعامل 4 أمام CO. الآن لديك 4 ذرات من الأكسجين على الطرف الأيمن، مما يوازن الأكسجين، لكن ذرات الكربون أصبحت غير متوازنة. لكي تضبط هذا، ضع المعامل 4 قبل C في المتفاعلات. ستبدو المعادلة الموزونة هكذا:

$$BaSO_4(s) + 4C(s) \rightarrow BaS(s) + 4CO(g)$$

التحقق من الإجابة: احتسب عدد الذرات في كل طرف من المعادلة وتأكد أنّهما متساويان.

تطبيق

1. قم بوزن هذه المعادلة: $MgCl_2(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow Mg(NO_3)_2(aq) + AgCl(s)$.
2. قم بوزن هذه المعادلة: $NaOH(aq) + CaBr_2(s) \rightarrow Ca(OH)_2(s) + NaBr(aq)$.
3. يُضاف HCl ببطء إلى محلول Na_2CO_3 مائي، ليكوّنا NaCl وH_2O وCO_2. اكتب معادلة موزونة لهذا التفاعل.
4. **تحفيز** اكتب معادلة موزونة لتفاعل بين غاز الهيدروجين وغاز الأكسجين ليكوّنا الماء.

تحديد المفاهيم الخاطئة

المعاملات يفترض الطلاب غالبًا بشكل خاطئ أنّ المعاملات الواردة في معادلة كيميائية يجب أن تتوازن. على سبيل المثال، في التفاعل $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$، يكون إجمالي معاملات المتفاعلات 2 بينما يكون إجمالي معاملات النواتج 4؛ إلّا أنّ الذرات متوازنة بشكل صحيح.

تطبيق

1. $MgCl_2(aq) + 2AgNO_3(aq) \rightarrow Mg(NO_3)_2(aq) + 2AgCl(s)$
2. $2NaOH(aq) + CaBr_2(s) \rightarrow Ca(OH)_2(s) + 2NaBr(aq)$
3. $2HCl(aq) + Na_2CO_3(aq) \rightarrow 2NaCl(aq) + H_2O(s) + CO_2(g)$
4. $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$

التدريس المتمايز

الطلاب دون المستوى قد يكون مفهوم المعاملات صعبًا ليفهمه الطلاب. خصّص زمنًا لربط استخدام المعاملات في المعادلات الكيميائية بخبرات الطلاب في الرياضيات. واستخدم أمثلة بسيطة غير كيميائية لتوضيح مفهوم المعاملات. ELL

تحدي تعتمد وسائد الأمان الهوائية في السيارات على تفاعل كيميائي لتنتفخ. اطلب من الطلاب تقديم المعاملات اللازمة لوزن المعادلة:

$2NaN_3(s)$ $NaN_3(s) \rightarrow Na(g) + N_2(g)$

ELL $\rightarrow 2Na(s) + 3N_2(g)$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 1 • التغيّرات الكيميائية 477

عرض توضيحي سريع

فيم تتشابه المولات؟

المواد مول واحد من الماء (18 g) وسلك نحاسي (63.5 g) وسكر (342 g) وملح (58.5 g)؛ 4 كؤوس أو أوعية كبيرة؛ شريط لاصق؛ قلم تخطيط؛ آلة حاسبة

الزمن المقدَّر 15 دقيقة

الإجراء ضع الماء والسكر والنحاس والملح في الكؤوس الأربعة. سَم كل كأس بالصيغة الصحيحة وعدد 6.02×10^{23} من الذرات والجزيئات ووحدات الصيغة وما إلى ذلك. واطلب من الطلاب احتساب الكتلة المولية لكل المواد. اجمع الإجابات وقارنها للوقوف على دقتها.

التأكد من فهم النص

يمكن قياس الجرامات بسهولة بواسطة أدوات المختبر.

بعد القراءة

استراتيجية المعالجة أنشئ نموذجًا لهذه الاستراتيجية بالعودة إلى قسم من الكتاب المدرسي يُمثِّل تحديًا. وضِّح أفكارك. أنشئ رابطًا بين مفاهيم من الحياة اليومية والمواد الواردة في الكتاب المدرسي. توقَّع وتوقف للتفكير وتصوَّر وأعد شرح ما قد قرأته وأعد القراءة. اسمح للطلاب بممارسة تلك الاستراتيجية مع الزملاء.

الشكل 6 عندما يحترق الفحم، يتفاعل الكربون (C) مع الأكسجين (O_2). وناتج هذا التفاعل هو ثاني أكسيد الكربون (CO_2).

فهم المعادلات الكيميائية

هل شاهدت أحدًا يطهو الطعام في الخارج على شواية الفحم؟ عندما يحترق الفحم، كما هو مبيَّن في **الشكل 6**، تنطلق حرارة بسبب التفاعل الكيميائي بين الكربون الموجود في الفحم والأكسجين الموجود في الهواء. ثم تُنتج جزيئات غاز ثاني أكسيد الكربون. لاحظ أنّه في المعادلة الموزونة لهذا التفاعل، ستتطلب كل ذرة كربون جزيء أكسجين (O_2) وسينتج جزيء واحد من ثاني أكسيد الكربون (CO_2). وكما تعرف من الجدول الدوري، فإنّ متوسط كتلة ذرة الكربون يساوي 12.01 amu ومتوسط كتلة ذرة الأكسجين يساوي 16.00 amu. لذا إنّ متوسط كتلة جزيء الأكسجين O_2 سيبلغ 32.00 amu (2 × 16.00 amu) ومتوسط كتلة جزيء ثاني أكسيد الكربون CO_2 سيبلغ ((2 × 16.00 amu) + 12.01 amu) 44.01 amu.

$$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$$

	1 ذرة	1 جزيء	1 جزيء
	12.01 amu	32.00 amu	44.01 amu

في المختبر، يُعدّ اختيار ذرة كربون واحدة (كتلتها 12.01 amu) وجعلها تتفاعل مع جزيء أكسجين واحد (كتلته 32.00 amu) شبه مستحيل. ولذلك، يستخدم علماء الكيمياء الكتل بالجرامات، بدلًا من *amu*. على سبيل المثال، يتفاعل مقدار 12.01 جرامًا من الكربون مع مقدار 32.00 جرامًا من الأكسجين. وهذا يمثّل نسب الكتل نفسها مثلما في المعادلة الموزونة. وذلك لأنّ عدد ذرات الكربون في مقدار 12.01 جرامًا من الكربون يجب أن يكون مساويًا تقريبًا لعدد جزيئات الأكسجين في مقدار 32.00 جرامًا من الأكسجين. في الواقع، يحتوي مقدار 12.01 جرامًا من الكربون على 6.02×10^{23} من ذرات الكربون، ويحتوي مقدار 32.00 جرامًا من الأكسجين على 6.02×10^{23} من جزيئات الأكسجين.

التأكد من فهم النص اشرح سبب استخدام علماء الكيمياء الكتل بالجرامات وليس بوحدة amu.

المولات يستخدم علماء الكيمياء وحدة احتساب تُسمى المول (mol)، وذلك لأنّ عدد الجسيمات المشاركة في معظم التفاعلات الكيميائية كبير للغاية. يساوي **المول** الواحد المقدار من المادة الذي يحتوي على 6.02×10^{23} جسيم من هذه المادة. يُلخِّص التفاعل بين مول واحد من الكربون ومول واحد من الأكسجين، لينتجا مولًا من ثاني أكسيد الكربون في **الجدول 2**.

الجدول 2 المولات والكتلة والجسيمات

المعادلة	$C(s)$	+ $O_2(g)$	→ $CO_2(g)$
عدد المولات	1	1	1
الكتلة	12.01 g	32.00 g	44.01 g
عدد الجسيمات	6.02×10^{23} ذرات	6.02×10^{23} جزيئات	6.02×10^{23} جزيئات

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

دعم محتوى المعلّم

الكتلة المولية يشير معلّمو الكيمياء أحيانًا إلى كتلة المول بالوزن الجزيئي والوزن الجزيئي الجرامي ووزن الصيغة والكتلة المولية، حيث يساعدهم ذلك على التناسق. ويُعتبر مصطلح الكتلة المولية الأوسع انتشارًا حول العالم وهو المستخدم في الكتاب المدرسي.

478 الوحدة 17 • التفاعلات الكيميائية

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف

الكتلة المولية تُسمى الكتلة بالجرامات لمول واحد من المادة **بكتلتها المولية**. وكما تختلف كتلة دزينة من البيض عن كتلة دزينة من البطيخ، فإنّ المواد المختلفة لديها كتل مولية مختلفة. على سبيل المثال، إنّ الكتلة الذرية للتيتانيوم (Ti) تبلغ 47.87 amu، وتبلغ كتلته المولية 47.87 g/mol. وبالمقارنة، إنّ الكتلة الذرية للصوديوم (Na) تبلغ 22.99 amu، وتبلغ كتلته المولية 22.99 g/mol. أما بالنسبة إلى مركّب مثل ثاني أكسيد النيتروجين (NO_2)، فتساوي كتلته المولية مجموع كتل ذرات مكوناته. يحتوي جزيء ثاني أكسيد النيتروجين (NO_2) على ذرة نيتروجين (1 × 14.01 amu) وذرتَي أكسجين (2 × 16.00 amu = 32.00 amu). لذلك، فإنّ الكتلة المولية لثاني أكسيد النيتروجين NO_2 تساوي 46.01 g/mol (14.01 g/mol + 32.00 g/mol = 46.01 g/mol).

تحويلات المول – الكتلة بمعرفة كتلة مادة ما، يمكنك استخدام الكتلة المولية كمعامل تحويل لاحتساب عدد المولات. يستخدم المثال التالي هذه الطريقة لاحتساب عدد المولات في مقدار 50.00 g من ثاني أكسيد النيتروجين NO_2.

$$50.00\ g\ NO_2 \times \frac{1\ mol\ NO_2}{46.01\ g\ NO_2} = 1.087\ mol\ NO_2$$

بالمثل، بمعرفة عدد مولات مادة ما، يمكنك استخدام الكتلة المولية كمعامل تحويل لاحتساب الكتلة. ما كتلة 0.2020 mol من ثاني أكسيد النيتروجين NO_2؟

$$0.2020\ mol\ NO_2 \times \frac{46.01\ g\ NO_2}{1\ mol\ NO_2} = 9.294\ g\ NO_2$$

القسم 1 مراجعة

ملخص القسم

- إنّ التفاعل الكيميائي عبارة عن عملية تتضمن تحوّل واحد أو أكثر من المتفاعلات إلى واحد أو أكثر من النواتج.
- تشير المعادلة الكيميائية الموزونة إلى كميات نسبية من المتفاعلات والنواتج.
- إنّ المول (mol) عبارة عن كمية من المادة تحتوي على 6.02×10^{23} جسيم من هذه المادة.

1. **حدِّد** المتفاعلات والنواتج في المعادلة الكيميائية التالية.
$Cd(NO_3)_2(aq) + H_2S(g) \rightarrow CdS(s) + 2HNO_3(aq)$
2. **اشرح** أهمية قانون حفظ الكتلة.
3. **اشرح** سبب ضرورة كتابة غاز الأكسجين في هذه الصورة O_2 في المعادلة الكيميائية.
4. **التفكير الناقد** اشرح لماذا لا يجب أن يساوي مجموع المعاملات في طرف المتفاعلات لمعادلة موزونة مجموع المعاملات في طرف النواتج من المعادلة.

تطبيق مفاهيم رياضية

5. **استخدام الأعداد** قم بموازنة المعادلة التالية.
$Fe(s) + Cl_2(g) \rightarrow FeCl_3(s)$
6. **احسب** كم عدد المولات في مقدار 125 g من الماء؟
7. **احسب** ما كتلة 3.000 mol من الكالسيوم؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

3 تقويم

التأكد من الفهم

البطاقات التعليمية للكيمياء

أنشئ مجموعة من البطاقات التعليمية للكيمياء بكتابة الصيغة الكيميائية لعدة مواد على بطاقات فهرسة نموذجية. واكتب عدة أسهم تشير إلى الأمام على بعض البطاقات. اطلب من الطلاب إجراء تفاعلات كيميائية أساسية لتوضيح مفهوم "المتفاعلات تُنتِج نواتج". وتذكَّر تضمين مواد مناسبة للنواتج لتقترن مع المتفاعلات عند إنشاء البطاقات التعليمية. ش م

إعادة التدريس

استيعاب المعاملات

وضّح أنّ المعادلة الموزونة لانحلال الماء هي $2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$. اطلب من الطلاب استخدام المعاملات لتحديد عدد ذرات الهيدروجين والأكسجين في طرفَي المعادلة. 4 ذرات هيدروجين وذرتا أكسجين في الطرف الأيسر للمعادلة، و4 ذرات هيدروجين وذرتا أكسجين في الطرف الأيمن للمعادلة ف م

التقويم

الأداء خصّص عنصرًا واحدًا لكل مجموعة ثنائية من الطلاب. ووجِّه الطلاب إلى الاسترشاد بالجدول الدوري للعناصر الموجود في نهاية الكتاب المدرسي أو على جدار غرفة الصف، واستخدام المعلومات التي يتضمنها لتحديد كتلة 6.02×10^{23} ذرة من العنصر المُخصَّص لهم. إذا واجه الطلاب صعوبات، فأرشدهم بسؤالهم عن معنى معلومات الجدول الدوري حول كل عنصر. سيُدرك الطلاب سريعًا أنّ الكتلة الذرية لعنصر ما بالجرامات هي الكتلة المولية لذلك العنصر وتحتوي على 6.02×10^{23} ذرة. ش م

القسم 1 مراجعة

تطبيق مفاهيم رياضية

1. المتفاعلات: $Cd(NO_3)_2$، H_2S
النواتج: CdS، $2HNO_3$
2. يُفسِّر قانون حفظ الكتلة سبب عدم فناء المادة الموجودة في الكون.
3. يتواجد غاز الأكسجين كجزيء ثنائي الذرات فقط، O_2.
4. تُمثِّل المعاملات عدد وحدات المركّب، وليس عدد الذرات.

5. $2Fe(s) + 3Cl_2(g) \rightarrow 2FeCl_3(s)$
6. 125 g ÷ 18.02 g/mol = 6.94 mol
7. 40.078 g × 3 = 120.234 g

القسم 1 • التغيُّرات الكيميائية 479

القسم 2

1 التركيز

الفكرة الرئيسة

تصنيف التفاعلات اسأل الطلاب عن سبب أهمية تنظيم التفاعلات الكيميائية حسب أنواع أو فئات مختلفة. للسماح بدراسة واستيعاب أسهل للتفاعلات الكيميائية اسأل الطلاب عن نوع التفاعل الذي يحدث عند حرق الخشب. تفاعل احتراق ينتج الماء بتفاعل غاز الهيدروجين مع غاز الأكسجين. اسأل الطلاب عن نوع هذا التفاعل. تفاعل تكوين

التعلم بالوسائل المرئية

الشكل 7 اطلب من الطلاب زيارة connected.mcgraw-hill.com لمشاهدة مقطع رسوم متحركة حول الفئات المختلفة للتفاعلات الكيميائية.

خ م

الربط بالمعرفة السابقة

التفاعلات الكيميائية إنّ الأنواع العامة الخمسة للتفاعلات الكيميائية هي الاحتراق والتكوين والتفكك والاستبدال الأحادي والاستبدال الثنائي. اطلب من الطلاب التفكير في مواقف يعرفونها تُستخدم فيها تلك المصطلحات.
الاحتراق — الحرق؛ التكوين — جمع ثاني أكسيد الكربون والماء؛ التفكك — تحوُّل مادة إلى مواد أخرى عند تفكُّكها، مثل انحلال العشب أو الأوراق؛ الاستبدال الأحادي والثنائي — يشبهان هواة جمع القطع الذين يتبادلون دبوسين تذكاريّين خ م

تحليل الكلمة اطلب من الطلاب النظر إلى أجزاء الكلمات التي يعرفونها ضمن المصطلح تفاعل الانحلال. ناقش معنى البادئة *de-* و*re-*، والكلمات يتكوّن وتكوُّن ويؤدي وفعل. وضّح للطلاب كيف أنّ المعنى مستتر في الكلمات.

القسم 2

تمهيد للقراءة

الأسئلة الرئيسة

- ما الأنواع الخمسة العامة للتفاعلات الكيميائية؟
- كيف يمكنك أن تتنبأ بما إذا كان فلز ما سيحل محل آخر في مركّب ما أم لا؟
- ماذا يعني المصطلحان *أكسدة واختزال*؟
- كيف يجري تحديد تفاعلات الأكسدة – الاختزال؟

مفردات للمراجعة

حالات المادة states of matter: الصور الفيزيائية التي توجد عليها كل المواد، وأكثرها شيوعًا الحالة الصلبة والسائلة والغازية

مفردات جديدة

تفاعل الاحتراق
combustion reaction
تفاعل التكوين synthesis reaction
تفاعل التفكك
decomposition reaction
تفاعل الاستبدال الأحادي
single-displacement reaction
تفاعل الاستبدال المزدوج
double-displacement reaction
الراسب precipitate
الأكسدة oxidation
الاختزال reduction

المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

تصنيف التفاعلات الكيميائية

الفكرة الرئيسة **يمكن تصنيف التفاعلات حسب طريقة إعادة ترتيب الذرات.**

روابط من القراءة بالحياة اليومية يمكن أن تكون قد لاحظت أنّ الكتب الموجودة في مكتبة تُرتّب حسب النوع أو الموضوع. فتجد روايات الأدب في قسم واحد، وكتب العلوم في قسم آخر. ويمكنك معرفة الكثير عن الكتاب بناءً على القسم الذي ينتمي إليه.

أنواع التفاعلات

من الممكن أنك قد لاحظت وجود كل أنواع التفاعلات الكيميائية. في الواقع، تحدث ملايين التفاعلات الكيميائية كل يوم، وقد وصف العلماء الكثير منها ولا يزالون يصفون المزيد. ومن أجل تنظيم تلك التفاعلات في مجالات سهلة الدراسة، حدّد علماء الكيمياء خمس أنواع رئيسة للتفاعلات الكيميائية: الاحتراق والتكوين والتفكك والاستبدال الأحادي والاستبدال المزدوج .

تفاعلات الاحتراق إذا سبق لك أن لاحظت شيئًا يحترق، فقد لاحظت تفاعل احتراق، مثل ذلك المَبيّن في **الشكل 7**. وكما ذكرنا من قبل، كان لافوازييه من أوائل العلماء الذين وصفوا الاحتراق بدقة. واستنتج أنّ عملية الحرق (الاحتراق) تتضمّن اتحاد مادة ما مع الأكسجين. ينص تعريفنا على أنّ **تفاعل الاحتراق** يحدث عند تفاعل مادة ما مع الأكسجين لإنتاج طاقة في صورة حرارة وضوء. ويُنشئ تفاعل الاحتراق المَبيّن في **الشكل 7** شُعلات من الحرارة والضوء نتيجة تفاعل الكربون الموجود في الخشب مع الأكسجين لتكوين ثاني أكسيد الكربون (CO_2). وستندرج الكثير من تفاعلات الاحتراق تحت فئات أخرى من التفاعلات أيضًا. فعلى سبيل المثال، إنّ تفاعل الكربون مع الأكسجين هو أيضًا تفاعل تكوين.

الشكل 7 إنّ الحرق هو مصطلح آخر لتفاعل الاحتراق. وتكون المتفاعلات في هذا التفاعل هي الكربون والهيدروجين (في الخشب) والأكسجين (من الهواء). أما النواتج، فهي ثاني أكسيد الكربون (CO_2) والماء (H_2O).

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

480 الوحدة 17 • التفاعلات الكيميائية

تفاعلات التكوين إنّ تفاعل التكوين هو أحد أسهل أنواع التفاعلات في تمييزه. في **تفاعل التكوين**، تتّحد مادتان أو أكثر لتكوين مادة أخرى وتكون الصيغة العامة لهذا النوع من التفاعلات هي $A + B \rightarrow AB$. يُعتبر التفاعل الذي يتّحد فيه غاز الهيدروجين (H_2) مع غاز الكلور (Cl_2) لتكوين كلوريد الهيدروجين (HCl) مثالًا على تفاعل التركيب.

$$H_2(g) + Cl_2(g) \xrightarrow{\text{ضوء}} 2HCl(g)$$

يتطلّب تفاعل التكوين هذا إضافة ضوء. ويمكن أن يكون مُتفجّرًا في ضوء الشمس المباشر. من الأمثلة الأخرى على تفاعل التكوين الذي قد يكون مألوفًا لك اتحاد الأكسجين (O_2) مع الحديد (Fe) في وجود الماء لتكوين أكسيد الحديد المائي (III) (Fe_2O_3)، والذي يُعرف بالصدأ.

تفاعلات التفكك إنّ تفاعل التفكك هو فقط عكس تفاعل التكوين. فبدلًا من اتحاد مادتين لتكوين مادة ثالثة، يحدث **تفاعل التفكك** عندما تتحلّل مادة واحدة، أو تتفكك، إلى مادتين أو أكثر. يمكن التعبير عن الصيغة العامة لهذا النوع من التفاعلات كما يلي $AB \rightarrow A + B$.

تتطلّب أغلب تفاعلات التفكك إدخالًا لطاقة أو ضوء أو كهرباء. فعلى سبيل المثال، سيتفكك فوق أكسيد الهيدروجين (H_2O_2)، الموضّح في **الشكل 8**، ببطء في وجود ضوء، منتجًا غاز الأكسجين (O_2) والماء (H_2O).

$$2H_2O_2(l) \xrightarrow{\text{ضوء}} O_2(g) + 2H_2O(l)$$

تفاعل الاستبدال الأحادي يُعرف التفاعل الكيميائي الذي يحل فيه عنصر واحد محل عنصر آخر في مركّب ما **بتفاعل الاستبدال الأحادي**. توصف تفاعلات الاستبدال الأحادي، التي تُعرف أحيانًا بتفاعلات الاحلال الأحادي، بالمعادلة العامة $A + BC \rightarrow AC + B$. ويمكنك أن ترى هنا أنّ الذرة A تحلّ محل الذرة B لإنتاج مركّب جديد، AC. ويوضّح **الشكل 9** تفاعل استبدال أحاديًا حيث يوضع سلك من النحاس في محلول نيترات الفضة. نظرًا إلى أنّ النحاس عنصر أكثر نشاطًا من الفضة، فإنّه يحل محل الفضة، مكوّنًا محلول نيترات النحاس (II) أزرق اللون. وتكوّن الفضة، التي ليست قابلة للذوبان، بلورات على السلك.

$$Cu(s) + 2AgNO_3(aq) \rightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + 2Ag(s)$$

التأكد من فهم النص لخّص صف ما يحدث في تفاعل الاستبدال الأحادي.

الشكل 8 في وجود الضوء، سيتحلّل فوق أكسيد الهيدروجين (H_2O_2)، منتجًا غاز الأكسجين (O_2) والماء (H_2O).

استدلّ لماذا تكون زجاجة فوق أكسيد الهيدروجين بنيّة اللون؟

الشكل 9 يحل النحاس الموجود في السلك محل الفضة في نيترات الفضة، مكوّنًا محلولًا مصبوغًا باللون الأزرق من نيترات النحاس (II).

التأكد من فهم النص

عنصر يحل محل عنصر آخر:
$A + BC \rightarrow AC + B$.

استراتيجية القراءة

قراءة مشتركة اقرأ قسم **تفاعلات التكوين** بصوت مرتفع للصف الدراسي. الفت الانتباه إلى العناوين والأشكال والمعادلات. اطرح أسئلة ووضّح ولخّص أثناء قراءتك. اسمح للطلاب المتطوّعين بقراءة أقسام أخرى لمجموعات أصغر من أربعة أو خمسة طلاب كجزء من ممارستهم لاستراتيجيات القراءة الفعّالة.

2 التدريس

سؤال حول الشكل 8

تمنع القارورة البنيّة الضوء من التسبُّب في تفاعل التفكك لفوق أكسيد الهيدروجين إلى ماء وغاز هيدروجين.

النشاط

تفاعلات قوالب البناء

أحضر مجموعة من قوالب البناء الملوّنة المتشابكة واطلب من الطلاب توضيح الأنواع الخمسة للتفاعلات الكيميائية باستخدام القوالب كمتفاعلات ونواتج. على سبيل المثال، قد يجمعون قالبًا أزرق مع قالب أحمر لتوضيح تفاعل تكوين، أو يمكنهم البدء بقالبين متّحدين وفصلهما لتوضيح تفاعل تفكك. شجّع الطلاب المؤهلين على استخدام أكثر من ثلاثة أو أربعة قوالب لتوضيح تفاعلات أكثر تعقيدًا.

ش م

عرض توضيحي سريع

تفاعل تركيب

تحذير: أمسك بالمغنسيوم بعيدًا عنك، ولا تنظر إلى اللهب بشكل مباشر.

المواد شريط مغنسيوم وموقد بنزن وقدّاحة وملقط وبوتقة أو طبق تجميع زجاجي

الزمن المقدّر 15 دقيقة

الإجراء وضّح تكوين أكسيد المغنسيوم عن طريق حرق شريط المغنسيوم في الأكسجين. باستخدام الملقط، ضع قطعة صغيرة من شريط المغنسيوم في لهب موقد بنزن. ضع المغنسيوم على بوتقة أو طبق تجميع زجاجي أثناء احتراقه لالتقاط الرماد (MgO). عزّز العرض التوضيحي بالمعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل:
$2Mg(s) + O_2(g) \rightarrow 2MgO(s)$.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 2 • تصنيف التفاعلات الكيميائية 481

إنشاء نموذج

انتقال الإلكترونات اطلب من الطلاب اعتبار أنفسهم مكوّنات للنموذج لتوضيح انتقال الإلكترونات في تفاعل أكسدة – اختزال. نظّم عدة طلاب "إلكترونات" حول نواتين، ثم اطلب من واحد أو اثنين من "الإلكترونات" الانتقال إلى النواة الأخرى. صِف طريقة إثبات هذا النموذج أنّ فقدان الإلكترونات يساوي اكتسابها في مكان آخر، وأنّ المادة لا تفنى ولا تستحدث عند انتقال الإلكترونات. ع م

التأكد من فهم النص

كثيرًا ما تُنتج تفاعلات الاستبدال الثنائي راسبًا.

استخدام تشبيه

كرة السلة قبل مباراة كرة السلة، يجمع المُدرّب اللاعبين ويختار خمسة لاعبين لتشكيل فريق البداية. ما نوع التفاعل الذي يشبهه هذا؟ التكوين يغادر أحد لاعبي البداية في فريق كرة السلة المباراة بسبب أخطائه. فيُعوّض المدرّب عندئذٍ بلاعب من المقعد في المباراة. ما نوع التفاعل الذي يشبهه هذا؟ استبدال أحادي ع م

بعد القراءة

كتابة مقال اطلب من الطلاب اختيار نوع من التفاعلات الكيميائية. سيقوم الطلاب بالبحث في نوع التفاعل وكتابة مقال يتضمّن وصفًا للتفاعل وأمثلة عليه.

الشكل 10 تُعتبر سلسلة النشاط الكيميائي أداة مفيدة في تحديد ما إذا كان سيحدث تفاعل كيميائي أم لا وفي تحديد نتيجة تفاعل استبدال أحادي.

تُسبّب تفاعلات الاستبدال الأحادي مشكلات أحيانًا. فعلى سبيل المثال، إذا جرى طهي الخضروات التي تحتوي على الحديد مثل السبانخ في أوانٍ من الألمنيوم، يمكن أن يحل الألمنيوم محل الحديد الموجود في الخضروات. ويسبّب ذلك تكوّن ترسبات سوداء من الحديد على جوانب الآنية. لهذا السبب، يُفضَّل استخدام الاستانلس ستيل الذي لا يصدأ أو أدوات الطهي المصقولة عند طهي السبانخ.

يمكننا توقّع الفلز الذي سيحل محل الآخر باستخدام الرسم التخطيطي المُبيّن في **الشكل 10**، الذي يسرد الفلزات حسب درجة تفاعليتها، حيث يحل الفلز محل فلز أقل نشاطًا. لاحظ أنّ الفضة والذهب هما أقل الفلزات نشاطًا في القائمة ولهذا إنّ تلك العناصر توجد غالبًا في صورة ترسُّبات من العنصر النقي، بينما توجد الفلزات الأكثر نشاطًا في صورة مركّبات.

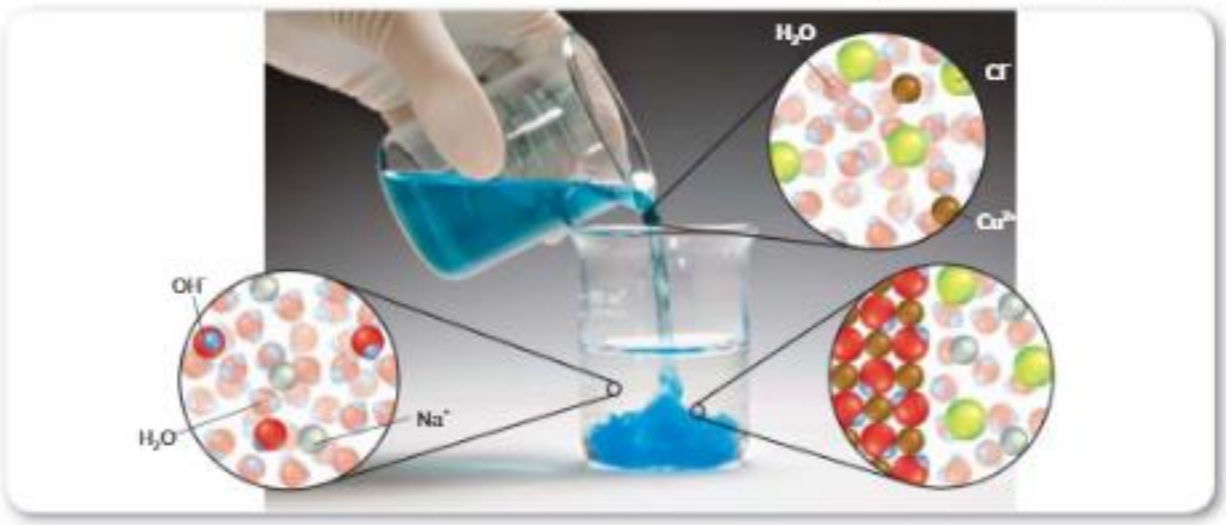
تفاعلات الاستبدال المزدوج يحل الأيون الموجب لمركّب ما محل الأيون الموجب لمركّب آخر لتكوين مركّبين جديدين في **تفاعل الاستبدال المزدوج**، الذي يُعرف أحيانًا بتفاعل الاحلال المزدوج. وتعلم أنّ تفاعل الاستبدال المزدوج يحدث إذا تكوّن راسب أو ماء أو غاز عندما يتّحد مركّبان أيونيان موجودان في محلول. إنّ **الراسب** عبارة عن مركّب غير قابل للذوبان ينتج عن المحلول في مثل هذا النوع من التفاعلات. وتكون الصيغة العامة لهذا التفاعل هي $AB + CD \rightarrow AD + CB$.

التأكد من فهم النص صنّف أي التفاعلات يُنتج راسبًا؟

يُعتبر تفاعل كلوريد النحاس (II) مع هيدروكسيد الصوديوم مثالًا على هذا النوع من التفاعلات. يتكوّن راسب، هيدروكسيد النحاس (II)، كما هو مُبيّن في **الشكل 11**.

$$2NaOH(aq) + CuCl_2(aq) \rightarrow Cu(OH)_2(s) + 2NaCl(aq)$$

الشكل 11 عند خلط محلول كلوريد النحاس (II) ($CuCl_2$) مع محلول هيدروكسيد الصوديوم ($NaOH$)، تتكوّن مادة صلبة، وتكون عبارة عن هيدروكسيد النحاس ($Cu(OH)_2$). وتعتبر تكوّن راسب مؤشر على تفاعل الاستبدال المزدوج.



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التدريس المتمايز

الطالب دون المستوى استخدم تقنيات التعلم بالوسائل المرئية لوصف الأنواع الخمسة الرئيسة للتفاعلات الكيميائية. يمكن استخدام القوالب ذات الألوان الساطعة لتمثيل المتفاعلات والنواتج، ويمكن توضيح التفاعل ماديًا بالإضافة إلى الشروحات الواردة في الكتاب المدرسي ومحاضرات المعلم. ع م

تحدي تتضمّن الكثير من تفاعلات الاستبدال الأحادي أكسدة واختزالًا. حفّز الطلاب إلى تحديد أهمية المصطلحين في تحديد نشاط فلز ما. تُشير الأكسدة إلى فقدان الإلكترونات؛ ويُشير الاختزال إلى اكتساب الإلكترونات. يتضمّن النشاط الكيميائي للفلزات عادةً تبادل الإلكترونات. تفقد الفلزات النشطة إلكتروناتها، أو تتأكسد، بسهولة. ع م

تفاعلات الأكسدة – الاختزال

إنّ إحدى الخصائص الشائعة في كثير من التفاعلات الكيميائية هي انجاه المواد المشاركة إلى فقدان إلكترونات أو اكتسابها. يستخدم العلماء مصطلح **الأكسدة** لوصف فقدان الإلكترونات و**الاختزال** لوصف اكتساب الإلكترونات. غالبًا ما يكون الأكسجين، الذي يُعتبر عالي النشاط الكيميائي ، جزءًا من التفاعلات الكيميائية التي يحدث فيها نقل إلكترونات من هذا النوع، حيث يجذب الإلكترونات من العناصر الفلزية. ويُعتبر تآكل الفلزات نتيجة ظاهرة، كما هو مُبيّن في **الشكل 12**.

يمكن التعمق أكثر في سبب ونتيجة الأكسدة والاختزال عن طريق وصف المواد الناتجة بعد انتقال الإلكترونات. وتصبح المادة التي تكتسب إلكترونًا أو عدة إلكترونات سالبة الشحنة، وتقول إنّها اختُزلت. من ناحية أخرى، تصبح المادة التي تفقد إلكترونًا أو عدة إلكترونات عندئذ موجبة الشحنة، وتقول إنّها تأكسدت. ويُعتبر الاختزال شريك الأكسدة، حيث يعملان كثنائي تعرف تسميته بتفاعل الأكسدة – الاختزال.

الشكل 12 إنّ الصدأ هو الصورة الشائعة للتآكل. يجذب الأكسجين (O_2) الموجود في الهواء الإلكترونات من الحديد (Fe) لتكوين أكسيد الحديد (III) (Fe_2O_3).

استدلّ أي عنصر يتأكسد وأيها يُختزل؟

■ **سؤال حول الشكل 12**
الحديد يتأكسد؛ والأكسجين يُختزل.

3 التقويم

التأكد من الفهم

التدريب السمعي – الموسيقي ابتكر، مع الصف الدراسي، بعض وسائل التذكّر من أجل تذكّر الأنواع الخمسة للتفاعلات الكيميائية. يمكنك نظم قصيدة أو أغنية. اطلب من الطلاب كتابة النتائج في يومياتهم في العلوم لتعزيز الموضوع ولاستخدامها كموارد دراسة في المستقبل. خ م

إعادة التدريس

بطاقات اللعب اطلب من الطلاب مراجعة الأنواع الأربعة التالية للتفاعلات الكيميائية باستخدام بطاقات ملاحظات ملوّنة. التكوين: لصق بطاقتين مختلفتي الألوان معًا. التفكك: يمكن فصل بطاقتين ملتصقتين مع بعضهما. الاستبدال الأحادي: بطاقتان مختلفتان ملتصقتان مع بعضهما وتحل بطاقة ثالثة ملوّنة محل إحداهما. الاستبدال الثنائي: استبدال بطاقتين، من مجموعتين من البطاقات المتلاصقة مختلفة الألوان. ف م

التقويم

الأداء اطلب من الطلاب استكمال ووزن تفاعل الاستبدال الأحادي التالي:

$K + AlCl_3 \rightarrow$ ____ + ____

$3K + AlCl_3 \rightarrow 3KCl + Al$

القسم 2 مراجعة

ملخص القسم

- تنتظم التفاعلات الكيميائية في خمس أنواع، الاحتراق والتكوين التفكك والاستبدال الأحادي والاستبدال المزدوج.
- تتوقّع سلسلة النشاط الكيميائي الفلز الذي سيحل محل الآخر في تفاعل الاستبدال الأحادي.
- تُنتج بعض التفاعلات مادة صلبة تُسمى الراسب عند اتحاد محلولي أيونيتين.
- إنّ الأكسدة هي فقدان الإلكترونات والاختزال هو اكتساب الإلكترونات المُناظر.

1. **صنّف** كلًا من التفاعلات التالية.
   a. $CaO(s) + H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(aq)$
   b. $Fe(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow FeSO_4(aq) + Cu(s)$
   c. $C_3H_8(l) + 12O_2(g) \rightarrow 10CO_2(g) + 4H_2O(g)$
   d. $NaCl(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow NaNO_3(aq) + AgCl(s)$
   e. $NH_4NO_3(s) \rightarrow N_2O(g) + 2H_2O(g)$
2. **صف** ما يحدث في تفاعل الاحتراق.
3. **قارن وقابل** بين تفاعلات التكوين وتفاعلات التفكك.
4. **حدّد**، باستخدام **الشكل 10**، ما إذا كان الخارصين سيحل محل الذهب في تفاعل كيميائي ما واشرح لمَ أو لمَ لا.
5. **التفكير الناقد** صف تأثيرًا اقتصاديًا محتملًا لتفاعلات الأكسدة – الاختزال. كيف يمكن التقليل من هذا التأثير؟

تطبيق مفاهيم رياضية

6. **استخدام التناسب** إنّ التفاعل الكيميائي التالي موزون، لكن المعاملات المستخدمة أكبر من اللازم. أعِد كتابة هذه المعادلة الموزونة باستخدام أصغر المعاملات الممكنة.
   $9Fe(s) + 12H_2O(l) \rightarrow 3Fe_3O_4(s) + 12H_2(g)$
7. **استخدام المعاملات** يمكن أن يتفاعل ثلاثي أكسيد الكبريت (SO_3)، وهو مُلوّث تطلقه مصانع حرق الفحم، مع الماء (H_2O) في الغلاف الجوي لإنتاج حمض الكبريتيك (H_2SO_4). اكتب المعادلة الموزونة لهذا التفاعل.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 2 مراجعة

1. a. تكوين؛ b. استبدال أحادي؛ c. احتراق؛ d. استبدال ثنائي؛ e. تفكك
2. تتّحد مادة مع الأكسجين لإنتاج طاقة (عادةً في صورة حرارة وضوء).
3. يتضمّن التركيب جمع عنصرين أو مركّبين معًا لتكوين مركّبات جديدة؛ يتضمّن الانحلال تفكّك مركّبات إلى مركّبات أصغر أو إلى عناصر.
4. سيحل الزنك محل الذهب لأنّ الزنك أكثر تفاعليةً من الذهب.
5. ستختلف الإجابات، لكن ستكون إجابة الغالبية العظمى "الصدأ". يمكن منع الصدأ بطلاء سطح عرضة للصدأ.

تطبيق مفاهيم رياضية

6. $3Fe(s) + 4H_2O(l) \rightarrow Fe_3O_4(s) + 4H_2(g)$
7. $SO_3(g) + H_2O(g) \rightarrow H_2SO_4(g)$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 3

1 التركيز

الفكرة الرئيسة

أشكال الطاقة وتحولاتها احمل كتابًا على مدى ذراعك ودعه يسقط على المكتب أو على الأرضية. ثم اطلب من الطلاب وصف تحوّل الطاقة الذي حدث. عند سقوط الكتاب، تتحوّل طاقة الوضع الجذبية إلى طاقة حركة تُسمى الطاقة الحركية. وعندما يتوقف الكتاب، تتحوّل الطاقة الحركية بشكل أساسي إلى حرارة وصوت. أشعل قطعة خشبية واطلب من الطلاب وصف تحول الطاقة الناتج. تتحول طاقة الوضع الكيميائية في القطعة الخشبية إلى حرارة وضوء. وضّح للطلاب أنّ الطاقة تتحوّل لكن كميتها الإجمالية لا تتغير وتبقى ثابتة.

الربط بالمعرفة السابقة

تناول الطعام يدرك الطلاب أنهم يحصلون على الطاقة من تناول الطعام. اسألهم عن طريقة الحصول على الطاقة من الطعام. تُخزّن الروابط الكيميائية في البروتينات والكربوهيدرات والدهون الطاقة. وأثناء الهضم، تتكسر تلك الروابط وتتكوّن روابط جديدة. وتكون الطاقة المطلوبة لتكسير الروابط أقل من الطاقة المنطلقة عند تكوُّن روابط جديدة، لذلك تكون النتيجة الصافية انطلاق طاقة. ص م

مخطَّط كلمات ألصِق كل المفردات الجديدة على لوحة ملصقات مستقلة. وأعطِ الطلاب تعريفات بسيطة لكل الكلمات. اطلب منهم استقصاء «معانٍ أعمق» للكلمات بناءً على خلفيتهم المعرفية أو نظرة عامة على الوحدة. اطلب منهم تسجيل أمثلة أو ترابطات كلمات أو تفسيرات بعد قراءتهم للقسم.

تمهيد للقراءة

الأسئلة الرئيسة

- كيف يمكن تحديد مصدر تغيّرات الطاقة في التفاعلات الكيميائية؟
- كيف يمكن المقارنة بين التفاعلات الطاردة للطاقة والتفاعلات الماصة للطاقة؟
- كيف يمكن المقارنة بين التفاعلات الطاردة للحرارة والتفاعلات الماصة للحرارة؟
- هل تُحفظ الطاقة أثناء التفاعل الكيميائي؟

مفردات للمراجعة

الرابطة الكيميائية chemical bond: القوة التي تربط ذرتين معًا

مفردات جديدة

التفاعل الطارد للطاقة
exergonic reaction

التفاعل الطارد للحرارة
exothermic reaction

التفاعل الماص للطاقة
endergonic reaction

التفاعل الماص للحرارة
endothermic reaction

التفاعلات الكيميائية والطاقة

الفكرة الرئيسة **تنطلق طاقة في التفاعلات الطاردة للطاقة، بينما تُمتص طاقة في التفاعلات الماصة للطاقة.**

روابط من القراءة بالحياة اليومية كيف يمكن المقارنة بين عود ثقاب يحترق وبيضة تُطهى في الموقد؟ كلاهما تفاعل كيميائي، لكنهما مختلفان جدًا. يطلق أحدهما حرارة بينما يحتاج الآخر إليها ليستمر.

التفاعلات الكيميائية — تبادلات الطاقة

تجتمع الحشود غالبًا لمشاهدة إطلاق صاروخ ما. تُحوّل مئات الكيلوجرامات من وقود الصواريخ الصلب والسائل إلى غاز. دافقًا الصاروخ الضخم نحو السماء. ويُعتبَر احتراق وقود الصاروخ مثالًا على تفاعل كيميائي سريع.

تجري أغلب التفاعلات الكيميائية بوتيرة أكثر بطئًا. لكن كل التفاعلات الكيميائية تطلق طاقة أو تمتصها وقد تأخذ تلك الطاقة صورًا كثيرة، مثل الطاقة الحرارية أو الضوء أو الصوت أو الكهرباء. ويُعدّ كل من الطاقة الحرارية الناتجة عن حريق الخشب والضوء المُنبعث من العصا المتوهجة مثال على طاقة ناتجة عن تفاعلات كيميائية

تُمثّل الروابط الكيميائية مصدر تلك الطاقة. عندما تحدث أغلب التفاعلات الكيميائية، تُكسر بعض الروابط الكيميائية الموجودة في المتفاعلات، وهو ما يتطلّب طاقة تُسمى طاقة التنشيط. وحتى تتكوّن النواتج، يجب تكوُّن روابط جديدة ويطلق تكوُّن الروابط طاقة. تتطلّب التفاعلات مثل تفاعل احتراق الديناميت، المُبيّن في الشكل 13، طاقة لكسر الروابط الكيميائية أقل كثيرًا من الطاقة الناتجة عند تكوُّن روابط جديدة. وتكون النتيجة انطلاق طاقة وانفجارًا.

الشكل 13 عندما تتكوّن روابط جديدة، تُطلَق طاقة. في تفاعل مثل تفجير الديناميت، تكون الطاقة المنطلقة من تكوُّن النواتج أكبر كثيرًا من الطاقة اللازمة لكسر الروابط الموجودة في المتفاعلات.

حقوق الطبع والتأليف © مجموعة نصاح مؤسسة McGraw-Hill Education

484 الوحدة 17 • التفاعلات الكيميائية

المزيد من الطاقة الناتجة

تتضمّن أغلب التفاعلات الأكثر شيوعًا لديك إطلاق طاقة. تُسمى التفاعلات الكيميائية التي تطلق طاقة **التفاعلات الطاردة للطاقة**. في تلك التفاعلات، تكون طاقة التنشيط اللازمة لكسر الروابط الأصلية أقل من الطاقة المنطلقة عند تكوُّن روابط جديدة. ونتيجةً لذلك، تنطلق بعض صور الطاقة، مثل الضوء أو الطاقة الحرارية، من التفاعل. تتوهج بطن الخنفساء المضيئة، كما هو مُبيّن في **الشكل 14**، نتيجة تفاعل طارد للطاقة يُنتج ضوءًا مرئيًا.

الطاقة الحرارية المنطلقة تكون الطاقة المنطلقة في كثير من التفاعلات عبارة عن طاقة حرارية. يحدث ذلك في بعض كمادات الحرارة التي تستخدم في علاج آلام العضلات والمشكلات الأخرى. وعندما تكون الطاقة المنطلقة في صورة طاقة حرارية في المقام الأول، يُسمى التفاعل **التفاعل الطارد للحرارة**. إضافةً إلى ذلك، يُعتبر حرق الخشب وانفجار الديناميت تفاعلات طاردة للحرارة. كما يُعتبَر صدأ الحديد تفاعلًا طاردًا للحرارة أيضًا. لكن، في الظروف المعتادة، يجري التفاعل ببطء شديد لدرجة أنه من الصعب الشعور بتغيُّر في درجة الحرارة.

التأكد من فهم النص استدلّ لماذا يُعتبر حريق الحطب تفاعلًا طاردًا للحرارة؟

توفّر التفاعلات الطاردة للحرارة أغلب الطاقة المستخدَمة في المنازل والصناعات، كما هو مُبيّن في **الشكل 15**. يحتوي الوقود الأحفوري على الكربون، ومن أمثلته الفحم والبترول والغاز الطبيعي، ويتحد هذا الوقود مع الأكسجين ليُنتج ثاني أكسيد الكربون وطاقة. لسوء الحظ، تحترق الشوائب الموجودة في ذلك الوقود، مثل الكبريت، أيضًا منتجةً ملوّثات مثل ثاني أكسيد الكبريت. ويتّحد ثاني أكسيد الكبريت مع الماء في الغلاف الجوي منتجًا مطرًا حمضيًا.

الشكل 14 تُنتج التفاعلات الكيميائية التي تحدث داخل بطن الخنفساء المضيئة ضوءًا.
استدلّ كيف تعرف أنّ تلك تفاعلات طاردة للطاقة؟

الشكل 15 تُنتج أغلب الكهرباء في بعض البلدان من طريق حرق الفحم. تُسخّن الطاقة الناتجة من حرق الفحم المياه التي تتحوّل إلى بخار وتُدير توربين توليد الكهرباء. ويوضّح التمثيل البياني أدناه إنتاج الطاقة مع تقدُّم التفاعل.

حقوق الطبع © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

على مستوى المقرّر ككلّ

علم الأرض أخبر الطلاب أنّ الثدييات عبارة عن كائنات ثابتة الحرارة تتمتع بعمليات داخلية تحافظ على درجة حرارة جسم ثابتة. تعمل العمليات الداخلية على تبريد الكائنات ثابتة الحرارة إذا ارتفعت حرارتها بشدة، وعلى رفع حرارتها إذا انخفضت بشدة. تُعرف الحيوانات التي تفتقر إلى تلك العمليات بالكائنات متغيّرة الحرارة. يمكن أن تتغيّر درجة حرارة جسم الكائنات متغيّرة الحرارة في بيئاتها. اطلب من الطلاب ذكر أسماء بعض الكائنات ثابتة الحرارة ومتغيّرة الحرارة. إنّ البرمائيات مثل الضفادع، والعلاجم، وحيوانات السلمندر، متغيّرة الحرارة. أما الطيور، فثابتة الحرارة.

2 التدريس

■ **سؤال حول الشكل 14**
تُنتج الطاقة (في صورة ضوء).

النشاط

أكياس تدفئة اليدين احصل على عدة أكياس مغلفة لتدفئة اليدين تُستخدم في الأنشطة الخارجية من أحد متاجر المستلزمات الرياضية. اطلب من الطلاب تنفيذ التوجيهات بعناية وملاحظة النتائج. ضع أكياس تدفئة اليدين حول كأس صغيرة من الماء وقم بقياس تغيُّر درجة الحرارة في الماء. ما يسبّب انطلاق الحرارة؟ تحتوي الكثير من الأكياس المغلفة على عينة مغلفة بإحكام من الحديد الذي يتفاعل ببطء مع الأكسجين (يصدأ) بعد فتح الغلاف ويُطلق حرارة أكثر من المطلوب لبدء التفاعل. ش م

التأكد من فهم النص

يطلق اتحاد الأكسجين الموجود في الهواء مع مركّبات الكربون الموجودة في الحطب حرارةً وضوءًا؛ ويعني انطلاق طاقة أنّ التفاعل طارد للحرارة.

استخدام الكلمات العلمية

معاني الكلمات اطلب من الطلاب تفكيك الكلمات endergonic ماص للطاقة وexergonic طارد للطاقة إلى أجزاء، والبحث عن معنى كل جزء. واطلب منهم تفسير سبب ملاءمة تلك الكلمات لوصف العمليات الكيميائية التي تُطلق طاقة أو تتطلّبها. طارد للطاقة: تعني *ex-* "خارج" وتعني *ergon-* "شغل" وتعني *-ic* "يتّصف بتلك الخاصية". ماص للطاقة: تعني *end-* "داخل" وتعني *ergon-* "شغل" وتعني *-ic* "يتّصف بتلك الخاصية". يُنتج التفاعل الطارد للطاقة طاقةً يمكنها بذل شغل. يتطلّب التفاعل الماص للطاقة طاقةً، أو شغلًا لكي يحدث. ش م

التعلم بالوسائل المرئية

الشكل 15 اطلب من الطلاب زيارة connected.mcgraw-hill.com لمشاهدة مقطع رسوم متحركة حول التفاعلات الطاردة للحرارة. ش م

حقوق الطبع © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

دعم محتوى المعلّم

تتبُّع الطاقة تمتص الكمادة الباردة الحرارة أثناء ذوبان نيترات الأمونيوم. عادةً ما تُعتبر عملية الذوبان تغيُّرًا فيزيائيًا، لا تفاعلًا كيميائيًا. وفي أغلب التغيُّرات، يمكن تتبُّع الطاقة أثناء انتقالها من الوسط المحيط إلى النظام والعكس صحيح. في حالة الكمادة الباردة، يكون النظام هو المادة الكيميائية التي تذوب في الماء. ويكون الوسط المحيط عبارة عن الكيس البلاستيكي والهواء والمنطقة المحايدة في الجسم وما إلى ذلك.

التعلم بالوسائل المرئية

العصي المتوهجة أحضر عدة عصي متوهجة ووضّح التفاعل. تأكد من هدوء طلبة الصف الدراسي حتى يتمكّنوا من سماع المحافظ تتكسّر داخل العصي. أثناء التفاعل، راقب المدة التي يستغرقها التوهُّج ليصبح مرئيًا ومدة استمراره.

■ **سؤال حول الشكل 17**
زاد حجم الكعكات وتكوّنت الجيوب الهوائية وأصبحت الكعكات أكثر جفافًا وقلّت كتلتها.

■ **الشكل 16** إنّ الماء مستقر، لكن عند تمرير تيار كهربائي خلاله، يتحلل الماء لينتج الهيدروجين والأكسجين.

المزيد من الطاقة المُمتصَّة

يتطلَّب تفاعل كيميائي أحيانًا طاقة لكسر الروابط أكثر من الطاقة المنطلقة عند تكوُّن روابط جديدة. تُسمى تلك التفاعلات **التفاعلات الماصة للطاقة** ويمكن أن تكون الطاقة المُمتصَّة في صورة ضوء أو طاقة حرارية أو كهرباء.

تستخدم الكهرباء غالبًا لإمداد التفاعلات الماصة للطاقة بالطاقة اللازمة لها. فعلى سبيل المثال، يُنتج تيار كهربائي مار خلال الماء غازي الهيدروجين والأكسجين، كما هو مُبيَّن في **الشكل 16**. وكذلك يجري الحصول على فلز الألومنيوم من مصدره الخام باستخدام التفاعل الماص للطاقة التالي:

$$2Al_2O_3(l) \xrightarrow{\text{كهرباء}} 4Al(l) + 3O_2(g)$$

في تلك الحالات، توفّر الكهرباء الطاقة اللازمة للتفاعلات.

الطاقة الحرارية مُمتصَّة عندما تكون الطاقة اللازمة لاستمرار تفاعل في صورة طاقة حرارية، يُعرف التفاعل **بالتفاعل الماص للحرارة**. لا تتعلّق المصطلحات ماص للحرارة وطارد للحرارة بالتفاعلات الكيميائية فحسب. فيمكن أن تصف التغيُّرات الفيزيائية أيضًا. إذا سبق لك أن اضطررت إلى نقع كاحل متورّم في محلول ملح إبسوم، فمن المرجّح أنك لاحظت أنّه عندما مزجت ملح إبسوم بالماء، أصبح المحلول باردًا بحيث يمتص ذوبان ملح إبسوم طاقة حرارية. بالتالي، يكون التغيُّر الفيزيائي هو الماص للحرارة.

يتطلب الطهي إضافة طاقة حرارية ليؤدي إلى بعض التغيُّرات الكيميائية في الطعام. عند خبز الكعك، قد تُضيف صودا الخبز ($NaHCO_3$) إلى خليط العجين. ومن خلال تفاعل ماص للحرارة، يتفكك مسحوق الخبيز إلى كربونات الصوديوم (Na_2CO_3) وغاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) وبخار الماء (H_2O). وبانطلاق تلك الغازات، تتكوّن فتحات صغيرة في العجين وينتفخ الكعك، كما هو مُبيَّن في **الشكل 17**.

■ **الشكل 17** يتضمن الخبز تفاعلات ماصة للحرارة مثل تحلّل مسحوق الخبيز. ويوضّح التمثيل البياني أثناء طريقة امتصاص الطاقة أثناء تلك التفاعلات الكيميائية.
قارن كيف تغيّر الكعك عند خبزه؟

عرض توضيحي

العمليات الطاردة للحرارة

الهدف توضيح عملية طاردة للحرارة

المواد محلول أسيتات صوديوم فوق مشبع وبلورة أسيتات الصوديوم

التحضير حضّر محلولًا مُشبّعًا من أسيتات الصوديوم. اترك البلورات الفائضة في قاع الدورق. سخّن وحرّك حتى تذوب البلورات. برّد المحلول بهدوء إلى درجة حرارة الغرفة.

الإجراء أسقط بلورة إضافية من أسيتات الصوديوم في المحلول. اطلب من الطلاب مشاهدة المحلول وتحسُّس خارج المخبار بحذر.

النتيجة المتوقَّعة سيتبلور المحلول، وسيسّخَن الدورق.

التقويم اسأل الطلاب عن سبب إطلاق المحلول للحرارة. إنّ كمية الطاقة المطلوبة لكسر الروابط في المحلول أقل من الطاقة المنطلقة عند تكوُّن البلورات. تنطلق الطاقة الزائدة في صورة حرارة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

حفظ الطاقة في التفاعلات الكيميائية

لقد تعلمت في وحدة سابقة أنّ الطاقة يمكن أن تتغيّر من صورة إلى أخرى، لكن الكمية الإجمالية للطاقة لا تتغيّر أبدًا. ويُسمى هذا المبدأ عادةً بقانون حفظ الطاقة. هل تبقى الكمية الإجمالية للطاقة ثابتة في التفاعلات الكيميائية أيضًا؟ فكّر في الاحتراق الطارد للطاقة للميثان (CH_4)، الذي يُعتبَر المُكوّن الرئيس للغاز الطبيعي، كما هو موصوف في المعادلة التالية. لاحظ أنّ الطاقة مذكورة في التفاعل من ضمن النواتج.

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g) + \text{طاقة}$$

أثناء هذه العملية، تنطلق بعض الطاقة الكيميائية للمتفاعلات في صورة طاقة حرارية وضوء. إلّا أنّ مجموع الطاقة المنطلقة والطاقة الكيميائية للنواتج يساوي تمامًا الطاقة الكيميائية للمتفاعلات في تفاعل كيميائي طارد للطاقة.

الطاقة الكيميائية للمتفاعلات = الطاقة الكيميائية للنواتج + الطاقة المنطلقة

لذلك، تبقى الكمية الإجمالية للطاقة قبل التفاعل وبعده كما هي. وبشكل مشابه، تبقى الكمية الإجمالية للطاقة كما هي في التفاعلات الكيميائية الماصة للطاقة. للتلخيص، ينطبق قانون حفظ الطاقة على التفاعلات الكيميائية وعلى الأنواع الأخرى لتحوّلات الطاقة كذلك.

المفردات

الاستخدام العلمي مقابل الاستخدام العام

حفظ conserve

الاستخدام العلمي
إبقاء كمية فيزيائية، مثل الطاقة أو الكتلة، ثابتة أثناء تغيّر فيزيائي أو كيميائي

الاستخدام العام
إدارة الموارد بحكمة، توفير الموارد
من المهم حفظ الأراضي الرطبة.
فهي من الموارد الطبيعية القيّمة.

القسم 3 مراجعة

ملخص القسم

- يمتص كسر الروابط الكيميائية طاقةً.
- يطلق تكوين الروابط الكيميائية طاقةً.
- تنطلق طاقة في التفاعلات الكيميائية الطاردة للطاقة؛ بينما تُمتص طاقة في التفاعلات الكيميائية الماصة للطاقة.
- تُنتج التفاعلات الطاردة للحرارة طاقةً حراريةً. تمتص التفاعلات الماصة للحرارة طاقةً حرارية.

1. **صنّف** تفاعل البناء الضوئي الكيميائي كتفاعل ماص للطاقة أو طارد للطاقة. اشرح.
2. **اشرح** سبب عدم انخفاض الكمية الإجمالية للطاقة في تفاعل كيميائي طارد للطاقة.
3. **اشرح** كيف يمكن لتفاعل طارد للطاقة ألّا يكون طاردًا للحرارة؟
4. **صنّف** التفاعل الذي يجعل الخنفساء المضيئة تتوهج من حيث إدخال الطاقة وإخراجها.
5. **التفكير الناقد** لتطوير منتج يقوم بتدفئة أيدي الأشخاص، هل ستستخدم تفاعلًا طاردًا للحرارة أم ماصًا للحرارة؟ لماذا؟

تطبيق مفاهيم رياضية

6. **احسب** إذا كان تفاعل ماص للحرارة يبدأ عند درجة حرارة 26°C وتقل حرارته بمعدّل 2°C كل دقيقة، فكم سيستغرق من الوقت ليصل إلى درجة حرارة 0°C؟
7. **استخدام التمثيلات البيانية** أنشئ تمثيلًا بيانيًا للبيانات الواردة في السؤال 6. بعد 5 دقائق، كم ستبلغ درجة حرارة التفاعل؟

حقوق الطبع © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

بعد القراءة

مناقشة اطلب من الطلاب العمل في مجموعات لتحديد ما إذا كان كل من تلك التغيُّرات ماصًا للطاقة أم طاردًا للطاقة، بالعمل في مجموعات. (a) الطعام، أثناء تسخينه في فرن ميكروويف: (b) ماص للطاقة التفاعل الذي يُحرق فيه البروبان في شوّاية خارجية: (c) طارد للطاقة؛ المخلّفات المعدنية عند انصهارها في منشأة لإعادة التدوير: ماص للطاقة. يجب أن يُفسّر الطلاب اعتقادهم.

3 التقويم

التأكد من الفهم

أصوات الكيمياء
أخبر الطلاب أنّ أصوات الفرقعة الناتجة عن الألعاب النارية هي أيضًا من نتائج التفاعلات الكيميائية. اطلب من الطلاب ذكر أسماء أصوات أخرى لتفاعلات كيميائية. أصوات اشتعال الوقود داخل السيارات أو صوت المسدّس اللعبة ش م

إعادة التدريس

الطاقة الكيميائية اكتب السؤالين التاليين على السبورة:

$$A + B \rightarrow C + heat$$

$$X + heat \rightarrow Y + Z$$

أي معادلة تصف تفاعلًا ماصًا للحرارة؟ الثانية وأي معادلة تصف تفاعلًا طاردًا للحرارة؟ الأولى ش م

التقويم

شفهي اطلب من الطلاب افتراض أنّ كل واحد منهم يحمل أنبوب اختبار يحدث داخله تغيُّر كيميائي. ويبدأ الأنبوب في البرودة. هل التفاعل الذي يجري داخل الأنبوب ماص للحرارة أم طارد للحرارة؟ ماص للحرارة؛ إذ يحصل النظام على طاقة من الوسط المحيط به. ش م

القسم 3 مراجعة

1. إنّ البناء الضوئي عبارة عن تفاعل ماص للطاقة لأنّه يتطلّب إضافة طاقة (في صورة ضوء الشمس) حتى يستمر.
2. لا تُفقد الطاقة أثناء التفاعل الكيميائي وإنّما تُغيّر من صورتها فحسب. في تفاعل طارد للطاقة، يطلق تكوُّن الروابط في النواتج طاقة أكثر من تلك المطلوبة لكسر الروابط في المتفاعلات.
3. تتطلّب التفاعلات الماصة للطاقة إدخال طاقة لتستمر. إنّ التفاعلات الماصة للحرارة عبارة عن نوع من التفاعلات الماصة للطاقة؛ حيث تكون الطاقة المضافة لجعل التفاعل يستمر في صورة طاقة حرارية. قد تتطلّب التفاعلات الماصة للطاقة الأخرى إضافة كهرباء أو طاقة ضوئية.
4. طارد للطاقة (لأنّه يُنتج طاقة ضوئية)
5. طارد للحرارة؛ حيث سيُطلق طاقة حرارية لتدفئة أيدي الأشخاص.

تطبيق مفاهيم رياضية

6. 13 دقيقة
7. افحص التمثيلات البيانية للطلاب. بعد 5 دقائق، ستبلغ درجة حرارة التفاعل حوالي 16°C.

القسم 4

1 التركيز

الفكرة الرئيسة

التصادمات وسرعة التفاعل
اطلب من الطلاب الرجوع إلى صورة مكوك الفضاء في **الشكل 18**. أخبر الطلاب أنّ وقود الهيدروجين والأكسجين المستخدَم في المكوك يكون في صورة سائلة؛ اسألهم عن سبب استخدام مهندسي وكالة ناسا للمتفاعلات السائلة بدلًا من الغازية لإمداد صواريخ الدفع في المكوك بالطاقة. إنّ العنصرين في الحالة السائلة هما أكثر كثافة من الحالة الغازية. لذلك، تصطدم المزيد من جزيئات الماء H_2 والأكسجين O_2 في كل وحدة زمنية، مما يزيد من سرعة انطلاق الطاقة بدرجة كبيرة.

الربط بالمعرفة السابقة

التفاعلات السريعة والبطيئة اطلب من الطلاب القيام بالعصف الذهني للتفكير في التفاعلات الكيميائية التي تحدث بسرعات مختلفة. اسرد التفاعلات بعد تصنيفها تحت ثلاث فئات على اللوحة: سريعة للغاية ومتوسطة وبطيئة للغاية. اختر تفاعلًا متوسط السرعة أو بطيئًا للغاية واسأل الطلاب عن رأيهم في طريقة زيادة سرعة التفاعل. مثال: يمكن زيادة سرعة احتراق قطعة الخشب عن طريق تقليص حجمه إلى نشارة رقيقة أو استخدام منفاخ لزيادة كمية الأكسجين.

تنشيط المعرفة السابقة اكتب مصطلحَي المُثبِّط والحفّاز على اللوحة. قد يكون الطلاب على معرفة بهذه المصطلحات من قبل. اطلب من الطلاب كتابة تعريف لكل مصطلح بأسلوبهم الخاص. أثناء قراءة الطلاب للقسم، يستطيعون تعديل تعريفاتهم.

تمهيد للقراءة

الأسئلة الرئيسة
- كيف يُعبِّر علماء الكيمياء عن سرعات التفاعلات الكيميائية؟
- كيف تؤثر الحفّازات والمُثبِّطات في سرعة التفاعلات؟
- ما المقصود بالاتزان؟
- كيف يُفسِّر مبدأ لو شاتليه التغيُّرات في الاتزان؟

مفردات للمراجعة
الضغط pressure: القوة العاملة على وحدة المساحة من السطح

مفردات جديدة

سرعة التفاعل	reaction rate
نموذج التصادم	collision model
الحفّاز	catalyst
المُثبِّط	inhibitor
التفاعل الانعكاسي	reversible reaction
الاتزان	equilibrium
مبدأ لو شاتليه	le Châtelier's principle

سرعة التفاعلات والاتزان

فكرة رئيسة **يجري كل تفاعل كيميائي بسرعة محددة يمكن زيادتها أو إبطاؤها بتغيير ظروف التفاعل.**

روابط من القراءة بالحياة اليومية أي مما يلي الأسرع، شاحنة آيس كريم أم حافلة مدرسية أم سيارة سباق؟ كلها وسائل نقل، لكن بعضها يتحرك أسرع من غيره. ينطبق المبدأ نفسه على التفاعلات الكيميائية.

سرعة التفاعلات

تحدث بعض التفاعلات الكيميائية، مثل احتراق وقود الصاروخ، بسرعة وتطلق كميات هائلة من الطاقة في غضون ثوانٍ. بينما تجري تفاعلات أخرى، مثل صدأ الحديد، ببطء شديد لدرجة أنّك بالكاد تلاحظ أي تغيُّر من أسبوع إلى الذي يليه. كيف يمكنك التعبير عن سرعة التفاعل الكيميائي؟ إنّ **سرعة التفاعل** عبارة عن السرعة التي تتحوَّل بها المتفاعلات إلى نواتج.

فكِّر في تفاعل التكوين، المُبيَّن في **الشكل 18**، الذي يوصف بالمعادلة الكيميائية التالية.

$$2H_2(l) + O_2(l) \rightarrow 2H_2O(g) + \text{طاقة}$$

يمكن لعالم الكيمياء اختيار طريقة من بين عدة طرق لتوضيح سرعة هذا التفاعل. وفي ما يلي ثلاثة أمثلة على تلك الطرق: سرعة استنفاد واحد من المتفاعلَين أو سرعة تكوُّن الماء أو سرعة انطلاق الطاقة. نظرًا إلى أنّ الكثير من العوامل تؤثر في سرعات التفاعلات الكيميائية، فسيذكُر عالم الكيمياء أيضًا الظروف التي حدث فيها التفاعل.

الشكل 18 يبرز المحرّك الرئيس للمكوك الفضائي الهيدروجين والأكسجين لإنتاج الماء. ويتمكّن المكوك من التغلُّب على جاذبية الأرض لأنّ هذا التفاعل يحدث بسرعة كبيرة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

488 الوحدة 17 • التفاعلات الكيميائية

العوامل المؤثرة في سرعة التفاعلات

أنت تعلم بالفعل أنّ السكر يذوب بشكل أسرع في الماء الساخن منه في الماء البارد، إلّا أنّ ذوبان السكر في الماء ليس تفاعلًا كيميائيًا. ومع ذلك، فإنّ سرعة أغلب التفاعلات الكيميائية أيضًا تتباين بتغيّر درجة الحرارة.

يستخدم علماء الكيمياء فكرة نابعة من الحس العام لشرح سبب اعتماد سرعة التفاعلات على درجة الحرارة وعوامل أخرى، مثل التركيز ومساحة السطح. تُسمى هذه الفكرة بنموذج التصادم. ينص **نموذج التصادم** على أنّ الذرات والأيونات والجزيئات يجب أن تتصادم حتى تتفاعل. وسيساعد فهم نموذج التصادم في تفسير سبب تأثير تغيُّر ظروف التفاعل الكيميائي في سرعة التفاعل.

درجة الحرارة تخزّن عادةً الأطعمة القابلة للتلف مثل اللبن والبيض والخضروات في الثلاجة وذلك لأنّ خفض درجة الحرارة يُقلّل من سرعة التفاعلات الكيميائية التي تُسبّب التلف. وبشكل معاكس، يزيد رفع درجة حرارة التفاعلات الكيميائية من سرعة التفاعلات بشكل عام.

لماذا تؤثر درجة الحرارة في سرعة التفاعل؟ تذكّر أنّ درجة حرارة مادة هي مقياس لمتوسط الطاقة الحركية لكل جسيماتها. ولذلك، تتحرك الجسيمات المتفاعلة بشكل أسرع عند درجات الحرارة المرتفعة وتتصادم بمعدّل أكبر. غير أنّ تردد التصادم المرتفع وحده لا يفسّر تمامًا زيادة سرعة التفاعل. ونظرًا إلى أنّ الجسيمات تتحرك بسرعة عند درجات الحرارة المرتفعة، فهي تتصادم بطاقة أكبر. نتيجةً لذلك، تؤدي النسبة الزائدة من التصادمات إلى تفاعل بين الجسيمات المتصادمة.

التأكد من فهم النص **اشرح** تأثير زيادة درجة الحرارة في ضوء نموذج التصادم.

التركيز يمكنك تغيير سرعة التفاعل الكيميائي بطريقة أخرى، وهي بتغيير تركيز واحد أو أكثر من المتفاعلات. يصف التركيز عدد جسيمات مادة ما لكل وحدة حجوم. يعبّر علماء الكيمياء عادةً عن التركيز بمولات المادة لكل لتر (mol/L).

فكّر في أنبوبي الاختبار الموضّحين في **الشكل 19**. يحتوي كل أنبوب على شريط المغنسيوم (Mg) مغموس في محلول من حمض الهيدروكلوريك (HCl). ويختلف أنبوبا الاختبار في تركيز محلول الحمض. عندما يتفاعل المغنسيوم مع حمض الهيدروكلوريك، ينطلق غاز الهيدروجين (H_2) كناتج. لذلك يمكنك مقارنة سرعة التفاعلَين عن طريق مقارنة سرعة تكوُّن الفقاعات. لماذا يتفاعل شريط المغنسيوم بشكل أسرع مع حمض الهيدروكلوريك الأكثر تركيزًا؟ يحتوي الحمض الأكثر تركيزًا على جسيمات متفاعلة أكثر لكل وحدة حجوم، مما يؤدي إلى فرص أكثر للتصادمات بين الجسيمات المتفاعلة. ونتيجةً لذلك، تكون سرعة التفاعل أكبر.

الشكل 19 تزيد سرعة التفاعل بين المغنسيوم وحمض الهيدروكلوريك عند زيادة تركيز الحمض.

التدريس المتمايز

تحدّي افترض أنّ التفاعل الكيميائي الموصوف في المعادلة العامة $2A + B \rightarrow C + 3D$ حدث بسرعة استهلاك 0.320 mol/(L.s) من B. اطلب من الطلاب توضيح سرعة التفاعل نفسه تحت الظروف نفسها بالضبط، ولكن مع إنتاج mol من D/(L · s). ستبلغ السرعة 0.960 mol من D/(L · s) لأنّه يَنتج 3 mol من D نظير استهلاك كل mol من B. **ق م**

2 التدريس

إنشاء نموذج

نموذج التصادم أحضر إناءً زجاجيًا كبيرًا. خذ ثلاث كرات تنس طاولة وألصق قطعة صغيرة من جانب الخطافات في شريط الخطافات والحلقات، ثم ضعها في الصندوق. قم بالشيء نفسه مع ثلاث كرات أخرى وجانب الحلقات في الشريط. اسأل الطلاب عما يجب أن يحدث حتى تلتصق الكرات ببعضها. يجب أن تصطدم كرة "خطاف" بشكل ملائم مع كرة "حلقة". هُزّ الصندوق لتوضّح تصادم الجسيمات. اسأل الطلاب عن طريقة تمثيل درجة الحرارة الزائدة باستخدام الصندوق. عن طريق زيادة من سرعة وقوة هزك للصندوق. اسأل عن طريقة تمثيل التركيز الزائد. أضف المزيد من كل نوع من الكرات. **ق م**

استخدام تشبيه

التركيز والتصادمات اسأل الطلاب ما إذا كانوا قد قادوا القوارب التصادمية من قبل في مدينة الملاهي أو أحد الاحتفالات. إذا لم يقم معظمهم بهذا، فاطلب من طالب قام به وصف طريقة تحرّك المشاركين وتوجيههم القوارب في بركة ضحلة من الماء حتى يتفادوا بعض القوارب ويصطدموا بأخرى. ثم اسأل الطلاب عما سيحدث على الأرجح إذا تضاعف عدد القوارب التصادمية في البركة. سيزيد على الأرجح عدد التصادمات في كل وحدة زمنية. وضّح أنّه، بالمثل، إذا زادت تركيزات الجسيمات في خليط التفاعل، فسيزيد معدل تكرار التصادمات، ومن ثمّ، سرعة التفاعل.

التأكد من فهم النص

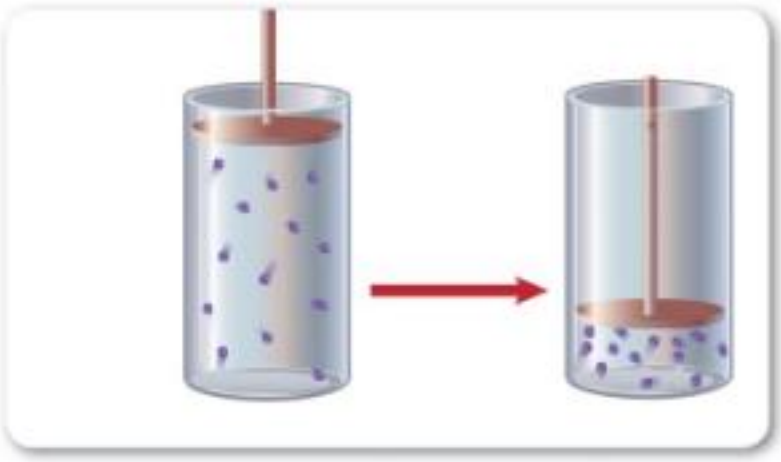
تزيد درجة الحرارة الزائدة من عدد التصادمات وقوتها، مما يزيد من سرعة التفاعل.

دعم محتوى المعلّم

طاقة التنشيط واتجاه التصادم عندما تصطدم الجسيمات، يجب أن تقوم بهذا بأقل كمية من الطاقة حتى تتفاعل. تُسمى أقل كمية طاقة بطاقة التنشيط للتفاعل. وحتى التصادمات ذات الطاقة الكافية لا تُنتج دائمًا تفاعلًا، إلا إذا تصادمت الجسيمات باتجاه صحيح بالنسبة إلى بعضها.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 4 • سرعة التفاعلات والاتزان 489



الشكل 20 بتقص الحجم، يزيد الضغط. يعني تقليل الحجم وزيادة الضغط أنّ الجسيمات تكون أقرب بعضها إلى بعض، وبتصادم بعضها ببعض بمعدل أكبر.

الحجم والضغط في التفاعلات الكيميائية التي تتضمّن غازات، يُعتبر الحجم والضغط اعتبارين مهمّين لأنّهما يرتبطان بتركيزات الغازات المتفاعلة. على سبيل المثال، يؤدي تقليل حجم دورق يحتوي على غازات إلى زيادة تركيز تلك الغازات عند ثبات درجة الحرارة. تمامًا مثل المحاليل السائلة، تؤدي زيادة تركيز الغازات إلى زيادة معدل تصادم الجسيمات بعضها مع بعض ومع جُدُر الوعاء. يزيد الضغط داخل الدورق، كما تزيد سرعة التفاعل لأنّ جسيمات الغاز المتفاعلة تتصادم بعضها مع بعض بمعدل أكبر، وهو الأهم. إنّ تأثير الضغط الزائد والحجم المنخفض في جسيمات الغاز موضّح في **الشكل 20**.

التأكد من فهم النص **قارن وقابل** بين تأثيرات زيادة تركيز المتفاعلات السائلة، وانخفاض حجم المتفاعلات الغازية.

مساحة السطح أي مما يلي يذوب أسرع، مسحوق السكر أم مكعب سكر؟ مثلما خمّنت على الأرجح. إنّ الإجابة هي مسحوق السكر لأنّ الحبوب المنفردة من السكر لها مساحة سطح كلية أكبر بكثير مقارنة بمكعب السكر. إنّ ذوبان السكر عبارة عن تغيّر فيزيائي، لكن الزيادة في مساحة السطح تزيد أيضًا من سرعة التفاعلات الكيميائية.

يجب أن يُجري عاملو رافعات الحبوب قياسات لضمان أنّ غبار الحبوب والأكسجين الموجود في الهواء لن يتّحدا في تفاعل احتراق. فحتى في يوم شديد الحرارة، تكون نسبة خطر تفاعل حبوب كاملة أو بذور من الذرة بسرعة مع الأكسجين الموجود في الهواء ضئيلة، غير أنّ الجسيمات الناعمة التي تُكوّن غبار الحبوب يمكن أن تتفاعل بشكل متفجّر في يوم حار، كما هو مُبيّن في **الشكل 21**. تزيد مساحة السطح الكلية الأكبر لغبار الحبوب السرعة الذي تتصادم به الجسيمات المتفاعلة بشكل كبير. ومع مزيد من التصادمات في كل وحدة زمنية، تزيد سرعة تفاعل الاحتراق بشكل هائل.

الشكل 21 يمكن أن يكون غبار الحبوب متفجّرًا بسبب مساحة سطحه الزائدة.

حقوق الطبع والتأليف © مجموعة نصائح مؤسسة McGraw-Hill Education

عرض توضيحي سريع

هل تؤثر درجة الحرارة في سرعة التفاعل؟

المواد 3 أقراص فوّارة مضادة للحموضة و3 أكياس بلاستيكية وماء مثلج وماء ساخن وماء عند درجة حرارة الغرفة و3 دوارق مخروطية و3 أشرطة مطاطية

الزمن المقدَّر 15 دقيقة

الإجراء ضع قرصًا فوّارًا مضادًا للحموضة في كل واحد من أكياس الشطائر البلاستيكية الثلاثة. وبمجرد وضع كل قرص في كيس، اكسره إلى أربع قطع. ضع 50 mL من الماء المثلج في دورق مخروطي تبلغ سعته 250 mL. أضف 50 mL من الماء الساخن في دورق آخر و50 mL من الماء عند درجة حرارة الغرفة في دورق ثالث. ثبّت كيسًا بلاستيكيًا على كل دورق بواسطة شريط مطاطي. اطلب من ثلاثة طلاب تفريغ الأكياس في الدوارق في آن واحد ولاحظ الزمن الذي تستغرقه الأكياس حتى تنتفخ.

مناقشة

سرعة التفاعل بينما تناقش العوامل التي تؤثر في سرعة التفاعل، حاول أن تُبقي التفسيرات في ضوء نموذج التصادم. اسأل الطلاب عن طريقة تأثير زيادة الضغط أو تقليل الحجم في احتمالية التصادم. يعني كل من زيادة الضغط وتقليل الحجم وجود المزيد من الجسيمات في حيز صغير، أي احتمالية زيادة معدل تصادمها.

التأكد من فهم النص

يؤدي زيادة الضغط /تقليل الحجم للمتفاعلات الغازية إلى التأثير نفسه مثل زيادة التركيز للمتفاعلات السائلة: تقترب المزيد من الجسيمات إلى بعضها، مما يؤدي إلى زيادة عدد التفاعلات وسرعة التفاعل.

عرض توضيحي

مساحة السطح وسرعة التفاعل

تحذير: سيُنتِج الغبار المتساقط لهبًا متأججًا. قم بإجراء هذا العرض التوضيحي تحت خزانة جمع الغازات .

الهدف توضيح أنّ زيادة مساحة سطح التفاعل تزيد من سرعة التفاعل الكيميائي

المواد مسحوق الليكوبوديوم (2 g) وسطح خزفي وموقد مختبر أو قدّاحة بيوتان

الإجراء اجعل إضاءة الغرفة خافتة. باستخدام موقد أو قدّاحة، حاول إشعال 2 g تقريبًا من مسحوق الليكوبوديوم الموضوع في كومة صغيرة على سطح خزفي. اطلب من الطلاب ملاحظة عدم وجود تفاعل.

الحفّازات والمُثبّطات تجري بعض التفاعلات ببطء شديد يجعلها غير نافعة ولزيادة سرعة مثل تلك التفاعلات، يمكن إضافة حفّاز. **والحفّاز** عبارة عن مادة تزيد من سرعة التفاعل الكيميائي بدون أن تتغير كيميائيا. عند إضافة حفّاز إلى التفاعل، تبقى كتلة النانج المُتكوّن كما هي، لكنها ستتكوّن بشكل أسرع. يبقى الحفّاز بلا تغيير وعادةً ما تجري استعادته وإعادة استخدامه. الجدير بالذكر أنّ الحفّازات تُستخدم لزيادة سرعة الكثير من التفاعلات في الصناعة مثل عملية البلمرة لصناعة المواد البلاستيكية والألياف. لتحليل الطعام، يستخدم جسمك حفّازات خاصة، تُسمى إنزيمات.

أحيانًا يكون من المهم منع تفاعلات محددة من الحدوث. على سبيل المثال، تتلف الأطعمة عادةً لأنّها تتفاعل مع الأكسجين الموجود في الهواء. تُستخدم مواد تُسمى **المُثبّطات** لإبطاء سرعة التفاعلات الكيميائية أو منع التفاعل من الحدوث على الإطلاق. إنّ المواد الحافظة للغذاء عبارة عن مُثبّطات تمنع التفاعلات التي تؤدي إلى تلف أطعمة محددة.

ثمة شيء يجب تذكُّره عند التفكير في الحفّازات والمُثبّطات، وهو أنّها لا تُغيّر من كمية النانج الذي تكوّن، وإنما تُغيّر من سرعة الإنتاج فحسب.

التأكد من فهم النص قارن وقابل بين الحفّازات والمُثبّطات من حيث طريقة تأثيرها في سرعة التفاعلات.

الاتزان

فكّر في طريق ذي اتجاه واحد، وهو طريق يمكن أن تتحرّك فيه المركّبات في اتجاه واحد فقط. افحص الآن الصيغة العامة لتفاعل كيميائي (المتفاعلات ← النواتج). هل تلاحظ وجه شبه؟

قد يؤدي سهم التفاعل المنفرد هذا إلى الاعتقاد بأنّ كل تفاعل كيميائي يجري في اتجاه واحد فقط، من المتفاعلات إلى النواتج. تحت ظروف محددة، تفعل بعض التفاعلات ذلك بالضبط، وعندما يستمر مثل ذلك التفاعل حتى استهلاك متفاعل واحد على الأقل بشكل تام، يُقال عن ذلك التفاعل أنّه "يتجه نحو الاكتمال". يُعتبر انحلال كلورات البوتاسيوم ($KClO_3$) إلى كلوريد بوتاسيوم (KCl) وأكسجين (O_2) من أمثلة تلك التفاعلات.

$$2KClO_3(s) \rightarrow 2KCl(s) + 3O_2(g)$$

بعكس التفاعلات التي تتجه نحو الاكتمال، يمكن للكثير من التفاعلات تحت ظروف محددة أن تحدث في كلا الاتجاهين. وتُعرف تلك التفاعلات بأنّها "انعكاسية". إنّ **التفاعل الانعكاسي** عبارة عن تفاعل يمكن أن يحدث في الاتجاه الأمامي والاتجاه العكسي أيضًا. فكّر في التفاعل الانعكاسي على أنّه طريق مزدوج الاتجاه، كالمبين في **الشكل 22**. يمكن أن تسير السيارات في كلا الاتجاهين في الوقت نفسه.

■ **الشكل 22** تجري بعض التفاعلات في اتجاه واحد فقط، من المتفاعلات إلى النواتج، مثل طريق ذي اتجاه واحد. بينما تكون الكثير من التفاعلات مثل الطريق مزدوج الاتجاه، قادرة على الحركة في الاتجاهين.

حقوق النشر © محفوظة لصالح مؤسسة مكجرو هيل للتعليم
McGraw-Hill Education

عرض توضيحي سريع

استخدام الحفّاز

المواد محلول فوق أكسيد الهيدروجين (H_2O_2) بتركيز 12% وكأس صغيرة ويوديد البوتاسيوم ومنظّف سائل وشظية متوهجة

الزمن المقدّر 10 دقيقة

الإجراء اسكب حوالي 20 mL من محلول فوق أكسيد الهيدروجين بتركيز 12% في الكأس. قم بتحريكه في كمية صغيرة من المنظّف السائل، ثم أضف 1 g تقريبًا من يوديد البوتاسيوم (KI). بينما تتكوّن الرغوة، اختبر الفقاعات باستخدام شرائح مشتعلة وشرائح متوهجة. تحدث الرغاوي عندما تحفّز أيونات اليوديد تحلُّل فوق أكسيد الهيدروجين إلى ماء وغاز الأكسجين. سيزيد بريق لهب الشريحة الخشبية المشتعلة، وقد تتحول الشظية المتوهجة إلى لهب. وضّح أنّ أيونات اليود I^- في يوديد البوتاسيوم KI لم تُستهلك، ولكنها سرعت تحلل فوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2.

التأكد من فهم النص

تزيد الحفّازات من سرعة التفاعل؛ بينما تقلل المُثبّطات من سرعة التفاعل. لا تستهلك التفاعلات الكيميائية الحفّازات ولا المُثبّطات.

استخدام تشبيه

التروس صِف حركة السيارة إلى الوراء. يمكن أن تتحرك السيارة إلى الأمام أو الوراء. إذا انكسرت التروس العكسية، فسيشبه الموقف التفاعل غير الانعكاسي.

ثم، ارفع السطح الذي يحتوي على المسحوق حوالي 40 cm أعلى شعلة الموقد واقلبه. اطلب من الطلاب مناقشة تأثير مساحة السطح الزائدة في سرعة التفاعل. اربط هذا بانفجارات الغبار في صوامع الحبوب.

النتيجة المتوقعة لن يشتعل مسحوق الليكوبوديوم حتى تنثره فوق اللهب. سيشتعل الغبار المتساقط بشكل متفجر.

التقويم لخّص العرض التوضيحي. تزيد سرعة التفاعل عندما تزيد مساحة السطح. توقّع أي منهما سيذوب أولًا، مكعب السكر أم الكتلة نفسها من السكر المحبب. السكر المحبب ماذا يحدث لسرعة التصادم بين جزيئات الأكسجين وجسيمات الغبار عندما تزيد مساحة السطح؟ يزيد معدل التصادم مع زيادة مساحة السطح.

حقوق النشر © محفوظة لصالح مؤسسة مكجرو هيل للتعليم
McGraw-Hill Education

مناقشة

الاتزان الديناميكي ساعد الطلاب على استيعاب الطبيعة الديناميكية للاتزان باستخدام هذا المثال. ارسم على اللوحة جسرًا يوصل مدينة فيها 10,000 مركبة ومدينة فيها 50,000 مركبة. ارسم سهمين متساويين في الطول ومتضادين في الاتجاه أعلى الجسر وأسفله، وسمِّ كلا السهمين *500* مركبة في الساعة. وضّح أنّ حالة الاتزان تتحقق عندما يكون عدد المركبات التي تعبر الجسر كل ساعة في أحد الاتجاهين مساويًا لعدد المركبات التي تعبر في الاتجاه المقابل. أكّد على حقيقة أنّ عدد المركبات في المدينتين لا يجب أن يكون متساويًا.

التأكد من فهم النص

يتحرك التفاعل الأمامي من المتفاعلات إلى النواتج. بينما يتحرك التفاعل العكسي من النواتج إلى المتفاعلات.

استراتيجية القراءة

توضيح النص اطلب من الطلاب قراءة النص حول الاتزان وميدأ لو شاتيليه. اسأل الطلاب ما إذا كان ثمة مفهوم غير واضح لهم. اكتب الصعوبات التي واجهها الطلاب أو المفاهيم الخاطئة على اللوحة. استعرض طرائقًا لتوضيح النص، مثل الرجوع إلى **الشكل 23** أو **24** واستخدام عناوين النص للحصول على أدلة. شجّع الطلاب الذين يستوعبون المفاهيم على شرحها بأسلوبهم الخاص.

■ **سؤال حول الشكل 23**

سيتحول الاتزان باتجاه غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 غير المذاب. سيذوب عدد أقل من جزيئات غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 الموجودة في الهواء؛ ستخرج العديد من جزيئات غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 من المحلول.

المفردات

أصل الكلمة

الاتزان equilibrium

مشتقة من الكلمة اللاتينية *aequus*، وتعني "متساوٍ"

عندما تتكون المتفاعلات والنواتج بسرعات متساوية، يقال عن التفاعل إنه في حالة اتزان.

عندما يجري تفاعل انعكاسي في الاتجاه الأمامي وتحدث تفاعلات عكسية بالسرعة نفسها تمامًا، تنشأ حالة من التعادل، أو الاتزان. **والاتزان** عبارة عن حالة تجري فيها التفاعلات أو العمليات الأمامية والعكسية بسرعات متساوية. يُشار إلى حالة الاتزان بأسهم تفاعل مزدوجة، مثل المَبيْنة أدناه. ويُطلق علماء الكيمياء بشكل عام على التفاعل الذي يجري من اليسار إلى اليمين التفاعل الأمامي والذي يجري من اليمين إلى اليسار بالتفاعل العكسي.

المتفاعلات ⇌ النواتج

التأكد من فهم النص قارن بين التفاعلات الأمامية والعكسية.

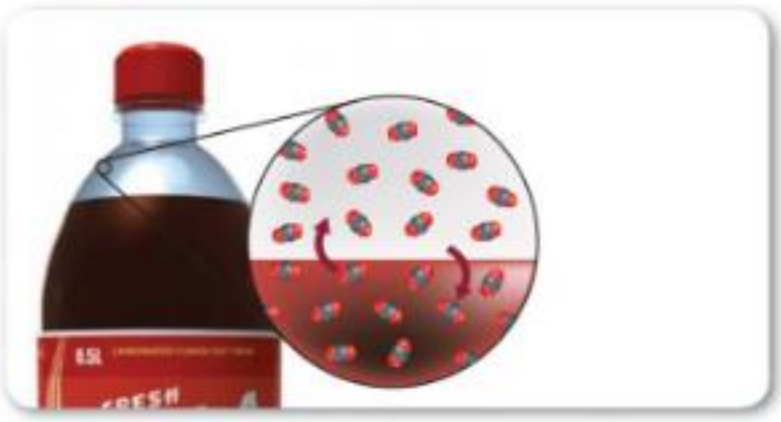
أنواع الاتزان تتضمّن بعض أنواع الاتزان تغيُّرات فيزيائية بدلًا من التفاعلات الكيميائية. فعند حدوث تغيُّرات فيزيائية متقابلة بمعدلات متساوية، تنشأ حالة من الاتزان الفيزيائي. على سبيل المثال، في زجاجة صودا مُحكمة الغلق، تكون جزيئات ثاني أكسيد الكربون CO_2 في حالة إفلات دائم من المحلول. وفي الوقت نفسه، وبمعدل مماثل، تعاود جزيئات ثاني أكسيد الكربون CO_2 الدخول إلى المحلول. تتضح تلك الحالة من الاتزان الفيزيائي في **الشكل 23**.

$$CO_2(aq) \rightleftharpoons CO_2(g)$$

بشكل مشابه، عند حدوث تفاعلات كيميائية متقابلة بمعدلات متساوية، تنشأ حالة من الاتزان الكيميائي. ومن أمثلة ذلك، الاتزان الكيميائي، الذي ينشأ في عملية هابر المستخدمة في صناعة الأمونيا (NH_3). حيث يتفاعل النيتروجين (N_2) مع الهيدروجين (H_2). وتوصف تفاعلات اتزان عملية هابر بالمعادلة التالية.

$$2NH_3(g) + \text{طاقة} \rightleftharpoons 3H_2(g) + N_2(g)$$

عندما يكون هذا التفاعل في حالة اتزان، تتكوّن الأمونيا بشكل ثابت. وفي الوقت نفسه وبالسرعة نفسها، يُعاد تكوُّن جزيئات النيتروجين والهيدروجين.



■ **الشكل 23** في زجاجة صودا مُحكمة الغلق، تخرج جزيئات ثاني أكسيد الكربون CO_2 الذائبة من المحلول وتعاود الدخول إليه باستمرار.

استدلّ ماذا يحدث للاتزان عند فتح الزجاجة؟

حقوق الطبع والتأليف © مجموعة نصائح مؤسسة McGraw-Hill Education

التدريس المتمايز

الطلاب دون المستوى ساعد الطلاب على فهم أنّ الاتزان عبارة عن حالة من التوازن الديناميكي بين تفاعلين أو عمليتين متعاكستين (وليس حالة لا تحدث فيها التفاعلات) باستخدام هذا العرض التوضيحي. اطلب من طالبَين أن يشدا طرفي الحبل بمقدار صغير من القوة يكون كافيًا فقط لإنشاء حالة من التوازن. (انتبه حتى لا يتحول هذا إلى معركة لشد الحبل في غرفة الصف!) اشرح أنّه توجد حالة من الاتزان الفيزيائي.

اسأل الطلاب ما إذا كان من الصحيح القول بأنّه لا شيء يحدث. لا. توجد قوتان متقابلتان مبذولتان، مما يُنشئ حالة من التوازن. وضّح أنّ هذا يشبه حالة الاتزان، حيث يحدث تفاعلان أو عمليتان بالسرعة نفسها. **م م**

492 الوحدة 17 • التفاعلات الكيميائية

العوامل المؤثرة في الاتزان عندما تنشأ حالة الاتزان، تحدث التفاعلات الأمامية والعكسية بسرعات متساوية. وتبقى الكميات الصافية لكل من المتفاعلات والنواتج ثابتة. في المثال السابق لزجاجة الصودا محكمة الغلق، ماذا سيحدث إذا فُتحت الزجاجة؟ كما يمكنك أن تفترض، لن يكون النظام في حالة اتزان بعد ذلك وستجري، لوقت ما، تغيُّرات فيزيائية نحو اليمين في المعادلة التالية،

$$CO_2(aq) \rightleftharpoons CO_2(g)$$

يمكن للتفاعلات الكيميائية التي في حالة اتزان أن تتغير بشكل مشابه، كما يمكن أن يكون نظام الاتزان خاضعًا لضغوط تزيد من سرعة أحد التفاعلات المتقابلة أو تبطئ منها. وبدلًا من البقاء ثابتةً، تنحاز الكميات الصافية للمتفاعلات والنواتج إلى أحد اتجاهي التفاعل ويصبح الاتزان غير متعادل بشكل مؤقت. لكن مع الوقت، تصل التفاعلات الأمامية والعكسية إلى حالة من التعادل. وتنشأ حالة جديدة من الاتزان، بكميات مختلفة من المتفاعلات والنواتج تلك المرة.

عندما يُفرض مؤثر ما على نظام اتزان، يستجيب الاتزان للمؤثر حسب قاعدة عامة نُعرف بمبدأ لو شاتيليه. وينص **مبدأ لو شاتيليه** على أنه إذا وقع مؤثر أو توتر ما على نظام في حالة اتزان، فسينزاح الاتزان في الاتجاه المقابل للمؤثر أو للتوتر. والتوتر عبارة عن أي نوع من التغيُّر الذي يخل بالاتزان. ومنها الأكثر شيوعا ما يلي: تغيير التركيز بإضافة متفاعل أو ناتج أو إزالته، وتغيير درجة الحرارة بإضافة حرارة أو إزالتها، كما هو مُبيَّن في **الشكل 24**؛ وتغيير الحجم والضغط. عندما تزيد سرعة تفاعل أمامي أو عكسي أو تنخفض استجابةً لتوتر ما، يُقال عن الاتزان إنّه قد "انزاح".

تجربة مصغرة

إنشاء نموذج للاتزان

الإجراء

1. اقرأ الإجراء وحدّد المخاطر المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. قِس بدقة 20 mL من الماء في مخبار مدرج واسكبها في كأس سعتها 100 mL. املأ المخبار المدرج بالماء حتى علامة 20 mL. أضف قطرتين من الملوّنات الغذائية إلى الماء الموجود في كل وعاء.
3. أحضر أنبوبين زجاجيين بقُطر متساوٍ. وضع أحد الأنبوبين في المخبار المدرج والآخر في الكأس.
4. مع وجود أطراف الأنبوبين في قبعان الأوعية، غطِّ الأطراف المفتوحة للأنبوبين الزجاجيين بأصابعك السبابة حتى تحجز الماء داخل الإنبوبين. وبشكل متزامن، انقل كل أنبوب إلى الوعاء الآخر وأفلت أصابعك لتحرر الماء.
5. كرِّر عملية النقل حوالي 25 مرة. سجِّل ملاحظاتك.

التحليل

1. **صِف** ملاحظاتك أثناء النقل.
2. **اشرح** هل كانت النتيجة النهائية ستختلف إذا واصلت عملية النقل لفترة أطول؟
3. **استدلّ** كيف تمثّل تلك العملية نموذجًا للاتزان؟

الشكل 24 في تفاعل اتزان رباعي أكسيد ثنائي النيتروجين وثاني أكسيد النيتروجين ($N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$). يتزاح الاتزان في اتجاه ثاني أكسيد النيتروجين البني المحمر NO_2 عند وضعه في ماء عند درجة الغليان (يسار) وفي اتجاه رباعي أكسيد ثنائي النيتروجين عديم اللون N_2O_4 عند وضعه في حمام مياه مثلجة (يمين).

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تجربة مصغرة

الهدف اكتشاف الطلاب أنّ الاتزان لا يعني تساوي كميات المتفاعلات والنواتج.

المواد مخبار مدرج وكأس سعتها 100 mL وملوّن غذائي وماء وأنبوبان زجاجيان بقُطر متساوٍ

استراتيجيات التدريس

- يجب أن يكون الأنبوبان الزجاجيان أطول من المخبار المدرج.
- وضِّح طريقة نقل الماء من الكأس إلى المخبار المدرج ثم إعادته إلى الكأس. يمكن أن تقوم مجموعات ثنائية من الطلاب بانتقالات متزامنة.

النتائج المتوقعة في البداية، ارتفاع 20 mL من الماء في المخبار المدرج أكبر من ارتفاع 20 mL من الماء في الكأس. لذا، سيصل الماء في الأنبوب الزجاجي الموضوع في المخبار المدرج إلى مستوى أعلى من الأنبوب الموضوع في الكأس. مع مرور الزمن، ستتساوى ارتفاعات الماء في الأنبوبين. في النهاية، سيكون مستوى الماء 30 mL في الكأس و10 mL في المخبار المدرج.

التحليل

1. مع استمرار الانتقالات، زاد مستوى الماء في الكأس وانخفض في المخبار المدرج حتى تساوت المستويات.
2. بمجرد تساوي المستويات، تساوت كمية الماء المنقولة من الكأس مع الكمية المنقولة من المخبار المدرج، إذًا لن يحدث المزيد من التغيُّرات في مستويات الماء.
3. إذا كُتب هذا كمعادلة، فستكون كالآتي: كأس $\rightleftharpoons$ مخبار. ستكون كمية الماء المنقولة في التفاعل الأمامي (من الكأس إلى المخبار) مساوية للكمية المنقولة في الاتجاه العكسي (من المخبار إلى الكأس).

بعد القراءة

رسوم توضيحية اطلب من الطلاب إنشاء رسوم توضيحية للعوامل التي تؤثر في سرعة التفاعل واتزانه: التركيز ومساحة السطح والحجم/الضغط ودرجة الحرارة. يجب أن تبيّن رسوماتهم الجسيمات وتوضّح كل عامل من العوامل في ضوء نموذج التصادم. إذا لزم الأمر، يمكن أن يكتبوا جملة قصيرة تحت كل رسم لشرح ما تصفه.

دفتر العلوم

التفاعلات الانعكاسية اطلب من الطلاب وصف نموذج أو أكثر للتغيُّرات أو للتفاعلات الانعكاسية في يومياتهم في العلوم. قد يقول الطلاب، على سبيل المثال، إنّ حركة السيارة عكسية لأنّها يمكن أن تتحرك في كلا الاتجاهين الأمامي والخلفي. ش م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

3 التقويم

التأكد من الفهم

البطاقات التعليمية للكيمياء اطلب من الطلاب العمل في مجموعات ثنائية لإنشاء 10 بطاقات تعليمية تصف كل واحدة منها إحدى طرائق تغيير سرعة التفاعل الكيميائي. تتضمن بعض الأمثلة ارتفاع درجة الحرارة؛ وإضافة مُثبّطات؛ وانخفاض درجة الحرارة؛ وتقليل مساحة السطح؛ وغير ذلك. يجب أن يتضمن الجزء الخلفي لكل بطاقة وصفًا لتأثير العامل الموضَّح في الجزء الأمامي في سرعة التفاعل. اطلب من الطلاب إجراء اختبار قصير لبعضهم لبعض.

إعادة التدريس

استيعاب الاتزان

اكتب على اللوحة معادلات موزونة لعدة عمليات وتفاعلات كيميائية. اجعل بعضها يتجه نحو الاكتمال، مع توضيحها بسهم منفرد للمتفاعلات ← النواتج. اجعل البعض الآخر انعكاسيًا، بأسهم تشير إلى حالة من الاتزان. اسأل الطلاب عن العمليات والتفاعلات التي ستستجيب للضغوط بطرائق يمكن وصفها باستخدام مبدأ لو شاتيليه. ستستجيب فقط العمليات أو التفاعلات الانعكاسية الموجودة في حالة من الاتزان بطرائق يمكن تحديدها باستخدام مبدأ لو شاتيليه.

التقويم

الأداء اكتب معادلة الاتزان التالية على اللوحة.

$$+ 2SO_2(g) + O_2(g) \leftrightharpoons 2SO_3(g)$$

طاقة. ثم اطلب من الطلاب استخدام مبدأ لو شاتيليه لتحديد طريقة تأثير كل واحد من الضغوط التالية في الاتزان: إضافة الأكسجين، التحوُّل باتجاه اليمين؛ التبريد، التحوُّل باتجاه اليمين؛ زيادة الحجم، التحوُّل باتجاه اليسار

كيف يمكن لمهندس كيميائي تطبيق مبدأ لو شاتيليه للوصول بإنتاج الأمونيا (NH_3) إلى الدرجة القصوى في نظام الاتزان التالي؟

$$\text{طاقة} + 2NH_3(g) \rightleftharpoons 3H_2(g) + N_2(g)$$

تغيير التركيز افترض أنّ عملية التصنيع جرت هندستها لإزالة الأمونيا (NH_3) عند تكوُّنها. ينخفض تركيز الأمونيا، مما يؤدي إلى انخفاض سرعة التفاعل العكسي. ونتيجةً لذلك، يكون التفاعل الأمامي أسرع بشكل مؤقت من التفاعل العكسي، وهو ما يوصف بإزياح باتجاه اليمين. فيتكوَّن المزيد من الأمونيا.

تغيير درجة الحرارة افترض أنّ المهندس قام بخفض درجة الحرارة عن طريق إزالة طاقة. يستجيب الاتزان برد فعل طارد للطاقة ورافع لدرجة الحرارة. فيحدث ازياح باتجاه اليمين ويتكوَّن المزيد من الأمونيا.

تغيير الحجم والضغط نظرًا إلى أنّ وعاء التفاعل يحتوي على غازات، يؤدي خفض الحجم إلى زيادة الضغط. وإذا كان ممكنًا، فسيستجيب الاتزان لتقليل الضغط. إضافةً إلى أنّه يمكن تقليل الضغط بتقليل عدد جزيئات الغاز. نظرًا إلى أنّ طرف النواتج (NH_3) في المعادلة يحتوي على عدد جزيئات (2) أقل من طرف المتفاعلات (4)، ينزاح الاتزان باتجاه اليمين. فيتكوَّن المزيد من الأمونيا.

القسم 4 مراجعة

ملخص القسم

- يمكن التحكّم بسرعات التفاعلات الكيميائية بتغيير الظروف التي تحدث فيها التفاعلات.
- تنشأ حالة الاتزان عندما تحدث التفاعلات أو العمليات الأمامية والعكسية بسرعات متساوية.
- يصف مبدأ لو شاتيليه طريقة استجابة الاتزان لتوتر ما.

1. **اسرد** أربع طرق لتغيير سرعة التفاعل الكيميائي.
2. **صِف** طريقتين يمكنك بهما ذِكر سرعة التفاعل الكيميائي.
3. **اشرح** ما يجب أن يحدث حتى يتفاعل جزيئان.
4. **قارن وقابل** بين الاتزان الكيميائي والفيزيائي.
5. **التفكير الناقد** صف طريقتين يمكنك من خلالهما التأثير في الاتزان التالي لإنتاج المزيد من الإيثانال (CH_3CHO). استخدم مبدأ لو شاتيليه لشرح سبب تحقيق كل وسيلة من وسائلك للنتيجة المرجوَّة.

$$\text{طاقة} + CH_3CHO(g) \rightleftharpoons H_2O(g) + C_2H_2(g)$$

تطبيق مفاهيم رياضية

6. **احسب** في التفاعل الموصوف في السؤال 30، وَجد أنّ تركيز CH_3CHO يزيد من 0.0300 mol/L إلى 0.0500 mol/L في 42.5 ثانيةً. اذكر متوسط التغيّر للتفاعل عند إنتاج مول من CH_3CHO /L-s.

القسم 4 مراجعة

1. إضافة حرارة، زيادة تركيز متفاعل (أو أكثر)، زيادة مساحة سطح المتفاعل، زيادة الضغط عن طريق خفض الحجم
2. سرعة استهلاك المتفاعل أو سرعة تكوين الناتج
3. يجب أن يصطدم الجزيئان بمقدار كافٍ من الطاقة ويكون التصادم بالاتجاه الصحيح والمناسب حتى يتفاعلا.
4. يحدث الاتزان الكيميائي عندما تَنتج النواتج بالسرعة نفسها كالمتفاعلات في التفاعل الكيميائي. يحدث الاتزان الكيميائي عند حدوث تغيُّر فيزيائي (مثل تغيُّر في الحالة) في اتجاهين مختلفين بالسرعة نفسها.
5. بما أنّ المتفاعلين غازان، فيجب أن يحوّل كل من زيادة الضغط وتخفيض الحجم الاتزان باتجاه الناتج، وهو الإيثانال. كذلك يجب أن تحوّل إضافة حرارة الاتزان باتجاه الناتج. تزيد كلتا الاستراتيجيتين من احتمالية التصادمات بين الجزيئات.

تطبيق مفاهيم رياضية

6. 0.00047 mol/L - s (أو 4.7×10^{-4} mol/L - s)

حقوق الطبع والتأليف © مجموعة نصاح مؤسسة McGraw-Hill Education

494 الوحدة 17 • التفاعلات الكيميائية

تجربة

التوهج أو عدمه

الأهداف

- **لاحظ** تأثير درجة الحرارة في العصا المضيئة.
- **اشرح** طريقة تأثير درجة الحرارة في سرعة التفاعل الكيميائي.

الخلفية: **تطلق الكثير من التفاعلات الكيميائية طاقةً في صورة ضوء. فالضوء الظاهر من العصا المضيئة عبارة عن ناتج لتفاعل كيميائي.**

السؤال: كيف يؤثر تغيير درجة حرارة الماء في كمية الضوء الناتج عن العصا المضيئة؟

التحضير

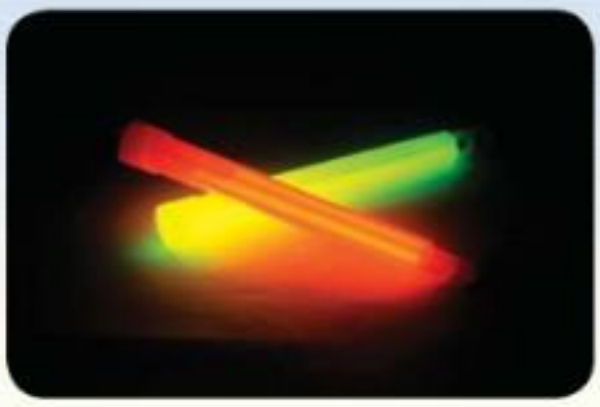
المواد

3 عصي مضيئة
4 كؤوس سعة كل منها 400 mL
ماء
ثلج
لوح تسخين
ثيرموميتر
مخبار مدرج

احتياطات السلامة

الإجراء

1. اقرأ الإجراء وحدّد المخاطر المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. اكتب فرضية حول الطريقة التي ستتأثر بها العصا المضيئة بدرجة الحرارة.
3. حضّر حمام ماء ساخن بتسخين 200 mL من الماء في كأس على لوح تسخين. سجّل درجة حرارة الماء الساخن.
4. حضّر حمام ماء مثلج حجمه 200 mL وحمام ماء عند درجة حرارة الغرفة حجمه 200 mL. سجّل درجة حرارة الماء الموجودة في كل حمام.



5. قُم بثني العصا المضيئة حتى تُصدر المحفظة الداخلية صوت فرقعة. قُم بهزّ العصا المضيئة لمدة 10 ثوانٍ. ضع العصا المضيئة في حمام الماء الساخن.
6. كرّر الخطوة 5 مع العصي المضيئة المتبقّية مستخدمًا حمام الماء المثلج وحمام الماء الذي عند درجة حرارة الغرفة. سجّل ملاحظاتك.

استنتج وطبّق

1. **لخّص** ملاحظاتك.
2. **اشرح** سبب اختلاف كمية الضوء الناتج فوق مستوى الماء عن أسفله.
3. **قيّم** فرضيتك.
4. **استدلّ** على طريقة تأثير درجة الحرارة في شدّة الضوء. كيف ترتبط شدّة الضوء بسرعة التفاعل الكيميائي؟
5. **اشرح** أهمية استخدام ماء عند درجة حرارة الغرفة في تحقيقك. ما الغرض الذي تخدمه الماء التي تكون عند درجة حرارة الغرفة؟

شارك

بياناتك

قارن نتائجك بنتائج زملائك. اكتب تقريرًا يشرح أي أوجه اختلاف بين النتائج.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تجربة

التحضير

الهدف استدلال الطلاب على العلاقة بين درجة الحرارة وسرعة التفاعل.

مهارات العملية الملاحظة وتحليل النتائج وإدراك السبب والنتيجة ووضع فرضية

الزمن المطلوب 30 دقيقة

احتياطات السلامة استخدم قائمة رموز السلامة لشرح مخاطر السلامة والأمثلة والاحتياطات كما تنطبق على هذه التجربة. توخَّ الحذر عند تسخين الماء. اتبع تعليمات الشركة المصنِّعة للعصي الضوئية.

الإجراء

• اطلب من الطلاب العمل في مجموعات ثنائية أو ثلاثية.

استنتج وطبّق

1. ستختلف الإجابات. يجب أن تشير إجابات الطلاب إلى زيادة وهج احتراق العصي الضوئية في الماء الساخن لفترة زمنية قصيرة، وانخفاض شدة الاحتراق في الماء المثلج لفترة زمنية أطول.
2. يكون جزء العصا المغمور في الماء عند درجة حرارة حمام الماء. يبدو جزء العصا المغمور في الحوض المثلج أكثر خفوتًا. بينما يبدو جزء العصا المغمور في الماء الساخن أكثر بريقًا.
3. تحقّق من إجابات الطلاب.
4. كلما زادت درجة الحرارة، زاد بريق توهج العصا الضوئية. يُعدّ الضوء المتولّد ناتجًا للتفاعل الكيميائي؛ يعني الضوء الأكثر بريقًا زيادة كمية الناتج في كل وحدة زمنية (أو تفاعلًا أسرع).
5. يعمل الماء عند درجة حرارة الغرفة كضابط.

التقويم

العملية اطلب من الطلاب كتابة تقرير عن التجربة يتضمن الإجراءات والملاحظات والخلاصات.

شارك

بياناتك

اطلب منهم العمل معًا لإنشاء مقياس كمي لكمية الضوء الناتج عن العصي الضوئية من أجل مقارنة النتائج بشكل أفضل.

تجربة

التحضير

الهدف قيام الطلاب بشرح عوامل التركيز ودرجة الحرارة والضغط والحفّاز التي تؤثر في سرعة التفاعل الكيميائي والاستدلال عليها.

الزمن المطلوب حصة دراسية واحدة

مهارات العملية تحليل النتائج وجمع البيانات والشرح والاستدلال وتفسير البيانات والملاحظة وتنظيم البيانات والتلخيص واستخدام الشروحات العلمية

مواد بديلة يمكنك استخدام دوارق مخروطية صغيرة بدلًا من قوارير المشروبات الغازية أو الماء البلاستيكية. يمكنك جمع الغازات عن طريق الإزاحة للحصول على المزيد من البيانات الكمية.

احتياطات السلامة استخدم قائمة رموز السلامة لشرح مخاطر السلامة والأمثلة والاحتياطات كما تنطبق على هذه التجربة.

الإجراء

- قد ترغب في توضيح تقنية إعداد البالونات حتى يتمكن الطلاب من رؤية طريقة القيام بالأمر.

تجربة سرعة التفاعلات

الأهداف

- **قيّم** تأثير التركيز في سرعة التفاعل الكيميائي.
- **افحص** تأثير درجة الحرارة في سرعة التفاعل الكيميائي.

الخلفية: **يعتقد الكثير من الاشخاص أنّه لا يمكنك القيام بتفاعلات كيميائية بدون أدوات باهظة الثمن أو مواد كيميائية مكلفة. لكن هذا غير صحيح؛ إذ تحدث التفاعلات الكيميائية في كل مكان. وكل ما تحتاج إليه هو متجر أغذية لتجد الكثير من المواد التي يمكنها إحداث تفاعلات كيميائية مثيرة.**

السؤال: ما العوامل التي تُحدِّد كمية الناتج الذي يتكوّن في التفاعل الكيميائي أو سرعة حدوث التفاعل؟

التحضير

المواد

ماء	محلول خل
مسحوق الخبيز	3 بالونات
3 زجاجات بلاستيكية لمشروبات غازية سعتها 0.5 L (3)	أنبوب اختبار
قلم تخطيط	كأسان سعتهما 150 mL
ساعة توقيت، أو ساعة ذات مؤشر للثواني	كأس سعتها 500 mL
شريط لاصق	مخبار مدرج سعة 100 mL

احتياطات السلامة

الإجراء

1. اقرأ الإجراء وحدّد المخاطر المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. أنشئ جداول بيانات مشابهة لتلك المُبيّنة في الصفحة التالية.

3. حضّر محلول خل بتركيز 50 بالمئة عن طريق مزج 30 mL من الخل مع 30 mL من الماء. ليكون هذا المحلول *A*.
4. حضّر محلول خل بتركيز 30 بالمئة عن طريق مزج 30 mL من الخل مع 70 mL من الماء. ليكون هذا المحلول *B*.
5. حضّر محلول خل بتركيز 10 بالمئة عن طريق مزج 30 mL من الخل مع 270 mL من الماء. ليكون هذا المحلول *C*.
6. اسكب محاليل الخل في الزجاجات البلاستيكية التي سعتها 0.5 L المتوافقة معها والمسمّاة *A* و*B* و*C*.
7. ضع علامة على أنبوب اختبار صغير على مسافة من 1 إلى 2 cm من قاعه. املأ أنبوب الاختبار إلى العلامة بمسحوق الخبيز. اسكب مسحوق الخبيز في أحد البالونات.
8. كرّر الخطوة 7 مع بالونين آخرين. احرص على أن تكون كمية مسحوق الخبيز في كل بالون متساوية.
9. ضع فوهة أحد البالونات على فوهة إحدى الزجاجات التي سعتها 0.5 L. لا تدع أيًّا من مسحوق الخبيز تسقط في محلول الخل.
10. كرّر الخطوة 9 مع البالونين الآخرين والزجاجات المُتبقّية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تجربة استقصائية بديلة

الربط بالحياة اليومية للتوسُّع في هذه التجربة، اطلب من الطلاب تصميم تجربة تجمع نتائج كمية يمكن تمثيلها بيانيًا. يُعدّ تفاعل الزنك مع حمض الهيدروكلوريك أحد التفاعلات الأخرى التي يمكن القيام بها.

496 الوحدة 17 • التفاعلات الكيميائية

11. ارفع كل بالون لتسمح لصودا الخبز بالسقوط إلى كل محلول من محاليل الخل. احسب الزمن الذي يستغرقه التفاعل لينتهي. قم بقياس مقدار انتفاخ كل بالون. سجّل ملاحظاتك في جدول بيانات التركيز الخاص بك.
12. قم بإزالة البالونات من الزجاجات بحرص.
13. اغسل الزجاجات البلاستيكية بالماء.
14. حضّر محلول خل بتركيز 30 بالمئة عن طريق مزج 30 mL من الخل مع 70 mL من الماء البارد.
15. حضّر محلولَين مشابهَين باستخدام ماء عند درجة حرارة الغرفة وماء ساخن.
16. ضع المحاليل الثلاثة في الزجاجات البلاستيكية الثلاث التي سعة كل منها 0.5 L.
17. كرّر الخطوتين 7 و8 لإعادة ملء البالونات بمسحوق الخبيز.
18. ضع البالونات مرة أخرى على الزجاجات، مع تكرار الخطوتين 9 و10.
19. كرر الخطوة 11. احسب الزمن الذي يستغرقه التفاعل لينتهي.
20. قم بقياس مقدار انتفاخ كل بالون. سجّل ملاحظاتك في جدول بيانات درجة الحرارة الخاص بك.

جدول بيانات التركيز

تركيز الخل	المحلول A (50%)	المحلول B (30%)	المحلول C (10%)
الملاحظات			

جدول بيانات درجة الحرارة

درجة حرارة المحلول	بارد	درجة حرارة الغرفة	ساخن
الملاحظات			

حلّل بياناتك

1. **صف** طريقة تأثير زيادة تركيز المحلول في سرعة التفاعل الكيميائي.
2. **لخّص** طريقة تأثير درجة الحرارة في سرعة التفاعل الكيميائي.
3. **اشرح** سبب انتفاخ البالونات.

استنتج وطبّق

4. **استدلّ** على سبب اختلاف أحجام محاليل الخل في الخطوات 3 و4 و5. لماذا لم يكن من الممكن جعل الأحجام متساوية؟
5. **توقّع** العوامل التي يمكن أن تؤثر في كمية الناتج المتكوّن. ما العوامل التي تؤثر في سرعة تكوُّن النواتج؟

شارك

بياناتك

أنشئ رسمًا تخطيطيًا يمثّل ملاحظاتك بشكل مرئي. قارن بين رسمك التخطيطي ورسوم زملائك.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تجربة

حلّل بياناتك

1. كلما زاد التركيز، زادت سرعة التفاعل.
2. كلما زادت درجة الحرارة، زادت سرعة التفاعل.
3. سيصبح البالون منتفخًا بسبب الغاز (CO_2) المتكوّن كناتج للتفاعل.

استنتج وطبّق

4. كانت الأحجام مختلفة لأنّ كل محلول يحتوي على تركيز مختلف من الخل، والكمية نفسها من الجسيمات المتفاعلة (10 mL من الخل). إذا كانت الأحجام متساوية، فقد لا يتجه التفاعل نحو الاكتمال.
5. تؤثر كمية المتفاعلات وزمن التفاعل في كمية النواتج المتكوّنة. تتأثر سرعة تكوين النواتج بتركيز المتفاعلات ودرجة حرارة التفاعل والضغط الذي يحدث تحته التفاعل ووجود الحفّاز.

التقويم

الأداء اطلب من الطلاب تصميم تجربة توضّح بشكل كمي تأثير التركيز والحرارة في سرعة التفاعل الكيميائي.

خ م

شارك

بياناتك

سهّل مناقشة الطلاب للنتائج. يجب أن تكون الرسوم التخطيطية متشابهة بين المجموعات المختلفة. اطلب من الطلاب شرح رسومهم التخطيطية بعضهم لبعض وتفسير الاختلافات.

جدول بيانات التركيز

تركيز الخل	المحلول A (50%)	المحلول B (30%)	المحلول C (10%)
الملاحظات	أكبر بالون	البالون منتفخ، لكنه صغير	أصغر بالون أو بالون غير منتفخ

جدول بيانات درجة الحرارة

درجة حرارة المحلول	بارد	درجة حرارة الغرفة	ساخن
الملاحظات	بطيء جدًا	سرعة متوسطة	الأسرع

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الهدف

أعدم أنطوان لافوازييه، الذي اعتبره الكثيرون أبا الكيمياء الحديثة، أثناء الثورة الفرنسية لدوره كموظف حكومي رفيع في نظام الضرائب الفرنسي.

الخلفية

- بالإضافة إلى عمل لافوازييه العلمي، كان عضوًا نشطًا في الحكومة الفرنسية منذ عام 1768 حتى إعدامه في عام 1794.
- عندما اعتُقل لافوازييه، كان يعمل في اللجنة التي طورت النظام المتري.

استراتيجيات التدريس

- راجع مساهمات لافوازييه في الكيمياء، التي تمت مناقشتها في هذه الوحدة. كوّنت خواص الاحتراق وحفظ الكتلة الأساس لنهج كمي جديد في فهم العمليات الكيميائية.
- يوضّح **الشكل 1** الجهاز المستخدم لحرق الألماس. قم بالإشارة إلى حجم الجهاز عن طريق ملاحظة الأشكال البشرية المبيّنة في الصورة.

لافوازييه

ربما كان أنطوان لوران لافوازييه أعظم عالم كيمياء في جيله، وأحد المفكرين العلميين الأكثر تأثيرًا في التاريخ. وإذا أخذنا في الاعتبار الحقبة الفوضوية والمثيرة التي حقق فيها إنجازاته، فذلك سيجعلها أكثر تميزًا.

موظف حكومي شارك لافوازييه في أول مسح جيولوجي شامل في فرنسا عندما كان شابًا في العشرينيات من عمره وبعد هذا بفترة وجيزة. وعلى مدار الثلاثين عامًا التالية، عمل في نظام الضرائب الفرنسي وأصبح من الأغنياء.

البحث العلمي استخدم لافوازييه ثروته لإنشاء أحد أكبر المختبرات في أوروبا. وسمحت له الأدوات الحديثة والميزانية غير المحدودة بإجراء أبحاث مثل حرق الألماس الموضّح في **الشكل 1**.

نشر لافوازييه، بعد أن جمع مواهبه في الاستقصاء وقدرته على تنظيم المعرفة، كتابه *Elements of Chemistry* عام 1789. وقد كان هذا الكتاب بمثابة ميلاد الكيمياء الحديثة واحتوى على أول جدول للعناصر، وهو عبارة عن نظام لتسمية المركّبات وأوصاف شاملة لتقنيات المختبر.

الشكل 1 تركز عدسات هذا الجهاز المملاق ضوء الشمس، مما أنتج حرارة كافية لحرق الألماس.

السيرة الذاتية كان لافوازييه عالمًا مشهورًا على الصعيد العالمي. ورغم ذلك، لم يثر موته ضجة كبيرة، وذلك بسبب المناخ السياسي في هذه الفترة. اكتب مقالًا صحفيًّا حول سيرة لافوازييه الذاتية، مع تسليط الضوء على مساهماته في مجال الكيمياء.

النتائج المتوقعة

اعرض عينة من مقال عن السيرة الذاتية من صحيفة محلية قبل تكليف الطلاب بهذا النشاط. ميّز الأجزاء الشائعة من السيرة الذاتية، من ضمنها تاريخ الميلاد والوفاة والإنجازات. يجب أن يجري الطلاب بعض البحث لإكمال هذه المهمة؛ ويمكن أن تطلب منهم التنويه إلى مصادرهم.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 17 دليل الدراسة

الفكرة الرئيسة يتضمّن التفاعل الكيميائي تغيير مادة أو أكثر إلى مادة مختلفة أو أكثر.

القسم 1 التغيّرات الكيميائية

التفاعل الكيميائي الموزون	balanced chemical reaction
المعادلة الكيميائية	chemical equation
التفاعل الكيميائي	chemical reaction
المعامل	coefficient
الكتلة المولية	molar mass
المول	mole
النواتج	products
المتفاعلات	reactants

سمة/هندسة **تصف المعادلة الكيميائية الموزونة إعادة ترتيب الذرات في التفاعل الكيميائي.**

- إنّ التفاعل الكيميائي عبارة عن عملية تتضمن تحوّل واحد أو أكثر من المتفاعلات إلى واحد أو أكثر من النواتج.
- تشير المعادلة الكيميائية الموزونة إلى كميات نسبية من المتفاعلات والنواتج.
- إنّ المول (mol) عبارة عن كمية من المادة تحتوي على 6.022×10^{23} جسيم من هذه المادة.

القسم 2 تصنيف التفاعلات الكيميائية

تفاعل الاحتراق	combustion reaction
تفاعل تفكك	decomposition reaction
تفاعل الاستبدال مزدوج	double-displacement reaction
الراسب	precipitate
الاختزال	reduction
تفاعل الاستبدال الأحادي	single-displacement reaction
تفاعل التكوين	synthesis reaction

سمة/هندسة **يمكن تصنيف التفاعلات حسب طريقة إعادة ترتيب الذرات.**

- تنتظم التفاعلات الكيميائية في خمس فئات: الاحتراق والتكوين والتفكك والاستبدال الأحادي والاستبدال المزدوج.
- تتوقّع سلسلة النشاط الكيميائي الفلز الذي سيحلّ محل الآخر في تفاعل الاستبدال الأحادي.
- تُنتج بعض التفاعلات مادة صلبة تُسمى الراسب عند اتحاد مادتين أيونيتين.
- إنّ الأكسدة هي فقدان الإلكترونات والاختزال هو اكتساب محلولي الإلكترونات المَناظِر.

القسم 3 التفاعلات الكيميائية والطاقة

التفاعل الماص للطاقة	endergonic reaction
التفاعل الماص للحرارة	endothermic reaction
التفاعل الطارد للطاقة	exergonic reaction
التفاعل الطارد للحرارة	exothermic reaction

سمة/هندسة **تنطلق طاقة في التفاعلات الطاردة للطاقة، بينما تُمتَص طاقة في التفاعلات الماصة للطاقة.**

- يمتص كسر الروابط الكيميائية طاقةً.
- يطلق تكوين الروابط الكيميائية طاقةً.
- تنطلق طاقة في التفاعلات الكيميائية الطاردة للطاقة؛ بينما تُمتص طاقة في التفاعلات الماصة للطاقة.
- تُنتج التفاعلات الطاردة للحرارة طاقةً حراريةً. تمتص التفاعلات الماصة للحرارة الطاقة في صورة طاقة حرارية.

القسم 4 سرعة التفاعلات والاتزان

الحفّاز	catalyst
نموذج التصادم	collision model
الاتزان	equilibrium
المُثبِّط	inhibitor
مبدأ لوشاتليه	le Châtelier's principle
سرعة التفاعل	reaction rate
التفاعل الانعكاسي	reversible reaction

سمة/هندسة **يجري كل تفاعل كيميائي بسرعة محددة يمكن زيادتها أو إبطاؤها بتغيير ظروف التفاعل.**

- يمكن التحكّم بسرعات التفاعلات الكيميائية بتغيير الظروف التي تحدث فيها التفاعلات.
- تنشأ حالة الاتزان عندما تحدث التفاعلات أو العمليات الأمامية والعكسية بسرعات متساوية.
- يصف مبدأ لو شاتليه استجابة الاتزان لتوتر ما.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 17 • دليل الدراسة 499

استخدام المفردات

1. إنّ المعاملات عبارة عن أعداد كلية تُستخدم أمام الوحدات الكيميائية لوزن التفاعل الكيميائي.
2. يُعدّ التفاعلان عمليتين متقابلتين. يكوّن تفاعل التكوين مركّبات من عناصر أو مركّبات أصغر؛ بينما يحلّل تفاعل التفكك المركّبات لتكوين عناصر فردية أو مركّبات أصغر.
3. في التغيُّر الكيميائي، تتغيّر المتفاعلات إلى نواتج.
4. ينتج عن الاثنين نتائج متضادة: تصرع الحفّازات من التفاعلات الكيميائية؛ بينما تبطئ المُثبّطات من سرعتها.
5. يُعدّ التفاعلان متقابلين: تطلق التفاعلات الطاردة للحرارة طاقة حرارية؛ بينما تمتص التفاعلات الماصة للحرارة الطاقة الحرارية.
6. تمتص التفاعلات الماصة للطاقة طاقة أكثر مما تُنتج. تُنتج التفاعلات الطاردة للطاقة طاقة أكثر مما تمتص.
7. في تفاعلات الاستبدال الأحادي، يُستبدل عنصر واحد من مركّب واحد بعنصر آخر. في تفاعلات الاستبدال الثنائي، يتبادل عنصران الأماكن في مركّبين.
8. يصف كلاهما نقل الإلكترونات؛ تتضمّن الأكسدة فقدان الإلكترونات بينما يتضمّن الاختزال اكتساب الإلكترونات.

التأكد من المفاهيم

9. C
10. D
11. A
12. C
13. D
14. D
15. D

استخدام المفردات

قارن وقابل بين أزواج المصطلحات التالية.

1. المُعامل — المعادلة الكيميائية الموزونة
2. تفاعل التكوين — تفاعل التفكك
3. المتفاعل — الناتج
4. الحفّاز — المُثبّط
5. التفاعل الطارد للحرارة — التفاعل الماص للحرارة
6. التفاعل الماص للطاقة — التفاعل الطارد للطاقة
7. تفاعل الاستبدال الأحادي — تفاعل الاستبدال المزدوج
8. الأكسدة — الاختزال

التأكد من المفاهيم

9. من أي أنواع المركّبات تُعدّ مادة بوتيل هيدروكسي الأنيسول BHA المضافة إلى الطعام كمادة حافظة؟
   A) حفّاز C) مُثبّط
   B) متأكسد D) مختزل

10. عندما يحترق الهيدروجين، ماذا يكون دور الأكسجين؟
    A) حفّاز C) ناتج
    B) مُثبّط D) متفاعل

11. أي مما يلي يصف الاتزان بين المتفاعلات والنواتج في التفاعل على النحو الأمثل؟
    A) تتكوّن بمعدلات متساوية.
    B) تزيد المتفاعلات المتكوّنة عن النواتج.
    C) تزيد النواتج المتكوّنة عن المتفاعلات.
    D) تتكوّن بكميات متساوية.

12. كيف تشير إلى المادة في المعادلة بأنها صلبة؟
    A) (l) C) (s)
    B) (g) D) (aq)

استخدم الشكل أدناه للإجابة عن السؤال 13.

13. ما القانون الذي تثبته تجربة لافوازييه، الموضّحة أعلاه؟
    A) المعاملات
    B) الجاذبية
    C) التفاعل الكيميائي
    D) حفظ الكتلة

استخدم الشكل أدناه للإجابة عن السؤال 14.

14. ما نوع التفاعل الكيميائي الموضّح أعلاه؟
    A) التكوين
    B) التفكك
    C) الاستبدال الأحادي
    D) الاستبدال المزدوج

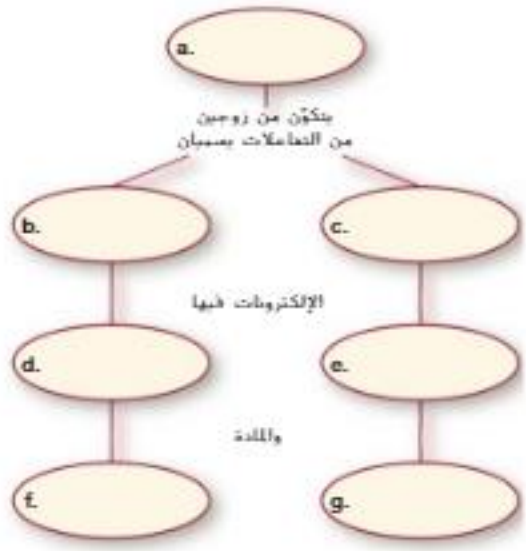
15. يُكتب غاز الأكسجين دائمًا بهذه الصورة O_2 في المعادلات الكيميائية. ما المصطلح الذي يُستخدم لوصف العدد 2 في هذه الصيغة؟
    A) الناتج C) الحفّاز
    B) المُعامل D) الرمز السفلي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

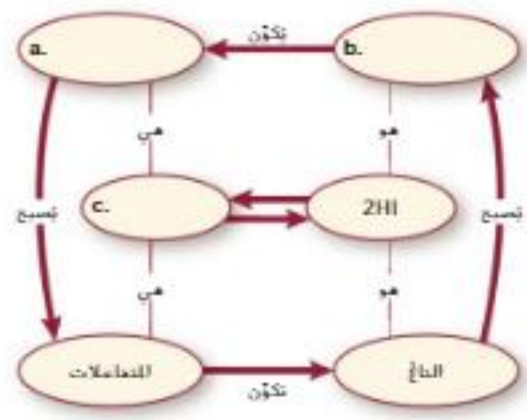
تفسير المخططات

16. اصنع خريطة المفاهيم وأكملها باستخدام المصطلحات الآتية: تتأكسد وتفاعلات الأكسدة – الاختزال وتُفقد والأكسدة وتكتسب والاختزال.



17. **التفكير بالرسوم البيانية** **التسلسل** بالنسبة إلى التفاعل الانعكاسي الوارد أدناه، انسخ خريطة المفاهيم وأكملها باستخدام المصطلحات الآتية: الناتج (النواتج) والمتفاعل (المتفاعلات) و $H_2(g) + I_2(g)$.

$$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$$



التفكير الناقد

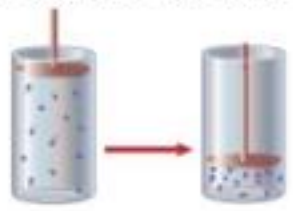
18. **اكتب** معادلة كيميائية موزونة لتفاعل البروبان ($C_3H_8(g)$) الذي يحترق في الأكسجين ليكوّن ثاني أكسيد الكربون والماء.

19. **فسّر** إجابة السؤال 18 لتشرح قانون حفظ الكتلة.

20. **ضع فرضية** يوضع الخارصين Zn في محلول نيترات النحاس (II) $Cu(NO_3)_2$، ويوضع النحاس Cu في محلول نيترات الخارصين $Zn(NO_3)_2$. في أي منهما سيحدث تفاعل؟ لماذا؟

21. **قارن وقابل** بين مول من الذرات ودزينة من البيض.

استخدم الشكل أدناه للإجابة عن السؤال 22.



22. **طبّق** استخدم الرسم التخطيطي أعلاه ومبدأ لو شاتليه لتلخيص نظرية التصادم، واشرح تأثير الضغط في التفاعل الكيميائي.

23. **الموضوع المحوري** اذكر خمسة أنواع من التفاعلات. وضمّن وصفًا ومثالًا لكل واحد.

تطبيق مفاهيم رياضية

24. **فسّر البيانات** عندما يتعرض مقدار 46 g من الصوديوم إلى الهواء الجاف، سيتكوّن مقدار 62 g من أكسيد الصوديوم. ما كتلة الأكسجين التي استُخدمت؟

25. **احتسب الكتلة المولية** ما الكتلة المولية لنيترات النحاس (II) $Cu(NO_3)_2$؟

26. **احتسب المولات** كم عدد المولات في مقدار 469 g من نيترات النحاس (II) $Cu(NO_3)_2$؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تفسير المخططات

16. a. تفاعلات الأكسدة – الاختزال
b. الأكسدة
c. الاختزال
d. تُفقد
e. تُكتسب
f. تتأكسد
g. تُختزل
17. a. النواتج
b. المتفاعلات
c. $H_2(g) + I_2(g)$

التفكير الناقد

18. $C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(g)$
19. توجد 3 ذرات كربون و8 ذرات هيدروجين و10 ذرات أكسجين في طرفي المعادلة. تُحفظ الكتلة خلال العملية.
20. يتفاعل الزنك في محلول نيترات النحاس ويزيح النحاس ليكوّن نيترات النحاس الثنائي $Zn(NO_3)_2$. في التفاعل الثاني، لا يُلاحظ وجود تفاعل.
21. يصف كلا المصطلحين، المول والدزينة، عددًا محددًا من العناصر. يصف المول الواحد عددًا كبيرًا (6.02×10^{23}) من جسيمات صغيرة للغاية. تصف الدزينة 12 وحدة من أشياء يمكن عدُّها بسهولة.
22. تقترب الجسيمات من بعضها عندما ينخفض الحجم. نتيجةً لذلك، ستتصادم بمعدل أكبر. كذلك، ستتصادم بقوة أكبر نتيجة زيادة الضغط. سيؤدي زيادة كل من معدل التصادمات وقوتها إلى زيادة سرعة التفاعل. في أنظمة الاتزان، ستتسبب زيادة الضغط في التحوُّل باتجاه النواتج (للأسباب نفسها).
23. اقبل بكل الأمثلة المعقولة.

تطبيق مفاهيم رياضية

24. 16 g = 46 g − 62 g من الأكسجين O_2
25. 187.57 g/mol
26. 2.50 mol

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تدريب على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

دوّن إجابتك في ورقة الإجابات التي زوّدك بها المعلّم أو أي ورقة عادية.

استخدم الصورة أدناه للإجابة عن السؤالين *1* و*2*.

1. ما المعادلة الكيميائية الصحيحة للتفاعل المبيّن في الصورة؟

A. $H_2O(l) \rightarrow H_2(g) + O(g)$
B. $H_2O(l) \rightarrow 2H(g) + O(g)$
C. $2H_2O(l) \rightarrow 2H_2(g) + 2O(g)$
D. $2H_2O(l) \rightarrow 2H_2(g) + O_2(g)$

2. كيف يمكن تصنيف هذا التفاعل الكيميائي؟

A. التكوين
B. التفكك
C. الاستبدال الأحادي
D. الاستبدال المزدوج

3. أي من أنواع التفاعل التالية يقابل تفاعل التكوين؟

A. الاستبدال
B. الاحتراق
C. الانعكاسي
D. التفكك

4. أي من المواد هي الراسب في التفاعل التالي؟

$Ba(NO_3)_2(aq) + K_2SO_4(aq) \rightarrow BaSO_4(s) + 2KNO_3(aq)$

A. $Ba(NO_3)_2$ C. $BaSO_4$
B. K_2SO_4 D. KNO_3

5. أي من العمليات التالية ماصة للحرارة؟

A. صدأ الحديد
B. احتراق الخشب
C. انفجار الديناميت
D. خلط ملح الإيسوم في الماء

استخدم الشكل أدناه للإجابة عن السؤالين *6* و*7*.

6. أي من الفلزات التالية نتوقع أن نجده في الطبيعة في صورة ترسب لعنصر نقي نسبيًا؟

A. الألومنيوم C. الفضة
B. الليثيوم D. الحديد

7. ما الفلز الذي يرجّح أن يحل محل الرصاص في المحلول؟

A. البوتاسيوم C. الفضة
B. النحاس D. الذهب

8. ما الدور الذي تقوم به المواد الحافظة للطعام في التفاعلات الكيميائية المؤدية إلى فساد الطعام؟

A. النانج C. الحفّاز
B. المُثبّط D. المتفاعل

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تدريب على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

1. D
2. B
3. D
4. C
5. D
6. C
7. A
8. B

أسئلة ذات إجابة قصيرة

دوّن إجابتك في ورقة الإجابات التي زوّدك بها المعلّم أو أي ورقة عادية.

9. ما المقصود بتفاعل التكوين؟

10. ما مصدر الحرارة و/أو الضوء و/أو الصوت و/أو الكهرباء التي تُنتج أثناء التفاعل الكيميائي؟

استخدم الصورة أدناه للإجابة عن الأسئلة من *11* إلى *13*.

11. ما نوع التفاعل الموضّح في الصورة؟ ما الشيء الموجود في الصورة ويساعدك في تحديد نوع التفاعل؟

12. في الصورة، يتفاعل محلول كلوريد النيكل (II) ($NiCl_2$) مع محلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) ليكوّنا هيدروكسيد النيكل (II) الصلب ($Ni(OH)_2$) و محلول كلوريد الصوديوم (NaCl). اكتب معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.

13. اذكر قانون حفظ الكتلة كما ينطبق على التفاعل الكيميائي الوارد في الصورة.

أسئلة ذات إجابة مفتوحة

سجّل إجاباتك على ورقة.

استخدم الصورة أدناه للإجابة عن السؤالين *14* و*15*.

14. توضّح الصورة أعلاه التفاعل الكيميائي بين المغنسيوم والأكسجين. استخدم الصورة لتحدد ما إذا كان التفاعل طاردًا للطاقة أم ماصًا للطاقة وطاردًا للحرارة أم ماصًا للحرارة. اشرح معنى هذه المصطلحات.

15. يكوّن التفاعل بين المغنسيوم (Mg) والأكسجين (O_2) أكسيد المغنسيوم (MgO). اكتب المعادلة الكيميائية لهذا التفاعل. واشرح العملية التي تستخدمها لوزن هذه المعادلة.

16. صف سبب اعتبار الكيمياء القديمة علمًا زائفًا والكيمياء الحديثة علمًا.

17. حدّد ثلاث طرق يمكن من خلالها إزاحة الاتزان في التفاعل الانعكاسي وقم بوصفها. اشرح كل إزاحة في ضوء نموذج التصادم. وحدّد ما إذا كان الإنزياح سيكون باتجاه النواتج أم المتفاعلات.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

أسئلة ذات إجابة قصيرة

9. إنّ تفاعل التكوين عبارة عن تفاعل كيميائي تتّحد فيه مادتان أو أكثر لتكوين مادة أخرى.

10. تكوّن الروابط الكيميائية

11. تفاعل الاستبدال الثنائي. يُعدّ تكوّن الراسب دليلا على هذا النوع من التفاعلات.

12. $NiCl_2(aq) + 2NaOH(aq) \rightarrow Ni(OH)_2(s) + 2NaCl(aq)$

13. إنّ عدد ذرات النيكل والكلور والصوديوم والأكسجين والهيدروجين الموجودة قبل التفاعل يساوي عدد كل واحدة منها موجودة بعد التفاعل. إنّ المادة لا تُستحدث ولا تُفنى في التفاعل الكيميائي.

أسئلة ذات إجابة مفتوحة

14. يكون التفاعل الكيميائي طاردًا للطاقة إذا أطلق طاقة. يُعدّ التفاعل الطارد للحرارة تفاعلًا طاردًا للطاقة تنطلق منه طاقة حرارية. إنّ التفاعل المبيّن طارد للطاقة لأنّه يُنتج حرارة وضوءًا مرئيًا. كذلك، يُعدّ انطلاق الحرارة (الطاقة الحرارية) علامة على كون التفاعل طاردًا للحرارة.

15. ستكون المعادلة الكيميائية غير الموزونة كالآتي $Mg(s) + O_2(g) \rightarrow MgO(s)$. لوزن هذه المعادلة، عدّل معامل MgO لوزن الأكسجين في المتفاعلات، وعدّل معامل Mg لوزن المغنسيوم في النواتج. ستكون المعادلة الموزونة كالآتي $2Mg(s) + O_2(g) \rightarrow 2MgO(s)$.

16. إنّ الكيمياء القديمة ليست مجموعة من المعارف القائمة على الطرائق العلمية والمراجعة من الأقران.

17. ستختلف الإجابات. اقبل بكل الإجابات المعقولة.
سيتحوّل الاتزان باتجاه النواتج عند: (1) إضافة الحرارة، (2) زيادة تركيز المتفاعلات، (3) تقليل الحجم/زيادة الضغط.
سيتحوّل الاتزان باتجاه المتفاعلات عند: (1) تبريد النظام، (2) إضافة نواتج إضافية لزيادة تركيز النواتج، (3) زيادة الحجم/تقليل الضغط.

منظم الوحدة 18: الحركة

الفكرة الرئيسة تحدث الحركة عندما يغيّر جسم موقعه.

الأسئلة الرئيسة	موارد لتقويم الإجادة
القسم 1 1. ما أوجه الاختلاف بين المسافة والإزاحة؟ 2. كيف يتم حساب سرعة الجسم؟ 3. ما المعلومات التي يقدمها التمثيل البياني للمسافة والزمن؟ حصّتان	**مراقبة التقدم** أسئلة حول الصورة التقويم التكويني مسائل للتمرين التأكد من فهم النص مراجعة القسم
القسم 2 1. ما وجه الاختلاف بين السرعة والسرعة المتجهة؟ 2. كيف تصف حركة جسمين بالنسبة إلى بعضهما البعض؟ 3. كيف يمكنك حساب زخم جسم ما؟ حصّتان	**مراقبة التقدم** التقويم التكويني مسائل للتمرين التأكد من فهم النص مراجعة القسم
القسم 3 1. ما العلاقة بين العجلة والزمن والسرعة المتجهة؟ 2. ما الطرق الثلاث التي يمكن أن يتحرّك بها الجسم بعجلة؟ 3. كيف يُمكن حساب عجلة جسم؟ 4. ما أوجه الشبه والاختلاف بين الحركة في خط مستقيم والحركة الدائرية وحركة المقذوفات؟ حصّتان	**مراقبة التقدم** سؤال حول الصورة التقويم التكويني مسائل للتمرين التأكد من فهم النص مراجعة القسم **التقويم الختامي** مراجعة الوحدة التقويم الإلكتروني اختبارات على الوحدة حسب المستوى: الإصدار A الإصدار B الإصدار C

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education