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

القسم 1

تمهيد للقراءة

الأسئلة الرئيسة

- ما المقصود بالمادة؟
- كيف يتكوّن الأوزون وما سبب أهميته؟
- ما المقصود بفرڤُيات 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 امتلاء 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 يبعضهما ظاهريًا، متلازمين بطريقة غير متوقعة، كما ستتعلم قريبًا.

الشكل 1

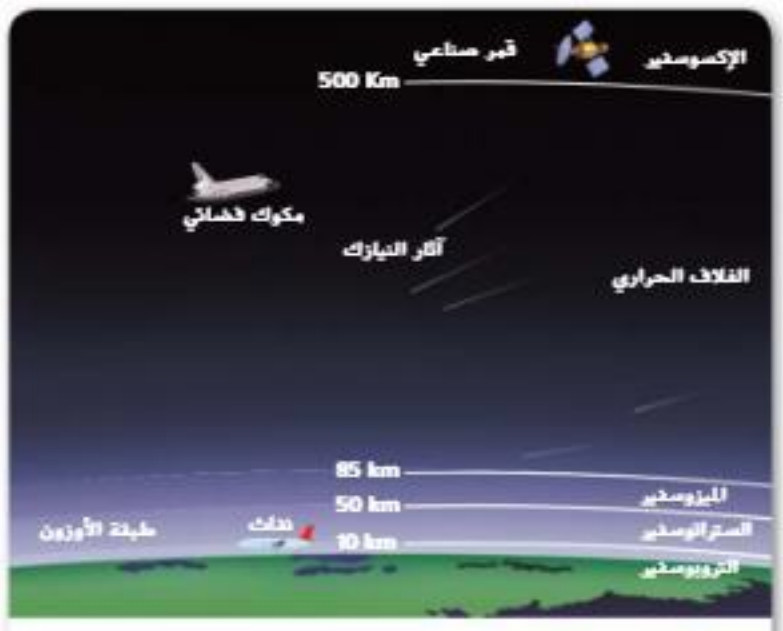
يتألف كل شيء في الكون، بما في ذلك الجسيمات الموجودة في الهواء والأشياء من حولك، من المادة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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

376 الوحدة 14 • مقدمة إلى الكيمياء



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

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.

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.

المفردات

أصل الكلمة

الأوزون ozone

مشتقة من الكلمة الإغريقية ozon، وتعني يشم

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. عن م العلم الصاعد

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. عن 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.

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

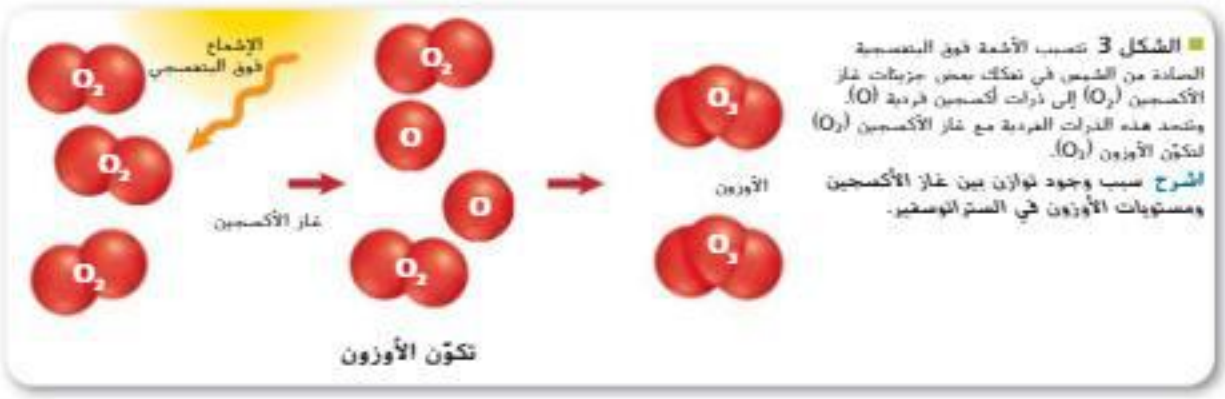
مهارة كلّف الطلاب رسم طبقات الغلاف الجوي وتحديد مكان تكوّن الأوزون وتخزينه. ش م

عرض توضيحي سريع

خط الاستواء أحضر مجسمًا 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.

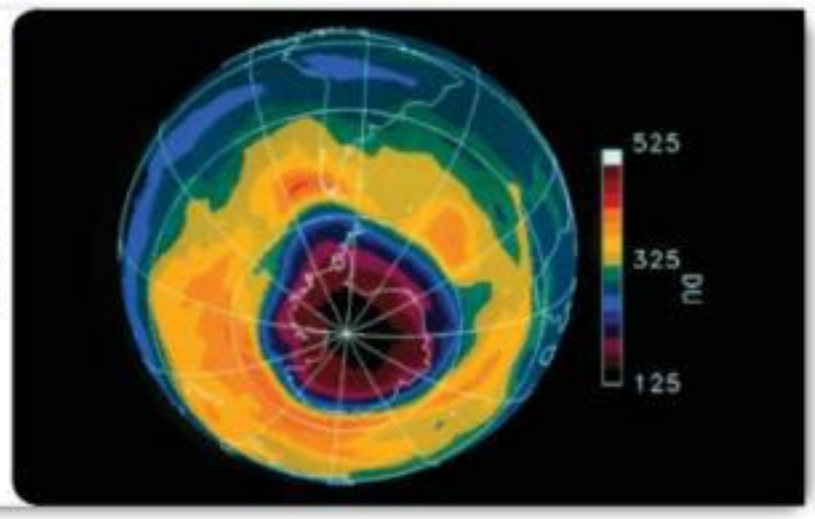
في الفترة بين 1981 و1983، كانت مجموعة بحث الهيئة البريطانية لمسح القطب الجنوبي تراقب الغلاف الجوي فوق القارة القطبية الجنوبية. فقاست المجموعة مستويات من الأوزون كانت منخفضة بصورة مفاجئة إذ وصلت القراءات إلى مستويات منخفضة بلغت 160 DU، وخاصةً أثناء فصل الربيع في القطب الجنوبي في أكتوبر. وقد فحصوا أجهزتهم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

دفتر الكيمياء

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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

الشكل 6 جمع العلماء بيانات عن الاستخدام العالمي لمُركّبات الكلوروفلوروكربون وتراكمها فوق القارة القطبية الجنوبية. يُعتبر CFC–11 نوعًا 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. **مهمة (رئيسة)** **اشرح** سبب أهمية دراسة الكيمياء بالنسبة إلى الجميع.
2. **عرّف** المادة واعط 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.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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.

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

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.

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. **د م**

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. **د م ف م**

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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. ش 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 والتفيّرات 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.

ابحث وتعلم
ضمّن 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 نبت 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. ش 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	الأبض، 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. **مراجعة** **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.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التقويم

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

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. ض 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. ض 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. ض م

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. أيضًا، تسمح نماذج السيارات للعلماء باختبار سمات محددة، مثل مقاومة الرياح قبل تصنيع السيارة.
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.

383 القسم 2 • الكيمياء والمادة

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. ش 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. ش 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.

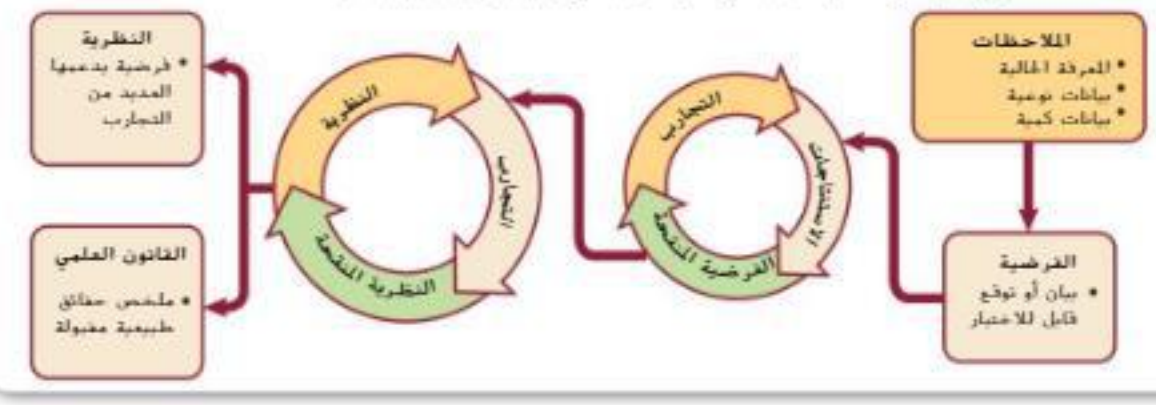
الأسلوب المنهجي

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 تجاهلها.



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.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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 فئة 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 كلّ 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 الصآلة 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 الكميّة انخفاض مستويات الأوزون في طبقة الستراتوسفير، لاحظ العلماء وجود مُركّبات الكلوروفلوروكربون. وقد انتاب عالما الكيمياء م. مولينا وف. شيروود رولاند الفضول بشأن المدة التي يمكن لمُركّبات الكلوروفلوروكربون البقاء خلالها في الغلاف الجوي.

اختبر كلّ من مولينا ورولاند التفاعلات التي يمكن أن تحدث بين المواد الكيميائية المختلفة في طبقة التروبوسفير. وتوصلا إلى أنّ مُركّبات الكلوروفلوروكربون كانت ثابتة هناك لفترات زمنية طويلة. لكنهما عرفا أيضًا أنّ مُركّبات الكلوروفلوروكربون تتجه نحو الأعلى إلى طبقة الستراتوسفير. وقد كوّنا فرضية تفيد بأنّ مُركّبات 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.

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.

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

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. تحرّك 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 التعلم التعاوني

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

الذاتية 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. ف م

دفتر الكيمياء

النوعية والكَمية كلّف الطلاب وصف أنفسهم باستخدام البيانات النوعية والكَمية. يجب أن تستخدم أمثلة البيانات النوعية أكبر عدد ممكن من الحواس: لون الشعر وطوله ولون العيون لدى الطلاب وما إلى ذلك. قد تتضمن البيانات الكَمية 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

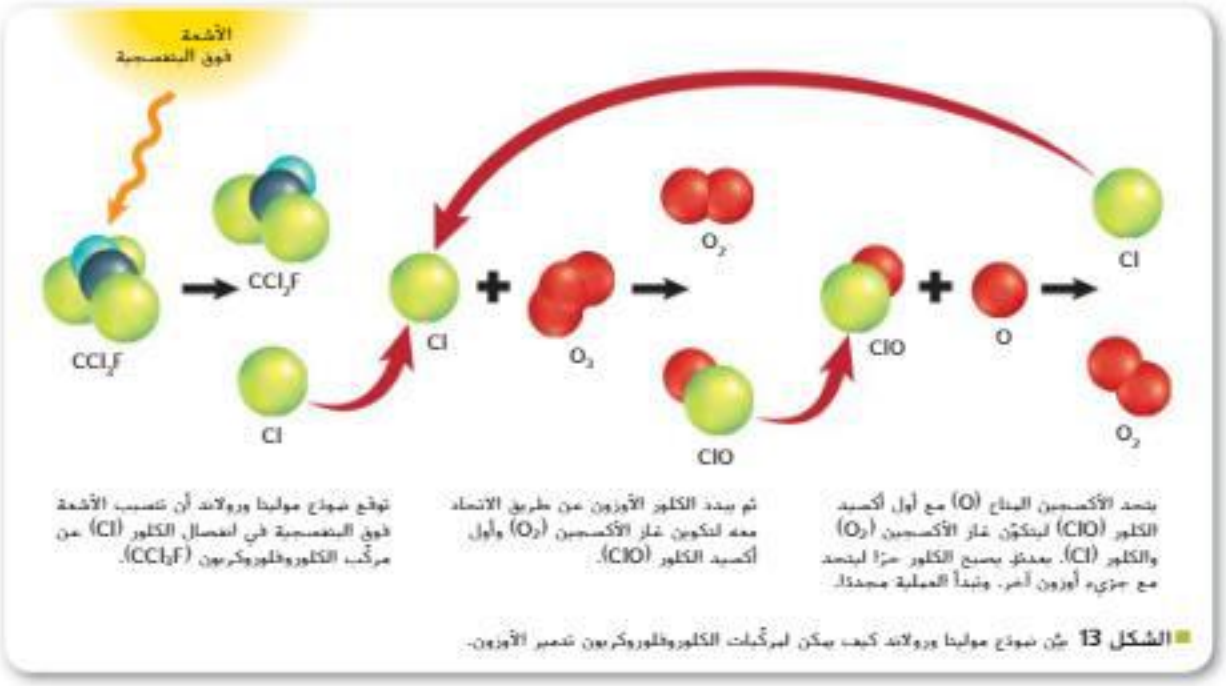
العوامل الأخرى ما العوامل الأخرى التي يمكنك تغييرها في تجربتك؟ هل يمكن لكمية الملح التي تحاول إذابتها إحداث فارق؟ ماذا عن كمية الماء التي تستخدمها؟ هل سيؤثر تقليب الخليط في نتائجك؟ قد تكون الإجابة عن كل هذه الأسئلة هي نعم. يجب عليك التخطيط لتجربتك بشكل تكون معه هذه المتغيّرات متطابقة عند كل درجة حرارة، 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 مُركّبات الكلوروفلوروكربون في طبقة الستراتوسفير. وقد دعمت البيانات التي قاما بجمعها فرضيتهما. حيث أعدّا نموذجًا يمكن فيه للكلور الذي تكوّن من تفكك مُركّبات 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 مُركّبات الكلوروفلوروكربون. وكان لديهم الدعم الكافي لنشر اكتشافهم. وفازا بجائزة نوبل عام 1995.

المفردات
دوّن مفرداتك معلومات من هذا القسم.

حقوق الطبع 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

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 مبنيًا 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

387 القسم 3 • الطرق العلمية

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. ش 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. ش م

التوسّع

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

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. ش م **اشرح** سبب عدم استخدام العلماء لمجموعة قياسية من الخطوات لكل تحقيق يجرونه.
2. **ميّز** أعط 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؟

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.**

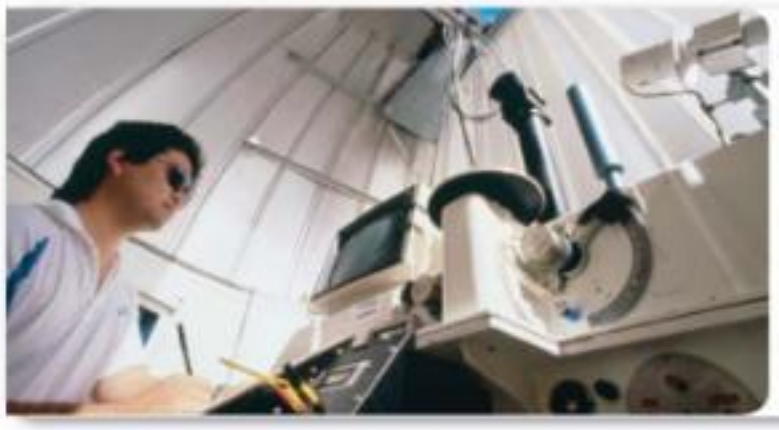
الكيمياء في حياتك تُستخدم معظم المعلومات التي يحصل عليها العلماء من خلال البحث الأساسي لتلبية حاجة معيّنة. على سبيل المثال، اكتشف العلماء الأشعة السينية عن طريق إجراء بحث أساسي عن التفريغ الكهربائي من خلال الغازات. وفي ما بعد، تمّ اكتشاف امكانية استخدام الأشعة السينية في تشخيص المشكلات الطبية.

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 ورولاند 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 المبكر 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 وتبريها من الغازات في طبقة الستراتوسفير خلال أشهر الشتاء المظلمة في القارة القطبية الجنوبية.

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.
من 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. **من 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.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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

يمكن سحب خيوط النايلون من الطبيعة العليا للبصلول.

تُستخدم ألياف النايلون لصنع شريط الأهداب والخطاطيف اللاصق.

اكتشافات بالصدفة غالبًا ما يجري العالم 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 بالعلوم 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

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.

390 الوحدة 14 • مقدمة إلى الكيمياء

McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة © حقوق الطبع والتأليف

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. إنتبل 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 وذش السلامة وبطانية الحريق وحنفية الإسعافات الأولية ومفاتيح قفل الغاز والقافة 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 المبرات 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، تنظف الأدوات وضعها بعيدًا. ثم تنظّف 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 ي م | الصالم الصفوي

التأكد من فهم التمثيل البياني

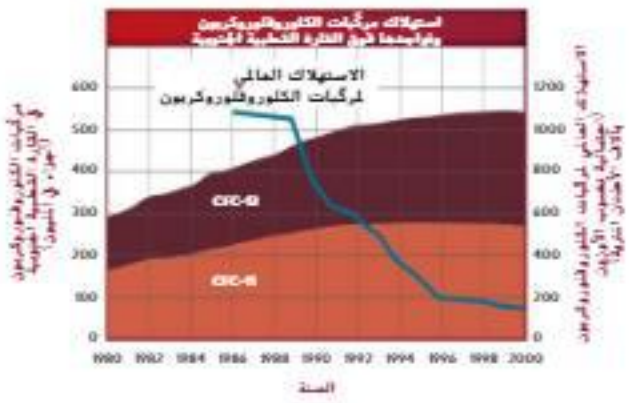
CFC-11: تقريبًا العام 1992؛ CFC-12: تقريبًا العام 1998

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

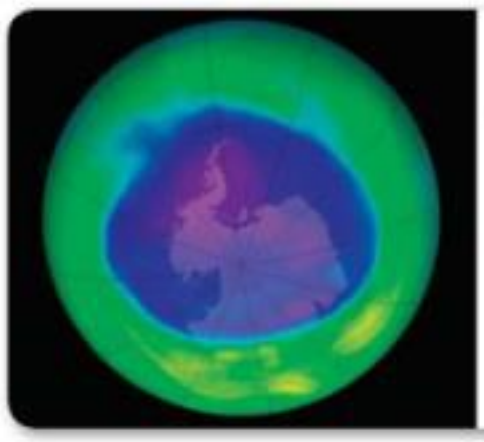
حسّن معلوماتك ومعلومات من هذا القسم.

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 ي 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 المديد من الوكالات تركيز الأوزون في الستراتوسفير فوق القارة القطبية الجنوبية.

التفكير الناقد

1. **صف** 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 الأقل 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.

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

مختبر تحليل البيانات

توضيحات عن الموضوع

- تمّ 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.

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. ش م

إعادة التدريس

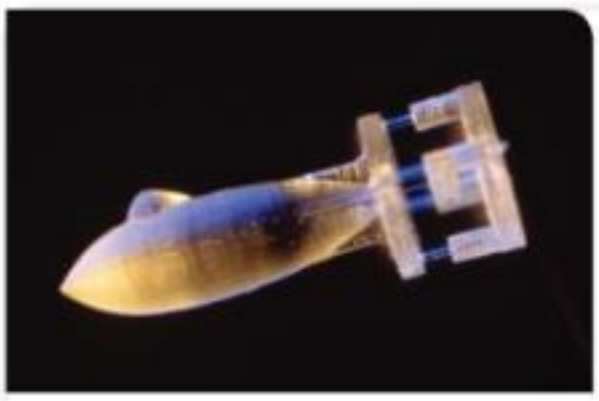
أكّد على أنّ البحث النظري غالبًا ما يكون هو الأساس للبحث التطبيقي. يمكن أن يُنشئ البحث النظري مركّبات أو يزيد المعرفة التي ربما لم يعرف العلماء طريقة استخدامها لسنوات. رغم ذلك، فإنّ المعرفة أو المادة تتوفر بسهولة عند الحاجة إليها. ش م

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. ش م

التقويم

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



الشكل 19 إنّ هذه السيارة، التي تعمل بالهواء المضغوط، وهذه التوأسة 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 المُرمِّم 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 أسلح 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 المعشوبة 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 المخطّط. دُمرت اللوحة عندما قبّلت إحدى المشاهدات اللوحة المتاشية 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

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 المُرمِّم 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 أسلح 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 المعشوبة 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 التماشية 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

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 ماءً 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

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 الإسكابات 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 تفسير الإجراء لجعل النتائج أكثر كمًّا؟ 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

الوحدة 14 دليل الدراسة

الكيمياء هي العلم المركزي في حياتنا.

القسم 1 قصة مادتين

الكيمياء chemistry
المادة substance

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

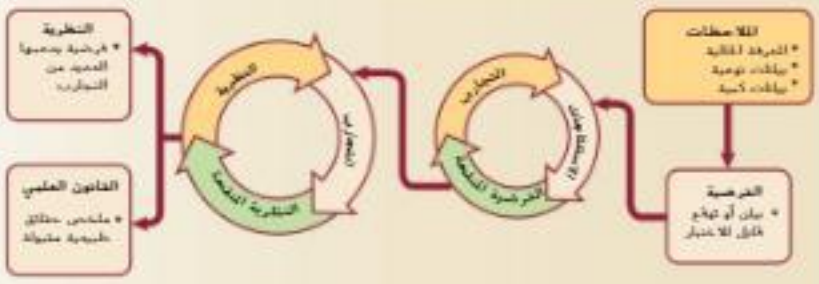
الكتلة mass
الوزن weight
النموذج model

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

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

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

الوحدة 14 دليل الدراسة

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

397 الوحدة 14 • دليل الدراسة

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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 دمجت الصاعة 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 يمثل 272 ppt؟

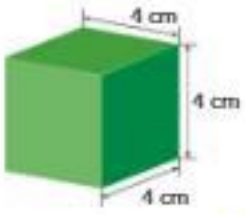
القسم 2

إتقان المفاهيم

9. لماذا تُسمى الكيمياء بالعلم المركزي؟
10. أي قياس يعتمد على قوّة الجاذبية — 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 الماائدة 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 وبرّاقة.
   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 جزيئًا من أول أكسيد كربون (CO) وجزيئًا من غاز الأكسجين (O_2). كم جزيء أوزون يلزم لتكوين 24 جزيئًا 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 لمركّبات 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 الكمّية، 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 بناء على المعلومات الجديدة ويجب اختبار الفرضيات الجديدة.

إتقان حل المسائل

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

القسم 4

إتقان المفاهيم

22. a. قبل الدخول إلى المختبر.
   b. مضخ العلكة خارج المختبر.
   c. مطفأة الحريق ومزرّ 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 توجيك 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** تتمثّل 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 متخصصة" 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 توجيك 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

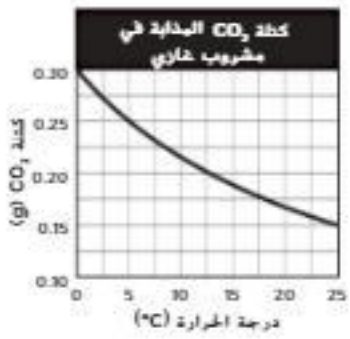
تدريب على الاختبار المعياري

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 الخاصية 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 وسمها 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

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. تحدّ م

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

تمهيد للقراءة

الأسئلة الرئيسة

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

مفردات للمراجعة

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

مفردات جديدة

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

الوحدات والقياسات

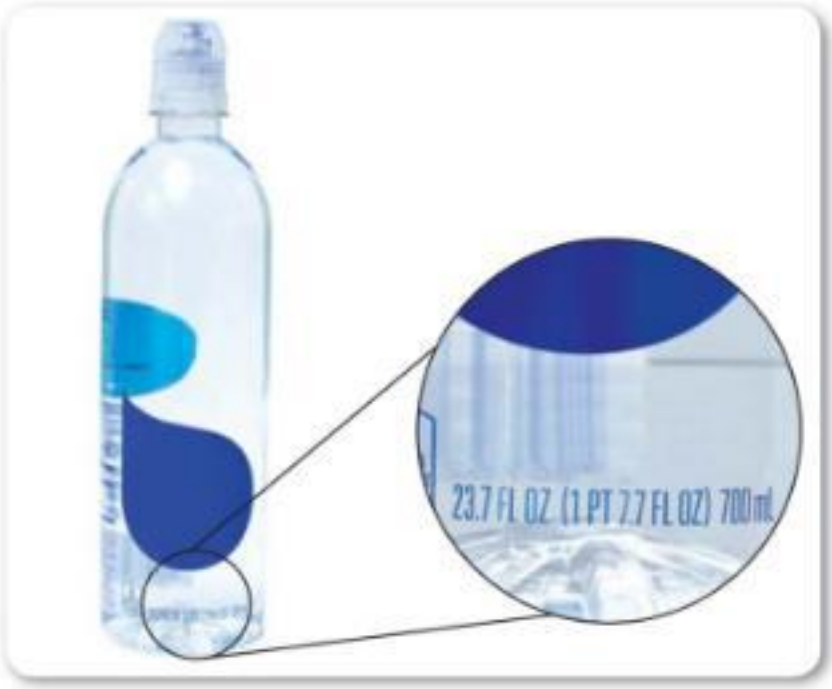
الفكرة الرئيسة **يستخدم علماء الكيمياء نظام وحدات متعارفًا عليه دوليًا لمشاركة النتائج التي توصلوا إليها.**

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

الوحدات

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

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



■ **الشكل 1** 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. تحدّ 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 القضيب الملزي *1 m*.

الاستخدام العام: جهاز يُستخدم لقياس الزمن المستند في العداد المُخصص لركن السيارات.

الجدول 2 بادئات النظام الدولي للوحدات

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التنوع الثقافي

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

التدريس المتمايز

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

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). **ت 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 mm × (1 m)/(1000 mm) = 0.0005 m

■ سؤال عن النص 1 g = 1000 mg

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

تحديد المفاهيم الخاطئة

يخلط العديد من الطلاب بين الدقة والضبط.

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

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

تقويم المعرفة الجديدة أخبر الطلاب بكتلة الدرهم المعدني الجاف التي قستها. واطلب إليهم مناقشة نتائجهم. يجب أن يلاحظوا أنّه إذا 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 تيارًا كهْرَبائيًّا ومجالًا مَغْناطيسيًّا لقياس القوة المطلوبة لوزن كتلة كيلوجرام واحد في مقابل قوة الجاذبية. بحسب علماء آخرين عدد الذرات في كتلة الكيلوجرام الواحد لإعادة تعريف الكيلوجرام.

الكتلة 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 تيارًا 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؟

$$266\ K - 273 = -7°C$$

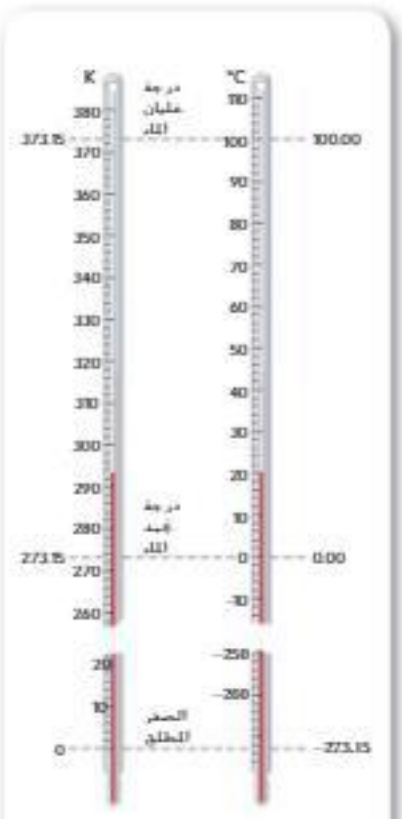
ستستخدم هذه التحويلات بصورة متكررة أثناء دراسة الكيمياء، خاصةً عند دراسة طريقة تفاعل الغازات. وتعتمد قوانين الغازات التي ستدرسها على درجات الحرارة بمقياس كلفن.

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 يبلغ طول كل جانب من جوانبه 1 m. يمكنك أن تحدد حجم جسم صلب غير منتظم باستخدام طريقة إزاحة الماء، وهي طريقة تُستخدم في التجربة المصغرة في هذا القسم.

يُعدّ المتر المكعب حجمًا كبيرًا 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. تمرين

الإثراء

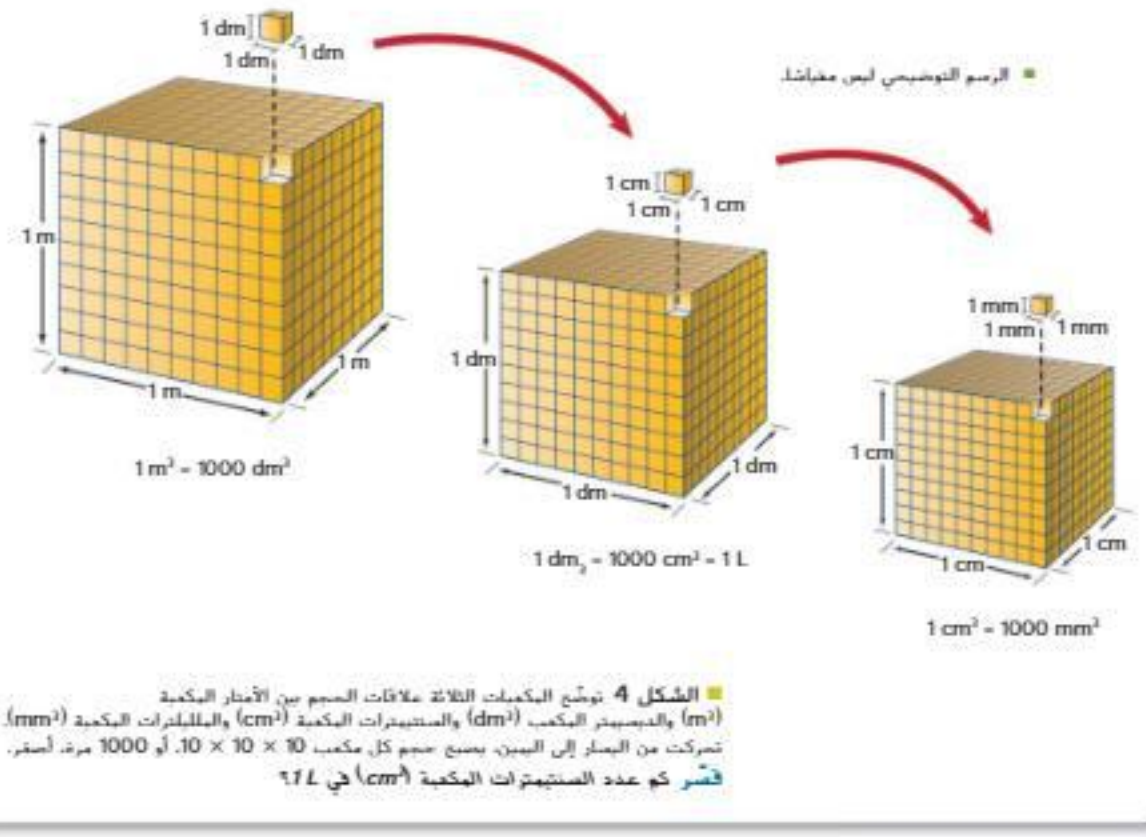
درجة الحرارة يعبّر الطلاب الموجودون في الصف، عن درجة الحرارة بالدرجة السيليزية، بينما يعبّر الكيميائيون عن درجة الحرارة بالكلفن. اطلب إلى الطلاب تحويل 245 K إلى درجة سيليزية و 25.6°C إلى كلفن.

$245\ K - 273 = -28°C$

تمرين $25.6°C + 273 = 299\ K$

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 توجد عشرة ملليمترات في السنتيمتر الواحد. تحدٍ

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 تحدٍ

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الشكل 5 إنّ كتلة حبة العنب وكتلة قطعة الغوم 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. سنصبح 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

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.

الكثافة = الكتلة / 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.

الكثافة = الكتلة / الحجم = 8.1 g / 3.0 mL = 2.7 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 وثيرمومتر لدرجة الحرارة. يستجيب الجلد لدرجة الحرارة بطريقة نوعية وذلك بالإشارة إلى دفء أو برودة نسبية لجسمٍ ما مقارنةً بدرجة حرارة جسمك. ويقيس الثيرمومتر درجة الحرارة بشكل كمي، مقابل معيار ما. ش م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تجربة مصغرة

حدّد الكثافة

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

الإجراء

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

التحليل

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

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. $V_{\text{جسم}} = V_{\text{نهائي}} - V_{\text{أولي}}$
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.

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 وC B 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.

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.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 2

1 التركيز

الفكرة الرئيسة

الأعداد بالنسبة إلى العلوم
أخبر الطلاب أنّ شخصًا يبلغ طوله 5 أقدام و 9 بوصات يساوي طوله 175.3 cm. واطلب إلى الطلاب تحويل هذا الطول بالسنتيمترات إلى طول بالأمتار والكيلومترات والملليمترات. 1.753 m، 1753 mm ،0.001753 km اسألهم ما إذا كانت هذه القياسات كلها تعبر عن نفس الكمية أم لا. نعم. كلها الكمية نفسها فقَطْ 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

2 التدريس

عرض توضيحي سريع

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

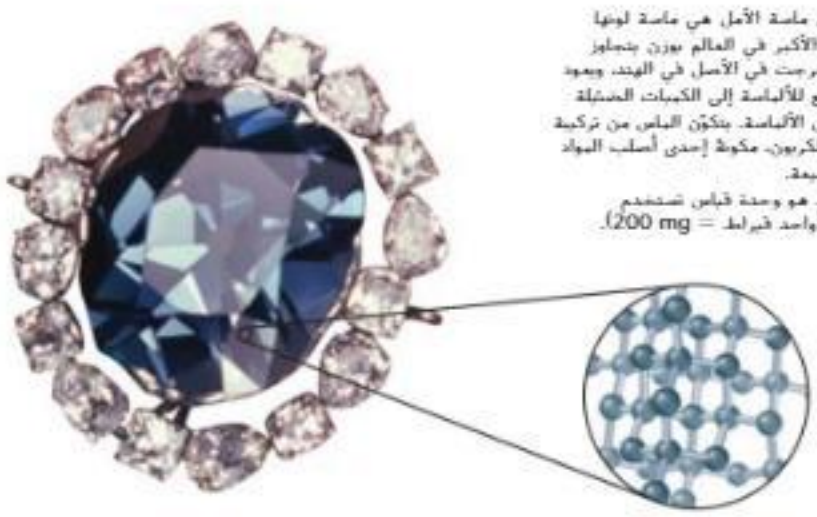
تحتوي ألماسة الأمل، الظاهرة في الشكل 6 على ما يقارب 460,000,000,000,000,000,000,000 ذرة كربون. وكل ذرة من ذرات الكربون هذه لها كتلة تبلغ 0.00000000000000000000002 g. إذا كان من المفترض أن نستخدم هذه الأعداد لاحتساب كتلة ماسة الأمل، فستجد أنّ الأصفار تمثّل عائقًا. لن يجدي نفعًا استخدام آلة حاسبة، لأنها 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، مكوثة 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/cm^3
   c. 5060 km
   d. 89,000,000,000 Hz

التقويم

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

تطبيقات الكيمياء

القياس المشترك اطلب إلى الطلاب التحقق من كارثة مسبار مناخ المريخ. أي من نظامي القياس استخدمهما المهندسون؟ 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 السخونة 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 للتعليم 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 الماسة 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. $(2 \times 10^{2}) \times (3 \times 10^{2})$

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. $(2 \times 10^{2}) \times (3 \times 10^{2})$ — 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 $= 9 \times 10^{-1}\ \text{cm}^2$
   b. المساحة $= 5 \times 10^{2}\ \text{cm}^2$
   c. الكثافة $= 3 \times 10^{6}\ \text{g/cm}^3$
   d. الكثافة $= 2 \times 10^{-1}\ \text{g/cm}^3$

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

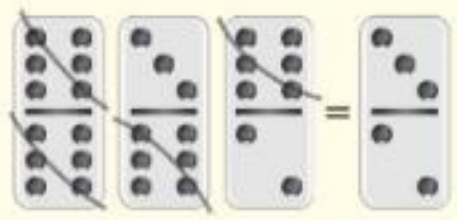
حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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

تطبيق

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

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

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

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. ف 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 الصغيرة بالأذرع المصرية. الذراع المصرية الواحدة كانت تساوي 7 كفّات يد وكانت كفّة اليد الواحدة تساوي 4 أصابع. إذا كانت إصبع واحدة تساوي 18.75 mm، حوّل 6 أذرع مصرية إلى أمتار.

1 تحليل المسألة

يجب تحويل طول 6 أذرع مصرية إلى أمتار.

المعلوم

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

المجهول

الطول = ? m

2 إيجاد القيمة المجهولة

استخدم التحليل 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 الأساسية، 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، 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.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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).

352 / 65

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.**

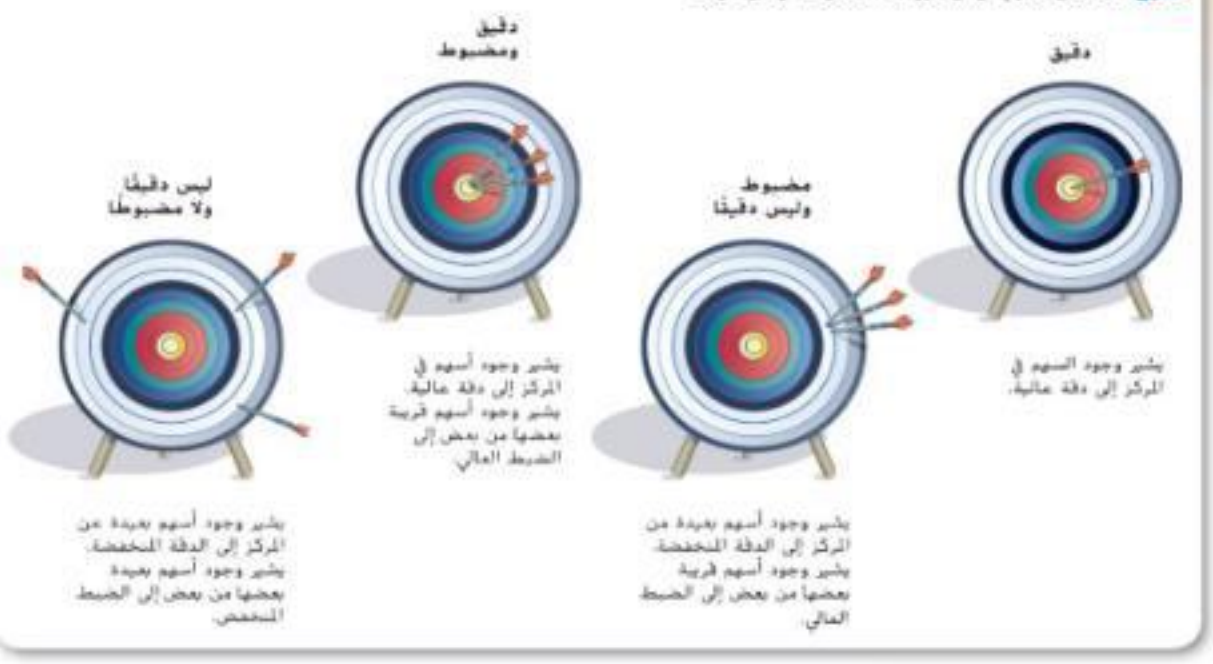
الكيمياء في حياتك عند استخدام وصفة معينة لصناعة الكعك، تقاس الكميات بالأكواب وملاعق المائدة وملاعق الشاي. هل ستصبح عجينة الكعك جيّدة إذا قست كل المقادير باستخدام ملعقة شاي فحسب؟ على الأرجح لا، حيث ستتراكم أخطاء القياس.

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. ص 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. ص 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. ص 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

الصف الصفي

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 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 الصف الصفي

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

مثال 5

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

1 تحليل المسألة

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

المعلوم

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

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

المجهول

النسبة المئوية للأخطاء = ?

2 إيجاد القيمة المجهولة

اكتب معادلة النسبة المئوية للخطأ.

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

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

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

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

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

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

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

3 تقييم الإجابة

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

تطبيق

أجب عن الأسئلة التالية باستخدام البيانات الواردة في الجدول 3.

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

Mcgraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة مكغرو هيل للتعليم والتأليف

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. مع

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

القسم 3 • الشك في البيانات 421

■ **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 خاصيّة من خصائص المادة التي يمكن استخدامها غالبًا للتعرف على هوية عينة مجهولة.

التفكير الناقد

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

الأرقام المعنوية

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

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

تذكّر أنّ القياسات المعلنة 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 الغائب 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 خاصيّة من خصائص المادة التي يمكن استخدامها غالبًا للتعرف على هوية عينة مجهولة.

التفكير الناقد

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

الأرقام المعنوية

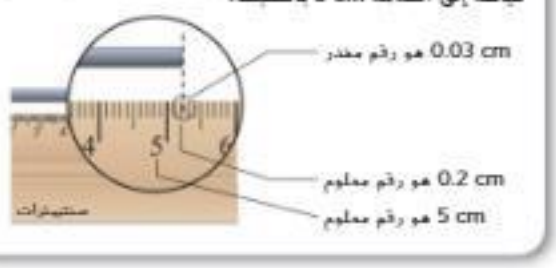
غالبًا ما يكون الضبط مهيئًا بالأدوات المتاحة. على سبيل المثال، يمكن للساعة الرقمية التي تعرض الوقت على شكل 12:47 أو 12:48 تسجيل الوقت إلى أقرب دقيقة فحسب. إلا أنه باستخدام ساعة توقيت، يمكنك تسجيل الوقت إلى أقرب جزء من مئة من الثانية. وحيث إنّ العلماء قد طوروا أجهزة قياس أفضل، حينئذٍ بمقدورهم إجراء قياسات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

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

تذكّر أنّ القياسات المعلنة 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 العائد 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 $\times 10^{-4}$ g و 4.05×10^{5} kg. من دون أصفار نائبة. يتضح أنّ 0.00040230 g يتضمن خمسة أرقام معنوية وأنّ 405,000 kg يتضمن ثلاثة أرقام معنوية.

تطبيق

حدد عدد الأرقام المعنوية في كل قياس.

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

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 ع

مثال في الصف

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

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

تطبيق

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

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

التصاميم التصاوري

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.

2.532 ← 2.53	**القاعدة 1.**	إذا كان الرقم الموجود على يمين آخر رقم معنوي أقل من 5، فلا تُغيّر آخر رقم معنوي.
2.536 ← 2.54	**القاعدة 2.**	إذا كان الرقم الموجود على يمين آخر رقم معنوي أكبر من 5، فقرّب آخر رقم معنوي.
2.5351 ← 2.54	**القاعدة 3.**	إذا كانت الأرقام الموجودة على يمين آخر رقم معنوي 5 يليه رقم غير صفري، فقرّب آخر رقم معنوي.
2.5350 ← 2.54 2.5250 ← 2.52	**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.

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 تجمع القياسات أو تطرحها، 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 الدقيق للقياس الأقل انضباطًا، 28.0 cm.

تطبيق

1. اجمع واطرح كما هو موضّح. قرّب عند الضرورة.
   a. 43.2 cm + 51.0 cm + 48.7 cm
   b. 258.3 kg + 257.11 kg + 253 kg
2. تحدي اجمع واطرح كما هو موضّح. قرّب عند الضرورة.
   a. $(4.32 \times 10^3\ cm) - (1.6 \times 10^4\ mm)$
   b. $(2.12 \times 10^7\ mm) + (1.8 \times 10^3\ cm)$

تطبيق

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

مثال في الصف

الأسئلة

a. اطلب إلى الطلاب تقريب 51.379 m إلى ثلاثة أرقام معنوية.
b. اطلب إلى الطلاب تقريب 20,236 L إلى رقمين معنويين.

الإجابات

a. 51.4 m
b. 2.0×10^4 L

تطبيق

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

إعادة التدريس

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

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. ش م

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. ش م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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

الطول = 28.3 cm
الارتفاع = 3.65 cm
العرض = 22.2 cm

المجهول

الحجم = ? cm^3

2 إيجاد القيمة المجهولة

احتسب الحجم وطبّق قواعد الأرقام المعنوية والتقريب.

اكتب قانون حجم المستطيل.
الحجم = الطول × العرض × الارتفاع

عوّض عن القيم وحلّ المسألة.
الحجم = 3.65 cm × 22.2 cm × 28.3 cm = 2293.149 cm^3

قرّب الإجابة إلى ثلاثة أرقام معنوية.
الحجم = 2290 cm^3

3 تقييم الإجابة

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

تطبيق

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 $(1.32 \times 10^3\ g) \div (2.5 \times 10^2\ cm^3)$

القسم 3 مراجعة

ملخص القسم

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

1. **اكتب** اذكر طريقة للإفصاح عن قيمة تم قياسها باستخدام الأرقام المعلومة 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

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.

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. $(76.49\ cm - 76.48\ cm)/(76.49\ cm) \times 100 = 0.01307\%$
   $(76.49\ cm - 76.47\ cm)/(76.49\ cm) \times 100 = 0.02615\%$
   $(76.49\ cm - 76.59\ cm)/(76.49\ cm) \times 100 = 0.1307\%$
6. 5.06000×10^5 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.**

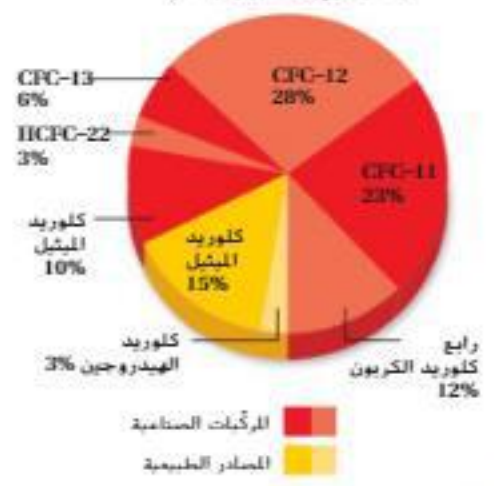
الكيمياء في حياتك هل سبق لك أن سمعت المقولة، "الصورة بألف كلمة"؟ إنّ التمثيل البياني هو "صورة" عن البيانات. يستخدم العلماء التمثيلات البيانية لعرض البيانات بصورة تتيح لهم تحليل نتائجهم ونقل معلومات عن تجاربهم.

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. من م

دفتر الكيمياء

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 4

1 التركيز

الفكرة الرئيسة

تحويل الوحدات باستخدام ورقة التمثيل البياني أو حاسبة التمثيل البياني، اطلب إلى الطلاب تمثيل بيانات الصف المُجمعة من نشاط الفكرة الرئيسة بيانيًا باستخدام البوصات كمتغيّر مستقل والسنتيمترات كمتغيّر تابع. وبمجرد انتهاء الطلاب من تمثيل النتائج بيانيًا، اطلب إليهم حساب ميل المستقيم. ويُمثل الميل التحويل من السنتيمترات إلى البوصات. ويجب أن تساوي القيمة الفعلية 2.54 cm/inch. اسأل الطلاب ما إذا كان الميل دقيقًا أم لا. من 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 7500.2؛ AED 5000.5؛ AED 4500.4؛ AED 6500.1؛ AED 3000.5؛ AED 1000.6؛ AED 4500.4؛ AED 4500.3؛ AED 6000.3؛ AED 700.7؛ AED 8000.1؛ AED 800.6. اسأل الطلاب عن نوع التمثيل البياني الأنسب لهذه البيانات. خطي اطلب إلى الطلاب رسم خط يربط كل النقاط؛ ثم اطلب إليهم رسم خط يوضّح اتجاه التمثيل البياني. ينبغي أن يكون ميل الخط سالبًا. اسأل الطلاب عن مغزى الميل السلبي للمستقيم. ربما تصبح تكلفة الإصلاحات الرئيسة أقل إذا أُجريت الصيانة المجدولة بشكلٍ دوري. من م

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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

التأكد من فهم التمثيل البياني

فسّر ما الحصّتان الغذائيتان اللتان توفّران كميات متساوية من المغنسيوم؟

التمثيلات البيانية بالأعمدة غالبًا ما يُستخدم التمثيل البياني بالأعمدة لإظهار الاختلاف في كميّة معيّنة من فئة إلى أخرى. تشمل الأمثلة على الفئات والوقت والموقع ودرجة الحرارة. يتمّ تمثيل الكمّية موضوع القياس المحور الرأسي (المحور *y*)، فيما يتم تمثيل المتغيّر المستقل على المحور الأفقي (المحور *x*). ولتُظهر 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.

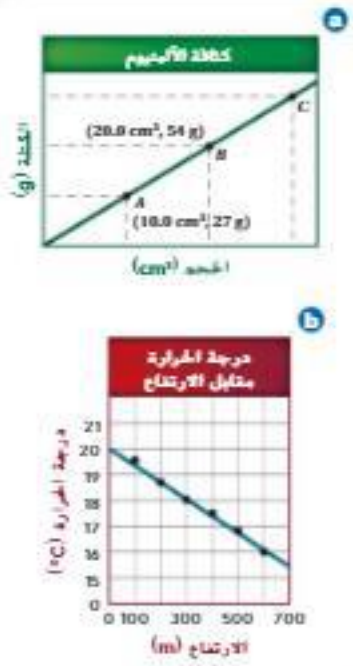
تفسير التمثيلات البيانية

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 التمثيل البياني الخطي إلى العلاقة بين متغيّرين. كما يمكن استيفاء البيانات. ش م

التوسّع

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

التأكد من فهم النص

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

مشروع الكيمياء

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

القسم 4 • تمثيل البيانات 429

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

3 التقويم

التأكد من الفهم

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

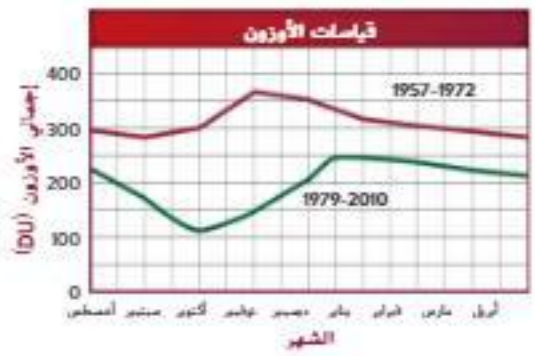
إعادة التدريس

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. ض 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. ض 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% و20.95% O_2 و0.93% Ar و0.04% CO_2 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 المنتظم للمواد الكيميائية في أماكن العمل، وكذلك من السجلات الطبية للتعرّض العرضي لمادة كيميائية. وغالبًا ما يجري اختبار السُّمّية باستخدام مزارع البكتيريا والخلايا. يلاحظ علماء السموم تأثير الجرعات الكيميائية في البكتيريا. في حال حدثت طفرات، فتُعتبَر المادة الكيميائية ضارة.

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

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

الكتابة في ◀ الكيمياء

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الهدف

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

الخلفية

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

استراتيجيات التدريس

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

الكتابة في ◀ الكيمياء

البحث ستتنوع الإجابات وفقًا لاختيار الطالب للمنتج. نموذج الإجابة: تشير ورقة بيانات سلامة المواد لسائل غسيل الأطباق الأوتوماتيكي 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

الفكرة 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

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

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

$$K = °C + 273$$

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

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

القسم 2 الترميز العلمي والتحليل البُعدي

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

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

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

القسم 3 الشك في البيانات

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

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

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

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

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

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

القسم 4 تمثيل البيانات

تمثيل بياني graph

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

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

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

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 15 دليل الدراسة

استخدام المفردات

لتعزيز المفردات الواردة في الوحدة، اطلب إلى الطلاب كتابة جملة باستخدام كل مصطلح. 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 433

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

إتقان حل المسائل

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

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

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

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

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

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

القسم 3

إتقان المفاهيم

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

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

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

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

الشكل 18

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

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

إتقان حل المسائل

33. 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

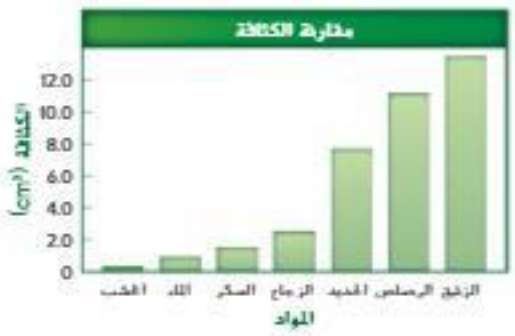
إتقان المفاهيم

37. **وقود التدفئة** أي تمثيل بياني قد تستخدم لتبين عدد الأسر 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. ذهب AED 18/g

24. 1810 حبة قشار

25. 1.34 mL أكسجين/g هيموجلوبين

26. 1 L حليب

القسم 3

إتقان المفاهيم

27. الأول: النائب

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

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

30. 3.450 و 3.448

31. 5.85 cm

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

إتقان حل المسائل

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

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

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

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

القسم 4

إتقان المفاهيم

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

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

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

إتقان حل المسائل

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

مراجعة جامعة

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

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

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

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

45. الحجم = 29 mL

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

47. 12.5 g من الرصاص

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

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

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

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

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

53. الميل = 2.7 g/mL

54. 0.24 g من الديكستروميثورفان/زجاجة

مراجعة جامعة

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

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

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

الجدول 6 بيانات الحجم والكتلة

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

44. ما مدى صحة التحويل التالي. هل ستكون الإجابة صحيحة؟ اشرح.

$$\text{المعدل} = \frac{75\ m}{1\ s} \times \frac{60\ s}{1\ min} \times \frac{1\ h}{60\ min}$$

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

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

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

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

49. **الفلك** تبلغ كتلة الثقب الأسود في المجرة M82 حوالي 500 أمثال كتلة الشمس. وحجمه يساوي حجم القمر تقريبًا. ما كثافة هذا الثقب الأسود؟

كتلة الشمس = 1.9891×10^{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. لأنّه يحتوي على أكبر عدد من الأرقام المعنوية.

57. ينبغي إضافة القيم المكانية المتساوية بعضها إلى بعض.

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

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

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

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

الجدول 7 بيانات الكثافة

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

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

التفكير الناقد

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

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

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

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

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

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.

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 البلكنة بدلًا من قياسها بأنفسهم؟

المعلومات الغذائية

حجم الوجبة ¼ كوب (29 g)

عدد الوجبات لكل علبة 12 تقريبًا

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

الشكل 20

62. **طبق التحليل البُعدي** قيّم البلصق الغذائي للحبوب المائد 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 من 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، فإنّ 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.

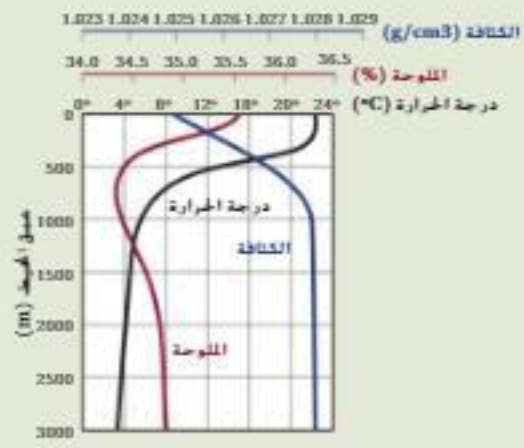
68. **حجم المنتج** ابحث عن مجموعة من الأحجام المستخدمة لتعبئة السوائل التي تباع في المتاجر.

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. يُوضّح التمثيل البياني في **الشكل 21** العلاقات بين كل من درجة الحرارة والكثافة والملوحة، وعمق ماء المحيط.

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



الشكل 21

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

71. صف تأثير العمق في الملوحة.

72. صف طريقة تغير الملوحة مع برودة ماء المحيط.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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

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

62. 0.43 g من الملح؛ 19%

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

مسألة تحدٍّ

64. AED 35.30

مراجعة تراكمية

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

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

استخدم الجدول التالي للإجابة عن السؤالين 4 و5.

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

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

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

6. حلّ المسألة التالية مستخدماً العدد الصحيح من الأرقام المعنوية.

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

   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

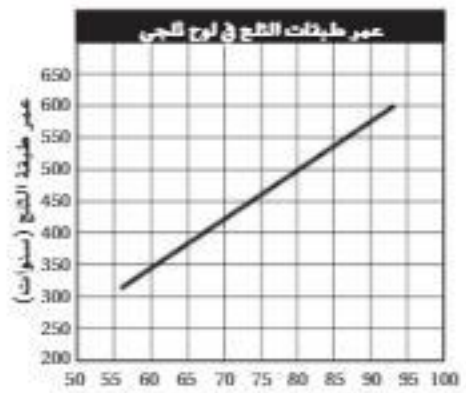
14. سجّل أحد الطلاب درجة حرارة محلول كل 30 s وذلك لمدة 3 min في الوقت الذي كان يتم تسخين المحلول على موقد بنزن. مثّل البيانات بيانيًا.

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

تغيرات المـــادة

أولاً :-

التغير الفيزيائي: التغير الذي يحدث دون أن يغيرتركيب المادة.

مثل : تقطيع الورق وكسر لوح زجاجي .

تغير الحالة : هو تحول المادة من حالة الى اخرى.

ثـانياَ :-

•التغير الكيميائي (التفاعل الكيميائي): هو العملية التي تتضمن تغير مادة أو أكثر الى مواد جديدة.

مثال: صدأ الحديد وتعفن الفواكه والخبز.

•(تسمى المواد التي نبدأ فيها التفاعل "المتفاعلات" اما المواد الجديدة المتكونة فتسمى" النواتج ")

المتفاعلات ← النواتج

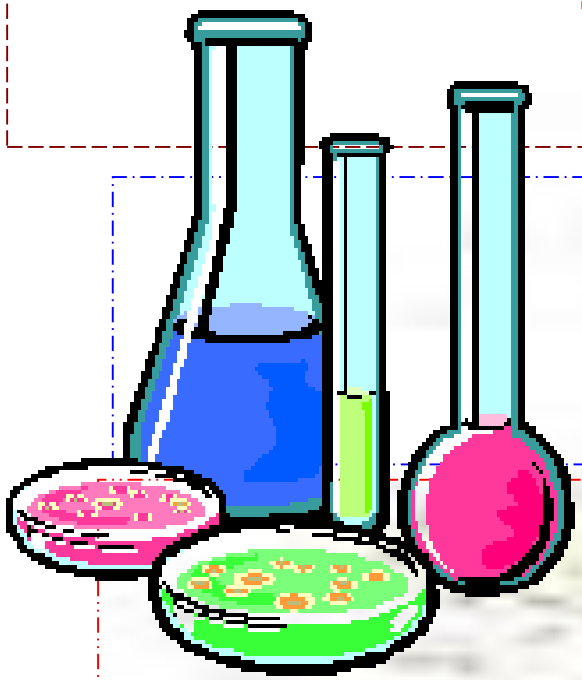
قانون حفظ الكتلة

ينص قانون حفظ الكتلة على أن الكتلة لا تفنى ولا تستحدث في اثناء التفاعل الكيميائي
فهي محفوظة بمعنى ان كتلة النواتج تساوي كتلة المتفاعلات

ويعبر عن ذلك بمعادلة : قانون حفظ الكتلة
كتلة المتفاعلات = كتلة النواتج

مثال (1):

في احدى التجارب وضع 10g من أكسيد الزئبق IIالأحمر في كأس مفتوحة , وسخنت حتى تحولت الى زئبق سائل وغاز أكسجين , فاذا كانت كتلة الزئبق السائل 9.26g فما كتلة الأكسجين الناتج من هذا التفاعل ؟



المعطيات :

كتلة أكسيد الزئبق = 10g

كتلة الزئبق = 9.26

كتلة الأكسجين =؟

الحل:

- **من قانون حفظ الكتلة كتلة المتفاعلات = كتلة النواتج**
- **كتلة أكسيد الزئبق II =كتلة الزئبق + كتلة الأكسجين**
- **كتلة الأكسجين = كتلة أكسيد الزئبقII- كتلة الزئبق**
- **كتلة الأكسجين = 10 – 9.26 =0.74g**

مثال (2) :

أضاف جعفر 15.6g الصوديوم الى كمية وافرة من غاز الكلور , وبعد انتهاء التفاعل حصل على 7.93g من كلوريد الصوديوم , ما كتلة كل من الكلور والصوديوم المتفاعلين ؟

مثال (3) :

تفاعل 106.5gمن حمض الهيدروكلوريك HCl(g) مع كمية مجهولة من الأمونيا $NH_{3(g)}$ لإنتاج 157.5gمن كلوريد الأمنيوم $NH_4Cl_{(S)}$.

ما كتلة الأمونيا $NH_{3\,(g)}$ المتفاعلة ؟

وهل طبق قانون حفظ الكتلة في هذا التفاعل ؟ فسر اجابتك

My wish for your success ..

And happy weekend ..

The Teacher: Mohammed AL ghamdi

القسم 1

1 التركيز

الفكرة الرئيسة

الطبيعة المزدوجة للأشعّة الكهرومغناطيسية. اطلب إلى الطلاب أن يتخيلوا نمط سلوك جزيئات الماء على سطح بحيرة أثناء حركة الأمواج فيها. تتحرك جزيئات الماء إلى الأعلى وإلى الأسفل أثناء انتقال الموج عبر سطح البحيرة. ثمّ اسألهم عمّا يحدث عند وصول موجة الماء إلى الشاطىء. ينتقل جزء من طاقة الأمواج إلى الجسيمات المكوّنة للشاطئ، فيتم تحويل هذه الجسيمات أو تحريكها. فسّر أنه عندما ينتقل شعاع ضوئي (شكل من أشكال الإشعاع الكهرومغناطيسي) من مكان لآخر، تتحرك المجالات الكهربائية والمغناطيسية من جهة لأخرى وإلى الأعلى والأسفل. اشرح أيضًا أنه عندما ينتقل الضوء طاقته إلى المادة – مثلا، عندما يلامس ضوء الشمس قماشًا أسود اللون يحدث امتصاص الطاقة بمقادير معيّنة، تسمى الكم. بعبارة أخرى، يبدو أن الضوء ينتقل في صورة أمواج ولكن لا يتم إصداره وامتصاصه من المادة إلا بكميات معيّنة ومحدودة. ض م

2 درّسْ

تطوير المفاهيم

مفهوم المادة اشرح بأن المادة تتكون من مجموعة ذرّات. على سبيل المثال، يحتوي الماء على ذرتين من الهيدروجين لكل ذرة أكسجين ويحافظ المركّب على هذا التناسب بين كلا العنصرين على الدوام. ومع ذلك، الفت انتباههم إلى أن ثمّة أمرًا أبعد من هذا المفهوم، يفسّر التباين الكبير في السلوك الكيميائي لكل من الهيدروجين والأكسجين والعناصر الكيميائية الأخرى.

التعليم المتمايز

ضعاف السمع ساعد الطلاب على تصور خصائص العديد من الموجات الكهرومغناطيسية بكتابة العناصر الثلاث التالية (أ–ج) والاسئلة (1–3) على السبورة

أ. الضوء المرئي

ب. موجات الميكروويف

ج. موجات الراديو

1. أيها يتحرك بسرعة من شأنها أن تجعله قادرًا على السفر سبعة مرات تقريبًا حول الأرض في ثانية واحدة؟ أ) و ب) و ج). ملاحظة: يشكل الضوء المرئي وموجات الميكروويف وموجات الراديو ثلاثة أنوع مختلفة من الأشعة الكهرومغناطيسية. هذه الأنواع الثلاثة من الأشعة تسير بسرعة 3.00×10^8 m/s في الفراغ وتقريبا بنفس السرعة في الهواء.
2. أي من أنواع الأشعة يساوي طول موجته ثلاثة أمثال طول ملعب كرة قدم؟ ج. موجات الراديو
3. أيها قد يساوي طول موجته قطر قلم رصاص؟ ب. موجات الميكروويف ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 1

الضوء والطاقة الكميّة

الفكرة الرئيسة **الضوء** هو أحد أشكال الإشعاع الكهرومغناطيسي، وله خصائص كل من **الموجات** و**الجسيمات**.

الأسئلة الرئيسة

- كيف يمكن مقارنة الطبيعة الموجية والمادية للضوء؟
- ما طاقة الكم وكيف ترتبط مع تغير طاقة المادة؟
- كيف يمكن المقارنة بين الطيف الكهرومغناطيسي المستمر وطيف الانبعاث الذري؟

مفردات للمراجعة

الإشعاع Radiation: الأشعة والجسيمات (جسيمات ألفا و جسيمات بيتا وأشعة جاما) التي تنبعث من مادة مشعة

مفردات جديدة

الإشعاع الكهرومغناطيسي (Electromagnetic radiation)
طول الموجة (wave length)
التردد (Frequency)
سعة الموجة (amplitude)
الطيف الكهرومغناطيسي (Electromagnetic spectrum)
الكم (Quantum)
ثابت بلانك (Planck's constant)
التأثير الكهروضوئي (Photoeclectric effect)
الفوتون (Photon)
طيف الانبعاث الذري (Atomic emission Spectra)

الكيمياء في حياتنا

هل سبق لك أن صادفت يومًا باردًا حيث توجهت إلى المطبخ وقمت بوضع وجبة خفيفة باردة في فرن الميكروويف؟ عندما تصل أشعة الميكروويف إلى وجبتك الخفيفة، تعمل حزم صغيرة من الطاقة على تسخينها في وقت قصير للغاية.

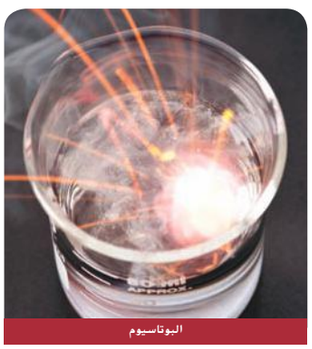
الذرَّة والأسئلة التي ليس لها إجابة

بعد اكتشاف ثلاثة جسيمات دون ذرية في بداية القرن العشرين، استمر العلماء في سعيهم لفهم البنية الذرية وترتيب الإلكترونات بداخل الذرات.

وقد اقترح رذرفورد أن كل الشحنة الموجبة للذرّة وكل كتلتها تقريبًا تتمركز في النواة المحاطة بإلكترونات سريعة الحركة. لم يشرح النموذج طريقة ترتيب إلكترونات الذرّة في الفراغ حول النواة. كما لم يتناول السؤال المتعلق بسبب عدم انجذاب الإلكترونات سالبة الشحنة إلى داخل النواة موجبة الشحنة للذّرة. لم يبدأ النموذج النووي لرذرفورد بتفسير أوجه الشبه والاختلاف في السلوك الكيميائي بين مختلف العناصر.

على سبيل المثال لعناصر الليثيوم والصوديوم والبوتاسيوم التي تتواجد ضمن دورات مختلفة من الجدول الدوري خواص كيميائية متشابهة، فهي توجد على صورة فلزية في الطبيعة وتتفاعل ذراتها بشدة مع الماء لتحرير غاز الهيدروجين. في الواقع، كما يظهر في الشكل 1، فإن كلًا من الصوديوم والبوتاسيوم يتفاعلان بشدة حتى أن غاز الهيدروجين يمكن أن يشتعل وربما ينفجر أيضًا.

في بداية القرن العشرين، بدأ العلماء في فك لغز السلوك الكيميائي. وقد لاحظوا أن هناك عناصر محددة ينبعث منها ضوء مرئي عندما يتم تسخينها على لهب. وقد كشف تحليل الضوء المنبعث عن أن السلوك الكيميائي لهذه العناصر يتعلق بترتيب الإلكترونات في ذراتها. لفهم هذه العلاقة وطبيعة بنية الذّرة، سيكون من المفيد فهم طبيعة الضوء أولًا.



■ **الشكل 1** يمكن أن يكون للعناصر المختلفة تفاعلات متشابهة مع الماء.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 326 1/30/2017 2:02:58 PM

الطبيعة الموجية للضوء

إن الضوء المرئي هو نوع من **الإشعاع الكهرومغناطيسي**- وهو شكل من أشكال الطاقة الذي ينتج عنه سلوك شبيه بالموجات أثناء انتقاله في الفراغ. تشمل الأمثلة الأخرى للإشعاع الكهرومغناطيسي الميكروويف الذي يستخدم في تسخين الطعام، والأشعة السينية التي يستخدمها الأطباء وأطباء الأسنان لفحص العظام والأسنان، والموجات التي تنقل برامج الراديو والتلفاز إلى المنازل.

خصائص الموجات يمكن وصف كافة الموجات بعدة خصائص. قد يكون قليل منها معلومًا بالنسبة لك من خبراتك الحياتية اليومية. ربما تكون قد شاهدت موجات متداخلة عند إسقاط جسم ما في الماء، كما يظهر في الشكل **a2**.

الطول الموجي (الذي يُرمز إليه بالرمز λ، الحرف اليوناني لامدا) هو أقصر مسافة بين النقاط المتكافئة على موجة مستمرة. على سبيل المثال، في الشكل **b2**، يقاس طول الموجة من قمة إلى قمة أو من القاع إلى القاع. يقاس طول الموجة بالمتر أو السنتيمتر أو النانومتر ($1\ nm = 1 \times 10^{-9} m$).

التردد (ويُرمز إليه بالرمز ν، الحرف اليوناني نيو) هو عدد الموجات التي تمر بنقطة معينة في الثانية. ويقاس بوحدة الهرتز (Hz)، وهو وحدة التردد الدولية يعادل موجة واحدة في الثانية. عند التعبير عن التردد حسابياً بوحدة الموجة لكل ثانية (**1/s**) أو (s^{-1})، يصبح مصطلح موجة مفهومًا. يمكن التعبير عن تردد محدد بالطرائق الآتية:

$652\ Hz = 652\ wave/second = 652/s = 652\ s^{-1}$.

سعة الموجة: ارتفاع الموجة من الأصل إلى القمة أو من الأصل إلى القاع، كما يتضح من الشكل **b2**. لا يؤثر طول الموجة أو التردد على سعة الموجة.

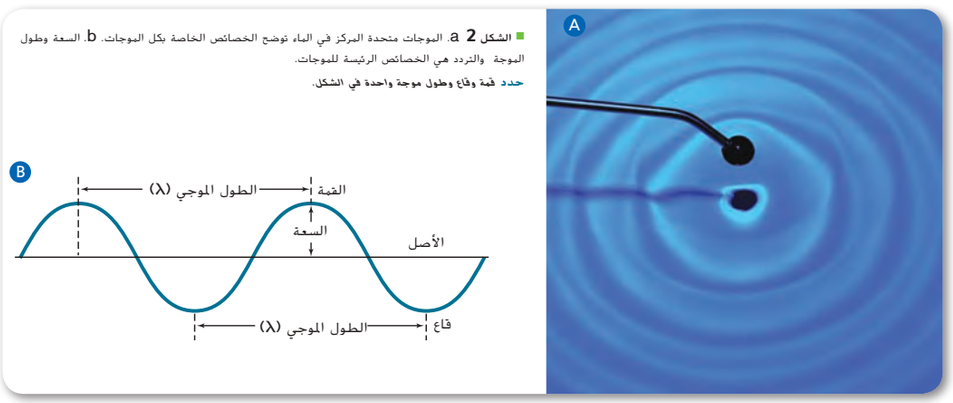
تنتقل جميع الموجات الكهرومغناطيسية، بما في ذلك الضوء المرئي، بسرعة $3.00 \times 10^8\ m/s$ في الفراغ. لأن سرعة الضوء هي قيمة هامة وشاملة، فهي لها رمز خاص c سرعة الضوء هي حاصل ضرب طوله الموجي (λ) وتردده (ν).

سرعة الموجة الكهرومغناطيسية

$$c = \lambda\nu$$

c هي سرعة الضوء في الفراغ.
λ هي طول الموجة.
ν هي التردد.

سرعة الضوء في الفراغ تساوي حاصل ضرب طول الموجة في التردد



■ **الشكل 2** a. الموجات متحدة المركز في الماء توضح الخصائص الخاصة بكل الموجات. b. السعة وطول الموجة والتردد هي الخصائص الرئيسة للموجات.
حدد قمة وقاع وطول موجة واحدة في الشكل.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

عرض سريع

خصائص الموجة أحضر لعبة زنبرك ملفوف وقم بتثبيتها بإحكام على جسم من الأجسام في إحدى زوايا الغرفة. أبرِز خصائص الموجة، التردد والطاقة – من خلال توليد موجات ساكنة. ابدأ بنصف موجة، مع إظهار أطول طول موجي وأدنى تردّد وأقل مقدار من الطاقة. اعمل على موجتين أو موجتين ونصف من الموجات الساكنة. سوف يتبين بوضوح أنه يلزم المزيد من الطاقة كلما ازداد عدد الموجات الساكنة. كلما ازداد عدد الموجات، اسأل الطلاب عمّا يحدث للتردّد ولطول الموجات وعن الطريقة التي تتغيّر بها الطاقة. التردّد في ارتفاع وطول الموجات في انخفاض والطاقة تزداد. ض م أ م

■ **سؤال الشكل 2** الطلاب أن يشيروا إلى الجزء الصحيح من الشكل.

خلفية عن المحتوى

قيمة C في المعادلة $c = \lambda\nu$، يمكن قياس المتغير ν (تردد موجة كهرومغنطيسية) بدقة بواسطة الليزر والساعات الذرية. لكن، لا يمكن قياس قيمةλ (طول الموجة) لموجة كهرومغناطيسية بدقة فائقة. وعلى هذا الأساس، قررت اللجنة الدولية للأوزان والمقاييس في عام 1983 أن تُتَّخَذ سرعة الضوء كمقدار محدَّد. سرعة الضوء في الفراغ c، تقدر تحديدًا بـ 299,792,458 m/s. ومع ذلك فإن القيمة $c = 3.00 \times 10^8$ دقيقة كفاية لمعظم الاستخدامات.

مشروع كيمياء

الفيزياء الكلاسيكية والإلِكترُونات داخل الذرّة اجعل الطلاب يُجرون بحثًا حول نمط سلوك وحركة الإلِكترُونات داخل الذرّة وفقًا للفيزياء الكلاسيكية. اجعلهم يرسمون مخططات لتَبيان نتائج بحثهم. الإلِكترُونات السالبة الشحنة التي تدور حول النواة تسلك مسارًا لوليًا باتجاه النواة ذات الشحنة الموجبة منتِجَةً بذلك طاقةً. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 327 1/30/2017 2:02:58 PM

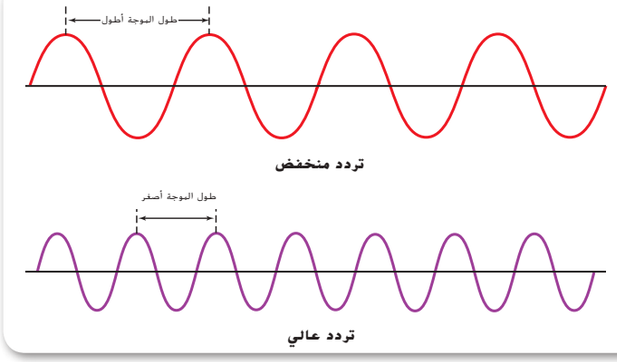
■ **سؤال الشكل 3**
طول الموجة وتردّدها لا يؤثران في سعة الموجة.

الرياضيات في الكيمياء

طول الموجة وترددها وضح للطلاب أنه عندما ترتبط كميتان رياضيًا بطريقة تجعل ازدياد كمّ واحد متناسبا مع انخفاض الكمّ الآخر، ويسمى هذا التناسب بين الكميتين بالتناسب العكسي. أشر إلى أن العلاقة $c = \lambda\nu$ هي علاقة صحيحة لأن λ و ν مرتبطان عكسيًا.

استراتيجية بصرية

الشكل 3 دع الطلاب يحسبون عدد أطوال الموجات الظاهرة في الموجتين اللتين لديهما نفس الطول الإجمالي. إحداهما لها أربعة أطوال موجية والثانية لديها سبعة أطوال موجية. اسألهم عن وجه المقارنة بين طول الموجة ذات التردّد الأعلى وطول الموجة ذات التردد الأدنى. طول الموجة ذات التردد الأعلى يمثل 7/4 من طول الموجة ذات التردد الأدنى. اسألهم عن وجه المقارنة بين تردّد الموجة ذات التردّد الأعلى وتردّد الموجة ذات التردد الأدنى. التردد الأعلى يمثل 7/4 من التردد الأدنى للموجة. استخدم هذه الإجابات للتأكيد على العلاقة العكسية بين طول الموجة وترددها. ض م



■ **الشكل 3** توضح هذه الموجات العلاقة بين طول الموجة والتردد. كلما زاد طول الموجة، قل التردد.
استدل هل يؤثر التردد أوطول الموجة على سعة الموجة؟

على الرغم من أن سرعة كافة الموجات الكهرومغناطيسية في الفراغ متساوية، إلا أن للموجات أطوال موجية وترددات مختلفة. كما يمكنك أن ترى من المعادلة الواردة بالصفحة السابقة، فإن طول الموجة يتناسب عكسيًا مع التردد، بمعنى آخر، إذا زاد أحد الطرفين، يقل الطرف الآخر. لفهم هذه العلاقة بصورة أفضل، افحص الموجتين الموضحتين في الشكل **3**. بالرغم من أن كلا الموجتين تنتقلان بسرعة الضوء، فيمكنك أن ترى أن الموجة الحمراء لها طول موجي أطول وتردد أقل من الموجة البنفسجية.

الطيف الكهرومغناطيسي: يحتوي ضوء الشمس، وهو أحد الأمثلة على الضوء الأبيض، على نطاق مستمر تقريبًا من الأطوال الموجية والترددات. ينفصل الضوء الأبيض الذي يمر من خلال منشور إلى عدة أطياف لونية مستمرة مشابهة للطيف الموضح في الشكل **4**. هذه هي ألوان الطيف المرئي. يسمى الطيف مستمرًا لأن كل نقطة منه تتماشى مع طول موجي وتردد معين. قد تكون معتادًا على ألوان الطيف المرئي. إذا شاهدت ذات مرة قوس قزح فقد شاهدت كل الألوان المرئية في نفس الوقت بالفعل. يتكون قوس قزح بسبب قطرات صغيرة من الماء في الهواء تشتت الضوء الأبيض من الشمس إلى الألوان التي يتكون منها، مما ينتج عنه طيفٌ يظهر على هيئة قوس في السماء.

■ **الشكل 4** حين يمر الضوء الأبيض عبر منشور، فهو ينفصل إلى أطياف مستمرة من مكوناته المختلفة مثل:أحمر، برتقالي، أصفر، أخضر، أزرق، نيلي وبنفسجي.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

دفتر الكيمياء

التردّدات في الحياة اليومية لترسيخ التردّد، ادعُ الطلاب للتفكير ووصف ظاهرة واحدة على الأقل تتكرر أو تظهر بترددات معينة في حياتهم اليومية. اطلب إليهم وصف هذه الظواهر وقياسها كمًّا إن أمكن. ض م أ م

328 الوحدة 12 • الإلكترونات في الذرات

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 328 1/30/2017 2:02:58 PM

ومع ذلك يعتبر الطيف المرئي للضوء الموضح في الشكل **4**، جزء صغير من الطيف الكهرومغناطيسي الكامل الموضح في الشكل **5**. يتضمن **الطيف الكهرومغناطيسي**، جميع أشكال الإشعاع الكهرومغناطيسي الأخرى، ويكون الفرق بين أنواع الإشعاع التردد والطول الموجي فقط. لاحظ في الشكل **4** أن الانحراف يختلف باختلاف الأطوال الموجية أثناء مرورها عبر المنشور مما ينشأ عنه تسلسل للألوان الأحمر والبرتقالي والأصفر والأخضر والأزرق والنيلي والبنفسجي. يفحص طاقة الإشعاع الموضحة في الشكل **5**. لاحظ أن الطاقة تزداد بزيادة التردد. وبالعودة للشكل **3**، نجد أن الضوء البنفسجي، مع تردده الكبير، يملك طاقة أكبر من الضوء الأحمر. سيتم شرح هذه العلاقة بين التردد والطاقة في القسم التالي.

نظراً لأن كافة الموجات الكهرومغناطيسية تنتقل بنفس السرعة في أي وسط محدد، يمكنك استخدام الصيغة $c = \lambda\nu$ لحساب طول الموجة أو التردد لأي موجة.

التأكد من فهم النص **اذكر** العلاقة بين الطاقة و التردد للإشعاع الكهرومغناطيسي.

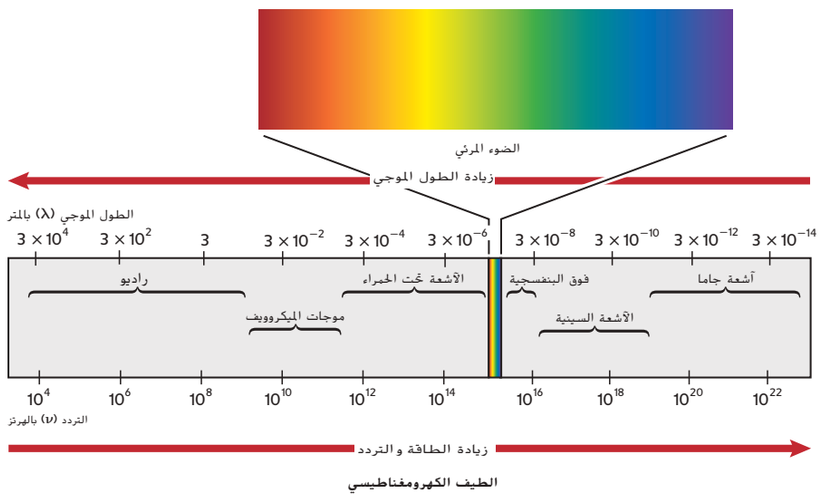
الربط بالفيزياء إن الإشعاع الكهرومغناطيسي يصدر من مصادر متنوعة بالإضافة إلى الإشعاع الناشئ عن الشمس تنتج الأنشطة البشرية أيضًا إشعاعًا يتضمن إشعاعات راديو وتلفاز ومحطات تقوية الهاتف والمصابيح وأجهزة الأشعة السينية الطبية ومسرعات الجسيمات. كما تساهم في ذلك أيضًا الموارد الطبيعية على الأرض كالبرق والنشاط الإشعاعي الطبيعي وحتى توهج البراعات. تعتمد معرفتنا بالكون على الإشعاع الكهرومغناطيسي المنبعث من الأجسام البعيدة والذي يتم تحديدها عن طريق بعض الأجهزة على الأرض.

مهن مرتبطة بعلم الكيمياء

اختصاصي التنظير الطيفي

التنظير الطيفي: دراسة الأطياف المنتصة أو المنبعثة بواسطة المادة. لأن طيف كل عنصر فريد من نوعه فهو يشبه بصمات الأصابع. يستخدم عالم الفيزياء الفلكية التنظير الطيفي لدراسة تكوين أي نجم، كالشمس مثلا. يوضح طيف امتصاص النجم العديد من الخطوط الداكنة التي تسمح لاختصاصي التنظير الطيفي بالتعرف على العناصر الموجودة في النجم.

الشكل 5 يشمل الطيف الكهرومغناطيسي نطاقاً كبيراً من الترددات. ويكون جزء الضوئي المرئي من الطيف ضيقًا للغاية. مع زيادة التردد والطاقة، يقل طول الموجة.



الطيف الكهرومغناطيسي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

عرض سريع

الانعكاس والانكسار

قم بتسليط حزمة من الأشعة من جهاز عرض باتجاه أحد جوانب كأس كبير من الماء. قم بتعتيم القاعة وتعديل المقاعد بحيث يمكن للطلاب رؤية القسم المرئي من الطيف الكهرومغناطيسي على جدار أو شاشة. اشرح لهم بأن الانعكاس والانكسار يفصلان الألوان المكوّنة للضوء الأبيض الصادر من جهاز العرض خلال مرورها عبر كأس الماء. أشر إلى أن اقواس قزح تتكون بشكل مشابه جدًا عندما تنفصل ألوان ضوء الشمس عند انعكاسها وانكسارها على قطرات المطر.

التأكد من فهم النص تزداد الطاقة مع ارتفاع التردّد.

خلفية عن المحتوى

الموجة الكهرومغناطيسية تتكون من مجالات مغناطيسية وكهربائية متذبذبة. يتذبذب المجالان بشكل متعامد مشكّلَيْن زاوية قائمة. على سبيل المثال، إذا تذبذب المجال الكهربائي إلى الأعلى والأسفل، يتذبذب المجال المغناطيسي من جانب إلى آخر. كلا المجالين الكهربائي والمغناطيسي يتذبذبان بشكل متعامد في إتجاه إنتشار الموجة الكهرومغناطيسية

مشروع كيمياء

الموجات الكهرومغناطيسية واستخداماتها

دع الطلاب يجرون بحثًا ويتناقشون حول استخدامات الانسان المتعددة للموجات الكهرومغناطيسية في توصيل المعلومات ونقل الطاقة من مكان إلى آخر. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 329 1/30/2017 2:02:58 PM

مثال 1

مثال

حساب طول موجة تستخدم أجهزة الميكروويف في طهي الطعام ونقل المعلومات. ما هو طول موجة ميكروويف ترددها 3.44×10^9 HZ؟

1 تحليل المسألة

لقد أعطيت تردد الميكروويف كما أنك تعرف أن موجات الميكروويف هي جزء من الطيف الكهرومغناطيسي. لذلك سترتبط سرعتها وتردداتها وأطوالها الموجية ببعضها البعض عبر المعادلة $c = \lambda\nu$. قيمة c هي ثابت معروف. أولًا، قم بتعديل المعادلة لإيجاد على الطول الموجي ثم عوّض بالقيم المعروفة وأوجد الناتج.

المعطيات	مجهول
$\nu = 3.44 \times 10^9$ Hz	$\lambda = ?$ m
$c = 3.00 \times 10^8$ m/s	

2 أوجد القيمة المجهولة

قم بتعديل المعادلة المتعلقة بالسرعة والتردد وطول الموجة لموجة كهرومغناطيسية لإيجاد طول الموجة (λ).

$c = \lambda\nu$ — اذكر علاقة الموجة الكهرومغناطيسية.

$\lambda = c/\nu$ — أوجد λ

$\lambda = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{3.44 \times 10^9 \text{ Hz}}$ — بالتعويض $\nu = 3.44 \times 10^9$ Hz , $c = 3.00 \times 10^8$ m/s.

لاحظ أن هرتز (Hz) تساوي 1/s او s^{-1}.

$\lambda = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/}\cancel{\text{s}}}{3.44 \times 10^9 \cancel{\text{s}^{-1}}}$ — اقسم الأعداد والوحدات.

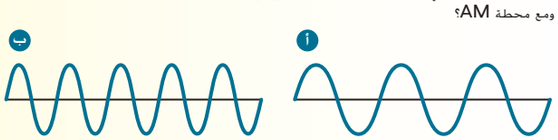
$\lambda = 8.72 \times 10^{-2}$ m

3 قيّم الإجابة

يتم التعبير عن الإجابة بشكل صحيح بوحدة طول الموجة (m). يتم التعبير عن كلا القيمتين المعروفتين بثلاثة أرقام معنوية لذا فيجب أن تكون الإجابة ثلاثة أرقام معنوية، وهو ما نراه بالفعل. قيمة طول الموجة تكون ضمن نطاق الطول الموجي لأجهزة الميكروويف الموضحة في **الشكل 5**.

تطبيق

1. تحصل الأجسام على لونها من انعكاس أطوال موجية محددة فقط حين يصطدم بها اللون الأبيض. وجد أن طول الموجة للضوء المنعكس من ورقة شجر خضراء هو 4.90×10^{-7} m.
فما هو تردد هذا الضوء؟
2. يمكن للأشعة السينية أن تخترق أنسجة الجسم وهي تستخدم بصورة واسعة النطاق لتشخيص الاضطرابات في بنية الجسم الداخلية.
ما تردد الأشعة السينية التي طولها الموجي 1.15×10^{-10} m؟
3. بعد تحليل دقيق، وجد أن تردد الموجة الكهرومغناطيسية هو 7.8×10^6 Hz. ما سرعة الموجة؟
4. **تحدي** بينما تقوم محطة راديو FM بالبث على تردد 94.7 MHz، تقوم محطة AM بالبث على تردد 820 KHz. ما الأطوال الموجية لكلا البثين؟ أي من الرسومات التالية يتماشى مع محطة FM؟
ومع محطة AM؟



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

مثال داخل الصف

السؤال قد ينتج الضوء الأحمر اللون في عرض ألعاب نارية عندما تسخّن أملاح السترونشيوم. ما تردّد ضوء أحمر كهذا مع طول موجي قدره 6.50×10^{-7} m؟

الاجابة 4.62×10^{14} s^{-1}

$\nu = 6.50 \times 10^{-7}$ m $\div$ 3.00×10^8 m/s

$= 4.62 \times 10^{14}$ s^{-1}

مسائل للتدريب

1. 6.12×10^{14} Hz
2. 2.61×10^{18} Hz
3. 3.00×10^8 m/s
4. FM: $\lambda = 3.17$ m ؛ AM: $\lambda = 370$ m ؛ FM: الرسمة b ؛ AM: الرسمة a

تعزيز المعارف

الموجات الكهرومغناطيسية عندما يقوم الجمهور في ملعب كرة قدم بحركة "الموجة"، تسافر الموجة حول الملعب بينما يحرك الأشخاص منفردين أجسامهم وأذرعهم إلى الأعلى وإلى الأسفل. أضف أنه، مع ذلك، كل شخص يقوم بنقل الموجة يبقى في المكان نفسه. وبالتالي تنتقل الموجة حول الملعب ولا ينتقل الأشخاص. بالطريقة نفسها، تنقل الموجة الكهرومغناطيسية الطاقة ولا تنقل المادة.

التدريس المتمايز

الطلاب ذوو الصعوبات اطلب إلى الطلاب أن يبحثوا في معاني المصطلحات الهامة المستخدمة في هذا القسم ثم أن يشرحوها: أشعّة، طيف، ثابت، تأثير، انبعاث، كمّ. ثم اطلب إليهم كتابة فقرة يستخدمون فيها هذه المصطلحات. أم

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 330 1/30/2017 2:02:59 PM

الطبيعة المادية (الجسيمية) للضوء

بينما تفسر رؤيتنا للضوء على أنه موجة سلوكه اليومي، إلا أنها تفشل في وصف بعض المظاهر الهامة لتفاعل الضوء مع المادة بشكل كاف. لا يمكن للنموذج الموجي للضوء أن يفسر سبب انبعاث ترددات معينة فقط من الضوء من الأجسام الساخنة في درجة حرارة معينة، أو سبب انبعاث إلكترونات من بعض الفلزات حين يتم تسليط تردد معين عليها. وقد أدرك العلماء آنذاك الحاجة لنموذج جديد أو تنقيح للنموذج الموجي للضوء للتعامل مع هذه الظواهر.

مفهوم الكم: عند تسخين جسم ما فإنه يبعث ضوء متوهج. يوضح الشكل **6** هذه الظاهرة مع عنصر الحديد. قطعة الحديد تبدو بلون رمادي داكن في درجة حرارة الغرفة، بينما تتوهج باللون الأحمر عند تسخينها بقدرٍ كافٍ، ثم تتحول للون البرتقالي ثم الأزرق في درجات حرارة أعلى. كما ستتعلمون في الوحدات اللاحقة، فإن درجة حرارة جسم ما هي مقياس متوسط الطاقة الحركية لجسيماته. وبينما تزداد سخونة الحديد فهو يحصل على مقدار أكبر من الطاقة وتنبعث منه ألوان مختلفة من الضوء. تتماشى هذه الألوان المختلفة مع الترددات والأطوال الموجية المختلفة.

لا يمكن للنموذج الموجي للضوء أن يفسر انبعاث هذه الأطوال الموجية المختلفة. في عام 1900، بدأ الفيزيائي الألماني ماكس بلانك (1858-1947) في البحث عن تفسير لهذه الظاهرة أثناء دراسته للضوء المنبعث من الأجسام الساخنة. وقد قادته دراسته لاستنتاج مدهش، أن المادة يمكن أن تكتسب أو تفقد طاقة فقط بكميات صغيرة ومحددة تسمى الكوانتا "الكمات" **الكم** هو الحد الأدنى من الطاقة الذي يمكن اكتسابه أو فقدانه عن طريق الذرة

التأكد من فهم النص **فسر** سبب تغير لون الأجسام التي يتم تسخينها مع درجات الحرارة.

وقد اعتقد بلانك وعدد آخر من علماء الفيزياء في ذلك الوقت أن مفهوم الطاقة الكمية كان ثوريًا وقد وجده البعض الآخر مزعجًا. وقد قادت التجربة السابقة العلماء للتفكير في أنه يمكن امتصاص الطاقة وانبعاثها بكميات مختلفة بشكل مستمر بدون حد أدنى لهذه الكمية. على سبيل المثال، فكر في تسخين كوب من الماء في فرن ميكروويف. يبدو أنه بإمكانك إضافة طاقة حرارية للماء عن طريق تنظيم طاقة الميكروويف ومدة تشغيله. وبدلًا من ذلك، تزداد درجة حرارة الماء بخطوات متناهية في الصغر بينما تمتص جزيئاته كميات من الطاقة. ونظرًا لصغر هذه الخطوات، يبدو أن درجة الحرارة ترتفع بطريقة مستمرة وليست بطريقة متدرجة.

المفردات

المفردات الأكاديمية

الظاهرة

حقيقة أو حدث يمكن ملاحظته.

أثناء العواصف المطيرة، غالبًا ما تمر تيارات كهربائية من السماء إلى الأرض— وهي ظاهرة نسميها البرق.

الشكل 6 يعتمد طول موجة الضوء المنبعث من الفلز المسخن، كالحديد على اليمين، على درجة الحرارة. في درجة حرارة الغرفة، يكون لون الحديد رمادياً عند التسخين يتحول أولًا للون الأحمر ثم يتوهج باللون البرتقالي.

حدد لون قطعة الحديد ذات الطاقة الحركية الأكبر.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التقويم

الأداء اطلب إلى الطلاب القيام بتحقيق أو عرض يوضح مفهوم الكم. يمكنهم استخدام ميزان وبعض الأجسام الصغيرة ذات الكتل المتقاربة مثل مشابك الورق. أو قد يستخدمون مخبار مدرج وبعض الأجسام الصغيرة ذات الأحجام المتقاربة مثل كريات الرخام أو الفولاذ. ض م

إثراء

البيروميتر الضوئي ادعُ الطلاب المتحمسين لإجراء بحث وإعداد عرض في الصف أو تقرير عن طريقة تشغيل البيروميتر الضوئي ــ وهو جهاز لقياس درجات الحرارة الشديدة الارتفاع من خلال الطول الموجي للضوء المنبعث من المواد. ض م

التأكد من فهم النص حرارة جسم ما هي قياس متوسط طاقة حركة الجسيمات التي يتكون منها. كلما ارتفعت درجة حرارة هذا الجسم، انبعث منه الضوء بترددات أعلى، وبالتالي بألوان مختلفة.

■ **سؤال الشكل 6** البرتقالي المتوهّج

دفتر الكيمياء

ماهو الكمّ؟ اطلب إلى الطلاب إجراء بحث حول آراء معاصري بلانك في مفهومه للكمّ. اجعلهم ينشئون قائمة بآراء معاصري بلانك ويشرحونها في دفاتر الكيمياء الخاصة بهم. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 331 1/30/2017 2:02:59 PM

تطوير المفاهيم

السلوك الكيميائي اشرح للطلاب أنه بإمكانهم تشبيه الضوء المنبعث من الذرّة بـــ"نافذة إلى داخل الذرة". ثم أضف لشرحك أن السلوك الكيميائي للعناصر مرتبط بترتيب الإلكترُونات داخل ذرّاتها.

انشاء نموذج

التأثير الكهروضوئي اجعل مجموعات الطلاب ينشئون نموذج يمثّل التأثير الكهروضوئي. على سبيل المثال، قد يتبين من خلال النموذج أن التأثير على مغانط صغيرة ملتصقة بجسم حديدي ثقيل مع أجسام خفيفة الوزن ومنخفضة الطاقة، مثل قطع الحلوى الصغيرة، لن يتسبب في تحريك المغانط. وقد يثبت النموذج أن الأجسام الثقيلة الوزن ذات الطاقة الكبيرة تحرّك المغانط. اجعل الطلاب يرسمون التشابه بين قطع الحلوى والفوتونات ذات الطاقة المنخفضة وبين الأجسام الثقيلة الوزن والفوتونات ذات الطاقة العالية.

ض م **التعليم التعاوني**

التأكد من فهم النص التأثير الكهروضوئي هو ظاهرة انبعاث الإلكترُونات من سطح الفلزات في وجود الضوء الذي يبلغ تردده، أو يتجاوز، قيمة محددة.

وقد اقترح بلانك أن الطاقة المنبعثة من الأجسام الساخنة كانت ذات كم محدد، ثم تجاوز ذلك بأن أظهر أيضًا أن هناك علاقة بين طاقة الكم وتردد الإشعاع المنبعث.

طاقة الكم

$$E_{\text{كم}} = h\nu$$

E تمثل الطاقة.
h هي ثابت بلانك.
ν تمثل التردد.

نحصل على طاقة الكم عن طريق ضرب ثابت بلانك في التردد.

ثابت بلانك قيمته 6.626×10^{-34} J.s، حيث J رمز الجول، وهو الوحدة الدولية القياسية للطاقة. توضح المعادلة أن طاقة الإشعاع تزداد بينما يقل تردده ν.

وفقًا لنظرية بلانك، فإنه بالنسبة لتردد محدد ν، يمكن للمادة أن تبعث أو تمتص الطاقة فقط بمقدار مضاعفات العدد الكلي لقيمة $h\nu$، أي $1h\nu$، $2h\nu$، $3h\nu$، وما إلى ذلك. من التشبيهات المفيدة لهذا المفهوم هو تشبيه الطفل الذي يقوم ببناء حائط من القطع الخشبية. يمكن للطفل أن يضيف أو ينقص من ارتفاع الحائط بزيادة تتمثل في أعداد كلية من هذه القطع. وبالمثل، فإن المادة يمكن أن يكون لها مقادير محددة فقط من الطاقة–ولا تتواجد كميات الطاقة بين هذه القيم.

التأثير الكهروضوئي: عرف العلماء أيضًا أن نموذج الموجة للضوء لا يمكن أن يشرح الظاهرة المسماة بالتأثير الكهروضوئي. في **التأثير الكهروضوئي**، تنبعث الإلكترونات، المسماة باسم الإلكترونات الضوئية (الفوتو إلكترونات)، من سطح فلزي حين يسقط ضوء ذو تردد معين، أو أعلى من تردد معين، على هذا السطح الشكل 7.

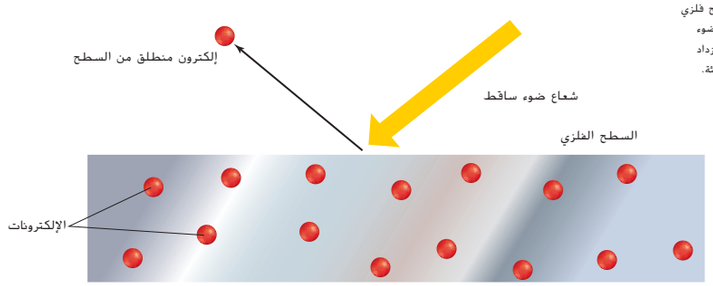
يتنبأ النموذج الموجي للضوء بأنه في وجود وقت كاف وحتى طاقة منخفضة وتردد منخفض، سيتراكم الضوء ويمنح طاقة كافية لإخراج الإلكترونات الضوئية من الفلز. في الواقع، لن يبعث الفلز الإلكترونات الضوئيةإذا كان تردد الضوء الساقط عليه أقل من التردد اللازم لإطلاق الإلكترونات. على سبيل المثال، لا يهم مدى شدة هذا الشعاع الضوئي أو كم يستغرق من الوقت، فالضوء ذو التردد الأقل من 1.14×10^{15} Hz لا يساعد على إطلاق أي إلكترونات ضوئية من الفضة. ولكن حتى الضوء المعتم ذو التردد الذي يعادل أو يزيد عن 1.14×10^{15} Hz يساعد على إطلاق إلكترونات ضوئية من الفضة.

التأكد من فهم النص **صف** التأثير الكهروضوئي.

الكيمياء في الحياة اليومية

التأثير الكهروضوئي

تستخدم **الطاقة الشمسية** في بعض الأحيان لإمداد إشارات الطريق بالطاقة تستخدم الخلايا الكهروضوئية التأثير الكهروضوئي لتحويل طاقة الضوء إلى طاقة كهربائية.



الشكل 7 يحدث التأثير الكهروضوئي حين يتم تسليط ضوء ذو تردد معين على سطح فلزي ويخرج منه إلكترونات. حين تزداد شدة الضوء يزداد عدد الإلكترونات المنبعثة. وعندما يزداد تردد الضوء، يزداد عدد الإلكترونات المنبعثة.

مشروع كيمياء

مستحضرات الوقاية من الشمس بما أن الجزيئات المكونة لمستحضرات الوقاية من الشمس تهتزّ وتمتص بعض ترددات الضوء فوق البنفسجي (UV)، يمكن لمستحضرات الوقاية هذه أن تساعد في حماية الإنسان من التأثيرات الضارة لأشعة الشمس. اطلب إلى الطلاب إجراء بحث ثم كتابة وصف لأحدث أنواع مستحضرات الحماية من الشمس وللجزيئات المكونة لكل مستحضر وأطوال موجات الضوء فوق البنفسجي الذي يتم امتصاصه.

ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education
McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة
Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 332 1/30/2017 2:02:59 PM

الطبيعة المزدوجة للضوء لشرح التأثير الكهروضوئي، اقترح ألبرت أينشتاين عام 1905 أن للضوء طبيعة مزدوجة. فشعاع الضوء له خصائص موجية وخصائص مادية. ويمكن اعتباره كشعاع مكوّن من حزم من الطاقة تسمى الفوتونات. **الفوتون** هو جسيم عديم الكتلة يحمل كم من الطاقة. وبالتوسع في فكرة بلانك عن الطاقة ذات الكم، اعتبر أينشتاين أن طاقة الفوتون تعتمد على تردده.

طاقة الفوتون

$$E_{photon} = h\nu$$

E_{photon} يمثل الطاقة.
h هو ثابت بلانك.
ν تمثل التردد.

نحصل على طاقة الفوتون عن طريق ضرب ثابت بلانك في التردد.

كما أشار أينشتاين أيضًا إلى أن طاقة الفوتون يجب أن يكون لها قيمة حرجة محددة لتتسبب في إطلاق الإلكترون الضوئي من سطح الفلز. ومن ثم، فإنه حتى الأعداد الصغيرة من الفوتونات التي تحمل طاقة أكثر من القيمة الحرجة ستتسبب في تأثير كهروضوئي. وقد فاز أينشتاين بجائزة نوبل في الفيزياء عام 1921 عن هذا العمل.

مثال 2

مثال

احسب طاقة الفوتون يحصل كل جسم على لونه بانعكاس جزء معين من الضوء المتوهج يتحدد اللون بحسب طول موجة الفوتونات المنعكسة، وبالتالي بحسب طاقتها. ما هي طاقة فوتون ما ناتج عن الجزء البنفسجي من ضوء الشمس إذا كان تردده $7.230 \times 10^{14}\ s^{-1}$؟

1 تحليل المسألة

معطيات	مجهول
$\nu = 7.230 \times 10^{14}\ s^{-1}$	$E_{photon} =$ ؟ جول
$h = 6.626 \times 10^{-34}\ J{\cdot}s$	

2 أوجد القيمة المجهولة

$E_{photon} = h\nu$

اكتب المعادلة الخاصة بطاقة الفوتون.

$E_{photon} = (7.230 \times 10^{14}\ s^{-1})\ (6.626 \times 10^{-34}\ J{\cdot}s)$

بالتعويض $h = 6.626 \times 10^{-34}\ J.s$, $\nu = 7.230 \times 10^{14}\ s^{-1}$.

$E_{photon} = 4.791 \times 10^{-19}\ J$

اضرب الأعداد والوحدات واقسمها.

3 تقييم الإجابة

كما كان متوقعاً، فإن طاقة فوتون واحد من الضوء تكون صغيرة للغاية. الوحدة هي الجول، وحدة الطاقة، وهناك أربعة أرقام معنوية.

تطبيق

تطبيق

5. احسب الطاقة التي يحملها فوتون واحد من كل نوع من أنواع الإشعاع الكهرومغناطيسي التالية:
   a. $6.32 \times 10^{20}\ s^{-1}$ b. 9.50×10^{13} Hz c. $1.05 \times 10^{16}\ s^{-1}$
6. ينشأ اللون الأزرق في بعض الألعاب النارية حين يتم تسخين كلوريد النحاس إلى درجة حرارة 1500K فينبعث ضوء أزرق طوله الموجي 4.5×10^{2} nm. ما مقدار الطاقة التي يحملها فوتون واحد من هذا الضوء؟
7. **تحدي** الطول الموجي لجهاز ميكروويف يستخدم لتسخين الطعام هو 0.125 m. ما طاقة فوتون واحد من إشعاع الميكروويف؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

مثال داخل الصف

سؤال ثمّة مستحضر حماية من الشمس جديد معروف بقدرته على الحماية من الموجات فوق البنفسجية UV-A التي قد تتسبب بسرطان الجلد. كم مقدار الطاقة التي يحويها فوتون واحد من الأشعة الكهرومغناطيسية بتردد $9.231 \times 10^{14}\ s^{-1}$؟

الإجابة 6.116×10^{-19} J

$E_{photon} = (6.626 \times 10^{-34}\ J{\cdot}s)\ (9.231 \times 10^{14}\ s^{-1})$
$= 6\,116 \times 10^{-19}\ J$

مسائل للتدريب

5. a. 4.19×10^{-13} J
   b. 6.29×10^{-20} J
   c. 6.96×10^{-18} J
6. 4.42×10^{-19} J
7. 1.59×10^{-24} J

التدريس المتمايز

الطلاب المتقدمون اطلب إلى الطلاب اجراء بحث وربما شرح طريقة علماء الفيزياء الفلكية في تحديد العناصر المكونة لشمس الأرض والنجوم الأخرى، لزملائهم في الصف. عمومًا، لأن النجوم تتكون من غازات حارة متوهجة، يمكن جمع الضوء المنبعث منها وتحليله بواسطة تيلسكوب. يمكن تحديد العناصر المكونة للنجم من خلال طيف الانبعاث والامتصاص الذرّي للضوء. ق م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 333 1/30/2017 2:02:59 PM

التأكد من فهم النص في حالة الاستثارة، ترجع الذرات إلى الحالة الأرضية من خلال إشعاع الضوء، والذي يتوافق مع انتقال معين للإلكترُونات بين المستويات. ترمز الخطوط في طيف انبعاث عنصر ما إلى الانتقالات.

المختبر المصغّر

الهدف: سوف يقوم الطلاب بملاحظة ألوان الضوء المنبعث عند احتراق بعض المركبات في اللهب.

المهارات العملية التصنيف، المقارنة والتمييز والملاحظة والاستدلال

احتياطات السلامة ناقش احتياطات السلامة لهذه التجربة قبل بداية العمل. ذكّر الطلاب بتوخّي الحذر من اللهب. مراجعة صحيفة بيانات سلامة المادة (MSDS) لكل المواد الكيميائية المستعملة في المختبر.

التخلص من النفايات يجب مراجعة القوانين المحلية لمعرفة ما إذا كانت تسمح بإلقاء المواد الكيميائية المستعملة في المختبر في قمامة المدرسة. في حال كان ذلك ممنوعا، يجب إرسال النفايات إلى موقع دفن النفايات المخصص للمواد الكيميائية والخطرة.

استراتيجيات تدريسية

- ذكّر الطلاب بأن يتجنبوا لمس موقد بنزن بالسلك (لتفادي التلوث المحتمل).

النتائج المتوقعة

انظر جدول البيانات أدناه:

المركّب	لون اللهب
كلوريد الليثيوم	أحمر
كلوريد الصوديوم	أصفر
كلوريد البوتاسيوم	بنفسجي
كلوريد الكالسيوم	أحمر–برتقالي
كلوريد السترونشيوم	أحمر فاتح
مجهول	يعتمد على المركّب

تجربة مصغرة

تعرف على المُركّبات

كيف تختلف ألوان اللهب باختلاف العناصر؟

الإجراء

1. اقرأ تعليمات السلامة المتعلقة بهذه التجربة قبل بدء العمل
2. اغمس أحد **أسلاك البلاتين (أو أي بديل مناسب)** في محلول **كلوريد الليثيوم**. ضع السلك في لهب بنزن. لاحظ لون اللهب ودوّنه في جدول البيانات الخاص بك.
3. كرر الخطوة 2 لكل محلول من محاليل كلوريدات الفلزات **(كلوريد الصوديوم، وكلوريد البوتاسيوم، وكلوريد الكالسيوم وكلوريد السترونشيوم)**. دوّن لون كل لهب في جدول البيانات الخاص بك.
4. قارن نتائجك باختبارات اللهب الموضحة في كتيب العناصر.
5. كرر الخطوة 2 باستخدام عينة من محلول **مجهول** تحصل عليه من معلمك. دوّن لون اللهب الناتج.
6. تخلص من المواد والمحاليل وفقًا لتوجيهات معلمك.

التحليل

1. **اقترح** سببًا للحصول على لون مختلف للهب لكل مركب برغم احتوائهم جميعًا على الكلور.
2. **اشرح** كيف يمكن لاختبار اللهب لعنصر ما أن يكون متعلقًا بطيف انبعاثه الذري.
3. **استدل** على هوية المادة غير المعروفة. اشرح استنتاجك.

طيف الانبعاث الذري

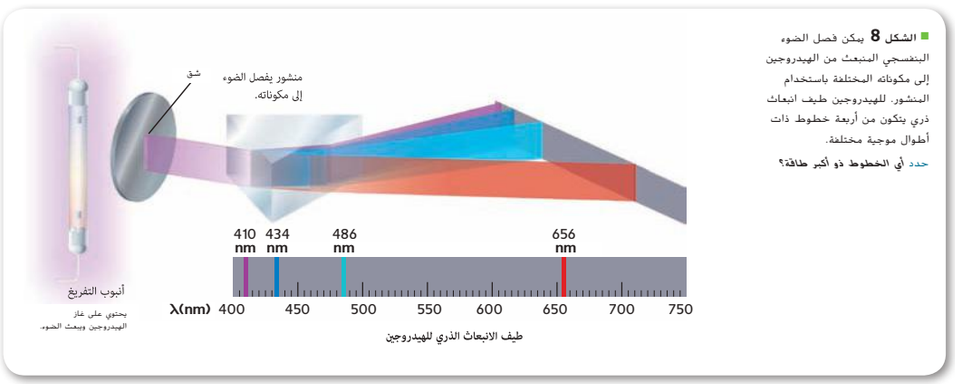
هل تساءلت يومًا عن الطريقة التي ينتج بها الضوء في تلك الأنابيب المتوهجة للوحات النيون الإعلانية؟ هذه العملية هي ظاهرة أخرى لا يمكن تفسيرها عن طريق النموذج الموجي للضوء. ينتج ضوء لوحات النيون عن طريق تمرير الكهرباء عبر أنبوب مليء بغاز النيون. تمتص ذرات النيون بداخل الأنبوب الطاقة وتصبح مستثارة. تعود هذه الذرات المستثارة لحالتها المستقرة عن طريق انبعاث ضوء لتحرير هذه الطاقة. إذا مر الضوء المنبعث من غاز النيون عبر منشور زجاجي، ينتج طيف الانبعاث الذري للنيون.

طيف الانبعاث الذري لعنصر ما هو مجموعة الترددات للموجات الكهرومغناطيسية المنبعثة من ذرات هذا العنصر. يتكون طيف الانبعاث الذري من عدة خطوط منفصلة من الألوان تتطابق مع ترددات الإشعاع المنبعث من ذرات النيون. إنه ليس نطاقاً مستمراً من الألوان كما هو الحال في الطيف المرئي للضوء الأبيض.

التأكد من فهم النص فسّر كيف ينتج طيف الانبعاث.

يتميز كل عنصر بطيف انبعاث ذري خاص به، ويمكن استخدامه للتعرف على العنصر أو تحديد ما إذا كان هذا العنصر هو جزء من مركب غير معروف. على سبيل المثال، حين يُغمس سلك بلاتيني في محلول نيترات السترونشيوم ثم يتم إدخاله في لهب بنزن، ينبعث من ذرات السترونشيوم لون أحمر مميز. يمكنك أن تقوم أيضًا بمجموعة من اختبارات اللهب عن طريق إجراء تجربة مصغرة.

يوضح **الشكل 8** رسمًا توضيحيًا للتوهج البنفسجي–الوردي المميز الناتج عن ذرات الهيدروجين المستثارة والجزء المرئي من طيف انبعاث الهيدروجين المسؤول عن إنتاج هذ التوهج. لاحظ كيف تختلف الطبيعة الخطية لطيف الانبعاث الذري للهيدروجين عن تلك الخاصة بالطيف المستمر.



الشكل 8 يمكن فصل الضوء البنفسجي المنبعث من الهيدروجين إلى مكوناته المختلفة باستخدام المنشور. للهيدروجين طيف انبعاث ذري يتكون من أربعة خطوط ذات أطوال موجية مختلفة.

حدد **أي الخطوط ذو أكبر طاقة؟**

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التحليل

1. تنتج الألوان في الأساس من انتقال ألكترونات الذرات الفلزية. الألوان هي من خصائص الليثيوم والصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والسترونشيوم.
2. الألوان هي عبارة عن مزيج من ألوان الطيف المرئي لكل عنصر.
3. ستتنوّع الاجابات وفقًا لنوع العينة المجهولة.

سؤال الشكل 8 الخط الموافق للطول الموجي 410 nm له المقدار الأكبر من الطاقة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 334 1/30/2017 2:03:00 PM

الشكل 9 الطيف السفلي هو طيف امتصاص. وهو يتكون من خطوط سوداء على طيف مستمر. تتطابق الخطوط السوداء مع ترددات معينة يمتصها عنصر محدد، وهو الصوديوم في هذه الحالة. ويمكن مطابقتها مع الخطوط الملونة الموجودة في طيف انبعاث الصوديوم الموضحة أعلى طيف الامتصاص.

الربط بعلم الفلك طيف الانبعاث الذري هو أحد المواصفات المميزة للعنصر الذي يتم فحصه، ويمكن استخدامه في التعرف على العنصر. إن حقيقة أن ألواناً معينة فقط تظهر في طيف الانبعاث الذري تعني أن ترددات محددة فقط للضوء هي التي تنبعث. ونظرًا لأن هذه الترددات المنبعثة تتعلق بالطاقة وفقًا للمعادلة $E_{photon} = h\nu$، فإن الفوتونات ذات الطاقات المحددة فقط هي التي تنبعث. لم تتنبأ قوانين الفيزياء الكلاسيكية بذلك وقد توقع العلماء أن يلاحظوا انبعاث سلسلة من الألوان بينما تفقد الإلكترونات المستثارة الطاقة. تمتص العناصر نفس ترددات الضوء المحددة بقدر الترددات التي تنبعث منها ومن ثم ينتج عنها طيف امتصاص. في طيف امتصاص ما، تظهر الترددات الممتصة على شكل خطوط سوداء كما يتضح في **الشكل 9**. بمقارنة الخطوط السوداء مع طيف الانبعاث الخاص بالعناصر، يستطيع العلماء تحديد تركيب الطبقات الخارجية للنجوم.

القسم 1 مراجعة

ملخص القسم

- تُعرف كافة الموجات بأطوالها الموجية وتردداتها وسعتها وسرعاتها.
- تنتقل كافة الموجات الكهرومغناطيسية بسرعة الضوء في الفراغ.
- كافة الموجات الكهرومغناطيسية لديها خصائص موجية وخصائص مادية.
- تنبعث من المادة طاقة كما تمتص طاقة بكميات محددة.
- ينتج عن الضوء الأبيض طيف مستمر. يتكون طيف الانبعاث لعنصر ما من سلسلة من الخطوط المنفصلة والملونة.

8. **الفكرة الرئيسة** قارن بين الطبيعة المزدوجة للضوء.
9. **صِف** الظاهرة التي يمكن تفسيرها فقط عن طريق النموذج المادي للضوء.
10. **قارن** بين الطيف المستمر وطيف الانبعاث.
11. **قيّم** وظف نظرية الكم لتقييم مقدار الطاقة التي تكتسبها مادة ما أو تفقدها..
12. **ناقش** الطريقة التي استخدم بها أينشتاين مفهوم الكم لدى بلانك ليشرح التأثير الكهروضوئي.
13. **احسب** لتسخين 235 g من الماء من درجة حرارة 22.6 °c إلى درجة 94.4 °c في فرن ميكروويف تحتاج إلى 7.06×10^4 J من الطاقة. إذا كان تردد الميكروويف هو $2.88 \times 10^{10}\ s^{-1}$. كم عدد الكمات المطلوبة لتوفير 7.06×10^4 J؟
14. **تفسير المخططات العلمية** استخدم **الشكل 5** ومعرفتك بالإشعاع الكهرومغناطيسي لمطابقة العناصر ذات الترقيم مع العناصر ذات الأحرف. يمكن استخدام العناصر ذات الترقيم أكثر من مرة أو يمكن عدم استخدامها على الإطلاق.

a. أطول طول موجي	1. أشعة جاما.
b. أعلى تردد	2. موجة الأشعة تحت الحمراء
c. أكبر طاقة	3. موجات الراديو

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

3 التقويم

التأكد من الفهم

اطلب إلى الطلاب أن يشرحوا سبب اعتقاد علماء الكيمياء بأن نموذج روذرفورد النووي للذرة غير متكامل. لم يشرح هذا النموذج الاختلافات في السلوك الكيميائي للعناصر ولم يأخذها بعين الاعتبار. ض م

اعادة التدريس

عزّز المفهوم القائل بأنّ الضوء الأحمر له أقل طاقة من الضوء الأزرق. قم بتجهيز محلول مكوَّن من 10 g فلوريسين في 100 mL من الماء في اناء سعته 150 mL واشرح للطلاب أثناء ذلك أنك تعد محلول مادة فلورية. قم بتعتيم القاعة وتسليط شعاع مصباح يدوي عبر ورقة سيلوفان حمراء شفافة نحو محلول الفلوريسين. عندما ينطفئ المصباح اليدوي فإن المحلول لن يشعّ. ثم قم بإعادة العملية، ولكن باستعمال ورقة سيلوفان زرقاء بدلاً من الحمراء هذه المرة. سيشعّ المحلول عند اطفاء الضوء. اطلُب إلى الطُّلّاب تفسير النتائج. موجات الضوء الأزرق لها ترددات أعلى، وطول موجي أقصر وطاقة أكبر مقارنة بموجات الضوء الأحمر. يمكن تصريف هذا المحلول مع مياه الصرف الصحي. ض م

مختبر الكيمياء

في هذه المرحلة من الدرس، يمكن استخدام مختبر الكيمياء الواقع في نهاية القسم.

التقويم

المعارف: اطلب إلى الطلاب مقارنة الأطوال الموجية، وترددات وطاقات كل موجات الميكروويف والأشعة السينية X. موجات الميكروويف لها أطوال موجية أكثر طولاً، وترددات ومقادير أقل من الطاقة مقارنة بالأشعة السينية. ض م

مراجعة القسم 1

8. يبدي الضوء سلوكًا موجيًا عند انتقاله عبر الفضاء. يبدي الضوء سلوكًا يشبه سلوك الجسيمات عند تفاعله مع المادة.
9. يجب استخدام النموذج الجسيمي لتفسير التأثير الكهروضوئي، ولون الأجسام الساخنة وأطياف الانبعاث الذري.
10. يبيّن الطيف المستمر ألوان كل الأطوال الموجية. طيف الانبعاث يبيّن فقط الأطوال الموجية المقابلة لعنصر معيّن.
11. الكم الواحد هو المقدار الأدنى من الطاقة الذي يمكن للذرة اكتسابه أو فقدانه. بالتالي، تفقد المادة الطاقة أو تكسبها فقط بمضاعفات كم واحد.
12. إقترح أينشتاين أن للإشعاع الكهرومغناطيسي طبيعة موجية جسيمية، وأنّ طاقة الكمّ، أو الفوتون تعتمد على تردد الاشعاع، وأنّ طاقة الفوتون يتمّ حسابها بالمعادلة $E_{photon} = h\nu$؛ وأن الفوتونات التي تتجاوز قيمة طاقتها القيمة الحرجة فقط ستسبب إصدار الإلكترونات الضوئية.
13. 3.70×10^{27}
14. a: 3, b: 1, c: 1

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 335 1/30/2017 2:03:00 PM

القسم 2

1 التَّركيز

الـفـكـرة الرئيسة

المَوجات والطَّاقات الكمِّيّة
أُرسُم دائِرةً تَتوَسَّطُها نُقطَة على السبورة واشرح للطلاب أنَّها إحدى طُرُقِ تمثيل المستوى الدَّائِرِيّ للإلِكترُون حَولَ نَواةِ الذَّرّة. ثُمّ، إشرَح لهم أنَّ الجُسَيمات التي تَتَحرَّكُ، مِثل الإلِكترُونات، لها خَصائِصُ شَبيهَةٌ بالمَوجَةِ. اطلب من ثَلاثةِ طُلّابٍ التوجّه إلى السبورةِ، لِتقسِيمِ الدائرة إلى ثَلاثَةِ ثُمّ أربعَة، ثُمّ خَمسَةِ أجزَاءَ مُتساوِيَة، بالتَّتالي، ولرسم العَدَدِ نفسه مِن الموجات المُستَقِرَّة على الدائرة. يَجِبُ أن تكون الموجات المُستَقِرَّة شَبيهةً بتلك الظاهرة في الشَّكل 13c. إسألهُم أن يحددوا نمط المَوجَةِ الذي يُمَثِّلُ أقصَرَ طُولٍ للمَوجَةِ وأعلى تَردُّدٍ والذي له أكبَرَ مقدار مِنَ الطَّاقَةِ. النَّمَطَ الذي يَحتَوي على خَمسَة أطوال مَوجِيَّةٍ كَامِلَة. أشِر الى أنّهُ عندما يَقتَصِرُ الإلِكترُون الشَّبيه بِحَرَكةِ المَوجَةِ عَلى مستوى دَائِرِيٍّ لهُ نصف قُطرٍ ثَابِتٍ، فإن أطوالًا موجية وترددات ومقادير من الطاقة معيّنة تكون الأكثر ترجيحًا. ض م ق م

2 التّدريس

تعلّم بصري

الجَدوَل 1 أُطلُب إلى الطُّلّابِ

تفحّص عمود الطَّاقَةِ النِّسبِيَّةِ في الجدول وتَحدِيدِ قَاعِدَةِ بُورْ مَعَ رَبطِ الطَّاقَةِ النِّسبِيَّةِ لِذَرَّةِ الهيدرُوجين مع مستوى بُورْ الذَّرِّي للإلكترُون (n). $E_n = n^2E_1$ ض م

القسم 2

الأسئلة الرئيسة

- كيف يمكن المقارنة بين نموذج بور ونموذج ميكانيكا الكم للذرَّة؟
- ما تأثير الطبيعة المزدوجة (موجة – جسيم) لدي دي بروغلي ومبدأ الشك لهايزنبرج على النظرة الحالية الخاصة بالإلكترونات في الذرَّة؟
- ما العلاقة بين مستويات الطاقة لذرَّة الهيدروجين ومستوياتها الفرعية والأفلاك الذرية؟

مفردات للمراجعة

الذرَّة (atom): أصغر جزء في العنصر يحتفظ بجميع خصائص العنصر ويتكون من إلكترونات وبروتونات ونيوترونات.

مفردات جديدة

الحالة الأرضية (ground state)
رقم الكم (Quantum number)
معادلة دي بروغلي (De Broglie equation)
مبدأ الشك لهايزنبرج (Heisenberg uncertainty principle)
النموذج الميكانيكي الكمي للذرة (Quantum mechanical model of the atom)
الفلك الذري (atomic orbital)
رقم الكم الرئيس (Principle quantum number)
مستوى الطاقة الرئيس (Principe Energy level)
مستوى الطاقة الفرعي (Energy of the sublevel)

نظرية الكم والذرَّة

الفكرة الرئيسة تساعد الخصائص الموجية للإلكترونات على الربط بين طيف الانبعاث الذري وطاقة الذرة ومستويات الطاقة.

الكيمياء في حياتك

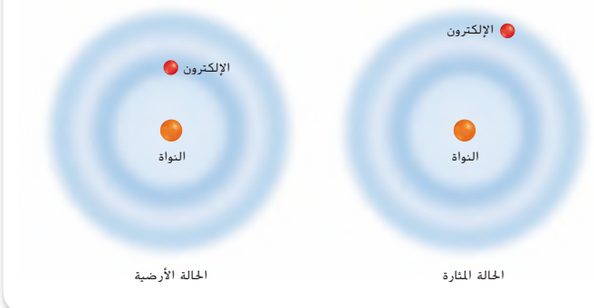
تخيل أنك تتسلق سلمًا وتحاول الوقوف بين الدرجات. لن تنجح بالطبع إلا إذا كان بمقدروك الوقوف على الهواء. حين تكون الذرات في حالات طاقة مختلفة، تتصرف الإلكترونات بنفس الطريقة التي يتصرف بها الشخص الذي يصعد درجات السلم الخشبي.

نموذج بور للذرة

فسر النموذج المزدوج موجة – جسيم الخاص بالضوء عدة ظواهر لم يكن من الممكن تفسيرها من قبل، ولكن لا يزال العلماء لا يفهمون العلاقات بين البنية الذرية والإلكترونات وطيف الانبعاث الذري. تذكر أن طيف انبعاث الهيدروجين منفصل، أي أنه يتكون فقط من ترددات ضوئية محددة. ما السبب الذي يجعل طيف الانبعاث الذري للعناصر منفصلًا بدلًا من أن يكون متصلًا؟ اقترح عالم الفيزياء الدنماركي نيلز بور، الذي كان يعمل في مختبر رذرفورد عام 1913، نموذجًا كميًا لذرة الهيدروجين يبدو أنه يجيب على هذا السؤال. كما تنبأ نموذج بور أيضًا بشكل صحيح بترددات الخطوط الموجودة في طيف الانبعاث الذري للهيدروجين.

حالات الطاقة لذرة الهيدروجين: بناء على تصورات بلانك وأينشتاين للطاقة الكميّة، اقترح بور أن ذرة الهيدروجين لها حالات طاقة محددة مسموح بها. أقل حالة طاقة مسموح بها للذرة تسمى **الحالة الأرضية**. حين تكتسب الذرَّة الطاقة، يقال أنها في حالة مستثارة.

ربط بور أيضًا حالات الطاقة لذرة الهيدروجين بالإلكترون داخل الذرَّة. وقد اقترح أن الإلكترون في ذرَّة الهيدروجين يتحرك حول النواة في مدارات دائرية محددة مسموح بها فقط. كلما صغر مدار الإلكترون، كلما كانت حالة الطاقة للذرَّة أو مستوى الطاقة أقل. وعلى العكس، كلما ازداد حجم مدار الإلكترون، كلما كانت حالة الطاقة للذرَّة أو مستوى الطاقة أعلى. ومن ثم، يمكن أن يكون لذرَّة الهيدروجين عدة حالات مستثارة على الرغم من أنها تحتوي على إلكترون واحد فقط. تتضح فكرة بور في الشكل 10.



الشكل 10 يوضح الشكل ذرّة لها إلكترون واحد لاحظ أن الرسم التوضيحي ليس مطابقًا لمقياس رسم. في حالته الأرضية(المستقرة). يوجد الإلكترون بأقل مستوى للطاقة. حين تكون الذرَّة في حالة مستثارة، يوجد الإلكترون بمستوى طاقة أعلى.

التدريس المتمايز

الطلاب ذوو الصعوبات اعرض اِنتِقالَات الإلِكترُون المُرتَبِطَة بتغيّرات مُستَوى الطَّاقَة. أخبِر الطُّلّابَ أنَّ كِتَابًا عَلى الأرض يُمَثِّلُ الإلكترُونَ في مستويات الذَّرَّةِ الأقَلَّ طَاقَةٍ. اِرفَع الكِتابَ إلى مُستَوى أعلى مِنَ الطَّاقَةِ (الكرسي). إسألهُم ما إذَا كانَت الطَّاقةُ لازِمَة. نَعَم إسأل عَمَّا يَحدُثُ عِندَما يَعُودُ الكِتابُ إلى الأرضِ. تنطلق الطّاقةُ. اِشرَح التَّشبِيه بَينَ مُستَوَيات الطَّاقَةِ للكِتابِ وانتِقَالاتِ الإلِكترُونِ بَينَ مستويات الذرة. أشِر إلى أنَّ الطَّاقَةَ اللاَّزِمَةَ لِرفعِ إلِكترُونٍ إلى مستوى طاقة أعلَى هي تَمامًا كالطَّاقَة التي تنطلق عند عودة الإلِكترُون إلى مداره الأصلي. أ م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة © حقوق الطبع والتأليف

التقويم

التَّطبيق أُطلُب إلى الطُّلاَّبِ إعدادَ نُسخة مُكبَّرة من مستويات بُور لذرَّة الهيدروجين (كما هو مبيّن في الشّكل 11) على ورق مقوّى. أُطلُب إليهم وَضعَ عُملةٍ مَعدِنيَّةٍ في أصغَرِ مَدارٍ لتمثيل مدى الإشغال المُتَعلِّق بأدنى حالَةٍ لِطاقَةِ الهيدروجين. ثُمَّ، أُطلُب إليهم نَقلَ العُملَةِ بينَ المستويات المُناسِبَةِ لِمُحاكاةِ التنقل بين المستويات والخطوط الطَّيفيَّةِ اللاحقة في طيْف الانبعاث الذَّرّي للهيدروجين: بنَفسجي (2→6)، وأزرق بنفسجي (2→5)، وأزرق مائل إلى الخضرة (2→4)، وأحمَر (2→3). ض م

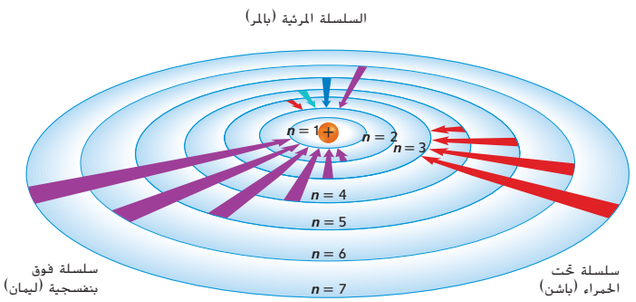
الجدول 1 وصف بور لذرَّة الهيدروجين

المدار الذرّي لبور	رقم الكم	نصف قطر المدار (nm)	مستوى الطاقة الذري المتوافق	الطاقة النسبية
الأول	$n = 1$	0.0529	1	E_1
الثاني	$n = 2$	0.212	2	$E_2 = 4E_1$
الثالث	$n = 3$	0.476	3	$E_3 = 9E_1$
الرابع	$n = 4$	0.846	4	$E_4 = 16E_1$
الخامس	$n = 5$	1.32	5	$E_5 = 25E_1$
السادس	$n = 6$	1.90	6	$E_6 = 36E_1$
السابع	$n = 7$	2.59	7	$E_7 = 49E_1$

وحتى يكمل حساباته،حدد بور عددًا، n، يسمى **رقم الكم** لكل مدار. كما قام أيضًا بحساب نصف قطر كل مدار. بالنسبة للمدار الأول، أقرب المدارات للنواة، $n = 1$ وقطر المدار 0.0529 nm، بالنسبة للمدار الثاني، $n = 2$ ونصف قطر المدار هو 0.212 nm، وما إلى ذلك. يوضح الجدول 1.مزيداً من المعلومات حول وصف بور لمدارات ذرة الهيدروجين المسموح بها ومستويات الطاقة.

طيف الانبعاث الخطي لذرة الهيدروجين: اقترح بور أن ذرَّة الهيدروجين توجد في الحالة الأرضية، وتسمى أيضًا مستوى الطاقة الأول، حين يكون الإلكترون الوحيد لها في مستوى الطاقة $n = 1$ في الحالة الدنيا لا تنبعث أي طاقة من الذرَّة. حين تضاف الطاقة من مصدر خارجي، ينتقل الإلكترون لمستوى طاقة أعلى، مثل مستوى الطاقة $n = 2$ الموضح في الشكل 11. انتقال الإلكترونات هذا يجعل الذرَّة في حالة مستثارة. حين تكون الذرة في حالة مستثارة، يمكن أن يسقط الإلكترون من المستوى ذو الطاقة الأعلى إلى مستوى طاقة أقل. نتيجة لهذا الانتقال، ينبعث من الذرة فوتون يتطابق مع الفرق في الطاقة بين المستويين.

$$\Delta E = E_{\text{مستوى الطاقة الأعلى}} - E_{\text{مستوى الطاقة الأدنى}} = E_{\text{فوتون}} = h\nu$$



الشكل 11 حين يسقط إلكترون من مستوى ذو طاقة أعلى إلى مستوى ذو طاقة أقل، ينبعث فوتون. تتوافق سلاسل الأشعة فوق البنفسجية (ليمان)، والمرئية (بالمر) وتحت الحمراء (باشن) مع سقوط الإلكترونات إلى $n = 1$، $n = 2$، و $n = 3$، على التوالي.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التعليم المتمايز

الطلاب المتقدمون اطلب إلى الطلاب المُتَقدِّمين فهمَ استِخدَام بُور لِقانُونِ نيُوتِنْ الثَّاني ($F = ma$)، وثابِتْ كُولوُمْ (K)، ونموذج بُورْ نَفسِهِ للزَّخم الزَّاوي الكمِّي لاستِخلاَصِ العَلاقَةِ $r_n = (h^2n^2)/(4\pi^2Kmq^2)$. ثُمَّ، أُطلُب إليهم استِخدامَ المُعادَلة لِحسابِ نِصفِ قُطرِ مستويات بُورْ الأَربَعَة الأولى لِذَرَّة الهيدرُوجين. أ م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 337 1/30/2017 2:03:00 PM

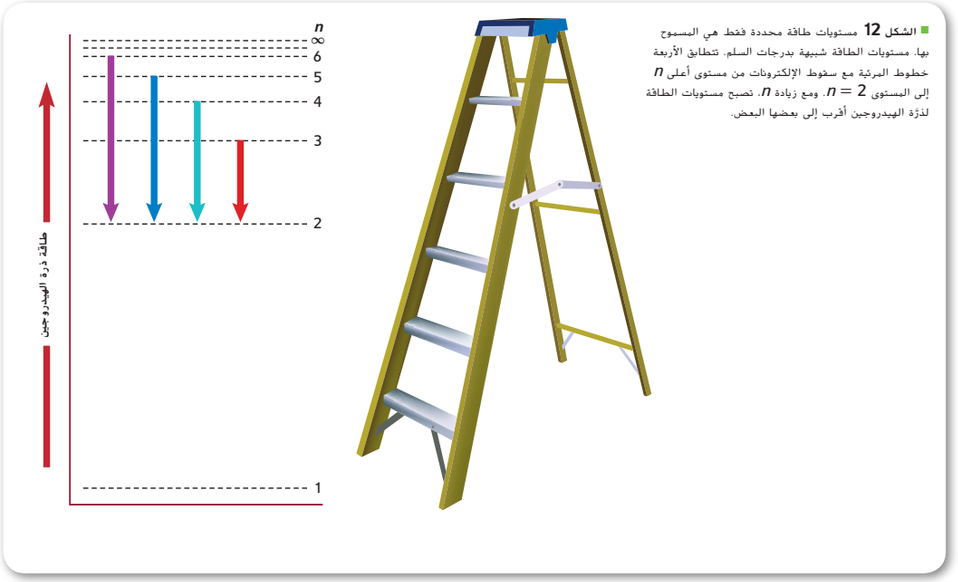
☑ **التّأكُّد مِن فَهمِ النَّصّ** عندمَا يَعودُ الإلِكترُون إلَى حَالةِ الإستِقرَارِ بَعدَ حالة الاستثارة، ينطلق مِنَ الذَّرَّةِ فُوتُون يَتَطابَقُ تَرَدُّدَه مَع فَرقِ الطَّاقَةِ بَينَ مُستويَاتِ الطَّاقةِ الإثنَين. يرتبط كُلّ تَردُّدٍ بلون مُعَيَّنٍ.

تَطوير المَفاهِيم

يُساعِدُ التَّشبيه المذكور في رابط القراءة المُحاكي للواقع بين حالات طَاقَةِ الإلكترُون ودَرجاتِ السُّلَّمِ الطُّلَّابَ على فهمِ نَموذَج بُورْ ونَموذَج ميكَانيك الكَمّ للذَّرّة. ذَكِّر الطُّلَّاب، مَع ذَلِكَ، بِأنّ هَذا التَّشبيهَ له حدوده. اِسأل الطُّلَّابَ عمَّا هُو صَحيح وما هو غير صَحِيح في ما يتعلق بالتشبيه القَائِمِ عَلى السُّلَّمِ. صحيح: لا تَحتَوي الذَّرَّةُ سِوَى عَلى بَعضِ حالاتِ أومُستَوَياتِ طَاقَةٍ مُعيَّنة مسمُوح بِها. غيرَ صَحيح: إنَّ مستويات الطَّاقَةِ في الذرة ليست مُتباعِدَةٍ بِالتَّساوي كمَا هِي حَالُ الدَّرجَاتِ عَلى السُّلَّمِ. ض م أ م

عَرض تَوضيحي سَريع

تَنبيه: إرتدِ نظارة واقية وأجرِ هذا العَرضَ التَّوضِيحِي مُحتَمِيًا بِدرعٍ ضِدَّ الانفِجَار. لا تَسمَح للشَّوكاتً بالتَّمَاس. لا تَسمَح لِأحَد بِأن يَقتَرِب مِنَ العَرضِ التَّوضِيحي أو بلمس أي جُزءٍ مِنَ الإعدَاد. ثَبِّت شوكتين في طَرفَيْ مُخَلِّل الشبت أو الخيار. تأكّد مِن أنَّ الرَّابِطَ غَير مَوصُولٍ بِالقَابِسِ الكَهرَبائِي ثُمّ صِلْ أسلاكًا مُوصِلَة بِبَيَّار 110V بِالشَّوكَتان. صِل الرَّابِطَ بِالقَابِسِ الكَهرَبائِي. سَيُنتِجُ التيّار الكَهرَبائيّ تَوهُّجًا أصفَر في المُخَلِّل. إسأل الطُّلَّابَ ما قَد يُفَسِّرُ التَّوَهُّجَ الأصفَر. لقَد تَمَّ نقع المُخَلِّل في الماء المالح والتَّيَّارُ الكَهربَائِي يَستَثيرُ أيُونَاتِ الصُّوديُوم المَوجُودَةِ في المُخَلِّل. تُنتِجُ أيُونَات الصُّوديُوم المُستَثارَة طَيفَ الانبعاث الأصفَرِ للصُّوديُوم عندما تنخفض إلى مستويات طَاقَةٍ أقَلّ. إسمَح للطُّلَّاب باستِخدَامِ شَبكَاتِ الحُيودِ المَحمُولَةِ لِتَفَحُّصِ طَيفِ الانبعاث.



■ **الشكل 12** مستويات طاقة محددة فقط هي المسموح بها. مستويات الطاقة شبيهة بدرجات السلم. تتطابق الأربعة خطوط المرئية مع سقوط الإلكترونات من مستوى أعلى n إلى المستوى $n = 2$. ومع زيادة n، تصبح مستويات الطاقة لذرّة الهيدروجين أقرب إلى بعضها البعض.

ونظرًا لأن حالات طاقة ذرية محددة فقط هي المحتملة، يمكن أن تنبعث ترددات بعينها للإشعاع الكهرومغناطيسي. يمكنك مقارنة حالات الطاقة الذرية للهيدروجين بدرجات السلم. يمكن للشخص تسلق السلم لأعلى أو لأسفل من درجة إلى درجة فقط. وبالمثل، يمكن لإلكترون ذرة الهيدروجين أن ينتقل فقط من مستوى واحد مسموح به لمستوى آخر. لذلك يمكن أن ينبعث منه كميات محددة من الطاقة تتطابق مع الفرق في الطاقة بين المستويين.

الشكل 12 يوضح أنه على عكس درجات السلم، فالمسافات بين مستويات الطاقة الذرية للهيدروجين غير متساوية. كما يوضح الشكل **12** أيضًا انتقال أربعة إلكترونات وهو ما يفسر الخطوط المرئية التي تظهر في طيف الانبعاث الذري للهيدروجين والموضحة في الشكل **8**. انتقال الإلكترون من مستوى ذو مستوى طاقة أعلى إلى المستوى الثاني يفسر وجود كل الخطوط المرئية للهيدروجين والتي تتكون منها سلسلة بالمر. تم قياس انتقالات الإلكترون الأخرى والتي لم تكن مرئية، مثل سلسلة ليمان (فوق البنفسجية) حيث يسقط الإلكترون إلى المستوى $n = 1$. وسلسلة باشان (تحت الحمراء) حيث يسقط الإلكترون إلى المستوى $n = 3$.

☑ التأكد من فهم النص **فسر** سبب تكون ألوان ضوئية مختلفة من سلوك الإلكترون في الذرّة.

قصور نموذج بور: شرح نموذج بور الخطوط الطيفية الملحوظة للهيدروجين. ومع ذلك فقد فشل النموذج في شرح طيف أي عنصر آخر. كما أن نموذج بور لم يفسر السلوك الكيميائي للذرات. في الواقع، على الرغم من أن فكرة بور بشأن مستويات الطاقة الكمية قد مهدت طرح فكرة النماذج الذرية فيما بعد، فقد أوضحت التجارب الأخيرة أن نموذج بور لم يكن صحيحًا في الأساس. فحركات الإلكترونات في الذرات غير مفهومة بشكل تام حتى الآن. ومع ذلك يشير الدليل الجوهري إلى أن الإلكترونات لا تتحرك حول النواة في مدارات دائرية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التدريس المتمايز

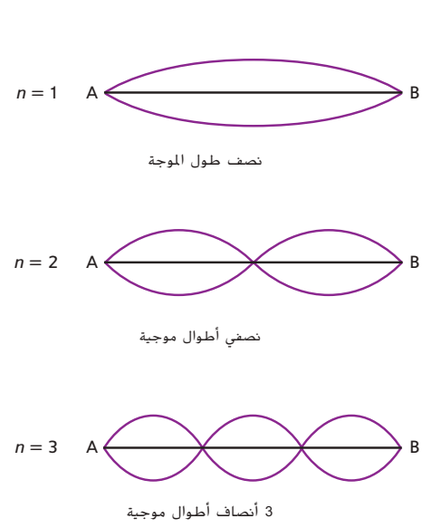
الطلاب ذوو الصعوبات أُطلُب إلى الطلاب ذوي الصعوبات اجراء بحث ثُمَّ شَرحَ مَعاني العَديدِ من المُصطَلَحاتِ الأَساسِيَّةِ لِهذا القِسم: الحَالة(مثل الحالةِ الأرضية)، مبدأ الشك، ورئيس، ومُستَوى. أُطلُب إلى الطُّلَّابِ استِخدامَ كُلّ مُصطَلَحٍ في جُملةٍ أو فَقرَة. أ م

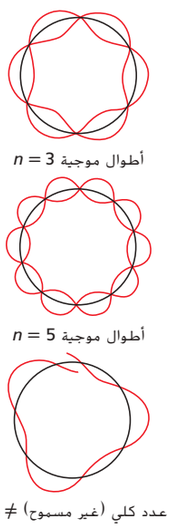
حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

النموذج الميكانيكي الكمي للذرة

صاغ العلماء في منتصف عشرينيات القرن العشرين–الذين كانوا مقتنعين حينها بأن نموذج بور الذري كان خاطئًا–تفسيرات جديدة ومبتكرة حول كيفية ترتيب الإلكترونات في الذرات. عام 1924، اقترح طالب جامعي فرنسي تخرج في الفيزياء يدعى لويس دي بروغلي (1892-1987) فكرة استطاعت فيما بعد أن تفسر مستويات الطاقة الثابتة لنموذج بور.

الإلكترونات كموجات ظل دي بروغلي يفكر في أن مدارات الإلكترون الكمية لبور لها مواصفات شبيهة بمواصفات الموجات. على سبيل المثال، كما يتضح من **الشكلين 13أ و13ب** فإن مضاعفات نصف الأطوال الموجية فقط هي المطلوبة من أجل وتر قيثارة تم اقتلاعه لأن الوتر مثبت من كلا الطرفين. وبالمثل فقد رأى دي بروغلي أن الأعداد الفردية فقط للأطوال الموجية هي المسموح بها في مدار دائري ذو نصف قطر ثابت، كما يتضح من الشكل **13ج**. كما أشار أيضًا إلى حقيقة أن الضوء–الذي كان يُعتقد بكل قوة في فترة ما أنه ظاهرة موجية – يمتلك مواصفات كلًا من الموجة والجسيم. هذه الأفكار قادت دي بروغلي لطرح سؤال جديد. إذا كان يمكن للأمواج أن تسلك سلوك الجسيمات، هل يمكن أن يكون العكس صحيحًا؟ أي، هل يمكن لجسيمات المادة، بما في ذلك الإلكترونات، أن تتصرف كالموجات؟





الشكل 13 أ. يهتز الوتر على القيثارة بين نقطتي نهاية ثابتتين. ب. اهتزازات الوتر بين نقطتي النهاية الثابتتين تم تسميتهما B و A وهي محددة بمضاعفات نصف الأطوال الموجية. ج. يمكن أن تكون الإلكترونات على المدارات الدائرية ذات أعداد فردية فقط للأطوال الموجية.

ب **وتر الجيتار المهتز**
مسموح بأضعاف أنصاف الأطوال الموجية فقط

ج **الإلكترون المداري**
مسموح بأرقام كاملة فقط للأطوال الموجية

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

عَرض تَوضِيحِي سَرِيع

الإلكترُونات اِجعَل المِروَحَة تَدُورُ بِسُرعَةٍ عَالِيَة مع دخول الطُّلاَّب إلى الصف بِحيثُ لن يتسنَّى لهُم رُؤيَةَ شَفرَاتِ المِروَحَةِ في وَضعِ تَوَقُّفٍ. حَالَما تبدَأ الحِصَّة، أَطلُب إليهم وَصفَ شَفَرَاتِ المِروَحَة. سَيَتَمَكَّنونَ مِن وَصفِ الطُّولِ التَّقرِيبي للشَّفرات وأمورًا قليلة أُخرَى. اِشرَح لهم أنَّ العُلمَاءَ واجَهُوا إلى حَدِّ ما الوضع نفسه عند مُحاوَلَةِ وَصفِ الإلِكترُونات في الذَّرَّات. تنتقل الإلكترُونَات حَول النَّوَاة وتَبدُو كأنَّها تَملأُ الحَجمِ بِأَكمَلِهِ، إلاَّ أنَّها تَشغَلُ حَجمًا ضَئِيلاً جدًّا. اِشرَح أنَّهُ نَظَرًا لِحَرَكَةِ الإلِكترونَات وبَعضِ القُصُورِ فِي قُدرَتِنا على رُؤيَتِها (كَمَا هُو مُوضَّحٌ في مَبدَأ الشك لِهايزنبيرغ)، فإنَّنَا غَيرُ قَادِرِينَ على تَحدِيدِ في الوقت نفسِهِ وبِدِقَّةٍ مَكانَ وسرعة الإلِكترُونات.

مَعلومَات عامَّة عن المُحتَوى

نموذَج بُورْ ونَموذَج ميكانيكا الكَمّ

فِي نَمُوذَج بُورْ لِذَرَّةِ الهيدرُوجين، لكلّ مستوى مُحتَمَلٍ للإلِكترُون نِصفَ قُطرٍ مُحَدَّدٍ، كَمَا هُوَ مبيّن فِي الجَدوَلِ 1.

غَيرَ أنَّ نموذَجَ ميكانيكا الكَمّ (QM) يَسمَحُ فَقط بِتَوَقُّعِ احتِمَالِ العُثورِ عَلى الإلِكترُونِ فِي مَوقِعٍ مُعَيَّنٍ من الذَّرَّة. ومن المُثيرِ للإهتِمَامِ، أنّ أكبرَ مَسَافَةٍ مُحتَمَلةٍ بَينَ الإلِكترُونِ والنَّوَاةِ في ذَرَّةِ الهيدرُوجين وفقَ نَمُوذَجِ QM تَتَطَابَقُ مَع نِصفِ مستوى بور.

دفتر الكِيميَاء

غَازات IR و UV أُطلُب من الطُّلاَّبِ اجراء بحث حول أنواعِ الغازاتِ المُستَخدَمَة لإطلاق الإشعَاعَ الكَهرُومِغنَاطِيسِي تَحتَ الأَحمَرِ وفَوقَ البَنَفسَجِي. كلّفهم تَلخيصَ نَتَائِجِ بَحثِهم في الكيمياء الخاصَّةِ بهم. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 339 1/30/2017 2:03:01 PM

تجربة حلّ المسائل

الهدف سَيَتعلَّمُ الطُّلاَّبُ الرَّبطَ بين الأَطوَالِ المَوجِيَّةِ لِطيْفِ الإِبتِعَاثِ وانتِقالات الإِلكترون في المَدَار بحسب نموذج بُوْرْ للذَّرَّة وحساب الأَطوال الموجية عبر استخدام المعادلة

$$\frac{1}{\lambda} = \left(1.09678 \times 10^{7}\ \mathrm{m^{-1}}\right)\left(\frac{1}{n_f^{2}} - \frac{1}{n_i^{2}}\right)$$ ، وحساب

مقدار الطَّاقة لِكُلِّ كَمٍّ لِطُولِ مَوجَةٍ مُعَيَّنَة باستِخدامِ المُعادَلَة

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$.

المهارات العملية

تفسير الرُّسوم التَّوضيحيَّة، استخدام الأرقام والتفكير الناقد.

إستراتيجيَّات التدريس

- اكتشف بِالمِرْ سِلسِلَتَهُ الشَّهيرَةَ للهيدرُوجين في العام 1886. أشِر للطُّلاَّب إلى أنَّ القُيودَ المَفرُوضَةَ عَلى التَّجارِبِ آنذَاكَ قيَّدَت مِن قُدرتِه على تَحديدِ الأطوالِ المَوجِيَّةِ لِتَقتَصِرَ على تِلكَ المَوجُودَةِ في الأَشِعَّةِ فَوقَ البَنَفسَجِيَّةِ المَرئِيَّةِ والقَريبَة، مِن حَوالَيْ 250 nm إلى 700 nm. بالتَّالي، تَكمُنُ جَميعُ خُطوطِ بَالمِر فِي تِلكَ المِنطَقَة.
- قَد تَرغَبُ في مُراجَعَةِ مَجمُوعَةٍ مِن الأَمثِلَةِ للحِساباتِ مَعَ الطُّلاَّبِ للتَّأكُّدِ مِن أنَّهُ بِإمكانِهِم تَأدِيَةَ العَمَلِيَّاتِ الحِسَابِيَّةِ بِشَكلٍ صَحيح.
- أكِّد عَلى الطُّلاَّبِ أنَّ لِأَطيَافَ الإِمتِصَاصِ والانبعاث للهيدروجين أَهَمِيَّةً خَاصَّةً في عِلمِ الفَلَكِ لِأَنَّ مُعظَمَ الكَونِ مُكَوَّنٌ مِنَ الهيدروجين.

التفكير الناقد

1. **a.** $\lambda = 6.56465 \times 10^{-7}\ \mathrm{m}$
   b. $\lambda = 4.86273 \times 10^{-7}\ \mathrm{m}$
   c. $\lambda = 4.34171 \times 10^{-7}\ \mathrm{m}$
   d. $\lambda = 4.10292 \times 10^{-7}\ \mathrm{m}$
2. $n_i = 3$، $n_f = 2$: الطُّول المَوجي المَحسُوب لِـ $6.56465 \times 10^{-7}\ \mathrm{m}$ يَتطَابَقُ بِدِقَّةٍ مَعَ الطُّولِ المَوجِيّ التَّجرِيبيّ لِـ 6562 Å؛ $n_i = 4$، $n_f = 2$: الطُّول المَوجي المَحسُوب لِـ $4.86273 \times 10^{-7}\ \mathrm{m}$ يَتطَابَقُ بِدِقَّةٍ مَعَ الطُّولِ المَوجِيّ التَّجرِيبيّ لِـ 4861 Å؛ $n_i = 5$، $n_f = 2$: الطُّول المَوجي المَحسُوب لِـ $4.34171 \times 10^{-7}\ \mathrm{m}$ يَتطَابَقُ بِدِقَّةٍ مَعَ الطُّولِ المَوجِيّ التَّجرِيبيّ لِـ 4340 Å ؛ $n_i = 6$، $n_f = 2$: الطُّول المَوجي المَحسُوب لِـ $4.10292 \times 10^{-7}\ \mathrm{m}$ يَتطَابَقُ بِدِقَّةٍ مَعَ الطُّولِ المَوجِيّ التَّجرِيبيّ لِـ 4101 Å

تتنبأ **معادلة دي بروغلي** بأن جميع الجسيمات المتحركة تتمتع بمواصفات موجية. كما أنها تشرح أيضًا سبب استحالة ملاحظة الطول الموجي لسيارة تتحرك بسرعة. فالسيارة التي تتحرك بسرعة 25 m/s وتبلغ كتلتها 910 kg، يكون طولها الموجي $2.9 \times 10^{-38}\ \mathrm{m}$، وهو طول موجي صغير للغاية بحيث لا يمكن رؤيته أو الكشف عنه. على النقيض، فإن الإلكترون الذي يتحرك بنفس السرعة يكون له طول موجي يسهُل حسابه ويساوي $2.9 \times 10^{-5}\ \mathrm{m}$. وقد أوضحت التجارب اللاحقة أن الإلكترونات والجسيمات المتحركة الأخرى لها في الواقع مواصفات موجية بالفعل. عرف دي بروغلي أنه إذا كان للإلكترون حركة تشبه الموجة، وأنه ينحصر في مدارات دائرية أو ذات نصف قطر ثابت، فإنه يُحتمل وجود أطوال موجية وترددات وطاقات محددة. وبتطوير فكرته، استنتج دي بروغلي المعادلة التالية:

العلاقة بين الجسيم والموجة الكهرومغناطيسية

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

- λ تمثل الطول الموجي.
- h ثابت بلانك.
- m تمثل كتلة الجسيم.
- v تمثل السرعة.

طول موجة جسيم ما هو ناتج قسمة ثابت بلانك على حاصل ضرب كتلة الجسيم في سرعته.

مختبر حل المشكلات

تفسير الرسومات التوضيحية العلمية

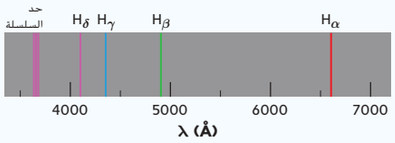
ما هي انتقالات الإلكترون التي توضح سلسلة بالمر؟ يشمل طيف انبعاث الهيدروجين ثلاث سلاسل من الخطوط؟ بعض الأطوال الموجية عبارة عن أشعة فوق بنفسجة (سلسلة ليمان) وتحت الحمراء (سلسلة باشان)، والأطوال الموجية المرئية هي التي تتكون منها سلسلة بالمر. إن نموذج بور الذري ينسب هذه الخطوط الطيفية لانتقالات من حالات ذات طاقة عالية الذي تكون فيه $n = n_i$ إلى حالات ذات طاقة منخفضة تكون فيها $n = n_f$.

التحليل

يوضح الشكل على اليسار الانتقالات في سلسلة بالمر الخاصة بالهيدروجين. يتم تعيين خطوط بالمر هذه (H_α (6562 Å)، H_β (4861 Å)، H_γ (4340 Å)، وH_δ (4101 Å)). يتعلق كل طول موجي (λ) بانتقال إلكترون ضمن ذرة هيدروجين من خلال المعادلة التالية حيث $1.09678 \times 10^{7}\ \mathrm{m^{-1}}$ يعرف بثابت ريدبيرج.

$$\frac{1}{\lambda} = 1.09678 \times 10^{7}\left(\frac{1}{n_f^{2}} - \frac{1}{n_i^{2}}\right)\mathrm{m^{-1}}$$

بالنسبة لسلسلة بالمر للهيدروجين، ينتقل الإلكترون من المستويات العليا إلى المستوى $n = 2$ أي أن $n_f = 2$.



التفكير الناقد

1. **احسب** الأطوال الموجية لانتقال الإلكترون بين المستويات التالية:
   a. $n_i = 3;\ n_f = 2$
   b. $n_i = 4;\ n_f = 2$
   c. $n_i = 5;\ n_f = 2$
   d. $n_i = 6;\ n_f = 2$
2. **أوجد العلاقة** بين الأطوال الموجية في سلسلة بالمر التي قمت بحسابها في السؤال 1 وبين تلك المحسوبة تجريبيًا. بالسماح بأخطاء تجريبية وعدم الدقة في الحسابات، هل تتطابق الأطوال الموجية؟ فسر إجابتك. علمًا أن واحد أنجستروم (Å) يساوي $10^{-10}\ \mathrm{m}$.
3. **طبق** المعادلة $E = hc/\lambda$ لحساب طاقة الكم لكل انتقال بين المستويات في السؤال 1.
4. **توسع** في نموذج بور عن طريق حساب الطول الموجي والطاقة بالكم لانتقال الالكترون بين المدارات الذي تكون فيه $n_f = 3$ و $n_i = 5$. هذا الانتقال يوضح الخط الطيفي لسلسلة باشان للهيدروجين.

التقويم

مهارة أُطلُب إلى الطُّلاَّب التَّوَسُّعَ في الأفكَارِ المَطرُوحَةِ هُنَا للقِيام بتَوَقُّعٍ بشَأنِ الطَّيفِ الذي سَينبَعِثُ مِن ذرَّات مُشابِهَةٍ للهيدروجين، مِثلَ He^{+} أو Li^{2+}. أو أُطلُب إليهم تَوَقُّعَ ما سَيحدُثُ لِطَيفٍ مُستَمِرٍّ للضَّوء في حال مروره بِخَلِيَّةٍ تحتَوي على غَاز الهيدروجين. ض م

3. **a.** $3.027 \times 10^{-19}\ \mathrm{J}$
   b. $4.087 \times 10^{-19}\ \mathrm{J}$
   c. $4.577 \times 10^{-19}\ \mathrm{J}$
   d. $4.844 \times 10^{-19}\ \mathrm{J}$
4. $1.549 \times 10^{-19}\ \mathrm{J}$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 340 1/30/2017 2:03:01 PM

مبدأ الشك لهايزنبرج خطوة بخطوة، استطاع علماء مثل رذرفورد وبور ودي بروغلي فك غموض الذرة. ومع ذلك، فالنتيجة التي توصل إليها عالم الفيزياء النظرية الألماني ورنر هايزنبرج (1901-1976) أثبتت أن لها نتائج عميقة على نماذج الذرّة.

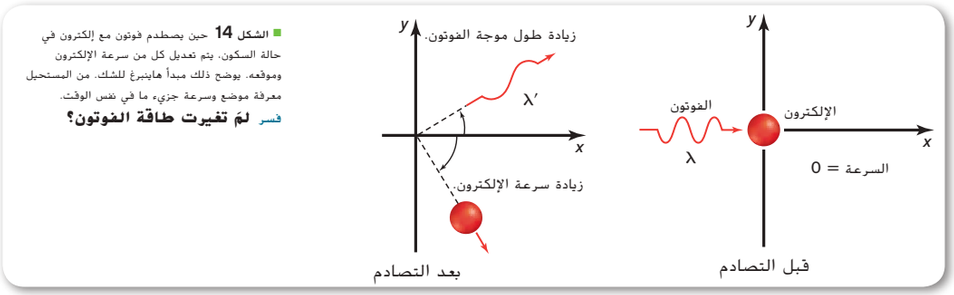
وقد أوضح هايزنبرج أنه من المستحيل أخذ قياسات أي جسم دون إحداث اضطراب فيه. تخيل أنك تحاول تحديد موضع بالون متأرجح مملوء بالهيليوم في غرفة مظلمة. إذ لوحت بيديك ، يمكنك أن تحدد موقع البالون حين تلمسه. ومع ذلك، حين تلمس البالون فإنك تنقل إليه الطاقة وتغير موضعه. يمكنك أيضًا التنبؤ بموقع البالون عن طريق إضاءة كشاف. باستخدام هذه الطريقة، تصل فوتونات الضوء المنعكسة من البالون إلى عينيك وتكشف عن موقع البالون. ونظرًا لأن البالون جسم كبير يمكن رؤيته بالعين المجردة، فإن تأثير الفوتونات المرتدة على موقعه يكون صغيراً جدًا وغير ملحوظ.

تخيل أنك تحاول أن تحدد موقع إلكترون ما عن طريق "اصطدامه" بفوتون ذو طاقة عالية. نظراً لأن هذا الفوتون يمتلك نفس طاقة الإلكترون، فإن التفاعل بين الجسيمين يغير كل من الطول الموجي للفوتون وموقع وسرعة الإلكترون كما يظهر في الشكل **14**. بمعنى آخر، فإن ملاحظة الإلكترون ينتج عنها شك واضح لا يمكن تجنبه في موقع وحركة الإلكترون. قاد تحليل هايزنبرغ للتفاعلات، كتلك الموجودة بين الفوتونات والإلكترونات لاستنتاجه التاريخي. يوضح **مبدأ الشك لهايزنبرج** أنه من المستحيل معرفة سرعة وموقع أي جسيم في نفس الوقت بدقة.

التأكد من فهم النص اشرح مبدأ الشك لهايزنبرغ.

على الرغم من أن العلماء في هذا الوقت قد وجدوا أن مبدأ هايزنبرغ صعب القبول، فلقد ثبت أنه يصف الحدود الجوهرية لما يمكن ملاحظته. إن التفاعل بين الفوتون والجسم الكبير كالبالون المليء بالهيليوم له تأثير قليل جدًا على البالون، حتى أن الشك في موقعه سيكون صغير جدًا بحيث لا يمكن قياسه. ولكن ليس هذا هو الحال مع إلكترون يتحرك بسرعة 6×10^{6} m/s بالقرب من نواة الذرّة. إن الشك في موقع الإلكترون يكون على الأقل 10^{-9} m، أي حوالي أكبر بـ10 أضعاف من قطر الذرّة بكاملها.

إن مبدأ الشك لهاينبرغ أيضًا يعني أنه من المستحيل تعيين مسارات محددة للإلكترونات مثل المدارات الدائرية في نموذج بور. الكمية الوحيدة التي يمكن معرفتها هي احتمالية أن يشغل أحد الإلكترونات منطقة محددة حول النواة.



■ **الشكل 14** حين يصطدم فوتون مع إلكترون في حالة السكون، يتم تعديل كل من سرعة الإلكترون وموقعه. يوضح ذلك مبدأ هاينبرغ للشك. من المستحيل معرفة موضع وسرعة جزيء ما في نفس الوقت.
فسر لمَ تغيرت طاقة الفوتون؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الإثراء

مَبدأ الشك أعِدَّ لافِتَة تَحمِلُ الكِتابَة التَّالية «من المُمكِن أن يكُون هايزنبيرغ قد نامَ هُنا». اِعرضها على الطُّلاَّب، ثُمَّ اِسألهُم عن أوجه التشابه بين عدَمُ اليَقين من نَومَ هايزنبيرغ في مكانٍ ما مع تواجُدِ إلكترون في موقِعٍ ما في الذَّرَّة. يَنُصُّ مَبدأ هايزنبيرغ عَلى أَنَّهُ مِنَ المُستَحيل أَسَاسًا مَعرِفَةُ كُلٍّ مِن حَرَكَةِ الجُسَيمَاتِ (الزَّخم) ومَوقِعَها فِي نَفس الوَقتِ. ض م

التَّأكُّد مِن فَهمِ النَّصّ يَنُصُّ مَبدأ الشك لِهَايزنبيرغ عَلى أَنَّهُ مِنَ غير المُمكِنِ مَعرِفَة كلّ من سرعة جُسَيم وموقعه في الوقت نفسه وبِدقَّةٍ.

سُؤال الشَّكل 14
لقد نَقَلَ القليلَ من الطَّاقةِ إلى الإلكترون.

عَرض تَوضيحي سَريع

الفُوتونات والإلكترُونات

أَعطِ كُرَةً ثَقيلَةً لِطَالِبٍ مَعصُوبِ العَينَينِ في مُنتَصَفِ حَلقَةٍ مِنَ الطُّلاَّب (يَبلُغُ نِصفَ قُطرِها 1.5-m). ثُمَّ وبِهُدوءٍ، قُم بِوضعِ أسطِوانَةً مُدَرَّجَةً بلاستيكِيَّةً سعتها 50-mL مَكانَ طَالِبٍ في الحَلقَة. أعطِ تَعليمَاتٍ للطَّالِبِ بِأن يَرمِيَ الكُرَةَ بِلُطفٍ في اتّجاهَاتٍ مُختَلِفَة إلى أن يتم تحديد موقع الاِسطِوَانَةِ. عِندَما تَصطَدِمُ الكُرَةُ أخيرًا بالاسطِوانَةِ، فَإنَّها تُسقِطُها مِن مَوقِعِهَا الأَصلِيّ. ثُمَّ اسأل الطُّلاَّبَ إذا كَانَت المَعلُوماتُ المُكتَسَبَةُ مِن دَحرَجَةِ الكُرَةِ تُؤَثِّرُ في مَوقِعِ الاسطِوانَةِ بَعدَ الاصطِدَام. لم تَعُد الاسطِوانَةُ حيثُ كانَت قَبلَ اصطدام الكرة بها. ثم صِف التَّشبيهَ مع الفُوتُون والإلكترُون. أ م

التدريس المتمايز

الطُّلاَّب المتقدمون أُطلُب إلى الطُّلاَّبِ التَّحقِيق وإعدَادَ تقريرٍ حَولَ ما إذا كَانت ميكانيكا الكمّ تَدحَضُ قَوانينَ ونَماذِجَ الفِيزيَاءِ الكلاَسِيكِيَّة. بِشَكلٍ عَامّ، تُعَدُّ القَوانينُ والنَّماذِجُ الفِيزيَائِيَّة الكلاَسِيكِيَّة مقاربات صَحِيحَةً لِقَوانين مِيكَانيك الكَمّ. وعَلى هَذا النَّحو، فإنَّها تَصِفُ وتَتَوقَّعُ بِدِقَّةٍ السُّلوكَ على المُستَوى الجاهري. لكن،تبقى الحاجة إلى ميكانيكا الكَمّ لتوفير وَصفٍ دَقيقٍ وتَفسِيرِ السُّلوكِ الذَّرِّي ودُونَ الذَّرِّي. ق م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 341 1/30/2017 2:03:01 PM

تطبيق الكيمياء

الليزر يُحفِّزُ الفوتُونُ الذَّرَّةَ المستثارة عند اصطِدامِهِ بها فَيَجعَلُها تَنتَقِلُ إلى مستوى طَاقةٍ أقَلّ وتَبعَثُ فُوتونًا ثانيًا متناسقًا مع الأوَّلِ. تَعني كَلِمَة متناسق أنَّ للفوتوناتِ نَفس الأطوالِ المَوجِيَّةِ المُصاحِبَةِ لها كَما إنها تَكُونُ في طَورٍ (قِمَّة مَعَ قِمَّة أو قَعر مَع قَعر). في اللّيزر، تَنعَكِسُ الفُوتُونَاتُ مِن ذَرَّاتٍ عَديدَةٍ جيئَةً وذَهابًا إلى أن تُنشِئَ حُزمَةً مُكثَّفَةً وصَغيرَةً عَادةً ما يبلُغُ قُطرُها حَوالَي 0.5 mm.

يُمكِنُ هَندَسَةُ اللّيزرات الطِّبِّيَّة لتُنتِجَ ذَبذَباتٍ مُتفَاوِتَة الطُّولِ المَوجِيّ والكَثَافَة والزمن. فَعلى سَبيلِ المِثال، يُمكِنُ لأطِبَّاءِ العُيون إعادَةُ تشكِيلِ القرنيَّاتِ عبرِ إزالَةِ أنسِجَةٍ وذلك عن طريق استِخدامِ ذبذَباتِ 10-ns الموجُودةِ في طُول موجَةٍ 193-nm بِلَيزَرِ الأرجُون.

ولِأنَّ أشعَّةَ اللّيزر يُمكِنُ تَركيزُها على أقطَارٍ صَغيرَة، فإنَّهُ يُمكِنُ استِخدَامُها لعَمليَّاتٍ جِراحِيَّةٍ دَاخِلِيَّة. فَتُتلِفُ النَّسيجَ المُستَهدَفَ من دُونَ أن يُؤثِّر ذلِكَ سَلبًا على الأنسِجَةِ المُحيطَةِ به. بالإضافَةِ إلى ذلِك، وعَن طَريقِ تَوجيهِ الحزم اللَّيزَريَّة عَبرَ الألياف البَصَريَّة، يُمكِنُ للأطِبَّاءِ إجرَاءَ العَمليَّاتِ الجِرَاحِيَّةِ لأجزاءٍ مِنَ الجِسمِ كانَ يَتَعَذَّرُ الوُصُولُ إليها في وَقتٍ سَابِق. فَعَلَى سَبيلِ المِثَالِ، يُمكِنُ لِحُزَم الألياف البَصَريَّة المُنتَشِرَة عَبرَ الشَّرايينِ أن تَحمِلَ الحُزَمَ اللّيزريَة التي تَتَخلَّصُ مِنَ الانسِدادات.

التَّأكُّد مِن فهمِ النَّصّ تَقتَصِرُ طَاقَةُ الإلكترُون في كِلَا النَّموذَجَين عَلى قِيمٍ مُعَيَّنَة. خِلافًا لِنَموذَجِ بُورْ فَإنَّ نَموذَجَ ميكانيكا الكَمّ لا يُقَدِّمُ أيَّةَ مُحاوَلَةٍ لِوصفِ مَسارِ الإلكترون حَولَ النَّواةِ.

التَّأكُّد مِن فهمِ النَّصّ تَقَعُ الإلكترُوناتُ حَولَ النَّوَاةِ في مَوقِعٍ لا يُمكِنُ أن يُوصَفَ إلاَّ من خِلالِ خَريطَةِ احتمالات. يَتِمُّ اختِيارُ سَطحٍ حُدوديّ لاحتِواءِ المِنطَقَةِ التي مِنَ المُتَوقَّعِ أن يَشغَلَها الإلكترون 90% مِنَ الوَقتِ.

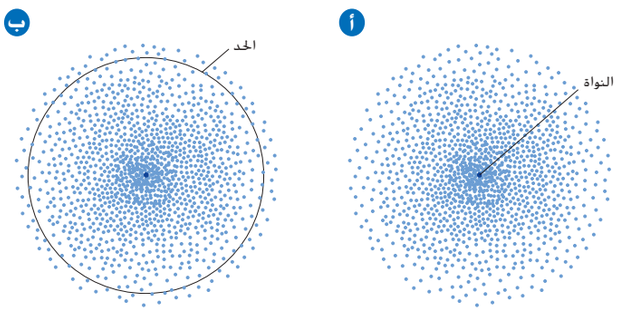
معادلة شرودنجر للموجات توسع الفيزيائي النمساوي إيروين شرودنجر (1887-1961) في عام 1926 في نظرية الموجة-الجسيم التي اقترحها دي بروغلي. اشتق شرودنجر معادلة تتعامل مع إلكترون ذرّة الهيدروجين كموجة. وقد بدا النموذج الجديد لشرودنجر بالنسبة لذرّة الهيدروجين مناسب للتطبيق بشكل جيد على ذرّات عناصر أخرى- وهو ما فشل فيه بور. النموذج الذرّي الذي يتم فيه التعامل مع الإلكترونات كموجات يسمى النموذج الميكانيكي الموجي للذرّة أو **النموذج الميكانيكي الكمي للذرة**. وكنموذج بور، يضع نموذج ميكانيكية الكم حدًا لطاقة الإلكترون بقيم محددة. ومع ذلك، على عكس نموذج بور، لا يحاول نموذج ميكانيكية الكم أن يصف مسار الإلكترون حول النواة.

التأكد من فهم النص **قارن وقابل** بين نموذج بور والنموذج الميكانيكي الكمي.

إن معادلة شرودنجر للموجة معقدة للغاية حتى يتم مناقشتها هنا. ومع ذلك، كل حل للمعادلة يعرف باسم دالة الموجة، وهو يتعلق باحتمالية وجود إلكترون ضمن حجم محدد من الفراغ حول النواة. تذكر من دراستك للرياضيات أن أي حدث ذو احتمال عالي للحدوث يكون احتمال وقوعه أكبر مقارنةً بالحدث الأقل احتمالًا.

الموقع المحتمل للإلكترون تتنبأ دالة الموجة بمنطقة ثلاثية الأبعاد حول النواة تسمى **الفلك الذرّي** وهو الذي يصف الموقع المحتمل للإلكترون. يمكن تشبيه الفلك الذرّي بسحابة ضبابية تتناسب فيها الكثافة في نقطة محددة مع احتمالية العثور على الإلكترون في هذه المنطقة يوضح الشكل **15أ** خريطة الكثافة الإلكترونية التي تصف الإلكترون في حالة الطاقة المنخفضة للذرّة. يمكن اعتبار خريطة الكثافة الإلكترونية صورة لحظية للإلكترون الذي يتحرك حول النواة، والذي تمثل فيه كل نقطة موقع الإلكترون في لحظة زمنية. تشير الكثافة العالية للنقاط بالقرب من النواة إلى أكثر موقع محتمل للإلكترون. ومع ذلك، ونظرًا لأن السحابة ليس لها حد معين، فمن الممكن أيضًا العثور على الإلكترون على مسافة هائلة من النواة.

التأكد من فهم النص **صف** أين تقع الإلكترونات في الذرّة.



الشكل 15 تمثل خريطة الكثافة احتمالية العثور على إلكترون في موقع معين حول النواة. أ. الكثافة الأعلى للنقاط بالقرب من النواة توضح أنه في الغالب يحتمل العثور على الإلكترون بالقرب من النواة. ب. في أي وقت محدد، يحتمل بنسبة 90% العثور على إلكترون ضمن المنطقة الدائرية الموضحة. يتم اختيار هذا السطح في بعض الأوقات ليمثل حد الذرة. في هذا الرسم التوضيحي، تتطابق الدائرة مع إسقاط كرة ثلاثية الأبعاد تحتوي على الإلكترونات.

خرائط الكثافة الإلكترونية

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التدريس المتمايز

الطلاب المتفوقون أُطلُب مِنَ الطَّلَبَةِ البحثَ في اِثنَينِ مِنَ الاِختِصَارَاتِ المُتَعَلِّقَة بِنَمُوذَج مِيكانيكا الكَمّ وأطياف الانبعاث MASER و LASER. MASER اختصار لعبارة Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation (تختلف MASER عن LASER بكون انبعاثات MASER تنطوي على حالات تذبذب الطاقة في الجزيئات بينما تنطوي انبعاثات الليزر على انتقالات ذرية بمستوى طاقة ضعيف.). LASER اختصار لعبارة Amplification by Stimulated Emission of Radiation Light. اِعرِض على الطُّلاَّب ليزرًا مُنخَفِضَ القُدرَةِ يكون استخدامه آمنا في الصف ووجّه الشُّعَاعَ في اتِّجاهٍ آمن. ثُمّ قُم بالتّصفيق على الشُّعاعِ مُستَخدِمًا مسّاحات السبورة. يُصبِحُ الشُّعاعِ مَرئِيًّا كُلَّمَا انعَكَسَ الضَّوءُ على جُزيئاتِ الطَّباشِيرِ في الهَواءِ.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 342 1/30/2017 2:03:02 PM

الأفلاك الذرية لذرة الهيدروجين

نظرًا لضبابية حد الفلك الذرّي، فلا يمتلك الفلك حجماً محدداً ودقيقاً، وللتغلب على الشك المتأصل حول موقع الإلكترون، رسم الكيميائيون بصورة افتراضية سطح الفلك بحيث يحتوي على 90% من التوزيع المحتمل الإجمالي للإلكترون، مما يعني أن احتمالية وجود إلكترون ضمن الحد تبلغ 0.9 واحتمالية وجوده خارج الحد تبلغ 0.1. بمعنى آخر، في الغالب يحتمل وجود الإلكترون بالقرب من النواة وضمن الحجم المحدد بحدود أكثر من وجوده خارج هذا الحجم. تضم الدائرة الموضحة في الشكل **15ب** 90% من فلك الهيدروجين الأقل طاقة.

رقم الكم الرئيس تذكر أن نموذج بور الذرّي يعين أعداداً كمية لمستويات الطاقة للإلكترونات، وبالمثل فإن نموذج ميكانيكية الكم يعين أربعة أعداد كَمِيّة للأفلاك الذرية. الأول هو **رقم الكم الرئيس** (n) ويشير إلى الحجم النسبي للأفلاك الذرية وطاقتها. وبزيادة n يصبح الفلك أكبر، ويقضي الإلكترون وقتًا أطول بعيدًا عن النواة، وتزيد طاقة الذرّة. لذلك تحدد n مستويات الطاقة الرئيسة للذرّة. كل مستوى طاقة أساسي يسمى **مستوى الطاقة الرئيس**. يتم تعيين رقم كمي رئيسي وهو 1 لمستوى الطاقة الرئيس الأقل للذرّة. حين يشغل الإلكترون الوحيد لذرّة الهيدروجين فلك تكون فيه $n = 1$. تكون الذرّة في حالتها المستقرة. تم التنبؤ بما يصل إلى 7 مستويات طاقة لذرّة الهيدروجين، مما يمنح n قيمًا تبدأ من 1 حتى 7.

مستويات الطاقة الفرعية تحتوي مستويات الطاقة الرئيسة على **مستويات طاقة فرعية**. يتكون مستوى الطاقة الرئيس 1 من مستوى فرعي واحد، يتكون مستوى الطاقة الرئيس 2 من مستويين فرعيين، ويتكون مستوى الطاقة الرئيس 3 من ثلاثة مستويات فرعية، وما إلى ذلك. لفهم العلاقة بين مستويات طاقة الذرّة ومستوياتها الفرعية، تصور المقاعد في قسم على شكل وتدي من المسرح. كما يظهر في الشكل **16**. وبينما تتحرك بعيدًا عن المسرح، تصبح الصفوف أعلى وتشمل مزيد من المقاعد. بالمثل فإن مستويات الطاقة الفرعية في مستوى الطاقة الرئيس تزيد بزيادة n.

☑ **التأكد من فهم النص** اشرح العلاقة بين مستويات الطاقة والمستويات الفرعية.

■ **الشكل 16** يمكن التفكير في مستويات الطاقة على أنها صفوف مقاعد في المسرح. تحتوي الصفوف العليا والأبعد عن خشبة المسرح على عدد أكبر من المقاعد وبالمثل، تحتوي مستويات الطاقة التي ترتبط بالأفلاك الأبعد عن النواة على عدد أكبر من المستويات الفرعية.

حَدِّد المَفاهيمَ الخاطِئة

قد يَعتَقِدُ الطُّلاَّبُ أنَّ مُستَوياتَ الطَّاقَةِ في ذَرَّةِ الهيدرُوجينِ مُتباعِدَةٌ بِشَكلٍ مُتَسَاوٍ.

أَوضِح المَفاهِيمَ الخاطِئة

أُطلُب مِنَ الطُّلاَّبِ مُقارَنَةَ مُستَوياتِ طَاقَةِ الهيدروجينِ المُوضَّحَة في الشَّكلِ 12، بدَرَجَاتِ السُّلَّم. عَلى عَكسِ دَرَجَاتِ السُّلَّم، فإنَّ مُستَوياتِ الطاقة في الهيدرُوجين ليسَت مُتباعِدَةً بِشَكلٍ مُتَسَاوٍ.

عرض المَفهوم

أُطلُب من الطُّلاَّبِ حِسَابَ ومُقارَنَة النِّسَبِ E_n/E_{n-1} مِن E_2 إلى E_7 عبرَ استِخدامِ المَعلومَاتِ مِنَ الطَّاقة النِّسبِيَّة في الجَدوَل 1.
$E_2/E_1 = 4, E_3/E_2 = 2.25, E_4/E_3 = 1.78$،
$E_5/E_4 = 1\,56$ $E_6/E_5 = 1\,44$،
$E_7/E_6 = 1.36$

تَقويم المَعارِف الجَديدَة

أدعُ الطُّلاَّبَ إلى استخدام نسب الطَّاقَةِ المَحسُوبَة في نَشَاط «عرض المَفهُوم»، لِجَعلِ مخططاتهم المتعلقة بمستويات طَاقَةِ الهيدروجين مُمَاثِلَةً لِتِلكَ التي في الشَّكلِ 12. يجبُ أن تُظهِر مخططاتهم للطَّاقةِ، بِوُضوح، أنَّ مُستَوَيات الطاقة في الهيدروجينِ تُصبِحُ أكثر تقاربًا مع ارتفاع n. ض م

☑ **التَّأَكُّد مِن فَهمِ النَّصّ** يَرتَفِعُ عَدَدُ المُستَوَيَاتِ الفَرعِيَّةِ للطَّاقَةِ في مُستَوى طَاقَةٍ رَئِيس مع ارتفاع قيمة n.

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

مَشروعٌ في الكيمياء

نَماذِجُ الذَّرَّة أُطلُب مِنَ الطَّلاب اجراء بحث ثُمَّ شَرحَ الدليل التجريبي المصاحب لِتَطوُّر نَماذِجِ الذَّرّة. أُطلُب مِنهُم أن يَشمَلَ بَحثُهُم نَمُوذَجَ البُودينج لِطُومسون ونَمُوذَجَ رذرفُورد لِلذَّرَّةِ ونَموذَج بُورْ ونَمُوذَجَ مِيكَانيكا الكَمّ. ض م

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

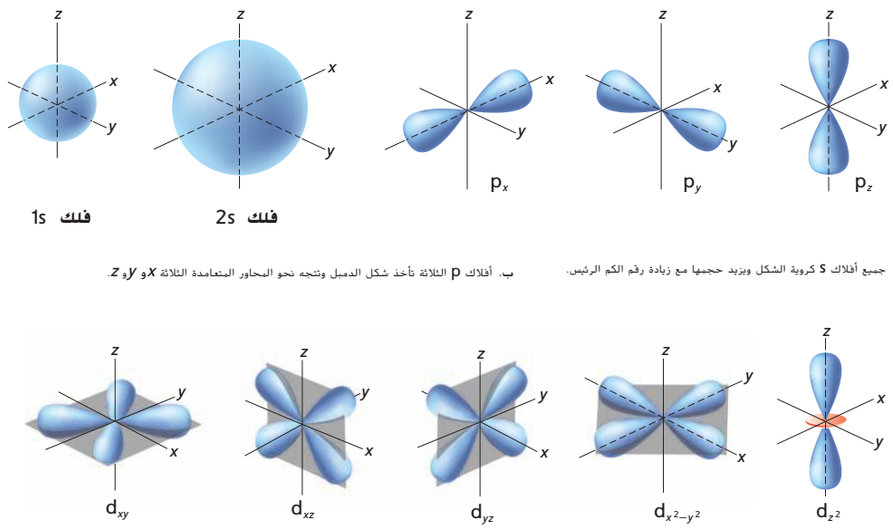
Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 343 1/30/2017 2:03:02 PM

أشكال الأفلاك: تسمى المستويات الفرعية *s* أو *p* أو *d* أو *f* طبقًا لأشكال أفلاك الذرّة. كل أفلاك *s* كروية الشكل ، وجميع أفلاك *p* تأخذ شكل الدمبل (تشبه الرقم 8 ولكنها ثلاثية الأبعاد)، ومع ذلك لا تتخذ كافة أفلاك d أو f نفس الشكل. يمكن أن يحتوي كل فلك على إلكترونين على الأكثر. يتطابق المستوى الفرعي الوحيد في مستوى الطاقة الرئيس 1 مع الفلك الكروي ويسمى 1s. بينما تم تعيين المسميين 2s و2p للمستويين الفرعيين في مستوى الطاقة الرئيس 2. يحتوي المستوى الفرعي 2s على الفلك 2s كروي الشكل مثل الفلك 1s ولكنه أكبر حجمًا، كما يتضح من الشكل 17أ.
يتوافق المستوى الفرعي2p مع أفلاك p الثلاثة التي تأخذ شكل الدمبل وتسمى $2p_x$، $2p_y$، $2p_z$. الأحرف السفلية x وy وz تعين فقط اتجاه أفلاك p بطول x وy وz محاور الإحداثيات، كما يظهر في الشكل 17ب. كل فلك من أفلاك p تتعلق بمستوى طاقة فرعي له نفس الطاقة.

التأكد من فهم النص صف أشكال أفلاك s وp.

يتكون مستوى الطاقة الرئيس 3 من ثلاث مستويات فرعية هي 3s، 3p، 3d. كل مستوى فرعي d يرتبط بخمس أفلاك لها نفس الطاقة. أربعة من أفلاك d لها نفس الشكل ولكن اتجاهاتها مختلفة على طول محاور الإحداثيات x، y. أما الفلك الخامس، d_{z^2}، فذو شكل واتجاه مختلف عن الأربعة السابقة. ترد أشكال واتجاهات أفلاك d الخمسة في الشكل 17ج. يحتوي مستوى الطاقة الرئيس الرابع ($n = 4$) على مستوى فرعي رابع يسمى المستوى الفرعي 4f الذي يرتبط بسبعة أفلاك f لها نفس الطاقة. أفلاك f ذات أشكال معقدة متعددة الحلقات.

الشكل 17 تصف أشكال الأفلاك الذرية التوزيع المحتمل للإلكترونات في مستويات الطاقة الفرعية



أ. جميع أفلاك s كروية الشكل ويزيد حجمها مع زيادة رقم الكم الرئيس.

ب. أفلاك p الثلاثة تأخذ شكل الدمبل وتتجه نحو المحاور المتعامدة الثلاثة x وy، z.

ج. أربعة من أفلاك d الخمسة لها نفس الشكل ولكنها تقع في مستويات مختلفة. الفلك d_{z^2} له شكله المميز.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التأكد من فهم النص
مستويات *s* كروية الشكل ، ومستويات *p* على شكلِ (8).

الإثراء

المُستويات الفَرعِيَّة قد يَعتَقِدُ الطُّلاَّبُ أنَّ الحُروفَ s و p و d و f التي تُمثِّلُ المُستَويات الفَرعيَّة، عشوائيَّةٌ ورُبَّما حتّى مُبهَمَة. إشرَح لطلابك أنَّ مصدر الحُروفَ أوصَاف الخُطُوطِ الطَّيفِيَّةِ التَّالية باللغة الانكليزية: sharp و principal و diffuse و fundamental (أي حاد، رئيس، مشتت، أساسي).

صياغة المَفاهِيم

مَدَارات الهيدروجين إعرِض على الطُّلاَّبِ التوزيع الاحتمالي لِمَدَاراتِ الهيدروجين 1s و 2s و 3s. إشرَح لهم أنَّ هَذهِ التَّوزيعَاتَ تُظهر المَكانَ الأكثَرَ احتِمَالاً لِتَواجُدِ الإلكترُون.
أشِر إلى أنَّ التوزيع الاحتمالي للمستوى 1s له حدّ أقصى بالقُربِ مِن النَّواة. يُمَثِّلُ الحدّ الأقصى مِنطقَةَ كَثَافةٍ عالية للإلكترونات.
يحتَوي الاحتمال الأكبَر للمستوى 2s على منطَقَتَي كَثافةٍ إلكترُونيّة. الأبعدُ بينهما كثافتها أكبَر.
تَمَّ فَصلُ المِنطَقَتَينِ بِواسِطَةِ عُقدَةٍ كُرَوِيَّةٍ فَبَاتَ احتِمَالُ العُثورِ على الإلكترون صِفرا.
يحتَوي المستوى 3s على ثَلاثَة مَناطِقَ للكثافة الإلكترونيّة وعقدتين. كَمَا هُوَ حال المستوى 2s، تُعَدُّ أبعدُ مِنطَقَةٍ مِنَ النَّواةِ هي أعلاها كَثافَةً إلكترونيّة.

التقويم

المعرِفة اسأل الطُّلاَّبَ تحديد الانتقال في مستويات الطاقة في الهيدروجين الذي يُفسِّرُ الخَطَّ البنَفسجيّ في طيْف الانبعاث.
$n = 6 \rightarrow n = 2$ ض م

دفتر الكِيمِيَاء

أشكال المستويات أُطلُب إلى الطَّلَبَةِ رَسمَ مُخَطَّطِ لأشكالِ واتجاهات المستويات 3s و 3p و 3d للهيدروجين. أُطلُب منهُم تَسمِيَةَ رسوماتهم الأوّلية وإدراجِها ضِمنَ دفاتر في الكيمياء. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 344 1/30/2017 2:03:02 PM

الجدول 2 أول أربعة مستويات طاقة رئيسة للهيدروجين

رقم الكم الرئيس (n)	المستويات الفرعية (أنواع الأفلاك) الموجودة	عدد الأفلاك المتعلقة بالمستوى الفرعي	إجمالي عدد الأفلاك المتعلقة بالمستوى الرئيس للطاقة (n^2)
1	s	1	1
2	s p	1 3	4
3	s p d	1 3 5	9
4	s p d f	1 3 5 7	16

ترد مستويات الطاقة الأربعة الأولى للهيدروجين ومستوياته الفرعية والأفلاك الذرية المتعلقة به بإيجاز في الجدول 2. لاحظ أن عدد الأفلاك المرتبط بكل مستوى فرعي دائمًا ما يكون عدداً فردياً. وأن أقصى عدد أفلاك يتعلق بكل مستوى طاقة رئيس يساوي n^2.

في أي وقت محدد، يمكن أن يشغل الإلكترون في ذرّة الهيدروجين فلكًا واحداً فقط. يمكنك التفكير في الأفلاك الأخرى كمساحات غير مشغولة– مساحات تتوافر في حال زادت طاقة الذرّة أو قلت. على سبيل المثال، حين تكون ذرّة الهيدروجين في حالتها المستقرة، يشغل الإلكترون فلك 1s. إلا أنه حين تكتسب الذرّة كمًا من الطاقة، ينتقل الإلكترون إلى أحد الأفلاك غير المشغولة. بناء على كمية الطاقة المتاحة، يمكن للإلكترون أن ينتقل للفلك 2s أو إلى أحد الأفلاك 2p الثلاثة أو إلى أي فلك آخر فارغ.

مراجعة القسم 2

ملخص القسم

- يعزي نموذج بور الذري طيف انبعاث الهيدروجين للإلكترونات التي تسقط من مدارات طاقة أعلى إلى مدارات طاقة أقل.
- تربط معادلة دي بروغلي طول موجة الجسيم بكتلته وسرعته وثابت بلانك.
- يفترض النموذج الميكانيكي الكمي أن للإلكترونات خصائص موجية.
- تشغل الإلكترونات مناطق ثلاثية الأبعاد من الفضاء تسمى الأفلاك الذرية.

15. **الفكرة الرئيسة فسر** سبب احتواء طيف الانبعاث الذري على ترددات ضوئية محددة وفقًا لنموذج بور الذري.
16. **قرّق** بين الطول الموجي للضوء المرئي والطول الموجي لكرة قدم متحركة.
17. **عدّد**المستويات الفرعية التي تحتوي عليها مستويات الطاقة الأربعة الأولى لذرة الهيدروجين. ما الأفلاك التي تتعلق بكل مستوى فرعي s وكل مستوى فرعي p؟
18. **فسر** سبب الشك في موقع أي إلكترون بالذرة مستعينًا بمبدأ هايزنبرج للشك ومعادلة دي بروغلي لازدواجية الموجة–الجسيم. كيف يتم التعرف على موقع الإلكترونات في الذرات؟
19. **احسب** استخدم المعلومات الواردة في **الجدول 1** في حساب إلى أي ضعف يزيد طول نصف قطر بور السابع لذرة الهيدروجين عن نصف قطر بور الأول.
20. **قارن** بين نموذج بور والنموذج الميكانيكي الكمي للذرة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

3 التقويم

التأكد من الفهم

أُطلُب مِنَ الطُّلاَّبِ شَرحَ السَّببَ وَراءَ تَكَوُّنِ مُستَوياتِ الطَّاقَةِ العُليا مِن مُستَوياتٍ فَرعِيَّةٍ مُرتَبِطَة بِإلكترونات أكثَرَ مِمَّا ترتَبِطُ بِهِ مُستَوياتِ الطَّاقَةِ المُنخفِضَة. وتقتَرِنُ مُستويات الطَّاقة العُليا بِأحجامٍ أكبَرَ حيثُ إنّ بإمكانها اِحتِواءَ أفلاكٍ أكثَرَ مِمَّا تحويهِ الأحجامِ الأصغَر. فإنَّهُ مِنَ المَعقول إذًا أن يَتِمَّ احتِواءُ إلكتروناتٍ أكثَرَ في أكبَرِ عددٍ من الأفلاك المُقتَرِنَة بِمُستَوياتِ طاقَةٍ عُليا. ض م

تِكرارُ التّعليم

اِشرَح أنَّ مَوقِعَ وسُرعةَ الإلكترون في المَدار الذَّرِّي غير مَعلُومَان. كَرِّر لطلابِك أنَّهُ في لَحظَةٍ مُعَيَّنة، هُناكَ احتِمَالُ 10% أنَّ الإلكترون يَقَعُ خارِجَ سطح احتمال الـ90% للغلك. ض م

التوسع

وفقًا لِميكانيكا الكَمّ، يُمكِنُ وَصف كُلّ إلكترون في الذَّرَّةِ باستخدام أربَعَةِ أرقام للكَمّ. يرتَبِطُ ثلاثة من هذه (n و l و m_l) باحتِمالِ العُثُور على الإلكترون في مواقع مُختَلِفَة مِن الفضاء. وترتَبِطُ الرَّابِعة (m_s) بدوران الإلكترون — إمَّا في اتِّجَاهِ عَقارِبِ السَّاعَةِ أو عَكسَ عَقارِبِ السَّاعَةِ. يَرمُزُ عددُ الكمّ الرّئيسيّ، n، لِمُستوى طاقةِ الذَّرَّةِ المُرتَبِطة بالإلكترون. ويَرمُزُ l لِلمُستَوى الفرعي للطَّاقة كَمَا يَصِفُ شَكلَ المِنطَقة التي ينتقل فيها الإلكترون في الفضاء. m_l تَرمُزُ لاتِّجاه المدار الحامِلِ للإلكترونات في الفضاء. m_s تُحدِدُ اتِّجاه مِحوَرِ غزل الإلكترون. ق م

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

القسم.2 المُراجَعة

15. نَظرًا إلى أنّ البَعضَ فقط مِن الطَّاقاتِ الذَّرِّيَّةِ مُمكِنَة، فإنَّ تردُّدات مُعيَّنَة فقط مِنَ الإشعاع يُمكِنُ أن تَنبَعِثَ مِنَ الذَّرَّة.
16. إنَّ طُول مَوجةِ كُرةِ قَدَمٍ مُتحرِّكة أصغَرُ بِكثيرٍ من الأطوال الموجيَّة لِلضّوءِ المَرئيّ. إنَّ طُولَ مَوجَةِ كُرةِ القَدمِ المُتَحرِّكَة أصغرَ مِن أن نتمَّكن من رُؤيَتِها أو استشعارها.
17. مُستوى الطَّاقةِ الأوَّل، s. مُستوى الطاقةِ الثَّاني، s و p. مُستَوى الطَّاقةِ الثَّالِث، s و p و d. مُستَوى الطَّاقةِ الرَّابِع، s و p و d و f. يرتَبِطُ كُلُّ مُستوًى فرعي بِمَدار s كُرويّ. يرتَبِطُ كُلُّ مُستوًى فرعي p بمدارات تُشبِهُ شكل الدمبل (رقم 8)(p_x، p_y، و p_z).
18. يتمتَّعُ الإلكترون بِخصائص الموجة–الجُسيم ولا يملِكُ موقِعًا مُحدَّدًا واحِدًا في الفضاء. يَنُصُّ مَبدأ الشك لِهَايزنبيرغ عَلى أنَّهُ مِنَ غيرِ المُمكِنِ مَعرِفَة سُرعَةِ ومَوقِعِ الجُسَيمِ في الوقت ذاته بِدِقَّةٍ.
19. $n = 7$ نصف القطر: 2.59 nm؛ $n = 1$: نصف القطر: 0.0529 nm مرة أكبر $2.59\ nm \div 0.0529\ nm = 49.0$
20. نَموذج بُوْر: الإلكترون هُوَ جُسَيمٌ؛ لا تَملِكُ ذرَّة الهيدرُوجين سِوَى مستويات طاقةٍ مَسموحٍ بها مُعيَّنة. نَمُوذج ميكانيكا الكمّ: الإلكترون له خواص موجية–جُسَيمَة. تَقتصِرُ طَاقَةُ الإلكترُون بِقِيَمٍ مُعَيّنة. كذلك، فإنَّ نَمُوذَجَ ميكانيكا الكَمّ لا يُقدِّمُ أيَّ جَزمٍ بِشَأنِ مَسَارِ الإلكترونِ حَولَ النَّواةِ.

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 345 1/30/2017 2:03:02 PM

القسم 3

1 ركّز

الـــفكرة الرئيسة

تعلم تسلسل أوفباو

ارسم مخططًا للمستويات الفرعية على اللوح، يحتوي على قائمة بكافة المستويات الفرعية مع رسم الأسهم القطرية التي تعكس تسلسل أوفباو. اطلب إلى الطلاب كتابة تسلسل المستويات الفرعية باتباع الأسهم في التسلسل من أعلى إلى أسفل. 1s، 2s، 2p، 3s، 3p، 4s، 3d، 4p، 5s، 4d، 5p، 6s، 4f، 5d، 6p، 7s، 5f، 6d، 7p أشر إلى أنه بإمكانهم بناء واستخدام مخطط للمستويات الفرعية كلما احتاجوا إلى اتباع تسلسل أوفباو لتحديد ترتيب الإلِكترُونات في ذرّة ما. ض م

2 التدريس

استخدم المصطلحات العلميّة

مبدأ أوفباو اشرح للطلاب أن تسمية أوفباو مستمدّة من الكلمة الألمانية أوفباون، والتي تعني البناء.

■ **سؤال الشكل** 18 5p

القسم 3

الأسئلة الرئيسة

- كيف يمكن استخدام مبدأ باولي للاستبعاد ومبدأ أوفباو وقاعدة هوند في كتابة الترتيب الإلكتروني باستخدام مخطط الأقلاك وترميز الترتيب الإلكتروني؟
- ما إلكترونات التكافؤ وكيف يمثل الترميزالنقطي للإلكترون إلكترونات التكافؤ للذرة؟

مفردات للمراجعة

الإلكترون: جسيم سالب الشحنة سريع الحركة ذو كتلة ضئيلة للغاية يوجد في كافة أشكال المادة ويتحرك عبر الفراغ محيطًا بنواة الذرّة.

مفردات جديدة

الترتيب الإلكتروني (Electron configuration)
مبدأ أوفباو (Aufbau Principle)
مبدأ استبعاد باولي (Pauli's exclusion principle)
قاعدة هوند (Hund's Rule)
إلكترون التكافؤ (Valence electron)
الترميز النقطي للإلكترون (Electron dot structure)

الترتيب الإلكتروني

الفكرةالرئيسة يمكن استخدام ثلاثة قواعد للتعرف على ترتيب الإلكترونات في الذَّرة

الكيمياء في حياتك

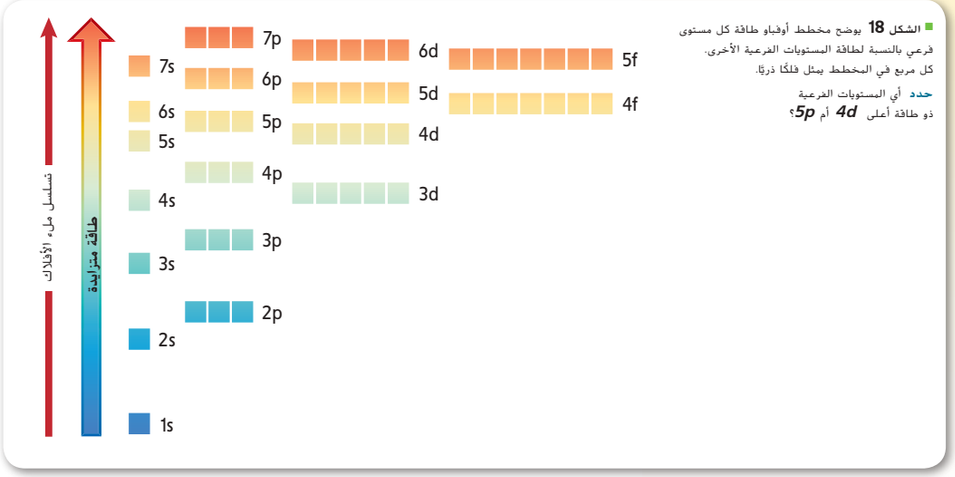
بينما يركب الطلاب الحافلة، يجلس كل منهم في مقعد منفصل حتى تمتلئ جميع المقاعد. ثم يبدأون في مشاركة المقاعد. تملأ الإلكترونات الأقلاك الذرية بنفس الطريقة.

الترتيب الإلكتروني في الحالة الأرضية

حين تفكر في أن ذرات العناصر الأثقل تحتوي على أكثر من 100 إلكترون، فإن فكرة تحديد الترتيب الإلكتروني في الذرّات ذات الإلكترونات الكثيرة تبدو شاقة. لحسن الحظ، فإنه يمكن وصف جميع الذرات بمستويات شبيهة بمستويات ذرة الهيدروجين ،مما يسمح لنا بوصف ترتيب وتوزيع الإلكترونات في الذرّات باستخدام قواعد محددة قليلة.

ترتيب الإلكترونات في الذرّة يسمى **الترتيب الإلكتروني في الذرة**. نظراً لأن أنظمة الطاقة المنخفضة تكون أكثر استقرارًا من أنظمة الطاقة المرتفعة، تميل الإلكترونات في الذرة لاتخاذ الترتيب الذي يمنح الذرة أقل طاقة ممكنة. أكثر التوزيعات استقرارًا وأقلها طاقة للإلكترونات يسمى الترتيب الإلكتروني في الحالة الأرضية للعنصر. هناك ثلاثة قواعد أو مبادئ تشير إلى طريق ترتيب الإلكترونات في مستويات الذرة، وهي مبدأ أوفباو ومبدأ باولي للاستبعاد وقاعدة هوند.

مبدأ أوفباو ينص **مبدأ أوفباو** على أن كل إلكترون يشغل القلك الأقل طاقة. لذا، تكون أول خطوة لتحديد الترتيب الإلكتروني في الحالة الأرضية للعنصر هو تعلم تسلسل الأقلاك الذرية من الطاقة الأقل إلى الطاقة الأعلى. يرد هذا التسلسل المعروف بمخطط أوفباو في الشكل 18. يمثل كل مربع في الشكل فلكًا ذريًا.



■ **الشكل 18** يوضح مخطط أوفباو طاقة كل مستوى فرعي بالنسبة لطاقة المستويات الفرعية الأخرى. كل مربع في المخطط يمثل فلكًا ذريًا.

حدد أي المستويات الفرعية ذو طاقة أعلى *4d* أم *5p*؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

عرض توضيحي

طيف الانبعاث

الهدف

لتوضيح العلاقة بين أنماط الترتيب الإلِكترُوني للأفلزات وطيف الانبعاث لكل منها.

الموادّ

توصيلات أنابيب تفريغ (بالهيدروجين H والنيون Ne)، محزّزة الحيود، أقلام أو طباشير ملونة.

احتياطات السلامة

توخّ الحذر حيث توجد توصيلات الجهد العالي لأنابيب التفريغ. ترتفع حرارة أنابيب التفريغ عند استخدامها.

الخطوات الإجرائية

يوجد بديل غير مكلف عن منظار التحليل الطيفي ويمكن صنعه بواسطة إلصاق قطعة صغيرة من محززة الحيود إلى قصاصة من الورق المقوى بقياس 7 × 10 cm.

اجعل الطلاب يشاهدون الطيف المنبعث من الأضواء داخل الصف. ثمّ قم بتعتيم القاعة ودعهم يشاهدون ذرات النيون المستثارة في أنابيب طيف النيون الموصولة بالكهرباء. استخدم الأقلام الملونة لتسجيل طيف انبعاث النيون كما يشاهدونه عبر محزّزات الحيود التي بحوزتهم. ذكّر الطلاب أن النيون يحتوي على 10 إلِكترُونات. الآن كرّر العملية مستخدمًا أنبوب تفريغ طيفي بالهيدروجين.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 346 1/30/2017 2:03:02 PM

الجدول 3 سمات مخطط أوفباو

السمة	مثال
كافة الأفلاك المتعلقة بمستوى طاقة فرعي يكون لها نفس الطاقة.	كل أفلاك 2p الثلاثة لها نفس الطاقة.
في الذرة متعددة الإلكترونات، تختلف طاقات المستويات الفرعية في مستوى الطاقة الرئيس.	الطاقة لأفلاك 2p الثلاثة أعلى من الفلك 2s.
من أجل زيادة الطاقة، يكون تسلسل مستويات الطاقة الفرعية ضمن مستوى الطاقة الرئيس هو s,p,d,f.	بما أن $n = 4$، يكون تسلسل المستويات الفرعية للطاقة هو 4s, 4p, 4d, 4f.
يمكن للأفلاك المتعلقة بالمستويات الفرعية للطاقة ضمن مستوى طاقة رئيس واحد أن تتداخل مع الأفلاك المتعلقة بمستويات الطاقة الفرعية ضمن مستوى رئيس آخر.	يمتلك الفلك المتعلق بالمستوى الفرعي 4s للذرة طاقة أقل من الأفلاك الخمسة المتعلقة بالمستوى الفرعي 3d.

الجدول 3 يلخص عدة سمات من مخطط أوفباو بالرغم من أن مبدأ أوفباو يصف التسلسل الذي تُملأ به الأفلاك بالإلكترونات، فمن المهم معرفة أن الذرات لا تبنى إلكترون بإلكترون.

مبدأ باولي للاستبعاد يمكن تمثيل الإلكترونات في الأفلاك بأسهم في مربعات. لكل إلكترون اتجاه دوران مرتبط معه، حيث يمثل السهم الذي يشير لأعلى ↑ دوران الإلكترون في اتجاه واحد، والسهم الذي يشير لأسفل ↓ يمثل دوران الإلكترون في الاتجاه المعاكس. يمثل المربع الفارغ □ فلكًا غير مشغول، ويمثل المربع الذي يحتوي على سهم واحد إلى أعلى ↑ فلكًا ذو إلكترون واحد، ويمثل المربع الذي يحتوي على سهمين لأعلى وأسفل ↑↓ فلكًا ممتلئًا.

ينص **مبدأ باولي للاستبعاد** على أن الفلك الذري الواحد يمكن أن يشغله إلكترونان فقط كحد أقصى ولكن فقط إذا كانت الإلكترونات تدور بشكل متعاكس. اقترح الفيزيائي النمساوي ولفجانج باولي (1900-1958) هذا المبدأ بعد ملاحظة الذرات في الحالة المستثارة. الفلك الذري الذي يحتوي على إلكترونات مزدوجة تدور بشكل معاكس يكتب كالتالي ↑↓، لأن كل فلك يمكن أن يحتوي بحد أقصى على إلكترونين، فإن أقصى عدد من الإلكترونات يرتبط بكل مستوى طاقة رئيسي يساوي $2n^2$.

قاعدة هوند: إن حقيقة أن الإلكترونات سالبة الشحنة تتنافر مع بعضها البعض لها تأثير هام على ترتيب الإلكترونات في أفلاك الطاقة المتعادلة تنص **قاعدة هوند** على أن الإلكترونات المفردة التي تدور بنفس الاتجاه يجب أن تشغل كل الأفلاك متساوية الطاقة قبل أن تشغل الإلكترونات الإضافية التي تدور بشكل معاكس نفس الأفلاك. على سبيل المثال، افترض أنّ المربعات التالية تمثل أفلاك 2p. يدخل إلكترون واحد كل فلك من أفلاك 2p الثلاثة قبل أن يدخل إلكترون ثان أياً من الأفلاك. نوضح فيما يلي التسلسل الذي تشغل به ستة إلكترونات ثلاث أفلاك p.

1. ↑ □ □
2. ↑ ↑ □
3. ↑ ↑ ↑
4. ↑↓ ↑ ↑
5. ↑↓ ↑↓ ↑
6. ↑↓ ↑↓ ↑↓

التأكد من فهم النص **اذكر** القواعد الثلاثة التي تحدد كيف يتم ترتيب الإلكترونات في الذرّة

المفردات
أصل الكلمة
أوفباو *Aufbau*
مشتق من الكلمة الألمانية *aufbauen*، التي تعني بناء أو ترتيب.

مطويات®
ادمج المعلومات الواردة بهذا القسم في مطويتك.

التأكد من فهم النص ينص مبدأ آوفباو على أن كل إلكترُون يشغل المستوى المتاح الأقل طاقة. وينص مبدأ باولي للاستبعاد على أنه لا يمكن لأكثر من إلكترُونين إشغال فلك واحد في نفس الوقت. كما تقول قاعدة هوند بأن الإلكترُونات المنفردة التي تغزل بنفس الاتجاه يجب أن تشغل كل الأفلاك متساوية الطاقة قبل أن تشغل الإلكترونات الإضافية التي تغزل بشكل معاكس تفس الأفلاك.

مطويات®

بناء نموذج

استغلّ هذا النشاط لمساعدة الطلاب على أن يفهموا كيف أن المستويين الأقل في الطاقة في النيون من طاقة النيون مرتبطين ببعضهما البعض. اجعل الطلاب يعملون في مجموعات لبناء نموذج يعرض الأفلاك الذّرية لذرّة نيون. دعهم يستخدمون نماذج البلاستيك الرغوي لصنع أفلاك النيون 1s، $2p_x$، $2p_y$ و $2p_z$والقضبان المعدنية لربط الأفلاك. دعهم يستخدمون مادة شفافة مثل الشبكة بالنسبة للفلك 2s. اطلب من كل مجموعة أن تعرض نموذجها على بقية الصف. احرص على التذكير بأن المستوى الذرّي الحقيقي ليس لديه حدود واضحة المعالم كما في النموذج. ض م

التعليم التعاوني

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

بما أن الهيدروجين يحتوي على إلكترون واحد، اسأل الطلاب عمّا إذا كانوا يعتقدون أن عدد خطوط الطيف سوف يكون أقلّ أو أكثر في طيف الهيدروجين.

النتائج

طيف النيون الأحمر البرتقالي يحتوي أيضًا على خطوط خضراء. عادة، **3** أو **4** خطوط فقط من الهيدروجين تكون مرئية.

التحليل

1. اكتب الترتيب الإلكترُوني للنيون والهيدروجين.
Ne: $1s^2 2s^2 2p^6$, H: $1s^1$

2. كيف يبدو النيون في حالة الاستثارة؟ في الحالة الأرضية، النيون غاز شفاف لا لون له. في الحالة المستثارة، يشع بلون أحمر – برتقالي.

3. من بين الطيفين اللذين تمت مشاهدتهما، أيهما كانت له خطوط أكثر، الهيدروجين أم النيون؟ اشرح السبب. النيون له خطوط أكثر من الهيدروجين لان إلكتروناته العشرة لديها عدد أكبر من انتقالات الطاقة الممكنة.

التقويم

المهارة اجعل الطلاب يشاهدون أنبوب الاختبار الطيفي المستخدَم لعنصر آخر مثل الزئبق. اطلب منهم التنبؤ إن كانت للزئبق Hg خطوط أكثر من النيون والهيدروجين لأنه يتكون من 80 إلكترونًا. لا. الزئبق Hg لديه خطوط أقل على الطيف المرئي. مع ذلك، توجد عدة خطوط إضافية في طيف الزئبق في طيف الأشعة تحت الحمراء فوق البنفسجية. ض م

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 347 1/30/2017 2:03:03 PM

■ **سؤال الشكل 19 10**

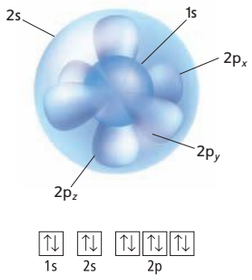
استراتيجية بصرية

الجدول 4 دع الطلاب يكتبون ترتيب إلكتروني يبرز احتلال الأفلاك الخاص بالمستوى الفرعي لذرة الفوسفور 3p. $3p_x^1 3p_y^1 3p_z^1$ المستويات الفرعية 3s و 3p لذرة الكلور. $3s^2 3p_x^2 3p_y^2 3p_z^1$ ض م

تطوير المفاهيم

قاعدة هوند

اطلب من الطلاب أن يتأملوا ثم أن يفسروا التماثل بين قاعدة هوند وسلوك الركاب الغرباء عندما يصعدون إلى حافلة فارغة. يميل الركاب إلى الجلوس في مقاعد منفصلة عن بعضها البعض إلى حين يتم اشغال جميع المقاعد. لا يقدم راكبان على الجلوس في نفس الصف إلا عندما لا يتبقى أي صف من صفوف المقاعد شاغرًا. الوضع مشابه إلى حد بعيد بالنسبة للإلكترُونات حيث إنها تشغل الأفلاك المرتبطة بالمستويات الفرعية. يعرف مبدأ الباص بقاعدة هوند. ض م أ م

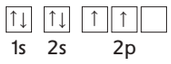


■ **الشكل 19** تداخل أفلاك 1s، 2s، و 2p بذرة النيون.
اذكر **كم عدد الإلكترونات في ذرَّة النيون.**

ترتيب الإلكترونات

يمكنك أن تمثل الترتيب الإلكتروني للذرة مستخدمًا إحدى الطريقتين: مخطط الأفلاك أو ترميز الترتيب الإلكتروني

مخطط الأفلاك: كما ذكرنا من قبل، يمكن تمثيل الإلكترونات في الأفلاك بأسهم في مربعات. يسمى كل مربع برقم الكم الرئيس والمستوى الفرعي المرتبط بالفلك. على سبيل لمثال، يحتوي مخطط الأفلاك لذرة الكربون في الحالة المستقرة الموضح أدناه على إلكترونين في الفلك 1s. وإلكترونين في الفلك 2s. وإلكترون واحد في اثنان من الثلاثة أفلاك المنفصلة 2p. بينما يظل الفلك الثالث 2p غير مشغول.



ترميز الترتيب الإلكتروني يعين ترميز الترتيب الإلكتروني مستوى الطاقة الرئيس ومستوى الطاقة الفرعي المرتبط بكل مستوى من مستويات الذرة ويتضمن رقمًا فوقياً يمثل عدد الإلكترونات في المستوى الفرعي. على سبيل المثال فإن ترميز الترتيب الإلكتروني لذرة الكربون في الحالة الأرضية يكتب على النحو التالي $1s^2 2s^2 2p^2$. ويوضح **الجدول 4** مخططات الأفلاك وترميزات الترتيب الإلكتروني للعناصر الموجودة في الدورات الأولى والثانية من الجدول الدوري. ويوضح الشكل **19** كيف تتداخل الأفلاك 1s، 2s، $2p_x$، $2p_y$، و $2p_z$ التي تم توضيحها سابقًا في الشكل **17** في ذرَّة النيون.

الجدول 4 الترتيب الإلكتروني ومخططات أفلاك العناصر 1–10

العنصر	العدد الذري	مخطط الفلك					رمز الترتيب الإلكتروني
		1s	2s	$2p_x$	$2p_y$	$2p_z$	
الهيدروجين	1	↑					$1s^1$
الهيليوم	2	↓↑					$1s^2$
الليثيوم	3	↓↑	↑				$1s^2\ 2s^1$
البريليوم	4	↓↑	↓↑				$1s^2\ 2s^2$
البورون	5	↓↑	↓↑	↑			$1s^2\ 2s^2\ 2p^1$
الكربون	6	↓↑	↓↑	↑	↑		$1s^2\ 2s^2\ 2p^2$
النيتروجين	7	↓↑	↓↑	↑	↑	↑	$1s^2\ 2s^2\ 2p^3$
الأكسجين	8	↓↑	↓↑	↓↑	↑	↑	$1s^2\ 2s^2\ 2p^4$
الفلور	9	↓↑	↓↑	↓↑	↓↑	↑	$1s^2\ 2s^2\ 2p^5$
النيون	10	↓↑	↓↑	↓↑	↓↑	↓↑	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6$

التدريس المتمايز

الطلاب ذوو الصعوبات ابحث عن طرق لمساعدة هذه الفئة من الطلاب في تعلّم طريقة كتابة ترميز الترتيب الإلِكترُوني. تتمثل إحدى الطرائق في جعل كل منهم يرسم مخطط أوفباو على جهة من جهات ورقة 6 × 4 or 7 × 5 ومخطط المستويات الفرعية على الجهة الأخرى. لتعزيز ثقة الطلاب بأنفسهم دعهم يستخدمون البطاقات خلال التدريب على كتابة الترتيب الإلكترُوني للعناصر المختلفة. أ م

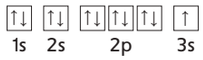
McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة
McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 348 1/30/2017 2:03:03 PM

لاحظ أن ترميز الترتيب الإلكتروني لا يظهر عادة توزيع الإلكترونات على الأفلاك المتعلقة بالمستوى الفرعي. ولكن ذلك يكون مفهوم من الترتيب الإلكتروني . فالنيتروجين $2p^3$ يُمثِّل اشغال $2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$.

بالنسبة للصوديوم، تشغل الإلكترونات العشرة الأولى أفلاك 1s, 2s, 2p. ثم يشغل الإلكترون الحادي عشر الفلك 3s بحسب تسلسل أوفباو. يكتب ترميز الترتيب الإلكتروني للصوديوم ومخطط أفلاك له كالتالي

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$



ترميز الغاز النبيل: طريقة لتمثيل الترتيب الإلكتروني بترميز الغاز النبيل. الغازات النبيلة هي عناصر في العمود الأخير في الجدول الدوري. وتشتمل على ثمانية إلكترونات (ما عدا الهيليوم) في مستواها الخارجي وهي مستقرة. ستعرف المزيد عن الغازات النبيلة في الوحدات اللاحقة. ترميز الغاز النبيل يستخدم الرموز ذات الأقواس. على سبيل المثال. **[He]** يمثل توزيع إلكترونات الهيليوم، $1s^2$، و**[Ne]** يمثل الترتيب الإلكتروني للنيون، $1s^2 2s^2 2p^6$. قارن بين توزيع إلكترونات النيون والصوديوم أعلاه. لاحظ أن توزيع المستويات الداخلية للصوديوم مشابه للتوزيع الإلكتروني للنيون. باستخدام ترميز الغاز النبيل. يمكن اختصار الترميز الإلكتروني للصوديوم ليصبح **$[Ne]3s^1$**. يمكن تمثيل الترميز الإلكتروني للعنصر باستخدام ترميز الغاز النبيل للغازات النبيلة في الدورة السابقة والترتيب الإلكتروني للأفلاك الإضافية التي يتم ملأها. يرد الترتيب الإلكتروني والمختصر (باستخدام ترميز الغاز النبيل) لعناصر الدورة **3** في الجدول **5**.

التأكد من فهم النص: **اشرح** كيف يتم كتابة ترميز الغاز النبيل للعنصر. ما هو ترميز الغاز النبيل للكالسيوم؟

الجدول 5 الترتيب الإلكتروني للعناصر 11-18

العنصر	العدد الذري	الترتيب الإلكتروني الكامل	الترتيب الإلكتروني باستخدام ترميز الغاز النبيل
الصوديوم	11	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	$[Ne]3s^1$
مغنيسيوم	12	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$	$[Ne]3s^2$
ألمنيوم	13	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$	$[Ne]3s^2 3p^1$
السليكون	14	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$	$[Ne]3s^2 3p^2$
الفوسفور	15	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$	$[Ne]3s^2 3p^3$
الكبريت	16	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$	$[Ne]3s^2 3p^4$
الكلور	17	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$	$[Ne]3s^2 3p^5$
الأرجون	18	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$	$[Ne]3s^2 3p^6$ أو $[Ar]$

المفردات

الاستخدام العلمي مقابل الاستخدام العام

الدورة

الاستخدام العلمي: صف أفقي من العناصر في الجدول الدوري الحالي يوجد سبع دورات في الجدول الدوري الحالي.

الاستخدام العام: فترة من الوقت تحددها بعض الظواهر المتكررة

دورة مدار الأرض هي عام واحد.

التقويم

المعرفة اطلب إلى الطلاب أن يسجلوا أنماط الترتيب الإلكترُوني وأن يقوموا بإنشاء نموذجَي ترميز المستويات والتمثيل النقطي للإلكترُونات لكافة العناصر في الدورة الثالثة من الجدول الدوري للعناصر. ض م

خلفية عن المحتوى

مزيد من الاستثناءات في الترتيبات المتوقعة يزداد عدد الحالات الشاذة عن الترتيبات الإلكترُونية المتوقعة في الحالة الدنيا (حالة الاستقرار) بين العناصر الانتقالية في الدورتين 5 و6. الدورة 5: نيوبيوم، $[Kr]5s^1 4d^4$ ؛ موليبدينم، $[Kr]5s^1 4d^5$ ؛ روثينوم، $[Kr]5s^1 4d^7$؛ روديوم، $[Kr]5s^1 4d^8$ ؛ بالاديوم، $[Kr]4d^{10}$ ؛ فضة، $[Kr]5s^1 4d^{10}$. الدورة 6: لانثانوم، $[Xe]6s^2 4f^0 5d^1$ ؛ بلاتينيوم، $[Xe]6s^1 4f^{14} 5d^9$ ؛ ذهب، $[Xe]6s^1 4f^{14} 5d^{10}$.

التأكد من فهم النص يستخدم ترميز الغازات النبيلة رموزا بين قوسين للغاز النبيل في الدورة السابقة متبوعة بالتوزيع الإلكترُوني للمستويات الإضافية التي يتم ملؤها. Ca: $[Ar]4s^2$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التنوّع الثقافي

إعداد الألعاب النارية إشرح للطلاب بأن الصينيين هم على الأرجح أوّل من استخدم الألعاب النارية حوالي القرن الثاني قبل الميلاد. بعد اختراع البارود المتفجر الاسود، والذي أطلقوا عليه تسمية غانغ باو، قام الصينيون بتطوير "مفرقعات" البارود الأسود التي تنتج انفجارات مدوّية. ويعتقد معظم العلماء بأن الصينيين استخدموا المفرقعات لإخافة الأرواح الشريرة وطردها وكذلك للاحتفال بمناسبات الأعراس والمواليد والانتصارات في المعارك وكسوف القمر. ازداد الاهتمام بالألعاب النارية وازدانت بمزيد من الألوان مع حلول العام 1830 حين قام خبراء الألعاب النارية بإضافة مادة كلوريد البوتاسيوم إلى المزيج. أضاف كلوريد البوتاسيوم مزيدًا من الأكسجين للتفاعل الكيميائي، مما جعل الاحتراق أكثر سرعة ودرجة الحرارة أكثر ارتفاعًا. وهذا مكّن الإيطاليين من ضمّ مركّبات غير عضوية متنوعة قابلة للاحتراق في درجات حرارة مرتفعة تولّد ألوانا بديعة. ألوان الألعاب النارية ناجمة عن انتقالات الإلكترونات بين مستويات طاقة داخل ذرات الفلزات المكونة لهذه المركّبات اللاعضوية.

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 349 1/30/2017 2:03:03 PM

تعزيز المعارف

تسلسل مستويات الطاقة

أوضِح لطلابك أن بعض الكتب المدرسية والمراجع والجداول الدورية تُظهِر الترتيبات الإلِكترُونية مكتوبة في صورة تسلسل مستويات الطاقة وليس في صورة تسلسل أوفباو. احرص على التأكيد على أنّ استخدام تسلسل مستويات الطاقة لرسم الترتيب الإلِكترُوني لا يعني أن تسلسل أوفباو أصبح باطلًا.

تطبيق

21. a. $[Ar]4s^2 3d^{10} 4p^5$
b. $[Kr]5s^2$
c. $[Kr]5s^2 4d^{10} 5p^3$
d. $[Xe]6s^2 4f^{14} 5d^5$
e. $[Xe]6s^2 4f^9$
f. $[Ar]4s^2 3d^2$

22. 5 ؛ 11

23. 6

24. انديوم

25. $[Xe]6s^2$؛ باريوم

استراتيجية حل المسائل

تطبيق الاستراتيجية

$[Kr]5s^2 4d^2$

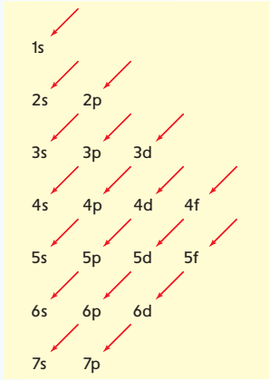
استثناءات للترتيبات الإلكترونية المتوقعة: يمكنك استخدام مخطط أوفباو لكتابة التوزيعات الإلكترونية الصحيحة في الحالة المستقرة لكل العناصر وصولًا إلى الفناديوم ذو العدد الذري 23 ومتضمنة له أيضًا. ومع ذلك، إذا كنت ستستمر بهذه الطريقة، سيكون توزيعك للكروم، $[Ar]4s^2 3d^4$، وللنحاس، $[Ar]4s^2 3d^9$، غير صحيح. والتوزيع الصحيح لهذين العنصرين هو $[Ar]4s^1 3d^5$ للكروم و $[Ar]4s^1 3d^{10}$للنحاس .الترتيب الإلكتروني لهذين العنصرين، وأيضًا لعناصر أخرى يوضح زيادة حالة الاستقرار عندما يكون المستوى الفرعي d ممتلئ أو نصف ممتلئ.

استراتيجية حل المسائل

ملء الأفلاك الذرية

عن طريق رسم مخطط مستويات فرعية واتباع الأسهم يمكنك كتابة الترتيب الإلكتروني في الحالة المستقرة لأي عنصر كيميائي.

1. ارسم مخطط للمستويات الفرعية على قطعة ورق بيضاء.
2. حدد عدد الإلكترونات في ذرة واحدة من عنصر تقوم بكتابة الترتيب الإلكتروني له. عدد الإلكترونات في ذرة متعادلة هو العدد الذري للعنصر.
3. بدءًا من 1s، اكتب تسلسل أوفباو للمستويات الفرعية عن طريق اتباع الأسهم المائلة من أعلى مخطط المستوى الفرعي حتى الأسفل. عندما تكمل خطاً واحداً من الأسهم، تحرك يمينًا لبداية السطر التالي من الأسهم. أثناء قيامك بذلك، أضف أرقامًا فوقية تشير لأعداد الإلكترونات في كل مستوى فرعي. استمر حتى يكون لديك مستويات فرعية كافية لتتسع لإجمالي عدد الإلكترونات في ذرة واحدة من العنصر
4. طبّق ترميز الغاز النبيل.



يوضح مخطط المستوى الفرعي الترتيب الذي تملأ به المستويات عادة

طبّق الاستراتيجية

اكتب الترتيب الإلكتروني في الحالة المستقرة لعنصر الزيركونيوم.

تطبيق

21. اكتب الترتيب الإلكتروني في الحالة المستقرة للعناصر التالية:
a. البروم (Br)
b. السترونشيوم(Sr)
c. الأنتيمون (Sb)
d. الرينيوم (Re)
e. التربيوم (Tb)
f. التيتانيوم(Ti)

22. تمتلك ذرة الكلور في حالتها المستقرة سبعة إلكترونات في أفلاك ترتبط بمستوى الطاقة الثالث للذرة. كم عدد الإلكترونات التي تشغل أفلاك p من الإلكترونات السبعة؟ كم عدد الإلكترونات التي تشغل أفلاك p في ذرة الكلور من الإلكترونات السبعة عشر؟

23. حين تتفاعل ذرة كبريت مع ذرات أخرى، تشترك إلكترونات في الأفلاك المتعلقة بمستوى الطاقة الثالث للذرة. كم عدد الإلكترونات في ذرة عنصر الكبريت؟

24. الترتيب الإلكتروني لأحد العناصر هو $[Kr]5s^2 4d^{10} 5p^1$. وهو من أشباه الموصلات ويستخدم في عدة سبائك. ما هذا العنصر؟

25. **تحدي** في الحالة المستقرة، تحتوي ذرة عنصر على إلكترونين في مستوى الطاقة الأعلى حيث $n = 6$. باستخدام ترميز الغاز النبيل، اكتب الترتيب الإلكتروني لهذا العنصر وحدد العنصر.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التدريس المتمايز

ضعاف البصر اصنع أو اشتر نماذج لمستويات s و p من البوليسترين أو المعجون. دع الطلاب ضعاف البصر يتحسسون النماذج ويرسمون محيطها الخارجي للحصول على فكرة أفضل عن أشكالها واتجاهاتها. أ م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 350 1/30/2017 2:03:03 PM

إلكترونات التكافؤ

الكترونات محددة فقط تسمى إلكترونات التكافؤ هي التي تحدد الخصائص الكيميائية للعنصر. تعرف **إلكترونات التكافؤ** بأنها الإلكترونات الموجودة بالأفلاك الخارجية للذرة. فهي تلك الأفلاك المرتبطة بأعلى مستوى طاقة رئيس بوجه عام. على سبيل المثال، تحتوي ذرة الكبريت على 16 إلكترونًا، ستة منها فقط تشغل الأفلاك الخارجية 3s و3p كما يظهر في الترتيب الإلكتروني للكبريت. للكبريت ستة إلكترونات تكافؤ.

$$S \quad [Ne]3s^2 3p^4$$

وبالمثل، برغم احتواء ذرة السيزيوم على 55 إلكترونًا، فلها إلكترون تكافؤ واحد فقط. إلكترون 6s الموضح في الترتيب الإلكتروني للسيزيوم.

$$Cs \quad [Xe]6s^1$$

الترميز النقطي للإلكترون نظرًا لاشتراك إلكترونات التكافؤ في تشكيل روابط كيميائية، غالبًا ما يمثل الكيميائيون إلكترونات التكافؤ باستخدام طريقة مختصرة بسيطة تسمى الترميز النقطي للإلكترون. يتكون **الترميز النقطي للإلكترون** للذرة من رمز العنصر الذي يمثل النواة وإلكترونات مستويات الطاقة الداخلية، التي تحيط بها نقاط تمثل كل إلكترونات التكافؤ للذرة. ابتكر الكيميائي الأمريكي لويس (1875-1946) الطريقة أثناء إلقائه محاضرة كيمياء بالكلية عام 1902.

عند كتابة الترميز النقطي للإلكترون لذرة، توضع النقاط التي تمثل إلكترونات التكافؤ كل نقطة على الجوانب الأربعة للرمز (من الممكن وضعها بأي تسلسل) ثم يتم جمعها في أزواج حتى تظهر جميعها. يرد الترتيب الإلكتروني في الحالة المستقرة والترميز النقطي للإلكترون للعناصر في الدورة الثانية في الجدول 6.

الجدول 6 **الترتيب الإلكتروني والترميز النقطي للإلكترون**

العنصر	العدد الذري	الترتيب الإلكتروني	والترميز النقطي للإلكترون
الليثيوم	3	$1s^2 2s^1$	Li·
البريليوم	4	$1s^2 2s^2$	·Be·
البورون	5	$1s^2 2s^2 2p^1$	·Ḃ·
الكربون	6	$1s^2 2s^2 2p^2$	·Ċ·
النيتروجين	7	$1s^2 2s^2 2p^3$	·Ṅ·
الأكسجين	8	$1s^2 2s^2 2p^4$	:Ö·
الفلور	9	$1s^2 2s^2 2p^5$	:F̈·
النيون	10	$1s^2 2s^2 2p^6$	:N̈e:

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

استخدام المصطلح العلمي

التكافؤ: اشرح للطلاب أن بعض الكُتب والمراجع تستخدم مصطلح التكافؤ بدلًا من رقم التأكسد.على سبيل المثال، قد تشير بعض الكتب إلى أن للأكسجين رقم تكافؤ هو 2−.

خلفية الدرس

إلِكترُونات التكافؤ

اشرح للطلاب أن بعض إلكترونات المستوى الداخلي d تعتبر في أحيان كثيرة إلِكترُونات تكافؤ بالنسبة للعناصر الانتقالية. على سبيل المثال، رغم أن ذرة الحديد لا تحوي سوى إلِكترُونين في المستوى 4s، فإنه عادة ما يتدخل إلِكترُون إضافي مرتبط بأحد أفلاك 3d في عملية الترابط. وفي ذرة المنغنيز يمكن أن يتدخل خمسة إلِكترُونات 3d في عملية الترابط.

دفتر الكيمياء

نظام شمسي آخر- ماذا لو؟

اطلب إلى الطلاب كتابة مقالات لإدراجها في كراساتهم يتطرقون فيها لفكرة السفر إلى كوكب يقع في نظام شمسي آخر وذلك على متن مركبة فضائية. يكتشفون في هذا النظام الشمسي الجديد أن كل فلك للمواد الصلبة والسائلة والغازية يمكن أن يحتوي على ثلاثة إلِكترُونات بدلًا من اثنين فقط. يجب أن ينصبّ تفكيرهم على خصائص العناصر على هذا الكوكب الجديد. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 351 1/30/2017 2:03:03 PM

مثال 3

مثال

الترميز النقطي للإلكترون: تحتوي بعض أنواع معجون الأسنان على فلوريد القصديروز، وهو مركب مكون من القصدير والفلور. ما الترميز النقطي للإلكترون لعنصر القصدير؟

1 حلّل المسألة

ارجع للجدول الدوري وحدد العدد الكلي للإلكترونات في ذرة القصدير. اكتب الترتيب الإلكتروني للقصدير وحدد عدد إلكترونات التكافؤ به. ثم استعن بقواعد الترميز النقطي للإلكترون لرسم الترميز النقطي للإلكترون للقصدير.

2 أوجد القيمة المجهولة

العدد الذري للقصدير هو 50 وبالتالي للقصدير 50 إلكترونًا.

$[Kr]5s^24d^{10}5p^2$

اكتب الترتيب الإلكتروني للقصدير مستخدمًا ترميز الغاز الخامل. أقرب غاز خامل هو Kr.

الإلكترونات في 5s و5p (الإلكترونات في الأفلاك المرتبطة بأعلى مستوى طاقة الرئيس) تمثل إلكترونات التكافؤ الأربعة للقصدير. ارسم إلكترونات التكافؤ الأربعة حول الرمز الكيميائي للقصدير (Sn) لتوضح الترميز النقطي للإلكترون. ·Sn·

3 تقييم الإجابة

تم استخدام الرمز الصحيح لـ (Sn) وتم تطبيق قواعد رسم الترميز النقطي للإلكترون بشكل صحيح.

تطبيق

تطبيق

26. ارسم الترميز النقطي للإلكترون لذرات العناصر الآتية:

a. المغنيسيوم Mg **b.** الثاليوم Tl **c.** الزينون Xe

27. ذرة أحد العناصر تحتوي على 13 إلكترونًا. ما العنصر وما هو عدد الإلكترونات الموضحة في الترميز النقطي للإلكترون؟

28. تحدي عنصر يكون في الحالة الصلبة في درجة حرارة الغرفة وفي الضغط الجوي العادي ويوجد في أحجار الزمرد الكريمة. ويعرف بأنه أحد العناصر الآتية: الكربون، الجرمانيوم، الكبريت، السيزيوم، البريليوم أو الأرجون. حدد العنصر بناء على الترميز النقطي للإلكترون على اليسار.

·X·

مراجعة القسم 3

ملخص القسم

- يسمى ترتيب الإلكترونات في الذرّة باسم الترتيب الإلكتروني للذرة.
- يتحدد الترتيب الإلكتروني للذرة بمبدأ أوفباو ومبدأ استبعاد باولي وقاعدة هوند.
- إلكترونات التكافؤ للعنصر تحدد خصائصة الكيميائية.
- يمكن تمثيل الترتيب الإلكتروني باستخدام مخطط الأفلاك وترميز الترتيب الإلكتروني والترميز النقطي للإلكترون.

29. الفكرة الرئيسة طبق كلاً من مبدأ باولي للاستبعاد ومبدأ أوفباو وقاعدة هوند لكتابة الترتيب الإلكتروني وارسم مخطط الفلك لكل عنصر من العناصر الآتية:

a. السيليكون **b.** الفلور **c.** الكالسيوم **d.** الكريبتون

30. عرّف إلكترونات التكافؤ.

31. وضح التسلسل الذي تشغل به الأفلاك المرتبطة بالمستوى الفرعي **d** لذرة ما بعشرة إلكترونات.

32. توسع في تسلسل أوفباو في عنصر ما لم يتم التعرف عليه ولكن ذراته تملأ أفلاك 7p تمامًا. كم عدد الإلكترونات في ذرة هذا العنصر؟ اكتب الترتيب الإلكتروني مستخدمًا ترميز الغاز النبيل، علمًا أن الغاز النبيل السابق له هو الرادون.

33. تفسير الرسوم العلمية أي ترميز نقطي للإلكترون هو الصحيح لذرة السلينيوم؟ فسر إجابتك.

·Se· Se :Se· ·S·

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

مثال داخل الصف

اسأل كم إلكترونًا يظهر في الترميز النقطي للإلكترونات لذرات الليثيوم والبوتاسيوم؟ وذرّات الفلور واليود؟ وذرّات البورون والثاليوم؟

إجابة لدى كلّ من ذرّة الليثيوم وذرّة البوتاسيوم نقطة واحدة. ولكل ذرة من الفلور واليود سبع نقاط. لدى كلّ من ذرّة البورون و ذرّة الثاليوم ثلاث نقاط.

تطبيق

26. مغنيسيوم نقطة واحدة ، الثاليوم 3 نقاط ،الزينون 8 نقاط.

27. الألمنيوم، 3 إلكترُونات

28. بيريليوم

3 التقويم

التأكد من الفهم

اطلب إلى الطلاب التنبؤ بالعدد الأقصى للإلكترُونات التي يمكن أن توجد في في المستويات الفرعية المرتبطة بالمستويين الرابع والخامس للطاقة في احدى الذرات – مع الافتراض بأن ثمّة عنصرًا موجودًا يحتوي على عدد كاف من الإلكترُونات. قدم للطلاب المعادلة $2n^2$، التي يمكن استخدامها لحساب عدد الإلكترُونات المرتبطة بكل قيمة من n.

32 و 50 إلكترُون، على التوالي ض م

إعادة التدريس

دع الطلاب يرسمون التمثيل النقطي للإلكترونات للسترانشيوم. يتضمن التمثيل النقطي الرمز Sr مع نقطتين. اسأل عمّا تمثّله النقطتان. تمثل النقطتان الإلكترُونين داخل المحيط الخارجي 5s لذرّة السترونشيوم. ثم اسأل عن الأمر الذي لا يبيّنه التمثيل النقطي للإلكترُونات بشأن إلكترُونات ذرّة السترونشيوم. هو لا يبين أي مستوى يحتوي على إلكترُونين ولا يعطي أي معلومات عن إلكترُونات المستويات الداخلية لذرة السترونشيوم.

ض م

التوسّع

اطلب إلى الطلاب التعرف على العناصر التي لديها الترتيب الإلكترُوني التالي في حالة الاستقرار. $[Ar]4s^2\ 3d^5$ منغنيز $[Xe]6s^2\ 4f^{14}\ 5d^{10}\ 6p^3$ بزموث ض م

مراجعة القسم 3

29.

a. $Si\ 1s^22s^22p^63s^23p^2$

b. $F\ 1s^22s^22p^5$

c. $Ca\ 1s^22s^22p^63s^23p^64s^2$

d. $Kr:\ 1s^22s^22p^63s^23p^64s^23d^{10}4p^6$

30. الإلكترُونات في المستوى الخارجي للذرة.

31. الإلكترُونات المنفردة التي تدور بنفس الاتجاه يحتل كل منها فلك متساويًا مع الآخرين من حيث الطاقة قبل أن تشغل إلكترونات تغزل في الاتجاه المعاكس الفلك نفسه.

32. 118 إلكترونًا. $[Rn]7s^25f^{14}6d^{10}7p^6$

33. a صحيح، تبين 4 إلكترونات في المستوى الخارجي b، تبين 7 إلكترونات في المستوى الخارجي c، d فيها رمز خطأ.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 352 1/30/2017 2:03:04 PM

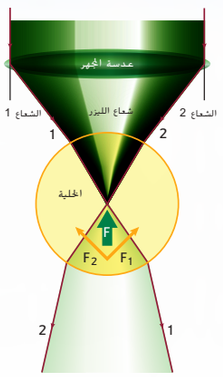
الكيمياء والصحة

الملاقط الدقيقة

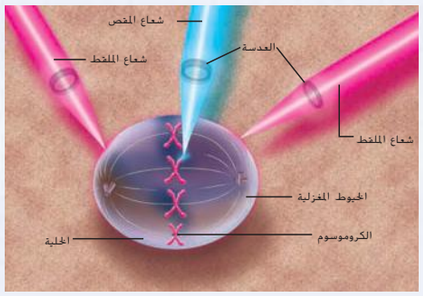
بالنظر عبر ميكروسكوب، يمكن لعالم أحياء خلوية أن يمسك خلية واحدة بالملقط. ولكن ليس الملقط الذي قد نراه في خزانة طبية. هذا الملقط مصنوع من أشعة ليزر ويمكنه أن يحمل أشياء دقيقة للغاية مثل الخلايا وحتى الذرات المفردة.

قد تكون على علم بأن أشعة الليزر يمكن استخدامها لقطع الأشياء. تستخدم "مقصات" الليزر في بعض العمليات الجراحية. ولكن من المثير للدهشة أن أشعة الليزر يمكنها أن تحتجز الخلايا الحية وبعض الأجسام المجهرية الأخرى ضمن أشعتها دون أن تصيبها بأي أضرار. كيف يمكن لأشعة من الضوء أن تحافظ على بقاء الأشياء في مكانها؟

الإمساك عن طريق الضوء حين تمر أشعة الضوء عبر خلية فإنها تغير اتجاهها بدرجة طفيفة. ويشبه هذا الأمر طريقة انثناء الأشعة عندما تمر خلال الماء في حوض ماء. حين تنثني أشعة الضوء فإنها تنتج قوة. الأجسام الكبيرة، مثل أحواض الماء تكون ذات كتلة هائلة بحيث يصعب أن تتأثر بهذه القوة الضئيلة. ولكن الخلايا الضئيلة تتأثر بهذه القوة. إذا وضعت أشعة الضوء بطريقة صحيحة فإنه يمكنها الاحتفاظ بالجسم الصغير في مكانه، كما يتضح في **الشكل 1**.



الشكل 1: أشعة الضوء في شعاع الليزر تنحني أثناء مرورها عبر أغشية الخلية. ينتج عن انحناء أشعة الضوء قوى على الخلية هذه القوى مجتمعة تحافظ على بقاء الخلية في مكانها.



الشكل 2: العضيات التي توجد في الخلايا الحية يمكن أن تصل إليها أصغر أجهزة الليزر.

أشعة الليزر والسرطان إذاً فيم يستخدم العلماء هذه الملاقط الدقيقة؟ يستخدمها مجموعة من العلماء في دراسة عضيات الخلية. وهم يدرسون القوى الناتجة عن الخيوط المغزلية أي تجميع الأنابيب الدقيقة التي تنسق تقسيم الخلايا. هذه الخيوط المغزلية توجه الكروموسومات المستنسخة للجهات المقابلة بالخليةوهو أحد الأدوار الرئيسية في انقسام الخلية. ومع ذلك، لا يعرف العلماء تمامًا كيف تؤدي هذه الخيوط المغزلية هذه الوظيفة.

تستخدم مقصات الليزر لقطع أجزاء من الكروموسومات أثناء انقسام الخلية. ثم استخدمت ملاقط الليزر بعد ذلك لتحريك هذه القطع حول الخلية والخيوط المغزلية كما يتضح في **الشكل 2**. بمعرفة القوة التي تلتقط بها هذه الملاقط الكروموسومات، يمكن للعلماء قياس القوة المضادة التي تبذلها الخيوط المغزلية. يأمل العلماء بأن تساعدهم معرفة أداء الخيوط المغزلية لوظيفتها أثناء انقسام الخلية في معرفة المزيد عن الأمراض المتعلقة بانقسام الخلية، مثل السرطان–وهو مرض تنقسم فيه الخلية بطريقة غير خاضعة للتحكم.

الكتابة في علم الكيمياء

أشعة الليزر يمكن العثور على أشعة الليزر في أماكن متعددة ومتنوعة ضمن حياتنا اليومية. قم بالبحث في الأنواع المختلفة لأشعة الليزر التي قد تصادفها في حياتك اليومية واكتشف ما نوع الضوء الذي يستخدمه كل جهاز من أجهزة الليزر. لخص نتائج بحثك في عرض تقديمي.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الهدف

سيتعلّم الطلاب كيف يمكن استخدام الليزر كملقط ومقصّ مجهري في العمليات الجراحية الدقيقة جدًا.

الخلفية

المصطلح "ليزر" هو اختصار لعبارة "تضخيم الضوء بواسطة انبعاث الإشعاع المحرّض". يمكن لضوء الليزر أن يتباين مع غيره من أنواع الضوء الملونة، مثل الضوء المنبعث من مصابيح النيون. في شعاع الليزر، كافة أجزاء الضوء (وتدعى الفوتونات) لها طول موجي متساو (يحدد طول الموجة لون الضوء) وهي في توافق بعضها مع بعض. هذه الخاصية، التي تدعى الترابط، هي الفارق الجوهري بين ضوء الليزر ومصادر الضوء الأخرى.

استراتيجيات التدريس

قم بإنشاء نماذج تحاكي أحجام الخلية والجزيء والذرّة كتمرين صفّي. على سبيل المثال، إذا كانت الذرّة بحجم نقطة، قطرها 1 cm، فإن قطر جزيء حبة سكر سيبلغ حوالي 10 cm وسيكون متوسط عرض خلية بشرية قرابة 200,000 cm (2km). قد تدفع مثل هذه المقارنة الطلاب للاعتقاد بأن الخلايا شاسعة، في حين تظهر أن الذرّات متناهية الصّغر. تبعا لنفس هذا المقياس، سوف يكون طول الإنسان قرابة 150,000 km، أي ما يقارب نصف المسافة الفاصلة بين الأرض والقمر.

الكتابة في الكيمياء

تلخيص من بين الأمثلة التي قد يذكرها الطلاب عن استخدامات الليزر في الحياة اليومية: ماسحات الليزر الضوئية الموجودة في المحلات التجارية والمكتبات لقراءة ثمن السلعة، ومشغّلات الأقراص المضغوطة والمدمجة، وأجهزة التأشير بالليزر. بالإضافة إلى استخدام ضباط الشرطة لأشعة الليزر تحت الحمراء غير المرئية لمراقبة الإفراط في السرعة من قبل السائقين بدلًا من أجهزة الرادار.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 353 1/30/2017 2:03:05 PM

مختبر الكيمياء

التحضيرات

الوقت المخصص حصة واحدة

المهارات العملية

قارن وميّز وتنبأ وفكّر تفكيرًا ناقدًا، و صنّف، و لاحظ واستدلّ ورتّب وفق تسلسل منطقي

احتياطات السلامة ناقش احتياطات السلامة لهذه التجربة قبل بداية العمل. لا تدع الطلاب يتعاملون مع إمدادات الكهربائية للطيف أو الأنابيب. نبّه الطلاب إلى عدم لمس أنابيب الطيف الغازية خلال الاستخدام لأنها تكون ساخنة جدًا ويمكن أن تتسبب في حروق. الزم الحذر بالقرب من الإمدادات الكهربائية للطيف، حيث إنها تشكّل خطرًا للتعرض للصدمات الكهربائية. استخدم المقابس الحائطية المحمية بدوائر مأرضة فقط.

التخلص من النفايات يمكن إعادة استخدام الرواسب المتخثرة لمحاليل تلوين الطعام.

تحضير المواد

- قم بإعداد مآخذ الضوء مع المصابيح قبل بداية الحصة وأوصلها بالكهرباء.
- قم بإعداد إمدادات الطيف الكهربائية والأنابيب قبل الحصة.

الخطوات الإجرائية

- دع عدة مجموعات من الطلاب يبدأون في مراقبة أنابيب التفريغ أولا حتى لا يصبح المكان مزدحما في نهاية الحصة.
- استخدام Flinn C-Spectra أسهل بكثير من استخدام مقياس الطيف لمشاهدة الأطياف.
- يمكن استعارة أنابيب التفريغ الغازية وإمداداتها الكهربائية من مختبر الفيزياء.

التحليل والخلاصة

1. في أي وقت محدد، يحتلّ الإلكترُون الواحد مستوى واحدًا فقط. غير أنه يمكن أن ينتقل إلى مستوى من المستويات الشاغرة الأخرى عندما ترسل الذرة الطاقة أو تمتصها.
2. ينتج لون محلول معين من لون الضوء الذي يرسله. يتم امتصاص الألوان التي لم يتم إرسالها، وهذه الألوان تكوّن طيف الامتصاص.
3. لكل عنصر طيف مميّز وبالتالي، فإن وجود طيف ذرّي فريد يشير إلى وجود هذه العنصر.
4. ستتنوع الإجابات

التوسع في الاستقصاء

ستتنوّع الإجابات.

McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة © حقوق الطبع والتأليف

تجربة كيميائية

تحليل الأطياف الخطية

الخلفية: **تنتج أطياف الانبعاثات حين تعود الذرات المثارة إلى حالة أكثر استقرارًا عن طريق انبعاث إشعاع ذو أطوال موجية محددة منها. حين يمر الضوء الأبيض عبر عينة ما، تمتص الذرات في هذه العينة أطوال موجية محددة. ينتج عن ذلك خطوط داكنة في الطيف المستمر للضوء الأبيض ويسمى طيف الامتصاص.**

السؤال: ما هي أطياف الامتصاص والانبعاث التي تنتجها المواد المختلفة؟

المواد

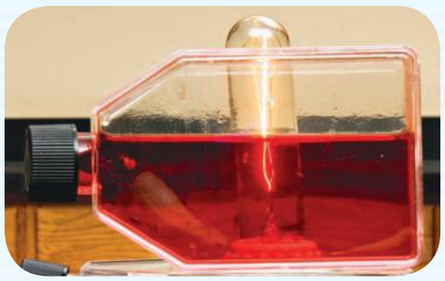
حامل حلقي مع مشبك
مصباح أنبوبي 40w
قابس ضوء مع سلك كهرباء أرضي
قارورة سعة 275mL من البوليسترين
مطياف Flinn C-Spectra® أو شبكة حيود شبيهة
ألوان طعام باللون الأحمر والأخضر والأزرق والأصفر
مجموعة أقلام تلوين
أنابيب المطياف (الهيدروجين والنيون والصوديوم)
مصدر طاقة لأنبوب المطياف (3)

احتياطات السلامة

تحذير: توخ الحذر حول مصادر الطاقة الخاصة بأنبوب المطياف. ستصبح أنابيب المطياف ساخنة عند الاستخدام.

الإجراء

1. اقرأ تعليمات السلامة المتعلقة بهذه التجربة قبل بدء العمل
2. استخدم مطياف من نوع Flinn C-Spectra® أو أي شبكة حيود شبيهة لرؤية مصباح ضوء ساطع. ارسم الأطياف التي شاهدتها باستخدام أقلام التلوين.
3. استخدم مطياف Flinn C-Spectra® لرؤية أطياف الانبعاثات الناتجة عن أنابيب هيدروجين ونيون وصوديوم على هيئة غازات. استخدم أقلام التلوين لرسم الأطياف التي لاحظتها.
4. املأ قارورة بحوالي 100 mL من الماء. أضف نقطتان أو ثلاث نقاط من لون الطعام الأحمر للماء. رج المحلول.
5. كرر الخطوة 4 مع ألوان الطعام الخضراء والزرقاء والصفراء.
6. جهز مصباح الإضاءة ذو الـ40 w بحيث يصبح على مستوى العين. ضع القارورة ذات لون الطعام الأحمر على بُعد 8 cm تقريبًا من المصباح حتى تستطيع رؤية الضوء من المصباح أعلى المحلول والضوء الناتج من المصباح الساقط عبر المحلول.



7. مع تعتيم ضوء الغرفة، شاهد الضوء باستخدام مطياف من نوع Flinn C-Spectra®. الطيف العلوي الذي ستتم مشاهدته سيكون طيفًا ناتجًا عن ضوء المصباح الأبيض. الطيف السفلي سيكون طيف الامتصاص للمحلول الأحمر. استخدم أقلام التلوين لصنع لوحة لأطياف الامتصاص التي رأيتها.
8. كرر الخطوتين 6 و7 مع المحاليل الخضراء والزرقاء والصفراء.
9. **عملية التنظيف والتخلص من الأدوات** أطفئ النور ومصادر طاقة أنبوب المطياف. انتظر عدة دقائق حتى يبرد المصباح وأنابيب المطياف. تخلص من السوائل واحتفظ بالمصباح وأنابيب المطياف حسب توجيهات معلمك.

حلّل واستنتج

1. **التفكير الناقد:** كيف يمكن لإلكترون واحد في ذرّة الهيدروجين أن ينتج كل هذه الخطوط التي نراها في طيف الانبعاث؟
2. **تنبأ:** كيف يمكنك أن تتنبأ بطيف الامتصاص لمحلول عن طريق النظر للونه؟
3. **طبّق** كيف يمكن استخدام الأطياف للتعرف على وجود عناصر محددة في مادة ما؟
4. **تحليل الخطأ** حدد مصدر خطأ محتمل لهذه التجربة. اختر أحد العناصر التي لاحظتها وقم بعمل بحث عن طيف الامتصاص الخاص بها. قارن النتائج التي توصلت إليها مع نتائج تجربتك.

التوسع في الاستقصاء

ضع فرضية ما الذي سيحدث إذا مزجت أكثر من لون طعام واحد بالماء وقمت بتكرار التجربة؟ صمم تجربة لاختبار فرضيتك

McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة © حقوق الطبع والتأليف

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 354 1/30/2017 2:03:06 PM

الفكرة الرئيسة تتميز ذرات كل عنصر بترتيب فريد للإلكترونات.

القسم 1 الضوء والطاقة الكمية

الفكرة الرئيسة الضوء هو أحد أشكال الإشعاع الكهرومغناطيسي وله خصائص كل من الموجات والجسيمات.

- تعرف كافة الموجات بأطوالها الموجية وترددائها وسعتها وسرعاتها.

$$c = \lambda\nu$$

- تنتقل كافة الموجات الكهرومغناطيسية بسرعة الضوء في الفراغ.
- كافة الموجات الكهرومغناطيسية لديها خصائص موجية وخصائص مادية.
- ينبعث من المادة طاقة كما تمتص طاقة بكميات محددة.

$$E_{\text{الكم}} = h\nu$$

- ينتج عن الضوء الأبيض طيف مستمر. يتكون طيف الانبعاث لعنصر ما من سلسلة من الخطوط المنفصلة والملونة.

المفردات
- الإشعاع الكهرومغناطيسي
- طول الموجة
- التردد
- سعة الموجة
- الطيف الكهرومغناطيسي
- الكم
- ثابت بلانك
- التأثير الكهروضوئي
- الفوتون
- طيف الانبعاث الذري

القسم 2 نظرية الكم والذرة

الفكرة الرئيسة تساعد الخصائص الموجية للإلكترونات على الربط بين طيف الانبعاث الذري وطاقة الذرة ومستويات الطاقة الذرية.

- يعزي نموذج بور الذري طيف انبعاث الهيدروجين للإلكترونات التي تسقط من مدارات طاقة أعلى إلى مدارات طاقة سفلية.

$$\Delta E = E_{\text{مدار طاقة أعلى}} - E_{\text{مدار طاقة منخفض}} = E_{\text{الفوتون}} = h\nu$$

- تربط معادلة دي بروغلي الطول الموجي للجسيم بكتلته وسرعته وثابت بلانك.

$$\lambda = h / mv$$

- يفترض النموذج الميكانيكي الكمي أن للإلكترونات خصائص موجية.
- تشغل الإلكترونات مناطق ثلاثية الأبعاد من الفضاء تسمى الأفلاك الذرية.

المفردات
- الحالة الأرضية (المستقرة)
- رقم الكم
- معادلة دي بروغلي
- مبدأ الشك لهايزنبرج
- النموذج الميكانيكي الكمي للذرة
- الفلك الذري
- رقم الكم الرئيس
- مستوى الطاقة الرئيس
- مستوى الطاقة الفرعي

القسم 3 التوزيع الإلكتروني

الفكرة الرئيسة يمكن استخدام ثلاثة قواعد للتعرف على ترتيب الإلكترونات في الذَّرة

- ترتيب الإلكترونات في الذرَّة يسمى الترتيب الإلكتروني للذرة.
- يتحدد ترتيب الإلكترونات بمبدأ أوفباو ومبدأ استبعاد باولي وقاعدة هوند.
- تحدد إلكترونات التكافؤ للعناصر الخصائص الكيميائية لها.
- يمكن تمثيل ترتيب الإلكترونات باستخدام مخطط الأفلاك ورموز الترتيب الإلكتروني والترميز النقطي للإكترون.

المفردات
- الترتيب الإلكتروني
- مبدأ أوفباو
- مبدأ استبعاد باولي
- قاعدة هوند
- إلكترونات التكافؤ
- الترميز النقطي للإكترون

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

استخدام المفردات

لتعزيز اكتساب مفردات الوحدة، اطلب إلى الطلاب كتابة جملة واحدة لكل مفردة. ض م

استراتيجيات المراجعة

- اطلب إلى الطلاب كتابة المعادلة المتعلقة بالتردد وطول الموجة. ض م
- اطلب إلى الطلاب كتابة المعادلة التي تربط بين طاقة الكم والتردد المناسب. ض م
- أطلب إلى الطلاب ربط مبدأ الشك لهايزنبرج بالذرات. ض م
- أُطلب من الطلاب شرحَ العَلاقة بين مستويات الطاقة الرئيسة والمستويات الفرعية والأفلاك. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 355 1/30/2017 2:03:06 PM

تقويم الوحدة

القسم 1

إتقان المفاهيم

34. a. التردد هو عدد الموجات التي تمرّ على نقطة معينة في الثانية.

b. الطول الموجي هو أقصر مسافة بين النقاط المتناظرة في موجة مستمرة

c. الكم هو المقدار الأدنى من الطاقة الذي يمكن للذرة اكتسابه أو خسارته.

d. الحالة الأرضية للذرة هي حالتها الأدنى المسموحة من حيث الطاقة.

35. د. الأشعة السينية، أ. الضوء فوق البنفسجي، ب. موجات الميكروويف، ج. موجات الراديو.

36. 2.88×10^{21} موجة من أشعة جاما تمر بنقطة محددة في الثانية.

37. الظاهرة التي يبعث فيها فلز ما إلكترونات عندما يسلط عليه ضوءٌ بتردد كاف.

38. ضوء مصابيح النيون يحتوي على بعض الألوان المرئية فقط، بينما ضوء الشمس يحتوي على كامل طيف الألوان.

39. وفقا لبلانك، عند تردد معين، ν,يمكن للمادة بعث أو إمتصاص الطاقة بقيم متميزة هي أعداد كاملة من مضاعفات $h\nu$, حيث h هو ثابت بلانك.

40. اقترح أنه يجب إن يكون للفوتونات مستوى أدنى معين من الطاقة، أو عتبة، للتسبب في لفض إلكترُون ضوئي.

41. الموجات الحمراء لها طول موجي أطول وتردد أقل.

42. يتغير لون الضوء كلما إكتسب الجسم طاقة أكبر.

43. نموذج الموجة لا يشرح التأثير الكهروضوئي، أطياف الإنبعاث الذري، أو لماذا ترسل المادة ترددات مختلفة من الضوء عند درجات حرارة مختلفة.

44. كلا النوعين من الموجات ينتقل بالسرعة نفسها في الفراغ. 3.00×10^8 m/s. موجات الراديو لها أطوال موجية أطول وترددات أقل من الموجات فوق البنفسجية.

الوحدة 12 التقويم

القسم 1

إتقان المفاهيم

34. عرّف المصطلحات التالية:
- **a.** التردد
- **b.** طول الموجة
- **c.** الكم
- **d.** الحالة الأرضية

35. رتب الأنواع التالية من الإشعاع الكهرومغناطيسي من حيث الزيادة في طول الموجة.
- **a.** الضوء فوق البنفسجي
- **b.** الميكروويف
- **c.** موجات الراديو
- **d.** أشعة إكس "الأشعة السينية"

36. يبلغ تردد أشعة جاما 2.88×10^{21} Hz. ماذا يعني ذلك؟

37. ما المقصود بالتأثير الكهروضوئي؟

38. **مصابيح النيون** كيف يختلف الضوء المنبعث من مصباح نيون عن ضوء الشمس؟

39. وضح مفهوم الكم لدى بلانك وارتباطه بفقدان المادة للطاقة أو اكتسابها.

40. كيف فسر أينشتاين التأثير الكهروضوئي؟

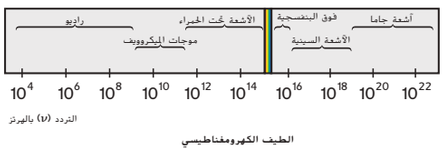
41. **قوس قزح** ما الفرق بين الموجتين الكهرومغناطيسيتين الحمراء والخضراء في قوس قزح؟

42. **درجة الحرارة** ماذا يحدث للضوء المنبعث من جسم ساخن ومشع حين تزداد درجة حرارته؟

43. ما عوامل القصور الثلاثة في نموذج الموجة للضوء المتعلقة بتفاعل الضوء مع المادة؟

44. كيف تتشابه موجات الراديو وموجات الضوء فوق البنفسجي؟ وما الاختلافات بينهما؟

إتقان حلّ المسائل



■ الشكل 20

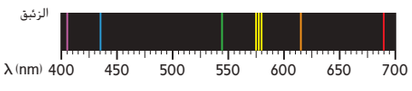
45. **الاشعاع** استخدم الشكل **20** لتقرر أنواع الإشعاع التالية:
- **a.** إشعاع ذو تردد $8.6 \times 10^{11}\ s^{-1}$
- **b.** إشعاع ذو طول موجي 4.2 nm
- **c.** إشعاع ذو تردد 5.6 MHz
- **d.** إشعاع ينتقل بسرعة 3.00×10^8 m/s

46. كم يبلغ الطول الموجي لإشعاع كهرومغناطيسي تردده 5.00×10^{12} Hz؟ ما نوع هذا الإشعاع الكهرومغناطيسي؟

47. ما هو تردد الإشعاع الكهرومغناطيسي ذو الطول الموجي 3.33×10^{-8} m؟ ما نوع هذا الإشعاع الكهرومغناطيسي؟

48. كم تبلغ سرعة موجة كهرومغناطيسية ترددها 1.33×10^{17} Hz وطولها الموجي 2.25 nm؟

49. ما طاقة فوتون ضوء أحمر تردده 4.48×10^{14} Hz؟



■ الشكل 21

50. **الزئبق** طيف الانبعاث الذري للزئبق موضح في الشكل **21**. احسب الطول الموجي للخط البرتقالي. وما تردده؟ ما طاقة فوتون الخط البرتقالي المنبعث من ذرة الزئبق؟

51. ما طاقة فوتون الضوء فوق البنفسجي ذو الطول الموجي 1.18×10^{-8} m؟

52. فوتون طاقته 2.93×10^{-25} J. فما تردده؟ ما نوع الإشعاع الكهرومغناطسيي لهذا الفوتون؟

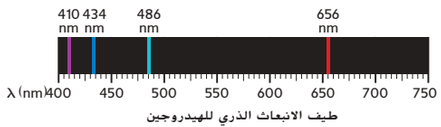
53. فوتون طاقته 1.10×10^{-13} J. فما طوله الموجي؟ ما نوع هذا الإشعاع الكهرومغناطسيي؟

54. **مركبة فضاء** كم تستغرق إشارة لاسلكي من مركبة فوياجر الفضائية للوصول للأرض إذا كانت المسافة بين فوياجر والأرض هي 2.72×10^9 km؟

55. **موجات الراديو** إذا كانت إذاعتك FM المفضلة تبث برامجها على تردد 104.5 MHz. فما الطول الموجي لإشارة المحطة بالمتر؟ ما طاقة فوتون الإشارة الكهرومغناطيسية للمحطة؟

56. **البلاتين** ما أقل تردد مطلوب للضوء ليخرج إلكترون ضوئي من ذرات البلاتينيوم والتي تحتاج على الأقل 9.08×10^{-19} J/photon ؟

57. **جراحة عيون** ينبعث من ليزر فلوريد الأرجون المستخدم في بعض جراحات العين إشعاع كهرومغناطيسي طوله الموجي 193.3nm. ما تردد إشعاع ليزر فلوريد الأرجون؟ ما طاقة كم واحد من الإشعاع؟



■ الشكل 22

58. **الهيدروجين** يبلغ طول موجة أحد خطوط طيف انبعاث الهيدروجين 486 nm. افحص الشكل **22** لتتحقق من لون الخط. ما تردد هذا الخط؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

اتقان حل المسائل

45أ. تحت الحمراء
ب. السينية
ج. موجات الراديو AM
د. أي موجة EM

46. $\lambda = 6.00 \times 10^{-5}$ m; الأشعة تحت الحمراء

47. $\nu = 9.01 \times 10^{15}\ s^{-1}$; الاشعة فوق البنفسجية

48. $\nu = 3.00 \times 10^8$ m/s

49. $E_{photon} = 2.97 \times 10^{-19}$ J

50. $\lambda = 615$ nm, $\nu = 4.88 \times 10^{14}\ s^{-1}$, $E_{photon} = 3.23 \times 10^{-19}$ J

51. $E_{photon} = 1.68 \times 10^{-19}$ J

52. $\nu = 4.42 \times 10^8\ s^{-1}$; TV أو موجة FM

53. $\lambda = 1.81 \times 10^{-12}$ m; الأشعة السينية أو أشعة جاما

54. $t = 9070$ s, أو 151 min

55. $\lambda = 2.871$ m,

56. $E_{photon} = 6.924 \times 10^{-26}$ J
1.37×10^{15} Hz

57. $\nu = 1.55 \times 10^{15}\ s^{-1}$;
$E = 1.03 \times 10^{-18}$ J

58. الخط أزرق مائل إلى الخضرة تردده يساوي $6.17 \times 10^{14}\ s^{-1}$.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 356 1/30/2017 2:03:06 PM

القسم 2

إتقان المفاهيم

59. وفقًا لنموذج بور، كيف تتحرك الإلكترونات في الذرة؟

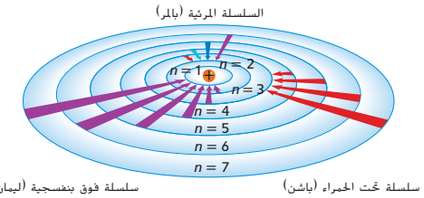
60. ماذا تعني n في نموذج بور الذري؟

61. ما الفرق بين الحالة الأرضية للذرة والحالة المستثارة؟

62. ما اسم النموذج الذري الذي تعامل الإلكترونات فيه على أنها موجات؟ من أول من كتب معادلات موجة الإلكترون التي أدت لهذا النموذج؟

63. ما الفلك الذري؟

64. ماذا تمثل n في نموذج ميكانيكا الكم للذرة؟



■ الشكل 23

65. **انتقال الإلكترون** وفقًا لنموذج بور الموضح في الشكل 23، ما نوع انتقالات الإلكترون بين المدارات التي ينتج عنها خطوط فوق بنفسجية في سلسلة ليمان للهيدروجين؟

66. ما عدد مستويات الطاقة الفرعية التي يحتوي عليها أول ثلاث مستويات طاقة بذرة الهيدروجين؟

67. ما عدد الأفلاك الذرية المرتبطة بالمستوى الفرعي p؟

68. ما الذي تتشابه فيه الأفلاك في المستويات الفرعية s,p,d,f؟

69. ما رموز الأفلاك الخمسة بالمستوى الفرعي d للذرة؟

70. ما أقصى عدد من الإلكترونات يمكن أن يحتوي عليه الفلك؟

71. صف الاتجاهات النسبية للأفلاك المرتبطة بالمستوى الفرعي 2p للذرة؟

72. كم عدد الإلكترونات التي يمكن أن توجد في جميع الأفلاك المرتبطة بمستوى الطاقة الثالث لذرّة الأرجون؟

73. كيف يصف النموذج الميكانيكي الكمي للذرّة مسارات إلكترونات الذرّة؟

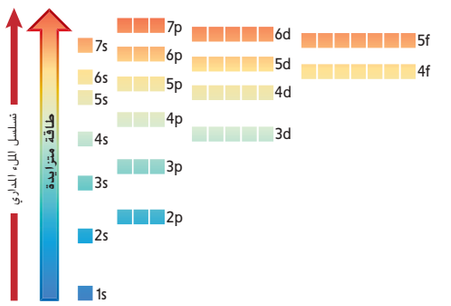
74. **الأجسام التي ترى بالعين المجردة** لم لا نلاحظ الأطوال الموجية للأجسام المتحركة مثل السيارات؟

75. لم يستحيل معرفة سرعة وموقع إلكترون ما بدقة في نفس الوقت؟

القسم 3

إتقان المفاهيم

76. بأي تسلسل تملأ الإلكترونات الأفلاك الذرية المرتبطة بمستوى فرعي؟



■ الشكل 24

77. **الروبيديوم** باستخدام الشكل 24، فسر لم يشغل إلكترون واحد في ذرة الروبيديوم فلك 5s بدلًا من أفلاك 4d أو 4f.

78. ما إلكترونات التكافؤ؟ كم عدد إلكترونات التكافؤ في ذرة المغنيسيوم من بين إلكتروناتها الـ12؟

79. يقال أن للضوء طبيعة موجية – جسيمية أي طبيعة مزدوجة فماذا يعني ذلك؟

80. صف الفرق بين الكم والفوتون.

81. كم عدد الإلكترونات التي تظهر بالترميز النقطي للإلكترون لكل عنصر؟

a. الكربون
b. اليود
c. الكالسيوم
d. الجالليوم

82. عند كتابة ترميز الترتيب الإلكتروني لذرة ما، ما هي المبادئ أو القواعد الثلاثة التي يجب أن تتبعها؟

83. اكتب الترتيب الإلكتروني وارسم مخطط الفلك لذرة الأكسجين والكبريت.

إتقان حلّ المسائل

84. اذكر تسلسل أوفباو للمستويات الفرعية من 1s إلى 7p.

85. اكتب ترميز الفلك والتوزيع الإلكتروني الكامل لكل من العناصر التالية:

a. البريليوم
b. الألمنيوم
c. النيتروجين
d. الصوديوم

86. استخدم ترميز الغاز النبيل لوصف الترتيب الإلكتروني للعناصر التي تمثلها الرموز التالية

a. Kr
b. P
c. Zr
d. Pb

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

80. الكم هو المقدار الأدنى من الطاقة الذي يمكن للذرة أن تكتسبه أو أن تفقده بينما الفوتون هو جسيم ضوئي يحمل كما من الطاقة.

81. a: 4؛ b: 7؛ c: 2؛ d: 3

82. مبدأ باولي للاستبعاد، مبدأ أوفباو وقاعدة هوند

83. الأكسجين، $1s^2 2s^2 2p^4$؛ مخطط الفلك له خمس صناديق مع سهمين في الثلاث الأوائل وسهام منفردة في الصندوقين الأخيرين. كبريت: $[Ne]\ 3s^2 3p^4$؛ مخطط الفلك له تسعة صناديق مع سهمين في السبعة الأوائل وسهام منفردة في الصندوقين الأخيرين.

الإلمام بالمسائل

84. 1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s, 5f, 6d, 7p

85. a. Be $1s^2 2s^2$

b. IA $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$

c. N $1s^2 2s^2 2p^3$

d. Na $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 2

إتقان المفاهيم

59. تتحرك الإلكترونات في مدارات دائرية حول النواة.

60. عدد الكم n يحدد مستوى الإلكترون.

61. الحالة الأرضية للذرّة هي مستوى الطاقة الأدنى لها، بينما أية حالة طاقة أعلى من الحالة الأرضية هي حالة استثارة.

62. النموذج الكمي الميكانيكي للذرة: شرودنجر

63. منطقة ثلاثية الأبعاد حول النواة تصف الموقع المحتمل للإلكترون

64. يمثل n رقم الكمّ الرئيس لمستوى ما، الذي يشير إلى حجم ومقدار الطاقة النسبيين للمستوى.

65. سلسلة ليمان ناتجة عن انتقالات الإلكترونات من مستويات بور الأعلى طاقة إلى المستوى $n=1$

66. مستوى الطاقة 1 لديه مستوى فرعي واحد، مستوى الطاقة 2 لديه مستويان فرعيان، مستوى الطاقة 3 له ثلاث مستويات فرعية.

67. ثلاثة أفلاك

68. أشكالها

69. $xy, xz, yz, x^2 - y^2, z^2$

70. إلكترونين

71. تقع أفلاك p الثلاثة على طول المحاور الاحداثية x.y، و z وتكون متعامدة.

72. ثمانية إلكترونات

73. النموذج الكمي الميكانيكي لا يوفر وصفا لمسارات الإلكترونات.

74. أطوالها الموجية أصغر من أن ترى.

75. الفوتون المطلوب لقياس السرعة المتجهة لإلكترون أو موقعه يغير كل من الموقع والسرعة المتجهة للإلكترون.

القسم 3

إتقان المفاهيم

76. يجب أن يحتوي كل فلك على إلكترون واحد قبل انضمام أي إلكترون ثان لأي فلك.

77. الفلك المرتبط بالمستوى الفرعي 5 s لديه أقل طاقة من الأفلاك المرتبطة بالمستويات الفرعية 4d و 4f

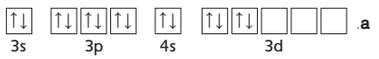
78. إلكترونات التكافؤ هي الإلكترونات الموجودة في المستويات الخارجية للذرة، 2

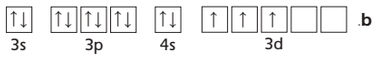
79. يظهر الضوء سلوكًا مشابهًا للموجة في بعض الحالات ويميل إلى سلوك الجسيمات في حالات أخرى

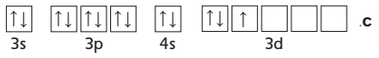
Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 357 1/30/2017 2:03:07 PM

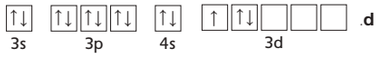
87. ما العنصر الممثل بكل ترتيب إلكتروني أدناه؟
a. $1s^2 2s^2 2p^5$
b. $[Ar]4s^2$
c. $[Xe]6s^2 4f^4$
d. $[Kr]5s^2 4d^{10} 5p^4$
e. $[Rn]7s^2 5f^{13}$
f. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$

88. ما ترميز الترتيب الإلكتروني الذي يصف الذرة في الحالة المستثارة؟
a. $[Ar]4s^2 3d^{10} 4p^2$
b. $[Ne]3s^2 3p^5$
c. $[Kr]5s^2 4d^1$
d. $[Ar]4s^2 3d^8 4p^1$

a.


b.


c.


d.


■ الشكل 25

89. ما مخطط الفلك الصحيح في **الشكل 25** لذرة في حالتها المستقرة؟

90. ارسم الترميز النقطي للإلكترون لذرات العناصر التالية:
a. الكربون
b. الزرنيخ
c. البولونيوم
d. البوتاسيوم
e. الباريوم

91. **الزرنيخ** كم عدد الأفلاك التي تحتوي على إلكترونات في ذرة الزرنيخ؟ كم عدد الأفلاك التي يتم تعبئتها بشكل كامل؟ كم عدد الأفلاك المرتبطة بمستوى الطاقة الرئيس الرابع لذرة $n = 4$ ؟

■ الشكل 26

92. ما العنصر الذي يوضحه الترميز النقطي للإلكترون للحالة المستقرة في **الشكل 26**؟
a. المغنيسيوم
b. الأنتيمون
c. الكالسيوم
d. السماريوم

93. بالنسبة لذرة قصدير في الحالة المستقرة، اكتب الترتيب الإلكتروني مستخدمًا ترميز الغاز النبيل وارسم الترميز النقطي للإلكترون لها.

مراجعة متنوعة

94. ما أقصى عدد إلكترونات يمكن أن تحتوي عليها أفلاك ذرّة لها أعداد الكم الرئيسة التالية؟
a. 3
b. 4
c. 6
d. 7

95. كم يبلغ الطول الموجي لضوء تردده 5.77×10^{14} Hz؟

1.

2.

3.

4.

■ الشكل 27

96. **الموجات**، باستخدام الموجات الموضحة في **الشكل 27**، حدد الموجة أو الموجات ذات الخصائص التالية:
a. أطول طول موجة
b. أكبر تردد
c. أكبر سعة موجة
d. أقصر طول موجة

97. كم عدد الاتجاهات الممكنة للأفلاك المرتبطة بكل مستوى فرعي؟
a. s
b. P
c. d
d. f

98. أي العناصر التالية لها إلكترونين فقط في الترميز النقطي للإلكترون الخاصة بها الهيدروجين، أو الهيليوم، أو الليثيوم، أو الألومنيوم، أو الكالسيوم، أو الكوبالت، أو البورون، أو الكربيتون أو الباريوم؟

99. في نموذج بور الذري ما انتقال الإلكترون الذي ينتج عنه الخط الأزرق–الأخضر في طيف الانبعاث الذري للهيدروجين؟

100. **الخارصين**، تحتوي ذرة الخارصين على 18 إلكترونًا في 3s, 3p, 3d لم يوضح الترميز النقطي للإلكترون لها نقطتين فقط؟

101. **أشعة سينية**، تبلغ طاقة فوتون أشعة سينية 3.01×10^{-18} J. فما تردده وطوله الموجي؟

102. ما العنصر الذي يتم تمثيل الترتيب الإلكتروني له في الحالة الأرضية بترميز الغاز النبيل $[Rn]7s^1$؟

103. كيف وضح بور طيف الانبعاث الذري؟

104. **أشعة تحت الحمراء** كم عدد الفوتونات المطلوبة من الأشعة تحت الحمراء ذات التردد 4.88×10^{13} Hz لتوفير طاقة تعادل 1.00 J؟

105. ينتقل الضوء في الماء أبطأ مما ينتقل في الهواء ومع ذلك يظل تردده ثابتًا. كيف يتغير طول موجة الضوء من الهواء للماء؟

106. وفقًا لنموذج ميكانيكا الكم، ماذا يحدث حين تمتص ذرة ما كمًا من الطاقة؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تقويم الوحدة

86. **a.** Kr $[Ar]4s^2 3d^{10} 4p^6$
b. [Ne] $3s^2 3p^2$ P
c. [Kr] $5s^2 4d^2$ Zr
d. Pb [Xe] $6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^2$

87. **a.** F
b. Ca
c. Nd
d. Te
e. Md
f. Br

88. d

89. b

90. **a.** ·Ċ·
b. ·As·
c. :Po·
d. ·K
e. Ba·

91. 4 ;15 ;18

92. b

93. ·Sn· [Kr] $5s^2 4d^{10} 5p^2$

مراجعة مختلطة

94. **a.** 18
b. 32
c. 72
d. 98

95. $\nu = 5.20 \times 10^{-7}$ m

96. **a.** أكبر طول موجي: 4
b. أعلى تردد: 3
c. أكبر سعة: 1 و 3
d. أقصر طول موجي: 3

97. **أ.** 1
ب. 3
ج. 5
د. 7

98. الهيليوم، الكالسيوم، الكوبالت، الباريوم

99. $n = 4 \rightarrow n = 2$

100. تمثل النقطتان إلكترُوني التكافؤ.

101. $\nu = 4.54 \times 10^{15}\ s^{-1}$؛
$\lambda = 6.60 \times 10^{-8}$ m

102. الفرانسيوم

103. افترض بور أن الذرات ترسل ضوءًا بطول موجي وطاقات معينة عندما تنتقل الإلكترونات من مستويات ذات طاقة أعلى إلى مستويات ذات طاقة أدنى.

104. 3.10×10^{19} photons

105. يقل طول موجته.

106. تزداد طاقة الذرّة وينتقل إلكترُون أو أكثر إلى مستويات ذات طاقة أكبر.

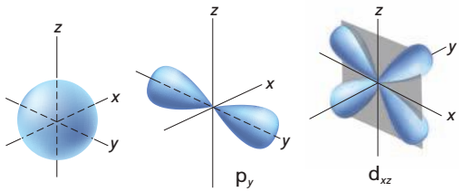
حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 358 1/30/2017 2:03:07 PM

التفكير الناقد

107. **قارن وقابل:** ناقش باختصار الفرق بين الفلك في نموذج بور للذرة والفلك من وجهة نظر ميكانيكا الكم للذرة.

108. **احسب** نحتاج إلى 8.17×10^{-19} J من الطاقة لإزالة إلكترون من سطح الذهب. ما أقصى طول موجة للضوء يمكن أن يسبب هذا التأثير؟



■ الشكل 28

109. **صف** أشكال الأفلاك الذرية الموضحة في **الشكل 28**. حدد اتجاه وارتباط كل فلك بنوع معين من مستوى الطاقة الفرعي.

110. **استدل** افترض أنك تعيش في كون ينص فيه مبدأ باولي للاستبعاد على أنه يمكن لثلاثة، وليس اثنان من الإلكترونات كحد أقصى أن تشغل فلك واحد . قيم واشرح الخصائص الكيميائية الجديدة لعناصر الليثيوم والفوسفور.

تحدي

111. ذرّة **الهيدروجين** تبلغ طاقة ذرّة الهيدروجين -6.05×10^{-20} J حين يكون الإلكترون في المدار $n = 6$ و -2.18×10^{-18} J حين يكون الإلكترون في المدار $n = 1$. احسب طول موجة الفوتون المنبعث حين يسقط الإلكترون من المدار $n = 6$ إلى المدار $n = 1$. استخدم القيم التالية: $h = 6.626 \times 10^{-34}$ J/s و $c = 3.00 \times 10^{8}$ m/s.

مراجعة تراكمية

112. قرّب 20.56120 إلى ثلاث أرقام معنوية.

113. حدد ما إذا كانت كل عبارة تصف خاصية كيميائية أو خاصية فيزيائية

أ. الزئبق سائل في درجة حرارة الغرفة.

ب. السكروز هو مادة بيضاء اللون صلبة بلورية.

ج. يصدأ الحديد حين يتعرض لهواء رطب.

د. يحترق الورق حين يشتعل.

114. العدد الذري لذرة الجادولينيوم 64 والعدد الكتلي 153. كم عدد الإلكترونات والبروتونات والنيوترونات في هذه الذرة؟

الكتابة في ◀ الكيمياء

115. **لوحات النيون** كي يجعل المنتجون لوحات النيون تبعث ألوانًا مختلفة، يقومون غالبًا بملء اللوحات بغازات أخرى غير النيون. اكتب مقالًا بشأن استخدام الغازات في لوحات النيون والألوان التي تنتج عن هذه الغازات.

116. **نموذج رذرفورد** تخيل أنك عالمٌ في بداية القرن العشرين، وأنك قد علمت للتو بتفاصيل نموذج نووي جديد للذرّة اقترحه الفيزيائي الإنجليزي البارز إرنست رذرفورد. بعد تحليل النموذج فإنك تعتقد بوجود قصور في النموذج. اكتب خطابًا لرذرفورد تعبر فيه عن مخاوفك بشأن هذا النموذج. استخدم المخططات وأمثلة على عناصر محددة لتساعدك على اتخاذ قرارك.

DBQ أسئلة مبنية على المستندات

بخار الصوديوم حين يتبخر فلز الصوديوم في أنبوب التفريغ، ينتج خطان متقاربان بلون أصفر برتقالي لامع. ونظرًا لكفاءة مصابيح بخار الصوديوم كهربائيًا فهي تستخدم بصورة واسعة الانتشار للإضاءة الخارجية كما في أضواء الشوارع والإضاءة الأمنية.

يوضح **الشكل 29** طيف انبعاث فلز الصوديوم. يتم توضيح الطيف المرئي بالكامل من أجل المقارنة.

تم الحصول على البيانات من: Volland, W. March 2005. التنظير الطيفي، التعرف على العناصر وطيف الانبعاث

■ الشكل 29

117. فرق بين الطيفين الموضحين بالأعلى.

118. الأطوال الموجية لضوئي الصوديوم الساطعين هي 588.9590 nm و589.9524 nm. اكتب الترتيب الإلكتروني في الحالة المستقرة للصوديوم، وكيف يرتبط الترتيب الإلكتروني للصوديوم بالخطوط؟

119. احسب طاقات الفوتونات المرتبطة بخطين مستخدمًا المعادلات التالية:

$$E_{\text{فوتون}} = h\nu;\ c = \lambda\nu;\ E = hc/\lambda$$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التفكير الناقد

107. في نموذج بور، الفلك هو مسار دائري يسلكه الإلكترُون في حركته حول نواة الذرة. في نموذج ميكانيكا الكم، الفلك هو منطقة ثلاثية الأبعاد حول النواة، تصف الموقع المحتمل للإلكترُون

108. $\lambda = 2.43 \times 10^{-7}$ m

109. الأول كروي الشكل ومرتبط بمستوى فرعي s. الثاني «دمبلي الشكل» موجه نحو المحور y، ومرتبط بمستوى فرعي p الثالث يتألف من جزئين «دمبلِيّ الشكل» متعامدين، ويمتد في السطح xz ويرتبط بالمستوى الفرعي d

110. يمكن أن يكون كل من الليثيوم والفوسفور غازات نبيلة. الليثيوم مع ترميز الترتيب الإلكتروني $1s^3$، قد يكون مماثلا للهيليوم ($1s^2$). قد يكون الفوسفور،مع ترميز الترتيب الإلكتروني $1s^3 2s^3 2p^9$، مماثلا للنيون ($1s^2$, $2s^2$, $2p^6$).

مسألة تحفيزية

111. $\lambda = 9.38 \times 10^{-8}$ m

مراجعة تراكمية

112. 20.6 g

113. **أ.** خاصية فيزيائية

ب. خاصية فيزيائية

ج. خاصية كيميائية

د. خاصية كيميائية

114. 64 إلكترونًا، 64 بروتونًا، 89،نيوترونًا.

الكتابة في ◀ الكيمياء

115. قد تضم إجابات الطلاب العناصر والألوان التالية : هيليوم (أصفر)؛ نيون (أحمر برتقالي) ؛صوديوم (أصفر)؛ ارغون (خزامي)؛ كريبتون (أبيض) ؛زينون (أزرق)

116. سوف تتنّوع الإجابات.

DBQ أسئلة مبنية على وثائق

بيانات مأخوذة من ؛ د. والت فولاند مارس 2005 قياس الطيف: تحديد العناصر وأطياف الانبعاث

117. واحدة تظهر كافة ألوان الطيف المرئية الكامل، بينما تبرز الأخرى بعض الألوان المنبعثة من ذرة الصوديوم،المعروف بطيف الإنبعاث للصوديوم.

118. $1s^1 3s^6 p2^2 s2^2 s1$؛ يتشكل الخطان عندما تنزل ذرات الصوديوم من الحالات المستثارة إلى حالات أقل طاقة. يحدث هذا عندما تسقط الإلكترُونات من مدارات عالية الطاقة إلى مدارات ذات طاقة أقل

119. 3.38×10^{-19} J و 3.37×10^{-19} J

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 359 1/30/2017 2:03:08 PM

اختيار من متعدد

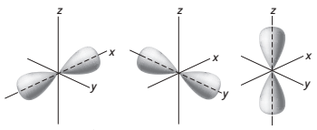
1. الأشعة الكونية هي عبارة عن إشعاع ذو طاقة عالية وارد من الفضاء الخارجي. ما تردد الشعاع الكوني ذو الطول الموجي 2.67×10^{-13} m حين يصل إلى الأرض؟ (سرعة الضوء 3.00×10^{8} m/s.)

A. $8.90 \times 10^{-22}\ s^{-1}$
B. $3.75 \times 10^{12}\ s^{-1}$
C. $8.01 \times 10^{-5}\ s^{-1}$
D. $1.12 \times 10^{21}\ s^{-1}$

2. أي التالية يمثل الترميز النقطي للإلكترون لعنصر الإنديوم؟

A. In ·
B. · In ·
C. · In ·
D. · In ·

استخدم الشكل التالي للإجابة على السؤالين *3* و*4*



3. ما المستوى الفرعي الذي تنتمي إليه هذه الأفلاك؟

A. s
B. p
C. d
D. f

4. ما عدد الإلكترونات الكلي التي يمكن أن توجد في هذا المستوى الفرعي؟

A. 2
B. 3
C. 6
D. 8

5. ما أقصى عدد من الإلكترونات يمكن أن يوجد بمستوى الطاقة الرئيس الخامس للذرة؟

A. 2
B. 8
C. 18
D. 32

استعن بالجدول الدوري والجدول أدناه للإجابة على الأسئلة من 6 إلى 8.

التوزيع الإلكتروني لبعض الفلزات الانتقالية

العنصر	الرمز	العدد الذري	الترتيب الإلكتروني
الفناديوم	V	23	$[Ar]4s^2 3d^3$
الإتريوم	Y	39	$[Kr]5s^2 4d^1$
			$[Xe]6s^2 4f^{14} 5d^6$
السكانديوم	Sc	21	$[Ar]4s^2 3d^1$
الكاديميوم	Cd	48	

6. باستخدام ترميز الغاز النبيل، ما الترتيب الإلكتروني في الحالة المستقرة لعنصر الكاديميوم Cd؟

A. $[Kr]4d^{10}4f^2$
B. $[Ar]4s^2 3d^{10}$
C. $[Kr]5s^2 4d^{10}$
D. $[Xe]5s^2 4d^{10}$

7. ما العنصر الذي له الترتيب الإلكتروني في الحالة المستقرة التالي $[Xe]\ 6s^2 4f^{14} 5d^6$ ؟

A. La
B. Ti
C. W
D. Os

8. ما الترتيب الإلكتروني لذرة السكانديوم؟

A. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^1$
B. $1s^2 2s^2 2p^7 3s^2 3ps^7 4s^2 3d^1$
C. $1s^2 2s^2 2p^5 3s^2 3ps^5 4s^2 3d^1$
D. $1s^2 2s^1 2p^7 3s^1 3ps^7 4s^2 3d^1$

9. أي مما يلي لا يعتبر دليلًا على أنه قد حدث تغير كيميائي؟

A. تغير خصائص المواد المشاركة في التفاعل
B. انبعاث رائحة
C. تغير تركيب المواد المشاركة في التفاعل
D. تغير الكتلة الكلية لكل المواد المشاركة في التفاعل

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التَّراكُمي
تَدريب على الاِختِبار المِعيَارِي

خيارات متعددة

1. د
2. ج
3. ب
4. ج
5. د
6. ج
7. د
8. أ
9. د

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 360 1/30/2017 2:03:08 PM

أسئلة ذات إجابات قصيرة

استخدم البيانات التالية للإجابة على الأسئلة *10* إلى *13*

درجة حرارة الماء مع التسخين	
الزمن (بالثانية)	درجة الحرارة (°C)
0	16.3
30	19.7
60	24.2
90	27.8
120	32.0
150	35.3
180	39.6
210	43.3
240	48.1

10. ارسم رسمًا بيانيًا يوضح درجة الحرارة مقابل الزمن.

11. هل تسخين هذه العينة من الماء يعتبر علاقة خطية؟ فسر إجابتك.

12. استخدم الشكل الخاص بك لحساب المعدل التقريبي للتسخين باستعمال درجة الحرارة في الثانية. ما القيمة بالدرجات لكل دقيقة؟

13. وضح المعادلة الخاصة بتحويل درجة الحرارة عند 180 من السيليزية إلى الكلفن وإلى درجة فهرنهايت.

أسئلة ذات إجابات مفتوحة

14. قارن المعلومات الواردة في الترميز النقطي للإلكترون مع المعلومات الخاصة بالترتيب الإلكتروني.

15. اشرح سبب عدم صحة $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 4d^{10} 4p^2$ كترتيب إلكتروني صحيح لعنصر الجرمانيوم (Ge). اكتب الترتيب الإلكتروني الصحيح للجرمانيوم.

الإختبار المعياري (SAT) لمادة الكيمياء

استخدم الشكل التالي للإجابة على السؤالين *16* و*17*

A. $\uparrow\downarrow$ — $1s^2$

B. $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ — $1s^2\ 2s^2$

C. $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow$ $\uparrow$ $\uparrow$ — $1s^2\ 2s^2\ 2p^3$

D. $\uparrow\downarrow$ $\uparrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ — $1s^2\ 2s^1\ 2p^6$

16. أي مما يلي يوضح مخطط الفلك الذي يخالف مبدأ أوفباو؟

A. A **B.** B **C.** C **D.** D **E.** لا شيء

17. أي مما يلي يوضح مخطط الفلك لعنصر البريليوم؟

A. A **B.** B **C.** C **D.** D **E.** لا شيء

18. يقوم أحد الطلاب بإجراء تجربة لإيجاد درجة غليان البنتان. وقد وجد بأنها تبلغ 37.2 ℃. بينما تشير المراجع إلى أن درجة الغليان لهذا المركب هي 36.1 ℃. ما نسبة الخطأ التي حسبها الطالب؟

A. 97.0%
B. 2.95%
C. 1.1%
D. 15.5%
E. 3.05%

19. أي الوسائل المستخدمة لفصل مكونات في مزيج ما تعتمد على درجات الغليان المختلفة لمكونات المزيج؟

A. الاستشراب الورقي
B. الترشيح
C. التبلور
D. التقطير
E. التبخّر

إجابة قصيرة

10. تأكّد مِن أنَّ الرَّسم البيانِي شبه خطّي، والزمن عُنوانًا للمِحور الأُفُقيxو درجة الحَرارَة عُنوانًا للمِحوَر الرَّأسيy.

11. تَجري هذه العَمَلِيَّة وِفقَ مُعَدَّلٍ ثابِت. يُمكِنُ للمَرءِ مَعرِفةُ ذلكَ من خلال وُجودِ ميل ثابت واحد فقط، كَما إنّ المُستَقيمَ الأفضلَ تَمثيلاً هُوَ خَطِّيّ.

12. إستَخدِم الميل= تَغيّر رأسِي/تَغيّر أُفقي للعُثورِ على الميل. يَجِبُ على الطَّلّاب تَحدِيدَ نُقطتينِ على المُستقيمِ الأفضَلَ تَمثِيلاً للمُقارَنة (و ليس نُقطتين من جَدولِ البَيانات) مثل (45s، 22°) و (s 220، 45°). حسبَ هذه النِّقاط، الميل = (45 − 22) ÷ (220 − 45) = 0.13 دَرَجَة في الثَّانِية. اضرب في 60 ثانية في الدّقيقة لتُحَوِّل هذه القِيمَةَ إلى دَرجات في الدَّقيقة لتَحصُلَ على 7.8°/min.

13. 313 K = 273 + 40°C؛ (9/5) (40°C) + 32 = 104°F

إجابة مُوَسَّعة

14. يُوفِّرُ هيكل الإلكترون النُّقطي معلوماتً عن عدد إلكترونات التَّكافُؤ أو إلكترونات مُستوى الطَّاقة الخارجي في الذَّرَّة، بينما يُظهِر ترتيب الإلكترونات مستوى الطَّاقة والمُستوى الفرعي لكُلِّ الإلكترونات في الذَّرَّة.

15. تقَعُ الإلكترونات في المُستوى الفرعي d، في مُستوى الطَّاقة الثَّالث وليس الرَّابع. سَيكون التَّرتيب الإلكتروني الصَّحيح $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^2$.

اختبار (SAT) في المادَّة الكيمياء

16. D
17. B
18. E
19. D

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

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 361 1/30/2017 2:03:08 PM

الملفات منقولة :. تجميع وتنسيق وادارج منتديات صقر الجنوب التعليمية