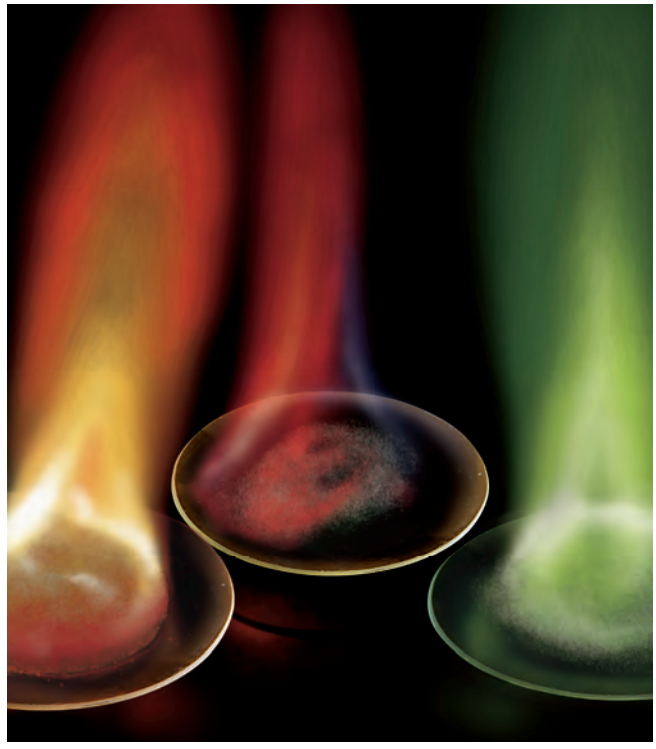
وزارة التربية والتعليم
Ministry of Education
المملكة العربية السعودية

الكيمياء

للصف الأول الثانوي - الفصل الدراسي الأول

قسم العلوم الطبيعية



McGraw Hill Education
العبيكان Obeikan

طبعة ١٤٣٥ هـ - ٢٠١٤ م

قررت وزارة التربية والتعليم بالمملكة العربية السعودية
تدريس هذا الكتاب وطبعه على نفقتها

يوزع مجانًا ولا يباع

Original Title:

Chemistry
Matter and Change

By:
Thandi Buthelezi
Cheryl Wistrom
Nicholas Hainen
Laurel Dingrando
Dinah Zike

الكيمياء

أعدَّ النسخة العربية : شركة العبيكان للتعليم

التحرير والمراجعة والمواءمة

موسى عطا الله الطراونه
ناصر بن محمد بن طرجم الدوسري
عمر سليم دعباس

التعريب والتحرير اللغوي

نخبة من المتخصصين

إعداد الصور

د. سعود بن عبدالعزيز الفراج

الإشراف

د. أحمد محمد رفيع

المشرف على لجان المراجعة

د. محمد بن عبد الله الزغيبي

المراجعة والاعتماد النهائي

عبدالعزيز بن محمد السالم

www.macmillanmh.com

Mc Graw Hill Education

العبيكان Obeikan

English Edition Copyright © 2008 the McGraw-Hill Companies, Inc.
All rights reserved.

Arabic Edition is published by Obeikan under agreement with
The McGraw-Hill Companies, Inc. © 2008.

حقوق الطبعة الإنجليزية محفوظة لشركة ماجروهل©، ٢٠٠٨م.

الطبعة العربية: مجموعة العبيكان للاستثمار
وفقًا لاتفاقيتها مع شركة ماجروهل© ٢٠٠٨م/ ١٤٢٩هـ.

لا يسمح بإعادة إصدار هذا الكتاب أو نقله في أي شكل أو واسطة، سواءً أكانت إلكترونية أو ميكانيكية، بما في ذلك التصوير بالنسخ «فوتوكوبي»، أو التسجيل، أو التخزين و الاسترجاع، دون إذن خطي من الناشر.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

المقدمة

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين، وعلى آله وصحبه أجمعين، وبعد:

يأتي اهتمام المملكة بتطوير المناهج الدراسية وتحديثها في إطار الخطة العامة للمملكة، وسعيها إلى مواكبة التطورات العالمية على مختلف الصعد.

ويأتي كتاب الكيمياء للصف الأول الثانوي بجزأيه الأول والثاني في إطار مشروع تطوير تدريس الرياضيات والعلوم الطبيعية في المملكة، الذي يهدف إلى إحداث تطور نوعي في تدريس هاتين المادتين، بحيث يكون الطالب فيهما هو محور العملية التعليمية التعلمية. وقد جاء هذا الكتاب في خمسة فصول، هي: مقدمة في الكيمياء، والمادة – الخواص والتغيرات، والمادة – تركيب الذرة، والتفاعلات الكيميائية، والمول.

والكيمياء فرع من العلوم الطبيعية يتعامل مع بنية المادة ومكوناتها وخصائصها النشطة. ولأن المادة هي كل شيء يشغل حيزًا في الفراغ وله كتلة، إذن فالكيمياء تهتم بدراسة كل شيء يحيط بنا، ومن ذلك السوائل التي نشربها، والغازات التي نتنفّسها، والمواد التي يتكون منها جهازنا الخلوي، وطبيعة الأرض تحت أقدامنا. كما تهتم بدراسة جميع التغيرات والتحولات التي تطرأ على المادة. فالنفط الخام يحوّل إلى منتجات نفطية قابلة للاستخدام بطرائق كيميائية، وكذلك تحويل بعض المنتجات النفطية إلى مواد بلاستيكية. والمواد الخام المعدنية يستخلص منها الفلزات التي تستخدم في العديد من الصناعات الدقيقة، وفي صناعة السيارات والطائرات. والأدوية المختلفة تستخلص من مصادر طبيعية ثم تفصل وتركب في مختبرات كيميائية. ويتم في هذه المختبرات تعديل مواصفات هذه الأدوية لتتوافق مع المواصفات الصيدلانية، وتلبي متطلبات الطب الحديث.

وقد تم بناء محتوى كتاب الطالب بطريقة تتيح ممارسة العلم كما يمارسه العلماء، وجاء تنظيم المحتوى بأسلوب مشوق يعكس الفلسفة التي بنيت عليها سلسلة مناهج العلوم من حيث إتاحة الفرص المتعددة للطالب لممارسة الاستقصاء العلمي بمستوياته المختلفة، المبني والموجَّه والمفتوح. فقبل البدء في دراسة محتوى كل فصل من فصول الكتاب، يقوم الطالب بالاطلاع على الفكرة العامة للفصل التي تقدم صورة شاملة عن محتواه. ثم يقوم بتنفيذ أحد أشكال الاستقصاء المبني تحت عنوان التجربة الاستهلالية التي تساعد أيضًا على تكوين النظرة الشاملة لمحتوى الفصل. وتتيح التجربة الاستهلالية في نهايتها ممارسة شكل آخر من أشكال الاستقصاء الموجّه من خلال سؤال الاستقصاء المطروح. وتتضمن النشاطات التمهيدية للفصل إعداد مطوية تساعد على تلخيص أبرز الأفكار والمفاهيم التي سيتناولها الفصل. وهناك أشكال أخرى من النشاطات الاستقصائية الأخرى

التي يمكن تنفيذها من خلال دراسة المحتوى، ومنها مختبرات تحليل البيانات، أو حل المشكلات، أو التجارب العملية السريعة، أو مختبر الكيمياء في نهاية كل فصل، الذي يتضمن استقصاءً مفتوحًا في نهايته.

وعندما تبدأ دراسة المحتوى تجد في كل قسم ربطًا بين المفردات السابقة والمفردات الجديدة، وفكرة رئيسة خاصة بكل قسم ترتبط مع الفكرة العامة للفصل. وستجد أدوات أخرى تساعدك على فهم المحتوى، منها ربط المحتوى مع واقع الحياة، أو مع العلوم الأخرى، وشرحًا وتفسيرًا للمفردات الجديدة التي تظهر مظللة باللون الأصفر، وتجد أيضًا أمثلة محلولة يليها مسائل تدريبية تعمِّق معرفتك وخبراتك في فهم محتوى الفصل. وتضمِّن كل قسم مجموعة من الصور والأشكال والرسوم التوضيحية بدرجة عالية الوضوح تعزز فهمك للمحتوى. وتجد أيضًا مجموعة من الشروح والتفسيرات في هوامش الكتاب، منها ما يتعلق بالمهن، أو التمييز بين الاستعمال العلمي والاستعمال الشائع لبعض المفردات، أو إرشادات للتعامل مع المطوية التي تعدها في بداية كل فصل.

وقد وظفت أدوات التقويم الواقعي في مستويات التقويم بأنواعه الثلاثة: التمهيدي والتكويني والختامي؛ إذ يمكن توظيف الصورة الافتتاحية في كل فصل بوصفها تقويمًا تمهيديًّا لتعرّف ما يعرفه الطلاب عن موضوع الفصل، أو من خلال مناقشة الأسئلة المطروحة في التجربة الاستهلالية. ومع التقدم في دراسة كل جزء من المحتوى تجد سؤالاً تحت عنوان « ماذا قرأت؟»، وتجد تقويمًا خاصًّا بكل قسم من أقسام الفصل يتضمن أفكار المحتوى، وأسئلة تعزز فهمك لما تعلمت وما ترغب في تعلمه في الأقسام اللاحقة. وفي نهاية الفصل تجد دليلاً لمراجعة الفصل يتضمَّن تذكيرًا بالفكرة العامة والأفكار الرئيسة والمفردات الخاصة بأقسام الفصل، وخلاصة بالأفكار الرئيسة التي وردت في كل قسم. ثم تجد تقويمًا للفصل في صورة أسئلة متنوعة تهدف إلى إتقان المفاهيم، وحل المسائل، وأسئلة خاصة بالتفكير الناقد، والمراجعة العامة، والمراجعة التراكمية، ومسائل تحدٍّ، وتقويمًا إضافيًّا يتضمن تقويم مهارات الكتابة في الكيمياء، وأسئلة خاصة بالمستندات تتعلق بنتائج بعض التقارير أو البحوث العلمية. وفي نهاية كل فصل تجد اختبارًا مقننًا يهدف إلى تقويم فهمك للموضوعات التي قمت بتعلمها سابقًا.

والله نسأل أن يحقق الكتاب الأهداف المرجوة منه، وأن يوفق الجميع لما فيه خير الوطن وتقدمه وازدهاره.

قائمة المحتويات

الفصل 1

مقدمة في الكيمياء..... 10

1-1 قصة مادتين 12

1-2 الكيمياء والمادة 17

1-3 الطرائق العلمية 20

1-4 البحث العلمي 25

تقويم الفصل 36

اختبار مقنن 38

الفصل 2

المادة – الخواص والتغيرات..... 40

2-1 خواص المادة 42

2-2 تغيرات المادة 48

2-3 المخاليط 52

2-4 العناصر والمركبات 56

تقويم الفصل 67

اختبار مقنن 71

الفصل 3

تركيب الذرة 72

3-1 الأفكار القديمة للمادة. 74

3-2 تعريف الذرة. 78

3-3 كيف تختلف الذرات؟. 87

3-4 الأنوية غير المستقرة والتحلل الإشعاعي..... 94

تقويم الفصل 101

اختبار مقنن 106

المصطلحات 109

الجدول الدوري 114

كيف تستفيد من كتاب الكيمياء؟

هـذا الكتاب ليس كتابًـا أدبيًّا أو رواية خيالية، بل يصف أحداثًا وأفكارًا من واقع حياة الناس، وتطبيقات تقنية؛ لذا فأنت تقرؤه طلبًا للعلم والمعلومات. وفيما يلي بعض الأفكار والإرشادات التي تساعدك على قراءته:

قبـل أن تقـرأ

اقرأ كلًّا من الفكرة العامة و الفكرة الرئيسة والتجربة الاستهلالية ؛ فهي تزودك بنظرة عامة تمهيدية لهذا الفصل.

لـكل فصـل فكرة عامة تقـدم صـورة شـاملة عنه. ولـكل قسـم من أقسـام الفصـل الفكرة الرئيسة تدعم فكرته العامة.

يبـدأ كل فصـل بتجربـة اسـتهلالية تقدم المـادة التي يتناولها. نفذ التجربة الاستهلالية، لتكتشف المفاهيم التي سيتناولها الفصل.

لتحصل على رؤية عامة عن الفصل

- اقرأ عنوان الفصل لتتعرّف موضوعاته.
- تصفّح الصور والرسوم والتعليقات والجداول.
- ابحث عن المفردات البارزة والمظللة باللون الأصفر.
- اعمل مخططًا للفصل باستخدام العناوين الرئيسة والعناوين الفرعية.

كيف تستفيد من كتاب الكيمياء؟

عندما تقرأ

ستجد في كل قسم أداة تعمِّق فهمك للموضوعات التي ستدرسها، وأدوات أخرى لاختبار مدى استيعابك لها.

2–1

الأهداف

- تعيّن خواص المواد.
- تميّز بين الخواص الفيزيائية والكيميائية للمواد.
- تفرّق بين الحالات الفيزيائية للمادة.

مراجعة المفردات

الكثافة: نسبة كتلة الجسم إلى حجمه.

المفردات الجديدة

حالات المادة
المادة الصلبة
السائل
الغاز
البخار
الخاصية الفيزيائية
الخاصية غير المميزة
الخاصية المميزة
الخاصية الكيميائية

خواص المادة Properties of matter

الفكرة الرئيسة **توجد معظم المواد المألوفة في الحالة الصلبة أو السائلة أو الغازية، ولها خواص فيزيائية وكيميائية مختلفة.**

الربط مع الحياة إذا تركت كأس ماء فيه جليد يطفو على السطح فترة كافية في درجة حرارة الغرفة فسوف ينصهر الجليد. هل يتغير تركيب الماء عندما يتحول من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة؟

المواد الكيميائية النقية Substances

عرفت أن المادة هي كل ما له كتلة ويشغل حيزًا، وأن كل شيء من حولنا مادة، فملح الطعام النقي مثلاً نوع من المواد المألوفة لديك، وهو ذو تركيب مميز وثابت؛ حيث يتكون دائمًا من كلوريد الصوديوم بنسبة 100%، ولا يتغير تركيبه من عينة إلى أخرى؛ فالملح الذي يستخرج من البحر أو من المنجم له دائمًا نفس التركيب والخواص. وقد اكتشف الملح بكميات كبيرة في مدينة القصب في المملكة العربية السعودية، ويستخرج بحفر برك كبيرة يضخّ داخلها الماء بمحركات كهربائية، ثم يترك فترة من الزمن، وعندما يتبخر الماء يترسّب الملح على وجه البركة مشكّلًا طبقة سميكة من الملح الأبيض، انظر الشكل 2–1.

درست في الفصل الأول أن المادة ذات التركيب المنتظم والثابت تسمى مادة كيميائية (أو مادة نقية) كملح الطعام. ومن المواد الكيميائية النقية أيضًا «الماء النقي»، وهو مكون من هيدروجين وأكسجين. أما ماء الشرب وماء البحر فليسا نقيين؛ لأننا إذا أخذنا عينات من أماكن مختلفة فسوف نجدها تحتوي على كميات مختلفة من المعادن والمواد الذائبة الأخرى. المواد الكيميائية النقية مهمة، ولهذا فإن جزءًا كبيرًا من هذا الكتاب سوف يركز على تراكيب المواد، وكيف يتفاعل بعضها مع بعض.

الشكل 2–1 يملح الطعام التركيب نفسه سواء استُخرج من البحر أم من منجم.

الربط مع الحياة: يصف ارتباط المحتوى مع الواقع.

الأمثلة المحلولة تنقلك تدريجيًّا إلى حل مسائل في الكيمياء. عزّز المهارات التي اكتسبتها بحل التدريبات.

مثال 1-2

حفظ الكتلة في إحدى التجارب وُضع 10 g من أكسيد الزئبق II الأحمر في كأس مفتوحة، وسخنت حتى تحولت إلى زئبق سائل وغاز أكسجين، فإذا كانت كتلة الزئبق السائل 9.26 g فما كتلة الأكسجين الناتج عن هذا التفاعل ؟

1 تحليل المسألة

تم إعطاؤك كتلة المادة المتفاعلة وكتلة أحد النواتج في التفاعل، وتبعًا لقانون حفظ الكتلة فإن مجموع كتل النواتج يجب أن يساوي مجموع كتل المواد المتفاعلة.

المعطيات	المطلوب
كتلة أكسيد الزئبق II = 10.0 g	كتلة الأكسجين = ؟ g
كتلة الزئبق = 9.26 g	

2 حساب المطلوب

ضع قانون حفظ الكتلة: كتلة المتفاعلات = كتلة النواتج

كتلة أكسيد الزئبق II = كتلة الزئبق + كتلة الأكسجين

أوجد كتلة الأكسجين: كتلة الأكسجين = كتلة أكسيد الزئبق II − كتلة الزئبق

عوض بالقيم المعطاة في المعادلة: كتلة الأكسجين = 9.26 g − 10.00 g = 0.74 g

3 تقويم الإجابة

إذا كان مجموع كتلتي الزئبق والأكسجين = كتلة أكسيد الزئبق II فالحل صحيح.

مسائل تدريبية

5. استعن بالبيانات في الجدول أدناه للإجابة عن السؤالين التاليين:

كم جرامًا من البروم تفاعل، وكم جرامًا من المركب نتج؟

تفاعل الألومنيوم مع سائل البروم		
المادة	قبل التفاعل	بعد التفاعل
ألومنيوم	10.3 g	0.0 g
سائل البروم	100.0 g	8.5 g
المركب	0.0 g	

6. حصل طالب في تجربة لتحليل الماء على 10.0 g هيدروجين و 79.4 g أكسجين. ما مقدار الماء المستعمل في هذه العملية؟
7. أضاف طالب 15.6 g صوديوم إلى كمية وافرة من غاز الكلور، وبعد انتهاء التفاعل حصل على 39.7 g من كلوريد الصوديوم. ما كتلة كل من الكلور والصوديوم المتفاعلين؟
8. تفاعلت عينة مقدارها 10.0 g من الماغنسيوم مع الأكسجين لتكوين 16.6 g من أكسيد الماغنسيوم. كم جرامًا من الأكسجين تفاعل؟
9. **تحفيز** تفاعل 106.5 g من حمض الهيدروكلوريك $HCl_{(g)}$ مع كمية مجهولة من الأمونيا $NH_{3(g)}$ لإنتاج 157.5 g من كلوريد الأمونيوم $NH_4Cl_{(s)}$. ما كتلة الأمونيا $NH_{3(g)}$ المتفاعلة؟ وهل طبق قانون حفظ الكتلة في هذا التفاعل؟ فسّر إجابتك.

مهارات قرائية

- اسأل نفسك: ما الفكرة العامة؟ وما الفكرة الرئيسة؟
- اربط المعلومات التي درستها في هذا الكتاب مع المجالات العلمية الأخرى.
- توقع أحداثًا ونتائج من خلال توظيف المعلومات التي تعرفها من قبل.
- غيّر توقعاتك وأنت تقرأ وتجمع معلومات جديدة.

كيف تستفيد من كتاب الكيمياء؟

بعدما قرأت

اقرأ الخلاصة، وأجب عن الأسئلة لتقويم مدى فهمك لما درسته.

يختتم كل قسم بتقويم يحتوي على خلاصة وأسئلة. الخلاصة تراجع المفاهيم الرئيسة، بينما تختبر الأسئلة فهمك لما درسته.

الشكل 14–1 ينطبق قانون نيوتن للجاذبية على كل قفزة من قفزات هؤلاء المظليين مهما تعددت.

النظرية والقانون العلمي Theory and Scientific Law

النظرية تفسير لظاهرة طبيعية بناءً على مشاهدات واستقصاءات مع مرور الزمن. ولعلك سمعت عن نظرية أينشتاين في النسبية، أو عن النظرية الذرية. تصف النظرية عمومًا مبدأً رئيسًا في الطبيعة تم دعمه مع مرور الزمن. ولكن النظريات كلها تبقى عرضة للبحث، وقد يتم تعديلها. كما أن النظريات تؤدي غالبًا إلى استنتاجات جديدة. وتعد النظرية ناجحة إذا أمكن استعمالها للقيام بتوقعات صحيحة.

يتوصل عدد من العلماء أحيانًا إلى الاستنتاجات نفسها عن بعض العلاقات في الطبيعة، ولا يجدون أي استثناءات لهذه العلاقات. أنت تعرف مثلاً أنه مهما كان عدد مرات قفز المظليين من الطائرة– كما هو مبين في الشكل 14–1 – فإنهم يعودون دائمًا إلى الأرض. لقد كان إسحق نيوتن متأكدًا من وجود قوة تجاذب بين جميع الأجسام. لذا اقترح القانون العام للجاذبية. إن قانون نيوتن **قانون علمي** يصف علاقة أوجدها الله في الطبيعة تدعمها عدة تجارب. وعلى العلماء أن يطوّروا فرضيات وتجارب أخرى لتفسير وجود هذه العلاقات.

تحديث جديد! التقنيات المختبرية والسلامة في المختبر
ارجع إلى دليل التجارب العملية

التقويم 1-3

الخلاصة

- الطرائق العلمية طرائق منظمة لحل المشكلات.
- البيانات النوعية تصف ملاحظة ما، والبيانات الكمية تستعمل الأرقام.
- المتغيرات المستقلة تُغيَّر في التجربة، أما المتغيرات التابعة فتتغير تبعًا لتغير المتغيرات المستقلة.
- النظرية فرضية يدعمها الكثير من التجارب.

15. الفكرة الرئيسة فسّر لماذا لا يستعمل العلماء مجموعة محددة من الخطوات في كل بحث يقومون به؟
16. فرق أعط مثالًا على بيانات كمية وآخر على بيانات نوعية.
17. قوم طُلب إليك أن تدرس أثر درجة الحرارة في حجم بالون، فوجدت أن حجم البالون يزداد عند تسخينه. ما المتغير المستقل؟ وما المتغير التابع؟ وما العامل الذي بقي ثابتًا؟ وما الضابط الذي ستقارن به؟
18. مَيز وصَف العالِم شارل العلاقة المباشرة بين درجة الحرارة والحجم لجميع الغازات عند ضغط ثابت. هل تسمي هذه العلاقة قانون شارل أم نظرية شارل؟ لماذا؟
19. فسّر النماذجُ العلمية الجيدة يمكن فحصها واستعمالها للقيام بتوقعات. ماذا توقع نموذج مولينا وروولاند عن كمية غاز الأوزون في الجو عند ازدياد كمية CFCs؟

الفصل 2 دليل مراجعة الفصل

الفكرة العامة كل شيء مكون من مادة، وله خواص معينة.

2-1 خواص المادة

الفكرة الرئيسة توجد معظم المواد المألوفة على شكل مواد صلبة أو سائلة أو غازية، ولها خواص فيزيائية وكيميائية مختلفة.

المفردات
- حالات المادة
- المادة الصلبة
- السائل
- الغاز
- البخار
- الخاصية الفيزيائية
- الخاصية غير المميزة
- الخاصية المميزة
- الخاصية الكيميائية

المفاهيم الرئيسة
- الحالات الثلاث المألوفة للمادة هي الصلبة والسائلة والغازية.
- يمكن ملاحظة الخواص الفيزيائية دون تغيير تركيب المادة.
- الخواص الكيميائية تصف قدرة المادة على الاتحاد مع المواد الأخرى، أو التحول إلى مواد جديدة.
- قد تؤثر الظروف الخارجية في الخواص الفيزيائية والكيميائية .

2-2 تغيرات المادة

الفكرة الرئيسة يمكن أن يحدث للمادة تغيرات فيزيائية وكيميائية.

المفردات
- التغير الكيميائي
- تغير الحالة
- التغير الفيزيائي
- قانون حفظ الكتلة

المفاهيم الرئيسة
- التغير الفيزيائي يغير من الخواص الفيزيائية للمادة دون أن يغير تركيبها.
- التغير الكيميائي، والذي يسمى أيضا «التفاعل الكيميائي» يتضمن تغيرًا في تركيب المادة.
- في التفاعل الكيميائي تتحول المتفاعلات إلى نواتج.
- ينص قانون حفظ الكتلة على أن الكتلة لا تفنى ولا تستحدث في أثناء التفاعل الكيميائي؛ فهي محفوظة.

كتلة المتفاعلات = كتلة النواتج

ستجد في نهاية كل فصل دليلاً للمراجعة متضمنًا المفردات والمفاهيم الرئيسة. استعمل هذا الدليل للمراجعة وللتأكد من مدى استيعابك.

طرائق أخرى للمراجعة

- اكتب الفكرة العامة .
- اربط الفكرة الرئيسة مع الفكرة العامة
- استعمل كلماتك الخاصة لتوضح ما قرأت.
- وظف المعلومات التي تعلمتها في المنزل، أو في موضوعات أخرى تدرسها.
- حدد المصادر التي يمكن أن تستخدمها للبحث عن مزيد من المعلومات حول الموضوع.

الفصل 1

مقدمة في الكيمياء

Introduction to Chemistry

الفكرة العامة الكيمياء علم أساسي في حياتنا.

1–1 قصة مادتين

الفكرة الرئيسة الكيمياء هي دراسة المادة والتغيرات التي تطرأ عليها.

1–2 الكيمياء والمادة

الفكرة الرئيسة تتناول مجالات علم الكيمياء دراسة الأنواع المختلفة من المادة.

1–3 الطرائق العلمية

الفكرة الرئيسة يتبع العلماء الطريقة العلمية لطرح أسئلة واقتراح إجابات لها واختبارها وتقويم نتائج الاختبارات.

1–4 البحث العلمي

الفكرة الرئيسة بعض البحوث العلمية تؤدي إلى تطوير تقنية يمكن أن تحسّن حياتنا والعالم من حولنا.

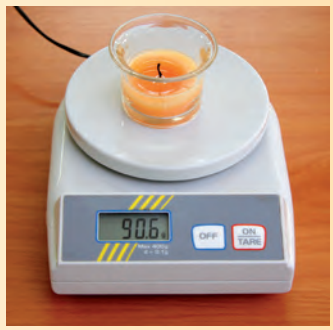
حقائق كيميائية

- إن الكثير من العمليات التي تجري حولنا هي نتيجة تفاعلات كيميائية.
- يدرس الكيميائيون التفاعلات الكيميائية، ومنها صدأ المسامير أو المواد الحديدية الأخرى، وانبعاث الضوء والحرارة الناتج عن الاحتراق.

تجربة استهلالية

أين ذهبت الكتلة؟

عندما يحترق جسم فإن ما يتبقّى من كتلته يكون غالبًا أقل من كتلة الجسم الأصلي! ماذا يحدث لكتلة أي جسم عند احتراقه؟



خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. استعمل **ميزانًا رقميًّا** لقياس كتلة **شمعة**. سجِّل مقدار الكتلة، وملاحظات مفصلة عن الشمعة.
3. ضع الشمعة على سطح مقاوم للاحتراق، كطاولة مختبر، **وأشعل الشمعة**، ثم دعها تحترق مدة خمس دقائق، ثم أطفئها، وسجل ملاحظاتك.

تحذير: لا تلق أعواد الثقاب في المغسلة.

4. اترك الشمعة تبرد، ثم قس كتلتها، وسجل ذلك.
5. ضع الشمعة المطفأة في وعاء يحدده لك المعلم.

التحليل

1. **لخص** ملاحظاتك عن الشمعة في أثناء احتراقها وبعد إطفائها.
2. **قوّم** أين ذهبت المادة التي فقدت؟

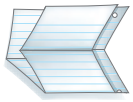
استقصاء هل يمكن أن تختلف كمية المادة المفقودة؟

صمم استقصاء لتحديد العوامل التي يمكن أن تسهم في إعطاء نتيجة مختلفة.

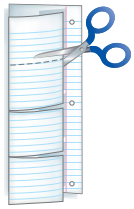
المطويات منظمات الأفكار

الطرائق العلمية قم بعمل المطوية التالية لمساعدتك على تنظيم المعلومات عن الطرائق العلمية.

الخطوة 1 اثن ورقة من النصف طوليًّا. اجعل الحافة الخلفية أطول من الحافة الأمامية بحوالي 2cm.



الخطوة 2 اثن الورقة من النصف، ثم اثنها من النصف مرة أخرى.



الخطوة 3 افتح الورقة، ثم قص الجزء العلوي منها على طول الطية لتحصل على أربعة أجزاء.

الخطوة 4 سمّ الأجزاء الأربعة كما يلي: الملاحظة، الفرضية، التجارب، النتيجة.

المطويات استعمل هذه المطوية في الأقسام

4-1، 3-1، 2-1 من هذا الفصل. لخص ما تقرؤه في هذه الأجزاء عن الطرائق العلمية، ودوِّن ما تعلمته عن المادتين المذكورتين في هذه الأقسام.

الكيمياء عبر المواقع الإلكترونية

لمراجعة محتوى هذا الفصل ونشاطاته ارجع إلى الموقع:

www.obeikaneducation.com

1–1

الأهداف

- **تُعرّف** المادة الكيميائية.
- **تُوضّح** كيف يتكون الأوزون، وأهميته.
- **تصف** تطور مركبات الكلوروفلوروكربون.

مراجعة المفردات

المادة: كل ما يشغل حيزًا وله كتلة.

المفردات الجديدة

الكيمياء

المادة الكيميائية

قصة مادتين A story of Two Substances

الفكرة الرئيسة **الكيمياء هي دراسة المادة والتغيرات التي تطرأ عليها.**

الربط مع الحياة قد تحاول أن تحل مشكلة ما فيؤدي ذلك إلى حدوث مشكلة أخرى. هل حركت يومًا قطعة أثاث من مكانها، فاكتشفت أن المكان الجديد غير مناسب؟ قد يؤدي نقل الأثاث إلى حدوث مشكلة جديدة، كعدم إمكان فتح باب، أو عدم إمكان إيصال سلك كهربائي إلى القابس. مثل هذا قد يحدث في العلوم أيضًا.

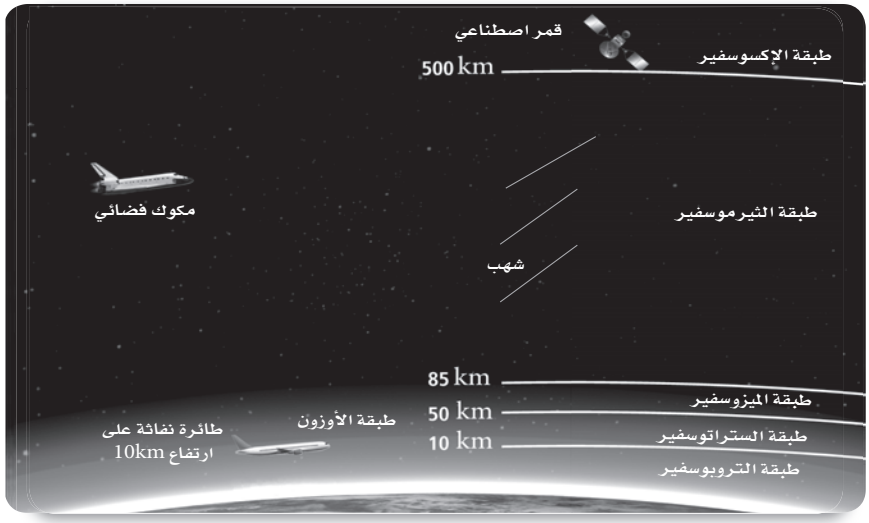
لماذا ندرس الكيمياء؟ Why Study Chemistry?

تأمّل الأشياء من حولك، وكذلك الأشياء الموضحة في **الشكل 1–1**. من أين جاءت كل هذه المواد؟ إن كل المواد في العالم مكونة من وحدات بنائية. وهذه الوحدات والأشياء المصنوعة منها يسمِّيها العلماء "مادة". لكن كيف تعرّف المادة؟ المادة كل شيء له كتلة ويشغل حيزًا.

قد تتساءل وأنت تدرس **الكيمياء** عن أهميتها بالنسبة لنا.

تدرس الكيمياء المادة وتغيراتها، وتوفر دراستها الكثير من الراحة والرفاهية للناس. ومن ذلك استعمالها في التبريد، كما في الثلاجات التي تستعمل في حفظ الأطعمة من التلف، والمكيفات في المنازل والمدارس وأماكن العمل. كما تُعنَى الكيمياء بصناعة الكريمات التي تستعمل في الوقاية من بعض أشعة الشمس الضارة.. وغيرها.

الشكل 1–1 كل شيء في الكون مكون من مادة، ومن ذلك الأجسام والأشياء المحيطة بنا.



الشكل 2–1 يتكون الغلاف الجوي من عدة طبقات. وتقع طبقة الأوزون الواقية في طبقة الستراتوسفير.

طبقة الأوزون The Ozone Layer

إن التعرض الزائد للأشعة فوق البنفسجية UV مؤذٍ للنباتات والحيوانات. كما أن المستويات العالية لأحد أنواع الأشعة فوق البنفسجية ـ والذي يرمز إليه بالرمز UVB ـ يمكن أن تسبب إعتامًا في العين، وسرطانًا في الجلد عند الإنسان، وتقلل من نواتج المحاصيل الزراعية، وتسبب خللاً في سلاسل الغذاء في الطبيعة.

لقد نشأت المخلوقات الحية رغم تعرضها لـ UVB ؛ فقد هيأ الله عز وجل لخلايا المخلوقات الحية بعضَ القدرة على إصلاح نفسها عند التعرض لمستويات منخفضة من هذه الأشعة. ويعتقد بعض العلماء أن وصول مستوى هذه الأشعة حدًّا معينًا يجعل الخلايا غير قادرة على المقاومة، وعندها يموت الكثير من المخلوقات الحية.

الغلاف الجوي للأرض تستطيع المخلوقات الحية البقاء على الأرض بفضل طبقة الأوزون التي خلقها الله تبارك وتعالى لتحميها من المستويات العالية من الأشعة فوق البنفسجية UVB. وغاز الأوزون ـ المكون من ذرات الأكسجين ـ مادة كيميائية توجد في الغلاف الجوي، **والمادة الكيميائية** لها تركيب محدد وثابت. ويمتص غاز الأوزون معظم الأشعة الضارة قبل وصولها إلى الأرض. ينتشر حوالي 90% من غاز الأوزون في طبقة تحيط بالأرض وتحميها؛ حيث يتكون الغلاف الجوي للأرض – كما ترى في **الشكل 2–1** من عدة طبقات، تسمى الطبقة الدنيا، منها طبقة التروبوسفير التي تحتوي على الهواء الذي نتنفسه، ويكون فيها الغيوم، وفيها تحدث تقلبات الطقس. وتسمى الطبقة التي فوقها ستراتوسفير، وتمتد بين 50– 10 km فوق سطح الأرض، وفيها طبقة الأوزون التي تحمي الأرض، وهي تمتص معظم الأشعة الكونية (الأشعة فوق البنفسجية) قبل أن تصل إلى الأرض.

ماذا قرأت؟ وضح فوائد وجود طبقة الأوزون في الغلاف الجوي.

المفردات

أصل الكلمة

أوزون Ozone

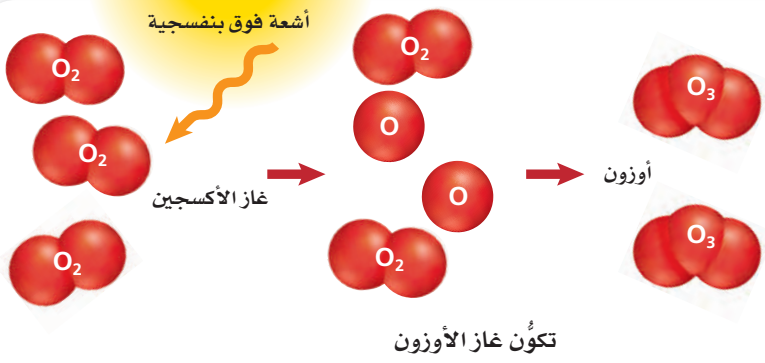
أصل هذه الكلمة إغريقي، وتعني يشم.

الكيمياء في واقع الحياة

طبقة الأوزون

(كريم) الحماية من أشعة الشمس

لأن أجواء المملكة حارة ومشمسة تظهر بعض التصبغات في البشرة. ولتوفير بعض الحماية من الأشعة فوق البنفسجية (UV) الضارة يمكن دهن الجلد بـ (كريم) يساعد على الوقاية من حروق الشمس وسرطان الجلد. وينصح خبراء الصحة باستعمال هذا (الكريم) في أي وقت قد تتعرض فيه لأشعة الشمس التي تحتوي على الأشعة فوق البنفسجية.



الشكل 3–1 الأشعة فوق البنفسجية الصادرة عن الشمس تجعل جزءًا من جزيئات غاز الأكسجين O_2 يتحلل إلى ذرات أكسجين O، وهذه الذرات المنفردة تتحد مع جزيئات أخرى من غاز الأكسجين O_2 وتكوِّن غاز الأوزون O_3.

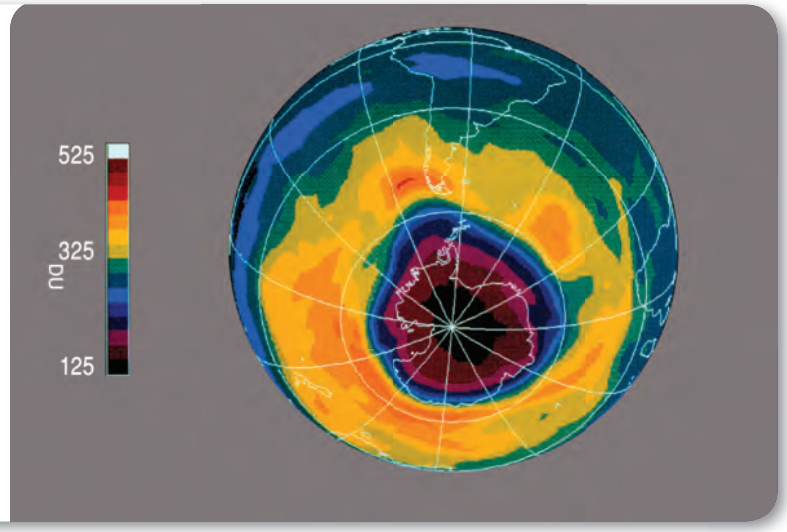
فسر ما سبب التوازن بين غازي الأكسجين والأوزون في طبقة الستراتوسفير؟

تكوُّن الأوزون كيف يتكوَّن غاز الأوزون في طبقة الستراتوسفير؟ عندما يتعرض غاز الأكسجين O_2 للأشعة فوق البنفسجية في الأجزاء العليا من الستراتوسفير تتحلل جزيئاته إلى ذرات منفردة O تتفاعل بدورها مع جزيئات غاز الأكسجين O_2 ليتكون غاز الأوزون O_3، كما هو موضح في **الشكل 3–1**. ويمكن لغاز الأوزون أن يمتص الأشعة فوق البنفسجية ويتحلل مكونًا غاز الأكسجين، لذلك يحدث نوع من التوازن بين غازي الأكسجين والأوزون في طبقة الستراتوسفير.

تم اكتشاف غاز الأوزون وقياس كميته في أواخر القرن التاسع عشر. وقد أثار اهتمام العلماء؛ فهو يتكون فوق خط الاستواء؛ لأن أشعة الشمس تكون عمودية وقوية هناك، ثم يتحرك حول الأرض بفعل تيارات الهواء في الستراتوسفير . لذا يعد مؤشرًا مناسبًا يساعدنا على تتبع حركة الرياح في طبقة الستراتوسفير.

في عشرينيات القرن الماضي بدأ العالم البريطاني دوبسون (1889–1976م) قياس كمية غاز الأوزون في الغلاف الجوي. ورغم أن غاز الأوزون يتشكل في المناطق العليا من طبقة الستراتوسفير، إلا أنه يتجمع في الجزء الأسفل منها. وتقاس كمية غاز الأوزون الموجودة في طبقة الستراتوسفير عن طريق أجهزة موجودة على الأرض، أو عن طريق بالونات أو أقمار اصطناعية أو صواريخ. لقد ساعدت قياسات دوبسون العلماء على تقدير كمية غاز الأوزون التي يجب أن توجد في الجو، وهي 300 دوبسون (DU). وتستعمل أجهزة –منها الموجودة في **الشكل 4–1** – لمراقبة كمية غاز الأوزون في الغلاف الجوي.

الشكل 4–1 يستعمل العلماء أنواعًا مختلفة من الأجهزة، ومنها مطياف بريور لقياس كمية غاز الأوزون في الجو.



الشكل 5–1 أكدت صور الأقمار الاصطناعية قياسات فريق القارة المتجمدة الجنوبية التي أشارت إلى تقلُّص سُمك طبقة الأوزون فوق هذه القارة. في هذه الصورة تظهر طبقة الأوزون بلون زهري وبنفسجي وأسود. ويشير دليل الألوان عن يسار الصورة أن مستوى الأوزون يتراوح بين 125-200 DU، وهو أقل من المستوى الطبيعي الذي يبلغ 300 DU.

وجد فريق بحث بريطاني انخفاض كمية غاز الأوزون في طبقة الستراتوسفير، واستنتجوا أن سُمك طبقة الأوزون يتناقص. ويبين **الشكل 5–1** كيف ظهرت طبقة الأوزون في أكتوبر من عام 1990م.

ورغم أن تقلُّص سُمك طبقة الأوزون يسمى عادة "ثقب الأوزون" إلا أنه ليس ثقبًا؛ فغاز الأوزون ما زال موجودًا، لكن سمك الطبقة أقل كثيرًا من المعدل الطبيعي. وهذه الحقيقة سبّبت قلقًا للعلماء، وخصوصًا بعد أن أيّدتها القياسات التي قامت بها البالونات والطائرات والأقمار الاصطناعية. فما سبب ثقب الأوزون؟

مركبات الكلوروفلوروكربون Chlorofluorocarbons

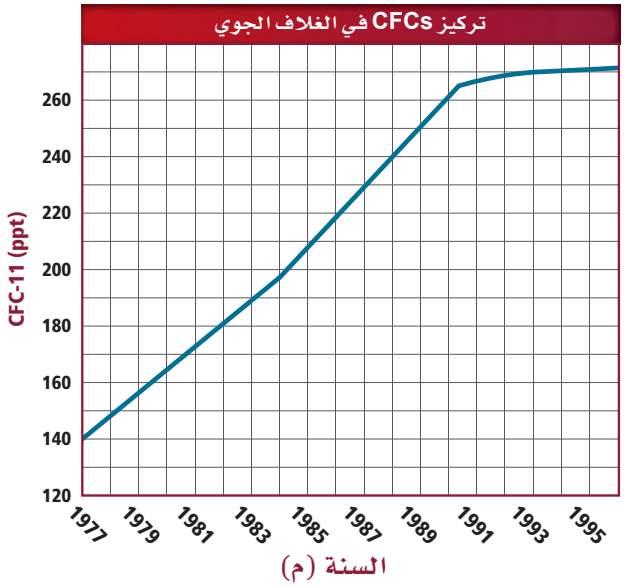
بدأت قصتها في عشرينيات القرن الماضي؛ حيث ازداد إنتاج الثلاجات التي استَعملت في البداية غازات ضارة – منها الأمونيا– للتبريد. ولأن أبخرة الأمونيا قد تتسرب من الثلاجة وتؤذي أفراد البيت فقد بدأ الكيميائيون البحث عن مبردات أكثر أمنًا. وقد حضّر العالم توماس ميجلي Thomas Midgley عام 1928م أول مركّب من مركبات الكلوروفلوروكربون التي يرمز إليها بـ CFCs، وهو مادة مكونة من الكلور والفلور والكربون.

ويحضَّر الآن عدد من هذه المركبات ـ التى لا تتكون طبيعيًّا ـ في المختبر، وهي غير سامة؛ لأنها لا تتفاعل مباشرة مع المواد الأخرى. وقد ظهر مع الوقت أن هذه الغازات مبردات مثالية. في عام 1935م بدأ استعمال هذه المواد في صناعة أجهزة التكييف المنزلية، كما دخلت في صناعة الثلاجات، بالإضافة إلى استعمالها في تصنيع البوليمرات، وفي دفع الرذاذ من علب الرش.

ماذا قرأت؟ فسّر لماذا فكّر العلماء أن مركبات الكلوروفلوروكربون CFCs آمنة للبيئة؟

مهن في الكيمياء

كيميائيّ البيئة يستعمل كيميائي البيئة أدوات من الكيمياء والعلوم الأخرى لدراسة كيفية تفاعل المواد الكيميائية مع البيئة ومكوناتها. وهذا يتضمن تحديد مصادر التلوث، ودراسة تأثيراتها في المخلوقات الحية.



الشكل 6–1 جمع العلماء معلومات عن الاستعمال العالمي لمركبات الكلوروفلوروكربون CFCs وتراكمها فوق القارة المتجمدة الجنوبية. CFC–11 أحد أنواع CFC .

اختبار الرسم البياني

صف كيف تغيرت كمية مركبات الكلوروفلوروكربون في الفترة بين عامي 1977 و 1995م؟

*ppt: وحدة قياس تركيز، تعني جزءًا في الألف Part Per thousand

بدأ العلماء الكشف عن وجود مركبات الكلوروفلوروكربون CFCs في الجو في سبعينيات القرن الماضي، فقاموا بقياس كميتها في الغلاف الجوي، ووجدوا أنها تزداد عامًا بعد آخر. وبحلول سنة 1995م وجدوا أن كمياتها وصلت مستوى عاليًا، كما هو مبين في **الشكل 6–1** . وعلى أي حال فقد كان شائعًا على نطاق واسع أنها لا تشكل خطرًا على البيئة؛ لأنها مستقرة، لذا لم تشكل مصدر قلق لكثير من العلماء.

لاحظ العلماء بعد ذلك أن سمك طبقة الأوزون يتناقص، وأن كميات متزايدة من CFCs تصل إلى الغلاف الجوي. فهل هناك علاقة بين الحدثين؟

قبل أن تعرف إجابة هذا السؤال، لا بد أن تفهم بعض الأفكار الأساسية في الكيمياء، وتعرف أيضًا كيف يحل الكيميائيون وغيرهم من العلماء المشكلات العلمية.

التقويم 1-1

الخلاصة

- الكيمياء هي دراسة المادة والتغيرات التي تطرأ عليها.
- المادة الكيميائية لها تركيب محدد وثابت.
- غاز الأوزون يوجد في طبقة الستراتوسفير ويكوِّن طبقة واقية للأرض من الأشعة فوق البنفسجية.
- CFCs مواد مصنعة مكونة من الكلور والفلور والكربون، وتعمل على تقليل سمك طبقة الأوزون.

1. الفكرة الرئيسة **وضح** أهمية دراسة الكيمياء للإنسان.
2. **عرّف** المادة الكيميائية، وأعط مثالين لمادتين كيميائيتين.
3. **صف** كيف يتكون الأوزون؟ ولماذا يعد مهمًّا؟
4. **وضح** لماذا طُورت مركبات الكلوروفلوروكربون؟ وفيمَ تستعمل؟
5. **فَسّر** سبب قلق العلماء من تزايد أشعة UVB في الجو .
6. **فَسّر** سبب ازدياد تركيز CFCs في الغلاف الجوي.
7. **قوّم** لماذا كان من المهم تأكيد بيانات دوبسون عن طريق صور الأقمار الاصطناعية؟

1–2

الأهداف

- **تقارن** بين الكتلة والوزن.
- **تفسر** سبب اهتمام الكيميائيين بالوصف تحت المجهري للمادة.
- **تحدد** المجالات التي يدرسها كل فرع من فروع الكيمياء المختلفة.

مراجعة المفردات

التقنية: التطبيق العملي للمعرفة العلمية.

المفردات الجديدة

الكتلة

الوزن

النموذج

الكيمياء والمادة Chemistry and Matter

الفكرة الرئيسة **تتناول مجالاتُ علم الكيمياء دراسةَ الأنواع المختلفة من المادة.**

الربط مع الحياة إذا اعتبرت أن كل شيء من حولك مادة فسوف تدرك أن الكيميائيين يدرسون تنوعًا ضخمًا من الأشياء.

المادة وخواصها Matter and its Characteristics

المادة هي المكون الأساسي للكون. وللمادة أشكال عدة؛ فكل شيء من حولك مادة، ومنها الأشياء الموجودة في **الشكل 7–1**. بعض المواد توجد في الطبيعة، ومنها الأوزون، وبعضها الآخر اصطناعي، ومنها مركبات الكلوروفلوروكربون CFCs.

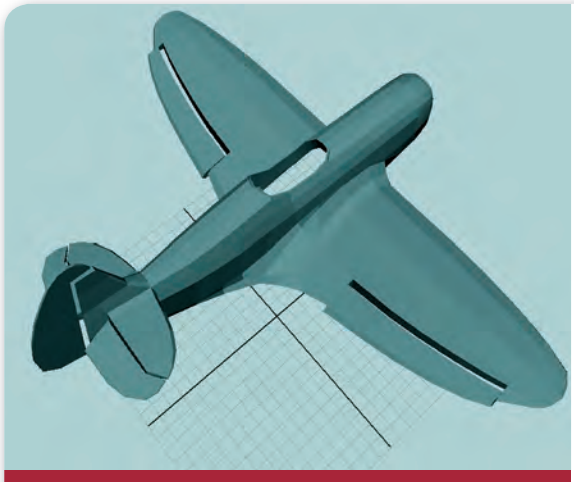
ربما لاحظت أن الأشياء التي نستعملها يوميًّا مكونة من مادة لها كتلة. **والكتلة** هي مقياس كمية المادة. فالكتاب له كتلة ويشغل حيزًا، لكن هل الهواء مادة؟ أنت لا تستطيع رؤية الهواء أو الإحساس به أحيانًا، لكنك عندما تنفخ بالونًا فإنه يتمدد ليسمح للهواء بالدخول فيه، ويصبح أثقل من ذي قبل، ولهذا فالهواء مادة. هل كل شيء مادة؟ الأفكار والآراء التي تملأ رأسك ليست مادة، وكذلك الحرارة والضوء وموجات الراديو والمجالات المغناطيسية. ما الأشياء التي ليست مادة؟ اذكر بعضها.

الكتلة والوزن هل سبق أن استعملت ميزانًا لقياس وزنك؟ **الوزن** ليس مقياسًا لكمية المادة فحسب، وإنما هو أيضًا مقياس لقوة جذب الأرض للمادة. وقوة الجذب ليست ثابتة في جميع الأماكن على الأرض؛ فهي تصبح أقل عندما نتحرك بعيدًا عن سطح الأرض. ربما لم تلاحظ فرقًا في وزنك عندما تنتقل من مكان إلى آخر، لكن فرقًا صغيرًا يحدث حقًّا.

الشكل 7–1 كل شيء في هذه الصورة مادة وله كتلة ووزن.

قارن بين الكتلة والوزن.

نموذج توسعة الحرم المكي



نموذج طائرة

الشكل 8–1 يستعمل العلماء النماذج لتوضيح الأفكار المعقدة كتركيب البنايات. كما أنهم يستعملون النماذج لاختبار مفهوم، كتصميم جديد لطائرة قبل إنتاجها.

استنتج. لماذا يستعمل الكيميائيون النماذج لدراسة الذرات؟

المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

المفردات

أصل الكلمة

الوزن

الاستعمال العلمي: الوزن هو مقياس لكمية المادة ولقوة الجاذبية الواقعة على جسم ما.

وزن الجسم هو حاصل ضرب كتلته في تسارع الجاذبية الأرضية المحلي.

الاستعمال الشائع: الوزن هو الثقل النسبي لجسم ما.

فنقول مثلاً: إن الأرنب قد نما بسرعة لدرجة أن وزنه تضاعف في بضعة أسابيع.

قد يبدو من الأنسب للعلماء أن يستعملوا الوزن بدلًا من الكتلة، إلا أن هذا غير عملي، بل الأفضل قياس كتلة الأجسام. لماذا؟ لأن كتلة الجسم ثابتة في أي مكان، بخلاف الوزن الذي يختلف من مكان إلى آخر؛ بسبب اختلاف قوة الجاذبية من مكان إلى آخر، مما يتطلب معرفة قوة الجاذبية في الأماكن التي يقارنون فيها بين الأوزان. ولما كانت الكتلة مستقلة عن قوة الجاذبية فإنهم يستعملون مقياس الكتلة.

التركيب والخواص الملاحظة ما الذي تستطيع أن تشاهده في بناء مدرستك من الخارج؟ أنت تعرف أن البناء يحوي أكثر مما تستطيع مشاهدته من الخارج؛ فأنت لا تستطيع مشاهدة قضبان الحديد داخل الجدران، والتي تعطي البناء شكله واستقراره وثباته.

خواص معظم المواد واضحة، لا تحتاج إلى مجهر لرؤيتها. وتتركب الأنواع المختلفة من المواد من حولك من عناصر مكونة من جسيمات تسمى ذرات. والذرات صغيرة جدًّا حتى أنه لا يمكن رؤيتها بالمجاهر الضوئية. ولهذا تعدّ الذرات جسيمات تحت مجهرية؛ فتريليون ذرة يمكن أن تشغل حيزًا يساوي النقطة الموجودة في آخر هذه الجملة. وتفسر بنية المادة وتركيبها وسلوكها على المستوى تحت المجهري، أو المستوى الذري. وكل ما نلاحظه عن المادة يعتمد على تركيب الذرات والتغيرات التي تحدث لها.

تهدف الكيمياء إلى تفسير الأحداث التي لا تُرَى بالعين المجردة، والتي ينتج عنها تغيرات ملحوظة. وتعد النماذج إحدى طرائق توضيح ذلك. **النموذج** تفسير مرئيّ أو لفظيّ أو رياضيّ للبيانات التجريبية. ويستعمل العلماء عدة أنواع من النماذج لتمثيل الأشياء التي يصعب مشاهدتها، ومنها المواد المستعملة في البناء، والنموذج الحاسوبي للطائرة المبين في **الشكل 8–1**، كما يستعمل الكيميائيون نماذج مختلفة لتمثيل المادة.

ماذا قرأت؟ حدد نوعين آخرين من النماذج التي يستعملها العلماء.

الجدول 1-1	بعض فروع الكيمياء	
الفرع	مجال الدراسة	أمثلة
الكيمياء العضوية	معظم المواد التي تحتوي على الكربون	الأدوية، والبلاستيكات
الكيمياء غير العضوية	المواد التي لا تحتوي على كربون عمومًا	المعادن، والفلزات واللافلزات، وأشباه الموصلات
الكيمياء الفيزيائية	سلوك المادة وتغيراتها وتغيرات الطاقة المصاحبة لها	سرعة التفاعلات، وآلية التفاعلات
الكيمياء التحليلية	أنواع المواد ومكوناتها	الأغذية، وضبط جودة المنتجات
الكيمياء الحيوية	المادة والعمليات الحيوية في المخلوقات الحية	التمثيل الغذائي، والتخمر
الكيمياء البيئية	المادة والبيئة	التلوث، والدورات الكيميائية الحيوية
الكيمياء الاصطناعية	العمليات الكيميائية في الصناعة	الأصباغ، ومواد الطلاء
كيمياء المبلمرات	المبلمرات والمواد البلاستيكية	الأنسجة، ومواد الطلاء، والبلاستيكات
الكيمياء الذرية	نظريات تركيب المادة	الروابط، وأشكال المدارات، والأطياف الجزيئية والذرية، والتركيب الإلكتروني
الكيمياء الحرارية	الحرارة الناتجة عن العمليات الكيميائية	حرارة التفاعل

الكيمياء: علم أساسي

Chemistry: The Central Science

الكيمياء هي دراسة المادة والتغيرات التي تطرأ عليها. إن فهم علم مادة الكيمياء يعدُّ أساسيًّا لكل العلوم: الأحياء والفيزياء والأرض والبيئة وغيرها. وبسبب وجود أنواع كثيرة من المادة فإن مجالات الدراسة في الكيمياء تتنوع؛ إذ تقسم الكيمياء تقليديًّا إلى فروع تركز على دراسة معينة، ولكن الكثير منها يتداخل، كما هو مبين في **الجدول 1–1**. فالكيمياء العضوية وكيمياء المبلمرات تشتركات في دراسة البلاستيك.

التقويم 1-2

الخلاصة

- النماذج أدوات يستعملها العلماء ومنهم الكيميائيون لتفسير الأحداث التي لا ترى بالعين المجردة.
- الملاحظات التي يمكن رؤيتها بالعين المجردة للمادة تعكس سلوك الذرات التي لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة.
- هناك فروع عدة لعلم الكيمياء، منها الكيمياء العضوية وغير العضوية والفيزيائية والتحليلية والحيوية.

8. الفكرة الرئيسة **فسر** سبب وجود عدة فروع لعلم الكيمياء.

9. **فسّر** لماذا يستعمل العلماء الكتلة بدلاً من الوزن في قياساتهم؟

10. **لخص** لماذا يجب على الكيميائيين أن يدرسوا التغيرات التي لا ترى بالعين المجردة؟

11. **استنتج** سبب استعمال الكيميائيين للنماذج لدراسة المادة التي لا ترى بالعين المجردة.

12. **سمِّ** ثلاثة نماذج يستعملها العلماء، وبين فائدة كل منها.

13. **قوِّم** كيف يمكن أن يختلف وزنك وكتلتك على سطح القمر (جاذبية القمر تساوي سدس جاذبية الأرض)؟

14. **قوِّم** هل يتغير وزنك في أثناء صعودك وهبوطك في المصعد؟ فسر إجابتك.

1–3

الطرائق العلمية Scientific Methods

الأهداف

- **تحدِّد** خطوات الطريقة العلمية.
- **تقارن** بين أنواع البيانات.
- **تحدِّد** أنواع المتغيرات
- **تصف** الفرق بين النظرية والقانون العلمي.

مراجعة المفردات

الطريقة النظامية: أسلوب منظم لحل المشكلات.

المفردات الجديدة

الطريقة العلمية
البيانات النوعية
البيانات الكمية
الفرضية
التجربة
المتغير المستقل
المتغير التابع
الضابط
الاستنتاج
النظرية
القانون العلمي

الفكرة الرئيسة **يتبع العلماء الطريقة العلمية لطرح أسئلة، واقتراح إجابات لها، واختبارها، وتقويم نتائج الاختبارات.**

الربط مع الحياة ماذا تفعل إذا أردت أن تقوم برحلة طويلة؟ هل تأخذ معك جميع ملابسك في حقيبة، أم أنك تخطط لما تلبسه؟ إن إعداد خطة هو الأفضل عمومًا. وكذلك يطور العلماء خططًا تساعدهم على استقصاء العالم.

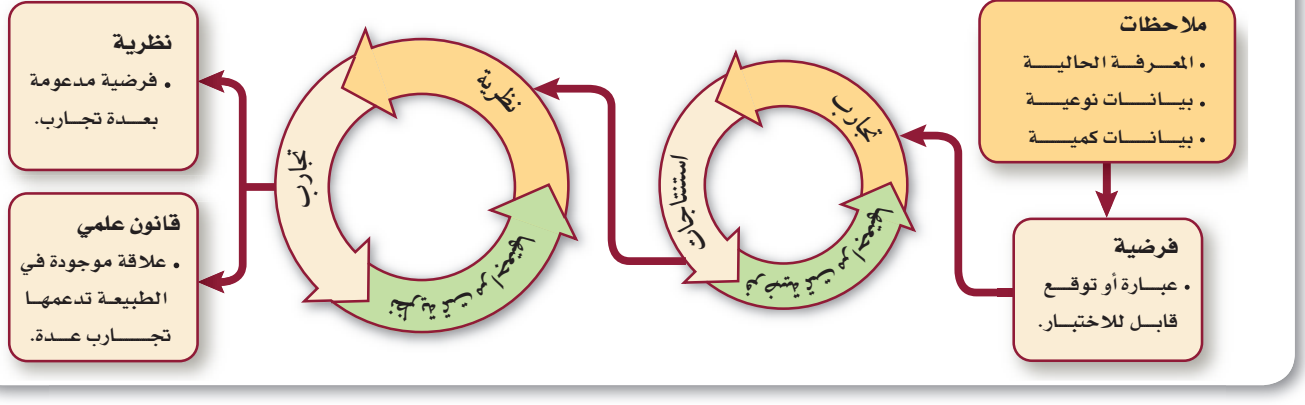
الطريقة النظامية في البحث A Systematic Approach

ربما قمت بإجراء تجربة مختبرية مع زملائك في صفوف سابقة. لذلك أنت تعرف أن كل فرد في المجموعة قد يكون لديه فكرة مختلفة عن طريقة إجراء التجربة. هذا الاختلاف في الآراء يعد من فوائد العمل الجماعي. إن تبادل الأفكار بفاعلية بين أفراد المجموعة وربط المشاركات الفردية معًا لإيجاد حل يتطلب بذل جهد في العمل الجماعي.

يقوم العلماء بعملهم بطرائق متشابهة؛ فكل عالم يحاول فهم عالمه بناءً على رؤية فردية وإبداع ذاتي، وغالبًا ما يَستخلص أعمال عدة علماء للوصول إلى فهم جديد للموضوع. لذا قد يكون من المفيد أن يستعمل العلماء خطوات موحدة لتنفيذ تجاربهم.

الطريقة العلمية طريقة منظمة تستعمل في الدراسات العلمية، سواء أكانت كيميائية أو حيوية أو فيزيائية أو غير ذلك. يتّبع العلماء الطريقة العلمية لحل المشكلات، وللتحقق من عمل العلماء الآخرين. ويبين **الشكل 9–1** نظرة عامة لخطوات الطريقة العلمية. ولا يقصد بهذه الخطوات أن تنفذ بالترتيب. لذا يجب على العلماء أن يَصِفوا طرائقهم عند عرض نتائج أبحاثهم. وإذا لم يستطع العلماء الآخرون تأكيد النتائج باتباع الخطوات نفسها فإن هناك شكًّا في صدق النتائج.

الشكل 9–1 تكرر خطوات الطريقة العلمية إلى أن تدعم الفرضية أو تلغيها.



تجربة

تطوير مهارات الملاحظة

لماذا تعد مهارات الملاحظة مهمة في الكيمياء؟ تستعمل الملاحظات عادة للوصول إلى استنتاجات. الاستنتاج تفسير أو توضيح للملاحظة.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. أضف ماء إلى طبق بتري حتى ارتفاع 0.5 cm، ثم استعمل مخبارًا مدرجًا لقياس 1mL من زيت نباتي، وأضفه إلى الطبق.
3. اغمس رأس عود أسنان في سائل تنظيف الأواني.
4. اجعل رأس العود يلامس الماء في مركز الطبق، وسجل ملاحظاتك.
5. أضف حليبًا كامل الدسم إلى طبق بتري آخر حتى ارتفاع 0.5 cm.
6. ضع قطرة واحدة من كل نوع من أربعة أنواع من ملونات الطعام في أربعة أماكن على سطح الحليب. لا تضع أي قطرة ملون في مركز الطبق.
7. كرر الخطوتين 3 و 4 .

التحليل

1. **صف** ما شاهدته في الخطوة 4.
2. **صف** ما شاهدته في الخطوة 7.
3. **استنتج** الزيت والدهن في الحليب والشحم ينتميان إلى فئة من المواد تسمى "ليبيدات". ماذا تستنتج عند إضافة المنظف إلى صحن الماء؟
4. **فسر** لماذا كانت مهارات الملاحظة مهمة في هذه التجربة؟

الملاحظة تبدأ الدراسة العلمية عادة بملاحظة بسيطة. والملاحظة عملية جمع معلومات. وغالبًا ما تكون الملاحظات الأولية التي يقوم بها العلماء **بيانات نوعية** (معلومات تصف اللون أو الرائحة أو الشكل أو بعض الخواص الفيزيائية الأخرى). وعمومًا فإن كل شيء يتصل بالحواس الخمس هو نوعي، مثل: كيف يبدو شيء ما؟ ما ملمسه؟ ما طعمه؟ ما رائحته؟

يجمع الكيميائيون عادة نوعًا آخر من البيانات؛ فقد يقيسون درجة الحرارة، أو الضغط، أو الحجم، أو كمية المادة الناتجة عن التفاعل. هذه المعلومات الرقمية تسمى «**بيانات كمية**»، وهي تبين سرعة الشيء، أو طوله أو حجمه. ما البيانات الكمية والبيانات النوعية التي تستطيع جمعها من **الشكل 10–1**؟

الفرضية تذكر ما درسته عن قصة المادتين في القسم 1–1. اكتشف الكيميائيان مولينا ورولاند وجود مركبات الكلوروفلوروكربون CFCs قبل أن تبيّن البيانات الكمية تناقص مستوى غاز الأوزون في الستراتوسفير. وقد تولد لديهما فضول لمعرفة مدة بقاء CFCs في الجو، فقاما بفحص التفاعلات التي يمكن أن تجري بين المواد الكيميائية المختلفة في الجو، لقد اكتشف مولينا ورولاند أن مركبات CFCs تبقى ثابتة في الجو لفترة طويلة، لكنهم عرفا أن هذه المواد تصعد إلى طبقات الجو العليا، فوضعا فرضية تقول إن هذه المركبات تتحلل نتيجة التفاعل مع الأشعة فوق البنفسجية الآتية من الشمس. كما وضعا فرضية أخرى تقول إن الكلور الناتج عن هذا التفاعل يحطم جزيئات غاز الأوزون. إذن **الفرضية** عبارة عن تفسير مؤقت لظاهرة ما أو حدث تمت ملاحظته.

ماذا قرأت؟ **استنتج** لماذا تكون الفرضية مؤقتة؟

الشكل 10–1 البيانات الكمية معلومات رقمية. أما البيانات النوعية فهي ملاحظات توصف باستعمال الحواس.

عيّن البيانات الكمية والنوعية في الصورة.

الشكل 11–1 هذه المواد يمكن أن تستعمل لقياس أثر درجة الحرارة في سرعة ذوبان ملح الطعام.

التجارب لا معنى للفرضية ما لم يكن هناك بيانات تدعمها. وهكذا فإن وضع الفرضية يساعد العالم على التركيز على الخطوة التالية في الطريقة العلمية. **التجربة** مجموعة من المشاهدات المضبوطة التي تختبر الفرضية. وعلى العلماء أن يصمموا بعناية تجربة أو أكثر وينفّذوها من أجل اختبار المتغيرات. والمتغير كمية أو حالة قد يكون لها أكثر من قيمة واحدة.

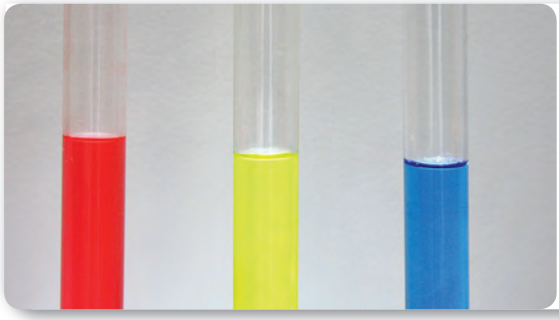
افترض أن معلم الكيمياء طلب إلى طلاب صفك استعمال المواد الموجودة في **الشكل 11–1** لتصميم تجربة لاختبار الفرضية القائلة إن ملح الطعام يذوب في الماء الساخن أسرع من ذوبانه في الماء الذي درجة حرارته تساوي درجة حرارة الغرفة ($20^{\circ}C$).

ولأن درجة الحرارة هي المتغير الذي تخطط لتغييره فهي **متغير مستقل**. فإذا وجدت مجموعتك أن كمية من الملح تذوب تمامًا خلال دقيقة واحدة عند $40^{\circ}C$، فإن الكمية نفسها تحتاج إلى 3 دقائق لتذوب تمامًا عند درجة $20^{\circ}C$ ؛ وذلك لأن درجة الحرارة تؤثر في سرعة ذوبان الملح. وتسمى سرعة الذوبان هذه **متغيرًا تابعًا** ؛لأن قيمتها تتغير تبعًا لتغير المتغير المستقل. ورغم أن مجموعتك تستطيع تحديد الكيفية التي تغير بها المتغير المستقل إلاّ أنها لا تستطيع التحكم في الكيفية التي يتغيّر بها المتغير التابع.

ماذا قرأت؟ وضح الفرق بين المتغير المستقل والمتغير التابع.

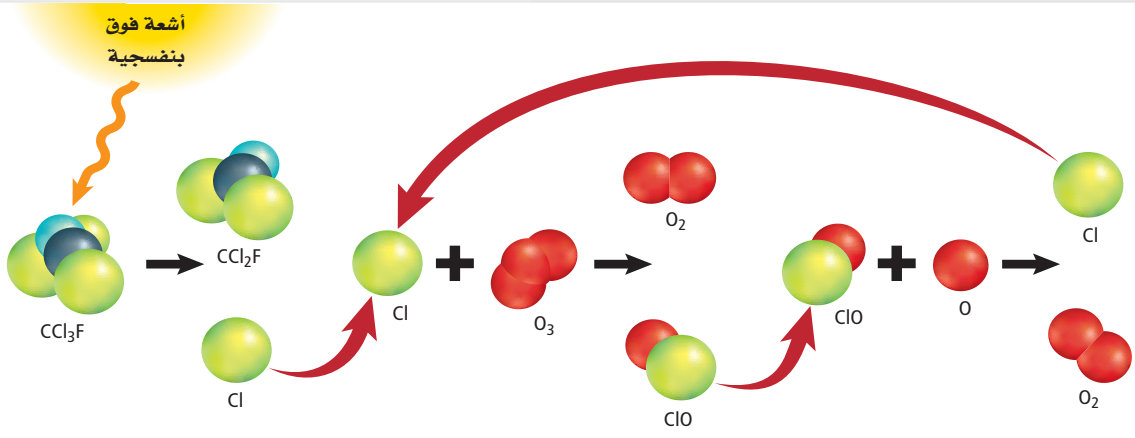
عوامل أخرى ما العوامل الأخرى التي تستطيع تغييرها في تجربتك؟ هل تؤثر كمية الملح التي تستعملها، أو كمية الماء، أو تحريك المخلوط في النتائج؟ إن الإجابة عن هذه الأسئلة ربما تكون بالإيجاب. لذا فإن نتائج التجربة ستختلف. ومن ثَم فإن المتغير المستقل هو الوحيد الذي يُسمح بتغييره في التجربة المخطط لها جيدًا. أما العامل الثابت فلا يسمح بتغييره في أثناء التجربة. ولذلك فإن كمية الملح وكمية الماء وتحريك المزيج يجب أن تبقى ثابتة عند أي درجة حرارة.

من المهم وجود **ضابط** للمقارنة في كثير من التجارب. ففي التجربة السابقة يعد الماء عند درجة حرارة الغرفة هو الضابط. ويبين **الشكل 12–1** ضابطًا من نوع آخر؛ فقد أضيف كاشف كيميائي إلى كل من الأنابيب الثلاثة، وهناك محلول حمضي في الأنبوب الموجود عن اليسار، لذا تحوَّل لون الكاشف فيه إلى الأحمر. أما الأنبوب الأوسط فيحتوي على ماء، ولون الكاشف فيه أصفر. وأما الأنبوب الأيمن فيحتوي على محلول قاعدي، وتحول لون الكاشف فيه إلى أزرق.



الشكل 12–1 لأن حموضة المحاليل في هذه الأنابيب معروفة فمن الممكن أن تستعمل بوصفها ضوابط في تجربة ما.

استنتج إذا أضيف كاشف كيميائي إلى محلول مجهول الحموضة فكيف تحدد ما إذا كان المحلول حمضيًا أو متعادلاً أو قاعديًا ؟



تتحد ذرة أكسجين O مع أول أكسيد الكلور ClO ليكوّنا غاز الأكسجين O_2 والكلور Cl، ثم يتحد الكلور الحر مع جزيء غاز أوزون آخر، وتتكرر العملية.

ثم يقوم الكلور بتدمير غاز الأوزون بالاتحاد معه وتكوين غاز الأكسجين O_2 وأول أكسيد الكلور ClO.

تنبأ نموذج مولينا ورولاند أن الأشعة فوق البنفسجية تجعل الكلور Cl ينفصل عن CCl_3F أحد مركبات CFCs.

الشكل 13–1 يبين نموذج مولينا ورولاند كيف تدمر مركبات CFCs غاز الأوزون.

ضبط المتغيرات التفاعلات الموصوفة أعلاه بين CFCs وغاز الأوزون في نموذج مولينا ورولاند تضم عدة متغيرات. فعلى سبيل المثال، هناك غازات أخرى غير غاز الأوزون في الستراتوسفير. لذا فإن من الصعب تحديد ما إذا كان أحد هذه الغازات أو كلها تسبب تناقص غاز الأوزون. كما أن الرياح وتغيُّر الأشعة فوق البنفسجية قد يغيِّران من نتائج أي تجربة في أي وقت، مما يجعل المقارنة صعبة. وقد يكون من الأسهل أحيانًا محاكاة الظروف مختبريًّا، بحيث يمكن ضبط المتغيرات بسهولة.

الاستنتاج يمكن أن تُظهر التجربة قدرًا كبيرًا من البيانات، وهذه البيانات يأخذها العلماء عادة، ويحللونها، ويقارنونها بالفرضية للتوصل إلى استنتاج. **والاستنتاج** حكم قائم على المعلومات التي يتم الحصول عليها. نحن لا نستطيع إثبات فرضية ما. ولهذا عندما تؤيد البيانات الفرضية فإن ذلك يشير فقط إلى أن الفرضية قد تكون صحيحة. وإذا جاءت بعد ذلك بيانات لا تدعم الفرضية فعلينا رفض الفرضية أو تعديلها.

المطويات

ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

وضع مولينا ورولاند فرضية عن ثبات مركبات CFCs في طبقة الستراتوسفير، وجمعا بيانات تؤيد فرضيتهما، كما طوَّرا نموذجًا يقوم فيه الكلور الناتج عن تفكك CFCs بالتفاعل مرة بعد أخرى مع غاز الأوزون.

كما أنه يمكن اختبار النموذج واستعماله في القيام بتوقعات. فقد توقع نموذج مولينا ورولاند تكوُّن الكلور وتناقص غاز الأوزون، كما هو مبين في **الشكل 13–1**. كما وجدت مجموعة بحثية أخرى دليلاً على تفاعل غاز الأوزون والكلور عندما قامت بإجراء قياسات في طبقة الستراتوسفير. لكن هذه المجموعة لم تعرف مصدر الكلور. لقد توقع مولينا ورولاند في نموذجهما مصدر الكلور، وتوصَّلا إلى استنتاج أن غاز الأوزون في الستراتوسفير يمكن أن يتحطم بفعل مركبات CFCs، وكان لديهما دعم كافٍ لفرضيتهما مكّنهما من نشْر اكتشافهما، ففازا بجائزة نوبل عام 1995م.

الشكل 14–1 ينطبق قانون نيوتن للجاذبية على كل قفزة من قفزات هؤلاء المظليين مهما تعددت.

النظرية والقانون العلمي Theory and Scientific Law

النظرية تفسير لظاهرة طبيعية بناءً على مشاهدات واستقصاءات مع مرور الزمن. ولعلك سمعت عن نظرية أينشتاين في النسبية، أو عن النظرية الذرية. تصف النظرية عمومًا مبدأً رئيسًا في الطبيعة تم دعمه مع مرور الزمن. ولكن النظريات كلها تبقى عرضة للبحث، وقد يتم تعديلها. كما أن النظريات تؤدي غالبًا إلى استنتاجات جديدة. وتعد النظرية ناجحة إذا أمكن استعمالها للقيام بتوقعات صحيحة.

يتوصل عدد من العلماء أحيانًا إلى الاستنتاجات نفسها عن بعض العلاقات في الطبيعة، ولا يجدون أي استثناءات لهذه العلاقات. أنت تعرف مثلاً أنه مهما كان عدد مرات قفز المظليين من الطائرة– كما هو مبين في **الشكل 14–1** – فإنهم يعودون دائمًا إلى الأرض. لقد كان إسحق نيوتن متأكدًا من وجود قوة تجاذب بين جميع الأجسام. لذا اقترح القانون العام للجاذبية. إن قانون نيوتن **قانون علمي** يصف علاقة أوجدها الله في الطبيعة تدعمها عدة تجارب. وعلى العلماء أن يطوِّروا فرضيات وتجارب أخرى لتفسير وجود هذه العلاقات.

تجربة عملية
التقنيات المختبرية والسلامة في المختبر
ارجع إلى دليل التجارب العملية

التقويم 1-3

الخلاصة

- الطرائق العلمية طرائق منظمة لحل المشكلات.
- البيانات النوعية تصف ملاحظة ما، والبيانات الكمية تستعمل الأرقام.
- المتغيرات المستقلة تُغيَّر في التجربة، أما المتغيرات التابعة فتتغير تبعًا لتغير المتغيرات المستقلة.
- النظرية فرضية يدعمها الكثير من التجارب.

15. الفكرة الرئيسة **فسِّر** لماذا لا يستعمل العلماء مجموعة محددة من الخطوات في كل بحث يقومون به؟

16. **فرق** أعط مثالًا على بيانات كمية وآخر على بيانات نوعية.

17. **قوم** طُلب إليك أن تدرس أثر درجة الحرارة في حجم بالون، فوجدت أن حجم البالون يزداد عند تسخينه. ما المتغير المستقل؟ وما المتغير التابع؟ وما العامل الذي بقي ثابتًا؟ وما الضابط الذي ستقارن به؟

18. **مَيز** وصَف العالم شارل العلاقة المباشرة بين درجة الحرارة والحجم لجميع الغازات عند ضغط ثابت. هل نسمي هذه العلاقة قانون شارل أم نظرية شارل؟ لماذا؟

19. **فَسّر** النماذجُ العلمية الجيدة يمكن فحصها واستعمالها للقيام بتوقعات. ماذا توقع نموذج مولينا وورولاند عن كمية غاز الأوزون في الجو عند ازدياد كمية CFCs؟

1–4

البحث العلمي Scientific Research

الأهداف

- **تقارن** بين البحث النظري، والبحث التطبيقي، والتقنية.
- **تُطبِّق** تعليمات السلامة في المختبر.

مراجعة المفردات

اصطناعي: شيء من صنع الإنسان وقد لا يوجد في الطبيعة.

المفردات الجديدة

البحث النظري

البحث التطبيقي

الفكرة الرئيسة **بعض البحوث العلمية تؤدي إلى تطوير تقنيات يمكن أن تحسن حياتنا والعالم من حولنا.**

الربط مع الحياة كثير من المعلومات التي حصل عليها العلماء من خلال البحث النظري تستعمل لحل مشكلة، أو تلبي حاجة محددة. فقد اكتُشفت الأشعة السينية (X-rays) مثلاً عندما كان العلماء يجرون بحثًا نظريًّا (أساسيًّا) على أنابيب التفريغ الكهربائي، ثم اكتشفوا أن هذه الأشعة يمكن أن تستعمل في التشخيص الطبي.

أنواع الدراسات والأبحاث العلمية

Types of Scientific Investigations

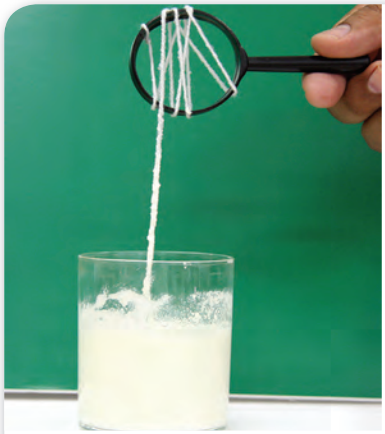
يطَّلع الناس كل يوم – من خلال وسائل الإعلام، ومنها التلفزيون والصحف والمجلات والإنترنت– على نتائج الأبحاث العلمية، التي يتعلق كثير منها بالبيئة أو الدواء أو الصحة. كيف يستعمل العلماء البيانات الكمية والنوعية لحل الأنواع المختلفة من المشكلات العلمية؟

يجري العلماء **بحوثًا نظرية** للحصول على المعرفة من أجل المعرفة نفسها. فقد كان مولينا ورولاند مدفوعين بحب الاستطلاع، فقاما بإجراء بحوث نظرية على CFCs وتفاعلاتها مع غاز الأوزون، ولم يكن هناك أي دليل بيئي في ذلك الوقت على وجود علاقة بين نموذجهما وطبقة الستراتوسفير. وقد بيَّن بحثهما أن مركبات CFCs يمكن أن تسرِّع تفكك غاز الأوزون تحت ظروف معينة في المختبر.

وبمرور الوقت أشير إلى وجود ثقب في طبقة الأوزون عام 1985م، وأجرى العلماء قياسات عن كميات CFCs في الستراتوسفير دعمت فرضية احتمال مسؤولية CFCs عن تفكك غاز الأوزون. وهكذا تحول البحث النظري الذي أجري من أجل المعرفة إلى بحث تطبيقي. و**البحث التطبيقي** بحث يجرى لحل مشكلة محددة. فما زال العلماء يراقبون كميات CFCs في الجو والتغيرات السنوية في كمية غاز الأوزون في الستراتوسفير، انظر **الشكل 15–1**. كما تجرى أبحاث تطبيقية من أجل الحصول على بدائل لمركبات CFCs التي أصبحت ممنوعة.

الشكل 15–1 جهاز مطياف الأشعة فوق البنفسجية والمرئية يستعمل لقياس كمية غاز الأوزون والغازات الأخرى الموجودة في الستراتوسفير في أثناء أشهر الشتاء المعتمة في القارة المتجمدة الجنوبية.

تستعمل ألياف النايلون في صناعة أشرطة التثبيت.



خيوط النايلون يمكن سحبها من سطح المحلول.

الشكل 16–1 تستعمل خيوط النايلون في كثير من المنتجات، وكان قبل الحرب العالمية الثانية يستعمل في الأغراض العسكرية.

اكتشافات غير مقصودة كثيرًا ما يُجري العالم تجاربه، ثم يتوصل إلى نتائج مختلفة عما كان يتوقع. وهناك الكثير من الاكتشافات العلمية التي لم تكن متوقعة. ولعلك تعرف المثالين التاليين من هذه الاكتشافات.

الربط مع علم الأحياء يعد ألكسندر فلمنج من المشهورين في القيام باكتشافات غير متوقعة. وفي بعض هذه الاكتشافات وجد فلمنج أن أحد الأطباق المحتوية على بكتيريا ستافيلوكوكس تلوث بعفن (فُطر) أخضر، عُرف فيما بعد بفطر البنسلين، فقام بمراقبته بحرص واهتمام، ولاحظ وجود منطقة خالية حوله ماتت فيها البكتيريا. في هذه الحالة علم أن مادة كيميائية من الفطر (البنسلين) سببت قتل البكتيريا.

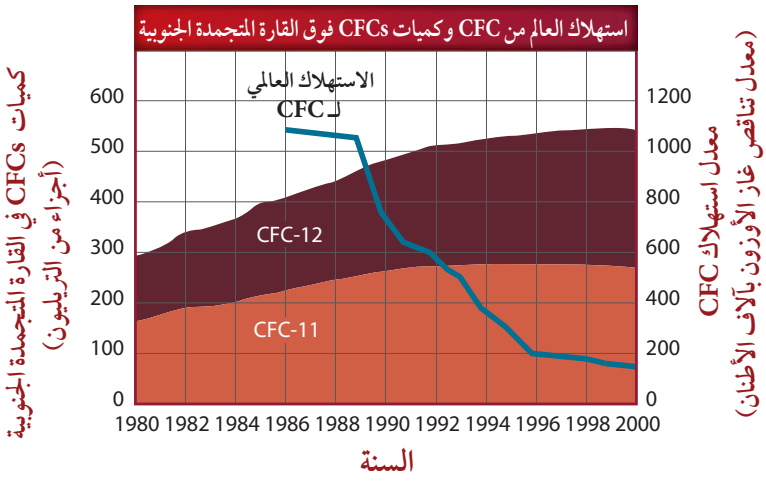
ويعد اكتشاف النايلون مثالاً آخر على الاكتشافات غير المقصودة. ففي عام 1931م قام موظف يدعى جوليان هيل بغمس قضيب زجاجي ساخن في مخلوط من المحاليل، وبشكل غير متوقع سحب أليافًا طويلة كتلك المبينة في **الشكل 16–1** . تابع هيل وزملاؤه تطوير هذه الألياف إلى حرير اصطناعي يتحمل درجات الحرارة العالية، حتى تم تطوير النايلون في عام 1934م. وخلال الحرب العالمية الثانية كان النايلون يستعمل بديلاً للحرير في المظلات. أما اليوم فيستعمل بكثرة في صناعة الأنسجة وبعض أنواع البلاستيك وأشرطة التثبيت، كما في **الشكل 16–1** .

الطلاب في المختبر Students in the Laboratory

سوف تتعلم حقائق كثيرة عن المواد في أثناء دراستك للكيمياء. كما ستقوم بإجراء بحوث وتجارب تستطيع من خلالها وضع فرضيات واختبارها، وجمع البيانات وتحليلها، واستخلاص النتائج. عندما تعمل في مختبر الكيمياء تكون مسؤولاً عن سلامتك وسلامة من يعملون معك؛ ففي المختبر قد يعمل عدة أشخاص معًا في مكان صغير، لذا يكون من المهم أن يمارس كل منهم أساليب عمل آمنة. ويضم **الجدول 2–1** قائمة بتعليمات السلامة التي يجب أن تتبعها في كل مرة تدخل فيها إلى المختبر، وهي تعليمات يستعملها الكيميائيون وغيرهم من العلماء.

الجدول 2-1 السلامة في المختبر

1. ادرس التجربة العلمية (المختبرية) المحددة لك قبل أن تأتي إلى المختبر، وإذا كان لديك أسئلة فاطلب مساعدة المعلم.
2. لا تُجر التجارب دون إذن معلمك، ولا تعمل بمفردك أبدًا. تعلم كيف تطلب المساعدة عند الضرورة.
3. تفهم رموز السلامة. اقرأ جميع علامات التحذير وتقيد بها.
4. البس النظارة الواقية ومعطف المختبر في أثناء العمل. والبس قفازات عندما تستعمل المواد الكيميائية التي تسبب التهيج أو يمكن امتصاص الجلد لها. اربطي شعرك إذا كان طويلاً.
5. لا تلبس عدسات لاصقة في المختبر، حتى تحت النظارات؛ لأنها قد تمتص الأبخرة، وقد يصعب إزالتها.
6. تجنب لبس الملابس الفضفاضة أو الأشياء المتدلية مثل الشماغ. والبس الأحذية المغلقة على أصابع القدم.
7. لا تدخل الطعام والشرابَ إلى المختبر ولا تأكل في المختبر أبدًا.
8. اعرف مكان وكيفية استعمال طفاية الحريق والماء، وبطانية الحريق، والإسعافات الأولية، وقواطع الغاز والكهرباء.
9. نظف الأشياء التي تنسكب على الأرض والممرات والأدوات، وأخبر معلمك عن أي حادث أو جرح أو إجراء عملي خاطئ أو عطل في الأدوات.
10. إذا لامستْ مادة كيميائية عينك أو جلدك فاغسلها بكميات كبيرة من الماء، وأخبر معلمك عن طبيعة المادة.
11. تعامل مع المواد الكيميائية بحرص، وتفحص بطاقات عبوات المواد قبل استخدامها في التجربة. اقرأ البطاقة ثلاث مرات قبل حملها، وفي أثنائه وبعد إرجاعها إلى مكانها الأصلي.
12. لا تأخذ العبوات إلى مكان عملك ما لم يطلب إليك ذلك. استعمل أنابيب اختبار أو أوراقًا أو كؤوسًا للحصول على المواد الكيميائية. خذ كميات قليلة؛ لأن الحصول على كمية إضافية لاحقًا أسهل من التخلص من الفائض.
13. لا تُعِد المواد الكيميائية غير المستعملة إلى العبوة الأصلية.
14. لا تدخل القطارة في عبوات المواد الكيميائية، بل اسكب قليلاً من المادة الكيميائية في كأس، ثم استعمل القطارة.
15. لا تتذوق أبدًا أي مادة كيميائية أو تسحبها بفمك، بل بالماصة.
16. احفظ المواد القابلة للاشتعال بعيدًا عن اللهب.
17. لا تستعمل المواد السامة والقابلة للاشتعال إلا تحت إشراف معلمك. استعمل خزانة طرد الغازات عند استعمال هذه المواد.
18. عند تسخين مادة في أنبوب اختبار لا توجِّه فوهة الأنبوب إلى جسمك أو إلى شخص آخر، ولا تنظر أبدًا في فوهة الأنبوب.
19. لا تسخّن المخابير المدرجة أو السحاحات أو الماصات باستعمال لهب بنزن.
20. توخَّ الحذر عند الإمساك بأجهزة ساخنة أو زجاج ساخن؛ فالزجاج الساخن لا يختلف في مظهره عن الزجاج البارد.
21. تخلص من الزجاج المكسور، والمواد الكيميائية غير المستعملة، ونواتج التفاعلات كما يطلب المعلم.
22. اعرف الطريقة الصحيحة لتحضير محاليل الأحماض. أضف الحمض دائمًا إلى الماء ببطء.
23. أبقِ منطقة الميزان نظيفة دائمًا، ولا تضع المواد الكيميائية على كفة الميزان مباشرة.
24. بعد الانتهاء من التجربة نظف الأدوات واحفظها، ونظف مكان العمل، وتأكد من إطفاء الغاز وإغلاق مصدر الماء. اغسل يديك بالماء والصابون قبل أن تغادر المختبر.



الشكل 17–1 هذا الرسم البياني يبين تركيز اثنين من مركبات CFCs في الجو فوق القارة المتجمدة الجنوبية، والاستهلاك العالمي لمركبات CFCs من 1980 – 2000 م.

وتستمر القصة The Story Continues

لنعد الآن إلى المادتين اللتين سبق الحديث عنهما. لقد حدث الكثير منذ أن وضع مولينا ورولاند فرضيتهما في سبعينيات القرن الماضي عن دور مركبات CFCs في تفكيك الأوزون الجوي. ومن خلال البحوث التطبيقية وجد العلماء أن مركبات CFCs ليست وحدها التي تتفاعل مع غاز الأوزون، وإنما هناك بعض المواد الأخرى التي تتفاعل معه أيضًا، فرابع كلوريد الكربون CCl_4 وميثيل الكلوروفورم CH_3CCl_3 وبعض المواد التي تحتوي على البروم كلها تفكك غاز الأوزون.

ميثاق مونتريال لأن تناقص الأوزون أصبح موضع اهتمام العالم فقد تصدت دول كثيرة لهذه المشكلة. وقد اجتمع لهذه الغاية زعماء من عدة دول في مونتريال بكندا عام 1987م كان من بينها المملكة العربية السعودية، ووقعوا على ميثاق مونتريال، الذي يقضي بموافقة الدول التي وقعت هذه الاتفاقية على إنهاء استعمال هذه المركبات، ووضع قيود على كيفية استعمالها في المستقبل. وكما ترى في **الشكل 17–1** فإن الاستعمال العالمي لمركبات CFCs بدأ يتراجع بعد ميثاق مونتريال. وعلى أي حال فإن الشكل يبين أن كمية CFCs فوق القارة المتجمدة الجنوبية لم تتقلص مباشرة.

اختبار الرسم البياني **حدد** متى بدأت كمية مركبات CFCs تستقر بعد توقيع ميثاق مونتريال؟

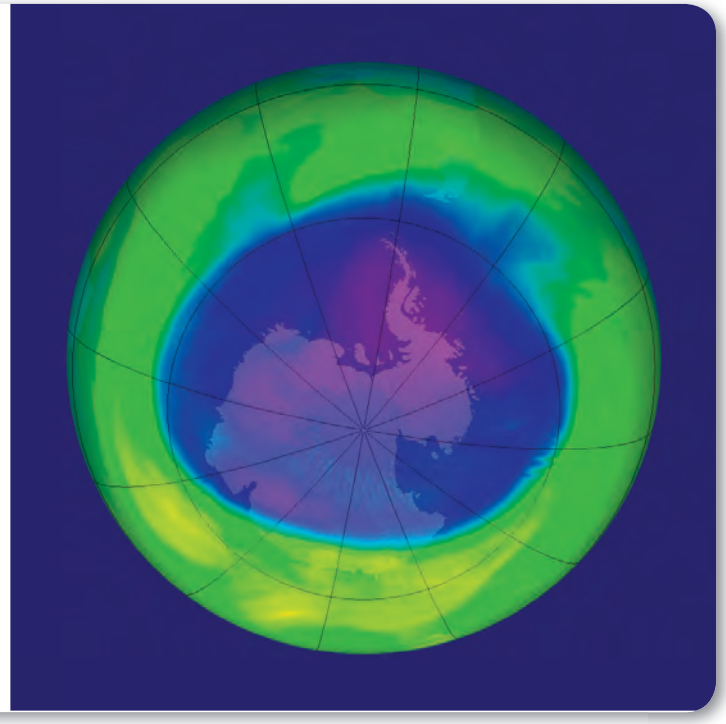
المطويات

ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

ثقب الأوزون حاليًا عرف العلماء أيضًا أن ثقب الأوزون يتكون سنويًّا فوق القارة المتجمدة الجنوبية في فصل الربيع. وتتكون غيوم جليدية في طبقة الستراتوسفير فوق هذه القارة عندما تنخفض درجات الحرارة هناك إلى $-78^{\circ}C$ وهذه الغيوم تحدث تغييرات تساعد على إنتاج كلور وبروم نشطين كيميائيًّا. وعندما تبدأ درجة الحرارة في الارتفاع في الربيع يبدأ هذان العنصران النشطان في التفاعل مع غاز الأوزون مسبِّبين تناقصه، الأمر الذي يؤدي إلى حدوث ثقب في الأوزون فوق القارة المتجمدة الجنوبية. كما يحدث تناقص لغاز الأوزون فوق القطب الشمالي، لكن درجة الحرارة لا تبقى منخفضة مدة كافية هناك، مما يعني تناقصًا أقل في غاز الأوزون عند القطب الشمالي.

ماذا قرأت؟ بيِّن العوامل التي تستثير تكوُّن ثقب الأوزون فوق القارة القطبية الجنوبية.

يبين **الشكل 18–1** ثقب الأوزون فوق القارة المتجمدة الجنوبية في سبتمبر من عام 2005م. وقد بلغ سمك طبقة الأوزون حده الأدنى في ذلك الشهر من السنة. وإذا قارنت بين الألوان في الصورة ومفتاح اللون فستدرك أن مستوى غاز الأوزون يقع بين 110 DU و200 DU. لاحظ أن مستوى غاز الأوزون في معظم المنطقة المحيطة بثقب الأوزون حوالي 300 DU، وهو مستوى طبيعي.



الشكل 18–1 وصل سمك طبقة الأوزون فوق القارة المتجمدة الجنوبية إلى أقل سمك له في سبتمبر 2005 م. يبين مفتاح الألوان أدناه ما يمثله كل لون في هذه الصورة المأخوذة بالقمر الاصطناعي.

قارن كيف تختلف مستويات غاز الأوزون هذه عن المستوى الطبيعي له؟

ومـن الجديـر بالذكر أن العلماء لا يزالون غير متأكدين من تحديد الوقت الذي تعود فيه طبقة الأوزون إلى ما كانت عليه. فقد توقعوا أنها سـوف تعود إلى وضعها عام 2050م، إلّا أن النماذج الحاسوبية الحديثة تتوقع أنها لن تبدأ في استعادة وضعها قبل عام 2068م. على أن تحديد موعد دقيق لذلك ليس مهمًّا ما دام أنها ستعود يومًا ما.

تجربة عملية
الاستعمال الفعّال لموقد بنزن
ارجع إلى دليل التجارب العملية

فوائد الكيمياء The Benefits of Chemistry

يُعـد الكيميائيون جـزءًا من العلماء الذين يحلون الكثير من المشـكلات أو القضايا التي نواجههـا هذه الأيام. وهم لا يشـاركون فقط في حل مشـكلة تـآكل الأوزون، بل إنهم يشـاركون في التوصل إلى اكتشـاف بعض الأدوية ولقاحات الأمـراض، ومنها الإيدز والأنفلونـزا. وغالبًا ما يرتبط الكيميائي مع كل موقف يمكن أن تتخيله؛ لأن كل شيء في الكون مكوَّن من مادة.

مختبر تحليل البيانات

فسر الرسوم البيانية

كيف تختلف مستويات غاز الأوزون في أثناء السنة في القارة المتجمدة الجنوبية؟

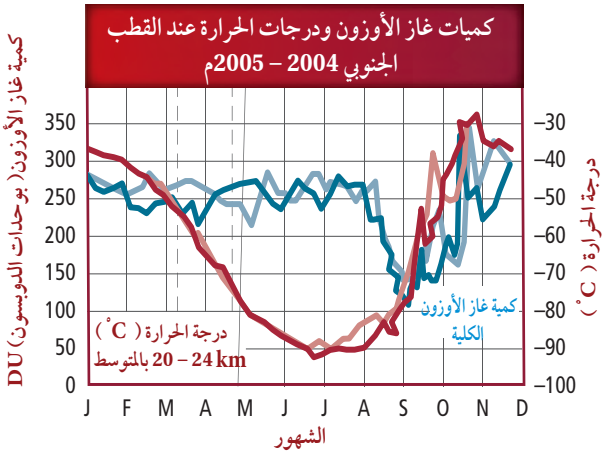
تستمر بعض مراكز الأبحاث في مراقبة تركيز غاز الأوزون في طبقة الستراتوسفير فوق القارة المتجمدة الجنوبية.

التفكير الناقد

1. **صف** نمط تغـير الكمية الكلية لغاز الأوزون ودرجة الحرارة على ارتفاع 20–24 km عن سطح الأرض.
2. **قـوّم** كيـف تختلف بيانـات عـام 2004م عـن بيانات 2005م؟
3. **حـدد** الشـهر الذي كانـت كمية الأوزون فيـه أقل ما يمكن.
4. **قـوّم** هـل تؤيد هذه البيانات ما درسـته سـابقًا في هذا الفصل عن تفكك غاز الأوزون؟ فسِّر إجابتك.

البيانات والملاحظات

هذا الرسم البياني يعرض بيانات جمعها أحد مراكز الأبحاث فوق القارة المتجمدة الجنوبية عامي 2004 و2005م. الخط الأغمق يمثل بيانات 2005م.



الشكل 19–1 هذه السيارة التي تعمل بالهواء المضغوط، وهذه الغواصة الصغيرة التي يبلغ طولها 4 mm فقط مثالان على التقنية التي نتجت عن دراسة المادة.

يبين **الشكل 19–1** بعض التطورات التقنية الممكنة نتيجة دراسة المادة. فالسيارة الموجودة عن اليمين تعمل بالهواء المضغوط، وعندما يُسمح لهذا الهواء بالتمدد فإنه يدفع المكابس التي تحرك السيارة، ولا يؤدي استعمال الهواء المضغوط في تشغيل السيارات إلى تسرب ملوثات إلى الجو. أما الصورة عن اليسار فهي لغواصة صغيرة دخل في صناعتها الليزر والحاسوب. هذه الغواصة التي لا يتجاوز طولها 4 mm، ويمكن أن تستعمل في اكتشاف الأمراض والتشوهات في الجسم البشري وإصلاحها.

التقويم 1-4

الخلاصة

- الطرائق العلمية يمكن أن تستعمل في البحوث النظرية والتطبيقية.
- بعض الاكتشافات العلمية تتم دون قصد، وبعضها الآخر نتيجة البحث الجاد لتلبية حاجة ما.
- السلامة في المختبر مسؤولية كل فرد يعمل فيه.
- كثير من وسائل الراحة التي نستمتع بها اليوم هي نتاج تطبيقات الكيمياء.

20. الفكرة الرئيسة **سم** ثلاثة منتجات تقنية حسَّنت من حياتنا أو العالم من حولنا.

21. قارن بين البحث النظري والبحث التطبيقي.

22. صنِّف التقنية، هل هي ناتجة عن البحوث النظرية أو التطبيقية؟ اشرح وجهة نظرك.

23. لخص السبب وراء كل من:

a. لبس المعطف والنظارة في المختبر.

b. عدم إعادة المواد الكيميائية غير المستعملة إلى العبوة الأصلية.

c. عدم لبس عدسات لاصقة في المختبر.

d. عدم لبس ملابس فضفاضة أو أشياء متدلية مثل الشماغ في المختبر.

24. فسّر الأشكال العلمية ما احتياطات السلامة التي ستتخذها عند رؤية رموز السلامة التالية؟

في الميدان

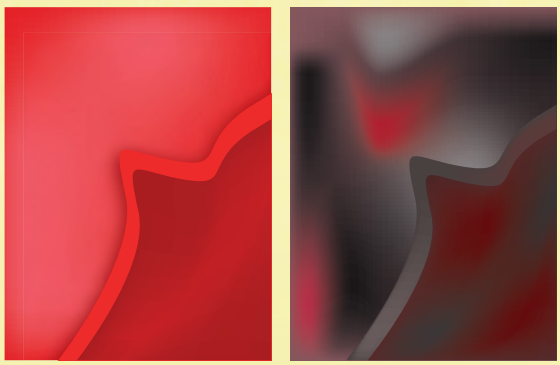
مهن: مرمّم اللوحات الفنية

ترميم اللوحات الفنية

لا تبقى اللوحات الفنية على حالها إلى الأبد؛ فهي تتلف بفعل العديد من المؤثرات، ومنها اللمس، أو الدخان الناتج عن الحرائق. وترميم هذه اللوحات هي مهمة مرمّم اللوحات الفنية، وهي عملية ليست سهلة؛ لأن المواد المستعملة في الترميم قد تُتلف اللوحات الفنية.

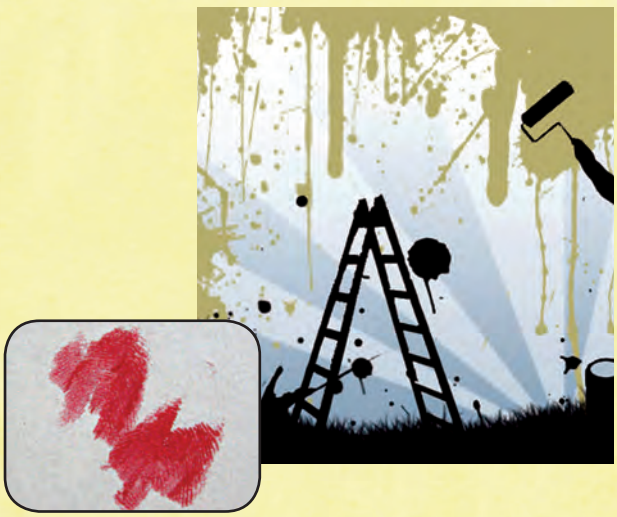
الأكسجين في الجو يشكل الأكسجين 21% من الغلاف الجوي، وهو غالبًا في صورة غاز (O_2) الموجود بالقرب من سطح الأرض. أما في طبقات الجو العليا فتقوم الأشعة فوق البنفسجية الآتية من الشمس بتفكيك غاز الأكسجين إلى ذرات (O). ورغم أن غاز الأكسجين نشط كيميائيًّا، إلاّ أن الأكسجين الذري أنشط؛ فهو يستطيع إتلاف مَرْكبات الفضاء في مداراتها. وهذا سبب قيام وكالة الفضاء الأمريكية NASA بدراسة تفاعل الأكسجين الذري مع غيره من المواد.

الأكسجين والفن التشكيلي الأكسجين الذري نشط وخصوصًا في التفاعل مع عنصر الكربون (المادة الأساسية الموجودة في السناج). وعندما عالج علماء NASA الرسوم التي يعلوها السناج، كما في **الشكل 1** بالأكسجين الذري، تفاعل الكربون الموجود في السناج مع الأكسجين الذري، وتحول إلى غازات.



الشكل 1 الصورة اليمنى تبين تلف اللوحة الزيتية الناتج عن السناج. أما الصورة اليسرى فتُظهر اللوحة بعد معالجتها بالأكسجين الذري، ولم يحدث تلف إلا ما حدث للإطار اللامع للوحة.

تأثير الأكسجين لأن الأكسجين الذري يؤثر فيما يلامسه فقط فإن طبقات الرسم التي تحت السناج لا تتأثر. إذا قارنت الصورة الموجودة عن اليمين في **الشكل 1** بالصورة التي عن اليسار فسوف تلاحظ أن السناج قد أزيل دون أن تتأثر اللوحة، وهذا بخلاف معظم المعالجات التقليدية التي تستعمل فيها مذيبات عضوية لإزالة السناج؛ حيث تتفاعل هذه المذيبات غالبًا مع السناج ومع الألوان.



الشكل 2 هذه البقعة الحمراء لم يكن من الممكن إزالتها بالطرائق التقليدية، لكن الأكسجين الذري أزالها دون إتلاف اللوحة.

اللوحة من الأمثلة الناجحة الأخرى على إزالة البقع ما حدث لإحدى اللوحات حين تلوثت بصبغة حمراء، كما في **الشكل 2**. معظم الأساليب التقليدية لإصلاح اللوحة تؤدي إلى امتزاج الصبغة الحمراء بالقماش. أما عندما استعمل الأكسجين الذري فقد زال اللون الأحمر عن اللوحة.

الكتابة في الكيمياء

اكتب مقالة لجريدة توضح فيها كيف يستعمل الأكسجين الذري في إصلاح اللوحات الفنية.

مختبر الكيمياء

تعرُّف مصدر الماء

الخلفية تتنوع مكونات ماء الصنبور من منطقة إلى أخرى. ويصنف الماء إلى ماء عسر أو ماء يسر بحسب كمية الكالسيوم أو الماغنسيوم الموجودة في الماء، والتي تقاس بوحدة mg /L. افترض وجود عينتين من الماء في مختبر تحليل الماء، إحداهما ماء يسر أخذ من المنطقة A والأخرى ماء عسر أخذ من المنطقة B.

سؤال من أي منطقة أُخذت العينتان؟

المواد والأدوات اللازمة

- أنابيب اختبار مع سدادات عدد 3
- حامل أنابيب اختبار
- قلم تلوين
- مخبار مدرج 25 mL
- ماء مقطر
- قطارة
- دورق 250 mL
- عينة ماء 1
- عينة ماء 2
- سائل تنظيف الأواني
- مسطرة

إجراءات السلامة

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية .
2. ارسم جدول بيانات كالموضح في العمود الثاني، ثم عنون أنابيب الاختبار الثلاثة: D (للماء المقطر)، 1(للعينة 1)، 2 (للعينة 2).
3. قس 20 mL من الماء المقطر بالمخبار المدرج، واسكبه في أنبوب الاختبار D.
4. ضع أنبوبي الاختبار 1 و2 بجانب الأنبوب D وضع علامة على كل أنبوب تمثل ارتفاع الماء في الأنبوب D.
5. أحضر 50 mL من ماء العينة 1 من معلمك، واسكبه ببطء في الأنبوب 1 حتى يصل إلى مستوى العلامة التي وضعتها.
6. أحضر 50 mL من ماء العينة 2 من معلمك، واسكبه ببطء في الأنبوب 2 حتى يصل إلى مستوى العلامة التي وضعتها.
7. أضف قطرة من سائل تنظيف الأواني إلى كل أنبوب، وأغلق الأنابيب بإحكام باستخدام السدادات، ثم رج كل عينة مدة 30 s لتكون رغوة، ثم قس ارتفاع الرغوة باستخدام المسطرة.

جدول البيانات	
العينة	ارتفاع الرغوة
D	
1	
2	

8. **التنظيف والتخلص من النفايات** تخلص من السوائل في المغسلة، واشطفها بماء الصنبور. ثم أعد أدوات المختبر جميعها إلى أماكنها.

حلل واستنتج

1. **قارن** أي العينتين أنتجت رغوة أكثر؟
2. **استنتج** ينتج الماء اليسر رغوة أكثر من الماء العسر. استعن بالجدول أدناه لتحديد المنطقة التي أخذت منها كل عينة.
3. **احسب** إذا كان حجم عينة الماء العسر الذي حصلت عليه من معلمك 50 mL وتحتوي على 7.3 mg من الماغنسيوم فما مقدار عسر الماء في هذه العينة وفقًا للجدول أدناه؟ (50 mL = 0.5 L).

تصنيف مقدار عسر الماء	
التصنيف	كتلة الكالسيوم أو الماغنسيوم mg/L
يسر	0 –60
متوسط	61 – 120
عسر	121 – 180
عسر جدًّا	> 180

4. **تطبيق الطرائق العلمية** حدد المتغيرات المستقلة والمتغيرات التابعة في هذه التجربة، وهل كان هناك عينة ضابطة في التجربة؟ فسر ذلك. هل توصل زملاؤك إلى النتيجة نفسها؟ لماذا؟
5. **تحليل الخطأ** هل يمكن تغيير خطوات العمل لجعل النتائج أكثر دقة؟ فسر ذلك.

التوسع في الاستقصاء

استقصاء هناك الكثير من المنتجات يُدّعى أنها تجعل الماء يسرًا. قم بزيارة محالّ بيع المستلزمات المنزلية أو المحال التجارية لإحضار بعض هذه المنتجات، ثم صمم تجربة للبحث في صحة الادعاء.

الفصل 1

دليل مراجعة الفصل

الفكرة العامة الكيمياء علم أساسي في حياتنا.

1-1 قصة مادتين

الفكرة الرئيسة الكيمياء هي دراسة المادة والتغيرات التي تطرأ عليها.

المفردات

- الكيمياء
- المادة الكيميائية

المفاهيم الرئيسة

- الكيمياء هي دراسة المادة والتغيرات التي تطرأ عليها.
- المادة الكيميائية لها تركيب منتظم وثابت.
- غاز الأوزون يوجد في طبقة الستراتوسفير ويكوِّن طبقة واقية للأرض من الأشعة فوق البنفسجية.
- CFCs مواد مصنعة مكونة من الكلور والفلور والكربون، وتعمل على تقليل سمك طبقة الأوزون.

1-2 الكيمياء والمادة

الفكرة الرئيسة تتناول مجالات علم الكيمياء دراسة الأنواع المختلفة من المادة.

المفردات

- الكتلة
- الوزن
- النموذج

المفاهيم الرئيسة

- النماذج أدوات يستعملها العلماء، وكذلك الكيميائيون لتفسير الأحداث التي لا تُرى بالعين المجردة، والتي ينتج عنها تغيرات ملحوظة.
- الملاحظات التي يمكن رؤيتها بالعين المجردة للمادة تعكس سلوكيات الذرات التي لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة.
- هناك فروع عدة لعلم الكيمياء، منها الكيمياء العضوية وغير العضوية والفيزيائية والتحليلية والحيوية.

1 دليل مراجعة الفصل

1-3 الطرائق العلمية

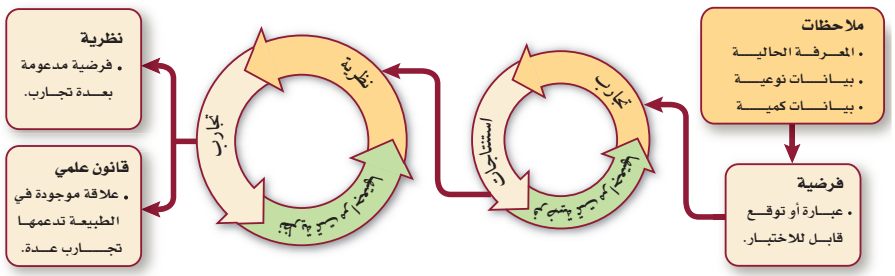
الفكرة الرئيسة يتبع العلماء الطريقة العلمية لطرح أسئلة واقتراح إجابات لها واختبارها وتقويم نتائج الاختبارات.

المفردات

- الطريقة العلمية
- البيانات النوعية
- البيانات الكمية
- الفرضية
- التجربة
- المتغير المستقل
- المتغير التابع
- الضابط
- الاستنتاج
- النظرية
- القانون العلمي

المفاهيم الرئيسة

- الطرائق العلمية طرائق منظمة لحل المشكلات.
- البيانات النوعية تصف الملاحظات، والبيانات الكمية تستعمل الأرقام.
- المتغيرات المستقلة تُغيَّر في التجربة، أما المتغيرات التابعة فتتغير تبعًا لتغير المتغيرات المستقلة.
- النظرية فرضية يدعمها الكثير من التجارب.



1-4 البحث العلمي

الفكرة الرئيسة بعض البحوث العلمية تؤدي إلى تطوير تقنيات يمكن أن تحسن حياتنا.

المفردات

- البحث النظري
- البحث التطبيقي

المفاهيم الرئيسة

- الطرائق العلمية يمكن أن تستعمل في البحوث النظرية والتطبيقية.
- بعض الاكتشافات العلمية تتم دون قصد، وبعضها الآخر نتيجة البحث الجاد لتلبية حاجة ما.
- السلامة في المختبر مسؤولية كل فرد يعمل فيه.
- كثير من وسائل الراحة التي نستمتع بها اليوم هي نتاج تطبيقات الكيمياء.

1–1

إتقان المفاهيم

25. عرف كلًّا من المادة الكيميائية والكيمياء.

26. **الأوزون** أين يوجد غاز الأوزون في الغلاف الجوي؟

27. ما العناصر الثلاثة الموجودة في مركبات الكلوروفلوروكربون؟

28. لاحظ العلماء أن سُمك طبقة الأوزون يتناقص. ما سبب ذلك؟

إتقان حل المسائل

29. يتكون جزيء الأوزون من ثلاث ذرات أكسجين. كم جزيء أوزون ينتج عن 6 ذرات أكسجين، و9 ذرات أكسجين، و27 ذرة أكسجين؟

30. **قياس التركيز** يبين **الشكل 6–1** أن مستوى CFC كان 272 ppt عام 1995م. وإذا كانت النسبة المئوية تعني أجزاء من المئة، فما النسبة المئوية التي تمثلها 272 ppt؟

1–2

إتقان المفاهيم

31. أي القياسين يعتمد على قوة الجاذبية: قياس الكتلة أم قياس الوزن؟ فسِّر إجابتك.

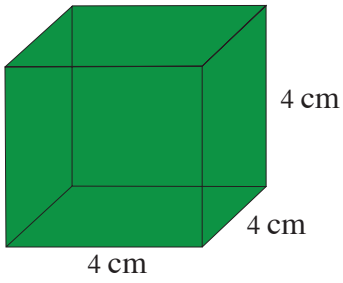
32. أي مجالات الكيمياء يدرس نظريات تركيب المادة، وأيها يدرس تأثير المواد الكيميائية في البيئة؟

إتقان حل المسائل

33. في أي المدينتين الآتيتين تتوقع أن يكون وزنك أكبر: في مدينة أبها التي ترتفع 2200 m عن سطح البحر، أم في مدينة جدة التي تقع عند مستوى سطح البحر؟

34. قرأت أن "تريليون ذرة يمكن أن توضع فوق نقطة في نهاية هذه الجملة". اكتب العدد تريليون بالأرقام.

35. ما كتلة المكعب أدناه، إذا علمت أنّ كتلة مكعب طول ضلعه 2 cm من المادة نفسها تساوي 4.0 g.



1–3

إتقان المفاهيم

36. كيف تختلف البيانات الكمية عن البيانات النوعية؟ أعط مثالاً على كل منهما.

37. ما الفرق بين الفرضية والنظرية والقانون؟

38. **تجارب مختبرية** طلب إليك دراسة مقدار السكر الذي يمكن إذابته في الماء عند درجات حرارة مختلفة. ما المتغير المستقل؟ وما المتغير التابع؟ وما العامل الذي يجب أن يبقى ثابتًا في هذه التجربة؟

39. بين ما إذا كانت البيانات التالية نوعية أم كمية:

a. كتلة كأس 6.6 g .

b. بلورات السكر بيضاء ولامعة.

c. الألعاب النارية ملونة.

40. إذا كانت الأدلة التي جمعتها في أثناء إجراء تجربة ما لا تدعم الفرضية، فماذا يجب عليك تجاه الفرضية؟

تقويم الفصل 1

إتقان حل المسائل

41. تتفاعل ذرة كربون C مع جزيء واحد من الأوزون O_3، وينتج جزيء واحد من أول أكسيد الكربون CO وجزيء واحد من غاز الأكسجين O_2. ما عدد جزيئات الأوزون اللازمة لإنتاج 24 جزيئًا من غاز الأكسجين؟

1–4

إتقان المفاهيم

42. السلامة في المختبر أكمل كلًّا من الجمل التالية، بحيث تعبِّر بشكل صحيح عن إحدى قواعد السلامة في المختبر.

a. ادرس واجب المختبر المحدد لك....

b. أبق الطعام والشراب و ....

c. اعرف أين تجد، وكيف تستعمل ....

إتقان حل المسائل

43. إذا كانت خطوات العمل تتطلب إضافة حجمين من الحمض إلى حجم واحد من الماء، وبدأت بـ 25 mL ماء، فما حجم الحمض الذي ستضيفه؟ وكيف تضيفه؟

التفكير الناقد

44. الربط اذكر مجال الكيمياء الذي يدرس كل موضوع من الموضوعات الآتية: تلوث الماء، هضم الطعام، إنتاج ألياف النسيج، صنع النقود من الفلزات، معالجة الإيدز.

45. صنّف تتفكك مركبات CFCs لتكوِّن مواد كيميائية تتفاعل مع الأوزون. هل هذه ملاحظة عينية أم مجهرية؟

تقويم إضافي

الكتابة في الكيمياء

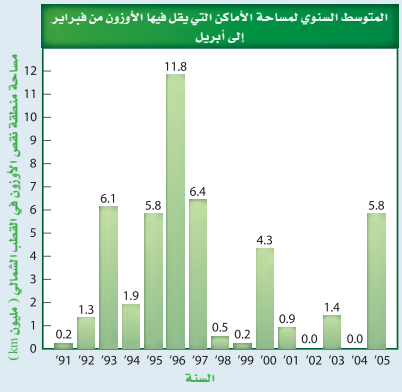
46. استنزاف غاز الأوزون اكتب وصفًا تبين فيه استنزاف مركبات الكلوروفلوروكربون CFCs لغاز الأوزون خلال الزمن.

47. التقنية اذكر تطبيقات تقنية للكيمياء من واقع حياتك. أعدّ كتيبًا عن اكتشافاتها وتطورها.

أسئلة المستندات

استنزاف غاز الأوزون تختلف مساحة منطقة الأوزون ذات السمك القليل فوق كل من القطبين الشمالي والجنوبي، وتقوم إحدى مؤسسات الدراسات البيئية بجمع البيانات ومراقبة مناطق انخفاض سمك طبقة الأوزون عند كل من القطبين.

الشكل 20–1 يبين متوسط المساحات التي يقل فيها تركيز الأوزون في منطقة القطب الشمالي من فبراير إلى أبريل في السنوات من 1991م إلى 2005م.



الشكل 20–1

48. في أي السنوات كانت منطقة نقص الأوزون أكبر ما يمكن؟ وفي أي السنوات كانت أصغر ما يمكن؟

49. ما متوسط مساحة هذه المنطقة بين عامي 2000م و2005م؟ قارن بينه وبين متوسط مساحتها بين عامي 1995م و 2000 م؟

اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

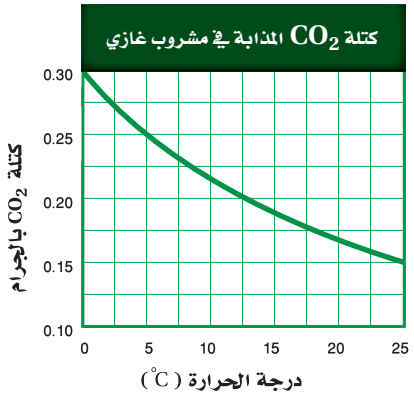
1. ما الشيء الذي يجب ألا تفعله في أثناء العمل في المختبر؟

   a. قراءة المكتوب على العبوات قبل استعمال محتوياتها.
   b. إعادة المتبقي من المواد الكيميائية إلى العبوات الأصلية.
   c. استعمال كميات كبيرة من الماء لغسل الجلد الذي تعرض للمواد الكيميائية.
   d. أخذ ما تحتاج إليه فقط من المواد الكيميائية.

استعن بالجدول والشكل الآتيين للإجابة عن الأسئلة من 2 إلى 5.

صفحة من دفتر مختبر أحد الطلاب

الخطوة	ملاحظات
الملاحظة	– المشروبات الغازية تزداد فورانًا عندما تسخن. –المشروبات الغازية تفور لأنها تحتوي على غاز ثاني أكسيد الكربون المذاب.
الفرضية	– يزداد ذوبان ثاني أكسيد الكربون بازدياد درجة الحرارة. – هذه العلاقة تنطبق على ذائبية المواد الصلبة.
التجربة	– قياس كتلة ثاني أكسيد الكربون في عينات مختلفة من مشروب غازي عند درجات حرارة مختلفة.
تحليل البيانات	انظر الرسم البياني.
النتيجة	



2. ما العامل الذي يبقى ثابتًا في أثناء التجربة؟

   a. درجة الحرارة.
   b. كمية CO_2 المذابة في كل عينة.
   c. كمية المشروب الغازي في كل عينة.
   d. المتغير المستقل.

3. إذا افترضنا أن جميع البيانات التجريبية صحيحة فإن الاستنتاج المعقول من هذه التجربة هو:

   a. تذوب كميات كبيرة من CO_2 في السائل عند درجات حرارة منخفضة.
   b. تحتوي العينات المختلفة من المشروب على الكمية نفسها من CO_2 عند كل درجة حرارة.
   c. العلاقة بين درجة الحرارة والذائبية للمواد الصلبة هي العلاقة نفسها لـ CO_2.
   d. يذوب CO_2 بشكل أفضل في درجات الحرارة العالية.

4. الأسلوب العلمي الذي اتبعه هذا الطالب يبين أن:

   a. البيانات التجريبية تدعم الفرضية.
   b. التجربة تصف بدقة ما يحدث في الطبيعة.
   c. تخطيط التجربة ضعيف.
   d. يجب رفض الفرضية.

اختبار مقنن

5. المتغير المستقل في التجربة هو:

a. عدد العينات التي تم اختبارها.

b. كتلة CO_2 المستعملة.

c. نوع المشروب المستعمل.

d. درجة حرارة المشروب.

6. أي البحوث التالية مثال على بحث نظري؟

a. إنتاج عناصر اصطناعية لدراسة خواصها.

b. إنتاج مواد بلاستيكية مقاومة للحرارة لاستعمالها في الأفران المنزلية.

c. إيجاد طرائق لإبطاء صدأ الحديد.

d. البحث عن أنواع أخرى من الوقود لتسيير السيارات.

7. ما فرع علم الكيمياء الذي يستقصي تحلل مواد التغليف في البيئة؟

a. الكيمياء الحيوية.

b. الكيمياء النظرية.

c. الكيمياء البيئية.

d. الكيمياء غير العضوية.

استعن بالجدول أدناه للإجابة عن السؤال 8 .

أثر شرب الصودا في معدل ضربات القلب

الطالب	عدد علب الصودا	عدد ضربات القلب / دقيقة
1	صفر	73
2	1	84
3	2	89
4	3	96

8. أي الطلاب استُخدم ضابطًا في التجربة:

a. الطالب 1 **b.** الطالب 2 **c.** الطالب 3 **d.** الطالب 4

أسئلة الإجابات القصيرة

استعن بالجدول أدناه للإجابة عن السؤالين 9 و 10.

الخواص الفيزيائية لثلاثة عناصر

العنصر	الرمز	درجة الانصهار (°C)	اللون	الكثافة g/cm^3
صوديوم	Na	897.4	رمادي	0.986
فوسفور	P	44.2	أبيض	1.83
نحاس	Cu	1085	برتقالي	8.92

9. أعط أمثلة على بيانات نوعية تنطبق على الصوديوم.

10. أعط أمثلة على بيانات كمية تنطبق على النحاس.

11. أعلن طالب أن لديه نظرية لتفسير حصوله على علامة متدنية في الاختبار. هل هذا استعمال مناسب لمصطلح نظرية؟ فسّر إجابتك.

أسئلة الإجابات المفتوحة

أجب عن السؤالين 12و 13 المتعلقين بالتجربة التالية:

تبحث طالبة كيمياء في كيفية تأثير حجم الجسيمات في سرعة الذوبان. حيث قامت بإضافة مكعبات سكر، وحبيبات سكر، وسكر مطحون على الترتيب إلى ثلاثة أكواب ماء، وحركت المحاليل مدة 10 ثوانٍ، وسجلت الوقت الذي استغرقه كل نوع من السكر للذوبان في كل كأس.

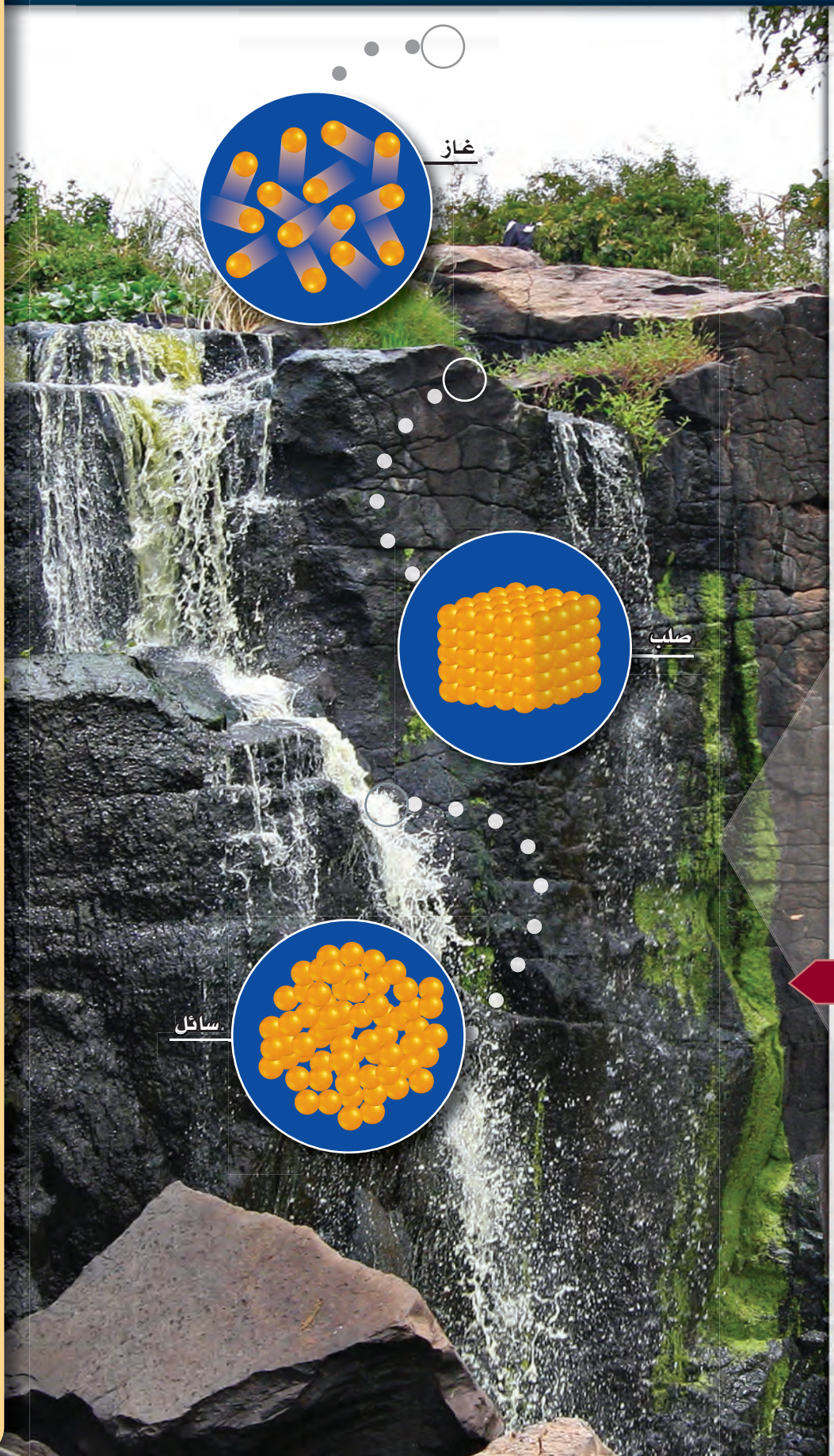
12. حدد المتغير المستقل والمتغير التابع في هذه التجربة. كيف يمكن التمييز بينهما؟

13. ما العامل الذي يجب تركه ثابتًا في هذه التجربة؟ ولماذا؟

الفصل 2

المادة - الخواص والتغيرات

Matter– Properties and Changes



الفكرة العامة

كل شيء مكون من مادة، وله خواص معينة.

2–1 خواص المادة

الفكرة الرئيسة توجد معظم المواد المألوفة في الحالة الصلبة أو السائلة أو الغازية، ولها خواص فيزيائية وكيميائية مختلفة.

2–2 تغيرات المادة

الفكرة الرئيسة يمكن أن يحدث للمادة تغيرات فيزيائية وكيميائية.

2–3 المخاليط

الفكرة الرئيسة توجد معظم المواد المألوفة على شكل مخاليط. المخلوط مزيج من مادتين نقيتين أو أكثر.

2–4 العناصر والمركبات

الفكرة الرئيسة المركب مكون من عنصرين أو أكثر متحدَيْن معًا اتحادًا كيميائيًّا.

حقائق كيميائية

- الماء هو المادة الوحيدة على الأرض التي توجد طبيعيًّا في الحالات الصلبة والسائلة والغازية.
- يبقى للماء التركيب نفسه، سواء أكان متجمدًا في مكعب ثلج، أم متدفقًا في نهر، أم في الهواء في صورة بخار ماء.
- يغطي الماء حوالي 70% من سطح الأرض.

تجربة استهلالية

كيف يمكنك ملاحظة التغير الكيميائي؟

معظم المواد المألوفة لا تتغير كثيرًا مع الوقت، لكن مزج المواد معًا يجعل التغير ممكنًا.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. ضع **قطعة من فلز الخارصين في أنبوب اختبار كبير**.
3. ثبت الأنبوب بماسك في حامل، بحيث تكون فوهة الأنبوب بعيدة عنك.

تحذير: HCl **قد ينتج أبخرة ضارة ويسبب الحروق.**

4. خذ 10 mL من **محلول حمض الهيدروكلوريك الذي تركيزه 3M** باستعمال **مخبار مدرج**، ثم ضعه على طاولة المختبر.
5. أشعل **شظية خشب بعود ثقاب** مدة خمس ثوانٍ، ثم انفخ عليها لتطفئ اللهب تاركًا إياها على شكل جمرة.

تحذير: تأكد أن فوهة الأنبوب موجّهة بعيدًا عنك عند تقريب الجمرة إليها.

6. قرّب الجمرة المتوهجة من فوهة الأنبوب، ثم انقلها إلى فوهة المخبار المدرج، وسجل ملاحظاتك.
7. تخلص من الجمرة كما يطلب المعلم.
8. صُبّ حمض الهيدروكلوريك HCl بحذر في أنبوب الاختبار الذي يحوي الخارصين.
9. انتظر دقيقة، ثم كرر الخطوة رقم 5.
10. قرب الجمرة المتوهجة من فوهة أنبوب الاختبار ودوّن ملاحظاتك.

التحليل

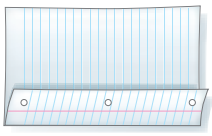
1. **صف** أي تغيرات شاهدتها في أثناء التجربة.
2. **استنتج** سبب تكون فقاعات عند إضافة حمض الهيدروكلوريك HCl إلى فلز الخارصين.
3. **استنتج** ما الذي حدث للجمرة المتوهجة في الخطوة 10؟ لماذا لم يحدث ذلك في الخطوة 6؟

استقصاء لماذا انتظرت قبل استعمال شظية الخشب؟ صمم تجربة لتحديد ما إذا كانت النتائج ستختلف مع الوقت.

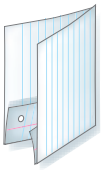
المطويات منظمات الأفكار

الخواص والتغيرات قم بعمل المطوية التالية لمساعدتك على تنظيم دراستك للتغيرات والخواص الفيزيائية والكيميائية للمادة.

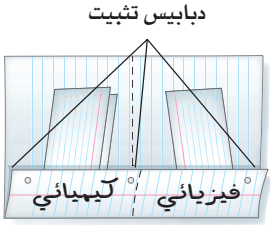
الخطوة 1 اطو الجزء السفلي لورقة، بعرض 5 cm، كما هو مبين في الشكل المجاور.



الخطوة 2 اطو الورقة من المنتصف.



الخطوة 3 افتح الورقة، وثبتها، كما في الشكل؛ لتكوِّن جيبين. سمِّ الجيبين: فيزيائي وكيميائي.



المطويات **استعمل هذه المطوية في القسمين 1–2 و 2–2** من هذا الفصل. عندما تقرأ هذه الأقسام استعمل بطاقات أو أرباع أوراق عادية لتلخيص ما تعلمته عن خواص المادة وتغيراتها. ضع هذه البطاقات في جيوب المطوية.

الكيمياء عبر المواقع الإلكترونية

لمراجعة محتوى هذا الفصل ونشاطاته ارجع إلى الموقع:

www.obeikaneducation.com

2–1

خواص المادة Properties of matter

الأهداف

- **تعيِّن** خواص المواد.
- **تميِّز** بين الخواص الفيزيائية والكيميائية للمواد.
- **تفرِّق** بين الحالات الفيزيائية للمادة.

مراجعة المفردات

الكثافة : نسبة كتلة الجسم إلى حجمه.

المفردات الجديدة

حالات المادة

المادة الصلبة

السائل

الغاز

البخار

الخاصية الفيزيائية

الخاصية غير المميزة

الخاصية المميزة

الخاصية الكيميائية

الفكرة الرئيسة **توجد معظم المواد المألوفة في الحالة الصلبة أو السائلة أو الغازية، ولها خواص فيزيائية وكيميائية مختلفة.**

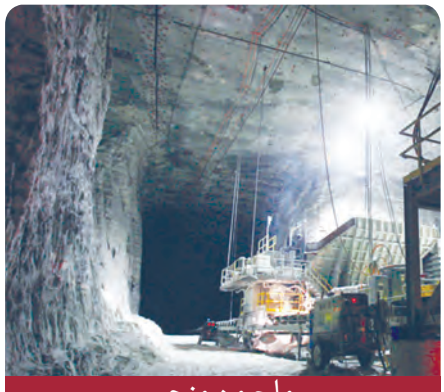
الربط مع الحياة إذا ترك كأس ماء فيه جليد يطفو على السطح فترة كافية في درجة حرارة الغرفة فسوف ينصهر الجليد. هل يتغير تركيب الماء عندما يتحول من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة؟

المواد الكيميائية النقية Substances

عرفت أن المادة هي كل ما له كتلة ويشغل حيزًا، وأن كل شيء من حولنا مادة، فملح الطعام النقي مثلاً نوع من المواد المألوفة لديك، وهو ذو تركيب مميز وثابت؛ حيث يتكون دائمًا من كلوريد الصوديوم بنسبة 100%، ولا يتغير تركيبه من عينة إلى أخرى؛ فالملح الذي يستخرج من البحر أو من المنجم له دائمًا نفس التركيب والخواص. وقد اكتشف الملح بكميات كبيرة في مدينة القصب في المملكة العربية السعودية، ويستخرج بحفر برك كبيرة يضخّ داخلها الماء بمحركات كهربائية، ثم يترك فترة من الزمن، وعندما يتبخر الماء يترسَّب الملح على وجه البركة مشكِّلًا طبقة سميكة من الملح الأبيض، انظر **الشكل 1–2**.

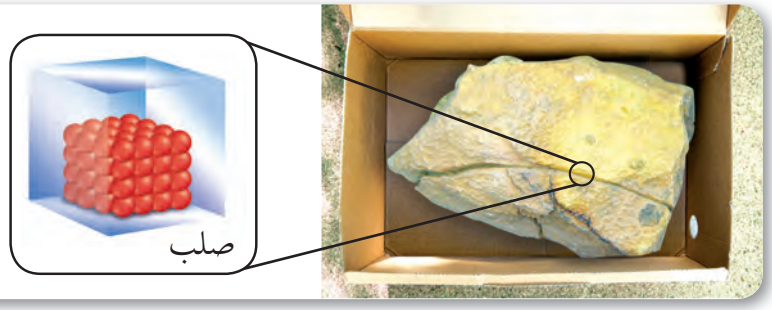
درست في الفصل الأول أن المادة ذات التركيب المنتظم والثابت تسمى مادة كيميائية (أو مادة نقية) كملح الطعام. ومن المواد الكيميائية النقية أيضًا «الماء النقي»، وهو مكون من هيدروجين وأكسجين. أما ماء الشرب وماء البحر فليسا نقيين؛ لأننا إذا أخذنا عينات من أماكن مختلفة فسوف نجدها تحتوي على كميات مختلفة من المعادن والمواد الذائبة الأخرى. المواد الكيميائية النقية مهمة، ولهذا فإن جزءًا كبيرًا من هذا الكتاب سوف يركز على تراكيب المواد، وكيف يتفاعل بعضها مع بعض.

ممالح مدينة القصب


ملح من منجم

ملح من البحر

الشكل 1–2 لملح الطعام التركيب نفسه سواء استُخرِج من البحر أم من منجم.



الشكل 2–2 للمادة الصلبة شكل محدد، ولا تأخذ شكل الوعاء الذي توضع فيه؛ لأن جسيمات المادة الصلبة مرصوصة بإحكام.

حالات المادة States of Matter

تخيل أنك تجلس على مقعد، تتنفس بسرعة وتشرب الماء بعد لعب مباراة كرة قدم. إنك في هذه الحالة تتعامل مع ثلاثة أشكال من المادة: المقعد الصلب، والماء السائل، والهواء الذي تتنفسه وهو غاز.

وفي الحقيقة، يمكن تصنيف جميع المواد الموجودة في الطبيعة على الأرض ضمن واحدة من هذه الحالات الثلاث التي تسمى **حالات المادة**. ويمكن تمييز كل حالة منها من خلال الطريقة التي تملأ بها الوعاء الذي توضع فيه. وقد ميّز العلماء حالة أخرى للمادة تسمى «البلازما». وقد يبدو أنها غير شائعة، رغم أنّ معظم المواد في الكون في حالة البلازما؛ فمعظم مكونات النجوم بلازما في درجات حرارة عالية، كما أنها توجد في لوحات إعلانات النيون وفي المصابيح الكهربائية، وشاشات التلفاز.

ماذا قرأت؟ سَمِّ حالات المادة.

المواد الصلبة **المادة الصلبة** حالة من حالات المادة، لها شكل وحجم محددان. فالخشب والحديد والورق والسكر جميعها أمثلة على المواد الصلبة. وجسيمات المادة الصلبة متراصة بإحكام، وعند تسخينها تتمدد قليلاً. ولأن شكلها ثابت فإنها لا تأخذ شكل الوعاء الذي توضع فيه، فإذا وضعت حجرًا في وعاء فإنه لن يأخذ شكل الوعاء، كما هو مبين في **الشكل 2–2**. إن التراصّ المحكم لجسيمات المواد الصلبة يجعلها غير قابلة للانضغاط، بمعنى أنه لا يمكن ضغطها إلى حجم أصغر. ومن الجدير بالذكر أن المادة الصلبة لا تُحدَّد بمدى تماسكها أو قساوتها، فالأسمنت قاسٍ والشمع لين، وكلاهما مادة صلبة.

السوائل **السائل** حالة من المادة، له صفة الجريان، حجمه ثابت، ولكنه يأخذ شكل الوعاء الذي يوضع فيه. ومن السوائل: الماء والدم والزئبق. الجسيمات في السائل ليست ثابتة في مكانها، وهي أقل تراصًّا من جسيمات المادة الصلبة، مما يجعلها قادرة على الحركة وتجاوز بعضها بعضًا. هذه الخاصية تسمح للسائل بالجريان ليأخذ شكل الوعاء الذي يوضع فيه، كما هو مبين في **الشكل 3–2**، رغم أنه قد لا يملأ الوعاء كله.

حجم السائل ثابت بغض النظر عن حجم الوعاء الذي يحتويه. ونتيجة للطريقة التي ترتبط بها جسيمات السائل فإنه غير قابل للانضغاط، ولكنه كالمواد الصلبة قابل للتمدد بالتسخين.

ماذا قرأت؟ **قارن** خواص السوائل والمواد الصلبة من حيث ترتيب جسيماتها.

الشكل 3–2 السائل يأخذ شكل الوعاء الذي يوضع فيه، وجسيماته ليست ثابتة في أماكنها.

الشكل 4–2 تأخذ الغازات شكل وحجم الأوعية التي توجد فيها. وجسيمات الغاز بعضها بعيدة جدًّا عن بعضها البعض.

الغازات **الغاز** حالة من حالات المادة، يأخذ شكل الإناء الذي يملؤه، كما هو مبين في **الشكل 4–2**. جسيمات الغاز متباعدة جدًّا بعضها عن بعض بالمقارنة بجسيمات المواد الصلبة والسائلة. لذا فإن الغازات تنضغط بسهولة.

ربما تكون كلمة بخار مألوفة لديك، لكن البخار والغاز –رغم التشابه بينهما– لا يعنيان الشيء نفسه. فكلمة غاز تشير إلى مادة توجد في الحالة الغازية في درجات الحرارة العادية. أما كلمة **بخار** فتشير إلى الحالة الغازية لمادة توجد بشكل صلب أو سائل في درجات الحرارة العادية. فبخار الماء يسمى بخارًا لأن الماء يوجد بشكل سائل في درجات الحرارة العادية.

ماذا قرأت؟ **فرق** بين الغاز والبخار.

مختبر حل المشكلات

السبب والنتيجة

كيف يخرج الغاز المضغوط؟ وجود أسطوانات الغاز أمر مألوف في مختبر الكيمياء. فمثلاً، يوضع غاز النيتروجين فوق بعض التفاعلات ليمنع تأثير غازات الجو في التجربة. في ضوء معرفتك بالغازات، بيِّن كيف يمكنك ضبط خروج النيتروجين المضغوط؟

التحليل

جسيمات الغاز متباعدة، وهي تملأ عادة الأوعية التي توجد فيها حتى لو كانت غرفة المختبر. تأتي أسطوانات الغاز من المزوِّد مغلقة لمنع تسرب الغاز منها. وفي المختبر يقوم الكيميائي أو فنيّ المختبر بتثبيت منظم للغاز على فوهة الأسطوانة.

التفكير الناقد

1. **فسِّر** لماذا يجب ضبط خروج الغاز المضغوط من الأسطوانة؟
2. **توقع** ماذا يحدث إذا فتح صمام أسطوانة الغاز بشكل كامل فجأة، أو ثقبت الأسطوانة؟

الجدول 1-2					
الخواص الفيزيائية لبعض المواد المألوفة					
المادة	اللون	الحالة عند 25°C	درجة الانصهار (°C)	درجة الغليان (°C)	الكثافة (g/cm^3)
الأكسجين	عديم اللون	غاز	−218	−183	0.0014
الزئبق	فضي	سائل	−39	357	13.5
الماء	عديم اللون	سائل	صفر	100	1.00
السكر	أبيض	صلب	185	يتحلل	1.59
كلوريد الصوديوم	أبيض	صلب	801	1413	2.17

الخواص الفيزيائية للمادة Physical Properties of Matter

ربما تكون معتادًا على تعرّف المواد من خلال خواصها – مميزاتها وسلوكها. يمكنك مثلاً أن تحدد قلم الرصاص من شكله ولونه ووزنه. وهذه المميزات كلها خواص فيزيائية لقلم الرصاص. **الخاصية الفيزيائية** خاصية يمكن ملاحظتها أو قياسها دون التغيير في تركيب العينة. والخواص الفيزيائية تصف المواد النقية؛ لأنها ذات تركيب منتظم وثابت، وخواصها ثابتة. وتعد الكثافة واللون والرائحة والقساوة ودرجة الانصهار ودرجة الغليان من الخواص الفيزيائية المألوفة التي يقوم العلماء بتسجيلها لاستعمالها في تعرف المواد. ويتضمن **الجدول 1–2** قائمة ببعض المواد المألوفة وخواصها الفيزيائية.

ماذا قرأت؟ عرف الخاصية الفيزيائية، وأعط أمثلة عليها.

الخواص المميزة والخواص غير المميزة يمكن تصنيف الخواص الفيزيائية إلى نوعين: **الخواص غير المميزة**، وهي التي تعتمد على كمية المادة الموجودة، ومنها الكتلة والطول والحجم. **والخواص المميزة** التي لا تعتمد على كمية المادة الموجودة، ومنها الكثافة ودرجة الانصهار ودرجة الغليان. فكثافة مادة ما عند درجة حرارة وضغط ثابتين هي نفسها مهما كانت كمية المادة الموجودة.

يمكن معرفة المادة في كثير من الأحيان بالاعتماد على خواصها المميزة. وفي بعض الحالات قد تكفي خاصية مميزة واحدة لتحديد المادة. فمعظم التوابل المبينة في **الشكل 5–2** مثلاً يمكن تعرّفها من رائحتها.

الشكل 5–2 كثير من التوابل يمكن تعرُّفها من رائحتها، وهي خاصية مميزة.

استنتج سمّ خاصية غير مميزة لأحد التوابل المبينة في الشكل.

تجربة عملية

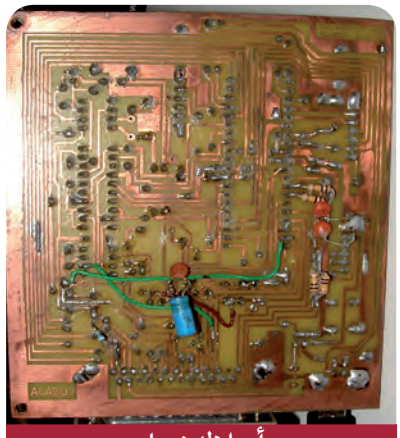
كثافة الخشب

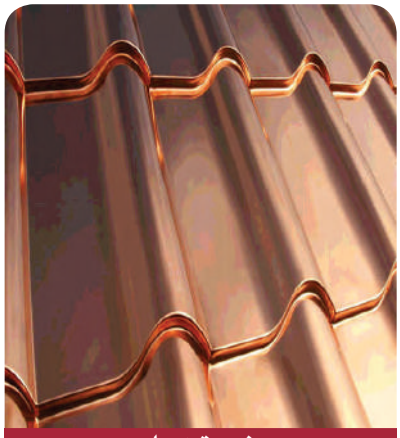
ارجع إلى دليل التجارب العملية

الكيمياء في واقع الحياة

الخواص الفيزيائية

المعادن يستعمل العلماء الخواص الفيزيائية للمواد ومنها اللون والقساوة لتحديد نوع المعدن. فمعدن المالاكايت مثلاً أخضر دائمًا ولين نسبيًّا. وقد استُعمل سابقًا صبغةً، ويستعمل الآن في صناعة المجوهرات.


أسلاك نحاس


صفيحة نحاس

الشكل 6–2 من الخواص الفيزيائية للنحاس أنه يمكن تشكيله في عدة أشكال، كالأسلاك على اللوحات الإلكترونية. أما تغير لونه من الأحمر إلى الأخضر عندما يتفاعل مع المواد الموجودة في الجو فهو خاصية كيميائية.

الخواص الكيميائية للمادة Chemical Properties of Matter

المطويات

ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

تظهر الخواص الكيميائية لمادة ما عندما يتغير تركيب هذه المادة، باتحادها مع مادة أخرى، أو تعرضها لمؤثر ما، كالطاقة الحرارية أو الكهربائية. وتسمى قدرة مادة ما على الاتحاد مع غيرها أو التحول إلى مادة أخرى **خاصية كيميائية**.

يُعد تكون الصدأ عند اتحاد الحديد مع الأكسجين في الهواء الرطب مثالًا على خاصية كيميائية للحديد. كما أن عدم قدرة مادة على التغير إلى مادة أخرى هي أيضًا خاصية كيميائية. فعندما يوضع الحديد مثلًا في غاز النيتروجين عند درجة حرارة الغرفة لا يحدث تغير كيميائي.

ماذا قرأت؟ **قارن** بين الخواص الفيزيائية والخواص الكيميائية.

ملاحظة خواص المادة Observing Properties of Matter

لكل مادة خواصها الفيزيائية والكيميائية المميزة لها. ويبين **الشكل 6–2** بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية للنحاس. فالنحاس يمكن أن يتشكل في أشكال عديدة. وهذه خاصية فيزيائية. وعندما يتصل بالهواء مدة طويلة فإنه يتفاعل مع المواد في الهواء ويصبح أخضر اللون، وهذه خاصية كيميائية. ويبين **الجدول 2–2** عددًا من الخواص الفيزيائية والكيميائية للنحاس.

الجدول 2-2 خواص النحاس

خواص فيزيائية	خواص كيميائية
• بني محمر، لامع • قابل للسحب والطَّرْق • موصل جيد للحرارة والكهرباء • الكثافة = $8.92\ g/cm^3$ • درجة الانصهار = $1085^{\circ}C$ • درجة الغليان = $2570^{\circ}C$	• يكوِّن مركب كربونات النحاس الأخضر عندما يتعرض للهواء الرطب. • يكوِّن مواد جديدة عندما يتحد مع حمض النيتريك وحمض الكبريتيك. • يكوِّن محلولًا شديد الزرقة عندما يتفاعل مع الأمونيا.

الشكل 7–2 لأن كثافة الجليد أقل من كثافة الماء فإن الجبال الجليدية تطفو فوق سطح المحيط.

تجربة عملية
خواص الماء
ارجع إلى دليل التجارب العملية

خواص المادة وحالاتها يمكن أن تختلف خواص النحاس الموجودة في **الجدول 2–2** باختلاف الظروف التي تتم ملاحظتها عندها. ولأن شكل أو حالة المادة خاصية فيزيائية فإن تغير الحالة يضيف خاصية فيزيائية أخرى للمادة. ولهذا من الضروري تحديد الظروف – ومنها الضغط ودرجة الحرارة – التي يتم خلالها ملاحظة خواص المادة؛ لأن كلًا من الخواص الفيزيائية والكيميائية تعتمد على هذه الظروف.

خذ خواص الماء مثلًا؛ فلعلك تعرف أن الماء سائل (وهذه خاصية فيزيائية)، وليس نشطًا كيميائيًا (وهذه خاصية كيميائية). وربما تعرف أيضا أن كثافة الماء تساوي $1.00\ g/cm^3$ (خاصية فيزيائية). وتنطبق هذه الخواص جميعها على الماء عند درجات الحرارة والضغط المعياريين. أما في درجات الحرارة الأعلى من $100^\circ C$ فإن الماء يكون غازًا (خاصية فيزيائية)، وكثافته $= 0.0006\ g/cm^3$ (خاصية فيزيائية)، وهو يتفاعل بسرعة مع عدة مواد (خاصية كيميائية). وما دون $0^\circ C$ يصبح الماء صلبًا (خاصية فيزيائية)، وكثافته $0.92\ g/cm^3$ (خاصية فيزيائية). إن الكثافة المنخفضة للجليد تجعل الجبال الجليدية تطفو فوق سطح المحيط، كما يبين **الشكل 7–2**.

المفردات

مفردات علمية

البيئة
الظروف والأشياء المحيطة بالمخلوق الحي والتي تؤثر فيه.

تتكيف الحيوانات مع التغيرات التي تحدث في بيئاتها.

التقويم 2-1

الخلاصة

- الحالات الثلاث المألوفة للمادة هي الصلبة والسائلة والغازية.
- يمكن ملاحظة الخواص الفيزيائية دون التغيير في تركيب المادة.
- الخواص الكيميائية تصف قدرة المادة على الاتحاد مع المواد الأخرى أو التحول إلى مواد جديدة.
- قد تؤثر الظروف الخارجية في الخواص الفيزيائية والكيميائية.

1. **الفكرة الرئيسة** **كون** جدولاً يصف حالات المادة الثلاث من حيث شكلها وحجمها وقابليتها للانضغاط.
2. **صف** الخواص التي تصف المادة على أنها مادة كيميائية نقية.
3. **صنف** كلًا من الخواص التالية إلى فيزيائية وكيميائية:
   a. الحديد والأكسجين يكوّنان الصدأ.
   b. الحديد أكبر كثافة من الألومنيوم.
   c. يحترق الماغنسيوم ويتوهج عند إشعاله.
   d. الزيت والماء لا يمتزجان.
   e. ينصهر الزئبق عند $-39^\circ C$.
4. **نظّم** كوّن جدولاً يقارن بين الخواص الفيزيائية والكيميائية. أعط مثالين على كل نوع منها.

2–2

تغيرات المادة Changes in Matter

الأهداف

- **تعرِّف** التغير الفيزيائي، وتعطي أمثلة عليه.
- **تعرِّف** التغير الكيميائي، وتعطي عدة مؤشرات على حدوثه.
- **تطبِّق** قانون حفظ الكتلة على التفاعلات الكيميائية.

مراجعة المفردات

الملاحظة : جمع منظم وموجه للمعلومات حول ظاهرة معينة.

المفردات الجديدة

التغير الفيزيائي

تغير الحالة

التغير الكيميائي

قانون حفظ الكتلة

الفكرة الرئيسة **يمكن أن يحدث للمادة تغيرات فيزيائية وكيميائية.**

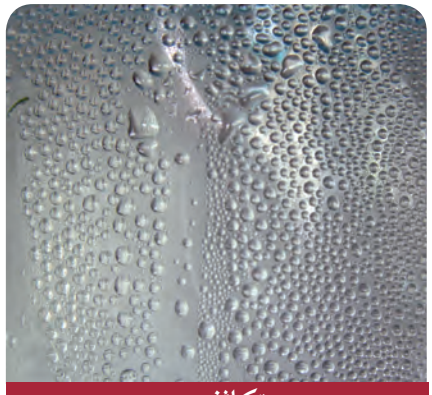
الربط مع الحياة يكون الفحم في الموقد على شكل مادة صلبة سوداء اللون أولاً، ثم يتغير لونه إلى الأحمر المشع، وأخيرًا يتحول إلى رماد وثاني أكسيد الكربون وماء. وهذا التغير يرجع إلى خواصه الفيزيائية والكيميائية.

التغيرات الفيزيائية Physical Changes

تخضع المواد في كثير من الأحيان لتغيرات تؤدي إلى حدوث اختلافات كبيرة في مظهرها، إلا أن تركيبها يبقى ثابتًا. ومن ذلك تشكيل صفيحة من الألومنيوم في صورة كرة؛ ففي حين يتحول شكل هذه الصفيحة الملساء المستوية الشبيهة بالمرآة إلى كرة فإن تركيبها لا يتغير؛ فهي ما زالت من الألومنيوم. هذا النوع من التغير الذي يحدث دون أن يغير تركيب المادة يسمى **التغير الفيزيائي**. ومن ذلك أيضًا تقطيع ورقة، وكسر لوح زجاجي.

تغير الحالة تعتمد حالة المادة – كغيرها من الخواص الفيزيائية – على درجة حرارة الوسط المحيط وضغطه. فعندما تتغير درجة الحرارة تتحول معظم المواد من حالة إلى أخرى. **تغير الحالة** هو تحول المادة من حالة إلى أخرى.

الربط مع علم الأرض **دورة الماء** تسمح دورة الماء بوجود الحياة على الأرض. ففي درجات الحرارة الأقل من $0^{\circ}C$ يكون الماء صلبًا عند الضغط الجوي العادي، ويسمى الماء عندها جليدًا. وعند تسخين الجليد يبدأ في الانصهار ويصبح ماء سائلًا. هذا التغير في حالة الماء يعد تغيرًا فيزيائيًّا؛ لأنه رغم أن الجليد والماء مختلفان في المظهر إلا أن تركيبهما واحد. وإذا ارتفعت درجة حرارة الماء إلى $100^{\circ}C$ فإن الماء يبدأ في الغليان، ويتحول الماء السائل إلى بخار. إن الانصهار وتكوُّن البخار تغيران فيزيائيان، وهما تغيران في الحالة أيضًا. ويبين **الشكل 8–2** عمليتي التكثف والتجمد، وهما من تغيرات الحالة المألوفة. وتشير مصطلحات الغليان، والتجمد، والتكثف، والتبخر، والانصهار عادة إلى تغيرات في حالة المادة.



تكاثف

تجمد

الشكل 8–2 يمكن أن يحدث التكثّف عندما يلامس الغاز سطحًا باردًا، مما يؤدي إلى تكوّن قطرات. كما يحدث التصلّب عندما يبرد السائل؛ فالماء المتساقط يكوِّن ابرًا جليدية عندما يبرد.

درجة الحرارة والضغط اللذان يحدث عندهما تغير في حالة مادةٍ ما هما خاصيتان فيزيائيتان مهمتـان، وتسـميان «درجة انصهار» و «درجة غليان» المـادة. انظر **الجدول 1–2** الذي يضم درجات انصهار ودرجات غليان عدة مواد مألوفة. هاتان الخاصيتان من الخواص الفيزيائية النوعية كالكثافة، ولهذا يمكن استعمالهما في تعيين المواد المجهولة.

التغيرات الكيميائية Chemical Changes

العملية التي تتضمن تغيُّر مادة أو أكثر إلى مواد جديدة تسمى **التغير الكيميائي**، ويشار إليه عادة بالتفاعـل الكيميائي. وللمواد الجديدة الناتجة عن التفاعل تراكيب وخواص مختلفـة عن تراكيب وخـواص المواد قبل التفاعل. فمثلاً، يتكوّن صدأ الحديد، الموضح في **الشـكل 9–2**، من تفاعل الحديد مع أكسجين الهواء، وهو يختلف في خصائصه عن خصائص كل من الحديد والأكسجين.

تسـمى المـواد التي نبدأ بهـا التفاعل «المتفاعِـلات». أما المواد الجديدة المتكوِّنة فتسـمى «النواتج». وتشـير المصطلحـات التالية: تحلـل، انفجار، صدأ، تأكسـد، تآكل، فقدان البريق، تخمر، احتراق، تعفن- إلى التفاعل الكيميائي.

ماذا قرأت؟ **عرف** التغير الكيميائي.

دلائـل حـدوث التفاعـلات الكيميائية إضافة إلى ما سـبق، وكما في **الشـكل 9–2** -فإن الصـدأ مادة بنية تميل إلى اللون البرتقالي، تكون في صورة مسـحوق، تختلف في مظهرها كثـيرًا عـن الحديـد والأكسـجين. فالصـدأ لا ينجـذب إلى المغناطيس في حـين ينجذب الحديـد إليه. ويعـد اختلاف خواص الصـدأ عن خواص كل من الحديد والأكسـجين دليـلًا عـلى حـدوث تفاعـل كيميائـي. كـما يعـد تعفـن الفواكه والخبـز مثـالاً آخر على التفاعـلات الكيميائية؛ فطعـم هذه الأطعمة بعد التعفُّـن وقابليتها للهضم يختلفان عن طعمها وقابليتها للهضم وهي طازجة.

حفظ الكتلة Conservation of Mass

تأخَّر استعمال العلماء للأدوات الكمية في دراسة التفاعلات الكيميائية حتى أواخر القرن الثامن عشر؛ حيث تم تطوير الميزان الحسـاس في ذلك الوقت. وعند اسـتعمال الميزان في قياس كتل المتفاعلات والنواتج لكثير من التفاعلات لوحظ أن الكتلة الكلية في التفاعل تبقـى ثابتـة. وقد لخص الكيميائيون هذه الملاحظات في قانون علمي سـمي **قانون حفظ الكتلة**. وهو ينص على أن الكتلة لا تفنى ولا تسـتحدث في أثناء التفاعل الكيميائي، أي أنها محفوظة، بمعنى أن كتلة النواتج تساوي كتلة المتفاعلات، ويعبر عن ذلك بالمعادلة:

قانون حفظ الكتلة

كتلة المتفاعلات = كتلة النواتج

ارجع إلى التجربة الاستهلالية صفحة 11، واستقصِ كيف تحقق قانون حفظ الكتلة؟

المطويات

ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

الشـكل 9–2 عندمـا يصـدأ الحديد، أو يتعفَّـن الطعـام تنتج مـواد جديدة نتيجة حدوث تفاعل كيميائي.

عيـن المتفاعلات والنواتـج في تفاعل تكوّن الصدأ.

مثال 2-1

حفظ الكتلة في إحدى التجارب وُضع 10 g من أكسيد الزئبق II الأحمر في كأس مفتوحة، وسخنت حتى تحولت إلى زئبق سائل وغاز أكسجين، فإذا كانت كتلة الزئبق السائل 9.26 g فما كتلة الأكسجين الناتج عن هذا التفاعل ؟

1 تحليل المسألة

تم إعطاؤك كتلة المادة المتفاعلة وكتلة أحد النواتج في التفاعل، وتبعًا لقانون حفظ الكتلة فإن مجموع كتل النواتج يجب أن يساوي مجموع كتل المواد المتفاعلة.

المعطيات

كتلة أكسيد الزئبق II = 10.0 g

كتلة الزئبق = 9.26 g

المطلوب

كتلة الأكسجين = ؟ g

2 حساب المطلوب

ضع قانون حفظ الكتلة

كتلة المتفاعلات = كتلة النواتج

كتلة أكسيد الزئبق II = كتلة الزئبق + كتلة الأكسجين

أوجد كتلة الأكسجين

كتلة الأكسجين = كتلة أكسيد الزئبق II – كتلة الزئبق

عوض بالقيم المعطاة في المعادلة

كتلة الأكسجين = 9.26 g – 10.00 g = 0.74 g

3 تقويم الإجابة

إذا كان مجموع كتلتي الزئبق والأكسجين = كتلة أكسيد الزئبق II فالحل صحيح.

مسائل تدريبية

5. استعن بالبيانات في الجدول أدناه للإجابة عن السؤالين التاليين:

كم جرامًا من البروم تفاعل، وكم جرامًا من المركب نتج؟

تفاعل الألومنيوم مع سائل البروم

المادة	قبل التفاعل	بعد التفاعل
ألومنيوم	10.3 g	0.0 g
سائل البروم	100.0 g	8.5 g
المركب	0.0 g	

6. حصل طالب في تجربة لتحليل الماء على 10.0 g هيدروجين و 79.4 g أكسجين. ما مقدار الماء المستعمل في هذه العملية؟

7. أضاف طالب 15.6 g صوديوم إلى كمية وافرة من غاز الكلور، وبعد انتهاء التفاعل حصل على 39.7 g من كلوريد الصوديوم. ما كتلة كل من الكلور والصوديوم المتفاعلين؟

8. تفاعلت عينة مقدارها 10.0 g من الماغنسيوم مع الأكسجين لتكوين 16.6 g من أكسيد الماغنسيوم. كم جرامًا من الأكسجين تفاعل؟

9. تحفيز تفاعل 106.5 g من حمض الهيدروكلوريك $HCl_{(g)}$ مع كمية مجهولة من الأمونيا $NH_{3(g)}$ لإنتاج 157.5 g من كلوريد الأمونيوم $NH_4Cl_{(s)}$. ما كتلة الأمونيا $NH_{3(g)}$ المتفاعلة؟ وهل طبق قانون حفظ الكتلة في هذا التفاعل؟ فسِّر إجابتك.

الشكل 10–2 عند تسخين أكسيد الزئبق II فإنه يتفاعل ليكون الزئبق والأكسجين. ويكون مجموع كتلتيهما مساويًا كتلة أكسيد الزئبق II.

كان الكيميائي الفرنسي أنتوني لافوازييه (1743– 1794م) أول من استعمل الميزان الحساس في التفاعلات الكيميائية. وقد درس تحلل أكسيد الزئبق II بالحرارة، وهو كما يظهر في **الشكل 10–2** مادة صلبة حمراء تتفاعل عند تسخينها لتكون سائل الزئبق الفضي وغاز الأكسجين العديم اللون. إن تغير اللون وظهور غاز مؤشران على حدوث التفاعل. وعندما يجرى التفاعل في وعاء مغلق فإن الأكسجين لا يستطيع الخروج. ومن ثم يمكن قياس كتلة المواد قبل التفاعل وبعده، وستكون هي نفسها في الحالتين. ويعد قانون حفظ الكتلة أحد القوانين الأساسية في الكيمياء.

التقويم 2-2

الخلاصة

- التغير الفيزيائي يغير من الخواص الفيزيائية للمادة دون أن يغير تركيبها.
- التغير الكيميائي، والذي يسمى أيضًا «التفاعل الكيميائي»، يتضمن تغيرًا في تركيب المادة.
- في التفاعل الكيميائي تتحول المتفاعلات إلى نواتج.
- ينص قانون حفظ الكتلة على أن الكتلة لا تفنى ولا تستحدث في أثناء التفاعل الكيميائي؛ فهي محفوظة.

10. الفكرة الرئيسة **صنف** الأمثلة التالية إلى تغيرات فيزيائية أو كيميائية.

a. سحق علبة ألومنيوم.

b. تدوير علب الألومنيوم المستعملة لإنتاج علب جديدة.

c. اتحاد الألومنيوم مع الأكسجين لإنتاج أكسيد الألومنيوم.

11. صف نتائج التغير الفيزيائي، وأعط ثلاثة أمثلة عليه.

12. صف نتائج التغير الكيميائي، واذكر أربعة أدلة على حدوثه.

13. احسب. حل المسائل الآتية:

a. إذا تفاعل 22.99 g من الصوديوم تمامًا مع 35.45 g من الكلور فما كتلة كلوريد الصوديوم الناتج؟

b. إذا تفاعل 12.2 g من مادة X مع عينة من Y ونتج 78.9 g من XY فما كتلة Y المتفاعلة؟

14. قوّم إذا قال لك صديق: "إذا كان تركيب المادة لا يتغير خلال التغير الفيزيائي فإن مظهرها لا يتغير". فهل هو على صواب؟ فسر إجابتك.

2–3

المخاليط Mixtures

الأهداف

- **تقارن** بين المخاليط والمواد النقية.
- **تصنف** المخاليط إلى متجانسة وغير متجانسة.
- **تميز** بين طرائق فصل المخاليط.

مراجعة المفردات

مادة كيميائية : مادة ذات تركيب منتظم وثابت. وتسمى أيضًا مادة نقية.

المفردات الجديدة

المخلوط
المخلوط غير المتجانس
المخلوط المتجانس
المحلول
الترشيح
التقطير
التبلور
التسامي
الكروماتوجرافيا

الفكرة الرئيسة **توجد معظم المواد المألوفة على شكل مخاليط. المخلوط مزيج من مادتين نقيتين أو أكثر.**

الربط مع الحياة الصوت الذي تسمعه عندما تفتح علبة مشروب غازي هو صوت تسرب الغاز من العلبة. وربما لاحظت عند ترك العلبة مفتوحة أن معظم غاز ثاني أكسيد الكربون يتسرب منها، إلا أن المشروب يبقى حلوًا مهما تركت العلبة مفتوحة.

المخاليط Mixtures

درست أن المادة النقية ذات تركيب منتظم وثابت. ماذا يحدث عند مزج مادتين نقيتين أو أكثر معًا؟ **المخلوط** مزيج مكون من مادتين نقيتين أو أكثر مع احتفاظ كل من هذه المواد بخواصها الأصلية. ويختلف تركيب المخاليط بحسب نسب مكوناتها. لذا يمكن تحضير عدد لا نهائي من المخاليط. ومما يجدر بالذكر أن معظم المواد في الطبيعة توجد في صورة مخاليط، فمن الصعب إبقاء أي مادة نقية تمامًا.

يبين **الشكل 11–2** مخلوطين، ورغم أنك لا تستطيع أن تميز بين مكوني مخلوط الزئبق–الفضة في **الشكل a 11–2**، إلا أنك تستطيع فصلهما عن طريق التسخين، فيتبخر الزئبق أولاً، وبذلك تحصل على بخار الزئبق وحده، والفضة الصلبة وحدها.

وعند خلط الزيت والتوابل والخل معًا، كما في **الشكل b 11–2**، تمتزج هذه المواد لكنها لا تتفاعل، ويظل بإمكانك تمييز جميع المواد. وإذا بقي المخلوط من دون تحريك فترة كافية فإن الزيت يكوّن طبقة فوق الخل.

أنواع المخاليط إن مزيجي المواد النقية في **الشكل 11–2** مخلوطان. ورغم اختلاف الخواص المرئية للمخاليط إلا أنه يمكن تعريفها بعدة طرائق، وتصنيفها إلى متجانسة وغير متجانسة.

الشكل 11–2 هناك أنواع مختلفة من المخاليط **a**. من غير الممكن رؤية المكونات المختلفة لبعض المخاليط كهذه الحشوة المكونة من مخلوط فضة – زئبق. **b**. يمكن رؤية مكونات بعض المخاليط الأخرى كمطيب السلطة.

المخلـوط غير المتجانس مخلوط لا تمتزج فيه المواد، بل تبقى المواد فيه متمايزًا بعضها من بعض، وتركيبه غير منتظم؛ لأن المواد فيه لم تمتزج تمامًا وظلت متمايزة. ومن ذلك سلطة الخضـار، وعصير البرتقال الطبيعي الذي يتكون مـن مزيج غير متجانس من العصير واللب، وفي العادة يطفو اللب على سطح العصير. ولذا يمكن القول إن وجود مادتين أو أكثر معًا بشكل متمايز يشير إلى مخلوط غير متجانس.

المخلـوط المتجانـس مخلـوط لـه تركيب ثابـت، وتمتزج مكوناتـه بانتظام، فـإذا أخذت قطعتـين من مملغم الفضة والزئبق (سـبيكة معدنية) فسـتجد أن تركيبهما هو نفسـه مهما اختلف حجم القطعة.

ماذا قرأت؟ **قارن** بين المخاليط المتجانسة وغير المتجانسة، وأعط أمثلة عليها.

يطلق على المخاليط المتجانسة أيضا اسم **محاليل**. وأكثر المحاليل المألوفة هي المحاليل السائلة، كالشاي والعصائر. لكن المحاليل قد تكون صلبة أو سائلة أو غازية؛ فهي قد تكون مخلوطًا من مادة صلبة مع غاز، أو مادة صلبة مع سائل، أو غاز مع سائل... وهكذا. ويبين **الجدول 3–2** قائمة بأنواع مختلفة من المحاليل وأمثلة عليها، كما أننا نجد مثالًا على كل نوع في **الشكل 12–2**.

المحلول الصلب المعروف بالفولاذ يسمى «سبيكة». والسبيكة مخلوط متجانس من الفلـزات، أو مـن فلز ولا فلز، يكون فيـه الفلز هو المكون الأسـاسي. الفولاذ مثلًا مخلـوط من فلز الحديـد ولافلز الكربـون. وإن وجود ذرات الكربـون في المخلوط يزيـد مـن صلابة الفلز. وتقوم المصانـع بمزج أنواع مختلفة من الفلزات في سـبائك للوصـول إلى مـواد أكثر قـوة ومقاومة؛ فالمجوهـرات كثيرًا ما تصنع من سـبائك، ومنها البرونز والذهب الأبيض.

الجدول 3-2 أنواع المحاليل

المحلول	مثال
غاز – غاز	الهواء في أسطوانة الغواص مزيج من غازات النيتروجين والأكسجين والأرجون.
غاز – سائل	الأكسجين وثاني أكسيد الكربون الذائبان في ماء البحر.
سائل – غاز	الهواء الرطب الذي يتنفسه الغواص يحوي قطرات ماء.
سائل – سائل	عندما تمطر يمتزج ماء المطر بماء البحر.
صلب – سائل	الأملاح الصلبة الذائبة في ماء البحر.
صلب – صلب	أسطوانة الغوص مصنوعة من مزيج من المعادن.

الشـكل 12–2 كل أنـواع المحاليـل ممثلة في هذه الصورة.

المفـردات

مفردات أكاديمية

مخلوط

جـاءت مـن الكلمـة اللاتينيـة *misceo* وتعني *mix* أي يخلط.

مهن في علم الكيمياء

عالِـم الكيمياء هـو عالم يحضّر مـواد جديدة ويحلل خواصها. وقد يعمل في مختبر وطني، أو في الصناعة، أو في الجوانـب الأكاديميـة. قـام علماء (ناسـا) مثلًا بتطوير سـبائك مـن الألومنيـوم والسـليكون يمكـن اسـتعمالها في صناعـة محـركات وآلات قويـة وخفيفـة.

فصل المخاليط Separating Mixtures

توجد معظم المواد في الطبيعة على شكل مخاليط. ولفهم المادة بشكل أفضل علينا فصل المخاليط إلى مكوناتها النقية. ولأن المواد تختلط معًا بشكل فيزيائي فإن العمليات المستعملة في فصل بعضها عن بعض هي عمليات فيزيائية تقوم على الخواص الفيزيائية للمواد. فعلى سبيل المثال، يمكن فصل مخلوط من برادة الحديد والرمل باستعمال مغناطيس؛ حيث يجذب المغناطيس برادة الحديد فقط، ويفصلها عن الرمل. لقد تم تطوير عدد كبير من التقنيات التي تستفيد من اختلافات الخواص الفيزيائية للمواد لفصل مكونات المخاليط بعضها عن بعض.

الترشيح يمكن فصل المخاليط غير المتجانسة المكونة من مواد صلبة وسوائل بسهولة عن طريق الترشيح. **والترشيح** طريقة يستعمل فيها حاجز مساميّ لفصل المادة الصلبة عن السائل. يبين **الشكل 13–2** مخلوطًا يصب على ورقة ترشيح طويت على شكل مخروط، حيث يمر السائل منها تاركًا المادة الصلبة على الورقة.

الكروماتوجرافيا تعد **الكروماتوجرافيا** (التحليل الاستشرابي) طريقة لفصل مكونات المخلوط (الطور المتحرك) بالاعتماد على قابلية انجذاب كل مكون من مكونات المخلوط لسطح مادة أخرى (الطور الثابت). ويكون الطور المتحرك غالبًا مادة غازية أو سائلة، والطور الثابت مادة صلبة، ومنها ورق الكروماتوجرافيا.

الشكل 13–2 عندما يمر المخلوط عبر ورقة الترشيح تبقى المادة الصلبة في الورقة، في حين يتجمع السائل المتبقي في الكأس.

تجربة

فصل الأصباغ

كيف تسمح الكروماتوجرافيا الورقية بفصل المواد النقية؟

الكروماتوجرافيا أداة تشخيصية مهمة يستعملها الكيميائيون وفنّيو المختبرات الجنائية لفصل المواد الكيميائية وتحليلها.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. املأ **كأسًا بلاستيكيّة بالماء** حتى ارتفاع يقل 2 cm تقريبًا عن حافتها العليا. امسح أي قطرات ماء على حافة الكأس.
3. ضع **ورقة ترشيح** دائرية على سطح جاف ونظيف، وضع نقطة حبر في مركز الورقة بالضغط بقوة على الورقة برأس **ريشة قلم حبر سائل أسود.**
4. استعمل **مقصًا** أو أداة حادة أخرى لعمل ثقب صغير بقطر رأس القلم في مركز بقعة الحبر.

تحذير: الأجسام الحادة يمكن أن تجرح الجلد.

5. استعمل ربع ورقة ترشيح قطرها حوالي 11 cm لعمل فتيلة لسحب الماء. ضع نهاية الفتيلة في الثقب الموجود في مركز ورقة الترشيح الدائرية.
6. ضع الورقة مع الفتيلة على سطح كأس الماء، بحيث تكون الفتيلة في الماء. سيصعد الماء في الفتيلة ويتحرك نحو الخارج خلال ورقة الترشيح.
7. عندما يصل الماء إلى حوالي 1 cm من حافة ورقة الترشيح (بعد حوالي 20 دقيقة). اسحب الورقة بحرص من الكأس المليئة بالماء، وضعها على كأس فارغة أخرى.

التحليل

1. **سجل** عدد الأصباغ التي يمكنك تحديدها على ورقة الترشيح. علّم حدود دوائر الألوان.
2. **استنتج** لماذا ترى ألوانًا مختلفة في أماكن مختلفة من الورقة؟
3. **قارن** النتائج التي حصلت عليها بالأشكال التي حصل عليها زملاؤك. فسر الاختلافات التي قد تظهر.

وفي هذه الطريقة يتباعد أولاً مكون المخلوط الذي قوى تماسك جزيئاته أقل على ورقة الكروماتوجرافيا، ثم يليه المكون الذي قوى تماسك جزيئاته أكبر فأكبر.

التقطير يمكن فصل معظم المخاليط المتجانسة عن طريق التقطير. **والتقطير** طريقة لفصل المواد اعتمادًا على الاختلاف في درجات غليانها، حيث يسخن المخلوط حتى تغلي المادة التي درجة غليانها أقل، وتتحول إلى بخار يكثَّف ويُجمع على شكل سائل.

التبلور يعد ترسيب بلورات السكر من محلوله مثالاً على الفصل بالتبلور. **التبلور** طريقة للفصل تؤدي إلى الحصول على مادة نقية صلبة من محلولها. عندما يحتوي المحلول على أكبر قدر ممكن من المادة المذابة (محلول مشبع) فإن إضافة أي كمية من المذاب مهما قلت تجعل المادة المذابة في المحلول تترسب وتكوِّن بلورات على أي سطح متوافر. وعندما يتبخر الماء من محلول السكر المائي يصبح المحلول أكثر تركيزًا، وهذا يشبه إضافة المزيد من المادة المذابة إلى المحلول. ويبين **الشكل 14–2** أنه عند زيادة تبخر الماء يكوّن السكر بلورات صلبة على الخيط. وتمتاز عملية التبلور أنها تنتج مواد صلبة عالية النقاوة.

التسامي يمكن فصل المخاليط **بالتسامي**، وهو عملية تتبخر فيها المادة الصلبة دون أن تنصهر، أي دون أن تمر بالحالة السائلة. يستعمل التسامي لفصل مادتين صلبتين في خليط، إحداهما لها القدرة على التسامي، وليس للأخرى ذلك.

الشكل 14–2 عندما يتبخر الماء من محلول السكر المائي تتكون بلورات السكر على الخيط.

التقويم 2-3

الخلاصة

- المخلوط مزيج فيزيائي من مادتين كيميائيتين أو أكثر بنسب مختلفة.
- المحاليل مخاليط متجانسة.
- يمكن فصل مكونات المخاليط بطرائق فيزيائية. من طرائق الفصل المألوفة الترشيح، والتقطير، والتبلور، والتسامي، والكروماتوجرافيا.

15. الفكرة الرئيسة **صنف** كلًّا مما يلي إلى مخلوط متجانس أو غير متجانس.

a. ماء الصنبور **b.** الهواء **c.** فطيرة الزبيب.

16. **قارن** بين المخاليط والمواد النقية.

17. **سمِّ** طريقة الفصل التي يمكن استعمالها في فصل مكونات المخاليط التالية :

a. سائلين عديمي اللون.

b. مادة صلبة غير ذائبة مخلوطة مع سائل.

c. كرات زجاجية حمراء وزرقاء متساوية في الحجم والكتلة.

18. **صمم** خريطة مفاهيمية تلخص العلاقات بين المادة، والعناصر، والمركبات، والمواد الكيميائية النقية، والمخاليط المتجانسة، والمخاليط غير المتجانسة.

2–4

العناصر والمركّبات

Elements and Compounds

الأهداف

- **تميز** بين العناصر والمركّبات.
- **تصف** ترتيب العناصر في الجدول الدوري.
- **تشرح** سلوك المركّبات وفق قانوني النسب الثابتة والمتضاعفة.

مراجعة المفردات

النسبة: علاقة جزء بآخر أو بالكل من ناحية الكمية.

المفردات الجديدة

العنصر

الجدول الدوري

المركّب

قانون النسب الثابتة

النسبة المئوية بالكتلة

قانون النسب المتضاعفة

الفكرة الرئيسة **المركب مكوّن من عنصرين أو أكثر متحدين معًا اتحادًا كيميائيًّا.**

الربط مع الحياة عندما تأكل سلطة الفواكه قد تأكل قطعًا منها منفردة، أما عندما تأكل مربى الفواكه فإنك لا تستطيع فصل كل قطعة من الفواكه وحدها. وكما أن المربى مكونة من فواكه فإن المركب مكون من عناصر، ولكنك لا تراها منفردة.

العناصر Elements

رغم أن للمادة أشكالاً كثيرة إلا أنه يمكن فصل مكوناتها إلى عدد صغير من الوحدات البنائية الأساسية تسمى عناصر. **العنصر** مادة كيميائية نقية لا يمكن تجزئتها إلى أجزاء أصغر منها بطرائق فيزيائية أو كيميائية. هناك 92 عنصرًا في الطبيعة. ومن هذه العناصر: النحاس Cu والأكسجين O والذهب Au، وهناك أيضًا عناصر لا توجد في الطبيعة، وإنما يتم تحضيرها في المختبر.

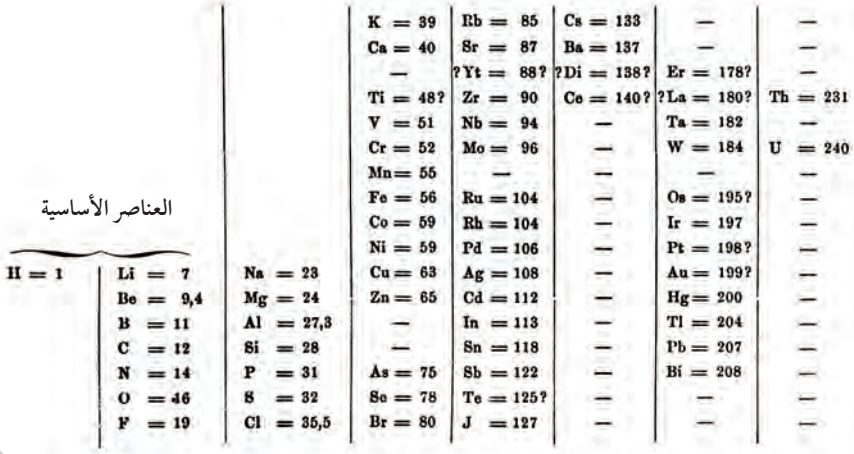
لكل عنصر اسم كيميائي، ورمز خاص به. ويتكون الرمز من حرف أو اثنين أو ثلاثة، بحيث يكون الحرف الأول كبيرًا، أما باقي الأحرف فتكون صغيرة. ومن المعلوم أن أسماء العناصر ورموزها متفق عليها عالميًّا من قبل العلماء لتسهيل التواصل بينهم. ولا تتوافر العناصر الطبيعية على نحْو متساو؛ فالهيدروجين H يشكل 75% من كتلة الكون، في حين يشكل الأكسجين O والسليكون Si مجتمعين 75% من كتلة القشرة الأرضية، ويشكل الأكسجين O والكربون C والهيدروجين H أكثر من 90% من جسم الإنسان. ومن جهة أخرى فإن عنصر الفرانسيوم Fr هو أحد أقل العناصر وجودًا في الطبيعة؛ إذ يقدَّر وجوده بأقل من 20 g موزعة في قشرة الأرض. وتوجد العناصر في حالات فيزيائية مختلفة في الظروف العادية، كما هو مبين في **الشكل 15–2**.

بالون هيليوم – غاز

جهاز قياس ضغط الدم (زئبق – سائل)

وعاء نحاس – صلب

الشكل 15–2 توجد العناصر في حالات مختلفة في الظروف العادية.



العناصر الأساسية

H = 1	Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85	Cs = 133	—	—
	Be = 9,4	Mg = 24	Ca = 40	Sr = 87	Ba = 137	—	—
	B = 11	Al = 27,3	—	?Yt = 88?	?Di = 138?	Er = 178?	—
	C = 12	Si = 28	Ti = 48?	Zr = 90	Ce = 140?	?La = 180?	Th = 231
	N = 14	P = 31	V = 51	Nb = 94	—	Ta = 182	—
	O = 46	S = 32	Cr = 52	Mo = 96	—	W = 184	U = 240
	F = 19	Cl = 35,5	Mn = 55	—	—	—	—
			Fe = 56	Ru = 104	—	Os = 195?	—
			Co = 59	Rh = 104	—	Ir = 197	—
			Ni = 59	Pd = 106	—	Pt = 198?	—
			Cu = 63	Ag = 108	—	Au = 199?	—
			Zn = 65	Cd = 112	—	Hg = 200	—
			—	In = 113	—	Tl = 204	—
			—	Sn = 118	—	Pb = 207	—
			As = 75	Sb = 122	—	Bi = 208	—
			Se = 78	Te = 125?	—	—	—
			Br = 80	J = 127	—	—	—

الشكل 16–2 كان مندليف من أوائل العلماء الذين رتبوا العناصر بطريقة دورية، كما هو مبين في الجدول. لاحظ الأنماط الدورية في خواص العناصر.

نظرة أولية على الجدول الدوري مع ازدياد عدد العناصر المكتشفة في بدايات القرن التاسع عشر بدأ العلماء يلاحظون أنماط التشابه بين العناصر في الخواص الفيزيائية والكيميائية ودراستها. وقد صمم العالم الروسي ديمتري مندليف Dmitri Mendelev (1834 – 1907م) جدولًا كما في **الشكل 16–2** نظم فيه جميع العناصر التي كانت معروفة في ذلك الوقت. كان تصنيفه قائمًا على التشابهات بين العناصر وكتلها. وهو يعد النسخة الأولى مما سمي بعد ذلك **"الجدول الدوري"**. ينظم الجدول الدوري العناصر في شبكة تسمَّى الصفوفُ الأفقيةُ فيها "الدوراتِ"، وتسمَّى الأعمدةُ "المجموعات" أو "العائلات". والعناصر الموجودة في مجموعة واحدة لها خواص فيزيائية وكيميائية متشابهة. وقد سمي الجدول دوريًّا لأن نمط الخواص المتشابهة يتكرر من دورة إلى أخرى، وسوف تجد في نهاية هذا الكتاب صورة للجدول الدوري الحديث.

المركبات Compounds

كثير من المواد الكيميائية النقية تصنف على أنها مركبات. ويتكون **المركب** من عنصرين مختلفين أو أكثر متحدين كيميائيًّا. وتوجد معظم المواد في الكون على شكل مركبات. يوجد الآن حوالي (10) ملايين مركب معروف، وهي في ازدياد مستمر؛ إذ يتم تحضير أو اكتشاف حوالي (100,000) مركب سنويًّا.

ماذا قرأت؟ عرف العنصر والمركب.

تسهِّل معرفة الرموز الكيميائية للعناصر كتابةَ صيغ المركبات. فملح الطعام مثلًا يسمّى كلوريد الصوديوم، وهو مكون من ذرة واحدة من الصوديوم Na وذرة واحدة من الكلور Cl وصيغته الكيميائية NaCl، كما أن الماء مكون من ذرتين من الهيدروجين H، وذرة من الأكسجين O وصيغته الكيميائية H_2O، وهنا يشير الرقم السفلي (2) إلى ذرتين من الهيدروجين يتحدان مع ذرة واحدة من الأكسجين.

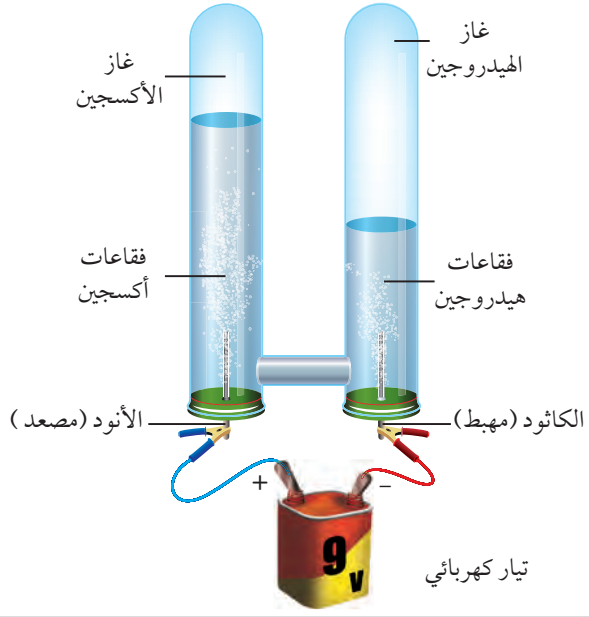
المفردات

مفردات علمية

العنصر
Element

مادة كيميائية نقيَّة لا يمكن تجزئتها إلى أجزاء أصغر منها بطرائق فيزيائية أو كيميائية.

الرصاص من أثقل العناصر.



الشكل 17–2 يتحلل الماء إلى مكوناته: الأكسجين والهيدروجين بعملية التحليل الكهربائي.

حدد النسبة بين كمية الهيدروجين وكمية الأكسجين المنطلقين خلال التحليل الكهربائي للماء.

فصل المركّبات إلى مكوناتها لا يمكن تجزئة العناصر إلى مواد أبسط منها بطرائق فيزيائية أو كيميائية، لكن يمكن تجزئة المركبات إلى مواد أبسط بطرائق كيميائية. وعمومًا فإن المركّبات التي توجد في الطبيعة أكثر استقرارًا من حالة العناصر المكونة لها، ولكي تتفكك هذه المركبات إلى عناصر فإنها تحتاج إلى طاقة كالحرارة والكهرباء. ويبين **الشكل 17–2** تركيب جهاز يستعمل لإحداث تغيير كيميائي للماء وتحليله إلى العناصر المكونة له –الهيدروجين والأكسجين– من خلال عملية تسمّى "التحليل الكهربائي". يقوم التيار الكهربائي في هذه العملية بتحليل الماء H_2O إلى غاز الهيدروجين H_2 وغاز الأكسجين O_2. ولأن الماء H_2O يتكون من ذرتين من الهيدروجين H_2 وذرة أكسجين O فإن حجم غاز الهيدروجين H_2 الناتج يكون ضعف حجم غاز الأكسجين O_2.

ماذا قرأت؟ اشرح عملية التحليل الكهربائي.

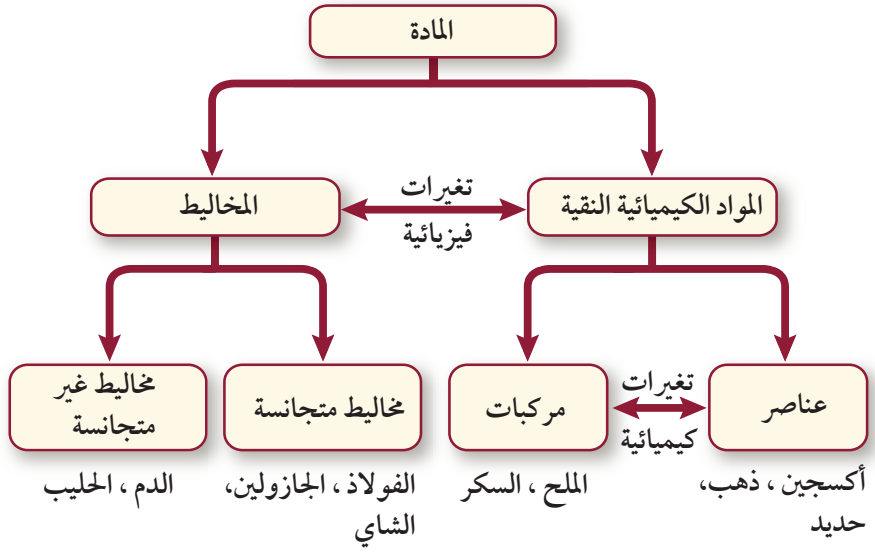
خواصّ المركّبات تختلف خواصّ المركّبات عن خواص العناصر الداخلة في تركيبها. ويوضح مثال الماء في **الشكل 17–2** هذه الحقيقة. الماء مركب مستقر، وهو سائل في درجات الحرارة العادية، وعند تفكيكه فإن الأكسجين والهيدروجين الناتجين يختلفان كثيرًا عن الماء؛ فالأكسجين والهيدروجين غازان عديما اللون والرائحة، ويتفاعلان بشدة مع عدة عناصر. وهذا الاختلاف في الخواص ناتج عن تفاعل كيميائي بين العناصر. يبين **الشكل 18–2** العناصر المكونة لمركب "يوديد البوتاسيوم". لاحظ اختلاف خواص يوديد البوتاسيوم KI عن خواص العنصرين المكونين له. البوتاسيوم K فلز فضي، واليود I_2 مادة صلبة سوداء اللون توجد على هيئة غاز بنفسجي اللون في درجة حرارة الغرفة، في حين أن يوديد البوتاسيوم KI ملح أبيض.

الشكل 18–2 عندما يتفاعل البوتاسيوم واليود يكوّنان يوديد البوتاسيوم الذي يختلف عنهما في خواصه.

بوتاسيوم

يود

يوديد البوتاسيوم



الشكل 19–2 يمكن تصنيف المادة إلى عدة أصناف لها خواص محددة.

افحص كيف ترتبط المخاليط مع المواد النقية؟ وكيف ترتبط العناصر مع المركّبات؟

تعلم أنه يمكن تصنيف المواد إلى مواد نقية ومخاليط. وكما درست في السابق فإن المخلوط إما أن يكون متجانسًا أو غير متجانس. وتعرف أيضًا أن العنصر مادة كيميائية نقية لا يمكن تجزئتها إلى مواد أبسط منها، في حين أن المركب ناتج عن اتحاد عنصرين أو أكثر، ويمكن تحليله إلى مكوناته. استعمل **الشكل 19–2** لمراجعة تصنيف المواد، وكيف ترتبط مكوناتها معًا.

ماذا قرأت؟ لخص الأنواع المختلفة من المادة، وكيف يرتبط بعضها مع بعض؟

قانون النسب الثابتة Law of Definite Proportions

من الحقائق العجيبة في هذا الكون أن الله تعالى أوجد المركّبات، والتي تتكون من العناصر نفسها بنسب ثابتة ومقدَّرة بقدر منه سبحانه. قال تعالى: ﴿وَكُلُّ شَيْءٍ عِندَهُۥ بِمِقْدَارٍ ﴿٨﴾﴾ الرعد. وهذا ما يعرف بـ**"قانون النسب الثابتة"**، الذي ينص على أن المركب يتكون دائمًا من العناصر نفسها بنسب كتلية ثابتة، مهما اختلفت كمياتها. كما أن كتلة المركب تساوي مجموع كتل العناصر المكونة له.

يمكن التعبير عن الكميات النسبية للعناصر في مركب ما **بالنسبة المئوية بالكتلة**، وهي نسبة كتلة كل عنصر إلى كتلة المركب الكلية معبرًا عنها بالنسبة المئوية.

$$\text{النسبة المئوية بالكتلة (\%)} = \frac{\text{كتلة العنصر}}{\text{كتلة المركب}} \times 100$$

نحصل على النسبة المئوية بالكتلة بقسمة كتلة العنصر على كتلة المركب، ثم ضرب هذه النسبة في مائة للتعبير عنها بنسبة مئوية.

ماذا قرأت؟ اكتب نص قانون النسب الثابتة.

الجدول 4-2	تحليل السكروز			
	20.00 g من حبيبات سكر المائدة		500.00 g من سكر القصب	
العنصر	التحليل الكتلي (g)	النسبة المئوية بالكتلة (%)	التحليل الكتلي (g)	النسبة المئوية بالكتلة (%)
كربون	8.44	$\frac{8.44\ g\ C}{20.00\ g\ \text{من السكروز}} \times 100 = 42.20\%$	211.0	$\frac{211.0\ g\ C}{20.00\ g\ \text{من السكروز}} \times 100 = 42.20\%$
هيدروجين	1.30	$\frac{1.30\ g\ H}{20.00\ g\ \text{من السكروز}} \times 100 = 6.50\%$	32.5	$\frac{32.50\ g\ H}{20.00\ g\ \text{من السكروز}} \times 100 = 6.50\%$
أكسجين	10.26	$\frac{10.26\ g\ O}{20.00\ g\ \text{من السكروز}} \times 100 = 51.30\%$	256.5	$\frac{256.5\ g\ O}{20.00\ g\ \text{من السكروز}} \times 100 = 51.30\%$
المجموع	20.00	100%	500.0	100%

تتكـوّن حبيبات سـكر المائدة (السـكروز) من ثلاثة عنـاصر، هي الكربـون والهيدروجين والأكسـجين. ويبين **الجدول 4–2** نتائج تحليل 20.0 g من هذا السـكر. لاحظ أن مجموع الكتل المنفردة لعناصر العينة 20.0 g، وهي تسـاوي كمية حبيبات السـكر التي تم تحليلها، وهذا يوضح قانون النسـب الثابتة الذي ينطبق على المركبات: كتلة المركب تسـاوي مجموع كتل العناصر المكونة له.

وإذا حللت 500.0 g من السكروز الذي مصدره قصب السكر، والتي يبين **الجدول 4–2** نتائج تحليلها، تلاحظ أن النسب المئوية بالكتلة لمكونات سكر القصب مساوية للقيم التي تم الحصول عليها من حبيبات السكر. وبحسب قانون النسب الثابتة، فإن عينات مركب ما، مهما كان مصدرها، يجب أن يكون لها نسب كتلية متساوية. وبالعكس فإن المركبات التي لها نسب كتلية مختلفة يجب أن تكون مركبات مختلفة. وهكذا يمكنك أن تستنتج أن عينات السكروز يجب أن تتكون دائمًا من كربون بنسبة 42.20% وهيدروجين بنسبة 6.50% وأكسجين بنسبة 51.30% مهما كان مصدرها.

مسائل تدريبية

19. عينة من مركبٍ مجهولٍ كتلتها 78.0 g، تحتوي على 12.4 g هيدروجين. ما النسبة المئوية بالكتلة للهيدروجين في المركب؟

20. يتفاعل 1.0 g هيدروجين كليًّا مع 19.0 g فلور. ما النسبة المئوية بالكتلة للهيدروجين في المركب الناتج؟

21. تتفاعل 3.5 g من العنصر X مع 10.5 g من العنصر Y لتكوين المركب XY. ما النسبة المئوية بالكتلة لكل من العنصرين X و Y في المركب الناتج؟

22. تـم تحليـل مركبين مجهولين فَوُجد أن المركب الأول يحتوي على 15.0 g هيدروجين و 120.0 g أكسـجين، وأن المركب الثاني يحتوي على 2.0 g هيدروجين و 32.0 g أكسجين. هل المركبان مركب واحد؟ فسِّر إجابتك.

23. تحفيز مركبان كل ما تعرفه عنهما أنهما يحتويان على النسبة بالكتلة نفسها من الكربون. هل هما المركب نفسه؟ فسِّر إجابتك.

قانون النسب المتضاعفة Law of Multiple Proportions

تختلف المركّبات تبعًا لاختلاف العناصر الداخلة في تركيبها. ومع ذلك، فإن مركّبات مختلفة قد تحتوي على العناصر نفسها. وهذا يحدث عندما تكون النسب الكتلية للعناصر المكونة لهذه المركبات مختلفة. ينص **قانون النسب المتضاعفة** على أنه عند تكوين مركبات مختلفة من اتحاد العناصر نفسها فإن النسبة بين كتل أحد العناصر التي تتحد مع كتلة ثابتة من عنصر آخر في هذه المركبات هي نسبة عددية بسيطة وصحيحة. ويتم التعبير عن النسب عادة باستعمال أعداد يفصل بينها نقطتان إحداها فوق الأخرى (2:3 مثلًا) أو على شكل كسر .

ماذا قرأت؟ **اكتب** نص قانون النسب المتضاعفة بكلماتك الخاصة.

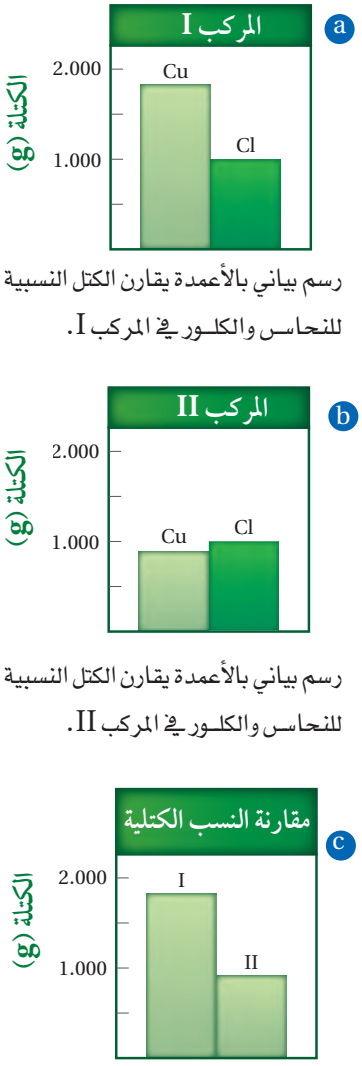
الماء وفوق أكسيد الهيدروجين يوضح مركبا الماء H_2O وفوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 قانون النسب المتضاعفة؛ فكلا المركبين مكوّن من العناصر نفسها (هيدروجين وأكسجين)، لكن الماء مكون من ذرتي هيدروجين وذرة واحدة من الأكسجين، في حين أن فوق أكسيد الهيدروجين يتكون من ذرتي هيدروجين وذرتي أكسجين. لاحظ أن فوق أكسيد الهيدروجين يختلف عن الماء في أنه يحتوي على ضعف الكمية من الأكسجين، وعندما تقارن كتلة الأكسجين في فوق أكسيد الهيدروجين بكتلته في الماء فستحصل على نسبة 1 : 2.

مركبات مكونة من نحاس وكلور من الأمثلة الأخرى على المركبات التي توضح قانون النسب المتضاعفة مركبات النحاس والكلور؛ إذ يتحد النحاس Cu مع الكلور Cl في ظروف مختلفة لتكوين مركبين مختلفين. ويبين **الجدول 5–2** نتائج تحليل المركبين؛ فالمركب رقم (I) يحتوي على 64.20% نحاس، في حين يحتوي المركب (II) على 47.27% نحاس، ويحتوي المركب (I) على 35.80% كلور، في حين يحتوي المركب (II) على 52.73% كلور. قارن بين نسب كتل الكلور في المركبين مستعينًا **بالجدول 5–2** **والشكل 20–2**. لاحظ أن نسبة كتلة النحاس إلى الكلور في المركب I تساوي ضعف نسبة النحاس إلى الكلور في المركب II .

$$\frac{\text{النسبة الكتلية للمركب I}}{\text{النسبة الكتلية للمركب II}} = \frac{1.739\ \text{g Cu/gCl}}{0.8964\ \text{g Cu/gCl}} = 2.00$$

اختبار الرسم البياني **فسر** لماذا تكون نسبة كتلتي النحاس في المركبين 1: 2؟

الشكل 20–2 اتحاد النحاس والكلور ينتج عنه مركبات مختلفة.



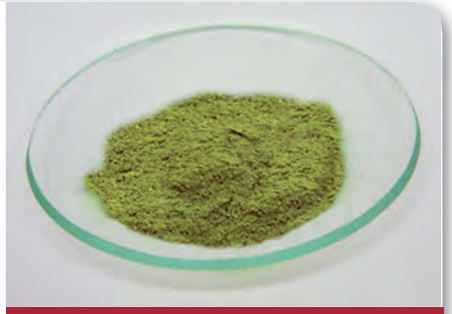
رسم بياني بالأعمدة يقارن الكتل النسبية للنحاس والكلور في المركب I.

رسم بياني بالأعمدة يقارن الكتل النسبية للنحاس والكلور في المركب II.

رسم بياني بالأعمدة يقارن الكتل النسبية للنحاس في كلا المركبين. النسبة هي 2:1.

الجدول 5-2 تحليل البيانات لمركبي نحاس

المركب	Cu%	Cl%	كتلة (g) Cu في 100.0g من المركب	كتلة (g) Cl في 100.0 g من المركب	النسبة الكتلية $\left(\frac{\text{كتلة Cu}}{\text{كتلة Cl}}\right)$
I	64.20	35.80	64.20	35.80	1.793 g Cu/1 g Cl
II	47.27	52.73	47.27	52.73	0.8964 Cu/1 g Cl



كلوريد النحاس I

كلوريد النحاس II

الشكل 21–2 عند اتحاد الكتل النسبية المختلفة للعنصر ينتج عنه مركبات مختلفة. ورغم أن المركبين يتكونان من النحاس والكلور فإن المركب I يظهر باللون الأخضر، بينما يظهر المركب II باللون الأزرق.

يظهر في **الشكل 21–2** المركبان الناتجان عن اتحاد النحاس والكلور، والذي سبق الحديث عنهما في الجدول 5–2 **والشكل 20–2**، ويسميان كلوريد النحاس I، وكلوريد النحاس II. وكما يشير قانون النسب المتضاعفة فإن النسبة بين كتلتين مختلفين من النحاس تتحد كل منهما مع كتلة ثابتة من الكلور في المركبين هي نسبة عددية بسيطة وصحيحة، تساوي 1: 2.

التقويم 2-4

الخلاصة

- لا يمكن تجزئة العناصر إلى مواد نقية أبسط منها.
- تترتب العناصر في الجدول الدوري للعناصر في دورات ومجموعات.
- تنتج المركبات عن اتحاد عنصرين أو أكثر، وتختلف خواصها عن خواص العناصر المكونة لها.
- ينصّ قانون النسب الثابتة على أن المركب يتكون دائمًا من العناصر نفسها، وبالنسب نفسها.
- ينصّ قانون النسب المتضاعفة على أنه إذا كوَّنَتْ عناصر أكثر من مركب فإن النسبة بين كتل أحد هذه العناصر التي تتحد مع كتلة ثابتة من عنصر آخر هي نسبة عددية بسيطة وصحيحة.

24. الفكرة الرئيسة **قارن** بين العناصر والمركبات.

25. صف الملامح التنظيمية الأساسية للجدول الدوري للعناصر.

26. فسر كيف ينطبق قانون النسب الثابتة على المركبات؟

27. اذكر مثالين لمركبات ينطبق عليها قانون النسب المتضاعفة.

28. أكمل الجدول التالي، ثم حلل البيانات الموجودة فيه لتقرر ما إذا كان المركب I والمركب II هما المركب نفسه. إذا كان المركبان مختلفين فاستعمل قانون النسب المتضاعفة لتبين العلاقة بينهما.

بيانات تحليل مركبين للحديد

المركب	الكتلة الكلية (g)	كتلة Fe (g)	كتلة O (g)	النسبة المئوية بالكتلة للحديد	النسبة المئوية بالكتلة للأكسجين
I	75.00	52.46	22.54		
II	56.00	43.53	12.47		

29. احسب النسبة المئوية بالكتلة للهيدروجين وللأكسجين في الماء بالرجوع إلى الجدول الدوري.

30. ارسم رسمًا بيانيًّا يوضح قانون النسب المتضاعفة.

في الميدان

مهن: المحقِّق

الكشف عن مسرِّعات الحرائق المتعمدة

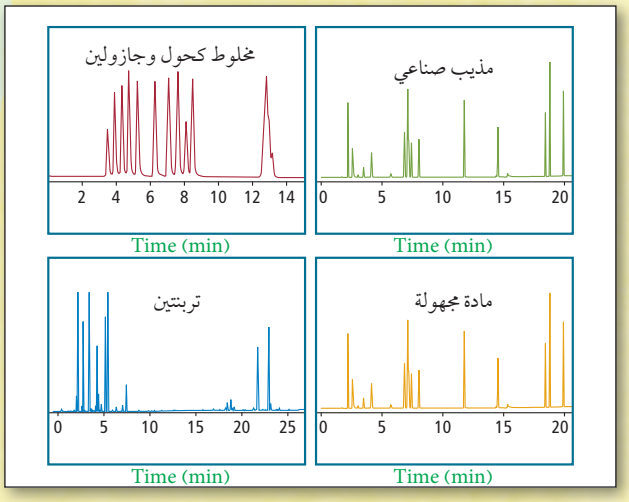
إذا احترق مستودع، وساده الخراب والدمار، وكانت الحرارة والدخان يملآن المكان، واللهب ينتشر، والجدران والسُّقف تتهاوى، فهل يمكنك تحديد ما إذا كان الحريق متعمدًا أو غير متعمد؟

المسرعات إن من يحققون في الحرائق يحللون الأدلة لتقدير كيف بدأت النار؟ وكيف انتشرت؟ فإذا كان هناك شك في أن الحريق متعمد فإن احتمال مساهمة المسرِّعات (مواد تسرّع انتشار النار) أمر وارد.

خواصّ المسرّعات قد تكون المسرعات مفيدة إذا استعملت وقودًا، وقد تكون خطرة في الحرائق؛ فهي مذيبات قوية، وتمتص بسرعة، ولا تمتزج بسهولة مع الماء، وتطفو غالبًا فوقه. وفي درجات الحرارة العادية تنتج المسرعات أبخرة يمكن أن تشتعل.

دلائل وجود المسرّعات من دلائل وجود المسرعات نمط الاحتراق غير العادي، مثل المبين في **الشكل 1**. في هذه الحالة -التي تسمى نمط الاحتراق المتهاوي- تم صب سائل قابل للاحتراق في هذه المنطقة، وانتشر بين لوحات الأرضية إلى العوارض السفلية (أعمدة البناء السفلية).

الشكل 1 المسرعات قد تسبب نمط الاحتراق المتهاوي.



الشكل 2: أشكال بيانية (كروماتوجرام) مميزة للمركبات كبصمات الأصابع

ومن المؤشرات الأخرى وجود بقع صغيرة على سطح أي مادة رطبة، شبيهة ببقع زيت السيارات الطافية على الوحل في شارع رطب. إذا رأى المحققون مثل هذه البقع فإنهم يأخذون عينات منها ليفحصوها.

التحليل الكيميائي يأخذ المحققون أي عينات يجمعونها إلى المختبر لتحليلها كيميائيًا. وهناك تفصل مكونات كل عينة بعضها عن بعض بعملية تسمى "الكروماتوجرافيا الغازية"، مما يجعل المكونات تظهر في شكل بياني (كروماتوجرام) كتلك المبينة في **الشكل 2** لمخلوط من الكحول والجازولين والتربنتين ومذيب صناعي. وهذه الأشكال تشبه بصمات الأصابع؛ فهي تميز كل مادة. وبمقارنة الشكل البياني (الكروماتوجرام) للمادة المجهولة مع الأشكال الخاصة بالمركبات المعروفة يمكن تحديد نوع المسرع.

الكتابة في الكيمياء

التفكير الناقد انظر إلى الشكل البياني (الكروماتوجرام) للمادة المجهولة، وقارنه بالأشكال الخاصة بالمواد الثلاث المعروفة. هل تستطيع معرفة أي مسرع استُعمِل؟ هل تعطيك هذه المعرفة أي تصور عمن قام بالجريمة؟ فسر إجابتك.

مختبر الكيمياء

تحديد نواتج التفاعل الكيميائي

الخلفية يمكن دراسة التغيرات الكيميائية بملاحظة التفاعلات الكيميائية. ويمكن تحديد نواتج التفاعلات من خلال اختبار اللهب.

سؤال هل يتفاعل النحاس مع نترات الفضة؟ ما العناصر التي تتفاعل؟ وما المركب الناتج عن تفاعلها؟

المواد والأدوات اللازمة

محلول $AgNO_3$	حلقة من الحديد
ورق صنفرة	حامل حلقي
ساق تحريك زجاجية	طبق بتري بلاستيكي
ورق ترشيح	لهب بنزن
كأس زجاجية 50 mL	مشابك ورق
مخبار مدرج 50 mL	سلك نحاسي
دورق مخروطي 250 mL	قمع

إجراءات السلامة

تحذير: نترات الفضة سامة جدًّا، لذا تجنب ملامستها للعين والجلد.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. ادلك سلكًا نحاسيًّا طوله 8 cm بورق الصنفرة حتى يصبح لامعًا. لاحظ خصائصه الفيزيائية ودوِّنها.
3. ضع 25 mL من محلول نترات الفضة $AgNO_3$ في كأس سعتها 50 mL، ودوِّن خصائصه الفيزيائية.
4. اجعل جزءًا من السلك على هيئة ملف زنبركي الشكل، واجعل من طرف جزئه الآخر خطافًا وعلقه في ساق التحريك.
5. ضع ساق التحريك على فوهة الدورق بشكل عرضي، بحيث ينغمر جزء من السلك في المحلول.
6. سجّل ملاحظاتك عن السلك والمحلول كل 5 دقائق مدة 20 دقيقة.
7. حضِّر جهاز الترشيح: صل الحلقة الحديدية بالحامل الحلقي، وعدِّل ارتفاعها بحيث تصل نهاية القمع إلى داخل عنق الدورق المخروطي.
8. اثن ورقة الترشيح الدائرية نصفين مرتين لتكوّن ربع دائرة، وقص الجزء السفلي من الجهة اليمنى للورقة المقابل لك، ثم افتح الورقة المطوية على شكل مخروط وضعها في القمع.
9. أخرج السلك من الدورق، وتخلص منه بحسب توجيهات معلمك.
10. مستعينًا بالساق الزجاجية، اسكب السائل ببطء داخل القمع؛ لكي تحجز المواد الصلبة الناتجة في ورقة الترشيح.
11. اجمع ما ترشح في الدورق المخروطي، وانقله إلى طبق بتري.
12. عدِّل شدة لهب بنزن حتى يصبح لونه أزرق، ثم استخدم الملقط لتسخّن مشبك الورق على اللهب حتى يثبت لونه.
13. اغمر المشبك الساخن في السائل في طبق بتري، مستخدمًا الملقط. ثم ضعه مرة أخرى فوق اللهب، وسجّل اللون الذي لاحظته. بعد إزالة المشبك عن اللهب اتركه ليبرد قبل أن تلمسه بيدك.
14. **التنظيف والتخلص من النفايات** تخلص من المواد الكيميائية وفق توجيهات معلمك.

حلّل واستنتج

1. **لاحظ واستنتج** صف التغيرات التي لاحظتها في الخطوة 6. هل كان هناك دليل على حدوث تغير كيميائي؟ توقع المواد الناتجة.
2. **قارن** ابحث في أحد المصادر لتحديد ألوان كل من فلز الفضة، ونترات النحاس في الماء، ثم قارن هذه المعلومات بملاحظاتك على المواد المتفاعلة والمواد الناتجة في الخطوة 6.
3. **حدد** يبعث النحاس ضوءًا أزرق مائلًا إلى الخضرة في اختبار اللهب. هل تؤكد ملاحظاتك وجود النحاس في السائل الذي جُمع في الخطوة 11؟
4. **صنف** من أي أنواع المخاليط يعد نترات الفضة في الماء؟ أي أنواع المخاليط تكوَّن بعد الخطوة 6؟

التوسع في الاستقصاء

قارن ملاحظاتك مع ملاحظات زملائك في المجموعات الأخرى، وكوّن فرضية لتفسير أي اختلافات، ثم صمم تجربة لاختبارها.

الفصل 2 دليل مراجعة الفصل

الفكرة العامة كل شيء مكون من مادة، وله خواص معينة.

2-1 خواص المادة

الفكرة الرئيسة توجد معظم المواد المألوفة على شكل مواد صلبة أو سائلة أو غازية، ولها خواص فيزيائية وكيميائية مختلفة.

المفردات

- حالات المادة
- المادة الصلبة
- السائل
- الغاز
- البخار
- الخاصية الفيزيائية
- الخاصية غير المميزة
- الخاصية المميزة
- الخاصية الكيميائية

المفاهيم الرئيسة

- الحالات الثلاث المألوفة للمادة هي الصلبة والسائلة والغازية.
- يمكن ملاحظة الخواص الفيزيائية دون تغيير تركيب المادة.
- الخواص الكيميائية تصف قدرة المادة على الاتحاد مع المواد الأخرى، أو التحول إلى مواد جديدة.
- قد تؤثر الظروف الخارجية في الخواص الفيزيائية والكيميائية .

2-2 تغيرات المادة

الفكرة الرئيسة يمكن أن يحدث للمادة تغيرات فيزيائية وكيميائية.

المفردات

- التغير الكيميائي
- تغير الحالة
- التغير الفيزيائي
- قانون حفظ الكتلة

المفاهيم الرئيسة

- التغير الفيزيائي يغير من الخواص الفيزيائية للمادة دون أن يغير تركيبها.
- التغير الكيميائي، والذي يسمى أيضا «التفاعل الكيميائي» يتضمن تغيرًا في تركيب المادة.
- في التفاعل الكيميائي تتحول المتفاعلات إلى نواتج.
- ينصّ قانون حفظ الكتلة على أن الكتلة لا تفنى ولا تستحدث في أثناء التفاعل الكيميائي؛ فهي محفوظة.

كتلة المتفاعلات = كتلة النواتج

2-3 المخاليط

الفكرة الرئيسة توجد معظم المواد المألوفة على شكل مخاليط. المخلوط مزيج من مادتين نقيتين أو أكثر.

المفردات

- المخلوط
- المخلوط غير المتجانس
- المخلوط المتجانس
- المحلول
- الترشيح
- التقطير
- التبلور
- التسامي
- الكروماتوجرافيا

المفاهيم الرئيسة

- المخلوط مزيج من مادتين كيميائيتين أو أكثر بنسب مختلفة.
- المحاليل مخاليط متجانسة.
- يمكن فصل مكونات المخاليط بطرائق فيزيائية. من طرائق الفصل المألوفة الترشيح، والتقطير، والتبلور، والتسامي، والكروماتوجرافيا.

2-4 العناصر والمركبات

الفكرة الرئيسة المركب مكون من عنصرين أو أكثر متحدين معًا اتحادًا كيميائيًّا.

المفردات

- العنصر
- الجدول الدوري
- المركب
- قانون النسب الثابتة
- النسبة المئوية بالكتلة
- قانون النسب المتضاعفة

المفاهيم الرئيسة

- لا يمكن تجزئة العناصر إلى مواد نقية أبسط منها بطرائق فيزيائية أو كيميائية.
- العناصر مرتبة في الجدول الدوري للعناصر في دورات ومجموعات.
- تنتج المركبات عن اتحاد عنصرين أو أكثر، وتختلف خواصها عن خواص العناصر المكونة لها.
- ينص قانون النسب الثابتة على أن المركب يتكون دائمًا من العناصر نفسها وبالنسب نفسها.
- ينص قانون النسب المتضاعفة على أنه إذا كوَّنَت العناصر أكثر من مركب فإن النسبة بين كتل أحد هذه العناصر التي تتحد بكتلة ثابتة مع عنصر آخر هي نسبة عددية بسيطة وصحيحة.

2–1

إتقان المفاهيم

31. اذكر ثلاثة أمثلة على مواد كيميائية نقية، وبين لماذا هي نقية؟

32. هل ثاني أكسيد الكربون مادة كيميائية نقية؟ ولماذا؟

33. اذكر ثلاث خواص فيزيائية للماء.

34. أي الخواص التالية مميزة للمادة؟ وأيها غير مميزة؟

a. درجة الانصهار **b.** الكتلة

c. الكثافة **d.** الطول

35. هل العبارة التالية صحيحة أم لا؟ علل إجابتك.
"لا تتأثر الخواص بالضغط ودرجة الحرارة".

36. اذكر حالات المادة الثلاث، وأعط أمثلة عليها.

37. صنف المواد التالية إلى صلبة أو سائلة أو غازية في ضوء حالاتها في درجات الحرارة العادية: الحليب، الهواء، النحاس، الهيليوم، الماس، الشمع

38. صنف الخواص التالية إلى فيزيائية أو كيميائية.

a. للألومنيوم لون فضي.

b. كثافة الذهب $19\ g/cm^3$.

c. يشتعل الصوديوم عند وضعه في الماء.

d. يغلي الماء عند $100^\circ C$.

e. تتكون طبقة سوداء على الفضة.

f. الزئبق سائل في درجات الحرارة العادية.

39. فُرِّغت علبة حليب في وعاء. صف التغيرات الحادثة في شكل الحليب وحجمه نتيجة ذلك.

40. درجة الغليان عند أي درجة حرارة يغلي 250 mL من الماء، و1000 mL من الماء؟ هل درجة غليان الماء خاصية مميزة أم غير مميزة؟

إتقان حل المسائل

41. التحليل الكيميائي أراد عالم أن يعين مادة مجهولة بناء على خواصها الفيزيائية. المادة لونها أبيض، ولم تفلح المحاولات في تحديد درجة غليانها. استعمل **الجدول 6–2** أدناه لتسمي هذه المادة.

الجدول 6-2 الخواص الفيزيائية لبعض المواد المألوفة

المادة	اللون	الحالة عند $25^\circ C$	درجة الغليان ($^\circ C$)
أكسجين	عديم اللون	غاز	−183
ماء	عديم اللون	سائل	100
سكروز	أبيض	صلب	يتحلل
كلوريد الصوديوم	أبيض	صلب	1413

2–2

إتقان المفاهيم

42. صنف كلًّا من التغيرات التالية إلى كيميائي أو فيزيائي:

a. كسر قلم جزأين.

b. تجمد الماء وتكوين الجليد.

c. قلي البيض. **d.** حرق الخشب.

e. تغير لون ورق الشجر في فصل الخريف.

43. هل يعد تخمر الموز عملية فيزيائية أم كيميائية؟ فسر ذلك.

44. هل يعد تغير حالة المادة عملية فيزيائية أم كيميائية؟ فسر ذلك.

45. اذكر أربعة مؤشرات على حدوث التفاعل الكيميائي.

46. صدأ الحديد يتحد الحديد مع الأكسجين لتكوين أكسيد الحديد، أو ما يعرف بصدأ الحديد. ما المواد المتفاعلة، وما المواد الناتجة؟

47. بعد أن اشتعلت شمعة مدة ثلاث ساعات بقي نصفها. وضح لماذا لا يخالف هذا المثال قانون حفظ الكتلة؟

48. وضح الفرق بين التغير الفيزيائي والتغير الكيميائي.

تقويم الفصل 2

إتقان حل المسائل

49. إنتاج الأمونيا تفاعل 28.0 g من النيتروجين كليًّا مع 6.0 g هيدروجين. ما كتلة الأمونيا الناتجة؟

50. تفاعل 45.98 g صوديوم مع كمية زائدة من غاز الكلور، فنتج 116.89 g من كلوريد الصوديوم. ما كتلة غاز الكلور الذي استهلك في هذا التفاعل؟

51. تتحلل مادة ما كتلتها 680.0 g إلى عناصرها بالتسخين. ما مجموع كتل عناصرها بعد التسخين؟

52. عند حرق 180.0 g جلوكوز في وجود 192.0 g أكسجين نتج ماء وثاني أكسيد الكربون. فإذا كانت كتلة الماء الناتج 108.0 g، فما كتلة ثاني أكسيد الكربون الناتج؟

2–3

إتقان المفاهيم

53. صف خواص المخلوط.

54. اذكر طريقة الفصل التي يمكن استعمالها لفصل المخاليط التالية:

a. برادة الحديد والرمل.

b. الرمل والملح.

c. مكونات الحبر.

d. غازي الهيليوم والأكسجين.

55. ما صحة العبارة التالية: "المخلوط مادة ناتجة عن اتحاد مادتين أو أكثر كيميائيًّا"؟ فسر إجابتك.

56. فيم يختلف المخلوط المتجانس عن المخلوط غير المتجانس؟

57. ماء البحر مكون من ملح ورمل وماء. هل هو مخلوط متجانس أو غير متجانس؟ فسر إجابتك.

58. ما الكروماتوجرافيا؟ وكيف تعمل؟

2–4

إتقان المفاهيم

59. عرف العنصر.

60. صحح العبارات التالية:

a. العنصر مزيج من مركبين أو أكثر.

b. عندما تذوب كمية من السكر كليًّا في الماء ينتج محلول غير متجانس.

61. ما أهم إسهامات العالم مندليف في الكيمياء؟

62. سمِّ العناصر المكونة لكل من المواد التالية:

a. ملح الطعام NaCl

b. الإيثانول C_2H_5OH

c. الأمونيا NH_3

d. البروم Br_2

63. هل يمكن التمييز بين العنصر والمركب؟ كيف؟

64. هل تختلف خواص المركب عن خواص العناصر المكونة له؟

65. ما القانون الذي يشير إلى أن المركب يتكون من العناصر نفسها متحدة بنسب كتلية ثابتة؟

66. ما النسبة المئوية بالكتلة للكربون في 44.0 g CO_2؟

67. صنف المركبات الواردة في **الجدول 2–7** إلى: (1:1)، (2:2)، (2:1)، (1:2)

الجدول 2-7 نسب العناصر في المركبات

المركب	أبسط نسب صحيحة للعناصر
NaCl	
CuO	
H_2O	
H_2O_2	

إتقان حل المسائل

68. تحتوي عينة كتلتها 25.3 g من مركب ما على 0.8 g أكسجين. ما النسبة المئوية بالكتلة للأكسجين في المركب؟

تقويم الفصل 2

69. يتحد الماغنسيوم مع الأكسجين لتكوين أكسيد الماغنسيوم. إذا تفاعل 10.57 g ماغنسيوم تمامًا مع 6.96 g أكسجين فما النسبة المئوية بالكتلة للأكسجين في أكسيد الماغنسيوم؟

70. عند تسخين أكسيد الزئبق فإنه يتحلل إلى زئبق وأكسجين. إذا تحلل 28.4 g من أكسيد الزئبق ونتج 2.0 g أكسجين فما النسبة المئوية بالكتلة للزئبق في أكسيد الزئبق؟

71. يتحد الكربون مع الأكسجين ويكوّن مركبين، يحتوي الأول منهما على 4.82 g كربون لكل 6.44 g أكسجين، ويحتوي الثاني على 20.13 g كربون لكل 53.7 g أكسجين. ما نسبة الكربون إلى كتلة ثابتة من الأكسجين في المركبين المذكورين؟

72. عينة كتلتها 100.0 g من مركب ما تحتوي على 64.0 g من الكلور. ما النسبة المئوية بالكتلة للكلور في المركب؟

73. ما القانون الذي تستعمله لمقارنة CO مع CO_2 ؟ فسر ذلك. دون اللجوء إلى أي حسابات، حدد أي المركبين يحتوي على نسبة مئوية بالكتلة أعلى للأكسجين.

74. أكمل **الجدول 8–2** الآتي:

الجدول 8-2 كتل العناصر في المركبات

المركب	كتلة المركب (g)	كتلة الأكسجين (g)	النسبة المئوية بالكتلة للأكسجين	كتلة العنصر الثاني في المركب (g)
CuO	84.0	16		
H_2O	18.0	16		
H_2O_2	34.0	32		
CO	28.0	16		
CO_2	44.0	32		

مراجعة عامة

75. أي حالات المادة قابلة للانضغاط؟ وأيها غير قابلة للانضغاط؟ فسر إجابتك.

76. صنف المخاليط التالية إلى متجانسة أو غير متجانسة:

a. النحاس الأصفر (سبيكة من الخارصين والنحاس)

b. السَّلطة. **c.** الدم.

d. مسحوق شراب مذاب في الماء.

77. يتحد الفوسفور مع الهيدروجين ليكون الفوسفين. وفي هذا التفاعل يتحد 123.9 g من الفوسفور مع كمية وافرة من الهيدروجين لإنتاج 129.9 g فوسفين، وبعد انتهاء التفاعل بقي 310.0 g من الهيدروجين غير متفاعل. ما كتلة الهيدروجين التي استعملت في هذا التفاعل؟ وما كتلة الهيدروجين قبل التفاعل؟

78. إذا كان لديك 100 ذرة من الهيدروجين، و100 ذرة من الأكسجين، فما عدد جزيئات الماء التي يمكن أن تكونها؟ هل تستعمل جميع الذرات الموجودة من كلا العنصرين؟ إذا كان الجواب لا، فما الذي يبقى؟

79. صنِّف المواد التالية إلى مواد نقية، أو مخلوط متجانس، أو مخلوط غير متجانس:

a. الهواء **c.** التراب **e.** الترسبات

b. الدخان **d.** الماء النقي **f.** الماء الموحل

80. حدد ما إذا كان كل مما يلي مخلوطًا متجانسًا أم مخلوطًا غير متجانس، أم مركبًا، أم عنصرًا:

a. ماء الشرب النقي. **c.** الهيليوم.

b. الماء المالح. **d.** ماء البحر. **e.** الهواء.

81. الطبخ اذكر الخواص الفيزيائية للبيض قبل سلقه وبعده. بناء على ملاحظاتك، هل يحدث تغير فيزيائي أو تغير كيميائي عند سلق البيض؟ فسر إجابتك.

82. البيتزا هل البيتزا مخلوط متجانس أو غير متجانس؟

83. يتفاعل الصوديوم كيميائيًّا مع الكلور ليكون كلوريد الصوديوم. هل كلوريد الصوديوم مخلوط أو مركب؟

84. بيِّن ما إذا كان اتحاد العناصر التالية يؤدي إلى تكوين مركب أو مخلوط:

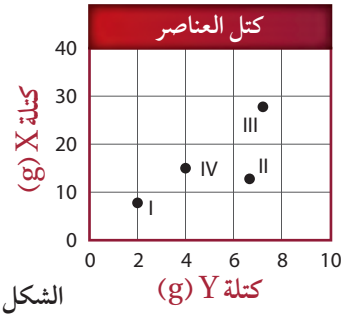
a. $H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow$ ماء

b. $N_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow$ هواء

تقويم الفصل 2

التفكير الناقد

85. تفسير البيانات يحتوي مركب على عنصرين X وY. حُللت أربع عينات (IV، III، II، I) ذات كتل مختلفة، ثم رُسمت كميات العنصرين في كل عينة بيانيًّا كما في **الشكل 22–2** أدناه.



الشكل 22–2

a. ما العينات المأخوذة من المركب نفسه ؟ كيف عرفت؟

b. ما النسبة تقريبًا لكتلة X إلى كتلة Y في العينات من المركب نفسه؟

c. ما النسبة تقريبًا لكتلة X إلى كتلة Y في العينات التي ليست من المركب نفسه؟

86. طبِّق الهواء خليط مكون من غازات كثيرة، ومنها النيتروجين والأكسجين والأرجون. هل يمكن استخدام عملية التقطير لفصل الغازات المكونة للهواء؟ فسر إجابتك.

87. تحليل هل يعد خروج الغاز من عبوة المشروب الغازي المفتوحة تغيرًا فيزيائيًّا، أم تغيرًا كيميائيًّا؟ فسر إجابتك.

مسألة تحفيز

88. مركبات الرصاص عينة من مركب تحوي 4.46 g من الرصاص لكل 1g من الأكسجين، وعينة أخرى كتلتها 68.54g تحوي 28.26 g من الأكسجين. هل العينتان من المركب نفسه؟ فسر إجابتك.

مراجعة تراكمية

89. ما الكيمياء ؟

90. ما الكتلة ؟

تقويم إضافي

الكتابة في الكيمياء

91. العناصر المصنَّعة اختر أحد العناصر المصنعة واكتب تقريرًا قصيرًا عن تطوره. ناقش في التقرير الاكتشافات الحديثة، واكتب فيه أهم مراكز الأبحاث التي توصلت إلى هذا النوع من البحث، وصف فيه خصائص العنصر المصنّع.

أسئلة المستندات

الأصباغ فهم العلماء منذ زمن طويل خصائص العناصر والمركبات. كما استخدم الفنانون الكيمياء لتحضير الأصباغ من المواد الطبيعية. يوضح **الجدول 9–2** بعض الأصباغ التي استخدمت قديمًا.

الجدول 9-2 كتل العناصر في المركبات

اسم الصيغة	الصيغة الكيمائية	الملاحظات
الفحم	عنصر الكربون (الكربون الأسود)	نتج عن تقطير الخشب في وعاء مغلق.
الأزرق المصري	سليكات النحاس الكالسيوم $CaCuSi_4O_{10}$	مركب بلوري يحوي شوائب زجاج.
النيلة	$C_{16}H_{10}N_2O_2$	تم تحضيرها من نباتات مختلفة من جنس الشبرق أو القطف.
أكسيد الحديد الأحمر	Fe_2O_3	يستخدم بصورة مستمرة في كافة المناطق الجغرافية وطوال الزمن.
الزنجار	$Cu(CH_3COO)_2 . Cu(OH)_2$	مركبات أخرى من النحاس تحوي كربونات، تسمى الزنجار.

92. a. قارن نسبة الكربون بالكتلة لكل من الفحم، والنيلة، والزنجار.

b. قارن نسبة الأكسجين بالكتلة لأكسيد الحديد الأحمر مع الأزرق المصري.

93. اذكر مثالًا على عنصر ومثالًا على مركب، مستعينًا **بالجدول 9–2** أعلاه.

94. هل يعد إنتاج الفحم بالتقطير الجاف للخشب تغيرًا فيزيائيًّا أم تغيرًا كيميائيًّا؟ فسر إجابتك.

اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

استعن بالجدول أدناه للإجابة عن السؤالين 1 و 2 .

التحليل الكتلي لعينتي كلور - فلور				
العينة	كتلة الكلور (g)	كتلة الفلور (g)	% Cl	% F
I	13.022	6.978	65.11	34.89
II	5.753	9.248	?	?

1. ما النسبة المئوية لكل من الكلور والفلور في العينة رقم II.
   a. 0.6220 و 61.65
   b. 61.65 و 38.35
   c. 38.35 و 0.6220
   d. 38.35 و 61.650
2. إلى أي القانونين (النسب الثابتة أم المتضاعفة) تخضع نسبة كتلتي الكلور والفلور في العينتين؟
   a. قانون النسب الثابتة؛ لأن العينتين مأخوذتان من مركب واحد.
   b. قانون النسب المتضاعفة؛ لأن العينتين مأخوذتان من مركب واحد.
   c. قانون النسب الثابتة؛ لأن العينتين مأخوذتان من مركبين مختلفين.
   d. قانون النسب المتضاعفة؛ لأن العينتين مأخوذتان من مركبين مختلفين.
3. أي خواص السكر التالية ليست فيزيائية؟
   a. يوجد على شكل بلورات صلبة في درجات الحرارة العادية
   b. يظهر بلون أبيض.
   c. يتحلل إلى كربون وبخار ماء عند تسخينه.
   d. طعمه حلو.
4. أي العبارات التالية تصف مادة في الحالة الصلبة؟
   a. تنساب جسيماتها بعضها فوق بعض.
   b. يمكن ضغطها إلى حجم أصغر.
   c. تأخذ شكل الوعاء الذي توجد فيه.
   d. جسيماتها متلاصقة بقوة.
5. تتشابه العناصر: Li، Na، K، Cs في الخواص الكيميائية. تقع هذه العناصر في الجدول الدوري ضمن :
   a. صف b. دورة c. مجموعة d. عنصر.
6. يتفاعل الماغنسيوم مع الأكسجين لتكوين أكسيد الماغنسيوم. ما العبارة غير الصحيحة فيما يتعلق بهذا التفاعل؟
   a. كتلة أكسيد الماغنسيوم الناتج تساوي مجموع كتلتي العنصرين المتفاعلين.
   b. يصف التفاعل تكوين مادة جديدة.
   c. أكسيد الماغنسيوم الناتج هو مركب كيميائي.
   d. خواص أكسيد الماغنسيوم تشبه خواص الماغنسيوم والأكسجين.

أسئلة الإجابات القصيرة

7. قارن بين المتغير المستقل والمتغير التابع في التجربة.

أسئلة الإجابات المفتوحة

استعن بالجدول أدناه للإجابة عن الأسئلة من 8 إلى 10:

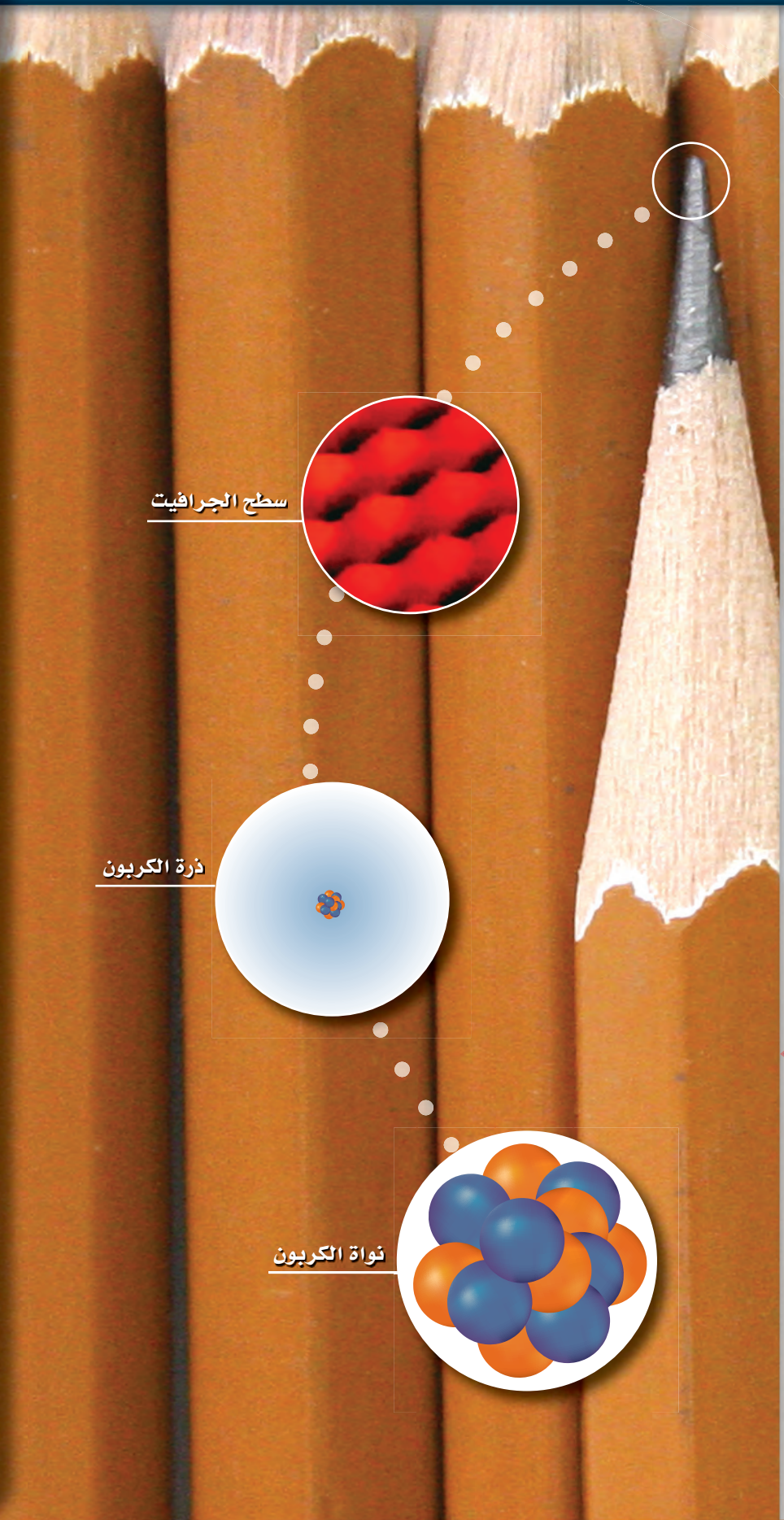
خواص المواد المكونة لمخلوط نشارة الخشب وملح الطعام				
المادة	ذائبة في الماء	ذائبة في الكحول	الكثافة (g/cm^3)	حجم الجسيمات (mm)
نشارة الخشب	لا	لا	0.21	1
ملح الطعام	نعم	لا	2.17	2

8. هل المخلوط (نشارة الخشب وملح الطعام) متجانس أم غير متجانس؟ فسر إجابتك.
9. هل تصف البيانات خواص فيزيائية أو كيميائية؟ فسر إجابتك.
10. اقترح طريقة لفصل مكونات المخلوط (نشارة الخشب وملح الطعام) بناء على خواص مكوناته المبينة في الجدول.
11. وضح الفروق بين التغير الكيميائي والتغير الفيزيائي. هل يعد احتراق الجازولين تغيرًا فيزيائيًا أم كيميائيًا؟ فسر إجابتك.

الفصل 3

تركيب الذرة

The Structure of Atom



الفكرة العامة الذرات هي الوحدات البنائية الأساسية للمادة.

3–1 الأفكار القديمة للمادة

الفكرة الرئيسة حاول الإغريق القدماء فهم المادة، إلا أن الدراسة العلمية للذرة بدأت مع جون دالتون في أوائل القرن التاسع عشر.

3–2 تعريف الذرة

الفكرة الرئيسة تتكون الذرة من نواة تحتوي على بروتونات ونيوترونات، وإلكترونات تتحرك حول النواة.

3–3 كيف تختلف الذرات؟

الفكرة الرئيسة يحدد عدد البروتونات والعدد الكتلي نوع الذرة.

3–4 الأنوية غير المستقرة والتحلل الإشعاعي

الفكرة الرئيسة الذرات غير المستقرة تصدر إشعاعات للوصول إلى حالة الاستقرار.

حقائق كيميائية

- يتكون الماس والجرافيت من العنصر نفسه، الكربون.
- عندما اكتشف الجرافيت اعتقد خطأً أنه الرصاص، ولذا سمي قلم الجرافيت قلم الرصاص.
- هناك حوالي 5×10^{22} ذرة من الكربون في جزء صغير من جرافيت قلم الرصاص.

تجربة استهلالية

كيف يمكن ملاحظة تأثير الشّحنات الكهربائية؟

تلعبُ الشحنات الكهربائية دورًا مهمًّا في تركيب الذرة.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. قص قطعًا صغيرة من **الورق**، ثم وزعها على الطاولة.
3. مرر **مشطًا بلاستيكيًّا** خلال شعرك وقربه إلى قطع الورق. وسجِّل ملاحظاتك.
4. املأ بالونين بالهواء، واربط كلًّا منهما بخيط.
5. ادلك كلًّا منهما بقطعة صوفٍ، ثم قرب أحدهما إلى الآخر، ودوِّن ملاحظاتك.

التحليل

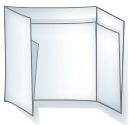
1. **فسِّر** ملاحظاتك في ضوء معرفتك بالشحنة الكهربائية. حدد أيّ الشحنات متشابهة، وأيّها مختلفة؟
2. **وضح** كيف عرفت؟
3. **استنتج** لماذا انجذبت القطع غير المشحونة إلى المشط المشحون في الخطوة 3 أعلاه.

استقصاء كيف يمكنك الربط بين الشحنات المختلفة التي لاحظتها وتركيب المادة؟

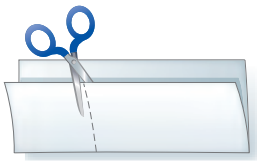
المطويات
منظمات الأفكار

الذرة قم بعمل المطوية التالية لمساعدتك على تنظيم دراستك لتركيب الذرة.

الخطوة 1 اثن ورقة من النصف طوليًّا. واجعل الحافة الخلفية أطول من الحافة الأمامية 2 cm.



الخطوة 2 اثن الورقة إلى ثلاثة أجزاء متساوية.



الخطوة 3 افتح الورقة، ثم اقطعها عند أحد خطوط الثني، بحيث تحصل على جزء صغير وآخر كبير.

الخطوة 4 سمِّ الأجزاء كما هو مبين في الشكل.

المطويات **استعمل هذه المطوية في القسم 1–3** من هذا الفصل. وعند الانتهاء من قراءته سجل معلوماتك حول الذرة وتركيبها.

الكيمياء عبر المواقع الإلكترونية

لمراجعة محتوى هذا الفصل ونشاطاته ارجع إلى الموقع:

www.obeikaneducation.com

3–1

الأهداف

- **تقارن** بين النماذج الذرية لديمقريطس، وأرسطو، وجون دالتون.
- **تفهم** كيف فسرت نظريةُ دالتون الذرية قانون حفظَ الكتلة؟

مراجعة المفردات

النظرية: تفسير مدعوم بتجارب عديدة، وهي لا تزال عرضةً لبيانات تجريبية جديدة، يمكن تعديلها. وتعد ناجحةً إذا استطعنا استعمالها للقيام بتنبؤات صحيحة.

المفردات الجديدة

نظرية دالتون الذرية

الأفكار القديمة للمادة

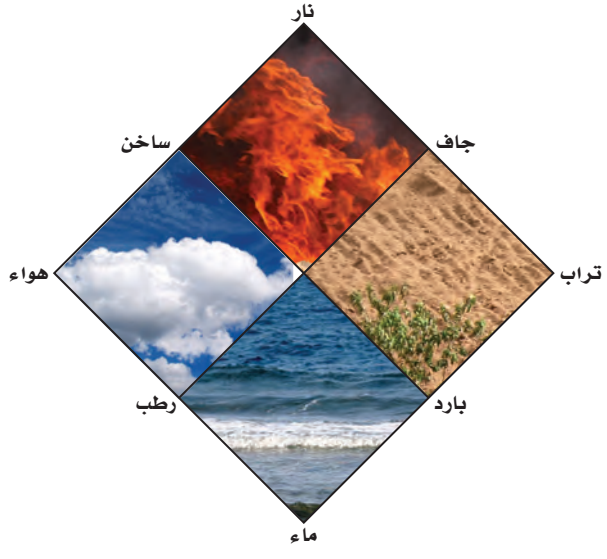
Early Ideas About Matter

الفكرة الرئيسة **حاول الإغريق القدماء فهم المادة، إلا أن الدراسة العلمية للذرة بدأت مع جون دالتون في أوائل القرن التاسع عشر.**

الربط مع الحياة قد يتدرب فريق كرة القدم، ويجرب طرائق مختلفة لتطوير أفضل خطة ممكنة للعب، وبعد رؤيتهم نتائج خططهم يقوم المدرب بتعديلات لتحسين أداء الفريق. بطريقة مشابهة جرب العلماء خلال السنين المئتين الأخيرة نماذج للذرة، وقاموا بتعديل نماذجهم بعد جمعهم بيانات جديدة.

الفلاسفة الإغريق Greek Philosophers

لم تكن العلوم قبل آلاف السنين كما نعرفها اليوم. ولم يعرف أحد التجربة الضابطة. وكان هناك أدوات بسيطة للبحث العلمي. وفي ظل تلك الظروف كانت قدرة العقل والتفكير الذهني هي الطرائق الأولية للوصول إلى الحقيقة. لقد جذب الفضول العلمي انتباه الكثير من المفكرين الأكاديميين المعروفين بالفلاسفة، الذين بحثوا في أسرار الحياة المتعددة. وعندما تساءل هؤلاء الفلاسفة عن طبيعة المادة وضع كثير منهم تفسيرات قائمة على خبراتهم الحياتية الخاصة، واستنتج كثير منهم أن المادة مكونة من أشياء كالتراب، والماء، والهواء، والنار، كما هو مبين في **الشكل 1–3**. لقد كان من المتفق عليه أن المادة يمكن تجزئتها إلى أجزاء أصغر فأصغر. ورغم أن هذه الأفكار الأولية كانت إبداعية إلا أنه لم يكن هناك وسيلة متوافرة لاختبار صدقها.



الشكل 1–3 كثير من فلاسفة الإغريق اعتقد أن المادة مكونة من أربعة عناصر: التراب، والماء، والهواء، والنار. وقاموا بربط كل عنصر بخواص معينة. وأن مزج الخواص المتعاكسة –مثل ساخن وبارد، رطب وجاف– عكست التماثل الملاحظ في الطبيعة. غير أن هذه الأفكار لم تكن صحيحة ولا علمية.

ديمقريطس Democritus كان الفيلسوف الإغريقي ديمقريطس (370–460ق.م) أول من اقترح فكرة أن المادة ليست قابلة للانقسام إلى ما لا نهاية. واعتقد أن المادة مكونة من أجزاء صغيرة تسمى الذرات، واعتقد كذلك أن الذرات لا يمكن استحداثها أو تحطيمها أو تجزئتها. **والجدول 1–3** يبين أفكار ديمقريطس.

إن كثيرًا من أفكار ديمقريطس لا تتفق مع النظرية الحديثة للذرة، بل ووجهت بانتقادات من الفلاسفة الآخرين وقتها، حيث تساءلوا: ما الذي يربط الذرات معًا؟ ولم يستطع ديمقريطس الإجابة عن هذا السؤال.

أرسطو Aristotle وقد جاءت هذه الانتقادات الكثيرة من أرسطو الذي رفض فكرة الذرات؛ لأنها لا تتفق مع أفكاره حول الطبيعة. وكانت أهم انتقاداته تتعلق بفكرة ديمقريطس أن الذرات تتحرك في الفراغ؛ وذلك لأنه لم يكن يعتقد وجود فراغ. **والجدول 1–3** يبين أفكار أرسطو. ولأن أرسطو كان أحد فلاسفة الإغريق ذوي التأثير الكبير، فقد رُفضت نظرية ديمقريطس.

ومن الإنصاف أن نشير إلى أنه لم يكن بمقدور ديمقريطس ـ أو بمقدور أحد آخر في عصره– أن يحدد ما يربط الذرات معًا. وقد مضى أكثر من ألفي سنة قبل أن يعرف العلماء الجواب. وعلى كل حال فإن من المهم إدراك أن أفكار ديمقريطس كانت مجرد أفكار وليست علمًا. ومن دون القدرة على إجراء تجارب ضابطة لم يكن بإمكان ديمقريطس اختبار صدق فكرته. ولسوء حظ التقدم العلمي فإن أرسطو استطاع أن يكسب موافقة قطاع واسع من الفلاسفة حول أفكاره عن الطبيعة، تلك الأفكار التي أنكرت وجود الذرات، وبشكل لا يصدق؛ فقد كان تأثير أرسطو عظيمًا. وظل التقدم العلمي بدائيًا فيما يتعلق بالذرات.

ماذا قرأت؟ استنتج لماذا كان من الصعب على ديمقريطس أن يدافع عن أفكاره؟

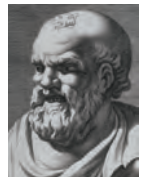
المفردات

مفردات أكاديمية

Atom (الذرة)

جاءت من الكلمة الإغريقية atomos وتعني لا تتجزأ. أما في اللغة العربية فالذرة تعني الجزء المتناهي في الصغر.

الجدول 1-3 أفكار الفلاسفة الإغريق حول المادة

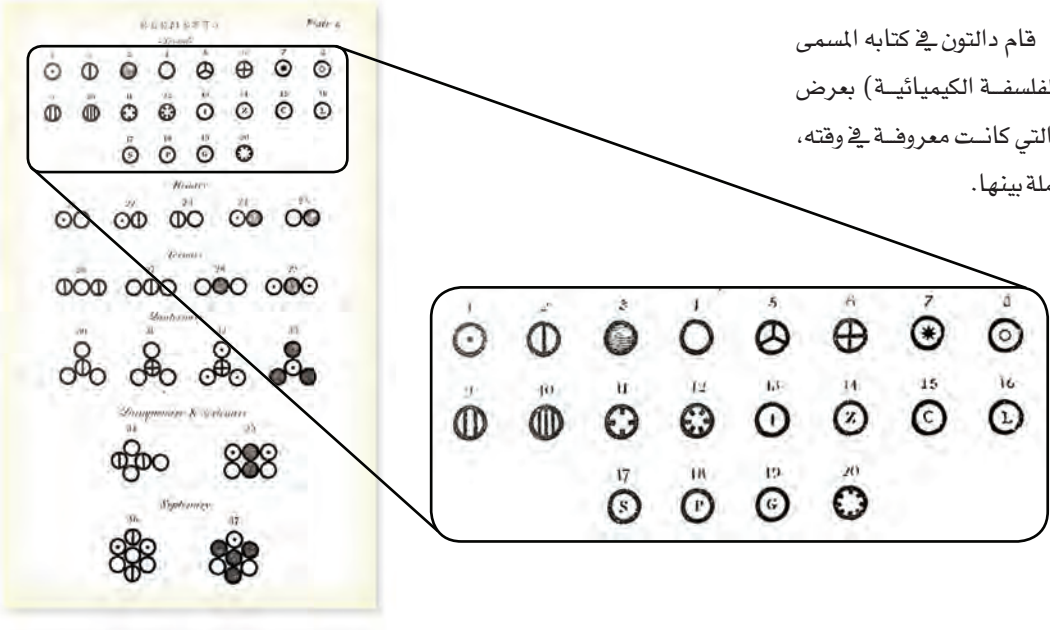
الفيلسوف	الأفكار
ديمقريطس Democritus (370–460) ق.م 	• تتكون المادة من ذرات تتحرك في الفراغ. • الذرات صلبة، متجانسة، لا تفنى ولا تتجزأ. • الأنواع المختلفة من الذرات لها أحجام وأشكال مختلفة. • حجم الذرات وشكلها وحركتها يحدد خواص المادة.
أرسطو Aristotle (384–322) ق.م	• لا وجود للفراغ. • المادة مكونة من التراب، والنار، والهواء، والماء.

الجدول 2-3	نظرية دالتون الذرية
الفيلسوف	**الأفكار**
جون دالتون John Dalton (1766 – 1844) م 	• تتكون المادة من أجزاء صغيرة جدًّا تسمى الذرات. • الذرات لا تتجزأ ولا تفنى. • تتشابه الذرات المكونة للعنصر في الحجم، والكتلة، والخواص الكيميائية. • تختلف ذرات أي عنصر عن ذرات العناصر الأخرى. • الذرات المختلفة تتحد بنسبة عددية بسيطة لتكوين المركبات. • في التفاعلات الكيميائية: تنفصل الذرات، أو تتحد، أو يُعاد ترتيبها.

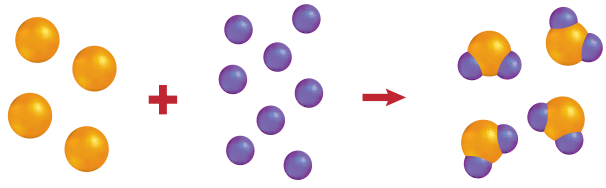
جـون دالتـون John Dalton أدت التجـارب العلمية التي قام بها دالتون في القرن التاسـع عـشر إلى بدايـة تطور النظرية الذرية الحديثة. وعمل أيضًا عـلى إعادة إحياء أفكار ديمقريطس ومراجعتهـا، معتمدًا على نتائج البحث العلمي الذي قام به. وهناك تشـابه من عدة وجوه بين أفكار دالتون وأفكار ديمقريطس.

وبسـبب تطور العلوم قام جون دالتون بالكثير من التجارب التي سـمحت له بدعم فرضيته؛ حيـث درس الكثـير مـن التفاعـلات الكيميائية، وسـجّل ملاحظات وقياسـات دقيقة، حتى اسـتطاع تحديد النسـب الكتلية للعناصر الداخلة في التفاعلات. وقد أدت نتائج أبحاثه إلى ما أطلـق عليه **نظرية دالتون الذرية**، التي قام بطرحها عام 1803م. وتجدُ النقاطَ الرئيسـة لنظريته ملخصة في **الجدول 2–3**. وقد قام بنشر أفكاره في كتابه المبين في **الشكل 2–3**.

ماذا قرأت؟ قارن بين أفكار ديمقريطس وجون دالتون.



الشـكل 2–3 قام دالتون في كتابه المسمى (نظـام جديـد للفلسفـة الكيميائيـة) بعرض رمـوز العناصـر التي كانـت معروفـة في وقته، والترابطات المحتملة بينها.



الشكل 3–3 عندما يتحد عنصران أو أكثر لتكوين مركب فإن عدد ذرات كل عنصر تبقى ثابتة، لذا فإن الكتلة تبقى ثابتة أيضًا.

قانون حفظ الكتلة يبين قانون حفظ الكتلة أنّ الكتلة ثابتة (محفوظة) في التفاعلات الكيميائية، أي أنها لا تنقص ولا تزيد. وتوضح نظرية دالتون الذرية حفظ الكتلة في التفاعل الكيميائي، على أساس أنّ ما يحدث للذرات هو فقط انفصال أو اتحاد أو إعادة ترتيب لها، فهذه الذرات لا تتحطم ولا يستحدث عنها ذرات أخرى. ويبين **الشكل 3–3** أعلاه حفظ الكتلة عند اتحاد عناصر معينة لتكوين مركب ما؛ إذ بقي عدد ذرات كل عنصر قبل التفاعل وبعده هو نفسه. لقد أدى تقديم دالتون أدلته التجريبية المقنعة، وتفسيره الواضح لبنية المركبات ولحفظ الكتلة إلى قبول عام لنظريته الذرية.

تعد نظرية دالتون الذرية خطوة كبيرة نحو النموذج الذري الحالي للمادة، لكنها لم تكن دقيقة، وهذا ما يحدث غالبًا في العلوم. لقد كان من الضروري إعادة النظر في نظرية دالتون للذرة بعد التوصل إلى معلومات جديدة لم يكن بإمكان النظرية تفسيرها. وسوف تتعلم في هذا الفصل أن دالتون كان مخطئًا في أن الذرات لا يمكن تجزئتها؛ إذ يمكن تجزئة الذرات إلى جسيمات ذرية. كما أن دالتون كان مخطئًا حين قال إن جميع الذرات المكونة للعنصر لها خواص متماثلة، فذرات العنصر الواحد يمكن أن تختلف قليلًا في كتلتها.

التقويم 3-1

الخلاصة

- كان ديمقريطس أول من اقترح وجود الذرات.
- اعتقد ديمقريطس أن الذرات صلبة، ومتجانسة، ولا يمكن تجزئتها.
- أنكر أرسطو وجود الذرات.
- اعتمدت نظرية جون دالتون الذرية على عدد كبير من التجارب العلمية.

1. **الفكرة الرئيسة** **قارن** بين الطرائق المستعملة من قبل الفلاسفة الإغريق وجون دالتون لدراسة الذرة.
2. **عرّف** الذرة بأسلوبك الخاص.
3. **لخص** نظرية دالتون الذرية.
4. **فسر** العلاقة بين نظرية دالتون للذرة وقانون حفظ الكتلة.
5. **طبّق** إذا اتحدت ست ذرات من العنصر (A) مع 15 ذرة من العنصر (B) لإنتاج ستة جزيئات من المركب، فما عدد ذرات كل من العنصرين A و B الموجودة في جزيء واحد من المركب؟ هل استعملت جميع الذرات في تكوين المركب؟
6. **صمم** خريطة مفاهيمية تقارن فيها بين الأفكار الذرية المطروحة من قبل ديمقريطس وجون دالتون.

الأهداف

- **تعرِّف** الذرة.
- **تميِّز** بين الجسيمات المكونة للذرة من حيث الشحنة والكتلة.
- **تصف** تركيب الذرة متضمنًا مواقع الجسيمات المكونة للذرة.

مراجعة المفردات

النموذج: تفسير بصري أو شفوي أو رياضي للبيانات التي جُمعت من تجارب عديدة.

المفردات الجديدة

الذرة

أشعة المهبط

الإلكترون

النواة

البروتون

النيوترون

تعريف الذرة Defining the Atom

الفكرة الرئيسة **تتكون الذرة من نواة تحتوي على بروتونات ونيوترونات، وإلكترونات تتحرك حول النواة.**

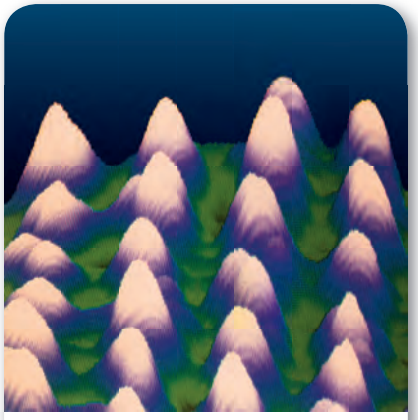
الربط مع الحياة إذا قضمت حبة خوخ فستدرك أن أسنانك تقطع لب الثمرة بسهولة، لكنها لا تستطيع المرور في النواة الصلبة. وبشكل مشابه نجد أن بعض الجسيمات يمكنها أن تمر عبر الأجزاء الخارجية للذرة، ولكنها تنحرف عن مركزها (النواة).

الذرة The Atom

الكثير من التجارب منذ أيام دالتون أثبتت وجود الذرات. لكن ما الذرة؟ للإجابة عن هذا السؤال، تخيل أنك قررت أن تَبْرُدَ قطعةً من النحاس لتتحوّل إلى كومة من خراطة النحاس. إن كل قطعة من خراطة النحاس ستبقى محتفظة بجميع خواص النحاس. وإذا أمكن – في وجود أدوات خاصة– أن تستمر في تجزئة فتات النحاس إلى جسيمات أصغر فإنك ستحصل في النهاية على جسيمات لا يمكن تجزئتها أكثر بالطرائق العادية، وستظل هذه الجسيمات الصغيرة محتفظة بخواص النحاس. ويسمى أصغر جسيم يحتفظ بخواص العنصر **الذرة**.

يقدر عدد الذرات في قطعة صلبة من العملة النحاسية بحوالي 2.9×10^{22} ذرة، وهو ما يقدر بخمسة تريليون مرة أكبر من عدد سكان العالم في عام 2006م ويبلغ قطر ذرة النحاس الواحدة 1.28×10^{-10} m، فإذا وضعنا 6.5×10^{9} ذرة من النحاس جنبًا إلى جنب فسوف يتكون خطٌّ من ذرات النحاس طوله أقل من متر واحد. ويوضح **الشكل 4–3** طريقة أخرى لتصور حجم الذرة. ويمكنك تصور صغر الذرة عندما تتخيل أنك كبّرت الذرَّة بحيث تصبح في مثل حجم البرتقالة، فإذا صنعت ذلك فكأنك جعلت البرتقالة في مثل حجم الكرة الأرضية؛ مع المحافظة على نسبة التكبير نفسها.

الشكل 4–3 تخيل أنك تستطيع زيادة حجم الذرة ليكون مثل حجم البرتقالة. بهذا المقياس الجديد تكون كأنك كبرت حجم البرتقالة إلى حجم الكرة الأرضية.



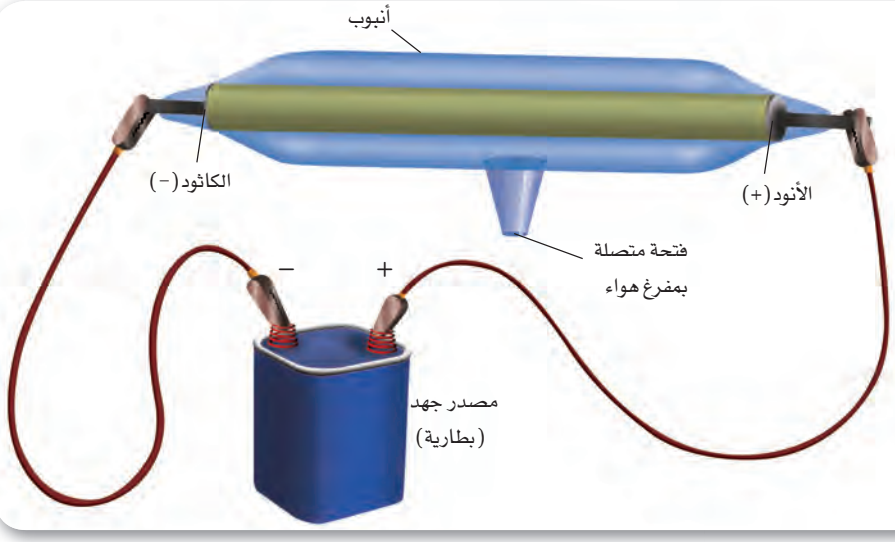
الشكل 5–3 هذه الصورة أخذت بجهاز STM، وهي تبين ذرات منفردة في حمض دهني على سطح من الجرافيت. وقد تم إضافة بعض الألوان للصورة لتوضيح صورة الذرات.

الربط مع علم الأحياء **انظر إلى الذرات** قد تظن أنه لا توجد طريقة لرؤية الذرات؛ لأنها صغيرة جدًّا. إلا أن هناك جهازًا خاصًّا يسمى المجهر الأنبوبي الماسح Scanning Tunnelling Microscope (STM) يسمح لنا برؤيتها. فكما تحتاج إلى المجهر لدراسة الخلايا في الأحياء فإن جهاز STM يسمح لك بدراسة الذرات. **والشكل 5–3** يوضح كيف تبدو الذرات عند رؤيتها بجهاز STM. والعلماء حاليًّا قادرون على جعل ذرات منفردة تتحرك لتكون أشكالاً وأنماطًا، وآلات بسيطة أيضًا، وهو ما يعرف بتقنية النانو، والتي تَعِدُ بصناعة على المستوى الجزيئي، وبناء آلات بحجم صغير جدًّا (حجم الجزيء). وسوف تعرف لاحقًا أن الجزيئات مجموعة من الذرات مرتبطة معًا، وتعمل كوحدة واحدة.

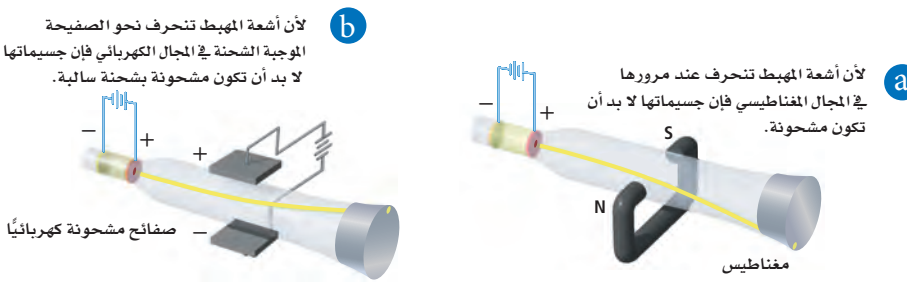
الإلكترون The Electron

كيف تبدو الذرة؟ هل تركيب الذرة متماثل، أم أنها مكونة من جسيمات أصغر؟ رغم أن كثيرًا من العلماء درسوا الذرات في القرن التاسع عشر إلا أن بعض هذه الأسئلة لم يُجَب عنها حتى عام 1900م.

أنبوب أشعة المهبط (الكاثود) عندما حاول العلماء تعرّف مكونات الذرة بدؤوا يربطون بين المادة والشحنات الكهربائية. ولاستشكاف هذه العلاقة تساءَل بعضهم: كيف تسلك الكهرباء في غياب المادة؟ فقاموا – بمساعدة مفرِّغات الهواء– بتمرير الكهرباء في أنبوب زجاجي فُرِّغ من الهواء. تسمى مثل هذه الأنابيب أنابيب أشعة المهبط. ويبين **الشكل 6–3** أنبوب أشعة المهبط الذي استعمله باحثون لدراسة العلاقة بين الكتلة والشحنة. لاحظ أن هناك أقطابًا معدنيةً موجودةً على طرفي الأنبوب. ويسمى القطب الموصول بالطرف السالب للبطارية المهبط (الكاثود)، في حين يسمى القطب الموصول بالطرف الموجب المصعد (الأنود).



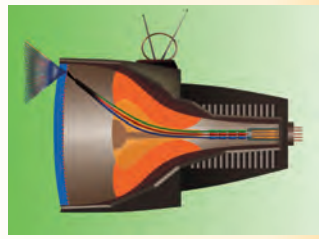
الشكل 6–3 أنبوب أشعة المهبط له قطبان، هما المهبط والمصعد. عندما تمرر تيارًا كهربائيًّا تحت تأثير فولتية مناسبة، تنتقل الكهرباء من المهبط إلى المصعد.



الشكل 7–3 عند القيام بعمل ثقب صغير في مركز المصعد ينتج شعاع رفيع من الإلكترونات يمكن الكشف عنه بطلاء الطرف الآخر للأنبوب بالفوسفور الذي يتوهج عندما تصطدم الإلكترونات به.

الكيمياء في واقع الحياة

أشعة المهبط



التلفزيون تم اختراع التلفاز عام 1920م. تتكون الصور التلفازية عمومًا عندما تصطدم أشعة المهبط بمواد كيميائية ـ تغلف الشاشة من الخلف ـ منتجة الضوء.

عندما كان العالم الفيزيائي السير وليام كروكس يعمل في مختبر معتم لاحظ ومضات ضوئية في أحد أنابيب أشعة المهبط، وكانت عبارة عن بريق أخضر نتج عندما اصطدمت بعض الأشعة بكبريتات الخارصين التي تغلف إحدى نهايتي الأنبوب. وبمزيد من البحث تبين أن هناك أشعة تمر في الأنبوب. وقد سمي هذا الشعاع الذي خرج من المهبط إلى المصعد **أشعة المهبط**، وقد أدى اكتشافها إلى اختراع التلفاز.

تابع العلماء أبحاثهم مستعملين أنابيب أشعة المهبط. ومع نهاية القرن التاسع عشر أصبحوا مقتنعين بما يلي:

- أشعة المهبط عبارة عن سيل من الجسيمات المشحونة.
- تحمل الجسيمات شحنات سالبة (القيمة الحقيقية للشحنة السالبة لم تكن معروفة).

ولأن تغير المعدن المكون للأقطاب أو تغير الغاز في الأنبوب لا يؤثر في أشعة المهبط الناتجة، فقد استنتج العلماء أن الجسيمات السالبة الشحنة لأشعة المهبط موجودة في جميع أشكال المادة، وقد عرفت **بالإلكترونات** ويرمز لها بالرمز e^-. ويبين **الشكل 7-3** بعض التجارب التي استعملت لتحديد خواص أشعة المهبط.

ماذا قرأت؟ اشرح كيف تم اكتشاف أشعة المهبط؟

كتلة الإلكترون وشحنته رغم النجاح الذي تحقَّق من تجارب أشعة المهبط، إلا أن أحدًا لم يستطع تحديد كتلة جسيم واحد من جسيمات أشعة المهبط. لذا فقد بدأ العالم طومسون (1856–1940م) سلسلة من التجارب على أشعة المهبط في جامعة كمبردج في أواخر القرن التاسع عشر؛ لتحديد نسبة شحنتها إلى كتلتها.

نسبة الشحنة إلى الكتلة استطاع طومسون Thomson تحديد نسبة شحنة جسيمات أشعة المهبط إلى كتلتها، عندما قاس تأثير كل من المجال المغناطيسي والكهربائي في هذه الأشعة، ثم قارن هذه النسبة بنسب أخرى معروفة.

المطويات

ضمِّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

استنتج طومسون أن كتلة الجسيم المشحون أقل كثيرًا من كتلة ذرة الهيدروجين، وهي أصغر ذرة معروفة. وهذا الاستنتاج كان مفاجئًا؛ لأنه يعني أن هذه الجسيمات أصغر من الذرة، لذا فإن جون دالتون كان مخطئًا؛ إذ يمكن تجزئة الذرات إلى جسيمات أصغر. ورغم أن نظرية دالتون الذرية كانت مقبولة بشكل واسع إلا أن استنتاجات طومسون كانت حاسمة، وإنْ وجد كثير من العلماء صعوبة في قبولها. لكن طومسون كان على صواب؛ فقد استطاع اكتشاف أول جسيم من الجسيمات المكونة للذرة وهو الإلكترون. وقد حصل طومسون على جائزة نوبل عام 1906م عن هذا الاكتشاف.

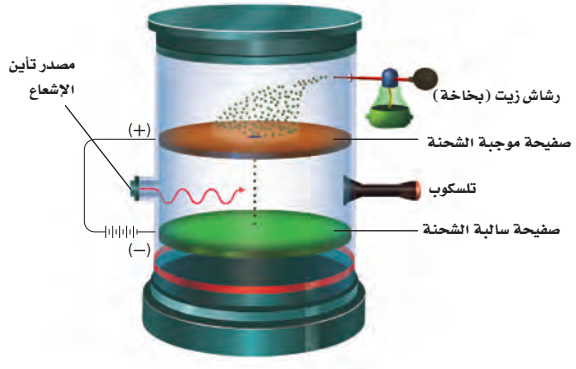
ماذا قرأت؟ لخص كيف اكتشف طومسون الإلكترون؟

تجربة قطرة الزيت وشحنة الإلكترون إن التطور المهم التالي جاء عام 1910م، عندما قام العالم الفيزيائي روبرت مليّكان Robert Milliken بتحديد شحنة الإلكترون مستعملًا جهاز قطرة الزيت المبين في **الشكل 8–3**. في هذا الجهاز تم رش الزيت باستعمال بخاخ فوق صفيحتين متوازيتين ومشحونتين، تحتوي الصفيحة العليا على ثقب صغير يستطيع الزيت المرور من خلاله. وتصطدم أشعة X بالإلكترونات الموجودة في الجسيمات بين الصفيحتين. وعندها تلتصق الإلكترونات بقطرات الزيت، وتشحنها بشحنة سالبة. وبتغيير شدة المجال الكهربائي استطاع مليكان ضبط سرعة سقوط قطرات الزيت، وحدد أن قيمة الشحنة الموجودة على كل قطرة ازدادت بكميات محددة، ووجد أن أبسط مقام مشترك يعادل 1.602×10^{-19} كولوم، وعرف هذا الرقم بشحنة الإلكترون، حيث يعادل شحنة إلكترون واحد.

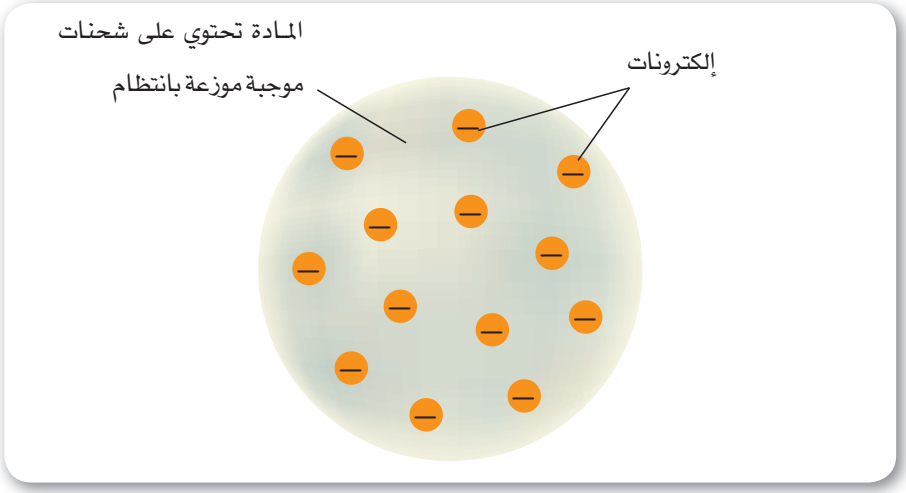
وهكذا فإن الإلكترون الواحد يحمل شحنة مقدارها (1−). لقد كانت تجربة مليكان محكمة جدًّا، لدرجة أن الشحنة التي قاسها منذ مائة عام لا تختلف أكثر من 1% تقريبًا عن القيمة المقبولة حاليًّا.

كتلة الإلكترون من خلال معرفة مليكان بشحنة الإلكترون واستعماله نسبة الشحنة إلى الكتلة المعروفة مسبقًا، تمكّن من حساب كتلة الإلكترون:

كتلة الإلكترون $= 9.1 \times 10^{-28}$ g $= \frac{1}{1840}$ من كتلة ذرة الهيدروجين.



الشكل 8–3 تعتمد حركة قطرات الزيت داخل جهاز مليكان على شحنة القطرات، وعلى المجال الكهربائي. استعمل مليكان التلسكوب لمراقبة القطرات، واستطاع التحكم في سرعة سقوطها من خلال تغيير شدة المجال الكهربائي. ومن خلال ملاحظاته تمكن من حساب مقدار الشحنة على كل قطرة.



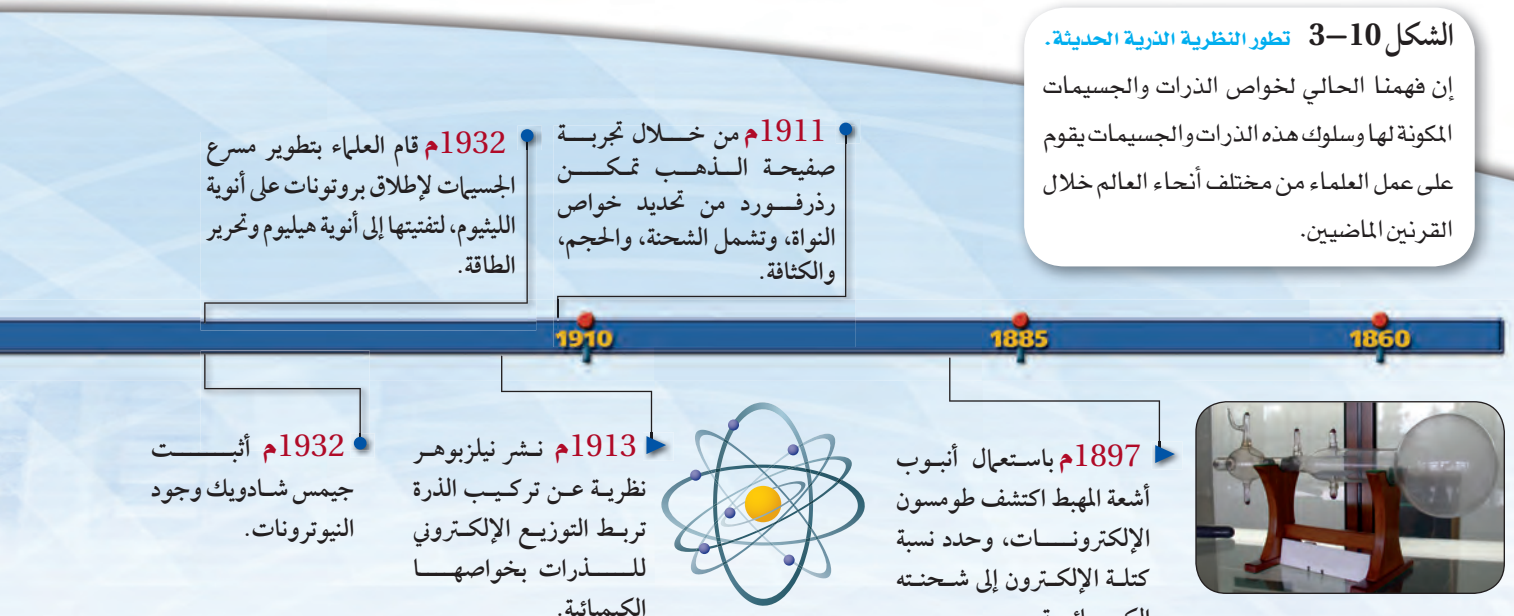
الشكل 9–3 نموذج طومسون يبين أن الذرة متماثلة، كرة موجبة الشحنة تحتوي على إلكترونات.

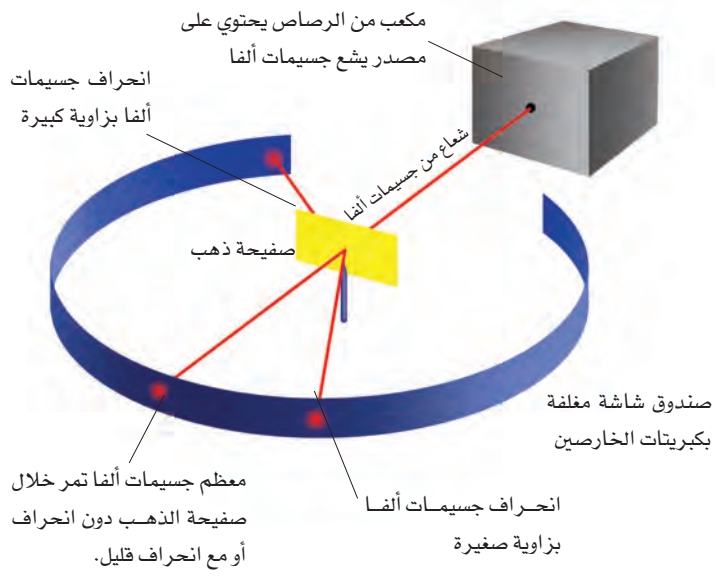
نموذج طومسون لقد أثار وجود الإلكترون ومعرفة بعض خواصه بعض الأسئلة المثيرة للاهتمام حول طبيعة الذرات. فمن المعروف أن المادة متعادلة، وليس لها شحنة كهربائية. وأنت لا تصعق عند لمسك الأشياء. فإذا وجدت الإلكترونات في جميع المواد وشحنتها سالبة، فكيف تكون المادة متعادلة؟ وكتلة الإلكترون صغيرة جدًّا. فما المسؤول عن كتلة الذرة؟

في محاولة للإجابة عن هذه الأسئلة اقترح طومسون نموذجًا للذرة كما ترى في **الشكل 9–3** يتكون هذا النموذج من ذرات كروية الشكل مكونة من شحنات موجبة موزعة بانتظام، مغروس فيها إلكترونات منفردة سالبة الشحنة. لكن هذا النموذج لم يستمر طويلاً. ويلخص **الشكل 10–3** التدرج التاريخي لدراسة تركيب الذرة.

ماذا قرأت؟ وضح نموذج طومسون الذري.

الشكل 10–3 تطور النظرية الذرية الحديثة.
إن فهمنا الحالي لخواص الذرات والجسيمات المكونة لها وسلوك هذه الذرات والجسيمات يقوم على عمل العلماء من مختلف أنحاء العالم خلال القرنين الماضيين.



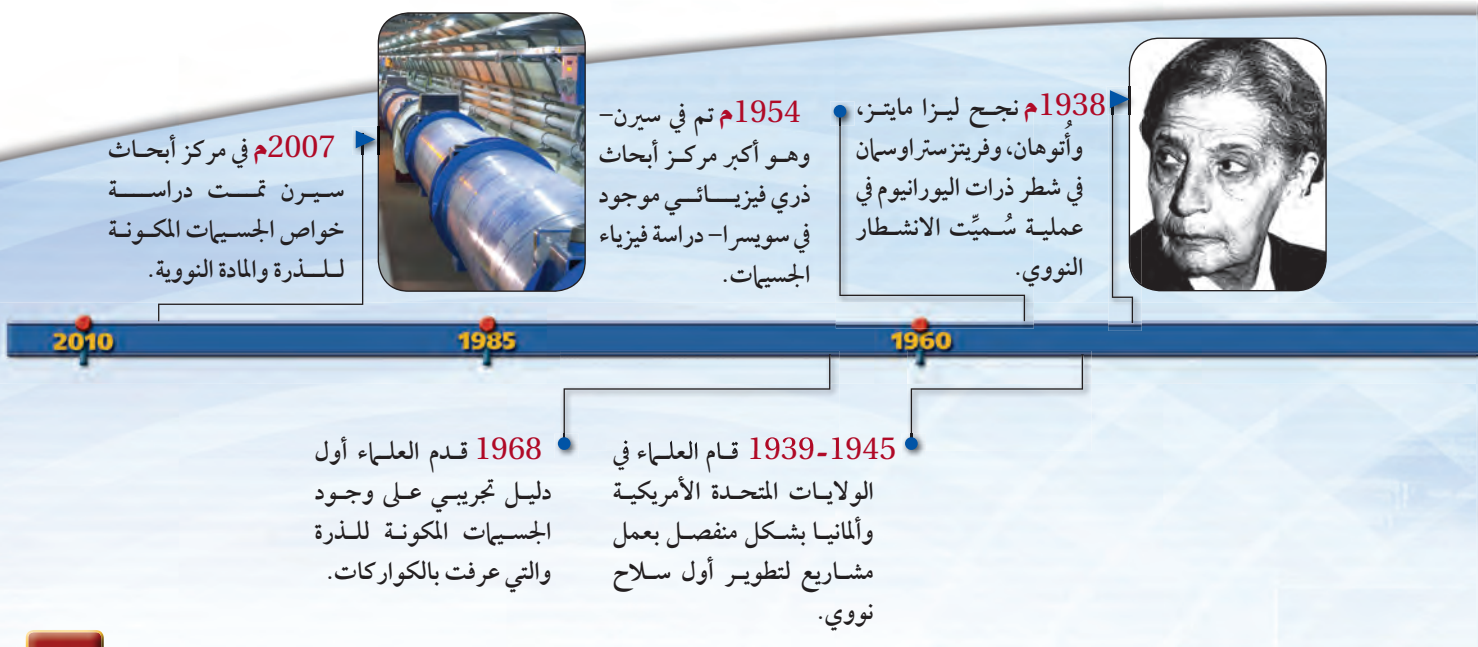


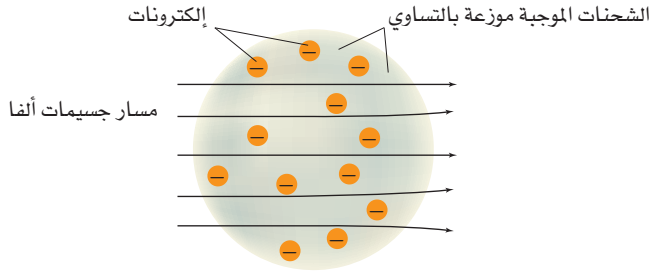
الشكل 11–3 خلال تجربة رذرفورد اصطدم شعاع من جسيمات ألفا بصفيحة رقيقة من الذهب. معظم جسيمات ألفا مرت خلال الصفيحة، بينما انحرف بعضها بزواية، وارتد عدد قليل جدًا من الجسيمات إلى الخلف.

النواة The Nucleus

تجربة رذرفورد في عام 1911م أجرى رذرفورد Rutherford تجربة كما في **الشكل 11–3**، حيث وجه شعاعًا رفيعًا من جسيمات ألفا في اتجاه صفيحة رقيقة من الذهب، ووضع شاشة مغلفة بكبريتيد الخارصين حول صفيحة الذهب، حيث تقوم الشاشة بإظهار الضوء عند اصطدام جسيمات ألفا بها. وبملاحظة أماكن حدوث اللمعان استطاع العلماء أن يقرروا ما إذا كانت ذرات صفيحة الذهب قد حرفت جسيمات ألفا عن مسارها.

وقد لاحظ رذرفورد وزملاؤه من خلال التجربة أن نسبة قليلة من جسيمات ألفا انحرفت بزاوية كبيرة، بينما ارتدّ عدد قليل جدًّا من الجسيمات إلى الخلف في اتجاه مصدر الأشعة.





الشكل 12–3 بالاعتماد على نموذج طومسون توقع رذرفورد أن جسيمات ألفا الضوئية ستمر من خلال صفيحة الذهب. وأن جزءًا قليلاً فقط سينحرف قليلاً.

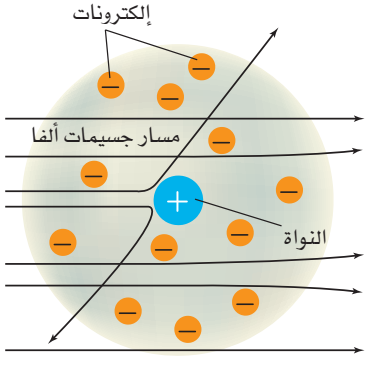
من خلال معرفة رذرفورد بنموذج طومسون للذرة توقع أن مسار جسيمات ألفا السريعة ذات الكتلة الكبيرة سوف تنحرف قليلاً نتيجة اصطدامها بالإلكترونات. لأن الشحنة الموجبة موزعة بانتظام في ذرات الذهب فقد اعتقد أنها لا تحرف مسار أشعة ألفا أيضًا. ويبين **الشكل 12–3** نتائج تجربة رذرفورد.

نموذج رذرفورد للذرة استنتج رذرفورد أن نموذج طومسون لم يكن صحيحًا؛ لأنه لم يستطع أن يفسر نتائج تجربة رقاقة الذهب. واعتمادًا على خواص جسيمات ألفا والإلكترونات، وعلى تكرار الارتدادات استنتج أن الذرة تتكون غالبًا من فراغ تتحرك فيه الإلكترونات. كما استنتج أن معظم الشحنة الموجبة للذرة ومعظم كتلتها تتركز في مكان صغير وكثيف في مركز الذرة، سماه **النواة**. وترتبط الإلكترونات السالبة الشحنة بالذرة من خلال التجاذب مع النواة الموجبة الشحنة، ويبين **الشكل 13–3** نموذج رذرفورد الذري.

ولأن نواة الذرة تحتل حيزًا صغيرًا في الذرة وتحتوي على معظم كتلة الذرة فإن النواة كثيفة جدًّا. إن حجم الفراغ الذي تتحرك فيه الإلكترونات كبير جدًّا مقارنة بحجم النواة. وإن قطر الذرة يعادل تقريبًا عشرة آلاف مرة قطر النواة.

ماذا قرأت؟ صف نموذج الذرة الذي وضعه رذرفورد.

تعمل قوة التنافر الناتجة بين جسيمات ألفا الموجبة والنواة الموجبة على انحراف جسيمات ألفا. ويبين **الشكل 13–3** نتائج تجربة رقاقة الذهب في نموذج رذرفورد الذري. ويوضح هذا النموذج أيضًا أن الذرة متعادلة كهربائيًّا؛ فالشحنة الموجبة للنواة تعادل الشحنة السالبة للإلكترونات، لكن هذا النموذج لم يستطع تفسير كتلة الذرة.



الشكل 13–3 في نموذج رذرفورد للذرة تتكون الذرة من نواة كثيفة موجبة الشحنة، محاطة بالإلكترونات السالبة الشحنة. تنحرف جسيمات ألفا التي تمر بعيدًا عن النواة قليلاً. أما جسيمات ألفا التي تمر مباشرةً بالقرب من النواة فتنحرف بزوايا كبيرة.

استنتج. ما القوة المسببة لانحراف جسيمات ألفا؟

البروتـون والنيوتـرون في عـام 1920م قـام رذرفـورد بـشرح مفهـوم النـواة، واسـتنتج أن النواة تحتوي على جسـيمات تسـمى البروتونات. **البروتـون** ويرمز له بالرمز (P) جسـيم ذري يحمل شـحنة تسـاوي شـحنة الإلكترون، لكنها موجبة. شحنة البروتون (+1).

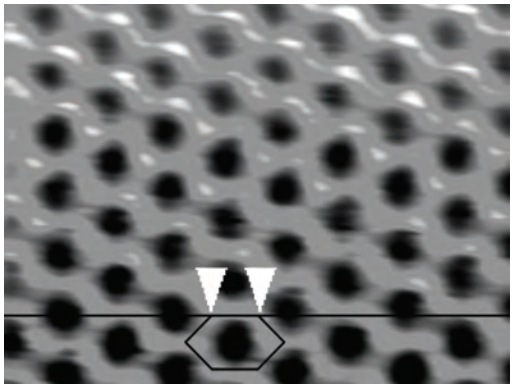
وفي عام 1932م بيَّن العالم جيمس شـادويك James Chadwick أن النواة تحتوي أيضًا على جسـيمات متعادلة سـميت النيوترونات. **والنيوترون** جسـيم ذري كتلته قريبة من كتلة البروتون، ولكنه لا يحمل شحنة كهربائية ويرمز له بالرمز (n). وفي عام 1935م حصل شادويك على جائزة نوبل في الفيزياء؛ لإثباته وجود النيوترون.

تجربة عملية
تجربة رذرفورد
ارجع إلى دليل التجارب العملية

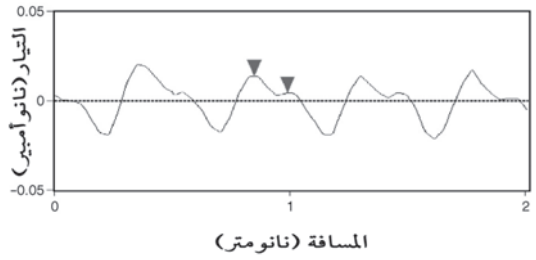
مختبر تحليل البيانات

تفسير الأشكال التوضيحية العلمية

مـا المسافـات الظاهـرة بـين ذرات الكربون في مـادة ذات شكل بلوري ثابت؟



لرؤية الذرات منفردة استعمل العلماء المجهر الأنبوبي الماسح (STM) لفحـص مـادة بلورية تسـمى مبلمـرة الجرافيت العاليـة الترتيب، ورمز إليها بـ (HOPG) . يسـتعمل جهاز STM لعمل صورة سطحية على المستوى الذري.



الملاحظات والبيانات

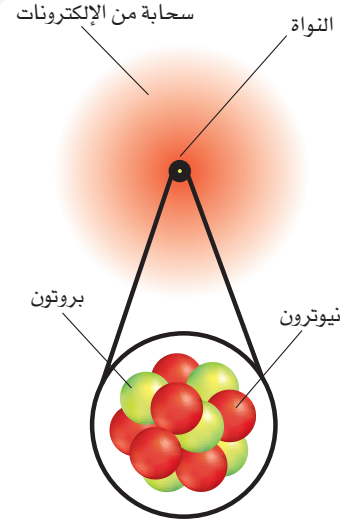
تبيـن الصـورة جميـع ذرات الكربـون فـي سـطح مـادة الجرافيـت، وتتكـون كل حلقـة سداسـية فـي الصـورة مـن ثلاث بقع لامعـة مفصولة بثلاث بقـع معتمة، وهذه البقـع اللامعة ناشـئة عن تتابع ذرات الكربون في سـطح الجرافيـت. ويـدل المقطـع العرضـي الموجـود أسـفل الصورة على الخط المرسـوم في الصورة، وهو يعبر عن الدورية في المسافات الذرية الظاهرة.

التفكير الناقد

1. ماذا تمثل البقع السوداء الموجودة في الشكل؟
2. ما عدد ذرات الكربون التي يمر بها الخط المرسـوم في الشكل؟

الجدول 3-3 خواص الجسيمات المكونة للذرة

الجسيمات المكونة للذرة	الرمز	الموقع	الشحنة الكهربائية النسبية	الكتلة النسبية	الكتلة الحقيقية (g)
الإلكترون	e^-	في الفراغ المحيط بالنواة	-1	$\frac{1}{1840}$	9.11×10^{-28}
البروتون	p	في النواة	$+1$	1	1.673×10^{-24}
النيوترون	n	في النواة	صفر	1	1.675×10^{-24}



الشكل 3-14 تتكون الذرات من نواة تحتوي على بروتونات ونيوترونات محاطة بسحابة من الإلكترونات.

إكمال نموذج الذرة جميع الذرات مكونة من ثلاثة جسيمات ذرية أساسية، هي: الإلكترون، والبروتون، والنيوترون. والذرة كروية الشكل، تحتوي على نواة صغيرة وكثيفة، مكونة من شحنات موجبة محاطة بإلكترون (أو أكثر) سالب الشحنة. ومعظم حجم الذرة فراغ يحتوي على إلكترونات سريعة الحركة، وهي تتحرك في الفراغ المحيط بالنواة. ترتبط الإلكترونات مع الذرة من خلال التجاذب مع الشحنات الموجبة في النواة. وتتكون النواة من نيوترونات متعادلة الشحنة (إلا نواة ذرة الهيدروجين التي تحتوي على بروتون واحد فقط، ولا تحتوي على نيوترونات)، وبروتونات موجبة الشحنة. وتشكل النواة أكثر من 99.97% من كتلة الذرة. وتشغل حوالي 0.0001 من حجم الذرة. ولأن الذرة متعادلة كهربائيًّا فإن عدد البروتونات في النواة يعادل عدد الإلكترونات المحيطة بها. ويبين **الشكل 3–14** مكونات الذرة، وخواص جسيماتها الأساسية الملخصة في **الجدول 3–3**.

ولا تزال مكونات الذرة موضع اهتمام الكثير من علماء العصر الحديث. وفي الواقع حدد العلماء أن للبروتونات والنيوترونات تركيبها الخاص بها، وأنها مكونة من جسيمات تسمى كواركات. ويفسَّر السلوك الكيميائي من خلال إلكترونات الذرة كما ستدرس لاحقًا.

التقويم 3-2

الخلاصة

- الذرة هي أصغر جزء في العنصر له خواص العنصر.
- شحنة الإلكترون (−1)، والبروتون (+1)، أما النيوترون فليس له شحنة.
- معظم حجم الذرة فراغ يحيط بالنواة.

7. الفكرة الرئيسة **صف** تركيب الذرة، وحدد موقع كل جسيم فيها.

8. **قارن** بين نموذج طومسون ونموذج رذرفورد.

9. **قوّم** التجارب التي أدت إلى استنتاج أن الإلكترونات السالبة الشحنة موجودة في جميع المواد.

10. **قارن** الشحنة والكتلة النسبية لكل من الجسيمات المكونة للذرة.

11. **احسب** الفرق بالـ (kg) بين كتلة البروتون وكتلة الإلكترون.

3–3

كيف تختلف الذرات؟

How Atoms Differ?

الأهداف

- **تفسر** دور العدد الذري في تحديد هوية الذرة.
- **تعرف** النظائر.
- **تفسر** سبب أن الكتل الذرية ليست أعدادًا صحيحة.
- **تحسب** عدد البروتونات والنيوترونات والإلكترونات في الذرة مستعملًا العدد الكتلي والعدد الذري.

مراجعة المفردات

الجدول الدوري: نموذج ترتب فيها جميع العناصر المعروفة تصاعديًّا بحسب أعدادها الذرية في شبكة ذات صفوف أفقية تسمى دورات، وأعمدة تسمى مجموعات.

المفردات الجديدة

العدد الذري

النظائر

العدد الكتلي

وحدة الكتل الذرية

الكتلة الذرية

الفكرة الرئيسة **يحدِّد عدد البروتونات والعدد الكتلي نوعَ الذرة.**

الربط مع الحياة تعلم أن الأرقام تستعمل يوميًّا لتعرّف الأشخاص والأشياء. فعلى سبيل المثال، لكل مواطن رقم مسجل في حاسوب الدولة يعرف به يسمى رقم السجل المدني. وبالمثل فإن العدد الذري يستعمل ليحدد هوية الذرات وأنويتها.

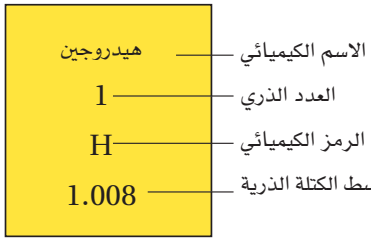
العدد الذري Atomic Number

كما ترى في الجدول الدوري للعناصر، هناك أكثر من مائة وعشرة عناصر مختلفة. ما الذي يجعل ذرة عنصر ما تختلف عن ذرة عنصر آخر؟ اكتشف العالم هنري موزلي Henry Moseley أن ذرات كل عنصر تحتوي على شحنات موجبة في أنويتها. وهكذا فإن عدد البروتونات في الذرة يحدد نوعها بوصفها ذرة عنصر معين. ويشار إلى عدد البروتونات في الذرة **بالعدد الذري**. ويكتب أعلى رمز العنصر $(X)^{\text{العدد الذري}}$ وتحصل من خلال الجدول الدوري على معلومات عن العناصر، ومنها الهيدروجين المبين في **الشكل 15–3**. فالرقم (1) الموجود فوق رمز الهيدروجين H في الجدول الدوري يشير إلى عدد البروتونات أو العدد الذري. وبالانتقال عبر الجدول الدوري في اتجاه اليمين تصل إلى عنصر الهيليوم He الذي تحتوي نواته على بروتونين، أي أن العدد الذري له (2). ويبدأ الصف التالي في الجدول الدوري بعنصر الليثيوم Li الذي عدده الذري (3)، يتبعه عنصر البريليوم Be وعدده الذري (4). وهكذا فإن الجدول الدوري مرتب من اليسار إلى اليمين، ومن أعلى إلى أسفل، تصاعديًّا بحسب الأعداد الذرية للعناصر. ولأن جميع الذرات متعادلة فإن عددي البروتونات والإلكترونات في الذرة الواحدة يجب أن يكونا متساويين. لذا فإن معرفتك بالعدد الذري للعنصر تمكّنك من معرفة عدد البروتونات وعدد الإلكترونات في الذرة. فعلى سبيل المثال، تحتوي ذرة الليثيوم على ثلاثة بروتونات وثلاثة إلكترونات؛ لأن عددها الذري (3).

العدد الذري

العدد الذري = عدد البروتونات = عدد الإلكترونات

العدد الذري للعنصر يساوي عدد البروتونات، وهو يساوي أيضًا عدد الإلكترونات في الذرة.



الشكل 15–3 يمثّل كل عنصر في الجدول الدوري باسمه الكيميائي، والعدد الذري، والرمز الكيميائي، ومتوسط الكتلة الذرية.

حدد عدد البروتونات وعدد الإلكترونات في ذرة ذهب.

مثال 3–1

العدد الذري أكمل الجدول التالي:

	العنصر	العدد الذري	عدد البروتونات	عدد الإلكترونات
a	Pb	82		
b			8	
c				30

1 تحليل المسألة

طبّق العلاقة بين العدد الذري، وعدد البروتونات، وعدد الإلكترونات؛ لإكمال الفراغات في الجدول أعلاه، ثم استعمل الجدول الدوري لتحديد العنصر.

المعطيات

a. عدد الإلكترونات (e^-) = العدد الذري للرصاص = 82

b. عدد البروتونات (P) = 8

c. عدد الإلكترونات (e^-) = 30

المطلوب

a. عدد البروتونات (P)، عدد الإلكترونات (e^-) = ؟

b. العنصر، العدد الذري، عدد الإلكترونات (e^-) = ؟

c. العنصر، العدد الذري، عدد البروتونات (P) = ؟

2 حساب المطلوب

a. عدد البروتونات = العدد الذري

طبق علاقة العدد الذري

عدد البروتونات = 82

عوض العدد الذري يساوي 82

عدد الإلكترونات = عدد البروتونات

عدد الإلكترونات = 82

عدد البروتونات = عدد الإلكترونات = 82

b. العدد الذري = عدد البروتونات

طبق علاقة العدد الذري

العدد الذري = 8

عوض عدد البروتونات يساوي 8

عدد الإلكترونات = عدد البروتونات

عدد الإلكترونات = 8

العدد الذري = عدد الإلكترونات = 8

استعمل الجدول الدوري لتعرّف العنصر

العنصر هو الأكسجين (O).

c. عدد البروتونات = عدد الإلكترونات

طبق علاقة العدد الذري

عدد البروتونات = 30

عوض عدد البروتونات يساوي 30

العدد الذري = عدد البروتونات

العدد الذري = 30

استعمل الجدول الدوري لتعرّف العنصر

العدد الذري = عدد البروتونات = 30

العنصر هو الخارصين Zn

3 تقويم الإجابة

تتفق الأجوبة مع الأعداد الذرية ورموز العناصر الموجودة في الجدول الدوري.

مسائل تدريبية

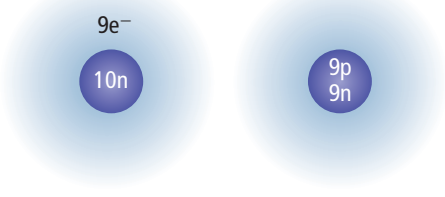
12. ما عدد البروتونات والإلكترونات في كل من ذرتي العنصرين التاليين؟

a. الرادون Rn **b.** الماغنسيوم Mg

13. ما العنصر الذي تحتوي ذرته على 66 إلكترونًا؟

14. ما العنصر الذي تحتوي ذرته على 14 بروتونًا؟

15. تحفيز هل الذرات المبينة في الشكل عن اليسار لها العدد الذري نفسه؟

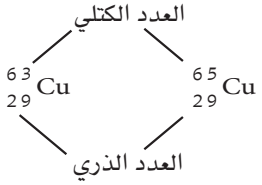


النظائر والعدد الكتليّ Isotopes and Mass Number

كان جون دالتون مخطئًا عندما اعتقد أنه لا يمكن تجزئة الذرات، وأن ذرات العنصر الواحد متشابهة ؛ وذلك أن ذرات العنصر الواحد لها نفس عدد البروتونات وعدد الإلكترونات، إلا أن عدد النيوترونات قد يختلف. فعلى سبيل المثال، هناك ثلاثة أنواع من ذرات البوتاسيوم موجودة في الطبيعة، ويحتوي كل نوع منها على 19 بروتونًا و19 إلكترونًا، بينما يحتوي أحد أنواع ذرة البوتاسيوم على 20 نيوترونًا، والآخر على 21 نيوترونًا، والثالث على 22 نيوترونًا. تسمى الذرات التي لها عدد البروتونات نفسه لكنها تختلف في عدد النيوترونات **النظائر**.

كتلة النظائر النظائر التي تحتوي على عدد أكبر من النيوترونات تكون كتلها أكبر. وعلى الرغم من هذه الاختلافات إلا أن ذرات نظائر العنصر يكون لها السلوك الكيميائي نفسه. وستعرف لاحقًا أن السلوك الكيميائي يحدده فقط عدد الإلكترونات الموجودة في الذرة.

تحديد النظائر كل نظير من نظائر العنصر يعرف بعدده الكتلي. **العدد الكتلي** مجموع عدد البروتونات (العدد الذري) وعدد النيوترونات في نواة العنصر.



الشكل 16–3 الرمز الكيميائي لعنصر النحاس Cu. كانت الدروع قديمًا تصنع من نحاس –63، بنسبة 92.02%، ونحاس–65 بنسبة 30.85%.

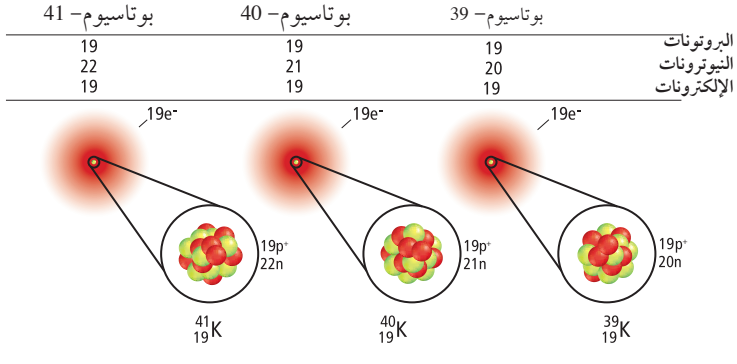
العدد الكتلي

العدد الكتلي = العدد الذري + عدد النيوترونات

العدد الكتلي لأي ذرة هو مجموع العدد الذري وعدد النيوترونات.

فعلى سبيل المثال لعنصر النحاس نظيران. النظير الذي يحتوي على 29 بروتونًا و34 نيوترونًا عدده الكتلي 63، ويكتب نحاس – 63، أو Cu–63 أو ^{63}Cu. والعدد الكتلي للنظير الذي يحتوي على 29 بروتونًا و36 نيوترونًا هو 65، ويكتب نحاس–65 أو Cu–65 أو ^{65}Cu. ويكتب الكيميائيون النظائر أيضًا باستعمال تعابير الرمز الكيميائي والعدد الذري والعدد الكتلي، كما هو مبين في **الشكل 16–3**.

النظائر في الطبيعة توجد معظم العناصر في الطبيعة على هيئة مخاليط من النظائر. وعند الحصول على أيّ عينة من العنصر فإن نسبة وجود كل نظير تبقى ثابتة. فعلى سبيل المثال، عند فحص عينة من الموز نجد أنها تحتوي على 93.26% من ذرات البوتاسيوم التي تحتوي على 20 نيوترونًا، و 6.73% من ذراته التي تحتوي على 22 نيوترونًا، و0.01% من ذراته التي تحتوي على 21 نيوترونًا. وعند فحص عينة أخرى من الموز أو مصدر آخر للبوتاسيوم فإننا سنجد أن نسبة نظائر البوتاسيوم فيها هي نفسها. ويلخص **الشكل 17–3** المعلومات المتعلقة بنظائر البوتاسيوم الثلاثة.



الشكل 17–3 للبوتاسيوم ثلاثة نظائر موجودة في الطبيعة، وهي بوتاسيوم –39، بوتاسيوم –40، بوتاسيوم –41.

اعمل قائمة بعدد البروتونات والنيوترونات والإلكترونات لكل نظير من نظائر النحاس.

مثال 2-3

استعمل العدد الذري والعدد الكتلي تم تحليل تركيب نظائر عدة عناصر في أحد مختبرات الكيمياء. ويتضمن الجدول التالي البيانات المتعلقة بتركيب هذه النظائر. حدد عدد البروتونات، والإلكترونات، والنيوترونات في نظير النيون، وسمِّ هذا النظير، وأعطه رمزًا :

بيانات نظائر بعض العناصر			
	العنصر	العدد الذري	العدد الكتلي
a	النيون	10	22
b	الكالسيوم	20	46
c	الأكسجين	8	17
d	الحديد	26	57
e	الخارصين	30	64
f	الزئبق	80	204

1 تحليل المسألة

لديك بعض البيانات عن عنصر النيون في الجدول أعلاه، ويمكن إيجاد رمز النيون من الجدول الدوري، ويمكنك معرفة عدد البروتونات وعدد الإلكترونات في النظير من معرفتك العدد الذري له. يمكن إيجاد عدد النيوترونات في النظير بطرح العدد الذري من العدد الكتلي.

المعطيات

العنصر: النيون

العدد الذري = 10

العدد الكتلي = 22

المطلوب

عدد النيوترونات ، وعدد البروتونات، وعدد الإلكترونات؟

اسم النظير = ؟

رمز النظير = ؟

2 حساب المطلوب

طبق علاقة العدد الذري

استعمل العدد الذري والعدد الكتلي لحساب عدد النيوترونات

عوض العدد الكتلي = 22، والعدد الذري = 10

استعمل اسم العنصر والعدد الكتلي لكتابة اسم النظير.

استعمل الرمز الكيميائي والعدد الكتلي والعدد الذري لكتابة رمز النظير.

عدد البروتونات = العدد الذري = 10

عدد الإلكترونات = العدد الذري = 10

عدد النيوترونات = العدد الكتلي – العدد الذري

عدد النيوترونات = 22 – 10 = 12

اسم النظير النيون - 22

رمز النظير $^{22}_{10}\mathbf{Ne}$

3 تقويم الإجابة

طبقت العلاقة بين عدد البروتونات وعدد الإلكترونات وعدد النيوترونات، وكذلك اسم النظير والرمز بشكل صحيح.

مسائل تدريبية

16. حدد عدد كل من البروتونات، والإلكترونات، والنيوترونات للنظائر من (b) إلى (f) في الجدول أعلاه. وسمِّ كل نظير، واكتب رمزه.

17. تحفيز العدد الكتلي لذرة يساوي 55، وعدد النيوترونات هو العدد الذري مضافًا إليه خمسة. ما عدد البروتونات، والإلكترونات والنيوترونات في الذرة؟ وما رمز العنصر؟

الجدول 4-3	كُتل الجسيمات المكونة للذرة
الجسيمات المكونة للذرة	الكتلة (وحدة كتلة ذرية amu)
إلكترون	0.000549
بروتون	1.007276
نيوترون	1.008665

كتل الذرات Mass of Atoms

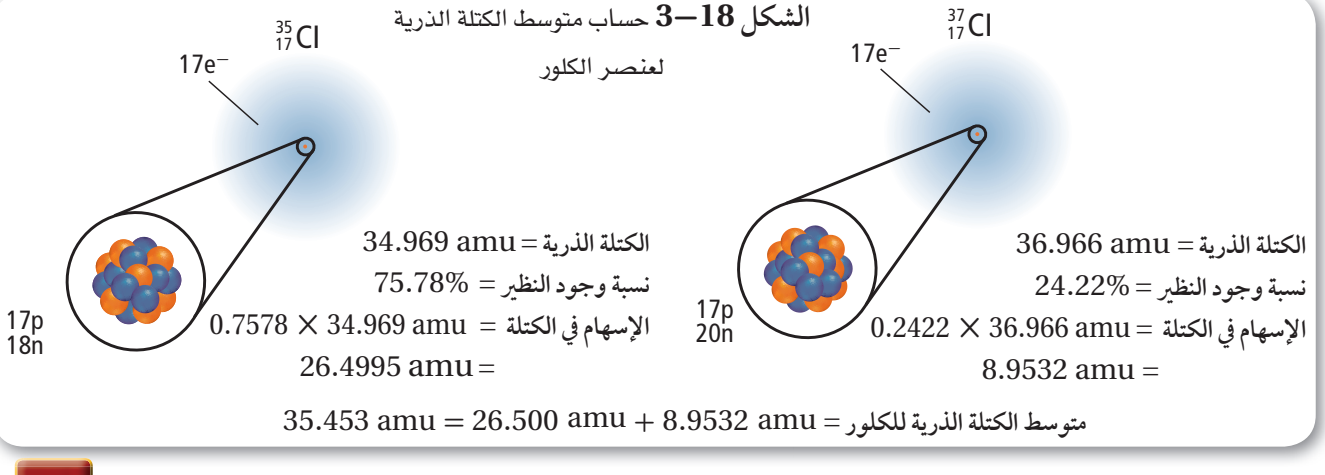
بالرجوع إلى **الجدول 3–3** فإن كتلة كل من البروتون والنيوترون تساوي تقريبًا 1.67×10^{-24}g، وكتلة الإلكترونات أصغر من ذلك؛ فهي حوالي $\frac{1}{1840}$ من كتلة البروتون أو النيوترون.

وحدة الكتل الذرية لأن هذه الكتل صغيرة جدًّا، ويصعب التعامل بها، فقد قام العلماء بتطوير طريقة جديدة لقياس كتلة الذرة بالنسبة إلى كتلة ذرة معيارية. هذه الذرة المعيارية هي ذرة الكربون التي كتلتها الذرية 12. لذا فإن **وحدة الكتل الذرية** (amu) تعرف بأنها $\frac{1}{12}$ من كتلة ذرة (الكربون-12). لذا فإن وحدة الكتلة الذرية تساوي تقريبًا كتلة بروتون واحد أو نيوترون واحد. ولكن من المهم معرفة أن كتلتي البروتون والنيوترون أكبر من واحد وهما مختلفتان قليلاً. ويبين **الجدول 4–3** كتل الجسيمات المكونة للذرة بدلالة وحدة الكتلة الذرية (amu).

الكتلة الذرية لأن كتلة الذرة تعتمد أساسًا على عدد البروتونات وعدد النيوترونات فيها، ولأن كتلة كل من البروتون والنيوترون قريبة من 1 amu، فقد تتوقع أن الكتلة الذرية للعنصر هي دائمًا عدد صحيح! لكن هذا ليس صحيحًا؛ إذ إن **الكتلة الذرية** للعنصر هي متوسط كتل نظائر العنصر. ولأن للنظائر كتلاً مختلفة فإن متوسط الكتلة الذرية ليس عددًا صحيحًا. ويبين **الشكل 18–3** حساب الكتلة الذرية للكلور.

يوجد الكلور في الطبيعة مزيجًا من 76% كلور–35، و24% كلور–37. والكتلة الذرية للكلور تساوي 35.453 uma.

الشكل 18–3 حساب متوسط الكتلة الذرية لعنصر الكلور



الشكل 19–3 يستخرج البروم من مياه البحر الميت والبحيرات المالحة. البحر الميت في الأردن من أهم مناطق إنتاج البروم في العالم. ويستعمل البروم في التحكم في الميكروبات والطحالب في برك السباحة. كما يستعمل أيضًا في الأدوية والزيوت والدهانات والمبيدات.

ولأن الكتلة الذرية هي متوسط الكتل الذرية فإن ذرات الكلور–35 والتي توجد بنسبة أكبر من ذرات الكلور–37 لها تأثير أكبر في تحديد الكتلة الذرية للكلور. تحسب الكتلة الذرية للكلور بضرب نسبة وجود كل نظير في كتلته الذرية، ثم تجمع النواتج. ويمكنك حساب الكتلة الذرية لأي عنصر إذا كنت تعرف عدد نظائره وكتلها الذرية ونسبة وجود كل نظير في الطبيعة.

ماذا قرأت؟ **وضح** كيف تحسب الكتلة الذرية؟

نسبة النظائر إن تحليل كتلة العنصر يمكننا من معرفة أي نظائر العنصر أكثر وجودًا في الطبيعة. فعلى سبيل المثال، الفلور F كتلته الذرية قريبة من 19 amu، فإذا كان للفلور عدة نظائر فإن كتلته الذرية لن تكون قريبة من عدد صحيح، لذا يمكن استنتاج أن الفلور الموجود في الطبيعة هو على الأرجح على شكل فلور–19. خذ البروم Br مثالاً آخر، تجد أن كتلته الذرية 79.904 amu، وهي قريبة من 80 amu، فيبدو كما لو أن نظير البروم الأكثر وجودًا هو البروم –80. ومع ذلك فإن نظيري البروم وهما البروم–79 كتلته 78.918 amu ونسبة وجوده في الطبيعة 50.69% والبروم–81 كتلته 80.917 amu ونسبة وجوده 49.031%. وعلى ذلك فالبروم –80 غير متوافر في الطبيعة. ويبين الشكل **19-3** المواقع الرئيسة لإنتاج البروم الموجودة في منطقة البحر الميت في الأردن.

تجربة

نمذجة النظائر

كيف يمكنك حساب الكتلة الذرية لعنصر مستخدمًا نسب وجود نظائره؟ يمكن استخدام حبات من الخرز بألوان مختلفة لعمل نموذج لعنصر له نظائر في الطبيعة؛ لأن لها تراكيب مختلفة. ستحدد كتلة كل نظير ومتوسط الكتلة الذرية للعنصر.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. احصل من معلمك على كيس من حبات الخرز من النوع نفسه، ولكنها مختلفة الألوان. صنف حبات الخرز وفق ألوانها إلى مجموعات. عدّ حبات الخرز في كل مجموعة وحبات الخرز كافة، وسجل الأعداد.
3. باستخدام الميزان حدد كتلة 10 حبات من الخرز من كل مجموعة، وسجل كل كتلة إلى أقرب 0.01 g، اقسم مجموع الكتل لكل مجموعة على عشرة للحصول على متوسط الكتلة.

التحليل

1. احسب نسبة وجود كل مجموعة مستعينًا بالبيانات من الخطوة (2). وللقيام بذلك اقسم عدد حبات كل مجموعة على العدد الكلي لحبات الخرز.
2. حدد الكتلة الذرية للخرز من خلال نسبة وجود كل نظير والبيانات من الخطوة (3). وللقيام بذلك استخدم المعادلة الآتية.

الإسهام في الكتلة = الكتلة × نسبة وجود النظير

3. **استنتج** هل تختلف الكتلة الذرية إذا حصلت على كيس آخر يحتوي على عدد مختلف من النوع نفسه من الخرز؟ علل إجابتك.
4. فسر لماذا تم تحديد متوسط كتلة كل مجموعة من الخرز بقياس كتلة 10 حبات بدلاً من حبة واحدة من كل مجموعة؟

مثال 3-3

احسب الكتلة الذرية اعتمادًا على البيانات الموجودة في الجدول، احسب متوسط الكتلة الذرية للعنصر X، ثم حدد هذا العنصر الذي يستعمل طبيًّا في معالجة بعض الأمراض العقلية.

1 تحليل المسألة

احسب الكتلة الذرية واستعمل الجدول الدوري للتأكد.

المعطيات

^{6}X الكتلة = 6.015 amu

نسبة النظير = 7.59% = 0.0759

^{7}X الكتلة = 7.016 amu

نسبة النظير = 92.41% = 0.9241

المطلوب

الكتلة الذرية للعنصر X = ؟ amu

العنصر X = ؟

نسب وجود نظائر العنصر X		
النظير	الكتلة (amu)	نسبة وجود النظير
^{6}X	6.015	7.59%
^{7}X	7.016	92.41%

2 حساب المطلوب

احسب إسهام ^{6}X

^{6}X إسهام الكتلة = (الكتلة) × نسبة النظير

عوض الكتلة= 6.015 amu والنظير= 0.0759

إسهام الكتلة = 6.015 × 0.0759 = 0.4565 amu

احسب إسهام ^{7}X

^{7}X إسهام الكتلة = (الكتلة) × (نسبة النظير)

عوض الكتلة= 7.016 amu والنظير= 0.9241

إسهام الكتلة = (7.016) × 0.9241 = 6.483 amu

اجمع إسهام الكتلة لإيجاد الكتلة الذرية.

الكتلة الذرية للعنصر X = 6.483 + 0.4565 = 6.939 amu

تحديد العنصر باستعمال الجدول الدوري

العنصر الذي كتلته الذرية المتوسطة 6.939 amu هو عنصر الليثيوم Li

3 تقويم الإجابة

تتوافق نتيجة الحسابات مع الكتلة الذرية الموجودة في الجدول الدوري.

مسائل تدريبية

18. للبورون B نظيران في الطبيعة: هما البورون - 10 (نسبة وجوده 19.8%) وكتلته 10.013 amu. والبورون- 11 (نسبة وجوده 80.2%) وكتلته 11.009 amu. احسب الكتلة الذرية للبورون.

19. تحفيز للنيتروجين نظيران في الطبيعة، هما نيتروجين - 14، ونيتروجين- 15. وكتلته الذرية 14.007 amu. أي النظيرين له نسبة وجود أكبر في الطبيعة؟ فسّر إجابتك.

التقويم 3-3

الخلاصة

- العدد الذري لأي ذرة هو عدد البروتونات في نواتها، والعدد الكتلي هو مجموع عدد البروتونات والنيوترونات.
- ذرات العنصر الواحد التي تختلف في عدد النيوترونات تسمى النظائر.
- الكتلة الذرية لأي عنصر هي متوسط كتل نظائر العنصر الموجودة في الطبيعة.

20. الفكرة الرئيسة **فسر** كيف يمكن معرفة نوع الذرة؟

21. تذكر أي الجسيمات الذرية تحدد ذرة عنصر معين؟

22. فسر كيف أن وجود النظائر مرتبط مع حقيقة أن الكتل الذرية ليست أرقامًا صحيحة؟

23. احسب للنحاس نظيران: النحاس-63 (نسبة وجوده 69.2%، وكتلته 62.93 amu) والنحاس-65 (نسبة وجوده 30.8%، وكتلته 64.928 amu). احسب الكتلة الذرية للنحاس.

24. احسب للماغنسيوم ثلاثة نظائر: الأول كتلته 23.985 amu ونسبة وجوده 79.99%، والثاني كتلته 24.986 amu ونسبة وجوده 10.00%، والثالث كتلته 25.982 amu ونسبة وجوده 11.01%. احسب الكتلة الذرية للماغنسيوم.

3–4

الأنوية غير المستقرة والتحلل الإشعاعي

unstable nuclei and Radioactivity

الفكرة الرئيسة **الذرات غير المستقرة تصدر إشعاعات للوصول إلى حالة الاستقرار.**

الربط مع الحياة إذا أسقطت حجرًا من ارتفاع في مستوى خصرك فإن الحجر ينتقل من حالة تكون فيها طاقة وضعه عالية عند الخصر، إلى حالة تكون طاقة وضعه أقل عند وصوله سطح الأرض. إن عمليةً مشابهة تحدث عندما تكون النواة في حالة غير مستقرة.

الأهداف

- **تفسر** العلاقة بين الأنوية غير المستقرة والتحلل الإشعاعي.
- **تصف** أشعة ألفا، وأشعة بيتا، وأشعة جاما بدلالة الكتلة والشحنة.

مراجعة المفردات

العنصر: مادة نقية لا يمكن تجزئتها إلى مواد أبسط بالطرائق الفيزيائية والكيميائية.

المفردات الجديدة

النشاط الإشعاعي
الإشعاع
التفاعل النووي
التحلل الإشعاعي
أشعة ألفا
جسيم ألفا
المعادلة النووية
أشعة بيتا
جسيم بيتا
أشعة جاما

النشاط الإشعاعي Radioactivity

تعلم أن التفاعل الكيميائي هو تغير يحدث لمادة أو أكثر ينتج عنه مواد جديدة، وتشارك فيه إلكترونات الذرة فقط. ورغم أن الذرات قد يعاد ترتيبها في التفاعلات الكيميائية إلا أن هويتها تبقى ثابتة. وهناك نوع آخر من التفاعلات يسمى التفاعل النووي، يستطيع أن يحوّل عنصرًا إلى عنصر آخر.

التفاعلات النووية في عام 1890م لاحظ العلماء أن بعض المواد تصدر إشعاعات من خلال عملية سميت **النشاط الإشعاعي**. تسمى الأشعة والجسيمات المنبعثة من المواد المشعة **الإشعاعات**. اكتشف العلماء أن الذرة المشعة تتعرض لتغيرات قد تغير من هويتها، وأن التفاعل الذي يؤدي إلى تغير في نواة الذرة يسمى **التفاعل النووي**. إن اكتشاف التفاعلات النووية يعد اكتشافًا مهمًّا؛ فلم يسبق أن أدّى تفاعل كيميائيّ إلى تكوين نوعين جديدين من الذرات. تصدر الذرات المشعة إشعاعات لأن أنويتها غير مستقرة. الأنظمة غير المستقرة سواءً كانت ذرات، أو أشخاصًا يقفون على أيديهم، كما هو موضح **بالشكل 20–3**، يتحقق لهم الثبات عندما يفقدون الطاقة.

التحلل الإشعاعي تفقد الأنوية غير المستقرة الطاقة بإصدار إشعاعات في عملية تلقائية تسمى **التحلل الإشعاعي**. تتحلل الذرات غير المستقرة إشعاعيًّا، وتتحول إلى ذرات مستقرة، وهي في الغالب ذرات عنصر آخر. وكما يفقد الحجر طاقة الوضع الموجودة فيه ويصل إلى حالة مستقرة عند سقوطه إلى الأرض، فإن الذرة تفقد طاقة بإطلاق إشعاعات، وتصل إلى حالة من الاستقرار.

الشكل 20–3 إذا وقفت على يديك فإنك تكون في حالة غير مستقرة، ولكي تصل إلى حالة الاستقرار فإن عليك أن تتخلى عن وضعك وتقف على قدميك. وكذلك هناك بعض الذرات غير المستقرة التي تصل إلى حالة الاستقرار عن طريق فقد بعض الطاقة.

أنواع الإشعاعات Types of Radiation

بدأ العلماء البحث حول النشاط الإشعاعي في أواخر القرن التاسع عشر؛ فقد بحثوا في تأثير المجالات الكهربائية في عملية الإشعاع، فتمكنوا من خلال إمرار أشعة صادرة من مصدر مشع بين صفيحتين مشحونتين كهربائيًّا من تعرّف ثلاثة أنواع من الأشعة، معتمدين على شحناتها الكهربائية. ويبين **الشكل 21–3** إشعاعًا انحرف نحو الصفيحة السالبة الشحنة، وآخر نحو الصفيحة الموجبة الشحنة، وثالثًا لم ينحرف أبدًا.

أشعة ألفا سميت الأشعة التي انحرفت في اتجاه الصفيحة السالبة الشحنة **أشعة ألفا**، وهي مكونة من جسيمات ألفا. **وجسيم ألفا** يحتوي على بروتونين ونيوترونين، وتحمل هذه الجسيمات شحنة موجبة ثنائية. ويفسر هذا سبب انحراف جسيمات ألفا نحو الصفيحة السالبة الشحنة، كما هو مبين في **الشكل 21–3**. يعادل جسيم ألفا نواة هيليوم-4، ويمكن التعبير عنه بـ α أو He^{2+}. يَنتج جسيم ألفا عن تحلل مادة الراديوم -226 إلى الرادون -222، كما هو موضح في المعادلة التالية:

$$\underset{\text{الراديوم - 226}}{^{226}_{88}Ra} \rightarrow \underset{\text{الرادون- 222}}{^{222}_{86}Rn} + \underset{\text{جسيم ألفا}}{\alpha}$$

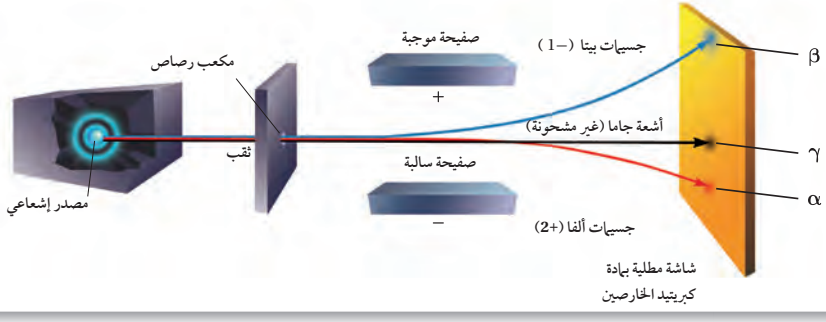
لاحظ أنه تم الحصول على عنصر جديد، وهو عنصر الرادون-222، نتيجة تحلل أشعة ألفا من نواة الراديوم-226 غير المستقرة. وتعرف المعادلة المبينة أعلاه **بالمعادلة النووية**، وهي تبين العدد الذري والعدد الكتلي للجسيمات المتضمنة في التفاعل. يتم الحفاظ على العدد الكتلي ثابتًا في المعادلات النووية.

أشعة بيتا سميت الأشعة التي انحرفت في اتجاه الصفيحة الموجبة الشحنة **أشعة بيتا**. تتكون هذه الأشعة من جسيمات بيتا السريعة الحركة، و **جسيم بيتا** عبارة عن إلكترون له شحنة سالبة أحادية. تفسر الشحنة السالبة لجسيمات بيتا انجذابها نحو الصفيحة الموجبة الشحنة، كما هو مبين في **الشكل 21–3**. ويرمز إليها بالرمز β أو e^-. وتبين المعادلة أدناه تحلل عنصر الكربون-14 إلى عنصر النيتروجين -14، وانبعاث جسيمات بيتا.

$$\underset{\text{كربون-14}}{^{14}_{6}C} \rightarrow \underset{\text{نيتروجين-14}}{^{14}_{7}N} + \underset{\text{جسيم بيتا}}{\beta}$$

مهن في علم الكيمياء

معلم الكيمياء يعمل معلمو الكيمياء في المدارس والجامعات، ويقومون بإعطاء المحاضرات وإجراء التجارب والإشراف على المختبرات، وترؤّس المناقشات، والقيام بزيارات ميدانية، والقيام بأبحاث ونشرها.



الشكل 21–3 يحرف المجال الكهربائي الأشعة في اتجاهات مختلفة، اعتمادًا على الشحنة الكهربائية لهذه الإشعاعات.

فسر لماذا انحرفت جسيمات بيتا نحو الصفيحة الموجبة وجسيمات ألفا نحو الصفيحة السالبة، ولم تنحرف أشعة جاما؟

الجدول 5–3

	خواص الإشعاعات		
	ألفا	بيتا	جاما
الرمز	α أو ^4_2He	β أو e^-	γ
الكتلة (amu)	4	$\frac{1}{1840}$	0
الكتلة (kg)	6.65×10^{-27}	9.11×10^{-31}	0
الشحنة	2+	1−	0

أشعة جاما **لأشعة جاما** طاقة عالية، ولا كتلة لها، ويرمز إليها بالرمز γ. ولأن أشعة جاما متعادلة الشحنة فإنها لا تنحرف في المجال المغناطيسي أو المجال الكهربائي، وترافق عادة أشعة ألفا وأشعة بيتا، وهي مسؤولة عن معظم الطاقة التي تُفقد خلال التحلل الإشعاعي. فعلى سبيل المثال ترافق أشعة جاما انبعاث جسيمات ألفا عند تحلل عنصر اليورانيوم – 238

$$^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{234}_{90}Th + \alpha + 2\gamma$$

أشعة جاما جسيم ألفا ثوريوم - 234 يورانيوم - 238

ولأن أشعة جاما ليس لها كتلة فإن إشعاعها لا يؤدي إلى تكوين ذرة جديدة. ويلخص **الجدول 5-3** أعلاه الخواص الرئيسة لجسيمات ألفا وبيتا وأشعة جاما.

استقرار النواة إن العامل الرئيس في تحديد استقرار الذرة هو نسبة النيوترونات إلى البروتونات. فالذرات التي تحتوي على عدد كبير أو عدد قليل من النيوترونات غير مستقرة وتفقد طاقة من خلال التحلل الإشعاعي لتكوين أنوية مستقرة. وتطلق جسيمات ألفا وبيتا. وهذه الإشعاعات تؤثر في نسبة النيوترونات إلى البروتونات في الأنوية الجديدة.

التقويم 3-4

الخلاصة

- تتضمن التفاعلات الكيميائية تغيرات في عدد الإلكترونات المحيطة بالذرة، في حين تتضمن التفاعلات النووية تغيرات في أنوية الذرات.
- هناك ثلاثة أنواع من الإشعاعات، هي ألفا، وبيتا، وجاما.
- يتحدد استقرار نواة الذرة بنسبة النيوترونات إلى البروتونات فيها.

25. الفكرة الرئيسة **فسر** كيف يتحقق الاستقرار في الذرات غير المستقرة؟

26. **اذكر** ما الكميات التي تحافظ عليها عند موازنة تفاعل نووي؟

27. **صنف** كلًّا مما يلي إلى: تفاعل كيميائي، تفاعل نووي، لا شيء منهما.

a. الثوريوم يصدر أشعة بيتا.

b. تَشارُك ذرتين في الإلكترونات لتكوين رابطة.

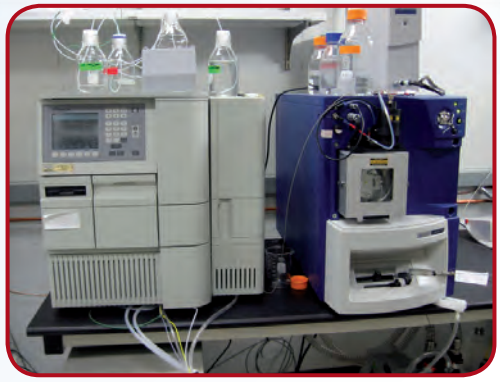
c. عينة من الكبريت النقي تصدر طاقة حرارية عندما تبرد ببطء.

d. صدأ قطعة من الحديد.

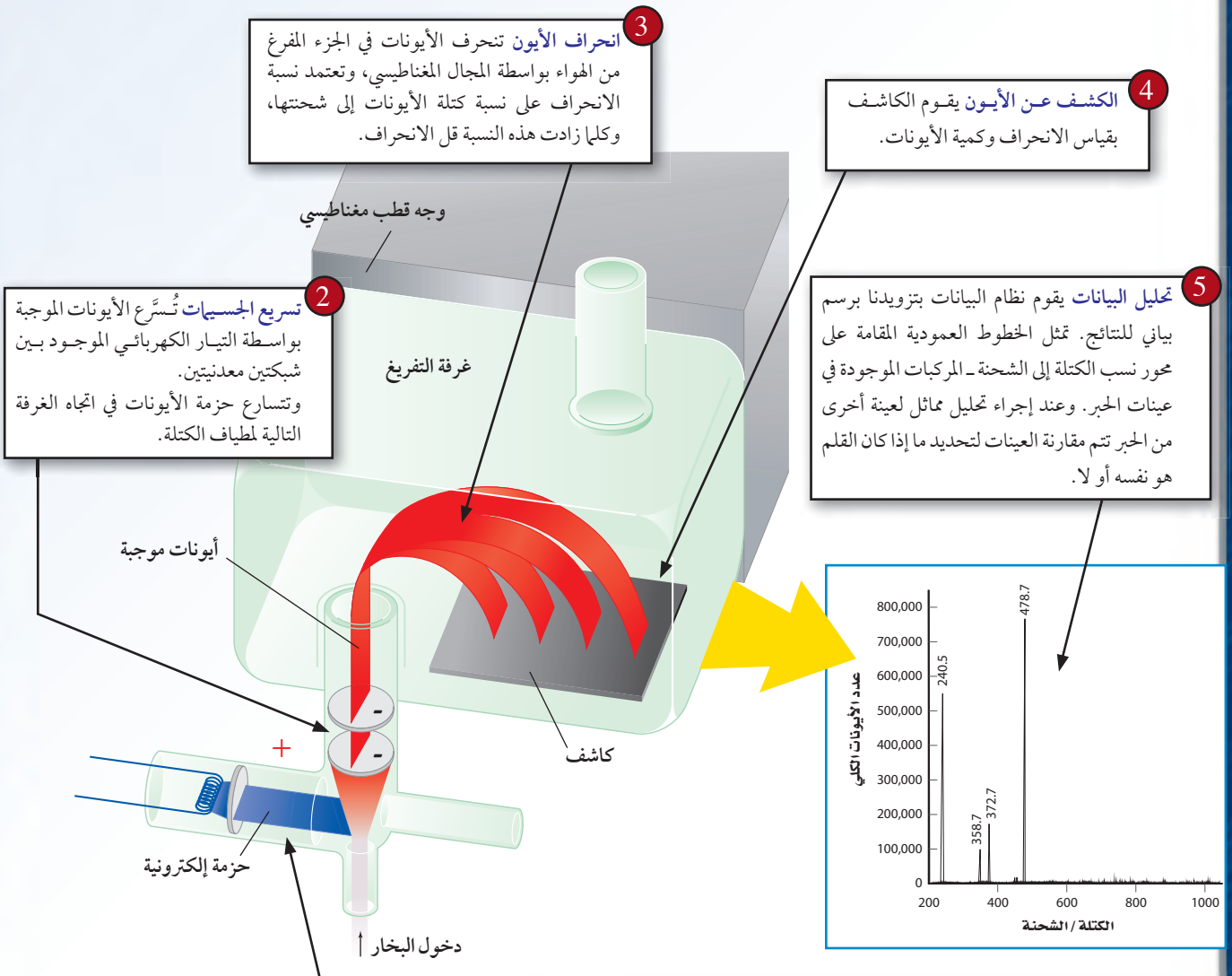
28. **احسب** كم مرة يساوي ثقلُ جسيم ألفا ثقلَ الإلكترون؟

29. **كوّن** جدولًا يبين كيف يؤثر كل نوع من الإشعاعات في العدد الذري والعدد الكتلي للذرة؟

مطياف الكتلة Mass Spectrometer



تخيل أن عالم بحث جنائي يحتاج إلى تعرّف الحبر المستعمل في سجلٍّ ما لفحص إمكانية التزييف. يمكن للعالم أن يقوم بتحليل الحبر مستعملًا جهاز مطياف الكتلة المبين في الصورة عن اليمين. يقوم جهاز مطياف الكتلة بتحطيم المركبات في عينة مادة غير معروفة إلى مكوناتها (أجزاء أصغر)، ثم فصل هذه الأجزاء بحسب كتلتها، وبذلك يمكن تحديد التركيب الحقيقي للعينة. ويعد جهاز مطياف الكتلة من أهم التقنيات التي تدرس المواد غير المعروفة.



الكتابة في الكيمياء

لخص ابحث عن حالة استعمل فيها جهاز مطياف الكتلة للتمييز بين أنواع مختلفة من الحبر، واكتب ملخصًا عن الطريقة والنتائج.

مختبر الكيمياء

نمذجة الكتلة الذرية

الخلفية توجد معظم العناصر في الطبيعة على هيئة خليط من النظائر، ويمكن تحديد متوسط الكتلة الذرية المقيسة من خلال الكتلة الذرية ونسبة كل نظير. سوف تقوم في هذه التجربة بنمذجة النظائر لعنصر " المكسراتيوم" الافتراضي. ستستخدم القياسات التي تحصل عليها لحساب متوسط الكتلة المقيسة التي تمثل متوسط الكتلة الذرية للمكسراتيوم.

سؤال كيف تقاس الكتل الذرية لمخاليط النظائر في الطبيعة؟

المواد والأدوات اللازمة

ميزان
آلة حاسبة
كمية من المكسرات

إجراءات السلامة

تحذير: لا تأكل الطعام المستخدم في المختبر.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. اعمل جدولاً لتسجيل بياناتك؛ بحيث يحتوي على كتلة كل نوع من أنواع المكسرات، ونسبته.
3. صنف المكسرات في مجموعات بحسب نوعها.
4. احسب عدد حبات المجموعة الواحدة.
5. سجل عدد حبات النوع الواحد والعدد الكلي في جدول البيانات.
6. قس كتلة حبة واحدة من كل مجموعة، وسجل الكتلة في جدول البيانات.
7. **التنظيف والتخلص من النفايات** تخلص من المكسرات وفق توجيهات معلمك، ثم أعد الأدوات والأجهزة إلى أماكنها.

حلل واستنتج

1. **احسب** أوجد نسبة توافر كل نوع؛ وذلك بقسمة عدد حبات النوع الواحد على العدد الكلي.
2. **احسب** استخدم نسب أنواع المكسرات والكتلة لحساب متوسط الكتلة الذرية للعنصر الافتراضي "المكسراتيوم".
3. **فسر** اشرح سبب عدم تساوي متوسط الكتلة الذرية لعنصر المكسراتيوم مع كتلة أي نوع من المكسرات.
4. **استعراض الأقران** اجمع بيانات الكتلة الذرية من المجموعات الأخرى، وفسر أي اختلاف بينها وبين بياناتك.
5. **طبق** لماذا لا يعبر عن الكتل الذرية في الجدول الدوري بأعداد صحيحة كما يعبر عن العدد الكتلي للعنصر؟
6. **تحليل الخطأ** ما مصادر الخطأ التي أدت إلى وجود التباين في القيم التي حصلت عليها المجموعات؟ ما الاقتراحات التي يمكنك تقديمها في هذا الاستقصاء للتقليل من نسبة الخطأ؟

التوسع في الاستقصاء

توقع انظر إلى الكتل الذرية لعناصر مختلفة من الجدول الدوري، وتوقع – بناء على خبرتك في هذه التجربة – النظير الأكثر توافرًا لكل عنصر.

دليل مراجعة الفصل

الفكرة العامة الذرات هي الوحدات البنائية الأساسية للمادة .

3-1 النظريات القديمة للمادة

الفكرة الرئيسة حاول قدماء الإغريق فهم المادة، إلا أن الدراسة العلمية للذرة بدأت مع جون دالتون في أوائل القرن التاسع عشر.

المفردات

- نظرية دالتون الذرية

المفاهيم الرئيسة

- كان ديمقريطس أول من اقترح وجود الذرات.
- اعتقد ديمقريطس أن الذرات صلبة، ومتجانسة، ولا يمكن تجزئتها.
- أنكر أرسطو وجود الذرات.
- اعتمدت نظرية جون دالتون الذرية على عدد كبير من التجارب العلمية.

3-2 تعريف الذرة

الفكرة الرئيسة تتكون الذرة من نواة تحتوي على بروتونات ونيوترونات، وإلكترونات تدور حول النواة.

المفردات

- الذرة
- أشعة المهبط
- الإلكترون
- النواة
- البروتون
- النيوترون

المفاهيم الرئيسة

- الذرة هي أصغر جزء في العنصر له خواص العنصر.
- شحنة الإلكترون (1−) والبروتون (1+) ، أما النيوترون فليس له شحنة.
- معظم حجم الذرة فراغ يحيط بالنواة.

3-3 كيف تختلف الذرات؟

الفكرة الرئيسة يحدِّد عدد البروتونات والعدد الكتلي نوع الذرة.

المفردات

- العدد الذري
- النظائر
- العدد الكتلي
- وحدة الكتل الذرية (aum)
- الكتلة الذرية

المفاهيم الرئيسة

- العدد الذري لأي ذرة هو عدد البروتونات في نواتها، والعدد الكتلي هو مجموع عدد البروتونات والنيوترونات.
- ذرات العنصر الواحد التي تختلف في عدد النيوترونات تسمى النظائر.
- الكتلة الذرية لأي عنصر هي متوسط كتل نظائر العنصر الموجودة في الطبيعة.

3-4 الأنوية غير المستقرة والتحلل الإشعاعي

الفكرة الرئيسة الذرات غير المستقرة تصدر إشعاعات للوصول إلى حالة الاستقرار.

المفردات

- النشاط الإشعاعي
- الإشعاع
- التفاعل النووي
- التحلل الإشعاعي
- أشعة ألفا
- جسيم ألفا
- المعادلة النووية
- أشعة بيتا
- جسيم بيتا
- أشعة جاما

المفاهيم الرئيسة

- تتضمن التفاعلات الكيميائية تغيرات في عدد الإلكترونات المحيطة بالذرة، في حين تتضمن التفاعلات النووية تغيرات في أنوية الذرات.
- هناك ثلاثة أنواع من الإشعاعات وهي ألفا، وبيتا، وجاما.
- يتحدد استقرار نواة الذرة بنسبة النيوترونات إلى البروتونات فيها.

3–1

إتقان المفاهيم

30. مَن أول مَن اقترح مفهوم أن المادة مكونة من جسيمات صغيرة لا يمكن تجزئتها؟

31. مَن العالم الذي اعتُبر عمله بداية تطور النظرية الذرية الحديثة؟

32. ميز بين أفكار ديمقريطس ونظرية دالتون الذرية.

33. الأفكار والطرائق العلمية هل كان اقتراح ديمقريطس حول وجود الذرات معتمدًا على طرائق وأفكار علمية؟ اشرح.

34. فسر لماذا لم يتمكن ديمقريطس من إثبات أفكاره تجريبيًّا.

35. لماذا اعترض أرسطو على النظرية الذرية؟

36. اذكر الأفكار الرئيسة لنظرية دالتون الذرية بلغتك الخاصة. أيها تبيَّن مؤخرًا أنه خطأ؟ فسر إجابتك.

37. حفظ الكتلة وضح كيف قدمت لنا نظرية دالتون الذرية شرحًا مقنعًا عن ملاحظاتنا حول حفظ الكتلة في التفاعل الكيميائي؟

3–2

إتقان المفاهيم

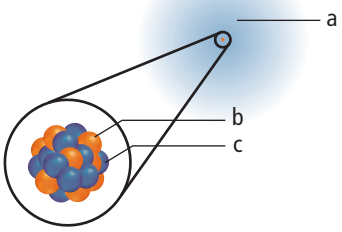
38. ما الجسيمات التي توجد في نواة الذرة؟ وما شحنة النواة ؟

39. كيف كانت الشحنة الكلية موزعة في نموذج طومسون الذري؟

40. كيف أثر توزيع الشحنة في نموذج طومسون في جسيمات ألفا التي مرت خلال الذرة؟

41. رتب مكونات الذرة: النيوترون، الإلكترون، البروتون، تصاعديًّا بحسب كتلها.

42. سَمِّ مكونات الذرة المبينة في **الشكل 22-3**.



الشكل 22-3

43. فسِّر سبب تعادل الذرات كهربائيًّا.

44. ما شحنة نواة ذرة العنصر الذي عدده الذري 89؟

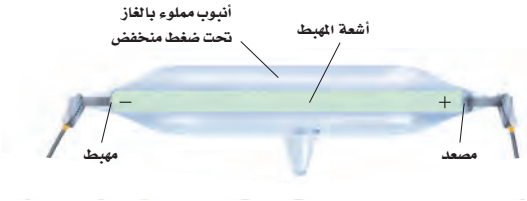
45. ما الجسيمات المسؤولة عن معظم كتلة الذرة؟

46. لو كان لديك ميزان يمكنه تحديد كتلة البروتون فما عدد الإلكترونات التي تزن بروتونًا واحدًا؟

47. أنابيب أشعة المهبط ما الجسيمات المكونة للذرة التي اكتشفها العلماء باستعمال أنابيب أشعة المهبط؟

48. ما نتائج التجربة التي أدت إلى استنتاج أن الإلكترون جسيم موجود في جميع المواد؟

49. أشعة المهبط استعمل البيانات في **الشكل 23-3** لتفسير اتجاه أشعة المهبط داخل الأنبوب.



الشكل 23-3

50. وضح باختصار كيف اكتشف رذرفورد النواة؟

51. انحراف الجسيمات ما الذي سبب انحراف جسيمات ألفا في تجربة رذرفورد؟

52. شحنة أشعة المهبط كيف تم استعمال المجال الكهربائي لتحديد شحنة أشعة (الكاثود) المهبط؟

53. وضح ما الذي يبقي الإلكترون في الفراغ المحيط بالنواة؟

54. تصوير الذرات ما التقنية المستعملة في تصوير الذرات منفردة؟

55. ما نقاط قوة وضعف نموذج رذرفورد للذرة؟

3–3

إتقان المفاهيم

56. فيم تختلف نظائر عنصر ما، وفيم تتشابه؟

57. كيف يرتبط العدد الذري للذرات مع عدد البروتونات، وكذلك مع عدد الإلكترونات؟

58. كيف يرتبط العدد الكتلي للذرة مع عدد البروتونات، ومع عدد النيوترونات؟

59. كيف يمكنك تحديد عدد النيوترونات في الذرة معتمدًا على العدد الكتلي والعدد الذري؟

60. ماذا يمثل كل من العدد المكتوب أعلى رمز عنصر البوتاسيوم والعدد المكتوب في أسفله $^{40}_{19}K$ ؟

61. الوحدات القياسية عرف وحدة الكتل الذرية. ما فوائد تطوير وحدة الكتلة الذرية بوصفها وحدة قياسية للكتلة؟

62. النظائر هل العناصر التالية نظائر لعنصر واحد؟ فسِّر ذلك.

$^{24}_{12}Mg$ $^{25}_{12}Mg$ $^{26}_{12}Mg$

63. هل وجود النظائر يناقض نظرية دالتون الذرية؟ وضح ذلك.

إتقان حل المسائل

64. ما عدد البروتونات وعدد الإلكترونات الموجودة في ذرة عنصر عدده الذري 44؟

65. الكربون C العدد الكتلي لذرة الكربون 12، والعدد الذري لها 6. ما عدد النيوترونات في نواتها؟

66. الزئبق Hg يحتوي أحد نظائر الزئبق على 80 بروتونًا و120 نيوترونًا. ما العدد الكتلي لهذا النظير؟

67. الزينون Xe لعنصر الزينون نظير عدده الذري 54، ويحتوي على 77 نيوترونًا. ما العدد الكتلي لهذا النظير؟

68. إذا احتوت ذرة عنصر ما على 18 إلكترونًا، فما عدد البروتونات الموجودة في نواة ذرة العنصر؟

69. الكبريت S بيِّن كيف تساوي الكتلة الذرية لعنصر الكبريت 32.065 amu، إذا علمت أن للكبريت أربعة نظائر كما يلي:

النظير	الكتلة الذرية amu	نسبة وجوده %
الأول	31.972	95.02
الثاني	32.971	0.75
الثالث	33.968	4.21
الرابع	35.967	0.02

70. أكمل الفراغات في الجدول 6–3 التالي:

الجدول 6-3 نظائر الكلور والزركونيوم

العنصر	الكلور	الكلور	الزركونيوم	الزركونيوم
العدد الذري	17		40	
العدد الكتلي	35	37		92
عدد البروتونات				40
عدد النيوترونات			50	
عدد الإلكترونات		17		

71. ما عدد الإلكترونات والبروتونات والنيوترونات في ذرة كل من العناصر التالية؟

a. $^{132}_{55}Cs$ **b.** $^{163}_{69}Tm$

c. $^{59}_{27}Co$ **d.** $^{70}_{30}Zn$

72. مستعينًا بالجدول الدوري، ما عدد الإلكترونات والبروتونات والنيوترونات في ذرة كل من العناصر التالية؟

a. Ga – 69 **b.** F – 23

c. Ti – 48 **d.** Tl – 181

73. مستعينًا بالجدول الدوري، ما عدد البروتونات وعدد الإلكترونات في ذرة كل من العناصر التالية؟

a. فاناديوم V **b.** منجنيز Mn

c. إيريديوم Ir **d.** كبريت S

تقويم الفصل 3

74. الجاليوم لـه كتلة ذريـة 69.723 amu، وله نظيران في الطبيعـة: جاليوم- 69 وجاليوم- 71، فأي نظير له أكبر نسبة وجود في الطبيعة؟ فسر إجابتك.

75. الكتلـة الذريـة للفضـة. للفـضـة نظـيران في الطبيعة: $^{107}_{47}Ag$ وكتلتـه الذريـة 106.905 amu، ونسـبة وجوده 52.00%، والنظيـر الآخـر $^{109}_{47}Ag$، وكتلتـه الذريـة 108.905 amu، ونسـبة وجـوده 48.00%. مـا الكتلـة الذرية للفضة؟

76. استعن بالبيانات المتعلقة بنظائر الكروم الأربعة المبينة في **الجدول 7-3** لحساب الكتلة الذرية للكروم.

الجدول 7-3 بيانات نظائر الكروم

النظير	نسبة النظير %	الكتلة (amu)
الكروم – 50	4.35	49.946
الكروم – 52	83.79	51.941
الكروم – 53	9.50	52.941
الكروم – 54	2.36	53.939

3–4

إتقان المفاهيم

77. ما التحلل الإشعاعي؟

78. ما سبب أن بعض الذرات مشعة؟

79. ناقش كيف تصل الذرات المشعة إلى حالة الاستقرار؟

80. عرف جسيم ألفا، وجسيم بيتا، وأشعة جاما.

81. اكتب الرموز المستعملة للتعبير عن إشعاعات كل من ألفا، وبيتا، وجاما.

82. ما نوع التفاعل الذي يتضمن تغيرًا في نواة الذرة؟

83. إصدار الإشـعاعات مـا التغير الذي يحـدث في العدد الكتلـي عندمـا تصـدر ذرة مشـعة: جسـيمات ألفـا، جسيمات بيتا، أشعة جاما؟

84. مـا العامل الرئيس في تحديد مـا إذا كانت نواة العنصر مستقرة أو غير مستقرة؟

85. اشـرح كيف يرتبط فقدان الطاقة والاسـتقرار النووي بالتحلل الإشعاعي؟

86. اشرح ما يجب أن يحدث قبل أن تتوقف ذرة مشعة عن التحلل الإشعاعي؟

87. البورون– 10 يشع جسيمات ألفا، و يشع السيزيوم-137 جسـيمات بيتا. اكتب معادلة نوويـة موزونة لكل تحلل إشعاعي.

مراجعة عامة

88. مـا الخطأ فـي نظريـة دالتون الذريـة؟ ومـا المكونات الرئيسة للذرة؟

89. أنبـوب أشـعة المهبـط صـف أنبـوب أشـعة المهبط، وكيف يعمل؟

90. الجسيمات المكونة للذرة وضح كيف حدد طومسون نسبة شحنة الإلكترون إلى كتلته؟ وكيف أدى ذلك إلى استنتاج أن الذرات مكونة من جسيمات ذرية؟

91. تجربة رذرفـورد كيف اختلفت نتائـج تجربة رذرفورد في صفيحة الذهب عن النتائج التي توقعها؟

92. إذا احتـوت نـواة ذرة متعادلـة علـى 12 بروتونًـا فكـم إلكترونًا في هذه الذرة؟ فسِّر إجابتك.

93. إذا احتـوت نـواة ذرة على 92 بروتونًـا، والعدد الكتلي لها 235، فما عدد النيوترونات في نواة هذه الذرة؟ وما الرمز الكيميائي لها؟

94. مسـتعينًا بالجـدول الـدوري، أكمـل الفراغـات فـي **الجدول 8-3** التالي:

الجدول 8-3 مكونات نظائر متعددة

النظير				Zn–64		
العدد الذري					9	11
العدد الكتلي	32					23
عدد البروتونات	16					
عدد النيوترونات		24			10	
عدد الإلكترونات		20				

تقويم الفصل 3

95. كم مرة يساوي قطرُ الذرة قطرَ نواتها؟ وإذا عرفت أن معظم كتلة الذرة يتركز في نواتها، فماذا يمكنك أن تستنتج عن كثافة النواة؟

96. هل شحنة النواة موجبة أم سالبة أم متعادلة؟ وما شحنة الذرة؟

97. لماذا انحرفت الإلكترونات في أنبوب أشعة المهبط تحت تأثير المجال الكهربائي؟

98. ما مساهمة العالم هنري موزلي في فهمنا الحديث للذرة؟

99. ما العدد الكتلي للبوتاسيوم -39؟ وما شحنة هذا النظير؟

100. البورون-10، والبورون-11 نظيران موجودان في الطبيعة. فإذا كانت الكتلة الذرية للبورون 10.81amu. فأي نظير له أعلى نسبة وجود؟

101. أشباه الموصلات للسليكون ثلاثة نظائر موجودة في الطبيعة: هي السليكون -28، والسليكون -29، والسليكون -30. اكتب رمز كل منها.

102. التيتانيوم استعن **بالجدول 3-9** التالي لحساب الكتلة الذرية للتيتانيوم.

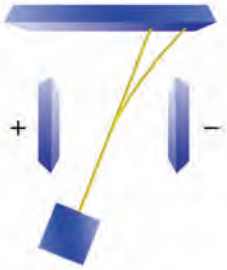
الجدول 3-9 نظائر التيتانيوم

النظير	الكتلة الذرية (amu)	نسبة النظير %
Ti–46	45.953	8.00
Ti–47	46.952	7.30
Ti–48	47.948	73.80
Ti–49	48.948	5.50
Ti–50	49.945	5.40

103. صف كيف يؤثر كل نوع من الإشعاعات في العدد الذري والعدد الكتلي للذرة؟

104. الوجود النسبي للنظير يشكل الماغنسيوم حوالي 2% من قشرة الأرض، وله ثلاثة نظائر في الطبيعة. افترض أنك حللت معدنًا ما وحصلت على ثلاثة نظائر للماغنسيوم بالنسب التالية: Mg–24 (نسبة وجوده 79%)، وMg–25 (نسبة وجوده 10%)، وMg–26 (نسبة وجوده 11%)، فإذا حلل زميلك معدنًا مختلفًا يحتوي على الماغنسيوم فهل تتوقع أن يحتوي على النسب نفسها من جميع النظائر؟ فسر إجابتك.

105. الإشعاع حدد نوعي الإشعاع المبينين في **الشكل 3-24** أدناه فسر إجابتك.



الشكل 3-24

التفكير الناقد

106. كيف تم استعمال الطرائق العلمية لتحديد نموذج الذرة؟ لماذا اعتبر النموذج نظرية؟

107. ناقش ما التجربة التي أدت إلى خلاف حول نموذج طومسون للذرة؟ وضح إجابتك.

108. طبّق أيهما أكبر: عدد المركبات أم عدد العناصر، وعدد العناصر أم عدد النظائر؟ فسّر إجابتك.

109. حلل لعنصر ثلاثة نظائر في الطبيعة. ما المعلومات الأخرى التي يجب عليك معرفتها لكي تحسب الكتلة الذرية للعنصر؟

110. طبّق إذا كان معظم حجم الذرة فراغًا فاشرح لماذا لا يمكنك تمرير يدك خلال جسم صلب؟

111. صمم ارسم نموذجًا حديثًا للذرة، وحدد مكان كل نوع من الجسيمات الذرية المكونة للذرة.

112. طبّق للإنديوم In نظيران في الطبيعة وكتلته الذرية 114.818 amu. الإنديوم -113 كتلته الذرية 112.904 amu، ونسبة وجوده 4.3%. ما كتلة ونسبة وجود النظير الآخر للإنديوم؟

113. استنتج متوسط الكتلة الذرية للكبريت قريب من العدد الصحيح 32، ومتوسط الكتلة الذرية للكلور 35.435 amu وهذا العدد ليس عددًا صحيحًا. اقترح سببًا محتملاً لهذا الاختلاف.

مسألة تحفيز

114. نظائر الماغنسيوم أوجد قيمة العدد الكتلي للنظير الثالث للماغنسيوم، علمًا بأن نسبة وجود نظائر الماغنسيوم في الطبيعة كالتالي:

79% $^{24}_{12}Mg$، 10% $^{25}_{12}Mg$، 11% $^{X}_{12}Mg$

والكتلة الذرية للماغنسيوم 24.305 amu.

مراجعة تراكمية

115. كيف تختلف الملاحظات النوعية عن الملاحظات الكمية؟ أعط مثالاً على كل نوع منهما.

116. صنِّف المخاليط أدناه إلى مخلوط متجانس، أو مخلوط غير متجانس:

a. ماء مالح.

b. شربة خضار.

c. ذهب عيار 14.

d. خرسانة.

117. أيٌّ مما يأتي تغيّر فيزيائي، وأيها تغيّر كيميائي؟

a. ماء يغلي.

b. عود ثقاب مشتعل.

c. سكر ذائب في الماء.

d. صوديوم يتفاعل مع الماء.

e. آيس كريم ينصهر.

تقويم إضافي

118. شاشات التلفزيون والكمبيوتر صف كيف تستعمل أشعة المهبط في توليد صور في شاشات أجهزة التلفزيون والكمبيوتر.

119. STM الذرات المنفردة يمكن رؤيتها من خلال جهاز متطور يسمى STM. اكتب تقريرًا مختصرًا يبين كيف يتم التصوير، وقم بعمل ألبوم للصور المجهرية معتمدًا على الكتب، والمجلات، والإنترنت.

أسئلة المستندات

الزركونيوم Zr فلز ذو بريق معدني، لونه أبيض رمادي، وبسبب مقاومته العالية للتآكل وقلة امتصاص مقطعه العرضي للنيوترونات فإنه يستعمل عادةً في المفاعلات النووية، كما يمكن أيضًا معالجته (إعادة تصنيعه)، فيبدو مثل الألماس، ويستعمل في المجوهرات.

الجدول 10–3 نسب وجود نظائر الزركونيوم

العنصر	نسبة وجوده
زركونيوم – 90	51.4
زركونيوم – 91	11.2
زركونيوم – 92	17.2
زركونيوم – 94	17.4
زركونيوم – 96	2.8

120. ما العدد الكتلي لكل نظير من نظائر الزركونيوم في **الجدول 10-3** أعلاه؟

121. أوجد عدد البروتونات، وعدد النيوترونات لكل نظير من نظائر الزركونيوم.

122. هل يبقى عدد البروتونات أو عدد النيوترونات ثابتًا في جميع النظائر؟ فسِّر إجابتك.

123. توقع أي النظائر له كتلة ذرية أقرب إلى متوسط الكتلة الذرية للزركونيوم، بناءً على نسبة وجودها في الجدول أعلاه؟

124. احسب قيمة متوسط الكتلة الذرية للزركونيوم.

اختبار مقنن

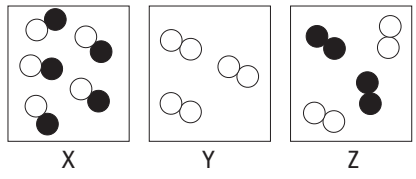
أسئلة الاختيار من متعدد

1. أي مما يلي يصف ذرة البلوتونيوم Pu؟
   a. يمكن تجزئتها إلى جسيمات صغيرة تحتفظ بخواص البلوتونيوم.
   b. لا يمكن تجزئتها إلى جسيمات صغيرة تحتفظ بخواص البلوتونيوم.
   c. ليس لها خواص البلوتونيوم.
   d. العدد الذري لذرة البلوتونيوم 244.

2. النبتونيوم Np له نظير واحد فقط في الطبيعة $^{237}_{93}Np$ يتحلل ويصدر جسيم ألفا، وجسيم بيتا، وشعاع جاما. ما الذرة الجديدة التي تتكون من هذا التحلل؟
   a. $^{233}_{92}U$
   b. $^{241}_{93}Np$
   c. $^{233}_{90}Th$
   d. $^{241}_{92}U$

3. ما نوع المادة التي لها تركيب محدد، وتتكون من عدة عناصر؟
   a. مخلوط غير متجانس.
   b. مخلوط متجانس.
   c. العنصر.
   d. المركب.

4. استعن بالشكل أدناه للإجابة عن السؤال التالي :



أي شكل يبين مركبًا؟
   a. X
   b. Y
   c. Z
   d. كلّ من X، Z

5. تساوي الشحنة الكهربائية للذرة صفرًا لأن:
   a. الجسيمات الذرية لا تحمل شحنات كهربائية.
   b. الشحنات الموجبة للبروتونات تلغي الشحنات السالبة للنيوترونات.
   c. الشحنات الموجبة للنيوترونات تلغي الشحنات السالبة للإلكترونات.
   d. الشحنات الموجبة للبروتونات تلغي الشحنات السالبة للإلكترونات.

6. ما عدد النيوترونات، والبروتونات، والإلكترونات في ذرة $^{126}_{52}Te$ ؟
   a. 126 نيوترونًا، 52 بروتونًا، 52 إلكترونًا.
   b. 74 نيوترونًا، 52 بروتونًا، 52 إلكترونًا.
   c. 52 نيوترونًا، 74 بروتونًا، 74 إلكترونًا.
   d. 52 نيوترونًا، 126 بروتونًا، 126 إلكترونًا.

7. نواة العنصر X غير مستقرة بسبب كثرة النيوترونات. لذا فكل ما يلي يمكن أن يحدث إلا أن:
   a. يتحلل إشعاعيًّا.
   b. يتحول إلى عنصر مستقر غير مشع.
   c. يتحول إلى عنصر مستقر مشع.
   d. يفقد الطاقة تلقائيًّا.

8. ما الذي يشغل معظم حجم الذرة؟
   a. البروتونات
   b. النيوترونات
   c. الإلكترونات
   d. الفراغ

أسئلة الإجابات القصيرة

9. عينة من كربونات الكالسيوم كتلتها 36.41 g تحتوي على 14.58 g من الكالسيوم و 4.36 g من الكربون. ما كتلة الأكسجين في العينة؟ وما النسبة المئوية بالكتلة لكل عنصر في المركب؟

استعن بالجدول أدناه للإجابة عن السؤالين 10 و11.

خواص نظائر النيون في الطبيعة

النظير	العدد الذري	الكتلة (amu)	النسبة المئوية لوجوده
^{20}Ne	10	19.992	90.48
^{21}Ne	10	20.994	0.27
^{22}Ne	10	21.991	9.25

10. اكتب عدد البروتونات، والإلكترونات، والنيوترونات لكل نظير في الجدول أعلاه.

11. احسب متوسط الكتلة الذرية للنيون، مستعينًا بالبيانات في الجدول أعلاه.

أسئلة الإجابات المفتوحة

12. افترض أن للعنصر Q ثلاثة نظائر: ^{248}Q، ^{252}Q، ^{259}Q. فإذا كانت الكتلة الذرية للعنصر Q تساوي 258.63 وحدة كتل ذرية فما النظير الأكثر وجودًا في الطبيعة؟ اشرح إجابتك.

13. يتحلل اليود – 131 إشعاعيًّا، ويكوّن نظيرًا يحتوي على 54 بروتونًا، و 77 نيوترونًا. ما نوع التحلل الذي حدث لهذا النظير؟ فسِّر إجابتك.

المخاطر والاحتياطات اللازم مراعاتها

رموز السلامة	المخاطر	الأمثلة	الاحتياطات	العلاج
التخلص من المخلفات	مخلفات التجربة قد تكون ضارة بالإنسان.	بعض المواد الكيميائية، والمخلوقات الحية.	لا تتخلص من هذه المواد في المغسلة أو في سلة المهملات.	تخلص من المخلفات وفق تعليمات المعلم.
ملوثات حيوية بيولوجية	مخلوقات ومواد حية قد تسبّب ضررًا للإنسان.	البكتيريا، الفطريات، الدم، الأنسجة غير المحفوظة، المواد النباتية.	تجنب ملامسة الجلد لهذه المواد، وارتد كمامة وقفازين.	أبلغ معلمك في حالة حدوث ملامسة للجسم، واغسل يديك جيدًا.
درجة الحرارة المؤذية	الأشياء التي قد تحرق الجلد بسبب حرارتها أو برودتها الشديدتين.	غليان السوائل، السخانات الكهربائية، الجليد الجاف، النيتروجين السائل.	استعمال قفازات واقية.	اذهب إلى معلمك طلباً للإسعاف الأولي.
الأجسام الحادة	استعمال الأدوات والزجاجيات التي تجرح الجلد بسهولة.	المقصات، الشفرات، السكاكين، الأدوات المدبّبة، أدوات التشريح، الزجاج المكسور.	تعامل بحكمة مع الأداة، واتبع إرشادات استعمالها.	اذهب إلى معلمك طلباً للإسعاف الأولي.
الأبخرة الضارة	خطر محتمل على الجهاز التنفسي من الأبخرة.	الأمونيا، الأستون، الكبريت الساخن، كرات العث (النفثالين).	تأكد من وجود تهوية جيدة، ولا تشم الأبخرة مباشرة، وارتد كمامة.	اترك المنطقة، وأخبر معلمك فورًا.
الكهرباء	خطر محتمل من الصعقة الكهربائية أو الحريق.	تأريض غير صحيح، سوائل منسكبة، تماس كهربائي، أسلاك معرّاة.	تأكد من التوصيلات الكهربائية للأجهزة بالتعاون مع معلمك.	لا تحاول إصلاح الأعطال الكهربائية، واستعن بمعلمك فورًا.
المواد المهيّجة	مواد قد تهيج الجلد أو الغشاء المخاطي للقناة التنفسية.	حبوب اللقاح، كرات العث، سلك المواعين، ألياف الزجاج، برمنجنات البوتاسيوم.	ضع واقيًا للغبار وارتد قفازين وتعامل مع المواد بحرص شديد.	اذهب إلى معلمك طلباً للإسعاف الأولي.
المواد الكيميائية	المواد الكيميائية التي قد تتفاعل مع الأنسجة والمواد الأخرى وتتلفها.	المبيضات مثل فوق اكسيد الهيدروجين والأحماض كحمض الكبريتيك، القواعد كالأمونيا وهيدروكسيد الصوديوم.	ارتد نظارة واقية، وقفازين، والبس معطف المختبر.	اغسل المنطقة المصابة بالماء، وأخبر معلمك بذلك.
المواد السامة	مواد تسبب التسمم إذا ابتلعت أو استُنشقت أو لمست.	الزئبق، العديد من المركبات الفلزية، اليود، النباتات السامة.	اتبع تعليمات معلمك.	اغسل يديك جيدًا بعد الانتهاء من العمل، واذهب إلى معلمك طلباً للإسعاف الأولي.
مواد قابلة للاشتعال	بعض الكيماويات التي يسهل اشتعالها بوساطة اللهب، أو الشرر، أو عند تعرضها للحرارة.	الكحول، الكيروسين، الأستون، برمنجنات البوتاسيوم، الملابس، الشعر.	تجنب مناطق اللهب عند استخدام هذه الكيماويات.	أبلغ معلمك طلبًا للإسعاف الأولي واستخدم مطفأة الحريق إن وجدت.
اللهب المشتعل	ترك اللهب مفتوحاً يسبب الحريق.	الشعر، الملابس، الورق، المواد القابلة للإشتعال.	اربط الشعر إلى الخلف (للطالبات)، ولا تلبس الملابس الفضفاضة، واتبع تعليمات المعلم عند إشعال اللهب أو إطفائه.	أبلغ معلمك طلبًا للإسعاف الأولي واستخدم مطفأة الحريق إن وجدت.

سلامة العين
يجب دائمًا ارتداء نظارة واقية عند العمل في المختبر.

وقاية الملابس
يظهر هذا الرمز عندما تسبب المواد بقعًا أو حريقًا للملابس.

سلامة الحيوانات
يشير هذا الرمز للتأكيد على سلامة المخلوقات الحية.

نشاط إشعاعي
يظهر هذا الرمز عند استعمال مواد مشعة.

غسل اليدين
اغسل يديك بعد كل تجربة بالماء والصابون قبل نزع النظارة الواقية.

(أ)

أشعة بيتا Beta Ray إشعاعات مكونة من جسيمات بيتا السريعة الحركة، وجسيم بيتا عبارة عن إلكترون يحمل شحنة سالبة أحادية.

أشعة جاما Gamma Ray إشعاعات عالية الطاقة، غير مشحونة، وليس لها كتلة، لا تنحرف في المجال المغناطيسي أو الكهربائي. وهي ترافق إشعاع ألفا أو بيتا عادة، ومسؤولة عن معظم الطاقة المفقودة خلال التحلل الإشعاعي.

أشعة المهبط Cathode Ray إشعاعات تصدر عن المهبط، وتنتقل إلى المصعد في أنبوب أشعة المهبط.

الإلكترون Electron سالب الشحنة، سريع الحركة، كتلته صغيرة جدًّا، ويوجد في كل مادة، ويتحرك في الفراغ المحيط بنواة الذرة.

(ب)

البحث التطبيقي Applied Research بحث علمي يجرى لحل مشكلة محددة.

البحث النظري Pure Research بحث علمي يهدف إلى الحصول على المعرفة لأجل المعرفة نفسها.

البخار Vapor الحالة الغازية لمادة توجد في الحالة الصلبة أو السائلة في درجات الحرارة العادية.

البروتون Proton جسيم متناهٍ في الصغر يوجد في نواة الذرة، وشحنته موجبة $+1$.

البيانات الكمية Quantitative Data معلومات رقمية تبين كبر أو صغر أو طول أو سرعة شيء ما.

البيانات النوعية Qualitative Data معلومات تصف اللون أو الرائحة أو الشكل أو بعض الخواص الفيزيائية.

(ت)

التبلور Crystallization طريقة للفصل تؤدي إلى الحصول على مادة نقية صلبة من محلول يحتوي على هذه المادة.

التجربة Experiment مجموعة من المشاهدات المضبوطة تختبر الفرضية.

التحلل الإشعاعي Radioactive Decay تفقد الأنوية غير المستقرة الطاقة بإصدار الإشعاع بشكل تلقائي.

الترشيح Filtration طريقة من طرائق فصل المخاليط يستخدم فيها حاجز مسامي لفصل مادة صلبة عن سائل.

التسامي Sublimation عملية تتبخر فيها المادة الصلبة دون أن تمر بالحالة السائلة.

تغير الحالة State Change تحول المادة من حالة إلى أخرى.

التغير الفيزيائي Physical Change تغير يؤثر في الخواص الفيزيائية للمادة دون أن يغير تركيبها.

التغير الكيميائي Chemical Change عملية تتضمن تغير مادة أو أكثر إلى مواد جديدة، ويسمى أيضًا التفاعل الكيميائي.

التفاعل النووي Nuclear Reaction تفاعل يتضمن التغير في نواة الذرة.

التقطير Distillation طريقة لفصل المواد اعتمادًا على الاختلاف في درجات غليانها.

(ج)

الجدول الدوري Periodic Table جدول ينظم كل العناصر المعروفة في صفوف أفقية (دورات) وأعمدة (مجموعات) مرتبة تصاعديًّا بحسب العدد الذري.

جسيمات ألفا Alpha Particles جسيمات تحتوي على بروتونين ونيوترونين، وشحنتها 2+ وتكافئ نواة ذرة هيليوم −4، وتمثل بالرمز $^{4}_{2}He$ ، وتصدر خلال التحلل الإشعاعي.

جسيمات بيتا Beta Particles إلكترونات عالية السرعة، شحنتها 1−، وتصدر خلال التحلل الإشعاعي وتمثل بالرمز $^{-1}_{0}\beta$.

(ح)

حالات المادة States of Matter الأشكال الفيزيائية للمادة في وضعها الطبيعي على الأرض: الصلبة، والسائلة، والغازية.

(خ)

الخاصية غير المميزة Extensive Property خاصية فيزيائية تعتمد على كمية المادة الموجودة، ومنها الكتلة، والطول، والحجم.

الخاصية الفيزيائية Physical Property خاصية يمكن ملاحظتها أو قياسها دون تغيير تركيب العينة.

الخاصية الكيميائية Chemical Property قدرة مادة على الاتحاد مع غيرها أو التحول إلى مادة أخرى.

الخاصية المميزة Intensive Property خاصية فيزيائية تبقى ثابتة بغض النظر عن كمية المادة الموجودة.

(ذ)

الذرة Atom أصغر جسيم في العنصر له جميع خواص العنصر، وهي متعادلة الشحنة، شكلها كروي، تتكون من الإلكترونات والبروتونات والنيوترونات.

(س)

السائل Liquid حالة من حالات المادة، أو شكل من أشكال المادة، له صفة الجريان، وحجمه ثابت، ويأخذ شكل الوعاء الذي يوضع فيه.

(ض)

الضابط Control المعيار الذي يستعمل للمقارنة في التجربة.

(ط)

الطريقة العلمية Scientific Method طريقة نظامية تستعمل في الدراسات العلمية، وهي عملية منظمة يستعملها العلماء لحل المشكلات وللتحقق من عمل العلماء الآخرين.

(ع)

العدد الذري Atomic Number عدد البروتونات في نواة الذرة.

العدد الكتلي Mass Number عدد يكتب بعد اسم العنصر، يمثل مجموع البروتونات والنيوترونات.

العنصر Element مادة نقية لا يمكن تجزئتها إلى أجزاء أصغر بوسائل فيزيائية أو كيميائية.

(غ)

الغاز Gas شكل من أشكال المادة يأخذ شكل الإناء الذي يوجد فيه، ويملؤه تمامًا، وهو قابل للانضغاط.

(ف)

الفرضية Hypothesis تفسير مؤقت لما تم ملاحظته، قابل للاختبار.

(ق)

قانون حفظ الكتلة Law of Conservation of Mass قانون ينص على أن الكتلة لا تفنى ولا تستحدث في أثناء التفاعل الكيميائي.

القانون العلمي Scientific law علاقة في الطبيعة تدعمها عدة تجارب.

قانون النسب الثابتة Law of Definite Proportions قانون ينص على أن المركب يتكون دائمًا من العناصر نفسها بنسب كتلية ثابتة مهما اختلفت كميته.

قانون النسب المتضاعفة Law of Multiple Proportions قانون ينص على أنه عند تكوين مركبات مختلفة من اتحاد العناصر نفسها فإن النسبة بين كتلة أحد العناصر التي تتحد مع كمية ثابتة من عنصر آخر في هذه المركبات هي نسبة عددية بسيطة وصحيحة.

(ك)

الكتلة Mass مقياس لكمية المادة.

الكتلة الذرية المتوسطة Avarage Atomic Mass متوسط كتلة نظائر العنصر.

الكروماتوجرافيا Chromatography طريقة لفصل مكونات مخلوط، اعتمادًا على قدرة كل مكون من مكوناته على الانتقال أو السحب على سطح مادة أخرى.

الكيمياء Chemistry دراسة المادة والتغيرات التي تحدث لها.

(م)

المادة الصلبة Solid شكل من أشكال المادة، لها شكل وحجم محددان.

المادة الكيميائية Chemical Substance مادة لها تركيب محدد وثابت، وتسمى أيضًا المادة النقية.

المتغير التابع Dependent Variable متغير تعتمد قيمته على المتغير المستقل في التجربة.

المتغير المستقل Independent Variable متغير يُخطَّط لتغييره في التجربة.

المحلول Solution مخلوط منتظم التركيب يمكن أن يحوي مواد صلبة، أو سائلة، أو غازية، ويسمى أيضًا مخلوطًا متجانسًا.

المخلوط Mixture مزيج مكون من مادتين نقيتين أو أكثر، مع احتفاظ كل من هذه المواد بخواصها الأصلية.

المخلـوط غيـر المتجانس Hetrogeneous Mixture مخلوط ليس له تركيب منتظم، وتبقى المواد فيه متمايزًا بعضها عن بعض.

المخلوط المتجانس Homogeneous Mixture مخلوط له تركيب ثابت وطور واحد، ويسمى أيضًا محلولاً.

المركـب Compound مزيـج مكـون مـن عنصريـن أو أكثر متحديـن كيميائيًـا، ويمكن تحليلـه إلى مواد أبسـط بالطرائق الكيميائية، ويختلف في صفاته عن أي من مكوناته.

المعادلة النووية Nuclear Equation نوع من المعادلات يبين العدد الذري والعدد الكتلي للجسيمات المتضمنة في التفاعل.

(ن)

النتيجة Result حكم قائم على المعلومات التي يتم الحصول عليها.

النسبة المئوية بالكتلة Mass Percent نسبة كتلة كل عنصر في مركب إلى كتلة المركب الكلية معبرًا عنها بنسبة مئوية.

النشاط الإشعاعي Radioactvity عملية تقوم من خلالها بعض المواد بإصدار الإشعاعات تلقائيًا.

النظائر Isotopes ذرات للعنصر نفسه، تختلف في عدد النيوترونات.

النظرية Theory تفسير لظاهرة طبيعية، قائم على عدة مشاهدات واستقصاءات.

نظريـة دالتـون الذرية Dalton's Atomic Theory تبين أن المادة مكونة من جسـيمات صغيرة جدًا تسـمى الذرات، وهي غير مرئية ولا تتجزأ. ذرات عنصر ما متشابهة في الحجم، والكتلة، والخواص الفيزيائية والخواص الكيميائيـة، وتختلـف عـن ذرات أي عنصـر آخـر. الـذرات المختلفة تتحد بنسـبة عددية بسـيطة وتكون المركبات. وخلال التفاعل الكيميائي قد تنفصل الذرات أو تتحد أو يعاد ترتيبها.

النموذج Model تفسير مرئي، أو لفظي، أو رياضي للبيانات التجريبية.

النواة Nucleus مركز الذرة صغير جدًا، موجب الشحنة، كثيف، يحتوي على البروتونات الموجبة والنيوترونات غير المشحونة.

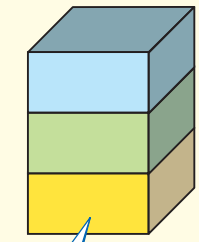
النيوترون Neutron (جسيم) غير مشحون في نواة الذرة، وكتلته قريبة من كتلة البروتون.

(و)

وحدة الكتل الذرية Atomic Mass Unit $\frac{1}{12}$ من كتلة ذرة الكربون -12.

الوزن Weight مقياس لكمية المادة، ولقوة جذب الأرض للمادة أيضًا.

الجدول الدوري للعناصر



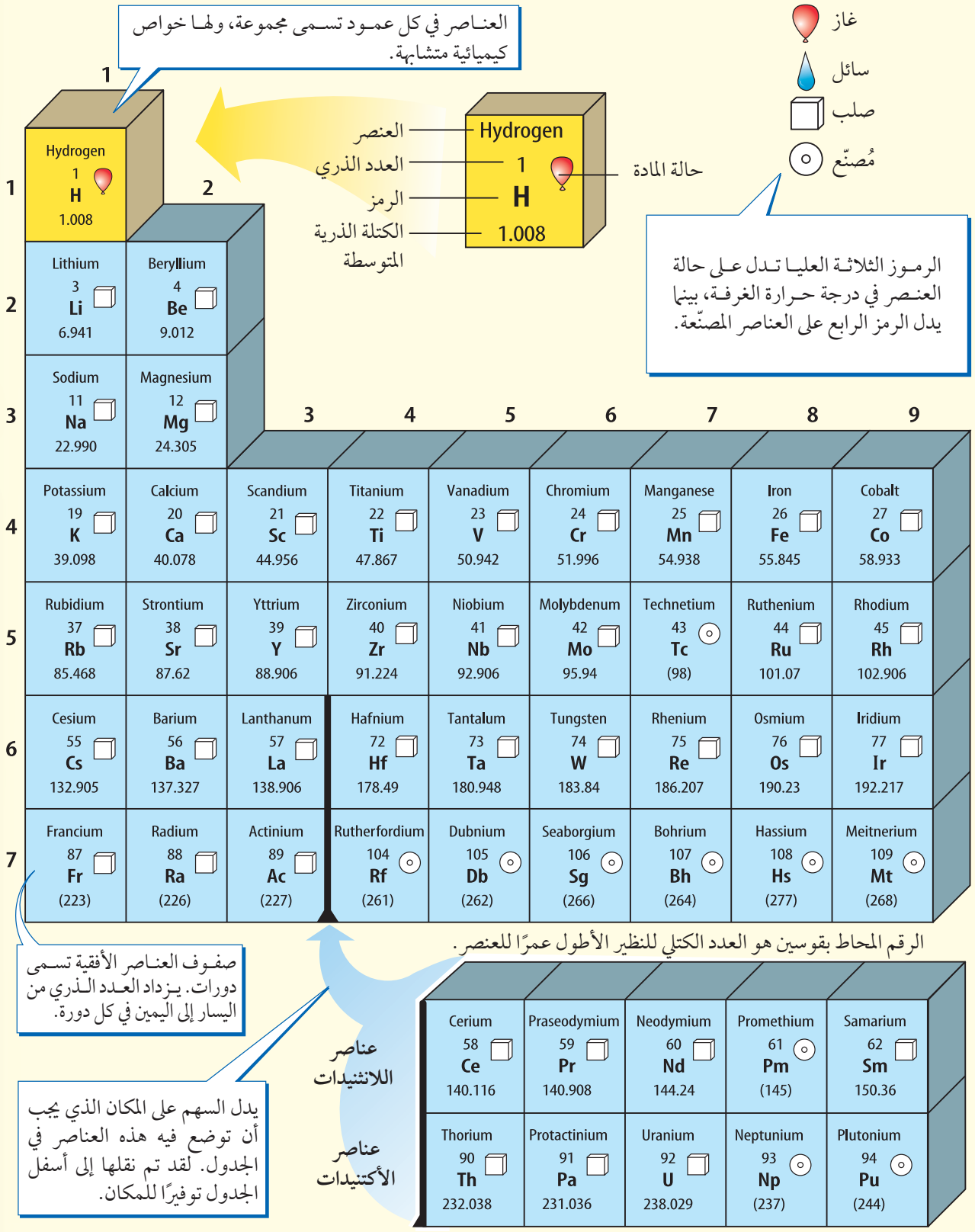
يدل لون صندوق كل عنصر على ما إذا كان فلزًّا أو شبه فلز أو لافلزًّا.

10	11	12	13	14	15	16	17	18
								Helium 2 He 4.003
			Boron 5 B 10.811	Carbon 6 C 12.011	Nitrogen 7 N 14.007	Oxygen 8 O 15.999	Fluorine 9 F 18.998	Neon 10 Ne 20.180
			Aluminum 13 Al 26.982	Silicon 14 Si 28.086	Phosphorus 15 P 30.974	Sulfur 16 S 32.065	Chlorine 17 Cl 35.453	Argon 18 Ar 39.948
Nickel 28 Ni 58.693	Copper 29 Cu 63.546	Zinc 30 Zn 65.409	Gallium 31 Ga 69.723	Germanium 32 Ge 72.64	Arsenic 33 As 74.922	Selenium 34 Se 78.96	Bromine 35 Br 79.904	Krypton 36 Kr 83.798
Palladium 46 Pd 106.42	Silver 47 Ag 107.868	Cadmium 48 Cd 112.411	Indium 49 In 114.818	Tin 50 Sn 118.710	Antimony 51 Sb 121.760	Tellurium 52 Te 127.60	Iodine 53 I 126.904	Xenon 54 Xe 131.293
Platinum 78 Pt 195.078	Gold 79 Au 196.967	Mercury 80 Hg 200.59	Thallium 81 Tl 204.383	Lead 82 Pb 207.2	Bismuth 83 Bi 208.980	Polonium 84 Po (209)	Astatine 85 At (210)	Radon 86 Rn (222)
Darmstadtium 110 Ds (281)	Roentgenium 111 Rg (272)	Ununbium * 112 Uub (285)	Ununtrium * 113 Uut (284)	Ununquadium * 114 Uuq (289)	Ununpentium * 115 Uup (288)	Ununhexium * 116 Uuh (291)		Ununoctium * 118 Uuo (294)

* أسماء رموز العناصر 112، 113، 114، 115، 116، 118 مؤقتة، سيتم اختيار أسماء نهائية لها عند التأكد من اكتشافها.

Europium 63 Eu 151.964	Gadolinium 64 Gd 157.25	Terbium 65 Tb 158.925	Dysprosium 66 Dy 162.500	Holmium 67 Ho 164.930	Erbium 68 Er 167.259	Thulium 69 Tm 168.934	Ytterbium 70 Yb 173.04	Lutetium 71 Lu 174.967
Americium 95 Am (243)	Curium 96 Cm (247)	Berkelium 97 Bk (247)	Californium 98 Cf (251)	Einsteinium 99 Es (252)	Fermium 100 Fm (257)	Mendelevium 101 Md (258)	Nobelium 102 No (259)	Lawrencium 103 Lr (262)

جداول مرجعية



	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Hydrogen 1 H 1.008								
2	Lithium 3 Li 6.941	Beryllium 4 Be 9.012							
3	Sodium 11 Na 22.990	Magnesium 12 Mg 24.305							
4	Potassium 19 K 39.098	Calcium 20 Ca 40.078	Scandium 21 Sc 44.956	Titanium 22 Ti 47.867	Vanadium 23 V 50.942	Chromium 24 Cr 51.996	Manganese 25 Mn 54.938	Iron 26 Fe 55.845	Cobalt 27 Co 58.933
5	Rubidium 37 Rb 85.468	Strontium 38 Sr 87.62	Yttrium 39 Y 88.906	Zirconium 40 Zr 91.224	Niobium 41 Nb 92.906	Molybdenum 42 Mo 95.94	Technetium 43 Tc (98)	Ruthenium 44 Ru 101.07	Rhodium 45 Rh 102.906
6	Cesium 55 Cs 132.905	Barium 56 Ba 137.327	Lanthanum 57 La 138.906	Hafnium 72 Hf 178.49	Tantalum 73 Ta 180.948	Tungsten 74 W 183.84	Rhenium 75 Re 186.207	Osmium 76 Os 190.23	Iridium 77 Ir 192.217
7	Francium 87 Fr (223)	Radium 88 Ra (226)	Actinium 89 Ac (227)	Rutherfordium 104 Rf (261)	Dubnium 105 Db (262)	Seaborgium 106 Sg (266)	Bohrium 107 Bh (264)	Hassium 108 Hs (277)	Meitnerium 109 Mt (268)

عناصر اللانثنيدات	Cerium 58 Ce 140.116	Praseodymium 59 Pr 140.908	Neodymium 60 Nd 144.24	Promethium 61 Pm (145)	Samarium 62 Sm 150.36
عناصر الأكتنيدات	Thorium 90 Th 232.038	Protactinium 91 Pa 231.036	Uranium 92 U 238.029	Neptunium 93 Np (237)	Plutonium 94 Pu (244)