

كيمياء

التعليم الثانوي
نظام المقررات
(البرنامج المشترك)

قررت وزارة التعليم تدريس
هذا الكتاب وطبعه على نفقتها



المملكة العربية السعودية

كيمياء

التعليم الثانوي

(نظام المقررات)

(البرنامج المشترك)



قام بالتأليف والمراجعة

فريق من المتخصصين

يُوزع مجاناً وللرَّيَاع

طبعة ١٤٣٩ - ١٤٣٨
٢٠١٧ - ٢٠١٨ م

ح) وزارة التعليم ، ١٤٣٧ هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
وزارة التعليم
كيمياء ١ (النظام المشترك - نظام المقررات - كتاب الطالب). / وزارة التعليم. - الرياض ، ١٤٣٧ هـ
٢٠٨ ص ؛ ٢٧، ٥ × ٢١ سـم
ردمك : ٩٧٨-٦٠٣-٥٠٨-٣٤٩-٢

أ- علم الكيمياء - كتب دراسية ١٤٣٧/١٠٣٥٩
كتب دراسية أ. العنوان ٥٤٠، ٧١٢ ديوـي
- التعليم الثانوي - السعودية -

رقم الإيداع: ١٤٣٧/١٠٣٥٩
ردمك: ٩٧٨-٦٠٣-٥٠٨-٣٤٩-٢

لهذا المقرر قيمة مهمة وفائدة كبيرة فلنحافظ عليه، ولنجعل نظافته تشهد على حسن سلوكنا معه.

إذا لم نحتفظ بهذا المقرر في مكتبتنا الخاصة في آخر العام للاستفادة ، فلنجعل مكتبة مدرستنا تحفظ به.

حقوق الطبع والنشر محفوظة لوزارة التعليم . المملكة العربية السعودية

موقع وزارة التعليم

www.moe.gov.sa

موقع

مشروع الرياضيات والعلوم الطبيعية

www.obeikaneducation.com

البريد الإلكتروني :

قسم العلوم - الإدارة العامة للمناهج

science.cur@moe.gov.sa



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

المقدمة

الحمد لله رب العالمين، والصلوة 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 كيمياء ١ للتعليم الثانوي (نظام المقررات) 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، تركيب الذرة، والتفاعلات الكيميائية، والمول.

والكيمياء فرع من العلوم الطبيعية يتعامل مع بنية المادة ومكوناتها وخصائصها النشطة. ولأن المادة هي كل شيء يشغل حيزاً في الفراغ وله كتلة، إذن فالكيمياء تهتم بدراسة كل شيء يحيط بنا، ومن ذلك السوائل التي نشربها، والغازات التي نتنفسها، والمواد التي يتكون منها جهازنا الخلوي، وطبيعة الأرض تحت أقدامنا. كما تهتم بدراسة جميع التغيرات والتحولات التي تطرأ على المادة. فالنفط الخام يحول إلى منتجات نفطية قابلة للاستخدام بطرق 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 لتوافق 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 والموجه 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 أيضاً على تكوين النظرة الشاملة عن محتوى الفصل. وتتيح التجربة الاستهلالية في نهايتها ممارسة شكل آخر من أشكال الاستقصاء الموجه 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 مفتوحاً في نهايةه.

وعندما تبدأ دراسة المحتوى تجد في كل قسم ربطاً 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 تعمّق معرفتك وخبراتك في فهم محتوى الفصل. وتضمن كل قسم مجموعة من الصور والأشكال والرسوم التوضيحية بدرجة عالية الوضوح تعزز فهمك للمحتوى. وتجد أيضًا مجموعة من الشرح والتفسيرات في هوامش الكتاب، منها ما يتعلق بالمهن، أو التمييز بين الاستعمال العلمي والاستعمال الشائع لبعض المفردات، أو إرشادات للتعامل مع المطوية التي تعدّها في بداية كل فصل.

وقد وظفت أدوات التقويم الواقعي في مستويات التقويم بأنواعه الثلاثة، التمهيدي والتكتويني والختامي؛ إذ يمكن توظيف الصورة الافتتاحية في كل فصل بوصفها تقويمًا تمهيديًا لتعرف ما يعرفه الطالب 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 خاصًا 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 يتضمن تذكيرًا بالفكرة العامة والأفكار الرئيسية والمفردات الخاصة بأقسام الفصل، وخلاصة بالأفكار الرئيسية 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 تحدّ، وتقويمًا إضافيًّا يتضمن تقويم مهارات الكتابة في الكيمياء، وأسئلة خاصة بالمستندات تتعلق بنتائج بعض التقارير أو البحوث العلمية. وفي نهاية كل فصل تجد اختبارًا مقتنياً يهدف إلى تقويم فهمك للموضوعات التي قمت بتعلمها سابقاً.

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

قائمة المحتويات

دليل الطالب

7 كيف تستفيد من كتاب الكيمياء؟

الفصل 1

10 مقدمة في الكيمياء
12 1-1 قصة مادتين
17 1-2 الكيمياء والمادة
20 1-3 الطرائق العلمية
25 1-4 البحث العلمي
34 دليل مراجعة الفصل
36 تقويم الفصل

الفصل 2

40 المادة - الخواص والتغيرات
42 2-1 خواص المادة
48 2-2 تغيرات المادة
52 2-3 المخلوط
56 2-4 العناصر والمركبات
65 دليل مراجعة الفصل
67 تقويم الفصل

الفصل 3

72 تركيب الذرة
74 3-1 الأفكار القديمة للمادة
78 3-2 تعريف الذرة
87 3-3 كيف تختلف الذرات؟
94 3-4 الأئنة غير المستقرة والتحلل الإشعاعي
99 دليل مراجعة الفصل
101 تقويم الفصل

الفصل 4

108 التفاعلات الكيميائية
110 4-1 التفاعلات والمعادلات
121 4-2 تصنیف التفاعلات الكيميائية
131 4-3 التفاعلات في المحاليل المائية
143 دليل مراجعة الفصل
144 تقويم الفصل

الفصل 5

150 المول
152 5-1 قياس المادة
158 5-2 الكتلة والمول
166 5-3 مولات المركبات
174 5-4 الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية
184 5-5 صيغ الأملاح المائية
190 دليل مراجعة الفصل
192 تقويم الفصل
198 رموز السلامة في المختبر
199 المصطلحات

كيف تستفيد من كتاب الكيمياء؟

هذا الكتاب ليس كتاباً أدبياً أو رواية خيالية، بل يصف أحداثاً وأفكاراً من واقع حياة الناس، وتطبيقات تقنية؛ لذا فأنت تقرؤه طلباً للعلم والمعلومات. وفيما يلي بعض الأفكار والإرشادات التي تساعدك على قراءته:

المادة - الخواص والتغيرات
Matter—Properties and Changes

2

المادة **1- خواص المادة**
كل شيء مكون من مادة، وله خواص معينة.

المادة **2- تغيرات المادة**
توجِّه معظم المواد المأهولة في الحالات الصلبة أو السائلة أو الغازية، وله خواص فизيائية وكميائية مختلفة.

المادة **3- الماخaliط**
يمكن أن يحدث للمادة تغيرات فزيائية وكميائية.

المادة **4- العناصر والمركبات**
المركب يمكن أن يحتوي على مركبات مائية ممزوجة من ماء.

حفادة كيميائية

الماء هو المادة الوحيدة على الأرض التي توجد طبيعياً في الحالات الصلبة والسائلة والغازية.

يبيّن الماء التركيب نفسه، سواء أكان متجمداً في مكتب ثلاجة، أم متذarpaً في ثلاجة، أم في الماء في صورة بخار ماء.

يغطي الماء حوالي 70% من سطح الأرض.

40

يبدأ كل فصل بتجربة استهلاكية تقدم المادة التي يتناولها. نفذ التجربة الاستهلاكية، لتكشف المفاهيم التي سيتناولها الفصل.

لتحصل على رؤية عامة عن الفصل

- اقرأ عنوان الفصل للتعرّف موضوعاته.
- تصفح الصور والرسوم والتعليقات والجداول.
- ابحث عن المفردات البارزة والمظللة باللون الأصفر.
- اعمل مخططاً للفصل باستخدام العناوين الرئيسية والعناوين الفرعية.

قبل أن تقرأ

اقرأ كلاً من **الفكرة العامة** وال**الفكرة الرئيسية** والتجربة الاستهلاكية؛ فهي تزودك بنظرة عامة تمهيدية لهذا الفصل.

لكل فصل **الفكرة العامة** تقدم صورة شاملة عنه. ولكل قسم من أقسام الفصل **الفكرة الرئيسية** تدعم فكرته العامة.

نشاطات تمهيدية

تجربة استهلاكية

كيف يمكنك ملاحظة التغير الكيميائي؟
معظم المواد المأهولة لا تتغير كثيراً مع الوقت، لكن مزج المواد مع بعضها البعض يمكنه تغييرها.

خطوات العمل

1. املاً بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.

2. ضع قطعة من فلز الماء الصيني في أيوب اختبار كبير.

3. ثبت الألوب يائلاً في حامل، بحيث تكون قوحة الألوب بعيدة عنك.

4. أخذ 30 mL من عصير حمض الميدروكلوريك الذي يركبه HCl.

5. أعمل شطبة خشب بمعد قابض خرس ثوار، ثم اغسل.

6. على يديك لقطي البوب تاراكا إياها على شكل حجر.

7. خذ 10 mL من عصير حمض الميدروكلوريك الذي يركبه HCl.

8. أصلح حمض الميدروكلوريك HCl بخدر في أيوب الاختبار.

9. انتظِ دقيقة، ثم كرر الخطوة رقم 5.

10. قرب الجمرة المزوجة من قوحة الألوب، ثم اشعلها إلى فوهة

النار الماردة، وسحل ملاحظاتك.

التحليل

1. صُف أي تغيرات شاهدتها أثناء التجربة.

2. استنتاج سبب تغيرات عند إضافة حمض الميدروكلوريك HCl إلى فلز الماء الصيني.

3. استنتاج ما الذي حدث للجمرة المزوجة في الخطوة 10 لما ذُكر ذلك في الخطوة 9؟

استقصِ ماذا انتظرت قبل إضافة الخشب؟ صمم تجربة

لتحديد ما إذا كانت النتائج مختلفة مع الوقت.

كيف تستفيد من كتاب الكيمياء؟

بعدما قرأت

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



الشكل 14-1 يطبق قانون نيوتن للجاذبية على كل قذرة من قذرات هؤلاء المظليين مما يهدده.

النظريّة والقانون العلمي

النظريّة تفسّر ظاهرة طبيعية بناءً على مشاهدات واستقصاءات مع مرور الزمن. وعلّمك سمعت عن نظرية أينشتاين في النسبية، أو عن النظرية الذريّة. تصف النظرية عموماً مبدأ رئيسيًّا في الطبيعة دعمه مع مرور الزمن. ولكن النظريات كلها تبقى عرضة للبحث، وقد يتم تعديلها، كـ أن النظريات تؤدي غالباً إلى استنتاجات جديدة. وتعد النظرية ناجحة إذا أمكن استخدامها للفحص بتوغّل صحيحة.

يتوصّل عدّة من العلماء أحياناً إلى الاستنتاجات نفسها عن بعض العلاقات في الطبيعة، ولا يجدون أي استثناءات لهذه العلاقات. أنت تعرّف مثلاً أنه كان سعد مراد قفز المظليين من الطائرةـ كـ هو مبين في الشكل 14-1ـ فائهم يعودون دائرياً إلى الأرض. لقد كان اسحق نيوتن متأكداً من وجود قوة تraction بين جميع الأشياء لذا اقترح القانون العام للجاذبيةـ إن قانون نيوتن قائم على صصف علاقة أوجدها الله في الطبيعة تدعّمها عدة تجارب. وعلى العلماء أن يطّورو فرضيات وتجارب أخرى لتفسّر وجود هذه العلاقات.

الخلاصة والسلامة في المختبر

ارجع إلى دليل المختبر لمزيد

التقويم 1-3

الخلاصة

- الخلاصة **يسأل** لما لا يستعمل العلماء مجموعة محددة من المخطوات في كل بحث يقرون به؟
- الطرق العلمية طرائق تُنظّم على مطابق المطلقات.
- لقد أخطأ مثلاً على بيانات كمية وأخر على بيانات نوعية.
- لقد طلب إليك أن تدرّس أثر درجة الحرارة في حجم بالون، فوجدت أن حجم البالون يزداد عند تسخينه. ما المغير المستقل؟ وما المغير التابع؟
- وما العامل الذي يبقى ثابتاً؟ وما الفيصل الذي سبق وأن
- أيّز ووضّح العامل شارل العلاقة المباشرة بين درجة الحرارة والحجم لجميع الغازات عند ضغط ثابت. هل تسمّي هذه العلاقة قانون شارل أم نظرية شارل؟ لماذا؟
- لقد تأكّدت من أنّ المقادير التي يقرون بها في التجربة ملائمة.
- لقد تأكّدت من أنّ المقادير التي يقرون بها في التجربة ملائمة.
- لقد تأكّدت من أنّ المقادير التي يقرون بها في التجربة ملائمة.

24

ستجده في نهاية كل فصل دليلاً للمراجعة متضمناً
المفردات والمفاهيم الرئيسية. استعمل هذا الدليل
للمراجعة وللتتأكد من مدى استيعابك.

طرائق أخرى للمراجعة

- اكتب **الفكرة العامة**.
- اربط **الفكرة الرئيسية** مع **الفكرة العامة**.
- استعمل كلماتك الخاصة لتوسيع ما قرأت.
- وظف المعلومات التي تعلّمتها في المنزل، أو في موضوعات أخرى تدرّسها.
- حدد المصادر التي يمكن أن تستخدمها للبحث عن مزيد من المعلومات حول الموضوع.

دليل مراجعة الفصل

2

كل شيء مكون من مادة، ولها خواص معينة.

1- خواص المادة

- المفاهيم الرئيسية** **يسأل** توجد معظم المواد الملاّفة على شكل مادة سليمة أو الحالات الملاّفة للمادة هي الصلبة والسائلة والغازية.
- يمكن ملاحظة الخواص الفيزيائية دون تغيير تركيب المادة.
- الخواص الكيميائية تصف قدرة المادة على الاندماج مع المواد الأخرى، أو التحول إلى مواد جديدة.
- قد تؤثر الظروف الخارجية في الخواص الفيزيائية والكيميائية.

المفردات

• المادة الصلبة

• الماء

•

Introduction to Chemistry



ماء متجمد



خشب يحترق



مسمار صدئ

الفكرة (ال العامة) الكيمياء علم أساسى في حياتنا.

1-1 قصة مادتين

الفكرة (ال رئيسة) الكيمياء هي دراسة المادة والتغيرات التي تطرأ عليها.

1-2 الكيمياء وإنادة

الفكرة (ال رئيسة) تتناول مجالات علم الكيمياء دراسة الأنواع المختلفة من المادة.

3-1 الطرائق العلمية

الفكرة (ال رئيسة) يتبع العلماء الطريقة العلمية لطرح أسئلة واقتراح إجابات لها واختبارها وتقويم نتائج الاختبارات.

4-1 البحث العلمي

الفكرة (ال رئيسة) بعض البحوث العلمية تؤدي إلى تطوير تقنية يمكن أن تحسن حيّاتنا والعالم من حولنا.

حقائق كيميائية

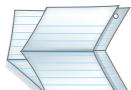
- إن الكثير من العمليات التي تجري حولنا هي نتيجة تفاعلات كيميائية.
- يدرس الكيميائيون التفاعلات الكيميائية، ومنها صدأ المسامير أو المواد الحديدية الأخرى، وانبعاث الضوء والحرارة الناتج عن الاحتراق.

نشاطات تمهيدية

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 سِّم الأجزاء الأربع كما يلي:
اللماحة، الفرضية، التجارب، النتيجة.

المطويات استعمل هذه المطوية في الأقسام

١-٤، ١-٣، ١-٢ من هذا الفصل. لخص ما
تقرؤه في هذه الأجزاء عن الطرائق العلمية، ودون
ما تعلمته عن المادتين المذكورتين في هذه الأقسام.

الكيمياء ببر المواقع الالكترونية

مراجعة محتوى هذا الفصل ونشاطاته ارجع إلى
الموقع:

www.obeikaneducation.com

المطويات

منظمات الأفراد

تجربة استهلاكية

أين ذهبت الكتلة؟

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



خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. استعمل ميزاناً رقمياً لقياس كتلة شمعة. سجل مقدار الكتلة، ولاحظات مفصلة عن الشمعة.
3. ضع الشمعة على سطح مقاوم للاحتراق، كطاولة ختبر، وأشعّل الشمعة، ثم دعها تحرق مدة خمس دقائق، ثم أطفئها، وسجل ملاحظاتك.

تحذير: لا تلق ألعاب النفايات في المغسلة.

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

التحليل

1. لخص ملاحظاتك عن الشمعة في أثناء احتراقها وبعد إطفائها.

2. قوم 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.

A story of Two Substances قصة مادتين

الأهداف

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

مراجعة المفردات

المادة : كل ما يشغل حيزاً وله كتلة.

المفردات الجديدة

الكيمياء

المادة الكيميائية

الفكرة الرئيسية الكيمياء هي دراسة المادة والتغيرات التي تطرأ عليها.

الربط مع الحياة قد تحاول أن تحل مشكلة ما فيؤدي ذلك إلى حدوث مشكلة أخرى. هل حرقت يوماً 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 أيضاً.

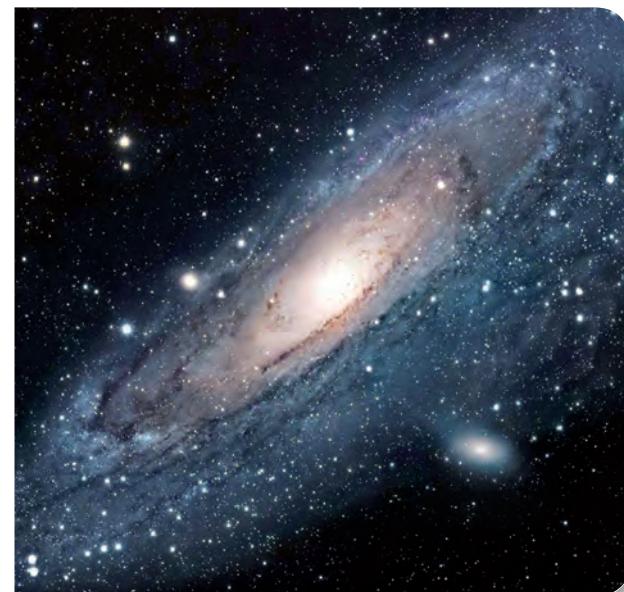
لماذا ندرس الكيمياء؟ Why Study Chemistry?

تتأمل 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 يسمّيها العلماء "مادة". لكن كيف تعرّف المادة؟ المادة كل شيء له كتلة ويشغل حيزاً.

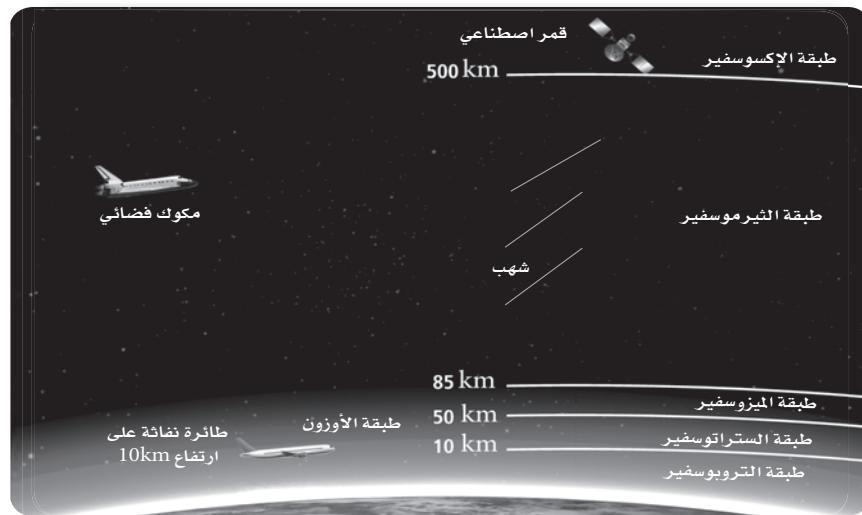
قد تتساءل وأنت تدرس الكيمياء عن أهميتها بالنسبة لنا.

تدرس الكيمياء المادة وتغيراتها، وتتوفر دراستها الكثير من الراحة والرفاهية للناس. ومن ذلك استعمالها في التبريد، كما في الثلاجات التي تستعمل في حفظ الأطعمة من التلف، والمكبات في المنازل والمدارس وأماكن العمل. كما تُعنى الكيمياء بصناعة الكريات 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 الاستراتوسفير.



المفردات

أصل الكلمة

Ozone أوزون 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 حرارة الشمس وسرطان الجلد. وينصح خبراء الصحة باستعمال هذا (الكريم) في أي وقت قد تتعرض فيه لأشعة الشمس التي تحتوي على الأشعة فوق البنفسجية.

طبقة الأوزون The Ozone Layer

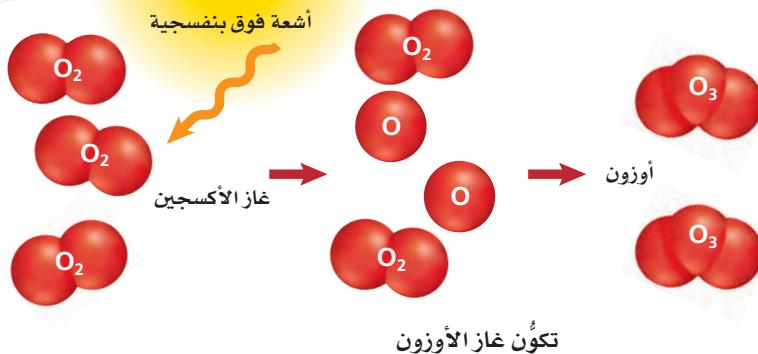
إن التعرض الزائد للأشعة فوق البنفسجية UV مؤذ للنباتات والحيوانات. كما أن المستويات العالية لأحد أنواع الأشعة فوق البنفسجية -والذي يرمز إليه بالرمز UVB- يمكن أن تسبب إعتاماً في العين، وسرطانًا في الجلد عند الإنسان، وتقلل من نواتج المحاصيل الزراعية، وتسبب خللاً في سلاسل الغذاء في الطبيعة.

لقد نشأت المخلوقات الحية رغم تعرضها لـ UVB ؟ فقد هيأ الله عز وجل لخلايا المخلوقات الحية بعض القدرة على إصلاح نفسها عند التعرض لمستويات منخفضة من هذه الأشعة. ويعتقد بعض العلماء أن وصول مستوى هذه الأشعة حدّاً معيناً 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 -المكون من ذرات الأكسجين - مادة كيميائية توجد في الغلاف الجوي، **والمادة الكيميائية لها تركيب** محدد وثابت. ويمتص غاز الأوزون معظم الأشعة الضارة قبل وصولها إلى الأرض. يتشرّح 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 تنفسه، ويكون فيها الغيوم، وفيها تحدث تقلبات الطقس. وتسمى الطبقة التي فوقها سтратوسفير، وتمتد بين 10-50 km فوق سطح الأرض، وفيها طبقة الأوزون التي تحمي الأرض، وهي تتصدّر معظم الأشعة الكونية (الأشعة فوق البنفسجية) قبل أن تصل إلى الأرض.

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





الشكل 3-1 الأشعة فوق البنفسجية

الصادرة عن الشمس تجعل جزءاً من جزيئات غاز الأكسجين O_2 يتحلل إلى ذرات أكسجين O ، وهذه الذرات المنفردة تتحد مع جزيئات أخرى من غاز الأكسجين O_2 وتكون غاز الأوزون O_3 .

فَسَرْ ما سبب التوازن بين غاز الأكسجين والأوزون في طبقة الستراتوسفير؟

تَكُونُ الْأَوْزُون كيف يتكون 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 مكوناً غاز الأكسجين، لذلك يحدث نوع من التوازن بين غاز 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 مؤشراً مناسباً 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 1-4 - لمراقبة كمية غاز الأوزون في الغلاف الجوي.

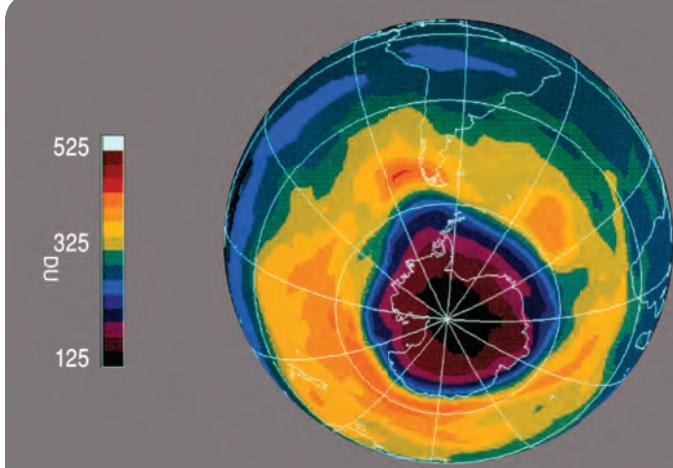


الشكل 1-4 يستعمل العلماء أنواعاً

مختلفة من الأجهزة، ومنها مطیاف بريور لقياس كمية غاز الأوزون في الجو.

الشكل 5-1 أكَدَت صور الأقمار الاصطناعية

قياسات فريق القارة المتجمدة الجنوبيَّة 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 أنَّ مستوى الأوزون يتراوح بين 125-200 DU، وهو أقل من المستوى الطبيعي الذي يبلغ 300 DU.



مهن في الكيمياء

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

وَجَدَ فريق بحث بريطاني انخفاض كمية غاز الأوزون في طبقة الستراتوسفير، واستنتجوا أنَّ سُمك طبقة الأوزون يتناقص. ويُبيَّن الشكل 5-1 كيف ظهرت طبقة الأوزون في أكتوبر من عام 1990 م.

ورغم أنَّ تقلُّص سُمك طبقة الأوزون يسمى عادةً "ثقب الأوزون" إلا أنه ليس ثقباً؛ فغاز الأوزون ما زال موجوداً، لكن سُمك الطبقة أقلَّ كثيراً من المعدل الطبيعي. وهذه الحقيقة سبَّبت قلقاً للعلماء، وخصوصاً بعد أن أيدَّتها القياسات التي قامت بها بالبالونات والطائرات والأقمار الاصطناعية. فما سبب ثقب الأوزون؟

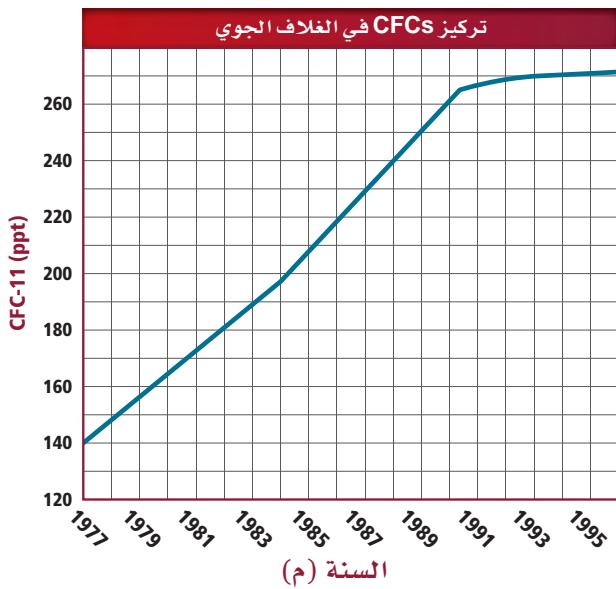
مركبات الكلوروفلوروكربيون Chlorofluorocarbons

بدأت قصتها في عشرينيات القرن الماضي؛ حيث ازداد إنتاج الثلاجات التي استُعملت في البداية غازات ضارة - منها الأمونيا - للتبريد. ولأنَّ أمونيا قد تتسرَّب من الثلاجة وتؤذِي أفراد البيت فقد بدأ الكيميائيون البحث عن مبردات أكثر أمناً. وقد حضر العالم توماس ميجلي Thomas Midgley عام 1928 م أول مركَّب من مركبات الكلوروفلوروكربيون التي يرمز إليها بـ CFCs، وهو مادة مكونة من الكلور والفلور والكربيون.

ويحضُّر الآن عدد من هذه المركبات - التي لا تكون طبيعياً - في المختبر، وهي غير سامة؛ لأنَّها لا تتفاعل مباشرة مع المواد الأخرى. وقد ظهر مع الوقت أنَّ هذه الغازات مبردات مثالية. في عام 1935 م بدأ استعمال هذه المواد في صناعة أجهزة التكييف المنزليَّة، كما دخلت في صناعة الثلاجات، بالإضافة إلى استعمالها في تصنيع البوليمرات، وفي دفع الرذاذ من علب الرش.

ماذا قرأت؟ فَسَرْ لِمَاذا فَكَرَّ العلماء أنَّ مركبات الكلوروفلوروكربيون CFCs

آمنة للبيئة؟



الشكل 6-1 جمع العلماء معلومات عن الاستعمال العالمي لمركبات الكلوروفلوروكتربون CFCs وترامكها فوق القارة المتجمدة الجنوبية. CFC-11 أحد أنواع CFCs.

اختبار الرسم البياني

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

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

بدأ العلماء الكشف عن وجود مركبات الكلوروفلوروكتربون CFCs في الجو في سبعينيات القرن الماضي، فقاموا بقياس كميتهما في الغلاف الجوي، ووجدوا أنها تزداد عاماً بعد آخر. وبحلول سنة 1995م وجدوا أن كميتهما وصلت مستوى عالياً، كما هو مبين في **الشكل 6-1**. وعلى أي حال فقد كان شائعاً على نطاق واسع أنها لا تشكل خطراً 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 الحدين؟

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

التقويم 1-1

الخلاصة

- الفكرة الرئيسية وضح أهمية دراسة الكيمياء للإنسان.
- الكيمياء هي دراسة المادة والتغيرات التي تطرأ عليها.
- المادة الكيميائية لها تركيب محدد وثابت.
- غاز الأوزون يوجد في طبقة الستراتوسفير.
- ويكون طبقة واقية للأرض من الأشعة فوق البنفسجية.
- CFCs مواد مصنعة مكونة من الكلور والفلور والكتربون، وتعمل على تقليل سمك طبقة الأوزون.
- عرف المادة الكيميائية، وأعط مثالين لمادتين كيميائيتين.
- صف كيف يتكون الأوزون؟ ولماذا يعد مهمًا؟
- وضح لماذا طورت مركبات الكلوروفلوروكتربون؟ وفيما تستعمل؟
- فسر سبب قلق العلماء من تزايد أشعة UVB في الجو.
- فسر سبب ازدياد تركيز CFCs في الغلاف الجوي.
- قوم لماذا كان من المهم تأكيد بيانات دوبسون عن طريق صور الأقمار الصناعية؟

الكيمياء والمادة Chemistry and Matter

الغرة الرئيسية تتناول مجالات علم الكيمياء دراسة الأنواع المختلفة من المادة.

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

المادة وخصائصها Matter and its Characteristics

المادة هي المكون الأساسي للكون. وللمادة أشكال عده؛ 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 يومياً مكونة من مادة لها كتلة. **والكتلة** هي مقياس كمية المادة. فالكتاب له كتلة ويشغل حيزاً، لكن هل الهواء مادة؟ أنت لا تستطيع رؤية الهواء أو الإحساس به أحياناً، لكنك عندما تنفس باللونا فإنه يتمدد ليسمح للهواء بالدخول فيه، ويصبح أثقل من ذي قبل، وهذا فالهواء مادة. هل كل شيء مادة؟ الأفكار والأراء التي تملأ رأسك ليست مادة، وكذلك الحرارة والضوء وموجات الراديو وال المجالات المغناطيسية. ما الأشياء التي ليست مادة؟ اذكر بعضها.

الكتلة والوزن هل سبق أن استعملت ميزاناً لقياس وزنك؟ **الوزن** ليس مقياساً لكمية المادة فحسب، وإنما هو أيضاً مقياس لقوة جذب الأرض للمادة. وقوة الجذب ليست ثابتة في جميع الأماكن على الأرض؛ فهي تصبح أقل عندما تتحرك بعيداً عن سطح الأرض. ربما لم تلاحظ فرقاً في وزنك عندما تنتقل من مكان إلى آخر، لكن فرقاً صغيراً يحدث حقاً.

الأهداف

- نقارن بين الكتلة والوزن.
- تفسير سبب اهتمام الكيميائيين بالوصف تحت المجهر للمادة.
- تحديد المجالات التي يدرسها كل فرع من فروع الكيمياء المختلفة.

مراجعة المفردات

التقنية : التطبيق العملي للمعرفة العلمية.

المفردات الجديدة

الكتلة

الوزن

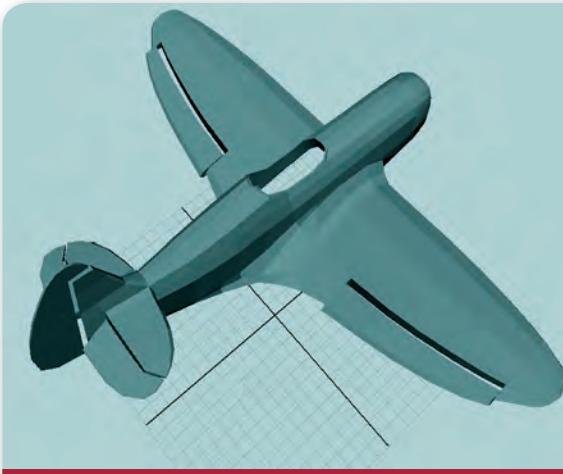
النموذج



الشكل 7-1 كل شيء في هذه الصورة

مادة وله كتلة ووزن.

قارن بين الكتلة والوزن.



نموذج طائرة



نموذج توسيعة الحرم المكي

قد يجدون من الأنساب للعلماء أن يستعملوا الوزن بدلاً 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 مقاييس 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 جدًا حتى أنه لا يمكن رؤيتها بال المجاهر الضوئية. وهذا تعدد 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 المجاهري، أو المستوى الذري. وكل ما نلاحظه عن المادة يعتمد على تركيب الذرات والتغيرات التي تحدث لها.

تهدف الكيمياء إلى تفسير الأحداث التي لا ترى بالعين المجردة، والتي يتيح عنها تغيرات ملحوظة. وتعد النماذج إحدى طرائق توضيح ذلك. **النموذج** تفسير مركب أو لفظي أو رياضي للبيانات التجريبية. ويستعمل العلماء عدة أنواع من النماذج لتمثيل الأشياء التي يصعب مشاهدتها، ومنها المواد المستعملة في البناء، والنماذج الحاسوبية للطائرة المبين في **الشكل 8-1**، كما يستعمل الكيميائيون نماذج مختلفة لتمثيل المادة.

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

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

استنتاج. لماذا يستعمل الكيميائيون النماذج لدراسة الدراسات؟

المطويات

ضمن مطويتك معلومات من هذا القسم.

الفردات

أصل الكلمة

الوزن

الاستعمال العلمي: الوزن هو مقاييس 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.

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

بعض فروع الكيمياء		الجدول 1-1
الفرع	مجال الدراسة	أمثلة
الكيمياء العضوية	معظم المواد التي تحتوي على الكربون	الأدوية، والبلاستيك
الكيمياء غير العضوية	المواد التي لا تحتوي على كربون عموماً	المعادن، والفلزات واللافلزات، وأشباه الموصفات
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، والتلخمر
الكيمياء البيئية	المادة والبيئة	التلوث، والدورات الكيميائية الحيوية
الكيمياء الصناعية	العمليات الكيميائية في الصناعة	الأصباغ، ومواد الطلاء
كيمياء المبلمرات	المبلمرات والمواد البلاستيكية	الأنسجة، ومواد الطلاء، والبلاستيك
الكيمياء الذرية	نظريات تركيب المادة	الروابط، وأشكال المدارات، والأطيف الجزيئية والذرية، والتركيب الإلكتروني
الكيمياء الحرارية	الحرارة الناتجة عن العمليات الكيميائية	حرارة التفاعل

الكيمياء : علم أساسى

Chemistry: The Central Science

الكيمياء هي دراسة المادة والتغيرات التي تطرأ عليها. إن فهم علم مادة الكيمياء يعد أساسياً لكل العلوم: الأحياء والفيزياء والأرض والبيئة وغيرها. وبسبب وجود أنواع كثيرة من المادة فإن مجالات الدراسة في الكيمياء تنوع؛ إذ تقسم الكيمياء تقليدياً إلى فروع تركز على دراسة معينة، ولكن الكثير منها يتداخل، كما هو مبين في الجدول 1-1. فالكيمياء العضوية وكيمياء المبلمرات تشتراكات 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 للهادفة تعكس سلوك الذرات التي لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة.
 - هناك فروع عدة لعلم الكيمياء، منها الكيمياء العضوية وغير العضوية والفيزيائية والتحليلية والحيوية.
 - فروع علم الكيمياء، منها الكيمياء العضوية، والكيمياء غير العضوية، والكيمياء الفيزيائية، والكيمياء التحليلية، والكيمياء الحيوية، والكيمياء البيئية، والكيمياء الصناعية، وكيمياء المبلمرات، والكيمياء الذرية، والكيمياء الحرارية.
8. الفكرة **الرئيسية** فسر سبب وجود عدة فروع لعلم الكيمياء.
9. فسر لماذا يستعمل العلماء الكتلة بدلاً من الوزن في قياساتهم؟
10. لخص لماذا يجب على الكيميائيين أن يدرسوا التغيرات التي لا ترى بالعين المجردة؟
11. استنتاج سبب استعمال الكيميائيين للنماذج لدراسة المادة التي لا ترى بالعين المجردة.
12. سُمّ ثلاثة نماذج يستعملها العلماء، وبين فائدة كل منها.
13. قوّم كيف يمكن أن يختلف وزنك وكتلتك على سطح القمر (جاذبية القمر تساوي سدس جاذبية الأرض)؟
14. قوّم هل يتغير وزنك في أثناء صعودك وهبوطك في المصعد؟ فسر إجابتك.

Scientific Methods الطائق العلمية

الأهداف

- تَحدِّدُ خطوات الطريقة العلمية.
- تَقارنُ بين أنواع البيانات.
- تَحدِّدُ أنواع المتغيرات.
- تَصِفُ الفرق بين النظرية والقانون العلمي.

الفكرة الرئيسية يتبع العلماء الطريقة العلمية لطرح أسئلة، واقتراح إجابات لها، واختبارها، وتقدير نتائج الاختبارات.

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

الطريقة النظامية في البحث

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 بطرق متشابهة؛ فكل عالم يحاول فهم عالمه بناءً على رؤية فردية وإبداع ذاتي، وغالباً ما يُستخلص أعمال عدّة 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، سواءً كانت كيميائية أو حيوية أو فيزيائية أو غير ذلك. يتبع 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 يصفوا طرائقهم عند عرض نتائج أبحاثهم. وإذا لم يستطع العلماء الآخرون تأكيد النتائج باتباع الخطوات نفسها فإن هناك شكّاً في صدق النتائج.

مراجعة المفردات

الطريقة النظامية : أسلوب منظم لحل المشكلات.

المفردات الجديدة

الطريقة العلمية

البيانات النوعية

البيانات الكمية

الفرضية

التجربة

المتغير المستقل

المتغير التابع

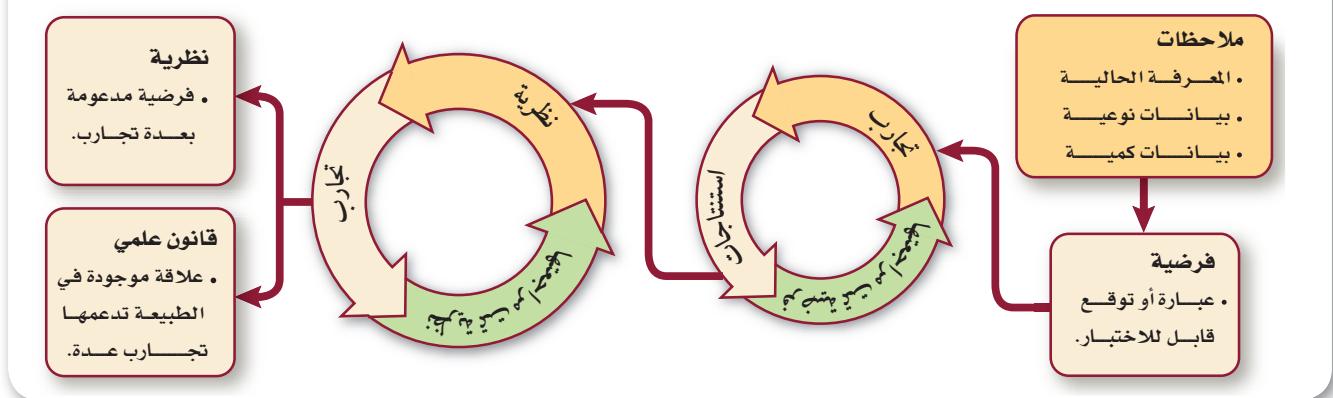
الضابط

الاستنتاج

النظرية

القانون العلمي

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



تجربة

تطوير مهارات الملاحظة

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.

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

التحليل

1. صُف ما شاهدته في الخطوة 4.

2. صُف ما شاهدته في الخطوة 7.

3. استنتاج الزيت والدهن في الحليب والشحم ينتميان إلى فئة من المواد تسمى "لبييدات". ماذا تستنتج عند إضافة المنظف إلى صحن الماء؟

4. فسر. لماذا كانت مهارات الملاحظة مهمة في هذه التجربة؟

خطوات العمل



1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. أضف ماء إلى طبق بترى حتى ارتفاع 0.5 cm . ثم استعمل مخبأً مدرجاً لقياس 1 mL 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 حليباً كاملاً إلى طبق بترى آخر حتى ارتفاع 0.5 cm .

الشكل 10-1 البيانات الكمية
معلومات رقمية. أما البيانات النوعية فهي ملاحظات توصف باستعمال الحواس.
عين البيانات الكمية والنوعية في الصورة.

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

يجمع الكيميائيون عادة نوعاً 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 الاستراتوسفير. وقد تولد لديها 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، لكنهما عرفاً أن هذه المواد تصعد إلى طبقات الجو العليا، فوضعاً فرضية تقول إن هذه المركبات تتحلل نتيجة التفاعل مع الأشعة فوق البنفسجية الآتية من الشمس. كما وضعوا 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؟ استنتاج لماذا تكون الفرضية مؤقتة؟



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 وينفذوها 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°C).

ولأن درجة الحرارة هي المتغير الذي تخطط لتغييره فهي **متغير مستقل**. فإذا وجدت مجموعتك أن كمية من الملح تذوب تماماً خلال دقيقة واحدة عند 40°C ، فإن الكمية نفسها تحتاج إلى 3 دقائق لتذوب تماماً عند درجة 20°C ؛ وذلك لأن درجة الحرارة تؤثر في سرعة ذوبان الملح. وتسمى سرعة الذوبان هذه **متغيراً تابعاً**؛ لأن قيمتها تتغير تبعاً للتغيير المستقل. ورغم أن مجموعتك تستطيع تحديد الكيفية التي تغير بها المتغير المستقل إلا أنها لا تستطيع التحكم في الكيفية التي يتغير بها المتغير التابع.

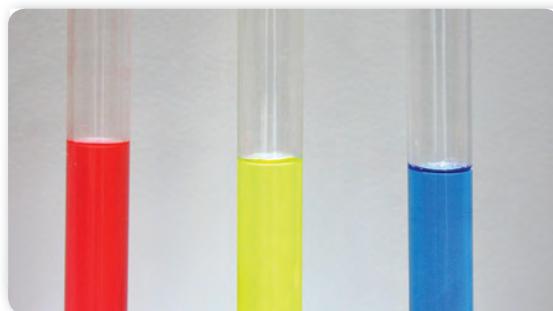
ماذا قرأت؟ وضح الفرق بين المتغير المستقل والمتغير التابع.

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 ثم فإن المتغير المستقل هو الوحيد الذي يُسمح بتغييره في التجربة المخطط لها جيداً. 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.

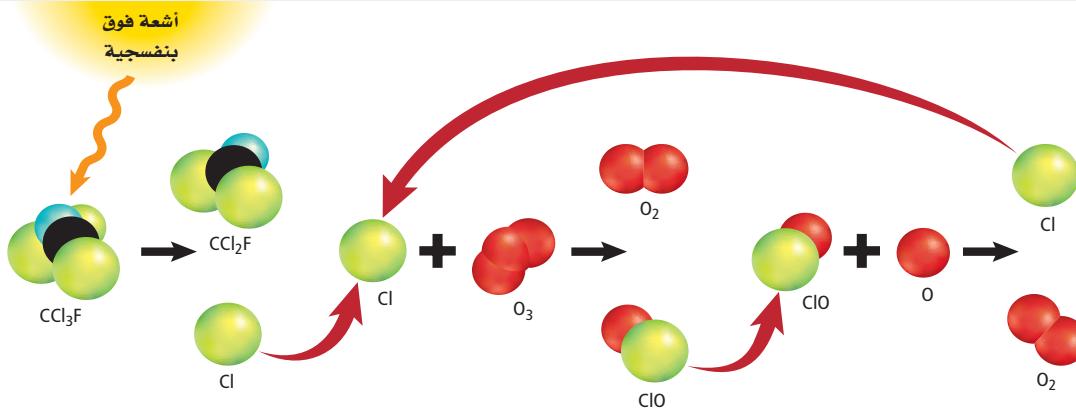
من المهم وجود **ضابط** للمقارنة في كثير من التجارب. ففي التجربة السابقة يعد الماء عند درجة حرارة الغرفة هو الضابط. وبين الشكل 12-1 ضابطاً من نوع آخر؛ فقد أضيف كاشف كيميائي إلى كل من الأنابيب الثلاثة، وهناك محلول حمضي في الأنوب الموجود عن اليسار، لذا تحول لون الكاشف فيه إلى الأحمر. أما الأنوب الأوسط فيحتوي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



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



الشكل 12-1 لأن حموضة المحاليل في هذه الأنابيب معروفة فمن الممكن أن تستعمل بوصفها ضوابط في تجربة ما.
استنتاج إذا أضيف كاشف كيميائي إلى محلول مجهول الحموضة فكيف تحدد ما إذا كان محلول حموضاً أو متعدلاً أو قاعدياً؟



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

ثم يقوم الكلور بدمير غاز الأوزون بالاتحاد معه الأكسجين O_2 والكلور Cl . ثم يتعدد الكلور الحر مع جزيء ClO وتكوين غاز الأكسجين O_2 وأول أكسيد الكلور ClO . غاز أوزون آخر، وتكرر العملية.

الشكل 13-1 يبيّن 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. فعل سيل 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 وتغيير الأشعة فوق البنفسجية قد يغيّران من نتائج أي تجربة في أي وقت، مما يجعل المقارنة صعبة. وقد يكون من الأسهل أحياناً حماكة الظروف مختبرياً، بحيث يمكن ضبط المتغيرات بسهولة.

الاستنتاج يمكن أن تُظهر التجربة قدرًا كبيرًا من البيانات، وهذه البيانات يأخذها العلماء عادة، ويحللونها، ويقارنونها بالفرضية للتوصيل إلى استنتاج. **الاستنتاج** 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.

وضع مولينا ورولاند فرضية عن ثبات مركبات CFCs في طبقة الستراتوسفير، وجمعوا بيانات تؤيد فرضيتها، كما طورا 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 تكُون الكلور وتناول 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، وتوصلا إلى استنتاج أن غاز الأوزون في الستراتوسفير يمكن أن يتحطم بفعل مركبات CFCs، وكان لديهما دعم كاف لفرضياتهما مكّنها من نشر اكتشافهما، ففازا بجائزة نوبل عام 1995م.

المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.



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

النظرية والقانون العلمي

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

يتوصل عدد من العلماء أحياناً إلى الاستنتاجات نفسها عن بعض العلاقات في الطبيعة، ولا يجدون أي استثناءات لهذه العلاقات. أنت تعرف مثلاً أنه منها كان عدد مرات قفز المظللين من الطائرة - كما هو مبين في الشكل 14-1 - فإنهم يعودون دائمًا إلى الأرض. لقد كان إسحق نيوتن متأكداً 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 يطوروا فرضيات وتجارب أخرى لتفسير وجود هذه العلاقات.

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

التقويم 1-3

الخلاصة

15. **الفكرة** > الرئيسية فسر لماذا لا يستعمل العلماء مجموعة محددة من الخطوات في كل بحث يقومون به؟
16. فرق أعط مثالاً على بيانات كمية وآخر على بيانات نوعية.
17. قوم طلب 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 يبقى ثابتاً؟ وما الضابط الذي ستقارن به؟
18. ميز وصف العالم شارل العلاقة المباشرة بين درجة الحرارة والحجم لجميع الغازات عند ضغط ثابت. هل نسمى هذه العلاقة قانون شارل أم نظرية شارل؟ لماذا؟
19. فسر النماذج العلمية الجيدة يمكن فحصها واستعمالها للقيام بتوقعات. ماذا توقع نموذج مولينا ورولاند عن كمية غاز الأوزون في الجو عند ارتفاع كمية CFCs؟

- الطائق العلمية طائق منظمة لحل المشكلات.
- البيانات النوعية تصف ملاحظة ما، والبيانات الكمية تستعمل الأرقام.
- المتغيرات المستقلة تغير في التجربة، أما المتغيرات التابعة فتتغير تبعاً للتغيرات المستقلة.
- النظرية فرضية يدعمها الكثير من التجارب.

البحث العلمي Scientific Research

الأهداف

الفكرة الرئيسية بعض البحوث العلمية تؤدي إلى تطوير تكنيات 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 اكتشفت الأشعة السينية (X-rays) مثلاً عندما كان العلماء يجرون بحثاً نظرياً (أساسياً) على أنابيب التفريغ الكهربائي، ثم اكتشفوا أن هذه الأشعة يمكن أن تستعمل في التشخيص الطبي.

أنواع الدراسات والأبحاث العلمية

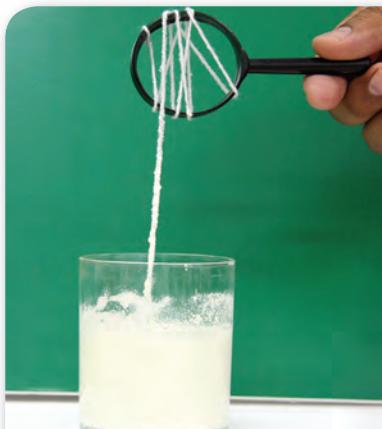
Types of Scientific Investigations

يطلع 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 وال النوعية لحل الأنواع المختلفة من المشكلات العلمية؟ يجري العلماء **بحوثاً 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 يبيئ في ذلك الوقت على وجود علاقة بين نموذجها وطبقية الستراتوسفير. وقد بيئ بحثهما أن مركبات CFCs يمكن أن تسرع 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. **والبحث التطبيقي** بحث يجري لحل مشكلة محددة. فما زال العلماء يراقبون كميات CFCs في الجو والتغيرات السنوية في كمية غاز الأوزون في الستراتوسفير، انظر الشكل 15-1. كما تجري أبحاث تطبيقية من أجل الحصول على بدائل لمركبات CFCs التي أصبحت منوعة.



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 محلول.

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

اكتشافات غير مقصودة كثيراً ما يُجرب العالم تجربة، 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  **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 (فطر) 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 1931 قام موظف يدعى جولييان هيل بغمس قضيب زجاجي ساخن في مخلوط من المحاليل، وبشكل غير متوقع سحب أليافاً طويلة كتلك المبينة في **الشكل 1-16**. 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 1-16**.

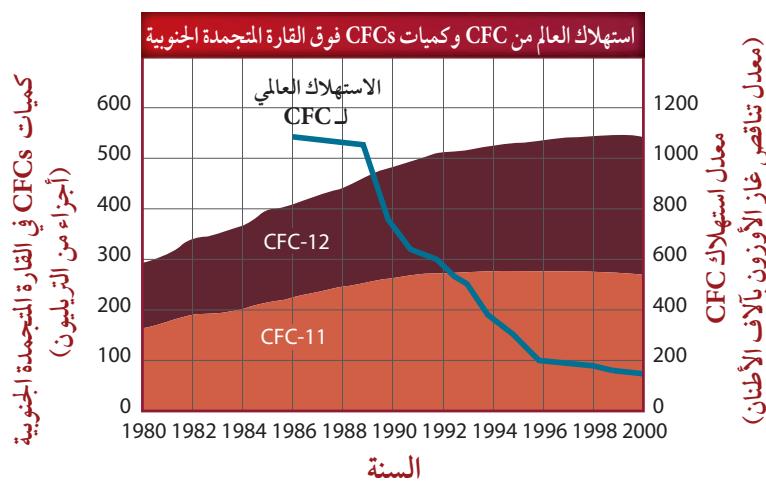
الطلاب في المختبر Students in the Laboratory

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 **1-2** 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

16. احفظ المواد القابلة للاشتعال بعيداً عن اللهب.	1. ادرس التجربة العلمية (المختبرية) المحددة لك قبل أن تأتي إلى المختبر، وإذا كان لديك أسئلة فاطلب مساعدة المعلم.
17. لا تستعمل المواد السامة والقابلة للاشتعال إلا تحت إشراف معلمك. استعمل خزانة طرد الغازات عند استعمال هذه المواد.	2. لا تُجرب التجارب دون إذن معلمك، ولا تعمل بمفرده أبداً. تعلم كيف تطلب المساعدة عند الضرورة.
18. عند تسخين مادة في أنبوب اختبار لا توجه فوهة الأنبوب إلى جسمك أو إلى شخص آخر، ولا تنظر أبداً في فوهة الأنبوب.	3. تفهم رموز السلامة. اقرأ جميع علامات التحذير وتقيد بها.
19. لا تسخن المخابير المدرجة أو السحاحات أو الماصات باستعمال اللهب بتنز.	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.
20. تونج الحرر عند الإمساك بأجهزة ساخنة أو زجاج ساخن؛ فالزجاج الساخن لا يختلف في مظهره عن الزجاج البارد.	5. لا تلبس عدسات لاصقة في المختبر، حتى تحت النظارات؛ لأنها قد تتصن الأبخرة، وقد يصعب إزالتها.
21. تخلص من الزجاج المكسور، والمواد الكيميائية غير المستعملة، ونواتج التفاعلات كما يطلب المعلم.	6. تجنب لبس الملابس الفضفاضة أو الأشياء المتسلية مثل الشماغ. والبس الأحذية المغلقة على أصابع القدم.
22. اعرف الطريقة الصحيحة لتحضير محليل الأحماض. أضف الحمض دائمًا إلى الماء ببطء.	7. لا تدخل الطعام والشراب إلى المختبر ولا تأكل في المختبر أبداً.
23. أبق منطقة الميزان نظيفة دائمًا، ولا تضع المواد الكيميائية على كفة الميزان مباشرة.	8. اعرف مكان وكيفية استعمال طفاعة الحريق والماء، وبطانية الحريق، والإسعافات الأولية، وقواطع الغاز والكهرباء.
24. بعد الانتهاء من التجربة نظف الأدوات واحفظها، ونظف مكان العمل، وتتأكد من إطفاء الغاز وإغلاق مصدر الماء. اغسل يديك بالماء والصابون قبل أن تغادر المختبر.	9. نظف الأشياء التي تنسكب على الأرض والمرات والأدوات، وأخبر معلمك عن أي حادث أو جرح أو إجراء عملي خاطئ أو عطل في الأدوات.
	10. إذا لامست 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 ثلاثة مرات قبل حملها، وفي أثناءه وبعد إرجاعها إلى مكانها الأصلي.
	12. لا تأخذ العبوات إلى مكان عملك ما لم يطلب إليك ذلك. استعمل أنابيب اختبار أو أوراقاً أو كؤوساً للحصول على المواد الكيميائية. خذ كميات قليلة؛ لأن الحصول على كمية إضافية لاحقاً أسهل من التخلص من الفائض.
	13. لا تُعدِّ المواد الكيميائية غير المستعملة إلى العبوة الأصلية.
	14. لا تدخل القطرارة في عبوات المواد الكيميائية، بل اسكب قليلاً من المادة الكيميائية في كأس، ثم استعمل القطرارة.
	15. لا تندوقي أبداً أي مادة كيميائية أو تسحبها بفمك، بل بالماصة.



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

وتستمر القصة The Story Continues

لند الآن إلى المادتين اللتين سبق الحديث عنها. لقد حدث الكثير منذ أن وضع مولينا ورولاند فرضيتهما في سبعينيات القرن الماضي عن دور مركبات CFCs في تفكك 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 أيضاً، 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 1-17 فإن الاستعمال العالمي لمركبات CFCs بدأ يتراجع بعد ميثاق مونتريال. وعلى أي حال فإن الشكل يبين أن كمية CFCs فوق القارة المتجمدة الجنوبيّة لم تقلص مباشرة.

المطويات

ضمن مطويتك معلومات من هذا القسم.

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

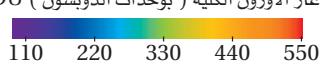
ثقب الأوزون حاليًّا عرف العلماء أيضًا أن ثقب الأوزون يتكون سنويًّا فوق القارة المتجمدة الجنوبيّة في فصل الربيع. وت تكون غيوم جليديّة في طبقة الستراتوسيف فوق هذه القارة عندما تنخفض درجات الحرارة هناك إلى -78°C . وهذه الغيوم تحدث تغييرات تساعد على إنتاج كلوروبروم نشطين كيميائيًّا. وعندما تبدأ درجة الحرارة في الارتفاع في الربيع يبدأ هذان العنصران النشطان في التفاعل مع غاز الأوزون مسبيّن تناقصه، الأمر الذي يؤدي إلى حدوث ثقب في الأوزون فوق القارة المتجمدة الجنوبيّة. 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.

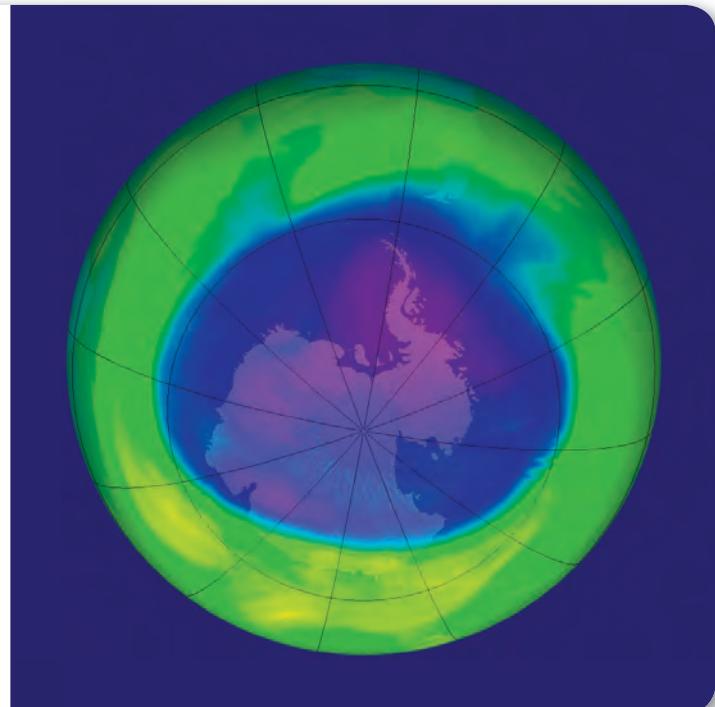
ماذا قرأت؟  بين العوامل التي تؤثّر تكون ثقب الأوزون فوق القارة القطبية الجنوبيّة.

يبيّن الشكل 18-1 ثقب الأوزون فوق القارة المتجمدة الجنوبيّة في سبتمبر من عام 2005م. وقد بلغ سمك طبقة الأوزون حده الأدنى في ذلك الشهر من السنة. وإذا قارنت بين الألوان في الصورة وفتح اللون فستدرك أن مستوى غاز الأوزون يقع بين DU 110 و 200. لاحظ أن مستوى غاز الأوزون في معظم المنطقة المحيطة بثقب الأوزون حوالي DU 300، وهو مستوى طبيعي.

الشكل 18-1 وصل سمك طبقة الأوزون فوق القارة المتجمدة الجنوبيّة إلى أقل سمك له في سبتمبر 2005م. يبيّن مفتاح الألوان أدناه ما يمثّله كل لون في هذه الصورة المأخوذة بالقمر الاصطناعي.

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

كمية غاز الأوزون الكلية (بوحدات الدوبسون) DU

 110 220 330 440 550



ومن الجدير بالذكر أن العلماء لا يزالون غير متأكدين من تحديد الوقت الذي تعود فيه طبقة الأوزون إلى ما كانت عليه. فقد توقعوا أنها سوف تعود إلى وضعها عام 2050م، إلا أن النهاذج الحاسوبية الحديثة توقع أنها لن تبدأ في استعادة وضعها قبل عام 2068م. على أن تحديد موعد دقيق لذلك ليس منهاً ما دام أنها ستعود يوماً ما.

فوائد الكيمياء The Benefits of Chemistry

يُعد الكيميائيون جزءاً من العلماء الذين يحلون الكثير من المشكلات أو القضايا التي نواجهها هذه الأيام. وهم لا يشاركون فقط في حل مشكلة تآكل الأوزون، بل إنهم يشاركون في التوصل إلى اكتشاف بعض الأدوية ولقاحات الأمراض، ومنها الإيدز والأنفلونزا. وغالباً ما يرتبط الكيميائي مع كل موقف يمكن أن تتخيله؛ لأن كل شيء في الكون مكون من مادة.

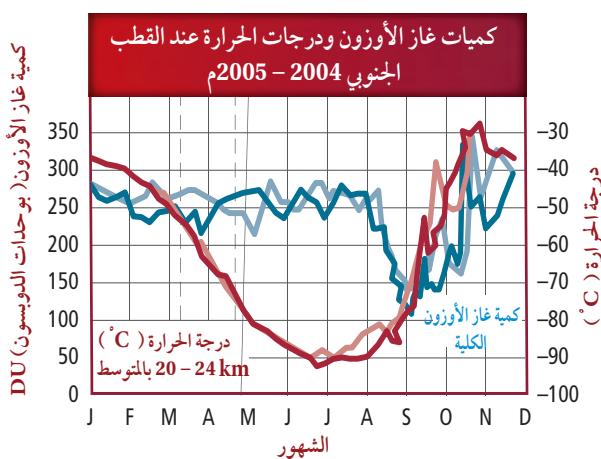
نحوية
الاستعمال الفعال
لموقد بنزن
ارجع إلى دليل التجارب العملية

مختبر تحليل البيانات

فسر الرسوم البيانية

البيانات والملاحظات

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



كيف تختلف مستويات غاز الأوزون في أشلاء السنة في القارة المتجمدة الجنوبيّة؟

تستمر بعض مراكز الأبحاث في مراقبة تركيز غاز الأوزون في طبقة الستراتوسيفير فوق القارة المتجمدة الجنوبيّة.

التفكير الناقد

1. صُف نمط تغير الكمية الكلية لغاز الأوزون ودرجة الحرارة على ارتفاع 20-24 km عن سطح الأرض.

2. قُوّم كيف تختلف بيانات عام 2004 عن بيانات 2005؟

3. حدد الشهر الذي كانت كمية الأوزون فيه أقل ما يمكن.

4. قُوّم هل تؤيد هذه البيانات ما درسته سابقاً في هذا الفصل عن تفكك غاز الأوزون؟ فسّر إجابتك.



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 تحرّك 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، وبعدها 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** > **الرئيسيّة** سم ثلاثة منتجات تقنية حَسَّنت من حياتنا أو العالم من حولنا.
21. قارن بين البحث النظري والبحث التطبيقي.
22. صنف 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 متذللة مثل الشماغ في المختبر.
24. فسر الأشكال العلمية ما احتياطات السلامة التي ستستخدمها عند رؤية رموز السلامة التالية؟



في الميدان

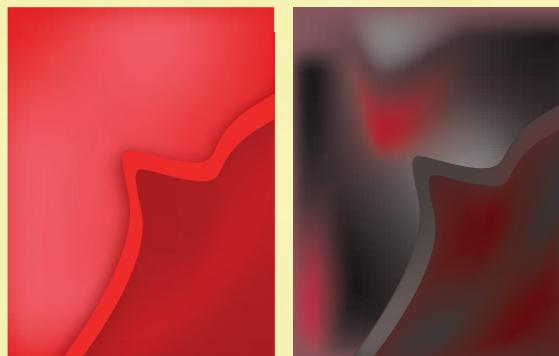
مهن: مرمم اللوحات الفنية

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 مرمم اللوحات الفنية، وهي عملية ليست سهلة؛ لأن المواد المستعملة في الترميم قد تتلف اللوحات الفنية.

الأكسجين في الجو يشكل الأكسجين 21% من الغلاف الجوي، وهو غالباً 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 كيميائياً، إلا أن الأكسجين الذري أنشط؛ فهو يستطيع إتلاف مركبات الفضاء في مداراتها. وهذا سبب قيام وكالة الفضاء الأمريكية NASA بدراسة تفاعل الأكسجين الذري مع غيره من المواد.

الأكسجين والفن التشكيلي الأكسجين الذري نشط وخصوصاً 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 فيُظهر اللوحة بعد معالجتها بالأكسجين الذري، ولم يحدث تلف إلا ما حدث للإطار اللامع للوحة.

الكتابة في الكيمياء

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

تعرف مصدر الماء

جدول البيانات	
ارتفاع الرغوة	العينة
	D
1	
2	

8. التنظيف والخلص من النفايات تخلص من السوائل في المغسلة، واسطافها بماء الصنبور. ثم أعد أدوات المختبر جميعها إلى أماكنها.

حل واستنتاج

- قارن أي العينتين أنتجت رغوة أكثر؟
- استنتاج يتيح الماء اليسير رغوة أكثر من الماء العسر. استعن بالجدول أدناه لتحديد المنطقة التي أخذت منها كل عينة.
- احسب إذا كان حجم عينة الماء العسر الذي حصلت عليه من معلمك 50 mL وتحتوي على 7.3 mg من الماغنسيوم فيما مقدار عسر الماء في هذه العينة وفقاً للجدول أدناه؟ $(50 \text{ mL} = 0.5 \text{ L})$.

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

- 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؟
- تحليل الخطأ هل يمكن تغيير خطوات العمل لجعل النتائج أكثر دقة؟ فسر ذلك.

التوسيع في الاستقصاء

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

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 تقايس بوحدة mg/L . افترض وجود عينتين من الماء في مختبر تحليل الماء، إحداهما ماء يسر أخذ من المنطقة A والأخر ماء عسر أخذ من المنطقة B. سؤال من أي منطقة أخذت العينتان؟

المواد والأدوات الالزمة

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

إجراءات السلامة

خطوات العمل

- املاً بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
- رسم جدول بيانات كالموضح في العمود الثاني، ثم عنون أنابيب الاختبار الثلاثة: D (للماء المقطر)، 1 (لليعة 1)، 2 (لليعة 2).
- قس 20 mL من الماء المقطر بالمخبار المدرج، واسكه في أنبوب الاختبار D.
- ضع أنبوب الاختبار 1 و 2 بجانب الأنبوب D وضع علامة على كل أنبوب تمثل ارتفاع الماء في الأنبوب D.
- أحضر 50 mL من ماء العينة 1 من معلمك، واسكه ببطء في الأنبوب 1 حتى يصل إلى مستوى العلامة التي وضعتها.
- أحضر 50 mL من ماء العينة 2 من معلمك، واسكه ببطء في الأنبوب 2 حتى يصل إلى مستوى العلامة التي وضعتها.
- 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.

دليل مراجعة الفصل

1

الفكرة (العامة) الكيمياء علم أساسى في حياتنا.

1-1 قصة مادتين

المفاهيم الرئيسية

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

الفكرة (الرئيسية) الكيمياء هي دراسة المادة والتغيرات التي تطرأ عليها.

المفردات

- الكيمياء
- المادة الكيميائية

2-1 الكيمياء والمادة

المفاهيم الرئيسية

- السماذج 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 عدّة لعلم الكيمياء، منها الكيمياء العضوية وغير العضوية والفيزيائية والتحليلية والحيوية.

الفكرة (الرئيسية) تتناول مجالات علم الكيمياء دراسة الأنواع المختلفة من المادة.

المفردات

- الكتلة
- الوزن
- النموذج

3-1 الطرائق العلمية

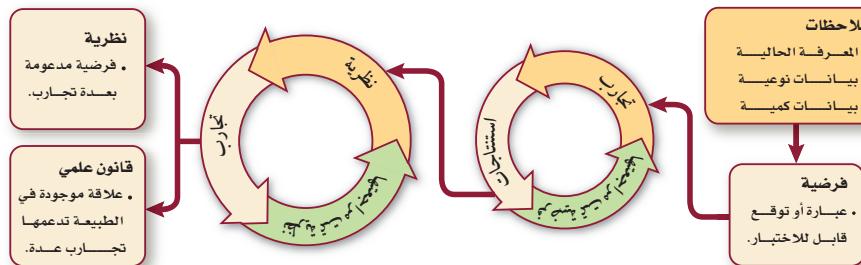
المفاهيم الرئيسية

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

الفكرة **الرئيسية** يتبع العلماء الطريقة العلمية لطرح أسئلة واقتراح إجابات لها واختبارها وتقدير نتائج الاختبارات.

المفردات

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



4-1 البحث العلمي

المفاهيم الرئيسية

- الطرائق العلمية يمكن أن تستعمل في البحوث النظرية والتطبيقية.
- بعض الاكتشافات العلمية تتم دون قصد، وبعضاً 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.

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

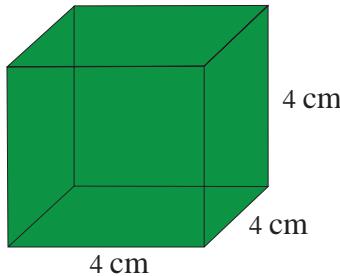
المفردات

- البحث النظري
- البحث التطبيقي

إتقان المفاهيم

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 أن 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 مثلاً على كل منهما.

37. ما الفرق بين الفرضية والنظريه والقانون؟

38. تجربة 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 ثابتاً في هذه التجربة؟

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

a. كتلة كأس 6.6 g.

b. بلورات السكر بيضاء ولا معة.

c. الألعاب النارية ملونة.

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

25. عرف كلاً من المادة الكيميائية والكيماء.

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 بين الشكل 1-6 أن مستوى CFC كان 272 ppt عام 1995م. وإذا كانت النسبة المئوية تعني أجزاء من المائة، فما النسبة المئوية التي تمثلها 272 ppt؟

1-2

إتقان المفاهيم

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

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

إتقان حل المسائل

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

تقدير إضافي

الكتابة في الكيمياء

46. استنزاف غاز الأوزون اكتب وصفاً تبيّن فيه استنزاف مركبات الكلوروفلوروکربون CFCs لغاز الأوزون خلال الزمن.
47. التقنية اذكر تطبيقات تقنية للكيمياء من واقع حياتك. أعدّ كتيباً 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 1991 إلى 2005 م.



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 2000 م و2005 م؟ قارن بينه وبين متوسط مساحتها بين عامي 1995 م و2000 م؟

تقدير حل المسائل

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

1-4

تقدير المفاهيم

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

- a. ادرس واجب المختبر المحدد لك....
- b. أبق الطعام والشراب و
- c. اعرف أين تجده، وكيف تستعمل

تقدير 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؟

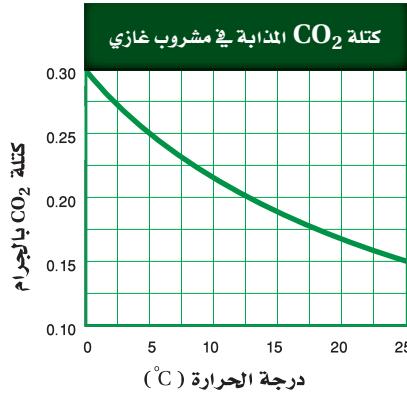
التفكير الناقد

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. صنف تفكك مركبات CFCs لتكون مواد كيميائية تتفاعل مع الأوزون. هل هذه ملاحظة عينية أم مجرّبة؟

اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد



1. ما الشيء الذي يجب ألا تفعله في أثناء العمل في المختبر؟
- قراءة المكتوب على العبوات قبل استعمال محتوياتها.
 - إعادة المتبقي من المواد الكيميائية إلى العبوات الأصلية.
 - استعمال كميات كبيرة من الماء لغسل الجلد الذي تعرض للمواد الكيميائية.
 - أخذ ما تحتاج إليه فقط من المواد الكيميائية.
2. ما العامل الذي يبقى ثابتاً في أثناء التجربة؟
- درجة الحرارة.
 - كمية CO₂ المذابة في كل عينة.
 - كمية المشروب الغازي في كل عينة.
 - المتغير المستقل.
3. إذا افترضنا أن جميع البيانات التجريبية صحيحة فإن الاستنتاج المعقول من هذه التجربة هو:
- تدوب كميات كبيرة من CO₂ في السائل عند درجات حرارة منخفضة.
 - تحتوي العينات المختلفة من المشروب على الكمية نفسها من CO₂ عند كل درجة حرارة.
 - العلاقة بين درجة الحرارة والذائبية للمواد الصلبة هي العلاقة نفسها لـ CO₂.
 - يدوب CO₂ بشكل أفضل في درجات الحرارة العالية.
4. الأسلوب العلمي الذي اتبعه هذا الطالب يبين أن:
- البيانات التجريبية تدعم الفرضية.
 - التجربة تصف بدقة ما يحدث في الطبيعة.
 - تخطيط التجربة ضعيف.
 - يجب رفض الفرضية.

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

صفحة من دفتر مختبر أحد الطالب

الخطوة	ملاحظات
الملاحظة	<ul style="list-style-type: none"> المشروبات الغازية تزداد فوراً عندما تسخن. المشروبات الغازية تتوفر لأنها تحتوي على غاز ثاني أكسيد الكربون المذاب.
الفرضية	<ul style="list-style-type: none"> يزداد ذوبان ثاني أكسيد الكربون بازدياد درجة الحرارة. هذه العلاقة تنطبق على ذاتية المواد الصلبة.
التجربة	<ul style="list-style-type: none"> قياس كتلة ثاني أكسيد الكربون في عينات مختلفة من مشروب غازي عند درجات حرارة مختلفة.
تحليل البيانات	انظر الرسم البياني.
النتيجة	

اختبار مقنن

8. أي الطالب استخدم ضابطاً 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 | | | | |
|--------------------------------|---------|-----------------------|-------|--------|
| الكتافة
g/cm ³ | اللون | درجة الانصهار
(°C) | الرمز | العنصر |
| 0.986 | رمادي | 897.4 | Na | صوديوم |
| 1.83 | أبيض | 44.2 | P | فوسفور |
| 8.92 | برتقالي | 1085 | Cu | نحاس |
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 متقدمة في الاختبار. هل هذا استعمال مناسب لمصطلح نظرية؟ فسر إجابتك.
- أسئلة الإجابات المفتوحة**
- أجب عن السؤالين 12 و 13 المتعلقين بالتجربة التالية: تبحث طالبة كيمياء في كيفية تأثير حجم الجسيمات في سرعة الذوبان. حيث قامت بإضافة مكعبات سكر، وحببات سكر، وسكر مطحون على الترتيب إلى ثلاثة أكواب ماء، وحركت المحاليل مدة 10 ثوان، 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 ثابتاً في هذه التجربة؟ ولماذا؟
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 لتسير السيارات.
7. ما فرع علم الكيمياء الذي يستقصي تحمل 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 |

المادة - الخواص والتغيرات

Matter – Properties and Changes

2

الـ



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

1-2 خواص المادة

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

2-2 تغيرات المادة

الفكرة الرئيسية يمكن أن يحدث للمادة تغيرات فيزيائية وكميائية.

3-2 المخاليط

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

4-2 العناصر والمركبات

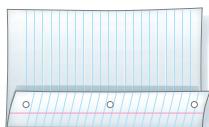
الفكرة الرئيسية المركب مكون من عنصرين أو أكثر متهددين معًا اتحاداً كيميائياً.

حقائق كيميائية

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

نشاطات تمهيدية

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



المطويات

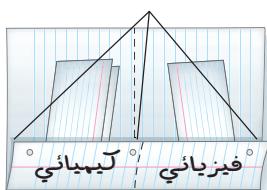
منظمات الأفكار

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



الخطوة 2 اطو الورقة من المنتصف.

دبابيس تثبيت



الخطوة 3 افتح الورقة، وثبتها، كما في الشكل؛ لتكون جيبين. سـمـ الجيبيـن: فـيـزيـائـيـ وـكـيـمـيـائـيـ.

المطويات استعمل هذه المطوية في

القسمين 1-2 و 2-2 من هذا الفصل. عندما تقرأ هذه الأقسام استعمل بطاقات أو أربع أوراق عاديـة لتلخيص ما تعلـمـتـهـ عنـ خـواـصـ المـادـةـ وـتـغـيـرـاتـهاـ. ضـعـ هـذـهـ الـبـطـاقـاتـ فيـ جـيـوـبـ المـطـوـيـةـ.

الكيمياء ببر المواقع الالكترونية

مراجعة محتوى هذا الفصل ونشاطاته ارجع إلى الموقع:

www.obeikaneducation.com

تجربة استئصال الأذن

كيف يمكنك ملاحظة التغير الكيميائي؟

معظم المواد المألفة لا تغير كثيراً مع الوقت، لكن مزج المواد معًا يجعل التغير ممكناً.

خطوات العمل



1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.

2. ضع قطعة من فلز الخارصين في أنبوب اختبار كبير.

3. ثبت الأنوب بيماسك في حامل، بحيث تكون فوهة الأنوب بعيدة عنك.

تحذير: HCl قد يتـجـأـبـ بـأـبـخـرـةـ ضـارـةـ وـيـسـبـ الـحـرـوقـ.

4. خذ 10 mL من محلول حمض الهيدروكلوريك الذي تركـيزـهـ 3M باستعمال مخار مدرج، ثم ضـعـهـ عـلـىـ طـاـوـلـةـ المـخـبـرـ.

5. أشعل شـظـيـةـ خـشـبـ بـعـوـدـ ثـقـابـ مـدـةـ خـمـسـ ثـوـانـ، ثـمـ انـفـخـ عـلـيـهـ لـتـطـفـيـ اللـهـبـ تـارـكـاـ إـيـاـهـاـ عـلـىـ شـكـلـ جـمـرـةـ.

تحذير: تأكـدـ أـنـ فـوـهـةـ الـأـنـوـبـ مـوـجـهـةـ بـعـيـدـاـ عـنـكـ عـنـدـ تـقـرـيـبـ الجـمـرـةـ إـلـيـهـاـ.

6. قـرـبـ الجـمـرـةـ المـتـوـهـجـةـ مـنـ فـوـهـةـ الـأـنـوـبـ، ثـمـ انـقـلـهـاـ إـلـىـ فـوـهـةـ المـخـارـمـ الدـرـاجـ، وـسـجـلـ مـلـاـحـظـاتـكـ.

7. تخلص من الجمرة كما يطلب المعلم.

8. صـبـ حـمـضـ الـهـيـدـرـوـكـلـورـيـكـ HCl بـحـذـرـ فيـ أـنـوـبـ الـاـخـتـيـارـ الذي يـحـويـ الـخـارـصـينـ.

9. انتظر دقيقة، ثم كـرـرـ الخطـوـةـ رقمـ 5.

10. قـرـبـ الجـمـرـةـ المـتـوـهـجـةـ مـنـ فـوـهـةـ الـأـنـوـبـ الـاـخـتـيـارـ وـدـوـنـ مـلـاـحـظـاتـكـ.

التحليل

1. صـفـ أيـ تـغـيـرـاتـ شـاهـدـتـهاـ فـيـ أـثـنـاءـ التـجـرـبـةـ.

2. استـنـتـجـ سـبـبـ تـكـونـ فـقـاعـاتـ عـنـ إـضـافـةـ حـمـضـ الـهـيـدـرـوـكـلـورـيـكـ HCl إـلـىـ فـلـزـ الـخـارـصـينـ.

3. استـنـتـجـ مـاـ الـذـيـ حدـثـ لـلـجـمـرـةـ المـتـوـهـجـةـ فـيـ الـخـطـوـةـ 10ـ؟ـ لـمـاـذـ يـحـدـثـ ذـلـكـ فـيـ الـخـطـوـةـ 6ـ؟ـ

استـقـصـاءـ لـمـاـذـ اـنـتـظـرـتـ قـبـلـ اـسـتـعـالـ شـظـيـةـ الـخـشـبـ؟ـ صـمـمـ تـجـرـبـةـ لـتـحـدـيدـ مـاـ إـذـاـ كـانـتـ النـتـائـجـ سـتـخـلـفـ مـعـ الـوقـتـ.

خواص المادة Properties of matter

الأهداف

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

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

• تعين خواص المواد.

• تعيّز بين الخواص الفيزيائية والكميائية للمواد.

• تفرق بين الحالات الفيزيائية للمادة.

مراجعة المفردات

الكثافة : نسبة كتلة الجسم إلى حجمه.

المفردات الجديدة

حالات المادة

المادة الصلبة

السائل

الغاز

البخار

الخواص الفيزيائية

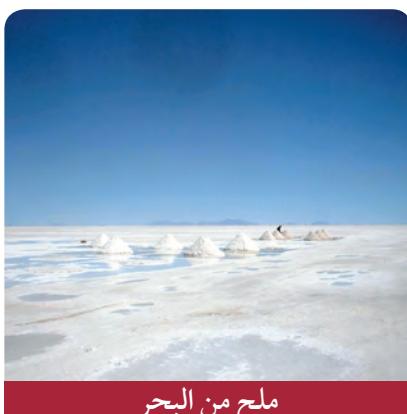
الخواص غير المميزة

الخواص المميزة

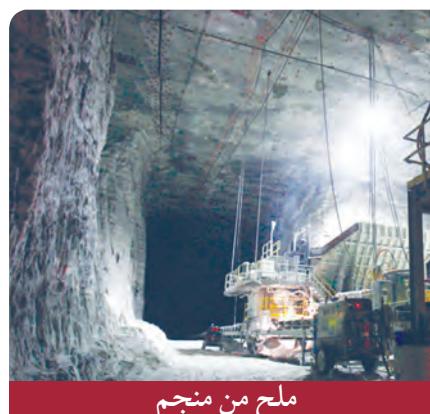
الخواص الكيميائية

عرفت أن المادة هي كل ما له كتلة ويشغل حيزاً، 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 النجم 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 يتبعثر الماء يتربّس الملح على وجه البركة مشكلاً 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 النقيّة مهمة، وهذا فإن جزءاً كبيراً من هذا الكتاب سوف يركز على تراكيب المواد، وكيف يتفاعل بعضها مع بعض.



ملح من البحر



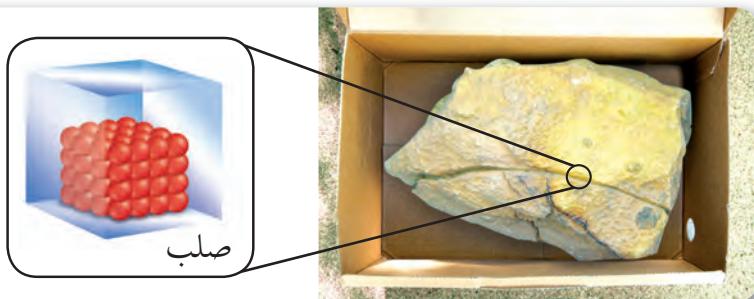
ملح من منجم



مالح مدينة القصب

الشكل 1-2 ملح الطعام التركيب نفسه سواء استخرج 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.



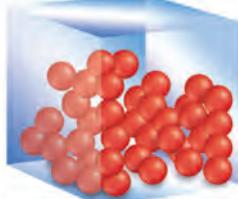
حالات المادة States of Matter

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 ميز العلماء حالة أخرى للمادة تسمى «البلازما». وقد يبدو أنها غير شائعة، رغم أن 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؟ سَمَّ حالت المادة.

سائل



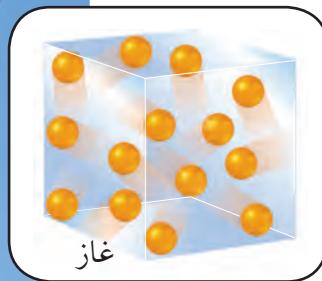
الشكل 3-2 السائل يأخذ شكل الوعاء الذي يوضع فيه، وجسيماته ليست ثابتة في أماكنها.

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

السوائل 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 تراصاً من جسيمات المادة الصلبة، مما يجعلها قادرة على الحركة وتجاوز بعضها بعضاً. هذه الخاصية تسمح للسوائل 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 4-2 تأخذ الغازات شكل وحجم الأوعية التي توجد فيها. وجسيمات الغاز بعضها بعيدة جدًا عن بعضها البعض.

الغازات حالة من حالات المادة، يأخذ شكل الإناء الذي يملؤه، كما هو مبين في

الشكل 4-2. جسيمات الغاز متباينة جدًا بعضها عن بعض بالمقارنة بجسيمات المواد الصلبة والسائلة. لذا فإن الغازات تنضغط بسهولة.

ربما تكون الكلمة 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 العادمة. أما الكلمة **بخار** فتشير إلى الحالة الغازية لمادة توجد بشكل صلب أو سائل في درجات الحرارة العادمة. في بخار الماء يسمى بخارًا لأن الماء يوجد بشكل سائل في درجات الحرارة العادمة.

ماذا قرأت؟ فرق بين الغاز والبخار.



مختبر حل المشكلات

السبب والنتيجة



التفكير الناقد

- فَسِّرْ لماذا يجب ضبط خروج الغاز المضغوط من الأسطوانة؟
- توقع ماذا يحدث إذا فتح صمام أسطوانة الغاز بشكل كامل فجأة، أو ثقبت الأسطوانة؟

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

التحليل

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

الخواص الفيزيائية لبعض المواد المألوفة					الجدول 1-2	
ال المادة	اللون	الحالات عند 25°C	درجة الانصهار (°C)	درجة الغليان (°C)	الكتافة (g/cm³)	
الأكسجين	عدم اللون	غاز	-218	-183	0.0014	
الزئبق	فضي	سائل	-39	357	13.5	
الماء	عدم 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 معتاداً على تعرّف المواد من خلال خواصها - مميزاتها وسلوكها. يمكنك مثلاً أن تحدد قلم الرصاص من شكله ولونه وزنه. 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، وخصائصها 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 وخصائصها 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. **الخواص المميزة** التي لا تعتمد على كمية المادة الموجودة، ومنها الكثافة ودرجة الانصهار ودرجة الغليان. فكتافة مادة ما عند درجة حرارة وضغط ثابتين هي نفسها منها 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 التوابيل المبينة في **الشكل 5-2** مثلاً يمكن تعرّفها من رائحتها.



الشكل 5-2 كثير من التوابيل يمكن تعرّفها من رائحتها، وهي خاصية مميزة.

استنتاج سمة خاصية غير مميزة لأحد التوابيل المبينة في **الشكل**.

الكيمياء في واقع الحياة

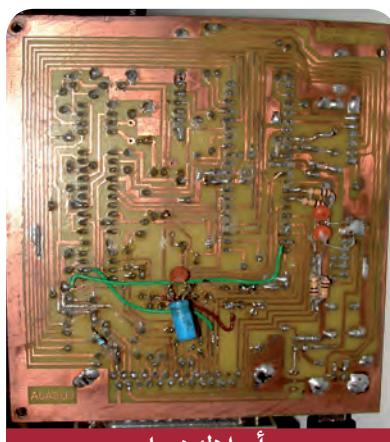
الخواص الفيزيائية



المعادن يستعمل العلماء الخواص الفيزيائية للمواد ومنها اللون والقساوة لتحديد نوع المعادن. فمعدن الملاكait مثلاً أخضر دائمًا ولين نسبياً. وقد استعمل سابقاً صبغةً، ويستعمل الآن في صناعة المجوهرات.



صفحة نحاس



أسلاك 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.

Chemical Properties of Matter الخواص الكيميائية للمادة

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

يُعد تكون الصدأ عند اتحاد الحديد مع الأكسجين في الهواء الرطب مثلاً على خاصية كيميائية للحديد. كما أن عدم قدرة مادة على التغيير إلى مادة أخرى هي أيضاً خاصية كيميائية. فعندما يوضع الحديد مثلاً في غاز النيتروجين عند درجة حرارة الغرفة لا يحدث تغيير كيميائي.

ماذا قرأت؟ قارن بين الخواص الفيزيائية والخواص الكيميائية.

المطويات

ضمن مطويتك معلومات من هذا القسم.

Observing Properties of Matter ملاحظة خواص المادة

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 عدداً من الخواص الفيزيائية والكيميائية للنحاس.

الجدول 2-2

خواص النحاس

خواص فيزيائية

خواص كيميائية
يكون مركب كربونات النحاس الأخضر عندما يتعرض للهواء الطلق.
يكون مواد جديدة عندما يتحدم مع حمض النيتريك وحمض الكبريتيك.
يكون محلولاً شديداً في الزيوت عندما يتفاعل مع الأمونيا.

خواص فيزيائية
بني أحمر، لامع
قابل للسحب والطريق
موصل جيد للحرارة والكهرباء
الكثافة = 8.92 g/cm^3
درجة الانصهار = 1085°C
درجة الغليان = 2570°C

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



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 - منها الضغط ودرجة الحرارة - التي يتم خلالها ملاحظة خواص المادة؛ لأن كلًا من الخواص الفيزيائية والكيميائية تعتمد على هذه الظروف.

خذ خواص الماء مثلاً؛ فلعلك تعرف أن الماء سائل (وهذه خاصية فيزيائية)، وليس نشطًا كيميائيًا (وهذه خاصية كيميائية). وربما تعرف أيضًا 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°C فإن الماء يكون غازًا (خاصية فيزيائية)، وكتافته $= 0.0006 \text{ g/cm}^3$ (خاصية فيزيائية)، وهو يتفاعل بسرعة مع عدة مواد (خاصية كيميائية). وما دون 0°C يصبح الماء صلبًا (خاصية فيزيائية)، وكتافته 0.92 g/cm^3 (خاصية فيزيائية). إن الكثافة المنخفضة للجليد يجعل الجبال الجليدية تطفو فوق سطح المحيط، كما يبين الشكل 7-2.

المفردات

مفردات علمية

البيئة

الظروف والأشياء المحيطة بالخلوق الحي والتي تؤثر فيه. تكيف الحيوانات مع التغيرات التي تحدث في بيئتها.

- الفكرة **الرئيسة** كون جدولًا يصف حالات المادة الثلاث من حيث شكلها وحجمها وقابليتها للانضغاط.
- صف الخواص التي تصف المادة على أنها مادة كيميائية نقية.
- صنف كلًا من الخواص التالية إلى فيزيائية وكميائية:
 - الحديد والأكسجين يكُونان الصدأ.
 - الحديد أكبر كثافة من الألومنيوم.
 - يحرق الماغنيسيوم ويتوهج عند إشعاله.
 - الزيت والماء لا يمتزجان.
 - ينصهر الزئبق عند 39°C .
- نظم. كون جدولًا يقارن بين الخواص الفيزيائية والكميائية. أعط مثالين على كل نوع منها.

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 والكميائية.

Changes in Matter تغيرات المادة

الأهداف

• تعرّف التغير الفيزيائي، وتعطي أمثلة عليه.

• تعرّف التغير الكيميائي، وتعطي عدة مؤشرات على حدوثه.

• تطبق قانون حفظ الكتلة على التفاعلات الكيميائية.

مراجعة المفردات

اللماحة: جمع منظم وموجه للمعلومات حول ظاهرة معينة.

المفردات الجديدة

التغير الفيزيائي

تغير الحالة

التغير الكيميائي

قانون حفظ الكتلة

الربط مع الحياة يمكن أن يحدث للمادة تغيرات فيزيائية وكيميائية. **النقطة الرئيسية** يمكن أن يكون الفحم في الموقد على شكل مادة صلبة سوداء اللون أولاً، ثم يتغير لونه إلى الأحمر المشع، وأخيراً يتحول إلى رماد وثاني أكسيد الكربون وماء. وهذا التغير يرجع إلى خواصه الفيزيائية والكيميائية.

التغيرات الفيزيائية Physical Changes

تخضع الماد في كثير من الأحيان للتغيرات تؤدي إلى حدوث اختلافات كبيرة في مظهرها، إلا أن تركيبها يبقى ثابتاً. ومن ذلك تشكيل صفيحة من الألومنيوم في صورة كرة؛ ففي حين يتحول شكل هذه الصفيحة الممساء 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 أيضاً تقطيع ورقة، وكسر لوح زجاجي.

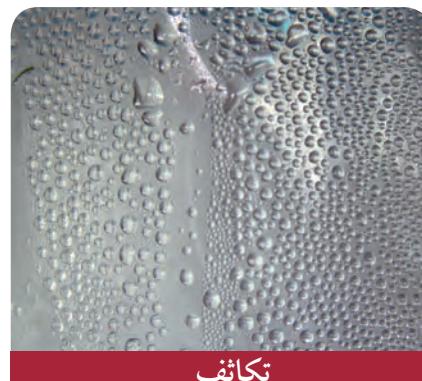
تغير الحالة تعتمد حالة المادة - كغيرها من الخواص الفيزيائية - على درجة حرارة الوسط المحيط وضغطه. فعندما تتغير درجة الحرارة تتحول معظم المواد من حالة إلى أخرى.

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°C يكون الماء صلباً عند الضغط الجوي العادي، ويسمى الماء عندها جليداً. وعند تسخين الجليد يبدأ في الانصهار ويصبح ماء سائلاً. هذا التغير في حالة الماء يعد تغيراً فيزيائياً؛ لأن رغم أن الجليد والماء مختلفان في المظهر إلا أن تركيبهما واحد. وإذا ارتفعت درجة حرارة الماء إلى 100°C فإن الماء يبدأ في الغليان، ويتحول الماء السائل إلى بخار. إن الانصهار وتكون البخار تغيران فيزيائيان، وهما تغيران في الحالة أيضاً. وبين الشكل 8-2 عمليتي التكتف والتجمد، وهما من تغيرات الحالة المألوفة. وتشير مصطلحات الغليان، والتجمد، والتكتف، والتبخر، والانصهار عادة إلى تغيرات في حالة المادة.



تجمد



تكاثف

الشكل 8-2 يمكن أن يحدث التكتف عندما يلامس الغاز سطحًا بارداً، مما يؤدي إلى تكون قطرات. كما يحدث التصلب عندما يبرد السائل؛ فلما يتساقط يكون إبرًا جليدية عندما يبرد.

درجة الحرارة والضغط اللذان يحدث عندهما تغير في حالة مادة ما هما خاصيتان فيزيائيتان مهمتان، وتسميان «درجة انصهار» و«درجة غليان» المادة. انظر الجدول 1-2 الذي يضم درجات انصهار ودرجات غليان عدة مواد مألوفة. هاتان الخاصيتان من الخواص الفيزيائية النوعية كالكتافة، ولهذا يمكن استعمالها في تعين المواد المجهولة.

التغيرات الكيميائية Chemical Changes

العملية التي تتضمن تغيير مادة أو أكثر إلى مواد جديدة تسمى **التغير الكيميائي**، ويشار إليه عادة بالتفاعل الكيميائي. وللمواد الجديدة الناتجة عن التفاعل تراكيب وخصائص مختلفة عن تراكيب وخصائص المواد قبل التفاعل. فمثلاً، يتكون صدأ الحديد، الموضح في الشكل 9-2، من تفاعل الحديد مع أكسجين الهواء، وهو مختلف في خصائصه عن خصائص كل من الحديد والأكسجين.

تسمى المواد التي تبدأ بها التفاعل «المتفاعلات». أما المواد الجديدة المتكونة فتسمى «النواتج». وتشير المصطلحات التالية: تحلل، انفجار، صدأ، تآكسد، تآكل، فقدان البريق، تحمر، احتراق، تعفن - إلى التفاعل الكيميائي.

ماذا قرأت؟ عرف التغير الكيميائي.

الشكل 9-2 عندما يصدأ الحديد، أو يتغفن الطعام تنتج مواد جديدة نتيجة حدوث تفاعل كيميائي.

عين المتفاعلات والنواتج في تفاعل تآكسد الصدأ.



دلائل حدوث التفاعلات الكيميائية إضافة إلى ما سبق، وكما في الشكل 9-2 - فإن الصدأ مادة بنية تميل إلى اللون البرتقالي، تكون في صورة مسحوق، تختلف في مظهرها كثيراً عن الحديد والأكسجين. فالصدأ لا ينجذب إلى المغناطيس في حين ينجذب الحديد إليه. ويعود اختلاف خواص الصدأ عن خواص كل من الحديد والأكسجين دليلاً على حدوث تفاعل كيميائي. كما يعد تعفن الفواكه والخبز مثالاً آخر على التفاعلات الكيميائية؛ فطعم هذه الأطعمة بعد التعفن وقابليتها للهضم مختلفان عن طعمها وقابليتها للهضم وهي طازجة.

قانون حفظ الكتلة Law of Conservation of Mass

تأخر استعمال العلماء للأدوات الكمية في دراسة التفاعلات الكيميائية حتى أواخر القرن الثامن عشر؛ حيث تم تطوير الميزان الحساس في ذلك الوقت. وعند استعمال الميزان في قياس كتل المتفاعلات والنواتج لكثير من التفاعلات لوحظ أن الكتلة الكلية في التفاعل تبقى ثابتة. وقد لخص الكيميائيون هذه الملاحظات في قانون علمي سمي **قانون حفظ الكتلة**. وهو ينص على أن الكتلة لا تفني ولا تستحدث في أثناء التفاعل الكيميائي - إلا بقدرة الله تعالى - 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؟

مثال 2-1

حفظ الكتلة في إحدى التجارب وضع 10 g من أكسيد الرئيق 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، وتبعداً لقانون حفظ الكتلة فإن مجموع كتل النواتج يجب أن يساوي مجموع كتل المواد المتفاعلة.

المطلوب

كتلة الأكسجين = ? g

كتلة أكسيد الرئيق II = 10.0 g

كتلة الزئبق = 9.26 g

المعطيات

2 حساب المطلوب

ضع قانون حفظ الكتلة

كتلة المتفاعلات = كتلة النواتج

كتلة أكسيد الرئيق II = كتلة الزئبق + كتلة الأكسجين

كتلة الأكسجين = كتلة أكسيد الرئيق II - كتلة الزئبق

كتلة الأكسجين = 9.26 g - 10.00 g = 0.74 g

أوجد كتلة الأكسجين

عرض بالقيم المعطاة في المعادلة

3 تقويم الإجابة

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

مسائل تدريبية

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

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

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

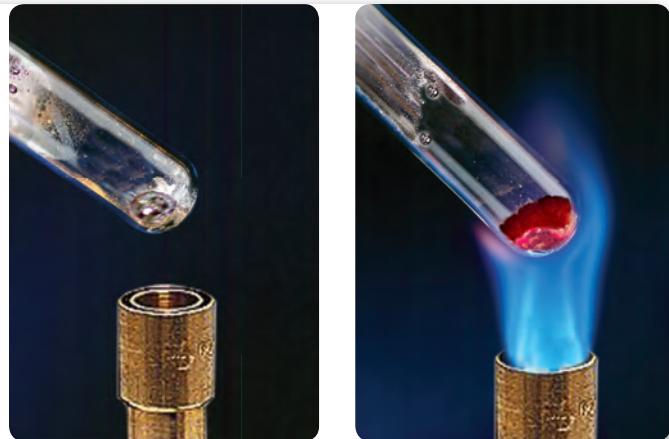
6. حصل طالب في تجربة لتحليل الماء على 10.0 g هيدروجين و 79.4 g أكسجين. ما مقدار الماء المستعمل في هذه العملية؟

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 جراماً من الأكسجين تفاعل؟

9. تحفيز تفاعل 106.5 g من حمض الهيدروكلوريك (HCl) مع كمية مجهرولة من الأمونيا (NH₃)_(g) لإنتاج 157.5 g كلوريد الأمونيوم (NH₄Cl)_(s). ما كتلة الأمونيا (NH₃)_(g) المتفاعلة؟ وهل طبق قانون حفظ الكتلة في هذا التفاعل؟ فسر إجابتك.

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



كان الكيميائي الفرنسي أنطونи لافوازيه (1743-1794م) أول من استعمل الميزان الحساس في التفاعلات الكيميائية. وقد درس تحمل 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. وبعد قانون حفظ الكتلة أحد القوانيين الأساسية في الكيمياء.

التقويم 2-2

الخلاصة

10. الفكرة الرئيسية صنف الأمثلة التالية إلى تغيرات فيزيائية أو كيميائية.

- a. سحق علبة الألومنيوم.
 - 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 تماماً 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 مظاهرها لا يتغير". فهل هو على صواب؟ فسر إجابتك.

- التغير الفيزيائي يغير من الخواص الفيزيائية للمادة دون أن يغير تركيبها.
- التغير الكيميائي، والذي يسمى أيضاً «التفاعل الكيميائي»، يتضمن تغيراً 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 -إلا بقدرة الله تعالى- فهي محفوظة.

Mixtures المخاليط

الأهداف

- **الفكرة الرئيسية** توجد معظم المواد المألوفة على شكل مخاليط. المخلوط مزيج من مادتين نقietين 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 يتسرّب منها، إلا أن المشروب يبقى حلوًا مهما تركت العلبة مفتوحة.

Mixtures المخاليط

- 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

المحاليل

الترشيح

الكروماتوجرافيا

القطير

التبولر

التساممي

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

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 تميز جميع المواد. وإذا بقي المخلوط من دون تحريك فترة كافية فإن الزيت يكون 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 بهذه الحشوة المكونة من مخلوط فضة - زئبق.

b. يمكن رؤية مكونات بعض المخاليط الأخرى كمطين السلطة.

المفردات

مفردات أكاديمية

مخلوط

جاءت من الكلمة اللاتينية *misceo* وتعني *mix* أي يخلط.

معنى في الكيمياء

عالم الكيمياء هو عالم يحضر

مواد جديدة ويحلل خواصها. وقد يعمل في مختبر وطني، أو في الصناعة، أو في الجوانب الأكاديمية. قام علماء (ناسا) مثلاً بتطوير سبائك من الألومنيوم والسليلكون يمكن استعمالها في صناعة محركات وألات قوية وخفيفة.



الشكل 12-2 كل أنواع المحاليل ممثلة في هذه الصورة.

المخلوط غير المتجانس مخلوط لا تمتزج فيه المواد، بل تبقى المواد فيه متمايزاً بعضها من بعض، وتركيبه غير منتظم؛ لأن المواد فيه لم تمتزج تماماً وظللت متمايزه. ومن ذلك سلطة الخضار، وعصير البرتقال الطبيعي الذي يتكون من مزيج غير متجانس من العصير واللب، وفي العادة يطفو اللب على سطح العصير. ولذا يمكن القول إن وجود مادتين أو أكثر معاً بشكل متمايز يشير إلى مخلوط غير متجانس.

المخلوط المتجانس مخلوط له تركيب ثابت، ومتزوج مكوناته بانتظام، فإذا أخذت قطعتين من ملغم الفضة والرثيق (سبائك معدنية) فستجد أن تركبيهما هو نفسه منها اختلف حجم القطعة.

ماذا قرأت؟ قارن بين المخالفات المتجانسة وغير المتجانسة، وأعط أمثلة عليها. يطلق على المخالفات المتجانسة أيضاً اسم **المحاليل**. وأكثر المحاليل المألوفة هي المحاليل السائلة، كالشاي والعصائر. لكن المحاليل قد تكون صلبة أو سائلة أو غازية؛ فهي قد تكون مخلوطاً 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 مثلاً على كل نوع في الشكل 12-2.

المحلول الصلب المعروف بالفولاذ يسمى «سبائك». والسبائك مخلوط متجانس من الفلزات، أو من فلز ولا فلز، يكون فيه الفلز هو المكون الأساسي. الفولاذ مثلاً مخلوط من فلز الحديد ولافلز الكربون. وإن وجود ذرات الكربون في المخلوط يزيد من صلابة الفلز. وتقوم المصانع بمزج أنواع مختلفة من الفلزات في سبائك للوصول إلى مواد أكثر قوة ومقاومة؛ فالمجوهرات كثيراً ما تصنع من سبائك، 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 الطلق الذي يتنفسه الغواص يحوي قطرات ماء.
سائل - سائل	عندما تتطير يمتزج ماء المطر بماء البحر.
صلب - سائل	الأملاح الصلبة الذائبة في ماء البحر.
صلب - صلب	أسطوانة الغوص مصنوعة من مزيج من المعادن.

فصل المخلوطات Separating Mixtures

توجد معظم المواد في الطبيعة على شكل مخلوطات. ولفهم المادة بشكل أفضل علينا فصل المخلوطات إلى مكوناتها النقية. ولأن الماء 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 المخلوطات بعضها عن بعض.

الترشيح يمكن فصل المخلوطات غير التجانسة المكونة من مواد صلبة وسائل بسهولة عن طريق الترشيح. **والترشيح** طريقة يستعمل فيها حاجز مسامي لفصل المادة الصلبة عن السائل. يبين الشكل 13-2 مخلوطاً يصب على ورقة ترشيح طويت على شكل مخروط، حيث يمر السائل منها تاركًا المادة الصلبة على الورقة.

الクロماتوجرافيا تعد **الクロماتوجرافيا** (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 غالباً 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 المتبقى في الكأس.

تجربة

فصل الأصباغ

كيف تسمح الكروماتوجرافيا الورقية بفصل المواد النقيّة؟
الクロماتوجرافيا أداة تشخيصية مهمة يستعملها الكيميائيون وفنيو المختبرات الجنائية لفصل المواد الكيميائية وتحليلها.

خطوات العمل

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 ألواناً مختلفة في أماكن مختلفة من الورقة؟

3. قارن النتائج التي حصلت عليها بالأشكال التي حصل عليها زملاؤك. فسر الاختلافات التي قد تظهر.

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.

2. املأ كأساً بلاستيكية بالماء حتى ارتفاع يقل 2 cm تقريباً عن حافتها العليا. امسح أي قطرات ماء على حافة الكأس.

3. ضع ورقة ترشيح دائيرية على سطح جاف ونظيف، وضع نقطة حبر في مركز الورقة بالضغط بقوّة على الورقة برأس ريشة قلم حبر سائل أسود.

4. استعمل مقصاً أو أداة حادة أخرى لعمل ثقب صغير بقطر رأس القلم في مركز بقعة الحبر.

تحذير: الأجسام الحادة يمكن أن تجرح الجلد.



الشكل 14-2 عندما يتبخّر الماء من محلول السكر المائي تتكون بلورات السكر على الخيط.

وفي هذه الطريقة يتبعـد أولاً مكون المخلوط الذي قوى تمسـك جزيـاته أقل على ورقة الكرومـاتوجرافـيا، ثم يـليـه المكون الذي قوى تمسـك جزيـاته أكبر فأـكـبر.

التقطـير يمكن فـصلـ المـخـالـيـطـ المتـجـانـسـةـ عنـ طـرـيقـ التـقطـيرـ. والـقطـيرـ طـرـيقـ لـفـصلـ المـوـادـ اـعـتـمـادـاـ عـلـىـ الاـخـتـالـفـ فيـ درـجـاتـ غـلـيـانـهـاـ، حيثـ يـسـخـنـ المـخـلـوطـ حتـىـ تـغـليـ المـادـةـ التـيـ درـجـةـ غـلـيـانـهـاـ أـقـلـ، وـتـحـوـلـ إـلـىـ بـخـارـ يـكـثـفـ وـيـجـمـعـ عـلـىـ شـكـلـ سـائـلـ.

التـبـلـورـ يـعـدـ تـرـسيـبـ بـلـورـاتـ السـكـرـ منـ مـحـلـولـهـ مـثـالـاـ عـلـىـ الفـصـلـ بـالـتـبـلـورـ. التـبـلـورـ طـرـيقـ لـفـصلـ تـؤـديـ إـلـىـ الـحـصـولـ عـلـىـ مـادـةـ نـقـيـةـ صـلـبـةـ مـنـ مـحـلـولـهـ. عـنـدـمـاـ يـحـتـوـيـ المـحـلـولـ عـلـىـ أـكـبـرـ قـدـرـ مـكـنـ منـ المـادـةـ المـذـابـةـ (مـحـلـولـ مـشـبـعـ) فـإـنـ إـضـافـةـ أـيـ كـمـيـةـ مـنـ المـذـابـ مـهـمـاـ قـلـتـ تـجـعـلـ المـادـةـ المـذـابـةـ فـيـ المـحـلـولـ تـرـسـبـ وـتـكـوـنـ بـلـورـاتـ عـلـىـ أـيـ سـطـحـ مـتـوـافـرـ. وـعـنـدـمـاـ يـتـبـخـرـ المـاءـ مـنـ مـحـلـولـ السـكـرـ المـائـيـ يـصـبـحـ المـحـلـولـ أـكـثـرـ تـرـكـيـزـاـ، وـهـذـاـ يـشـبـهـ إـضـافـةـ المـزـيدـ مـنـ المـادـةـ المـذـابـةـ إـلـىـ المـحـلـولـ. وـيـبـيـنـ

الشكل 14-2 أنه عند زيادة تـبـخـرـ المـاءـ يـكـوـنـ السـكـرـ بـلـورـاتـ صـلـبـةـ عـلـىـ الخـيطـ.

وـتـمـازـ عـمـلـيـةـ التـبـلـورـ أـنـهـ تـنـجـ مـوـادـ صـلـبـةـ عـالـيـةـ النـقاـوةـ.

الـتسـامـيـ يمكن فـصلـ المـخـالـيـطـ بـالـتسـامـيـ، وـهـوـ عـمـلـيـةـ تـبـخـرـ فـيـهـاـ المـادـةـ الصـلـبـةـ دونـ أـنـ تـنـصـهـرـ، أـيـ دونـ أـنـ تـمـرـ بـالـحـالـةـ السـائـلـةـ. يـسـتـعـمـلـ التـسـامـيـ لـفـصـلـ مـادـتـيـنـ صـلـبـتـيـنـ فـيـ خـلـيـطـ، إـحـدـاهـاـ لـهـاـ الـقـدـرـةـ عـلـىـ التـسـامـيـ، وـلـيـسـ لـلـأـخـرـيـ ذـلـكـ.

الـتـقـوـيمـ 2-3

الـخـلاـصـةـ

15. **الفـكـرةـ** **الـرـئـيـسـةـ** صـنـفـ كـلـاـ مـاـ يـلـيـ إـلـىـ مـخـلـوطـ مـتـجـانـسـ أوـ غـيرـ مـتـجـانـسـ.
- a. مـاءـ الصـنـبـورـ
 - b. الـهـوـاءـ
 - c. فـطـيرـةـ الزـبـيبـ.
16. قـارـنـ بـيـنـ المـخـالـيـطـ وـالـمـوـادـ نـقـيـةـ.
17. سـمـ طـرـيقـ الفـصـلـ التـيـ يـمـكـنـ اـسـتـعـمـالـهـاـ فـيـ فـصـلـ مـكـوـنـاتـ المـخـالـيـطـ التـالـيـةـ :
- a. سـائـلـيـنـ عـدـيـمـيـ اللـونـ.
 - b. مـادـةـ صـلـبـةـ غـيرـ ذـائـبـةـ مـخـلـوطـةـ مـعـ سـائـلـ.
 - c. كـرـاتـ زـجاجـيـةـ حـمـراءـ وـزـرـقاءـ مـتـسـاوـيـةـ فـيـ الـحـجـمـ وـالـكـتـلـةـ.
18. صـمـمـ خـرـيـطـةـ مـفـاهـيـمـيـةـ تـلـخـصـ الـعـلـاقـاتـ بـيـنـ الـمـادـةـ، وـالـعـنـاصـرـ، وـالـمـرـكـباتـ، وـالـمـوـادـ الـكـيـمـيـائـيـةـ النـقـيـةـ، وـالـمـخـالـيـطـ المـتـجـانـسـةـ، وـالـمـخـالـيـطـ غـيرـ المـتـجـانـسـةـ.

- المـخـلـوطـ مـزـيـجـ فـيـزـيـائـيـ منـ مـادـتـيـنـ كـيـمـيـائـيـتـيـنـ أوـ أـكـثـرـ بـنـسـبـ مـخـلـطـةـ.
- الـمـخـالـيـطـ مـخـالـيـطـ مـتـجـانـسـةـ.
- يـمـكـنـ فـصـلـ مـكـوـنـاتـ المـخـالـيـطـ بـطـرـائقـ فـيـزـيـائـيـةـ. مـنـ طـرـائقـ الـفـصـلـ الـمـأـلـوـفـةـ التـرـشـيـحـ، وـالـتـقـطـيرـ، وـالـتـبـلـورـ، وـالـتـسـامـيـ، وـالـكـرـومـاتـوـجـرافـيـاـ.

العناصر والمركبات

Elements and Compounds

الفكرة الرئيسية المركب مكون من عنصرٍ أو أكثر متهددين معاً اتحاداً كيميائياً.

الربط مع الحياة عندما تأكل سلطة الفواكه قد تأكل قطعاً 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 للهادة أشكالاً كثيرة إلا أنه يمكن فصل مكوناتها إلى عدد صغير من الوحدات البنائية الأساسية تسمى عناصر. **العنصر** مادة كيميائية نية 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 أيضاً عناصر لا توجد في الطبيعة، وإنما يتم تحضيرها في المختبر.

لكل عنصر اسم كيميائي، ورمز خاص به. ويكون الرمز من حرف أو اثنين أو ثلاثة، بحيث يكون الحرف الأول كبيراً، أما باقي الأحرف فتكون صغيرة. ومن المعلوم أن أسماء العناصر ورموزها متفق عليها عالمياً من قبل العلماء لتسهيل التواصل بينهم. ولا تتوافر العناصر الطبيعية على نحو متساوٍ؛ فالميدروجين H يشكل 75% من كتلة الكون، في حين يشكل الأكسجين O والسليلون Si مجتمعين 75% من كتلة القشرة الأرضية، ويشكل الأكسجين O والكربون C والميدروجين H أكثر من 90% من جسم الإنسان. ومن جهة أخرى فإن عنصر الفرانسيوم Fr هو أحد أقل العناصر وجوداً في الطبيعة؛ إذ يقدر وجوده بأقل من 20 g موزعة في قشرة الأرض. وتوجد العناصر في حالات فيزيائية مختلفة في الظروف العادية، كما هو مبين في الشكل 2-15.



وعاء نحاس - صلب



جهاز قياس ضغط الدم (زئبق - سائل)

• تمييز بين العناصر والمركبات.

• تصف ترتيب العناصر في الجدول الدوري.

• تشرح سلوك المركبات وفق قانوني النسب الثابتة والمتضاعفة.

مراجعة المفردات

النسبة: علاقة جزء بآخر أو بالكل من ناحية الكمية.

المفردات الجديدة

العنصر

الجدول الدوري

المركب

قانون النسب الثابتة

النسبة المئوية بالكتلة

قانون النسب المتضاعفة

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



بالون هيليوم - غاز

العناصر الأساسية

II = 1	Li = 7	Na = 23
	Be = 9,4	Mg = 24
	B = 11	Al = 27,3
	C = 12	Si = 28
	N = 14	P = 31
	O = 16	S = 32
	F = 19	Cl = 35,5

K = 39	Rb = 85	Cs = 133	—	—
Ca = 40	Sr = 87	Ba = 137	—	—
—	?Yt = 88?	?Di = 138?	Er = 178?	—
Ti = 48?	Zr = 90	Ce = 140?	?La = 180?	Th = 231
V = 51	Nb = 94	—	Ta = 182	—
Cr = 52	Mo = 96	—	W = 184	U = 240
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 منديف 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 دراستها. وقد صمم العالم الروسي ديمتري منديف (Dmitri Mendeleev 1834 – 1907م) جدولًا كما في الشكل 16-2 نظم فيه جميع العناصر التي كانت معروفة في ذلك الوقت. كان تصنيفه قائماً على التشابهات بين العناصر وكتلها. وهو يعد النسخة الأولى مما سمي بعد ذلك **"الجدول الدوري"**. ينظم الجدول الدوري العناصر في شبكة تسمى **الصفوف الأفقية** فيها "الدورات" ، وتسماً **الأعمدة** "المجموعات" أو "العائلات". والعناصر الموجودة في مجموعة واحدة لها خواص فيزيائية وكميائية متشابهة. وقد سمي الجدول دوريًا لأن نمط الخواص المتشابهة يتكرر من دورة إلى أخرى، وسوف تجد في نهاية هذا الكتاب صورة للجدول الدوري الحديث.

الفردات

مفردات علمية

العنصر
Element

مادة كيميائية نقيّة لا يمكن تحزّتها إلى أجزاء أصغر منها بطرائق فيزيائية أو كيميائية.

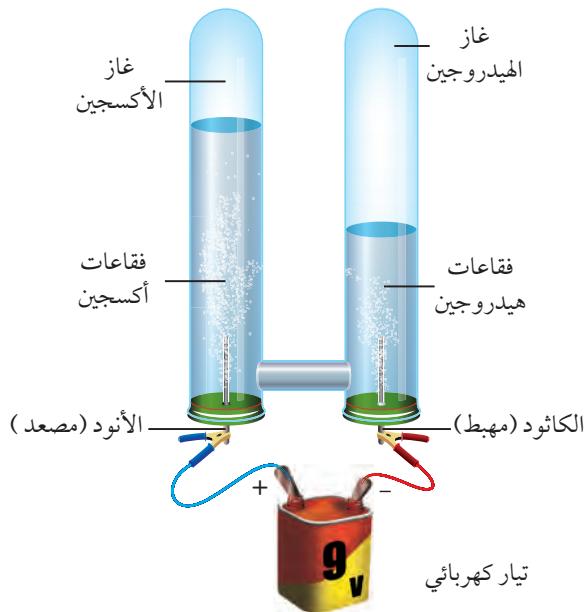
الرصاص من أنقل العناصر.

المركبات Compounds

كثير من المواد الكيميائية النقيّة تصنف على أنها مركبات. ويتكوين **المركب** من عنصرين مختلفين أو أكثر متحدين كيميائياً. 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 سنوياً.

ماذا قرأت؟ عرف العنصر والمركب.

تسهّل معرفة الرموز الكيميائية للعناصر كتابةً صيغ المركبات. فملح الطعام مثلاً يسمى 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 يتهدان مع ذرة واحدة من الأكسجين.



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 المركبات إلى مكوناتها لا يمكن تجزئة العناصر إلى مواد أبسط منها بطرق فизيائية أو كيميائية، لكن يمكن تجزئة المركبات إلى مواد أبسط بطرق كيميائية. وعموماً فإن المركبات التي توجد في الطبيعة أكثر استقراراً من حالة العناصر المكونة لها، ولكي تفكك هذه المركبات إلى عناصر فيها تحتاج إلى طاقة كالحرارة والكهرباء. وبين الشكل 17-2 ترکیب جهاز يستعمل لإحداث تغير كيميائي للماء وتحليله إلى العناصر المكونة له - الهيدروجين والأكسجين - من خلال عملية تسمى "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.

خواص المركبات تختلف خواص المركبات 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 تفككه فإن الأكسجين والهيدروجين الناتجين يختلفان كثيراً عن الماء؛ فالأكسجين والهيدروجين غازان عديماً 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 يكونان يوديد البوتاسيوم الذي يختلف

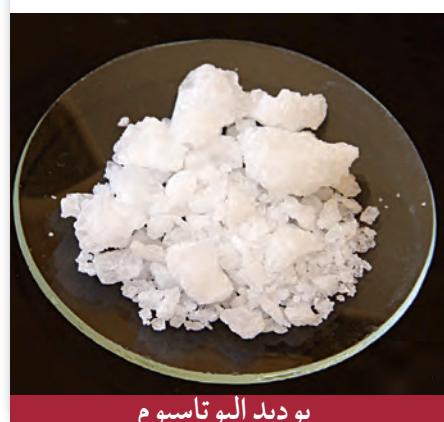
عنهم في خواصه.



بوتاسيوم



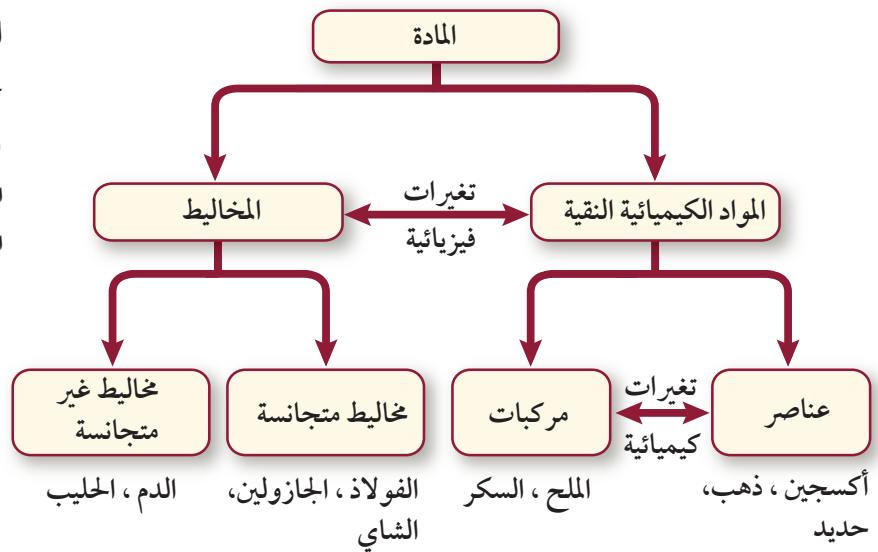
يود



يوديد البوتاسيوم

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

الشخص كيف ترتبط المخاليط مع المواد الندية؟ وكيف ترتبط العناصر مع المركبات؟



تعلم أنه يمكن تصنيف المواد إلى مواد ندية ومخاليط. وكما درست في السابق فإن المخلوط إما أن يكون متتجانساً أو غير متتجانس. وتعرف أيضاً أن العنصر مادة كيميائية ندية 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 المركبات، والتي تتكون من العناصر نفسها بنسب ثابتة ومقدرة بقدر منه سبحانه. قال تعالى:

﴿وَكُلُّ شَيْءٍ عِنْدَهُ بِمُقْدَارٍ﴾ الرعد. وهذا ما يعرف بـ"قانون النسب الثابتة"، الذي ينص على أن المركب يتكون دائمًا من العناصر نفسها بنسب كتيلية 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 معبّرًا 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.

تحليل السكرورز				الجدول 4-2
العنصر	التحليل الكتلي (g)	النسبة المئوية بالكتلة (%)	20.00 g من حبيبات سكر المائدة	500.00 g من سكر القصب
كربون	8.44	$\frac{8.44 \text{ g C}}{20.00 \text{ g}} \times 100 = 42.20\%$	$\frac{211.0 \text{ g C}}{500 \text{ g}} \times 100 = 42.20\%$	
هيدروجين	1.30	$\frac{1.30 \text{ g H}}{20.00 \text{ g}} \times 100 = 6.50\%$	$\frac{32.50 \text{ g H}}{500 \text{ g}} \times 100 = 6.50\%$	
أكسجين	10.26	$\frac{10.26 \text{ g O}}{20.00 \text{ g}} \times 100 = 51.30\%$	$\frac{256.5 \text{ g O}}{500 \text{ g}} \times 100 = 51.30\%$	
المجموع	20.00	100%	20.00	100%

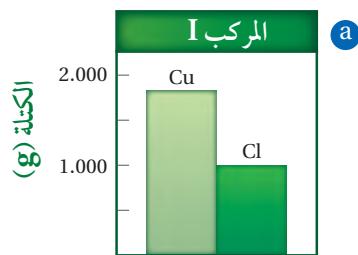
تتكون حبيبات سكر المائدة (السكرورز) من ثلاثة عناصر، هي الكربون والهيدروجين والأكسجين. ويبين الجدول 4-2 نتائج تحليل 20.0 g من هذا السكر. لاحظ أن مجموع الكتل المنفردة لعناصر العينة 20.0 g، وهي تساوي كمية حبيبات السكر التي تم تحليلها، وهذا يوضح قانون النسب الثابتة الذي ينطبق على المركبات: كتلة المركب تساوي مجموع كتل العناصر المكونة له.

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

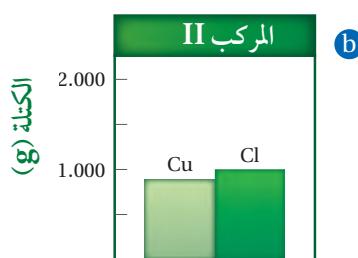
مسائل تدريبية

- عينة من مركب مجهول كتلتها 78.0 g، تحتوي على 12.4 g هيدروجين. ما النسبة المئوية بالكتلة للهيدروجين في المركب؟
- يتفاعل 1.0 g هيدروجين كلياً مع 19.0 g فلور. ما النسبة المئوية بالكتلة للهيدروجين في المركب الناتج؟
- يتفاعل 3.5 g من العنصر X مع 10.5 g من العنصر Y لتكوين المركب XY. ما النسبة المئوية بالكتلة لكل من العنصرين X وY في المركب الناتج؟
- تم تحليل مركبين مجهولين فُوجِدَ أن المركب الأول يحتوي على 15.0 g هيدروجين و 120.0 g أكسجين، وأن المركب الثاني يحتوي على 2.0 g هيدروجين و 32.0 g أكسجين. هل المركبان مركب واحد؟ فسر إجابتك.
- تحفيز مركبان كل ما تعرفه عنهما أنها تحتويان على النسبة بالكتلة نفسها من الكربون. هل هما المركب نفسه؟ فسر إجابتك.

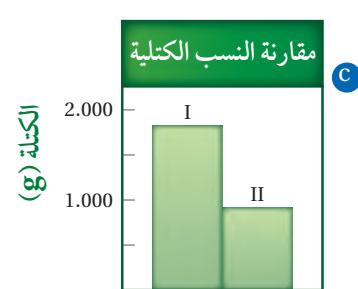
الشكل 20-2 اتحاد النحاس والكلورين تتجزأ عنه مركبات مختلفة.



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.

قانون النسب المتضاعفة Law of Multiple Proportions

تحتفل المركبات تبعاً لاختلاف العناصر الدالة في تركيبها. ومع ذلك، فإن مركبات مختلفة قد تحتوي على العناصر نفسها. وهذا يحدث عندما تكون النسب الكتيلية 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 تتحدد 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 مثلاً) 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 مكون من العناصر نفسها (هيدروجين وأكسجين)، لكن الماء مكون من ذرتين هيدروجين وذرة واحدة من الأكسجين، في حين أن فوق أكسيد الهيدروجين يتكون من ذرتين هيدروجين وذرتين 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 تتحدد 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 مستعيناً 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.

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

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

تحليل البيانات لمركب النحاس

الجدول 5-2

النسبة الكتيلية (Cu/Cl)	كتلة Cl (g) في المركب	كتلة Cu (g) في المركب	Cl%	Cu%	المركب
1.793 g Cu/1 g Cl	35.80	64.20	35.80	64.20	I
0.8964 Cu/1 g Cl	52.73	47.27	52.73	47.27	II



كلوريد النحاس II



كلوريد النحاس I

الشكل 21-2 عند اتحاد الكتل النسبية المختلفة للعنصر ينبع 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 عنها في الجدول 5-2 والشكل 20-2، ويسميان كلوريد النحاس I، وكلوريد النحاس II. وكما يشير قانون النسب المتضاعفة فإن النسبة بين كتلتين مختلفتين من النحاس تتحدد كل منها مع كتلة ثابتة من الكلور في المركبين هي نسبة عددية بسيطة وصحيحة، تساوي 1:2.

التقويم 2-4

الخلاصة

24. **الغرة** 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 لتبيّن العلاقة بينهما.

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

29. احسب النسبة المئوية بالكتلة للهيدروجين وللأكسجين في الماء بالرجوع إلى الجدول الدوري.
30. ارسم رسمًا بيانيًّا يوضح قانون النسب المتضاعفة.

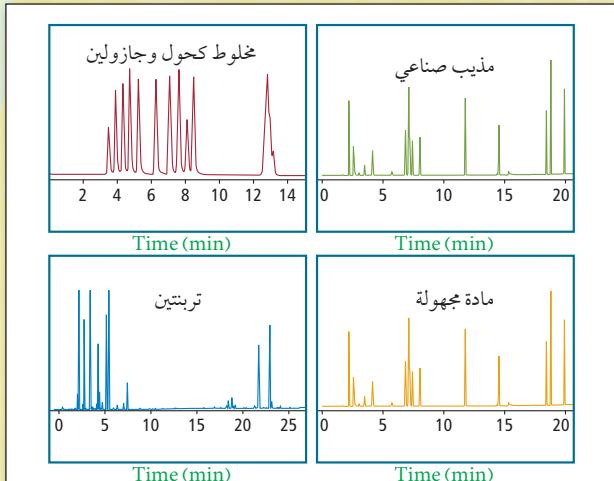
- لا يمكن تحويل العناصر إلى مواد ندية ببساطة منها.
- ترتبط العناصر في الجدول الدوري للعناصر في دورات وجموعات.
- تنتج المركبات عن اتحاد عنصرين أو أكثر، وتحتفي خواصها عن خواص العناصر المكونة لها.
- ينص قانون النسب الثابتة على أن المركب يتكون دائمًا من العناصر نفسها، وبالنسبة نفسها.
- ينص قانون النسب المتضاعفة على أنه إذا كونَت عناصر أكثر من مركب فإن النسبة بين كتل أحد هذه العناصر التي تتحدد مع كتلة ثابتة من عنصر آخر هي نسبة عددية بسيطة وصحيحة.

في الميدان

مهن: الحقّ

الكشف عن مسرعات الحرائق المتممدة

إذا احترق مستودع، وساده الخراب والدمار، وكانت الحرارة والدخان يملأن المكان، واللهب يتشرّ، والجدران والسلف تتهاوى، فهل يمكنك تحديد ما إذا كان الحريق متعمداً أو غير متعمداً؟



الشكل 2: أشكال بيانية (كروماتوغرام) مميزة للمركبات كبقصمات 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 كيميائياً. وهناك تفصيل مكونات كل عينة بعضها عن بعض بعملية تسمى "الكروماتوغرافيا الغازية"، مما يجعل المكونات تظهر في شكل بياني (كروماتوغرام) كتلك المبينة في الشكل 2 لخلوط من الكحول والجازولين والتربتين ومذيب صناعي. وهذه الأشكال تشبه بصمات الأصابع؛ فهي تميّز كل مادة. وبمقارنة الشكل البياني (الكروماتوغرام) لل المادة المجهولة مع الأشكال الخاصة بالمركبات المعروفة يمكن تحديد نوع المسرع.

الكتابة في

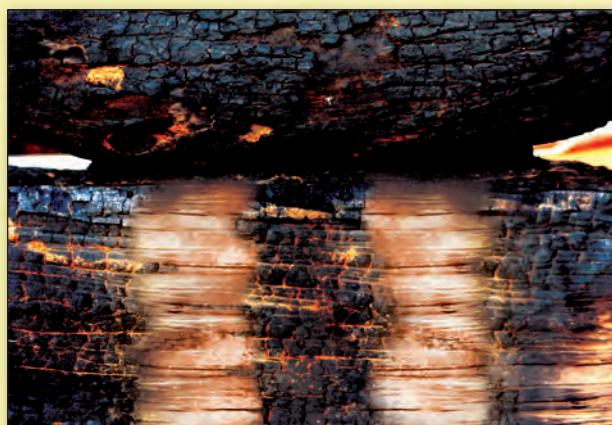
الكتابة في

التفكير الناقد انظر إلى الشكل البياني (الكروماتوغرام) للهادة المجهولة، وقارنه بالأشكال الخاصة بالمواد الثلاث المعروفة. هل تستطيع معرفة أي مسرع استعمل؟ هل تعطيك هذه المعرفة أي تصور عنَّ قام بالجريمة؟ فسر إجابتك.

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

خواص المسرعات قد تكون المسرعات مفيدة إذا استعملت وقوداً، وقد تكون خطيرة في الحرائق؛ فهي مذيبات قوية، ومتخصّصات بسرعة، ولا تمتزج بسهولة مع الماء، وتطفو غالباً فوقه. وفي درجات الحرارة العادية تتحجّل المسرعات أبخرة يمكن أن تشتعل.

دلائل وجود المسرعات 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 تسبّب نمط الاحتراق المتهاوي.

مختبر الكيمياء

تحديد نواتج التفاعل الكيميائي

8. اثن ورقة الترشيح الدائيرية نصفين مرتين لتكون 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. مستعيناً بالساقي الزجاجية، اسكب السائل ببطء داخل القمع؛ لكي تجزز المواد الصلبة الناتجة في ورقة الترشيح.
11. اجمع ما ترشح في الدورق المخروطي، وانقله إلى طبق بتري.
12. عدّل شدة لهب بنزن حتى يصبح لونه أزرق، ثم استخدم الملقظ لتسخن مشبك الورق على اللهب حتى يثبت لونه.
13. اغمر المشبك الساخن في السائل في طبق بتري، مستخدماً الملقظ. ثم ضعه مرة أخرى فوق اللهب، وسجل اللون الذي لاحظته. بعد إزالة المشبك عن اللهب اتركه ليبرد قبل أن تلمسه بيديك.
14. التنظيف والتحلص من النفايات تخلص من المواد الكيميائية وفق توجيهات معلمك.

حل واستنتاج

1. لاحظ واستنتاج صفات 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 بلاحظاتك على المواد المتفاعلة والمواد الناتجة في الخطوة 6.
3. حدد يبعث النحاس ضوءاً أزرق مائلاً إلى الخضراء في اختبار اللهب. هل تؤكّد ملاحظاتك وجود النحاس في السائل الذي جُمع في الخطوة 11؟
4. صنف من أي أنواع المخالف يعد نترات الفضة في الماء؟ أي أنواع المخالف تكوّن بعد الخطوة 6؟

التوسيع في الاستقصاء

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

الخلفية يمكن دراسة التغيرات الكيميائية بلاحظة 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 الازمة

حلقة من الحديد	AgNO_3
حامل حلقي	ورق صنفية
طبق بتري بلاستيكي	ساقي تحرير زجاجية
لهب بنزن	ورق ترشيح
مشابك ورق	كأس زجاجية 50 mL
سلك نحاسي	مخبار مدرج 50 mL
قمع	دورق مخروطي 250 mL

إجراءات السلامة

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

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. ادلك سلكاً نحاسياً طوله 8 cm بورق الصنفية حتى يصبح لامعاً. لاحظ خصائصه الفيزيائية ودونها.
3. ضع 25 mL من محلول نترات الفضة AgNO_3 في كأس سعتها 50 mL، ودون خصائصه الفيزيائية.
4. اجعل جزءاً من السلك على هيئة ملف زنبركي الشكل، واجعل من طرف جزئه الآخر خطافاً وعلقه في ساق التحرير.
5. ضع ساق التحرير على فوهة الدورق بشكل عرضي، بحيث ينغمي جزء من السلك في محلول.
6. سجل ملاحظاتك عن السلك والمحلول كل 5 دقائق مدة 20 دقيقة.
7. حضر جهاز الترشيح: صل الحلقة الحديدية بالحامل الحلقي، وعده ارتفاعها بحيث تصل نهاية القمع إلى داخل عنق الدورق المخروطي.

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

1-2 خواص المادة

المفاهيم الرئيسية

- 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.

الفكرة (الرئيسية) 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

2- تغيرات المادة

المفاهيم الرئيسية

- التغير الفيزيائي يغير من الخواص الفيزيائية للمادة دون أن يغير تركيبها.
- التغير الكيميائي، والذي يسمى أيضاً «التفاعل الكيميائي» يتضمن تغييرًا 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 - إلا بقدرة الله تعالى - فهي محفوظة.

الفكرة (الرئيسية) يمكن أن يحدث للمادة تغيرات فيزيائية وكيميائية.

المفردات

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

كتلة المتفاعلات = كتلة النواتج

3-2 المخاليط

المفاهيم الرئيسية

- المخلوط مزيج من مادتين كيميائتين أو أكثر بنسب مختلفة.
- المخلوط على شكل مخاليط. المخلوط مزيج من مادتين نقietين أو أكثر.
- يمكن فصل مكونات المخلوط بطرائق فيزيائية. من طرائق الفصل المخلوط الترشيح، والتقطير، والتببور، والتسامي، والكروماتوجرافيا.

الفكرة **الرئيسية** توجد معظم المواد المخلوطة على شكل مخاليط. المخلوط مزيج من مادتين نقietين أو أكثر.

المفردات

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

4-2 العناصر والمركبات

المفاهيم الرئيسية

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

الفكرة **الرئيسية** المركب مكون من عنصرين أو أكثر متединين معًا اتحادًا كيميائياً.

المفردات

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

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

درجة الغليان (°C)	الحالة عند 25°C	اللون	المادة
-183	غاز	عديم اللون	أكسجين
100	سائل	عديم اللون	ماء
يتحلل	صلب	أبيض	سكرroz
1413	صلب	أبيض	كلوريد الصوديوم

2-2

إتقان المفاهيم

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

- a. كسر قلم جزأين.
- b. تجمد الماء وتكون 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 يتحدد الحديد مع الأكسجين لتكوين أكسيد الحديد، أو ما يعرف بصدأ الحديد. ما المواد المتفاعلة، وما المواد الناتجة؟

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

48. وضح الفرق بين التغير الفيزيائي والتغير الكيميائي.

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 العادي: 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°C .

e. تكون طبقة سوداء على الفضة.

f. الزئبق سائل في درجات الحرارة العادي.

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، و 1000 mL من الماء؟ هل درجة غليان الماء خاصية مميزة أم غير مميزة؟

تقويم الفصل 2

2-4

اتقان المفاهيم

59. عرف العنصر.

60. صحق العبارات التالية:

a. العنصر مزيج من مركبين أو أكثر.

b. عندما تذوب كمية من السكر كلياً في الماء ينبع محلول غير متجانس.

61. ما أهم إسهامات العالم مندليف في الكيمياء؟

62. سُمِّ العناصر المكونة لكل من المواد التالية:

C₂H₅OH a. ملح الطعام

NaCl

Br₂ b. الإيثanol

c. الأمونيا NH₃

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 كتلة ثابتة؟

66. ما النسبة المئوية بالكتلة للكربون في CO₂؟

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

الجدول 7-2 نسب العناصر في المركبات

أبسط نسب صحيحة للعناصر	المركب
	NaCl
	CuO
	H ₂ O
	H ₂ O ₂

اتقان حل المسائل

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

اتقان حل المسائل

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

50. تفاعل 45.98 g صوديوم مع كمية زائدة من غاز الكلور، فتنتج 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

اتقان المفاهيم

53. صف خواص المخلوط.

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

a. برادة الحديد والرمل.

b. الرمل والملح.

c. مكونات البحر.

d. غاز الهيليوم والأكسجين.

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

77. يتحد الفوسفور مع الهيدروجين ليكون الفوسفين. وفي هذا التفاعل يتحدد 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 g من الهيدروجين، و 100 g 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. صنف المواد التالية إلى مواد ندية، أو مخلوط متجانس، أو مخلوط غير متجانس:

a. الهواء e. التربات c. التراب

b. الدخان d. الماء النقى f. الماء الموحل

80. حدد ما إذا كان كل مما يلي مخلوطاً متجانساً أم مخلوطاً غير متجانس، أم مركباً، أم عنصراً:

a. ماء الشرب النقى. 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 كيميائياً مع الكلور ليكون كلوريد الصوديوم. هل كلوريد الصوديوم مخلوط أو مركب؟

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

a. $\text{H}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)}$ → ماء

b. $\text{N}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)}$ → هواء

69. يتحد الماغنيسيوم مع الأكسجين لتكوين أكسيد الماغنيسيوم. إذا تفاعل 10.57 g ماغنيسيوم تماماً مع 6.96 g أكسجين فما النسبة المئوية بالكتلة للأكسجين في أكسيد الماغنيسيوم؟

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

مراجعة عامة

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

76. صنف المخلوطات التالية إلى متجانسة أو غير متجانسة:

a. النحاس الأصفر (سيكية من الخارجيين والنحاس)

b. السلطة. c. الدم.

d. مسحوق شراب مذاب في الماء.

تقويم الفصل 2

تقويم إضافي

الكتابة في الكيمياء

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

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 قديماً.

الجدول 9-2 كتل العناصر في المركبات

الملحوظات	الصيغة الكيميائية	اسم الصيغة
نتج عن تقطير الخشب في وعاء مغلق.	عنصر الكربون (الكربون الأسود)	الفحم
مركب بلوري يحوي شوائب زجاج.	سليلات النحاس الكالسيوم $\text{CaCuSi}_4\text{O}_{10}$	الأزرق الصري
تم تحضيرها من نباتات مختلفة من جنس الشبرق أو القطف.	$\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_2$	النيلة
يستخدم بصورة مستمرة في كافة المناطق الجغرافية وطوال الزمن.	Fe_2O_3	أكسيد الحديد الأحمر
مركبات أخرى من النحاس تحوي كربونات، تسمى الزنجر.	$\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$	الزنجر

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

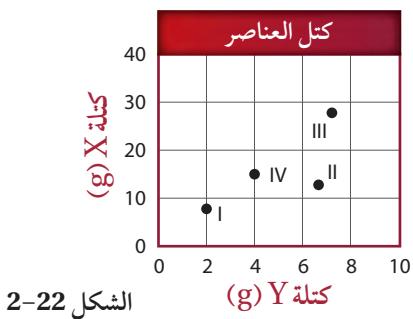
b. قارن نسبة الأكسجين بالكتلة لأكسيد الحديد الأحمر مع الأزرق المصري.

93. اذكر مثلاً على عنصر ومثلاً على مركب، مستعيناً بالجدول 2-9 أعلاه.

94. هل يعد إنتاج الفحم بالقطير الجاف للخشب تغيراً فيزيائياً أم تغيراً كيميائياً؟ فسر إجابتك.

التفكير الناقد

85. تفسير البيانات يحتوي مركب على عنصرين X وY. حللت أربع عينات (I، II، III، IV) ذات كتل مختلفة، ثم رسمت كميات العنصرين في كل عينة بيانياً كما في الشكل 2-22 أدناه.



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

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

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

86. طبق 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 تغيراً فيزيائياً، أم تغيراً كيميائياً؟ فسر إجابتك.

مسألة تحفيز

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

مراجعة تراكمية

89. ما الكيمياء؟

90. ما الكتلة؟

اختبار مقنن

أسئلة الاختيار من متعدد

استعن بالجدول أدناه للإجابة عن السؤالين 1 و 2.

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

1. ما النسبة المئوية لكلاً 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 (النسبة الثابتة أم المتضاعفة) تخضع نسبة كتاتي 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.

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:

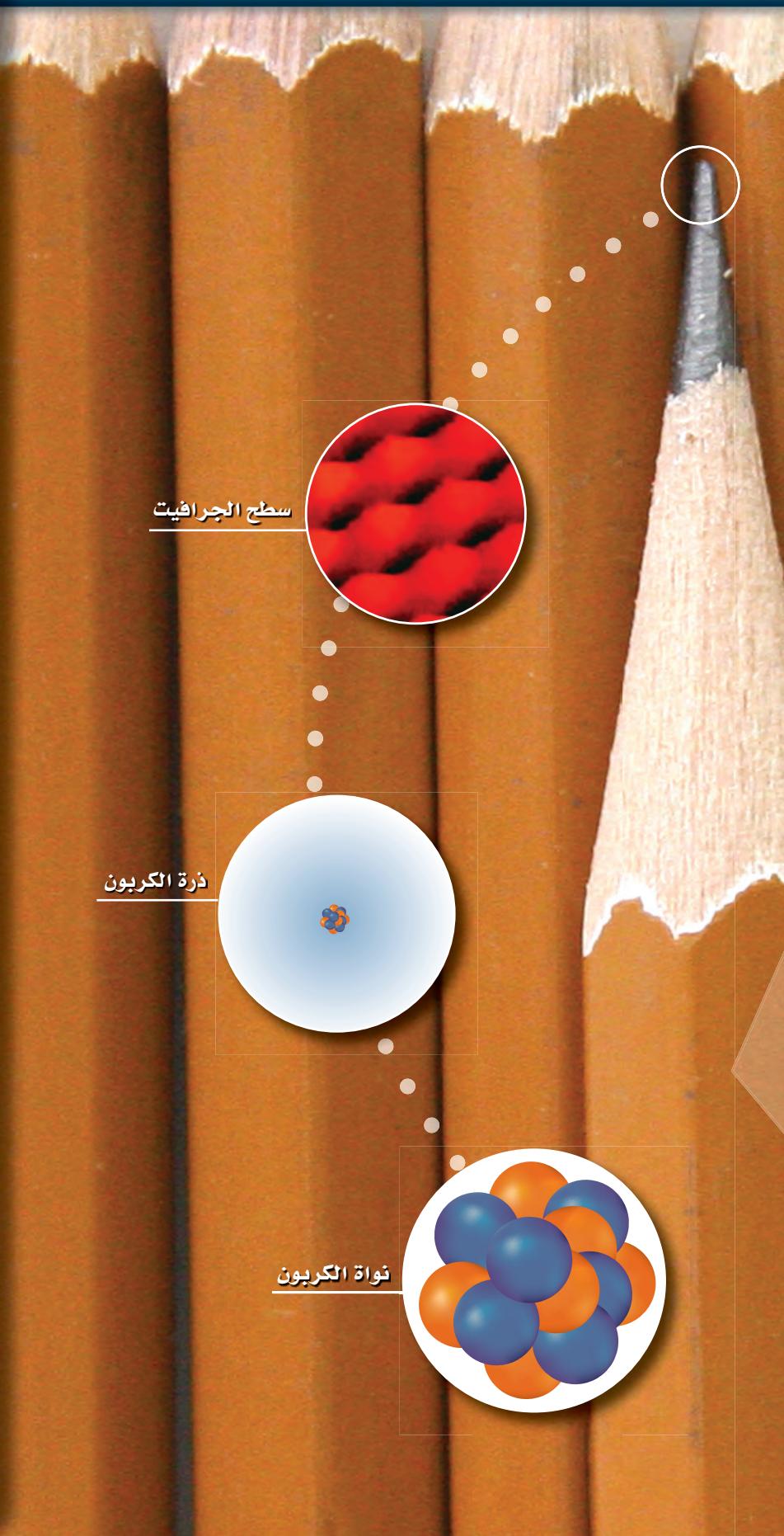
خواص المواد المكونة لمخلوط نشاره الخشب وملح الطعام					
حجم الجسيمات (mm)	الكتافة (g/cm ³)	ذائبة في الكلور	ذائبة في الماء	الناء	
1	0.21	لا	لا	نشاره الخشب	
2	2.17	لا	نعم	ملح الطعام	

8. هل المخلوط (نشاره 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 (نشاره الخشب وملح الطعام) بناء على خواص مكوناته المبينة في الجدول.

11. وضح الفروق بين التغير الكيميائي والتغير الفيزيائي. هل بعد احتراق الجازولين تغيراً فيزيائياً أم كيميائياً؟ فسر إجابتك.



الفكرة العامة الذرات هي الوحدات البنائية الأساسية للمادة.

1-3 الأفكار القديمة للمادة

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

2-3 تعريف الذرة

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

3-3 كيف تختلف الذرات؟

الفكرة الرئيسية يحدد عدد البروتونات والعدد الكتلي نوع الذرة.

3-4 الأنوية غير المستقرة والتحلل الإشعاعي

الفكرة الرئيسية 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 $10^{22} \times 5$ ذرة من الكربون في جزء صغير من جرافيت قلم الرصاص.

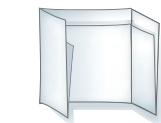
نشاطات تمهيدية

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

المطويات

منظمات الأفكار

الخطوة 1 اثن ورقة
من النصف طولياً.
وأجعل 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 سُمّ
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 الالكترونية

مراجعة محتوى هذا الفصل ونشاطاته ارجع إلى
الموقع:

www.obeikaneducation.com

تجربة استهلاكية

كيف يمكن ملاحظة تأثير الشحنات الكهربائية؟

تلعب الشحنات الكهربائية دوراً مهماً في تركيب الذرة.



خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. قص قطعاً صغيراً من الورق، ثم وزعها على الطاولة.
3. مرر مشطاً بلاستيكياً خلال شعرك وقربه إلى قطع الورق.
وسجل ملاحظاتك.
4. املأ بالونين بالهواء، واربط كلاً منها بخيط.
5. ادلك كلاً منها بقطعة صوفٍ، ثم قرب أحدهما إلى الآخر،
ودون ملاحظاتك.

التحليل

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

استقصاء كيف يمكنك الربط بين الشحنات المختلفة التي
لا حظتها وتركيب المادة؟

الأفكار القديمة للمادة

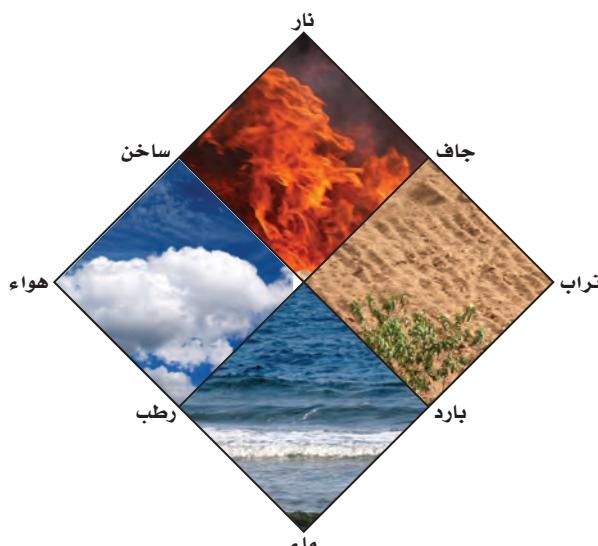
Early Ideas About Matter

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

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

الفلسفه الإغريق

لم تكن العلوم قبل آلاف السنين كما نعرفها اليوم. ولم يُعرف 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 بالفلسفه، الذين بحثوا في أسرار الحياة المتعددة. وعندما تساءل هؤلاء الفلاسفه 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 متوفّرة لاختبار صدقها.



الشكل 1-3 كثير من فلاسفه 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.

الأهداف

• تقارن بين النماذج الذرية لديمقريطس، وأرسطو، وجون دالتون.

• تفهم كيف فسرت نظرية دالتون الذرية قانون حفظ الكتلة؟

مراجعة المفردات

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

المفردات الجديدة

نظرية دالتون الذرية

الفردات

مفردات أكاديمية

Atom (الذرة)

جاءت من الكلمة الإغريقية

atomos وتعني لا تتجزأ.

أما في اللغة العربية فالذرة تعني

الجزء المتناهي في الصغر.

ديمокريطس 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.

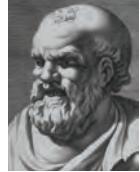
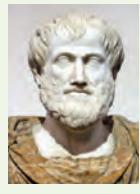
إن كثيراً من أفكار ديمقريطس لا تتفق مع النظرية الحديثة للذرة، بل ووجهت بانتقادات من الفلاسفة الآخرين وقتها، حيث تساؤلوا: ما الذي يربط الذرات معاً؟ ولم يستطع ديمقريطس الإجابة عن هذا السؤال.

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 -أو بمقدور أحد آخر في عصره- أن يحدد ما يربط الذرات معاً. وقد مضى أكثر من ألفي سنة قبل أن يعرف العلماء الجواب. وعلى كل حال فإن من المهم إدراك أن أفكار ديمقريطس كانت مجرد أفكار وليس لها علم. 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 عظيماً. وظل التقدم العلمي بدايئاً فيما يتعلق بالذرات.

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



أفكار الفلسفه الإغريقي حول المادة	الجدول 1-3
الأفكار	الفيلسوف
<ul style="list-style-type: none"> تتكون المادة من ذرات تتحرك في الفراغ. الذرات صلبة، متجانسة، لا تفني ولا تتجزأ. الأنواع المختلفة من الذرات لها أحجام وأشكال مختلفة. حجم الذرات وشكلها وحركتها يحدد خواص المادة. 	 Democritus 460-370ق.م
<ul style="list-style-type: none"> لا وجود للفراغ. المادة مكونة من التراب، والنار، والهواء، والماء. 	 Aristotle 384-322ق.م

نظريّة دالتون الذريّة

الجدول 2-3

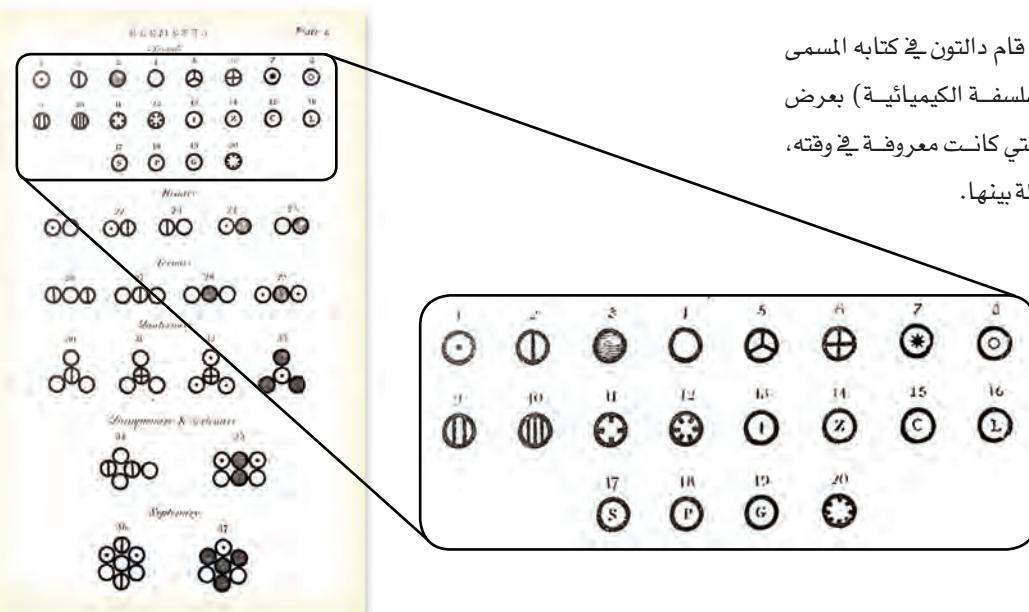
الأفكار	الفيلسوف
<ul style="list-style-type: none"> ت تكون المادة من أجزاء صغيرة جداً تسمى الذرات. الذرات لا تتجزأ ولا تفنى. تشابه الذرات المكونة للعنصر في الحجم، والكتلة، والخواص الكيميائية. تحتار ذرات أي عنصر عن ذرات العناصر الأخرى. الذرات المختلفة تتحدد بنسبيّة عدديّة بسيطة لتكوين المركبات. في التفاعلات الكيميائية: تنفصل الذرات، أو تتحدّد، أو يعاد ترتيبها. 	 <p>جون دالتون John Dalton (1766 – 1844) م</p>

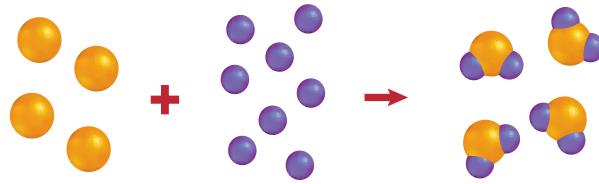
جون دالتون John Dalton أداة التجارب العلمية التي قام بها دالتون في القرن التاسع عشر إلى بداية تطور النظرية الذريّة الحديثة. وعمل أيضاً على إعادة إحياء أفكار ديمقريطس ومراجعةها، معتمداً على نتائج البحث العلمي الذي قام به. وهناك تشابه من عدة وجوه بين أفكار دالتون وأفكار ديمقريطس.

وبسبب تطور العلوم قام جون دالتون بالكثير من التجارب التي سمح لها بدعم فرضيته؛ حيث درس الكثير من التفاعلات الكيميائية، وسجل ملاحظات وقياسات دقيقة، حتى استطاع تحديد النسب الكتليلية للعناصر الداخلة في التفاعلات. وقد أداة نتائج أبحاثه إلى ما أطلق عليه نظرية دالتون الذريّة، التي قام بطرحها عام 1803م. وتتجذر النقاط الرئيسية لنظرية ملخصة في الجدول 2-3. وقد قام بنشر أفكاره في كتابه المبين في الشكل 2-3.

ماذا قرأت؟ قارن بين أفكار ديمقريطس وجون دالتون.

الشكل 2-3 قام دالتون في كتابه المسمى (نظام جديد للفلسفة الكيميائية) بعرض رموز العناصر التي كانت معروفة في وقته، والتراكات المحتملة بينها.





الشكل 3-3 عندما يتعدد 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 أن الكتلة ثابتة (محفوظة) في التفاعلات الكيميائية، أي أنها لا تنقص ولا تزيد – إلا بقدرة الله تعالى. وتوضح نظرية دالتون الذرية حفظ الكتلة في التفاعل الكيميائي، على أساس أن ما يحدث للذرات هو فقط انفصال أو اتحاد أو إعادة ترتيب لها، فهذه الذرات لا تتحطم ولا يستحدث عنها ذرات أخرى. وبين 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 أداته التجريبية المقنعة، وتفسيره الواضح لبنية المركبات وحفظ الكتلة إلى قبول عام لنظريته الذرية.

تعد نظرية دالتون الذرية خطوة كبيرة نحو النموذج الذري الحالي للمادة، لكنها لم تكن دقيقة، وهذا ما يحدث غالباً 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 مخطئاً في أن الذرات لا يمكن تجزئتها؛ إذ يمكن تجزئة الذرات إلى جسيمات ذرية. كما أن دالتون كان مخطئاً حين قال إن جميع الذرات المكونة للعنصر لها خواص متماثلة، فذرات العنصر الواحد يمكن أن تختلف قليلاً في كتلتها.

النحو 3-1 التقويم

1. **الفكرة** الرئيسية قارن بين الطائق المستعملة من قبل الفلاسفة الإغريق وجون دالتون لدراسة الذرة.
2. عَرَّفَ 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 العنصريين 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.

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

تعريف الذرة Defining the Atom

الأهداف

- **تعرف الذرة.**
 - **تميّز بين الجسيمات المكونة للذرة من حيث الشحنة والكتلة.**
 - **تصف تركيب الذرة متضمناً** موقع الجسيمات المكونة للذرة.
- الربط مع الحياة** إذا قضمت حبة خوخ فستدرك أن أسنانك تقطع لب الشمرة بسهولة، لكنها لا تستطيع المرور في النواة الصلبة. وبشكل مشابه نجد أن بعض الجسيمات يمكنها أن تمر عبر الأجزاء الخارجية للذرة، ولكنها تتحرف عن مركزها (النواة).

الذرة The Atom

مراجعة المفردات

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

المفردات الجديدة

الذرة

أشعة المهبط

الإلكترون

النواة

البروتون

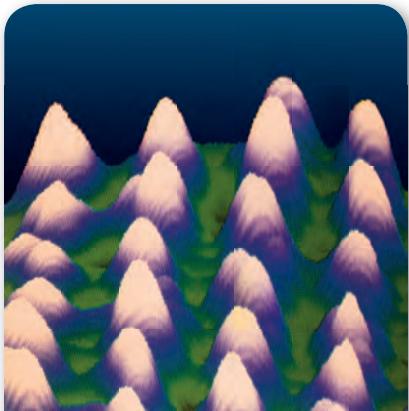
النيوترون

الكثير من التجارب منذ أيام دالتون أثبتت وجود الذرات. لكن ما الذرة؟ للإجابة عن هذا السؤال، تخيل أنك قررت أن تُبرّد قطعةً من النحاس لتسخّل إلى كومة من خراطة النحاس. إن كل قطعة من خراطة النحاس ستبقى محفوظة بجميع خواص النحاس. وإذا أمكن - في وجود أدوات خاصة - أن تستمر في تجزئه فتات النحاس إلى جسيمات أصغر فإنك ستحصل في النهاية على جسيمات لا يمكن تجزئتها أكثر بالطراائق العادية، وستظل هذه الجسيمات الصغيرة محفوظة بخواص النحاس. ويسمى أصغر جزء 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 ويلغى قطر ذرة النحاس الواحدة $1.28 \times 10^{-10} \text{ m}$ ، فإذا وضعنا 6.5×10^9 ذرة من النحاس جنباً إلى جنب فسوف يتكون خطٌّ من ذرات النحاس طوله أقل من متر واحد. ويوضح الشكل 4-3 طريقة أخرى لتصور حجم الذرة. ويمكنك تصوّر صغر الذرة عندما تخيل أنك كبرت الذرة 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 زиادة حجم الذرة ليكون مثل حجم البرتقالة. بهذا المقياس الجديد تكون كأنك كبرت حجم البرتقالة إلى حجم الكرة الأرضية.



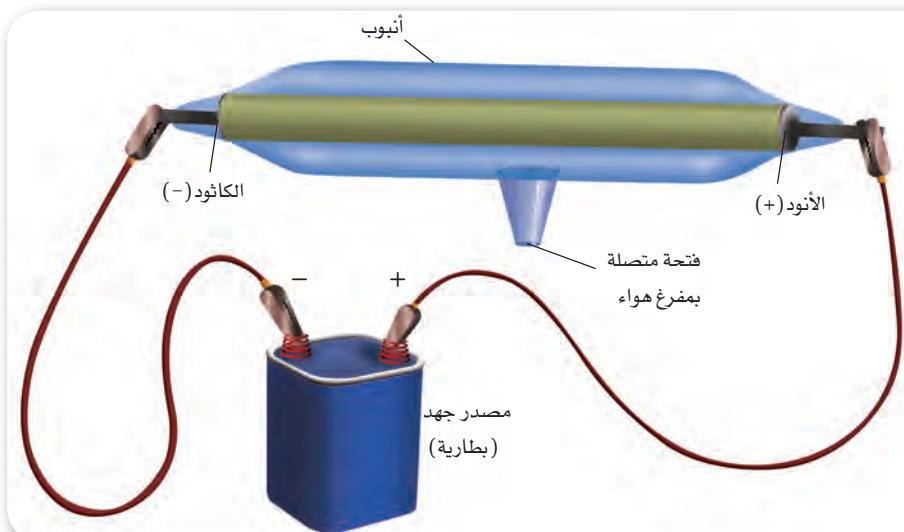
الشكل 3-5 هذه الصورة أخذت بجهاز STM، وهي تبين ذرات منفردة في حمض دهني على سطح من الجرافيت. وقد تم إضافة بعض الألوان للصورة لتوضيح صورة الذرات.

الذرات؛ لأنها صغيرة جدًا. إلا أن هناك جهازًا خاصًا يسمى المجهر الأنبوبي (STM) Scanning Tunnelling Microscope يسمح لنا برؤيتها. فكما تحتاج إلى المجهر لدراسة الخلايا في الأحياء فإن جهاز STM يسمح لك بدراسة الذرات. والشكل 3-5 يوضح كيف تبدو الذرات عند رؤيتها بجهاز STM. والعلماء حاليًا قادرون على جعل ذرات منفردة تتحرك لتكون أشكالًا وأنماطًا، وألات بسيطة أيضًا، وهو ما يعرف بتقنية النانو، والتي تُعد بصناعة على المستوى الجزيئي، وبناء آلات بحجم صغير جدًا (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 1900 م.

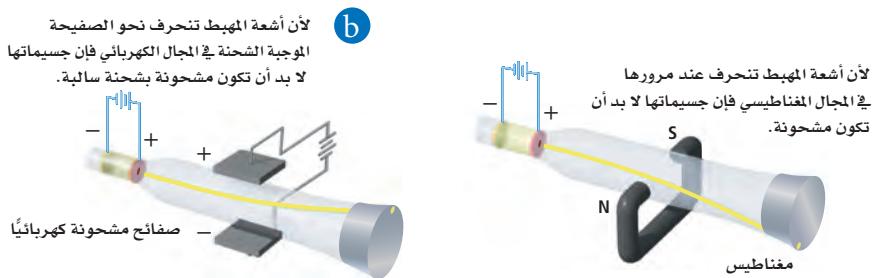
أنبوب أشعة المهبط (الكافود) عندما حاول العلماء تعرّف مكونات الذرة بدؤوا يربطون بين المادة والشحنات الكهربائية. ولاستشكاف هذه العلاقة سائل بعضهم: كيف تسلك الكهرباء في غياب المادة؟ فقاموا - بمساعدة مفرّغات الهواء - بتمرير الكهرباء في أنبوب زجاجي فرّغ من الهواء. تسمى مثل هذه الأنابيب أنابيب أشعة المهبط. وبين الشكل 3-6 أنبوب أشعة المهبط الذي استعمله باحثون لدراسة العلاقة بين الكتلة والشحنة. لاحظ أن هناك أقطابًا معدنية موجودة على طرفي الأنبوب. ويسمى القطب الموصل بالطرف السالب للبطارية المهبط (الكافود)، في حين يسمى القطب الموصل بالطرف الموجب المصعد (الأنود).



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

الشكل 7-3 عند القيام بعمل

ثقب صغير في مركز المصعد ينبع شعاع رفيع من الإلكترونات يمكن الكشف عنه بطلاط الطرف الآخر للأنبوب بالفوسفور الذي يتوجه عندما تصطدم الإلكترونات به.



عندما كان العالم الفيزيائي السير ولIAM كروكس يعمل في مختبر معتم لاحظ ومضات ضوئية في أحد أنابيب أشعة المهبط، وكانت عبارة عن بريق أخضر نتج عندما اصطدمت بعض الأشعة بكميات الحرارتين التي تغلف إحدى نهايتي الأنابيب. وبمزيد من البحث تبين أن هناك أشعة تمر في الأنابيب. 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 مقتنيين بما يلي:

- أشعة المهبط عبارة عن سيل من الجسيمات المشحونة.
- تحمل الجسيمات شحنات سالبة (القيمة الحقيقية للشحنة السالبة لم تكن معروفة).
- ولأن تغيير المعدن المكون للأقطاب أو تغيير الغاز في الأنابيب 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^- .
- وبين **الشكل 7-3** بعض التجارب التي استعملت لتحديد خواص أشعة المهبط.

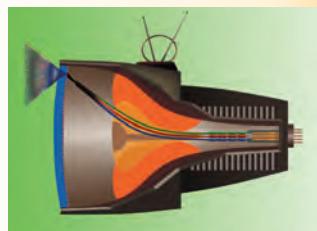
ماذا قرأت؟ اشرح كيف تم اكتشاف أشعة المهبط؟

كتلة الإلكترون وشحنته رغم النجاح الذي تحقق من تجارب أشعة المهبط، إلا أن أحداً 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 شحنته 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 بمنسوب أخرى معروفة.

الكيمياء في واقع الحياة

أشعة المهبط



التلفزيون تم اختراع التلفاز عام 1920م. تكون الصور التلفازية عموماً عندما تصطدم أشعة المهبط بمواد كيميائية - تغلف الشاشة من الخلف - منتجة الضوء.

المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

استنتج طومسون أن كتلة الجسيم المشحون أقل كثيراً من كتلة ذرة الهيدروجين، وهي أصغر ذرة معروفة. وهذا الاستنتاج كان مفاجئاً؛ لأنه يعني أن هذه الجسيمات أصغر من الذرة، لذا فإن جون دالتون كان خطئاً؛ إذ يمكن تجزئة الذرات إلى جسيمات أصغر. ورغم أن نظرية دالتون الذرية كانت مقبولة بشكل واسع إلا أن استنتاجات طومسون كانت حاسمة، وإن 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؟

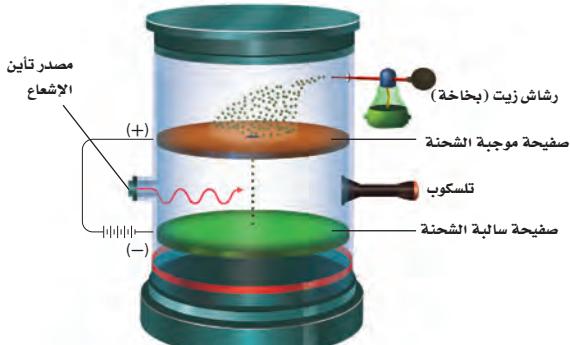
تجربة قطرة الزيت وشحنة الإلكترون إن التطور المهم التالي جاء عام 1910م، عندما قام العالم الفيزيائي روبرت ميلikan Robert Millikan بتحديد شحنة الإلكترون مستعملاً جهاز قطرة الزيت المبين في الشكل 8-3. في هذا الجهاز تم رش الزيت باستعمال بخاخ فوق صفيحتين متوازيتين ومشحونتين، تحتوي الصفيحة العليا على ثقب صغير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

وهكذا فإن الإلكترون الواحد يحمل شحنة مقدارها (1-). لقد كانت تجربة ميلikan محكمة جداً، لدرجة أن الشحنة التي قاسها منذ مائة عام لا تختلف أكثر من 1% تقريباً عن القيمة المقبولة حالياً.

كتلة الإلكترون من خلال معرفة ميلikan بشحنة الإلكترون واستعماله نسبة الشحنة إلى الكتلة المعروفة مسبقاً، تمكن من حساب كتلة الإلكترون:

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

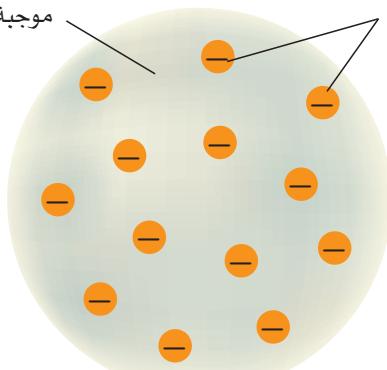
الشكل 8-3 تعتمد حركة قطرات الزيت داخل جهاز ميلikan على شحنة القطرات، وعلى المجال الكهربائي. استعمل ميلikan التلسكوب لمراقبة القطرات، واستطاع التحكم في سرعة سقوطها من خلال تغيير شدة المجال الكهربائي. ومن خلال ملاحظاته تمكن من حساب مقدار الشحنة على كل قطرة.



المادة تحتوي على شحنات

موجبة موزعة بانتظام

إلكترونات



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

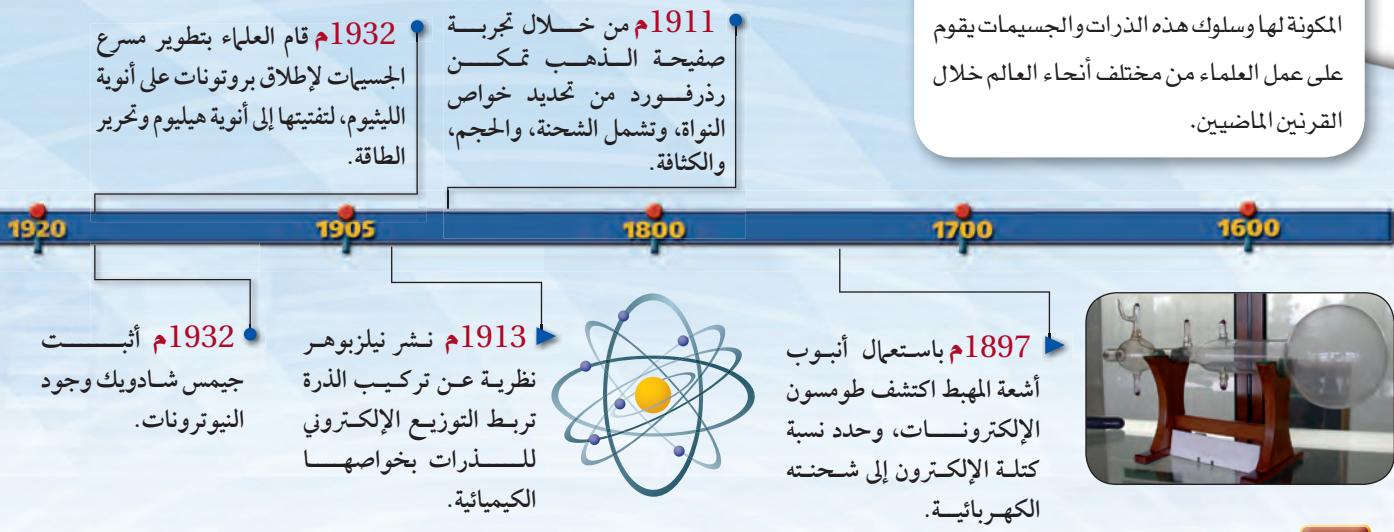
نموذج طومسون لقد أثار وجود الإلكترون ومعرفة بعض خواصه بعض الأسئلة المثيرة للاهتمام حول طبيعة الذرات. فمن المعروف أن المادة متعادلة، وليس لها شحنة كهربائية. وأنت لا تتصعق عند لمسك الأشياء. فإذا وجدت الإلكترونات في جميع المواد وشحنتها سالبة، فكيف تكون المادة متعادلة؟ وكثلة الإلكترون صغيرة جدًا. فما المسؤول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

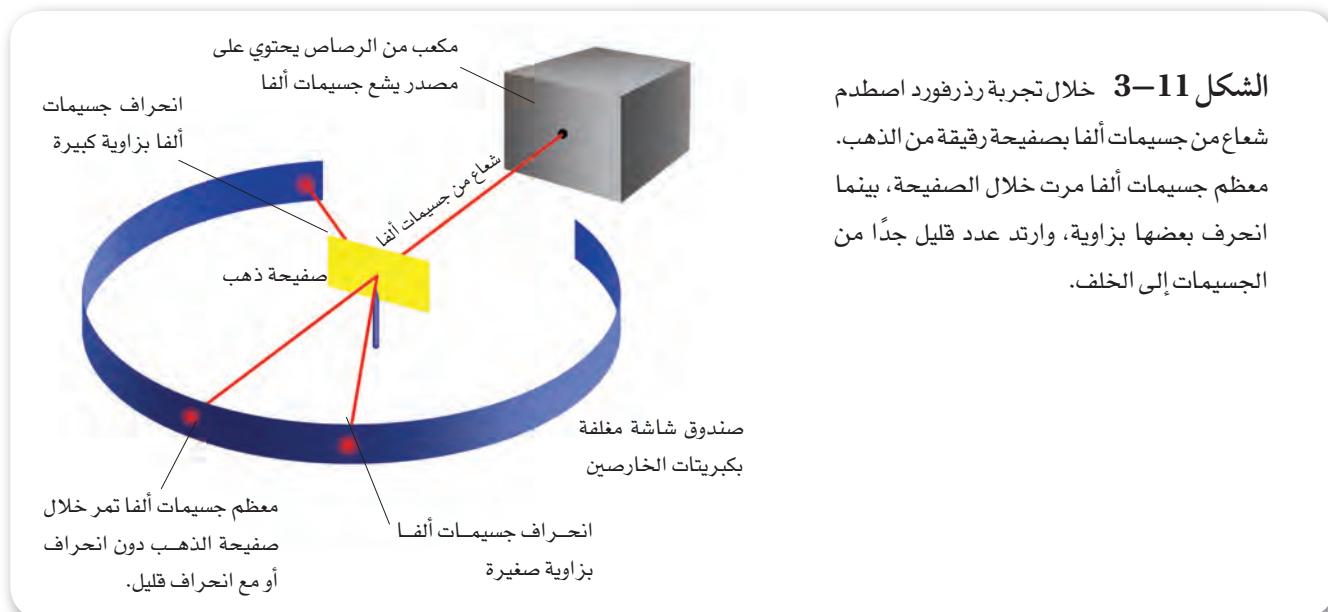
في محاولة للإجابة عن هذه الأسئلة اقترح طومسون نموذجًا للذرة كما ترى في الشكل 3-3 يتكون هذا النموذج من ذرات كروية الشكل مكونة من شحنات موجبة موزعة بانتظام، مغروسة فيها الإلكترونات منفردة سالبة الشحنة. لكن هذا النموذج لم يستمر طويلاً. ويلخص الشكل 10-3 التدرج التاريخي لدراسة تركيب الذرة.

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 رutherford اصطدم شعاع من جسيمات ألفا بصفحة رقيقة من الذهب. معظم جسيمات ألفا مررت خلال الصفيحة، بينما انحرف بعضها بزاوية، وارتدى عدد قليل جداً من الجسيمات إلى الخلف.

النواة The Nucleus

تجربة رutherford في عام 1911م أجرى رutherford تجربة كما في الشكل 11-3، حيث وجه شعاعاً رفيعاً من جسيمات ألفا في اتجاه صفيحة رقيقة من الذهب، ووضع شاشة مغلفة ببكريليد 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 رutherford وزملاؤه من خلال التجربة أن نسبة قليلة من جسيمات ألفا انحرفت بزاوية كبيرة، بينما ارتد عدد قليل جداً من الجسيمات إلى الخلف في اتجاه مصدر الأشعة.

2007م في مركز أبحاث سيرن تمت دراسة خواص الجسيمات المكونة للذرة والمادة النووية.



1954م تم في سيرن- وهو أكبر مركز أبحاث ذري فيزيائي موجود في سويسرا- دراسة فيزياء الجسيمات.

1938م نجح ليزا مایتزن، وأتوهان، وفریتزستراوسن في شطر ذرات اليورانيوم في عملية سميت الانشطار النووي.



2010

1995

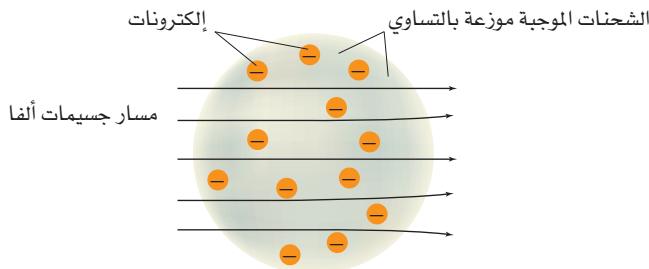
1980

1965

1950

1968م قدم العلماء أول دليل تجربسي على وجود الجسيمات المكونة للذرة والتي عرفت بالكواركات.

1945-1939م قام العلماء في الولايات المتحدة الأمريكية وألمانيا بشكل منفصل بعمل مشاريع لتطوير أول سلاح نووي.



الشكل 12-3 بالاعتماد على نموذج طومسون
توقع رutherford أن جسيمات ألفا الضوئية ستمر من خلال
صفحة الذهب. وأن جزءاً قليلاً فقط سينحرف قليلاً.

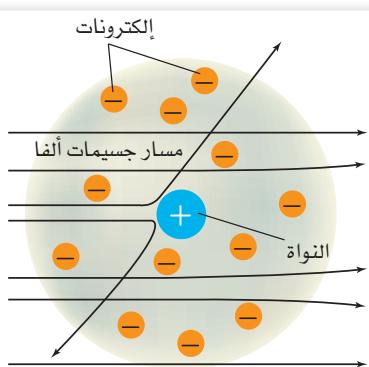
من خلال معرفة Rutherford بنموذج طومسون للذرة توقع أن مسار جسيمات ألفا السريعة ذات الكتلة الكبيرة سوف تنحرف قليلاً نتيجة اصطدامها بالإلكترونات. لأن الشحنة الموجبة موزعة بانتظام في ذرات الذهب فقد اعتقد أنها لا تحرف مسار أشعة ألفا أيضاً. وبين الشكل 12-3 نتائج تجربة Rutherford.

نموذج رutherford للذرة استنتج Rutherford أن نموذج طومسون لم يكن صحيحاً؛ لأنه لم يستطع أن يفسر نتائج تجربة رقاقة الذهب. واعتاداً على خواص جسيمات ألفا والإلكترونات، وعلى تكرار الارتدادات استنتج أن الذرة تتكون غالباً 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، وبين الشكل 13-3 نموذج رutherford الذري.

ولأن نواة الذرة تتحل حيزاً صغيراً في الذرة وتحتوي على معظم كتلة الذرة فإن النواة كثيفة جداً. إن حجم الفراغ الذي تتحرك فيه الإلكترونات كبير جداً مقارنة بحجم النواة. وإن قطر الذرة يعادل تقريرياً عشرة آلاف مرة قطر النواة.

ماذا قرأت؟ صف نموذج الذرة الذي وضعه رutherford.

تعمل قوة التناحر الناتجة بين جسيمات ألفا الموجبة والنواة الموجبة على انحراف جسيمات ألفا. وبين الشكل 13-3 نتائج تجربة رقاقة الذهب في نموذج Rutherford الذري. ويوضح هذا النموذج أيضاً أن الذرة متعادلة كهربائياً؛ فالشحنة الموجبة للنواة تعادل الشحنة السالبة للإلكترونات، لكن هذا النموذج لم يستطع تفسير كتلة الذرة.



الشكل 13-3 في نموذج Rutherford للذرة تتكون الذرة من نواة كثيفة موجبة الشحنة، محاطة بالإلكترونات السالبة الشحنة. تتحرف جسيمات ألفا التي تمر بعيداً عن النواة قليلاً. أما جسيمات ألفا التي تمر مباشرةً بالقرب من النواة فتحرف بزوايا كبيرة.

استنتج. ما القوة المسببة لانحراف جسيمات ألفا؟

البروتون والنيوترون في عام 1920 قام رذرфорد بشرح مفهوم النواة، واستنتج أن النواة تحتوي على جسيمات تسمى البروتونات. **البروتون** ويرمز له بالرمز (P) جسيم ذري يحمل شحنة تساوي شحنة الإلكترون، لكنها موجبة. **شحنة البروتون (+1).**

وفي عام 1932 بين العالم جيمس شادويك James Chadwick أن النواة تحتوي أيضاً على جسيمات متعادلة سميت النيوترونات. **والنيوترون** جسيم ذري كتلته قريبة من كتلة البروتون، ولكنه لا يحمل شحنة كهربائية ويرمز له بالرمز (n). وفي عام 1935 حصل شادويك على جائزة نوبل في الفيزياء؛ لإثباته وجود النيوترون.

مختبر تحليل البيانات

تفسير الأشكال التوضيحية العلمية

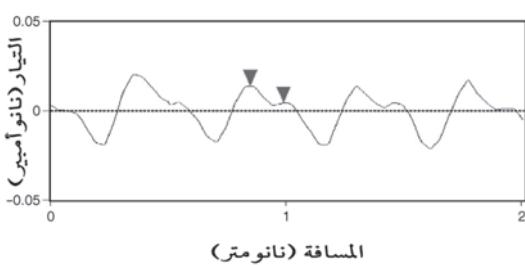
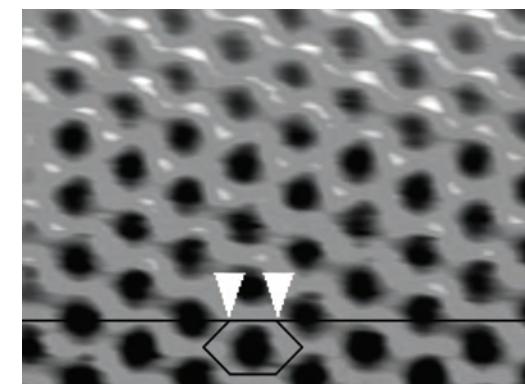
ما المسافات الظاهرة بين ذرات الكربون في مادة ذات شكل بلوري ثابت؟

لرؤيا الذرات منفردة استعمل العلماء المجهر الأنبوبي الماسح (STM) لفحص مادة بلورية تسمى مبلمرة الجرافيت العالية الترتيب، ورمز إليها بـ (HOPG). يستعمل جهاز STM لعمل صورة سطحية على المستوى الذري.

الإلاحظات والبيانات

تبين الصورة جميع ذرات الكربون في سطح مادة الجرافيت، وت تكون كل حلقة سداسية في الصورة من ثلاثة بقع لامعة مفصولة بثلاث بقع معتمة، وهذه البقع اللمعنة ناشئة عن تتابع ذرات الكربون في سطح الجرافيت. ويدل المقطع العرضي الموجود أسفل الصورة على الخط المرسوم في الصورة، وهو يعبر عن الدورية في المسافات الذرية الظاهرة.

التفكير الناقد



1. ماذا تمثل البقع السوداء الموجودة في الشكل؟

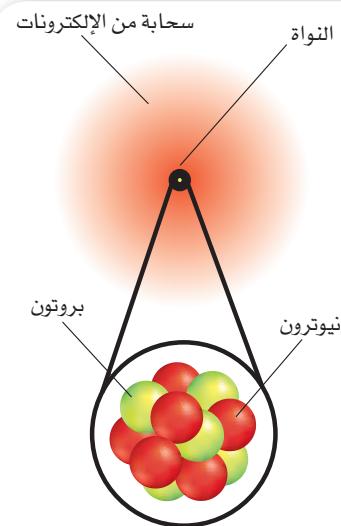
2. ما عدد ذرات الكربون التي يمر بها الخط المرسوم في الشكل؟

الجدول 3-3

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

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 بـإلكترون (أو أكثر) سالب الشحنة. ومعظم حجم الذرة فراغ يحتوي على إلكترونات سريعة الحركة، وهي تتحرك في الفراغ المحيط بالنواة. تربط 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)، وببروتونات موجبة الشحنة. وتشكل النواة أكثر من 99.97% من كتلة الذرة. وتشغل حوالي 0.0001 من حجم الذرة. ولأن الذرة متعادلة كهربائياً فإن عدد البروتونات في النواة يعادل عدد الإلكترونات المحاطة بها. ويبين الشكل 3-14 مكونات الذرة، وخصائص 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. ويفسّر السلوك الكيميائي من خلال الإلكترونات المحاطة بالذرة كما ستدرس لاحقاً.



الشكل 3-14 ت تكون الذرات من نواة تحتوي على بروتونات ونيوترونات محاطة بـسحابة من الإلكترونات.

التقويم 3-2

الخلاصة

- الذرة هي أصغر جزء في العنصر له خواص العنصر.
- شحنة إلكترون (-)، والبروتون (+)، أما النيوترون فليس له شحنة.
- معظم حجم الذرة فراغ يحيط بالنواة.
- ال فكرة «الرئيسة» صفت تركيب الذرة، وحدد موقع كل جسيم فيها.
- قارن بين نموذج طومسون ونموذج رذرфорد.
- قوم التجارب التي أدت إلى استنتاج أن الإلكترونات السالبة الشحنة موجودة في جميع المواد.
- قارن الشحنة والكتلة النسبية لكل من الجسيمات المكونة للذرة.
- احسب الفرق بالـ(kg) بين كتلة البروتون وكتلة الإلكترون.
- نواة الذرة تحتوي على بروتونات ونيوترونات موجبة الشحنة.

How Atoms Differ? كيف تختلف الذرات؟

الأهداف

- تفسّر دور العدد الذري في تحديد هوية الذرة.
- تعرّف النظائر.
- تفسّر سبب أن الكتل الذرية ليست أعداداً صحيحة.

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 أنوتها. وهكذا فإن عدد البروتونات في الذرة يحدد نوعها بصفتها ذرة عنصر معين. ويشار إلى عدد البروتونات في الذرة **بالعدد الذري**. ويكتب العدد الذري (X) 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). ويبداً الصف التالي في الجدول الدوري بعنصر الليثيوم Li الذي عدده الذري (3)، يتبعه عنصر البريليوم Be وعده الذري (4). وهكذا فإن الجدول الدوري مرتب من اليسار إلى اليمين، ومن أعلى إلى أسفل، تصاعدياً بحسب الأعداد الذرية للعناصر. ولأن جميع الذرات متعادلة فإن عددي البروتونات والإلكترونات في الذرة الواحدة يجب أن يكونا متساوين. لذا فإن العدد الذري للعنصر يساوي عدد البروتونات، وهو يساوي أيضاً عدد الإلكترونات في الذرة.

مراجعة المفردات

الجدول الدوري: نموذج ترتتب فيها جميع العناصر المعروفة تصاعدياً 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

العدد الذري

العدد الذري = عدد البروتونات = عدد الإلكترونات

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

هيدروجين	الاسم الكيميائي
1	العدد الذري
H	الرمز الكيميائي
1.008	متوسط الكتلة الذرية

الشكل 15-3 يمثل كل عنصر في الجدول الدوري

باسمه الكيميائي، والعدد الذري، والرمز الكيميائي،

ومتوسط الكتلة الذرية.

حد عدد البروتونات وعدد الإلكترونات في ذرة ذهب.

مثال 1-3

العدد الذري أكمل المجدول التالي:

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

1 تحليل المسألة

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

المعطيات

المطلوب

a. عدد الإلكترونات (e^-) = العدد الذري للرصاص (P)، عدد الإلكترونات (e^-) = ?

b. عدد البروتونات (P) = العدد الذري، عدد الإلكترونات (e^-) = ?

c. عدد البروتونات (P) = العدد الذري، عدد البروتونات (P) = ?

a. عدد البروتونات = العدد الذري

عدد البروتونات = 82

عدد الإلكترونات = عدد البروتونات

عدد الإلكترونات = 82

عدد البروتونات = عدد الإلكترونات = 82

b. العدد الذري = عدد البروتونات

العدد الذري = 8

عدد الإلكترونات = عدد البروتونات

عدد الإلكترونات = 8

العدد الذري = عدد الإلكترونات = 8

العنصر هو الأكسجين (O).

c. عدد البروتونات = عدد الإلكترونات

عدد البروتونات = 30

العدد الذري = عدد البروتونات

العدد الذري = 30

العدد الذري = عدد البروتونات = 30

العنصر هو الخارصين Zn

2 حساب المطلوب

طبق علاقة العدد الذري

عوض العدد الذري يساوي 82

طبق علاقة العدد الذري

عوض عدد البروتونات يساوي 8

استعمل الجدول الدوري لتعريف العنصر

طبق علاقة العدد الذري

عوض عدد البروتونات يساوي 30

استعمل الجدول الدوري لتعريف العنصر

3 تقويم الإجابة

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

مسائل تدريبية

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

9e⁻

10n

9p
9n

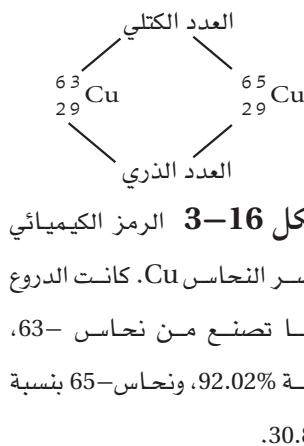
a. الرادون Rn b. الماغنسيوم Mg

13. ما العنصر الذي تحتوي ذرته على 66 إلكتروناً؟

14. ما العنصر الذي تحتوي ذرته على 14 بروتوناً؟

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

النظائر والعدد الكتلي Isotopes and Mass Number



كان جون دالتون مخطئاً عندما اعتقد أنه لا يمكن تجزئة الذرات، وأن ذرات العنصر الواحد متشابهة؛ وذلك لأن 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 بروتوناً و 19 إلكترونًا، بينما يحتوي أحد أنواع ذرة البوتاسيوم على 20 نيوتروناً، والآخر على 21 نيوتروناً، والثالث على 22 نيوتروناً. تسمى الذرات التي لها عدد البروتونات نفسه لكنها تختلف في عدد النيوترونات **النظائر**.

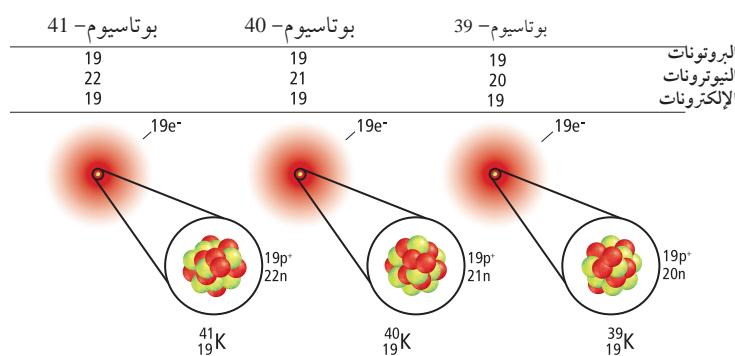
كتلة النظائر النظائر التي تحتوي على عدد أكبر من النيوترونات تكون كتلتها أكبر. وعلى الرغم من هذه الاختلافات إلا أن ذرات نظائر العنصر يكون لها السلوك الكيميائي نفسه. وستعرف لاحقاً أن السلوك الكيميائي يحدده فقط عدد الإلكترونات الموجودة في الذرة.

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

العدد الكتلي
العدد الكتلي = العدد الذري + عدد النيوترونات
 العدد الكتلي لأي ذرة هو مجموع العدد الذري وعدد النيوترونات.

على سبيل المثال لعنصر النحاس نظيران. النظير الذي يحتوي على 29 بروتوناً و 34 نيوتروناً عدده الكتلي 63، ويكتب نحاس -63، أو ^{63}Cu . والعدد الكتلي للنظير الذي يحتوي على 29 بروتوناً و 36 نيوتروناً هو 65، ويكتب نحاس -65 أو ^{65}Cu . ويكتب الكيميائيون النظائر أيضاً باستعمال تعبير الرمز الكيميائي والعدد الذري والعدد الكتلي، كما هو مبين في **الشكل 16-3**.

النظائر في الطبيعة توجد معظم العناصر في الطبيعة على هيئة مخالط من النظائر. وعند الحصول على أي 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 نيوتروناً، و 6.73% من ذراته التي تحتوي على 22 نيوتروناً، و 0.01% من ذراته التي تحتوي على 21 نيوتروناً. 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.

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

مثال 3-2

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، وسمّ هذا النظير، وأعطه رمزاً :

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

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.

المطلوب

عدد النيوترونات ، وعدد البروتونات، وعدد الإلكترونات؟

المعطيات

العنصر: النيون

العدد الذري = 10

رمز النظير = ?

العدد الكتلي = 22

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.

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. وسمّ كل نظير، واكتب رمزه.

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

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

كتل الذرات Mass of Atoms

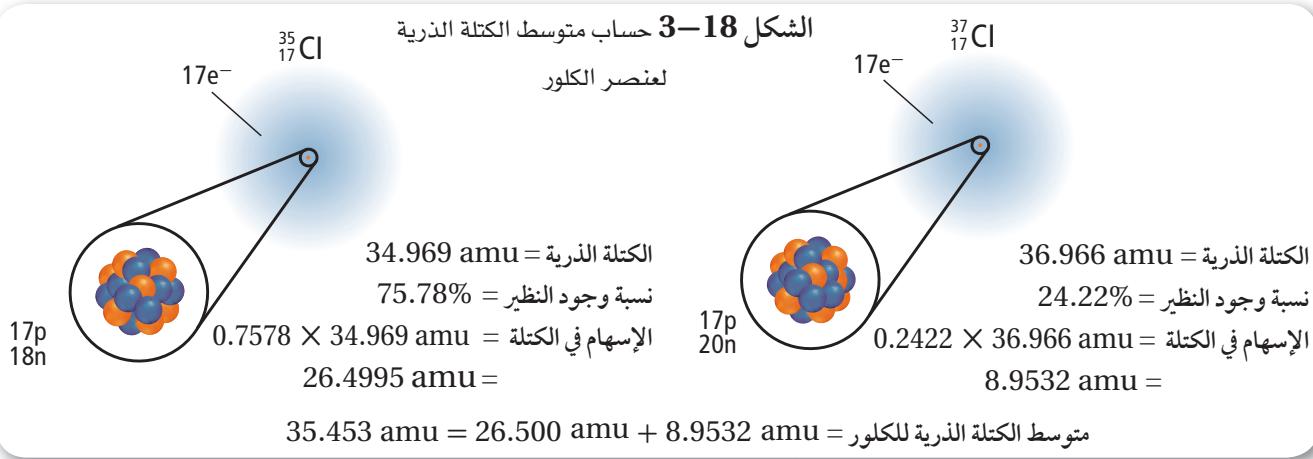
بالرجوع إلى الجدول 3-3 فإن كتلة كل من البروتون والنيوترون تساوي تقريرًا $1.67 \times 10^{-24} \text{ g}$ ، وكتلة الإلكترونات أصغر من ذلك؛ فهي حوالي $\frac{1}{1840}$ من كتلة البروتون أو النيوترون.

وحدة الكتلة الذرية لأن هذه الكتل صغيرة جدًا، 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 الكتلة الذرية (amu)** تعرف بأنها $\frac{1}{12}$ من كتلة ذرة (الكربون-12). لذا فإن وحدة الكتلة الذرية تساوي تقريرًا كتلة بروتون واحد أو نيوترون واحد. ولكن من المهم معرفة أن كتلتى البروتون والنيوترون أكبر من واحد وهم مختلفان قليلاً. وبين الجدول 4-3 كتل الجسيمات المكونة للذرة بدلاً من وحدة الكتلة الذرية (amu).

الكتلة الذرية لأن كتلة الذرة تعتمد أساساً 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 عدداً صحيحاً. وبين **الشكل 18-3** حساب الكتلة الذرية للكلور.

يوجد الكلور في الطبيعة مزيجاً من 76% كلور-35، و 24% كلور-37. والكتلة الذرية للكلور تساوي 35.453 amu .

الشكل 18-3 حساب متوسط الكتلة الذرية



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 وكتلتها الذرية ونسبة وجود كل نظير في الطبيعة.

ماذا قرأت؟ وضع كيف تحسب الكتلة الذرية؟

نسبة النظائر إن تحليل كتلة العنصر يمكننا من معرفة أي نظائر العنصر أكثر وجوداً 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 مثلاً آخر، تجد أن كتلته الذرية 79.904 amu، وهي قريبة من 80 amu، فيبدو كما لو أن نظير البروم الأكثر وجوداً 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 متواافق في الطبيعة. ويبيّن الشكل 3-19 الموضع الرئيسية لإنتاج البروم الموجودة في منطقة البحر الميت في الأردن.



الشكل 3-19 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 أيضاً في الأدوية والزيوت والدهانات والبيدات.

تجربة

التحليل

نمذجة النظائر

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

خطوات العمل

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

$$\text{الإسهام في الكتلة} = \text{الكتلة} \times \text{نسبة وجود النظير}$$

- استنتاج هل تختلف الكتلة الذرية إذا حصلت على كيس آخر يحتوي على عدد مختلف من النوع نفسه من الخرز؟ على إجابتكم.
- فسر لماذا تم تحديد متوسط كتلة كل مجموعة من الخرز بقياس كتلة 10 حبات بدلاً من حبة واحدة من كل مجموعة؟

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. عد 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 g، اقسم مجموع الكتل لكل مجموعة على عشرة للحصول على متوسط الكتلة.

مثال 3-3

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

1 تحليل المسألة

احسب الكتلة الذرية واستعمل الجدول الدوري للتأكد.

المطلوب

الكتلة الذرية للعنصر X ${}^6\text{X}$ = ?

العنصر X = ?

المعطيات

${}^6\text{X}$ الكتلة = 6.015 amu

نسبة النظير = 0.0759 = 7.59%

${}^7\text{X}$ الكتلة = 7.016 amu

نسبة النظير = 0.9241 = 92.41%

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

$$\text{إسهام الكتلة} = (\text{الكتلة}) \times \text{نسبة النظير}$$

$$\text{إسهام الكتلة} = 0.4565 \text{ amu} = 0.0759 \times 6.015 \text{ amu}$$

$$\text{إسهام الكتلة} = (\text{الكتلة}) \times (\text{نسبة النظير})$$

$$\text{إسهام الكتلة} = 6.483 \text{ amu} = 0.9241 \times (7.016 \text{ amu})$$

$$\text{الكتلة الذرية للعنصر X} = 6.483 + 0.4565 = 6.939 \text{ amu}$$

العنصر الذي كتلته الذرية المتوسطة 6.939 amu هو عنصر **الليثيوم Li**

2 حساب المطلوب

احسب إسهام ${}^6\text{X}$

عرض الكتلة = 6.015 amu والنظير = 0.0759

احسب إسهام ${}^7\text{X}$

عرض الكتلة = 7.016 amu والنظير = 0.9241

اجمع إسهام الكتلة لإيجاد الكتلة الذرية.

تحديد العنصر باستعمال الجدول الدوري

3 تقويم الإجابة

توافق 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؟ فسر 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. **الغرة الرئيسية** 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 أرقاماً صحيحة؟

23. احسب للنحاس نظيران: النحاس- 63 (نسبة وجوده 69.2%)، وكتلته

64.928 amu والنحاس- 65 (نسبة وجوده 30.8%)، وكتلته 62.93 amu. احسب الكتلة الذرية للنحاس.

24. احسب للماغنيسيوم 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 للماغنيسيوم.

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 بالطريق الفيزيائية والكيميائية.

المفردات الجديدة

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

الأنوية غير المستقرة والتحلل الإشعاعي
unstable nuclei and Radioactivity

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

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

النشاط الإشعاعي Radioactivity

تعلم أن التفاعل الكيميائي هو تغيير 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 يحول عنصراً 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 للتغيرات قد تغير من هويتها، وأن التفاعل الذي يؤدي إلى تغير في نواة الذرة يسمى **التفاعل النووي**. إن اكتشاف التفاعلات النووية يعد اكتشافاً مهماً؛ فلم يسبق أن أدى تفاعل كيميائي إلى تكوين نوعين جديدين من الذرات. تصدر الذرات المشعة إشعاعات لأن أنويتها غير مستقرة. الأنظمة غير المستقرة سواءً كانت ذرات، أو أشخاصاً 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 إشعاعياً، وتحول 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.

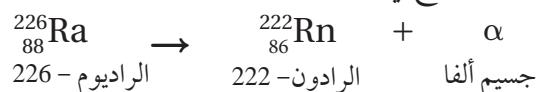
أنواع الإشعاعات Types of Radiation

مهن في الكيمياء

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

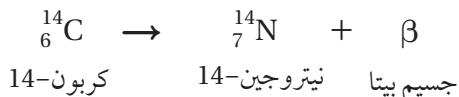
بدأ العلماء البحث حول النشاط الإشعاعي في أواخر القرن التاسع عشر؛ فقد بحثوا في تأثير المجالات الكهربائية في عملية الإشعاع، فتمكنوا من خلال إمرار أشعة صادرة من مصدر مشع بين صفيحتين مشحونتين كهربائياً من تعرّف ثلاثة أنواع من الأشعة، معتمدين على شحناتها الكهربائية. ويبين الشكل 21-3 إشعاعاً انحرف نحو الصفيحة السالبة الشحنة، وأخر نحو الصفيحة الموجبة الشحنة، وثالثاً لم ينحرف أبداً.

أشعة ألفا سميت الأشعة التي انحرفت في اتجاه الصفيحة السالبة الشحنة **أشعة ألفا**، وهي مكونة من جسيمات ألفا. **جسيم 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 ألفانواهيليوم-4، ويمكن التعبير عنه بـ He^{2+} أو He^2 . ينتج جسيم ألفا عن تحلل مادة الراديوم-226 إلى الرادون-222، كما هو موضح في المعادلة التالية:

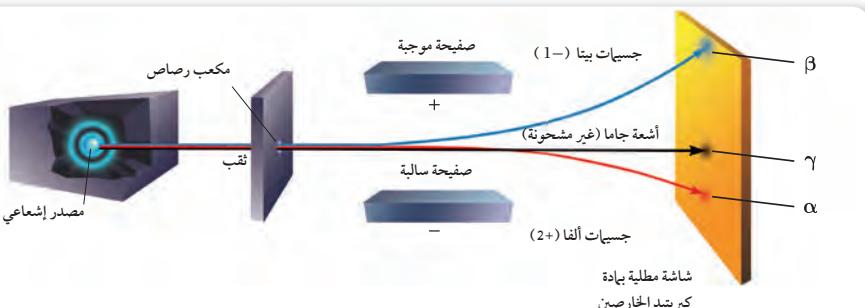


لاحظ أنه تم الحصول على عنصر جديد، وهو عنصر الرادون-222، نتيجة تحلل أشعة ألفا من نواة الراديوم-226 غير المستقرة. وتعرف المعادلة المبينة أعلاه **المعادلة النووية**، وهي تبين العدد الذري والعدد الكتلي للجسيمات المتضمنة في التفاعل. يتم الحفاظ على العدد الكتلي ثابتاً في المعادلات النووية.

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 انجدابها 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.



الشكل 21-3 يحرف المجال الكهربائي الأشعة في اتجاهات مختلفة، اعتماداً على الشحنة الكهربائية لهذه الإشعاعات. فـ**ما إذا انحرفت جسيمات بيتا نحو الصفيحة الموجبة وجسيمات ألفا نحو الصفيحة السالبة، ولم تتحرف أشعة جاما؟**



خواص الإشعاعات			الجدول 5-3
جاما	بيتا	ألفا	
γ	e^- أو β	4_2He أو α	الرمز
0	$\frac{1}{1840}$	4	الكتلة (amu)
0	9.11×10^{-31}	6.65×10^{-27}	الكتلة (kg)
0	1-	2+	الشحنة

أشعة جاما لأن أشعة 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 انباع جسيمات ألفا عند تحلل عنصر اليورانيوم - 238



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 الرئيسية 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 وتُفقد طاقة من خلال التحلل الإشعاعي لتكوين أنوية مستقرة. وتطلق جسيمات ألفا وبيتا. وهذه الإشعاعات تؤثر في نسبة النيوترونات إلى البروتونات إلى الأنوية الجديدة.

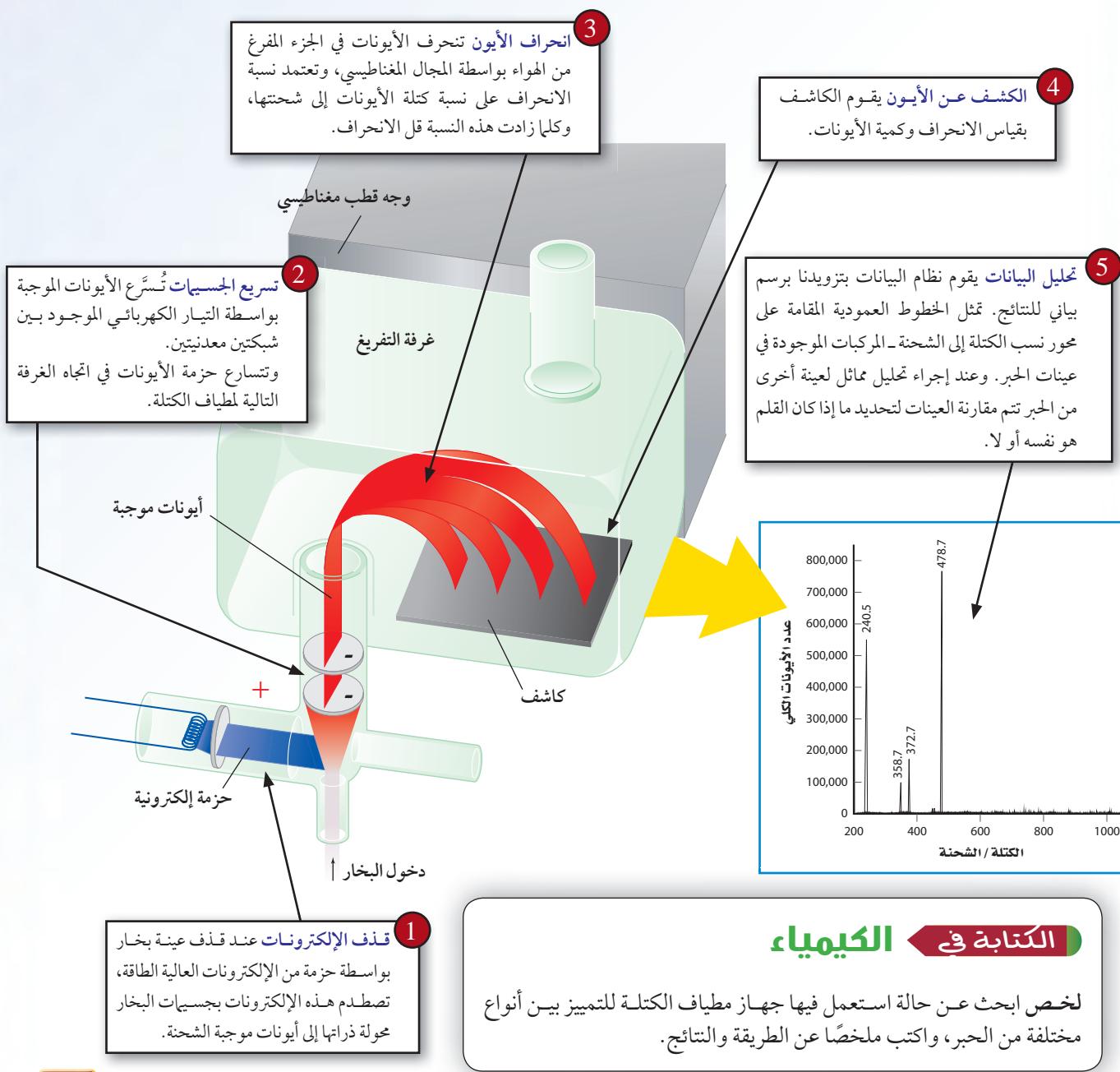
التقويم 3-4

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** فسر كيف يتحقق الاستقرار في الذرات غير المستقرة؟
- 26. اذكر ما الكميات التي تحافظ عليها عند موازنة تفاعل نووي؟
- 27. صنف كلاً مما يلي إلى: تفاعل كيميائي، تفاعل نووي، لا شيء منهما.
 - a. الثوريوم يصدر أشعة بيتا.
 - b. تشارك 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 ثقل جسيم ألفا ثقل الإلكترون؟
- 29. كون جدولًا بين كيف يؤثر كل نوع من الإشعاعات في العدد الذري والعدد الكتلي للذرة؟

مطياف الكتلة

تخيل أن عالم بحث جنائي يحتاج إلى تعرف الخبر المستعمل في سجل ما لفحص إمكانية التزييف. يمكن للعالم أن يقوم بتحليل الخبر مستعملاً 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 الحقيقى للعينة. ويعد جهاز مطياف الكتلة من أهم التقنيات التي تدرس المواد غير المعروفة.





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. ستسخدم القياسات التي تحصل عليها لحساب متوسط الكتلة المقيسة التي تمثل متوسط الكتلة الذرية للمكسراتيوم.

سؤال كيف تفاصي الكتلة الذرية لمخالط النظائر في الطبيعة؟

المواد والأدوات الالزمة

ميزان

آلة حاسبة

كمية من المكسرات

إجراءات السلامة

تحذير: لا تأكل الطعام المستخدم في المختبر.

خطوات العمل

- احسب استخدم نسب أنواع المكسرات والكتلة لحساب متوسط الكتلة الذرية للعنصر الافتراضي "المكسراتيوم".
- فسراشح سبب عدم تساوي متوسط الكتلة الذرية لعنصر المكسراتيوم مع كتلة أي نوع من المكسرات.
- استعرض الأقران اجمع بيانات الكتلة الذرية من المجموعات الأخرى، وفسر أي اختلاف بينها وبين بياناتك.
- طبق لماذا لا يعبر عن الكتلة الذرية في الجدول الدوري بأعداد صحيحة كما يعبر عن العدد الكتلي للعنصر؟
- 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؟

التوسيع في الاستقصاء

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

- املاً بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
- اعمل جدولًا لتسجيل بياناتك؛ بحيث يحتوي على كتلة كل نوع من أنواع المكسرات، ونسبة.
- صنف المكسرات في مجموعات بحسب نوعها.
- احسب عدد حبات المجموعة الواحدة.
- سجل عدد حبات النوع الواحد والعدد الكلي في جدول البيانات.
- قس كتلة حبة واحدة من كل مجموعة، وسجل الكتلة في جدول البيانات.
- التنظيف والتخالص من النفايات** تخلص من المكسرات وفق توجيهات معلمك، ثم أعد الأدوات والأجهزة إلى أماكنها.

حل واستنتاج

- احسب أو جد نسبة توافر كل نوع؛ وذلك بقسمة عدد حبات النوع الواحد على العدد الكلي.

الفكرة (العامة) الذرات هي الوحدات البنائية الأساسية للمادة .

1-3 الأفكار القديمة للمادة

المفاهيم الرئيسية

- 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.

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

2-3 تعريف الذرة

المفاهيم الرئيسية

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

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

المفردات

- الذرة
- أشعة المهبط
- إلكترون
- النواة
- البروتون
- النيوترون

3-3 كيف تختلف الذرات؟

المفاهيم الرئيسية

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

الفكرة **الرئيسية** يحدد عدد البروتونات

والعدد الكتلي نوع الذرة.

المفردات

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

4-3 الأنوية غير المستقرة والتحلل الإشعاعي

المفاهيم الرئيسية

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

الفكرة **الرئيسية** الذرات غير المستقرة

تصدر إشعاعات للوصول إلى حالة الاستقرار.

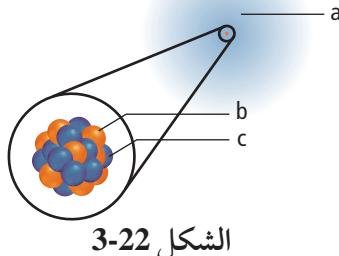
المفردات

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

3-1

اتقان المفاهيم

42. سُمّ مكونات الذرة المبينة في الشكل 3-22.



الشكل 3-22

43. فسّر سبب تعاوُل الذرات كهربائياً.

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 بروتوناً واحداً؟

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

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

49. أشعة المهبط استعملت البيانات في الشكل 3-23 لتفسير اتجاه أشعة المهبط داخل الأنابيب.



الشكل 3-23

50. وضح باختصار كيف اكتشفت رذرфорد نواة؟

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

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

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

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

31. من العالم الذي اعتبر عمله بداية تطور النظرية الذرية الحديثة؟

32. ميز بين أفكار ديمقريطس ونظرية دالتون الذرية.

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

34. فسّر لماذا لم يتمكن ديمقريطس من إثبات أفكاره تجرييّاً.

35. لماذا اعترض أرسطو على النظرية الذرية؟

36. اذكِر الأفكار الرئيسة لنظرية دالتون الذرية بلغتك الخاصة. أيها تبيّن مؤخراً أنه خطأ؟ فسّر إجابتكم.

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

3-2

اتقان 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 مرّت خلال الذرة؟

41. رتب مكونات الذرة: النيوتون، الإلكترون، البروتون، تصاعدياً بحسب كتلتها.

تقدير الفصل 3

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

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

الناظير	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 3-6 التالي:

الجدول 3-6 نظائر الكلور والزركونيوم					
العنصر	الكتلة الذرية	الناظير	الكتل	الناظير	العنصر
الزركونيوم	40	17	العدد الذري		
92		37	العدد الكتلي		
40		35	عدد البروتونات		
	50		عدد النيوتونات		
		17	عدد الإلكترونات		

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

$^{163}_{69}\text{Tm}$.b	$^{132}_{55}\text{Cs}$.a
$^{70}_{30}\text{Zn}$.d	$^{59}_{27}\text{Co}$.c

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

F – 23 .b	Ga – 69 .a
Tl – 181 .d	Ti – 48 .c

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

Mn .b	V .a
S .d	Ir .c

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

55. ما نقاط قوة وضعف نموذج رذرфорد للذرة؟

3-3

اتقان المفاهيم

56. فيم تختلف نظائر عنصر ما، وفيما 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 النيوتونات؟

59. كيف يمكنك تحديد عدد النيوتونات في الذرة معتمداً على العدد الكتلي والعدد الذري؟

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

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؟ فسر ذلك.



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

اتقان حل المسائل

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

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

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

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

85. اشرح كيف يرتبط فقدان الطاقة والاستقرار النووي بالتحلل الإشعاعي؟
86. اشرح ما يجب أن يحدث قبل أن تتوقف ذرة مشعة عن التحلل الإشعاعي؟
87. البورون-10 يشع جسيمات ألفا، ويشع السبيزيوم-137 جسيمات بيتا. اكتب معادلة نووية موزونة لكل تحلل إشعاعي.

مراجعة عامة

88. ما الخطأ في نظرية دالتون الذرية؟ وما المكونات الرئيسية للذرة؟
89. أنبوب أشعة المهبط صف أنبوب أشعة 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 رذرفورد كيف اختلفت نتائج تجربة رذرفورد في صفيحة الذهب عن النتائج التي توقعها؟
92. إذا احتوت نواة ذرة متعادلة على 12 بروتوناً فكم الإلكترونًا في هذه الذرة؟ فسر إجابتك.
93. إذا احتوت نواة ذرة على 92 بروتوناً، والعدد الكتلي لها 235، فما عدد النيوترونات في نواة هذه الذرة؟ وما الرمز الكيميائي لها؟
94. مستعيناً بالجدول الدوري، أكمل الفراغات في الجدول 8-3 التالي:

الجدول 8-3 مكونات نظائر متعددة

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

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

75. الكتلة الذرية للفضة. للفضة نظيران في الطبيعة: $^{107}_{47}\text{Ag}$ وكتلته الذرية 106.905 amu، ونسبة وجوده 52.00%، والناظير الآخر $^{109}_{47}\text{Ag}$ ، وكتلته الذرية 108.905 amu، ونسبة وجوده 48.00%. ما الكتلة الذرية للفضة؟

76. استعن بالبيانات المتعلقة بنظائر الكروم الأربع المبنية في الجدول 3-7 لحساب الكتلة الذرية للكروم.

الجدول 3-7 بيانات نظائر الكروم		
الناظير	الكتلة (amu)	نسبة النظير %
الكروم - 50	49.946	4.35
الكروم - 52	51.941	83.79
الكروم - 53	52.941	9.50
الكروم - 54	53.939	2.36

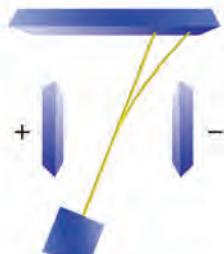
3-4

اتقان 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 تغيراً في نواة الذرة؟
83. إصدار الإشعاعات ما التغير الذي يحدث في العدد الكتلي عندما تصدر ذرة مشعة: جسيمات ألفا، جسيمات بيتا، أشعة جاما؟
84. ما العامل الرئيس في تحديد ما إذا كانت نواة العنصر مستقرة أو غير مستقرة؟

للماغنسيوم بالنسبة التالية: Mg-24 (نسبة وجوده 79%)، Mg-25 (نسبة وجوده 10%)، Mg-26 (نسبة وجوده 11%)، فإذا حلل زميلك معدناً مختلفاً يحتوي على الماغنسيوم فهل توقع 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. طبق أيهما أكبر: عدد المركبات أم عدد العناصر، وعدد العناصر أم عدد النظائر؟ فسر إجابتك.

109. حلل عنصر ثلاثة نظائر في الطبيعة. ما المعلومات الأخرى التي يجب عليك معرفتها لكي تحسب الكتلة الذرية للعنصر؟

110. طبق إذا كان معظم حجم الذرة فراغاً فاشرح لماذا لا يمكنك تمرير يدك خلال جسم صلب؟

111. صمم ارسم نموذجاً حديثاً للذرة، وحدد مكان كل نوع من الجسيمات الذرية المكونة للذرة.

112. طبق للإنديوم In نظيران في الطبيعة وكتلته الذرية 114.818 amu. الإنديوم-113، ونسبة وجوده 4.3%. ما كتلة ونسبة وجود النظير الآخر للإنديوم؟

95. كم مرة يساوي قطر الذرة قطر 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 مساعدة العالم هنري موزلي في فهمنا الحديث للذرة؟

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

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

101. أشباء 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		
نسبة النظير %	الكتلة الذرية (amu)	النظير
8.00	45.953	Ti-46
7.30	46.952	Ti-47
73.80	47.948	Ti-48
5.50	48.948	Ti-49
5.40	49.945	Ti-50

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 معدناً ما وحصلت على ثلاثة نظائر

تقويم إضافي

- الكتابة في **الكيمياء** شاشات التلفزيون والكمبيوتر صف كيف تستعمل أشعة المهبط في توليد صور في شاشات أجهزة التلفزيون والكمبيوتر.
- 118. STM** الذرات المنفردة يمكن رؤيتها من خلال جهاز متتطور يسمى STM. اكتب تقريراً مختصراً يبين كيف يتم التصوير، وقم بعمل ألبوم للصور المجهرية معتمداً على الكتب، والمجلات، والإنترنت.

أسئلة المستندات

الزركونيوم Zr فلز ذو بريق معدني، لونه أبيض رمادي، وبسبب مقاومته العالية للتأكل وقلة امتصاص مقطعه العرضي للنيوترونات فإنه يستعمل عادةً في المفاعلات النووية، كما يمكن أيضاً معالجته (إعادة تصنيعه)، فيبدو مثل الألماس، ويستعمل في المجوهرات.

الجدول 10-3 نسب وجود نظائر الزركونيوم

نسبة وجوده	العنصر
51.4	زركونيوم - 90
11.2	زركونيوم - 91
17.2	زركونيوم - 92
17.4	زركونيوم - 94
2.8	زركونيوم - 96

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 ثابتاً في جميع النظائر؟ فسر إجابتك.

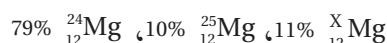
123. توقع أي النظائر له كتلة ذرية أقرب إلى متوسط الكتلة الذرية للزركونيوم، بناءً على نسبة وجودها في الجدول أعلاه؟

124. احسب قيمة متوسط الكتلة الذرية للزركونيوم.

113. استنتاج متوسط الكتلة الذرية للكبريت قريب من العدد الصحيح 32، ومتوسط الكتلة الذرية للكلور 35.435 amu وهذا العدد ليس عدداً صحيحاً. اقترح سبباً محتملاً لهذا الاختلاف.

مسألة تحفيز

114. نظائر الماغنيسيوم أوجد قيمة العدد الكتلي للنظير الثالث للماغنيسيوم، علمًا بأن نسبة وجود نظائر الماغنيسيوم في الطبيعة كالتالي:



والكتلة الذرية للماغنيسيوم 24.305 amu

مراجعة تراكمية

115. كيف تختلف الملاحظات النوعية عن الملاحظات الكمية؟ أعط مثلاً على كل نوع منها.

116. صنف المخالفط أدناه إلى مخلوط متجانس، أو مخلوط غير متجانس:

a. ماء مالح.

b. شربة خضار.

c. ذهب عيار 14

d. خرسانة.

117. أي مما يأتي تغيير فيزيائي، وأيها تغيير كيميائي؟

a. ماء يغلي.

b. عود ثقاب مشتعل.

c. سكر ذاتي في الماء.

d. صوديوم يتفاعل مع الماء.

e. آيس كريم ينصلب.

أسئلة الاختيار من متعدد

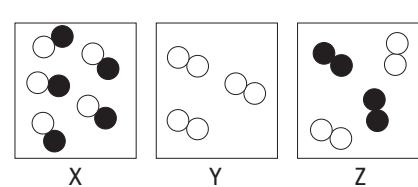
5. تساوي الشحنة الكهربائية للذرة صفرًا لأن:
- الجسيمات الذرية لا تحمل شحنات كهربائية.
 - الشحنات الموجبة للبروتونات تلغى الشحنات السالبة للنيوترونات.
 - الشحنات الموجبة للنيوترونات تلغى الشحنات السالبة للإلكترونات.
 - الشحنات الموجبة للبروتونات تلغى الشحنات السالبة للإلكترونات.
6. ماعدد النيوترونات، والبروتونات، والإلكترونات في ذرة $^{126}_{52}\text{Te}$ ؟
- 126 نيوترونًا، 52 بروتونًا، 52 إلكترونًا.
 - 74 نيوترونًا، 52 بروتونًا، 52 إلكترونًا.
 - 52 نيوترونًا، 74 بروتونًا، 74 إلكترونًا.
 - 52 نيوترونًا، 126 بروتونًا، 126 إلكترونًا.
7. نواة العنصر X غير مستقرة بسبب كثرة النيوترونات. لذا فكل ما يلي يمكن أن يحدث إلا أن:
- يتحلل إشعاعيًّا.
 - يتحول إلى عنصر مستقر غير مشع.
 - يتحول إلى عنصر مستقر مشع.
 - يفقد الطاقة تلقائيًّا.
8. ما الذي يشغل معظم حجم الذرة؟
- البروتونات
 - النيوترونات
 - الإلكترونات
 - الفراغ

1. أي مما يلي يصف ذرة البلوتونيوم Pu ؟
- يمكن تجزئتها إلى جسيمات صغيرة تحفظ بخواص البلوتونيوم.
 - لا يمكن تجزئتها إلى جسيمات صغيرة تحفظ بخواص البلوتونيوم.
 - ليس لها خواص البلوتونيوم.
 - العدد الذري لذرة البلوتونيوم 244.

2. النبتونيوم Np له نظير واحد فقط في الطبيعة $^{237}_{93}\text{Np}$ يتحلل ويصدر جسيم ألفا، وجسيم بيتا، وشعاع جاما. ما الذرة الجديدة التي تتكون من هذا التحلل؟



3. ما نوع المادة التي لها تركيب محدد، وتتكون من عدة عناصر؟
- مخلوط غير متجانس.
 - مخلوط متجانس.
 - العنصر.
 - المركب.
4. استعن بالشكل أدناه للإجابة عن السؤال التالي :



المفتاح	
○	ذرة العنصر A
●	ذرة العنصر B

أي شكل يبين مركبًا؟

- | | |
|--------|-----|
| Y.b | X.a |
| X, Z.d | Z.c |

اختبار مقمن

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 و 11.

خواص نظائر النيون في الطبيعة			
النسبة المئوية لوجوده	الكتلة (amu)	العدد الذري	النظير
90.48	19.992	10	^{20}Ne
0.27	20.994	10	^{21}Ne
9.25	21.991	10	^{22}Ne

10. اكتب عدد البروتونات، والإلكترونات، والنيوترونات لكل نظير في الجدول أعلاه.

11. احسب متوسط الكتلة الذرية للنيون، مستعيناً 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 وجوداً في الطبيعة؟ اشرح إجابتكم.

13. يتخلل اليود - 131 إشعاعياً، ويكون نظيرياً يحتوي على 54 بروتوناً، و 77 نيوتروناً. ما نوع التخلل الذي حدث لهذا النظير؟ فسر إجابتكم.



الفكرة تُحَوّل ملايين التفاعلات الكيميائية الموجودة داخل جسمك ومن حولك التفاعلات إلى نواتج، مما يؤدي إلى إطلاق طاقة أو امتصاصها.

1-4 التفاعلات والمعادلات

الفكرة تمثل التفاعلات الكيميائية بمعادلات كيميائية موزونة.

2-4 تطبيق التفاعلات الكيميائية

الفكرة هناك أربعة أنواع من التفاعلات الكيميائية هي: التكوين، والاحتراق، والتفكك، والإحلال.

3-4 التفاعلات في المحاليل المائية

الفكرة تحدث تفاعلات الإحلال المزدوج بين المواد في المحاليل المائية، منتجة رواسب، أو ماء، أو غازات.

حقائق كيميائية

- لكي يشتعل الخشب يجب أن يسخن إلى 260°C .
- ينحر الماء الموجود في الخشب قبل أن يحترق الخشب ويرافق هذه العملية صوت أذى.
- يحتوي الدخان الناتج عن احتراق الخشب على أكثر من 100 مادة كيميائية.

نشاطات تمهيدية

التفاعلات الكيميائية قم بعمل المطوية التالية لتساعدك على تنظيم المعلومات حول كيفية تصنيف التفاعلات الكيميائية.

المطويات

منظمات الأفكار

الخطوة 1 اطّو ورقة طولياً، على أن يظل الامامش الأيسر مرئياً، كما في الشكل.



الخطوة 2 قصّ الجزء العلوي خمسة أشرطة.



الخطوة 3 عنون الأشرطة الخمسة على النحو التالي:
التفاعلات الكيميائية، التكثين - الاحتراق - التفكك -
الإحلال البسيط - الإحلال المزدوج.



المطويات استخدم هذه المطوية في القسم 2-4 من هذا الفصل في أثناء قراءتك له، ثم لخص كل نوع من التفاعلات الكيميائية، وأعط أمثلة عليها.

الكيمياء ببر المواقع الإلكترونية

مراجعة محتوى هذا الفصل ونشاطاته ارجع إلى الموقع: www.obeikaneducation.com

تجربة استهلاكية

كيف نستدل على حدوث تغير كيميائي؟

الكافش مادة كيميائية تضاف إلى الماء في بعض التفاعلات الكيميائية لتوضح متى يحدث تغير.



خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.

2. قس 10.00 mL من الماء المقطر في خبار مدرج سعته 25.00 mL، ووضعه في كأس سعتها 100.0 mL. استعمل القطرارة، وأضف نقطة من محلول الأمونيا M 0.1 M إلى الماء في الكأس. تحذير: بخار الأمونيا مهيج جداً.

3. أضف 15 نقطة من الكافش العام إلى محلوله، وحركه. لاحظ لونه، وقس درجة حرارته بمقاييس الحرارة.

4. ضع قرضاً فواراً في محلوله، ولاحظ ما يحدث. سجل ملاحظاتك، متضمنة أي تغير في درجة الحرارة.

التحليل

1. صف أي تغيرات في لون محلوله أو درجة حرارته.

2. وضح هل تتج غاز؟ وإذا نتج فكيف تم الاستدلال عليه؟

3. حلّ هل التغير الحادث فيزيائي أم كيميائي؟ فسر ذلك.

استقصاءً بما يخبرك الكافش العام عن محلوله؟ صمم تجربة لدعم توقعاتك.

الأهداف

• تكتب التوزيع الإلكتروني لبعض ذرات العناصر.

• تتعرف مؤشرات حدوث التفاعل الكيميائي.

• تمثل التفاعلات الكيميائية بمعادلات.

• تزن المعادلات الكيميائية.

مراجعة المفردات

التحريك الكيميائي: عملية تتضمن تحول مادة أو أكثر إلى مادة جديدة.

المفردات الجديدة

التفاعل الكيميائي

عدد التأكسد

المتفاعلات

النواتج

المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة

المعامل

التفاعلات والمعادلات

Reactions and Equations

الفكرة **الرئيسية** تمثل التفاعلات الكيميائية بمعادلات كيميائية موزونة.

الربط مع الحياة عندما تشتري موزاً أخضر فإنه يتحول خلال أيام قليلة إلى اللون الأصفر، وهذا التغير في اللون دليل على حدوث تفاعل كيميائي.

التفاعلات الكيميائية Chemical Reactions

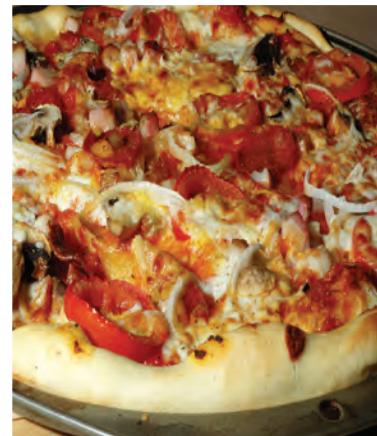
هل تعلم أن الطعام الذي تأكله، والألياف في ملابسك، والبلاستيك في أقراصك المدمجة، بينما شيء مشترك؟ جميع هذه المواد تنتج عندما يعاد ترتيب الذرات فيها لتكوين مواد أخرى مختلفة. فمثلاً يعاد ترتيب الذرات خلال حرائق الغابات، كما هو موضح في الصورة الواردة في بداية الفصل. وكذلك أعيد ترتيب الذرات عندما ألقى القرص الفوار في كأس الماء خلال التجربة الاستهلالية.

تسمى العملية التي يعاد فيها ترتيب الذرات في مادة أو أكثر لتكوين مواد مختلفة **التفاعل الكيميائي**. وتسمى أيضاً **التحريك الكيميائي**، كما درست من قبل. ونحن نجد التفاعلات الكيميائية في شتى مناحي الحياة، بدءاً من تحليل الأطعمة التي نتناولها، مما يتوجه الطاقة التي يحتاج إليها الجسم، وكذلك توليد الطاقة في المحركات الالازمة لتسير السيارات والحافلات وغيرها. وعن طريق التفاعلات الكيميائية يتم إنتاج الألياف الطبيعية، ومنها القطن في النباتات، والصوف في الحيوانات، والألياف الاصطناعية، ومنها النايلون الذي يستعمل كثيراً في الصناعات، كما هو مبين في الشكل 1-4.

مؤشرات حدوث التفاعل الكيميائي كيف تعرف أن تفاعلاً كيميائياً قد حدث؟ رغم أن بعض التفاعلات الكيميائية يصعب اكتشافها إلا أن الكثير منها يظهر مؤشرات فيزيائية (محسوسة) على حدوثها. إن تغير درجة الحرارة مثلاً قد يشير إلى حدوث تفاعل كيميائي؛ فبعض التفاعلات - كتلك التي تحدث في أثناء احتراق الخشب - تطلق طاقة على شكل حرارة وضوء، وبعضها الآخر يمتص الحرارة.



الشكل 1-4 ينتج النايلون عن تفاعل كيميائي، ويستعمل في كثير من المنتجات، كالملابس والسجاد، والأدوات الرياضية، والإطارات.



الشكل 2-4 كل صورة من هذه الصور تدل على حدوث تفاعل كيميائي.

صف ما الدليل على حدوث تفاعل كيميائي في كل صورة من الصور أعلاه؟

هناك أنواع أخرى من الأدلة التي تشير إلى حدوث تفاعل كيميائي، بالإضافة إلى تغير درجة الحرارة، ومنها تغير اللون. ربما لاحظت مثلاً أن بعض المسامير الملقاة على الأرض يتغير لونها من فضي إلى بني في زمن قصير. إن تغير اللون يدل على أن تفاعلاً كيميائياً قد حدث بين الحديد والأكسجين. كما أن تحول لون الموز من الأخضر إلى الأصفر مثال آخر على ذلك. وتعد الرائحة، وتصاعد الغاز، وتكون مادة صلبة مؤشرات أخرى على التفاعل الكيميائي. وفي كل صورة في الشكل 2-4 دليل على حدوث تفاعل كيميائي.

ينبغي قبل أن تدرس تمثيل التفاعلات الكيميائية وتصنيفها أن تفهم التوزيع الإلكتروني، وكيفية كتابة الصيغ الكيميائية، وتسمية المركبات الكيميائية بصورة أكثر تفصيلاً عما مرّ بك من قبل.

التوزيع الإلكتروني عرفت من قبل أن كل مستوى (n) من مستويات الطاقة الرئيسية يسع عدداً محدوداً من الإلكترونات. وأقصى عدد من الإلكترونات يستوعبه مستوى الطاقة الرئيس يمكن حسابه بالمعادلة:

$$e = 2n^2$$

فأقصى عدد من الإلكترونات يمكن أن يستوعبه مستوى الطاقة الرئيس الأول الإلكتروني، والمستوى الثاني ثانية الإلكترونات، والمستوى الثالث ثانية عشر إلكتروناً... وهكذا.

وقد أظهرت الدراسات أن الإلكترونات ضمن مستوى الطاقة الرئيس الواحد- عدا مستوى الطاقة الرئيس الأول- ليس لها الطاقة نفسها، وإنما تتوزع في مستويات طاقة ثانوية مختلفة الشكل والطاقة يشار إليها بالأحرف (s, p, d, f)، وتترداد طاقة الإلكترونات في المستويات الثانوية بحسب الترتيب التالي:

ازدياد الطاقة

f, d, p, s

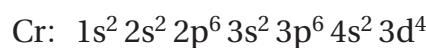
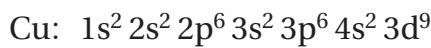
وأقصى سعة من الإلكترونات لمستوى الطاقة الثانوي (s) إلكترون، و(p) ستة إلكترونات، و(d) عشرة إلكترونات، و(f) أربعة عشر إلكترونًا. ويبين الجدول 1-4 مستويات الطاقة الثانوية في بعض مستويات الطاقة الرئيسية.

تتوزع الإلكترونات ضمن مستويات الطاقة الرئيسية في مستويات طاقة فرعية داخل مستويات الطاقة الثانوية بدءًا من الأقل طاقة، انظر الشكل 3-4. وأقصى سعة لمستوى الطاقة الفرعية إلكترونان فقط.

يظهر من الشكل 3-4 أنه قد تتدخل مستويات طاقة ثانوية لمستويات طاقة رئيسية مختلف بعضها مع بعض. فمثلاً طاقة المستوى الثاني 4s أقل من طاقة المستوى الثاني 3d. لذا عند كتابة التوزيع الإلكتروني اتبع تسلسل مستويات الطاقة، كما هو مبين في الشكل 4-4.

ويبين الجدول 2-4 التوزيع الإلكتروني الأكثر استقراراً البعض العناصر.

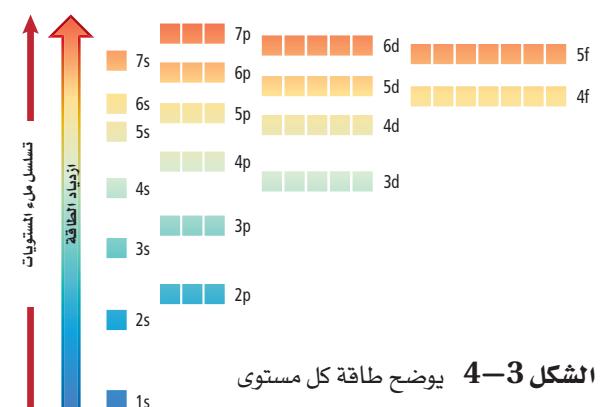
لاحظ أنه عند اتباعك الطريقة نفسها في التوزيع الإلكتروني يكون التوزيع الإلكتروني لكل من النحاس والكروم كما يلي:



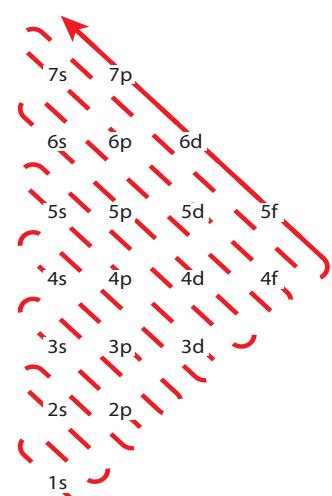
لكن التوزيع الإلكتروني الصحيح لهما يظهر في الجدول 2-4، ويعد ذلك من

الجدول 2-4 التوزيع الإلكتروني لبعض العناصر		العنصر/رمزه
النوع الإلكتروني	العدد الذري	
1s ² 2s ¹	3	ليثيوم
1s ² 2s ² 2p ¹	5	بورون
1s ² 2s ² 2p ⁶	10	نيون
1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁵	17	كلور
1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ⁶	26	الحديد
1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ²	22	التيتانيوم
1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ¹ 3d ⁵	24	كروم
1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ¹ 3d ¹⁰	29	النحاس
1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰	30	الخارصين

مستويات الطاقة الثانوية في مستوى الطاقة الرئيسية	الجدول 1-4
مستويات الطاقة الثانوية في مستوى الطاقة الرئيسية	مستوى الطاقة الرئيسية
s	1
s, p	2
s, p, d	3
s, p, d, f	4



الشكل 3-4 يوضح طاقة كل مستوى ثانوي مقارنة بطاقة المستويات الثانوية الأخرى.



الشكل 4-4 يظهر ترتيب ملء مستويات الطاقة بالإلكترونات.

استثناءات التوزيع الإلكتروني. كما يمكن كتابة التوزيع الإلكتروني للأيون الموجب بتوزيع العدد الذري لذرته المتعادلة مطروحاً منه مقدار الشحنة الموجبة، وللأيون السالب بتوزيع العدد الذري لذرته المتعادلة مضافاً إليه مقدار الشحنة السالبة.

كتابه الصيغ الكيميائية لكتابه الصيغ الكيميائية لا بد أن تعرف أولاً عدد تأكسد (تكافؤ) العنصر. **وعدد التأكسد** هو عدد الإلكترونات التي تفقدها أو تكتسبها أو تشارك بها ذرة العنصر في أثناء التفاعل. ويظهر في الجدول 3-4 أعداد تأكسد بعض مجموعات العناصر.

أعداد تأكسد بعض مجموعات العناصر		الجدول 3-4
عدد التأكسد	بعض عناصر المجموعة	المجموعة
+1	H, Li, Na, K, Rb, Cs	1
+2	Be, Mg, Ca, Sr, Ba	2
-3	N, P, As	15
-2	O, S, Se, Te	16
-1	F, Cl, Br, I	17

لا يتضمن الجدول 3-4 الفلزات الانتقالية؛ وذلك لأن معظم الفلزات الانتقالية وفلزات المجموعتين 13 ، 14 أكثر من عدد تأكسد محتمل، تعرف أعداد التأكسد بالشحنة الظاهرية على الأيون كما يظهر في الجدول 4-4.

أيونات بعض العناصر	الجدول 4-4
الأيونات الشائعة	المجموعة
Sc^{3+} , Y^{3+} , La^{3+}	3
Ti^{2+} , Ti^{3+}	4
V^{2+} , V^{3+}	5
Cr^{2+} , Cr^{3+}	6
Mn^{2+} , Mn^{3+} , Tc^{2+}	7
Fe^{2+} , Fe^{3+}	8
Co^{2+} , Co^{3+}	9
Ni^{2+} , Pd^{2+} , Pt^{2+} , Pt^{4+}	10
Cu^{+} , Cu^{2+} , Ag^{+} , Au^{+} , Au^{3+}	11
Zn^{2+} , Cd^{2+} , Hg_2^{2+}	12
Al^{3+} , Ga^{2+} , Ga^{3+} , In^{+} , In^{2+} , In^{3+} , Tl^{+} , Tl^{3+}	13
Sn^{2+} , Sn^{4+} , Pb^{2+} , Pb^{4+}	14

ولكتابة الصيغة الكيميائية للمركب الأيوني اتبع الخطوات التالية:

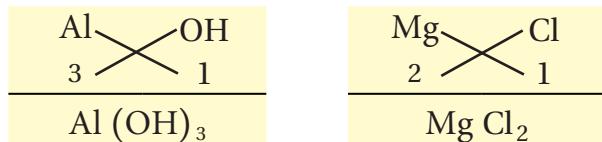
أولاً اكتب رمز العنصر الذي يمثل الأيون الموجب عن اليسار والأيون السالب أو صيغة الأيون العديد الذرات عن اليمين.

الألومنيوم	هيدروكسيد	الماغنيسيوم	كلوريد
Al	OH	Mg	Cl

ثانياً اكتب عدد تأكسد العنصر أو الأيون العديد الذرات أسفل الرمز أو الصيغة.

Al	OH	Mg	Cl
3	1	2	1

ثالثاً بدل أعداد التأكسد بين شقي المركب، وإذا كان هناك عامل مشترك بين أعداد التأكسد فاقسم على هذا العامل حتى تصل إلى أبسط نسبة عددية. ويجب وضع صيغة الأيون العديد الذرات بين قوسين إذا وجد أكثر من أيون واحد منه في المركب.



يشتمل الجدول 5-4 على معظم أسماء الأيونات العديدة الذرات وصيغها الكيميائية.

الأيونات العديدة الذرات		الجدول 5-4	
الأيون	الاسم	الأيون	الاسم
IO_4^-	البيرايدات	NH_4^+	الأمونيوم
CH_3COO^-	الأسيتات	NO_2^-	النيتريت
H_2PO_4^-	الفوسفات الثنائية الهيدروجين	NO_3^-	النترات
CO_3^{2-}	الكريبونات	OH^-	الهيدروكسيد
SO_3^{2-}	الكربونات	CN^-	السيانيد
SO_4^{2-}	الكربونات	MnO_4^-	البرمنجنات
$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	الثيوکربونات	HCO_3^-	البيکربونات
O_2^{2-}	البيروكسيد	ClO^-	الهيبوكلورايت
CrO_4^{2-}	الكرومات	ClO_2^-	الكلورايت
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	ثنائي الكرومات	ClO_3^-	الكلورات
HPO_4^{2-}	الفوسفات الهيدروجينية	ClO_4^-	فوق الكلورات
PO_4^{3-}	الفوسفات	BrO_3^-	البرومات
AsO_4^{3-}	الزرنيخات	IO_3^-	الأيودات

تسمية المركبات الأيونية عند تسمية المركبات الأيونية اتبع القواعد التالية:

أولاًً يسمى الأيون السالب أولاًً متبوعاً باسم الأيون الموجب.

ثانياً في حالة الأيون السالب الأحادي الدرجة يشتق الاسم من اسم العنصر مضافاً إليه المقطع (يد).

ثالثاً عند وجود أكثر من عدد تأكسد للأيون الموجب يجب أن تشير إلى عدد التأكسد بالأرقام اللاتينية بعد اسم الأيون الموجب.

رابعاً عندما يحتوي المركب على أيون عديد الذرات نقوم بتسميته أولاًً، ثم نسمي الأيون الموجب.

ومن الأمثلة على ذلك كلوريد الصوديوم NaBr ، وبروميد الصوديوم NaCl وأكسيد الألومنيوم Al_2O_3 ، وكلوريد الكوبالت CoCl_2 II، وهيدروكسيد الصوديوم NaOH ، وكرومات الفضة Ag_2CrO_4 ، ونترات النحاس $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ II، وأكسيد الحديد II FeO II، وأكسيد الحديد III Fe_2O_3 III.

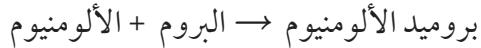
تمثيل التفاعلات الكيميائية

Representing Chemical Reactions

يستخدم الكيميائيون معادلات لتمثيل التفاعلات الكيميائية. وتوضح هذه المعادلات التفاعلات وهي المواد التي توجد عند بداية التفاعل، والنواتج وهي المواد المكونة خلال التفاعل. كما يستعمل فيها سهم لتوسيع اتجاه التفاعل، وفصل المتفاعلات عن النواتج. وتكتب المتفاعلات عن يسار السهم، والنواتج عن يمينه. وعندما يكون هناك أكثر من متفاعل أو ناتج تستخدم إشارة (+) للفصل بين المتفاعلات أو النواتج. وبين التغيير التالي عناصر المعادلة الكيميائية:

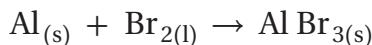
الرموز المستخدمة في المعادلات الكيميائية		الجدول 6-4
الغرض	الرمز	
يفصل بين مادتين أو أكثر من المتفاعلات أو النواتج	+	الناتج 2 + الناتج 1 → المتفاعل 2 + المتفاعل 1
يفصل المتفاعلات عن النواتج	→	
يفصل المتفاعلات عن النواتج، ويشير إلى التفاعل الانعكاسي	⇒	وتشتمل الرموز في المعادلات لتوسيع الحالة الفيزيائية لكل مادة متفاعلة أو ناتجة؛ والتي قد تكون في الحالة الصلبة أو السائلة أو الغازية أو مذابة في الماء، كما هو مبين في الجدول 6-4. ومن المهم توضيح هذه الرموز؛ لأنها تعطي أدلة على كيفية حدوث التفاعل الكيميائي.
يشير إلى الحالة الصلبة	(s)	
يشير إلى الحالة السائلة	(l)	
يشير إلى الحالة الغازية	(g)	
يشير إلى محلول المائي	(aq)	

المعادلات الكيميائية اللغوية يمكن استعمال المعادلات اللغوية للتعبير عن كلٌ من المواد المتفاعلة والنتاج في التفاعلات الكيميائية. وتصف المعادلة اللغوية أدناه التفاعل بين الألومنيوم Al والبروم السائل Br_2 الموضح في الشكل 5-4. فالسحابة الحمراء الظاهرة في الصورة هي بروم فاصل. والمادة الفائضة هي التي يبقى جزء منها غير متفاعل بعد انتهاء التفاعل. أما ناتج التفاعل الذي هو جسيمات صلبة من بروميد الألومنيوم AlBr_3 فيستقر في قعر الكأس.

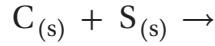


تقرأ المعادلة اللغظية كما يلي: "الألومنيوم والبروم يتفاعلان لإنتاج بروميد الألومنيوم".

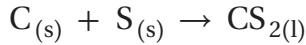
المعادلات الكيميائية الرمزية تستخدم رموز العناصر وصيغ المركبات في المعادلة الكيميائية الرمزية للتعبير عن المتفاعلات والنتائج. فالمعادلة الكيميائية الرمزية للتفاعل بين الألومنيوم والبروم مثلاً تستخدم رمزي الألومنيوم والبروم وصيغة بروميد الألومنيوم بدلاً من الكلمات.



كيف يمكنك كتابة معادلة رمزية لتفاعل الكربون مع الكبريت لتكوين كبريتيد الكربون؟ كل من الكبريت والكربون صلب. اكتب أولاً الصيغ الكيميائية للمتفاعلات عن يسار السهم، ثم افصل بين المتفاعلات بإشارة (+)، وأشار إلى الحالة الفيزيائية لكل منها.



وأخيراً اكتب الصيغة الكيميائية للناتج عن يمين السهم، وأشار إلى حالته الفيزيائية؛ وهو في هذه المعادلة ثانٍ كبريتيد الكربون السائل، فتكون معادلة التفاعل الرمزية:



ومن المعادلة الرمزية نفهم أن الكربون الصلب يتفاعل مع الكبريت الصلب ليتجاو
ثاني كبريتيد الكربون السائل.



الشكل 5-4 الكيمياء كغيرها من المجالات لها لغة متخصصة تسمح بتوالص معلومات معينة بطريقة منتظمة. فالتفاعل بين الألومنيوم والبروم يمكن وصفه بمعادلة لفظية، أو بمعادلة كيميائية رمزية موزونة.

المفردات

مفردات علمية

الصيغة: تعبير يستخدم الرموز الكيميائية
لتمثيل التفاعل الكيميائي.

مسائل تدریسية

اكت معادلات كيميائية رمزية للمعادلات اللفظية الآتية:

1. بروميد الهيدروجين \rightarrow هيدروجين + بروم
 2. ثاني أكسيد الكربون \rightarrow أكسجين + أول أكسيد الكربون
 3. اكتب التوزيع الإلكتروني لكل من ذرة البوتاسيوم K، وذرة الكلور Cl، إذا علمت أن الأعداد الذرية هي: 19، 17، 17 على الترتيب.
 4. اكتب الصيغة الكيميائية للمركب الناتج عن اتحاد أيون الماغنيسيوم Mg^{2+} مع أيون النترات NO_3^- .
 5. تحضير اكتب المعادلة اللفظية والمعادلة الكيميائية الرمزية للتفاعل الآتي: عند تسخين كلورات البوتاسيوم $KClO_3$ الصلبة ينتج كلوريد البوتاسيوم الصلب وغاز الأكسجين.

الشكل 6-4 المعلومات التي تزودنا بها المعادلة الكيميائية الرمزية محدودة. في هذه الحالة المعادلة الكيميائية الرمزية صحيحة، ولكنها لا توضح العدد الصحيح للذرات المتفاعلة والناتجة.



المعادلات الكيميائية الموزونة تشبه المعادلات الرمزية المعادلات اللفظية في أنها تفتقر إلى معلومات مهمة عن التفاعلات. تذكر مما درست أن قانون حفظ الكتلة ينص على أنه خلال التغير الكيميائي لا تفني المادة ولا تستحدث. لذا فالمعادلات الكيميائية يجب أن تظهر أن المادة محفوظة خلال التفاعل. فالمعادلة الرمزية تفتقر إلى هذه المعلومات. انظر إلى **الشكل 6-4**، حيث تظهر المعادلة الرمزية لتفاعل بين الألومنيوم والبروم أن ذرة ألومنيوم واحدة تتفاعل مع ذرتين بروم فتنتج مادة تحتوي ذرة ألومنيوم وثلاث ذرات بروم. هل استحدثت ذرة بروم خلال التفاعل؟ الذرات لا تستحدث في التفاعلات الكيميائية، كما ينص قانون حفظ الكتلة. ولتووضح ما يحدث بصورة صحيحة نحتاج إلى المزيد من المعلومات.

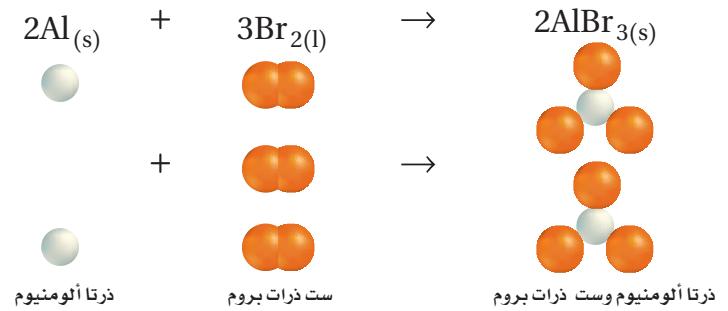
لتمثيل التفاعل الكيميائي بمعادلة صحيحة، يجب أن تظهر المعادلة أعداداً متساوية من الذرات لكل من المتفاعلات والنواتج على جانبي السهم. وتسمى مثل هذه المعادلة **المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة**. والمعادلة الكيميائية الموزونة تعبر يستخدم الصيغ الكيميائية لتوضيح أنواع المواد المضمنة في التفاعل الكيميائي وكمياتها النسبية.

وزن المعادلات الكيميائية

Balancing Chemical Equations

تفق معادلة التفاعل الموزونة بين الألومنيوم والبروم المبينة في **الشكل 7-4** مع قانون حفظ الكتلة. ولكي تزن المعادلة الكيميائية يجب أن تجد المعاملات الصحيحة للصيغ الكيميائية في المعادلة الرمزية. **المعامل** في المعادلة الكيميائية هو العدد الذي يكتب قبل المادة المتفاعلة أو الناتجة. وتكون المعاملات عادة أعداداً صحيحة، ولا تكتب إذا كانت القيمة واحداً. وتصف المعاملات في المعادلة الموزونة أبسط نسبة عددية صحيحة لكميات كل من المتفاعلات والنواتج.

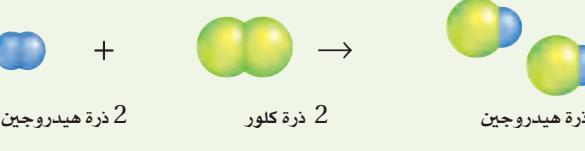
الشكل 7-4 يتساوى عدد الذرات في كل من المتفاعلات والنواتج في المعادلة الكيميائية الموزونة. وفي هذه الحالة، يتطلب وجود ذرتين ألومنيوم وست ذرات بروم في طرفي المعادلة.



خطوات وزن المعادلات يمكن وزن أغلب المعادلات الكيميائية باتباع الخطوات الموضحة في الجدول 7-4. فيمكنك مثلاً استعمال هذه الخطوات لكتابه المعادلة الكيميائية لتفاعل بين الهيدروجين H_2 ، والكلور Cl_2 لإنتاج كلوريد الهيدروجين HCl .

خطوات وزن المعادلات

الجدول 7-4

الخطوات	العملية	مثال
1	اكتب معادلة كيميائية غير موزونة. تأكد أن الصيغ الكيميائية للمتفاعلات والنواتج صحيحة، وأن الأسماء تفصل المتفاعلات عن النواتج، وأشارة (+) تفصل بين كل من المواد المتفاعلة والمواد الناتجة، ووجود الحالات الفيزيائية للمواد المتفاعلة والمواد الناتجة.	$H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow HCl(g)$  ذرتا هيدروجين + ذرتا كلور → ذرة هيدروجين وذرة كلور
2	عدّ ذرات العناصر في المتفاعلات. تفاعل ذرتا هيدروجين وذرتا كلور.	$H_2 + Cl_2 \rightarrow$ 2 ذرة هيدروجين + 2 ذرة كلور
3	عدّ ذرات العناصر في النواتج. تنتج ذرة هيدروجين وذرة كلور.	HCl 1 ذرة كلور + 1 ذرة هيدروجين
4	غير المعاملات لتجعل عدد ذرات كل عنصر هو نفسه في طرفي المعادلة. ولا تغير أبداً أي رقم ضمن الصيغة الكيميائية لتزن معادلة: لأن ذلك يغير نوع المادة.	$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$  2 ذرة هيدروجين + 2 ذرة كلور → 2 ذرة هيدروجين و 2 ذرة كلور
5	اكتب المعاملات في أبسط نسبة ممكنة، بحيث تكون المعاملات أصغر أعداد صحيحة ممكنة. فالنسبة $(2:1:1)$ هي أصغر نسبة ممكنة، لأنه لا يمكن اختصارها أكثر من ذلك وتظل أعداداً صحيحة.	$H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$ $1H_2 : 1 Cl_2 : 2 HCl$ 1:1:2
6	تأكد من عملك تأكيد أن الصيغ الكيميائية مكتوبة بشكل صحيح، وأن عدد ذرات كل عنصر هو نفسه في طرفي المعادلة.	$H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$ 2 ذرة هيدروجين + 2 ذرة كلور → 2 ذرة هيدروجين و 2 ذرة كلور يوجد ذرتا هيدروجين وذرتا كلور في كل من طرفي المعادلة.

مثال 1-4

الكيمياء في واقع الحياة

هيدروكسيد الكالسيوم



الأحواض المائية للشعب المرجانية

يستخدم محلول هيدروكسيد الكالسيوم المائي في الأحواض المائية للشعب المرجانية لتزويد الحيوانات - ومنها الحلزون والمرجان - بعنصر الكالسيوم؛ حيث يتفاعل هيدروكسيد الكالسيوم مع ثاني أكسيد الكربون في الماء لإنتاج أيونات الكالسيوم والبيكربونات. وتستخدم حيوانات الشعب المرجانية الكالسيوم في بناء أصدافها وأجهزتها الهيكلية بصورة قوية.

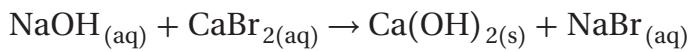
كتابة معادلة كيميائية رمزية موزونة اكتب المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة للتفاعل بين محلول هيدروكسيد الصوديوم و محلول بروميد الكالسيوم لإنتاج هيدروكسيد الكالسيوم الصلب و محلول بروميد الصوديوم.

1 تحليل المسألة

لقد أُعطيت المتفاعلات والنواتج في التفاعل الكيميائي. لذا ابدأ بمعادلة كيميائية غير موزونة، مستخدماً الخطوات في الجدول 7-4 لوزنها.

2 حساب المطلوب

اكتب المعادلة الكيميائية غير الموزونة للتفاعل. تأكد من وضع المتفاعلات عن يسار السهم، والنواتج عن يمينه. وافق الماء بإشارة (+)، ووضح حالاتها الفيزيائية.

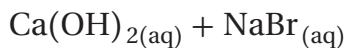
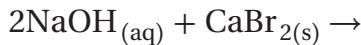


1Na, 1 O, 1 H, 1 Ca, 2 Br

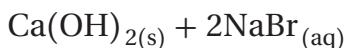
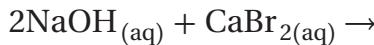
عدد ذرات كل عنصر في المتفاعلات

1Ca, 2 O, 2 H, 1 Na, 1 Br

عدد ذرات كل عنصر في الناتج



أدخل المعامل 2 قبل NaOH لوزن ذرات الأكسجين والهيدروجين.



أدخل المعامل 2 قبل NaBr لوزن ذرات الصوديوم والبروم.

2 : 1 : 1 : 2

نسبة المعاملات

اكتب المعاملات في أبسط نسبة ممكنة.

2Na, 2O, 2H, 1 Ca, 2 Br

النواتج

تأكد أن عدد ذرات كل عنصر هو نفسه في طري في المعادلة.

2Na, 2O, 2H, 1 Ca, 2 Br

المتفاعلات

3 تقويم الإجابة

الصيغ الكيميائية لجميع المواد مكتوبة بشكل صحيح، وعدد ذرات كل عنصر هو نفسه في طرفي المعادلة، والمعاملات مكتوبة في أبسط نسبة ممكنة. والمعادلة الموزونة للتفاعل هي:



مسائل تدريبية

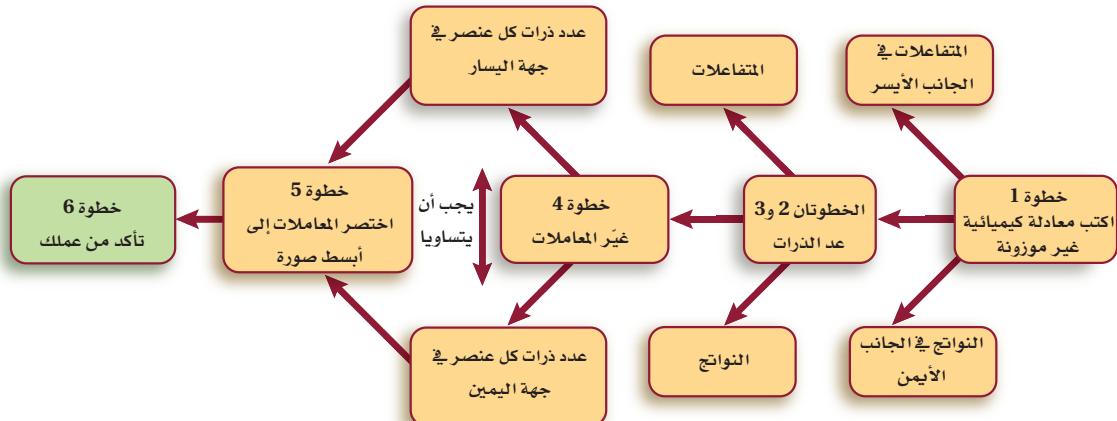
اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة لكل من التفاعلات الآتية:

6. يتفاعل كلوريد الحديد III مع هيدروكسيد الصوديوم في الماء لإنتاج هيدروكسيد الحديد III الصلب وكلوريد الصوديوم.

7. يتفاعل ثاني كبريتيد الكربون CS_2 السائل مع غاز الأكسجين لإنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون وغاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2 .

8. تحفيز يتفاعل فلز الخارصين مع حمض الكبريتيك لإنتاج غاز الهيدروجين و محلول كبريتات الخارصين.

وزن المعادلات الكيميائية



تحقيق قانون حفظ الكتلة لعل مفهوم قانون حفظ الكتلة من أهم المفاهيم الأساسية في الكيمياء. وجميع التفاعلات الكيميائية تتبع هذا القانون الذي ينص على أن المادة لا تفنى ولا تستحدث إلا بقدرة الله تعالى. ولهذا من الضروري أن تحتوي المعادلات التي تمثل التفاعلات الكيميائية على معلومات كافية توضح أن التفاعل يحقق قانون حفظ الكتلة.

يُلخص الشكل 8-4 خطوات وزن المعادلات. ولعلك تجد أن بعض المعادلات الكيميائية يمكن وزنها بسهولة، في حين أن وزن بعضها الآخر صعب.

الشكل 8-4 تتطلب دراستك للكيمياء القدرة على وزن المعادلات. استعمل هذا المخطط لمساعدتك على إتقان هذه المهارة. ولاحظ أن الخطوات المرقمة تقابل الخطوات في الجدول 7-4.

التفصيم 4-1

الخلاصة

- الخلاصة

الفرقة 9. **الغرة ما أهمية وزن المعادلات الكيميائية؟**

10. عدد ثلاثة من المؤشرات التي تدل على حدوث التفاعل الكيميائي.

11. اكتب التوزيع الإلكتروني لكل من ذرة الألومنيوم Al، وذرة الأكسجين O، إذا علمت أن الأعداد الذرية هي 13، 8 على الترتيب.

12. اكتب الصيغة الكيميائية للمركب الناتج عن اتحاد أيون الحديد III Fe^{3+} مع أيون الأكسجين O^{2-} .

13. قارن بين المعادلة الكيميائية اللفظية والمعادلة الكيميائية الرمزية.

14. فسر لماذا يجب اختصار المعاملات في المعادلة الموزونة إلى أبسط نسبة من الأعداد الصحيحة.

15. حلّ هل يمكنك عند وزن معادلة كيميائية تعديل الأرقام في الصيغة الكيميائية؟

16. قوم هل المعادلة الآتية موزونة؟ إذا لم تكن كذلك فصحح المعاملات لوزنها:

$$K_2CrO_4(aq) + Pb(NO_3)_2(aq) \rightarrow KNO_3(aq) + PbCrO_4(s)$$

17. قوم يتفاعل محلول حمض الفوسفوريك المائي H_3PO_4 مع محلول هيدروكسيد الكالسيوم المائي $Ca(OH)_2$ لإنتاج فوسفات الكالسيوم الصلبة $Ca_3(PO_4)_2$ والماء. اكتب معادلة كيميائية موزونة تعبر عن هذا التفاعل.

قد تشير بعض التغيرات الفيزيائية إلى حدوث تفاعل كيميائي.

يمكن أن يستوعبه مستوى الطاقة الرئيس من المعادلة: $e=2n^2$.

توفر المعادلات الكيميائية اللفظية والرمزية معلومات مهمة عن التفاعل الكيميائي.

توضح المعادلة الكيميائية الموزونة أنواع التفاعلات والنتائج في التفاعل الكيميائي وكمياتها النسبية.

يتضمن وزن المعادلة تعديل المعاملات حتى يتساوى عدد الذرات في طرفي المعادلة.

تصنيف التفاعلات الكيميائية

الأهداف

Classifying Chemical Reactions

ال فكرة الرئيسية هناك أربعة أنواع من التفاعلات الكيميائية، هي: التكوين، والاحتراق، والتفكك، والاحلال.

الربط مع الحياة قد تحتاج إلى وقت طويل للعثور على كتاب ما في مكتبة غير منظمة. لذا تصنف الكتب في المكتبات في مجموعات مختلفة لتسهيل عملية البحث عنها. وكذلك تصنف التفاعلات الكيميائية إلى أنواع مختلفة.

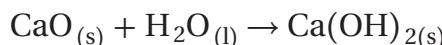
Types of Chemical Reactions أنواع التفاعلات الكيميائية

يصنف الكيميائيون التفاعلات الكيميائية لتنظيم الأعداد الكبيرة من هذه التفاعلات التي تحدث يومياً. إن معرفة أنواع التفاعلات الكيميائية تساعدك على تذكرها وفهمها، كما تساعدك أيضاً على معرفة أنماط حدوثها وتوقع نواتج الكثير منها. وهناك عدة طرائق لتصنيف التفاعلات الكيميائية، من أبسطها تلك التي تصنف التفاعلات إلى أربعة أنواع، هي: التكوير، والاحتراق، والتفكك، والإحلال. وقد تدرج بعض التفاعلات تحت أكثر من نوع من هذه الأنواع.

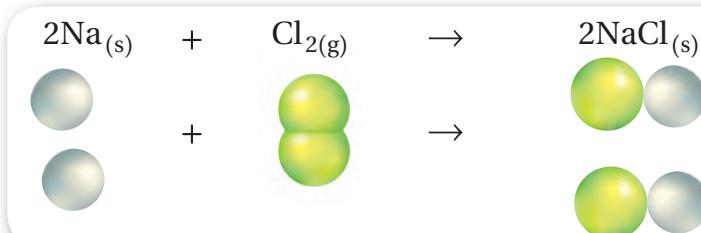
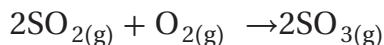
Synthesis Reactions تفاعلات التكوين

تفاعل التكوين **تفاعل كيميائي** تتحدد فيه مادتان أو أكثر لتكوين مادة واحدة، ويمكن تمثيله بالمعادلة العامة الآتية: $A + B \rightarrow AB$

عندما يتفاعل عنصر ان فإن التفاعل بينهما يكون دائمًا تفاعل تكوين. فعلى سبيل المثال، يتفاعل عنصر الصوديوم مع عنصر الكلور ويترافق كلوريد الصوديوم، انظر الشكل 9-4. كما يمكن أن يتحد مركبان لتكونين مركب واحد. فمثلاً التفاعل بين أكسيد الكالسيوم CaO والماء H_2O لتكونين هيدروكسيد الكالسيوم $\text{Ca}(\text{OH})_2$ هو تفاعل تكوين.



وهناك نوع آخر من تفاعلات التكوين يتضمن تفاعل مركب مع عنصر، مثل تفاعل غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2 مع غاز الأكسجين O_2 لتكوين غاز ثالث أكسيد الكبريت SO_3 .



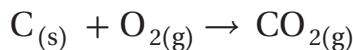
الشكل 9-4 يتفاعل عنصراً الصوديوم والكلور لتكوين مركب واحد، هو كلوريد الصوديوم.



الشكل 10-4 الضوء الناتج عن هذه اللعبة التاربة هو نتيجة تفاعل احتراق بين الأكسجين وفلزات مختلفة.

تفاعلات الاحتراق Combustion Reactions

يمكن أن يصنف تفاعل التكوين بين الأكسجين وثاني أكسيد الكبريت على أنه تفاعل احتراق أيضاً. في **تفاعل الاحتراق**، كالذي يظهر في **الشكل 10-4**، يتحد الأكسجين مع مادة كيميائية مطلقاً طاقة على شكل حرارة وضوء. ويمكن للأكسجين أن يتحد بهذه الطريقة مع مواد كثيرة مختلفة، مما يجعل تفاعلات الاحتراق شائعة. ولمعرفة المزيد عن اكتشاف التفاعلات الكيميائية سواء كانت تفاعلات احتراق أو غيرها، انظر **الشكل 11-4**. فيحدث تفاعل الاحتراق مثلاً بين الهيدروجين والأكسجين عندما يسخن الهيدروجين؛ حيث يتكون الماء خلال التفاعل، وتنطلق كمية كبيرة من الطاقة، انظر **الشكل 12-4**. كما يحدث تفاعل احتراق عند حرق الفحم للحصول على الطاقة، بحسب المعادلة التالية:



الفردات

أصل الكلمة

الاحتراق (Combustion): أصل هذه الكلمة لاتيني *comburere*، وتعني يحترق.

الشكل 4-11

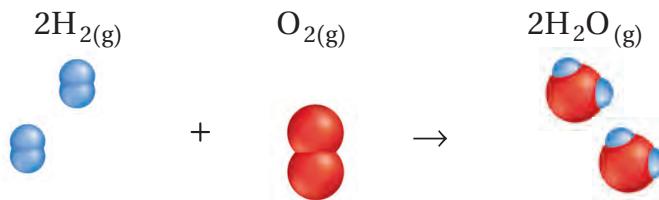
تفاعلات كيميائية من واقع الحياة

عمل الناس على مر العصور على فهم الطاقة الناتجة عن التفاعلات الكيميائية والاستفادة منها في حل مشاكلهم.

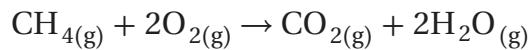


الشكل 12-4 يتكون الماء خلال تفاعل الاحتراق بين غازي الهيدروجين والأكسجين.

حل لماذا يعد هذا التفاعل تفاعل احتراق وتفاعل تكوين أيضاً؟



لاحظ أن جميع تفاعلات الاحتراق التي ذُكرت هي تفاعلات تكوين أيضاً، إلا أنه ليس كل تفاعلات الاحتراق تفاعلات تكوين. فمثلاً يتوج تفاعل احتراق غاز الميثان أكثر من مركب، كما هو مبين في المعادلة التالية:



الميثان هو المكون الرئيس للغاز الطبيعي، وينتمي إلى مجموعة من المركبات تسمى الهيدروكربونات، وهي المكون الأساسي للنفط. وتحتوي الهيدروكربونات جميعها على كربون وهيدروجين، وتحترق في الأكسجين لإنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون والماء وكمية كبيرة من الطاقة، وهذا ما يجعل من النفط المصدر الأساسي للطاقة في حياتنا.

مسائل تدريبية

اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة للفيما يلي تفاعلات التالية، وصنف كل تفاعل منها:

18. تفاعل الألومنيوم مع الكبريت لإنتاج كبريتيد الألومنيوم الصلب.
19. تفاعل الماء مع غاز خامس أكسيد ثنائي النيتروجين N_5O_2 لإنتاج حمض النيتريك.
20. تفاعل غازي ثاني أكسيد النيتروجين والأكسجين، لإنتاج غاز خامس أكسيد ثنائي النيتروجين.
21. تحفيز تفاعل حمض الكبريتيك مع محلول هيدروكسيد الصوديوم لإنتاج محلول كبريتات الصوديوم والماء.

في عام 2004 م اكتشف العلماء أن الطيور المهاجرة تسترشد بتفاعلات كيميائية تحدث في أجسامها وتتأثر بال المجال المغناطيسي للأرض.



في عام 1978-1974 م أثبت الباحثون أن CFCs الكlorوفلوروكربونات تستنزف طبقة الأوزون. لذلك تم حظر استعمال علب الرش التي تستعمل فيها CFCs.

2010

1995

1980

1965

1950

في عام 1995 م استعان الباحثون بالمجهر الذري لإحداث تفاعلات كيميائية، وملحوظة آلية حدوثها على المستوى الجزيئي، مما مهد لمهندسة النانو.

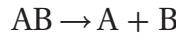
في عام 1952 م غطى دخان كثيف من ثاني أكسيد الكبريت وبعض نواتج احتراق الفحم مدينة لندن مدة خمسة أيام وتسرب في 4000 حالة وفاة.



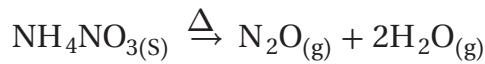


تفاعلات التفكك Decomposition Reactions

تفاعل التفكك هو تفاعل يتفكك فيه مركب واحد لإنتاج عنصرين أو أكثر أو مركبات جديدة. ولهذا فإن تفاعلات التفكك هي عكس تفاعلات التكوين. ويمكن تمثيلها بالمعادلة العامة التالية:



وغالبًا ما تحتاج تفاعلات التفكك إلى مصدر للطاقة، كالحرارة أو الضوء أو الكهرباء. تفكك نترات الأمونيوم مثلاً إلى أكسيد النيتروجين وماء عندما تسخن إلى درجة حرارة عالية:



لاحظ أن هذا التفاعل يتضمن تفكك مادة متفاعلة واحدة إلى أكثر من ناتج. ومن الأمثلة المشهورة على تفاعلات التفكك تفكك أكسيد الصوديوم وفق المعادلة التالية:



ويستعمل هذا التفاعل في نفخ أكياس الهواء (أكياس السلامة) في السيارات، انظر الشكل 13-4؛ حيث يوضع في الكيس مع الأزيد جهاز يوفر إشارة كهربائية لبدء التفاعل. وعندما ينشط الجهاز نتيجة الاصطدام يتحلل أكسيد الصوديوم متوجاً غاز النيتروجين الذي ينفع الكيس بسرعة.

الشكل 13-4 ينتج عن تفكك أزيد الصوديوم NaN_3 غاز النيتروجين. وهو التفاعل الذي يستعمل في نفخ أكياس الهواء في السيارات.

المطويات

ضمن مطويتك معلومات من هذا القسم.

مسائل تدريبية

اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة لتفاعلات التحلل (التفكك) الآتية:

22. يتفكك أكسيد الألومنيوم الصلب عندما تسرى فيه الكهرباء إلى ألومنيوم صلب وغاز الأكسجين.

23. يتفكك هيدروكسيد النيكل II الصلب لإنتاج أكسيد النيكل II الصلب والماء.

24. تحضير يتوج عن تسخين كربونات الصوديوم الهيدروجينية الصلبة كربونات الصوديوم الذائبة وماء وغاز ثاني أكسيد الكربون.

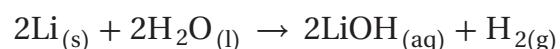
الشكل 4-14 في تفاعل الإحلال البسيط تحل ذرات عنصر محل ذرات عنصر آخر في مركب.



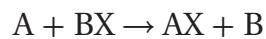
تفاعلات الإحلال Replacement Reactions

هناك الكثير من التفاعلات التي تتضمن إحلال عنصر محل عنصر آخر في مركب، وتسمى هذه التفاعلات تفاعلات الإحلال. وهناك نوعان منها، هما الإحلال البسيط، والإحلال المزدوج.

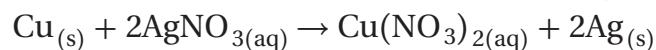
تفاعلات الإحلال البسيط: يبين الشكل (a) 4-14 التفاعل بين الليثيوم والماء، حيث تحل فيه ذرة ليثيوم محل ذرة واحدة من ذرتي الهيدروجين في الماء، كما توضح المعادلة التالية:



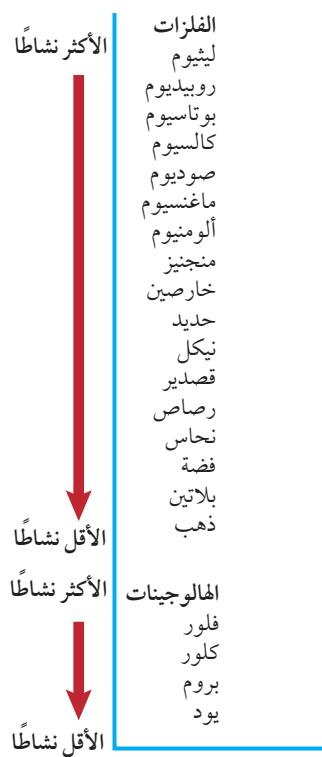
ويسمى التفاعل الذي تحل فيه ذرات عنصر محل ذرات عنصر آخر في مركب **تفاعل الإحلال البسيط**، ويمكن تمثيله بالمعادلة العامة التالية:



الفلز محل محل الهيدروجين أو فلز آخر التفاعل بين الليثيوم والماء أحد الأمثلة على تفاعلات الإحلال البسيط؛ حيث تحل فيه ذرة فلز محل ذرة هيدروجين في جزيء الماء. و يحدث نوع آخر من الإحلال البسيط عندما يحل فلز محل فلز آخر في مركب مذاب في الماء. يظهر الشكل (b) 4-14 حدوث تفاعل إحلال بسيط عند وضع صفيحة من النحاس في محلول مائي لنترات الفضة. فالبلورات المتراكمة على قطعة النحاس هي ذرات الفضة التي حللت محلها ذرات النحاس.



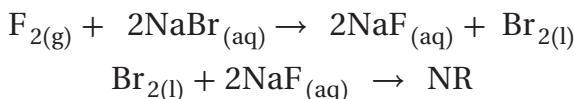
لا يحل الفلز دائمًا محل فلز آخر في مركب مذاب في الماء؛ وذلك لأن الفلزات تختلف في نشاطها، ويقصد بالنشاط مقدرة الفلز على التفاعل مع مادة أخرى. ويبين الشكل 4-15 سلسلة النشاط الكيميائي لبعض الفلزات. وتستخدم تفاعلات الإحلال في تحديد موقع الفلزات في السلسلة؛ حيث يوجد أنشط الفلزات في أعلى السلسلة، بينما يوجد أقلها نشاطاً في أسفلها. وقد رتب الماليوجينات أيضًا في سلسلة النشاط الكيميائي بحسب نشاطها، كما هو مبين في الشكل 4-15.



يمكنك استعمال سلسلة النشاط الكيميائي لتتوقع ما إذا كان سيحدث تفاعل أم لا. إن أي فلز يمكنه أن يحل محل أي فلز يقع بعده في سلسلة النشاط الكيميائي، ولكن لا يمكنه أن يحل محل أي فلز يقع قبله. فمثلاً تحل ذرات النحاس محل ذرات الفضة في محلول نترات الفضة، ولكن لو وضعت سلكاً من الفضة في محلول نترات النحاس II فإن ذرات الفضة لا تحل محل ذرات النحاس؛ لأن الفضة تقع بعد النحاس في سلسلة النشاط الكيميائي. وهذا لا يحدث تفاعل. ويستخدم الرمز (NR) عادة للدلالة على عدم حدوث تفاعل كيميائي.



اللافلز يحل محل اللافلز هناك نوع ثالث من تفاعلات الإحلال البسيط، حيث يحل فيه لافلز محل لافلز آخر في مركب. كما هو شائع في بعض تفاعلات الهاالوجينات. فالمجموعات كالفلزات؛ فهي تظهر مستويات مختلفة من النشاط في تفاعلات الإحلال. ويوضح الشكل 15-4 سلسلة النشاط الكيميائي للهاالوجينات، التي تبين أن الفلور أنشط المجموعات، واليود أقلها نشاطاً. فالمجموعات الأنشط يحل محل المجموعات الأقل نشاطاً في مركب ذائب في الماء. فالفلور مثلاً يحل محل البروم في محلول مائي لبروميد الصوديوم. لكن لا يحل البروم محل الفلور في محلول مائي لفلوريد الصوديوم.



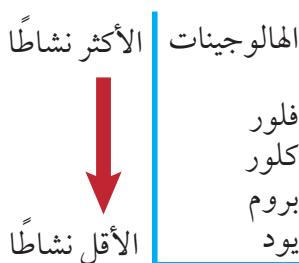
ماذا قرأت؟ وضح كيف يحدث تفاعل الإحلال البسيط؟

تجربة
البساطة
تفاعل الإحلال

ارجع إلى دليل التجارب العملية

مختبر حل المشكلات

تحليل التدرج في الخواص



كيف تفسر نشاط المجموعات؟ تقع المجموعات في المجموعة رقم 17 من الجدول الدوري، ويخبرنا هذا بأن للمجموعات بعض الخواص العامة؛ فجميع المجموعات لا فلزات، ويوجد في مستويات طاقتها الخارجية سبعة إلكترونات. ومع ذلك فلكل المجموعات ما يميزه من خواص، ومن ذلك مدى قابلية التفاعل مع مادة أخرى.

التحليل

تفحص الشكل المبين الذي يظهر ترتيب المجموعات بحسب نشاطها الكيميائي.

التفكير الناقد

1. فسر كيف تساعدك سلسلة نشاط المجموعات على توقع ما إذا كان التفاعل سيحدث أم لا؟

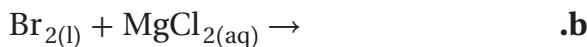
- هل يحل الفلور محل الكلور في محلول مائي لفلوريد الصوديوم؟ فسر إجابتك.
- ادرس المعادلة التالية:



لماذا لا يحل اليود محل البروم؟

- أي المجموعات يتفاعل أسرع مع الصوديوم؟

تفاعلات الإحلال البسيط توقع نواتج التفاعلات الكيميائية التالية، واكتب معادلة كيميائية رمزية موزونة تمثل كلاً منها:

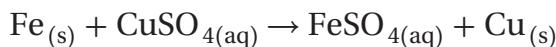


1 تحليل المسألة

استخدم الشكل 15-1 لتحديد ما إذا كان كل من التفاعلات الكيميائية السابقة سيحدث أم لا، وحدد نواتج كل تفاعل يتوقع حدوثه، واكتب معادلة كيميائية رمزية تمثل التفاعل، وزنها.

2 حساب المطلوب

a. يقع الحديد قبل النحاس في سلسلة النشاط الكيميائي. وهذا فإن التفاعل سيحدث؛ لأن الحديد أنشط من النحاس. وفي هذه الحالة يحل الحديد محل النحاس، وتكون المعادلة الكيميائية الرمزية للتفاعل على النحو التالي:



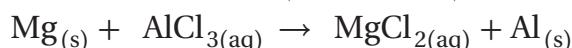
وهذه المعادلة موزونة.

b. البروم أقل نشاطاً من الكلور؛ لأنه يقع بعد الكلور في سلسلة النشاط الكيميائي، وهذا لا يحدث تفاعل. ويمكن تمثيل ذلك بالمعادلة الكيميائية الرمزية التالية:



وفي هذه الحالة لا تتطلب المعادلة وزناً.

c. يقع الماغنسيوم قبل الألومنيوم في سلسلة النشاط الكيميائي، وهذا فإن التفاعل سيحدث؛ لأن الماغنسيوم أنشط من الألومنيوم. وفي هذه الحالة يحل الماغنسيوم محل الألومنيوم، وتكون المعادلة الكيميائية الرمزية غير الموزونة للتفاعل:



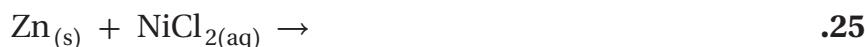
المعادلة الموزونة هي:

3 تقويم الإجابة

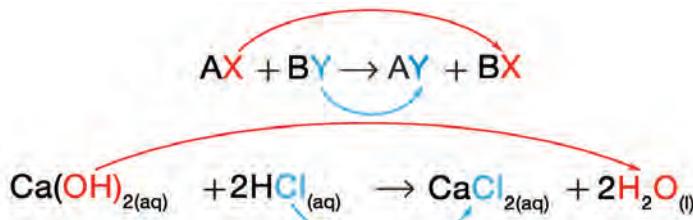
تدعم سلسلة النشاط الكيميائي الموضحة في الشكل 15-4 التوقعات. المعادلات الكيميائية موزونة؛ لأن عدد الذرات هو نفسه في طرف المعادلة.

مسائل تدريبية

توقع ما إذا كانت تفاعلات الإحلال البسيط التالية ستحدث أم لا، وأكمل المعادلة الكيميائية الرمزية لكل تفاعل يتوقع حدوثه، ثم زنها:



28. تحضير

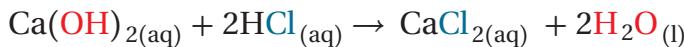


الشكل 16-4 تبادل الأيونات أماكنها في تفاعلات الإحلال المزدوج كما في تفاعل هيدروكسيد الكالسيوم وحمض الهيدروكلوريك.

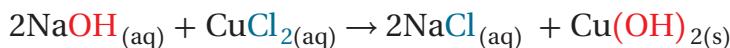
تفاعلات الإحلال المزدوج

يسمى التفاعل الذي يتم فيه تبادل الأيونات بين مركبين تفاعل الإحلال المزدوج. انظر المعادلة العامة في الشكل 16-4.

يمثل الرمزان A و B في هذه المعادلة أيونين موجبين، بينما يمثل الرمزان X و Y أيونين سالبين. لاحظ أن الأيونين السالبين قد تبادلاً موقعيهما، وصاراً مرتبطين بأيونين موجبين مختلفين، وبمعنى آخر، حل X محل Y، وحل Y محل X. وهذا السبب يسمى التفاعل تفاعل الإحلال المزدوج. فتفاعل هيدروكسيد الكالسيوم مثلاً وحمض الهيدروكلوريك الموضح في المعادلة التالية هو إحلال مزدوج.



الأيونات في التفاعل هي: Cl^- , H^+ , OH^- , Ca^{2+} . لاحظ أن الأيونين السالبين Cl^- و OH^- قد غيرا موقعهما، وارتبطا بالأيونين الموجبين Ca^{2+} و H^+ ، على الترتيب. كما أن تفاعل هيدروكسيد الصوديوم مع كلوريد النحاس II هو أيضاً تفاعل إحلال مزدوج.



لاحظ أن الأيونين السالبين Cl^- و OH^- قد غيرا موقعهما وارتبطا بأيونين موجبين آخرين Na^+ و Cu^{2+} . ويظهر من الشكل 17-4 أن ناتج هذا التفاعل مادة صلبة لا تذوب في الماء، وهي هيدروكسيد النحاس II. وتسمى المادة الصلبة التي تنتج خالل تفاعل كيميائي في محلولٍ ما راسباً.

نواتج تفاعلات الإحلال المزدوج إحدى المميزات الأساسية لتفاعلات الإحلال المزدوج هي نوع الناتج المكون عندما يحدث التفاعل. فجميع هذه التفاعلات تنتج ماءً، أو راسباً، أو غازاً.

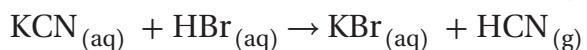


الشكل 17-4 عندما يضاف هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول كلوريد النحاس II، تبادل أيونات Cl^- و OH^- موقعهما، وينتج عن التفاعل كلوريد الصوديوم الذي يبقى ذائباً في المحلول، وهيدروكسيد النحاس II الذي يتربس في صورة مادة صلبة زرقاء اللون.

الجدول 8-4 الخطوات الأساسية لكتابة المعادلات الكيميائية الموزونة لتفاعلات الإحلال المزدوج

الخطوات	مثال
1. اكتب الصيغ الكيميائية للمتفاعلات.	$\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$
2. عين الأيونات الموجبة والسلبية في كل مركب.	NO^{3-} فيه Al^{3+} و SO_4^{2-} فيه H^+ و H_2SO_4
3. اربط بين كل أيون موجب والأيون السلبي في المركب الآخر.	Al^{3+} يرتبط مع SO_4^{2-} H^+ يرتبط مع NO_3^-
4. اكتب الصيغ الكيميائية للنواتج مستعيناً بالخطوة 3.	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ HNO_3
5. اكتب المعادلة الكيميائية الكاملة لتفاعل الإحلال المزدوج.	$\text{Al}(\text{NO}_3)_{3(\text{aq})} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})} \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_{3(\text{s})} + \text{HNO}_{3(\text{aq})}$
6. زن المعادلة.	$2\text{Al}(\text{NO}_3)_{3(\text{aq})} + 3\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})} \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_{3(\text{s})} + 6\text{HNO}_{3(\text{aq})}$

ارجع إلى تفاعلي الإحلال المزدوج اللذين نوقشاً، حيث ينتج ماء عن تفاعل هيدروكسيد الكالسيوم مع حمض الهيدروكلوريك، ويتجزء عن تفاعل هيدروكسيد الصوديوم مع كلوريد النحاس II راسب. ومن تفاعلات الإحلال المزدوج التي تُتجزء غازاً تفاعل سيانيد البوتاسيوم KCN وحمض الهيدروبروميك HBr .



ويبيّن الجدول 8-4 الخطوات الأساسية لكتابة معادلات كيميائية موزونة لتفاعلات الإحلال المزدوج.

ماذا قرأت؟ صف ما يحدث للأيونات السلبية في تفاعلات الإحلال المزدوج.

مسائل تدريبية

اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة لتفاعلات الإحلال المزدوج الآتية:

29. تفاعل المادتان اللتان عن اليسار معًا لإنتاج يوديد الفضة الصلب و محلول نترات الليثيوم.

30. يتفاعل محلول كلوريد الباريوم مع محلول كربونات البوتاسيوم لإنتاج كربونات الباريوم الصلبة و محلول كلوريد البوتاسيوم.

31. يتفاعل محلول كبريتات الصوديوم مع محلول نترات الرصاص II لإنتاج كبريتات الرصاص II الصلبة و محلول نترات الصوديوم.

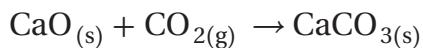


32. تحفيز يتفاعل حمض الإيثانويك (حمض الخل) CH_3COOH مع هيدروكسيد البوتاسيوم لإنتاج إيثانوات البوتاسيوم (خلات البوتاسيوم) والماء.

النواتج المتوقعة لبعض التفاعلات الكيميائية				الجدول 4-9
المعادلة العامة	النواتج المتوقعة	المواد المتفاعلة	نوع التفاعل	
$A + B \rightarrow AB$	مركب واحد	مادتان أو أكثر	التكوين	
$A + O_2 \rightarrow AO$	أكسيد الفلز أكسيد اللافلز أكسيدان أو أكثر	فلز وأكسجين لافلز وأكسجين مركب وأكسجين	الاحتراق	
$AB \rightarrow A + B$	عنصران أو أكثر و/أو مركبات أخرى	مركب واحد	التفكك	
$A + BX \rightarrow AX + B$	مركب جديد والفلز المستعاض عنه مركب جديد واللافلز المستعاض عنه	فلز ومركب لافلز ومركب	الإحلال البسيط	
$AX + BY \rightarrow AY + BX$	مركبان مختلفان، أحدهما صلب، أو ماء، أو غاز.	مركبان	الإحلال المزدوج	

يلخص الجدول 4-9 أنواع التفاعلات الكيميائية. يمكنك الاستعانة بالجدول لمعرفة أنواع التفاعلات المختلفة وتوقع نواتجها. على سبيل المثال، كيف تحدد نوع التفاعل بين أكسيد الكالسيوم الصلب وغاز ثاني أكسيد الكربون في إنتاج كربونات الكالسيوم الصلبة؟

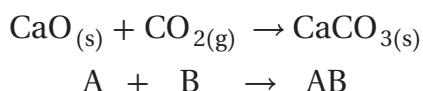
أولاً: اكتب المعادلة الكيميائية.



ثانياً: حدد ما يحدث في التفاعل. في هذه الحالة، تتفاعل مادتان ويتrogen عندهما مركب واحد.

ثالثاً: استعن بالجدول لتحديد نوع التفاعل. التفاعل هو تفاعل تكوين.

رابعاً: تأكد من إجابتكم بمقارنة معادلة التفاعل بالمعادلة العامة لنوع التفاعل.



التقويم 4-2

الخلاصة

33. الفكرة **»الرئيسة** وضح الأنواع الأربع من التفاعلات الكيميائية وخصائصها.

يسهل تصنيف التفاعلات الكيميائية فهمها وتذكرها وتعريفها.

34. اشرح كيف تم ترتيب سلسلة النشاط الكيميائي للفلزات؟

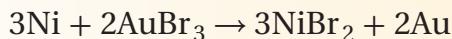
تستخدم سلسلة النشاط الكيميائي للفلزات والهالوجينات في توقع حدوث تفاعلات الإحلال البسيط.

35. قارن بين تفاعلات الإحلال البسيط والإحلال المزدوج.

36. صف ماذا يتrogen عن تفاعل الإحلال المزدوج؟

37. صنف. ما نوع التفاعل المرجع حدوثه عندما يتفاعل الباريوم مع الفلور؟ اكتب معادلة كيميائية موزونة لتفاعل.

38. فسر البيانات. هل يمكن للتفاعل الآتي أن يحدث؟ فسر إجابتكم.



الأهداف

التفاعلات في المحاليل المائية
Reactions in Aqueous Solutions

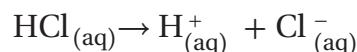
الغدورة **الرئيسية** تحدث تفاعلات الإحلال المزدوج بين الماء في المحاليل المائية، وتؤدي إلى إنتاج روابسب، أو ماء، أو غازات.

الربط مع الحياة يستعمل مسحوق نكهة الليمون في تحضير شراب الليمون. فعندما يضاف المسحوق إلى الماء فإن بلوراته تذوب فيه مكونة محلولاً له نكهة الليمون.

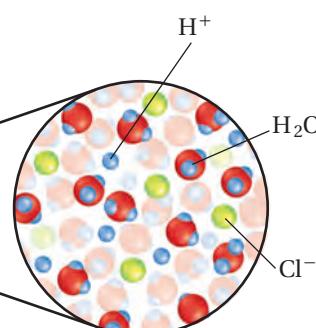
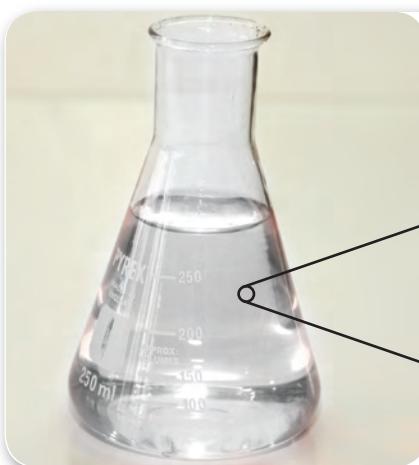
المحاليل المائية Aqueous Solutions

عرفت سابقاً أن المحلول مخلوط متجانس. كما أنَّ الكثير من التفاعلات التي نوقشت تتضمن مواد مذابة في الماء، أي تكون على شكل محاليل مائية. **المحلول المائي** يحتوي على مادة أو أكثر مذابة في الماء تسمى **المذاب**. أما الماء - أكبر مكونات المحلول - فيسمى **المذيب**.

المركبات الجزيئية في المحلول الماء هو المذيب في المحاليل المائية دائمًا، أما المواد التي قد تذوب فيه كثيرة. فالسكرورز (سكر المائدة)، والإيثانول (الكحول) هما مركبان يذوبان في المحلول في صورة جزيئات، وهناك مواد جزيئية (تساهمية) تكون أيونات عندما تذوب في الماء. فالمركب الجزيئي كلوريد الهيدروجين مثلاً يكون أيونات الهيدروجين وأيونات الكلوريد عندما يذوب في الماء، كما هو مبين في الشكل 18-4. ويمكن تثيل عملية التأين هذه بالمعادلة الآتية:



تسمى المركبات التي تنتج أيونات الهيدروجين - ومنها كلوريد الهيدروجين - **أحماضًا**، ولهذا فإن محلول كلوريد الهيدروجين المائي يُسمى **حمض الهيدروكلوريك**. وسوف تعرف أكثر عن الأحماض لاحقاً.



الشكل 18-4 ينفك حمض الهيدروكلوريك HCl في الماء إلى أيونات هيدروجين H^+ ، وأيونات كلوريد Cl^- .

تصف المحاليل المائية.

تكتب معادلات أيونية كاملة ومعادلات أيونية نهائية للتفاعلات الكيميائية في المحاليل المائية.

تتوقع ما إذا كانت التفاعلات في المحاليل المائية ستؤدي إلى إنتاج راسب، أو ماء، أو غاز.

مراجعة المفردات

المحلول: مخلوط متجانس قد يحوي مواد صلبة، أو سائلة، أو غازية.

المفردات الجديدة

المحلول المائي
المذاب
المذيب

المعادلة الأيونية الكاملة
الأيونات المترفرجة
المعادلة الأيونية النهائية

المركبات الأيونية في محلول تتكون المركبات الأيونية من أيونات موجبة وأيونات سالبة مرتبطة معًا بروابط أيونية. وعندما تذوب المركبات الأيونية في الماء فإن أيوناتها تفصل بعضها عن بعض. وتسمى هذه العملية التفكك. فالمحلول المائي لكلوريد الصوديوم مثلاً يحتوي على أيونات Na^+ و Cl^- .

الفردات

الاستعمال العلمي مقابل

الاستعمال الشائع

المركب

الاستعمال العلمي: اتحاد عنصرتين أو أكثر كيميائياً.

ملح الطعام مركب ينتج عن اتحاد عنصر الصوديوم مع عنصر الكلور.

الاستعمال الشائع: كلمة تتكون من مقطعين.

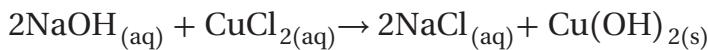
ملح الطعام يسمى كلوريد الصوديوم.

أنواع التفاعلات في المحاليل المائية

Types of Reactions in Aqueous Solutions

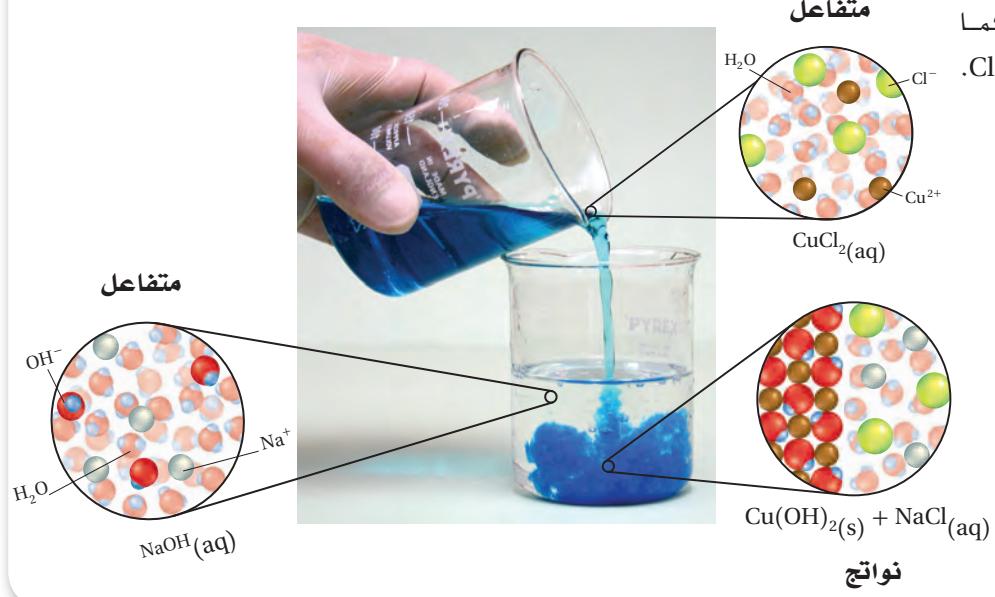
عند مزج محلولين مائيين يحويان أيونات ذائبة فإن الأيونات قد تتفاعل بعضها مع بعض. وكثير من هذه التفاعلات تفاعلات إحلال مزدوج، ويمكن أن تؤدي إلى ثلاثة أنواع من النواتج هي: راسب، أو ماء، أو غاز. أما جزيئات المذيب - وهي في الغالب جزيئات ماء - فلا تتفاعل عادةً.

التفاعلات التي تكون روابض بعض التفاعلات التي تحدث في المحاليل المائية تنتج رواسب. فمثلاً، عند خلط محلول هيدروكسيد الصوديوم مع محلول كلوريد النحاس II يحدث تفاعل إحلال مزدوج يؤدي إلى تكوين راسب من هيدروكسيد النحاس II.



لاحظ أن المعادلة الكيميائية لا توضح بعض تفاصيل هذا التفاعل؛ فهيدروكسيد الصوديوم وكلوريد النحاس II مركبات أيونية، ولهذا فهما يوجدان في محلوليهما على شكل أيونات Cl^- ، Cu^{2+} ، OH^- ، Na^+ كما هو مبين في الشكل 19-4. وعند مزج المحلولين تتحدد أيونات Cu^{2+} مع أيونات OH^- لتكوين راسب من هيدروكسيد النحاس II $\text{Cu}(\text{OH})_2$. أما أيونات Cl^- و Na^+ فتبقى ذائبة في المحلول.

الشكل 19-4 يفكك NaOH في الماء إلى أيوني Na^+ و OH^- ، كما يفكك CuCl_2 إلى أيوني Cu^{2+} و Cl^- .



تجربة

لاحظ تفاعلاً يكون راسباً

كيف يكون محلولان مادة صلبة؟

خطوات العمل

5. أضف محلول ملح إيسوم ببطء إلى محلول NaOH ، وسجل ملاحظاتك.
6. حرك محلول الناتج، وسجل ملاحظاتك.
7. اترك الراسب حتى يستقر، ثم افصل السائل عنه في خبار مدرج سعته 100 mL .
8. تخلص من الراسب كما يرشدك معلمك.

التحليل

1. اكتب معادلة كيميائية رمزية موزونة لتفاعل بين NaOH و MgSO_4 . ولاحظ أن أغلب مركبات الكبريتات توجد في صورة أيونات في المحاليل المائية.
2. اكتب المعادلة الأيونية الكاملة لهذا التفاعل.
3. حدد أي الأيونات متفرجة، ثم اكتب المعادلة الأيونية النهائية لتفاعل.

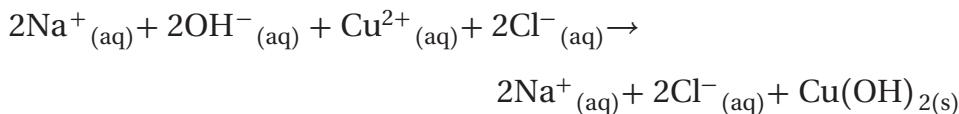
1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.

2. ضع 50 mL ماء مقطراً في كأس سعتها 150 mL .

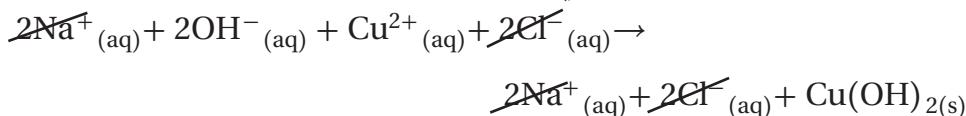
3. زن 4 g من حبيبات NaOH ، ثم أضفها بالتدريج حبيبة بعد أخرى إلى الكأس. واحرص على تحريك محلول بساق التحريك حتى تذوب كل حبيبة تماماً قبل إضافة الأخرى.

4. زن 6 g من ملح إيسوم (كبريتات الماغنيسيوم، MgSO_4) وضعها في كأس أخرى سعتها 150 mL ، ثم أضف 50 mL ماء مقطراً إلى الملح، وحركه بساق التحريك حتى يذوب الملح تماماً.

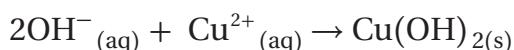
المعادلات الأيونية لتوسيع تفاصيل التفاعلات التي تتضمن أيونات في المحاليل المائية، يستخدم الكيميائيون المعادلات الأيونية، وهي تختلف عن المعادلات الكيميائية الرمزية الموزونة في أن الماء التي تكون على شكل أيونات في محلول تكتب كأيونات في المعادلة. فلكي تكتب المعادلة الأيونية لتفاعل محلولي CuCl_2 و NaOH مثلاً يجب أن تكتب المتفاعلات والناتج NaCl على شكل أيونات.



وتُسمى المعادلة التي تبين الجسيمات في محلول **المعادلة الأيونية الكاملة**. لاحظ أن أيونات الصوديوم والكلور مواد متفاعلة وناتجة في الوقت نفسه، أي أنها لم تشارك في التفاعل، وهذا تسمى **الأيونات المتفرجة**. وعند شطب هذه الأيونات من طرف المعادلة الأيونية تحصل على ما يسمى **المعادلة الأيونية النهائية**، وهي تشتمل على الجسيمات المشاركة في التفاعل فقط.



لاحظ أنه لم يتبق سوى أيونات الهيدروكسيد والنحاس في المعادلة الأيونية النهائية الموضحة أدناه:



ماذا قرأت؟ قارن فيما تختلف المعادلات الأيونية عن المعادلات الرمزية الكيميائية؟

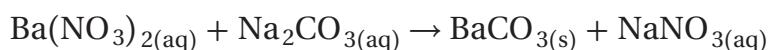
التفاعلات التي تكون راسباً اكتب المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة، والأيونية الكاملة، والأيونية النهائية لتفاعل محلول نترات الباريوم مع محلول كربونات الصوديوم الذي يكون راسباً من كربونات الباريوم.

1 تحليل المسألة

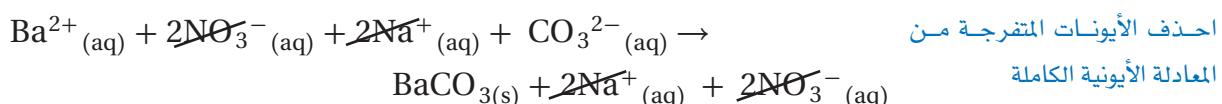
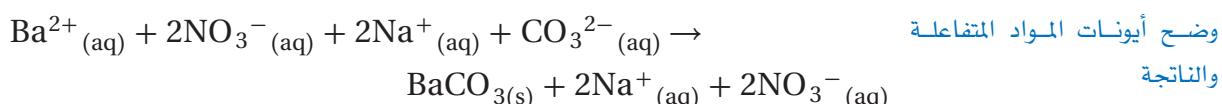
لقد أُعطيت أسماء المركبات للمواد المتفاعلة والنواتج. لكتابه معادلة كيميائية موزونة لتفاعل يجب أن تحدد الكميات النسبية للمواد المتفاعلة والناتجة. ولكتابه المعادلة الأيونية الكاملة تحتاج إلى توضيح الحالات الأيونية للمواد المتفاعلة والناتجة. وبشطب الأيونات المترجة من طرفي هذه المعادلة يمكنك كتابة المعادلة الأيونية النهائية.

2 حساب المطلوب

اكتب الصيغ الكيميائية الصحيحة والحالات الفيزيائية لكل المواد في التفاعل:



زن المعادلة الكيميائية الرمزية



3 تقويم الإجابة

المعادلات موزونة؛ لأن عدد الذرات هو نفسه في طرفيها. وتشتمل المعادلة الأيونية النهائية على عدد أقل من المواد، وتبيّن الأيونات المتفاعلة لتكوين الراسب (المادة الصلبة).

مسائل تدريبية

اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة، وأيونية كاملة، وأيونية نهائية لكل من التفاعلات الآتية التي قد تكون راسباً، مستخدماً (NR) لبيان عدم حدوث تفاعل.

39. عند خلط محلولي يوديد البوتاسيوم KI ونترات الفضة تكون راسب من يوديد الفضة.

40. عند خلط محلولي فوسفات الأمونيوم وكبريتات الصوديوم لم يتكون أي راسب، ولم يتضاعف أي غاز.

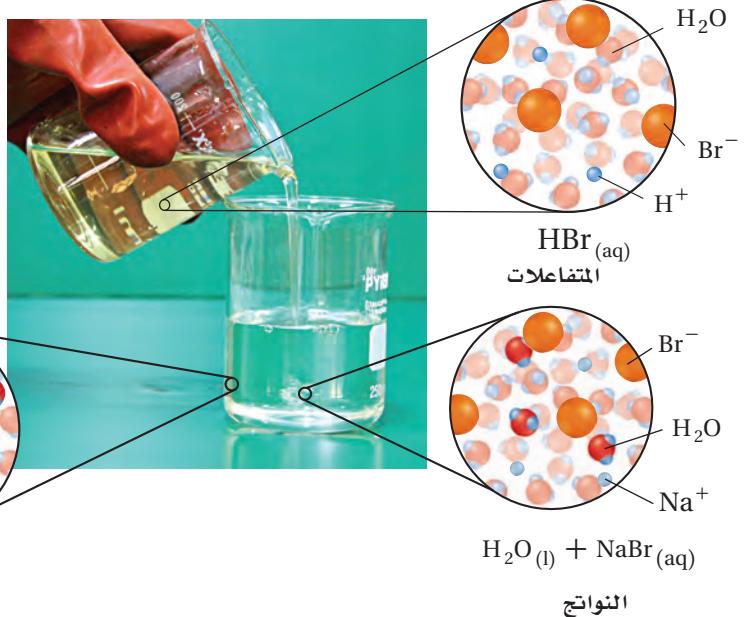
41. عند خلط محلولي كلوريد الألومنيوم وهيدروكسيد الصوديوم تكون راسب من هيدروكسيد الألومنيوم.

42. عند خلط محلولي كبريتات الليثيوم ونترات الكالسيوم تكون راسب من كبريتات الكالسيوم.

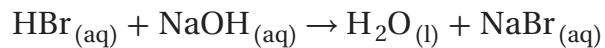
43. تحفيز عند خلط محلولي كربونات الصوديوم وكلوريد المنجنيز الهايسي (V) تكون راسب يحتوي على المنجنيز.

الشكل 20-4 يتأين بروميد الهيدروجين HBr في الماء إلى H^+ و Br^- . ويتفكك هيدروكسيد الصوديوم إلى Na^+ و OH^- في الماء أيضًا، فتتفاعل أيونات الهيدروجين وأيونات الهيدروكسيد وتكون الماء.

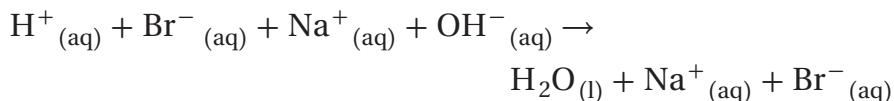
حدّد الأيونات السالبة والأيونات الموجبة في هذا التفاعل.



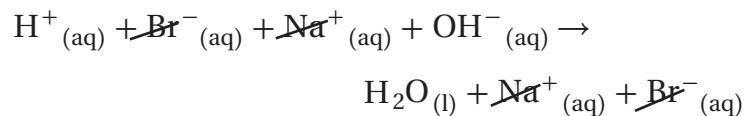
التفاعلات التي تكون ماء هذا النوع من تفاعلات الإحلال المزدوج يؤدي إلى تكوين جزيئات ماء، فيزداد عدد جزيئات الماء (المذيب). وبخلاف التفاعلات التي يتكون فيها راسب، لا يلاحظ في هذا النوع من التفاعلات دليل على حدوث تفاعل كيميائي؛ لأن الماء عديم اللون والرائحة، كما أنه يشكل أغلب محلول. فعندما تخلط محلول حمض الهيدروبروميك HBr مثلاً مع محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH كما هو مبين في **الشكل 20-4**، يحدث تفاعل إحلال مزدوج، ويكون ماء، كما هو موضح في المعادلة الآتية:



ويتتجزء عن التفاعل بروميد الصوديوم، ويكون في صورة أيونات في محلول المائي. وتوضح المعادلة الأيونية الكاملة للتفاعل هذه الأيونات:



لودقت في هذه المعادلة فسوف تلاحظ أن الأيونات المتفاعلة هي أيونات الهيدروجين وأيونات الهيدروكسيد؛ لأن كلاً من أيونات الصوديوم وأيونات البروميد أيونات متفرجة. وإذا حذفت الأيونات المتفرجة فستبقى فقط الأيونات التي تشارك في التفاعل.



وتكون المعادلة الأيونية النهائية للتفاعل كالتالي:



ماذا قرأت؟ حلل لماذا تسمى أيونات الصوديوم وأيونات البروميد في تفاعل محلول هيدروكسيد الصوديوم مع حمض الهيدروبروميك أيونات متفرجة؟



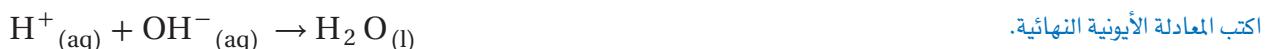
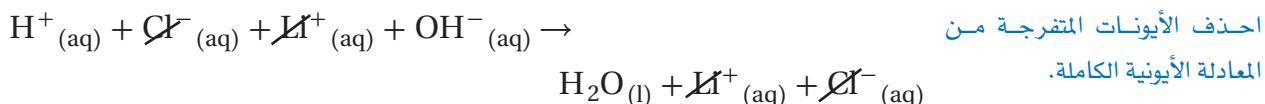
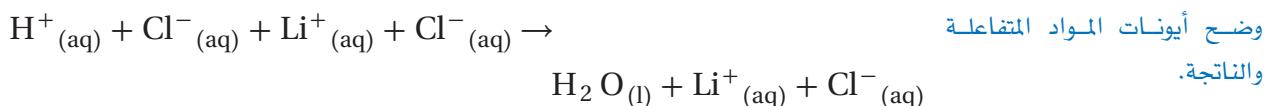
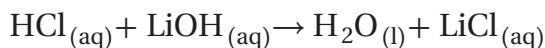
التفاعلات التي تكون ماء اكتب المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة، والأيونية الكاملة، والأيونية النهائية لتفاعل حمض الهيدروكلوريك مع محلول هيدروكسيد الليثيوم الذي يكون ماء و محلول كلوريد الليثيوم.

1 تحليل المسألة

لقد أعطيت التفاعلات والنواتج. لكتابه معادلة كيميائية موزونة لتفاعل يجب أن تحدد الصيغ الكيميائية والكميات النسبية للتفاعلات والنواتج. ولكتابه المعادلة الأيونية الكاملة تحتاج إلى توضيح الحالات الأيونية للتفاعلات والنواتج. وبشطب الأيونات المترجة من طرف المعادلة يمكنك كتابة المعادلة الأيونية النهائية.

2 حساب المطلوب

أكتب معادلة كيميائية رمزية لتفاعل، ثم زنها.



3 تقويم الإجابة

تشتمل المعادلة الأيونية النهائية على عدد أقل من المواد، وتبين الأيونات المتفاعلة التي تكون الماء.

مسائل تدريبية

أكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة، وأيونية كاملة، وأيونية نهائية لتفاعلات بين المواد التالية، التي تنتج ماء.

44. عند خلط حمض الكبريتيك H_2SO_4 بمحلول هيدروكسيد البوتاسيوم ينتج ماء و محلول كبريتات البوتاسيوم.

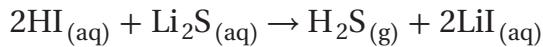
45. عند خلط حمض الهيدروكلوريك HCl بمحلول هيدروكسيد الكالسيوم ينتج ماء و محلول كلوريد الكالسيوم.

46. عند خلط حمض النيتريك HNO_3 بمحلول هيدروكسيد الأمونيوم ينتج ماء و محلول نترات الأمونيوم.

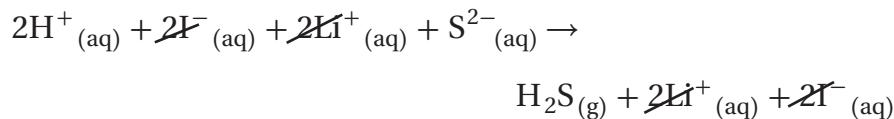
47. عند خلط كبريتيد الهيدروجين H_2S بمحلول هيدروكسيد الكالسيوم ينتج ماء و محلول كبريتيد الكالسيوم.

48. تحفيز عند خلط حمض البنزويك $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ وهيدروكسيد الماغنيسيوم يتكون ماء و بنزوات الماغنيسيوم.

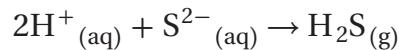
التفاعلات التي تكون غازات ينتج عن هذا النوع من تفاعلات الإحلال المزدوج تكوين غازات، مثل CO_2 ، H_2S ، HCN ، و HI . فعندما تخلط حمض الهيدروبيوديك HI بمحلول كبريتيد الليثيوم Li_2S يتضاعد غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S ، كما ينتج يوديد الليثيوم LiI الذي يظل ذائباً في المحلول.



ومع H_2S فإن جميع المواد في التفاعل توجد على شكل أيونات. لذا يمكنك كتابة المعادلة الأيونية الكاملة للتفاعل على النحو الآتي:



وبحذف الأيونات المتفرجة يمكنك الحصول على المعادلة الأيونية النهائية للتفاعل، وهي:



ويعد التفاعل في التجربة الاستهلاكية التي كنت قد أجريتها في بداية هذا الفصل مثالاً آخر على التفاعلات التي تكون غازاً؛ فالتفاعلات التي تكونت خلال التفاعل هي غاز ثاني أكسيد الكربون.

ومن التفاعلات التي تنتج غاز ثاني أكسيد الكربون أيضاً ما يحدث في المطبخ عندما تخلط الخل بصودا الخبز. فالخل محلول مائي لحمض الإيثانويك، وصودا الخبز عبارة عن كربونات الصوديوم الهيدروجينية. وعند خلطها معًا يتضاعلان ويتضاعد غاز CO_2 ، كما هو موضح في الشكل 21-4.

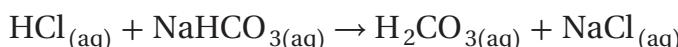
وهناك تفاعل آخر مشابه لتفاعل الخل مع صودا الخبز، يحدث عندما تخلط أي محلول حمضي بكاربونات الصوديوم الهيدروجينية (بيكربونات الصوديوم).

الشكل 21-4 عندما يتتفاعل الخل مع صودا الخبز NaHCO_3 يحدث تضاعد سريعاً لغاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 .

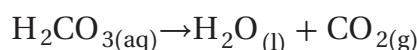


وفي الحالات جميعها يجب أن يحدث تفاعلان متزامنان في محلول ليتتجزء غاز ثاني أكسيد الكربون. أحد هذين التفاعلين تفاعل إحلال مزدوج، والآخر تفاعل تفكك. فعندما تذيب كربونات الصوديوم الهيدروجينية مثلاً في حمض الهيدروكلوريك يحدث تفاعل إحلال مزدوج، ويتجزء غاز، انظر الشكل 21-4.

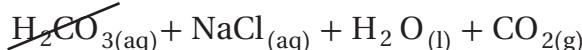
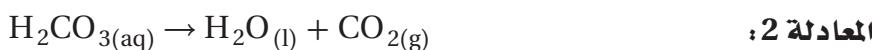
فكlorيد الصوديوم مادة أيونية تبقى في الماء على شكل أيونات منفصلة. أما حمض الكربونيكي H_2CO_3 فيتفكك بمجرد تكوئه إلى ماء وغاز ثاني أكسيد الكربون. فالهيدروجين في حمض الهيدروكلوريك والصوديوم في كربونات الصوديوم الهيدروجيني يحل كل منهما محل الآخر.



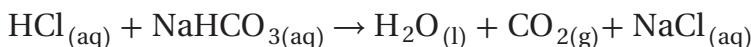
لكن بمجرد أن يتكون حمض الكربونيكي H_2CO_3 يتفكك مكوناً الماء وغاز ثاني أكسيد الكربون. وهذا عكس ما يحدث للمواد الأيونية ومنها كلوريد الصوديوم؛ حيث تبقى أيوناتها منفصلة في محلول.



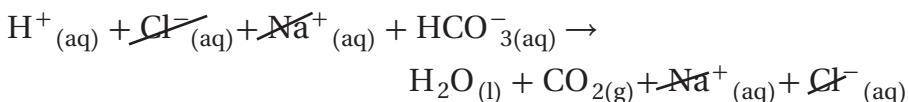
ويمكنك - كما تجمع المعادلات الرياضية - أن تجمع معادلتي التفاعلين وأن تمثلهما بمعادلة كيميائية تسمى المعادلة الكلية للتفاعل.



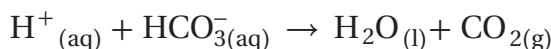
وبحذف H_2CO_3 من طرف المعادلة تحصل على ما يسمى المعادلة النهائية للتفاعل.



هذا، ويمكنك كتابة المعادلة الأيونية الكاملة كالتالي:



وتلاحظ أن أيونات الصوديوم وأيونات الكلور هي الأيونات المتفرجة، لذا يمكن حذفها من طرف المعادلة، وكتابة المعادلة الأيونية النهائية للتفاعل كالتالي:



ماذا قرأت؟ صُف ما المعادلة النهائية للتفاعل؟

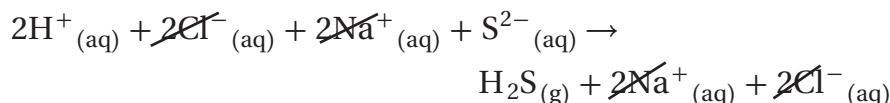
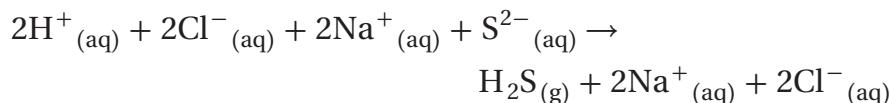
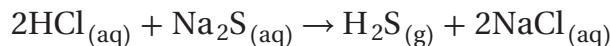
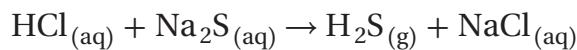
التفاعلات التي تكون غازات اكتب كلاً من المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة، والأيونية الكاملة، والأيونية النهائية للتفاعل بين حمض الهيدروكلوريك و محلول كبريتيد الصوديوم ، والذي يتبع عنه غاز كبريتيد الهيدروجين و محلول كلوريد الصوديوم.

1 تحليل المسألة

لقد أُعطيت المعادلة اللغوية للتفاعل بين حمض الهيدروكلوريك HCl و كبريتيد الصوديوم Na_2S . يجب أن تكتب المعادلة الكيميائية الرمزية للتفاعل وتزئها. ولكتابة المعادلة الأيونية الكاملة يجب أن توضح الحالات الأيونية للمواد المتفاعلة والنتاجة. وبحذف الأيونات المتفرجة من المعادلة الأيونية الكاملة يمكنك كتابة المعادلة الأيونية النهائية.

2 حساب المطلوب

اكتب المعادلة الكيميائية الصحيحة للتفاعل.



زن المعادلة الكيميائية

وضوح أيونات المواد المتفاعلة والنتاجة

احذف الأيونات المترجلة من المعادلة

الأيونية الكاملة

اكتب المعادلة الأيونية النهائية بأصغر نسبة عدديّة صحيحة.

3 تقويم الإجابة

المعادلة الأيونية الكلية تبين الأيونات المشاركة في التفاعل.

مسائل تدريبية

اكتب المعادلات الكيميائية الرمزية الموزونة، والأيونية الكاملة، والأيونية النهائية للتفاعلات الآتية:

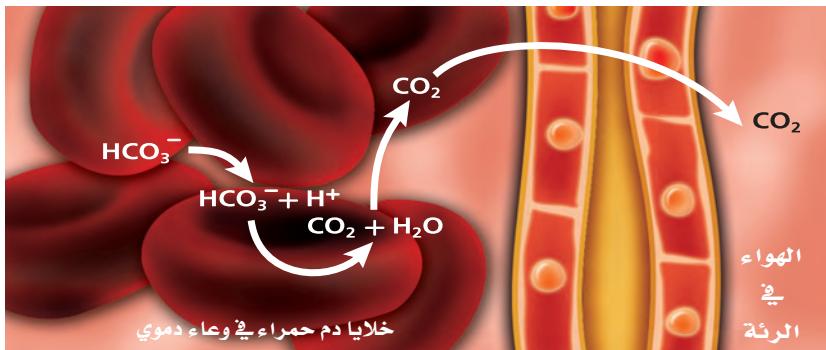
49. يتفاعل حمض فوق الكلوريك HClO_4 مع محلول كربونات الصوديوم لتكوين غاز ثاني أكسيد الكربون والماء و محلول كلورات الصوديوم.

50. يتفاعل حمض الكبريتيك H_2SO_4 مع محلول سيانيد الصوديوم لتكوين غاز سيانيد الهيدروجين و محلول كبريتات الصوديوم.

51. يتفاعل حمض الهيدروبروميك HBr مع محلول كربونات الأمونيوم لتكوين غاز ثاني أكسيد الكربون والماء و بروميد الأمونيوم.

52. يتفاعل حمض النيتريك HNO_3 مع محلول كبريتيد البوتاسيوم لتكوين غاز كبريتيد الهيدروجين.

53. تحفيز يتفاعل محلول يوديد البوتاسيوم مع محلول نترات الرصاص لتكوين يوديد الرصاص الصلب.



الشكل 22-4 بعد أن يدخل أيون البيكربونات HCO_3^- خلية دم حمراء، يتفاعل مع أيون الهيدروجين H^+ لتكوين ماء وثاني أكسيد الكربون CO_2 ، الذي يخرج من الرئتين مع هواء الزفير.

الربط مع علم الأحياء

يعد تفاعل أيونات الهيدروجين مع أيونات البيكربونات لإنتاج الماء وثاني أكسيد الكربون من أهم التفاعلات التي تحدث في جسمك؛ فهو يحدث في الأوعية الدموية في رئتيك. وكما هو مبين في الشكل 22-4 فإن ثاني أكسيد الكربون الذي ينتج في خلايا جسمك ينتقل في دمك على هيئة أيونات البيكربونات HCO_3^- ، وعندما تمر هذه الأيونات في الأوعية الدموية لرئتيك تتحدد مع أيونات الهيدروجين H^+ وتكون غاز CO_2 الذي يخرج مع هواء الزفير.

هذا التفاعل يحدث أيضًا في المنتجات التي يدخل في تركيبها صودا الخبز المحتوية على كربونات الصوديوم الهيدروجينية التي تجعل الأشياء المخبوزة تتتفاخ، وتستخدم مضاداً للحموضة، وفي طفایات الحريق، وصناعة كثير من المنتجات.

مهن في الكيمياء

المختص في الكيمياء الحيوية

عالم يدرس العمليات الكيميائية في المخلوقات الحية. وقد يدرس وظائف جسم الإنسان، أو يبحث كيف يؤثر كل من الغذاء والأدوية والمواد الأخرى في المخلوقات الحية.

التقويم 4-3

الخلاصة

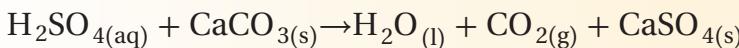
الغرة الرئيسية

54. عدد ثلاثة أنواع مألوفة من نواتج التفاعلات التي تحدث في المحاليل المائية.

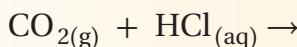
55. صف المذيب والمذاب في محلول المائي.

56. ميز المعادلة الأيونية الكاملة من المعادلة الأيونية النهائية.

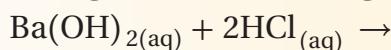
57. اكتب المعادلة الأيونية الكاملة، والأيونية النهائية لتفاعل بين حمض الكبريتิก H_2SO_4 وكربونات الكالسيوم CaCO_3 .



58. حلّ أكمل المعادلة الآتية، ثم زنها:



59. توقع مانوع الناتج الذي سيتكون على الأرجح من التفاعل التالي؟ فسر ذلك.



60. صغ معادلات يحدث تفاعل عندما يخلط حمض النتريك HNO_3 بمحلول مائي من كربونات البوتاسيوم الهيدروجينية (بيكربونات البوتاسيوم)، ويتج مخلول نترات البوتاسيوم. اكتب المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة والمعادلة الأيونية النهائية لتفاعل.

الماء هو المذيب في المحاليل المائية دائمًا، أما المواد التي قد تذوب فيه فهي كثيرة.

بعض المركبات الجزيئية تكون أيونات عندما تذوب في الماء. بينما يذوب الكثير من المركبات الأيونية في الماء، وتتفصل أيوناتها.

عند مزج محلولين يحتويان على أيونات ذاتية، قد تتفاعل الأيونات معًا، أما جزيئات المذيب فلا تتفاعل عادة.

التفاعلات التي تحدث في المحاليل المائية هي تفاعلات الإحلال المزدوج.

التألق الحيوي

عندما يتجمع اليراع (خنافس مضيئة) في الظلام، يعلن أحد الذكور عن وجوده بإرسال إشارة من الضوء الأصفر المخضر، فتجيب أنثى قريبة من الأرض نداءه، فيهبط في اتجاهها. وقد ينتج عن ذلك تزاوج ناجح، أو قد يلتهم بشرهاه إذا خدعته أنثى من نوع آخر من اليراع. إن إنتاج اليراعة للضوء هو نتيجة عملية كيميائية تسمى التألق (التلاؤ) الحيوي، وهي استراتيجية يستخدمها الكثير من المخلوقات الحية في بيئات كثيرة مختلفة. فكيف تعمل؟

1

الخنافس المضيئة ليست ذباباً، ولكنها مجموعة من الخنافس التي ترسل ومضاتها للتزاوج، كما أنها تستخدم ضوءاً لخداع فريستها. وينبعث الضوء الأصفر المخضر من خلايا في جذعها الأسفل، وتتراوح أطوال موجاته بين 670 nm و 510 nm.



2

اكتشافات مضيئة أدى البحث في مجال التألق الحيوي إلى اكتشاف البروتين الحيوي الأخضر المشع، الذي يوجد في بعض أنواع قناديل البحر. ويشع هذا البروتين ضوءاً أخضر عند تعرضه للأشعة فوق البنفسجية. وقد قام العلماء بإدخال البروتين المشع في مخلوقات مختلفة، كالجرذان، لأغراض البحث العلمي في مجالات السرطان، والملاريا، والعمليات الخلوية. وبسبب أهمية هذا الاكتشاف فقد منح مكتشفو البروتين المشع جائزة نوبل في الكيمياء.

3

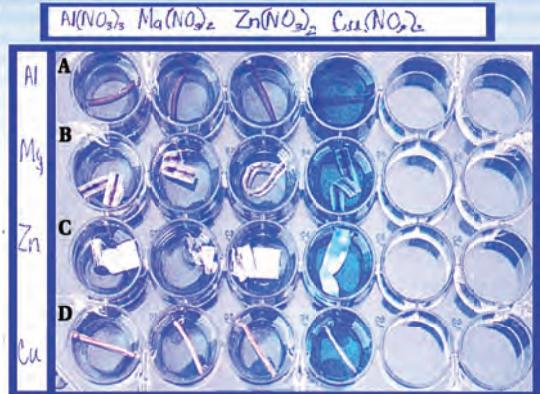
التألق الحيوي ينتج ومبض اليراع عن تفاعل كيميائي. والتفاعلات هي الأكسجين، واللوسферين (مادة مشعة للضوء توجد في بعض المخلوقات). ويسرع إنزيم يسمى اللوسفريز التفاعل الذي يؤدي إلى إنتاج الأوكسيلوسферين وطاقة على شكل ضوء.

الكتابة في الكيمياء

ابحث حدد أنواعاً مختلفة من المخلوقات الحية تستخدم التألق الحيوي، واعمل كتيماً يوضح لماذا يكون التألق الحيوي فعالاً في هذه المخلوقات؟

مختبر الكيمياء

تطوير سلسلة نشاط الفلزات



9. نَظَفَ أَشْرَطَةُ الْخَارِصِينَ بِاستِخْدَامِ وَرْقِ الصِّنْفَرَةِ حَتَّى تَصْبِحَ لَامِعَةً، ثُمَّ ضَعَ كُلَّ شَرِيطٍ مِنْهَا فِي مَحْلُولٍ مُخْتَلِفٍ فِي كُلِّ فَجُوَةٍ مِنْ فَجُوَاتِ الصَّفِ C.
10. لَاحَظَ مَا يَحْدُثُ فِي كُلِّ فَجُوَةٍ، ثُمَّ سُجِّلَ مَلَاحِظَاتَكَ بَعْدَ مَرْوَرِ 5 دَقَّاقِقٍ فِي جَدْوَلِ الْبَيَانَاتِ الَّذِي قَمْتَ بِتَصْسِيمِهِ.
11. التَّنْظِيفُ وَالتَّخلُصُ مِنَ النَّفَایَاتِ تَخْلُصُ مِنَ الْمَوَادِ الْكَيْمِيَّيَّةِ وَالْمَحَالِيلِ وَالْمَاصَاتِ كَمَا يَطْلُبُ إِلَيْكَ مَعْلُومَكَ.

حل واستنتاج

1. لاحظ واستنتاج في أي الفجوات من طبق التفاعلات حدث تفاعل كيميائي؟ وأي الفلزات تفاعل مع أكبر عدد من المحاليل؟ وأي الفلزات تفاعل مع أقل عدد من المحاليل؟ وأي الفلزات أكثر نشاطاً؟
2. رتب أكثر الفلزات نشاطاً التي تفاعلت مع أكبر عدد من المحاليل، وأقل الفلزات نشاطاً التي تفاعلت مع أقل عدد من المحاليل. رتب الفلزات الأربع من الأكثر نشاطاً إلى الأقل نشاطاً.
3. طبق اكتب معادلة كيميائية لكل تفاعل إحلال حدث في طبق التفاعلات الكيميائية.
4. الكيمياء في واقع الحياة في أي ظرف من الظروف يكون من المهم معرفة نشاط سلسلة من العناصر.
5. تحليل الخطأ كيف يمكنك مقارنة ما جاء في إجابتك عن السؤال رقم 2 بسلسلة النشاط في الشكل 15-4؟ وما وجه الاختلاف بينهما؟

التوسيع في الاستقصاء

صمم تجربة ضع ثلاثة أسئلة تبدأ بالعبارة: "ماذالو...؟"، وتعلق بهذا المختبر، ويمكن أن تؤثر في نتائج التجربة، ثم صمم تجربة لاختبار سؤال واحد منها.

الخلفية بعض الفلزات أكثر نشاطاً من الفلزات الأخرى. وعند مقارنته كيفية تفاعل الفلزات المختلفة بأيونات معروفة في الأملاح المائية يمكن ترتيب هذه الفلزات في سلسلة بحسب نشاطها. وتعكس سلسلة النشاط قوة تفاعل كل فلز من الفلزات التي تم فحصها.

سؤال كيف يمكن تطوير سلسلة النشاط؟

المواد الالزامية

سلك نحاس	1.0M Zn(NO ₃) ₂
سلك ألومنيوم	1.0M Al(NO ₃) ₃
شريط ماغنيسيوم	1.0M Cu(NO ₃) ₂
شرائط معدنية عدد 4	1.0M Mg(NO ₃) ₂
ورق صنفرة	ماسات
طبق تفاعلات بلاستيكي	قاطع أسلاك

إجراءات السلامة

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. صمم جدولًا لتدوين البيانات.
3. استخدم الماصة ملء كل فجوة من العمود 1 بـ 2 mL من محلول $2 \text{ mL } 1.0 \text{ M Al(NO}_3\text{)}_3$.
4. كرر الخطوة 3 واستخدم الماصة ملء كل فجوة من العمود 2 بـ 2 mL من محلول $1.0 \text{ M Mg(NO}_3\text{)}_2$.
5. كرر الخطوة 3 واستخدم الماصة ملء كل فجوة من العمود 3 بـ 2 mL من محلول $1.0 \text{ M Zn(NO}_3\text{)}_2$.
6. كرر الخطوة 3 واستخدم الماصة ملء كل فجوة من العمود 4 بـ 2 mL من محلول $1.0 \text{ M Cu(NO}_3\text{)}_2$.
7. نَظَفَ 10 cm من شريط الألومنيوم باستخدام ورق الصنفرة حتى يصبح لامعاً، ثم قطع الشريط إلى أربعة أجزاء متساوية طول كل منها 2.5 cm باستخدام قطاعية الأسلاك، ثم ضع كل قطعة منها في محلول مختلف في كل فجوة من فجوات الصف A.
8. كرر الخطوة 7 مستخدماً 10 cm من شريط الماغنيسيوم، ووضع كل قطعة منها في محلول مختلف في كل فجوة من فجوات الصف B.

دليل مراجعة الفصل

4



الفكرة العامة تحول ملائين التفاعلات الكيميائية الموجودة داخل جسمك ومن حولك المتفاعلات إلى نواتج، مما يؤدي إلى إطلاق طاقة أو امتصاصها.

1-4 التفاعلات و المعادلات

المفاهيم الرئيسية

- قد تشير بعض التغيرات الفيزيائية إلى حدوث تفاعل كيميائي.
- توفر المعادلات الكيميائية اللغوية والرمزية معلومات مهمة عن التفاعل الكيميائي.
- توضح المعادلة الكيميائية الموزونة أنواع المتفاعلات والنواتج في التفاعل الكيميائي وكيمياتها النسبية.
- يتضمن وزن المعادلة الكيميائية تعديل المعاملات حتى يتساوى عدد الذرات في طرفي المعادلة.

الفكرة الرئيسية > ممثل التفاعلات الكيميائية

معادلات كيميائية موزونة.

المفردات

- التفاعل الكيميائي
- المعادلة الكيميائية
- الرمزية الموزونة
- عدد التأكسد
- المعامل
- المتفاعلات
- النواتج

2-4 ترتيب التفاعلات الكيميائية

المفاهيم الرئيسية

- يسهل ترتيب التفاعلات الكيميائية فهمها وتذكرها وتعريفها.
- تستخدم سلسلة النشاط الكيميائي للفلزات والماهالوجينات في توقع حدوث تفاعلات الإحلال البسيط.

الفكرة الرئيسية > هناك أربعة أنواع من التفاعلات الكيميائية، هي: التكoin، والاحتراق، والتفكك، والإحلال.

المفردات

- تفاعل التكoin
- تفاعل الإحلال
- المزدوج
- تفاعل التفكك
- الراسب
- تفاعل الإحلال
- البسيط

3-4 التفاعلات في المحاليل المائية

المفاهيم الرئيسية

- الماء هو المذيب في المحاليل المائية دائمًا، أما المواد التي قد تذوب فيه فهي كثيرة.
- بعض المركبات الجزيئية تكون أيونات عندما تذوب في الماء. بينما يذوب الكثير من المركبات الأيونية في الماء، وتفصل أيوناتها.
- عند مزج محلولين يحتويان على أيونات ذاتية، قد تتفاعل الأيونات معًا، أما جزيئات المذيب فلا تتفاعل عادة.
- التفاعلات التي تحدث في المحاليل المائية هي تفاعلات الإحلال المزدوج.

الفكرة الرئيسية > تحدث تفاعلات الإحلال

المزدوج بين المواد في المحاليل المائية، وتؤدي إلى إنتاج روابض، أو ماء، أو غازات.

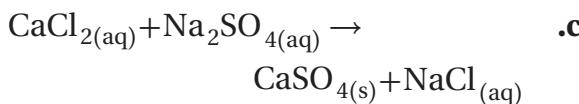
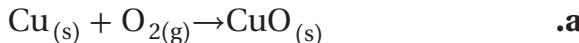
المفردات

- المحلول المائي
- الأيونات المترفرجة
- المعادلة الأيونية
- المذيب
- النهائية
- المعادلة الأيونية
- الكافمة

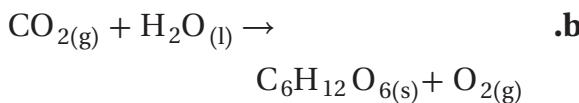
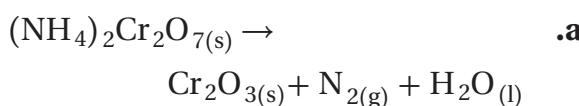
4-1

إتقان المفاهيم

70. اكتب معادلات لفظية للمعادلات الكيميائية الآتية:



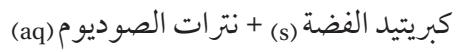
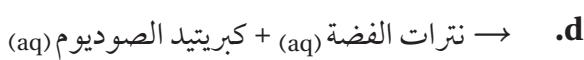
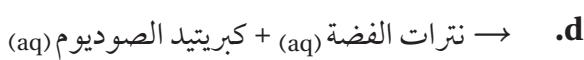
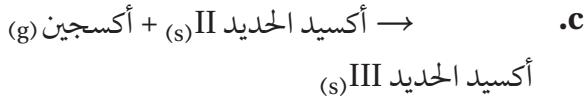
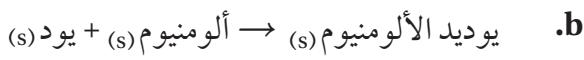
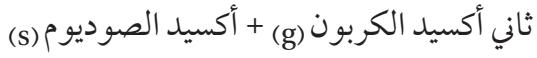
71. زن المعادلتين الكيميائيتين الآتتين:



إتقان حل المسائل

72. يتحلل يوديد الهيدروجين إلى غاز الهيدروجين وغاز اليود في تفاعل تفكك. اكتب معادلة كيميائية رمزية تبين هذا التفاعل.

73. اكتب معادلات كيميائية رمزية للتفاعلات الآتية:



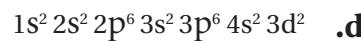
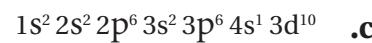
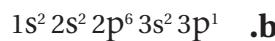
74. اكتب معادلة كيميائية رمزية لتفاعل بين الليثيوم الصلب وغاز الكلور لإنتاج كلوريد الليثيوم الصلب.

61. عَرَفَ المعادلة الكيميائية.

62. مِيَّزَ بين التفاعل الكيميائي والمعادلة الكيميائية.

63. وَضَعَ الفرقَ بين المتفاعلات والنواتج.

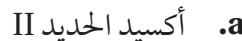
64. اكتب رمز العنصر الذي يمثل بالتوزيع الإلكتروني لكل مما يلي:



65. اكتب التوزيع الإلكتروني لكل عنصر مما يلي:



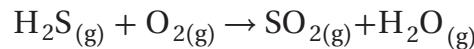
66. اكتب الصيغة الكيميائية لكل مما يلي:



67. هل يشير تحول مادة إلى مادة جديدة دائمًا إلى حدوث تفاعل كيميائي؟ فَسُّرِّ إجابتك.

68. حَدَّدَ المتفاعلات في التفاعل الآتي: عند إضافة البوتاسيوم إلى محلول نترات الخارصين، يتكون الخارصين و محلول نترات البوتاسيوم.

69. زن المعادلة الكيميائية الآتية:



اتقان حل المسائل

- .80. صنف التفاعلات الواردة في السؤال 73 .
- .81. صنف التفاعلات الواردة في السؤال 75 .
- .82. اكتب معادلة كيميائية رمزية موزونة لتفاعل احتراق الميثanol السائل CH_3OH .
- .83. اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة لكل من تفاعلات التكوين الآتية:
- بورون + فلور .a
- جرمانيوم + كبريت .b
- كالسيوم + نيتروجين .c
- .84. الاحتراق اكتب معادلة كيميائية رمزية موزونة لاحتراق كل من المواد الآتية:
- .a. الباريوم الصلب
- .b. البورون الصلب
- .c. الأسيتون السائل $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$
- .d. الأوكتان السائل C_8H_{18}
- .85. اكتب معادلات كيميائية موزونة لتفاعلات التفكك الآتية:
- بروميد الماغنيسيوم .a
- أكسيد الكوبالت II .b
- كربونات الباريوم .c
- .86. اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة لتفاعلات الإحلال البسيط الآتية التي تحدث في الماء. (وإذاً ممكناً فاكتب لا يحدث تفاعل (NR) في مكان النواتج).
- .a. → كلوريد الماغنيسيوم + نيكل
- .b. → بروميد النحاس II + كالسيوم
- .c. → نترات الفضة + ماغنيسيوم

.75. اكتب معادلات كيميائية رمزية لتفاعلات الآتية، ثم

زها:

- .a. → ماء (l) + ثالث أكسيد الكبريت (g) حمض الكبريتيك (aq)
- .b. → كلوريد الحديد III (aq) + ماغنيسيوم (s) كلوريد الماغنيسيوم (aq) + حديد (s)
- .c. → أكسجين (g) + كلوريد النيكل II (s) أكسيد النيكل II (s) + خماسي أكسيد ثنائي الكلور
- .76. اكتب معادلات كيميائية رمزية لتفاعلات الآتية:
- .a. عند حرق غاز البيوتان C_4H_{10} في الهواء ينتج ماء وغاز ثاني أكسيد الكربون.
- .b. يتفاعل الماغنيسيوم الصلب مع غاز النيتروجين لإنتاج نيتريد الماغنيسيوم الصلب.
- .c. عند تسخين غاز ثاني فلوريد الأكسجين OF_2 ينتج غاز الأكسجين وغاز الفلور.

4-2

اتقان المفاهيم

- .77. اذكر أنواع التفاعلات الكيميائية الأربع، وأعط مثالاً واحداً على كل منها.
- .78. ما نوع التفاعل الذي يحدث بين مادتين وينتج عنه مركب واحد؟
- .79. في كل من الأزواج الآتية، أي فلز يحل محل الفلز الآخر في تفاعلات الإحلال؟ (استعن بسلسلة النشاط).
- .a. القصدير والصوديوم
- .b. الرصاص والفضة
- .c. الفلور واليود
- .d. النحاس والنيكل

4-3

إتقان المفاهيم

87. أكمل المعادلة اللغظية الآتية:

 \rightarrow مذاب + مذيب

88. ما أنواع النواتج المألوفة للتفاعلات التي تحدث في المحاليل المائية؟

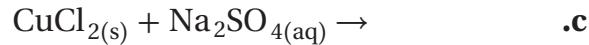
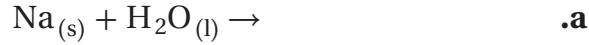
89. قارن بين المعادلات الكيميائية الرمزية الموزونة والمعادلات الأيونية.

90. ما المعادلة الأيونية النهائية؟ وفيما تختلف عن المعادلة الأيونية الكاملة؟

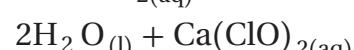
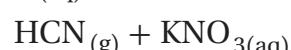
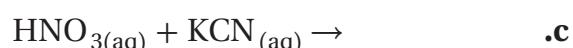
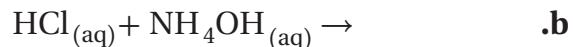
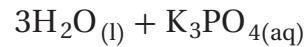
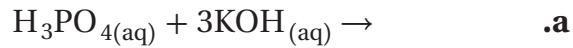
91. ما المقصود بالأيون المتفرج؟

إتقان حل المسائل

92. أكمل المعادلات الكيميائية الآتية:

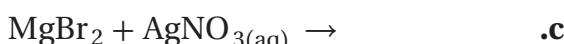
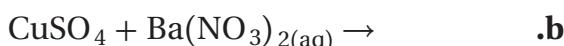


93. اكتب المعادلات الأيونية الكاملة والأيونية النهائية لكل من التفاعلات الآتية:



مراجعة عامة

94. توقع هل كل من التفاعلات الآتية يحدث في المحاليل المائية. (إذا توقعت أن التفاعل لا يحدث فاكتبه لا يحدث تفاعل (NR). ملاحظة: كبريتات الباريوم وبروميد الفضة يتربسان في المحاليل المائية).



95. تكون راسب إضافة حمض الهيدروكلوريك إلى كأسين، إحداهما فيها محلول كلوريد الصوديوم، وفي الآخر محلول نترات الفضة يؤدي إلى ترسب مادة بيضاء في إحدى الكأسين.

a. أي الكأسين تحتوي على راسب؟

b. ما الراسب؟

c. اكتب معادلة كيميائية توضح التفاعل.

d. صنف هذا التفاعل.

96. ميز بين مركب أيوني ومركب تساهي مذابين في الماء. وهل تتأين المواد التساهيمية جميعها عند إذابتها في الماء؟ فسر إجابتك.

التفكير الناقد

97. طبق صف التفاعل بين محلولي كبريتيد الصوديوم وكبريتات النحاس II الذي يؤدي إلى إنتاج راسب من كبريتيد النحاس II.

98. توقع وضع قطعة من فلز الألومنيوم في محلول KCl المائي، ووضعت قطعة أخرى من الألومنيوم في محلول AgNO_3 المائي. هل يحدث تفاعل في كلتا الحالتين؟ لماذا؟

تقويم إضافي

الكتابة في الكيمياء

103. كيمياء المطبخ اعمل ملصقاً يصف التفاعلات الكيميائية التي تحدث في المطبخ.

104. وزن المعادلات اعمل لوحة تصف فيها خطوات وزن المعادلة الكيميائية.

أسئلة المستندات

الذائبية يستخدم العلماء جدولاً لقواعد الذائبية لتحديد ما إذا كان سيتكون راسب في التفاعل الكيميائي.

يبين الجدول 11-4 قواعد الذائبية للمركبات الأيونية في الماء.

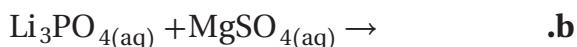
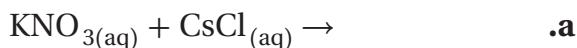
الجدول 11-4 قواعد الذائبية للمركبات الأيونية في الماء

القاعدة	المركب الأيوني
أيونات عناصر المجموعة الأولى (K^+ , Na^+ , Li^+ ، و NH_4^+) تكون أملاحاً ذاتية. جميع أملاح النترات ذاتية.	الأملاح الذائية
معظم الهايليدات تذوب في الماء ما عدا هايليدات الأيونات التالية: Hg_2^{2+} , Pb^{2+} , Cu^{2+} , Ag^{+} و Hg_2^{2+} و Ag^{+} , أما كبريتات Ag^+ و pb^{2+} و Sr^{2+} و Ba^{2+} و Ca^{2+} و Hg_2^{2+} فهي قليلة الذوبان.	الأملاح الذائية
البيدروكسيدات والكبريتيدات والأكسيد عادة غير ذاتية، ما عدا مركباتها مع عناصر المجموعة الأولى، وأيونات NH_4^+ , أما عناصر أيونات المجموعة الثانية فهي قليلة الذوبان.	الأملاح غير الذائية
الكرومات والفوسفات والكربونات عادة غير ذاتية، ما عدا مركباتها مع عناصر المجموعة الأولى، وأيونات NH_4^+ .	

أكمل المعادلات الآتية باستخدام قواعد الذائبية الواردة في الجدول أعلاه. وبين هل يتكون راسب أم لا، وحدده. (وإذا كان لا يحدث تفاعل فاكتب (NR):



99. طبق اكتب المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة والأيونية النهائية لكل من التفاعلات الآتية. (إذا كان لا يحدث تفاعل فاكتب (NR) في مكان النواج). على أن فوسفات الماغنيسيوم تترسب في محلول المائي.



مسألة تحضير

100. يحدث تفاعل إحلال بسيط عند تفاعل النحاس مع نترات الفضة. إذا تفاعل 63.5 g من النحاس مع 339.8 g من نترات الفضة ونتج 215.8 g من الفضة، فاكتب معادلة كيميائية رمزية موزونة للتفاعل. ما الناتج الآخر في هذا التفاعل؟ وما كتلته؟

مراجعة تراكمية

101. ميز بين المخلوط والمحلول والمركب.

102. استعن بالجدول 10-4 لحساب الكتلة الذرية لعنصر الكروم.

الجدول 10-4 بيانات نظائر الكروم			
(amu)	الكتلة الذرية	نسبة وجوده	النظير
49.946	4.35%	Cr-50	
51.941	83.79%	Cr-52	
52.941	9.50%	Cr-53	
53.939	2.36%	Cr-54	

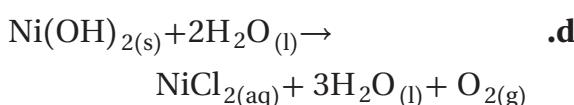
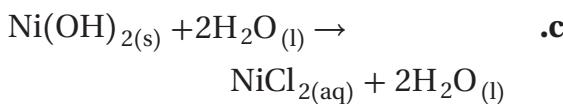
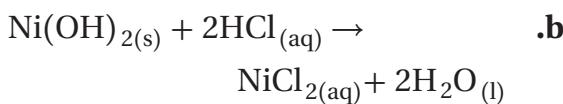
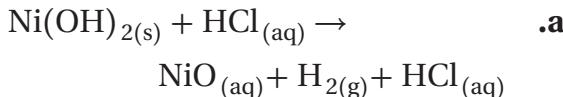
اختبار مقتن

أسئلة الاختيار من متعدد

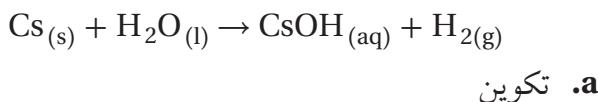
استعن بالجدول أدناه للإجابة عن الأسئلة من 1 إلى 3:

الخواص الفيزيائية لبعض المركبات الأيونية				
درجة الانصهار (°C)	يذوب في الماء	الحالة عند 25°C	الاسم	المركب
248	نعم	صلب	كلورات الصوديوم	NaClO ₃
884	نعم	صلب	كبريتات الصوديوم	Na ₂ SO ₄
1009	نعم	صلب	كلوريد النيكل II	NiCl ₂
230	لا	صلب	هيدروكسيد النيكل II	Ni(OH) ₂
212	نعم	صلب	نترات الفضة	AgNO ₃

3. عند إضافة حمض الهيدروكلوريك HCl إلى هيدروكسيد النيكل II الصلب فإن الهيدروكسيد يختفي. ما المعادلة التي تصف ما حدث في الكأس؟



4. ما نوع التفاعل الموصوف في المعادلة الآتية؟



1. إذا خلط محلول مائي من كبريتات النيكل II بمحلول مائي من هيدروكسيد الصوديوم فهل يحدث تفاعل مرئي؟

a. لا؛ لأن هيدروكسيد النيكل II الصلب يذوب في الماء.

b. لا؛ لأن كبريتات الصوديوم الصلبة تذوب في الماء.

c. نعم؛ لأن كبريتات الصوديوم الصلبة ستترسب في محلول.

d. نعم؛ لأن هيدروكسيد النيكل II الصلب سيترسب في محلول.

2. ماذا يحدث عند خلط محلول $\text{AgClO}_{3(aq)}$ بمحلول NaNO_3 ؟

a. لا يحدث تفاعل يمكن ملاحظته.

b. تترسب NaClO_3 الصلبة في محلول.

c. ينطلق غاز NO_2 خلال التفاعل.

d. يتبخر فلز Ag الصلب.

اختبار مقتن

8. إذا علمت أن التوزيع الإلكتروني لعنصر هو: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$. فما رمز هذا العنصر؟

Cu .a

Cr .b

Fe .c

Ni .d

9. أي مما يلي يمثل التوزيع الإلكتروني لعنصر الحديد؟
 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$.a

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

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

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$.d

أسئلة الإجابات القصيرة

10. اكتب معادلة كيميائية موزونة لتفاعل فلز الكالسيوم الصلب مع الماء لإنتاج هيدروكسيد الكالسيوم الذائب في محلول غاز الهيدروجين.

أسئلة الإجابات المفتوحة

استعن بالمعادلة الكيميائية التالية للإجابة عن السؤالين 11 و 12:

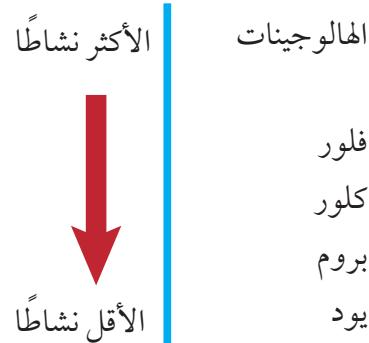


11. ما نوع هذا التفاعل؟ كيف عرفت ذلك من المتفاعلات؟

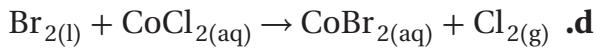
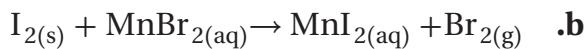
12. ماذا تتوقع أن ينتج عن هذا التفاعل؟

13. ما التوزيع الإلكتروني للأيون الفوسفور P^{3-} ؟ ووضح كيف يختلف التوزيع الإلكتروني له عن التوزيع الإلكتروني لذرة الفوسفور المتعادلة P ؟

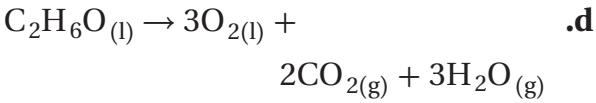
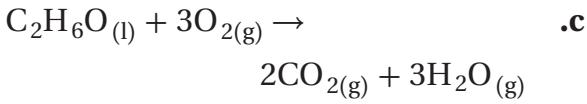
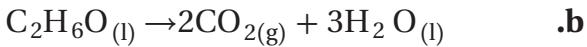
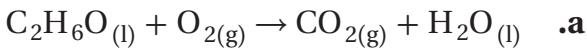
استعن بسلسلة النشاط التالية للإجابة عن السؤال 5.



5. أي التفاعلات الآتية تحدث بين الماهوجينات وأملاح الهايلات؟



6. يتتج عن احتراق الإيثانول ثاني أكسيد الكربون وبخار ماء. ما المعادلة التي تصف ذلك؟



7. ما الصيغة الكيميائية لأكسيد الحديد III؟

Fe₂O₃ .a

Fe₃O₂ .b

FeO .c

Fe₃O₃ .d

الفكرة **العامة** يمثل المول عدداً كبيراً من الجسيمات المتناهية في الصغر، ويستعمل في حساب كميات المواد.

1- قياس المادة

الفكرة **الرئيسة** يستعمل الكيميايون المول لعد الذرات والأيونات والجزئيات ووحدات الصيغ الكيمائية.

2- الكتلة والمول

الفكرة **الرئيسة** يحتوي المول دائماً على العدد نفسه من الجسيمات، غير أن مولات المواد المختلفة لها كتل مختلفة.

3- مولات المركبات

الفكرة **الرئيسة** يمكن حساب الكتلة المولية للمركب من خلال صيغته الكيمائية، كما يمكن استعمال هذه الكتلة المولية للتحويل بين الكتلة والمولات للمركب نفسه.

4- الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية

الفكرة **الرئيسة** الصيغة الجزيئية لمركب ما هي مضاعف عددي صحيح لصيغته الأولية.

5- صيغ الأملاح المائية

الفكرة **الرئيسة** الأملاح المائية هي مركبات أيونية صلبة فيها جزيئات ماء متحجزة.

حقائق كيمائية

- العملات المعدنية السعودية هي: 5، 10، 25، 50، 100 هيلات. وتتكون العملات المعدنية السعودية من النحاس والنيكل بنسوب مختلفة.

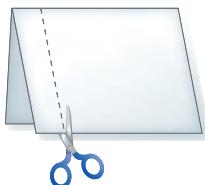
نشاطات تمهيدية

عوامل التحويل قم بعمل المطوية التالية
لمساعدتك على تنظيم معلوماتك عن
عوامل التحويل.

المطويات

منظمات الأفكار

الخطوة 1 أحضر ثلاث أوراق، واثن كل ورقة



عرضياً من المتصف. قس
وارسم خطأ على بعد 3 cm
من الطرف الأيسر. قص
الورقة على طول هذا الخط،
وكرر ذلك مع الورقتين
الآخريين.

المولات/عدد
الجسيمات

الخطوة 2 عنون كل ورقة
بوصف عامل التحويل.



الخطوة 3 دبس الأوراق
الثلاث معًا من المتصف على
طول حافتها الخارجية.

المطويات استعمل هذه المطوية في القسمين 1-5
و 2-5 من هذا الفصل. دوّن معلوماتك عن عوامل
التحويل، ولخص الخطوات التي يتضمنها كل تحويل.

الكيمياء عبر الموقع الإلكتروني

مراجعة محتوى هذا الفصل وأنشطته ارجع إلى الموقع الإلكتروني

www.obeikaneducation.com

تجربة استهلاكية

ما مقدار المول؟

يسهل عد الأرقام الكبيرة باستعمال وحدات العد كالعقد،
والدرزن. ويستعمل الكيمائيون وحدة عد تسمى المول.



خطوات العمل

- املاً بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
- اختر جسماً لتقييس طوله، مثل مشبك الورق، أو قطعة حلوى، أو أي جسم يزودك به معلمك.
- استعمل المسطرة في قياس طول الجسم إلى أقرب 0.1 cm

التحليل

1. احسب كم يمتد مول (6.02×10^{23} جسيم) من الجسم الذي اخترته إذا رصصت جسيماته بعضها ببعض؟ عبر عن إجابتك بوحدة المتر.

2. احسب المسافة في الخطوة 1 بوحدة السنة الضوئية (ly) $= 9.46 \times 10^{15}$ m.

3. قارن المسافة التي حسبتها في الخطوة الثانية بهذه المسافات الهائلة:

a. المسافة إلى أقرب نجم (غير الشمس) 4.3 سنة ضوئية.

b. المسافة إلى مركز مجرتنا 30.000 سنة ضوئية.

c. المسافة إلى أقرب مجرة $10^6 \times 2$ سنة ضوئية.

استقصاء قارن نتائجك بنتائج أحد زملائك في الصف.
هل تساوي كتلة مول من الجسم الذي اخترته كتلة مول من الجسم الذي اختاره زميلك؟ صمم استقصاء تحدد فيه ما إذا كان هناك علاقة بين المول والكتلة.

قياس المادة Measuring Matter

الأهداف

الفكرة الرئيسية يستعمل الكيميائيون المول لعد الذرات، والجزئيات، والأيونات، ووحدات الصيغ الكيميائية.

الربط مع الحياة هل حاولت يوماً أن تعدد المقادير الموجودة في صفك؟ وهل خطر ببالك يوماً أن تعدد حبات الأرض في كيس من الأرض؟ لعلك لاحظت أنه كلما صغرت المادة أصبح عدتها أصعب.

عد الجسيمات Counting Particles

هل ذهبت يوماً إلى إحدى المكتبات وطلبت إلى البائع درزن من أقلام الرصاص؟ إن ذلك لا يعني أنك تريد قلماً أو قلمين، بل 12 قلماً. قد تشتري زوجاً من القفازات، أو رزمة من ورق الطباعة. كل من الوحدات المبينة في الشكل 1-5، وهي الزوج والدرزن - والرزمة تمثل عدداً محدداً من الأشياء. وكلها تسهل عملية العد. فمن السهل شراء الورق وبيعه بالرزمة (500 ورقة) بدلاً من شرائه وبيعه بالورقة.

كل من وحدات العد المبينة في الشكل 1-5 تناسب عد نوع معين من الأشياء؛ اعتماداً على حجمها واستخدامها. وبغض النظر عن كون الشيء قفازات أو بيضاً أو أقلام أو ورقة فإن العدد الذي تمثله الوحدة يبقى دائماً ثابتاً. يحتاج الكيميائيون أيضاً إلى طريقة ملائمة لعد الذرات والجزئيات ووحدات الصيغ الكيميائية (Formula units) في عينة كيميائية لمادة ما. إلا أن الذرات متناهية الصغر، وهناك الكثير منها حتى في العينات الصغيرة جداً، مما يجعل عدتها بشكل مباشر مستحيلاً. لذلك قام الكيميائيون بإيجاد وحدة عد تسمى المول، وقد عرفت من التجربة الاستهلالية أنه يمثل عدداً ضخماً من أي جسيم.

تفسر كيف يستخدم المول بشكل غير مباشر لعد جسيمات المادة.

ترتبط المول بوحدة عد يومية شائعة.

تحول بين المولات وعدد الجسيمات.

مراجعة المفردات

الجزيء ذرتان أو أكثر مرتبطتان معًا لتكوين وحدة واحدة.

المفردات الجديدة

المول
عدد أفراد

الشكل 1-5 وحدات مختلفة
تستخدم لعد أجسام مختلفة.
الزوج عبارة عن جسمين، والدرزن
12، والرزمة 500.

اذكر وحدات عد أخرى مألوفة
لديك.



المول تُسمى وحدة النظام الدولي الأساسية المستخدمة لقياس كمية المادة **المول**. يُعرف المول بحسب النظام الدولي للوحدات بأنه عدد ذرات الكربون - 12 في عينة كتلتها 12 g من الكربون-12. وخلال سنوات عديدة من التجارب تم الاتفاق على أن المول الواحد من أي مادة يحتوي على 6.02×10^{23} جسيمة الممثلة لهذه المادة، ومنها الذرات والجزيئات والأيونات، ووحدات الصيغ الكيميائية، فإذا كتبت العدد فسوف يبدو كما يلي:

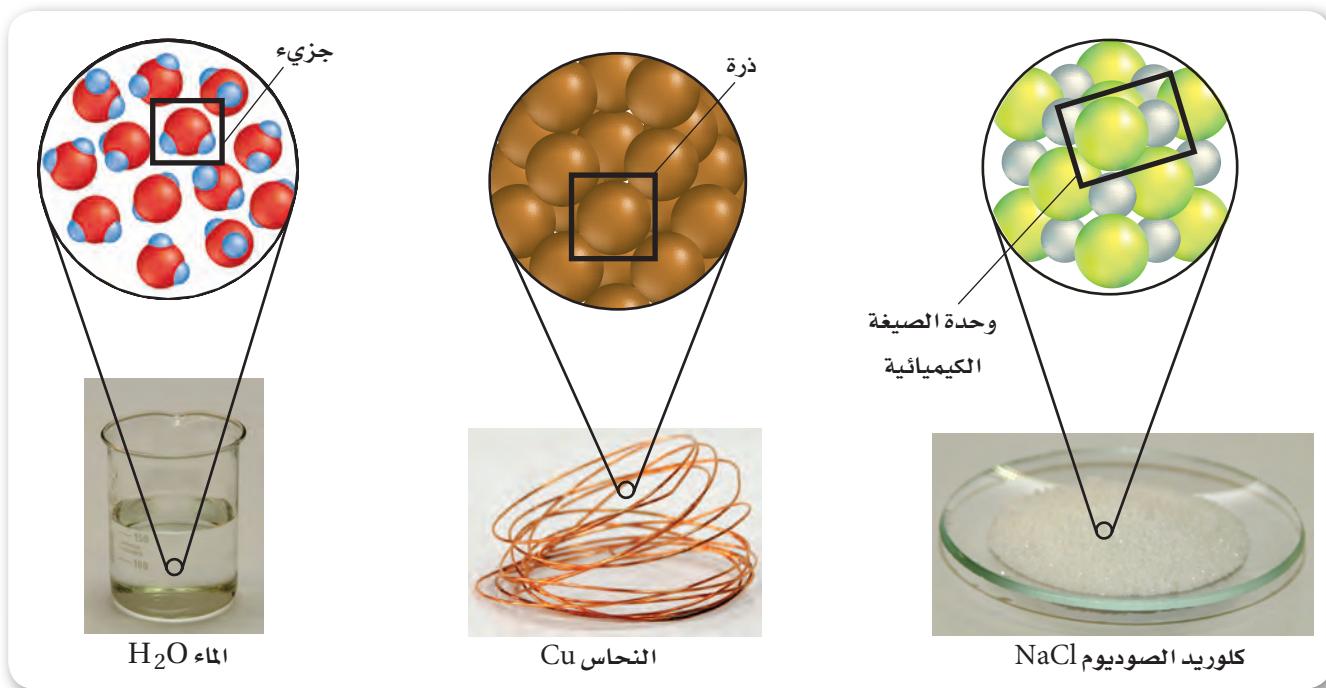
602,213,670,000,000,000,000

وُيسمى العدد 6.0221367×10^{23} **عدد أفوجادرو**، تكريماً للفيزيائي الإيطالي والمحامي أميدو أفوجادرو Amedeo Avogadro، الذي تمكن عام 1811 من تحديد حجم مول من الغاز.

ومن الواضح أن عدد أفوجادرو عدد هائل، وهذا يجعله صالحًا لعد المكونات المتناهية في الصغر، مثل الذرات. كما يمكنك أن تصور أن عدد أفوجادرو لن يكون مناسباً لقياس كمية من كرات اللعب الزجاجية؛ لأن عدد أفوجادرو من هذه الكرات سوف يغطي سطح الأرض إلى عمق يتجاوز ستة كيلومترات. وكما هو موضح في الشكل 2-5، فإن استخدام المول مناسب لحساب كميات من المواد الكيميائية. وبين الشكل كميات مقدارها مول واحد من كل من الماء، والنحاس، والملح، ويكون كل منها من جسيمات ممثلة مختلفة. فالجسيمات الممثلة للمول من الماء هي جزيئات الماء، والمكونة لمول من النحاس هي ذرات النحاس، والمكونة لمول من كلوريد الصوديوم هي وحدات صيغة كلوريد الصوديوم.

الشكل 2-5 كمية كل مادة مبنية هي 6.02×10^{23} جسيمة كل مادة، أو 1 mol من الجسيمات الممثلة المكونة للمادة.

الجسيمات الممثلة المكونة لكل مادة موضحة داخل المربع.



التحويل بين المولات والجسيمات

Converting Between Moles and Particles

افترض أنك اشتريت ثلاثة درازن ونصف الدرزن من الورد، وأردت أن تعرف كم وردة فيها. ينبغي أن تستخدم عامل تحويل يربط بين الدرزن وعدد الورد لحساب عدد الورد، انظر الشكل 3-5.

$$1 \text{ درزن} = 12 \text{ وردة}$$

بقسمة كل من طرفي العلاقة على الطرف الآخر يمكن كتابة عامل تحويل:

$$\frac{12 \text{ وردة}}{1 \text{ درزن}} \quad , \quad \frac{1 \text{ درزن}}{12 \text{ وردة}}$$

ثم استخدم عامل التحويل المناسب الذي يمكنك من خلاله حساب عدد الورد. ويمكن الاستدلال على العامل الصحيح من خلال الوحدات، إذ تلغى كافة الوحدات ما عدا التي تحتاج إليها في الإجابة.

$$3.5 \text{ درزن} \times \frac{12 \text{ وردة}}{1 \text{ درزن}} = 42 \text{ وردة}$$

ماذا قرأت؟ أشرح كيف تعرف أنك اخترت عامل تحويل خطأ؟

تحويل المولات إلى جسيمات (ذرات أو أيونات أو جزيئات) لحساب عدد جزيئات السكرورز في 3.5 mol منه، نستخدم عدد أفو جادرو - أي العلاقة بين عدد المولات وعدد الجسيمات الممثلة - كعامل للتحويل.

$$6.02 \times 10^{23} \text{ من الجسيمات الممثلة} = 1 \text{ mol من الجسيمات الممثلة.}$$

يمكنك من هذه العلاقة كتابة عامل تحويل يربطان الجسيمات الممثلة بالمولات، هما:

$$\frac{6.02 \times 10^{23} \text{ من الجسيمات الممثلة}}{1 \text{ mol}} = \frac{1 \text{ mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ من الجسيمات الممثلة}}$$

ومن خلال استخدام عامل التحويل الصحيح يمكنك حساب عدد الجسيمات الممثلة في عدد من المولات.

$$\text{عدد الجسيمات الممثلة} = \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ من الجسيمات الممثلة}}{1 \text{ mol}} \times \text{عدد المولات}$$

وكم هو مبين في الشكل 4-5 فإن الجسيم الممثل في السكرورز هو الجزيء ولحساب عدد جزيئات السكرورز في 3.5 mol منه عليك أن تستخدم عدد أفو جادرو عامل تحويل.

$$3.5 \text{ mol من السكرورز} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء من السكرورز}}{1 \text{ mol من السكرورز}} =$$

$$2.11 \times 10^{24} \text{ جزيء من السكرورز} =$$



$$1 \text{ درزن ورد} = 12 \text{ وردة}$$

الشكل 3-5 لكي تتمكن من تحليل الوحدات يجب تعرف العلاقة الرياضية الصحيحة بين الوحدات التي ستحولها. والعلاقة الموضحة هنا $12 \text{ وردة} = 1 \text{ درزن ورد}$ يمكن استعمالها لكتابة عامل تحويل.

المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

مسائل تدريبية

1. يستخدم الخارصين Zn في جلفنة الحديد لحمaitه من التآكل. احسب عدد ذرات Zn في 2.5 mol منه.
2. احسب عدد الجزيئات في 11.5 mol من الماء H_2O .
3. تستخدم نترات الفضة AgNO_3 في تحضير أنواع متعددة من هاليدات الفضة المستخدمة في عملية التصوير الفوتوغرافي. ما عدد وحدات الصيغة AgNO_3 في 3.25 mol من نترات الفضة AgNO_3 ؟
4. تحفيز احسب عدد ذرات الأكسجين في 5.0 mol من جزيئات الأكسجين O_2 .

تحويل الجسيمات إلى مولات لحساب عدد المولات في عدد معين من الجسيمات الممثلة، يمكنك استخدام مقلوب عدد أفوجادرو عاملًا للتحويل.

$$\text{عدد المولات} = \frac{1 \text{ mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ من الجسيمات الممثلة}} \times \text{عدد الجسيمات الممثلة}$$

لنفترض مثلاً أنك تعلم أن عينة تحتوي على 2.11×10^{24} جزيء من السكرورز، بدلاً من معرفتك عدد مولات السكرورز. لتحويل هذا العدد من الجزيئات إلى مولات من السكرورز فإنك تحتاج إلى عامل تحويل يكون فيه عدد المولات في البسط وعدد الجزيئات في المقام.

$$\text{عدد مولات السكرورز} = \frac{1 \text{ mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء سكرورز}} \times 2.11 \times 10^{24} \text{ جزيء سكرورز} = 3.5 \text{ mol}$$

أي أن هناك 3.5 mol من السكرورز في 2.11×10^{24} جزيء منه.

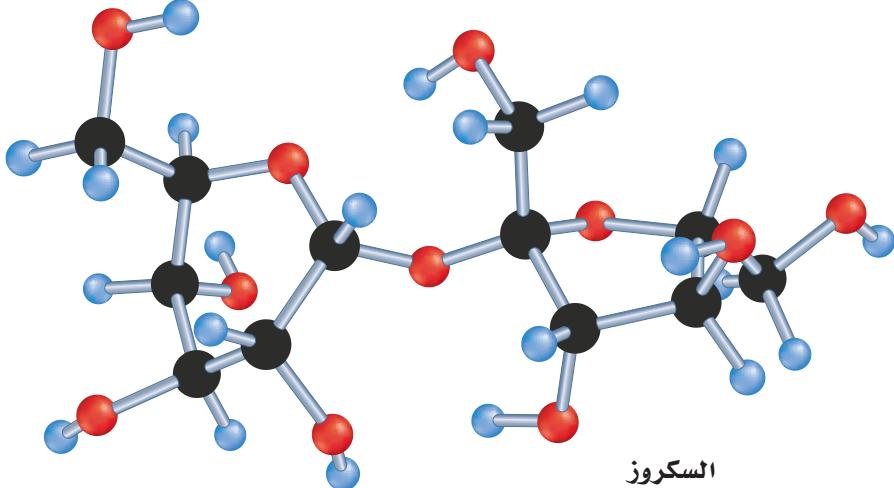
ماذا قرأت؟ اكتب عامل التحويل اللذين يمكن الحصول عليهما من عدد أفوجادرو.



الشكل 4-5 الجسيمات الممثلة للسكرورز

هي الجزيئات. ويوضح نموذج الجزيئات (الكرات والوصلات البلاستيكية) أن جزيء السكرورز وحدة واحدة مكونة من الكربون، والهيدروجين، والأكسجين.

تحليل استعن بنموذج جزيء السكرورز لكتابية صيغته الكيميائية.



مثال 1

تحويل الجسيمات إلى مولات يستخدم النحاس Cu في صناعة الأسلاك الكهربائية. احسب عدد مولات النحاس التي تحتوي على 4.5×10^{24} ذرة منه.

1 تحليل المسألة

لديك عدد من ذرات النحاس، وعليك أن تحسب عدد المولات. لو قارنت 4.5×10^{24} ذرة من النحاس Cu مع 6.02×10^{23} ، وهو عدد الذرات في المول، يمكنك أن تتوقع أن الإجابة يجب أن تكون أقل من 10 mol .

المطلوب

عدد مولات Cu ؟

المعطيات

عدد ذرات النحاس = 4.50×10^{24} ذرة

1 mol من النحاس = 6.02×10^{23} ذرة من النحاس

2 حساب المطلوب

استخدم عامل التحويل (مقلوب عدد أفوجادرو) والذي يربط عدد المولات بعدد الذرات.

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{عدد الذرات}}{\text{6.02} \times 10^{23} \text{ ذرة من النحاس}} \times \frac{1 \text{ mol}}{\text{1 من النحاس}} \quad \text{طبق عامل التحويل}$$

$$\frac{1 \text{ mol}}{\text{6.02} \times 10^{23} \text{ ذرة من النحاس}} \times \frac{4.50 \times 10^{24} \text{ ذرة من النحاس}}{1 \text{ mol}} = \frac{7.48 \text{ mol}}{\text{6.02} \times 10^{23} \text{ ذرة من النحاس}} \quad \text{عُوض واضرب الأرقام} \\ \text{والوحدات واقسمها}$$

= 7.48 mol من النحاس.

3 تقويم الإجابة

عدد ذرات النحاس وعدد أفوجادرو كلاهما يشتمل على ثلاثة أرقام معنوية. الإجابة مكتوبة بشكل صحيح وهي أقل من 10 mol ، كما هو متوقع، كما أن وحداتها صحيحة.

مسائل تدريبية

5. ما عدد المولات في كل من:

a. 5.75×10^{24} ذرة من الألومنيوم Al .

b. 2.50×10^{20} ذرة من الحديد Fe .

6. تحفيز احسب عدد المولات في كل من:

a. 3.75×10^{24} جزيء من ثاني أكسيد الكربون CO_2 .

b. 3.58×10^{23} جزيء من كلوريد الخارصين ZnCl_2 .

5-1 التقويم

الخلاصة

• المول وحدة تستخدم لعد جسيمات المادة بشكل غير مباشر. المول الواحد من المادة النقية يحتوي على عدد أفوجادرو من الجسيمات.

• الجسيمات المماثلة تشمل الذرات، والأيونات، والجزيئات، ووحدات الصيغ الكيميائية، وجسيمات أخرى مشابهة.

• المول الواحد من ذرات الكربون-12 له كتلة مقدارها 12 g تماماً.

• يمكن استخدام عوامل التحويل المكتوبة من علاقة عدد أفوجادرو للتحويل بين المولات وعدد الجسيمات.

7. الفكرة **الرئيسية** فسر لماذا يستخدم الكيميائيون المول؟

8. اذكر العلاقة الرياضية التي تربط بين عدد أفوجادرو، والمول الواحد من أي مادة (1mol).

9. اكتب عوامل التحويل المستخدمة للتحويل بين الجسيمات والمولات.

10. فسر وجه الشبه بين المول والدرزن.

11. طبق كيف يحسب الكيميائي عدد الجسيمات في عدد معين من مولات المادة؟

12. احسب عدد الجسيمات المماثلة (ذرات أو جزيئات أو أيونات أو وحدات صيغة) في كل من المواد الآتية:

a. 11.5 mol من الفضة Ag

b. 18.0 mol من الماء H_2O

c. 0.15 mol من كلوريد الصوديوم NaCl

d. 1.35×10^{-2} mol من الميثان CH_4

13. رتب العينات الثلاث الآتية من الأصغر إلى الأكبر بحسب عدد الجسيمات المماثلة:

1.25×10^{25} ذرة من الخارصين Zn

3.56 mol من الحديد Fe

6.78×10^{22} جزيء من الجلوكوز $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

الكتلة والمول Mass and the Mole

الأهداف

الفكرة الرئيسية يحتوي المول على العدد نفسه من الجسيمات دائماً، غير أن مولات المواد المختلفة لها كتل مختلفة.

الربط مع الحياة عند شراء درزن بيض، يمكنك اختيار أحجام مختلفة: صغيرة ومتوسطة وكبيرة. لا يؤثر حجم البيض في عدد ما يحتويه الصندوق. وهذا وضع مشابه لحجم الذرات التي تكون المول.

كتلة المول The Mass of a Mole

لن تتوقع أن كتلة درزن من الليمون تساوي كتلة درزن من البيض؛ لأن البيض والليمون مختلفان في الحجم والتركيب، فمن غير المفاجئ إذن أن تكون لهما كتل مختلفة، كما هو موضح في الشكل 5-5. لذلك فإن كميتين مقدار كل منها مول واحد من مادتين مختلفتين لها كتلتان مختلفتان؛ لأن لكل منها تركيباً مختلفاً. فلو وضعتم مولاً واحداً من الكربون مثلاً، ومولاً واحداً من النحاس في ميزانين فسترى فرقاً في الكتلة، كالذى تراه في كتل البيض، والليمون. وهذا يحدث لأن كتلة ذرات الكربون تختلف عن كتلة ذرات النحاس، ولذلك فإن كتلة 10^{23} ذرة من الكربون لا تساوي كتلة $10^{23} \times 6.02$ ذرة من النحاس.



• تربط كتلة الذرة بكتلة مول واحد من الذرات.

• تحول بين عدد مولات العنصر وكتلته.

• تحول بين عدد مولات العنصر وعدد ذراته.

مراجعة المفردات

عامل التحويل: نسبة بين قيم متكافئة، يستخدم للتعبير عن الكمية نفسها بوحدات مختلفة.

المفردات الجديدة

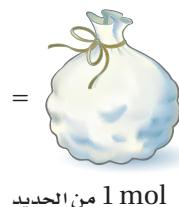
الكتلة المولية

الشكل 5-5 كتلة درزن من الليمون تساوي ضعف كتلة درزن من البيض تقريباً. وبعد الفرق بين الكتلتين منطقياً؛ لأن الليمون مختلف عن البيض في تركيبه وحجمه.

الشكل 6-5 مول من الحديد، يحتوي على عدد أفوجادرو من الذرات، ممثلاً بكيس له كتلة متساوية لكتلة الذرية بالجرامات.

طبق ما كتلة مول من النحاس؟

$$6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من الحديد}$$



1 mol من الحديد



الكتلة المولية كيف ترتبط كتلة ذرة واحدة بكتلة مول واحد من تلك الذرة؟ تذكر أن المول يعرف على أنه عدد ذرات الكربون-12 في 12 g منه. ومن ثم فكتلة 1 mol من ذرات الكربون-12 هي 12 g. وسواءً كنت مهتماً بذرّة واحدة أو بعدد أفوجادرو من الذرات (1 mol) فإن كتل جميع الذرات تم تعينها بالنسبة إلى كتلة ذرة الكربون-12. وتسمى الكتلة بالجرامات مول واحد من أي مادة ندية **الكتلة المولية**.

الكتلة المولية لأي عنصر تساوي عددياً كتلته الذرية، ووحدتها mol/g. وكما هو مبين في الجدول الدوري، فإن كتلة ذرة الحديد الواحدة مقدارها 55.845 amu. لذا فالكتلة المولية للحديد تساوي 55.845 g/mol. لاحظ أنه بقياس g 55.845 من الحديد تكون بطريقة غير مباشرة قد عدلت 6.02×10^{23} ذرة منه. الشكل 6-5 يوضح العلاقة بين الكتلة المولية ومول واحد من العنصر.

مختبر حل المشكلات

صياغة نموذج



2. ارسم الكربون-12 يحتوي على ستة بروتونات وستة نيوترونات. ارسم نواة الكربون-12، واحسب كتلة الذرة الواحدة بوحدتي g و amu.

3. طبق ما عدد ذرات الهيدروجين-1 في عينة كتلتها 1.007 g؟ تذكر أن 1.007 amu هي كتلة ذرة واحدة من الهيدروجين-1. قرب إجابتك إلى أقرب جزء من مائة.

4. طبق لو كانت لديك عينتان من الهيليوم والكربون تحيطان على عدد أفوجادرو من الذرات، فكم تكون كتلة كل عينة بالجرامات؟

5. استنتج ماذا يمكنك أن تستنتج عن العلاقة بين عدد الذرات وكتلة كل عينة؟

كيف ترتبط الكتلة المولية وعدد أفوجادرو والكتلة الذرية؟ يمكن أن يوفر نموذج نواة الذرة صورة مبسطة للعلاقات بين المول، والكتلة المولية وعدد الجسيمات.

التحليل

يظهر الرسم عن اليسار نماذج أنيونية H^- و He^- . تحتوي نواة H^- على بروتون واحد بكتلة مقدارها 1.007 amu، وقد قدرت كتلة البروتون بالجرامات 1.672×10^{-24} g. تحتوي نواة الهيليوم-4 على بروتونين ونيوترونين، ولها كتلة مقدارها 4 amu.

التفكير الناقد

1. طبق ما كتلة ذرة الهيليوم الواحدة بالجرامات؟ (كتلة النيوترون متساوية تقريباً لكتلة البروتون).

استخدام الكتلة المولية Using Molar Mass

تحويل المولات إلى كتلة افترض أنه خلال عملك في مختبر الكيمياء احتجت إلى 3.00 mol من النحاس Cu لتفاعل كيميائي، فكيف تقيس هذه الكمية؟ يمكن تحويل عدد مولات النحاس إلى كتلة تفاص بالميزان. وحساب كتلة عدد معين من المولات اضرب عدد المولات في الكتلة المولية:

$$\text{الكتلة بالجرامات (g)} = \frac{\text{الكتلة المولية (g)}}{1 \text{ mol}} \times \text{عدد المولات (mol)}$$

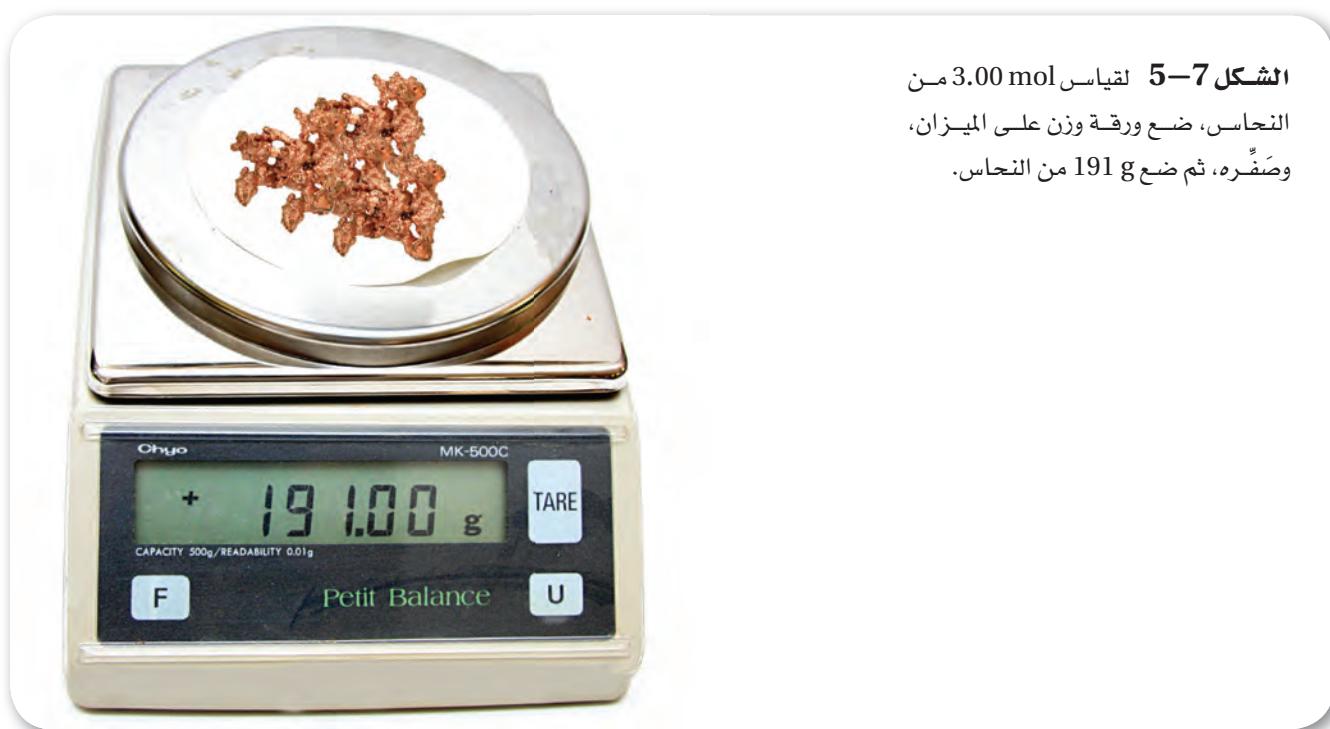
إذا نظرت إلى الجدول الدوري للعناصر فستجد أن Cu له كتلة ذرية مقدارها 63.45 amu، وأنت تعلم أن الكتلة المولية للعنصر (g/mol) تساوي الكتلة الذرية (معبراً عنها بوحدة amu)، لذلك فكتلة النحاس المولية هي 63.546 g/mol، وباستخدامها يمكنك تحويل 3.00 mol نحاس إلى جرامات نحاس.

$$3.00 \text{ mol Cu} \times \frac{63.546 \text{ g Cu}}{1 \text{ mol Cu}} = 191 \text{ g Cu}$$

لذا، كما هو موضح في الشكل 7-5، يمكنك قياس 3.00 mol من النحاس اللازمة لتفاعل باستخدام ميزان لتعيين 191 g من النحاس، والتحويل العكسي (من الكتلة إلى المولات) يتضمن استخدام مقلوب الكتلة المولية بوصفه عامل تحويل. فهل بإمكانك تفسير السبب؟

المطويات

ضمن مطويتك معلومات من هذا القسم.



الشكل 7-5 لقياس 3.00 mol من النحاس، ضع ورقة وزن على الميزان، وصفره، ثم ضع 191 g من النحاس.

الربط مع علم الأحياء يكتشف علماء الخلية بروتينات حيوية جديدة باستمرار.

وبعد اكتشاف جزيء حيوي جديد يقوم عالم الأحياء بتعيين الكتلة المولية للمركب باستخدام تقنية مطياف الكتلة، الذي يوفر - بالإضافة إلى الكتلة المولية - معلومات إضافية تساعد على الكشف عن التركيب الكيميائي للمركب.

مثال 5-2

التحويل من المول إلى الكتلة الكروم Cr عنصر انتقالي، يستخدم في طلاء الحديد والفلزات لحمايتها من التآكل. احسب كتلة 0.0450 mol من الكروم.

1 تحليل المسألة

لديك عدد مولات الكروم التي يجب حساب كتلتها باستخدام الكتلة المولية للكروم من الجدول الدوري للعناصر. ولأن العينة أقل من 0.1 mol، فيجب أن تكون الإجابة أقل من 0.1 من الكتلة المولية.

المطلوب

كتلة Cr = ?

المعطيات

عدد المولات = 0.0450 mol

الكتلة المولية للكروم = 52.00 g/mol

2 حساب المطلوب

استخدم عامل التحويل (الكتلة المولية) الذي يربط جرامات الكروم بمولاته، ثم عوّض بالقيم المعلومة في المعادلة وحلها.

$$\text{كتلة الكروم (g)} = \frac{\text{الكتلة المولية للكروم (mol)}}{1\text{mol}} \times \text{مولات الكروم (mol)}$$

طبق عامل التحويل

$$= 0.0450 \text{ mol Cr} \times \frac{52.00 \text{ g Cr}}{1\text{mol Cr}}$$

عوض بالمعطيات وأوجد الحل

$$= 2.34 \text{ g Cr}$$

3 تقويم الإجابة

الإجابة أقل من 0.1 mol كما هو متوقع، والوحدة صحيحة، وهي (g).

مسائل تدريبية

14. احسب الكتلة بالجرامات لكل ما يلي:

a. 3.57 mol من الألومنيوم Al.

b. 42.6 mol من السليكون Si.

15. تحفيز احسب الكتلة بالجرامات لكل ما يلي:

a. 3.54×10^2 mol من الكوبالت Co.

b. 2.45×10^{-2} mol من الخارصين Zn.

التحويل من الكتلة إلى المول الكالسيوم Ca من أكثر العناصر توافرًا في الأرض، ويوجد دائمًا متحدًا مع عناصر أخرى بسبب نشاطه العالي. ما عدد مولات الكالسيوم في 525 g منه؟

1 تحليل المسألة

عليك أن تحول كتلة الكالسيوم إلى مولات الكالسيوم؛ فكتلة الكالسيوم هنا أكبر من الكتلة المولية أكثر من عشر مرات، لذلك يجب أن تكون الإجابة أكبر من 10 mol.

المطلوب

عدد مولات Ca ؟

المعطيات

الكتلة = 525 g Ca

الكتلة المولية لـ Ca = 40.08 g/mol

2 حساب المطلوب

استخدم عامل التحويل (مقلوب الكتلة المولية) الذي يربط مولات الكالسيوم بجراماته، وعُرض القيم المعلومة، وحل:

$$\text{مولات الكالسيوم (mol)} = \frac{\text{كتلة الكالسيوم (g)}}{\text{الكتلة المولية للكالسيوم (g)}} \times \frac{1 \text{ mol}}{1 \text{ من الكالسيوم}} \quad \text{طبق عامل التحويل}$$

$$= \frac{525 \text{ g Ca}}{40.08 \text{ g Ca}} \times \frac{\text{mol 1 Ca}}{1 \text{ mol}} = 13.1 \text{ mol Ca} \quad \text{عرض بالمعطيات وأوجد الحل}$$

3 تقويم الجواب

الإجابة أكبر من 10 mol كما هو متوقع، والوحدة صحيحة، وهي mol.

مسائل تدريبية

16. احسب عدد المولات في كل مما يلي:

a. 25.5 g من الفضة Ag.

b. 300.0 g من الكبريت S.

17. تحضير حول كلاً من الكتل التالية إلى مولات:

a. 1.25×10^3 g من البارجين Zn.

b. 1.00 Kg من الحديد Fe.

التحويل بين الكتلة والذرات إنك لا تستطيع أن تقوم بتحويل مباشر من كتلة المادة إلى عدد الجسيمات المكونة لها، إذ لا بد أن تحول الكتلة إلى عدد المولات في البداية، وهذه العملية المكونة من خطوتين موضحة في المثال 4-5.

مثال 4-5

التحويل من الكتلة إلى الذرات الذهب Au هو أحد فلزات العملة (الذهب، الفضة، النحاس). ما عدد ذرات الذهب في عملة ذهبية كتلتها 31.1 g؟

1 تحليل المسألة

عليك أن تحسب عدد الذرات في كتلة معينة من الذهب. ولأنك لا تستطيع التحويل مباشرة من الكتلة إلى عدد الذرات، فعليك أولاً أن تحول الكتلة إلى مولات باستخدام الكتلة المولية، ثم تحول المولات إلى عدد الذرات باستخدام عدد أفوجادرو. ولأن كتلة الذهب المعطاة هي سدس الكتلة المولية للذهب (196.97 g/mol). لذا فعدد ذرات الذهب يجب أن يكون سدس عدد أفوجادرو تقريباً.

المطلوب

عدد ذرات Au = ?

المعطيات

الكتلة = 31.1 g Au

الكتلة المولية = 196.97 g/mol

2 حساب المطلوب

استخدم عامل التحويل (مقلوب الكتلة المولية) الذي يربط مولات الذهب بجراماته.

$$\text{عدد مولات الذهب (mol)} = \frac{\text{كتلة الذهب (Au)}}{\text{الكتلة المولية للذهب (g)}} \times \frac{1 \text{ mol}}{1 \text{ من الذهب}}$$

طبق عامل التحويل

$$31.1 \text{ g Au} \times \frac{1 \text{ mol Au}}{196.97 \text{ g Au}} = 0.158 \text{ mol Au}$$

وضع بالمعطيات، واحسب عدد المولات

لتحويل المولات إلى عدد ذرات، اضرب في عدد أفوجادرو

$$\text{عدد ذرات الذهب} = \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من الذهب}}{1 \text{ mol}} \times \text{عدد مولات الذهب (mol)}$$

طبق عامل التحويل

$$= 0.158 \text{ mol Au} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من الذهب}}{1 \text{ mol Au}}$$

وضع بالمعطيات، وأوجد الحل

$$= 9.51 \times 10^{22} \text{ ذرة من الذهب}$$

3 تقويم الإجابة

الإجابة تساوي سدس عدد أفوجادرو تقريباً، كما هو متوقع. والوحدة صحيحة، وهي ذرة (atom).

تحويل الذرات إلى كتلة الهيليوم He غاز نبيل، فإذا احتوى بالون على 5.50×10^{22} ذرة من الهيليوم، فاحسب كتلة الهيليوم فيه.

1 تحليل المسألة

عدد ذرات الهيليوم معلومة لديك، وعليك إيجاد كتلة الغاز. حول أولاًً عدد الذرات إلى مولات، ثم حول المولات إلى جرامات.

المطلوب

المعطيات

؟ = He كتلة

عدد ذرات الهيليوم $= He \times 5.50 \times 10^{22}$

الكتلة المولية للهيليوم $= 4.00 \text{ g/mol}$

2 حساب المطلوب

استخدم عامل التحويل (مقلوب عدد أفوجادرو) الذي يربط المولات بعدد الذرات

$$\frac{1 \text{ mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من الهيليوم}} \times \frac{\text{عدد ذرات الهيليوم (mol)}}{\text{عدد مولات الهيليوم}} = \frac{\text{كتلة الهيليوم (g)}}{\text{طبق عامل التحويل}}$$

$$\frac{1 \text{ mol He}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من He}} \times 5.50 \times 10^{22} \text{ ذرة من He} = 5.50 \times 10^{22} \text{ atoms He}$$

اضرب واقسم الأرقام والوحدات

لتحويل عدد المولات إلى كتلة، اضرب في الكتلة المولية

$$\frac{\text{كتلة المولية للهيليوم (g)}}{1 \text{ mol He}} \times \frac{\text{كتلة الهيليوم بالجرامات (g)}}{\text{كتلة الهيليوم (g)}} = \frac{\text{كتلة الهيليوم بالجرامات (g)}}{1 \text{ mol He}}$$

وضع عدد مولات He = 0.0914 mol الكتلة المولية He = 4.00 g/mol، وأوجد الحل

3 تقويم الإجابة

عبر عن الجواب بالوحدة الصحيحة (g).

مسائل تدريبية

18. ما عدد الذرات في 11.5 g من الرئيق Hg؟

19. ما كتلة 1.50×10^{15} ذرة من النيتروجين N؟

20. تحفيز احسب عدد الذرات في كل مما يلي:

a. 4.56×10^3 g من السليكون Si.

b. 0.120 kg من التيتانيوم Ti.



الشكل 8-5 يعد المول أساس التحويل بين الكتلة والجسيمات الممثلة (الذرات، الأيونات، الجزيئات، وحدات الصيغة). في الشكل تمثل الكتلة في الميزان والمولات في حقيقة تحتوي على الجسيمات الممثلة، والجسيمات الممثلة تتشتت من الحقيقة. تحتاج إلى خطوتين للتحويل من الكتلة إلى الجسيمات أو العكس.

الآن بعد أن أجريت تحويلات بين الكتلة، والمولات، والجسيمات، أنت تدرك أن المول أساس الحسابات. فالكتلة دائمًا تحول إلى مولات قبل تحويلها إلى ذرات، والذرات تحول إلى مولات قبل أن تحسب كتلتها.

الشكل 8-5 يبين خطوات التحويل. في الأمثلة الحسابية التي مرت بك، استعملت خطوتين في التحويل، فاما تحويل الكتلة إلى مولات ثم إلى ذرات، أو تحويل الذرات إلى مولات ثم إلى كتلة. ويمكنك دمج الخطوتين في خطوة واحدة. افترض أنك تريد معرفة عدد جزيئات الأكسجين في 1.00 g منه. إن عملية التحويل هذه تتطلب التحويل من كتلة إلى مولات ومن مولات إلى جزيئات، ويمكن أن تمثل ذلك في المعادلة.

$$= 1.00 \text{ g O}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{31.998 \text{ g O}_2} \times \frac{6.02 \times 10^{23}}{1 \text{ mol O}_2}$$

$$= 1.88 \times 10^{22} \text{ جزيء}$$

التقويم 5-2

21. **الفكرة الرئيسية** لخص الفرق بين كميات مول واحد من مادتين مختلفتين

أحاديتي الذرات من حيث الجسيمات والكتلة؟

22. اذكر معامل التحويل اللازم للتحويل بين الكتلة والمولات لذرة الفلور.

23. اشرح كيف تربط الكتلة المولية كتلة الذرة بكتلة مول واحد من الذرات.

24. صف الخطوات الالزامية لتحويل كتلة عنصر ما إلى ذراته.

25. احسب كتلة 0.25 mol من ذرات الكربون-12.

26. رتب الكميات التالية من الأصغر إلى الأكبر بحسب الكتلة:

1.0 mol من Ar، 10^{24} ذرة من Kr، 20 g من Ne.

27. حدد الكمية التي تحسب بقسمة الكتلة المولية للعنصر على عدد أفراده.

28. صمم خريطة مفاهيمية توضح العوامل الالزامية لتحويل بين الكتلة،

والمولات، وعدد الجسيمات.

الخلاصة

• تسمى الكتلة بالجرامات مول واحد من أي مادة نقية الكتلة المولية.

• الكتلة المولية لأي عنصر تساوي عدديًا كتلته الذرية.

• الكتلة المولية لأي مادة هي كتلة عدد أفراده من الجسيمات المكونة لهذه المادة.

• تستخدم الكتلة المولية للتحويل من المولات إلى كتلة، ويستخدم مقلوب الكتلة المولية للتحويل من الكتلة إلى مولات.

Moles of Compounds مولات المركبات

الأهداف

الفكرة الرئيسية يمكن حساب الكتلة المولية للمركب من خلال صيغته الكيميائية، كما يمكن استعمال هذه الكتلة المولية للتحويل بين الكتلة والمولات للمركب نفسه.

الربط مع الحياة تخيل حقيتين فُحصتا في المطار، وتبين أن إحداهما قد تجاوزت حد الوزن المسموح به. ولأن وزن كل حقيقة يعتمد على مجموع الأشياء الموجودة داخلها فإن إعادة توزيع هذه الأشياء على الحقيتين يغير وزن كل منها.

الصيغة الكيميائية والمول

• تعرّف العلاقات التي تربط المول بالصيغة الكيميائية.

• تحسّب الكتلة المولية لمركب.

• تطبق عوامل التحويل لتحديد عدد الذرات أو الأيونات في كتلة معروفة من مركب.

مراجعة المفردات

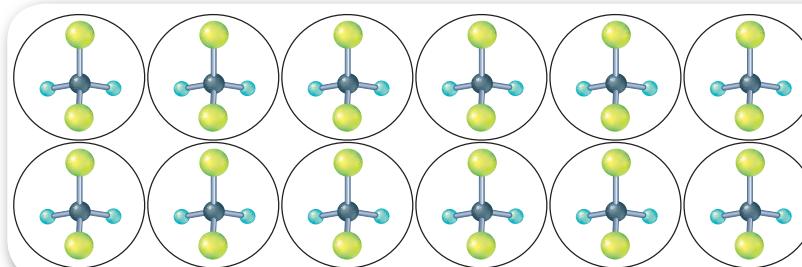
الجسيم الممثل: ذرة أو جزيء أو وحدة صيغة كيميائية أو أيون.

Chemical Formulas and the Mole

تعلمت أن الأنواع المختلفة من الجسيمات تُعد باستعمال المول، وكذلك تعلمت أن الكتلة المولية تستعمل للتحويل بين المولات والكتلة، وعدد الجسيمات للعنصر. ولتقوم بتحويلات مشابهة للمركبات والأيونات تحتاج إلى معرفة الكتلة المولية لها.

تذكرة أن الصيغة الكيميائية للمركب تعبّر عن عدد الذرات وأنواعها الموجودة في وحدة صيغة واحدة منه. خذ في الاعتبار مركب ثنائي كلوروثنائي فلورو ميثان (غاز الفريون) المستخدم في عمليات التبريد، وصيغته CCl_2F_2 حيث تدل الأرقام في صيغة المركب على أن جزيئاً واحداً من CCl_2F_2 يتكون من ذرة كربون (C) وذرتين كلور(Cl) وذرتين فلور(F). وهذه الذرات مرتبطة معًا كيميائياً، بنسبة C:Cl:F:Cl:2:2:1:2:2.

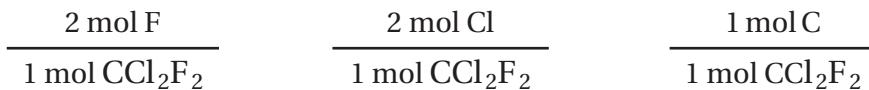
والآن، افترض أن لديك مولاً واحداً من CCl_2F_2 ، وهذا يعني أنه يحتوي على عدد أفوجادرو من الجزيئات. وستبقى النسبة 1:2:2 بين ذرات C:Cl:F:Cl:2:2 من المركب كما هي في جزيء واحد منه. ويوضح الشكل 9-5 درZen من جزيئات CCl_2F_2 ؛ إذ تحتوي على درZen واحدة من ذرات الكربون، ودستتين من ذرات الكلور، ودستتين من ذرات الفلور. فالصيغة الكيميائية CCl_2F_2 لا تمثل جزيئاً منفرداً من CCl_2F_2 فقط، بل تمثل أيضاً مولاً من المركب.



الشكل 9-5 يوضح درZen من جزيئات CCl_2F_2 تحتوي على درZen من ذرات الكربون، ودستتين من ذرات الكلور، ودستتين من ذرات الفلور.

استنتاج كم ذرة من الكربون، والكلور، والفلور توجد في مول واحد من CCl_2F_2 .

قد تحتاج في بعض الحسابات الكيميائية إلى التحويل بين مولات المركب ومولات إحدى الذرات المكونة له. فالنسبة أو عوامل التحويل التالية يمكن كتابتها لاستعمالها في الحسابات بجزيء CCl_2F_2 .



لإيجاد عدد مولات ذرات الفلور في 5.50 mol من الفريون CCl_2F_2 اضرب مولات الفريون في عامل التحويل الذي يربط بين مولات ذرات الفلور ومولات الفريون.

$$\frac{2 \text{ mol F}}{1 \text{ mol } \text{CCl}_2\text{F}_2} \times \text{عدد مولات F} = \text{عدد مولات } \text{CCl}_2\text{F}_2$$

$$5.50 \text{ mol } \text{CCl}_2\text{F}_2 \times \frac{2 \text{ mol F}}{1 \text{ mol } \text{CCl}_2\text{F}_2} = 11.0 \text{ mol F}$$

يمكن استعمال عامل التحويل الذي استعمل للفلور في كتابة عوامل التحويل لسائر العناصر في المركب. وعدد مولات العنصر التي توضع في البسط تمثل الرقم الذي عن يمين رمز العنصر في الصيغة الكيميائية.

مثال 5-6

علاقة المول المرتبطة بالصيغة الكيميائية أكسيد الألومنيوم (Al_2O_3) الذي يسمى غالباً ألومنينا، هو المادة الخام الأساسية لإنتاج الألومنيوم (Al). توجد الألومنيا في معدن الكورنديوم والبوكسايت. احسب عدد مولات أيونات الألومنيوم (Al^{3+}) في 1.25 mol من أكسيد الألومنيوم Al_2O_3 .

1 تحليل المسألة

لقد أعطيت عدد مولات Al_2O_3 ، وعليك أن تحسب عدد مولات أيونات Al^{3+} . مستعملاً عامل التحويل المبني على الصيغة الكيميائية والذي يربط بين مولات أيونات Al^{3+} ومولات Al_2O_3 . كل مول من Al_2O_3 يحتوي على مولين من أيونات Al^{3+} ، لذا فالإجابة يجب أن تكون ضعف مولات Al_2O_3 .

المطلوب

$$\text{عدد المولات} = ? = \text{Al}^{3+}$$

المعطيات

$$\text{عدد مولات } \text{Al}_2\text{O}_3 = 1.25 \text{ mol}$$

2 حساب المطلوب

استعمل العلاقة 1 mol من Al_2O_3 يحتوي على 2 mol من Al^{3+} ، لكتابة عامل التحويل.

$$\frac{2 \text{ mol Al}^{3+}}{1 \text{ mol } \text{Al}_2\text{O}_3} \quad \text{عین عامل تحويل يربط بين عدد مولات أيونات } \text{Al}^{3+} \text{ بمولات } \text{Al}_2\text{O}_3$$

لتحويل عدد مولات Al_2O_3 المعروفة إلى مولات أيونات Al^{3+} اضرب في عامل التحويل.

$$\text{mol Al}_2\text{O}_3 \times \frac{2 \text{ mol Al}^{3+}}{1 \text{ mol Al}_2\text{O}_3} = \text{mol Al}^{3+} \quad \text{طبق عامل التحويل}$$

$$1.25 \text{ mol Al}_2\text{O}_3 \times \frac{2 \text{ mol Al}^{3+}}{1 \text{ mol Al}_2\text{O}_3} = 2.5 \text{ mol Al}^{3+} \quad \text{عوض مستعيناً بالمعطيات، وأوجد الحل}$$

3 تقويم الإجابة

عدد مولات أيونات Al^{3+} ضعف عدد مولات Al_2O_3 ، كما هو متوقع.

مسائل تدريبية

29. يستعمل كلوريد البارجين $ZnCl_2$ بوصفه سبيكة لحام لربط فلزين معًا، احسب عدد مولات أيونات Cl^- في 2.50 mol من $ZnCl_2$.
30. تعتمد النباتات والحيوانات على سكر الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$ بوصفه مصدراً للطاقة. احسب عدد مولات كل عنصر في 1.25 mol من الجلوكوز.
31. احسب عدد مولات أيونات الكبريتات الموجودة في 3.00 mol من $Fe_2(SO_4)_3$.
32. ما عدد مولات ذرات الأكسجين الموجودة في 5.00 mol من P_2O_5 ؟
33. تحفيز احسب عدد مولات ذرات الهيدروجين في 10^{-1} mol من الماء.

الشكل 10-5 لأن كل مادة تحتوي على أعداد وأنواع مختلفة من الذرات، فإن كتلتها المولية مختلفة. فالكتلة المولية لكل مركب هي حاصل مجموع كتل جميع العناصر المكونة له.

الكتلة المولية للمركبات

The Molar Mass of Compounds

كتلة مول واحد من المركب تساوي مجموع كتل الجسيمات التي يتكون منها المركب. افترض أنك ترغب في تعين الكتلة المولية لمركب كرومات البوتاسيوم (K_2CrO_4) ، ابدأ بالبحث عن الكتل المولية لكل عنصر في K_2CrO_4 ، ثم اضرب الكتلة المولية لكل عنصر في عدد مولات العنصر الممثلة في الصيغة الكيميائية، ثم اجمع كتل العناصر كافة لتحصل على الكتلة المولية للمركب K_2CrO_4 .

$$2 \cancel{mol\ K} \times \frac{39.10\text{ g K}}{1 \cancel{mol\ K}} = 78.20\text{ g}$$

$$1 \cancel{mol\ Cr} \times \frac{52.0\text{ g Cr}}{1 \cancel{mol\ Cr}} = 52.0\text{ g}$$

$$4 \cancel{mol\ O} \times \frac{16.0\text{ g O}}{1 \cancel{mol\ O}} = 64.0\text{ g}$$

$$194.20\text{ g} = K_2CrO_4$$

توضح الكتلة المولية للمركب قانون حفظ الكتلة؛ فالكتلة الكلية للمتفاعلات تساوي كتلة المركب المكون. يوضح **الشكل 10-5** كتلة متكافئة لمول واحد من كرومات البوتاسيوم، وكلوريد الصوديوم، والسكروروز.

مسائل تدريبية

34. احسب الكتلة المولية لكل مركب أيوني من المركبات التالية:

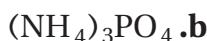


35. احسب الكتلة المولية لكل مركب تساهمي من المركبات التالية:



36. تحفيز صنف كلاً من المركبات التالية بوصفه مركباً جزيئياً أو أيونياً، ثم احسب

كتلته المولية:



كرومات البوتاسيوم (K_2CrO_4)



كلوريد الصوديوم $(NaCl)$



السكروروز $(C_{12}H_{22}O_{11})$

تحويل مولات المركب إلى كتلة

Converting Moles of a Compound to Mass

إذا أردت إيجاد عدد مولات مركب لعمل تجربة ما، فعليك أولاً أن تحسب الكتلة المطلوبة بالجرامات من خلال عدد المولات، ثم يمكنك قياس هذه الكتلة بالميزان. ففي المثال 2-5 تعلمت كيفية تحويل عدد مولات العناصر إلى كتلة باستعمال الكتلة المولية بوصفها عامل تحويل. وستعمل الطريقة نفسها مع المركبات، إلا أنه يتبع عليك حساب الكتلة المولية للمركب.

مثال 5-7

التحويل من مول إلى كتلة في المركبات تعود الرائحة المميزة للثوم إلى وجود المركب $(C_3H_5)_2S$. فما كتلة 2.50 mol من $(C_3H_5)_2S$ ؟

1 تحليل المسألة

لقد أعطيت عدد مولات $(C_3H_5)_2S$ ، وعليك أن تحول المولات إلى كتلة باستعمال الكتلة المولية بوصفها عامل تحويل. والكتلة المولية هي حاصل جمجمة الكتل المولية لكل العناصر في $(C_3H_5)_2S$.

المطلوب	المعطيات
الكتلة المولية $? = (C_3H_5)_2S$	عدد مولات $2.50 \text{ mol} = (C_3H_5)_2S$
كتلة $? = (C_3H_5)_2S$	

2 حساب المطلوب

احسب الكتلة المولية لـ $(C_3H_5)_2S$.

$$1 \cancel{\text{mol S}} \times \frac{32.07 \text{ g S}}{1 \cancel{\text{mol S}}} = 32.07 \text{ g S}$$

اضرب مولات S في الكتلة المولية لـ S

$$6 \cancel{\text{mol C}} \times \frac{12.01 \text{ g C}}{1 \cancel{\text{mol C}}} = 72.06 \text{ g C}$$

اضرب مولات C في الكتلة المولية لـ C

$$10 \cancel{\text{mol H}} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{1 \cancel{\text{mol H}}} = 10.08 \text{ g H}$$

اضرب مولات H في الكتلة المولية لـ H

$$= 32.07 \text{ g} + 72.06 \text{ g} + 10.08 \text{ g} = 114.21 \text{ g/mol } (C_3H_5)_2S$$

حاصل جمع الكتل

استعمل عامل التحويل (الكتلة المولية) الذي يربط الجرامات بالمولات.

$$\frac{\text{الكتلة المولية } (C_3H_5)_2S}{1 \text{ mol } (C_3H_5)_2S} \times \text{ عدد مولات } (C_3H_5)_2S = \text{ كتلة } (C_3H_5)_2S$$

طبق عامل التحويل

$$2.5 \text{ mol } (C_3H_5)_2S \times \frac{114.21 \text{ g } (C_3H_5)_2S}{1 \text{ mol } (C_3H_5)_2S} = 286 \text{ g } (C_3H_5)_2S$$

عوض مستعيناً بالمعطيات، وحل

مسائل تدريبية

37. ما كتلة 3.25 mol من حمض الكبريتيك H_2SO_4 ؟

38. ما كتلة $4.35 \times 10^{-2} \text{ mol}$ من كلوريد الخارصين $ZnCl_2$ ؟

39. تحفيز اكتب الصيغة الكيميائية لبرمنجنات البوتاسيوم، ثم احسب كتلة 2.55 mol منه بالجرامات.

تحويل كتلة المركب إلى مولات

Converting the Mass of a Compound to Moles

إذا نتج عن إحدى التجارب التي أجريتها في المختبر 5.55 g من مركب ما، فما عدد المولات في هذه الكتلة؟ لتحديد ذلك افترض أنك حسبت الكتلة المولية للمركب ووجدتها 185.0 g/mol، وأن الكتلة المولية تربط الجرامات بالمولات، فإنك تحتاج في هذه الحالة إلى مقلوب الكتلة المولية بوصفه عامل تحويل.

$$\text{الكتلة المولية} = \frac{1 \text{ mol}}{5.50 \text{ g}} \times \frac{0.0297 \text{ mol}}{185 \text{ g}}$$

مثال 5-8

التحويل من الكتلة إلى مولات يستعمل مركب هيدروكسيد الكالسيوم $\text{Ca}(\text{OH})_2$ لإزالة ثاني أكسيد الكبريت من غازات العادم المنبعثة من محطات الطاقة، وفي معالجة عسر الماء لإزالة أيونات Ca^{2+} و Mg^{2+} . احسب عدد مولات هيدروكسيد الكالسيوم في 325 g منه.

1 تحويل المسألة

لديك 325 g من $\text{Ca}(\text{OH})_2$ والمطلوب إيجاد عدد مولات $\text{Ca}(\text{OH})_2$. احسب أولاً الكتلة المولية لـ $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

المطلوب

الكتلة المولية $\text{Ca}(\text{OH})_2$

عدد المولات $\text{Ca}(\text{OH})_2$

المعطيات

كتلة $\text{Ca}(\text{OH})_2$ = 325 g

2 حساب المطلوب

احسب الكتلة المولية للمركب $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

اضرب مولات Ca في الكتلة المولية لـ Ca

$$1 \text{ mol Ca} \times \frac{40.08 \text{ g Ca}}{1 \text{ mol Ca}} = 40.08 \text{ g}$$

اضرب مولات O في الكتلة المولية لـ O

$$2 \text{ mol O} \times \frac{16.0 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}} = 32.0 \text{ g}$$

اضرب مولات H في الكتلة المولية لـ H

$$2 \text{ mol H} \times \frac{1.00 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} = 2.016 \text{ g}$$

حاصل جمع الكتل

$$= 40.08 \text{ g} + 32.00 \text{ g} + 2.016 \text{ g} = 74.10 \text{ g/mol Ca}(\text{OH})_2$$

استعمل عامل التحويل (مقلوب الكتلة المولية) الذي يربط المولات بالجرامات.

$$= 325 \text{ g Ca}(\text{OH})_2 \times \frac{1 \text{ mol Ca}(\text{OH})_2}{74.10 \text{ g Ca}(\text{OH})_2} = 4.39 \text{ mol Ca}(\text{OH})_2$$

عوض مستعيناً بالمعطيات، وحل

3 تقويم الإجابة

للحقيقة من صحة الإجابة، قرب الكتلة المولية لـ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ إلى 75 g/mol $\text{Ca}(\text{OH})_2$ إلى 75 g/mol $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ، وكذلك الكتلة المعطاة من 300 g إلى 300 g. ولأن العدد 300 أربعة أضعاف العدد 75، لذا فالإجابة مقبولة. كما أن الوحدة صحيحة، وهي المول.

مسائل تدريبية

40. احسب عدد المولات لكل من المركبات الآتية:

a. 22.6 g من نترات الفضة AgNO_3 .b. 6.5 g من كبريتات الخارصين ZnSO_4

41. تحفيز صنف كلاً من المركبين التاليين إلى أيوني أو جزيئي، ثم حول الكتل المعطاة إلى مولات:

a. 2.50 Kg من أكسيد الحديد III .b. 25.4 mg من كلوريد الرصاص IV . PbCl_4

تحويل كتلة مركب إلى عدد جسيمات

Converting the Mass of a Compound to Number of particles

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

تعرفت كيفية إيجاد عدد المولات في كتلة معينة من المركب. الآن سوف تتعلم كيفية حساب عدد الجسيمات المماثلة - الجزيئات أو الأيونات أو الذرات أو وحدات الصيغة الكيميائية - الموجودة في كتلة معينة.

تذكر أنه لا يمكن التحويل مباشرة من كتلة المادة إلى عدد الجسيمات المكونة لها؛ إذ لا بد أن تحول الكتلة المعطاة إلى عدد المولات في البداية، وذلك بالضرب في مقلوب الكتلة المولية. ويمكنك بعد ذلك تحويل عدد المولات إلى عدد جسيمات بالضرب في عدد أفوجادرو. ولتحديد عدد الذرات أو الأيونات في المركب سوف تحتاج إلى عوامل تحويل تعطي نسبة أعداد الذرات أو الأيونات في المركب إلى مول واحد منه، وهي تعتمد على الصيغة الكيميائية. والمثال 9-5 يبين كيفية حل هذا النوع من المسائل.

مثال 9-5

التحويل من كتلة إلى مولات ثم إلى جسيمات يستعمل كلوريد الألومنيوم AlCl_3 لتركيز البترول وصناعة المطاط والشحوم. فإذا كان لديك عينة من كلوريد الألومنيوم كتلتها 35.6 g فأوجد:

- عدد أيونات الألومنيوم الموجودة فيها.
- عدد أيونات الكلور الموجودة فيها.
- الكتلة بالجرامات لوحدة صيغة واحدة من كلوريد الألومنيوم.

1 تحليل المسألة

لديك 35.6 g من AlCl_3 وعليك أن تحسب عدد أيونات كل من Al^{3+} و Cl^- وكتلة وحدة صيغة واحدة من AlCl_3 بالجرامات. علىما بأن الكتلة المولية وعدد أفوجادرو والنسبة من الصيغة الكيميائية هي عوامل التحويل المطلوبة، ولأن نسبة أيونات Al^{3+} إلى أيونات Cl^- في الصيغة هي 1:3، لذا فإن عدد الأيونات المحسوبة يجب أن تكون بالنسبة نفسها.

المطلوب

المعطيات

$$\text{عدد أيونات } \text{Al}^{3+} = ?$$

$$\text{كتلة } \text{AlCl}_3 = 35.6 \text{ g}$$

$$\text{عدد أيونات } \text{Cl}^- = ?$$

$$\text{كتلة } \text{AlCl}_3 \text{ لكل وحدة صيغة} = ?$$

2 حساب المطلوب

احسب الكتلة المولية للمركب AlCl_3 .

اضرب عدد مولات Al في كتلته المولية.

$$1 \text{ mol Al} \times \frac{26.98 \text{ g Al}}{1 \text{ mol Al}} = 26.98 \text{ g Al}$$

$$3 \text{ mol Cl} \times \frac{35.45 \text{ g Cl}}{1 \text{ mol Cl}} = 106.35 \text{ g Cl}$$

$$= 26.98 \text{ g} + 106.35 \text{ g} = 133.33 \text{ g/mol AlCl}_3$$

اضرب عدد مولات Cl في كتلته المولية.

حاصل جمع الكتل

استعمل عامل التحويل (مقلوب الكتلة المولية) الذي يربط المولات بالجرامات.

$$\frac{1\text{ mol AlCl}_3}{\text{ الكتلة المولية لـ AlCl}_3} \times \text{ كتلة AlCl}_3 = \text{ مولات AlCl}_3$$

طبق عامل التحويل

$$35.6 \text{ g AlCl}_3 \times \frac{1 \text{ mol AlCl}_3}{133.33 \text{ g AlCl}_3} = 0.267 \text{ mol AlCl}_3$$

عوض كتلة AlCl₃، وقلوب الكتلة المولية، واحسب عدد المولات. اضرب الأعداد والوحدات واقسمها.

$$= 0.276 \text{ mol AlCl}_3 \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ وحدة صيغة}}{1 \text{ mol AlCl}_3}$$

$$= 1.61 \times 10^{23} \text{ وحدة صيغة}$$

$$= \text{AlCl}_3 \times 1.61 \times 10^{23} \times \frac{1 \text{ Al}^{3+}}{1 \text{ وحدة صيغة}}$$

$$= 1.61 \times 10^{23} \text{ Al}^{3+}$$

$$1.61 \times 10^{23} \times \frac{3 \text{ Cl}^-}{\text{AlCl}_3} = 4.83 \times 10^{23} \text{ Cl}^-$$

AlCl₃

$$= 4.83 \times 10^{23} \text{ Cl}^-$$

احسب كتلة AlCl₃ باستعمال مقلوب عدد أفو جادرو

$$= \frac{133.33 \text{ g AlCl}_3}{1 \text{ mol}} \times \frac{1 \text{ mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ وحدة صيغة}}$$

عوض g AlCl₃ من 133.33، ثم حل.

$$= \text{Al}^{3+} 2.21 \times 10^{-22} \text{ g}$$

3 تقويم الإجابة

عدد أيونات Cl⁻ يساوي ثلاثة أضعاف عدد أيونات Al³⁺، كما هو متوقع. يمكن حساب كتلة وحدة صيغة كيميائية من AlCl₃ بطريقة مختلفة. اقسم كتلة 35.6 g من AlCl₃ على عدد وحدات الصيغة الكيميائية الموجودة في الكتلة (1.61 × 10²³) لحساب كتلة وحدة صيغة كيميائية واحدة. الإجابتان متطابقان.

مسائل تدريبية

42. يستعمل الإيثanol C₂H₅OH مصدرًا للوقود، وينخلط أحيانًا مع الجازولين. إذا كان لديك عينة من الإيثanol كتلتها 45.6 g فأوجد:

- a. عدد ذرات الكربون الموجودة فيها.
- b. عدد ذرات الهيدروجين الموجودة فيها.
- c. عدد ذرات الأكسجين الموجودة فيها.

43. عينة من كبريتيت الصوديوم Na₂SO₃ كتلتها 2.25 g. أوجد:

- a. عدد أيونات Na⁺ الموجودة فيها.
- b. عدد أيونات SO₃²⁻ الموجودة فيها.
- c. الكتلة بالجرامات لوحدة صيغة واحدة من Na₂SO₃ في العينة.

44. عينة من ثاني أكسيد الكربون CO₂ كتلتها 52.0 g. أوجد:

- a. عدد ذرات الكربون الموجودة فيها.
- b. عدد ذرات الأكسجين الموجودة فيها.
- c. كتلة جزيء واحد من CO₂ بالجرامات.

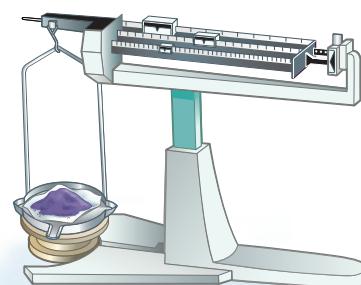
45. ما كتلة كلوريد الصوديوم NaCl التي تحتوي على 4.59 × 10²⁴ وحدة صيغة؟

46. تحضير عينة من كرومات الفضة كتلتها 25.8 g:

- a. اكتب صيغة كروماتات الفضة.
- b. ما عدد الأيونات الموجبة فيها؟
- c. ما عدد الأيونات السالبة فيها؟
- d. ما مقدار الكتلة بالجرامات لوحدة صيغة واحدة منها؟

الشكل 11-5 لاحظ الموقع المركزي للمول في الشكل، إذا تحركت من يمين الشكل أو يساره أو أعلاه إلى أي مكان آخر وجب أن تمر من خلال المول. وتزودنا عوامل التحويل المكتوبة على الأسهم بمعلومات عن عملية التحويل.

مول من الذرات أو الأيونات



كتلة المركب

1 mol
عدد الجرامات
1 mol

1 mol
عدد الجرامات
1 mol

6.02 × 10²³ من الجسيمات المثلثة
1 mol
1 mol
6.02 × 10²³ من الجسيمات المثلثة

مول من المركب

الجسيمات المثلثة

النسبة المولية

تجربة عملية

ارجع إلى دليل التجارب العملية

يتضمن الشكل 11-5 ملخصاً للتحويل بين الكتلة والمولات وعدد الجسيمات. لاحظ أن الكتلة المولية ومقلوبها هما عامل التحويل بين الكتلة وعدد المولات، وأن عدد أفوجادرو ومقلوبه هما عامل التحويل بين المولات وعدد الجسيمات المثلثة. وللتحويل بين المولات وعدد مولات الذرات أو الأيونات الموجودة في المركب، استعمل نسب مولات الذرات أو الأيونات إلى مول واحد من المركب أو مقلوبه، كما هو مبين على الأسهم المتوجهة إلى أعلى وإلى أسفل في الشكل 11-5، وهذه النسب تشتق من الصيغة الكيميائية.

التقويم 5-3

الخلاصة

تدل الأرقام في الصيغ الكيميائية على عدد مولات العنصر في مول واحد من المركب.

تحسب الكتلة المولية للمركب من الكتل المولية لجميع العناصر فيه.

تستعمل معاملات التحويل المبنية على الكتلة المولية للمركب للتحويل بين مولات المركب وكتلته.

47. **الفكرة الرئيسية** صف كيف تحدد الكتلة المولية للمركب؟
48. حدد عوامل التحويل المطلوبة للتحويل بين عدد مولات المركب وكتلته.
- 49.وضح كيف يمكنك أن تحدد عدد الذرات أو الأيونات في كتلة معينة من المركب؟
50. طبق ما عدد مولات ذرات كل من K، C، O في مول واحد من $K_2C_2O_4$ ؟
51. احسب الكتلة المولية لبروميد الماغنيسيوم $MgBr_2$.
52. احسب ما عدد مولات Ca^{2+} الموجودة في 1000 mg من $CaCO_3$ ؟
53. صمم رسمياً بيانياً بالأعمدة يظهر عدد مولات كل عنصر موجود في 500 g من الدايوكسين $(C_{12}H_4Cl_4O_2)$ الشديد السمية.

الأهداف

• تفسر المقصود بالتركيب النسبي المئوي للمركب.

• تحدد الصيغتين الأولية والجزئية للمركب من خلال التركيب النسبي المئوي والكتل الحقيقة للمركب.

مراجعة المفردات

النسبة المئوية بالكتلة: نسبة كتلة كل عنصر إلى الكتلة الكلية للمركب.

المفردات الجديدة

التركيب النسبي المئوي
الصيغة الأولية
الصيغة الجزئية

الصيغة الأولية والصيغة الجزئية Empirical and Molecular Formulas

الفكرة الرئيسية الصيغة الجزئية لمركب ما هي مضاعف عددي صحيح لصيغته الأولية.

الربط مع الحياة لعلك لاحظت أن بعض عبوات المشروبات أو وجبات الطعام تحدد كمية السعرات الحرارية في جزء منها (قطعة، ملعقة، ml ، g,...) فكيف يمكنك تحديد القيمة الكلية للسعرات الحرارية في العبوة أو الوجبة؟

التركيب النسبي المئوي Percent Composition

غالبًا ما يشغل الكيميائيون في تطوير المركبات للاستعمالات الصناعية والدوائية والمترizzية، كما في **الشكل 5-12**، وبعد أن يقوم الكيميائي الصناعي (الذي يحضر مركبات جديدة) بتحضير مركب جديد يقوم الكيميائي التحليلي بتحليل المركب ليقدم دليلاً عملياً على تركيبه وصيغته الكيميائية.

إن مهمة الكيميائي التحليلي هي تحديد العناصر التي يحويها المركب، وتحديد نسبها المئوية بالكتلة. فالتحاليل الوزنية والحجمية إجراءات عملية مبنية على قياس كتل المواد الصلبة وأحجام السوائل.

التركيب النسبي المئوي من البيانات العملية فعل سبيل المثال، إذا أخذت عينة كتلتها 100 g من مركب يحتوي على 55 g من عنصر X و 45 g من عنصر Y، فالنسبة المئوية بالكتلة لأي عنصر في المركب يمكن حسابها بقسمة كتلة العنصر على كتلة المركب والضرب في 100.

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



الشكل 5-12 يقوم الكيميائي الصناعي بتحضير كميات صغيرة من مركبات كيميائية جديدة كما في الصورة اليمنى، ثم يقوم الكيميائي التحليلي كما في الصورة اليسرى بتحليل المركب ليؤكد صحة تركيبه النسبي المئوي وصيغته الكيميائية.

ولأن النسبة المئوية تعني الأجزاء من مئة فإن مجموع النسب المئوية بالكتلة لكل العناصر في المركب يجب أن يكون 100.

$$\frac{55 \text{ من العنصر}}{100 \text{ من المركب}} \times 100 = 55\%$$

$$\frac{45 \text{ من العنصر}}{100 \text{ من المركب}} \times 100 = 45\%$$

ولهذا فإن المركب يتكون من 55% من X و 45% من Y. وتشتت النسب المئوية بالكتلة لكل العناصر في المركب **التركيب النسبي المئوي للمركب**.

التركيب النسبي المئوي من خلال الصيغة الكيميائية يمكن تحديد التركيب النسبي المئوي لمركب أيضاً من خلال الصيغة الكيميائية. ولعمل ذلك، افترض أن لديك مولاً واحداً من المركب واستعمل الصيغة الكيميائية لحساب الكتلة المولية للمركب، ثم احسب كتلة كل عنصر في مول واحد من المركب، وأخيراً استعمل العلاقة أدناه لحساب النسبة المئوية بالكتلة لكل عنصر.

النسبة المئوية بالكتلة من خلال الصيغة الكيميائية

$$\text{النسبة المئوية بالكتلة} = \frac{\text{كتلة العنصر في مول واحد من المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}} \times 100$$

تجربة

تحليل العلك

وكرر الخطوة الثالثة مستعملاً ماءً جديداً، ولا تدع القطع تتجمع معًا.

6. استعمل مصفاة لتصفية الماء من قطع العلك. وجففها بمناشف ورقية، ثم قس كتلتها وسجلها.

التحليل

1. احسب كتلة المُحلّيات والنكهات - التي ذابت في الماء - للعلكة التي لم تقطع، والتي تساوي الفرق بين كتلة العلكة قبل وبعد وضعها في الماء.

2. احسب كتلة المُحلّيات والنكهات المذابة للعلكة التي قطعت قطعاً صغيرة.

3. طبق احسب النسبة المئوية بالكتلة للمحليات والنكهات في كل قطعة.

4. استنتج ماذا يمكن أن تستنتج من النسبتين المئويتين؟ هل العلك مغطى بالسكر أم أن المُحلّيات والنكهات مخلوطة بالعلك؟

هل المُحلّيات والنكهات تضاف إلى الطبقة الخارجية للعلك أم تكون مخلوطة به؟

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.

2. أزل الغلاف عن قطعتي علك، ثم قس كتلة كل منها بالميزان وسجلها.

3. أضف 150 mL من ماء الصنبور البارد إلى كأس سعتها 250 mL. وضع إحدى قطعتي العلك في الكأس، وحركها بساقي تحريرك مدة دقيقتين.

4. أخرج العلكة وجففها باستعمال مناشف ورقية، ثم قس كتلتها وسجلها.

تحذير: كن حذرًا عند استعمال المقص.

5. استعمل مقصاً لقطع العلكة الثانية قطعاً صغيرة،

مثال 10-5

حساب التركيب النسبي المئوي حدد التركيب النسبي المئوي لثاني أكسيد الكربون CO_2 .

1 تحليل المسألة

لقد أعطيت الصيغة الكيميائية للمركب فقط. لهذا افترض أن لديك مولاً واحداً من CO_2 . احسب الكتلة المولية للمركب وكتلة كل عنصر في المول الواحد لتحديد النسبة المئوية بالكتلة لكل عنصر في المركب.

المطلوب

نسبة $\text{C} = ?$

نسبة $\text{O} = ?$

المعطيات

الصيغة CO_2

2 حساب المطلوب

احسب الكتلة المولية للمركب ونسبة كل عنصر فيه.

$$1 \text{ mol C} \times \frac{12.01 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} = 12.01 \text{ g C}$$

اضرب الكتلة المولية للكربون في عدد ذراته في المركب.

$$2 \text{ mol O} \times \frac{16.00 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}} = 32.00 \text{ g O}$$

اضرب الكتلة المولية للأكسجين في عدد ذراته في المركب.

$$= 12.61 \text{ g} + 32.00 \text{ g} = 44.01 \text{ g/mol CO}_2$$

اجمع كتل العناصر في المركب.

احسب النسبة المئوية بالكتلة لكل عنصر

$$\text{C\%} = \frac{12.01 \text{ g}}{44.1 \text{ g}} \times 100\% = 27.29\%$$

عوض كتلة الكربون في 1 mol من المركب = 12.01g/mol

والكتلة المولية لـ CO_2 = 44.01g/mol، واحسب نسبة الكربون.

$$\text{O\%} = \frac{32.00 \text{ g}}{44.1 \text{ g}} \times 100\% = 72.71\%$$

عوض كتلة الأكسجين في 1 mol من المركب = 32.00g/mol

والكتلة المولية لـ CO_2 = 44.01g/mol، واحسب نسبة الأكسجين.

يتكون CO_2 من 27.29% O و 72.71% C.

3 تقويم الإجابة

لأن جميع الكتل والكتل المولية فيها أربعة أرقام معنوية، لذا فإن النسب المئوية معطاة بصورة صحيحة. ولوأخذنا بعين الاعتبار حدوث خطأ في تدوير المنازل فإن مجموع النسب المئوية بالكتلة يساوي 100% كما هو مطلوب.

مسائل تدريبية

54. ما التركيب النسبي المئوي لحمض الفوسفوريك H_3PO_4 ؟

55. أي المركبين التاليين تكون فيه النسبة المئوية بالكتلة للكبريت أعلى: H_2SO_4 أم H_3PO_4 ؟

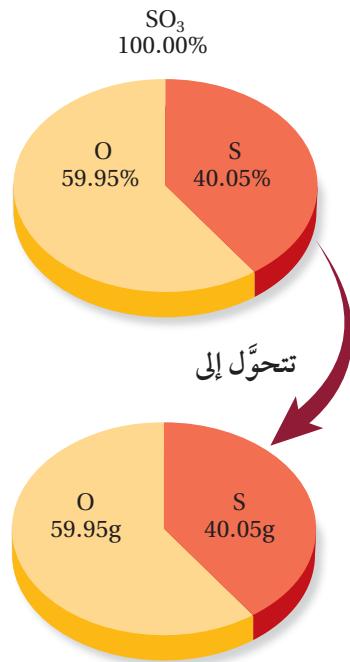
56. يستعمل كلوريد الكالسيوم CaCl_2 لمنع التجمد. احسب النسبة المئوية بالكتلة لكل عنصر في CaCl_2 .

57. تحفيز تستعمل كبريتات الصوديوم في صناعة المنظفات.

a. حدد العناصر المكونة لكبريتات الصوديوم، ثم اكتب الصيغة الكيميائية لهذا المركب.

b. احسب النسبة المئوية بالكتلة لكل عنصر في كبريتات الصوديوم.

الصيغة الأولية Empirical Formula



الشكل 13-5 تذكّر هذا الشكل عند حل المسائل المتعلقة بالتركيب النسبي المئوي. يمكنك الافتراض دائماً أن لديك عينة كتلتها 100 g من المركب، واستعمل النسب المئوية للعناصر بوصفها كتلةً.

عندما يُعرف التركيب النسبي المئوي لمركب ما، فإنه يمكن حساب صيغته، وذلك بتحديد أصغر نسبة من الأعداد الصحيحة لمولات العناصر فيه. وتمثل هذه النسبة أعداد ذرات العناصر في الصيغة الأولية. فالصيغة الأولية لمركب هي الصيغة التي تبين أصغر نسبة عددية صحيحة لمولات العناصر في المركب. وقد تكون الصيغة الأولية هي الصيغة الجزيئية نفسها أو مختلفة عنها. وإذا اختلفت الصيغتان فإن الصيغة الجزيئية ستكون دائماً مضاعفاً بسيطاً للصيغة الأولية. فالصيغة الأولية مثلاً لفوق أكسيد الهيدروجين H_2O ، وصيغته الجزيئية هي H_2O_2 . لاحظ أن نسبة الأكسجين إلى الهيدروجين هي 1:1 في الصيغتين. ويمكن استعمال التركيب النسبي المئوي أو كتل العناصر في كتلة محددة من المركب لحساب الصيغة الأولية. فمثلاً إذا أعطيت التركيب النسبي المئوي للمركب، ومع افتراض أن كتلة المركب الكلية 100.00 g، وأن النسبة المئوية بالكتلة لكل عنصر تساوي كتلة العنصر بالجرامات، كما في الشكل 13-5، حيث كل 100 g من المركب تتكون من 40.05% من S و 59.95% من O، أي تحوي على 40.05 g من S و 59.95 g من O. ثم تحول كتلة كل عنصر إلى مولات.

$$40.05 \cancel{\text{g S}} \times \frac{1 \text{ mol S}}{32.07 \cancel{\text{g S}}} = 1.249 \text{ mol S}$$

$$59.95 \cancel{\text{g O}} \times \frac{1 \text{ mol O}}{16.00 \cancel{\text{g O}}} = 3.747 \text{ mol O}$$

لذا فإن نسبة ذرات S إلى ذرات O في المركب هي 1.249:3.747. وعندما لا تكون القيم في النسبة المولية أعداداً صحيحة فلا يمكن استعمالها في الصيغة الكيميائية، لذا يجب تحويلها إلى أعداد صحيحة، وجعل القيمة المولية أعداداً صحيحة، أقسم القيمتين الموليتين على أصغر قيمة مولية، وهي للكبريت (1.249)، وهذا لا يغير النسبة المولية بين العنصرين لأن كليهما سيقسم على الرقم نفسه.

$$\frac{1.249 \text{ mol S}}{1.249} = 1 \text{ mol S} \quad \frac{3.747 \text{ mol O}}{1.249} = 3 \text{ mol O}$$

أي أن أبسط نسبة عددية صحيحة لمولات S إلى O هي 1:3. ولذا فإن الصيغة الأولية هي SO_3 . وفي بعض الأحيان، قد لا تؤدي القسمة على أصغر قيمة مولية إلى أعداد صحيحة. وفي مثل هذه الحالات يجب ضرب كل قيمة مولية في أصغر رقم يجعلها عدداً صحيحاً، كما في المثال 11-5.

ماذا قرأت؟ عدد الخطوات المطلوبة لحساب الصيغة الأولية من التركيب النسبي المئوي.

مثال 11-5

الصيغة الأولية من التركيب النسبي المئوي حدد الصيغة الأولية لمركب يتكون من 48.64% كربون، و 8.16% هيدروجين، و 43.20% أكسجين.

1 تحليل المسألة

لقد أعطيت التركيب النسبي المئوي لمركب، والمطلوب تحديد صيغته الأولية، وأنه يمكن افتراض أن النسب المئوية تمثل كتل العناصر في عينة مقدارها 100 g، لذا يمكن أن تحل الوحدة (g) محل رمز النسبة، ثم حول الجرامات إلى مولات، وأوجد أصغر نسبة عددية صحيحة لمولات العناصر.

المطلوب

الصيغة الأولية = ?

المعطيات

النسبة المئوية بالكتلة لـ C = 48.64%

النسبة المئوية بالكتلة لـ H = 8.16%

النسبة المئوية بالكتلة لـ O = 43.20%

2 حساب المطلوب

حول كل كتلة إلى مولات باستعمال معامل التحويل (مقلوب الكتلة المولية) الذي يربط المولات بالجرامات :

$$48.64 \text{ g C} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12.01 \text{ g C}} = 4.050 \text{ mol C}$$

احسب مولات الكربون بالتعويض عن قيمة كتلة الكربون مضروبة في مقلوب الكتلة المولية

$$8.16 \text{ g H} \times \frac{1 \text{ mol H}}{1.008 \text{ g H}} = 8.10 \text{ mol H}$$

احسب مولات الهيدروجين بالتعويض عن قيمة كتلة الهيدروجين مضروبة في مقلوب الكتلة المولية

$$43.20 \text{ g O} \times \frac{1 \text{ mol O}}{16.00 \text{ g O}} = 2.70 \text{ mol O}$$

احسب مولات الأكسجين بالتعويض عن قيمة كتلة الأكسجين مضروبة في مقلوب الكتلة المولية

إذن، فالنسبة المولية للمركب هي : (C: 4.05 mol) : (H: 8.10 mol) : (O: 2.700 mol)، ثم احسب أبسط نسبة مولية للعناصر في المركب بالقسمة على أصغر قيمة مولية (2.700).

$$\frac{4.050 \text{ mol C}}{2.700} = 1.5 \text{ mol C}$$

اقسم مولات C على 2.700

$$\frac{8.10 \text{ mol H}}{2.700} = 3 \text{ mol H}$$

اقسم مولات H على 2.700

$$\frac{2.700 \text{ mol O}}{2.700} = 1 \text{ mol O}$$

اقسم مولات O على 2.700

أبسط نسبة مولات هي (C: 1.5 mol) : (H: 3 mol) : (O: 1 mol). وأخيراً اضرب كل عدد تشمل عليه النسبة في أصغر رقم - وهو في هذه الحالة الرقم 2 - يؤدي إلى نسبة عددية صحيحة.

$$2 \times 1.5 \text{ mol C} = 3 \text{ mol C}$$

اضرب مولات C في 2 للحصول على عدد صحيح.

$$2 \times 3 \text{ mol H} = 6 \text{ mol H}$$

اضرب مولات H في 2 للحصول على عدد صحيح.

$$2 \times 1 \text{ mol O} = 2 \text{ mol O}$$

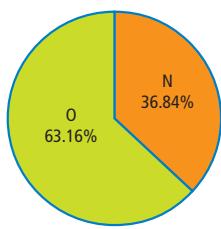
اضرب مولات O في 2 للحصول على عدد صحيح.

أبسط نسبة عددية صحيحة للمولات هي C₃H₆O₂.

3 تقويم الإجابة

للحتحقق من صحة الإجابة احسب التركيب النسبي المئوي الممثل بالصيغة، للوقوف على مدى اتفاقه مع معطيات المثال.

مسائل تدريبية



58. يمثل الرسم البياني الدائري المجاور التركيب النسبي المئوي لمادة صلبة زرقاء. فما الصيغة الأولية لهذه المادة؟
59. ما الصيغة الأولية لمركب يحتوي على 35.98% ألومنيوم و 64.02% كبريت.
60. البروبان هو أحد الهيدروكربونات، وهي مركبات تحتوي فقط على الكربون والهيدروجين. فإذا كان البروبان يتكون من 81.82% كربون و 18.18% هيدروجين، فما صيغته الأولية؟
61. تحضير الأسبرين يعد من أكثر الأدوية استعمالاً في العالم، ويكون من 60.00% كربون، و 4.44% هيدروجين، و 35.56% أكسجين. فما صيغته الأولية؟

الصيغة الجزيئية Molecular Formula

قد تندesh إذا علمت أن مواد لها خواص مختلفة تماماً قد يكون لها التركيب النسبي المئوي والصيغة الأولية نفسها! كيف يكون ذلك؟ تذكر أن الصيغة الأولية تعطي أبسط نسبة لذرات العناصر في المركب، ولكن هذه النسبة لا تمثل دائمًا العدد الفعلي لذراته. ويلجأ العلماء إلى ما يعرف بالصيغة الجزيئية لتحديد أي مركب، وهذه الصيغة تعطي العدد الفعلي لذرات من كل عنصر في جزيء واحد من المادة، وبين الشكل 14-5 أحد استخدامات غاز الأستيلين المهمة في الصناعة. فغاز الأستيلين وسائل البنزين مثلاً لها التركيب النسبي المئوي والصيغة الأولية (CH) نفسها، ولكنها مختلفان تماماً في الخواص.

الشكل 14-5 يستخدم غاز الأستيلين في لحام المعادن بسبب درجة الحرارة العالية التي تصاحب احتراقه في وجود الأكسجين.



ولتحديد الصيغة الجزيئية لمركب يجب تحديد الكتلة المولية لهذا المركب من خلال التجارب العملية، ومقارنتها بالكتلة الممثلة بالصيغة الأولية. فالكتلة المولية للأستيلين مثلاً هي 26.04 g/mol، وكتلة صيغته الأولية (CH) هي 13.02 g/mol. إن قسمة الكتلة المولية الفعلية على كتلة الصيغة الأولية تبين أن الكتلة المولية للأستيلين ضعف كتلة الصيغة الأولية.

$$2.00 = \frac{26.04 \text{ g/mol}}{13.02 \text{ g/mol}}$$

ولأن الكتلة المولية للأستيلين ضعف كتلة الصيغة الأولية فإن الصيغة الجزيئية له يجب أن تحتوي على ضعف عدد ذرات الكربون والهيدروجين الموجودة في الصيغة الأولية. وكذلك عند مقارنة الكتلة المولية المحددة تجريبياً للبنزين (78.12 g/mol) بكتلة الصيغة الأولية ستتجد أن الكتلة المولية تساوي ستة أضعاف كتلة الصيغة الأولية.

$$6.00 = \frac{78.12 \text{ g/mol}}{13.02 \text{ g/mol}}$$

لذا فإن الصيغة الجزيئية للبنزين يجب أن تمثل ستة أمثال عدد ذرات الكربون والهيدروجين في الصيغة الأولية. ويمكنك أن تستنتج أن الصيغة الجزيئية للأستيلين

هي C_2H_2 وأن الصيغة الجزئية للبنزين هي C_6H_6 .

ويمكن تمثيل الصيغة الجزئية بوصفها صيغة أولية مضروبة في عدد صحيح (ن).

$$\text{الصيغة الجزئية} = n \times \text{الصيغة الأولية}$$

حيث (ن) تمثل العامل (6) في مثال البنزين الذي تضرب فيه الأرقام في الصيغة الأولية للحصول على الصيغة الجزئية.

يُبين الشكل 15-5 خطوات تحديد الصيغة الأولية والجزئية للمركب بدءاً بالتركيب النسبي المئوي أو بيانات الكتلة.

الشكل 15-5 استعن بهذا المخطط الذي يساعدك على تحديد الصيغة الأولية والجزئية للمركبات.

صف كيف يرتبط العدد الصحيح (ن) بالصيغة الأولية والجزئية.

تحديد الصيغة الجزئية والأولية للمركبات

كتلة العناصر المكونة

التركيب النسبي المئوي

عُبر عن النسبة المئوية بالكتلة بالجرامات.

كتلة كل عنصر
الكتلة المولية

أوجد عدد المولات لكل عنصر.

نسبة مولات العناصر

افحص النسبة المولية.

إذا كانت جميع الأعداد صحيحة

إذا لم تكون جميع الأعداد صحيحة
فاضرب في أصغر عامل للحصول على
أعداد صحيحة

اكتب الصيغة الأولية

الصيغة الأولية

حدد العدد الصحيح الذي يربط
الصيغة الأولية بالصيغة الجزئية.

$n = \frac{\text{الكتلة المولية التجريبية}}{\text{كتلة الصيغة الأولية}}$

اضرب أعداد ذرات الصيغة الأولية
في قيمة ن.

الصيغة الأولية

اكتب الصيغة الجزئية.

مثال 5-12

تحديد الصيغة الجزيئية يشير التحليل الكيميائي لحمض ثنائي الكربوكسيل مثل حمض السكسنิก (بيوتان دايريك) إلى أنه يتكون من 40.68% كربون، و 5.08% هيدروجين، و 54.24% أكسجين، وله كتلة مولية 118.1 g/mol. حدد الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية لهذا الحمض.

1 تحليل المسألة

لقد أعطيت التركيب النسبي المئوي لحمض السكسنิก. افترض أن كل نسبة مئوية كتيلية تمثل كتلة العنصر بـ 100 g من العينة، لذا يمكنك مقارنة الكتلة المولية المطاءة (118.1 g/mol) بالكتلة التي تمثل الصيغة الأولية لإيجاد العدد الصحيح.

المطلوب

الصيغة الأولية = ?

النسبة المئوية بالكتلة لـ C = 40.68%

الصيغة الجزيئية = ?

النسبة المئوية بالكتلة لـ H = 5.08%

النسبة المئوية بالكتلة لـ O = 54.24%

الكتلة المولية = 118.1 g/mol حمض السكسنิก

2 حساب المطلوب

$$40.68 \text{ g C} \times \frac{1 \text{ mol C}}{12.01 \text{ g C}} = 3.3870 \text{ mol C}$$

عوض كتلة C، ومقلوب الكتلة المولية، وأوجد عدد المولات.

$$5.08 \text{ g H} \times \frac{1 \text{ mol H}}{1.008 \text{ g H}} = 5.04 \text{ mol H}$$

عوض كتلة H، ومقلوب الكتلة المولية، وأوجد عدد المولات.

$$54.24 \text{ g O} \times \frac{1 \text{ mol O}}{16.00 \text{ g O}} = 3.39 \text{ mol O}$$

عوض كتلة O، ومقلوب الكتلة المولية، وأوجد عدد المولات.

نسبة المولات في حمض السكسنิก هي (3.39 mol O) : (5.04 mol H) : (3.387 mol C). احسب أبسط نسبة لمولات العناصر بقسمة مولات كل عنصر على أصغر قيمة في النسبة المولية المحسوبة.

$$\frac{3.387 \text{ mol C}}{3.387} = 1 \text{ mol C}$$

اقسم مولات C على 3.387

$$\frac{5.04 \text{ mol H}}{3.387} = 1.5 \text{ mol H}$$

اقسم مولات H على 3.387

$$\frac{3.39 \text{ mol O}}{3.387} = 1 \text{ mol O}$$

اقسم مولات O على 3.387

أبسط نسبة مولية هي 1 : 1.5 : 1 اضرب جميع القيم المولية في 2 للحصول على أعداد صحيحة.

$$2 \times 1 \text{ mol C} = 2 \text{ mol C}$$

اضرب مولات C في 2.

$$2 \times 1.5 \text{ mol H} = 3 \text{ mol H}$$

اضرب مولات H في 2.

$$2 \times 1 \text{ mol O} = 2 \text{ mol O}$$

اضرب مولات O في 2.

أبسط نسبة عدديّة صحيحة للمولات هي $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$ ، إذن الصيغة الأولية هي $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$.

احسب كتلة الصيغة الأولية باستعمال الكتلة المولية لكل عنصر.

$$2 \text{ mol C} \times \frac{12.01 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} = 24.02 \text{ g C}$$

اضرب الكتلة المولية للكربون في عدد مولات ذراته.

$$3 \text{ mol H} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} = 3.024 \text{ g H}$$

اضرب الكتلة المولية للهيدروجين في عدد مولات ذراته.

$$2 \text{ mol O} \times \frac{16.00 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}} = 32.00 \text{ g O}$$

اضرب الكتلة المولية للأكسجين في عدد مولات ذراته.

$$\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2 = 32.0 \text{ g} + 3.024 \text{ g} + 24.02 \text{ g} = 59.04 \text{ g/mol}$$

اجمع كتل العناصر.

لتحديد قيمة ن اقسم الكتلة المولية لحمض السكسنیک على كتلة الصيغة الأولیة.

$$n = \frac{\text{الكتلة المولية لحمض السكسنیک}}{\text{الكتلة المولية لـ C}_2\text{H}_3\text{O}_2} = \frac{118.1 \text{ g/mol}}{59.04 \text{ g/mol}}$$

اضرب الأرقام في الصيغة الأولیة في 2 لتحصل على الصيغة الجزئیة.

$$\text{الصيغة الجزئیة} = (\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2) \times 2 = \text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4$$

3 تقویم الإجابة

الكتلة المولية للصيغة الجزئیة التي تم التوصل إليها هي الكتلة المولية نفسها المحددة تجربیاً للمركب.

مثال 5-13

حساب الصيغة الأولیة من خلال الكتلة يُعد معدن الإلمنیت أحد الخامات الرئیسية لاستخراج التیتانیوم. وعند تحلیل عینة منه وجد أنها تحوي 5.41 g من الحديد، و 4.64 g من التیتانیوم، و 4.65 g من الأكسجين. حدد الصيغة الأولیة لهذا المعدن.

1 تحلیل المسألة

لديك كتل العناصر التالیة في كتلة معینة من المعدن، والمطلوب حساب الصيغة الأولیة له. لذا حول العناصر كلها إلى مولات، ثم أوجد أبسط نسبة صحيحة لمولات هذه العناصر.

المطلوب	المعطیات
الصيغة الأولیة = ?	كتلة الحديد = 5.41 g
	كتلة التیتانیوم = 4.64 g
	كتلة الأكسجين = 4.65 g

2 حساب المطلوب

حول الكتل المعروفة إلى مولات بالضرب في معامل التحويل الذي يربط المولات بالجرامات - مقلوب الكتلة المولية.

$$5.41 \text{ g Fe} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{55.85 \text{ g Fe}} = 0.0969 \text{ mol Fe}$$

عوض كتلة الحديد، ومقلوب الكتلة المولية، وأوجد عدد المولات.

$$4.64 \text{ g Ti} \times \frac{1 \text{ mol Ti}}{47.88 \text{ g Ti}} = 0.0969 \text{ mol Ti}$$

عوض كتلة التیتانیوم، ومقلوب الكتلة المولية، وأوجد عدد المولات.

$$4.65 \text{ g O} \times \frac{1 \text{ mol O}}{16.00 \text{ g O}} = 0.291 \text{ mol O}$$

عوض كتلة الأكسجين، ومقلوب الكتلة المولية، وأوجد عدد المولات.

إذا كانت النسبة المولية لمعدن الإلمنیت هي: (0.0969 mol Fe) : (0.0969 mol Ti) : (0.291 mol O) فاقسم كل قيمة مولية على أصغر قيمة في النسبة (0.0969) لتحصل على أبسط نسبة مولية.

أبسط نسبة مولية هي (1 mol Fe) : (1 mol Ti) : (3 mol O). ولأن جميع القيم المولية أعداد صحيحة، إذن الصيغة الأولیة للإلمنیت هي FeTiO_3 .

3 تقويم الإجابة

كتلة الحديد أكبر قليلاً من كتلة التيتانيوم، والكتلة المولية للحديد أكبر قليلاً من الكتلة المولية للتيتانيوم أيضاً . وهذا من المنطقي أن يكون عدد مولات الحديد مساوياً لعدد مولات التيتانيوم . كما أن كتلة التيتانيوم مساوية تقريباً لكتلة الأكسجين، ولكن الكتلة المولية للأكسجين هي نحو ثلث الكتلة المولية للتيتانيوم . لذا فإن النسبة 3 إلى 1 أكسجين إلى تيتانيوم معقولة .

مسائل تدريبية

62. وجد أن مركباً يحتوي على C 49.98 g و H 10.47 g . فإذا كانت الكتلة المولية للمركب 58.12 g/mol ، فما صيغته الجزيئية؟

63. سائل عديم اللون يتكون من 46.68% نيتروجين و 53.32% أكسجين، وكتلته المولية 60.01 g/mol ، فما صيغته الجزيئية؟

64. عند تحليل أكسيد البوتاسيوم، نتج K 19.55 g، و O 4.00 g، فما الصيغة الأولية للأكسيد؟

65. تحفيز عند تحليل مادة كيميائية تستعمل في سائل تظهير الأفلام الفوتوغرافية تم التوصل إلى بيانات التركيب النسبي المئوي الموضحة في الشكل المجاور . فإذا كانت الكتلة المولية للمركب 110.0 g/mol ، فما الصيغة الجزيئية له؟

66. تحفيز عند تحليل مسكن الآلام المعروف (المورفين) تم التوصل إلى البيانات المبينة في الجدول أدناه . فما الصيغة الأولية للمورفين؟

العنصر	الكتلة (g)
نيتروجين	1.228
أكسجين	4.225
هيدروجين	1.680
كربون	17.900

67. **الغدراة الرئيسية** قوم إذا أخبرك أحد زملائك أن النتائج التجريبية تبين أن الصيغة الجزيئية لمركب تساوي صيغته الأولية 2.5 مرة، فهل إجابته صحيحة؟ فسر ذلك .

68. احسب نتج عن تحليل مركب يتكون من الحديد والأكسجين، Fe 174.86 g و O 75.14 g . فما الصيغة الأولية لهذا المركب؟

69. احسب يحتوي أكسيد الألومنيوم على Al 0.545 g و O 0.485 g . ما الصيغة الأولية للأكسيد؟

70. وضّح كيف ترتبط بيانات التركيب النسبي المئوي لمركب بكتل العناصر في ذلك المركب؟

71. وضّح كيف تجد النسبة المولية في مركب كيميائي؟

72. طبق الكتلة المولية لمركب هي ضعف صيغته الأولية، فكيف ترتبط صيغته الجزيئية بصيغته الأولية؟

73. حلّ المهايت (Fe_2O_3) والماجنتيت (Fe_3O_4) خامان يستخرج منها الحديد . فما هي نسبة أعلى من الحديد لكل كيلو جرام؟

ال滂وم 5-4

الخلاصة

النسبة المئوية بالكتلة للعنصر

تساوي نسبة كتلة العنصر إلى الكتلة الكلية للمركب .

تمثل الأرقام في الصيغة الأولية أصغر نسبة عدديّة صحيحة لمولات العناصر في المركب .

تمثل الصيغة الجزيئية العدد الفعلي للذرات من كل عنصر في جزيء من المادة .

الصيغة الجزيئية هي مضاعف صحيح للصيغة الأولية .

صيغ الأملاح المائية Formulas of Hydrates

الأهداف

- توضيح المقصود بالملح المائي وترتبط اسمه بتركيبته.
- تحديد صيغة ملح مائي من البيانات المختبرية.

مراجعة المفردات

الشبكة البلورية : الترتيب الهندسي الثلاثي الأبعاد للجسيمات.

المفردات الجديدة

الملح المائي

تسمية الأملاح المائية Naming Hydrates

هل رأقت يوماً بلورات تكون بطيء من محلول مائي؟ تلتصق جزيئات الماء أحياناً بالأيونات خلال تكون المادة الصلبة. وتسمى جزيئات الماء التي تصبح جزءاً من البلورة ماء التبلور. وتُسمى المواد الأيونية الصلبة التي تحتجذب فيها جزيئات ماء أملاحاً مائية. **الملح المائي** مركب يحتوي على عدد معين من جزيئات الماء المرتبطة بذراته. وبين الشكل 16-5 الحجر الكريم الجميل المعروف بالأوبال، وهو ثانوي أكسيد السليكون المائي (SiO_2) الذي يحتوي على ماء. والألوان الفريدة ناتجة عن وجود الماء في المعدن.

يكتب في صيغة الملح المائي عدد جزيئات الماء المرتبطة بوحدة الصيغة للمركب تالياً لنقطة، مثل $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. ويُسمى هذا المركب كلوريد الكوبالت (II) سداسي الماء (أي يحتوي على 6 جزيئات ماء). وتدخل كتلة جزيئات الماء المرتبطة بوحدة الصيغة في حساب الكتلة المولية. وتحتختلف عدد جزيئات ماء التبلور من ملح إلى آخر، وبين الجدول 1-5 بعض الأملاح المائية الشائعة.

الجدول 1-5 صيغ الأملاح المائية

الاسم	الصيغة	عدد جزيئات الماء	المقطع
إكسالات الأمونيوم أحادية الماء.	$(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	1	أحادي
كلوريد الكالسيوم ثانوي الماء.	$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	2	ثانوي
أسيتات الصوديوم ثلاثة الماء	$\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	3	ثلاثي
فوسفات الحديد (III) رباعية الماء.	$\text{FePO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	4	رباعي
كبريتات النحاس (II) خماسية الماء	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	5	خماسي
كلوريد الكوبالت سداسي الماء	$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	6	سداسي
كبريتات الماغنسيوم سباعية الماء.	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	7	سباعي
هيدروكسيد الباريوم ثمانى الماء.	$\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	8	ثمانى
كربونات الصوديوم عشارية الماء	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	10	عشاري

الشكل 16-5 إن وجود الماء وشوائب المعادن المختلفة يفسران الت النوع الكبير لأحجار الأوبال الكريمية. وتحدث تغيرات أخرى في اللون عندما يجف.





كلوريد الكوبالت (II) اللامائي أزرق

يمكن تسخين الملح المائي لطرد ماء التبلور

كلوريد الكوبالت (II) سداسي الماء الزهري

الشكل 17-5 يمكن إزالة ماء التبلور بتسخين الملح المائي، لتكوين ملح لا مائي قد يبدو مختلفاً جدًا عن الملح المائي.

تحليل الأملاح المائية Analyzing a Hydrates

عند تسخين ملح مائي، تُطرد جزيئات الماء تاركة وراءها الملح اللامائي. انظر **الشكل 17-5**، حيث توضح سلسلة الصور أنه عند تسخين كلوريد الكوبالت (II) السداسي الماء الزهري اللون، ينتج كلوريد الكوبالت (II) اللامائي الأزرق اللون.

كيف يمكنك تحديد صيغة ملح مائي؟ يجب أن تحسب عدد مولات الماء المرتبطة بمول واحد من الملح المائي. افترض أن لديك عينة مكونة من 5.00 g من كلوريد الباريوم المائي. ولأنك تعرف أن صيغة الملح هي $\text{BaCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ، فإنه يجب أن تحدد قيمة x ، وهي معامل H_2O في صيغة الملح المائي، والتي تشير إلى عدد مولات جزيئات الماء المرتبطة بمول واحد من BaCl_2 . وحتى تجد قيمة x ، يجب أن تسخن العينة للتخلص من ماء التبلور. وافترض أنك بعد تسخينها وجدت أن كتلة الملح اللامائي BaCl_2 هي 4.26 g.

إذن كتلة ماء التبلور تساوي الفرق بين كتلة الملح المائي (5.00 g) وكتلة الملح اللامائي (4.26 g).

$$5.00 \text{ g} - 4.26 \text{ g} = 0.74 \text{ g H}_2\text{O}$$

وبعد أن عرفت كتلة كل من BaCl_2 و H_2O في العينة، يمكنك تحويل هذه الكتل إلى مولات باستعمال الكتلة المولية. الكتلة المولية لـ BaCl_2 هي 208.23 g/mol، وللماء 18.02 g/mol.

$$4.26 \text{ g BaCl}_2 \times \frac{1 \text{ mol BaCl}_2}{208.23 \text{ g BaCl}_2} = 0.0205 \text{ mol BaCl}_2$$

$$0.74 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18.02 \text{ g H}_2\text{O}} = 0.041 \text{ mol H}_2\text{O}$$

$$x = \frac{\text{mol H}_2\text{O}}{\text{mol BaCl}_2} = \frac{0.041 \text{ mol H}_2\text{O}}{0.0205 \text{ mol BaCl}_2} = \frac{2.0 \text{ mol H}_2\text{O}}{1.00 \text{ mol BaCl}_2} = \frac{2}{1}$$

إذن نسبة مولات H_2O إلى مولات BaCl_2 هي 2 إلى 1، لذا فإن 2 mol H_2O ترتبط بـ 1 mol BaCl_2 .

أيُّ أنْ قيمة المعامل x هي 2، وصيغة الملح المائي هي $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. ما اسم هذا الملح؟

ماذا قرأت؟ فسر لماذا تستعمل النقطة في صيغة الملح المائي؟



مثال 14-5

تحديد صيغة الملح المائي وضعت عينة من كبريتات النحاس المائية الزرقاء $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ كتلتها 2.50 g في جفنة وسُخّنت. وباقي بعد التسخين 1.59 g من كبريتات النحاس اللامائية البيضاء CuSO_4 . ما صيغة الملح المائي؟ وما اسمه؟

1 تحليل المسألة

لقد أعطيت كتلة كبريتات النحاس المائية، وكبريتات النحاس اللامائية. كما أنك تعرف صيغة المركب ما عدّا قيمة x ، وهي معامل H_2O في صيغة الملح المائي، والتي تشير إلى عدد مولات ماء التبلور.

المطلوب

صيغة الملح المائي = ?

اسم الملح المائي = ?

المعطيات

كتلة الملح المائي $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ = 2.50 g

كتلة الملح اللامائي CuSO_4 = 1.59 g

الكتلة المولية لـ H_2O = 18.02 g/mol

الكتلة المولية لـ CuSO_4 = 159.6 g/mol

2 حساب المطلوب

حدد كتلة الماء المفقود

كتلة الماء المفقود = كتلة الملح المائي - كتلة الملح اللامائي

2.50 g - 1.59 g = 0.91 g

اطرح كتلة الملح اللامائي CuSO_4 من كتلة الملح المائي $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$

حول الكتلة المعلومة للماء والملح المائي إلى مولات مستعملاً معامل التحويل الذي يربط المولات بالكتلة - مقلوب الكتلة المولية.

$$1.59 \text{ g CuSO}_4 \times \frac{1 \text{ mol CuSO}_4}{159.6 \text{ g CuSO}_4} = 0.00996 \text{ mol CuSO}_4$$

احسب عدد مولات CuSO_4 بالتعويض بقيمة كتلة CuSO_4 مضروباً في مقلوب الكتلة المولية.

$$0.91 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18.02 \text{ g H}_2\text{O}} = 0.05 \text{ mol H}_2\text{O}$$

احسب عدد مولات H_2O ، بالتعويض بقيمة كتلة H_2O مضروباً في مقلوب الكتلة المولية.

$$x = \frac{\text{mol H}_2\text{O}}{\text{mol CuSO}_4}$$

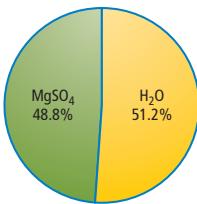
$$x = \frac{0.050 \text{ mol H}_2\text{O}}{0.00996 \text{ mol CuSO}_4} \approx \frac{5 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol CuSO}_4} = 5$$

احسب أبسط نسبة عدديّة بالتعويض بعدد مولات H_2O ، وعدد مولات CuSO_4 .

إذن، صيغة الملح المائي هي $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ، واسمها كبريتات النحاس (II) الخامسة الماء.

3 تقويم الإجابة

كبريتات النحاس (II) الخامسة الماء، ملح شائع، ومدون في الجدول 1-5.



74. يظهر في الشكل المجاور تركيب أحد الأملاح المائية. فما صيغة هذا الملح المائي؟ وما اسمه؟
75. تحضير سخن عينة كتلتها 11.75 g من ملح مائي شائع لكلوريد الكوبالت II. ويقي بعده التسخين 0.0712 mol من كلوريد الكوبالت اللامائي. ما صيغة هذا الملح المائي؟ وما اسمه؟



الشكل 18-5 يجفف كلوريد الكالسيوم الهواء من جزيئات الماء. كما يستعمل في المختبر في حفظ المواد الكيميائية من رطوبة الجو.

استعمالات الأملاح المائية

لالأملاح المائية استعمالات مهمة في مختبر الكيمياء. فكلوريد الكالسيوم يكون ثلاثة أملاح مائية: أحادي الماء، وثنائي الماء، وسداسي الماء. ويوضع كلوريد الكالسيوم اللامائي في قعر أو عية محكمة الإغلاق تسمى المجففات، كما في الشكل 18-5؛ حيث يقوم بامتصاص الرطوبة من الهواء في داخل المجفف، ويصنع جواً جافاً مناسباً لحفظ المواد. وتضاف كبريتات الكالسيوم أحياناً إلى المذيبات العضوية كالإيثانول والإيثيل إيثر للحفظ عليها خالية من الماء.

إن قدرة الملح اللامائي على امتصاص الماء له أيضاً بعض التطبيقات التجارية. فالمعدات الإلكترونية والبصرية، وبخاصة تلك التي تُشحن عبر البحار، غالباً ما تُعبأ مع أكياس من المجففات التي تمنع تأثير الرطوبة في الدوائر الإلكترونية الدقيقة. وتستعمل بعض الأملاح المائية مثل كبريتات الصوديوم المائية ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) لخزن الطاقة الشمسية. فعندما تُسخن الشمس الملح المائي إلى أكثر من 32°C تذوب Na_2SO_4 في مولات ماء التبلور العشرة، وخلال ذلك يمتص الملح المائي الطاقة، وهذه الطاقة تنطلق عندما تنخفض درجة الحرارة ويتبلور الملح المائي ثانية.

التقويم 5-5

76. الفكرة **الرئيسية** وضع تركيب الملح المائي.
77. سم المركب الذي صيغته $\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.
78. صف الخطوات العملية لتحديد صيغة الملح المائي معللاً كل خطوة.
79. طبق يحتوي ملح مائي على 0.050 mol من الماء لكل 0.00998 mol من المركب الأيوني. اكتب صيغة عامة للملح المائي.
80. احسب كتلة ماء التبلور إذا فقد ملح مائي 0.025 mol من الماء عند تسخينه.
81. رب الأملاح المائية التالية تصاعدياً بحسب تزايد النسبة المئوية للماء فيها:
 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
82. طبق فسر كيف يمكن استعمال الملح المائي في الشكل 17-5 بوصفه طريقة تجريبية لتحديد احتمال سقوط المطر؟

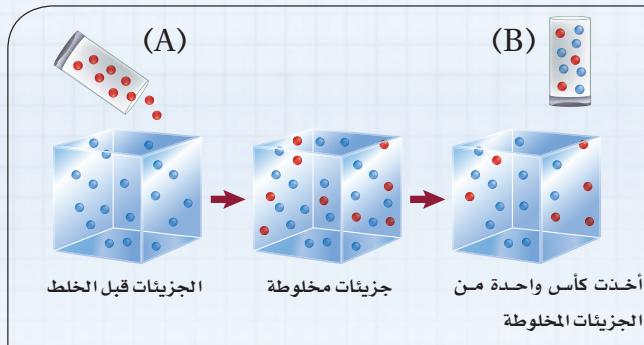
الخلاصة

- تكون صيغة الملح المائي من صيغة المركب الأيوني وعدد جزيئات ماء التبلور المرتبطة بوحدة الصيغة.
- يتكون اسم الملح المائي من اسم المركب متبوعاً بقطع يدل على عدد جزيئات الماء المرتبطة بمول واحد من المركب.
- يتكون الملح اللامائي عند تسخين الملح المائي.

الكيمياء والحياة

التاريخ في كأس ماء

هل تتذكر آخر كأس ماء تناولته؟ قد يبدو غير قابل للتصديق أن نقول إن تلك الكأس تحتوي على جزيئات ماء قد تناولها من قبل المتبني مثلاً، أو أينشتاين، أو جان دارك..! كيف يمكن لكأسين من الماء في زمين مختلفين أن تحويا بعض الجزيئات نفسها؟ يروي لنا القصة عدد أفوجادرو والحسابات المولية.



الشكل 1 جزيئات الماء من الكأس (A) (الحمراء) تصب في حاوية تتسع لكل جزيئات الماء على الأرض (الزرقاء). والكأس (B) المأخوذة من الوعاء تحتوي على عدد صغير من جزيئات الماء التي كانت في الكأس الأولى.

الحاوية العملاقة افترض أن الماء كله الذي على الأرض يخزن في حاوية واحدة مكعبية الشكل، فإنها ستكون حاوية عملاقة طول ضلعها 1100 Km. وتخيل أنك ملأت كأس ماء من هذه الحاوية، ثم أعدته إليها، وانتظرت لينتظر الماء تماماً، ثم ملأت الكأس مرة أخرى، فهل ستكون جزيئات الماء في الكأس الأولى موجودة في الكأس الثانية؟

كما هو موضح في الشكل 1، من المرجح أن تشتراك الكأسان في عدد من جزيئات الماء. لماذا؟ لأن عدد جزيئات الماء في الكأس أكثر ألف مرة من عدد الكؤوس في الحاوية. وبهذا المعدل فإن الكأس الثانية ستحتوي على 1000 جزيء ماء تقريباً كانت في الكأس الأولى.

قوة الأرقام الكبيرة فكّر في كمية الماء التي مرت في جسم المتبني أو أينشتاين أو جان دارك، خلال حياتهم - وهي أكبر كثيراً من كأس واحدة - مفترضاً أن جزيئات الماء اخترطت بالتساوي في حجم الماء كاملاً على الأرض. يمكنك أن تستوعب لماذا يجب أن تحتوي كأس الماء على بعض هذه الجزيئات.

هل تتذكر آخر كأس ماء تناولته؟ قد يبدو غير قابل للتصديق أن نقول إن تلك الكأس تحتوي على جزيئات ماء قد تناولها من قبل المتبني مثلاً، أو أينشتاين، أو جان دارك..! كيف يمكن لكأسين من الماء في زمين مختلفين أن تحويا بعض الجزيئات نفسها؟ يروي لنا القصة عدد أفوجادرو والحسابات المولية.

المحيطات والمولات الكتلة الكلية للماء في المحيطات وغيرها تقارب 1.4×10^{24} g. أما الكأس فتحتوي على 230 g من الماء. وباستخدام هذه البيانات يمكنك حساب العدد الكلي للكؤوس الماء المتوفرة للشرب على الأرض، والعدد الكلي لجزيئات الماء في هذه الكؤوس.

من المعروف أن كتلة مول واحد من الماء تساوي 18 g، وباستخدام تحويل الوحدات يمكنك تحويل جرامات الماء في الكأس إلى مولات.

$$\frac{230 \text{ g H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}}$$

$$= 13 \text{ mol H}_2\text{O}$$

ثم تحويل هذه المولات إلى جزيئات باستخدام عدد أفوجادرو.

$$\frac{13 \text{ mol H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} \times \frac{6 \times 10^{23} \text{ جزيء ماء}}{1 \text{ كأس}} = 8 \times 10^{24} \text{ جزيء ماء لكل كأس}$$

كما يمكنك حساب عدد الكؤوس الماء المتوفرة للشرب على النحو التالي:

$$1.4 \times 10^{24} \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ كأس ماء}}{230 \text{ g H}_2\text{O}} = 6 \times 10^{21} \text{ كأس ماء}$$

إذن يوجد $10^{24} \times 8$ جزيء في كأس واحدة من الماء.

الكتابة في الكيمياء

قدّر يمكن استخدام طريقة التقدير المتبعة في هذه المقالة في إجراء أنواع أخرى من الحسابات. لذا استخدم هذه الطريقة لتقدير الكتلة الكلية للطلاب في مدرستك.

تحديد صيغة الأملاح المائية



10. قس كتلة البوتجة والغطاء وكبريتات الماغنسيوم.
 11. دون ملاحظاتك حول ملح كبريتات الماغنسيوم اللامائي.
 12. التنظيف والتخلص من النفايات تخلص من ملح كبريتات الماغنسيوم اللامائي كما يطلب إليك معلمك، ثم أعد أدوات المختبر جميعها إلى أماكنها المناسبة، ونظف مكان العمل جيداً.
- حل واستنتاج**
1. احسب استعمال البيانات التجريبية لحساب صيغة ملح كبريتات الماغنسيوم المائي.
 2. لاحظ واستنتاج قارن بين مظهر بلورات كبريتات الماغنسيوم المائية والأملاح المائية؟
 3. استنتاج لماذا قد تكون الطريقة المستخدمة في المختبر غير مناسبة لتحديد ماء التبلور في الأملاح المائية؟
 4. تحليل الخطأ إذا كانت صيغة الملح المائي $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ، فما نسبة الخطأ في الصيغة الكيميائية $MgSO_4$ ؟ ما مصادر الخطأ المحتملة؟ ما خطوات العمل التي من الممكن تعديلها للتقليل من الخطأ؟
 5. توقع ما الذي يمكن أن يحدث للملح اللامائي إذا ترك دون غطاء طوال الليل؟

التوسيع في الاستقصاء

صمم تجربة لاختبار ما إذا كان مركب مائيّاً (يحتوي على ماء تبلور) أو لا مائيّاً.

الخلفية النسبة بين عدد مولات الماء وعدد مولات المركب في الأملاح المائية عدد صحيح صغير. ويمكن تحديد هذه النسبة بتسخين محلول المائي لإزالة الماء.

سؤال كيف يمكنك تحديد عدد مولات الماء في مول واحد من الملح المائي؟

المواد والأدوات الالزمة

ميزان	لهب بنزن
حامل معدني وحلقة	ملح $MgSO_4$ المائي
ملعقة	بوتجة ذات غطاء
ولاعة أو علبة كبريت	مثليث خزفي
ملقط البوتجة	ملقط البوتجة

إجراءات السلامة



تحذير: أطفئ لهب بنزن عند الانتهاء من استعماله. تعامل بحذر مع البوتجة والغطاء والمثليث الخزفي لأنها ساخنة وقد تحرق الجلد. لا تستنشق الروائح؛ لأنها تسبب الضرر للجهاز التنفسى.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. صمم جدولًا لتدوين البيانات.
3. أوجد كتلة البوتجة وغطائها إلى أقرب g.
4. ضع 3 g من $MgSO_4$ المائي في البوتجة، ثم قس كتلته مع البوتجة وغطائها إلى أقرب g.
5. دون ملاحظاتك حول الملح المائي.
6. ضع المثليث الخزفي فوق حلقة الحامل؛ بحيث يكون فوق لهب بنزن مباشرة، دون أن تشعل اللهب.
7. ضع البوتجة على المثليث بحذر، ثم ضع الغطاء فوقها بحيث يكون مائلاً قليلاً.
8. ابدأ التسخين بلهب خفيف، ثم زد شدة اللهب تدريجياً مدة 10 دقائق ثم أطفئ اللهب.
9. ارفع البوتجة عن اللهب باستعمال المقطط بحذر، وقم برفع الغطاء عنها باستعمال المقطط أيضاً، ودعها تبرد.

دليل مراجعة الفصل

5

الفكرة **العامة** المول يمثل عدداً كبيراً من الجسيمات المتناهية في الصغر، ويستعمل في حساب كميات المواد.

1-5 قياس المادة

المفاهيم الرئيسية

- المول وحدة تستخدم لعدّ جسيمات المادة بشكل غير مباشر. المول الواحد من المادة النقيّة يحتوي على عدد أفوجادرو من الجسيمات.
- الجسيمات الممثلة تشمل الذرات، والأيونات، والجزئيات، ووحدات الصيغ الكيميائية، والإلكترونات، وجسيمات أخرى مشابهة.
- المول الواحد من ذرات $C-12$ له كتلة مقدارها 12 g تماماً.
- يمكن استخدام عوامل التحويل المكتوبة من علاقة عدد أفوجادرو للتحويل بين المولات وعدد الجسيمات.

الفكرة **الرئيسة** يستعمل الكيميايون المول لعدّ الذرات، والأيونات، والجزئيات، ووحدات الصيغ الكيميائية.

المفردات

- المول
- عدد أفوجادرو

2-5 الكتلة والمول

المفاهيم الرئيسية

- تسمى كتلة المول الواحد بالجرامات من أي مادة نقيّة الكتلة المولية.
- الكتلة المولية لأي عنصر تساوي عددياً كتلته الذرية.
- الكتلة المولية لأي مادة هي كتلة عدد أفوجادرو من الجسيمات لهذه المادة.
- تستعمل الكتلة المولية للتحويل من المولات إلى الكتلة، ويستعمل مقلوب الكتلة المولية للتحويل من الكتلة إلى المولات.

الفكرة **الرئيسة** يحتوي المول على العدد نفسه من الجسيمات دائماً، غير أنّ مولات المواد المختلفة لها كتل مختلفة.

المفردات

- الكتلة المولية

3-5 مولات المركبات

المفاهيم الرئيسية

- تدل الأرقام في الصيغ الكيميائية على عدد مولات كل عنصر في مول واحد من المركب.
- تحسب الكتلة المولية للمركب بحساب الكتل المولية لجميع العناصر في المركب.
- عوامل التحويل المبينة على الكتلة المولية للمركب تستعمل للتحويل بين مولات المركب وكتلته.

الفكرة **الرئيسة** يمكن حساب الكتلة المولية للمركب من خلال صيغته الكيميائية، كما يمكن استعمال هذه الكتلة المولية للتحويل بين الكتلة والمولات للمركب نفسه.

4-5 الصيغة الأولية والصيغة الجزئية

المفاهيم الرئيسية

الفكرة **الرئيسة** الصيغة الجزئية لمركب

ما هي مضاعف عددي صحيح لصيغته الأولية.

- النسبة المئوية بالكتلة للعنصر تساوي نسبة كتلة العنصر إلى الكتلة الكلية للمركب.
- تمثل الأرقام في الصيغة الأولية أصغر نسبة عددية صحيحة لمولات العناصر في المركب.
- تمثل الصيغة الجزئية العدد الفعلي للذرات من كل عنصر في جزيء من المادة.
- الصيغة الجزئية هي مضاعف صحيح لصيغة الأولية.

المفردات

- التركيب النسبي المئوي
- الصيغة الأولية
- الصيغة الجزئية

5-5 صيغ الأملاح المائية

المفاهيم الرئيسية

الفكرة **الرئيسة** الأملاح المائية مركبات

أيونية صلبة فيها جزيئات ماء متحزة.

- ت تكون صيغة الملح المائي من صيغة المركب الأيوني وعدد جزيئات ماء التبلور المرتبطة بوحدة الصيغة.
- يتكون اسم الملح المائي من اسم المركب متبعاً بقطع يدل على عدد جزيئات الماء المرتبطة بمول واحد من المركب.
- يتكون الملح اللامائي عند تسخين الملح المائي.

المفردات

- الملح المائي



5-1

اتقان المفاهيم

.91. إذا استطعت عدّ ذرتين في كل ثانية، فكم سنة تحتاج لعد مول واحد من الذرات؟

5-2

اتقان المفاهيم

.92. وضح الفرق بين الكتلة الذرية والكتلة المولية.

.93. أيهما يحوي ذرات أكثر: مول واحد من الفضة، أم مول واحد من الذهب؟ فسر إجابتك.

.94. أيهما أكبر كتلة: مول واحد من الصوديوم أم مول واحد من البوتاسيوم؟ فسر إجابتك.

.95. وضح كيف تحول عدد ذرات عنصر إلى كتلة؟

.96. ناقش العلاقات بين المول، والكتلة المولية، وعدد أفوجادرو.

اتقان حل المسائل

.97. احسب كتلة كل مما يلي:

5.22 mol He .a

2.22 mol Ti .b

0.0455 mol Ni .c

.98. أجر التحويلات الآتية:

3.5 mol Li .a إلى جرامات.

7.65 g Co .b إلى مولات.

5.65 g Kr .c إلى مولات.

.99. ما كتلة العنصر بالجرامات في كل مما يأتي؟

1.33×10^{22} mol Sb .a

4.75×10^{14} mol Pt .b

1.22×10^{23} mol Ag .c

9.85×10^{24} mol Cr .d

.83. ما القيمة العددية لعدد أفوجادرو؟

.84. كم ذرة في مول واحد من البوتاسيوم؟

.85. ما أهمية وحدة المول للكيميائي؟

.86. وضح كيف يستخدم عدد أفوجادرو عامل تحويل؟

اتقان حل المسائل

.87. احسب عدد الجسيمات في كل من:

0.25 mol Ag .a

8.56×10^{-3} mol NaCl .b

35.3 mol CO₂ .c

0.425 mol N₂ .d

.88. ما عدد الجزيئات في كل من المركبات الآتية؟

1.35 mol CS₂ .a

0.254 mol As₂O₃ .b

1.25 mol H₂O .c

150.0 mol HCl .d

.89. احسب عدد المولات في كل مما يلي:

3.25×10^{20} ذرة من الرصاص. .a

4.96×10^{24} جزيء من الجلوكوز. .b

.90. أجر التحويلات الآتية:

1.51×10^{15} ذرة من Si إلى مولات. .a

4.25×10^{-2} mol H₂SO₄ إلى جزيئات. .b

8.95×10^{25} جزيء من CCl₄ إلى مولات. .c

5.90 mol Ca إلى ذرات. .d

108. ما عدد مولات كل من الصوديوم والفوسفور والأكسجين في صيغة فوسفات الصوديوم Na_3PO_4 ؟

109. لماذا يمكن استعمال الكتلة المولية عامل تحويل؟

110. اكتب ثلاثة عوامل تحويل تستعمل في التحويلات المولية.

111. أي المركبات التالية يحتوي على العدد الأكبر من مولات الكربون لكل مول من المركب: حمض الأسكوربيك $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ ، أم الجلسرين $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ ، أم الفنالين $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_3$ ؟ فسر إجابتك.

إتقان حل المسائل

112. كم مولاً من الأكسجين في كل مركب مما يلي؟

2.5 mol KMnO_4 .a

45.9 mol CO_2 .b

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 1.25 $\times 10^2$ mol .c

113. كم جزيء CCl_4 ، وكم ذرة C ، وكم ذرة Cl ، في 3 mol CCl_4 وما عدد الذرات الكلية؟

114. احسب الكتلة المولية لكل مركب مما يلي:

.a. حمض النيتريك HNO_3

.b. أكسيد الزنك ZnO

115. كم مولاً في 100 g من CH_3OH ؟

116. ما كتلة 1.25×10^2 mol من $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ؟

117. الحفر على الزجاج يستعمل حمض الهيدروفلوريك HF للحفر على الزجاج. ما كتلة 4.95×10^{25} جزيء من HF ؟

118. احسب عدد الجزيئات في 47.0 g من $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.

119. كم مولاً من الحديد يمكن استخراجه من 100.0 kg من الماجنتيت Fe_3O_4 ؟

100. أكمل الجدول 2-5:

الجدول 2-5 بيانات الكتلة، والمول، والذرات

الذرات	المولات	الكتلة
	3.65 mol Mg	
		29.54 g Cr
3.54×10^{25} ذرة من P		
	0.568 mol As	

101. حول عدد الذرات فيما يلي إلى جرامات:

.a. 8.65×10^{25} ذرة من H.

.b. 1.25×10^{22} ذرة من O.

102. احسب عدد الذرات في كل عنصر مما يلي:

.a. 0.034 g Zn

.b. 0.124 g Mg

103. رتب تصاعدياً بحسب عدد المولات:

4.25 mol Ar ، Ne 3.00×10^{24} ذرة من

.65.96 g Kr ، Xe 2.69×10^{24} ذرة من

104. أيهما يحوي ذرات أكثر: 10.0 g Ca، 10.0 g C، أم

وكم ذرة يحوي كل عنصر منها؟

105. أيهما يحتوي على أكبر عدد من الذرات

أم 10.0 mol Ca

106. خليط مكون من 0.250 mol Fe و 1.20 mol C، ما عدد الذرات الكلية في هذا الخليط؟

5-3

إتقان المفاهيم

107. ما المعلومات التي يمكنك الحصول عليها من صيغة

كرمات البوتاسيوم K_2CrO_4 ؟

131. ما الصيغة الأولية للمركب الذي يحتوي على 5.10 g N , 4.38 g C , و 10.52 g Ni

5-5

إتقان المفاهيم

132. ما الملح المائي؟ وضح إجابتك بمثال.

133. وضح كيف تسمى الأملاح المائية؟

134. المجففات لماذا توضع المجففات مع الأجهزة الإلكترونية في صناديق حفظها؟

135. اكتب صيغة كل ملح من الأملاح المائية التالية:

a. كلوريد النيكل (II) سداسي الماء.

b. كربونات الماغنيسيوم خماسي الماء.

إتقان حل المسائل

136. يحتوي الجدول 3-5 على بيانات تجريبية لتحديد صيغة كلوريد الباريوم المائي. أكمل الجدول وحدد صيغته واسمها.

الجدول 3-5 بيانات

$\text{BaCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$	
21.30 g	كتلة البوتقة الفارغة
31.35 g	كتلة الملح المائي + البوتقة
	كتلة الملح المائي
29.87 g	كتلة الملح + البوتقة بعد التسخين مدة 5 دقائق
	كتلة الملح اللامائي

137. تكون نترات الكروم (III) ملحًا مائيًا يحتوي على 40.50% من كتلته ماء. ما الصيغة الكيميائية للمركب؟

138. حدد التركيب النسبي المائي لـ $\text{MgCO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ، ومثل التركيب النسبي برسم بياني دائري.

139. سخنت عينة كتلتها 1.628 g من ملح يوديد الماغنيسيوم المائي حتى تبخر الماء منها تماماً، فأصبحت كتلتها 1.072 g بعد التسخين. ما صيغة الملح المائي؟

120. الطبخ يحتوي الخل المستعمل في الطبخ على 5% من حمض الخل CH_3COOH . فكم جزيئاً من الحمض يوجد في 25.0 g من الخل؟

121. احسب عدد ذرات الأكسجين في 25.0 g من CO_2 .

5-4

إتقان المفاهيم

122. ما المقصود بالتركيب النسبي المائي؟

123. ما المعلومات التي يجب أن يحصل عليها الكيميائي لتحديد الصيغة الأولية لمركب ما؟

124. ما المعلومات التي يجب توافرها للكيميائي ليحدد الصيغة الجزيئية لمركب؟

125. ما الفرق بين الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية؟ أعط أمثلة على ذلك.

126. متى تكون الصيغة الأولية هي الصيغة الجزيئية نفسها؟

127. هل كل العينات النقيّة لمركب معين لها التركيب النسبي المائي نفسه؟ فسر إجابتك.

إتقان حل المسائل

128. الحديد هناك ثلاثة مركبات طبيعية للحديد، هي: البايريت FeS_2 , والهيمايت Fe_2O_3 , والسيديريات FeCO_3 . أيها يحتوي على أعلى نسبة من الحديد؟

129. احسب التركيب النسبي المائي لكل مركب مما يلي:

a. السكروز $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$

b. الماجنتيت Fe_3O_4

130. حدد الصيغة الأولية لكل مركب مما يلي:

a. الإيثيلين C_2H_4

b. حمض الأسكوربيك $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$

c. النفالين C_{10}H_8

تقويم إضافي

الكتابة في الكيمياء

147. الغاز الطبيعي هي درات الغاز الطبيعي هي مركبات كيميائية متبلورة (Clathrate hydrate). ابحث في هذه المركبات وأعد نشرة تعليمية عنها للمستهلكين. يجب أن تناقش هذه النشرة تركيب هذه المركبات، ومكان وجودها، وأهميتها للمستهلكين، والآثار البيئية لاستخدامها.

أسئلة المستندات

148. يشتمل الجدول 4-5 على بيانات عن وقود مكوك فضاء؛ إذ لا بد من توافر L من $3,164,445$ الأكسجين، والهيدروجين، وأحادي ميثيل الهيدرازين (الكتلة المولية = 46.07g/mol)، ورابع أكسيد ثاني النيتروجين (الكتلة المولية = 92.00g/mol) في خزانات الوقود لحظة الإقلاع. كتلتها الكلية في خزانات الوقود لحظة الإقلاع. كتلتها الكلية $(727,233\text{ Kg})$. أكمل الجدول بحساب عدد المولات، والكتلة بالكيلوجرام، وعدد الجزيئات.

الجدول 4-5 بيانات وقود مكوك فضائي

الكتلة	الصيغة الجزيئية	المادة	الكتلة (Kg)	عدد المولات	عدد الجزيئات
H_2	الهيدروجين			5.14×10^7	
O_2	الأكسجين			1.16×10^{31}	
$CH_3\text{NH}_2$	أحادي ميثيل الهيدرازين		4909		
$N_2\text{O}_4$	رابع أكسيد النيتروجين			8.64×10^4	

مراجعة عامة

140. إذا كانت كتلة ذرة واحدة من عنصر ما تساوي $6.66 \times 10^{-23}\text{ g}$ ، فما العنصر؟

141. يحتوي مركب على 6.0 g كربون، و 1.0 g هيدروجين. وكتلته المولية 42.0 g/mol . ما التركيب النسبي المئوي للمركب؟ وما صيغته الأولية؟ وما صيغته الجزيئية؟

142. أي المركبات التالية يحتوي على أعلى نسبة مئوية بالكتلة من الأكسجين؟

$$\text{TiO}_2, \text{Al}_2\text{O}_3, \text{Fe}_2\text{O}_3$$

التفكير الناقد

143. طبق المفاهيم لدى شركة تعدين مصدران محتملان لاستخراج النحاس: جالكوبيريت (CuFeS_2)، وجالكوسيت (Cu_2S). فإذا كانت ظروف استخراج النحاس من الخامين متشابهة تماماً، فأيهما ينتج عنه كمية أكبر من النحاس؟ فسر إجابتك.

144. صمم تجربة يمكن استعمالها لتحديد كمية الماء في مركب الشب البوتاسي $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot X\text{H}_2\text{O}$.

مسألة تحفيز

145. مركبان كيميائيان يتكونان من العنصرين X و Y وصيغتا هما XY . X_2Y_3 . إذا علمت أن 0.25 mol من المركب XY تساوي 17.96 g ، و 0.25 mol من المركب X_2Y_3 تساوي 39.92 g .

a. فما الكتلة الذرية لكل من X و Y ؟

b. اكتب الصيغة الكيميائية لكل من المركبين.

مراجعة تراكمية

146. اكتب معادلات كيميائية موزونة لكل تفاعل ما يلي:

a. تفاعل فلز الماغنسيوم مع الماء لتكوين هيدروكسيد الماغنسيوم الصلب وغاز الهيدروجين.

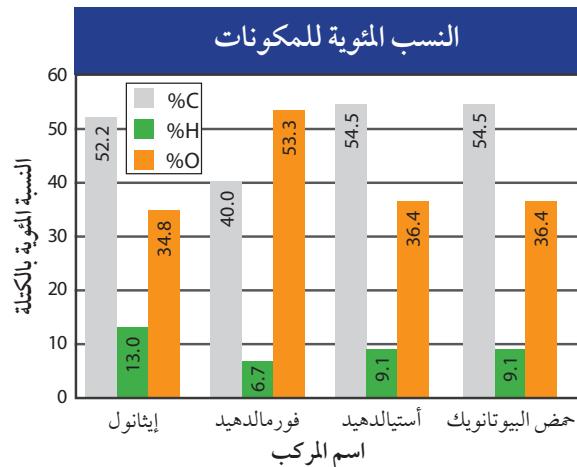
b. تفكك غاز رباعي أكسيد ثاني النيتروجين إلى غاز ثاني أكسيد النيتروجين.

c. تفاعل الإحلال المزدوج بين المحاليل المائية لكل من حمض الكبريتيك وهيدروكسيد البوتاسيوم.

اختبار مقتن

أسئلة الاختيار من متعدد

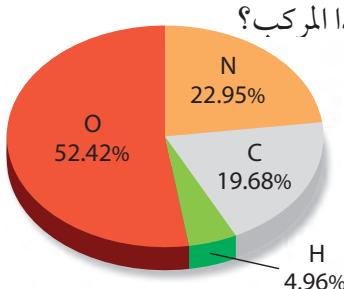
استعن بالرسم البياني أدناه للإجابة عن الأسئلة من 1 إلى 4.



5. أي مما يلي لا يُعدّ وصفاً للمول؟

- a. وحدة تستعمل للعد المباشر للجسيمات.
- b. عدد أفوجادرو من جزيئات مركب.
- c. عدد الذرات في 12 g بالضبط من C-12 النقي.
- d. وحدة النظام العالمي لكمية المادة.

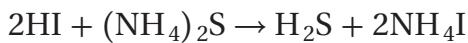
استعن بالرسم البياني أدناه للإجابة عن السؤال 6.



6. ما الصيغة الأولية لهذا المركب؟

- a. $C_6H_2N_6O_3$
- b. $C_4HN_5O_{10}$
- c. CH_3NO_2
- d. CH_5NO_3

7. ما نوع التفاعل الموضح أدناه؟



- c. تكوين.
- a. إحلال بسيط.
- d. إحلال مزدوج.
- b. تفكك.

8. ما كتلة جزيء واحد من الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$ ؟
(الكتلة المولية = 180 g/mol).

- c. 2.16×10^{-25}
- a. 6.02×10^{-23}
- d. 3.34×10^{-21}
- b. 2.99×10^{-22}

9. ما عدد ذرات الأكسجين في 18.94 g من $Zn(NO_3)_2$ ؟ (الكتلة المولية = 189 g/mol).

- c. 6.02×10^{25}
- a. 3.62×10^{23}
- d. 1.14×10^{25}
- b. 1.81×10^{23}

10. إذا علمت أن الكتلة المولية لهيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ هي 40.0 g/mol. فما عدد المولات في 20.00 g منه؟

- c. 2.00 mol
- a. 0.50 mol
- d. 4.00 mol
- b. 1.00 mol

1. يتشابه الأسيتالدهيد وحمض البيوتانويك في:

- a. الصيغة الجزيئية.
- b. الصيغة الأولية.
- c. الكتلة المولية.
- d. الخواص الكيميائية.

2. إذا كانت الكتلة المولية لحمض البيوتانويك 88.1 g/mol، فما صيغته الجزيئية؟

- c. $C_5H_{12}O$
- a. $C_3H_4O_3$
- d. $C_4H_8O_2$
- b. C_2H_4O

3. ما الصيغة الأولية للإيثانول؟

- c. C_2H_6O
- a. C_4HO_3
- d. $C_4H_{13}O_2$
- b. $C_2H_6O_2$

4. الصيغة الأولية للفورمالدهيد هي صيغته الجزيئية نفسها. فكم جراماً يوجد في 2.00 mol من الفورمالدهيد؟

- c. 182.0 g
- a. 30.00 g
- d. 200.0 g
- b. 60.06 g

اختبار مقنن

14. كم مركبًا يمكن أن يتكون من النحاس والكبريت والأكسجين؟ اكتب أسماءها وصيغها.

أسئلة الإجابات المفتوحة

استعن بالشكل أدناه للإجابة عن السؤال 15.

Li		
Rb		
K		
Ca		
Na		
Mg		
Al		
Zn		
Fe		
Pb		
H		
Cu		
Ag		

↓ يقل نشاطها ↑ يقل نشاطها

OH^-
I^-
Br^-
Cl^-
NO_3^-
SO_4^{2-}

طلب إليك تحديد ما إذا كانت عينة من الفلز تتكون من الخارصين، أو الرصاص، أو الليثيوم. ولديك المحاليل الآتية: كلوريد البوتاسيوم KCl ، كلوريد الألومينيوم AlCl_3 III، كلوريد الحديد FeCl_3 III ، كلوريد النحاس (II).

15. وضح كيف تستخدم المحاليل في معرفة نوع الفلز الذي تتكون منه العينة؟

11. كم ذرة في 116.14 g من Ge ؟
 $(\text{الكتلة المولية} = 72.64 \text{ g/mol})$

- .a 2.73×10^{25} ذرة.
- .b 6.99×10^{25} ذرة.
- .c 3.76×10^{23} ذرة.
- .d 9.63×10^{23} ذرة.

12. ما كتلة جزيء واحد من (BaSiF_6) على أن كتلته المولية $= 279.415 \text{ g/mol}$

- .a $1.68 \times 10^{26} \text{ g}$
- .b $2.16 \times 10^{21} \text{ g}$
- .c $4.64 \times 10^{-22} \text{ g}$
- .d $6.02 \times 10^{-23} \text{ g}$

13. ما الكتلة المولية لأباتيت الفلور $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$

- .a 314 g/mol
- .b 344 g/mol
- .c 442 g/mol
- .d 504 g/mol
- .e 524 g/mol

أسئلة الإجابات القصيرة

استعن بالجدول أدناه للإجابة عن السؤال 14.

الصيغة	الأيون
S^{2-}	الكبريتيد
SO_3^{2-}	الكبريتيت
SO_4^{2-}	الكبريتات
$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	ثيوكبريتات
Cu^+	نحاس I
Cu^{2+}	نحاس II

رموز السلامة في المختبر

المخاطر والاحتياطات اللازم مراعاتها

العلاج	الاحتياطات	الأمثلة	المخاطر	رموز السلامة					
تخلص من المخلفات وفق تعليمات المعلم.	لا تتخلص من هذه المواد في المنسلاة أو في سلة المهمات.	بعض المواد الكيميائية، والمخلفات الحية.	مخلفات التجربة قد تكون ضارة بالانسان.	 التخلص من المخلفات					
أبلغ معلمك في حالة حدوث ملامسة للجسم، واغسل يديك جيداً.	تجنب ملامسة الجلد لهذه المواد، وارتد كمامه وقفازين.	البكتيريا، الفطريات، الدم، الأنسجة غير المحفوظة، المواد النباتية.	مخلفات ومواد حية قد تسبب ضرراً للانسان.	 ملوثات حيوية بيولوجية					
اذهب إلى معلمك طلباً للإسعاف الأولي.	استعمال قفازات واقية.	غليان السوائل، السخافات الكهربائية، الجليد الجاف، التيتروجين السائل.	الأشياء التي قد تحرق الجلد بسبب حرارتها أو ببرودتها الشديدة.	 درجة الحرارة المؤذية					
اذهب إلى معلمك طلباً للإسعاف الأولي.	تعامل بحكمة مع الأداة، واتبع إرشادات استعمالها.	المقصات، الشفرات، السكاكين، الأدوات المدببة، أدوات التسريح، الزجاج المكسور.	استعمال الأدوات والزجاجيات التي تجرح الجلد بسهولة.	 الأجسام الحادة					
اترك المنطقة، وأخبر معلمك فوراً.	تأكد من وجود تهوية جيدة، ولا تشم الأبخنة مباشرة، وارتد كمامه.	الأمونيا، الأستون، الكبريت الساخن، كرات العث (النثانيون).	خطر محتمل على الجهاز التنفسى من الأبخرة.	 الأبخرة الضارة					
لا تحاول اصلاح الأعطال الكهربائية، واستعن بعلمك فوراً.	تأكد من التوصيات الكهربائية للأجهزة بالتعاون مع معلمك.	تأريض غير صحيح، سوائل منسكبة، تمسك كهربائي، أسلاك معززة.	خطر محتمل من الصعق الكهربائية أو الحريق.	 الكهرباء					
اذهب إلى معلمك طلباً للإسعاف الأولي.	ضع واقياً للغبار وارتد قفازين وتعامل مع المواد بحرص شديد.	حبوب اللقاح، كرات العث، سلك المอاعين، ألياف الزجاج، برمجيات البوتاسيوم.	مواد قد تهيج الجلد أو القشاء المخاطي للقناة التنفسية.	 المواد المهيجة					
اغسل المنطقة المصابة بالماء، وأخبر معلمك بذلك.	ارتد نظارة واقية، وقفازين، والبس مغطى المختبر.	المبيضات مثل فوقي أكسيد الهيدروجين والأحماض، كحوم الكبريتات، القواعد والأمونيا، وهيدروكسيد الصوديوم.	المواد الكيميائية التي قد تتفاعل مع الأنسجة والمواد الأخرى وتتلفها.	 المواد الكيميائية					
اغسل يديك جيداً بعد الانتهاء من العمل، واذهب إلى معلمك طلباً للإسعاف الأولي.	اتبع تعليمات معلمك.	الزنبق، العديد من المركبات الفضائية، اليود، النيبات السامة.	مواد تسبب التسمم إذا ابتلعت أو استنشقت أو لمست.	 المواد السامة					
أبلغ معلمك طلباً للإسعاف الأولي واستخدم مطفأة الحريق إن وجدت.	تجنب مناطق اللهب عند استخدام هذه الكيماويات.	الكحول، الكبروسين، الأستون، برمجيات البوتاسيوم، الملابس، الشعر.	بعض الكيماويات التي يسهل اشتعالها بواسطة اللهب، أو الشرار، أو عند تعرضها للحرارة.	 مواد قابلة للاشتعال					
أبلغ معلمك طلباً للإسعاف الأولي واستخدم مطفأة الحريق إن وجدت.	اربط الشعر إلى الخلف (للباطن)، ولا تلبس الملابس الضفاضة، واتبع تعليمات المعلم عند إشعال اللهب أو إطفائه.	الشعر، الملابس، الورق، المواد القابلة للاشتعال.	ترك اللهب مفتوحاً يسبب الحريق.	 اللهب المشتعل					
غسل اليدين		نشاط إشعاعي		سلامة الحيوانات		وقاية الملابس		سلامة العين	
اغسل يديك بعد كل تجربة بالماء والصابون قبل تنع النظارة الواقية.	يظهر هذا الرمز عند استعمال مواد مشعة.	يظهر هذا الرمز للتأكد على سلامه المخلفات الحية.	يظهر هذا الرمز عندما تسبب المواد بقعاً أو حريقاً للملابس.	يجب دائماً ارتداء نظارة واقية عند العمل في المختبر.					

(أ)

أشعة ألفا Alpha Ray إشعاعات مكونة من جسيمات ألفا، وجسيم ألفا يحتوي على بروتونين ونيوترونين، أي يحمل شحنة ثنائية موجبة.

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. وترافق إشعاع ألفا أو بيتا عادة، وهي مسؤولة عن معظم الطاقة المفقودة خلال التحلل الإشعاعي.

أشعة المهبط Cathode Ray إشعاعات تصدر من المهبط، وتنتقل إلى المصعد في أنبوب أشعة المهبط. **الإلكترون** Electron سالب الشحنة، سريع الحركة، كتلته صغيرة جدًا، ويوجد في كل مادة، ويتحرك في الفراغ المحيط بنواة الذرة.

الأيون المتفرج Spectator Ion الأيون الذي لا يشارك في التفاعل.

(ب)

البحث التطبيقي Applied Research البحث العلمي الذي يجرى لحل مشكلة محددة.

البحث النظري Pure Research البحث العلمي الذي يهدف إلى الحصول على المعرفة لأجل المعرفة ذاتها.

البخار Vapor الحالة الغازية لمادة توجد في الحالة الصلبة أو السائلة في درجات الحرارة العادية.

البروتون Proton جسيم متناهٍ في الصغر من مكونات 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 التي تختبر الفرضية.

التحلل الإشعاعي Radioactive Decay تفقد الأوتوية غير المستقرة الطاقة نتيجة إصدار الإشعاع بشكل تلقائي.

الترشيح Filtration إحدى طرائق فصل المخالفات، يستخدم فيها حاجز مسامي لفصل مادة صلبة عن سائل.

التركيب النسبي المئوي Percent Composition النسبة المئوية الكتليلية لكل عنصر في المركب.

التسامي Sublimation عملية تتبخر فيها المادة الصلبة مباشرةً من دون أن تمر بالحالة السائلة.

تغير الحالة State Change تحول المادة من حالة إلى أخرى.

التغيير الفيزيائي Physical Change تغير يؤثر في الخواص الفيزيائية للمادة دون أن يغير تركيبها.

التغيير الكيميائي Chemical Change عملية تتضمن تغيير مادة أو أكثر إلى مواد جديدة، ويسمى أيضًا التفاعل الكيميائي.

تفاعل الاحتراق Combustion Reaction تفاعل مادة مع الأكسجين ويتوجه عنها طاقة في صورة ضوء وحرارة.

تفاعل الإحلال البسيط Single - Replacment Reaction تفاعل كيميائي يتوجه عندما تحل ذرات أحد العناصر محل ذرات عنصر آخر في مركب.

تفاعل الإحلال المزدوج Double - Replacment Reaction تفاعل كيميائي يتوجه عن تبادل أيونات مادتين، وينشأ عنه غاز، أو راسب، أو ماء.

تفاعل التفكك Decomposition Reaction تفاعل يحدث نتيجة لتفكك أحد المركبات إلى عنصرين أو أكثر أو إلى مركبات جديدة.

تفاعل التكوين Synthesis Reaction تفاعل مادتين أو أكثر لإنتاج مادة واحدة.

التفاعل النووي Nuclear Raetion تفاعل يتضمن التغيير في نواة الذرة.

التقاطير Distillation طريقة لفصل المواد اعتماداً على الاختلاف في درجات غليانها.

(ج)

الجدول الدوري Periodic Table جدول ينظم كل العناصر المعروفة في صفوف أفقية (دورات) وأعمدة (مجموعات) مرتبة تصاعدياً بحسب العدد الذري.

جسيمات ألفا Alpha Particles جسيمات تحتوي بروتونين ونيوترونين، وشحنتها 2^+ ، وتكافئ نواة ذرة هيليوم 4^- ، وتمثل بالرمز ${}_{2}^{4}\text{He}$ ، وتبعث خلال التحلل الإشعاعي.

جسيمات بيتا **Beta Particles** إلكترونات عالية السرعة، شحنتها -1 ، وتصدر خلال التحلل الإشعاعي وتمثل بالرمز β^-_0 .

(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** الخاصية التي يمكن ملاحظتها أو قياسها من دون تغيير تركيب العينة.

الخاصية الكيميائية **Chemical Property** قدرة مادة ما على الاتحاد مع غيرها أو التحول إلى مادة أخرى.

الخاصية المميزة **Intensive Property** خاصية فيزيائية تبقى ثابتة بغضّ النظر عن كمية المادة الموجودة.

(ذ)

الذرة **Atom** أصغر جسيم في العنصر، لها جميع خواص العنصر، وهي متعادلة الشحنة، وشكلها كروي، وتتكون من: الإلكترونات، والبروتونات، والنيوترونات.

(ر)

الراسب **Precipitate** مادة صلبة تكون خلال التفاعل الكيميائي.

(س)

السائل **Liquid** حالة من حالات المادة، أو شكل من أشكال المادة، له صفة الجريان، وحجمه ثابت، ويأخذ شكل الوعاء الذي يوضع فيه.

(ص)

الصيغة الأولية **Empirical Formula** صيغة تبين أصغر نسبة عدديّة صحيحة لمولات العناصر في المركب.

الصيغة الجزيئية **Molecular Formula** صيغة تعطي العدد الفعلي للذرات من كل عنصر في جزيء واحد من المادة.

(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 وللحصول من عمل العلماء الآخرين.

(ع)

عدد أفوجادرو Avogadro's Number هو 6.0221367×10^{23} ، وهو عبارة عن عدد الجسيمات في مول واحد، ويمكن تقرير هذه القيمة إلى ثلاثة منازل 6.02×10^{23} .

العدد الذري Atomic Number عدد البروتونات في نواة الذرة.

العدد الكتلي Mass Number عدد يكتب بعد اسم العنصر، ويمثل مجموع البروتونات والنيوترونات.

العنصر Element مادة ندية لا يمكن تجزئتها إلى أجزاء أصغر بوسائل فيزيائية أو كيميائية.

(غ)

الغاز Gas حالة من حالات المادة، يأخذ شكل الإناء الذي يوجد فيه، ويملؤه تماماً، 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 إلا بقدرة الله تعالى.

القانون العلمي Scientific law علاقة موجودة في الطبيعة تدعمها عدة تجارب.

قانون النسب الثابتة Law of Definite Proportions قانون ينص على أن المركب يتكون دائماً من العناصر نفسها بنسب كتيلية ثابتة مهما اختلفت كميتها.

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 تتحدد 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.

الكتلة المولية Molar Mass الكتلة بالجرامات لمول واحد من أي مادة نقية.

الクロموموتوغرافيا Chromatography طريقة لفصل مكونات مخلوط، اعتماداً على قدرة كل مكون من مكوناته على الانتحال أو السحب على سطح مادة أخرى.

الكيمياء Chemistry دراسة المادة والتغيرات التي تحدث لها.

(م)

المادة الصلبة Solid حالة من حالات المادة، لها شكل وحجم محددان.

المادة الكيميائية Chemical Substance مادة لها تركيب محدد وثابت، وتسمى أيضاً المادة النقية.

المتغير التابع Dependent Variable متغير تعتمد قيمته على المتغير المستقل في التجربة.

المتغير المستقل Independent Variable متغير يُخطط لتغييره في التجربة.

المتفاعلات Reactants المواد التي يبدأ بها التفاعل الكيميائي.

المحلول Solution مخلوط منتظم التركيب يمكن أن يحوي مواد صلبة، أو سائلة، أو غازية، ويسمى أيضاً مخلوطاً متجانساً.

المحلول المائي Aqueous Solution محلول يحتوي على مادة أو أكثر مذابة في الماء.

المخلوط Mixture مزيج مكون من مادتين نقيتين أو أكثر، تحافظ كل منها بخواصها الأصلية.

المخلوط غير المتجانس Hetrogeneous Mixture المخلوط الذي ليس له تركيب منتظم، وتبقى المواد فيه متمايزه.

المخلوط المتجانس Homogeneous Mixture مخلوط له تركيب ثابت وطور واحد، ويسمى أيضاً محلولاً.

المذاب Solute مادة أو أكثر مذابة في محلول.

المذيب Solvent المادة التي تذيب المذاب وتحتويه.

المركب Compound مزيج مكون من عنصرین أو أكثر متهدین كیمیائیاً، ويتمكن تحلیله إلى مواد أبسط بالطرائق الكیمیائیة، ويختلف في صفاته عن أي من مكوناته.

المعادلة الأیونیة الكاملة Complete Ionic Equation معادلة أیونیة تُظهر كافة الأیونات في المحلول بصورةها الواقعیة.

المعادلة الأیونیة النهائیة Net Ionic Equation معادلة أیونیة تشتمل فقط على الجسيمات المشاركة في التفاعل.

المعادلة الكیمیائیة Chemical Equation جملة تستعمل فيها الصیغة الكیمیائیة لتحديد المواد المشاركة في التفاعل وكمیات المواد المتفاعلة والناتجة.

المعادلة التوویة Nuclear Equation نوع من المعادلات يبيّن العدد الذري والعدد الكتلي للجسيمات المتضمنة في التفاعل.

المعامل Coeffcient رقم يكتب قبل صیغة المادة المتفاعلة أو الناتجة في المعادلة الكیمیائیة الموزونة. وتصف المعاملات في المعادلة الموزونة أبسط نسبة عدديّة صحيحة لکمیات كل من المتفاعلات والنواتج.

الملح المائي Hydrates مادة أیونیة صلبة يرتبط بذراتها عدد محدد من جزیئات الماء.

المول Mole وحدة نظام عالمي تستعمل في قیاس کمیة المادة، وهو عبارة عن عدد ذرات الكربون الموجودة في $12g$ من الكربون ، والمول الواحد کمیة من المادة النقیة تحتوي على 6.02×10^{23} من الجسيمات.

(ن)

النتیجة Result حکم قائم على المعلومات التي يتم الحصول عليها.

النسبة المئوية بالکتلة Mass Percent نسبة کتلة كل عنصر في مركب إلى کتلة المركب الكلية معبراً عنها كنسبة مئوية.

النشاط الإشعاعی Radioactivity عملية تقوم من خلالها بعض المواد بإصدار الإشعاعات تلقائیاً.

النظائر Isotopes ذرات للعنصر نفسه، تختلف في عدد النیوترونات.

النظیرية Theory تفسیر لظاهرة طبیعیة، قائم على عدة مشاهدات واستقصاءات.

نظرية دالتون الذرية Dalton's Atomic Theory تبيّن أن المادة مكونة من جسيمات صغيرة جدًّا تسمى الذرات، وهي غير مرئية ولا تتجزأ. ذرات عنصر ما متشابهة في الحجم، والكتلة، والخواص الفیزیائیة، والخواص الكیمیائیة، وتختلف عن ذرات أي عنصر آخر. وتسود الذرات المختلفة بنسبة عدديّة بسيطة وتكون المركبات. وخلال التفاعل الكیمیائي قد تنفصل الذرات أو تتحد أو يعاد ترتيبها.

النموذج Model تفسیر مرئی، أو لفظی، أو ریاضی للبيانات التجارییة.

النواتج Products مواد تتكون خلال التفاعل الكيميائي.

النواة Nucleus مركز الذرة الصغير جدًا، موجب الشحنة، كثيف، يحتوي على البروتونات الموجبة والنيوترونات غير المحسونة.

النيوترون Neutron (جسيم) غير مشحون في نواة الذرة، وكتلته قريبة من كتلة البروتون.

(و)

وحدة الكتلة 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
كونه فلزاً أو شبه فلز أو لافلز.

شبہ فلز		18									
لا فلز		Helium									
یدل لون صندوق کل عنصر علی کونہ فلڑاً او شبہ فلز او لا فلز.		2 He 4.003									
10	11	12	13	14	15	16	17				
Nickel 28 Ni 58.693	Copper 29 Cu 63.546	Zinc 30 Zn 65.409	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			
Palladium 46 Pd 106.42	Silver 47 Ag 107.868	Cadmium 48 Cd 112.411	Gallium 31 Ga 69.723	Germanium 32 Ge 72.64	Arsenic 33 As 74.922	Sulfur 16 S 32.065	Chlorine 17 Cl 35.453	Argon 18 Ar 39.948			
Platinum 78 Pt 195.078	Gold 79 Au 196.967	Mercury 80 Hg 200.59	Thallium 81 Tl 204.383	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			
Darmstadtium 110 Ds (269)	Roentgenium 111 Rg (272)	Copernicium 112 Cn (277)	Ununtrium * 113 Uut (Unknown)	Flerovium 114 Fl (289)	Ununpentium * 115 Uup (Unknown)	Livermorium 116 Lv (298)	Ununseptium * 117 Uup (Unknown)	Ununoctium * 118 Uuo (Unknown)			

* أسماء ورموز العناصر 113، 115، 117، 118 مؤقتة، وسيتم اختيار رموز وأسماء نهائية لها فيما بعد من الاتحاد الدولي للكيمياء البحثة والتطبيقية (IUPAC).

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)

جدائل مرجعية

جدائل مرجعية

العناصر في كل عمود تدعى مجموعة، ولها خواص كيميائية متشابهة.

The diagram illustrates the periodic table with several annotations:

- Element Block Labels:**
 - 1:** Hydrogen (H, 1, 1.008) with a red balloon icon.
 - 2:** Lithium (Li, 3, 6.941) and Beryllium (Be, 4, 9.012).
 - 3:** Sodium (Na, 11, 22.990) and Magnesium (Mg, 12, 24.305).
 - 4:** Potassium (K, 19, 39.098) and Calcium (Ca, 20, 40.078).
 - 5:** Scandium (Sc, 21, 44.956) and Titanium (Ti, 22, 47.867).
 - 6:** Vanadium (V, 23, 50.942) and Chromium (Cr, 24, 51.996).
 - 7:** Manganese (Mn, 25, 54.938) and Iron (Fe, 26, 55.845).
 - 8:** Cobalt (Co, 27, 58.933) and Rhodium (Rh, 45, 102.906).
 - 9:** Ruthenium (Ru, 44, 101.07) and Rhodium (Rh, 45, 102.906).
 - 10:** Rubidium (Rb, 37, 85.468) and Strontium (Sr, 38, 87.62).
 - 11:** Yttrium (Y, 39, 88.906) and Zirconium (Zr, 40, 91.224).
 - 12:** Niobium (Nb, 41, 92.906) and Molybdenum (Mo, 42, 95.94).
 - 13:** Technetium (Tc, 43, 98) and Rhenium (Re, 75, 186.207).
 - 14:** Ruthenium (Ru, 44, 101.07) and Rhodium (Rh, 45, 102.906).
 - 15:** Cesium (Cs, 55, 132.905) and Barium (Ba, 56, 137.327).
 - 16:** Lanthanum (La, 57, 138.906) and Hafnium (Hf, 72, 178.49).
 - 17:** Tantalum (Ta, 73, 180.948) and Tungsten (W, 74, 183.84).
 - 18:** Rhenium (Re, 75, 186.207) and Osmium (Os, 76, 190.23).
 - 19:** Iridium (Ir, 77, 192.217) and Francium (Fr, 87, 223).
 - 20:** Radium (Ra, 88, 226) and Actinium (Ac, 89, 227).
 - 21:** Rutherfordium (Rf, 104, 261) and Dubnium (Db, 105, 262).
 - 22:** Seaborgium (Sg, 106, 266) and Bohrium (Bh, 107, 264).
 - 23:** Hassium (Hs, 108, 277) and Meitnerium (Mt, 109, 268).
 - 24:** Cerium (Ce, 58, 140.116) and Praseodymium (Pr, 59, 140.908).
 - 25:** Neodymium (Nd, 60, 144.24) and Promethium (Pm, 61, 145).
 - 26:** Samarium (Sm, 62, 150.36) and Thorium (Th, 90, 232.038).
 - 27:** Protactinium (Pa, 91, 231.036) and Uranium (U, 92, 238.029).
 - 28:** Neptunium (Np, 93, 237) and Plutonium (Pu, 94, 244).

Annotations:

 - Top Left:** العناصر في كل عمود تدعى مجموعة، ولها خواص كيميائية متشابهة.
 - Top Right:** رموز العناصر في كل عمود تدل على حالة العنصر في درجة حرارة الغرفة. بينما يدل الرمز الرابع على العناصر المصنعة.
 - Bottom Left:** يدل السهم على المكان الذي يجب أن توضع فيه هذه العناصر في الجدول. لقد تم نقلها إلى أسفل الجدول توفيراً للمكان.
 - Bottom Right:** الرقم المحاط بقوسين هو العدد الكتلي للنظير الأطول عمرًا للعنصر.
 - Legend:**
 - غاز (Balloon icon)
 - سائل (Water drop icon)
 - جامد (Ice cube icon)
 - مُصنع (Atom icon)

الاسم :

المدرسة :

رقم الإيذاع : ١٤٣٧/١٠٣٥٩

ردمك : ٩٧٨-٦٠٣-٥٠٨-٣٤٩-٢

جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية

