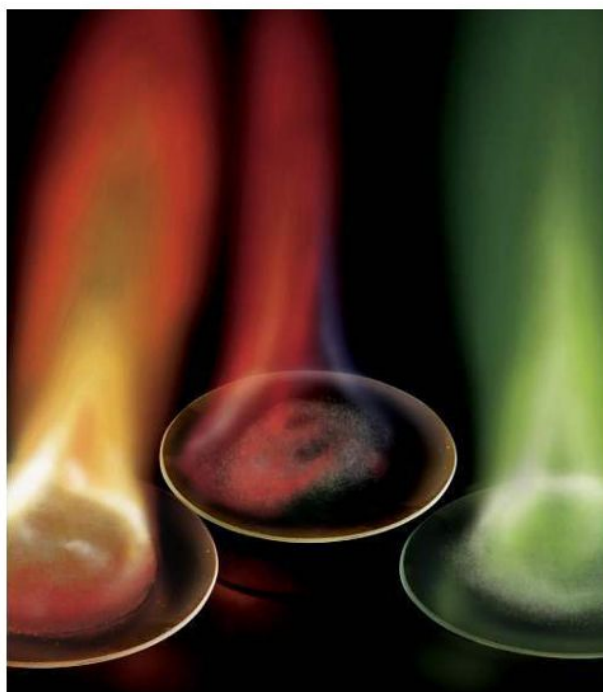


قررت وزارة التعليم تدريس
هذا الكتاب وطبعه على نفقتها

الكيمياء 1

التعليم الثانوي - نظام المسارات
السنة الأولى المشتركة



قام بالتأليف والمراجعة
فريق من المتخصصين

ح) المركز الوطني للمناهج ، ١٤٤٦هـ

المركز الوطني للمناهج
الكيمياء ١ - التعليم الثانوي - السنة الأولى المشتركة - نظام المسارات. / المركز
الوطني للمناهج. - الرياض ، ١٤٤٦هـ
١٩٨ ص ؛ ٢٥,٥ x ٢١ سم

رقم الإيداع : ١٦٣٣٦ / ١٤٤٦
ردمك : ٩٧٨ - ٦٠٣ - ٨٥٢٧ - ٨٩ - ٤

حقوق الطبع والنشر محفوظة لوزارة التعليم

www.moe.gov.sa

مواد إثرائية وداعمة على "منصة عين الإثرائية"



ien.edu.sa

أعزاءنا المعلمين والمعلمات، والطلاب والطالبات، وأولياء الأمور، وكل مهتم بالتربية والتعليم؛
يسعدنا تواصلكم؛ لتطوير الكتاب المدرسي، ومقترحاتكم محل اهتمامنا.



fb.ien.edu.sa



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



رموز السلامة في المختبر

المخاطر والاحتياطات اللازم مراعاتها

رموز السلامة	المخاطر	الأمثلة	الاحتياطات	العلاج
 التخلص من المخلفات	مخلفات التجربة قد تكون ضارة بالإنسان.	بعض المواد الكيميائية، والمخلفات الحية.	لا تتخلص من هذه المواد في المفضلة أو في سلة المهملات.	تخلص من المخلفات وفق تعليمات المعلم.
 ملوثات حيوية بيولوجية	مخلفات ومواد حية قد تسبب ضرراً للإنسان.	البكتيريا، الفطريات، الدم، الأنسجة غير المحفوظة، المواد النباتية.	تجنب ملامسة الجلد لهذه المواد، وارتد كمامة وقفازين.	أبلغ معلمك في حالة حدوث ملامسة للجسم، واغسل يديك جيداً.
 درجة الحرارة المؤذية	الأشياء التي قد تحرق الجلد بسبب حرارتها أو برودتها الشديدين.	غليان السوائل، السخانات الكهربائية، الجليد الجاف، النيتروجين السائل.	استعمال قفازات واقية.	اذهب إلى معلمك طلباً للإسعاف الأولي.
 الأجسام الحادة	استعمال الأدوات والزجاجات التي تخرج الجلد بسهولة.	المقصات، الشفرات، السكاكين، الأدوات المدببة، أدوات التشريح، الزجاج المكسور.	تعامل بحذر مع الأداة، واتبع إرشادات استعمالها.	اذهب إلى معلمك طلباً للإسعاف الأولي.
 الأبخرة الضارة	خطر محتمل على الجهاز التنفسي من الأبخرة.	الأمونيا، الأستون، الكبريت الساخن، كرات العث (النفثالين).	تأكد من وجود تهوية جيدة، ولا تشم الأبخرة مباشرة، وارتد كمامة.	اترك المنطقة، وأخبر معلمك فوراً.
 الكهرباء	خطر محتمل من الصعقة الكهربائية أو الحريق.	تأريض غير صحيح، سواكل منسكية، تماس كهربائي، أسلاك معزاة.	تأكد من التوصيلات الكهربائية للأجهزة بالتعاون مع معلمك.	لا تحاول إصلاح الأعطال الكهربائية، واستعن بمعلمك فوراً.
 المواد المهيجة	مواد قد تهيج الجلد أو القشاء المخاطي للقناة التنفسية.	حبوب اللقاح، كرات العث، سلك المواعين، ألياف الزجاج، برمنجنات البوتاسيوم.	ضع واقياً للغباء وارتد قفازين وتعامل مع المواد بحرص شديد.	اذهب إلى معلمك طلباً للإسعاف الأولي.
 المواد الكيميائية	المواد الكيميائية التي قد تتفاعل مع الأنسجة والمواد الأخرى وتلتفها.	المبيضات مثل فوق أكسيد الهيدروجين والأحماض كحمض الكبريتيك، القواعد كالأمونيا وهيدروكسيد الصوديوم.	ارتد نظارة واقية، وقفازين، واليس معطف المختبر.	اغسل المنطقة المصابة بالماء، وأخبر معلمك بذلك.
 المواد السامة	مواد تسبب التسمم إذا ابتلعت أو استنشقت أو لمست.	الزئبق، العديد من المركبات الفلزية، اليود، النباتات السامة.	اتبع تعليمات معلمك.	اغسل يديك جيداً بعد الانتهاء من العمل، واذبح إلى معلمك طلباً للإسعاف الأولي.
 مواد قابلة للاشتعال	بعض الكيماويات التي يسهل اشتعالها بواسطة اللهب، أو الشرر، أو عند تعرضها للحرارة.	الكحول، الكيروسين، الأسيتون، برمنجنات البوتاسيوم، الملايس، الشعر.	تجنب مناطق اللهب عند استخدام هذه الكيماويات.	أبلغ معلمك طلباً للإسعاف الأولي واستخدم مطفأة الحريق حسب نوع المادة المحترقة والموضحة على المطفأة.
 اللهب المشتعل	ترك اللهب مفتوحاً يسبب الحريق.	الشعر، الملايس، الورق، المواد القابلة للاشتعال.	اربط الشعر إلى الخلف، ولا تلبس الملايس الفضفاضة، واتبع تعليمات المعلم عند إشعال اللهب أو إطفائه.	أبلغ معلمك طلباً للإسعاف الأولي واستخدم مطفأة الحريق إن وجدت.
 سلامة العين	يجب دائماً ارتداء نظارة واقية عند العمل في المختبر.			
 وقاية الملابس	يظهر هذا الرمز عندما تسبب المواد بقعاً أو حريقاً للملابس.			
 سلامة الحيوانات	يظهر هذا الرمز للتأكيد على سلامة المخلفات الحية.			
 نشاط إشعاعي	يظهر هذا الرمز عند استعمال مواد مشعة.			
 غسل اليدين	اغسل يديك بعد كل تجربة بالماء والصابون قبل نزع النظارة الواقية.			

الإسعافات الأولية في المختبر

أخبر معلمك في الحال عن أي حوادث قد تقع، وعليك أن تكون على علم بما يأتي:

- احتياطات السلامة في المختبر.
- كيف ومتى تبلغ عن حادث، أو إصابة أو جرح، أو مادة مسكوبة.
- مكان صندوق الإسعافات الأولية ومستلزماتها، ومواقع كل من أجهزة إنذار الحريق والهاتف ومكتب الممرض في المدرسة.

الموقف	الاستجابة الآمنة
الحروق	يُسكب عليها الماء البارد بغزارة.
الجروح والكدمات	اتباع التعليمات والإرشادات الموجودة في صندوق الإسعافات الأولية.
الصدمة الكهربائية	تزويد الشخص بالهواء المنعش، وتمديد الشخص المصاب في وضع يكون فيه الرأس منخفضاً عن باقي الجسم، وإجراء عملية التنفس الاصطناعي إذا كان ضرورياً.
الإغماء أو الانهيار	ارجع إلى الاستجابة في موقف الصدمة الكهربائية.
الحريق	إقفال جميع مصادر اللهب وإغلاق صناديق الغاز، ولف المصاب ببطانية الحريق، استعمال طفاية الحريق لإخماد النار. لا يجب استخدام الماء لإطفاء الحريق؛ لأن الماء يتفاعل مع المواد المحترقة، مما يتسبب في ازدياد الحريق.
مادة مجهولة في العين	غسل العين بالماء النظيف.
التسمم	معرفة العامل المسبب للتسمم، وإبلاغ المعلم للقيام باللائم.
النزف الشديد	الضغط على الجرح لوقف النزيف، وطلب المساعدة الطبية في الحال.
المواد المسكوبة	غسل المنطقة المصابة بكمية كبيرة من الماء. ملاحظة: في بعض الحالات النادرة، التي تحتوي على أنواع محددة من المواد الكيميائية المستخدمة في الصناعة (مثل معدن الصوديوم)، لا ينبغي استخدام الماء لأنه يمكن أن يُفاقم من الحرق فعلياً

المقدمة

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

يأتي اهتمام المملكة بتطوير المناهج الدراسية وتحديثها من منطلق أحد التزامات رؤية المملكة العربية السعودية (2030) وهو: "إعداد مناهج تعليمية متطورة تركز على المهارات الأساسية بالإضافة إلى تطوير المواهب وبناء الشخصية"، وذلك من منطلق تطوير التعليم وتحسين مخرجاته ومواكبة التطورات العالمية على مختلف الصعد.

ويأتي كتاب كيمياء 1 للتعليم الثانوي (نظام المسارات) داعمًا لرؤية المملكة العربية السعودية (2030) نحو الاستثمار في التعليم عبر ضمان حصول كل طالب على فرص التعليم الجيد وفق خيارات متنوعة، بحيث يكون الطالب فيها هو محور العملية التعليمية التعلمية. وقد جاء هذا الكتاب في خمسة فصول، هي: مقدمة في علم 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 حيزًا 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 والتحويلات التي تطرأ على المادة. فالنفط الخام يحوّل إلى منتجات نفطية قابلة للاستخدام بطرائق كيميائية، وكذلك تحويل بعض المنتجات النفطية إلى مواد بلاستيكية. والمواد الخام المعدنية يُستخلص منها الفلزات التي تستخدم في العديد من الصناعات الدقيقة، وفي صناعة السيارات والطائرات. والأدوية المختلفة تستخلص من مصادر طبيعية ثم تفصل وتركب في مختبرات كيميائية. ويتم في هذه المختبرات تعديل مواصفات هذه الأدوية لتتوافق مع المواصفات الصيدلانية، وتلبي متطلبات الطب الحديث.

وقد تم بناء محتوى كتاب الطالب بطريقة تتيح ممارسة العلم كما يمارسه العلماء، وجاء تنظيم المحتوى بأسلوب مشوق يعكس الفلسفة التي بنيت عليها سلسلة مناهج العلوم من حيث إتاحة الفرص المتعددة للطالب لممارسة الاستقصاء العلمي بمستوياته المختلفة، المبني 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 أيضًا 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 التمهيديّة للفصل إعداد مطوية تساعد على تلخيص أبرز الأفكار والمفاهيم التي سيتناولها الفصل. وهناك أشكال أخرى من النشاطات الاستقصائية 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 نهايته، بما يُعزز أيضاً مبدأ رؤية (2030) "نتعلّم لنعمل".

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، وشرحاً وتفسيراً للمفردات الجديدة التي تظهر مظللة باللون الأصفر، وتجد أيضاً 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 أيضاً مجموعة من الشروح والتفسيرات في هوامش الكتاب، ومنها ما يتعلق بالربط مع محاور رؤية (2030) وأهدافها الاستراتيجية، وبالمهّن أو التمييز بين الاستعمال العلمي والاستعمال الشائع لبعض المفردات، أو إرشادات للتعامل مع المطوية التي تعدها في بداية كل فصل.

وقد وظفت أدوات التقويم الواقعي في مستويات التقويم بأنواعه الثلاثة، التمهيدي والتكويني والختامي؛ إذ يمكن توظيف الصورة الافتتاحية في كل فصل بوصفها تقويمًا تمهيدياً لتعرّف ما يعرفه الطلاب عن موضوع الفصل، أو من خلال مناقشة الأسئلة المطروحة في التجربة الاستهلاكية. 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 يتضمّن تذكيراً 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 تحدّد، وتقوّم إضافيًا يتضمن تقويم مهارات الكتابة في الكيمياء، وأسئلة خاصة بالمستندات تتعلق بنتائج بعض التقارير أو البحوث العلمية. وفي نهاية كل فصل تجد اختباراً مقنناً يهدف إلى تقويم فهمك للموضوعات التي قمت بتعلمها سابقاً.

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

وازدهاره.

قائمة المحتويات

الفصل 3

- تركيب الذرة 74**
- 3-1 الأفكار القديمة للمادة. 76
- 3-2 تعريف الذرة. 80
- 3-3 كيف تختلف الذرات؟ 89
- 3-4 الأنوية غير المستقرة والتحلل الإشعاعي 96
- دليل مراجعة الفصل 101
- تقويم الفصل 103

الفصل 4

- التفاعلات الكيميائية 110**
- 4-1 التفاعلات والمعادلات 112
- 4-2 تصنيف التفاعلات الكيميائية 123
- 4-3 التفاعلات في المحاليل المائية 133
- دليل مراجعة الفصل 145
- تقويم الفصل 146

الفصل 5

- المول 152**
- 5-1 قياس المادة 154
- 5-2 الكتلة والمول 160
- 5-3 مولات المركبات 168
- دليل مراجعة الفصل 178
- تقويم الفصل 180
- مصادر تعليمية 186**
- المصطلحات 188**

دليل الطالب

- رموز السلامة في المختبر 4
- الإسعافات الأولية 5
- كيف تستفيد من كتاب الكيمياء؟ 9

الفصل 1

مقدمة في علم الكيمياء 12

- 1-1 قصة مادتين 14
- 1-2 الكيمياء والمادة 19
- 1-3 الطرائق العلمية 22
- 1-4 البحث العلمي 27
- دليل مراجعة الفصل 36
- تقويم الفصل 38

الفصل 2

المادة - الخواص والتغيرات 42

- 2-1 خواص المادة 44
- 2-2 تغيرات المادة 50
- 2-3 المخاليط 54
- 2-4 العناصر والمركبات 58
- دليل مراجعة الفصل 67
- تقويم الفصل 69



كيف تستفيد من كتاب الكيمياء؟

هذا الكتاب ليس كتاباً أدبياً أو رواية خيالية، بل يصف ظواهر ونظريات وقوانين وحقائق علمية، ويربطها بحياة الناس، وتطبيقات تقنية؛ لذا فأنت تفرّقه طلباً للعلم والمعلومات. وفيما يأتي بعض الأفكار والإرشادات التي تساعدك على قراءته:

قبل أن تقرأ

اقرأ كلاً من **الفكرة العامة** و **الفكرة الرئيسة** و **التجربة الاستهلاكية**؛ فهي تزودك بنظرة عامة تمهيدية لهذا الفصل.

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



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

لتحصل على رؤية عامة عن الفصل

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



كيف تستفيد من كتاب الكيمياء؟

عندما تقرأ

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

الربط مع الحياة: يصف ارتباط المحتوى مع الواقع.

2-1

الأهداف

- تعين خواص المواد.
- تفريق بين الحالات الفيزيائية للمادة.
- تعيين خواص الخواص الفيزيائية والكيميائية للمواد.

مراجعة المفردات

الكثافة : نسبة كتلة الجسم إلى حجمه.

المفردات الجديدة

حالات المادة

البلازما

المادة الصلبة

السائل

الغاز

البخار

الخاصية الفيزيائية

الخاصية غير المميزة

الخاصية المميزة

الخاصية الكيميائية

خواص المادة

Properties of Matter

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

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

المواد الكيميائية النقية

عرفت أن المادة هي كل ما له كتلة ويشغل حيزاً، وأن كل شيء من حولنا مادة، فخلع الطعام الذي تتألف من المواد المألوفة لديك، وهو ذو تركيب مميز وثابت حيث يتكون دائماً من كلوريد الصوديوم بنسبة 100%، ولا يتغير تركيبه من عينة إلى أخرى، فالملح الذي يستخرج من البحر أو من المنجم له دائماً نفس التركيب والخواص. وقد اكتشف الملح بكميات كبيرة في مدينة القصص في المملكة العربية السعودية، ويستخرج بنظر برك كبيرة يملأها الماء بمحركات كهربائية، ثم يترك فترة من الزمن، وعندما يتصهر الماء يترسب الملح على وجه البركة مشكلاً طبقة سمكية من الملح الأبيض، انظر الشكل 2-1.

درس في الفصل الأول أن المادة ذات التركيب المنظم والثابت تسمى مادة كيميائية نقية كملح الطعام. ومن المواد الكيميائية النقية أيضاً الماء النقي، وهو مكون من هيدروجين وأكسجين. أسماء الشرب وماء البحر ليسا نقين؛ لأنه إذا أخذنا عينات من أماكن مختلفة فسوف نجدها تحتوي على كميات مختلفة من المعادن والمواد الذائبة الأخرى. المواد الكيميائية النقية مهمة، وهذا فإن جزءاً كبيراً من هذا الكتاب سوف يركز على تركيب المواد، وكيف يتفاعل بعضها مع بعض.





الشكل 2-1: ملح الطعام التركيب نفسه سواء استخرج من البحر أم من منجم.

44

الأمثلة المحلولة تنقلك تدريجياً إلى حل مسائل في الكيمياء. عزز المهارات التي اكتسبتها بحل التدريبات.

مهارات قرائية

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

10

مثال 2-1

حفظ الكتلة في إحدى التجارب رُضع 10 g من أكسيد الزئبق II الأحمر في كأس مفتوحة، وسخت 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

تسم (معاذ) كتلة المادة المتفاعلة وكتلة أحد النواتج في التفاعل، وتبين قانون حفظ الكتلة فإن مجموع كتل النواتج يجب أن يساوي مجموع كتل المواد المتفاعلة.

المعطيات

المطلوب

كتلة الأكسجين = ؟ g

كتلة أكسيد الزئبق II = 10.0 g

كتلة الزئبق = 9.26 g

2 حساب المطلوب

ضع قانون حفظ الكتلة

أوجد كتلة الأكسجين

عوض بالقيم المعطاة في المعادلة

كتلة الأكسجين = كتلة أكسيد الزئبق II - كتلة الزئبق

كتلة الأكسجين = 10.0 g - 9.26 g = 0.74 g

3 تقويم الإجابة

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

مسائل تدريبية

- استعن بالبيانات في الجدول أدناه للإجابة عن السؤاليين الآتيين: كم جراماً من البروم تفاعل، وكم جراماً من المركب نتج؟
- | المادة | قبل التفاعل | بعد التفاعل |
|--------|-------------|-------------|
| البروم | 10.3 g | 0.0 g |
| المركب | 100.0 g | 8.5 g |
- حصل طالب في تجربة لتحليل الماء على 10.0 g هيدروجين و 79.4 g أكسجين، ما مقدار الماء المتشكل في هذه العملية؟
 - أضاف طالب 15.6 g صوديوم إلى كمية وإفرة من غاز الكلور، وبعد انتهاء التفاعل حصل على 39.7 g من كلوريد الصوديوم، ما كتلة كل من الكلور والصوديوم المتفاعلين؟
 - تفاعلت عينة مقدارها 10.0 g من الماغنسيوم مع الأكسجين لتكوين 16.6 g من أكسيد الماغنسيوم، كم جراماً من الأكسجين تفاعل؟
 - تحضير تفاعل 106.5 g من حمض الهيدروكلوريك HCl(g) مع كمية مجهولة من الأمونيا NH₃(g) لإنتاج 157.5 g من كلوريد الأمونيوم NH₄Cl(g). ما كتلة الأمونيا NH₃(g) المتفاعلة؟ وهل طبق قانون حفظ الكتلة في هذا التفاعل؟ فكلو إجابتيك.

52

كيف تستفيد من كتاب الكيمياء؟

بعدما قرأت

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



الشكل 1-14 يتخطى قانون نيوتن للثقلية على كل فترة من فترات هؤلاء القاطنين مهما تعددت.

النظرية والقانون العلمي Theory and Scientific Law

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

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

تتضمن النظريات المفاهيم والنظريات المفسرة من الملاحظات

التقويم 1-3 الخلاصة

15. **تأمل** قسّر 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. قسّر طُلب إليك أن تدرس أثر درجة الحرارة في حجم بالون. فوجدت أن حجم البالون يزداد عند تسخينه. ما المتغير المستقل؟ وما المتغير التابع؟ وما العامل الذي بقي ثابتاً؟ وما الضابط الذي ستقارن به؟
18. قسّر وصف العازل شارل العجلة المباشرة بين درجة الحرارة والحجم لجميع الغازات عند ضغط ثابت. هل نسمي هذه العلاقة قانون شارل أم نظرية شارل؟ لماذا؟
19. قسّر النتائج العلمية الجيدة يمكن فحصها واستعمالها للقيام بتوقعات. ماذا توقع نموذج مولينا ورولاندي عن كمية غاز الأوزون في الجو عند ازدياد كمية CFCs؟

- البيانات النوعية تصنف ملاحظة ما، والبيانات الكمية تستعمل الأرقام.
- المتغيرات المستقلة تُعزّز في التجربة، أما المتغيرات التابعة فتتغير تبعاً لتغير المتغيرات المستقلة.
- النظرية قرينة بدعمها الكثير من التجارب.

26

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

دليل مراجعة الفصل

2

المادة كل شيء مكون من مادة، وله خواص معينة.

2-1 خواص المادة	المفاهيم الرئيسية
- المادة توجد بمعظم المواد. - المادة على شكل مواد صلبة أو سائلة أو غازية، ولها خواص فيزيائية وكيميائية مختلفة.	- الحالات الثلاث المألوفة للمادة هي الصلبة والسائلة والغازية. - يمكن ملاحظة الخواص الفيزيائية دون تغيير تركيب المادة. - الخواص الكيميائية تصنف كقدرة المادة على الاتحاد مع المواد الأخرى، أو التحول إلى مواد جديدة. - قد تؤثر الظروف الخارجية في الخواص الفيزيائية والكيميائية.
2-2 تغيرات المادة	المفاهيم الرئيسية
تغيرات فيزيائية وكيميائية.	- التغير الفيزيائي يغير من الخواص الفيزيائية للمادة دون أن يغير تركيبها. - التغير الكيميائي، والذي يسمى أيضاً «التفاعل الكيميائي» يتضمن تغييراً في تركيب المادة. - في التفاعل الكيميائي تتحول المتفاعلات إلى نواتج. - يتضمن قانون حفظ الكتلة على أن الكتلة لا تفنى ولا تستحدث في أثناء التفاعل الكيميائي - إلا بقدرة الله تعالى - فهي محفوظة.
- المفردات - التغير الفيزيائي - تغير الحالة - التغير الكيميائي - قانون حفظ الكتلة	كتلة المتفاعلات = كتلة النواتج

67

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

طرائق أخرى للمراجعة

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

الفكرة العامة الكيمياء علم أساسي في حياتنا.

1-1 قصة مادتين

الفكرة الرئيسية الكيمياء هي دراسة المادة والتغيرات التي تطرأ عليها.

1-2 الكيمياء والمادة

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

1-3 الطرائق العلمية

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

1-4 البحث العلمي

الفكرة الرئيسية بعض البحوث العلمية تؤدي إلى تطوير تقنيات يمكن أن تحسّن حياتنا والعالم من حولنا.

حقائق كيميائية

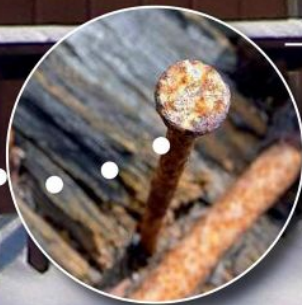
- إن الكثير من العمليات التي تجري حولنا هي نتيجة تفاعلات كيميائية.
- يدرس الكيميائيون التفاعلات الكيميائية، ومنها صدأ المسامير أو المواد الحديدية الأخرى، وانبعث الضوء والحرارة الناتجان عن الاحتراق.



ماء متجمد



خشب يحترق



مسمار صدئ

نشاطات تمهيدية

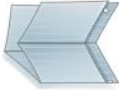
الطرائق العلمية قم
بعمل المطوية الآتية
لمساعدتك على تنظيم
المعلومات عن الطرائق
العلمية.

المطويات

منظمات الأفكار



الخطوة 1 اثن ورقة من النصف
طوليًا. 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 الأجزاء من الحافة
الأمامية منها على طول
الطيّات لتحصل على أربعة
أجزاء.

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

المطويات استعمال هذه المطوية في الأقسام

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

تجربة استهلاكية

أين ذهبت الكتلة؟

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



خطوات العمل

1. املاً بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية على منصة
عين الإثرائية.
2. استعمل ميزانًا رقميًا لقياس كتلة شمعة. سجّل مقدار
الكتلة، وملاحظات مفصلة عن الشمعة.
3. ضع الشمعة على سطح مقاوم للاحتراق، كطاولة مختبر،
وأشعل الشمعة، ثم دعها تحترق مدة خمس دقائق، ثم
أطفئها، وسجل ملاحظاتك.

تحذير: لا تلمس أعواد الثقاب في المغسلة.

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

التحليل

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

استقصاء هل يمكن أن تختلف كمية المادة المفقودة؟

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





1-1

قصة مادتين A Story of Two Substances

الأهداف

- تُعرّف المادة الكيميائية.
- تُوضّح كيف يتكون الأوزون، وأهميته.
- تُصف تطوّر مركبات الكلوروفلوروكربون.

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 حركت يوماً قطعة أثاث من مكانها، فاكشفت أن المكان الحديد 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?

تأمل 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 يسميها 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 والتغيرات التي تطرأ عليها. وتوفر دراستها الكثير من الراحة والرفاهية للناس. ومن ذلك استعمالها في التبريد، كما في الثلاجات التي تستعمل في حفظ الأطعمة من التلف، والمكيفات في المنازل والمدارس وأماكن العمل. كما تُعنى الكيمياء بصناعة الكربات التي تستعمل في الوقاية من بعض أشعة الشمس الضارة.. وغيرها.

مراجعة المفردات

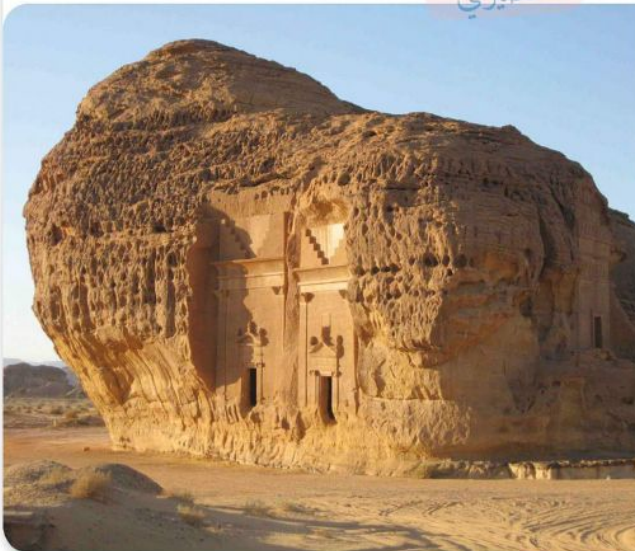
المادة: كل ما يشغل حيزاً وله كتلة.

المفردات الجديدة

الكيمياء

المادة الكيميائية

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



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

المفردات

أصل الكلمة

أوزون Ozone

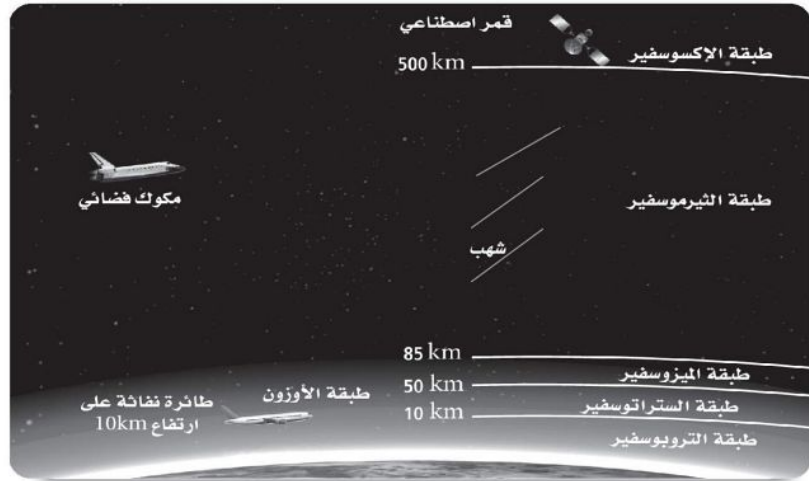
أصل هذه الكلمة إغريقي، وتعني يشم.

الكيمياء في واقع الحياة

طبقة الأوزون



(كريم) الحماية من أشعة الشمس
لأن أجواء المملكة حارة ومشمسة تظهر بعض التصبغات في البشرة. ولتوفير بعض الحماية من الأشعة فوق البنفسجية (UV) الضارة يمكن دهن الجلد بـ (كريم) يساعد على الوقاية من حروق الشمس وسرطان الجلد. وينصح خبراء الصحة باستعمال الكريمات الواقية قبل التعرض لأشعة الشمس التي قد تحتوي على الأشعة فوق البنفسجية.

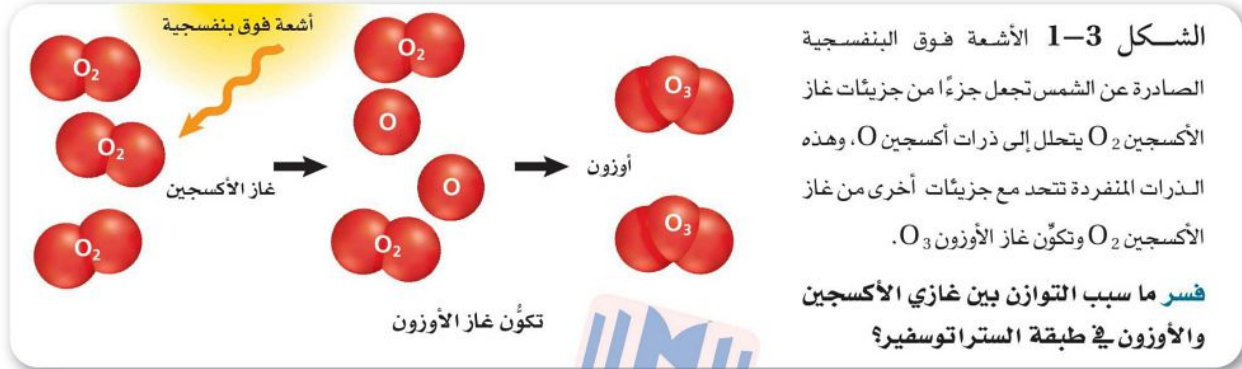


طبقة الأوزون The Ozone Layer

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

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

الغلاف الجوي للأرض تستطيع المخلوقات الحية البقاء على الأرض بفضل طبقة الأوزون التي خلقها الله تبارك وتعالى لتحميها من المستويات العالية من الأشعة فوق البنفسجية UVB. وغاز الأوزون (O_3) - المكون من ذرات الأكسجين - مادة كيميائية توجد في الغلاف الجوي، والمادة الكيميائية لها تركيب محدد وثابت وتسمى بالمادة النقية. ويمتص غاز الأوزون معظم الأشعة الضارة قبل وصولها إلى الأرض. ينتشر حوالي 90% من غاز الأوزون في طبقة تحيط بالأرض وتحميها؛ حيث يتكون الغلاف الجوي للأرض - كما ترى في الشكل (1-2) - 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 ستراتوسفير، وتمتد بين 10-50 km فوق سطح الأرض، وفيها طبقة الأوزون التي تحمي الأرض، وهي تمتص معظم الأشعة الكونية (الأشعة فوق البنفسجية) قبل أن تصل إلى الأرض.



تمتص طبقة الأوزون معظم الأشعة فوق البنفسجية الضارة القادمة من الشمس، وبذلك تحمي المخلوقات الحية على الأرض من أضرارها الصحية.

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

تكوّن الأوزون كيف يتكوّن 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 ليتكوّن غاز الأوزون O_3 ، كما هو موضح في الشكل 1-3. ويمكن لغاز الأوزون أن يمتص الأشعة فوق البنفسجية ويتحلل مكوناً غاز الأكسجين، لذلك يحدث نوع من التوازن بين غازي الأكسجين والأوزون في طبقة الستراتوسفير.

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

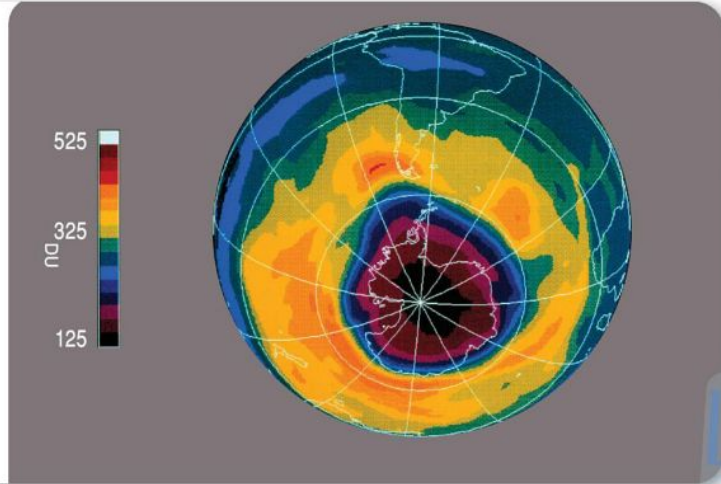
في عشرينيات القرن الماضي بدأ العالم البريطاني دوبسون (1889-1976م) قياس كمية غاز الأوزون في الغلاف الجوي. ورغم أن غاز الأوزون يتشكل في المناطق العليا من طبقة الستراتوسفير، إلا أنه يتجمع في الجزء الأسفل منها. وتقاس كمية غاز الأوزون الموجودة في طبقة الستراتوسفير عن طريق أجهزة موجودة على الأرض، أو عن طريق 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 مطياف بريور لقياس كمية غاز الأوزون في الجو.

الشكل 5-1 أكدت صور الأقمار الاصطناعية

قياسات فريق القارة المتجمدة الجنوبية التي أشارت إلى تقلص سُمك طبقة الأوزون فوق هذه القارة. في هذه الصورة تظهر طبقة الأوزون بلون زهري وبخضري وأسود. ويشير دليل الألوان عن يسار الصورة أن مستوى الأوزون يتراوح بين 125-200 DU، وهو أقل من المستوى الطبيعي الذي يبلغ 300 DU.



مهن في الكيمياء

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

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

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

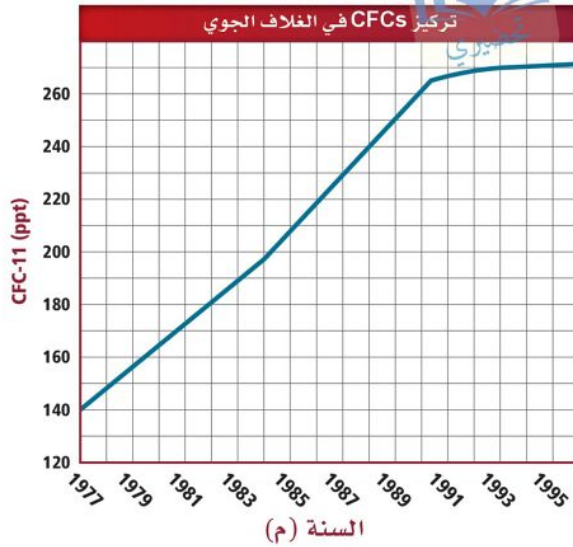
مركبات الكلوروفلوروكربون (CFCs)

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

ويحضر الآن عدد من هذه المركبات - التي لا تتكون طبيعيًا - في المختبر، وهي غير سامة؛ لأنها لا تتفاعل مباشرة مع المواد الأخرى. وقد ظهر مع الوقت أن هذه الغازات مبردات مثالية. في عام 1935 م بدأ استعمال هذه المواد في صناعة أجهزة التكييف المنزلية، كما دخلت في صناعة الثلاجات، بالإضافة إلى استعمالها في تصنيع البوليمرات، وفي دفع الرذاذ من علب الرش كما في علب ملطفات الجو أو علب المبيدات الحشرية المنزلية.

✓ **ماذا قرأت؟** فسّر لماذا فكر العلماء أن مركبات الكلوروفلوروكربون CFCs آمنة للبيئة؟

ازدادت كمية مركبات الكلوروفلوروكربون بشكل مطرد وثابت، حيث ارتفع التركيز من حوالي 140 جزءاً من التريليون عام 1977م إلى حوالي 270 جزءاً من التريليون عام 1995م.



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

اختبار الرسم البياني

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

* ppt: وحدة قياس تركيز، تعني جزء من تريليون Part per trillion

5. لأن أشعة UVB ضارة جداً

بدأ العلماء الكشف عن وجود مركبات الكلوروفلوروكربون CFCs في الجو في سبعينيات القرن الماضي، فقاموا بقياس كميتها في الغلاف الجوي، ووجدوا أنها تزداد عاماً بعد آخر. وبحلول سنة 1995م وجدوا أن كمياتها وصلت مستوى عاليًا، 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.

7. كان من المهم تأكيد النتائج من مصدر مستقل وباستخدام تقنية مختلفة لزيادة موثوقية البيانات. الحصول على نفس النتائج من القياسات الأرضية وصور الأقمار الاصطناعية يعطي دليلاً علمياً قوياً ويزيل الشك حول صحة وجود ثقب الأوزون.

1. تدرس الكيمياء المادة والتغيرات التي تطرأ عليها، وتساعدنا على فهم العالم من حولنا وتفسير الظواهر المختلفة، كما تساهم في توفير الكثير من الراحة والرفاهية للإنسان من خلال تطبيقاتها العملية.

التقويم 1-1

الخلاصة

- الكيمياء هي دراسة المادة والتغيرات التي تطرأ عليها.
- المادة الكيميائية لها تركيب محدد وثابت وتسمى بالمادة النقية.
- غاز الأوزون يوجد في طبقة الستراتوسفير ويكوّن طبقة واقية للأرض من الأشعة فوق البنفسجية.
- CFCs مواد مصنعة مكونة من الكلور والفلور والكربون، وتعمل على تقليل سمك طبقة الأوزون.
- فُسّر سبب قلق العلماء من تزايد أشعة UVB في الجو .
- فُسّر سبب ازدياد تركيز CFCs في الغلاف الجوي.
- قوّم لماذا كان من المهم تأكيد بيانات دوبسون عن طريق صور الأقمار الاصطناعية؟

3. يتكون الأوزون عندما يتعرض غاز الأكسجين (O2) للأشعة فوق البنفسجية في طبقة الستراتوسفير، فيتحلل إلى ذرات أكسجين منفردة (O) تتحد بدورها مع جزيئات أكسجين أخرى (O2) لتكوين الأوزون (O3). وهو مهم لأنه يحمي الأرض بامتصاصه معظم الأشعة فوق البنفسجية الضارة.

الكيمياء والمادة Chemistry and Matter

رابط الدرس الرقمي



www.ien.edu.sa

الفكرة 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 وخواصها Matter and its Characteristics

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

ربما لاحظت أن الأشياء التي تستعملها 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 تنفخ بالوناً فإنه يتمدد ليسمح للهواء بالدخول فيه، ويصبح أثقل من ذي قبل، ولهذا فالهواء مادة. هل كل شيء مادة؟ الأفكار والآراء التي تملأ رأسك ليست مادة، وكذلك الحرارة والضوء وموجات الراديو والمجالات المغناطيسية. ما الأشياء التي ليست مادة؟ اذكر بعضها.

الكتلة والوزن هل سبق أن استعملت 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 نتحرك بعيداً عن سطح الأرض. ربما لم تلاحظ فرقاً في وزنك عندما تنتقل من مكان إلى آخر، لكن فرقاً صغيراً يحدث حقاً.

تقارن بين الكتلة والوزن.

تفسر سبب اهتمام الكيميائيين بالوصف تحت المجهر للمادة.

تحدد المجالات التي يدرسها كل فرع من فروع الكيمياء المختلفة.

مراجعة المفردات

التقنية: التطبيق العملي للمعرفة العلمية.

المفردات الجديدة

الكتلة

الوزن

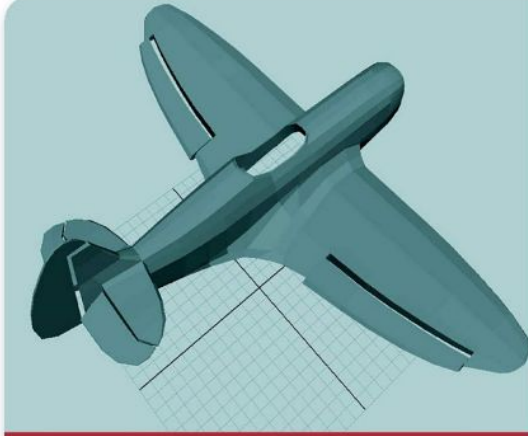
النموذج



الشكل 1-7 كل شيء في هذه الصورة

مادة وله كتلة ووزن.

قارن بين الكتلة والوزن.



نموذج طائرة



نموذج توسعة الحرم المكي

لأن الذرات
جسيمات
متناهية
في الصغر
لا يمكن
رؤيتها
مباشرة،
والنماذج
تساعد
الكيميائيين
على فهم
تركيبها
وسلوكلها
وتصور ما
يحدث على
المستوى
الذري.

قد يبدو من الأنسب 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 مقياس الكتلة.

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

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

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

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

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

استنتج. لماذا يستعمل الكيميائيون النماذج لدراسة الذرات؟

المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

المفردات

أصل الكلمة

الوزن

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

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

الاستعمال الشائع: الوزن هو الثقل النسبي لجسم ما.

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

من أنواع النماذج الأخرى: النماذج الحاسوبية والنماذج الفكرية أو الرياضية.

8. لأن كتلة الجسم ثابتة في أي مكان، بينما يتغير وزنه بتغير قوة الجاذبية من مكان إلى آخر. لذا فالكتلة مقياس أكثر ثباتاً وموثوقية لكمية المادة.

9. لأن علم الكيمياء يغطي مجالات واسعة ومتنوعة جداً، ولكل مجال دراسة مواد وتفاعلات مختلفة، مما يستدعي وجود فروع متخصصة لتسهيل الدراسة والبحث.

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

الكيمياء : علم أساسي

Chemistry: The Central Science

علم الكيمياء هو دراسة المادة والتغيرات التي تطرأ عليها. إن فهم الكيمياء يعد أساسياً لكل العلوم: الأحياء والفيزياء والأرض والبيئة وغيرها. وبسبب وجود أنواع كثيرة من المادة فإن مجالات الدراسة في الكيمياء تتنوع؛ 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 تشتركان في دراسة البلاستيك.

10. لأن سلوك المادة وخواصها التي نراها بالعين المجردة (المستوى العياني) يعتمد بشكل أساسي على تركيبها والتغيرات التي تحدث على المستوى غير المرئي (المستوى تحت المجهرى)، لذا يجب فهم هذا المستوى لتفسير ما نراه.

التقويم 1-2 الخلاصة

- الفكرة الرئيسية: 8. 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. استنتج سبب استعمال الكيميائيين للنماذج لدراسة المادة التي لا ترى بالعين المجردة.
12. سمّ 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.

11. لأن المادة على المستوى تحت المجهرى (كالذرات والجزيئات) لا يمكن رؤيتها مباشرة، فالنماذج توفر طريقة مرئية ومبسطة لتصوير وفهم تركيبها وسلوكها المعقد.

14. نعم، يتغير الوزن الظاهري. عند التسارع للأعلى (بداية الصعود)، يزداد الوزن الظاهري. وعند التسارع للأسفل (بداية الهبوط)، يقل الوزن الظاهري. هذا بسبب تأثير قوى التسارع، بينما الكتلة وقوة الجاذبية الحقيقية تظل ثابتة.

13. ستبقى كتلتى كما هي لأنها لا تعتمد على الجاذبية، أما وزنى فسيقل إلى سدس قيمته على الأرض، لأن قوة الجاذبية على القمر تساوي سدس جاذبية الأرض.

12. 1. النموذج المادي (مثل نموذج الطائفة) يوضح التركيب والشكل للأجسام الكبيرة. 2. النموذج الحاسوبي: يمثل تركيب وسلوك الجزيئات التي لا ترى بالعين. 3. النموذج الفكري/الرياضي: يستخدم معادلات رياضية لوصف سلوك المادة.



الطرائق العلمية Scientific Methods

الأهداف

- تحديد خطوات الطريقة العلمية.
- تقارن بين أنواع البيانات.
- تحديد أنواع المتغيرات
- تصنيف الفرق بين النظرية والقانون العلمي.

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

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

الطريقة النظامية في البحث A Systematic Approach

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

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

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

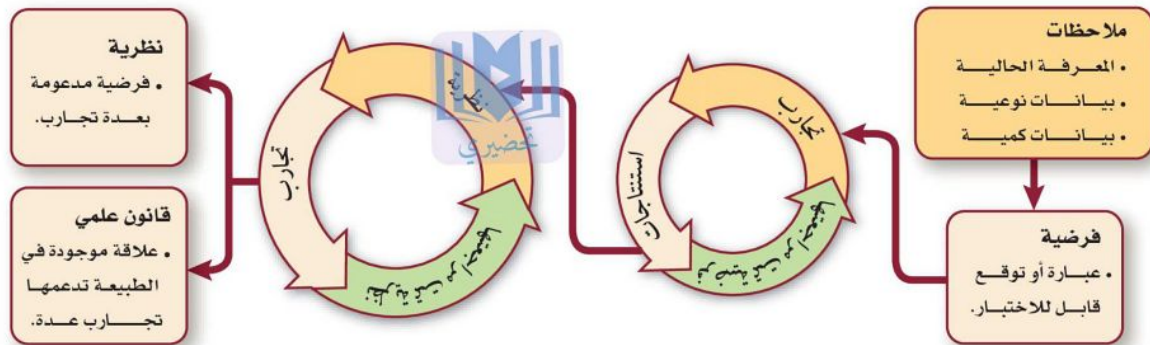
مراجعة المفردات

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 تلغىها.



1. تمت إضافة الماء إلى طبق بتري لتكوين طبقة رقيقة من الماء.

2. طفا الفلفل الأسود وانتشر بالتساوي على سطح الماء.

تجربة

تطوير مهارات الملاحظة

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

5. أضف حليبًا كامل الدسم إلى طبق بتري آخر حتى ارتفاع 0.5 cm.
6. ضع قطرة واحدة من كل نوع من أربعة أنواع من ملونات الطعام في أربعة أماكن على سطح الحليب. لا تضع أي قطرة ملون في مركز الطبق.
7. كرر الخطوات 3 و 4.

التحليل

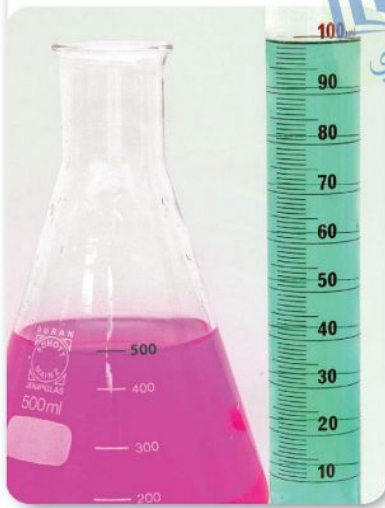
1. صف ما شاهدته في الخطوة 4.
2. صف ما شاهدته في الخطوة 7.
3. استنتج الزيت والدهن في الحليب والشحم ينتميان إلى فئة من المواد تسمى "ليبيدات". ماذا تستنتج عند إضافة المنظف إلى صحن الماء؟
4. فسر. لماذا كانت مهارات الملاحظة مهمة في هذه التجربة؟

خطوات العمل

1. املا بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية على منصة عين الإثرائية.
2. أضف ماء إلى طبق بتري حتى ارتفاع 0.5 cm. ثم استعمل مخبرًا مدرجًا 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.

3. يعمل المنظف على تقليل التوتر السطحي للماء، مما يؤدي إلى تباعد جزيئات بتري الفلفل بسرعة نحو حواف الطبق.

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



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

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

الفرضية تذكر ما درستته عن قصة المادتين في القسم 1-1. اكتشف الكيميائيان مولينا وورولاند وجود مركبات الكلوروفلوروكربون CFCs قبل أن تبين البيانات الكمية تناقص مستوى غاز الأوزون في الستراتوسفير. وقد تولّد لديها فضول لمعرفة مدة بقاء CFCs في الجو، فقاما بفحص التفاعلات التي يمكن أن تجري بين المواد الكيميائية المختلفة في الجو، لقد اكتشف مولينا وورولاند أن مركبات CFCs تبقى ثابتة في الجو لفترة طويلة، لكنها عرفا أن هذه المواد تصعد إلى طبقات الجو العليا، فوضعوا فرضية تنصّ على أن هذه المركبات تتحلّل نتيجة التفاعل مع الأشعة فوق البنفسجية الآتية من الشمس. كما وضعوا فرضية أخرى تنصّ على أن الكلور الناتج عن هذا التفاعل يحطم جزيئات غاز الأوزون. إذن الفرضية عبارة عن تفسير مؤقت لظاهرة ما أو حدث تمت ملاحظته، وهو قابل للاختبار.

4. كانت مهارات الملاحظة مهمة لرصد التأثير الفوري والدقيق للمنظف على الفلفل، وهو ما سمح بالوصول إلى استنتاج صحيح حول التوتر السطحي.

تكون الفرضية مؤقتة لأنها مجرد تفسير مقترح وغير مثبت، وهي تخضع للاختبار من خلال التجربة. إذا دحضت نتائج التجربة الفرضية، يجب تعديلها أو التخلي عنها.

✓ ماذا قرأت؟ استنتج لماذا تكون الفرضية مؤقتة؟

التجارب لا معنى للفرضية ما لم يكن هناك بيانات تدعمها. وهكذا فإن وضع الفرضية يساعد العالم على التركيز على الخطوة الآتية 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 1-11 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 تمامًا خلال دقيقة واحدة عند 40°C ، فإن الكمية نفسها تحتاج إلى 3 دقائق لتذوب تمامًا عند درجة 20°C ؛ وذلك لأن درجة الحرارة تؤثر في سرعة ذوبان الملح. وتسمى سرعة الذوبان هذه متغيرًا تابعًا؛ لأن قيمتها تتغير تبعًا لتغير المتغير المستقل. ورغم أن مجموعتك تستطيع تحديد الكيفية التي تغير بها المتغير المستقل إلا أنها لا تستطيع التحكم في الكيفية التي يتغير بها المتغير التابع.

✓ **ماذا قرأت؟** وضح الفرق بين المتغير المستقل والمتغير التابع.

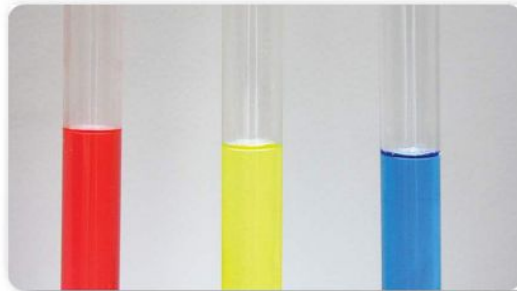
عوامل أخرى ما العوامل الأخرى التي تستطيع تغييرها في تجربتك؟ هل تؤثر كمية الملح التي تستعملها، أو كمية الماء، أو تحريك المخلوط في النتائج؟ إن الإجابة عن هذه الأسئلة ربما تكون بالإيجاب. لذا فإن نتائج التجربة ستختلف. ومن ثم فإن المتغير المستقل هو الوحيد الذي يُسمح بتغييره في التجربة المخطط لها جيدًا. أما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

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



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

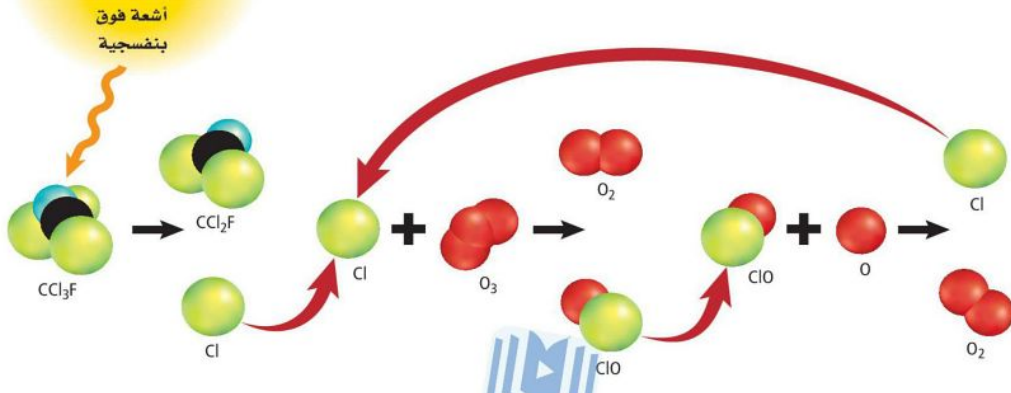
المتغير المستقل هو المتغير الذي يخطط لتغييره في التجربة، أما المتغير التابع فهو المتغير الذي تتغير قيمته استجابة لتغير المتغير المستقل.



الشكل 1-12 لأن حموضة المحاليل في هذه الأنابيب معروفة فمن الممكن أن تستعمل بوصفها ضوابط في تجربة ما. استنتج إذا أضيف كاشف كيميائي إلى محلول مجهول الحموضة فكيف تحدد ما إذا كان المحلول حمضيًا أو متعادلاً أو قاعديًا؟

بمقارنة لون المحلول المجهول بعد إضافة الكاشف مع ألوان المحاليل الضابطة المعروفة الحموضة. اللون المطابق لأحد الضوابط يحدد ما إذا كان المحلول حمضيًا أو متعادلاً أو قاعديًا.





تتبعاً نموذج مولينا ورولاندر أن الأشعة فوق البنفسجية تجعل الكلور Cl ينفصل عن CCl₃F أحد مركبات CFCs.

ثم يقوم الكلور بتدمير غاز الأوزون بالاتحاد معه وتكوين غاز الأكسجين O₂ وأول أكسيد الكلور ClO.

تتحد ذرة أكسجين O مع أول أكسيد الكلور ClO ليكوّن غاز الأكسجين O₂ والكلور Cl، ثم يتحد الكلور الحر مع جزيء غاز أوزون آخر، وتكرر العملية.

الشكل 1-13 يبين نموذج مولينا ورولاندر كيف تدمر مركبات CFCs غاز الأوزون.

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

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

وضع مولينا ورولاندر فرضية عن ثبات مركبات CFCs في طبقة الستراتوسفير، وجمعاً بيانات تؤيد فرضيتهما، كما طوّرا نموذجاً 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 ورولاندر تكوّن الكلور وتناقص غاز الأوزون، كما هو مبين في الشكل 1-13. 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 ورولاندر في نموذجهما مصدر الكلور، وتوصّلا إلى استنتاج أن غاز الأوزون في الستراتوسفير يمكن أن يتحطم بفعل مركبات CFCs، وكان لديهما دعم كافٍ لفرضيتهما مكنهما من نشر اكتشافهما، ففازا بجائزة نوبل عام 1995م.

المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

15. لأن طبيعة المشكلات العلمية والأبحاث تختلف، مما يتطلب مرونة وتكيفاً في الخطوات المتبعة. قد يتطلب بحث ما البدء بالملاحظة، بينما يبدأ آخر بفرضية، وقد تحتاج بعض الخطوات إلى التكرار.



الشكل 14-1 ينطبق قانون نيوتن للجاذبية على

كل قفزة من قفزات هؤلاء المظليين مهما تعددت.

16. بيانات كمية: درجة حرارة الماء 25 درجة مئوية. بيانات نوعية: لون المحلول أزرق.

النظرية والقانون العلمي Theory and Scientific Law

النظرية تفسر لظاهرة طبيعية بناءً على مشاهدات واستقصاءات مع مرور الزمن. ولعلك سمعت عن نظرية أينشتاين في النسبية، أو عن النظرية الذرية. تصف النظرية عموماً مبدأً رئيساً 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 مهما كان عدد مرات المظليين من الطائرة - كما هو مبين في الشكل 14-1 - فإنهم يعودون دائماً إلى الأرض. كان إسحاق نيوتن متأكداً من وجود قوة تجاذب بين جميع الأجسام. لذا اقترح القانون العام للجاذبية. إن قانون نيوتن **قانون علمي** يصف علاقة أوجدها الله عز وجل في الطبيعة تدعمها عدة تجارب. وعلى العلماء أن يطوّروا فرضيات وتجارب أخرى لتفسير وجود هذه العلاقات.

تجربة عملية
التقنيات المختبرية
والسلامة في المختبر

ارجع إلى دليل التجارب العملية على منصة عين الأثرية



17. المتغير المستقل هو درجة الحرارة. المتغير التابع هو حجم البالون العامل الثابت هو كمية الهواء في البالون والضغط الجوي. الضابط للمقارنة هو حجم البالون عند درجة حرارة الغرفة قبل التسخين.

التقويم 3-1

الخلاصة

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

15. الفكرة الرئيسية فسر لماذا لا يستعمل العلماء مجموعة محددة من الخطوات في كل بحث يقومون به؟

16. فرق أعط مثلاً على بيانات كمية وآخر على بيانات نوعية.

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

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

19. فسر النماذج العلمية الجيدة يمكن فحصها واستعمالها للقيام بتوقعات. ماذا توقع نموذج مولينا ورولاندي عن كمية غاز الأوزون في الجو عند ازدياد كمية CFCs؟

18. تسمى قانون شارل. لأنها تصف علاقة طبيعية مشاهدة ومدعومة بالتجارب (وهو ما يفعله القانون)، ولا تقدم تفسيراً لسبب حدوث هذه العلاقة (وهو ما تفعله النظرية).

البحث العلمي Scientific Research



www.ien.edu.sa

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

تقارن بين البحث النظري، والبحث التطبيقي، والتقنية.

تُطبّق تعليقات السلامة في المختبر.

مراجعة المفردات

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

أنواع الدراسات والأبحاث العلمية

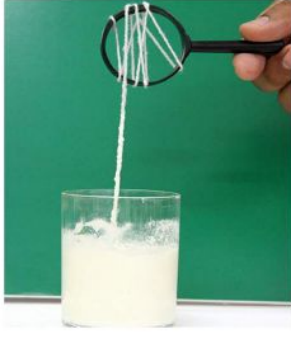
Types of Scientific Investigations

يطّلع الناس كل يوم - من خلال وسائل الإعلام، ومنها التلفزيون والصحف والمجلات والإنترنت - على نتائج الأبحاث العلمية، التي تتعلق كثير منها بالبيئة أو الدواء أو الصحة. كيف يستعمل العلماء البيانات الكمية والنوعية لحل الأنواع المختلفة من المشكلات العلمية؟ يجري العلماء **بحوثاً نظرية** للحصول على المعرفة من أجل المعرفة نفسها. فقد كان مولينا ورولاندي مدفوعين بحب الاستطلاع، فقاما بإجراء بحوث نظرية على CFCs وتفاعلاتها مع غاز الأوزون، ولم يكن هناك أي دليل بيئي في ذلك الوقت على وجود علاقة بين نموذجهما وطبقة الستراتوسفير. وقد بيّن بحثهما أن مركبات CFCs يمكن أن تسرّع تفكك غاز الأوزون تحت ظروف معينة في المختبر.

وبمرور الوقت أُشير 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 1-15. كما تجرى أبحاث تطبيقية من أجل الحصول على بدائل لمركبات CFCs التي أصبحت ممنوعة.



الشكل 1-15 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.



خيوط النايلون يمكن سحبها من سطح المحلول.



تستعمل ألياف النايلون في صناعة أشرطة التثبيت.

الشكل 1-16 تستعمل خيوط

النايلون في كثير من المنتجات، وكان قبل الحرب العالمية الثانية يستعمل في



اكتشافات غير مقصودة لم تشهد الصناعة حقبة كهذه من قبل. فمن الممكن أن تساهم المواد وأساليب التصنيع المبتكرة في فتح آفاق جديدة مستقبلاً؛ وليس هناك مكان أفضل من مشروع «نيوم NEOM» والذي يُعدّ بيئة لتمكين نخبة العقول وأمهر الكفاءات من تجسيد الأفكار الرائدة في عالم يصنعه الخيال. * المصدر: كتيب مشروع نيوم NEOM؛ ص: 12. وسيوفر مشروع نيوم NEOM بيئة مثالية للعلماء، فكثيراً ما يُجري العلماء تجاربهم، ثم يتوصلوا إلى نتائج مختلفة عما كانوا يتوقعون. وهناك الكثير من الاكتشافات العلمية التي لم تكن متوقعة. ولعلك تعرف المثالين الآتين 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 مثالا آخر على الاكتشافات غير المقصودة. ففي عام 1931م قام موظف يدعى جوليان هيل بغمس قضيب زجاجي في مخلوط من المحاليل، وبشكل غير متوقع سحب أليافاً طويلة كتلك المبيّنة في الشكل 1-16. تابع هيل وزملاؤه تطوير هذه الألياف إلىحرير 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 معاً 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.

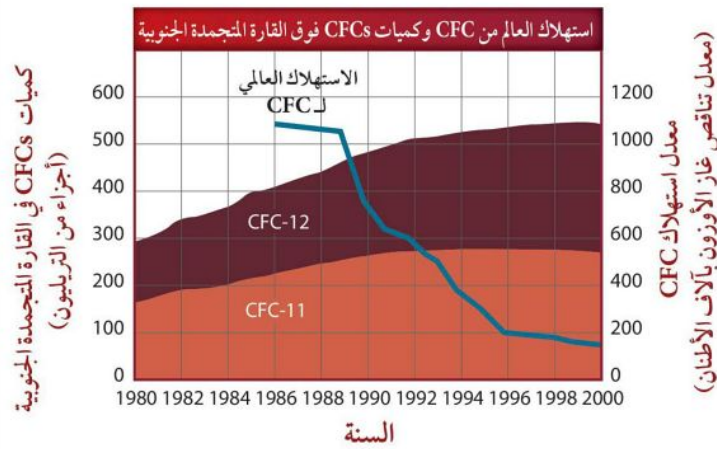


السلامة في المختبر

الجدول 1-2

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 تُجر التجارب دون إذن معلمك، ولا تعمل بمفردك أبداً. تعلم كيف تطلب المساعدة عند الضرورة.
18. عند تسخين مادة في أنبوب اختبار لا توجّه فوهة الأنبوب إلى جسمك أو إلى شخص آخر، ولا تنظر أبداً في فوهة الأنبوب.	3. تفهم رموز السلامة. اقرأ جميع علامات التحذير وتقيدها.
19. لا تسخن المخاليل المدرجة أو السحاحات أو الماصات باستعمال لهب بنزن.	4. البس النظارة الواقية ومعطف المختبر في أثناء العمل. والبس قفازات عندما تستعمل المواد الكيميائية التي تسبب التهيج أو يمكن امتصاص الجلد لها. اربط الشعر إلى الخلف (للطالبات).
20. توخّ الحذر 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 تمتص الأبخرة، وقد يصعب إزالتها.
21. تخلّص من الزجاج المكسور، والمواد الكيميائية غير المستعملة، ونواتج التفاعلات كما يطلب المعلم.	6. تجنب لبس الملابس الفضفاضة أو الأشياء المتدلية مثل الشماغ. والبس الأحذية المغلقة على أصابع القدم.
22. اعرف الطريقة الصحيحة لتحضير محاليل الأحماض. أضف الحمض دائماً إلى الماء ببطء.	7. لا تدخل الطعام والشراب إلى المختبر ولا تأكل في المختبر أبداً.
23. أبقى منطقة الميزان نظيفة دائماً، ولا تضع المواد الكيميائية على كفة الميزان مباشرة.	8. اعرف مكان وكيفية استعمال طفاية الحريق والماء، وبطانية الحريق، والإسعافات الأولية، وقواطع الغاز والكهرباء.
24. بعد الانتهاء من التجربة نظف الأدوات واحفظها، ونظف مكان العمل، وتأكد من إطفاء الغاز وإغلاق مصدر الماء. اغسل يديك بالماء والصابون قبل أن تغادر المختبر.	9. نظف الأشياء التي تنسكب على الأرض والممرات والأدوات، وأخبر معلمك عن أي حادث أو جرح أو إجراء عملي خاطئ أو عطل في الأدوات.
	10. إذا 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 ثلاث مرات قبل حملها، وفي أثنائه وبعد إرجاعها إلى مكانها الأصلي.
	12. لا تأخذ العبوات إلى مكان عملك ما لم يطلب إليك ذلك. استعمل أنابيب اختبار أو أوراقاً أو كؤوساً للحصول على المواد الكيميائية. خذ كميات قليلة؛ لأن الحصول على كمية إضافية لاحقاً أسهل من التخلص من الفائض.
	13. لا تُعدّ المواد الكيميائية غير المستعملة إلى العبوة الأصلية.
	14. لا تدخل القطارة في عبوات المواد الكيميائية، بل اسكب قليلاً من المادة الكيميائية في كأس، ثم استعمل القطارة.
	15. لا تتذوق أبداً أي مادة كيميائية أو تسحبها بفمك، بل بالماصة.





وتستمر القصة The Story Continues

لنعد الآن إلى المادتين اللتين سبق الحديث عنهما. لقد حدث الكثير منذ أن وضع مولينا وروланд فرضيتهما في سبعينيات القرن الماضي عن دور مركبات CFCs في تفكيك الأوزون الجوي. ومن خلال البحوث التطبيقية وجد العلماء أن مركبات CFCs ليست وحدها التي تتفاعل مع غاز الأوزون، وإنما هناك بعض المواد الأخرى التي تتفاعل معه أيضاً، فرباع كلوريد الكربون CCl_4 وميثيل الكلوروفورم $C_2H_3ClO_2$ 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، كما شاركت ووافقت على النظام الموحد بشأن المواد المستنفذة لطبقة الأوزون لدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية المعدل عام 2012، والذي أحد أهدافه التخلص التام من استهلاك المواد المستنفذة لطبقة الأوزون وإحلال البدائل الآمنة؛ وبما يتوافق مع المصالح الوطنية لدول المجلس وفقاً لبرتوكول مونتريال. 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 الجنوبية لم تنقص مباشرة.

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

بدأت كميات مركبات CFCs تستقر في منتصف التسعينيات الميلادية، حوالي عام 1995م، حيث يظهر من الرسم البياني أن معدل زيادتها تباطأ بشكل كبير وأصبحت شبه مستقرة.



المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.



تتكون غيوم جليدية في طبقة الستراتوسفير في درجات الحرارة شديدة الانخفاض (أقل من -78°C)، وتوفر هذه الغيوم أسطحًا تحدث عليها التفاعلات الكيميائية. عندما يبدأ ضوء الشمس في الربيع، يتفاعل الكلور والبروم (النواتج عن مركبات CFCs) مع غاز الأوزون على أسطح هذه الغيوم، مما يؤدي إلى تحلله وتكون الثقب.

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

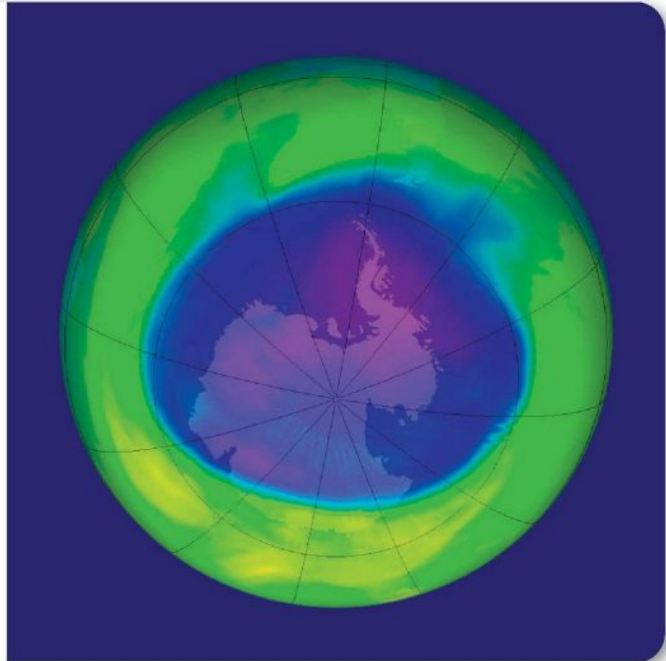
✓ **ماذا قرأت؟** بين العوامل التي تستثير تكوّن ثقب الأوزون فوق القارة القطبية الجنوبية.

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

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

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

كمية غاز الأوزون الكلية (بوحدة الدوبسون) DU
110 220 330 440 550



مستويات غاز الأوزون في منطقة الثقب (تتراوح بين 110 و 200 وحدة دوبسون) أقل بكثير من المستوى الطبيعي الذي يبلغ حوالي 300 وحدة دوبسون. أي أنها تمثل حوالي ثلث إلى ثلثي المستوى الطبيعي فقط.

1. يظهر الرسم البياني وجود علاقة طردية بين كمية الأوزون ودرجة الحرارة؛ فكلما ينخفض معاً من بداية العام حتى شهري سبتمبر وأكتوبر ثم يرتفعان معاً مرة أخرى.

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 النماذج الحاسوبية الحديثة تتوقع أنها لن تبدأ في استعادة وضعها قبل عام 2068م. على أن تحديد موعد دقيق لذلك ليس مهماً، باستمرار الجهود الدولية للحد من مشكلة تآكل طبقة الأوزون.

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 نتخيله؛ لأن كل شيء في الكون مكون من مادة.

تجربة عملية
الاستعمال الفعال
لموقد بنزن
ارجع إلى دليل التجارب العملية على منصة عين الإثرائية



2. في عام 2005م (الخط الأحمر)، كانت مستويات الأوزون ودرجات الحرارة أقل بشكل عام مقارنة بعام 2004م (الخط الأزرق)، خاصة خلال فترة الانخفاض في شهري أغسطس وسبتمبر.

مختبر تحليل البيانات

فسر الرسوم البيانية

البيانات والملاحظات

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



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

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

التفكير الناقد

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

2. قوّم كيف تختلف بيانات عام 2004م عن بيانات 2005م؟

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

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

3. وصلت كمية الأوزون إلى أدنى مستوياتها في أواخر شهر سبتمبر وبداية شهر أكتوبر.



4. نعم، تؤيد هذه البيانات ما تمت دراسته. حيث توضح أن انخفاض كمية الأوزون (تكوّن الثقب) يتزامن مع الانخفاض الشديد في درجات الحرارة في فصل الربيع في القطب الجنوبي، وهو ما يدعم نظرية أن البرودة الشديدة ضرورية لحدوث التفاعلات التي تفكك الأوزون.

20. من الأمثلة: ألياف النايلون المستخدمة في الملابس والمظلات، وأجهزة الحاسوب، وتقنيات التصوير الطبي مثل الأشعة السينية (X-rays).

21. البحث النظري هو بحث يجري للحصول على المعرفة من أجل المعرفة نفسها، مثل دراسة خصائص مركبات CFCs. أما البحث التطبيقي فهو بحث يجري لحل مشكلة محددة، مثل إيجاد بدائل آمنة لمركبات CFCs.



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

ب. لمنع تلوث المادة الأصلية النقية في العبوة، مما قد يؤثر على نتائج التجارب المستقبلية.

التقويم 1-4

الخلاصة

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

22. اكتشاف مركبات CFCs كان نتيجة بحث تطبيقي لإيجاد مبردات آمنة، ولكن فهم تأثيرها على طبقة الأوزون كان نتيجة بحث نظري. وكلا النوعين من البحث مهم؛ فالبحث النظري يوسع المعرفة الإنسانية التي يمكن استخدامها لاحقاً في بحوث تطبيقية لحل المشكلات.

20. الفكرة الرئيسية سم ثلاثة منتجات تقنية حسّنت 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 متدلية مثل الشماغ في المختبر.

24. فسر الأشكال العلمية ما احتياطات السلامة التي ستخذها عند رؤية رموز السلامة الآتية؟



d. لأنها قد تشتعل بسهولة عند اقترابها من لهب، أو تعلق بالأجهزة الحادة فتسقطها، أو تغمس في المواد الكيميائية.

23. a. لحماية الجسم والملابس من المواد الكيميائية المتناثرة، وحماية العينين من الأبخرة والمواد المتطايرة.

c. لأنها قد تمتص الأبخرة الكيميائية وتحتسبها على سطح العين مسببة تهيجاً أو ضرراً، كما يصعب إزالتها بسرعة في الطوارئ.



Properties of Matter خواص المادة

الأهداف

- تعين خواص المواد.
- تفريق بين الحالات الفيزيائية للمادة.
- تمييز بين الخواص الفيزيائية والكيميائية للمواد.

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

المواد الكيميائية النقية Substances

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

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

مراجعة المفردات

الكثافة : نسبة كتلة الجسم إلى حجمه.

المفردات الجديدة

حالات المادة

البلازما

المادة الصلبة

السائل

الغاز

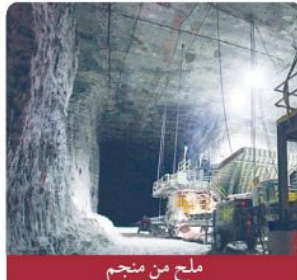
البخار

الخاصية الفيزيائية

الخاصية غير المميزة

الخاصية المميزة

الخاصية الكيميائية



الشكل 2-1 ملح الطعام التركيب نفسه سواء استُخرج من البحر أم من منجم.



King Faisal
PRIZE

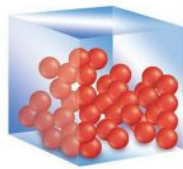


مُنح البروفيسور إريك كورنيل
جائزة الملك فيصل / فرع العلوم
عام 1417هـ في مجال الفيزياء،
لنجاحه مع زميله الدكتور كارل
وايسمان، في اكتشاف أن للمادة
حالة جديدة لم تسبق مشاهدتها
هي حالة التكاثف التي تحدث إذا
انخفضت درجة حرارتها تحت
مستوى معين.

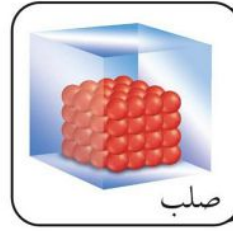
* المصدر: موقع جائزة الملك فيصل / فرع العلوم



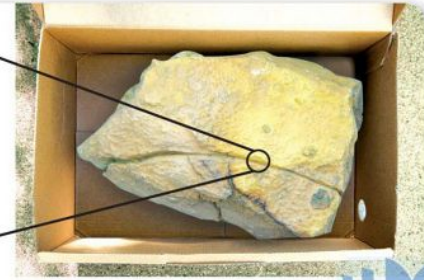
سائل



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



صلب



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

States of Matter حالات المادة

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 تتأثر بها الوعاء الذي توضع فيه. وقد ميّز العلماء حالة أخرى للمادة تسمى «**البلازما**» وهي حالة مميزة من حالات المادة يمكن وصفها بأنها غاز متأين تكون فيه الإلكترونات حرة وغير مرتبطة بالذرة أو الجزيء. 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؟ سَمِّ حالات المادة.**

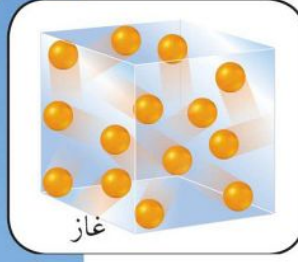
المواد الصلبة **المادة الصلبة** حالة من حالات المادة، لها شكل وحجم محددان. فالخشب والحديد والورق والسكر جميعها أمثلة على المواد الصلبة. وجسيمات المادة الصلبة مترصصة بإحكام، وعند تسخينها تتمدد قليلاً. ولأن شكلها ثابت فإنها لا تأخذ شكل الوعاء الذي توضع فيه، فإذا وضعت حجراً في وعاء فإنه لن يأخذ شكل الوعاء، 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 تُحدّد بمدى تماسكها أو قساوتها، فلا سمنت قاسٍ والشمع لين، وكلاهما مادة صلبة.

السوائل **السائل** حالة من حالات 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 ترصصاً 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 2-3، 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 كالوادة الصلبة قابل للتتمدد بالتسخين.

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

قارن خواص السوائل والمواد الصلبة: جسيمات المواد الصلبة مترصصة بإحكام وتهتز في مكانها، أما جسيمات السوائل فأقل ترصصاً وتنزلق فوق بعضها البعض مما يمكنها من التدفق.



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

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

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

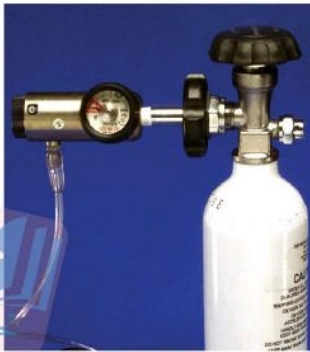
فرق بين الغاز والبخار: الغاز هو مادة توجد في الحالة الغازية في درجات الحرارة العادية، أما البخار فهو الحالة الغازية لمادة تكون صلبة أو سائلة في درجات الحرارة العادية.

✓ **ماذا قرأت؟** فرق بين الغاز والبخار.

1. فسر: يجب ضبط خروج الغاز المضغوط للتحكم في معدل التفاعل أو العملية التي يستخدم فيها، وكذلك لضمان السلامة ومنع أي تسرب سريع وخطير.

مختبر حل المشكلات

السبب والنتيجة



التفكير الناقد

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

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

التحليل

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

2. توقع: سيؤدي فتح الصمام فجأة إلى اندفاع الغاز بقوة هائلة، مما قد يتسبب في حركة الأسطوانة بعنف أو انفجارها بسبب الانخفاض المفاجئ في الضغط ودرجة الحرارة.

عرّف الخاصية الفيزيائية، وأعط أمثلة عليها؛ الخاصية الفيزيائية هي خاصية يمكن ملاحظتها أو قياسها دون تغيير في تركيب المادة. أمثلة: الكثافة، اللون، درجة الانصهار.

الخواص الفيزيائية لبعض المواد المألوفة				الجدول 1-2	
المادة	اللون	الحالة عند 25°C	درجة الانصهار (°C)	درجة الغليان (°C)	الكثافة (g/cm³)
الأكسجين	عديم اللون	غاز	-218	-183	0.0014
الزئبق	فضي	سائل	-39	357	13.5
الماء	عديم اللون	سائل	صفر	100	1.00
السكر	أبيض	صلب	185	يتحلل	1.59
كلوريد الصوديوم	أبيض	صلب	801	1413	2.17

كثافة الخشب

ارجع إلى دليل التجارب العملية على منصة عين



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 ووزنه. وهذه المميزات كلها خواص فيزيائية لقلم الرصاص. **الخاصية الفيزيائية** خاصية يمكن ملاحظتها أو قياسها دون التغيير في تركيب العينة. والخواص الفيزيائية تصف المواد النقية؛ لأنها ذات تركيب منتظم وثابت، وخواصها ثابتة. وتعد الكثافة واللون والرائحة والقساوة ودرجة الانصهار ودرجة الغليان من الخواص الفيزيائية المألوفة التي يقوم العلماء بتسجيلها لاستعمالها في تعرف المواد. ويتضمن الجدول 1-2 قائمة ببعض المواد المألوفة وخواصها الفيزيائية.

✓ **ماذا قرأت؟** عرف الخاصية الفيزيائية، وأعط أمثلة عليها.

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

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

الشكل 2-5 كثير من التوابل يمكن تعرّفها من رائحتها، وهي خاصية مميزة.
استنتاج سم خاصية غير مميزة لأحد التوابل المبينة في الشكل.

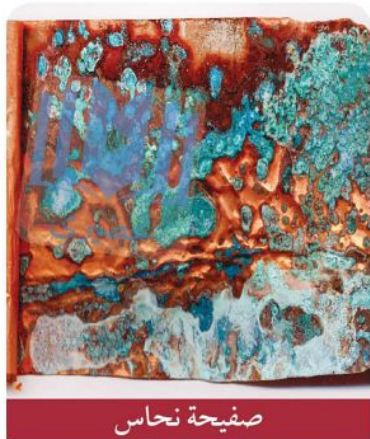


الكيمياء في واقع الحياة الخواص الفيزيائية



المعادن يستعمل العلماء الخواص الفيزيائية للمواد ومنها اللون والقساوة لتحديد نوع المعدن. فمعادن المالاكايت مثلاً أخضر دائماً ولين نسبياً. وقد استعمل سابقاً صبغة، ويستعمل الآن في صناعة المجوهرات.

استنتاج: خاصية غير مميزة للتوابل هي الكتلة أو الحجم، لأنها تعتمد على كمية المادة الموجودة.



صفیحة 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.



تحضيري

الخواص الكيميائية للمادة Chemical Properties of Matter

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

يُعد تكون الصدأ عند اتحاد الحديد مع الأكسجين في الهواء الرطب مثالاً على خاصية كيميائية للحديد. كما أن عدم قدرة مادة على التغير إلى مادة أخرى هي أيضاً خاصية كيميائية. فعندما يوضع الحديد مثلاً في غاز النيتروجين عند درجة حرارة الغرفة لا يحدث تغير كيميائي.  **ماذا قرأت؟** قارن بين الخواص الفيزيائية والخواص الكيميائية.

ملاحظة خواص المادة Observing Properties of Matter

لكل مادة خواصها الفيزيائية والكيميائية المميزة لها. وبين 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. وبين الجدول 2-2 عدداً من الخواص الفيزيائية والكيميائية للنحاس.

المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

قارن بين الخواص الفيزيائية والخواص الكيميائية:
الخواص الفيزيائية يمكن ملاحظتها دون تغيير هوية المادة (مثل لون النحاس)، بينما الخواص الكيميائية تصف قدرة المادة على التحول إلى مادة جديدة (مثل تكون صدأ النحاس الأخضر).

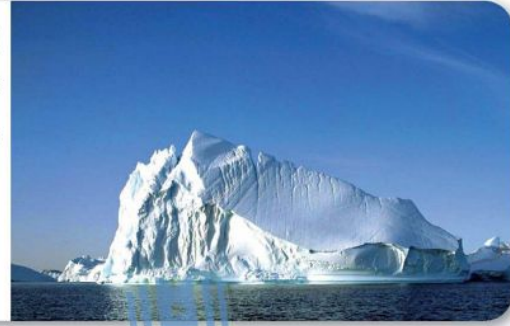
الجدول 2-2		خواص النحاس
خواص فيزيائية		خواص كيميائية
• بني محمر، لامع • قابل للسحب والطرق • موصل جيد للحرارة والكهرباء • الكثافة = 8.96 g/cm^3 • درجة الانصهار = 1085°C • درجة الغليان = 2562°C		• يكون مركب كربونات النحاس الأخضر عندما يتعرض للهواء الرطب. • يكون مركبات جديدة عندما يتحد مع حمض النيتريك وحمض الكبريتيك. • يكون محلولاً شديد الزرقة عندما يتفاعل مع الأمونيا.



تحضيري

1. الحالات الثلاث الأكثر شيوعاً للمادة على الأرض هي الصلبة، والسائلة، والغازية.

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



خواص الماء

ارجع إلى دليل التجارب العملية على منصة عين



2. المادة الكيميائية النقية لها تركيب ثابت ومحدد وخواص مميزة وثابتة لا تتغير بتغير الكمية، مثل درجة الانصهار ودرجة الغليان.

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

خذ خواص الماء مثلاً؛ فلعلك تعرف أن الماء سائل (وهذه خاصية فيزيائية)، وليس نشطاً كيميائياً (وهذه خاصية كيميائية). وربما تعرف أيضاً أن كثافة الماء تساوي 1.00 g/cm^3 (خاصية فيزيائية). وتنطبق هذه الخواص جميعها على الماء عند الظروف القياسية وهي درجة الحرارة والضغط عند 25°C و 1 atm . أما في درجات الحرارة الأعلى من 100°C فإن الماء يكون غازاً (خاصية فيزيائية)، وكثافته 0.0006 g/cm^3 (خاصية فيزيائية)، وهو يتفاعل بسرعة مع عدة مواد (خاصية كيميائية). وما دون 0°C يصبح الماء صلباً (خاصية فيزيائية)، وكثافته 0.92 g/cm^3 (خاصية فيزيائية). إن الكثافة المنخفضة للجليد تجعل الجبال الجليدية تطفو فوق سطح المحيط، كما يبين الشكل 7-2.

المفردات

مفردات علمية

البيئة

الظروف والأشياء المحيطة بالمخلوق الحي والتي تؤثر فيه.

تكيف الحيوانات مع التغيرات التي تحدث في بيئاتها.

تحضير

التقويم 1-2

الخلاصة

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

- الفكرة الرئيسية: كون جدولاً يصف حالات المادة الثلاث من حيث شكلها وحجمها وقابليتها للانضغاط.
- صف الخواص التي تصف المادة على أنها مادة كيميائية نقية.
- صنف كلا من الخواص الآتية إلى فيزيائية وكيميائية:
 - الحديد والأكسجين يكوّنان الصدأ.
 - الحديد أكبر كثافة من الألومنيوم.
 - يحترق المغنسيوم ويتوهج عند إشعاله.
 - الزيت والماء لا يمتزجان.
 - ينصهر الزئبق عند -39°C .
- نظم. كوّن جدولاً يقارن بين الخواص الفيزيائية والكيميائية. أعط مثالين على كل نوع منها.

4. الخاصية الفيزيائية: يمكن ملاحظتها أو قياسها دون تغيير تركيب المادة. مثالان: اللون، الكثافة، الخاصية الكيميائية: تصف قدرة المادة على الاتحاد مع غيرها أو التحول لمادة جديدة. مثالان: قابلية الاشتعال، تكوّن الصدأ.



تغيرات المادة Changes in Matter

الأهداف

- تعرف التغير الفيزيائي، وتعطي أمثلة عليه.
- تعرف التغير الكيميائي، وتعطي عدة مؤشرات على حدوثه.
- تطبق قانون حفظ الكتلة على التفاعلات الكيميائية.

الفكرة الرئيسة يمكن أن يحدث للمادة تغيرات فيزيائية وكيميائية.

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

التغيرات الفيزيائية Physical Changes

تخضع المواد في كثير من الأحيان لتغيرات تؤدي إلى حدوث اختلافات كبيرة في مظهرها، إلا أن تركيبها يبقى ثابتاً. ومن ذلك تشكيل صفيحة من الألومنيوم في صورة كرة؛ ففي حين يتحول شكل هذه الصفيحة الملساء المستوية الشبيهة بالمرآة إلى كرة فإن تركيبها لا يتغير؛ فهي ما زالت من الألومنيوم. هذا النوع من التغير الذي يحدث دون أن يغير تركيب المادة يسمى **التغير الفيزيائي**. ومن ذلك 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؛ لأنه 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 وتكوّن البخار تغيران فيزيائيان، وهما تغيران في الحالة أيضاً. ويبين الشكل 2-8 عمليتي التكثف والتجمد، وهما من تغيرات الحالة المألوفة. وتشير مصطلحات الغليان، والتجمد، والتكثف، والتبخّر، والانصهار عادة إلى تغيرات في حالة المادة.



تجمد



تكثف

الشكل 2-8 يمكن أن يحدث التكثف عندما يلامس الغاز سطحاً بارداً، مما يؤدي إلى تكوّن قطرات. كما يحدث التجمد عندما يبرد السائل؛ فالماء المتساقط يكون إبراً جليدية عندما يبرد.



التغير الكيميائي هو عملية تتضمن تغير مادة أو أكثر إلى مواد جديدة تختلف في خواصها عن المواد الأصلية.

تحضيري

المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.



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

عين المتفاعلات والنواتج في تفاعل تكوين الصدأ.



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 المميزة كالكتافة، ولهذا يمكن استعمالهما في تعيين المواد المجهولة.

Chemical Changes

التغيرات الكيميائية

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

تسمى المواد التي نبدأ بها التفاعل «المتفاعلات». أما المواد الجديدة المتكوّنة فتسمى «النواتج». وتشير المصطلحات الآتية: تحلل، انفجار، صدأ، تأكسد، تآكل، فقدان البريق، تخمر، احتراق، تعفن - إلى التفاعل الكيميائي.

✓ ماذا قرأت؟ عرف التغير الكيميائي.

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. ويعد اختلاف خواص الصدأ عن خواص كل من الحديد والأكسجين دليلاً على حدوث تفاعل كيميائي. كما يعد تعفن الفواكه والخبز مثلاً آخر على التفاعلات الكيميائية؛ فطعم هذه الأطعمة بعد التعفن وقابليتها للهضم يختلفان عن طعمها وقابليتها للهضم وهي طازجة.

قانون حفظ الكتلة Law of Conservation of Mass

تأخّر 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 تفنى ولا تستحدث في أثناء التفاعل الكيميائي - إلا بقدرته 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 الاستهلاكية صفحة 13، واستقص كيف تحقق قانون حفظ الكتلة؟

5. كتلة البروم المتفاعلة = 100.0 جم - 8.5 جم = 91.5 جم. كتلة المركب الناتج = 10.3 جم + 91.5 جم = 101.8 جم.

مثال 2-1

حفظ الكتلة وُضع 10 g من أكسيد الزئبق II الأحمر HgO 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، وتبعاً لقانون حفظ الكتلة فإن مجموع كتل النواتج يجب أن يساوي مجموع كتل المواد المتفاعلة.

المعطيات

المطلوب

كتلة الأكسجين = ؟ g

كتلة أكسيد الزئبق II = 10.0 g

كتلة الزئبق = 9.26 g

2 حساب المطلوب

ضع قانون حفظ الكتلة

كتلة المتفاعلات = كتلة النواتج

كتلة أكسيد الزئبق II = كتلة الزئبق + كتلة الأكسجين

كتلة الأكسجين = كتلة أكسيد الزئبق II - كتلة الزئبق

كتلة الأكسجين = 9.26 g - 10.00 g = 0.74 g

أوجد كتلة الأكسجين

عوض بالقيم المعطاة في المعادلة

3 تقويم الإجابة

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

مسائل تدريبية

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

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

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

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

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

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

9. تحفيز تفاعل 106.5 g من حمض الهيدروكلوريك $HCl(g)$ مع كمية مجهولة من الأمونيا $NH_3(g)$ لإنتاج 157.5 g من كلوريد الأمونيوم $NH_4Cl(s)$. ما كتلة الأمونيا $NH_3(g)$ المتفاعلة؟ وهل طبق قانون حفظ الكتلة في هذا التفاعل؟ فسر إجابتك.

8. كتلة الأكسجين = كتلة أكسيد الماغنسيوم - كتلة الماغنسيوم = 16.6 جم - 10.0 جم = 6.6 جم.

10. a. تغير فيزيائي.
b. تغير فيزيائي.
c. تغير كيميائي.



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



11. التغير الفيزيائي
يغير خواص المادة دون أن يغير تركيبها. أمثلة: انصهار الجليد، غليان الماء، تقطيع الخشب.

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

13. a. كتلة كلوريد الصوديوم + كتلة الكلور = 35.45 جم + 22.99 جم = 58.44 جم.
b. كتلة Y = كتلة XY - كتلة X = 78.9 جم - 12.2 جم = 66.7 جم.

التقويم 2-2

الخلاصة

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

- سحق علبه ألومنيوم.
 - تدوير علب الألومنيوم المستعملة لإنتاج علب جديدة.
 - اتحاد الألومنيوم مع الأكسجين لإنتاج أكسيد الألومنيوم.
- صف نتائج التغير الفيزيائي، وأعط ثلاثة أمثلة عليه.
 - صف نتائج التغير الكيميائي، واذكر أربعة أدلة على حدوثه.
 - احسب. حل المسائل الآتية:
 - إذا تفاعل 22.99 g من الصوديوم تماماً مع 35.45 g من الكلور فما كتلة كلوريد الصوديوم الناتج؟
 - إذا تفاعل 12.2 g من مادة X مع عينة من Y ونتج 78.9 g من XY فما كتلة Y المتفاعلة؟
 - قوم إذا قال لك صديق: "إذا كان تركيب المادة لا يتغير خلال التغير الفيزيائي فإن مظهرها 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.

12. التغير الكيميائي ينتج عنه مواد جديدة تختلف في خواصها عن المواد الأصلية. أدلة حدوثه: تغير اللون، تكون راسب، غاز، انبعاث حرارة أو ضوء.

14. الصديق ليس على صواب. فالتغيرات الفيزيائية تغير من مظهر المادة دون أن تغير تركيبها، مثل قص الورق يغير شكله وحجمه، لكنه يبقى ورقاً.



المخاليط Mixtures

الأهداف

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

الفكرة الرئيسية توجد معظم المواد المألوفة على شكل مخاليط. المخلوطة مزيج من مادتين نقيتين أو أكثر. **الربط مع الحياة** الصوت الذي تسمعه عندما تفتح علبة مشروب غازي هو صوت تسرب الغاز من العلبة. وربما لاحظت عند ترك العلبة مفتوحة أن معظم غاز ثاني أكسيد الكربون يتسرب منها، إلا أن المشروب يبقى حلواً مهما تركت العلبة مفتوحة.

المخاليط Mixtures

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

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

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

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

مراجعة المفردات

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

المفردات الجديدة

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



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

المفردات

مفردات أكاديمية

مخلوط

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

عالم الكيمياء

عالم الكيمياء هو عالم يحضّر مواد جديدة ويحلل خواصها. وقد يعمل في مختبر وطني، أو في الصناعة، أو في الجوانب الأكاديمية. قام علماء (ناسا) مثلاً بتطوير سبائك من الألومنيوم والسليكون يمكن استعمالها في صناعة محركات وآلات قوية وخفيفة.

المخلوط غير المتجانس مخلوط لا تمتزج فيه المواد، بل تبقى المواد فيه متميزة بعضها من بعض، وتركيبه غير منتظم؛ لأن المواد فيه لم تمتزج تمامًا وظلت متميزة. 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 معًا بشكل متميز يشير إلى مخلوط غير متجانس.

المخلوط المتجانس مخلوط له تركيب ثابت، وامتزج مكوناته بانتظام، فإذا أخذت قطعتين من ملمغم الفضة والزئبق (سبيكة معدنية) فستجد أن تركيبهما هو نفسه مهما اختلف حجم القطعة.

✓ **ماذا قرأت؟** قارن بين المخاليط المتجانسة وغير المتجانسة، وأعط أمثلة عليهما. يطلق على المخاليط المتجانسة أيضًا اسم **المحاليل**. وأكثر المحاليل المألوفة هي المحاليل السائلة، كالشاي والعصائر. لكن المحاليل قد تكون صلبة أو سائلة أو غازية؛ فهي قد تكون مخلوطًا من مادة صلبة مع غاز، أو مادة صلبة مع سائل، أو غاز مع سائل... وهكذا. ويبين الجدول 2-3 قائمة بأنواع مختلفة من المحاليل وأمثلة عليها، كما أننا نجد مثالًا على كل نوع في الشكل 2-12.

المحلول الصلب المعروف بالفولاذ يسمى «سبيكة». والسبيكة مخلوط متجانس من الفلزات، أو من فلز ولا فلز، يكون فيه الفلز هو المكون الأساسي. الفولاذ مثلاً مخلوط من فلز الحديد ولا فلز 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 كثيرًا ما تصنع من سبائك، ومنها البرونز والذهب الأبيض.



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

أنواع المحاليل	الجدول 2-3
مثال	المحلول
الهواء في أسطوانة الغواص مزيج من غازات النيتروجين والأكسجين والأرجون.	غاز - غاز
الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون الذائبان في ماء البحر.	غاز - سائل
الهواء الرطب الذي يتنفسه الغواص يحوي قطرات ماء.	سائل - غاز
عندما تمطر يمتزج ماء المطر بماء البحر.	سائل - سائل
الأملاح الصلبة الذائبة في ماء البحر.	صلب - سائل
أسطوانة الغوص مصنوعة من مزيج من المعادن.	صلب - صلب

فصل المخاليط Separating Mixtures

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

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

الكروماتوجرافيا تعد **الكروماتوجرافيا** (التحليل الاستشرابي) طريقة لفصل مكونات المخلوط (الطور المتحرك) بالاعتماد على قابلية انجذاب كل مكون من مكونات المخلوط لسطح مادة أخرى (الطور الثابت). ويكون الطور المتحرك غالباً مادة غازية أو سائلة، والطور الثابت مادة صلبة، ومنها ورق الكروماتوجرافيا كما هو موضح في الشكل 14-2. وفي هذه الطريقة يتباعد أولاً مكون المخلوط الذي قوى تماسك جزيئاته أقل على ورقة الكروماتوجرافيا، ثم يليه المكون الذي قوى تماسك جزيئاته أكبر فأكبر.

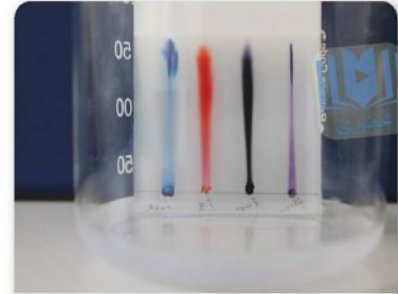
التقطير يمكن فصل معظم المخاليط المتجانسة عن طريق التقطير. **والتقطير** طريقة لفصل المواد اعتماداً على الاختلاف في درجات غليانها، حيث يُسخن المخلوط حتى تغلي المادة التي درجة غليانها أقل، وتتحول إلى بخار يكتف ويجمع على شكل سائل.

التبلور يعد ترسيب بلورات السكر من محلوله مثلاً على الفصل بالتبلور. **التبلور** طريقة للفصل تؤدي إلى الحصول على مادة نقية صلبة من محلولها. عندما يحتوي المحلول على أكبر قدر ممكن من المادة المذابة (محلول مشبع) فإن إضافة أي كمية من المذاب مهما قلت تجعل المادة المذابة في المحلول تترسب وتكون بلورات على أي سطح متوافر. وعندما يتبخر الماء من محلول السكر المائي يصبح المحلول أكثر تركيزاً، وهذا يشبه إضافة المزيد من المادة المذابة إلى المحلول. ويبين الشكل 15-2 أنه عند زيادة تبخر الماء يكون السكر بلورات صلبة على الخيط. وتمتاز عملية التبلور أنها تنتج مواد صلبة عالية النقاوة.

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



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



الشكل 14-2 تفصل المكونات المختلفة للحبر بناءً على قابلية انجذاب كل مكون من مكونات الحبر (الطور المتحرك) لسطح ورق الكروماتوجرافيا (الطور الثابت)



الشكل 15-2 عندما يتبخر الماء من محلول السكر المائي تتكون بلورات السكر على الخيط.

1. تختلف الإجابة بحسب نوع الحبر المستخدم، ولكن بشكل عام ينفصل الحبر إلى عدة ألوان مختلفة (صبغات) تتحرك مسافات مختلفة على ورقة الترشيح.

تجربة

فصل الأصباغ

كيف تسمح الكروماتوجرافيا الورقية بفصل المواد النقية؟ الكروماتوجرافيا أداة تشخيصية مهمة يستعملها الكيميائيون وفنيو المختبرات الجنائية لفصل المواد الكيميائية وتحليلها.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية على منصة عين الإثرائية.

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

3. ضع ورقة ترشيح دائرية على سطح جاف ونظيف، وضع نقطة حبر في مركز الورقة بالضغظ بقوة 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.

3. قد تظهر اختلافات بسبب استخدام أنواع مختلفة من الأقلام (الأحبار)، أو استخدام كميات مختلفة من الحبر، أو اختلافات في طريقة إجراء التجربة.

2. لأن الحبر مخلوط من عدة مواد (أصباغ) مختلفة، ولكل صبغة قابلية مختلفة للذوبان في المذيب (الماء) والالتصاق بالورق، مما يجعلها تتحرك بسرعات مختلفة على الورقة فتنفصل.

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. علم 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.

18. خريطة المفاهيم: تبدأ بـ "المادة" في الأعلى. تتفرع منها إلى "مواد نقية" و "مخاليط". يتفرع من "المواد النقية" سهمان إلى "عناصر" و "مركبات". ويتفرع من "المخاليط" سهمان إلى "متجانسة" و "مخاليل" (محاليل) و "مخاليط غير متجانسة".

التقويم 2-3

الخلاصة

15. الفكرة الرئيسية: صنف كلاً مما يأتي إلى مخلوط متجانس أو غير متجانس.

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

16. قارن بين المخاليط والمواد النقية.

17. سمّ طريقة الفصل التي يمكن استعمالها في فصل مكونات المخاليط الآتية:

a. سائلين عديمي اللون.

b. مادة صلبة غير ذائبة مخلوطة مع سائل.

c. كرات زجاجية حمراء وزرقاء متساوية في الحجم والكتلة.

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

المخلوط مزيج مكون من مادتين نقيتين أو أكثر مع احتفاظ كل من هذه المواد بخواصها الأصلية. المحاليل مخاليط متجانسة. يمكن فصل مكونات المخاليط بطرائق فيزيائية من طرائق الفصل الماكروية الترشيح، والتقطير، والتبلور، والتسامي، والكروماتوجرافيا.

15. a. مخلوط متجانس. b. مخلوط متجانس. c. مخلوط غير متجانس.

17. a. التقطير (إذا كانت درجات غليانها مختلفة). b. الترشيح. c. الفرز باليد (بناءً على اللون).

16. المادة النقية لها تركيب كيميائي وخواص فيزيائية ثابتة ومحددة، بينما المخلوط يتكون من مزيج من مادتين نقيتين أو أكثر تحتفظ فيه كل مادة بخواصها الأصلية، ويمكن فصل مكوناته بطرائق فيزيائية، وله تركيب متغير.



2-4

الأهداف

• 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

العناصر والمركبات Elements and Compounds

الفكرة الرئيسية المركب مكون من عنصرين أو أكثر متحدین معًا اتحادًا كيميائيًا.

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

العناصر Elements

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

لكل عنصر اسم كيميائي، ورمز خاص به. ويتكون الرمز من حرف أو اثنين أو ثلاثة، بحيث يكون الحرف الأول كبيرًا، أما باقي الأحرف فتكون صغيرة. ومن المعلوم أن أسماء العناصر ورموزها متفق عليها عالميًا من قبل العلماء لتسهيل التواصل بينهم. ولا تتوافر العناصر الطبيعية على نحو متساو؛ فالهيدروجين H يشكل 75% من كتلة الكون، في حين يشكل الأكسجين O والسليكون Si مجتمعين 75% من كتلة القشرة الأرضية، ويشكل الأكسجين O والكربون C والهيدروجين H أكثر من 90% من جسم الإنسان. ومن جهة أخرى فإن عنصر الفرانسيوم Fr هو أحد أقل العناصر وجودًا في الطبيعة؛ إذ يقدر وجوده بأقل من 20 g موزعة في قشرة الأرض. وتوجد العناصر في حالات فيزيائية مختلفة في الظروف العادية، كما هو مبين في الشكل 2-16.

الشكل 2-16 توجد العناصر في حالات

مختلفة في الظروف العادية.



وعاء نحاس - صلب



جهاز قياس ضغط الدم (زئبق - سائل)



بالون هيليوم - غاز

العناصر الأساسية

H = 1	Li = 7
	Be = 9,4
	B = 11
	C = 12
	N = 14
	O = 16
	F = 19

Na = 23	Mg = 24
Al = 27,3	Si = 28
P = 31	S = 32
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 17-2

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

المفردات

مفردات علمية

العنصر Element

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

الخصائص من أثقل العناصر.

العنصر مادة كيميائية نقية لا يمكن تجزئتها إلى مواد أبسط منها بطرائق فيزيائية أو كيميائية. المركب يتكون من عنصرين أو أكثر متحدنين كيميائياً ويمكن تحليله كيميائياً إلى مكوناته.

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 ودراساتها. وقد صمم العالم الروسي ديمتري مندليف Dmitri Mendeleev (1834 – 1907م) جدولاً كما في الشكل 17-2 نظم فيه جميع العناصر التي كانت معروفة في ذلك الوقت. كان تصنيفه قائماً على التشابهات بين العناصر وكتلتها. وهو يعد النسخة الأولى مما سمي بعد ذلك "الجدول الدوري". ينظم الجدول الدوري العناصر في شبكة تسمى الصفوف الأفقية فيها "الدورات"، وتسمى الأعمدة "المجموعات" أو "العائلات". والعناصر الموجودة في مجموعة واحدة لها خواص فيزيائية وكيميائية متشابهة. وقد سمي الجدول دورياً لأن نمط الخواص المتشابهة يتكرر من دورة إلى أخرى، وسوف تجد في نهاية هذا الكتاب صورة للجدول الدوري الحديث.

المركبات Compounds

كثير من المواد الكيميائية النقية تصنف على أنها مركبات. ويتكون **المركب** من عنصرين مختلفين أو أكثر متحدنين 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.

تسهل معرفة الرموز الكيميائية للعناصر كتابة 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 H₂O، وهنا يشير الرقم السفلي (2) إلى ذرتين من الهيدروجين يتحدان مع ذرة واحدة من الأكسجين.

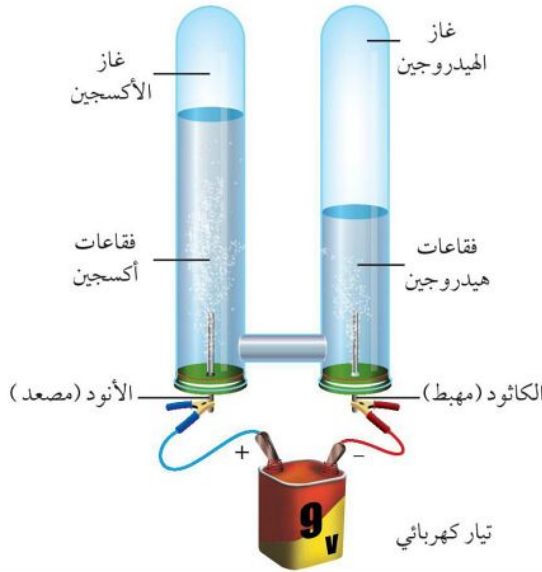


تحضيري

الشكل 18-2 يتحلل الماء إلى مكوناته: الأكسجين والهيدروجين بعملية التحليل الكهربائي.

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

التحليل الكهربائي هو عملية يُستخدم فيها تيار كهربائي لتفكيك مركب ما إلى عناصره الأولية. على سبيل المثال، يمكن استخدام التحليل الكهربائي لتفكيك الماء إلى غازي الهيدروجين والأكسجين.



تحضيري

فصل المركبات إلى مكوناتها لا يمكن تجزئة العناصر إلى مواد أبسط منها بطرائق فيزيائية أو كيميائية، لكن يمكن تجزئة المركبات إلى مواد أبسط بطرائق كيميائية. وعموماً فإن المركبات التي توجد في الطبيعة أكثر استقراراً من حالة العناصر المكونة لها، ولكي تتفكك هذه المركبات إلى عناصر فإنها تحتاج إلى طاقة كالحرارة والكهرباء. وبين الشكل 18-2 تركيب جهاز يستعمل لإحداث تغيير 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 18-2 هذه الحقيقة. الماء مركب مستقر، وهو سائل في درجات الحرارة العادية، وعند تفكيكه فإن الأكسجين والهيدروجين الناتجين يختلفان كثيراً عن الماء؛ فالأكسجين والهيدروجين غازان عديمي اللون والرائحة، ويتفاعلان بشدة مع عدة عناصر. وهذا الاختلاف في الخواص ناتج عن تفاعل كيميائي بين العناصر. وبين الشكل 19-2 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 19-2 عندما يتفاعل البوتاسيوم واليود يكونان يوديد البوتاسيوم الذي يختلف عنهما في خواصه.



بوتاسيوم



يود

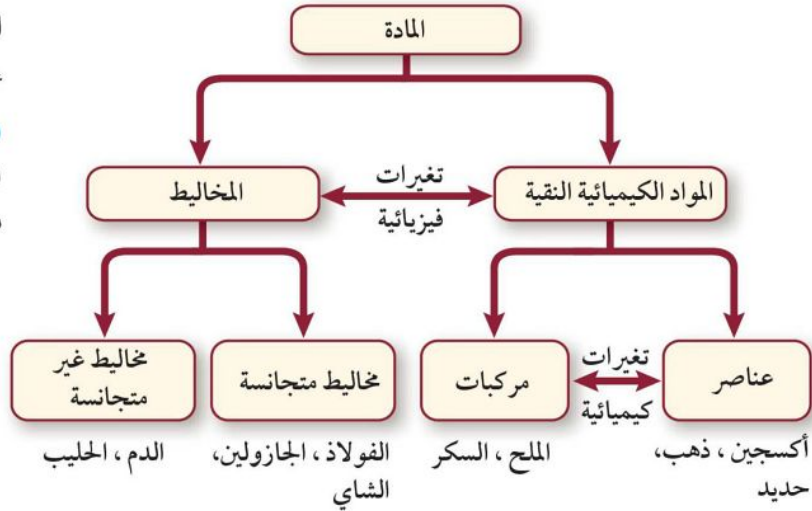


يوديد البوتاسيوم

المخاليط هي مزيج فيزيائي لمادتين نقيتين أو أكثر. والعناصر والمركبات كلاهما مواد نقية؛ حيث تتحد العناصر كيميائياً لتكوين المركبات.

الشكل 20-2 يمكن تصنيف المادة إلى عدة أصناف لها خواص محددة.

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



تنقسم المادة إلى مخاليط ومواد نقية. المخاليط هي مزيج فيزيائي لمواد نقية، ويمكن فصلها بطرائق فيزيائية. المواد النقية تشمل العناصر والمركبات، حيث تتكون المركبات من اتحاد كيميائي لعناصر مختلفة.

تعلم أنه يمكن تصنيف المواد إلى مواد نقية ومخاليط. وكما درست في السابق فإن المخلوط إما أن يكون متجانساً أو غير متجانس. وتعرف أيضاً أن العنصر مادة كيميائية نقية لا يمكن تجزئتها إلى مواد أبسط منها، في حين أن المركب ناتج عن اتحاد عنصرين أو أكثر، ويمكن تحليله إلى مكوناته. استعمل الشكل 20-2 لمراجعة تصنيف المواد، وكيف ترتبط مكوناتها معاً.

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

قانون النسب الثابتة Law of Definite Proportions

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

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

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

يحصل 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.



ينص قانون النسب الثابتة على أن المركب يتكون دائماً من العناصر نفسها متحدة بنسب كتلية ثابتة مهما اختلفت كمية المركب.

19. النسبة المئوية بالكتلة للهيدروجين = (كتلة الهيدروجين / كتلة المركب) × 100 = 12.4 / 78.0 جم × 100 = 15.9 %



تحليل السكروز

الجدول 2-4

500.00 g من سكر القصب		20.00 g من حبيبات سكر المائدة		
النسبة المئوية بالكتلة (%)	التحليل الكتلتي (g)	النسبة المئوية بالكتلة (%)	التحليل الكتلتي (g)	العنصر
$\frac{211.0 \text{ g C}}{500 \text{ g من السكروز}} \times 100 = 42.20\%$	211.0	$\frac{8.44 \text{ g C}}{20.00 \text{ g من السكروز}} \times 100 = 42.20\%$	8.44	كربون
$\frac{32.50 \text{ g H}}{500 \text{ g من السكروز}} \times 100 = 6.50\%$	32.5	$\frac{1.30 \text{ g H}}{20.00 \text{ g من السكروز}} \times 100 = 6.50\%$	1.30	هيدروجين
$\frac{256.5 \text{ g O}}{500 \text{ g من السكروز}} \times 100 = 51.30\%$	256.5	$\frac{10.26 \text{ g O}}{20.00 \text{ g من السكروز}} \times 100 = 51.30\%$	10.26	أكسجين
100%	500.0	100%	20.00	المجموع



23. ليس بالضرورة أن يكون المركب نفسه. قد يحتويان على نفس النسبة من الكربون، لكنهما قد يحتويان على عناصر أخرى مختلفة أو بنسب مختلفة. لكي يكون نفس المركب، يجب أن يتكونا من نفس العناصر وبنفس النسب الكتلية تمامًا.

تتكون حبيبات سكر المائدة (السكروز) من ثلاثة عناصر، هي الكربون والهيدروجين والأكسجين. وبين الجدول 2-4 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 السكروز الذي مصدره قصب السكر، والتي يبين الجدول 2-4 نتائج تحليلها، تلاحظ أن النسب المئوية بالكتلة لمكونات سكر القصب مساوية للقيم التي تم الحصول عليها من حبيبات السكر. وبحسب قانون النسب الثابتة، فإن عينات مركب ما، مهما كان مصدرها، يجب أن يكون لها نسب كتلية متساوية. وبالعكس فإن المركبات التي لها نسب كتلية مختلفة يجب أن تكون مركبات مختلفة. وهكذا يمكنك أن تستنتج أن عينات السكروز يجب أن تتكون دائماً من كربون بنسبة 42.20% وهيدروجين بنسبة 6.50% وأكسجين بنسبة 51.30% مهما كان مصدرها.

20. كتلة المركب = 1.0 جم
هيدروجين + 19.0 جم فلور = 20.0 جم.
النسبة المئوية للهيدروجين = $\frac{1.0 \text{ جم}}{20.0 \text{ جم}} \times 100 = 5.0\%$.
النسبة المئوية للفلور = $\frac{19.0 \text{ جم}}{20.0 \text{ جم}} \times 100 = 95.0\%$.

21. كتلة المركب XY = 3.5 جم + 10.5 جم = 14.0 جم. النسبة المئوية للعنصر 3.5 = $\frac{3.5 \text{ جم}}{14.0 \text{ جم}} \times 100 = 25\%$. النسبة المئوية للعنصر Y = $\frac{10.5 \text{ جم}}{14.0 \text{ جم}} \times 100 = 75\%$.

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؟
- تفاعل 3.5 g من العنصر X مع 10.5 g من العنصر Y لتكوين المركب XY. ما النسبة المئوية بالكتلة لكل من العنصرين X و Y في المركب الناتج؟
- تم تحليل مركبين مجهولين فوجد 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 عنها أنها يحتويان على النسبة بالكتلة نفسها من الكربون. هل هما المركب نفسه؟ فسر إجابتك.

22. المركب الأول: النسبة المئوية للأكسجين = $\frac{120.0 \text{ جم}}{135.0 \text{ جم}} \times 100 = 88.9\%$.
المركب الثاني: النسبة المئوية للأكسجين = $\frac{32.0 \text{ جم}}{34.0 \text{ جم}} \times 100 = 94.1\%$.
بما أن النسب المئوية الكتلية مختلفة، فالمركبان مختلفان.

عندما يتحد عنصران لتكوين أكثر من مركب، فإن نسب كتل العنصر الأول التي تتحد مع كتلة ثابتة من العنصر الثاني تكون نسباً عددية بسيطة وصحيحة (مثل 1:2 أو 2:3).

قانون النسب المتضاعفة Law of Multiple Proportions

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

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

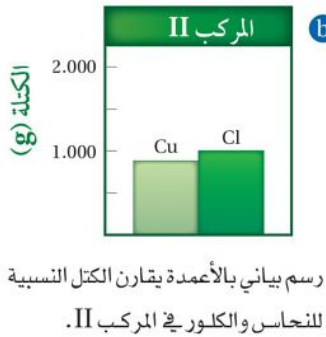
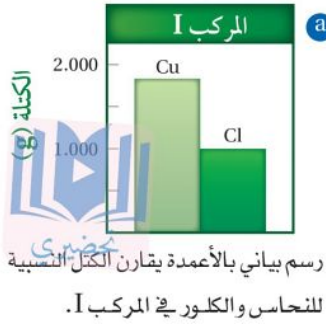
الماء وفوق أكسيد الهيدروجين يوضح مركبا الماء H_2O وفوق أكسيد الهيدروجين H_2O_2 قانون النسب المتضاعفة؛ فكلما المركبين مكوّن من العناصر نفسها (هيدروجين وأكسجين)، لكن الماء مكون من ذرتي هيدروجين وذرة واحدة من الأكسجين، في حين أن فوق أكسيد الهيدروجين يتكون من ذرتي هيدروجين وذرتي أكسجين. لاحظ أن فوق أكسيد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

مركبات مكونة من نحاس وكلور من الأمثلة الأخرى على المركبات التي توضح قانون النسب المتضاعفة مركبات النحاس والكلور؛ إذ يتحد النحاس Cu مع الكلور Cl في ظروف مختلفة لتكوين مركبين مختلفين. وبين الجدول 2-5 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 2-5 والشكل 2-21. لاحظ أن نسبة كتلة النحاس إلى الكلور في المركب I تساوي ضعف نسبة النحاس إلى الكلور في المركب II.

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

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

الشكل 2-21 اتحاد النحاس والكلور ينتج عنه مركبات مختلفة.



لأن نسبة كتلة النحاس إلى 1 جرام من الكلور في المركب A تساوي 1.793، بينما في المركب B تساوي 0.8964 وبقسمة النسبة الأولى على الثانية (1.793 / 0.8964) نحصل على 2 تقريباً. وهذا يعني أن كتلة النحاس التي تتحد مع كتلة ثابتة من الكلور في المركب A هي ضعف كتلتها في المركب B، مما يحقق نسبة بسيطة هي 2:1.

تحليل البيانات لمركبي نحاس

المركب	Cu%	Cl%	كتلة (g) Cu في 100.0g من المركب	كتلة (g) Cl في 100.0g من المركب	النسبة الكتلية (كتلة Cu / كتلة Cl)
I	64.20	35.80	64.20	35.80	1.793 g Cu / 1 g Cl
II	47.27	52.73	47.27	52.73	0.8964 Cu / 1 g Cl

24. العنصر مادة نقية تتكون من نوع واحد من الذرات ولا يمكن تجزئتها كيميائياً. المركب مادة نقية تتكون من اتحاد كيميائي لعنصرين أو أكثر بنسب ثابتة، ويمكن تفكيكه كيميائياً إلى عناصر أبسط.



الشكل 2-22 عند اتحاد الكتل النسبية المختلفة للعنصر ينتج عنه مركبات مختلفة. ورغم أن المركبين يتكونان من النحاس والكلور فإن المركب I يظهر باللون الأخضر، بينما يظهر المركب II باللون الأزرق.

25. الجدول الدوري يرتب العناصر في صفوف أفقية تسمى "الدورات" وأعمدة رأسية تسمى "المجموعات". تتشابه العناصر في المجموعة الواحدة في خواصها الكيميائية.

26. يطبق القانون على المركبات من خلال التأكيد على أن أي عينة نقية من مركب معين، بغض النظر عن مصدرها أو حجمها، تحتوي دائماً على نفس العناصر بنفس النسبة الكتلية.

يظهر في الشكل 2-22 المركبان الناتجان عن اتحاد النحاس والكلور، والذي سبق الحديث عنهما في الجدول 2-5 والشكل 2-21، ويسميان كلوريد النحاس I، وكلوريد النحاس II. وكما يشير قانون النسب المتضاعفة فإن النسبة بين كتلتين مختلفتين من الكلور تتحد كل منهما مع كتلة ثابتة من النحاس في المركبين هي نسبة عددية بسيطة وصحيحة، تساوي 2:1.

التقويم 2-4

الخلاصة

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

27. مثالان هما: الماء (H_2O) وأكسيد الهيدروجين (H_2O_2) وأول أكسيد الكربون (CO) وثاني أكسيد الكربون (CO_2).

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

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

30. ارسم رسماً بيانياً يوضح قانون النسب المتضاعفة.

28. إكمال الجدول: المركب ا: النسبة المئوية للأكسجين = $100 - 75.00 = 25.00\%$. التحليل: المركبان مختلفان لأن النسب المئوية الكتلية لمكوناتهما مختلفة. بتطبيق قانون النسب المتضاعفة: نسبة (كتلة الحديد/كتلة الأكسجين) في المركب ا: $52.46/25.00 \approx 2.1$. في المركب ب: $75.00/25.00 = 3.00$. النسبة بينهما هي $3.00/2.1 \approx 1.43$ ، وهي ليست نسبة عددية بسيطة.

30. يمكن رسم بياني بالأعمدة يقارن بين مركبين مثل أول أكسيد الكربون (CO) وثاني أكسيد الكربون (CO_2). يمثل المحور الصادي كتلة الأكسجين المتحدة مع 1 جرام من الكربون. ارتفاع عمود CO_2 ضعف ارتفاع عمود CO ، مما يوضح نسبة 2:1.

29. صيغة الماء هي H_2O بالرجوع إلى الجدول الدوري، الكتلة الذرية $H = 1.008$ و $O = 16.00$. كتلة جزيء الماء = $(1.008)2 + 16.00 = 18.016$. النسبة المئوية للهيدروجين = $(2.016 / 18.016) \times 100 \approx 11.19\%$. النسبة المئوية للأكسجين = $(16.00 / 18.016) \times 100 \approx 88.81\%$.



الأفكار القديمة للمادة

Early Ideas About Matter

الأهداف

تقارن بين النماذج الذرية لديموقريطوس، وأرسطو، وجون دالتون.

تفهم كيف فسرت نظرية دالتون الذرية قانون حفظ الكتلة؟

مراجعة المفردات

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

المفردات الجديدة

نظرية دالتون الذرية

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

الفلاسفة الإغريق Greek Philosophers

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



الشكل 3-1 كثير من فلاسفة الإغريق اعتقد أن

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

المفردات

مفردات أكاديمية

Atom (الذرة)

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

ديموقريطوس Democritus كان الفيلسوف الإغريقي ديموقريطوس (460-370 ق.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 ديموقريطوس.

إن كثيراً من أفكار ديموقريطوس لا تتفق مع النظرية الحديثة للذرة، بل ووجهت بانتقادات من الفلاسفة الآخرين وقتها، حيث تساءلوا: ما الذي يربط الذرات معاً؟ ولم يستطع ديموقريطوس 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 ديموقريطوس 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 ديموقريطوس.

ومن الإنصاف أن نشير إلى أنه لم يكن بمقدور ديموقريطوس -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 ديموقريطوس كانت مجرد أفكار وليست علماً. ومن دون القدرة على إجراء تجارب ضابطة لم يكن بإمكان ديموقريطوس 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 بدائياً فيما يتعلق بالذرات.



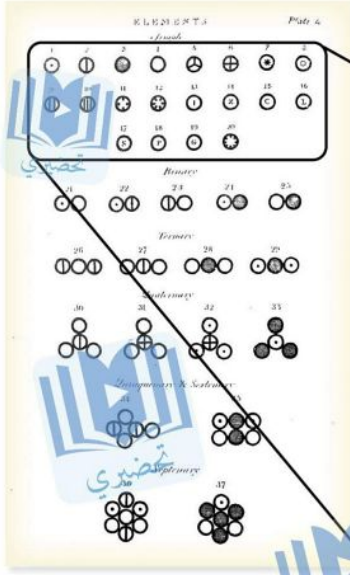
الجدول 1-3	أفكار الفلاسفة الإغريق حول المادة
الفيلسوف	الأفكار
ديموقريطوس Democritus (370-460 ق.م) 	- تتكون المادة من ذرات تتحرك في الفراغ. - الذرات صلبة، متجانسة، لا تفنى ولا تتجزأ. - الأنواع المختلفة من الذرات لها أحجام وأشكال مختلفة. - حجم الذرات وشكلها وحركتها يحدد خواص المادة.
أرسطو Aristotle (322-384 ق.م) 	- لا وجود للفراغ. - المادة مكونة من التراب، والنار، والهواء، والماء.

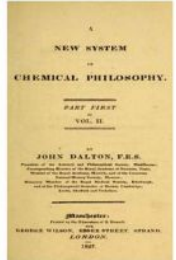
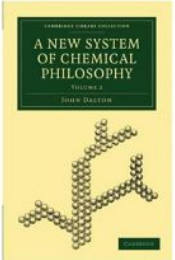
الجدول 2-3	نظرية دالتون الذرية
الفيلسوف	الأفكار
جون دالتون John Dalton (1766 – 1844) م 	- تتكون المادة من أجزاء صغيرة جداً تسمى الذرات. - الذرات لا تتجزأ ولا تفنى. - تشابه الذرات المكونة للعنصر في الحجم، والكتلة، والخواص الكيميائية. - تختلف ذرات أي عنصر عن ذرات العناصر الأخرى. - الذرات المختلفة تتحد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

✓ **ماذا قرأت؟ استنتج** لماذا كان من الصعب على ديموقريطوس أن يدافع عن أفكاره؟

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

وبسبب تطور العلوم قام جون دالتون بالكثير من التجارب التي سمحت له بدعم فرضيته؛ حيث درس الكثير من التفاعلات الكيميائية، وسجل ملاحظات وقياسات دقيقة، حتى استطاع تحديد النسب الكتلية للعناصر الداخلة في التفاعلات. وقد أدت نتائج أبحاثه إلى ما أطلق عليه **نظرية دالتون الذرية**، التي قام بطرحها عام 1803م. وتجد النقاط الرئيسة لنظريته



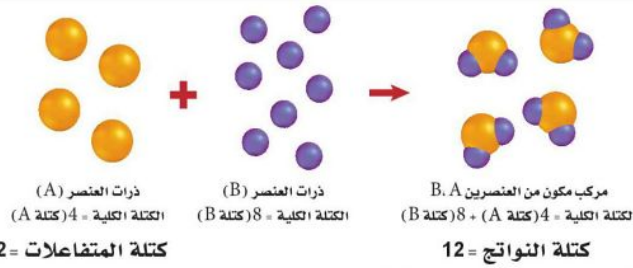
الشكل 2-3 قام دالتون

في كتابه المسمى (نظام جديد للفلسفة الكيميائية) بعرض رموز العناصر التي كانت معروفة في وقته، والترابطات المحتملة بينها.

لم يتمكن ديموقريطوس من إجراء تجارب علمية لإثبات أفكاره، لأنها كانت مجرد أفكار فلسفية تفتقر إلى الدليل التجريبي.

كلاهما اتفق على أن المادة تتكون من ذرات صغيرة. لكن أفكار ديموقريطوس كانت فلسفية وغير مدعومة بتجارب، بينما نظرية دالتون كانت مبنية على الملاحظات والتجارب العلمية.

5. إن أبسط نسبة عددية صحيحة بين 6 ذرات من A و 15 ذرة من B هي 2 إلى 5. إذن، يحتوي الجزيء الواحد على ذرتين من A وخمس ذرات من B (صيغته A_2B_5). بناءً على هذه الصيغة، فإن عدد الجزيئات التي يمكن تكوينها هو 3 فقط (وليس 6)، وفي هذه الحالة يتم استعمال جميع الذرات.



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

ملخصة في الجدول 2-3. وقد قام بنشر أفكاره في كتابه المبين في الشكل 2-3.

✓ ماذا قرأت؟ قارن بين أفكار ديموقريطوس وجون دالتون.

قانون حفظ الكتلة يبين قانون حفظ الكتلة أن الكتلة ثابتة (محفوظة) في التفاعلات الكيميائية، أي أنها لا تنقص ولا تزيد -إلا بقدره 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. ويبين الشكل 3-3 أعلاه حفظ الكتلة عند اتحاد عناصر معينة لتكوين مركب ما؛ إذ بقي عدد ذرات كل عنصر قبل التفاعل وبعده هو نفسه. لقد أدى تقديم دالتون أدلته التجريبية المقنعة، وتفسيره الواضح لبنية المركبات 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 نتعلم 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.

التقويم 3-1

الخلاصة

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

2. الذرة هي أصغر جسيم في العنصر يحتفظ بالخواص الكيميائية لذلك العنصر.

3. تتكون المادة من ذرات صغيرة جداً. ذرات العنصر الواحد متشابهة في الحجم والكتلة والخواص. تختلف ذرات العناصر المختلفة. تتحد الذرات بنسب عددية بسيطة لتكوين المركبات. في التفاعلات الكيميائية، تنفصل الذرات أو تتحد أو يعاد ترتيبها.



3-2

الأهداف

تعريف الذرة.

تمييز الجسيمات المكونة للذرة من حيث الشحنة والكتلة.

تصف تركيب الذرة متضمنًا مواقع الجسيمات المكونة للذرة.

Defining the Atom تعريف الذرة

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

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

The Atom الذرة

مراجعة المفردات

النموذج: تفسير بصري أو شفوي أو رياضي للبيانات التي جمعت 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 تبرّد قطعة من النحاس لتتحوّل إلى كومة من خراطة النحاس. إن كل قطعة من خراطة النحاس ستبقى محتفظة بجميع خواص النحاس. وإذا أمكن - في وجود أدوات خاصة - أن تستمر في تجزئة فئات النحاس إلى جسيمات أصغر فإنك ستحصل في النهاية على جسيمات لا يمكن تجزئتها أكثر بالطرائق العادية، وستظل هذه الجسيمات الصغيرة محتفظة بخواص النحاس. ويسمى أصغر 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 ويبلغ قطر ذرة النحاس الواحدة 1.28×10^{-10} m، فإذا وضعنا 6.5×10^9 ذرة من النحاس جنبًا إلى جنب فسوف يتكون خطٌّ من ذرات النحاس طوله أقل من متر واحد. ويوضح الشكل 3-4 طريقة أخرى لتصوّر حجم الذرة. ويمكنك تصوّر صغر الذرة عندما تتخيل 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 3-4 تخيل أنك تستطيع زيادة

حجم الذرة ليكون مثل حجم البرتقالة. بنفس

مقدار هذا التكبير تكون كأنك كبرت حجم

البرتقالة إلى حجم الكرة الأرضية.

انظر إلى الذرات قد تظن أنه لا توجد طريقة لرؤية الذرات؛ لأنها صغيرة جدًا. إلا أن هناك جهازًا خاصًا يسمى المجهر الأنبوبي الماسح (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 أشكالاً وأنماطاً، وآلات بسيطة أيضاً، وهو ما يعرف بتقنية النانو، والتي تعدُّ بصناعة على المستوى الجزيئي، وبناء آلات بحجم صغير جدًا (حجم الجزيء). وسوف تعرف لاحقاً أن الجزيئات مجموعة من الذرات مرتبطة معاً، وتعمل كوحدة واحدة.

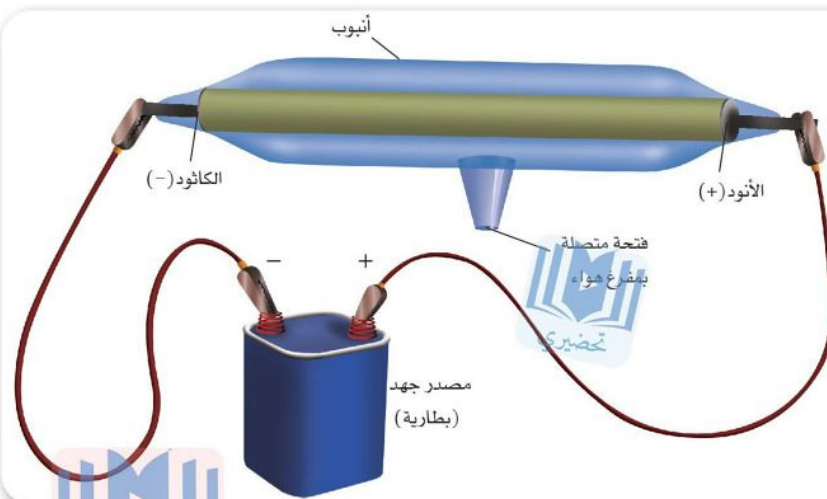
الإلكترون The Electron

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 يُجب عنها حتى عام 1900م.

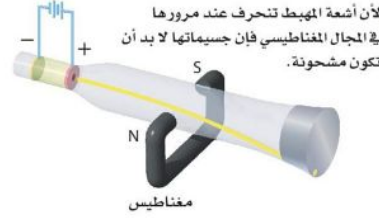
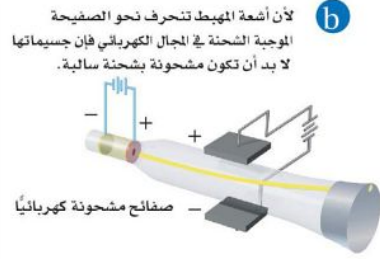
أنبوب أشعة المهبط (الكاثود) عندما حاول العلماء تعرّف مكونات الذرة بدؤوا يربطون بين كتلة المادة والشحنات الكهربائية. ولاستكشاف هذه العلاقة تساءل بعضهم: كيف تسلك الكهرباء في غياب المادة؟ فقاموا - بمساعدة مفرّغات الهواء - بتمرير الكهرباء في أنبوب زجاجي مُرغ من الهواء. تسمى مثل هذه الأنابيب أنابيب أشعة المهبط.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



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.



الشكل 3-6 أنبوب أشعة المهبط له قطبان، هما المهبط والمصعد. عندما تمرر تياراً كهربائياً تحت تأثير قوة كهربائية - فرق جهد - مناسبة، تنتقل الكهرباء من المهبط إلى المصعد.



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

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

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

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

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

✓ **ماذا قرأت؟ اشرح كيف تم اكتشاف أشعة المهبط؟**

كتلة الإلكترون وشحنته رغم النجاح الذي تحقّق 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 شحنتها إلى كتلتها.

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

الكيمياء في واقع الحياة

أشعة المهبط



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

المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

تم اكتشاف أشعة المهبط عند تمرير تيار كهربائي في أنابيب زجاجية مفرغة جزئياً من الهواء. لوحظ انبعاث شعاع من القطب السالب (المهبط) إلى القطب الموجب (المصعد).

**ماذا قرأت : اكتشاف طومسون
الإلكترون من خلال تجاربه على
أنابيب أشعة المهبط، حيث استنتج
أن الأشعة تتكون من جسيمات
سالبة الشحنة (إلكترونات) بعد أن
قاس نسبة شحنتها إلى كتلتها،
ووجد أنها لا تتأثر بنوع المادة
المصنوع منها الأنبوب.**

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

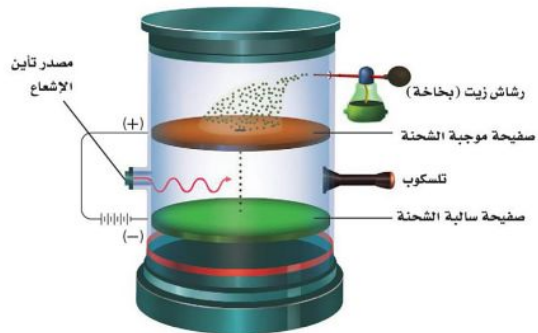
تجربة قطرة الزيت وشحنة الإلكترون إن التطور المهم التالي جاء عام 1910م، عندما قام العالم الفيزيائي روبرت ميليكان Robert Milliken بتحديد شحنة الإلكترون مستعملًا جهاز قطرة الزيت المين في الشكل 3-8. في هذا الجهاز تم رش الزيت باستعمال بخاخ فوق صفيحتين متوازيتين ومشحونتين، تحتوي الصفيحة العليا على ثقب صغير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

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

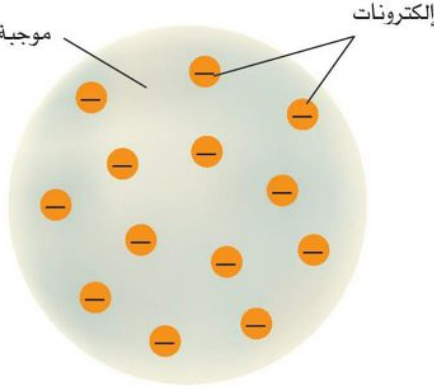
كتلة الإلكترون من خلال معرفة ميليكان بشحنة الإلكترون واستعماله نسبة الشحنة إلى الكتلة المعروفة مسبقًا، تمكّن من حساب كتلة الإلكترون:

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

الشكل 3-8 تعتمد حركة قطرات الزيت داخل جهاز ميليكان على شحنة القطرات، وعلى المجال الكهربائي. استعمل ميليكان 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



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

**ماذا قرأت : يصف نموذج
طومسون الذرة على أنها
كرة مصمتة من الشحنة
الموجبة، تتوزع فيها
الإلكترونات سالبة الشحنة
بشكل متساوٍ.**

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

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

✓ **ماذا قرأت؟** وضح نموذج طومسون الذري.

الشكل 10-3 تطور النظرية الذرية الحديثة.

إن فهمنا الحالي لخواص الذرات والجسيمات
المكونة لها وسلوك هذه الذرات والجسيمات يقوم
على عمل العلماء من مختلف أنحاء العالم خلال
القرنين الماضيين.

1932م قام العلماء بتطوير مسرع
الجسيمات لإطلاق بروتونات على أنوية
الليثيوم، لتفتيتها إلى أنوية هيليوم وتحرير
الطاقة.

1911م من خلال تجربة
صفحة الذهب تمكن
رذرفورد من تحديد خواص
النواة، وتشمل الشحنة، والحجم،
والكثافة.

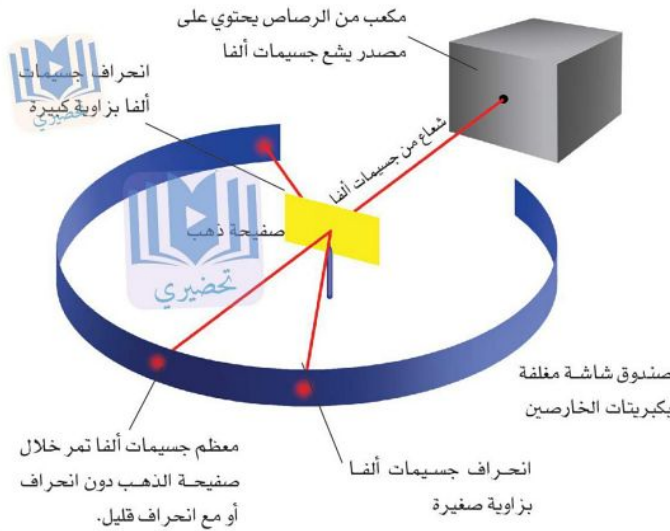
1932م أثبتت
جيمس شادويك وجود
النيوترونات.

1913م نشر نيلز بوهر
نظرية عن تركيب الذرة
تربط التوزيع الإلكتروني
للذرات بخواصها
الكيميائية.



1897م باستعمال أنبوب
أشعة المهبط اكتشف طومسون
الإلكترونات، وحدد نسبة
كتلة الإلكترون إلى شحنته
الكهربائية.





الشكل 11-3 خلال تجربة رذرفورد اصطدم شعاع من جسيمات ألفا بصفحة رقيقة من الذهب. معظم جسيمات ألفا مرت خلال الصفحة، بينما انحرف بعضها بزاوية، وارتد عدد قليل جداً من الجسيمات إلى الخلف.



النواة The Nucleus

تجربة رذرفورد في عام 1911م أجرى رذرفورد Rutherford تجربة كما في الشكل 11-3، حيث وجه شعاعاً رقيقاً من جسيمات ألفا الموجبة في اتجاه صفحة رقيقة من الذهب، ووضع شاشة مغلقة بكبريتيد الخارصين حول صفحة الذهب، حيث تقوم الشاشة بإظهار الضوء عند اصطدام جسيمات ألفا بها. وبملاحظة أماكن حدوث اللمعان استطاع العلماء أن يقرروا ما إذا كانت ذرات صفحة الذهب قد حرفت جسيمات ألفا عن مسارها. وقد لاحظ رذرفورد 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 مايتز، وأتوهان، وفريتز ستراسمان في شطر ذرات اليورانيوم في عملية سُميت الانشطار النووي.



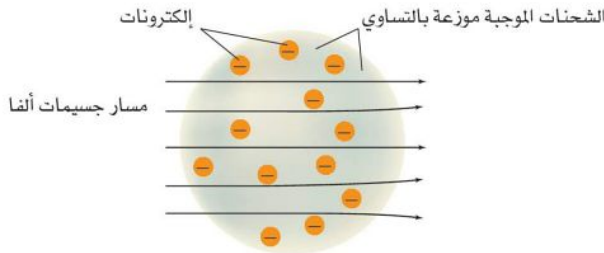
2010

1985

1960

1968م قدم العلماء أول دليل تجريبي على وجود الجسيمات المكونة لنواة الذرة والتي عرفت بالكواركات.

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



الشكل 12-3 بالاعتماد على نموذج طومسون توقع رذرفورد أن جسيمات ألفا الضوئية ستتم من خلال صفيحة الذهب. وأن جزءاً قليلاً فقط سينحرف قليلاً.

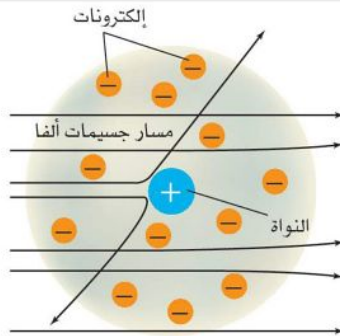
من خلال معرفة رذرفورد بنموذج طومسون للذرة توقع أن مسار جسيمات ألفا السريعة ذات الكتلة الكبيرة سوف تنحرف قليلاً نتيجة اصطدامها بالإلكترونات. لأن الشحنة الموجبة موزعة بانتظام في ذرات الذهب فقد اعتقد أنها لا تنحرف مسار أشعة ألفا أيضاً. ويبين الشكل 12-3 نتائج تجربة رذرفورد.

نموذج رذرفورد للذرة استنتج رذرفورد أن نموذج طومسون لم يكن صحيحاً؛ لأنه لم يستطع أن يفسر نتائج تجربة رقاقة الذهب. واعتماداً 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، ويبين الشكل 13-3 نموذج رذرفورد الذري.

ولأن نواة الذرة تحتل 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 تقريباً عشرة آلاف مرة قطر النواة.

✓ **ماذا قرأت؟** صف نموذج الذرة الذي وضعه رذرفورد.

تعمل قوة التنافر الناتجة بين جسيمات ألفا الموجبة والنواة الموجبة على انحراف جسيمات ألفا. ويبين الشكل 13-3 نتائج تجربة رقاقة الذهب في نموذج رذرفورد الذري. ويوضح هذا النموذج 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 رذرفورد للذرة تتكون الذرة من نواة كثيفة موجبة الشحنة، محاطة بالإلكترونات السالبة الشحنة. تنحرف جسيمات ألفا التي تمر بعيداً عن النواة قليلاً. أما جسيمات ألفا التي تمر مباشرةً بالقرب من النواة فتتبع بزاوية كبيرة.

استنتج. ما القوة المسيبة لانحراف جسيمات ألفا؟

وصف رذرفورد الذرة بأن معظم حجمها فراغ، وتتركز معظم كتلتها وشحنتها الموجبة في مركزها، في منطقة صغيرة وكثيفة تسمى النواة. وتدور الإلكترونات حول النواة.

ماذا قرأت : القوة المسيبة لانحراف جسيمات ألفا هي قوة التنافر الكهروستاتيكي بين جسيمات ألفا الموجبة الشحنة ونواة الذرة الموجبة الشحنة.

تجربة رذرفورد

ارجع إلى دليل التجارب العملية على منصة عين الإشرافية



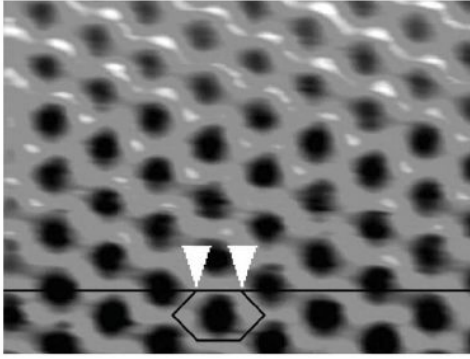
البروتون والنيوترون في عام 1920م قام رذرفورد بشرح مفهوم النواة، واستنتج أن النواة تحتوي على جسيمات تسمى البروتونات. **البروتون** ويرمز له بالرمز (P) جسيم ذري يحمل شحنة تساوي شحنة الإلكترون، لكنها موجبة. شحنة البروتون (+1).

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

مختبر تحليل البيانات

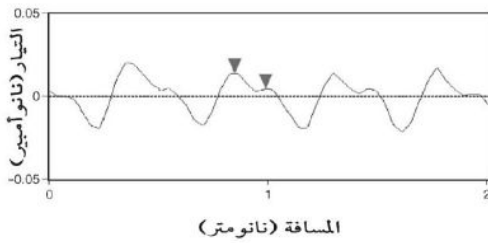
تفسير الأشكال التوضيحية العلمية

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



لرؤية 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.

الملاحظات والبيانات



تبين الصورة جميع ذرات الكربون في سطح مادة الجرافيت، وتتكون كل حلقة سداسية في الصورة من ثلاث بقع لامعة مفصولة بثلاث بقع معتمة، وهذه البقع اللامعة ناشئة عن تتابع ذرات الكربون في سطح الجرافيت. ويدل المقطع العرضي الموجود أسفل الصورة على الخط المرسوم في الصورة، وهو يعبر عن المسافات بين الذرات بحيث تكون الأبعاد بين الذرات لها مسافة واحدة متكررة دورياً.

1. تمثل البقع السوداء الفراغات أو المسافات بين ذرات الكربون المنفردة على سطح الجرافيت.

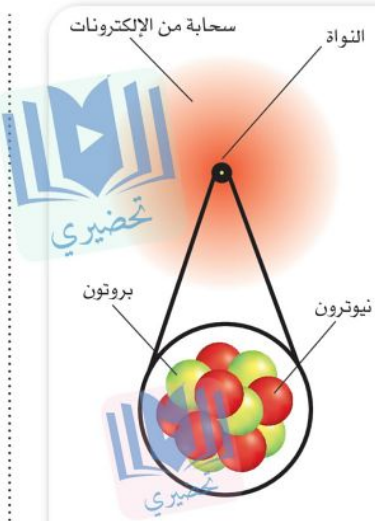
التفكير الناقد

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

7. تتكون الذرة من نواة مركزية تحتوي على بروتونات موجبة ونيوترونات متعادلة، وتحيط بها إلكترونات سالبة الشحنة تدور في الفراغ المحيط بالنواة.

الجدول 3-3					خواص الجسيمات المكونة للذرة
الجسيمات المكونة للذرة	الرمز	الموقع	الشحنة الكهربائية النسبية	الكتلة النسبية	الكتلة الحقيقية (g)
الإلكترون	e ⁻	في الفراغ المحيط بالنواة	-1	$\frac{1}{1840}$	9.11×10^{-28} تخضيري
البروتون	p	في النواة	+1	1	1.673×10^{-24}
النيوترون	n	في النواة	صفر	1	1.675×10^{-24}

8. نموذج طومسون يصف الذرة ككرة موجبة مصمتة تتوزع فيها الإلكترونات السالبة. أما نموذج رذرفورد فيصف الذرة بأنها تتكون من نواة مركزية صغيرة موجبة تتركز فيها معظم الكتلة، وتدور حولها الإلكترونات في فراغ كبير.



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

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

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

10. الإلكترون: شحنته النسبية -1، كتلته

النسبية 1/1840. البروتون: شحنته النسبية +1،

كتلته النسبية 1. النيوترون: شحنته النسبية 0،

كتلته النسبية 1.

التقويم 3-2

الخلاصة

- الذرة هي أصغر جزء في العنصر له خواص العنصر.
- شحنة الإلكترون (-1)، والبروتون (+1)، أما النيوترون فليس له شحنة.
- معظم حجم الذرة فراغ يحيط بالنواة.
- الفكرة الرئيسية
- صف تركيب الذرة، وحدد موقع كل جسيم فيها.
- قارن بين نموذج طومسون ونموذج رذرفورد.
- قوّم التجارب التي أدت إلى استنتاج أن الإلكترونات السالبة الشحنة موجودة في جميع المواد.
- قارن الشحنة والكتلة النسبية لكل من الجسيمات المكونة للذرة.
- احسب الفرق بال (kg) بين كتلة البروتون وكتلة الإلكترون.

88 9. أظهرت تجارب أنابيب أشعة المهبط أن خصائص الإلكترونات ثابتة ولا تتغير بتغير نوع المادة المستخدمة في المهبط أو نوع الغاز في الأنبوب، مما يثبت أنها مكون أساسي لجميع المواد.



كيف تختلف الذرات؟

How Atoms Differ?

الأهداف

تفسر دور العدد الذري في تحديد هوية الذرة.

تعرف النظائر.

تفسر سبب أن الكتل الذرية ليست أعدادًا صحيحة.

تُحسب عدد البروتونات والنيوترونات والإلكترونات في الذرة مستعملًا العدد الكلي والعدد الذري.

مراجعة المفردات

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

المفردات الجديدة

العدد الذري

النظائر

العدد الكلي

وحدة الكتل الذرية

الكتلة الذرية

الفكرة الرئيسية يحدد عدد البروتونات والعدد الكلي نوع الذرة.

الربط مع الحياة تعلم أن الأرقام تستعمل يوميًا لتعرف الأشخاص والأشياء. فعلى سبيل المثال، لكل مواطن يتم إصدار رقم وطني في الأحوال المدنية يُعرف به يسمى رقم الهوية الوطنية. وبالمثل فإن العدد الذري يستعمل ليحدد هوية الذرات وأنويتها.

العدد الذري Atomic Number

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

العدد الذري

العدد الذري = عدد البروتونات = عدد الإلكترونات

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

الشكل 3-15 يمثل كل عنصر في الجدول الدوري

باسمه الكيميائي، والعدد الذري، والرمز الكيميائي، ومتوسط الكتلة الذرية.

حدد عدد البروتونات وعدد الإلكترونات في ذرة

ذهب.

الهيدروجين — الاسم الكيميائي

1 — العدد الذري

H — الرمز الكيميائي

1.008 — متوسط الكتلة الذرية

العدد الذري أكمل الجدول الآتي:

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

12. a: عدد البروتونات = 9، عدد النيوترونات = 10، عدد الإلكترونات = 9.
b: عدد البروتونات = 9، عدد النيوترونات = 9، عدد الإلكترونات = 9.

1 تحليل المسألة

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

المعطيات

- a. عدد الإلكترونات (e^-) = العدد الذري للرصاص = 82. عدد البروتونات (P)، عدد الإلكترونات (e^-) = ؟
b. عدد البروتونات (P) = 8. عدد البروتونات = 8.
c. عدد الإلكترونات (e^-) = 30. عدد الإلكترونات = 30.

2 حساب المطلوب

طبق علاقة العدد الذري

عوض العدد الذري يساوي 82

طبق علاقة العدد الذري

عوض عدد البروتونات يساوي 8

استعمل الجدول الدوري لتعرّف العنصر

طبق علاقة العدد الذري

عوض عدد البروتونات يساوي 30

استعمل الجدول الدوري لتعرّف العنصر

3 تقويم الإجابة

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

14. السيليكون (Si)، لأن عدد بروتوناته (العدد الذري) هو 14.

مسائل تدريبية

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

a. الرادون Rn b. الماغنسيوم Mg

13. ما العنصر الذي تحتوي ذرته على 66 إلكترونًا؟

14. ما العنصر الذي تحتوي ذرته على 14 بروتونًا؟

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

$9e^-$

10n

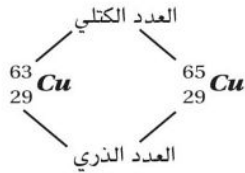
9p

9n

13. الديسبورسيوم (Dy)، لأن عدد إلكتروناته يساوي عدده الذري 66.



النظائر والعدد الكتلي Isotopes and Mass Number



الشكل 16-3 الرمز الكيميائي لعنصر النحاس Cu. كانت الدروع قديمًا تصنع من نحاس -63، بنسبة 69.15، ونحاس -65 بنسبة 30.85.

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

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

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

العدد الكتلي

العدد الكتلي = العدد الذري + عدد النيوترونات

العدد الكتلي لأي ذرة هو مجموع العدد الذري وعدد النيوترونات.

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

النظائر في الطبيعة توجد معظم العناصر في الطبيعة على هيئة مخاليط من النظائر. وعند الحصول على 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 نيوترونًا، و6.73% من ذراته التي تحتوي على 22 نيوترونًا، و0.01% من ذراته التي تحتوي على 21 نيوترونًا. وعند فحص عينة أخرى من الموز أو مصدر آخر للبوتاسيوم فإننا سنجد أن نسبة نظائر البوتاسيوم فيها هي نفسها. ويلخص الشكل 17-3 المعلومات المتعلقة بنظائر البوتاسيوم الثلاثة.

بوتاسيوم -41	بوتاسيوم -40	بوتاسيوم -39	البروتونات النيوترونات الإلكترونات
19	19	19	
22	21	20	
19	19	19	
^{41}K	^{40}K	^{39}K	

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.

16. b. الكالسيوم-46 ($^{46}_{20}\text{Ca}$)، البروتونات=20، النيوترونات=26، الإلكترونات=20.
 c. الأكسجين-17 ($^{17}_8\text{O}$)، البروتونات=8، النيوترونات=9، الإلكترونات=8.
 d. الحديد-57 ($^{57}_{26}\text{Fe}$)، البروتونات=26، النيوترونات=31، الإلكترونات=26.
 e. الخارصين-64 ($^{64}_{30}\text{Zn}$)، البروتونات=30، النيوترونات=34، الإلكترونات=30.
 f. الزئبق-204 ($^{204}_{80}\text{Hg}$)، البروتونات=80، النيوترونات=124، الإلكترونات=80.

مثال 2-3

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

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



1 تحليل المسألة

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

المعطيات

العنصر: النيون
 العدد الذري = 10
 العدد الكتلي = 22
 عدد النيوترونات، وعدد البروتونات، وعدد الإلكترونات؟
 اسم النظير = ؟
 رمز النظير = ؟

2 حساب المطلوب

طبق علاقة العدد الذري
 استعمل العدد الذري والعدد الكتلي لحساب عدد النيوترونات
 عوض العدد الكتلي = 22، والعدد الذري = 10
 استعمل اسم العنصر والعدد الكتلي لكتابة اسم النظير.
 استعمل الرمز الكيميائي والعدد الكتلي والعدد الذري لكتابة رمز النظير.

عدد البروتونات = العدد الذري = 10
 عدد الإلكترونات = العدد الذري = 10
 عدد النيوترونات = العدد الكتلي - العدد الذري
 عدد النيوترونات = 22 - 10 = 12
 اسم النظير النيون - 22
 رمز النظير $^{22}_{10}\text{Ne}$

3 تقويم الإجابة

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

مسائل تدريبية

16. حدد عدد كل من البروتونات، والإلكترونات، والنيوترونات للنظائر من (b) إلى (f) في الجدول أعلاه. وسم كل نظير، واكتب رمزه.
17. تحفيز العدد الكتلي لذرة يساوي 55، وعدد النيوترونات هو العدد الذري مضافاً إليه خمسة. ما عدد البروتونات، والإلكترونات والنيوترونات في الذرة؟ وما رمز العنصر؟

17. العدد الذري Z، والعدد الكتلي A، وعدد النيوترونات N. لدينا: $A=55$, $N=Z+5$. بما أن $A=Z+N$ ، فإن $55=Z+Z+5$ ، إذن، عدد البروتونات=25، عدد الإلكترونات=25، عدد النيوترونات=30. العنصر هو المنجنيز (Mn).

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

Mass of Atoms كتل الذرات

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

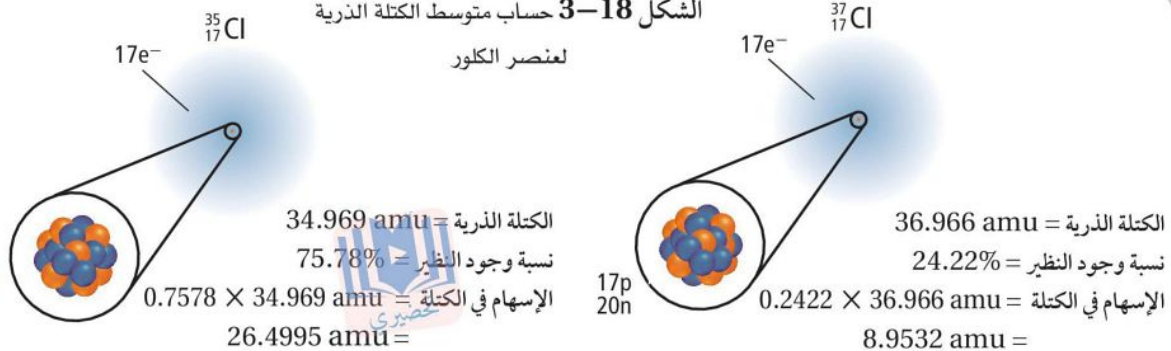
وحدة الكتلة الذرية لأن هذه الكتل صغيرة جدًا، ويصعب التعامل بها، فقد قام العلماء بتطوير طريقة جديدة لقياس كتلة الذرة بالنسبة إلى كتلة ذرة معيارية. هذه الذرة المعيارية هي ذرة الكربون التي كتلتها الذرية 12. لذا فإن وحدة الكتلة الذرية (amu) تعرف بأنها $\frac{1}{12}$ من كتلة ذرة (الكربون-12). لذا فإن وحدة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

الكتلة الذرية لأن كتلة الذرة تعتمد أساسًا على عدد البروتونات وعدد النيوترونات فيها، ولأن كتلة كل من البروتون والنيوترون قريبة من 1 amu، فقد نتوقع أن الكتلة الذرية للعنصر هي دائمًا عدد صحيح! لكن هذا ليس صحيحًا؛ إذ إن الكتلة الذرية للعنصر هي متوسط كتل نظائر العنصر. ولأن للنظائر كتلاً مختلفة فإن متوسط الكتلة الذرية ليس عددًا صحيحًا. ويبين الشكل 18-3 حساب الكتلة الذرية للكلور. يوجد الكلور في الطبيعة مزيجًا من 76% كلور-35، و24% كلور-37. والكتلة الذرية للكلور تساوي 35.453 amu.

رموز الكتب

يرمز لوحدة الكتلة الذرية
atomic mass unit
بـ u، و amu؛
وكلاهما صحيح ويعبران
عن نفس الوحدة.

الشكل 18-3 حساب متوسط الكتلة الذرية لعنصر الكلور



تحسب الكتلة الذرية عن طريق إيجاد المتوسط الموزون لكتل نظائر العنصر. يتم ذلك بضرب كتلة كل نظير في نسبة وجوده في الطبيعة، ثم جمع النواتج.

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؟ وضح 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 متوافر في الطبيعة. ويبين الشكل 3-19 المواقع الرئيسة 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 والطعالب في برك السباحة. كما يستعمل أيضاً في الأدوية والزيوت والدهانات والمبيدات.



1. نسبة وجود المجموعة = (عدد جبات المجموعة / العدد الكلي للجبات) × 100%. يتم تطبيق هذه المعادلة على بيانات كل مجموعة من الخرز.

تجربة

نمذجة النظائر

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

خطوات العمل

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

3. نعم، ستختلف الكتلة الذرية على الأرجح. لأن الكتلة الذرية المتوسطة تعتمد على الوفرة النسبية لكل نوع من الخرز (النظائر). إذا تغيرت هذه النسب في الكيس الجديد، ستتغير الكتلة المتوسطة.

4. قياس كتلة 10 جبات وأخذ المتوسط يعطي نتيجة أكثر دقة ويقلل من تأثير الأخطاء العشوائية أو الفروق الطفيفة في الكتلة بين الجبات الفردية. هذا يوفر قياساً أفضل لمتوسط كتلة الحبة في المجموعة من قياس حبة واحدة فقط.

18. الكتلة الذرية = (كتلة النظير الأول × نسبة وجوده) + (كتلة النظير الثاني × نسبة وجوده) = (10.013 amu × 0.198) + (11.009 amu × 0.802) = 1.982574 + 8.829218 = 10.812 amu.

مثال 3-3

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

1 تحليل المسألة

احسب الكتلة الذرية واستعمل الجدول الدوري للتأكد.

2 حساب المطلوب

$6X$ الكتلة = 6.015 amu

نسبة النظير = 7.59% = 0.0759

$7X$ الكتلة = 7.016 amu

نسبة النظير = 92.41% = 0.9241

3 تقويم الإجابة

تتوافق نتيجة الحسابات مع الكتلة الذرية الموجودة في الجدول الدوري.

مسائل تدريبية

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

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

التقويم 3-3

الخلاصة

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

20. الفكرة الرئيسة

فسر كيف يمكن معرفة نوع الذرة؟

21. تذكر أي الجسيمات الذرية تحدد ذرة عنصر معين؟

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

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

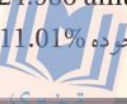
24. احسب للمغنسيوم ثلاثة نظائر: الأول كتلته 23.985 amu ونسبة وجوده 79.99%، والثاني كتلته 24.986 amu ونسبة وجوده 10.00%، والثالث كتلته 25.982 amu ونسبة وجوده 11.01%. احسب الكتلة الذرية للمغنسيوم.

23. الكتلة الذرية هي متوسط موزون لكتل نظائر العنصر المختلفة. بما أن معظم العناصر تتكون من نظائر مختلفة، فإن المتوسط الموزون نادرًا ما يكون عددًا صحيحًا.

22. البروتونات هي الجسيمات التي تحدد ذرة عنصر معين.

19. النظير ذو نسبة الوجود الأكبر هو النيتروجين-14. التفسير هو أن الكتلة الذرية المتوسطة للنيتروجين (amu 14.007) قريبة جدًا من العدد الكتلي 14، مما يشير إلى أن هذا النظير هو الأكثر وفرة.

21. يمكن تحديد نوع الذرة بمعرفة عدد البروتونات لأن عدد البروتونات (العدد الذري) هو الذي يحدد هوية العنصر بشكل فريد. لا يوجد عنصران مختلفان لهما نفس عدد البروتونات.





الأنوية غير المستقرة والتحلل الإشعاعي

Unstable Nuclei and Radioactivity



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

الربط مع الحياة إذا أسقطت حجراً من ارتفاع في مستوى خصرك فإن الحجر يتنقل من حالة تكون فيها طاقة وضعه عالية عند الخصر، 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 تغير يحدث لمادة أو أكثر ينتج عنه مواد جديدة، وتشارك فيه إلكترونات الذرة فقط. ورغم أن الذرات قد يعاد ترتيبها في التفاعلات الكيميائية إلا أن هويتها تبقى ثابتة. وهناك نوع آخر من التفاعلات يسمى التفاعل النووي، يستطيع أن يحول عنصراً إلى عنصر آخر.

التفاعلات النووية في عام 1890م لاحظ العلماء أن بعض المواد تصدر إشعاعات من خلال عملية سميت **النشاط الإشعاعي**. تسمى الطاقة والجسيمات المنبعثة من المواد المشعة **بالإشعاعات**. اكتشف العلماء أن الذرة المشعة تتعرض لتغيرات قد تغير من هويتها، وأن التفاعل الذي يؤدي إلى تغير في نواة الذرة يسمى **التفاعل النووي**. إن اكتشاف التفاعلات النووية يعد اكتشافاً مهماً؛ فلم يسبق أن أدى تفاعل كيميائي إلى تكوين نوعين جديدين من الذرات. تصدر الذرات المشعة إشعاعات لأن نوياتها غير مستقرة. الأنظمة غير المستقرة سواء 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، وتتحول إلى ذرات مستقرة، وهي في الغالب ذرات عنصر آخر. وكما يفقد الحجر طاقة الوضع الموجودة فيه ويصل إلى حالة مستقرة عند سقوطه إلى الأرض، فإن الذرة تفقد طاقة بإطلاق إشعاعات، وتصل إلى حالة من الاستقرار.

الأهداف

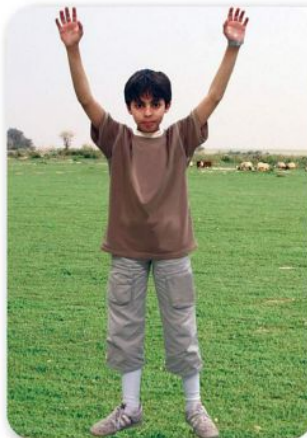
- تفسر العلاقة بين الأنوية غير المستقرة والتحلل الإشعاعي.
- تصف أشعة ألفا، وأشعة بيتا، وأشعة جاما بدلالة الكتلة والشحنة.

مراجعة المفردات

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

المفردات الجديدة

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



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.



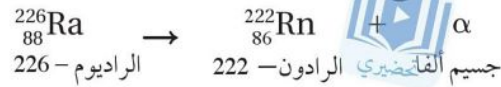
مهن في الكيمياء

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

Types of Radiation أنواع الإشعاعات

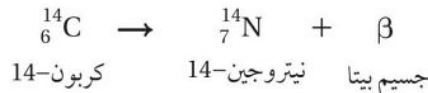
بدأ العلماء البحث حول النشاط الإشعاعي في أواخر القرن التاسع عشر؛ فقد بحثوا في تأثير المجالات الكهربائية في عملية الإشعاع، فتمكنوا من خلال إمرار أشعة صادرة من مصدر مشع بين صفيحتين مشحونتين كهربائياً من التعرف على ثلاثة أنواع من الأشعة، معتمدين على شحناتها الكهربائية. ويبين الشكل 21-3 إشعاعاً انحرف نحو الصفيحة السالبة الشحنة، وآخر 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. **وجسيم ألفا** يحتوي على بروتونين ونيوترونين، وتحمل هذه الجسيمات شحنة موجبة ثنائية. ويفسر هذا سبب انحراف جسيمات ألفا نحو الصفيحة السالبة الشحنة، كما هو مبين في الشكل 21-3. يعادل جسيم ألفا نواة هيليوم-4، ويمكن التعبير عنه بـ α أو He^{2+} . ينتج جسيم ألفا عن تحلل مادة الراديوم-226 إلى الرادون-222، كما هو موضح في المعادلة الآتية:

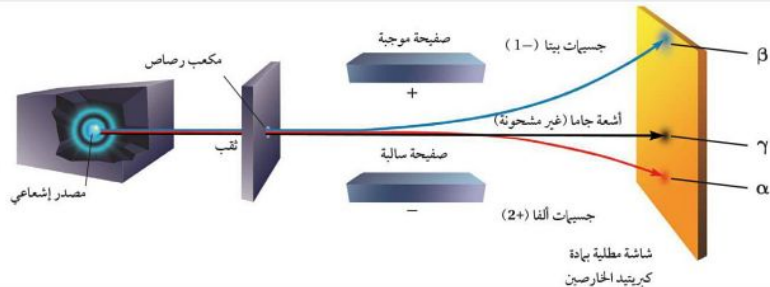


لاحظ أنه تم الحصول على عنصر جديد، وهو عنصر الرادون-222، نتيجة تحلل أشعة ألفا من نواة الراديوم-226 غير المستقرة. وتعرف المعادلة المبينة أعلاه **بالمعادلة النووية**، وهي تبين العدد الذري والعدد الكتلي للجسيمات المتضمنة في التفاعل.

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، ومصدر هذا الإلكترون هو النواة وليس السحابة الإلكترونية ويتكون عندما يتفكك النيوترون غير المستقر إلى بروتون وإلكترون. تفسر الشحنة السالبة لجسيمات بيتا انجذابها نحو الصفيحة الموجبة الشحنة، كما هو مبين في الشكل 21-3. ويرمز إليها بالرمز β أو e^{-} . وتبين المعادلة أدناه تحلل عنصر الكربون-14 إلى عنصر النيتروجين-14، وانبعث جسيمات بيتا.



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



29. الجدول التالي يوضح تأثير كل نوع من الإشعاعات: | نوع الإشعاع | التغير في العدد الذري | التغير في العدد الكتلي | |---|---|---| | ألفا (α) | ينقص بمقدار 2 | ينقص بمقدار 4 | | بيتا (β) | يزداد بمقدار 1 | لا يتغير | | جاما (γ) | لا يتغير | لا يتغير |

26. الكميات التي يتم الحفاظ عليها هي العدد الكتلي والعدد الذري (الشحنة).

b. تفاعل كيميائي

d. تفاعل کیمیائی

28. كتلة جسيم ألفا أكبر من كتلة الإلكترون بحوالي 7360 مرة. الحساب: $(4 \text{ amu}) / (1/1840 \text{ amu}) = 7360$.

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

أشعة جاما جسيم ألفا ثوريوم-234 يورانيوم-238

ولأن أشعة جاما ليس لها كتلة فإن إشعاعها لا يؤدي إلى تكوين ذرة جديدة. ويُلخص الجدول 3-5 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 وتفقد طاقة من خلال التحلل الإشعاعي لتكوين أنوية مستقرة، وتطلق جسيمات ألفا وبيتا. وهذه الإشعاعات تؤثر في نسبة النيوترونات إلى البروتونات في الأنوية الجديدة.

3-4 التقويم

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، بيتا، وجاما.

يتحدد استقرار نواة الذرة بنسبة النيوترونات إلى البروتونات فيها.

25. الفكرة الرئيسية ▶ فسر كيف يتحقق الاستقرار في الذرات غير المستقرة؟

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

27. صنف كلاً مما يأتي 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. صداً قطعة من الحديد.

28. احسب كم مرة يساوي ثقل جسيم ألفا ثقل الإلكترون؟

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



4-1

الأهداف

- تتعرف مؤشرات حدوث التفاعل الكيميائي.
- تكتب التوزيع الإلكتروني لبعض ذرات العناصر.
- تمثل التفاعلات الكيميائية بمعادلات.
- تزن المعادلات الكيميائية.

مراجعة المفردات

التغير 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 أقرصك المدججة، بينها شيء مشترك؟ جميع هذه المواد تنتج عندما يُعاد ترتيب الذرات فيها لتكوين مواد أخرى مختلفة. فمثلاً يُعاد ترتيب الذرات خلال حرائق الغابات، كما هو موضح في الصورة الواردة في بداية الفصل. وكذلك أعيد ترتيب الذرات عندما ألقي 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 التغير الكيميائي، كما درست من قبل. ونحن نجد التفاعلات الكيميائية في شتى مناحي الحياة، بدءاً من تحليل الأطعمة التي نتناولها، مما ينتج الطاقة التي يحتاج إليها الجسم، وكذلك توليد الطاقة في المحركات اللازمة لتسيير 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 4-1.

مؤشرات حدوث التفاعل الكيميائي كيف تعرف أن تفاعلاً كيميائياً قد حدث؟ رغم أن بعض التفاعلات الكيميائية يصعب اكتشافها إلا أن الكثير منها يُظهر 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 4-1 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؟

صف: تغير لون المواد (تعفن التفاحة، نضج الطعام)، وتكون غاز (المشروب الغازي)، وتغير الرائحة، وتغير درجة الحرارة.

خلفية علمية

التوزيع الإلكتروني وكتابة الصيغ الكيميائية:

عرفت من قبل أن الإلكترونات تدور حول النواة في مستويات رئيسية للطاقة يرمز لها بالرمز (n) بحيث يتسع كل مستوى رئيسي لعدد محدد من الإلكترونات.

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 وبخار الماء الموجود في الجو. 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 محدداً 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 إلكترونين، والمستوى الثاني ثمانية إلكترونات، والمستوى الثالث ثمانية عشر إلكترونًا... 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 (f, d, p, s)، وترداد طاقة الإلكترونات في المستويات الثانوية بحسب الترتيب الآتي:

تردد الطاقة
←
f, d, p, s

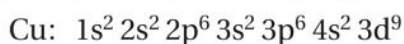
وأقصى سعة من الإلكترونات لمستوى الطاقة الثانوي (s) إلكترونان، و (p) ستة إلكترونات، و (d) عشرة إلكترونات، و (f) أربعة عشر إلكترونًا. ويبين الجدول 4-1 مستويات الطاقة الثانوية في بعض مستويات الطاقة الرئيسية.

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

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

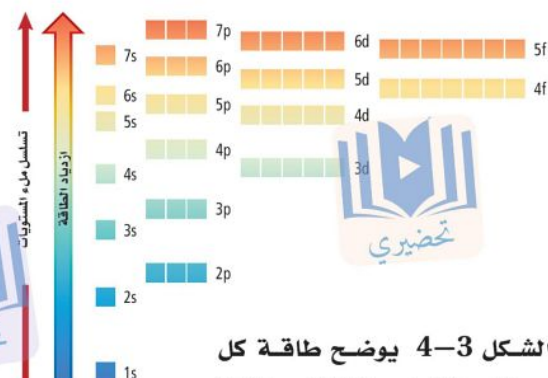
ويبين الجدول 4-2 التوزيع الإلكتروني الأكثر استقرارًا لبعض

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



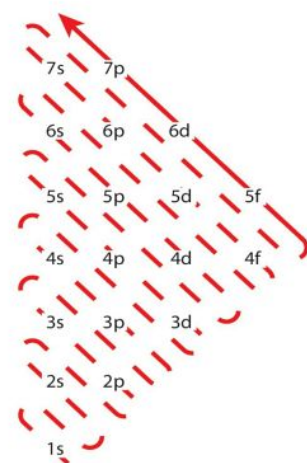
لكن التوزيع الإلكتروني الصحيح لهما يظهر في الجدول 4-2، ويعد ذلك من

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



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

التوزيع الإلكتروني لبعض العناصر		الجدول 2 – 4
التوزيع الإلكتروني	العدد الذري	العنصر/رمزه
1s ² 2s ¹	3	الليثيوم Li
1s ² 2s ² 2p ¹	5	البورون B
1s ² 2s ² 2p ⁶	10	النيون Ne
1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁵	17	الكلور Cl
1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ⁶	26	الحديد Fe
1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ²	22	التيتانيوم Ti
1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ¹ 3d ⁵	24	الكروم Cr
1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ¹ 3d ¹⁰	29	النحاس Cu
1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 4s ² 3d ¹⁰	30	الزئبقين Zn



الشكل 4-4 يظهر ترتيب ملء مستويات الطاقة بالإلكترونات.

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

كتابة الصيغ الكيميائية لكتابة 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.

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

لا يتضمن الجدول 3-4 الفلزات الانتقالية؛ وذلك لأن لمعظم الفلزات الانتقالية وفلزات المجموعتين 13، 14 أكثر من عدد تأكسد محتمل، تعرّف أعداد التأكسد بالشحنة الظاهرة 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 الآتية:

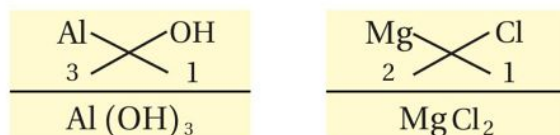
أولاً اكتب رمز العنصر الذي يمثل الأيون الموجب عن اليسار والأيون السالب أو صيغة الأيون العديد الذرات عن اليمين.

كلوريد	الماغنسيوم	هيدروكسيد	الألومنيوم
Cl	Mg	OH	Al

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

Cl	Mg	OH	Al
1	2	1	3

ثالثاً بدّل 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 4-5 على معظم أسماء الأيونات العديدة الذرات وصيغها الكيميائية.

الأيونات العديدة الذرات			الجدول 4-5
الأيون	الاسم	الأيون	الاسم
IO ₄ ⁻	البيرايدوات	NH ₄ ⁺	الأمونيوم
CH ₃ COO ⁻	الأسيتات	NO ₂ ⁻	النيتريت
H ₂ PO ₄ ⁻	الفوسفات الثنائية الهيدروجين	NO ₃ ⁻	النترات
CO ₃ ²⁻	الكربونات	OH ⁻	الهيدروكسيد
SO ₃ ²⁻	الكبريتيت	CN ⁻	السيانيد
SO ₄ ²⁻	الكبريتات	MnO ₄ ⁻	البرمنجنات
S ₂ O ₃ ²⁻	الثيوكبريتات	HCO ₃ ⁻	البيكربونات
O ₂ ²⁻	البيروكسيد	ClO ⁻	الهيبوكلورايت
CrO ₄ ²⁻	الكرومات	ClO ₂ ⁻	الكلورايت
Cr ₂ 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 الآتية:

أولاً يسمى الأيون السالب أولاً متبوعاً باسم الأيون الموجب.

ثانياً في حالة الأيون السالب الأحادي الذرة 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 أولاً، ثم نسمي الأيون الموجب.

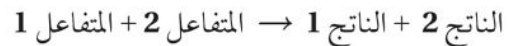
ومن الأمثلة على ذلك كلوريد الصوديوم NaCl، وبروميد الصوديوم NaBr، وأكسيد الألومنيوم Al_2O_3 ، وكلوريد الكوبلت II $CoCl_2$ ، وهيدروكسيد الصوديوم NaOH، وكرومات الفضة Ag_2CrO_4 ، ونترات النحاس II $Cu(NO_3)_2$ ، وأكسيد الحديد II FeO، وأكسيد الحديد III Fe_2O_3 .

تمثيل التفاعلات الكيميائية

Representing Chemical Reactions

يستخدم الكيميائيون معادلات لتمثيل التفاعلات الكيميائية. وتوضح هذه المعادلات **المتفاعلات** وهي المواد التي توجد عند بداية التفاعل، و**الناتج** وهي المواد المتكوّنة خلال التفاعل. كما يستعمل فيها سهم لتوضيح اتجاه التفاعل، وفصل المتفاعلات عن الناتج. وتكتب المتفاعلات عن يسار السهم، والناتج عن يمينه.

وعندما يكون هناك أكثر من متفاعل أو ناتج تستخدم إشارة (+) للفصل بين المتفاعلات أو الناتج. ويبين التعبير الآتي عناصر المعادلة الكيميائية:



وتستخدم الرموز في المعادلات لتوضيح 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 4-6. ومن المهم توضيح هذه الرموز حيث توضع بين أقواس وتكتب أسفل صيغة كل عنصر أو مركب في التفاعل الكيميائي؛ لأنها تعطي أدلة على كيفية حدوث التفاعل الكيميائي.



الرموز المستخدمة في المعادلات الكيميائية	الجدول 4-6
الرمز	الغرض
+	يفصل بين مادتين أو أكثر من المتفاعلات أو الناتج
→	يفصل المتفاعلات عن الناتج
⇌	يفصل المتفاعلات عن الناتج، ويشير إلى وجود تفاعل في الاتجاه المعاكس أي من الناتج إلى المتفاعلات ويسمى التفاعل الخلفي أو العكسي.
(s)	يشير إلى الحالة الصلبة
(l)	يشير إلى الحالة السائلة
(g)	يشير إلى الحالة الغازية
(aq)	يشير إلى المحلول المائي

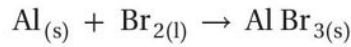
المعادلات الكيميائية اللفظية يمكنك استعمال المعادلات اللفظية للتعبير عن كل من المواد المتفاعلة والنتيجة في التفاعلات الكيميائية. وتصف المعادلة اللفظية أدناه التفاعل بين الألومنيوم Al والبروم السائل Br₂ الموضح في الشكل 5-4. فالسحابة الحمراء الظاهرة في الصورة هي بروم فائض. والمادة الفائضة هي التي يبقى جزء منها غير متفاعل بعد انتهاء التفاعل. أما ناتج التفاعل الذي هو جسيمات صلبة من بروميد الألومنيوم AlBr₃ فيستقر في قعر الكأس.

الناتج (1) → المتفاعل (2) + المتفاعل (1)

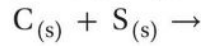
بروميد الألومنيوم → البروم + الألومنيوم

تقرأ المعادلة اللفظية كما يأتي: "الألومنيوم والبروم يتفاعلان لإنتاج بروميد الألومنيوم".

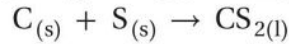
المعادلات الكيميائية الرمزية تستخدم رموز العناصر وصيغ المركبات في المعادلة الكيميائية الرمزية للتعبير عن المتفاعلات والنواتج. فالمعادلة الكيميائية الرمزية للتفاعل بين الألومنيوم والبروم مثلاً تستخدم رمزي الألومنيوم والبروم وصيغة بروميد الألومنيوم بدلاً من الكلمات.



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 (+)، وأشر إلى الحالة الفيزيائية لكل منها.



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



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



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

المفردات

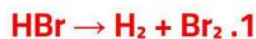
مفردات علمية

الصيغة: تعبير يستخدم الرموز الكيميائية لتمثيل التفاعل الكيميائي.
الصيغة الكيميائية للماء هي H₂O.

مسائل تدريبية

اكتب معادلات كيميائية رمزية للمعادلات اللفظية الآتية:

1. بروميد الهيدروجين → هيدروجين + بروم
2. ثاني أكسيد الكربون → أكسجين + أول أكسيد الكربون
3. اكتب التوزيع الإلكتروني لكل من ذرة البوتاسيوم K، وذرة الكلور Cl، إذا علمت أن الأعداد الذرية هي: 19، 17 على الترتيب.
4. اكتب الصيغة الكيميائية للمركب الناتج عن اتحاد أيون الماغنسيوم Mg²⁺ مع أيون النترات NO₃⁻.
5. تحفيز اكتب المعادلة اللفظية والمعادلة الكيميائية الرمزية للتفاعل الآتي: عند تسخين كلورات البوتاسيوم KClO₃ الصلبة ينتج كلوريد البوتاسيوم الصلب وغاز الأكسجين.

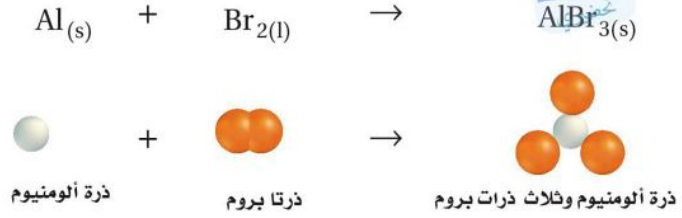


3. التوزيع الإلكتروني للبوتاسيوم (K): 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶4s¹، والكلور (Cl): 1s²2s²2p⁶3s²3p⁵





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 والنتيجة.



المعادلات الكيميائية الرمزية 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 تفنى المادة ولا تستحدث إلا بقدرته الله تعالى. 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 للتفاعل بين الألومنيوم والبروم أن ذرة ألومنيوم واحدة تتفاعل مع ذرتي بروم فنتج مادة تحوي ذرة ألومنيوم وثلاث ذرات بروم. هل استحدثت ذرة بروم خلال التفاعل؟ الذرات لا تستحدث في التفاعلات الكيميائية، كما ينص قانون حفظ الكتلة. ولتوضح ما يحدث بصورة صحيحة نحتاج إلى المزيد من المعلومات.

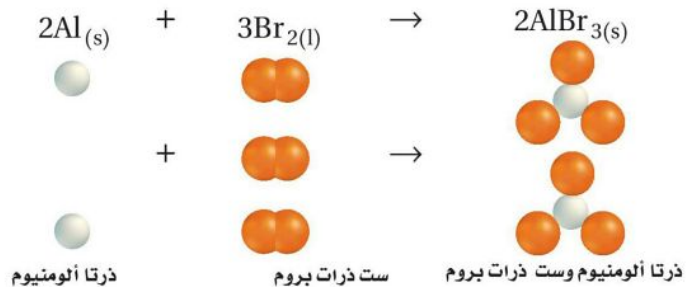
لتمثيل التفاعل الكيميائي بمعادلة صحيحة؛ يجب أن تظهر المعادلة أعداداً متساوية من الذرات لكل من المتفاعلات والنواتج على جانبي السهم. وتسمى مثل هذه المعادلة **المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة**. والمعادلة الكيميائية الموزونة تعبير يستخدم الصيغ الكيميائية لتوضيح أنواع المواد المتضمنة في التفاعل الكيميائي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

وزن المعادلات الكيميائية

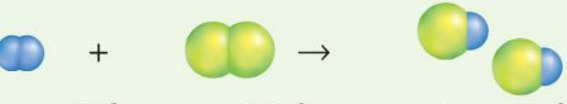
Balancing Chemical Equations

تتفق معادلة التفاعل الموزونة بين الألومنيوم والبروم المبينة في الشكل 7-4 مع قانون حفظ الكتلة. ولكي ترن 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 ذرتي ألومنيوم وست ذرات بروم في طريقة المعادلة.



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

الخطوات	العملية	الجدول 4-7
مثال $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow HCl(g)$  ذرتا هيدروجين + ذرتا كلور → ذرة هيدروجين وذرة كلور	اكتب معادلة كيميائية غير موزونة. تأكد أن الصيغ الكيميائية للمتفاعلات والنواتج صحيحة، وأن الأسهم تفصل المتفاعلات عن النواتج، وإشارة (+) تفصل بين كل من المواد المتفاعلة والمواد الناتجة، ووجود الحالات الفيزيائية للمواد المتفاعلة والمواد الناتجة.	1
$H_2 + Cl_2 \rightarrow$ 2 ذرة هيدروجين + 2 ذرة كلور	عدّ ذرات العناصر في المتفاعلات. تتفاعل ذرتا هيدروجين وذرتا كلور.	2
HCl 1 ذرة كلور + 1 ذرة هيدروجين	عدّ ذرات العناصر في النواتج. تنتج ذرة هيدروجين وذرة كلور.	3
$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$ 2 ذرة هيدروجين + 2 ذرة كلور → 2 ذرة هيدروجين وذرة كلور 	غيّر 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.	4
$H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$ 1 H_2 : 1 Cl_2 : 2 HCl 1:1:2	اكتب المعاملات في أبسط نسبة ممكنة، بحيث تكون المعاملات أصغر أعداد صحيحة ممكنة. فالنسبة (1,1,2) H_2، Cl_2، HCl هي أصغر نسبة ممكنة، لأنه لا يمكن اختصارها أكثر من ذلك وتظل أعداداً صحيحة.	5
$H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$ 2 ذرة هيدروجين + 2 ذرة كلور → 2 ذرة هيدروجين وذرة كلور  يوجد ذرتا هيدروجين وذرتا كلور في كل من طرفي المعادلة.	تأكد من عملك تأكد أن الصيغ الكيميائية مكتوبة بشكل صحيح، وأن عدد ذرات كل عنصر هو نفسه في طرفي المعادلة.	6



الكيمياء في واقع الحياة

هيدروكسيد الكالسيوم



الأحواض المائية للشعب المرجانية

يستخدم محلول هيدروكسيد الكالسيوم المائي في الأحواض المائية للشعب المرجانية لتزويد الحيوانات - ومنها الخبزون 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.

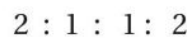
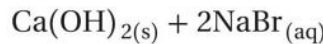
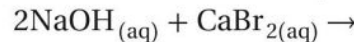
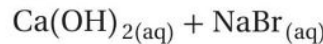
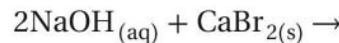
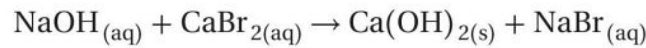
كتابة معادلة كيميائية رمزية موزونة اكتب المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة للتفاعل بين محلول هيدروكسيد الصوديوم ومحلول بروميد الكالسيوم لإنتاج هيدروكسيد الكالسيوم الصلب ومحلول بروميد الصوديوم.

1 تحليل المسألة

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

2 حساب المطلوب

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



نسبة المعاملات



النواتج



المتفاعلات

عد ذرات كل عنصر في المتفاعلات

عد ذرات كل عنصر في النواتج

أدخل المعامل 2 قبل NaOH

لوزن ذرات الأكسجين والهيدروجين.

أدخل المعامل 2 قبل NaBr

لوزن ذرات الصوديوم والبروم.

اكتب المعاملات في أبسط نسبة

ممكنة.

تأكد أن عدد ذرات كل عنصر

هو نفسه في طرفي المعادلة.

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:



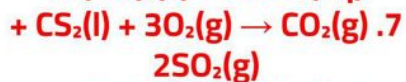
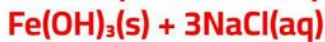
مسائل تدريبية

اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة لكل من التفاعلات الآتية:

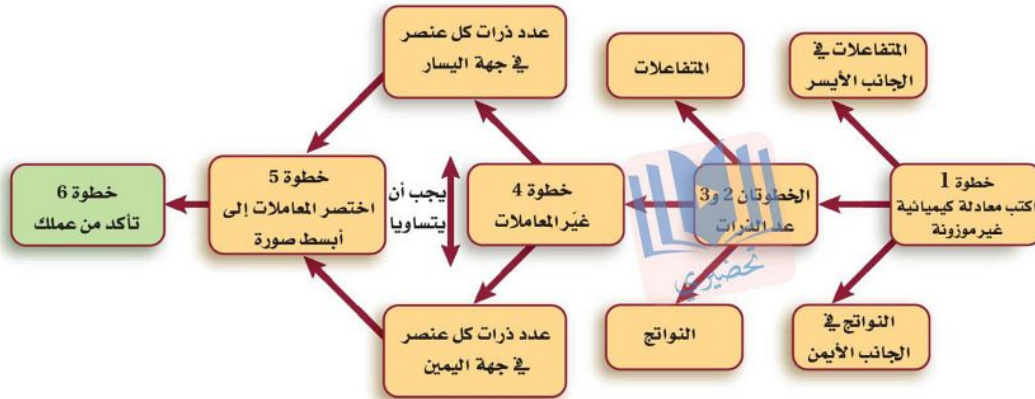
6. يتفاعل كلوريد الحديد III مع هيدروكسيد الصوديوم في الماء لإنتاج هيدروكسيد الحديد III الصلب وكلوريد الصوديوم.

7. يتفاعل ثاني كبريتيد الكربون CS₂ السائل مع غاز الأكسجين لإنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون وغاز ثاني أكسيد الكبريت SO₂.

8. تحفيز يتفاعل فلز الخارصين مع حمض الكبريتيك لإنتاج غاز الهيدروجين ومحلول 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.

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

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

التقويم 4-1

الخلاصة

9. **الفكرة الرئيسية** فسر 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 Fe^{3+} مع أيون الأكسجين O^{2-} .
 13. قارن بين المعادلة الكيميائية اللفظية والمعادلة الكيميائية الرمزية. **تحضيري**
 14. فسر لماذا يجب اختصار المعاملات في المعادلة الموزونة إلى أبسط نسبة من الأعداد الصحيحة.
 15. حل هل يمكنك عند وزن معادلة كيميائية تعديل الأرقام في الصيغة الكيميائية؟
 16. قوم هل المعادلة الآتية موزونة؟ إذا لم تكن كذلك فصح 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.
 - يحسب أقصى عدد من الإلكترونات 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 المتفاعلات والنواتج في التفاعل الكيميائي وكمياتها النسبية.
 - يتضمن وزن المعادلة تعديل المعاملات حتى يتساوى عدد الذرات في طرفي المعادلة.



تصنيف التفاعلات الكيميائية

الأهداف

Classifying Chemical Reactions

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

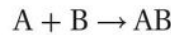
الربط مع الحياة قد تحتاج إلى وقت طويل للعثور على كتاب ما في مكتبة غير منظمة. لذا تُصنف الكتب في المكتبات في مجموعات مختلفة لتسهيل عملية البحث عنها. وكذلك تصنف التفاعلات الكيميائية إلى أنواع مختلفة.

أنواع التفاعلات الكيميائية Types of Chemical Reactions

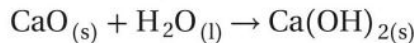
يصنف الكيميائيون التفاعلات الكيميائية لتنظيم الأعداد الكبيرة من هذه التفاعلات التي تحدث يوميًا. إن معرفة أنواع التفاعلات الكيميائية تساعدك على تذكرها وفهمها، كما تساعدك أيضًا على معرفة أنماط حدوثها وتوقع نواتج الكثير منها. وهناك عدة طرائق لتصنيف التفاعلات الكيميائية، من أبسطها تلك التي تصنف التفاعلات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

تفاعلات التكوين Synthesis Reactions

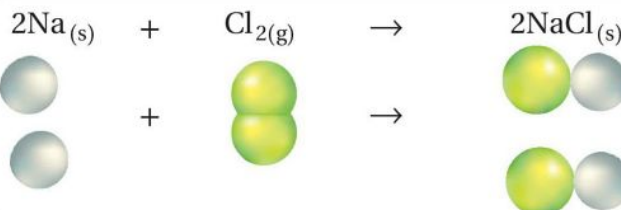
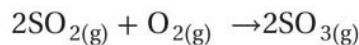
تفاعل التكوين تفاعل كيميائي تتحد فيه مادتان أو أكثر لتكوين مادة واحدة، ويمكن تمثيله بالمعادلة العامة الآتية:



عندما يتفاعل عنصران فإن التفاعل بينهما يكون دائمًا تفاعل تكوين. فعلى سبيل المثال، يتفاعل عنصر الصوديوم مع عنصر الكلور وينتج كلوريد الصوديوم، انظر الشكل 4-9. كما يمكن أن يتحد مركبان لتكوين مركب واحد. فمثلاً التفاعل بين أكسيد الكالسيوم CaO والماء H₂O لتكوين هيدروكسيد الكالسيوم Ca(OH)₂ هو تفاعل تكوين.



وهناك نوع آخر من تفاعلات التكوين يتضمن تفاعل مركب مع عنصر، مثل تفاعل غاز ثاني أكسيد الكبريت SO₂ مع غاز الأكسجين O₂ لتكوين غاز ثالث أكسيد الكبريت SO₃.



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

المفردات الجديدة

تفاعل التكوين

تفاعل الاحتراق

تفاعل التفكك

تفاعل الإحلال البسيط

تفاعل الإحلال المزدوج

الراسب

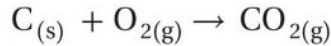


الشكل 10-4 الضوء الناتج هنا هو نتيجة تفاعل احتراق بين الأكسجين وفلزات مختلفة.



تفاعلات الاحتراق Combustion Reactions

يمكن أن يصنف تفاعل التكوين بين الأكسجين وثنائي أكسيد الكبريت على أنه تفاعل احتراق أيضًا. في تفاعل الاحتراق، كالذي يظهر في الشكل 10-4، يتحد الأكسجين مع مادة كيميائية مطلقًا 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 مثلًا 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 الآتية:



المفردات

أصل الكلمة

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

الشكل 11-4

تفاعلات كيميائية من واقع الحياة

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

في عام 1885م اخترع محرك الاحتراق الداخلي، وقد صار فيما بعد نموذجًا للمحرك الحديث.



في عام 1800م أدت بعض أبحاث النبات إلى اكتشاف معادلة كيميائية موزونة لعملية البناء الضوئي.

1920

1905

1800

1700

1600

في عام 1910-1909م قام العالمان الألمانيان فرتز هابر وكارل بوش بوضع عملية لتحضير الأمونيا.

في عام 1775م أثبت أنطوني لافوازييه أن تفاعلات الاحتراق طاردة للطاقة، وتتطلب وجود الأكسجين.



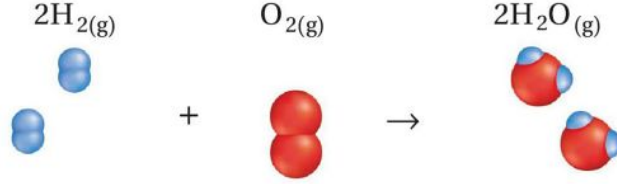
في عام 1635م افتتح أول مصنع للتفاعلات الكيميائية في ولاية بوسطن الأمريكية فكان ينتج الملح الصخري، ومكونات البارود، والشب الذي يستخدم في دباغة جلود الحيوانات.

من الأضرار الناتجة عن التدخين: سرطان الرئة، انتفاخ الرئة، التهاب القصبات المزمن، وزيادة خطر الإصابة بأمراض القلب والسكتات الدماغية.

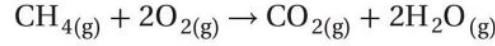
لأنه تفاعل مادتين (هيدروجين وأكسجين) لإنتاج مادة واحدة (الماء)، فهو تفاعل تكوين. ولأنه تفاعل مادة مع الأكسجين ينتج عنه طاقة على شكل حرارة وضوء، فهو تفاعل احتراق.

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

حلل لماذا يعد هذا التفاعل تفاعل احتراق وتفاعل تكوين أيضاً؟



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



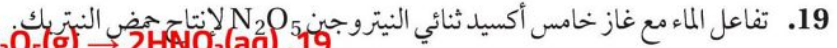
الميثان هو المكون الرئيس للغاز الطبيعي، وينتمي إلى مجموعة من المركبات تسمى الهيدروكربونات، وهي المكون الأساسي للنفط. وتحتوي الهيدروكربونات جميعها على كربون وهيدروجين، وتتحرق في الأكسجين لإنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون والماء وكمية كبيرة من الطاقة، وهذا ما يجعل من النفط المصدر الأساسي للطاقة في حياتنا.

مسائل تدريبية

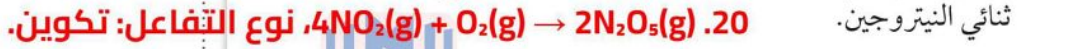
اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة للتفاعلات الآتية، وصنف كل تفاعل منها:



18. تفاعل الألومنيوم مع الكبريت لإنتاج كبريتيد الألومنيوم الصلب.



19. تفاعل الماء مع غاز خامس أكسيد ثنائي النيتروجين N_2O_5 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 2004م اكتشف العلماء أن الطيور المهاجرة تسترشد بتفاعلات كيميائية تحدث في أجسامها وتتأثر بالمجال المغناطيسي للأرض.



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

2010

1995

1980

1965

1950

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

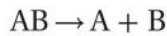
في عام 1952م غطى دخان كثيف من ثاني أكسيد الكبريت وبعض نواتج احتراق الفحم مدينة لندن مدة خمسة أيام وتسبب في 4000 حالة وفاة.



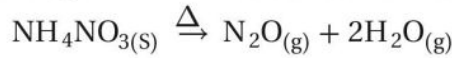


تفاعلات التفكك Decomposition Reactions

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 الآتية:



وغالبًا ما تحتاج تفاعلات التفكك إلى مصدر للطاقة، كالحرارة أو الضوء أو الكهرباء. تتفكك 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 آزيد الصوديوم وفق المعادلة الآتية:



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 آزيد الصوديوم منتجاً غاز النيتروجين الذي ينفخ الكيس بسرعة.

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

المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

مسائل تدريبية

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

22. يتفكك أكسيد الألومنيوم الصلب عندما تسري فيه الكهرباء إلى ألومنيوم صلب



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



24. تحفيز ينتج عن تسخين كربونات الصوديوم الهيدروجينية الصلبة كربونات

الصوديوم الذائبة وماء وغاز ثاني أكسيد الكربون.



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



نحاس + نترات الفضة

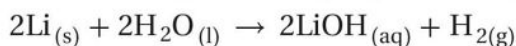


ليثيوم + ماء

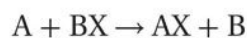
تفاعلات الإحلال Replacement Reactions

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.

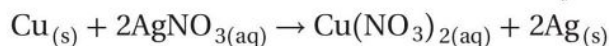
تفاعلات الإحلال البسيط: يبين الشكل (a) 14-4 التفاعل بين الليثيوم والماء، حيث تحل فيه ذرة ليثيوم محل ذرة واحدة من ذرتي الهيدروجين في الماء، كما توضحه المعادلة الآتية:



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



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. ويحدث نوع آخر من الإحلال البسيط عندما يحل فلز محل فلز آخر في مركب مذاب في الماء. يظهر الشكل (b) 14-4 حدوث تفاعل إحلال بسيط عند وضع صفيحة من النحاس في محلول مائي لنترات الفضة. فالبورات المتركمة على قطعة النحاس هي ذرات الفضة التي حلت محلها ذرات النحاس.



لا يحل الفلز دائماً 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 15-4 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 رتبت الهالوجينات أيضاً في سلسلة النشاط الكيميائي بحسب نشاطها، كما هو مبين في الشكل 15-4.

الشكل 15-4 سلسلة النشاط
الكيميائي كالمبينة هنا للفلزات
والهالوجينات هي أداة مفيدة في
تحديد إمكانية حدوث تفاعل
كيميائي، وتحديد نواتج تفاعلات
الإحلال البسيط.

الفلزات
الأكثر نشاطاً
ليثيوم
روبيديوم
بوتاسيوم
كالسيوم
صوديوم
ماغنسيوم
ألومنيوم
منجنيز
خارصين
حديد
نيكل
قصدير
رصاص
نحاس
فضة
بلاتين
ذهب
الأقل نشاطاً





تجربة

تفاعلات الإحلال
البسيط

تجربة
عملية

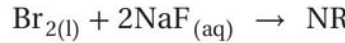
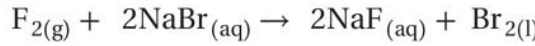
ارجع إلى دليل التجارب العملية على منصة عين الانشائية



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. ولهذا 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 الهالوجينات. فالهالوجينات كالفلزات؛ فهي تظهر مستويات مختلفة من النشاط في تفاعلات الإحلال. ويوضح الشكل 15-4 سلسلة النشاط الكيميائي للهالوجينات، التي تبين أن الفلور أنشط الهالوجينات، واليود أقلها نشاطاً. فالهالوجين الأنشط يحل محل الهالوجين 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؟

يحدث تفاعل الإحلال البسيط عندما تحل ذرات
عنصر محل ذرات عنصر آخر في مركب.

مختبر حل المشكلات

تحليل التدرج في الخواص

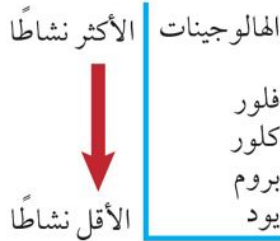
كيف تُفسر نشاط الهالوجينات؟ تقع الهالوجينات في المجموعة رقم 17 من الجدول الدوري، ونخبرنا هذا بأن للهالوجينات بعض الخواص العامة؛ فجميع الهالوجينات لافلزات، ويوجد في مستويات طاقاتها الخارجية سبعة إلكترونات. ومع ذلك فلكل هالوجين ما يميزه من الخواص، ومن ذلك مدى قابلية التفاعل مع مادة أخرى.

التحليل

تفحص الشكل المبين الذي يظهر ترتيب الهالوجينات بحسب نشاطها الكيميائي.

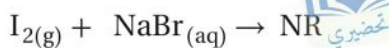
التفكير الناقد

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



2. هل يحل الفلور محل الكلور في محلول مائي لكلوريد الصوديوم؟ فسر إجابتك.

3. ادرس المعادلة الآتية:



لماذا لا يحل اليود محل البروم؟

4. أي الهالوجينات يتفاعل أسرع مع الصوديوم؟

3. لا يحل اليود محل

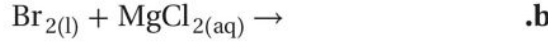
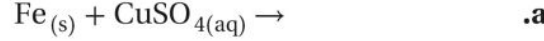
البروم لأن اليود أقل
نشاطاً من البروم ويقع
تحت في سلسلة
النشاط.

2. نعم، لأن الفلور أكثر نشاطاً
من الكلور ويقع فوقه في
سلسلة النشاط الكيميائي.

1. يمكن
للهالوجين أن
يحل محل أي
هالوجين
يقع أسفله
في سلسلة
النشاط. إذا
كان
الهالوجين
الحر أقل
نشاطاً
(أسفل في
السلسلة)،
فلن يحدث
تفاعل.

4. الفلور، لأنه الهالوجين
الأكثر نشاطاً في
السلسلة.

تفاعلات الإحلال البسيط توقع نواتج التفاعلات الكيميائية الآتية، واكتب معادلة كيميائية رمزية متوازنة تمثل كلًا منها:

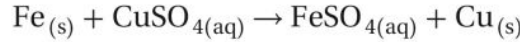


1 تحليل المسألة

استخدم الشكل 1-15 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. ولهذا فإن التفاعل سيحدث؛ لأن الحديد أنشط من النحاس. وفي هذه الحالة يحل الحديد محل النحاس، وتكون المعادلة الكيميائية الرمزية للتفاعل على النحو الآتي:



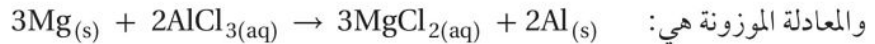
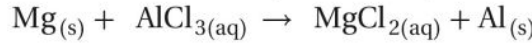
وهذه المعادلة متوازنة.

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



وفي هذه الحالة لا تتطلب المعادلة وزنًا.

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



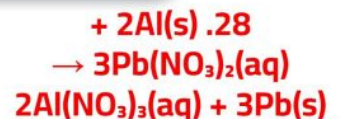
والمعادلة المتوازنة هي:

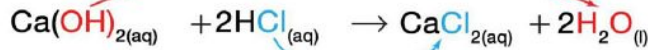
3 تقويم الإجابة

تدعم سلسلة النشاط الكيميائي الموضحة في الشكل 1-15 التوقعات. المعادلات الكيميائية متوازنة؛ لأن عدد الذرات هو نفسه في طرفي المعادلة.

مسائل تدريبية

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



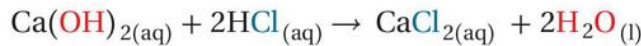


الشكل 16-4 تتبادل الأيونات أماكنها في تفاعلات الإحلال المزدوج كما في تفاعل هيدروكسيد الكالسيوم وحمض الهيدروكلوريك.

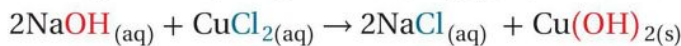
تحضير

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 تبادلا موقعيهما، وصاراً مرتبطين بأيونين موجبين مختلفين، وبمعنى آخر، حل X محل Y، وحل Y محل X. ولهذا السبب يسمى التفاعل تفاعل الإحلال المزدوج. فتفاعل هيدروكسيد الكالسيوم مثلاً وحمض الهيدروكلوريك الموضح في المعادلة الآتية هو إحلال مزدوج.



الأيونات في التفاعل هي: Ca^{2+} , OH^- , H^+ , Cl^- . لاحظ أن الأيونين السالبين Cl^- و OH^- قد غيرا موقعيهما، 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 موقعيهما 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 خلال تفاعل كيميائي في محلول ما راسباً.

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



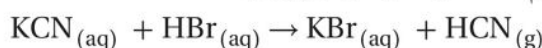
الشكل 17-4 عندما يضاف هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول كلوريد النحاس II، تتبادل أيونات Cl^- و OH^- موقعيهما، وينتج عن التفاعل كلوريد الصوديوم الذي يبقى ذائباً في المحلول، وهيدروكسيد النحاس II الذي يترسب في صورة مادة صلبة زرقاء اللون.

الجدول 4-8 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. عَيِّن الأيونات الموجبة والسالبة في كل مركب.	$\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ فيه Al^{3+} و NO_3^- H_2SO_4 فيه H^+ و SO_4^{2-}
3. اربط بين كل أيون موجب والأيون السالب في المركب الآخر.	SO_4^{2-} يرتبط مع Al^{3+} NO_3^- يرتبط مع H^+
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.	$2\text{Al}(\text{NO}_3)_3(\text{aq}) + 3\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{s}) + 6\text{HNO}_3(\text{aq})$

ماذا قرأت: تتبادل الأيونات الموجبة والأيونات السالبة في مركبين أماكنهما، حيث يرتبط الأيون الموجب من المركب الأول مع الأيون السالب من المركب الثاني، ويرتبط الأيون السالب من المركب الأول مع الأيون الموجب من المركب الثاني.

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

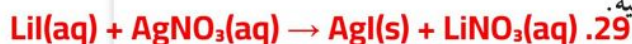


وبين الجدول 4-8 الخطوات الأساسية لكتابة معادلات كيميائية موزونة لتفاعلات الإحلال المزدوج.

✓ **ماذا قرأت؟** صف ما يحدث للأيونات السالبة في تفاعلات الإحلال المزدوج.

مسائل تدريبية

اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة لتفاعلات الإحلال المزدوج الآتية:



29. تتفاعل المادتان اللتان عن اليسار معاً لإنتاج يوديد الفضة الصلب ومحلول نترات الليثيوم.

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



$\text{LiI}(\text{aq})$

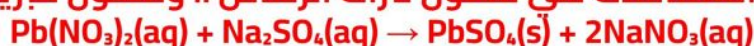
$\text{AgNO}_3(\text{aq})$

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

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

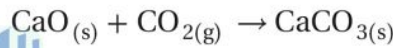
131

31. بافتراض أن المتفاعلات هي محلول نترات الرصاص II ومحلول كبريتات الصوديوم



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

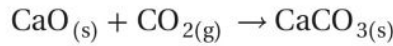
يلخص الجدول 4-9 أنواع التفاعلات الكيميائية. يمكنك الاستعانة بالجدول لمعرفة أنواع التفاعلات المختلفة وتوقع نواتجها. على سبيل المثال، كيف تحدد نوع التفاعل بين أكسيد الكالسيوم الصلب وغاز ثاني أكسيد الكربون في إنتاج كربونات الكالسيوم الصلبة؟ أولاً: اكتب المعادلة الكيميائية.



ثانيًا: حدد ما يحدث في التفاعل. في هذه الحالة، تتفاعل مادتان وينتج عنهما مركب واحد.

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

رابعًا: تأكد من إجابتك بمقارنة معادلة التفاعل بالمعادلة العامة لنوع التفاعل.



34. رتب الفلزات تنازليًا حسب نشاطها الكيميائي، حيث يمكن للفلز الأكثر نشاطًا أن يحل محل الفلز الأقل نشاطًا في مركباته.

33. الأنواع الأربعة هي: التكوين (اتحاد مادتين أو أكثر لتكوين مادة واحدة)، التفكك (تفكك مركب واحد إلى مادتين أو أبسط)، الإحلال البسيط (عنصر يحل محل عنصر آخر في مركب)، والإحلال المزدوج (تبادل الأيونات بين مركبين).

التقويم 4-2

الخلاصة

يسهل تصنيف التفاعلات الكيميائية فهمها وتذكرها وتعرفها.

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

33. **الفكرة الرئيسة** وضح الأنواع الأربعة من التفاعلات الكيميائية وخواصها.

34. اشرح كيف تم ترتيب سلسلة النشاط الكيميائي للفلزات؟

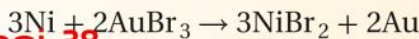
35. قارن بين تفاعلات الإحلال البسيط والإحلال المزدوج.

36. صف ماذا ينتج عن تفاعل الإحلال المزدوج؟

37. صنف ما نوع التفاعل المرجح حدوثه عندما يتفاعل الباريوم مع الفلور؟

37. **نوع التفاعل: تكوين. المعادلة: $Ba(s) + F_2(g) \rightarrow BaF_2(s)$**

38. **فسر البيانات.** هل يمكن للتفاعل الآتي أن يحدث؟ فسر إجابتك.



38. نعم، يحدث التفاعل. لأن النيكل (Ni) أكثر نشاطًا من الذهب (Au) في سلسلة النشاط الكيميائي، فيحل محله في مركبه.

36. ينتج عن تفاعل الإحلال المزدوج عادةً راسب أو غاز أو ماء.

35. في الإحلال البسيط، يحل عنصر محل عنصر في مركب. أما في الإحلال المزدوج، فتتبادل مركبان أيوناتهما.



4-3

الأهداف

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 المتفرجة

المعادلة الأيونية النهائية

التفاعلات في المحاليل المائية

Reactions in Aqueous Solutions

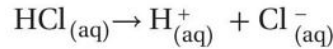
الفكرة الرئيسة تحدث تفاعلات الإحلال المزدوج بين المواد في المحاليل المائية، وتؤدي إلى إنتاج رواسب، أو ماء، أو غازات.

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

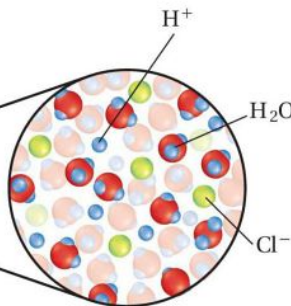
عرفت سابقاً أن المحلول مخلوط متجانس. كما أن الكثير من التفاعلات التي نوقشت تتضمن مواد مذابة في الماء، أي تكون على شكل محاليل مائية. والمحلول المائي يحتوي على مادة أو أكثر مذابة في الماء تسمى **المذاب**. أما الماء - أكبر مكونات المحلول - فيسمى **المذيب**.

المركبات الجزيئية في المحلول الماء هو المذيب في المحاليل المائية دائماً، أما المواد التي قد تذوب فيه فهي كثيرة. فالسكر (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 4-18. ويمكن تمثيل عملية التأين هذه بالمعادلة الآتية:



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

تحضير



الشكل 4-18 يتفكك حمض

الهيدروكلوريك HCl في الماء إلى أيونات هيدروجين H^+ ، وأيونات كلوريد Cl^- .

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

المفردات

الاستعمال العلمي مقابل

الاستعمال الشائع

المركب

الاستعمال العلمي: اتحاد عنصرين أو أكثر كيميائياً.

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

الاستعمال الشائع: كلمة تتكون من مقطعين.

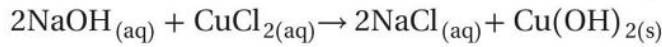
ملح الطعام يسمى كلوريد الصوديوم.

أنواع التفاعلات في المحاليل المائية

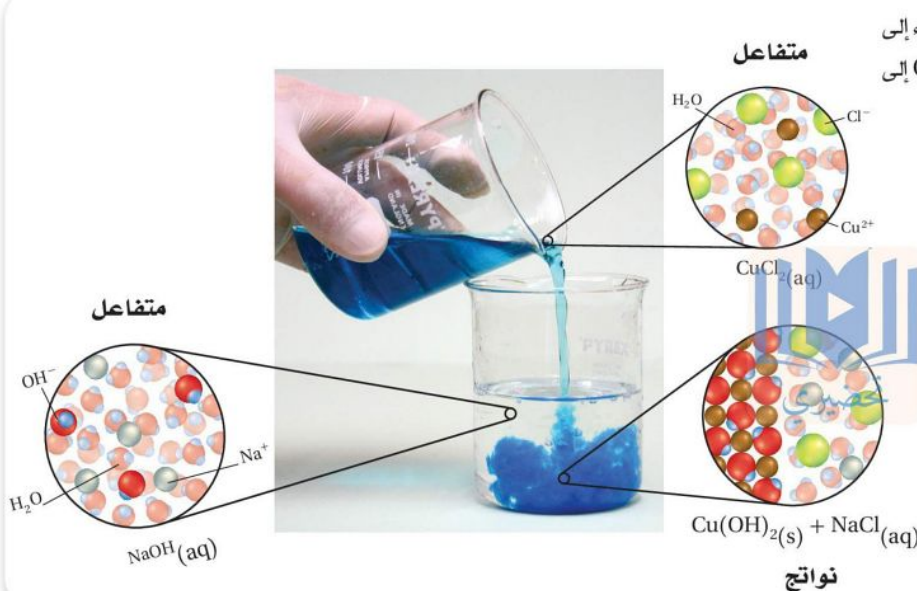
Types of Reactions in Aqueous Solutions

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 راسب بعض التفاعلات التي تحدث في المحاليل المائية تنتج راسب. 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 Na^+ ، OH^- ، Cu^{2+} ، Cl^- كما هو مبين في الشكل 19-4. وعند مزج المحلولين تتحد أيونات Cu^{2+} مع أيونات OH^- لتكوين راسب من هيدروكسيد النحاس II $\text{Cu}(\text{OH})_2$. أما أيونات Na^+ و Cl^- فتبقى ذائبة في المحلول.



تجربة

لاحظ تفاعلاً يكون راسباً

كيف يكون محلولان مادة صلبة؟

خطوات العمل



- الملح تماماً.
- أضف محلول ملح إبسوم ببطء إلى محلول NaOH، وسجل ملاحظاتك.
- حرك المحلول الناتج، وسجل ملاحظاتك.
- اترك الراسب حتى يستقر، ثم افصل السائل عنه في مخبر مدرج سعته 100 mL.
- تخلص من الراسب كما يرشدك معلمك.

1. املاً بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية على منصة عين الإثرائية.

2. ضع 50 mL ماءً مقطرًا في كأس سعته 150 mL.

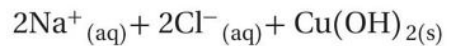
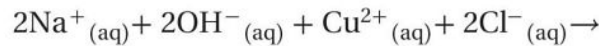
3. زن 4 g من حبيبات NaOH، ثم أضفها بالتدريج حبيبة بعد أخرى إلى الكأس. واحرص على تحريك المحلول بساق التحريك حتى تذوب كل حبيبة تمامًا قبل إضافة الأخرى.

4. زن 6 g من ملح إبسوم (كبريتات الماغنسيوم $MgSO_4$)، وضعها في كأس أخرى سعته 150 mL، ثم أضف 50 mL ماءً مقطرًا إلى الملح، وحركه بساق التحريك حتى يذوب.

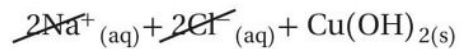
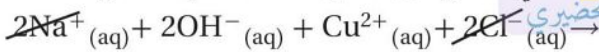
التحليل

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

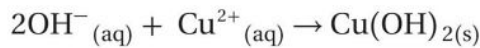
المعادلات الأيونية لتوضيح تفاصيل التفاعلات التي تتضمن أيونات في المحاليل المائية، يستخدم الكيميائيون المعادلات الأيونية، وهي تختلف عن المعادلات الكيميائية الرمزية الموزونة في أن المواد التي تكون على شكل أيونات في المحلول تكتب كأيونات في المعادلة. فلكي تكتب المعادلة الأيونية لتفاعل محلولي NaOH و $CuCl_2$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



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

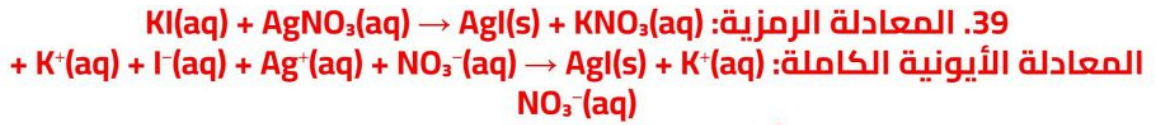


لاحظ أنه لم يتبق سوى أيونات الهيدروكسيد والنحاس في المعادلة الأيونية النهائية الموضحة أدناه:



✓ **ماذا قرأت؟** قارن فيم تختلف المعادلات الأيونية عن المعادلات الرمزية الكيميائية؟

تظهر المعادلات الأيونية (الكاملة والنهائية) الأيونات بشكل منفصل في المحلول، بينما تظهر المعادلات الرمزية المركبات على شكل وحدات صيغة كيميائية. المعادلة الأيونية النهائية تظهر فقط الجسيمات المشاركة مباشرة في التفاعل.



مثال 3-4

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.

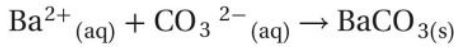
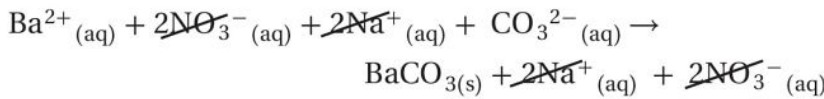
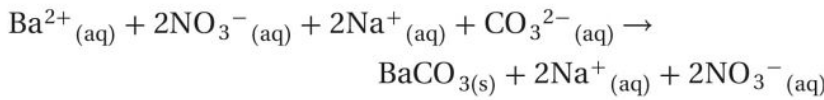
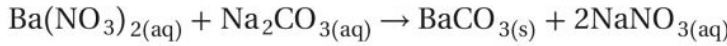
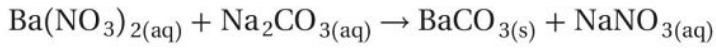
1 تحليل المسألة

لقد أعطيت أسماء المركبات للمواد المتفاعلة والناتج. لكتابة معادلة كيميائية موزونة للتفاعل يجب أن تحدد الكميات النسبية للمواد المتفاعلة والناتجة. وكتابة المعادلة الأيونية الكاملة تحتاج إلى توضيح الحالات الأيونية للمواد المتفاعلة والناتجة. وبشطط الأيونات المتفرجة من طرفي هذه المعادلة يمكنك كتابة المعادلة الأيونية النهائية.

40. NR (لا يحدث تفاعل)

2 حساب المطلوب

اكتب الصيغ الكيميائية الصحيحة والحالات الفيزيائية لكل المواد في التفاعل:



زن المعادلة الكيميائية الرمزية

وضح أيونات المواد المتفاعلة والناتجة

احذف الأيونات المتفرجة من المعادلة الأيونية الكاملة

اكتب المعادلة الأيونية النهائية

3 تقويم الإجابة

المعادلات موزونة؛ لأن عدد الذرات هو نفسه في طرفيها. وتشتمل المعادلة الأيونية النهائية على عدد أقل من المواد، وتبين 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.

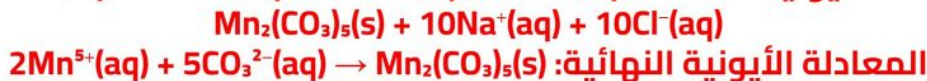
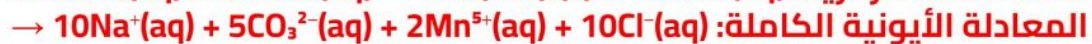
39. عند خلط محلولي يوديد البوتاسيوم KI ونترات الفضة تكون راسب من يوديد الفضة.

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

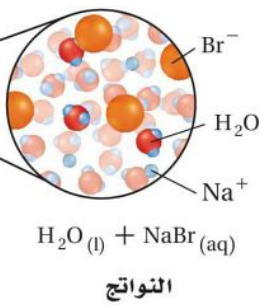
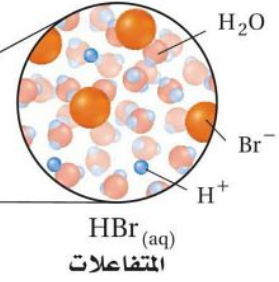
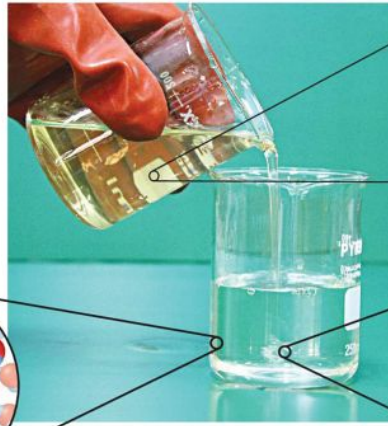
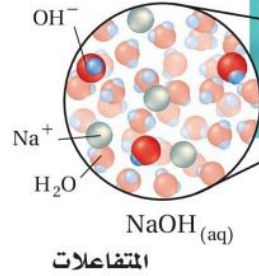
43. تحفيز عند خلط محلولي كربونات الصوديوم وكلوريد المنجنيز الخماسي (V) تكون راسب يحتوي على المنجنيز.





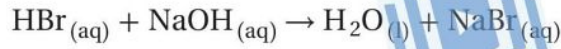
الشكل 20-4 يتأين بروميد الهيدروجين - حمض الهيدروبروميك - HBr في الماء إلى H^+ و Br^- . ويتفكك هيدروكسيد الصوديوم إلى Na^+ و OH^- في الماء أيضاً، فتتفاعل أيونات الهيدروجين وأيونات الهيدروكسيد وتكوّن الماء.

حدد الأيونات السالبة والأيونات الموجبة في هذا التفاعل.

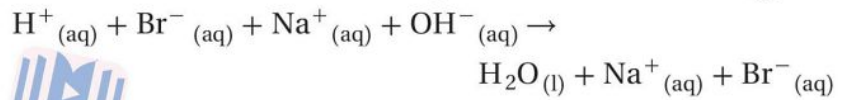


**الأيونات الموجبة
(الكاتيونات): H^+ , Na^+
الأيونات السالبة
(الأنيونات): OH^- , Br^-**

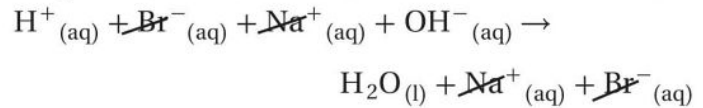
التفاعلات التي تكوّن ماء هذا النوع من تفاعلات الإحلال المزدوج يؤدي إلى تكوين جزيئات ماء، فيزداد عدد جزيئات الماء (المذيب). وبخلاف التفاعلات التي يتكون فيها راسب، لا يلاحظ في هذا النوع من التفاعلات دليل على حدوث تفاعل كيميائي؛ لأن الماء عديم اللون والرائحة، كما أنه يشكل أغلب المحلول. فعندما تخلط محلول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



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



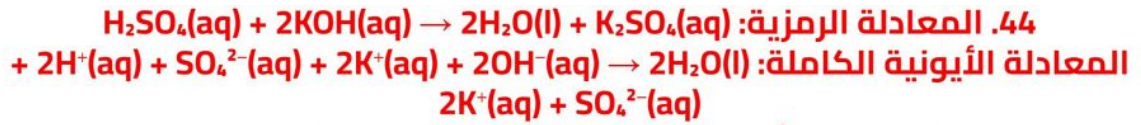
لو دققنا في هذه المعادلة فسوف تلاحظ أن الأيونات المتفاعلة هي أيونات الهيدروجين وأيونات الهيدروكسيد؛ لأن كلاً من أيونات الصوديوم وأيونات البروميديوم أيونات متفرجة. وإذا حذفنا الأيونات المتفرجة فستبقى فقط الأيونات التي تشارك في التفاعل.



وتكون المعادلة الأيونية النهائية للتفاعل كالاتي:

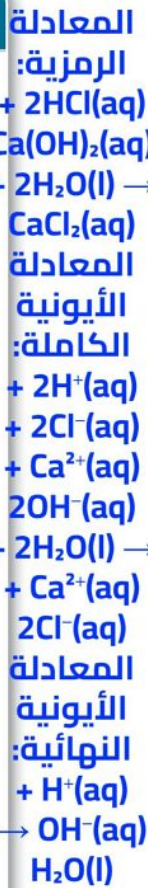


ماذا قرأت؟ حلل لماذا تسمى أيونات الصوديوم وأيونات البروميديوم في تفاعل محلول هيدروكسيد الصوديوم مع حمض الهيدروبروميك أيونات متفرجة؟



مثال 4-4

45.

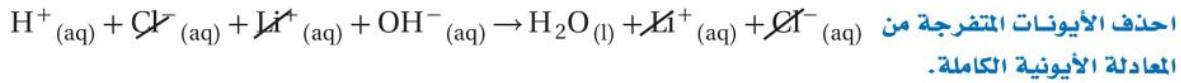
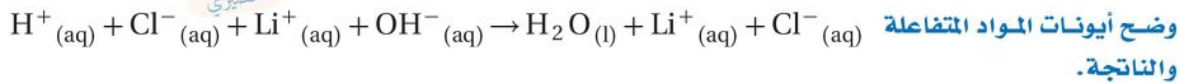


1 تحليل المسألة

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

2 حساب المطلوب

اكتب معادلة كيميائية رمزية للتفاعل، ثم زنها.

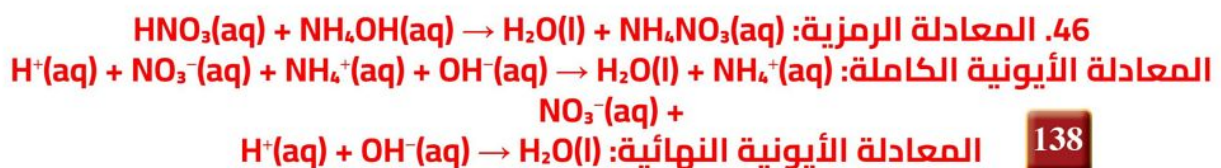
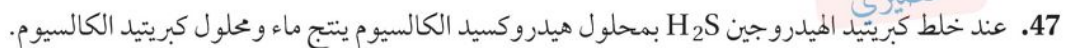
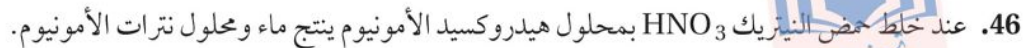
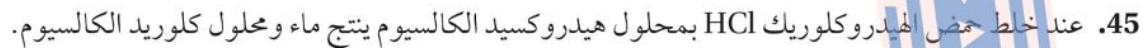
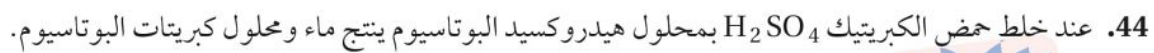


3 تقويم الإجابة

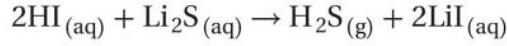
تشتمل المعادلة الأيونية النهائية على عدد أقل من المواد، وتبين الأيونات المتفاعلة التي تكون الماء.

مسائل تدريبية

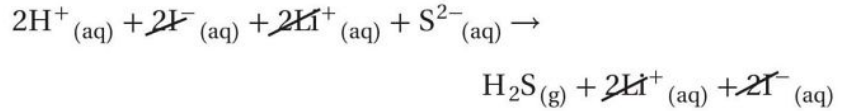
اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة، وأيونية كاملة، وأيونية نهائية للتفاعلات بين المواد الآتية، التي تنتج ماء.



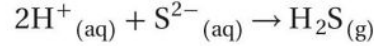
التفاعلات التي تكوّن غازات ينتج عن هذا النوع من تفاعلات الإحلال المزدوج تكوين غازات، مثل CO_2 ، و HCN ، و H_2S . فعندما تخلط حمض الهيدروبيوريك HI بمحلول كبريتيد الليثيوم Li_2S يتصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S ، كما ينتج يوريد الليثيوم LiI الذي يظل ذائبًا في المحلول.



وما عدا 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:

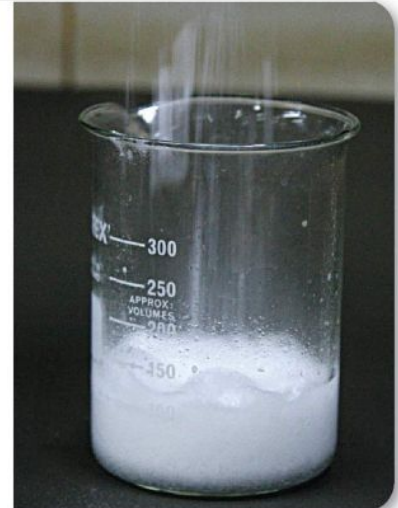


ويعد التفاعل في التجربة الاستهلاكية التي كنت قد أجريتها في بداية هذا الفصل مثالاً آخر على التفاعلات التي تكوّن غازاً؛ فالفقاعات التي تكونت خلال التفاعل هي غاز ثاني أكسيد الكربون.

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 خلطهما معاً يتفاعلان ويتصاعد غاز CO_2 ، كما هو موضح في الشكل 4-21.

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

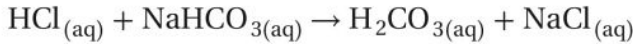
الشكل 4-21 عندما يتفاعل الخل مع صودا الخبز NaHCO_3 يحدث تصاعد سريع لغاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 .



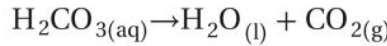


وفي الحالات جميعها يجب أن يحدث تفاعلان متزامنان في المحلول لينتج غاز ثاني أكسيد الكربون. أحد هذين التفاعلين تفاعل إحلال مزدوج، والآخر تفاعل تفكك. فعندما تذيب كربونات الصوديوم الهيدروجينية مثلاً في حمض الهيدروكلوريك يحدث تفاعل إحلال مزدوج، وينتج غاز، انظر الشكل 21-4.

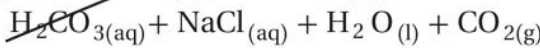
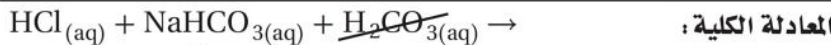
فكلوريد الصوديوم مادة أيونية تبقى في الماء على شكل أيونات منفصلة. أما حمض الكربونيك H_2CO_3 فيتفكك بمجرد تكونه إلى ماء وغاز ثاني أكسيد الكربون. فالهيدروجين في حمض الهيدروكلوريك والصوديوم في كربونات الصوديوم الهيدروجينية يحل كل منهما محل الآخر.



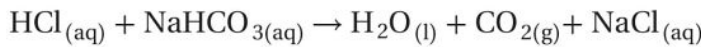
لكن بمجرد أن يتكون حمض الكربونيك H_2CO_3 يتفكك مكوناً الماء وغاز ثاني أكسيد الكربون. وهذا عكس ما يحدث للمواد الأيونية ومنها كلوريد الصوديوم؛ حيث تبقى أيوناتها منفصلة في المحلول.



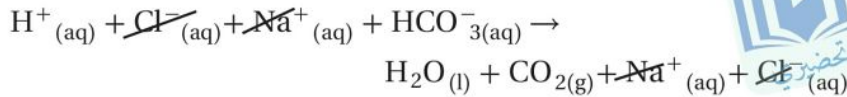
ويمكنك -كما تجمع المعادلات الرياضية- أن تجمع معادلتَي التفاعلين وأن تمثلها بمعادلة كيميائية تسمى المعادلة الكلية للتفاعل.



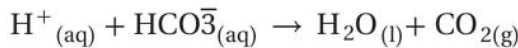
وبحذف H_2CO_3 من طرفي المعادلة تحصل على ما يسمى المعادلة النهائية للتفاعل.



هذا، ويمكنك كتابة المعادلة الأيونية الكاملة كالآتي:

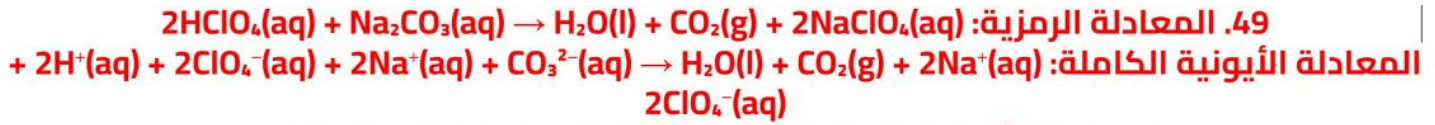


وتلاحظ أن أيونات الصوديوم وأيونات الكلور هي الأيونات المتفرجة، لذا يمكن حذفها من طرفي المعادلة، وكتابة المعادلة الأيونية النهائية للتفاعل كالآتي:



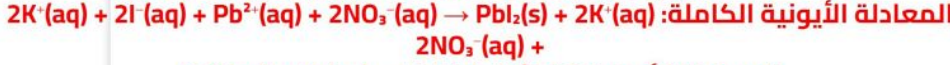
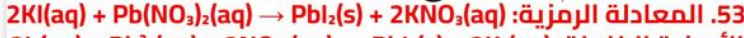
✓ ماذا قرأت؟ صف ما المعادلة النهائية للتفاعل؟

المعادلة الأيونية النهائية للتفاعل بين حمض الهيدروكلوريك وبيكربونات الصوديوم هي:
 $H^+(aq) + HCO_3^-(aq) \rightarrow H_2O(l) + CO_2(g)$



مثال 4-5

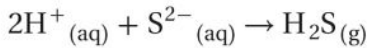
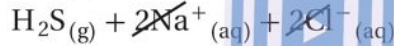
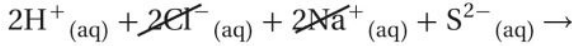
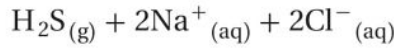
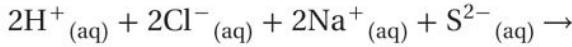
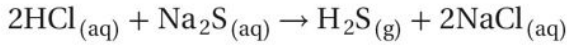
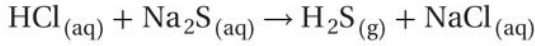
التفاعلات التي تكون غازات اكتب كلاً من المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة، والأيونية الكاملة، والأيونية النهائية للتفاعل بين حمض الهيدروكلوريك ومحلول كبريتيد الصوديوم، والذي ينتج عنه غاز كبريتيد الهيدروجين ومحلول كلوريد الصوديوم.



لقد أعطيت المعادلة اللفظية للتفاعل بين حمض الهيدروكلوريك HCl وكبريتيد الصوديوم Na_2S . يجب أن تكتب المعادلة الكيميائية الرمزية للتفاعل وتزنها. ولكتابة المعادلة الأيونية الكاملة يجب أن توضح الحالات الأيونية للمواد المتفاعلة والناجمة. وبحذف الأيونات المتفرجة من المعادلة الأيونية الكاملة يمكنك كتابة المعادلة الأيونية النهائية.

2 حساب المطلوب

اكتب المعادلة الكيميائية الصحيحة للتفاعل.



زن المعادلة الكيميائية

وضح أيونات المواد المتفاعلة والناجمة

احذف الأيونات المتفرجة من المعادلة الأيونية الكاملة

اكتب المعادلة الأيونية النهائية بأصغر نسبة عددية 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:

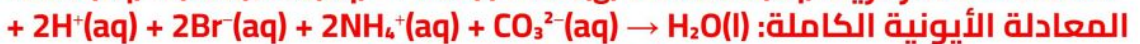
49. يتفاعل حمض فوق الكلوريك HClO_4 مع محلول كربونات الصوديوم لتكوين غاز ثاني أكسيد الكربون والماء ومحلول كلورات الصوديوم.

50. يتفاعل حمض الكبريتيك H_2SO_4 مع محلول سيانيد الصوديوم لتكوين غاز سيانيد الهيدروجين ومحلول كبريتات الصوديوم.

51. يتفاعل حمض الهيدروبروميك HBr مع محلول كربونات الأمونيوم لتكوين غاز ثاني أكسيد الكربون والماء وبرومييد 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.



50.

المعادلة

الرمزية:



+



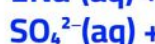
+



المعادلة

الأيونية

الكاملة:



المعادلة

الأيونية

النائية:



52.

المعادلة

الرمزية:



+



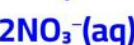
المعادلة

الأيونية

الكاملة:



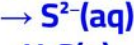
+



المعادلة

الأيونية

النائية:



55. المذيب هو المادة التي تذيب المذاب، وفي المحاليل المائية يكون المذيب هو الماء. المذاب هو المادة التي تذوب في المذيب.

56

المعادلة

الأيونية

الكاملة

تظهر جميع

الجسيمات

الموجودة

في

المحلول،

بينما

المعادلة

الأيونية

النهائية

تتضمن

فقط

الجسيمات

التي

تشارك في

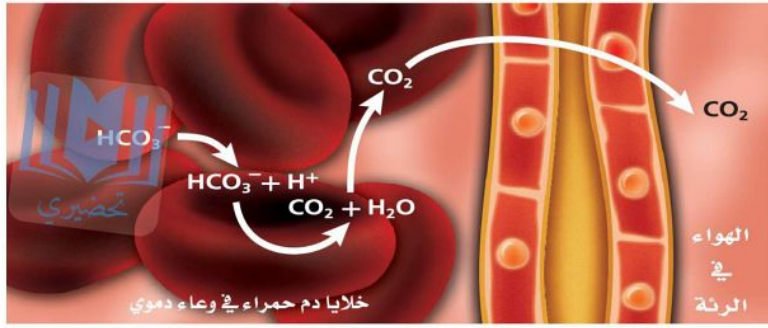
التفاعل

بعد حذف

الأيونات

المتفرجة.

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.



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

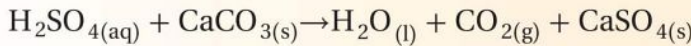
- الماء هو المذيب في المحاليل المائية دائماً، أما المواد التي قد تذوب فيه فهي كثيرة.
- بعض المركبات الجزيئية تكون أيونات عندما تذوب في الماء. بينما يذوب الكثير من المركبات الأيونية في الماء، وتنفصل أيوناتها.
- عند مزج محلولين يحتويان على أيونات ذائبة، قد تتفاعل الأيونات معاً، أما جزيئات المذيب فلا تتفاعل عادة.
- التفاعلات التي تحدث في المحاليل المائية هي تفاعلات الإحلال المزدوج.

54. الفقرة الرئيسة عدد ثلاثة أنواع مألوفة من نواتج التفاعلات التي تحدث في المحاليل المائية.

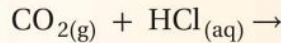
55. صف المذيب والمذاب في المحلول المائي.

56. ميز المعادلة الأيونية الكاملة من المعادلة الأيونية النهائية.

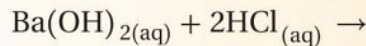
57. اكتب المعادلة الأيونية الكاملة، والأيونية النهائية للتفاعل بين حمض الكبريتيك H_2SO_4 وكربونات الكالسيوم CaCO_3 .



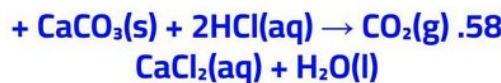
58. حلّ أكمل المعادلة الآتية، ثم زنها:



59. توقع مانوع الناتج الذي سيتكون على الأرجح من التفاعل الآتي؟ فسّر ذلك.



60. صغ معادلات يحدث تفاعل عندما يخلط حمض النيتريك HNO_3 بمحلول مائي من كربونات البوتاسيوم الهيدروجينية (بيكربونات البوتاسيوم)، وينتج محلول نترات البوتاسيوم. اكتب المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة والمعادلة الأيونية النهائية للتفاعل.



57. المعادلة

الأيونية

الكاملة:

$+ 2\text{H}^+(\text{aq})$

$+ \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$

$\rightarrow \text{CaCO}_3(\text{s})$

$+ \text{CaSO}_4(\text{s})$

$+ \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

$\text{CO}_2(\text{g})$

المعادلة

الأيونية

النهائية:

هي نفس

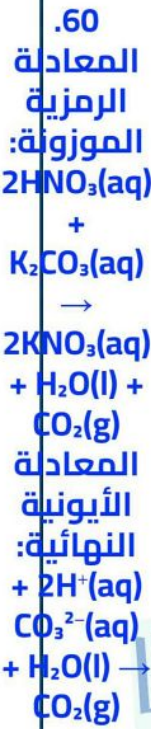
المعادلة

الكاملة لأنه

لا توجد

أيونات

متفرجة.



المعادلة

الأيونية

النهائية:

$+ 2\text{H}^+(\text{aq})$

$\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$

$+ \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow$

$\text{CO}_2(\text{g})$

سيكون

ماء (وملاح

كلوريد

الباريوم). هذا

تفاعل تعادل

حمض-قاعدة،

حيث يتحد

أيون

الهيدروجين

من الحمض

مع أيون

الهيدروكسيد

من القاعدة

لتكوين الماء.



قياس المادة Measuring Matter

الأهداف

تفسر كيف يستخدم المول بشكل غير مباشر لعدّ جسيمات المادة.

تربط المول بوحدة عدّ يومية شائعة.

تحول بين المولات وعدد الجسيمات.

مراجعة المفردات

الجزء: ذرتان أو أكثر مرتبطتان معاً لتكوين وحدة واحدة.

المفردات الجديدة

المول
عدد أفوجادرو

الفكرة الرئيسية يستعمل الكيميائيون المول لعدّ الجسيمات ومنها الذرات والأيونات والجزيئات ووحدات الصيغ الكيميائية.

الربط مع الحياة هل حاولت يوماً أن تعد المقاعد الموجودة في صفك؟ وهل خطر ببالك يوماً أن تعد حبات الأرز في كيس من الأرز؟ لعلك لاحظت أنه كلما صغرت المادة أصبح عدّها أصعب.

عدّ الجسيمات Counting Particles

هل ذهبت يوماً إلى إحدى المكتبات وطلبت إلى البائع درزن من أقلام الرصاص؟ إن ذلك لا يعني أنك تريد قلمًا أو قلمين، بل 12 قلمًا. قد تشتري زوجًا من القفازات، أو رزمة من ورق الطباعة. كل من الوحدات المبينة في الشكل 5-1، وهي الزوج والدرزن - والرزمة تمثل عددًا محددًا من الأشياء. وكلها تسهل عملية العد. فمن السهل شراء الورق وبيعه بالرزمة (500 ورقة) بدلًا من شرائه وبيعه بالورقة.

كل من وحدات العدّ المبينة في الشكل 5-1 تناسب عد نوع معين من الأشياء؛ اعتيادًا على حجمها واستخدامها. وبغض النظر عن كون الشيء قفازات أو بيضًا أو أقلام أو ورقًا فإن العدد الذي تمثله الوحدة يبقى دائمًا ثابتًا. يحتاج الكيميائيون أيضًا إلى طريقة ملائمة لعدّ الذرات والجزيئات ووحدات الصيغ الكيميائية (Formula units) في عينة كيميائية لمادة ما. إلا أن الذرات متناهية الصغر، وهناك الكثير منها حتى في العينات الصغيرة جدًا، مما يجعل عدّها بشكل مباشر مستحيلًا. لذلك قام الكيميائيون بإيجاد وحدة عدّ تسمى المول، وقد عرفت من التجربة الاستهلاكية أنه يمثل عددًا ضخمًا من أي جسيم.

الزوج، الدرزن، الرزمة، الصندوق.



الشكل 5-1 وحدات مختلفة تستخدم لعدّ أجسام مختلفة. الزوج عبارة عن جسيمين، والدرزن 12، والرزمة 500.

اذكر وحدات عدّ أخرى مألوفة لديك.

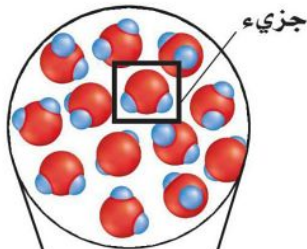
المول تُسمى وحدة النظام الدولي الأساسية المستخدمة لقياس كمية المادة **المول**. يعرف المول بحسب النظام الدولي للوحدات بأنه عدد ذرات الكربون - 12 في عينة كتلتها 12 g من الكربون-12. وخلال سنوات عديدة من التجارب تم الاتفاق على أن المول الواحد من أي مادة يحتوي على 6.02×10^{23} من الجسيمات الممثلة -وحدات البناء- المكونة لهذه المادة، ومنها الذرات والجزيئات والأيونات، ووحدات الصيغ الكيميائية، فإذا كتبت العدد فسوف يبدو كما يأتي:

602,213,670,000,000,000,000

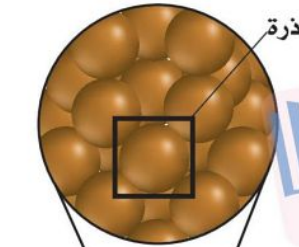
ويُسمى العدد 6.0221367×10^{23} **عدد أفوجادرو**، تكريماً للفيزيائي الإيطالي والمحامي أميدو أفوجادرو Amedeo Avogadro، الذي تمكن عام 1811 م من تحديد حجم مول من الغاز.

ومن الواضح أن عدد أفوجادرو عدد هائل، وهذا يجعله صالحاً لعد المكونات المتناهية في الصغر، مثل الذرات. كما يمكنك أن تتصور 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، ويتكون كل منها من جسيمات ممثلة مختلفة. فالجسيمات الممثلة المكونة لمول 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 مبينة هي 6.02×10^{23} ، أو 1 mol من الجسيمات الممثلة المكونة للمادة. الجسيمات الممثلة المكونة لكل مادة موضحة داخل المربع تحضيري



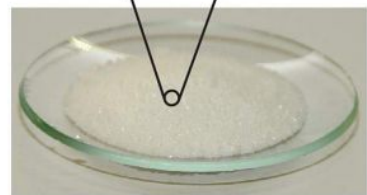
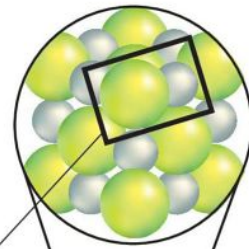
الماء H_2O



النحاس Cu



وحدة الصيغة الكيميائية



كلوريد الصوديوم NaCl

التحويل بين المولات والجسيمات

Converting Between Moles and Particles

افترض أنك اشترت 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 عاملي تحويل:

$$\frac{12 \text{ وردة}}{1 \text{ درزن}} ، \frac{1 \text{ درزن}}{12 \text{ وردة}}$$

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؟** اشرح كيف تعرف أنك اخترت عامل تحويل خطأ؟

تحويل المولات إلى جسيمات (ذرات أو أيونات أو جزيئات) لحساب عدد جزيئات السكر في 3.5 mol منه، نستخدم عدد أفوجادرو -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 عاملي 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.

$$\text{عدد الجسيمات الممثلة} = \text{عدد المولات} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ من الجسيمات الممثلة}}{1 \text{ mol}}$$

وكما هو مبين في الشكل 4-5 فإن الجسيم الممثل في السكر هو الجزيء ولحساب عدد جزيئات السكر في 3.5 mol منه عليك أن تستخدم عدد أفوجادرو عامل تحويل.

$$3.5 \text{ mol من السكر} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء من السكر}}{1 \text{ mol من السكر}} =$$

$$= 2.11 \times 10^{24} \text{ جزيء من السكر}$$



12 وردة = 1 درزن ورد

الشكل 3-5 لكي تتمكن من تحليل الوحدات يجب تعرف العلاقة الرياضية الصحيحة بين الوحدات التي ستحولها. والعلاقة الموضحة هنا -12 وردة = 1 درزن ورد- يمكن استعمالها لكتابة عاملي تحويل.

المطويات

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.



1. عدد ذرات $\text{Zn} = 2.5 \text{ mol} \times (6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة/mol}) = 1.5 \times 10^{24}$ ذرة
2. عدد جزيئات $\text{H}_2\text{O} = 11.5 \text{ mol} \times (6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء/mol}) = 6.92 \times 10^{24}$ جزيء
3. عدد وحدات الصيغة $\text{AgNO}_3 = 3.25 \text{ mol} \times (6.02 \times 10^{23} \text{ وحدة صيغة/mol}) = 1.96 \times 10^{24}$ وحدة صيغة

مسائل تدريبيه

1. يستخدم الخارصين Zn في جلفنة الحديد لحمايته 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 الفوتوجرافي. 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 .

تقدير حجم المول
لمادة ما

تجربة
عملية

ارجع الى دليل التجارب العملية على منصة عين الانترناتية



تحويل الجسيمات إلى مولات لحساب عدد المولات في عدد معين من الجسيمات الممثلة، يمكنك استخدام مقلوب عدد أفوجادرو عاملاً للتحويل.

$$\text{عدد المولات} = \text{عدد الجسيمات الممثلة} \times \frac{1 \text{ mol}}{6.02 \times 10^{23} \text{ من الجسيمات الممثلة}}$$

لنفترض مثلاً أنك تعلم أن عينة تحتوي على 2.11×10^{24} جزيء من السكروز، بدلاً من معرفتك عدد مولات السكروز. لتحويل هذا العدد من الجزيئات إلى مولات من السكروز فإنك تحتاج إلى عامل تحويل يكون فيه عدد المولات في البسط وعدد الجزيئات في المقام.

$$\text{عدد مولات السكروز} = \frac{2.11 \times 10^{24} \text{ جزيء سكروز}}{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء سكروز/mol}} \times 1 \text{ mol} = 3.5 \text{ mol من السكروز}$$

أي أن هناك 3.5 mol من السكروز في 2.11×10^{24} جزيء منه.

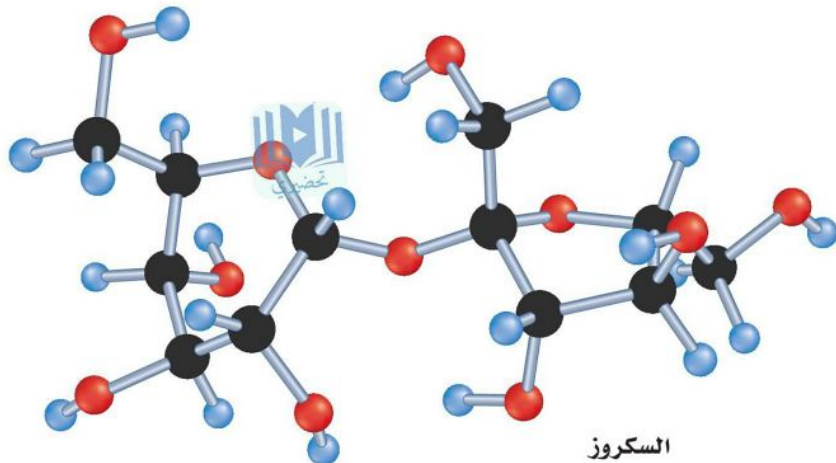
✓ **ماذا قرأت؟** اكتب عاملي التحويل اللذين يمكن الحصول عليهما من عدد أفوجادرو.

4. عدد ذرات $\text{O}_2 = 5.0 \text{ mol} \times (6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء/mol}) \times (2 \text{ ذرة } \text{O} / 1 \text{ جزيء } \text{O}_2) = 6.0 \times 10^{24}$ ذرة أكسجين

الشكل 4-5 الجسيمات الممثلة للسكروز

هي الجزيئات. ويوضح نموذج الجزيئات الكرات والوصلات البلاستيكية (أن جزيء السكروز وحدة واحدة مكونة من الكربون، والهيدروجين، والأكسجين).

تحليل استعن بنموذج جزيء السكروز لكتابة صيغته الكيميائية.



مثال 1-5

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.

المعطيات

المطلوب

عدد مولات Cu = ؟

عدد ذرات النحاس = 4.50×10^{24} ذرة

1 mol من النحاس Cu = 6.02×10^{23} ذرة من النحاس

2 حساب المطلوب

استخدم عامل التحويل (مقلوب عدد أفوجادرو) والذي يربط عدد المولات بعدد الذرات.

$$\text{عدد المولات} = \text{عدد الذرات} \times \frac{1 \text{ mol من النحاس}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من النحاس}}$$

$$= \frac{4.50 \times 10^{24} \text{ ذرة من النحاس}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من النحاس}} \times 1 \text{ mol من النحاس} = 7.48 \text{ mol من النحاس.}$$

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. عدد المولات = $(5.75 \times 10^{24} \text{ ذرة}) / (6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة/mol}) = 9.55 \text{ mol Al}$

a. 5.75×10^{24} ذرة من الألومنيوم Al.
b. 2.50×10^{20} ذرة من الحديد Fe.
b. عدد المولات = $(2.50 \times 10^{20} \text{ ذرة}) / (6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة/mol}) = 4.15 \times 10^{-4} \text{ mol Fe}$

6. تحفيز احسب عدد المولات في كل من:
a. 3.75×10^{24} جزيء من ثاني أكسيد الكربون CO_2 .
a. عدد المولات = $(3.75 \times 10^{24} \text{ جزيء}) / (6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء/mol}) = 6.23 \text{ mol CO}_2$

b. 3.58×10^{23} جزيء من كلوريد الخارصين ZnCl_2 .

b. عدد المولات = $(3.58 \times 10^{23} \text{ وحدة صيغة}) / (6.02 \times 10^{23} \text{ وحدة صيغة/mol}) = 0.595 \text{ mol ZnCl}_2$

7. لأن جسيمات المادة متناهية في الصغر، والمول يسمح للكيميائيين بعدد هذه الجسيمات عن طريق وزنها، مما يسهل التعامل معها في التفاعلات والحسابات الكيميائية.

8. 1 مول من المادة = 6.02×10^{23} جسيم من هذه المادة.

التقويم 5-1

الخلاصة

المول وحدة تستخدم لعد جسيمات المادة بشكل غير مباشر. المول الواحد من المادة النقية يحتوي على عدد أفوجادرو من الجسيمات.

الجسيمات الممثلة تشمل الذرات، والأيونات، والجزيئات، ووحدات الصيغ الكيميائية، وجسيمات أخرى مشابهة.

المول الواحد من ذرات الكربون-12 له كتلة مقدارها 12 g تمامًا.

يمكن استخدام عوامل التحويل المكتوبة من علاقة عدد أفوجادرو للتحويل بين المولات وعدد الجسيمات.

9. 6.02×10^{23}

جسيم / 1 (mol) و 1 6.02×10^{23} (جسيم).

10. كلاهما وحدات للعد. الدرزن يساوي 12 شيئًا، والمول يساوي 6.02×10^{23} جسيمًا.

7. **الفكرة الرئيسة** فسر لماذا يستخدم الكيميائيون المول؟

8. اذكر العلاقة الرياضية التي تربط بين عدد أفوجادرو، والمول الواحد من أي مادة (1 mol).

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 الممثلة (ذرات أو جزيئات أو أيونات أو وحدات صيغة) في كل من المواد الآتية:

a. 11.5 mol من الفضة Ag. 1.08×10^{25} b. جزيء H_2O

b. 18.0 mol من الماء H_2O . 9.0×10^{22} c. وحدة صيغة NaCl

c. 0.15 mol من كلوريد الصوديوم NaCl. 8.13×10^{21} d. جزيء CH_4

d. 1.35×10^{-2} mol من الميثان CH_4 . 6.92×10^{24} a. ذرة Ag

13. رتب العينات الثلاث الآتية من الأصغر إلى الأكبر بحسب عدد الجسيمات الممثلة:

1.25×10^{25} ذرة من الخارصين Zn

3.56 mol من الحديد Fe

6.78×10^{22} جزيء من الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$

11. بضرب عدد مولات المادة في عدد أفوجادرو (6.02×10^{23}).

13. أولًا نحول المولات إلى عدد جسيمات: $3.56 \text{ mol Fe} \times (6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة/mol}) = 2.14 \times 10^{24}$ ذرة. الترتيب من الأصغر إلى الأكبر: 6.78×10^{22} جزيء جلوكوز > 3.56 mol حديد > 1.25×10^{25} ذرة خارصين.



www.ien.edu.sa

الكتلة والمول Mass and the Mole

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 تكوّن المول.

كتلة المول The Mass of a Mole

لن نتوقع أن كتلة درزن من الليمون تساوي كتلة درزن من البيض؛ لأن البيض والليمون يختلفان في الحجم والتركيب، فمن غير المفاجئ إذن أن تكون لهما كتل مختلفة، كما هو موضح في الشكل 5-5. لذلك فإن كميّتين مقدار كل منهما مول واحد من مادتين مختلفتين لهما كتلتان مختلفتان؛ لأن لكلٍّ منهما تركيباً مختلفاً. فلو وضعت مولاً واحداً من الكربون مثلاً، ومولاً واحداً من النحاس في ميزانين فستري فرقاً في الكتلة، كالذي تراه في كتل البيض، والليمون. وهذا يحدث لأن كتلة ذرات الكربون تختلف عن كتلة ذرات النحاس، ولذلك فإن كتلة 6.02×10^{23} ذرة من الكربون لا تساوي كتلة 6.02×10^{23} ذرة من النحاس.

الأهداف

- 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 يختلف عن البيض في تركيبه وحجمه.

الشكل 6-5 مول من الحديد، يحتوي على عدد أفوجادرو من الذرات، ممثلاً بكيس له كتلة مساوية لكتلته الذرية بالجرامات.

طبق ما كتلة مول من النحاس؟

$$6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من الحديد} =$$



1 mol من الحديد



2. كتلة ذرة الكربون-12 هي 12 amu بالضبط. بالجرامات، كتلتها = $1.672 \times 10^{-24} \times 10^{-23} \text{ جم} = 2.0064 \times 10^{-23} \text{ جم}$. (الرسم يظهر نواة بها 6 بروتونات و6 نيوترونات).

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 بذرة واحدة أو بعدد أفوجادرو من الذرات (1 mol) فإن كتل جميع الذرات تم تعيينها بالنسبة إلى كتلة ذرة الكربون-12. وتسمى الكتلة بالجرامات لمول واحد من أي مادة نقية **الكتلة المولية**.

الكتلة المولية لأي عنصر تساوي عددًا بكتلته الذرية، ووحدتها g/mol. 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 55.845 g من الحديد تكون بطريقة غير مباشرة قد عدت 6.02×10^{23} ذرة منه. الشكل 6-5 يوضح العلاقة بين الكتلة المولية ومول واحد من العنصر.

3. الكتلة المولية للهيدروجين-1 هي 1.007 جم/مول. لذا، 1.007 جم تحتوي على 1 مول من الذرات. عدد الذرات = 1 مول $\times 6.02 \times 10^{23}$ ذرة/مول = 6.02×10^{23} ذرة.



مختبر حل المشكلات

صياغة نموذج

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 أنوية H-1 و He-4. تحتوي نواة H-1 على بروتون واحد بكتلة مقدارها 1.007 amu، وقد قدرت كتلة البروتون بالجرامات $1.672 \times 10^{-24} \text{ g}$. تحتوي نواة الهيليوم-4 على بروتونين ونيوترونين، ولها كتلة مقدارها 4 amu.

التفكير الناقد

1. طبق ما كتلة ذرة الهيليوم الواحدة بالجرامات؟ (كتلة النيوترون مساوية تقريباً لكتلة البروتون).

4. كتلة عينة الهيليوم (1 مول) تساوي

كتلته المولية، حوالي 4.00 جم. كتلة عينة 5. يمكن الاستنتاج أن كتلة مول واحد من ذرات أي عنصر بالجرامات الكربون (1 مول) تساوي كتلته المولية، (الكتلة المولية) تساوي عددًا بكتلة ذرة واحدة من ذلك العنصر بوحدة حوالي 12.01 جم.



الهيدروجين-1



الهيليوم-4

2. ارسم الكربون-12 يحتوي على ستة بروتونات وستة نيوترونات. ارسم نواة الكربون-12، واحسب كتلة الذرة الواحدة بوحدة 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. قَرِّب إجابتك إلى أقرب جزء من مائة.

4. طبق لو كانت لديك عبتان من الهيليوم والكربون تحتويان 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؟

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 تقاس بالميزان. ولحساب كتلة عدد معين من المولات اضرب عدد المولات في الكتلة المولية:

$$\text{الكتلة بالجرامات (g)} = \text{عدد المولات (mol)} \times \frac{\text{الكتلة المولية (g)}}{1 \text{ mol}}$$

إذا نظرت إلى الجدول الدوري للعناصر فستجد أن Cu-29 له كتلة ذرية مقدارها 63.54 amu، وأنت تعلم أن الكتلة المولية للعنصر (g/mol) تساوي الكتلة الذرية (معبّرًا 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 5-7، يمكنك قياس 3.00 mol من النحاس اللازمة للتفاعل 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

ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.



الشكل 5-7 لقياس 3.00 mol من النحاس، ضع ورقة وزن على الميزان، وصّفّره، ثم ضع 191 g من النحاس.

الربط مع علم الأحياء يكشف علماء الخلية بروتينات حيوية جديدة باستمرار، حيث تشكل التقنيات الحيوية مستقبل الرعاية الصحية. ويهتم مشروع "نيوم NEOM" بشكل خاص بالتقنيات الحيوية لأنها السبيل إلى مستقبل الرعاية الصحية والرفاهية المستقبلية. ورؤية مشروع "نيوم NEOM" أن يكون مقصداً جديداً للعالم بأسره في مجال التقنيات الحيوية بحثاً عن الجيل القادم من العلاج الجيني وعلم الجينوم وأبحاث الخلايا الجذعية وتقنية النانو الحيوية والهندسة الحيوية. 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.

✳ المصدر: كتيب مشروع نيوم NEOM؛ ص: 10.

مثال 2-5

التحويل من المول إلى الكتلة الكروم Cr عنصر انتقالي، يستخدم في طلاء الحديد والفولاذ 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 عوض بالقيم المعروفة في المعادلة وحلها.

$$\begin{aligned} \text{كتلة الكروم (g)} &= \text{مولات الكروم (mol)} \times \frac{\text{الكتلة المولية للكروم (g)}}{\text{1 mol من الكروم}} \\ &= 0.0450 \text{ mol Cr} \times \frac{52.00 \text{ g Cr}}{1 \text{ mol Cr}} \\ &= 2.34 \text{ g Cr} \end{aligned}$$

طبق عامل التحويل

عوض بالمعطيات وأوجد الحل

3 تقويم الإجابة

الإجابة أقل من 0.1 mol كما هو متوقع، والوحدة صحيحة، وهي (g).

مسائل تدريبية

- احسب الكتلة بالجرامات لكل مما يأتي:
 - 3.57 mol من الألومنيوم Al.
 - 42.6 mol من السليكون Si.
- تحفيز احسب الكتلة بالجرامات لكل مما يأتي:
 - $3.54 \times 10^2 \text{ mol}$ من الكوبلت Co.
 - $2.45 \times 10^{-2} \text{ mol}$ من الخارصين Zn.
- الكتلة = 3.57 مول $\times$ 26.98 جم/مول = 96.3 جم.
 - الكتلة = 42.6 مول $\times$ 28.09 جم/مول = 1.20×10^3 جم.
- الكتلة = $10^2 \times 3.54$ مول $\times$ 58.93 جم/مول = 2.09×10^4 جم.
 - الكتلة = $10^{-2} \times 2.45$ مول $\times$ 65.38 جم/مول = 1.60 جم.

التحويل من الكتلة إلى المول الكالسيوم Ca من أكثر العناصر توافراً في الأرض، ويوجد دائماً متحداً مع عناصر أخرى بسبب نشاطه العالي. ما عدد مولات الكالسيوم في 525 g منه؟

1 تحليل المسألة

عليك أن تحول كتلة الكالسيوم إلى مولات كالسيوم؛ فكتلة الكالسيوم هنا أكبر من الكتلة المولية أكثر من عشر مرات، لذلك يجب أن تكون الإجابة أكبر من 10 mol.

المعطيات

الكتلة = 525 g Ca

الكتلة المولية لـ Ca = 40.08 g/mol

المطلوب

عدد مولات Ca = ؟

2 حساب المطلوب

استخدم عامل التحويل (مقلوب الكتلة المولية) الذي يربط مولات الكالسيوم بجراماته، وعوض القيم المعلومة، وحل:

$$\text{مولات الكالسيوم (mol)} = \text{كتلة الكالسيوم (g)} \times \frac{1 \text{ mol من الكالسيوم}}{\text{الكتلة المولية للكالسيوم (g)}}$$

طبق عامل التحويل

$$= 525 \text{ g Ca} \times \frac{1 \text{ mol Ca}}{40.08 \text{ g Ca}} = 13.1 \text{ mol Ca}$$

عوض 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 يأتي:

a. 25.5 g من الفضة Ag. 16. a. عدد المولات = 25.5 جم / 107.87 جم/مول = 0.236 مول.

b. 300.0 g من الكبريت S. 17. b. عدد المولات = 300.0 جم / 32.06 جم/مول = 9.357 مول.

17. تحفيز حول كلاً من الكتل الآتية إلى مولات:

a. 1.25 × 10³ g من الخارصين Zn. 17. a. عدد المولات = 1.25 × 10³ جم / 65.38 جم/مول = 19.1 مول.

b. 1.00 Kg من الحديد Fe. 17. b. عدد المولات = 1000 جم / 55.845 جم/مول = 17.9 مول.



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.

المعطيات

الكتلة = 31.1 g Au

الكتلة المولية = 196.97 g/mol

المطلوب

عدد ذرات Au = ؟

2 حساب المطلوب

استخدم عامل التحويل (مقلوب الكتلة المولية) الذي يربط مولات الذهب بجراماته.

$$\text{طابق عامل التحويل} \quad \text{عدد مولات الذهب (mol)} = \text{كتلة الذهب (Au)} \times \frac{1 \text{ mol من الذهب}}{\text{الكتلة المولية للذهب (g)}}$$

$$\text{عوض بالمعطيات، واحسب عدد المولات} \quad 31.1 \text{ g Au} \times \frac{1 \text{ mol Au}}{196.97 \text{ g Au}} = 0.158 \text{ mol Au}$$

لتحويل المولات إلى عدد ذرات، اضرب في عدد أفوجادرو

$$\text{طابق عامل التحويل} \quad \text{عدد ذرات الذهب} = \text{عدد مولات الذهب (mol)} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من الذهب}}{1 \text{ mol من الذهب}}$$

$$\text{عوض بالمعطيات، وأوجد الحل} \quad = 0.158 \text{ mol Au} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من الذهب}}{1 \text{ mol Au}}$$

$$= 9.51 \times 10^{22} \text{ ذرة من الذهب}$$

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. حوّل أولاً عدد الذرات إلى مولات، ثم حول المولات إلى جرامات.

المعطيات

المطلوب

كتلة He = ؟

عدد ذرات الهيليوم He = 5.50×10^{22} ذرة

الكتلة المولية للهيليوم = 4.00 g/mol He

2 حساب المطلوب

استخدم عامل التحويل (مقلوب عدد أفوجادرو) الذي يربط المولات بعدد الذرات

طبق عامل التحويل

$$\text{عدد مولات الهيليوم (mol)} = \text{عدد ذرات الهيليوم} \times \frac{1 \text{ mol من الهيليوم}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من الهيليوم}}$$

$$5.50 \times 10^{22} \text{ atoms He} = \frac{1 \text{ mol He}}{6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من He}} \times 5.50 \times 10^{22} \text{ ذرة من He} = 0.0914 \text{ mol He}$$

اضرب واقسم الأرقام والوحدات

لتحويل عدد المولات إلى كتلة، اضرب في الكتلة المولية

طبق عامل التحويل

$$\text{كتلة الهيليوم بالجرامات (g)} = \text{عدد مولات الهيليوم (mol)} \times \frac{\text{الكتلة المولية للهيليوم (g)}}{1 \text{ mol He}}$$

$$= 0.0914 \text{ mol He} \times \frac{4.00 \text{ g He}}{1 \text{ mol He}} = 0.366 \text{ g He}$$

عوض عدد مولات He = 0.0914 mol الكتلة

المولية He = 4.00 g/mol، وأوجد الحل

18. عدد المولات = 11.5 جم / 200.59 جم/مول = 0.0573 مول. عدد الذرات =

0.0573 مول $\times 6.022 \times 10^{23}$ ذرة/مول = 3.45×10^{22} ذرة.

3 تقويم الإجابة

عُبر عن الجواب بالوحدة الصحيحة (g).

مسائل تدريبية

19. عدد المولات = $(1.50 \times 10^{15} \text{ ذرة}) / (6.022 \times 10^{23} \text{ ذرة/مول}) = 2.49 \times 10^{-9} \text{ مول}$. الكتلة = $2.49 \times 10^{-9} \text{ مول} \times 14.01 \text{ جم/مول} = 3.49 \times 10^{-8} \text{ جم}$.

18. ما عدد الذرات في 11.5 g من الزئبق Hg؟

19. ما كتلة 1.50×10^{15} ذرة من النيتروجين N؟

20. تحفيز احسب عدد الذرات في كل مما يأتي:

a. $4.56 \times 10^3 \text{ g}$ من السليكون Si. عدد المولات = $4.56 \times 10^3 \text{ g} / 28.09 \text{ جم/مول} = 162 \text{ مول}$. عدد الذرات = $162 \text{ مول} \times 6.022 \times 10^{23} \text{ ذرة/مول} = 9.77 \times 10^{25} \text{ ذرة}$.

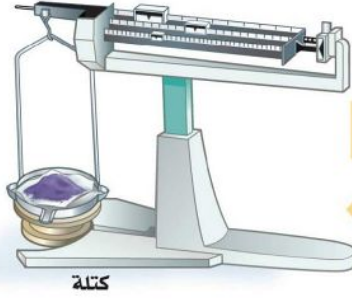


b. 0.120 kg من التيتانيوم Ti.

b. الكتلة = 0.120 كجم = 120 جم. عدد المولات = $120 \text{ جم} / 47.87 \text{ جم/مول} = 2.51 \text{ مول}$. عدد الذرات = $2.51 \text{ مول} \times 6.022 \times 10^{23} \text{ ذرة/مول} = 1.51 \times 10^{24} \text{ ذرة}$.

22. الكتلة المولية للفلور، وتساوي 19.00 جم/مول. معاملا التحويل هما (19.00 جم / 1 F / 1 مول F) و (1 مول F / 19.00 جم F).

23. الكتلة المولية لعنصر ما (كتلة مول واحد من ذراته) بالجرامات تساوي عددياً كتلته الذرية (كتلة ذرة واحدة) بوحدة الكتلة الذرية (amu).



1 mol
عدد الجرامات



6.02 × 10²³ من الجسيمات
1 mol
1 mol
6.02 × 10²³ من الجسيمات



الشكل 5-8 يحدد المول أساس التحويل بين الكتلة والجسيمات الممثلة (الذرات، الأيونات، الجزيئات، وحدات الصيغة). في الشكل تمثل الكتلة في الميزان والمولات في حقيبة تحتوي على الجسيمات الممثلة، والجسيمات الممثلة تنتشر من الحقيبة. تحتاج إلى خطوتين للتحويل من الكتلة إلى الجسيمات أو العكس.

الآن بعد أن أجريت تحويلاً بين الكتلة، والمولات، والجسيمات، أنت تدرك أن المول أساس الحسابات. فالكتلة دائماً تحول إلى مولات قبل تحويلها إلى ذرات، والذرات تحول إلى مولات قبل أن تحسب كتلتها.

الشكل 5-8 يبين خطوات التحويل. في الأمثلة الحسابية التي مرت بك، استعملت خطوتين في التحويل، فإما 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.

$$1.00 \text{ g O}_2 \times \frac{1 \text{ mol O}_2}{31.998 \text{ g O}_2} \times \frac{6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء O}_2}{1 \text{ mol O}_2} = 1.88 \times 10^{22} \text{ جزيء}$$

25. الكتلة = عدد المولات × الكتلة المولية = 0.25 مول × 12.0 جم/مول = 3.0 جم.

24. أولاً، نقسم كتلة العنصر على كتلته المولية لنحصل على عدد المولات. ثانياً، نضرب عدد المولات في عدد أفوجادرو لنحصل على عدد الذرات.

26. نحسب كتلة كل كمية: كتلة النيون (Ne) = 20 جم. كتلة الكريبتون (Kr) = 1.0 مول × 83.80 جم/مول = 83.8 جم. كتلة الأرجون (Ar) = 3.0 مول × 39.95 جم/مول = 119.85 جم. الترتيب من الأصغر للأكبر هو: النيون، الكريبتون، الأرجون.

التقويم 5-2

الخلاصة

- تسمى الكتلة بالجرامات لمول واحد من أي مادة نقية الكتلة المولية.
- الكتلة المولية لأي عنصر تساوي عددياً كتلته الذرية.
- الكتلة المولية لأي مادة هي كتلة عدد أفوجادرو من الجسيمات المكونة لهذه المادة.
- تستخدم الكتلة المولية للتحويل من المولات إلى كتلة، ويستخدم مقلوب الكتلة المولية للتحويل من الكتلة إلى مولات.

21. الفكرة: الكتلة المولية هي كتلة مول واحد من مادتين مختلفتين أحاديّتي الذرات من حيث الجسيمات والكتلة؟
22. اذكر معاملي التحويل اللازم للتحويل بين الكتلة والمولات لذرة الفلور.
23. اشرح كيف تربط الكتلة المولية كتلة الذرة بكتلة مول واحد من الذرات.
24. صف الخطوات اللازمة لتحويل كتلة عنصر ما إلى ذراته.
25. احسب كتلة 0.25 mol من ذرات الكربون-12.
26. رتب الكميات الآتية من الأصغر إلى الأكبر بحسب الكتلة: 1.0 mol من Ar، 3.0 × 10²⁴ ذرة من Ne، 20 g من Kr.
27. حدّد الكمية التي تحسب بقسمة الكتلة المولية للعنصر على عدد أفوجادرو.
28. صمّم خريطة مفاهيمية توضح العوامل اللازمة للتحويل بين الكتلة، والمولات، وعدد الجسيمات.

27. قسمة الكتلة المولية (جم/مول) على عدد أفوجادرو (ذرة/مول) تعطي كتلة ذرة واحدة من العنصر بالجرامات.

28. خريطة المفاهيم تربط بين الكتلة والمولات وعدد الجسيمات (الكتلة) ↔ (المولات) ↔ (عدد الجسيمات). يتم التحويل بين الكتلة والمولات باستخدام الكتلة المولية. ويتم التحويل بين المولات وعدد الجسيمات باستخدام عدد أفوجادرو.



www.ien.edu.sa

مولات المركبات Moles of Compounds

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 حقيبتين فُحصتا في المطار، وتبين أن إحداهما قد تجاوزت حد الوزن المسموح به. ولأن وزن كل حقيبة يعتمد على مجموع الأشياء الموجودة داخلها فإن إعادة توزيع هذه الأشياء على الحقيبتين يغير وزن كل منهما.

الصيغ الكيميائية والمول

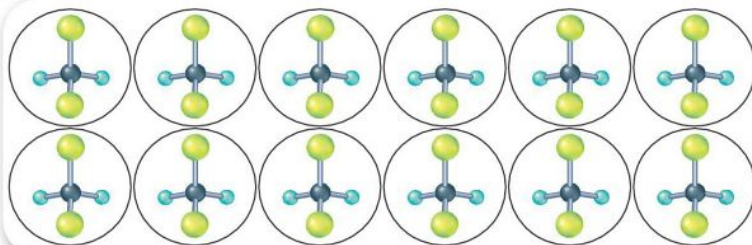
Chemical Formulas and the Mole

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.

تذكر أن الصيغة الكيميائية للمركب تعبر عن عدد الذرات وأنواعها الموجودة في وحدة صيغة واحدة منه. خذ في الاعتبار مركب ثنائي كلورو ثنائي 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) وذرتي كلور (Cl) وذرتي فلور (F). وهذه الذرات مرتبطة معاً كيميائياً، بنسبة F: Cl: C هي 2:2:1. والآن، افترض أن لديك مولاً واحداً من CCl_2F_2 ، وهذا يعني أنه يحتوي على عدد أفوجادرو من الجزيئات. وستبقى النسبة 2: 2: 1 بين ذرات F: Cl: C في مول من المركب كما هي في جزيء واحد منه. ويوضح الشكل 5-9 درزن من جزيئات CCl_2F_2 ؛ إذ تحتوي على درزن واحد من ذرات الكربون، ودرزنين من ذرات الكلور، ودرزنين من ذرات الفلور. فالصيغة الكيميائية CCl_2F_2 لا تمثل جزيئاً منفرداً من CCl_2F_2 فقط، بل تمثل أيضاً مولاً من المركب.

مراجعة المفردات

الجسيم الممثل: ذرة أو جزيء أو وحدة صيغة كيميائية أو أيون.

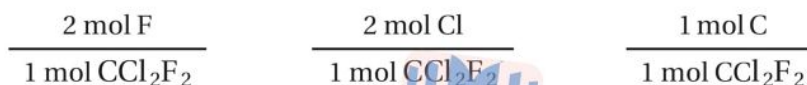


الشكل 5-9 يوضح درزن من جزيئات CCl_2F_2 تحتوي على درزن من ذرات الكربون، ودرزنين من ذرات الكلور، ودرزنين من ذرات الفلور.

استنتج كم ذرة من الكربون، والكلور، والفلور توجد في مول واحد من CCl_2F_2 ؟

استنتج: في 1 مول من CCl_2F_2 يوجد 1 مول من ذرات الكربون (6.02×10^{23} ذرة)، و 2 مول من ذرات الكلور (1.20×10^{24} ذرة)، و 2 مول من ذرات الفلور (1.20×10^{24} ذرة).

قد تحتاج في بعض الحسابات الكيميائية إلى التحويل بين مولات المركب ومولات إحدى الذرات المكونة له. فالنسب أو عوامل التحويل الآتية يمكن كتابتها لاستعمالها في الحسابات لجزيء 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.

$$\begin{aligned} \text{عدد مولات F} &= \text{عدد مولات CCl}_2\text{F}_2 \times \frac{2 \text{ mol F}}{1 \text{ mol CCl}_2\text{F}_2} \\ 5.50 \text{ mol CCl}_2\text{F}_2 \times \frac{2 \text{ mol F}}{1 \text{ mol CCl}_2\text{F}_2} &= 11.0 \text{ mol F} \end{aligned}$$

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

علاقات المول المرتبطة بالصيغة الكيميائية أكسيد الألومنيوم (Al_2O_3) الذي يسمى غالباً ألومينا، هو المادة الخام الأساسية لإنتاج الألومنيوم (Al). توجد الألومينا 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

عدد المولات $\text{Al}^{3+} = ?$

المعطيات

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.

$$\frac{2 \text{ mol Al}^{3+}}{1 \text{ mol Al}_2\text{O}_3} \quad \text{عين عامل تحويل يربط بين عدد مولات أيونات Al}^{3+} \text{ بمولات Al}_2\text{O}_3$$

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.

$$29. \text{ عدد مولات } \text{Cl}^- = 2.50 \text{ mol ZnCl}_2 \times (2 \text{ mol Cl}^- / 1 \text{ mol ZnCl}_2) = 5.00 \text{ mol Cl}^-$$

$$30. \text{ مولات الكربون} = 6 \times 1.25 = 7.50 \text{ mol C}, \text{ مولات الهيدروجين} = 12 \times 1.25 = 15.0 \text{ mol H}, \text{ مولات الأكسجين} = 6 \times 1.25 = 7.50 \text{ mol O}.$$

مسائل تدريبية

29. يستعمل كلوريد الزنك ZnCl_2 بوصفه سبيكة لحام لربط فلزين معاً، احسب عدد مولات أيونات Cl^- في 2.50 mol من ZnCl_2 .

30. تعتمد النباتات والحيوانات على سكر الجلوكوز $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ بوصفه مصدرًا للطاقة. احسب عدد مولات كل عنصر في 1.25 mol من الجلوكوز.

31. احسب عدد مولات أيونات الكبريتات الموجودة في 3.00 mol من $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$.

32. ما عدد مولات ذرات الأكسجين الموجودة في 5.00 mol من P_2O_5 ؟

33. تحفيز احسب عدد مولات ذرات الهيدروجين في $1.15 \times 10^1 \text{ mol}$ من الماء.

$$31. \text{ عدد مولات } \text{Fe}^{3+} = 3.00 \text{ mol Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \times (2 \text{ mol Fe}^{3+} / 1 \text{ mol Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = 6.00 \text{ mol Fe}^{3+}$$

الكتلة المولية للمركبات

The Molar Mass of Compounds

$$32. \text{ عدد مولات O} = 5.00 \text{ mol P}_2\text{O}_5 \times (5 \text{ mol O} / 1 \text{ mol P}_2\text{O}_5) = 25.0 \text{ mol O}$$

كتلة مول واحد من المركب تساوي مجموع كتل الجسيمات التي يتكون منها المركب.

افترض أنك ترغب في تعيين 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 المثلثة في الصيغة الكيميائية، ثم اجمع كتل العناصر كافة لتحصل على الكتلة المولية للمركب K_2CrO_4 .

$$33. \text{ عدد مولات H} = 11.5 \text{ mol H}_2\text{O} \times (2 \text{ mol H} / 1 \text{ mol H}_2\text{O}) = 23.0 \text{ mol H}$$

$$2 \text{ mol K} \times \frac{39.10 \text{ g K}}{1 \text{ mol K}} = 78.20 \text{ g}$$

$$+ \text{NaOH: } (1 \times 22.99) + (1 \times 16.00) \text{ أ. 34}$$

$$\text{g/mol } 40.00 = (1.008 \times 1)$$

$$\frac{52.0 \text{ g Cr}}{1 \text{ mol Cr}} = 52.0 \text{ g}$$

$$35. \text{ ب. HCN:}$$

$$+ (1.008 \times 1)$$

$$+ (12.01 \times 1)$$

$$27.03 = (14.01 \times 1)$$

$$\text{g/mol}$$

$$\text{CaCl}_2: (1 \times 40.08) + (2 \times 35.45) \text{ ب. 34}$$

$$\text{g/mol } 110.98 =$$

$$194.20 \text{ g} = \text{K}_2\text{CrO}_4 \text{ الكتلة المولية لـ}$$

توضح الكتلة المولية للمركب قانون حفظ الكتلة؛ فالكتلة الكلية للمتفاعلات تساوي

كتلة المركب المتكون. يوضح الشكل 10-5 كتلاً متكافئة لمول واحد من كرومات

$$+ \text{KC}_2\text{H}_3\text{O}_2: (1 \times 39.10) \text{ ج. 34}$$

$$= (16.00 \times 2) + (1.008 \times 3) + (12.01 \times 2)$$

$$\text{g/mol } 98.14$$

مسائل تدريبية

34. احسب الكتلة المولية لكل مركب أيوني من المركبات الآتية:



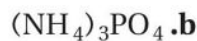
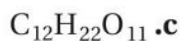
35. احسب الكتلة المولية لكل مركب تساهمي من المركبات الآتية:



$$\text{CCl}_4: (1 \times 12.01) + (4 \times 35.45) = 153.81 \text{ g/mol} \text{ ج. 35}$$

36. تحفيز صنف كلاً من المركبات الآتية بوصفه مركباً جزيئياً أو أيونياً، ثم احسب

كتلته المولية:



$$36. \text{ ج. } \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}: \text{مركب جزيئي، الكتلة المولية} = 342.30 \text{ g/mol}$$

$$36. \text{ ب. } (\text{NH}_4)_3\text{PO}_4: \text{مركب أيوني، الكتلة المولية} = 149.10 \text{ g/mol}$$

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.



كرومات البوتاسيوم (K_2CrO_4)



كلوريد الصوديوم (NaCl)



السكروز ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$)

$$35. \text{ أ. } \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}: (2 \times 12.01) + (6 \times 1.008) + (1 \times 16.00) = 46.07 \text{ g/mol}$$

$$36. \text{ أ. } \text{Sr}(\text{NO}_3)_2: \text{مركب أيوني، الكتلة المولية} = 211.64 \text{ g/mol}$$

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. وتستعمل الطريقة نفسها مع المركبات، إلا أنه يتعين عليك حساب الكتلة المولية للمركب.

مثال 5-7

التحويل من مول إلى كتلة في المركبات تعود الرائحة المميزة للشوم 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 مجموع الكتل المولية لكل العناصر في $(C_3H_5)_2S$.

المطلوب

الكتلة المولية $(C_3H_5)_2S$ = ؟

كتلة $(C_3H_5)_2S$ = ؟

المعطيات

عدد مولات $(C_3H_5)_2S$ = 2.50 mol

2 حساب المطلوب

احسب الكتلة المولية لـ $(C_3H_5)_2S$.

$$1 \text{ mol S} \times \frac{32.07 \text{ g S}}{1 \text{ mol S}} = 32.07 \text{ g S}$$

اضرب مولات S في الكتلة المولية لـ S

$$6 \text{ mol C} \times \frac{12.01 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} = 72.06 \text{ g C}$$

اضرب مولات C في الكتلة المولية لـ C

$$10 \text{ mol H} \times \frac{1.008 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} = 10.08 \text{ g H}$$

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.

$$\frac{\text{الكتلة المولية } (C_3H_5)_2S}{1 \text{ mol } (C_3H_5)_2S} \times (C_3H_5)_2S = \text{كتلة } (C_3H_5)_2S = \text{عدد مولات } (C_3H_5)_2S$$

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

37. الكتلة المولية لـ H_2SO_4 = 98.09 g/mol. الكتلة = 3.25 mol × 98.09 g/mol = 319 g

مسائل تدريجية

37. ما كتلة 3.25 mol من حمض الكبريتيك H_2SO_4 ؟

38. ما كتلة 4.35×10^{-2} mol من كلوريد الخارصين $ZnCl_2$ ؟

39. تحفيز اكتب الصيغة الكيميائية لبرمنجنات البوتاسيوم، ثم احسب كتلة 2.55 mol منه بالجرامات.

38. الكتلة المولية لـ $ZnCl_2$ = 136.28 g/mol. الكتلة = $4.35 \times 10^{-2} \times 136.28 \text{ g/mol} = 5.93 \text{ g}$

39. الصيغة الكيميائية هي $KMnO_4$. الكتلة المولية = 158.04 g/mol. الكتلة = 2.55 mol × 158.04 g/mol = 403 g

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، ولأن الكتلة المولية تربط الجرامات بالمولات، فإنك تحتاج في هذه الحالة إلى مقلوب الكتلة المولية بوصفه عامل تحويل.

$$5.50 \text{ g من المركب} \times \frac{1 \text{ mol من المركب}}{185 \text{ g من المركب}} = 0.0297 \text{ mol من المركب}$$

مثال 5-8

التحويل من الكتلة إلى مولات يستعمل مركب هيدروكسيد الكالسيوم Ca(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 تحليل المسألة

لديك 325 g من Ca(OH)_2 والمطلوب إيجاد عدد مولات Ca(OH)_2 . احسب أولاً الكتلة المولية لـ Ca(OH)_2 .

المعطيات

كتلة $\text{Ca(OH)}_2 = 325 \text{ g}$

المطلوب

الكتلة المولية لـ $\text{Ca(OH)}_2 = ?$

عدد المولات لـ $\text{Ca(OH)}_2 = ?$

2 حساب المطلوب

احسب الكتلة المولية للمركب Ca(OH)_2 .

اضرب مولات Ca في الكتلة المولية لـ Ca

$$1 \text{ mol Ca} \times \frac{40.08 \text{ g Ca}}{1 \text{ mol Ca}} = 40.08 \text{ g}$$

أ. الكتلة المولية لـ AgNO_3 = 169.88 g/mol

$$2 \text{ mol O} \times \frac{16.0 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}} = 32.0 \text{ g}$$

g. عدد المولات = 22.6

اضرب مولات O في الكتلة المولية لـ O

$$2 \text{ mol H} \times \frac{1.00 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} = 2.016 \text{ g}$$

g/mol = 0.133 mol 169.88 /

اضرب مولات H في الكتلة المولية لـ H

$$= 40.08 \text{ g} + 32.00 \text{ g} + 2.016 \text{ g} = 74.10 \text{ g/mol Ca(OH)}_2$$

حاصل جمع الكتل

استعمل عامل التحويل (مقلوب الكتلة المولية) الذي يربط المولات بالجرامات.

$$= 325 \text{ g Ca(OH)}_2 \times \frac{1 \text{ mol Ca(OH)}_2}{74.10 \text{ g Ca(OH)}_2} = 4.39 \text{ mol Ca(OH)}_2$$

عوض مستعيناً بالمعطيات، وحل

3 تقويم الإجابة

للتحقق من صحة الإجابة، قرّب الكتلة المولية لـ Ca(OH)_2 إلى 75 g/mol، وكذلك الكتلة المعطاة من Ca(OH)_2 إلى 300 g. ولأن العدد 300 أربعة أضعاف العدد 75، لذا فالإجابة مقبولة. كما أن الوحدة صحيحة، وهي المول.

مسائل تدريبية

40. ب. الكتلة المولية لـ $\text{ZnSO}_4 = 161.45 \text{ g/mol}$. عدد المولات =

$$\text{g} / 161.45 \text{ g/mol} = 0.0403 \text{ mol 6.50}$$

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 الآتين إلى أيوني أو جزيئي، ثم حول الكتل المعطاة إلى مولات:

a. 2.50 Kg من أكسيد الحديد III Fe_2O_3 .

b. 25.4 mg من كلوريد الرصاص IV PbCl_4 .

41. ب. مركب أيوني. الكتلة المولية = 349.0 g/mol. عدد المولات =

$$\text{g} / 349.0 \text{ g/mol} = 0.0728 \text{ mol 25.4}$$

41. أ. Fe_2O_3 : مركب أيوني. الكتلة = 2500 g 2.50. الكتلة المولية = 159.70 g/mol.

عدد المولات = 15.7 mol 2500 = 159.70 g/mol. g /

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 الممثلة - 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 المكوّنة 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 5-9 يبين كيفية حل هذا النوع من المسائل.

مثال 5-9

التحويل من كتلة إلى مولات ثم إلى جسيمات يستعمل كلوريد الألومنيوم $AlCl_3$ لتكرير البترول وصناعة المطاط والشحوم. فإذا كان لديك عينة من كلوريد الألومنيوم كتلتها 35.6 g فأوجد:

a. عدد أيونات الألومنيوم الموجودة فيها.

b. عدد أيونات الكلور الموجودة فيها.

c. الكتلة بالجرامات لوحدة صيغة واحدة من كلوريد الألومنيوم.

1 تحليل المسألة

لديك 35.6 g من $AlCl_3$ عليك أن تحسب عدد أيونات كل من Al^{3+} و Cl^- وكتلة وحدة صيغة واحدة من $AlCl_3$ بالجرامات. علماً بأن الكتلة المولية وعدد أفوجادرو والنسب 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.

المعطيات

$$35.6 \text{ g} = AlCl_3 \text{ كتلة}$$

المطلوب

$$\text{عدد أيونات } Al^{3+} = ?$$

$$\text{عدد أيونات } Cl^- = ?$$

$$\text{كتلة } AlCl_3 \text{ لكل وحدة صيغة} = ?$$

2 حساب المطلوب

احسب الكتلة المولية للمركب $AlCl_3$.

اضرب عدد مولات Al في كتلته المولية

$$1 \text{ mol Al} \times \frac{26.98 \text{ g Al}}{1 \text{ mol Al}} = 26.98 \text{ g Al}$$

$$3 \text{ mol Cl} \times \frac{35.45 \text{ g Cl}}{1 \text{ mol Cl}} = 106.35 \text{ g Cl}$$

اضرب عدد مولات Cl في كتلته المولية.

$$= 26.98 \text{ g} + 106.35 \text{ g} = 133.33 \text{ g/mol } AlCl_3$$

حاصل جمع الكتل

استعمل عامل التحويل (مقلوب الكتلة المولية) الذي يربط المولات بالجرامات.

42. أ. عدد مولات الإيثانول = $45.6 \text{ g} / 46.07 \text{ g/mol} = 0.990 \text{ mol}$ عدد ذرات الكربون = $0.990 \times 2 \times (6.02 \times 10^{23}) = 1.19 \times 10^{24}$ ذرة.

42. ب. عدد ذرات الهيدروجين = $0.990 \times 6 \times (6.02 \times 10^{23}) = 3.58 \times 10^{24}$ ذرة.

42. ج. عدد ذرات الأكسجين = $0.990 \times 1 \times (6.02 \times 10^{23}) = 5.96 \times 10^{23}$ ذرة.

طبق عامل التحويل
مولات AlCl_3 = كتلة AlCl_3 $\times$ $\frac{1 \text{ mol AlCl}_3}{133.33 \text{ g AlCl}_3}$
الكتلة المولية لـ AlCl_3

خصائص كتلة AlCl_3 ، ومقلوب الكتلة المولية، واحسب عدد المولات. اضرب الأعداد والوحدات واقسمها.

43. أ. عدد مولات $\text{Na}_2\text{SO}_3 = 2.25 \text{ g} / 126.05 \text{ g/mol} = 0.0179 \text{ mol}$ عدد أيونات Na^+ = $0.0179 \times 2 \times (6.02 \times 10^{23}) = 2.15 \times 10^{22}$ أيون.

اضرب الأعداد والوحدات واقسمها.

43. ب. كتلة وحدة صيغة واحدة = $126.05 \text{ g} / (6.02 \times 10^{23}) = 2.09 \times 10^{-22} \text{ g}$

43. ج. عدد أيونات $\text{SO}_3^{2-} = 0.0179 \text{ mol} \times 1 \times (6.02 \times 10^{23}) = 1.08 \times 10^{22}$ أيون.

43. ب. كتلة وحدة صيغة واحدة = $126.05 \text{ g} / (6.02 \times 10^{23}) = 2.09 \times 10^{-22} \text{ g}$

43. ج. عدد أيونات $\text{SO}_3^{2-} = 0.0179 \text{ mol} \times 1 \times (6.02 \times 10^{23}) = 1.08 \times 10^{22}$ أيون.

44. أ. عدد مولات $\text{CO}_2 = 52.0 \text{ g} / 44.01 \text{ g/mol} = 1.18 \text{ mol}$ عدد ذرات الكربون = $1.18 \times 1 \times (6.02 \times 10^{23}) = 7.11 \times 10^{23}$ ذرة.

احسب كتلة AlCl_3 باستعمال مقلوب عدد أفوجادرو

عوض AlCl_3 من 133.33 g، ثم حل.

44. ب. كتلة جزيء واحد = $44.01 \text{ g/mol} / (6.02 \times 10^{23}) = 7.31 \times 10^{-23} \text{ g}$

44. ج. عدد ذرات الأكسجين = $1.18 \times 2 \times (6.02 \times 10^{23}) = 1.42 \times 10^{24}$ ذرة.

3 تقويم الإجابة

44. ج. عدد ذرات الأكسجين = $1.18 \times 2 \times (6.02 \times 10^{23}) = 1.42 \times 10^{24}$ ذرة.

عدد أيونات Cl^- يساوي ثلاثة أضعاف عدد أيونات Al^{3+} ، كما هو متوقع. يمكن حساب كتلة وحدة صيغة كيميائية من AlCl_3 بطريقة مختلفة. اقسم كتلة 35.6 g من AlCl_3 على عدد وحدات الصيغة الكيميائية الموجودة في الكتلة (1.61×10^{23}) لحساب كتلة وحدة صيغة كيميائية واحدة. الإجابتان متطابقتان.

44. ب. كتلة جزيء واحد = $44.01 \text{ g/mol} / (6.02 \times 10^{23}) = 7.31 \times 10^{-23} \text{ g}$

مسائل تدريبية

42. يستعمل الإيثانول $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ مصدرًا للوقود، ويخلط أحيانًا مع الجازولين. إذا كان لديك عينة من الإيثانول كتلتها 45.6 g فأوجد:

- a. عدد ذرات الكربون الموجودة فيها.
b. عدد ذرات الأكسجين الموجودة فيها.
c. عدد ذرات الهيدروجين الموجودة فيها.
45. عدد المولات = $(10^{24} \times 4.59) / (10^{23} \times 6.02) = 7.62 \text{ mol}$. كتلة العينة = $7.62 \text{ mol} \times 58.44 \text{ g/mol} = 445 \text{ g}$

43. عينة من كبريتيت الصوديوم Na_2SO_3 كتلتها 2.25 g. أوجد:

- a. عدد أيونات Na^+ الموجودة فيها.
b. الكتلة بالجرامات لوحدة صيغة واحدة من Na_2SO_3 في العينة.
c. عدد أيونات SO_3^{2-} الموجودة فيها.

44. عينة من ثاني أكسيد الكربون CO_2 كتلتها 52.0 g. أوجد:

- a. عدد ذرات الكربون الموجودة فيها.
b. كتلة جزيء واحد من CO_2 بالجرامات.
c. عدد ذرات الأكسجين الموجودة فيها.

45. ما كتلة كلوريد الصوديوم NaCl التي تحتوي على 4.59×10^{24} وحدة صيغة؟

46. تحفيز عينة من كرومات الفضة كتلتها 25.8 g:

- a. اكتب صيغة كرومات الفضة.
b. ما عدد الأيونات السالبة فيها؟
c. ما عدد الأيونات الموجبة فيها؟
d. ما مقدار الكتلة بالجرامات لوحدة صيغة واحدة منها؟

46. ب. عدد مولات $\text{Ag}_2\text{CrO}_4 = 25.8 \text{ g} / 331.74 \text{ g/mol} = 0.0778 \text{ mol}$ عدد أيونات $\text{CrO}_4^{2-} = 0.0778 \text{ mol} \times 2 \times (6.02 \times 10^{23}) = 9.37 \times 10^{22}$ أيون.

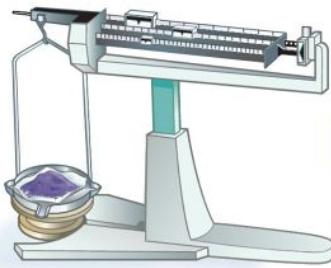
46. د. كتلة وحدة صيغة واحدة = $331.74 \text{ g} / (6.02 \times 10^{23}) = 5.51 \times 10^{-22} \text{ g}$

46. ج. عدد أيونات $\text{Ag}^+ = 0.0778 \text{ mol} \times 2 \times (6.02 \times 10^{23}) = 9.37 \times 10^{22}$ أيون.

47. يتم تحديد الكتلة المولية للمركب بجمع الكتل الذرية لجميع الذرات المكونة له، حيث تُضرب الكتلة المولية لكل عنصر في عدد مولاته (الرقم السفلي) في الصيغة الكيميائية، ثم تجمع النواتج.

48. عامل التحويل هو الكتلة المولية (g/mol). للتحويل من مولات إلى كتلة نستخدم (الكتلة المولية / 1 g / mol). للتحويل من كتلة إلى مولات نستخدم (1 mol / الكتلة المولية g).

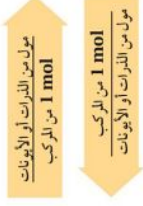
الشكل 11-5 لاحظ الموقع المركزي للمول في الشكل، إذا تحركت من يمين الشكل أو يساره أو أعلاه إلى أي مكان آخر وجب أن تمر من خلال المول. وتزودنا عوامل التحويل المكتوبة على الأسهم بمعلومات عن عملية التحويل.



كتلة المركب



مول من الذرات أو الأيونات



1 mol
عدد الجرامات

عدد الجرامات
1 mol

6.02×10^{23}
1 mol

1 mol
 6.02×10^{23}



الجسيمات الممثلة

49. (1) تحويل كتلة المركب إلى مولات باستخدام مقلوب الكتلة المولية. (2) تحويل مولات المركب إلى مولات الذرات أو الأيونات باستخدام النسبة المولية من الصيغة. (3) تحويل مولات الذرات أو الأيونات إلى عددها الفعلي بضربها في عدد أفوجادرو.

50. في 1 مول من $K_2C_2O_4$ يوجد 2 مول من ذرات البوتاسيوم (K)، 2 مول من ذرات الكربون (C)، و 4 مولات من ذرات الأكسجين (O).

النسب المولية

تجريبية عملية

ارجع إلى دليل التجارب العملية على منصة عين الإرائية



يتضمن الشكل 11-5 ملخصًا للتحويل بين الكتلة والمولات وعدد الجسيمات. لاحظ أن الكتلة المولية ومقلوبها هما عاملان للتحويل بين الكتلة وعدد المولات، وأن عدد أفوجادرو ومقلوبه هما عاملان للتحويل بين المولات وعدد الجسيمات الممثلة. 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 المتجهة إلى أعلى وإلى أسفل في الشكل 11-5، وهذه النسب تشتق من الصيغة الكيميائية.

51. الكتلة المولية لـ $MgBr_2$ = $(1 \times 24.31) + (2 \times 79.90) = 184.11$ g/mol

التقويم 5-3
الخلاصة

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؟

52. الكتلة المولية لـ $CaCO_3$ = 100.09 g/mol. عدد مولات $CaCO_3$ = $1.000 \text{ g} / 100.09 \text{ g/mol} = 0.009999 \text{ mol}$. بما أن النسبة بين $CaCO_3$ و Ca^{2+} هي 1:1، فإن عدد مولات Ca^{2+} هو 0.009991 mol.

50. طبق ما عدد مولات ذرات كل من O، C، K في مول واحد من $K_2C_2O_4$ ؟

51. احسب الكتلة المولية لبروميد الماغنسيوم $MgBr_2$.

52. احسب ما عدد مولات Ca^{2+} الموجودة في 1000 mg من $CaCO_3$ ؟

53. صمم رسمًا بيانيًا بالأعمدة يظهر عدد مولات كل عنصر موجود في 500 g من الداياوكسين ($C_{12}H_4Cl_4O_2$) الشديد السمية.

تدل الأرقام في الصيغ الكيميائية على عدد مولات العنصر في مول واحد من المركب.
تُحسب الكتلة المولية للمركب من الكتل المولية لجميع العناصر فيه.
تستعمل معاملات التحويل المبنية على الكتلة المولية للمركب للتحويل بين مولات المركب وكتلته.

53. البيانات اللازمة للرسم البياني هي: مولات الداياوكسين = $500 \text{ g} / 321.95 \text{ g/mol} = 1.55 \text{ mol}$ ، الكربون = $12 \times 1.55 = 18.6 \text{ mol}$ ، مولات الهيدروجين = $4 \times 1.55 = 6.20 \text{ mol}$ ، مولات الكلور = $4 \times 1.55 = 6.20 \text{ mol}$ ، مولات الأكسجين = $2 \times 1.55 = 3.10 \text{ mol}$. يمثل المحور السيني العناصر، والمحور الصادي عدد المولات.